

**CPIA (Centro istruzione per gli adulti)**

**E1380**

VICO VEGETTI 2-2, GENOVA

**RAPPORTO DI DIAGNOSI ENERGETICA**

**FONDO KYOTO - SCUOLA 3**



Luglio 2018

**COMUNE DI GENOVA**  
**STRUTTURA DI STAFF - ENERGY MANAGER**



COMUNE DI GENOVA

ATI:



(mandataria)



(mandante)

**CPIA (Centro istruzione per gli adulti)**  
**E1380**  
**VICO VEGETTI 2-2, GENOVA**

RAPPORTO DI DIAGNOSI ENERGETICA

FONDO KYOTO - SCUOLA 3  
Luglio 2018

COMUNE DI GENOVA  
STRUTTURA DI STAFF - ENERGY MANAGER

Comune di Genova – Area Tecnica – Struttura di Staff Energy Manager  
Via Di Francia 1 – 18° Piano Matitone – 16149 – Genova  
Tel 010 5573560 – 5573855; [energymanager@comune.genova.it](mailto:energymanager@comune.genova.it); [www.comune.genova.it](http://www.comune.genova.it)

Energynet s.r.l.  
Viale Muratori 201 – 41124 – Modena  
Tel 059 211085 – [info@energynet.it](mailto:info@energynet.it)

More Energy s.r.l.  
Via Ragazzi del '99 39 – 42124 - Reggio Emilia  
Tel. 0522 516610 – [info@more-energy.it](mailto:info@more-energy.it)

## REGISTRO REVISIONI E PUBBLICAZIONI

Revisione	Data	Realizzazione	Revisione	Approvazione	Descrizione
00	12/06/2018	Federico Baruffaldi	Irene Paradisi Luigi Guerra	Saverio Magni	Prima Pubblicazione
B	26/07/2018	Emanuele Schiavone	Irene Paradisi Luigi Guerra	Saverio Magni	Seconda pubblicazione a seguito della Revisione PA del 12/07/2018

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

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

## INDICE

## PAGINA

<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>6</b>
2.1 INFORMAZIONI SUL SITO .....	6
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> .....	16
4.2 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO DI RISCALDAMENTO/ CLIMATIZZAZIONE INVERNALE.....	17
4.2.1 <i>Sottosistema di emissione</i> .....	17
4.2.2 <i>Sottosistema di regolazione</i> .....	18
4.2.3 <i>Sottosistema di distribuzione</i> .....	18
4.2.4 <i>Sottosistema di generazione</i> .....	20
4.3 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO PRODUZIONE ACQUA CALDA SANITARIA .....	20
4.4 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO DI RAFFRESCAMENTO/CLIMATIZZAZIONE ESTIVA .....	<b>ERRORE. IL</b>
<b>SEGNALIBRO NON È DEFINITO.</b>	
4.5 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO DI VENTILAZIONE MECCANICA .....	<b>ERRORE. IL SEGNALIBRO NON È</b>
<b>DEFINITO.</b>	
4.6 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO ELETTRICO E PRINCIPALI UTENZE ELETTRICHE .....	21
4.7 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO ILLUMINAZIONE .....	21
<b>5 CONSUMI RILEVATI .....</b>	<b>23</b>
5.1 CONSUMI ENERGETICI STORICI PER CIASCUN VETTORE E CONNESSIONE ALLE RETI GAS NATURALE ED ELETTRICA.....	23
5.1.1 <i>Energia termica</i> .....	23
5.1.2 <i>Energia elettrica</i> .....	25
5.2 INDICATORI DI PERFORMANCE ENERGETICI ED AMBIENTALI .....	28
<b>6 MODELLO DEL FABBISOGNO ENERGETICO.....</b>	<b>33</b>
6.1 METODOLOGIA DI CALCOLO ADOTTATA E VALIDAZIONE DEI MODELLI DI CALCOLO .....	33
6.1.1 <i>Validazione del modello termico</i> .....	34
6.1.2 <i>Validazione del modello elettrico</i> .....	35
6.2 FABBISOGNI ENERGETICI.....	35
6.3 PROFILI ENERGETICI MENSILI.....	37
<b>7 ANALISI DEI COSTI PRE-INTREVENTO .....</b>	<b>39</b>
7.1 COSTI RELATIVI ALLA FORNITURA DEI VETTORI ENERGETICI .....	39
7.1.1 <i>Vettore termico</i> .....	39
7.1.2 <i>Vettore elettrico</i> .....	39
7.2 TARIFFE E PREZZI VETTORI ENERGETICI UTILIZZATI NELL'ANALISI.....	43

7.3	COSTI DI GESTIONE E MANUTENZIONE DI EDIFICIO ED IMPIANTI.....	43
7.4	BASLINE DEI COSTI.....	44
<b>8</b>	<b>IDENTIFICAZIONE DELLE MISURE DI EFFICIENZA ENERGETICA .....</b>	<b>46</b>
8.1	DESCRIZIONE, FATTIBILITÀ E PRESTAZIONI DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI .....	46
8.1.1	<i>Involucro edilizio</i> .....	46
8.1.2	<i>Impianto riscaldamento</i> .....	49
8.1.3	<i>Impianto di illuminazione ed impianto elettrico</i> .....	52
<b>9</b>	<b>VALUTAZIONE ECONOMICO-FINANZIARIA.....</b>	<b>54</b>
9.1	ANALISI DEI COSTI DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI CONSIDERATI FATTIBILI.....	54
9.2	ANALISI DI CONVENIENZA DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI CONSIDERATI FATTIBILI.....	58
9.3	IDENTIFICAZIONE DELLE SOLUZIONI INTEGRATE D'INTERVENTO E SCENARI D'INVESTIMENTO.....	66
9.3.1	<i>Scenario 1: SCN1 (Soluzione ottimale a 15 anni)</i> .....	68
9.3.2	<i>Scenario 2: SCN2 (Soluzione ottimale a 25 anni)</i> .....	74
<b>10</b>	<b>CONCLUSIONI .....</b>	<b>80</b>
10.1	RIASSUNTO DEGLI INDICI DI PERFORMANCE ENERGETICA .....	80
10.2	RIASSUNTO DEGLI SCENARI DI INVESTIMENTO E DEI PRINCIPALI RISULTATI .....	80
10.3	CONCLUSIONI E COMMENTI.....	80
	<b>ALLEGATO A – ELENCO DOCUMENTAZIONE FORNITA DALLA COMMITTENZA.....</b>	<b>A</b>
	<b>ALLEGATO B – ELABORATI .....</b>	<b>A</b>
	<b>ALLEGATO C – REPORT DI INDAGINE TERMOGRAFICA .....</b>	<b>1</b>
	<b>ALLEGATO D – REPORT RELATIVI AD ALTRE PROVE DIAGNOSTICHE STRUMENTALI .....</b>	<b>1</b>
	<b>ALLEGATO E – RELAZIONE DI DETTAGLIO DEI CALCOLI .....</b>	<b>1</b>
	<b>ALLEGATO F – CERTIFICATO CTI SOFTWARE .....</b>	<b>1</b>
	<b>ALLEGATO G – ATTESTATO DI PRESTAZIONE ENERGETICA .....</b>	<b>1</b>
	<b>ALLEGATO H – BOZZA DI APE SCENARI.....</b>	<b>1</b>
	<b>ALLEGATO I – DATI CLIMATICI.....</b>	<b>1</b>
	<b>ALLEGATO J – SCHEDE DI AUDIT.....</b>	<b>1</b>
	<b>ALLEGATO K – SCHEDE ORE.....</b>	<b>1</b>
	<b>ALLEGATO L – PIANO ECONOMICO FINANZIARIO SCENARI .....</b>	<b>1</b>
	<b>ALLEGATO M – REPORT DI BENCHMARK.....</b>	<b>1</b>
	<b>ALLEGATO N – CD-ROM .....</b>	<b>1</b>

## EXECUTIVE SUMMARY

Caratteristiche dell'edificio oggetto della DE

Tabella 0.1 - Tabella riepilogativa dei dati dell'edificio

PARAMENTO	U.M.	VALORE
Anno di costruzione edificio		1800
Anno di ristrutturazione		n.d.
Zona climatica		D
Destinazione d'uso	E.7 Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli ed assimilabili	
Superficie utile riscaldata	[m <sup>2</sup> ]	1111,04
Superficie disperdente (S)	[m <sup>2</sup> ]	1674,56
Volume lordo riscaldato (V)	[m <sup>3</sup> ]	6720,45
Rapporto S/V	[1/m]	0,249
Superficie lorda aree interne (scaldate e non scaldate)	[m <sup>2</sup> ]	1.918,51
Superficie lorda aree esterne	[m <sup>2</sup> ]	0
Superficie lorda complessiva (aree interne ed esterne)	[m <sup>2</sup> ]	1.918,51
Tipologia generatore riscaldamento		Generatore tradizionale
Potenza totale impianto riscaldamento	[kW]	255
Potenza totale impianto raffrescamento	[kW]	-
Tipo di combustibile		Gas naturale
Tipologia generatore Acqua Calda sanitaria (ACS)		Boiler Elettrici
Emissioni CO <sub>2</sub> di riferimento <sup>(1)</sup>	[t/anno]	26,11
Consumo di riferimento Gas Metano <sup>(1)</sup>	[kWh <sub>tit</sub> /anno]	96.089,81
Spesa annuale Gas Metano <sup>(1)</sup>	[€/anno]	4.555,92
Consumo di riferimento energia elettrica <sup>(1)</sup>	[kWh <sub>el</sub> /anno]	14.356,33
Spesa annuale energia elettrica <sup>(1)</sup>	[€/anno]	3.165,55

Nota (1): Valori di Baseline

Descrizione delle Misure di efficienza energetica proposte:

- EEM1: Isolamento con cappotto interno
- EEM2: Isolamento esterno della copertura
- EEM3: Sostituzione del serramento comprensiva del telaio e del vetro
- EEM4: Installazione di valvole termostatiche complete di collegamenti sui radiatori
- EEM5: Installazione caldaia a condensazione
- EEM6: Installazione lampade a LED a basso consumo
- SCN 1: combinazione degli interventi EEM2, EEM4 e EEM5
- SCN 2: combinazione degli interventi EEM1, EEM2, EEM4 e EEM5

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	n	VAN	TIR	IP	DSCR	LLCR
	[%]	[%]	[€/anno]	[€/anno]	[€/anno]	[€]	[anni]	[anni]	[anni]	[€]	[%]	[-]		
EEM 1	22,5%	19,5%	2.064	0	0	69.240	16,8	28,9	30	301	4,1%	0,00	[n/a]	[n/a]
EEM 2	14,0%	12,1%	1.284	0	0	16.372	6,9	8,8	30	12.969	12,9%	0,79	[n/a]	[n/a]
EEM 3	4,7%	4,0%	427,5	0	0	60.259	39,7	46,7	30	22.168	-4,1%	-0,37	[n/a]	[n/a]

**E1380 - CPIA (Centro istruzione per gli adulti)**

EEM 4	22,5%	19,6%	2.088	474	0	8.387	3,4	3,7	15	16.655	27,5%	1,99	[n/a]	[n/a]
EEM 5	11,1%	8,6%	909	474	0	17.860	6,9	8,9	15	4.247	9,4%	0,24	[n/a]	[n/a]
EEM 6	3,9%	7,6%	941	0	0	82.693	12,7	13,5	8	-34.734	-22%	-0,42	[n/a]	[n/a]
SCN 1 <sup>(2)</sup>	44,7%	38,7%	4.108	474	0	40.511	8,7	11,5	15	4.164	6,41%	10,3%	1,056	1,075
SCN 2 <sup>(2)</sup>	59,4%	51,4%	5.457	474	0	110.273	9,48	13,8	25	17.824	7,13%	7,13%	1,003	1,045

Nota<sup>(2)</sup>: valori degli indicatori di redditività TRS, TRA VAN TIR e IP del progetto pre-imposte e degli indicatori di redditività DSCR e LLCR della ESCO pre imposte

Figura 0.1 – Scenario 1: analisi finanziaria

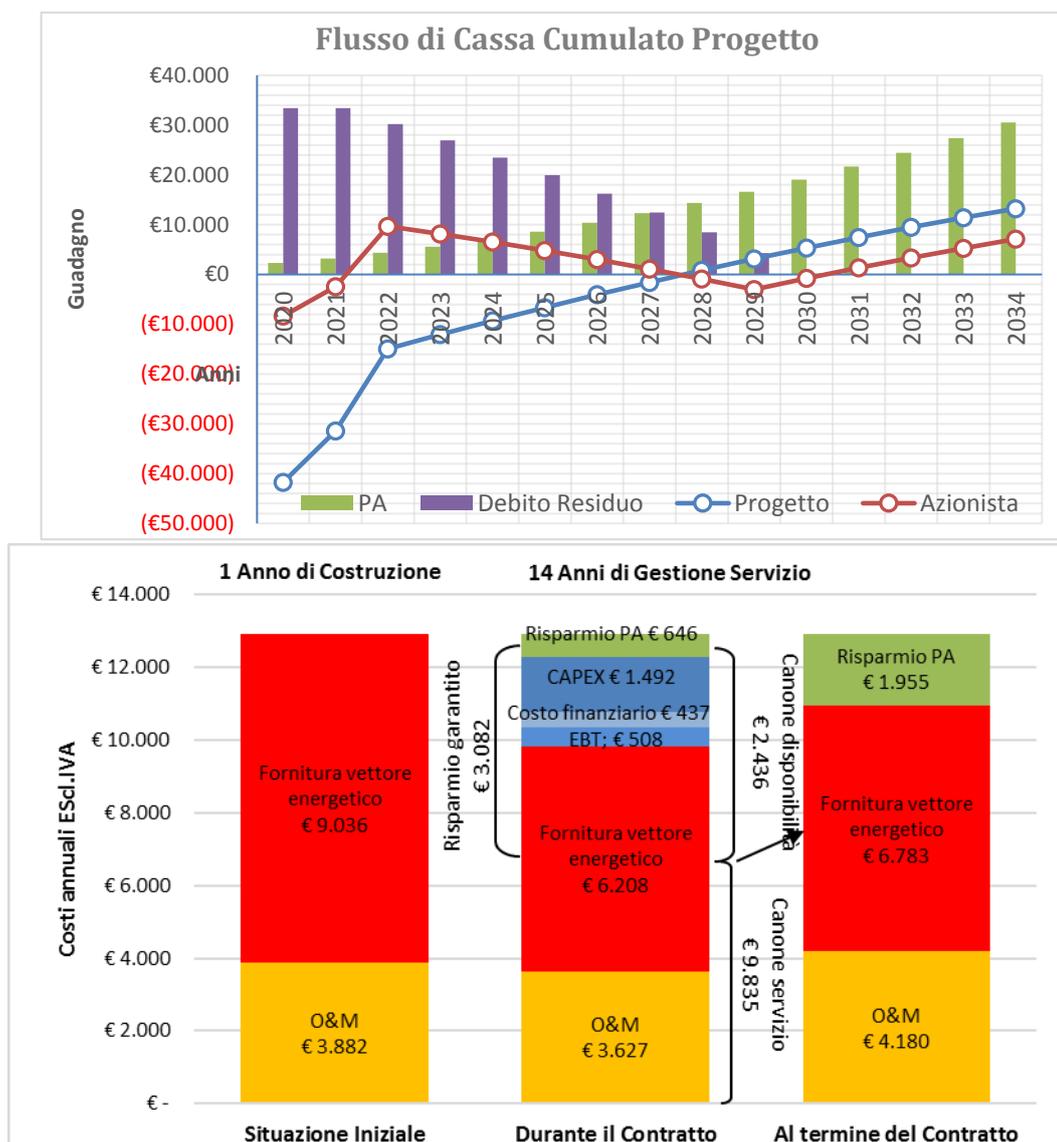
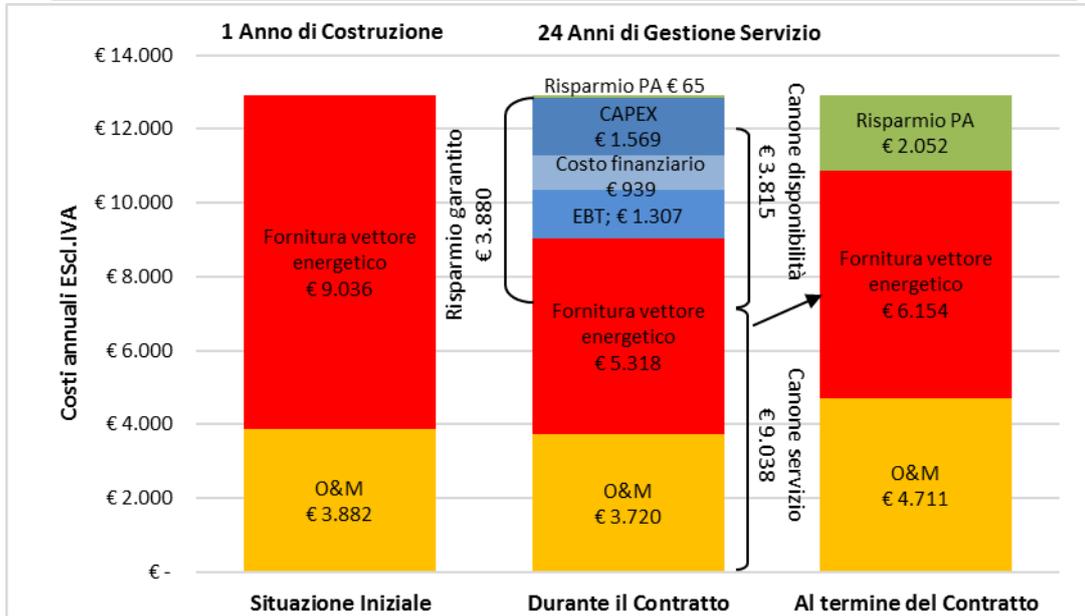
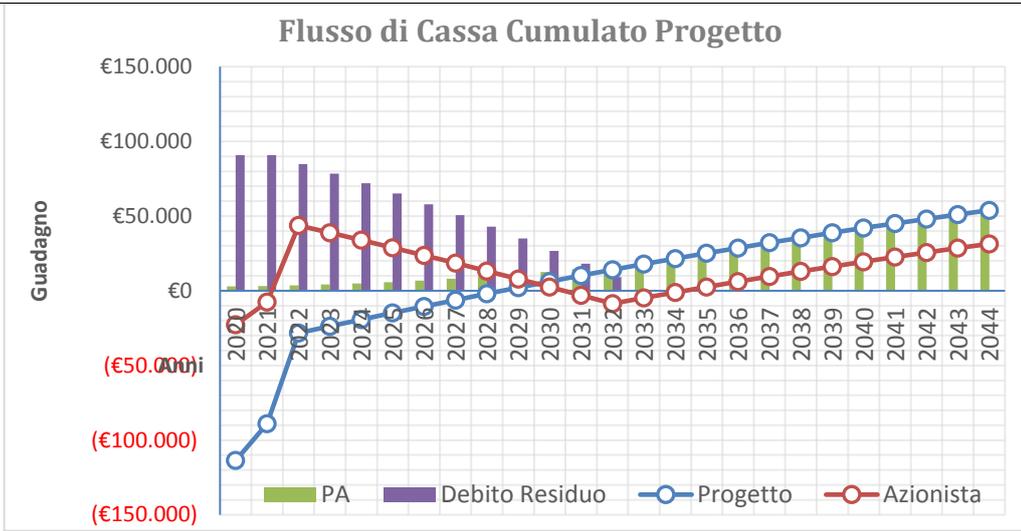


Figura 0.2 – Scenario 2: analisi finanziaria



## 1 INTRODUZIONE

### 1.1 PREMESSA

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

Figura 1.1 - Vista della facciata esposta a Sud



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 Energynet s.r.l., parte di ATI costituita da Energynet s.r.l. o More Energy s.r.l.. Il responsabile per il processo di audit dell'ATI è l'ing. Saverio Magni, soggetto certificato Esperto in Gestione dell'Energia (EGE) ai sensi della norma UNI CEI 11339.

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

Tabella 1.1 – Soggetti coinvolti nella realizzazione del processo di Audit

NOME E COGNOME	RUOLO	ATTIVITÀ SVOLTA
Nuara Lara – Scarcelli Silvia		Sopralluogo in sito
Lara Nuara		Elaborazione dei dati relativi ai consumi energetici
Lara Nuara		Elaborazione dei dati geometrici ed alla creazione del modello energetico
Irene Paradisi	Responsabile involucro	Revisione report di diagnosi energetica
Luigi Guerra	Responsabile impianti	Revisione report di diagnosi energetica
Saverio Magni	EGE	Approvazione report di diagnosi energetica

## 1.4 IDENTIFICAZIONE DELL'EDIFICIO

L'immobile oggetto della DE, catastalmente individuato al NCEU F. GEA/84 Mapp. 425 Sub. 2, è sito nel Comune di Genova.

L'edificio è di proprietà del Comune di Genova ed è attualmente adibito a centro d'istruzione per adulti e presenta anche una palestra.

Figura 1.2 – Ubicazione dell'edificio



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

Tabella 1.2 - Tabella riepilogativa dei dati dell'edificio

PARAMENTO	U.M.	VALORE
Anno di costruzione edificio		1800
Anno di ristrutturazione		n.d.
Zona climatica		D
Destinazione d'uso	E.7 Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli ed assimilabili	
Superficie utile riscaldata	[m <sup>2</sup> ]	1111,04
Superficie disperdente (S)	[m <sup>2</sup> ]	1674,56
Volume lordo riscaldato (V)	[m <sup>3</sup> ]	6720,45
Rapporto S/V	[1/m]	0,249
Superficie netta aree interne (scaldate e non scaldate)	[m <sup>2</sup> ]	1407,02
Superficie lorda aree interne (scaldate e non scaldate)	[m <sup>2</sup> ]	1.918,51
Superficie lorda aree esterne	[m <sup>2</sup> ]	0
Superficie lorda complessiva (aree interne ed esterne)	[m <sup>2</sup> ]	1.918,51
Tipologia generatore riscaldamento		Generatore tradizionale
Potenza totale impianto riscaldamento	[kW]	255

Potenza totale impianto raffrescamento	[kW]	-
Tipo di combustibile		Gas naturale
Tipologia generatore Acqua Calda sanitaria (ACS)		Boiler Elettrici
Emissioni CO2 di riferimento <sup>(3)</sup>	[t/anno]	26,11
Consumo di riferimento Gas Metano <sup>(3)</sup>	[kWh <sub>tit</sub> /anno]	96.089,81
Spesa annuale Gas Metano <sup>(3)</sup>	[€/anno]	4.555,92
Consumo di riferimento energia elettrica <sup>(3)</sup>	[kWh <sub>el</sub> /anno]	14.356,33
Spesa annuale energia elettrica <sup>(3)</sup>	[€/anno]	3.165,55

Nota (3): Valori di Baseline

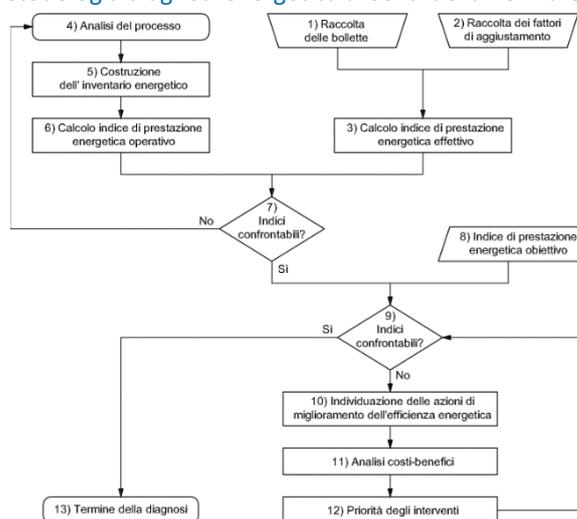
## 1.5 METODOLOGIA DI LAVORO

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 A – Elenco documentazione fornita dalla committenza; **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**
- b) Analisi del quadro normativo di riferimento, incluso la verifica dei vincoli ambientali, storici, archeologici e paesaggistici interferenti sull'immobile interessato dall'intervento;
- c) Visita agli edifici, effettuata in data 13/12/2017 con verifica degli elaborati forniti e rilievo dei dati relativi alle caratteristiche degli elementi disperdenti ed impiantistici costituenti il sistema edificio-impianto;
- d) Visita alla centrale termica e/o frigorifera, con il supporto del personale incaricato della conduzione e manutenzione degli impianti e rilevamento dei dati utili;
- e) Preparazione e compilazione delle schede di Audit previste per la diagnosi di livello II di cui all'appendice A delle LGEE - Linee Guida per l'Efficienza Energetica negli Edifici - sett. 2013 - elaborato da AiCARR per Ageci, Assista, Assopetroli e Assoenergia, e riportate all'Allegato J – Schede di audit;
- f) Elaborazione del comportamento termico ed elettrico dell'edificio, realizzata utilizzando il software commerciale Edilclima EC700 versione 8.17.49 in possesso di certificato di conformità rilasciato dal Comitato Termotecnico Italiano (CTI) n. 73 ai sensi del D.lgs. 192/05 e s.m.i. e riportato all'Allegato F – Certificato CTI Software;
- 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 Genova – Centro Funzionale e riportati all'Allegato I – Dati climatici;
- i) Individuazione della “baseline termica” di riferimento (e relative emissioni di CO<sub>2</sub>) tramite opportuna ripartizione del consumo di combustibile tra le varie utenze a servizio dell'edificio e destagionalizzazione dello stesso, utilizzando i relativi GG reali (GG<sub>real</sub>), e conseguente normalizzazione secondo i GG di riferimento (GG<sub>rif</sub>);
- j) Individuazione della “baseline elettrica” di riferimento (e relative emissioni di CO<sub>2</sub>) calcolata sulla media aritmetica dei valori relativi ai consumi elettrici reali per tre le annualità 2014, 2015, 2016;
- k) Validazione del modello elaborato mediante il confronto con le baseline energetiche, al fine di ottenere uno scostamento inferiore al 5%;
- l) Analisi delle possibili EEM necessarie per la riqualificazione energetica del sistema edificio-impianto analizzando gli aspetti tecnici, energetici, ed ambientali.
- m) Simulazione del comportamento energetico dell'edificio a seguito dell'attuazione delle varie EEM proposte singolarmente, ed individuazione della nuova classe energetica raggiungibile;

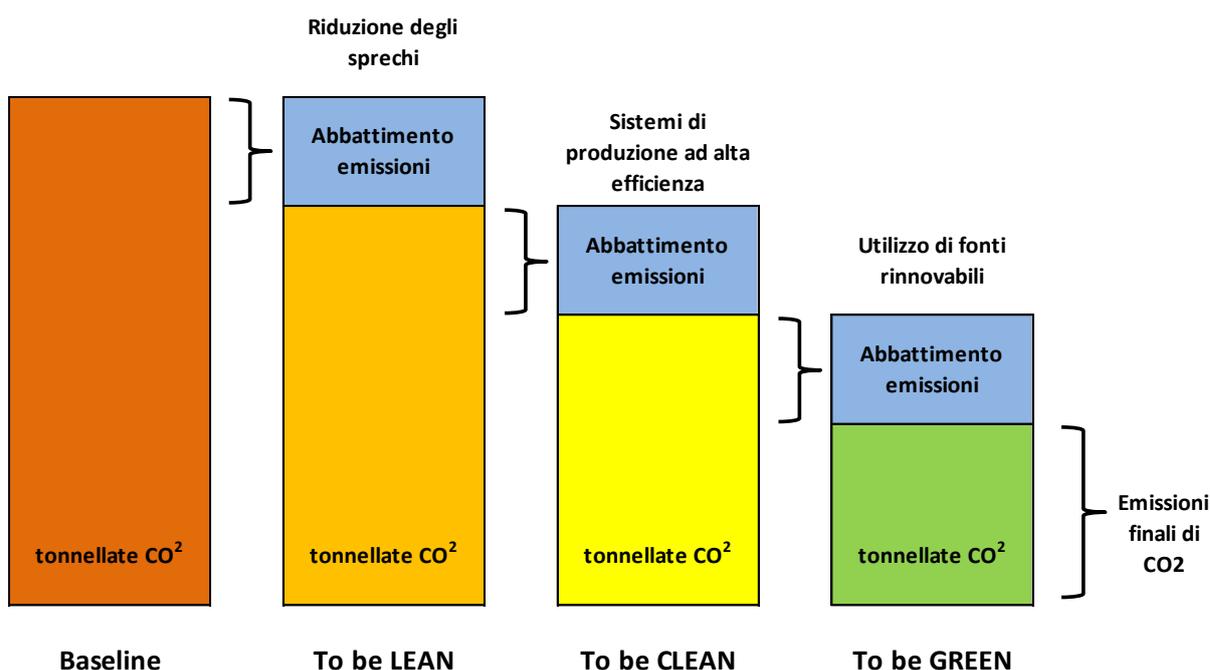
- n) Definizione di due scenari ottimali a partire dalla combinazione delle singole EEM proposte al fine di conseguire un miglioramento del parametro di efficienza energetica dell'edificio superiore a due classi energetiche e tempi di ritorno inferiori uguale rispettivamente a 25 e a 15 anni.
- o) Analisi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

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



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

Figura 1.4 - Principio della Gerarchia Energetica



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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

## 1.6 STRUTTURA DEL REPORT

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

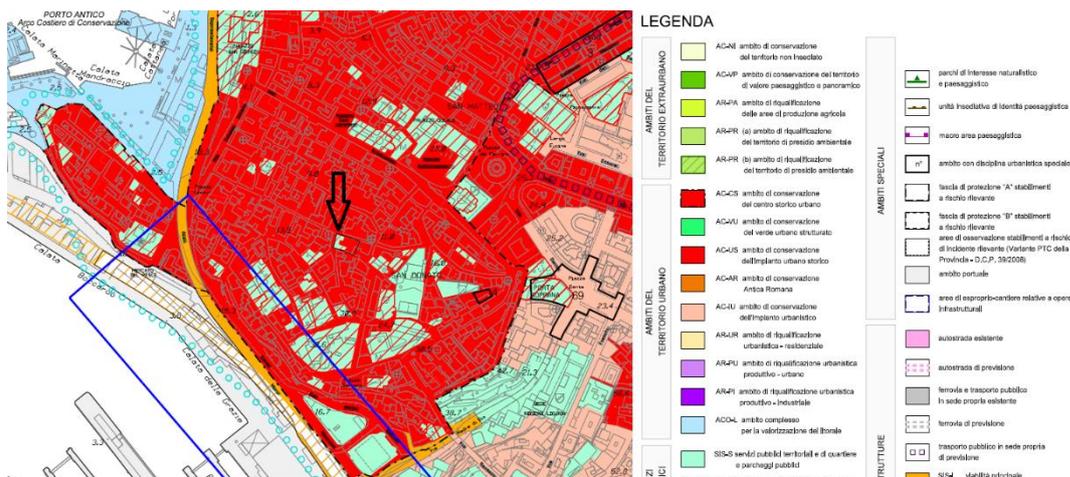
- Una prima parte nella quale sono descritti lo scopo ed i confini della DE e le metodologie di analisi adottate;
- Una seconda parte in cui sono riportate le informazioni dell'edificio rilevate in sede di sopralluogo e le valutazioni effettuate al fine di identificare le caratteristiche tecniche dei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

## 2 DATI DELL'EDIFICIO

### 2.1 INFORMAZIONI SUL SITO

Lo strumento urbanistico vigente, il [P.U.C approvato con DD n° 2015/118.0.0./18 con entrata in vigore il 3/12/2015], classifica l'edificio oggetto della DE in zona SIS-S servizi pubblici territoriali e di quartiere di valore storico e paesaggistico.

Figura 2.1 - Particolare estratto dal Piano Urbanistico Comunale



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

L'edificio ove è ubicato il CPIA (Centro istruzione per adulti) risale all'incirca al 1800 e la sua destinazione d'uso, ai sensi del DPR 412/93, è E.7 - Edifici adibiti ad attività scolastica.

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 oggetto della DE è costituito complessivamente da cinque piani, tutti fuori terra, nei quali si collocano i locali dell'istituto d'istruzione per adulti e la palestra polivalente

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>(4)</sup>	SUPERFICIE UTILE RISCALDATA <sup>(5)</sup>	SUPERFICIE UTILE RAFFRESCATA <sup>(5)</sup>
Terra	Ingresso e palestra	[m <sup>2</sup> ]	255,58	170,52	-
Primo	Scale e servizi	[m <sup>2</sup> ]	380,19	74,94	-
Secondo	Uffici e aule	[m <sup>2</sup> ]	379,23	286,34	-
Terzo	Aule	[m <sup>2</sup> ]	377,35	301,22	-
Quarto	Aule	[m <sup>2</sup> ]	344,61	278,02	-
<b>TOTALE</b>		[m <sup>2</sup> ]	<b>1736,96</b>	<b>1111,04</b>	-

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

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

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

Il complesso di istruzione per adulti non è situato all'interno di zone con vincoli architettonici o archeologici, ma è collocato in una zona urbana con uno spazio limitato per poter intervenire sull'involucro esterno.

Nell'analisi delle EEM si è quindi resa necessaria una valutazione della praticabilità della realizzazione degli interventi migliorativi.

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 (6)	MISURA DI TUTELA DA ADOTTARE
EEM1: Isolamento con cappotto interno	Nessuno		-
EEM2: Isolamento della copertura	Nessuno		-
EEM3: Sostituzione del serramento comprensiva del telaio e del vetro	Nessuno		-
EEM4: Installazione di valvole termostatiche complete di collegamenti sui radiatori	Nessuno		-
EEM5: Installazione caldaia a condensazione	Nessuno		-
EEM6: Installazione lampade a LED a basso consumo	Nessuno		-

Nota (6): Legenda livelli di interferenza:

	Non perseguibile
	Perseguibile tramite adozione misure di tutela indicate
	Interferenza nulla

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

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

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

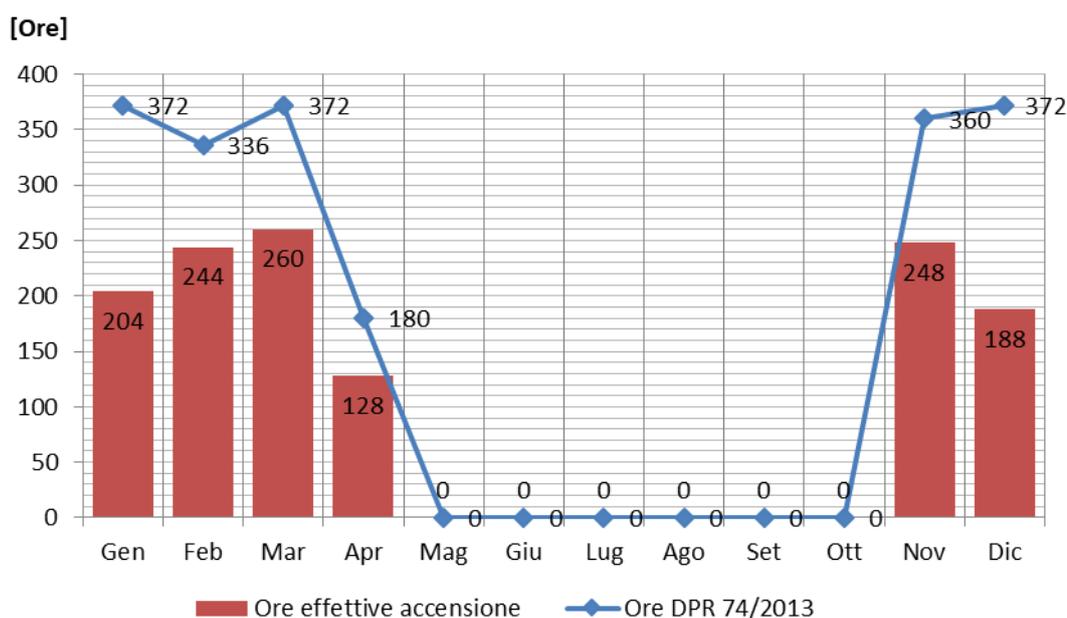
Gli orari di effettivo utilizzo dell'edificio e periodi di attivazione e spegnimento degli impianti sono stati ricavati tramite interviste al personale.

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

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

PERIODO	GIORNI SETTIMENALI	ORARIO FUNZIONAMENTO EDIFICIO	ORARIO FUNZIONAMENTO IMPIANTO
Dal 1 Novembre al 15 Aprile	da lunedì a venerdì sabato	8:00 – 22:00 15:00 - 17:00	8:00 – 22:00 -
Dal 16 Aprile al 31 Luglio	da lunedì a venerdì	8:00 – 22:00	-
Dal 1 Settembre al 31 Ottobre	sabato	15:00 - 17:00	-

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



Dall'analisi effettuata è emerso che gli orari di funzionamento degli impianti non sono strettamente correlati agli orari delle lezioni, ma dipendono anche dalla presenza di personale all'interno della struttura e dall'utilizzo della palestra. Gli orari d'utilizzo dell'impianto termico sono simili a quelli di occupazione dell'edificio, ovvero dalle 8:00 alle 22:00. Al sabato invece, l'edificio è occupato ma con l'impianto termico spento.

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



### *E1380 - CPIA (Centro istruzione per gli adulti)*

---

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 898 GG calcolati su 106 giorni effettivi di utilizzo dell'impianto di riscaldamento.

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

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

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

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

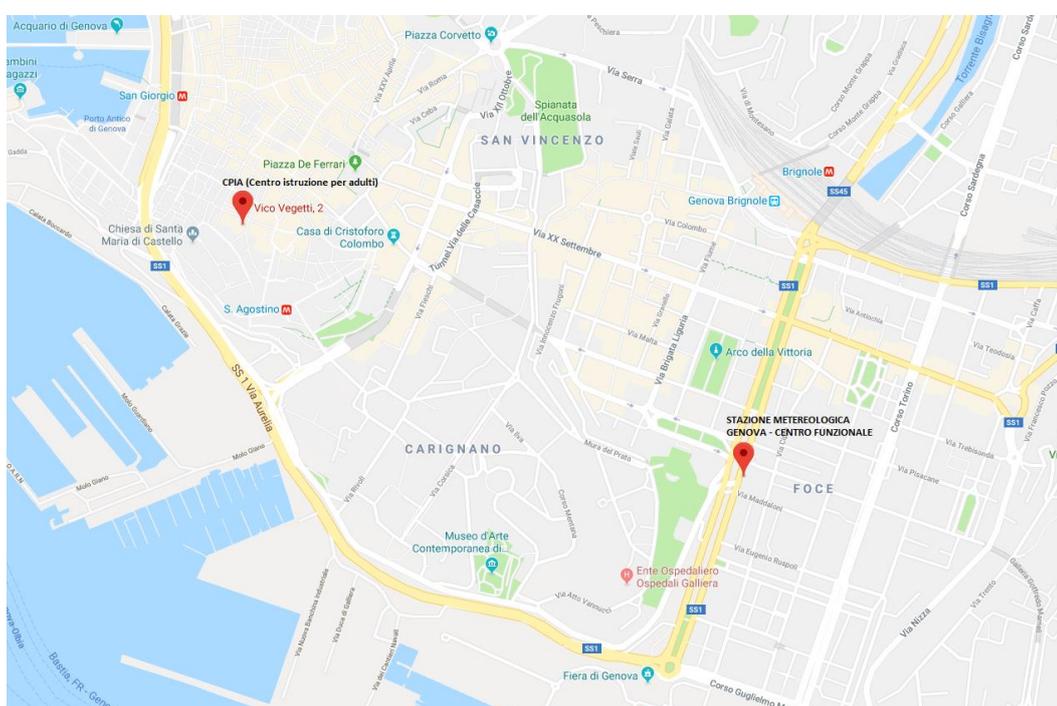
### 3.2 DATI CLIMATICI REALI

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

I dati climatici utilizzati sono stati rilevati dalla centralina meteo climatica Genova – Centro Funzionale.

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

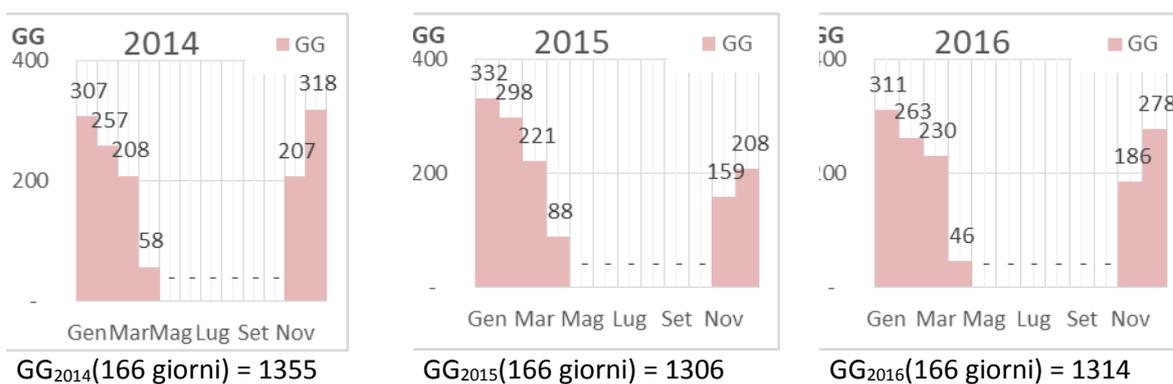
Figura 3.1 – Posizionamento della centralina meteo climatica rispetto all'edificio oggetto di DE



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

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

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

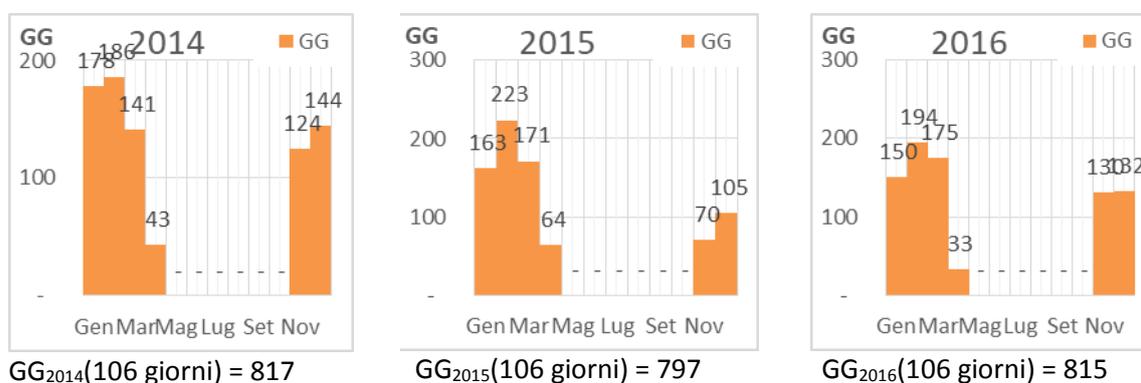


Considerando che il profilo di utilizzo degli impianti di riscaldamento prevede alcuni giorni di mancata accensione dell'impianto, come riportato nella Tabella 2.3, i GG reali sono stati ricalcolati in funzione del numero di giorni effettivi di accensione dell'impianto termico, pertanto si è ottenuto un valore di 810 GG calcolati su 106 giorni effettivi di utilizzo dell'impianto di riscaldamento.

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

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

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



Come si può notare dai grafici sopra riportati, l'andamento dei GG risulta abbastanza lineare. L'anno risultato più rigido è il 2014. I dati reali, comunque, si presentano congrui a quelli indicati dal DPR, con scostamenti inferiori al 7%.

## 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 una struttura in calcestruzzo armato intelaiata da una muratura di tamponamento in mattoni forati all'interno e mattoni pieni all'esterno con riempimento debolmente legato.

La copertura è di tipo a falda ed è composta principalmente da tavelloni e dal sottotetto.

Il piano terra è rivolto lateralmente sia verso l'esterno che verso locali non riscaldati.

Figura 4.1 - Particolare della porzione di involucro



Il centro d'istruzione è collocato nelle vicinanze del mare ed è circondato da strutture di altezza simile a quella dell'edificio. La superficie laterale risulta quindi spesso in ombra.

Figura 4.2 - Particolare della copertura piana



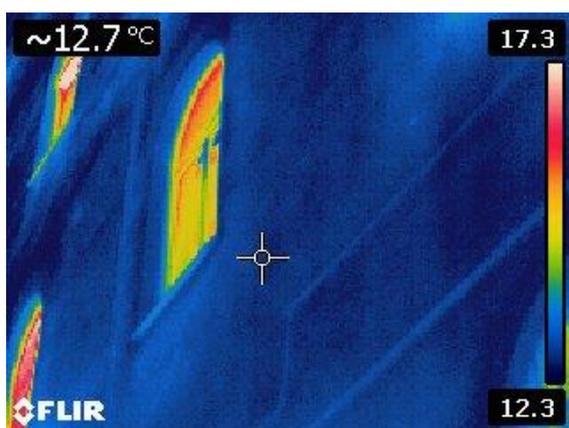
Ai fini di un'identificazione più precisa delle caratteristiche dei componenti dell'involucro opaco si è proceduto, in sede di sopralluogo, alla realizzazione delle seguenti indagini diagnostiche:

- Rilievo termografico eseguito tramite l'utilizzo di termo camera FLIR E50
- Analisi visiva e fotografica delle componenti strutturali

La realizzazione delle suddette indagini ha portato alle seguenti conclusioni:

- Struttura con riempimento debolmente legato e muratura di tamponamento;
- Solai in calcestruzzo
- Copertura piana in calcestruzzo armato e membrana impermeabilizzante bitumosa

Figura 4.3 – Rilievo termografico della parate



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 principali componenti dell'involucro opaco

TIPO DI COMPONENTE	CODICE	SPESSORE [cm]	ISOLAMENTO	TRASMITTANZA TERMICA [W/m <sup>2</sup> K]	STATO DI CONSERVAZIONE
Parete verticale	M1	Vedere allegato E	Assente	Vedere allegato E	Sufficiente
Parete verticale	M2	Vedere allegato E	Assente	Vedere allegato E	Sufficiente
Parete verticale	M3	Vedere allegato E	Assente	Vedere allegato E	Sufficiente
Parete verticale	M4	Vedere allegato E	Assente	Vedere allegato E	Sufficiente
Parete verticale	M5	Vedere allegato E	Assente	Vedere allegato E	Sufficiente
Parete verticale	M6	Vedere allegato E	Assente	Vedere allegato E	Sufficiente
Parete verticale	M7	Vedere allegato E	Assente	Vedere allegato E	Sufficiente
Parete verticale	M8	Vedere allegato E	Assente	Vedere allegato E	Sufficiente
Parete verticale	M9	Vedere allegato E	Assente	Vedere allegato E	Sufficiente
Parete verticale	M10	Vedere allegato E	Assente	Vedere allegato E	Sufficiente
Parete verticale	M11	Vedere allegato E	Assente	Vedere allegato E	Sufficiente
Parete verticale	M12	Vedere allegato E	Assente	Vedere allegato E	Sufficiente
Porta	M13	Vedere allegato E	Assente	Vedere allegato E	Sufficiente
Parete verticale	M14	Vedere allegato E	Assente	Vedere allegato E	Sufficiente
Parete verticale	M15	Vedere allegato E	Assente	Vedere allegato E	Sufficiente
Parete verticale	M16	Vedere allegato E	Assente	Vedere allegato E	Sufficiente
Parete verticale	M17	Vedere allegato E	Assente	Vedere allegato E	Sufficiente
Parete verticale	M18	Vedere allegato E	Assente	Vedere allegato E	Sufficiente
Parete verticale	M19	Vedere allegato E	Assente	Vedere allegato E	Sufficiente
Copertura	S1	Vedere allegato E	Assente	Vedere allegato E	Sufficiente
Copertura	S2	Vedere allegato E	Assente	Vedere allegato E	Sufficiente
Copertura	S3	Vedere allegato E	Assente	Vedere allegato E	Sufficiente
Pavimento	P1	Vedere allegato E	Assente	Vedere allegato E	Sufficiente
Pavimento	P2	Vedere allegato E	Assente	Vedere allegato E	Sufficiente
Pavimento	P3	Vedere allegato E	Assente	Vedere allegato E	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 PVC e vetro doppio.

Lo stato di conservazione degli stessi è discreto, ma le scarse caratteristiche termiche dei serramenti generano elevate dispersioni termiche, creando così un notevole disagio per gli utenti presenti all'interno dell'edificio.

Figura 4.4 - Particolare dei serramenti



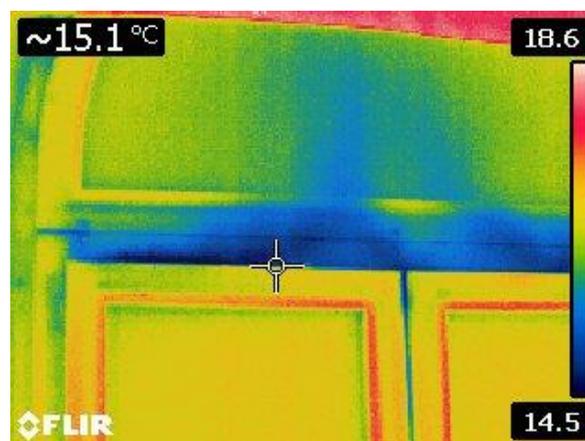
Ai fini di un'identificazione più precisa delle caratteristiche dei componenti dell'involucro trasparente si è proceduto, in sede di sopralluogo, alla realizzazione delle seguenti indagini diagnostiche:

- Rilievo termografico eseguito secondo le seguenti modalità
- Analisi visiva e fotografica
- Misurazioni con spessimetro e laser per l'individuazione di eventuali rivestimenti superficiali e trattamenti dei vetri.

La realizzazione delle suddette indagini ha portato alle seguenti conclusioni:

- Serramenti vetro doppio con telaio in PVC

Figura 4.5 – Rilievo termografico dei serramenti



Dalle analisi effettuate sono stati identificati i valori di trasmittanza dei componenti dell'involucro trasparente riportati nella **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**

Tabella 4.2 – Trasmittanze termiche dei principali componenti dell'involucro trasparente

TIPO DI COMPONENTE	CODICE	DIMENSIONI [HXL] [cm]	TIPO TELAIO	TIPO VETRO	TRASMITTANZA TERMICA [W/mqK]	STATO DI CONSERVAZIONE
Serramento VD	W1	Vedere allegato E	Vedere allegato E	Vetro doppio	Vedere allegato E	Sufficiente
Serramento VD	W2	Vedere allegato E	Vedere allegato E	Vetro doppio	Vedere allegato E	Sufficiente
Serramento VD	W3	Vedere allegato E	Vedere allegato E	Vetro doppio	Vedere allegato E	Sufficiente

Serramento VD	W4	Vedere allegato E	Vedere allegato E	Vetro doppio	Vedere allegato E	Sufficiente
Serramento VD	W5	Vedere allegato E	Vedere allegato E	Vetro doppio	Vedere allegato E	Sufficiente
Serramento VD	W6	Vedere allegato E	Vedere allegato E	Vetro doppio	Vedere allegato E	Sufficiente
Serramento VD	W7	Vedere allegato E	Vedere allegato E	Vetro doppio	Vedere allegato E	Sufficiente
Serramento VD	W8	Vedere allegato E	Vedere allegato E	Vetro doppio	Vedere allegato E	Sufficiente
Serramento VD	W9	Vedere allegato E	Vedere allegato E	Vetro doppio	Vedere allegato E	Sufficiente
Serramento VD	W10	Vedere allegato E	Vedere allegato E	Vetro doppio	Vedere allegato E	Sufficiente
Serramento VD	W12	Vedere allegato E	Vedere allegato E	Vetro doppio	Vedere allegato E	Sufficiente
Serramento VD	W13	Vedere allegato E	Vedere allegato E	Vetro doppio	Vedere allegato E	Sufficiente

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

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

L'impianto di riscaldamento degli ambienti è costituito da radiatori a parete, con distribuzione a colonne montanti e generazione mediante caldaia tradizionale funzionante a gas naturale.

### 4.2.1 Sottosistema di emissione

Il sottosistema di emissione è costituito da radiatori. I radiatori sono installati in prevalenza in nicchie su pareti esterne.

E' importante sottolineare che lo stato di conservazione dei radiatori risulta sufficiente.

Figura 4.6 – Particolare radiatori



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

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

ZONA TERMICA	TIPOLOGIA DI TERMINALE	RENDIMENTO
Intero edificio	Radiatori su parete esterna	90,7%

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 MEDIA	POTENZA TERMICA COMPLESSIVA	POTENZA FRIGORIFERA UNITARIA	POTENZA FRIGORIFERA COMPLESSIVA
			[kW]	[kW]	[kW]	[kW]
Terra	Su parete esterna non isolata	n.d. <sup>(*)</sup>	n.d. <sup>(*)</sup>	n.d. <sup>(*)</sup>	-	-
TA	Su parete esterna non isolata	n.d. <sup>(*)</sup>	n.d. <sup>(*)</sup>	n.d. <sup>(*)</sup>	-	-
Primo	Su parete esterna non isolata	n.d. <sup>(*)</sup>	n.d. <sup>(*)</sup>	n.d. <sup>(*)</sup>	-	-
Secondo	Su parete esterna non isolata	n.d. <sup>(*)</sup>	n.d. <sup>(*)</sup>	n.d. <sup>(*)</sup>	-	-
Terzo	Su parete esterna non isolata	n.d. <sup>(*)</sup>	n.d. <sup>(*)</sup>	n.d. <sup>(*)</sup>	-	-
Quarto	Su parete esterna non isolata	n.d. <sup>(*)</sup>	n.d. <sup>(*)</sup>	n.d. <sup>(*)</sup>	-	-
<b>TOTALE</b>					-	-

Nota(\*): Dati non forniti dalla PA

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

#### 4.2.2 Sottosistema di regolazione

La regolazione del funzionamento dell'impianto avviene attraverso una sonda climatica esterna collegata alla caldaia. Non sono presenti sistemi di controllo di zona o ambiente.

L'impianto opera dal Lunedì a Venerdì dalle ore 8:00 alle ore 22.00.

Il dettaglio dei profili orari di funzionamento degli impianti, 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	Sonda climatica esterna	84,7%

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

#### 4.2.3 Sottosistema di distribuzione

Il sottosistema di distribuzione è costituito dai seguenti elementi:

1) Circuito primario di collegamento dalla caldaia ai radiatori attraverso colonne montanti di distribuzione (fluido termovettore acqua)

Sono presenti 4 pompe di circolazione, tutte e quattro con temperatura massima di mandata 80°C e ritorno 70°C.

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

Tabella 4.6 - Riepilogo caratteristiche pompe circuito primario

	NOME	SERVIZIO	PORTATA	PREVALENZA	POTENZA ASSORBITA <sup>(9)</sup>
			[m <sup>3</sup> /h]	[kPa]	[kW]
Pompa di circolazione	Salmson SCX 50-25	mandata acqua calda a radiatori	n.d. <sup>(8)</sup>	n.d. <sup>(8)</sup>	0,36
Pompa di	DAB DMH	mandata acqua calda a radiatori	n.d. <sup>(8)</sup>	n.d. <sup>(8)</sup>	0,734

circolazione	60/360 – 80T				
Pompa di circolazione	Salmson SCX 50-25	mandata acqua calda a radiatori	n.d. <sup>(8)</sup>	n.d. <sup>(8)</sup>	0,36
Pompa di circolazione	Grundfos UPS 40-60	mandata acqua calda a radiatori	18,7 <sup>(7)</sup>	63,7 <sup>(7)</sup>	0,32

Nota (7): Valori ricavati dal modello energetico

Nota (8): Valori non reperibili

Nota (9): Valori ricavati da dati di targa

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

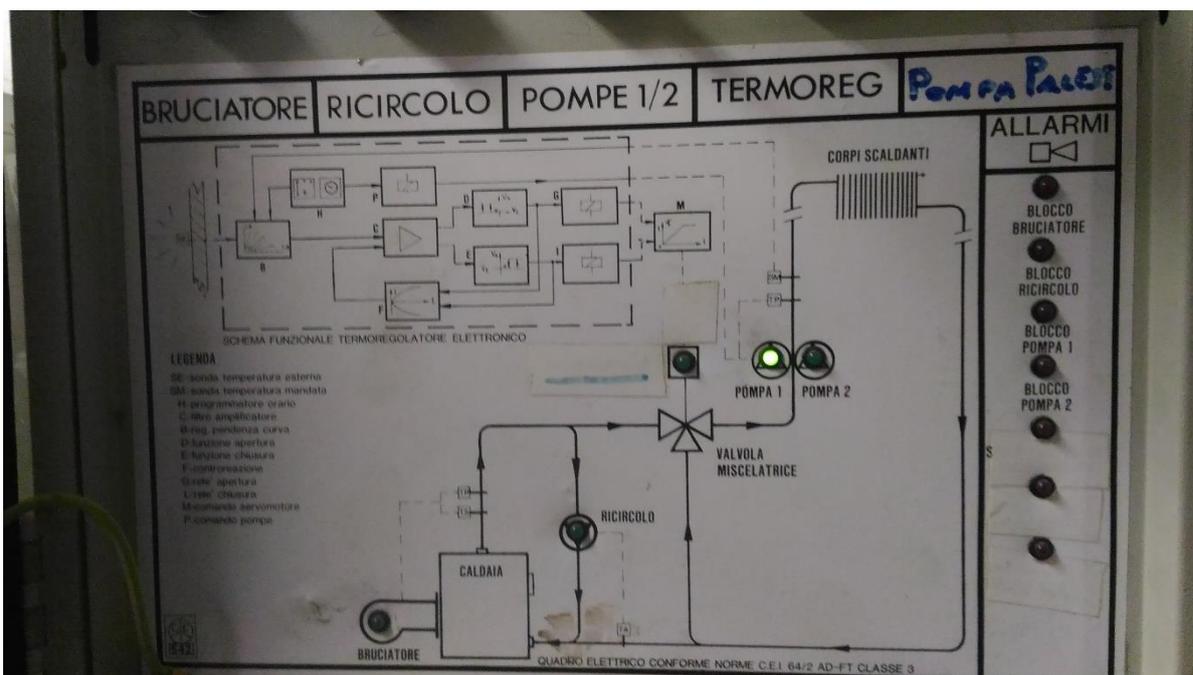
Tabella 4.7 – Temperature di mandata e ritorno del circuito primario

CIRCUITO			TEMPERATURA RILEVATA	TEMPERATURA CALCOLO <sup>(10)</sup>
			°C	°C
Circuito riscaldamento	Mandata	Caldo	n.d. <sup>(11)</sup>	80
	Ritorno	Caldo	n.d. <sup>(11)</sup>	70

Nota (10): Valori utilizzati nel modello di calcolo

Nota (11): Valore non rilevato causa isolamento tubazioni

Figura 4.7 - Particolare dello schema di impianto



Il rendimento complessivo del sottosistema di distribuzione, in accordo con la normativa UNI/TS 11300-2 prospetto 15, è stato assunto nella DE pari al 93.8%.

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

#### 4.2.4 Sottosistema di generazione

Il sottosistema di generazione è costituito da caldaia tradizionale THERMITAL THE/TG 255 3S, funzionante a gas naturale ed installata nel 2013.

Figura 4.8 - Particolare della caldaia



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

Tabella 4.8 - Riepilogo caratteristiche del sistema di generazione

Servizio	MARCA	MODELLO	ANNO DI COSTRUZIONE	POTENZA AL FOCOLARE [kW]	POTENZA TERMICA UTILE [kW]	RENDIMENTO	POTENZA ASSORBITA COMPLESSIVA [kW]
Gen 1 Riscaldamento	THERMITAL	THE/TG 255 3S	n.d.	255	244	95,7%	n.d.

In accordo con la normativa UNI/TS 11300-2 prospetto 15, il rendimento complessivo del sottosistema di generazione in regime di riscaldamento è stato assunto nella DE pari al 86,4%. Tale valore, essendo dipendente dal carico e quindi dalle temperature esterne, risulta essere leggermente diverso da quello indicato nella scheda tecnica a potenza nominale. Si specifica inoltre che non è stato possibile fare confronti con il rendimento da prova fumi poiché non disponibile.

L'elenco dei componenti del sottosistema di generazione per il riscaldamento degli ambienti rilevati in sede di sopralluogo e delle relative caratteristiche tecniche è riportato nella Sezione 6.1 e/o 6.2 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. La produzione è eseguita tramite 2 bollitori elettrici ad accumulo installati localmente nei servizi igienici a ad uso del personale.

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

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

SOTTOSISTEMA DI EROGAZIONE	SOTTOSISTEMA DI DISTRIBUZIONE	SOTTOSISTEMA DI RICIRCOLO	SOTTOSISTEMA DI ACCUMULO	SOTTOSISTEMA DI GENERAZIONE	RENDIMENTO GLOBALE MEDIO STAGIONALE
100%	92.6%	-	-	75%	28.7%

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

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

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

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

Tabella 4.10 – Elenco e caratteristiche delle altre utenze elettriche

ZONATERMICA	DESCRIZIONE	NUMERO	POTENZA NOMINALE [W]	POTENZA COMPLESSIVA [W]	ORE ANNUE DI UTILIZZO [ore]
Intero edificio	Stereo	2	300	600	1020
Intero edificio	LIM	1	300	300	1632
Intero edificio	PC	8	200	1600	2460
Intero edificio	Fotocopiatrice	2	800	1600	1230

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

#### 4.5 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO ILLUMINAZIONE

L'impianto di illuminazione è costituito nella totalità da lampade a fluorescenza.

Figura 4.9 - Particolare dei corpi illuminanti



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

Tabella 4.11 – Elenco e caratteristiche dei corpi illuminanti

ZONATERMICA	DESCRIZIONE	NUMERO	POTENZA UNITARIA [W]	POTENZA COMPLESSIVA [W]
Intero edificio	Fluorescente 4x18W	44	72	3168
Intero edificio	Fluorescente 1x20W	3	20	60
Intero edificio	Fluorescente 1x36W	25	36	900
Intero edificio	Fluorescente 2x36W	32	72	2304

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

## 5 CONSUMI RILEVATI

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

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

I vettori energetici analizzati sono i seguenti:

- Gas metano;
- Energia elettrica.

#### 5.1.1 Energia termica

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

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

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

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

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

La fornitura di Gas metano avviene tramite la presenza di due contatore, i quali risultano a servizio dei seguenti utilizzi:

- Centrale termica per il riscaldamento degli ambienti.

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

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

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

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

PDR	Utilizzo	2014	2015	2016	2014	2015	2016
		[Sm <sup>3</sup> ]	[Sm <sup>3</sup> ]	[Sm <sup>3</sup> ]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
3270013106044	Riscaldamento	7.751	8.873	10.968	73.014	83.581	103.319

Non sono presenti dati sui consumi di gas metano del 2014 perché la fornitura è iniziata ad anno in corso.

Non sono presenti dati sui consumi mensili fatturati del PDR.

Considerando che i consumi di gas metano a servizio degli impianti di riscaldamento degli ambienti sono soggetti a variazioni dovute all'andamento degli effettivi dati climatici che hanno caratterizzato il triennio di riferimento, si è reso necessario riportare tali consumi ad un comportamento

normalizzato e non più strettamente dipendente dalle caratteristiche climatiche dell'anno a cui si riferiscono, con lo scopo di ottenere un consumo destagionalizzato che possa poi essere utilizzato per effettuare la taratura del modello energetico di cui al capitolo 6.1.

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

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

Dove:

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

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

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

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

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

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

$\bar{Q}_{ACS}$  = Consumo termico reale per ACS dell'edificio, kWh/anno, valutato come la media dei consumi per l'ACS nel triennio di riferimento. Tale contributo non è stato valutato in quanto i consumi relativi all'acqua calda sanitaria derivano dall'utilizzo di boiler elettrici e quindi dal vettore energia elettrica;

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

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

Tabella 5.3 – Normalizzazione dei consumi annuali di energia termica

ANNO	GG <sup>REALI</sup> SU 106 GIORNI	GG <sup>RIF</sup> SU 106 GIORNI	CONSUMO REALE RISC. [Smc]	CONSUMO REALE RISC. [kWh]	$\alpha_{rif}$	CONSUMO NORMALIZZATO A [897] GG [kWh]
2014	817	898	7.751	73.014	89,4	80.253
2015	797	898	8.873	83.581	104,9	94.173
2016	815	898	10.968	103.319	126,8	113.841
<b>Media</b>	<b>810</b>	<b>898</b>	<b>9.197</b>	<b>86.638</b>	<b>107,0</b>	<b>96.090</b>

Come si può notare dai dati riportati il comportamento energetico dell'edificio, negli anni considerati, è stato caratterizzato da una generica diminuzione dei consumi: tale riduzione non è dovuta alla realizzazione di interventi di efficientamento, quanto più alla diminuzione delle temperature esterne medie mensili rilevate nel triennio di riferimento.

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]

$\bar{a}_{rif} \times GG_{rif}$	96.090
$Q_{baseline}$	<b>96.090</b>

### 5.1.2 Energia elettrica

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

- Centro istruzione per adulti;
- Palestra popolare Baliano.

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

L'elenco delle fatture analizzate è riportato all' Allegato A – Elenco documentazione fornita dalla committenza.

L'analisi dei consumi storici di energia elettrica si basa sulla base dei kWh ottenuti dai dati di fatturazione rilevati nel triennio di riferimento.

Tali consumi annuali sono riportati nella Tabella 5.5 con indicazione dei POD di riferimento.

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

POD	ZONA SERVITA	2014	2015	2016	MEDIA
		[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
IT001E00097715	Centro istruzione e palestra	12.536	13.997	16.536	14.356
<b>TOTALE</b>		12.536	13.997	16.536	EEbaseline 14.356

Tali consumi sono stati confrontati con i consumi annui elaborati e forniti dalla PA ed (identificati per l'edificio oggetto della DE all'interno del file kyotoBaseline-EXXXX\_Rev08) e sono emerse le seguenti differenze:

- Anno 2014: Scostamento di 1.296 kWh (12.536 kWh / 13.832 kWh)
- Anno 2015: Scostamento di 488 kWh (13.997 kWh / 14.485 kWh)
- Anno 2016: Scostamento di 1.423 kWh (16.536 kWh / 17.959 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 14.356 kWh.

Tabella 5.6 – Consumi mensili di energia elettrica suddivisi per fasce, per il triennio di riferimento

POD: IT001E00012345	F1	F2	F3	TOTALE
Anno 2014	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gen - 14	734	425	249	1.408
Feb - 14	767	483	167	1.417
Mar - 14	625	432	183	1.240
Apr - 14	519	400	165	1.084
Mag - 14	431	474	238	1.143
Giu - 14	396	350	189	935
Lug - 14	240	216	87	543
Ago - 14	145	76	89	310
Set - 14	406	282	114	802
Ott - 14	547	434	131	1.112

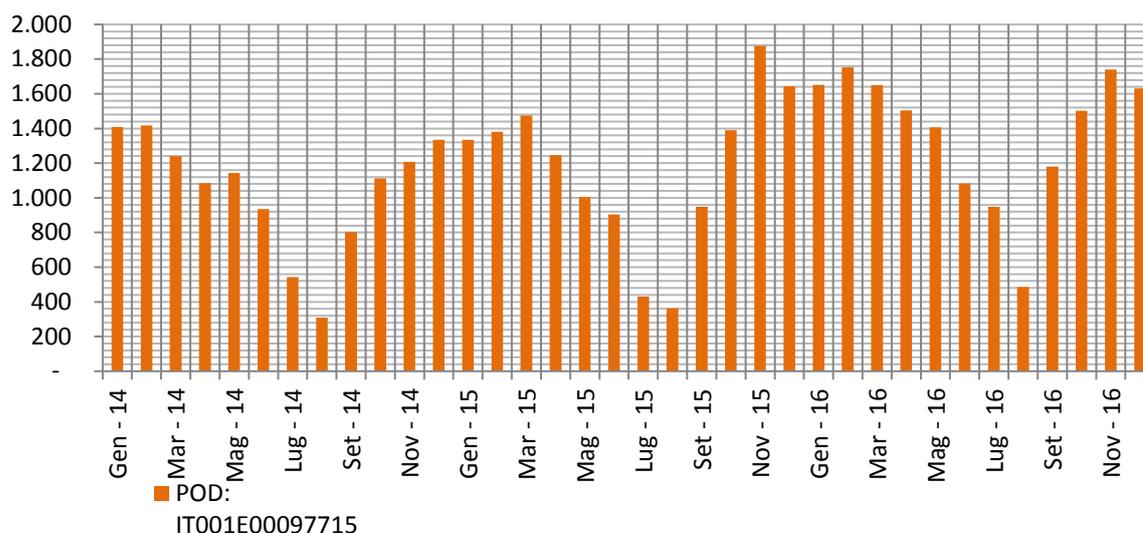
## E1380 - CPIA (Centro istruzione per gli adulti)

Nov - 14	625	372	211	1.208
Dic - 14	724	388	222	1.334
<b>Totale</b>	<b>6.159</b>	<b>4.332</b>	<b>2.045</b>	<b>12.536</b>
<b>POD: IT001E00012345</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	724	388	222	1.334
Feb - 15	787	431	163	1.381
Mar - 15	810	473	192	1.475
Apr - 15	659	430	157	1.246
Mag - 15	445	372	188	1.005
Giu - 15	446	334	124	904
Lug - 15	195	146	89	430
Ago - 15	186	91	86	363
Set - 15	611	251	87	949
Ott - 15	816	434	140	1.390
Nov - 15	974	534	368	1.876
Dic - 15	839	466	339	1.644
<b>Totale</b>	<b>7.492</b>	<b>4.350</b>	<b>2.155</b>	<b>13.997</b>
<b>POD: IT001E00012345</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	940	439	273	1.652
Feb - 16	1.085	484	184	1.753
Mar - 16	994	454	201	1.649
Apr - 16	867	408	229	1.504
Mag - 16	900	385	121	1.406
Giu - 16	627	329	126	1.082
Lug - 16	556	261	132	949
Ago - 16	295	111	80	486
Set - 16	742	316	122	1.180
Ott - 16	964	414	125	1.503
Nov - 16	1.139	452	149	1.740
Dic - 16	1.049	418	165	1.632
<b>Totale</b>	<b>10.158</b>	<b>4.471</b>	<b>1.907</b>	<b>16.536</b>

Si riporta nella Figura 5.1 il profilo elettrico reale relativo all'utenza elettrica per il triennio di riferimento.

Figura 5.1 – Confronto tra i profili elettrici reali relativi al POD considerato per il triennio di riferimento

[kWh]



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.

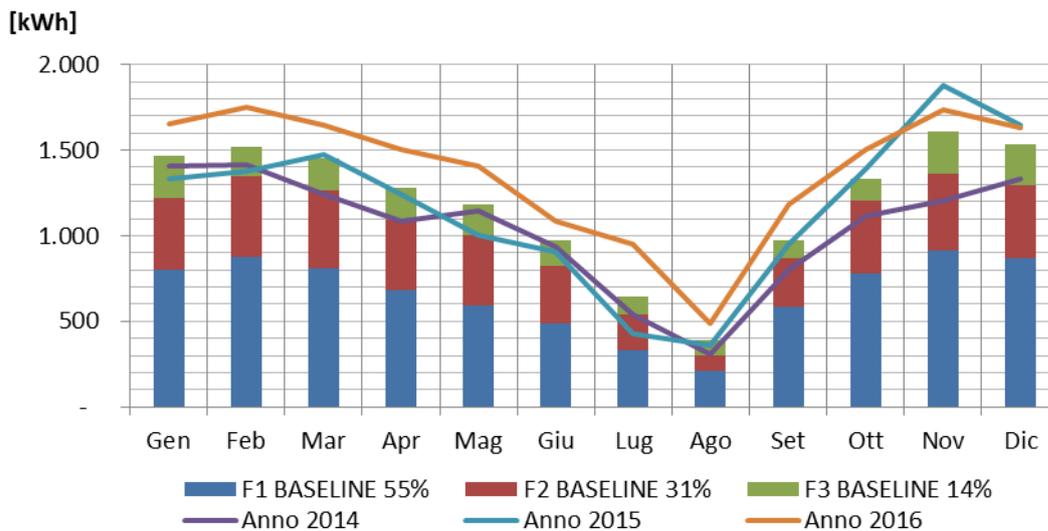
Tali valori sono riportati nella Tabella 5.7.

Tabella 5.7 – Consumi mensili di Baseline

BASLINE	F1	F2	F3	TOTALE
	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gennaio	799	417	248	1.465
Febbraio	880	466	171	1.517
Marzo	810	453	192	1.455
Aprile	682	413	184	1.278
Maggio	592	410	182	1.185
Giugno	490	338	146	974
Luglio	330	208	103	641
Agosto	209	93	85	386
Settembre	586	283	108	977
Ottobre	776	427	132	1.335
Novembre	913	453	243	1.608
Dicembre	871	424	242	1.537
Totale	7.936	4.384	2.036	14.356

L'andamento dei consumi elettrici mensili nel triennio di riferimento e di Baseline è riportato nel grafico in Figura 5.2.

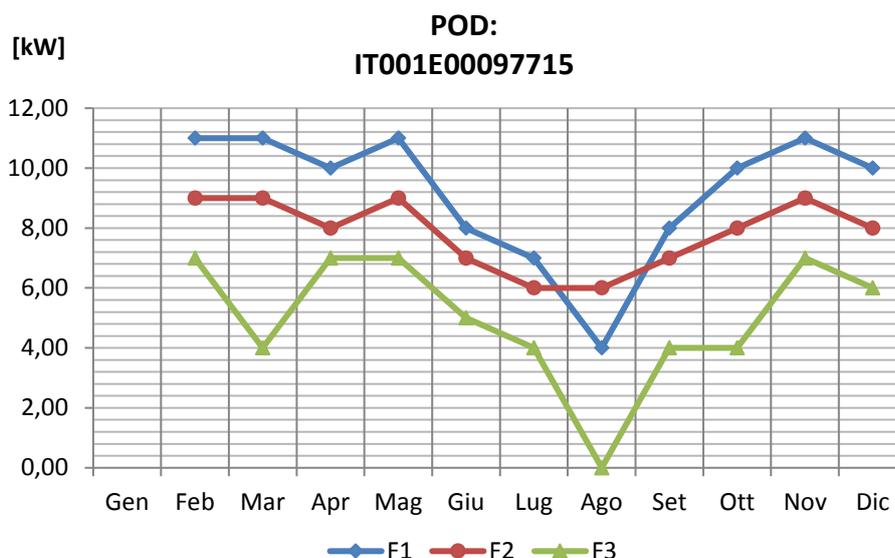
Figura 5.2 – Confronto tra i profili mensili elettrici reali e i valori di Baseline per il triennio di riferimento



I profili di prelievo mensili nel triennio di riferimento presentano una forte riduzione nei mesi estivi, in accordo con i profili di occupazione della struttura. Sono presenti consumi anche nei mesi estivi, probabilmente dovuti alla presenza di persone e apparecchiature elettroniche in funzione tutto l'anno, come i frigoriferi.

È stato inoltre possibile rappresentare i profili mensili di potenza (per il periodo Febbraio 2017 – Dicembre 2017) accedendo alle informazioni fornite dalla società di distribuzione dell'energia elettrica.

Figura 5.3 – Profili di potenza giornalieri per il POD IT001E00097715



Il prelievo di potenza massima è pari a 11 kW. Tale potenza richiesta risulta coerente con la potenza massima erogata dal contatore installato di 20 kW.

## 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 5.8 - Fattori di emissione di CO<sub>2</sub>. Tabella 5.8.

Tabella 5.8 - Fattori di emissione di CO<sub>2</sub>.

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

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

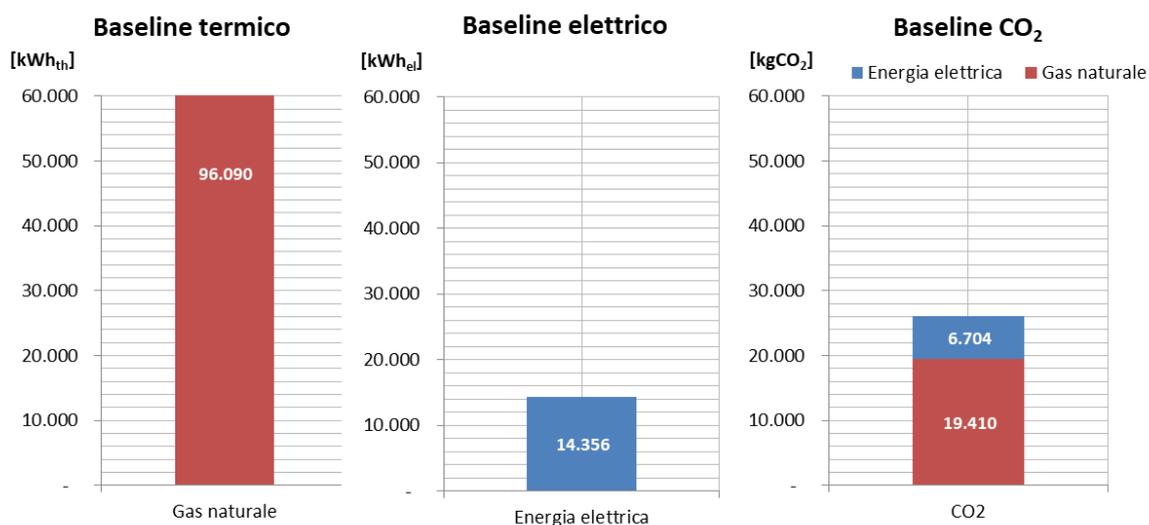
Applicando tali fattori di conversione è stato possibile valutare la Baseline delle emissioni di CO<sub>2</sub>, come riportato nella Tabella 5.9 – Baseline delle emissioni di CO<sub>2</sub>. Tabella 5.9 e nella Figura 5-4.

Tabella 5.9 – Baseline delle emissioni di CO<sub>2</sub>.

COMBUSTIBILE	CONSUMO DI BASELINE	FATTORE DI CONVERSIONE	
	[kWh]	[tCO <sub>2</sub> /MWh]	[tCO <sub>2</sub> ]
Energia elettrica	14.356	0,000467	6,704

Gas naturale	96.090	0,000202	19,410
--------------	--------	----------	--------

Figura 5-4 – Profili mensili di Baseline riferimento



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 5.10 - Fattori di conversione in energia primaria dei vettori energetici

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

La valutazione degli indicatori di performance è stata effettuata parametrizzando i consumi reali di Baseline di cui al Capitolo 5, in funzione dei fattori riportati nella Tabella 5.11.

Tabella 5.11 – Fattori di riparametrizzazione

PARAMETRO		VALORE	U.M.
FATTORE 1	Superficie netta riscaldata	1.111	m <sup>2</sup>
FATTORE 1	Superficie netta complessiva delle aree interne (riscaldate e non riscaldate)	1.407	m <sup>2</sup>
FATTORE 1	Volume lordo complessivo (aree interne riscaldate e non riscaldate)	8.749	m <sup>3</sup>

Nella Tabella 5.12 e Tabella 5.13 sono riportati gli indicatori di performance valutati coerentemente con quanto riportato nella sezione 2.5 dell’Allegato J – Schede di audit.

Tabella 5.12 – Indicatori di performance calcolati con riferimento all’energia primaria totale

VETTORE ENERGETICO	CONSUMO ENERGETICO DI BASELINE	FATTORE DI CONVERSIONE ENERGIA PRIMARIA TOTALE	CONSUMO DI ENERGIA PRIMARIA TOTALE	INDICATORI DI CONSUMO ENERGIA PRIMARIA TOTALE			INDICATORI AMBIENTALI		
				FATTORE 1	FATTORE 2	FATTORE 3	FATTORE 1	FATTORE 2	FATTORE 3
	[kWh/anno]		[kWh/anno]	[kWh/m <sup>2</sup> ]	[kWh/m <sup>2</sup> ]	[kWh/m <sup>3</sup> ]	[Kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ]	[Kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ]	[Kg CO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup> ]
Gas naturale	96.090	1,05	100.894	90,8	71,7	11,5	17,47	13,80	2,22
Energia elettrica	14.356	2,42	34.742	31,3	24,7	4,0	6,03	4,76	0,77
<b>TOTALE</b>			<b>135.637</b>	<b>122,1</b>	<b>96,4</b>	<b>15,5</b>	<b>23,50</b>	<b>18,56</b>	<b>2,98</b>

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

VETTORE ENERGETICO	CONSUMO ENERGETICO DI BASELINE [kWh/anno]	FATTORE DI CONVERSIONE ENERGIA PRIMARIA NON RINN.	CONSUMO DI ENERGIA PRIMARIA NON RINN. [kWh/anno]	INDICATORI DI CONSUMO ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE			INDICATORI AMBIENTALI		
				FATTORE 1 [kWh/m <sup>2</sup> ]	FATTORE 2 [kWh/m <sup>2</sup> ]	FATTORE 3 [kWh/m <sup>3</sup> ]	FATTORE 1 [Kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ]	FATTORE 2 [Kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ]	FATTORE 3 [Kg CO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup> ]
Gas naturale	96.090	1,05	100.894	90,8	71,7	11,5	17,47	13,80	2,22
Energia elettrica	14.356	1,95	27.995	25,2	19,9	3,2	6,03	4,76	0,77
<b>TOTALE</b>			<b>143.325</b>	<b>137,54</b>	<b>134,61</b>	<b>25,53</b>	<b>28,68</b>	<b>28,07</b>	<b>5,32</b>

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

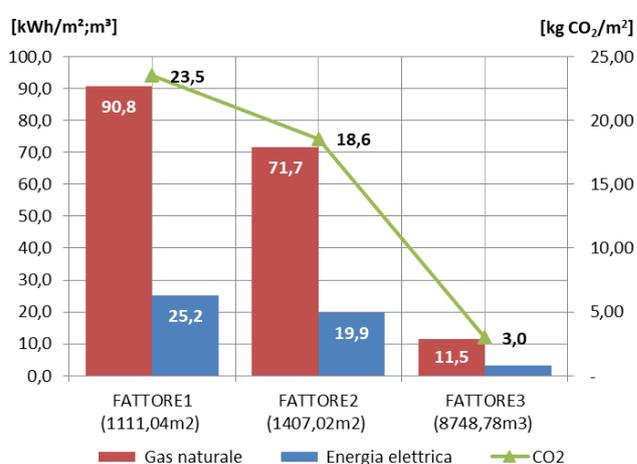
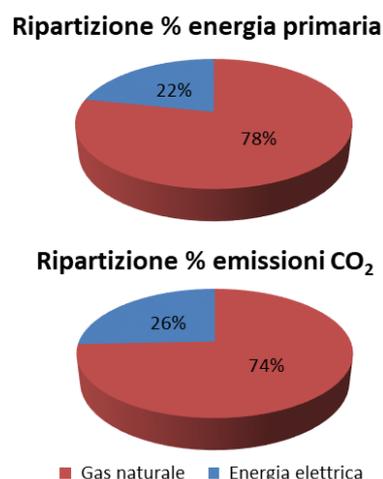


Figura 5.6 – Ripartizione % dei consumi di energia primaria e delle relative emissioni di CO<sub>2</sub>



Trattandosi di una struttura definita come edificio adibito ad attività scolastiche, in particolare si sono determinati i due seguenti indici, definiti all'interno delle Linee Guida ENEA- FIRE "Guida per il contenimento della spesa energetica nelle scuole"

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

- Fattore di forma dell'edificio, rapporto fra superficie disperdente e volume riscaldato S/V (fattore F<sub>e</sub>);
- Ore di occupazione dell'edificio scolastico (fattore F<sub>h</sub>);
- Gradi Giorno convenzionali della località (1435 GG) così come definiti D.P.R. 412/93 - allegato A
- Volume riscaldato (V<sub>risc</sub>).

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<sub>p</sub>;
- Fattore F<sub>h</sub> relativo all'orario di occupazione, così come precedentemente

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

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

Tabella 5.14 – Indicatori di performance energetici

COMBUSTIBILE	IEN <sub>R</sub>			IEN <sub>E</sub>		
	Wh/(m <sup>3</sup> GG anno)			Wh/(m <sup>3</sup> anno)		
	2014	2015	2016	2014	2015	2016
Gas Naturale	6,7	7,6	9,4	-	-	-
Energia elettrica	-	-	-	5227,4	5836,6	6895,4

E' stato quindi possibile effettuare un raffronto con le classi di merito riportate nelle suddette Linee Guida ENEA - FIRE, ottenendo come risultato "Buono" sia per l'indicatore IEN<sub>R</sub>, che per l'indicatore IEN<sub>E</sub>, coerentemente con quanto riportato 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 TOTALE	ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE
Globale non rinnovabile	EP <sub>gl,nren</sub>	kWh/mq anno	152,66	147,33
Climatizzazione invernale	EP <sub>H</sub>	kWh/mq anno	127,25	127,25
Produzione di acqua calda sanitaria	EP <sub>w</sub>	kWh/mq anno	2,98	2,40
Illuminazione artificiale	EP <sub>L</sub>	kWh/mq anno	21,93	17,67
Emissioni equivalenti di CO2	CO <sub>2eq</sub>	Kg/mq anno	29.307	

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)

FORTE ENERGETICA UTILIZZATA	CONSUMO	CONSUMO ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE
	[kWh/anno]	[kWh/anno]
Gas Naturale	112.622	118.252
Energia Elettrica	12.599	24.568

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

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

Dove:

- E<sub>teorico</sub> è il fabbisogno teorico di energia dell'edificio, come calcolato dal software di simulazione;
  - Nel caso di consumo termico, E<sub>teorico</sub> è assunto pari al fabbisogno di energia per la combustione (Q<sub>gn,in</sub>) 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 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)	$E_T + E_{altro}^{(*)}$

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

### 6.1.1 Validazione del modello termico

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

Si è quindi provveduto alla simulazione dei parametri reali di utilizzo adattando tutti i parametri sulla base delle informazioni raccolte in sede di sopralluogo.

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

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

INDICE DI PRESTAZIONE ENERGETICA		U.M.	ENERGIA PRIMARIA TOTALE	ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE
Globale non rinnovabile	$EP_{gl, nren}$	kWh/mq anno	133,15	128,23
Climatizzazione invernale	$EP_H$	kWh/mq anno	109,92	109,52
Produzione di acqua calda sanitaria	$EP_w$	kWh/mq anno	2,98	2,40
Illuminazione artificiale	$EP_L$	kWh/mq anno	20,25	16,31
Emissioni equivalenti di CO2	$CO_{2eq}$	Kg/mq anno	29.307	

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 [mc/anno]	CONSUMO [kWh/anno]
Gas Naturale	9.759,7	97.021

Energia Elettrica

14.568

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

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

$Q_{teorico}$	$Q_{baseline}$	Congruità
[kWh/anno]	[kWh/anno]	[%]
97.021,02	96.089,8	0,96%

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

### 6.1.2 Validazione del modello elettrico

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

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

$EE_{teorico}$	$EE_{baseline}$	Congruità
[kWh/anno]	[kWh/anno]	[%]
14.568	14.356	1,5%

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

## 6.2 FABBISOGNI ENERGETICI

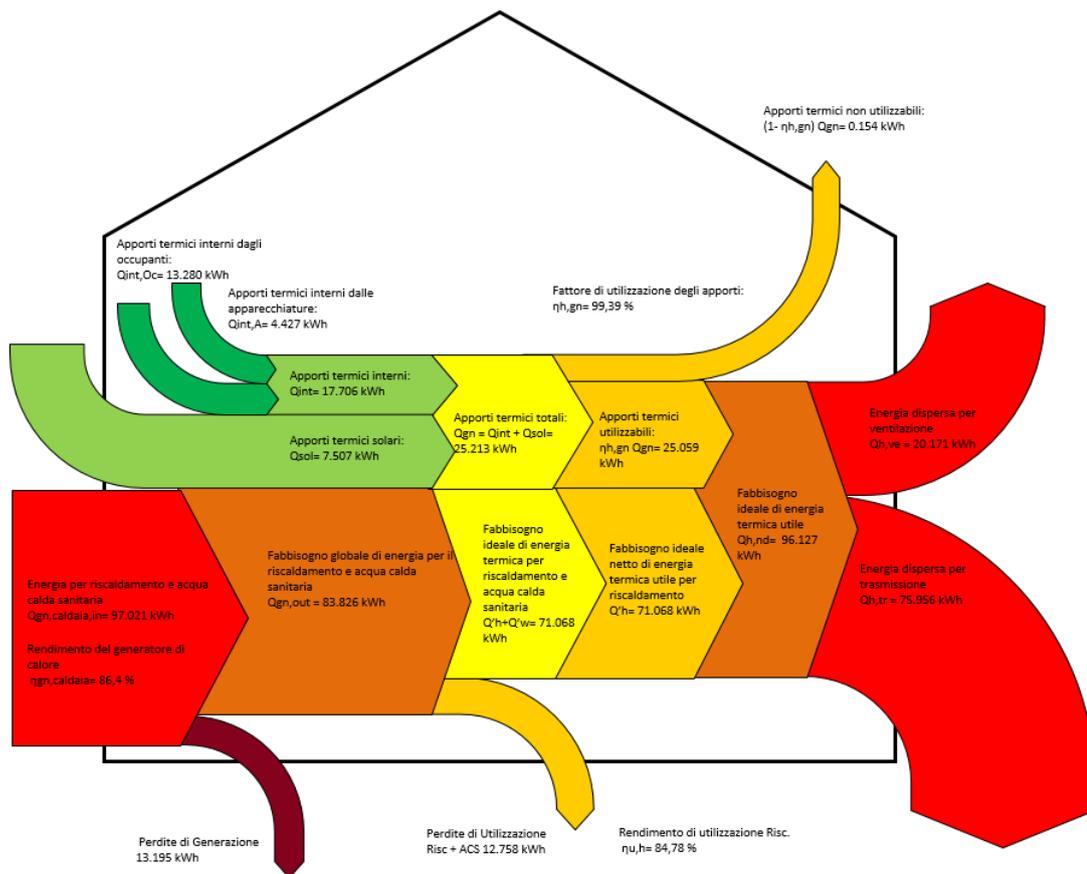
Al fine di valutare la prestazione energetica del sistema edificio-impianti si è reso necessario predisporre i risultati della modellazione energetica nella forma di un bilancio energetico che descriva l’andamento dei flussi energetici caratteristici dell’edificio in modo da valutare in maniera puntuale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

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

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

Figura 6.1

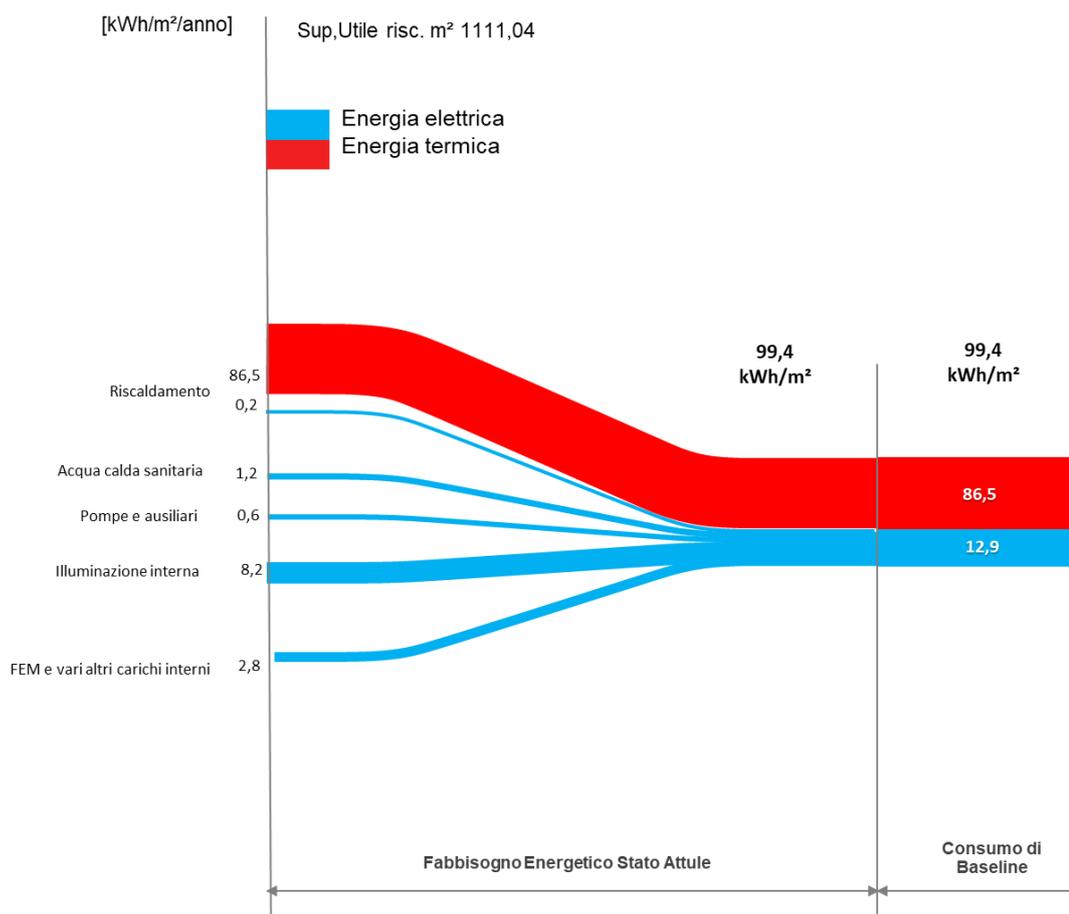
Figura 6.1 – Diagramma di Sankey relativo al fabbisogno termico dell'edificio allo stato attuale



Dall'analisi del diagramma di Sankey relativo al fabbisogno termico dell'edificio è possibile notare che l'energia dispersa per trasmissione rappresenta la quota maggiormente disperdente.

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

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



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

### 6.3 PROFILI ENERGETICI MENSILI

I consumi energetici termici di Baseline dell'edificio oggetto della DE sono interamente dovuti al riscaldamento degli ambienti.

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

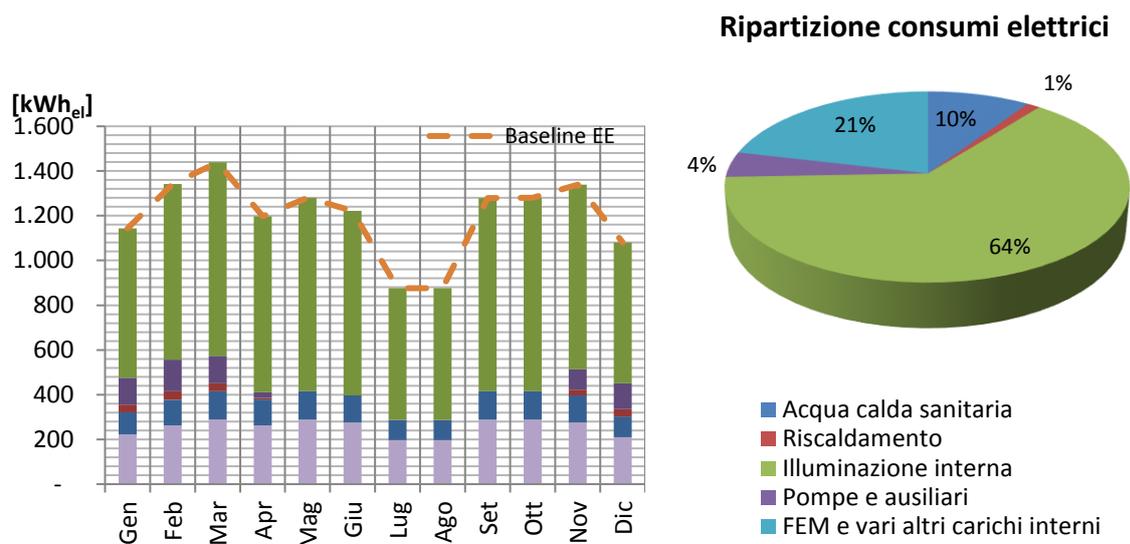
Si è inoltre effettuato un confronto grafico tra i profili mensili ottenuti dalla modellazione elettrica ed i profili mensili di Baseline.

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

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

I risultati di tale valutazione sono riportati nella Figura 6.3.

[Figura 6.3 – Andamento mensile dei consumi elettrici ricavati dalla modellazione energetica, ripartiti tra i vari utilizzi](#)



Si può notare come la maggior parte dei consumi sia da attribuirsi all'illuminazione degli spazi interni.

## 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.

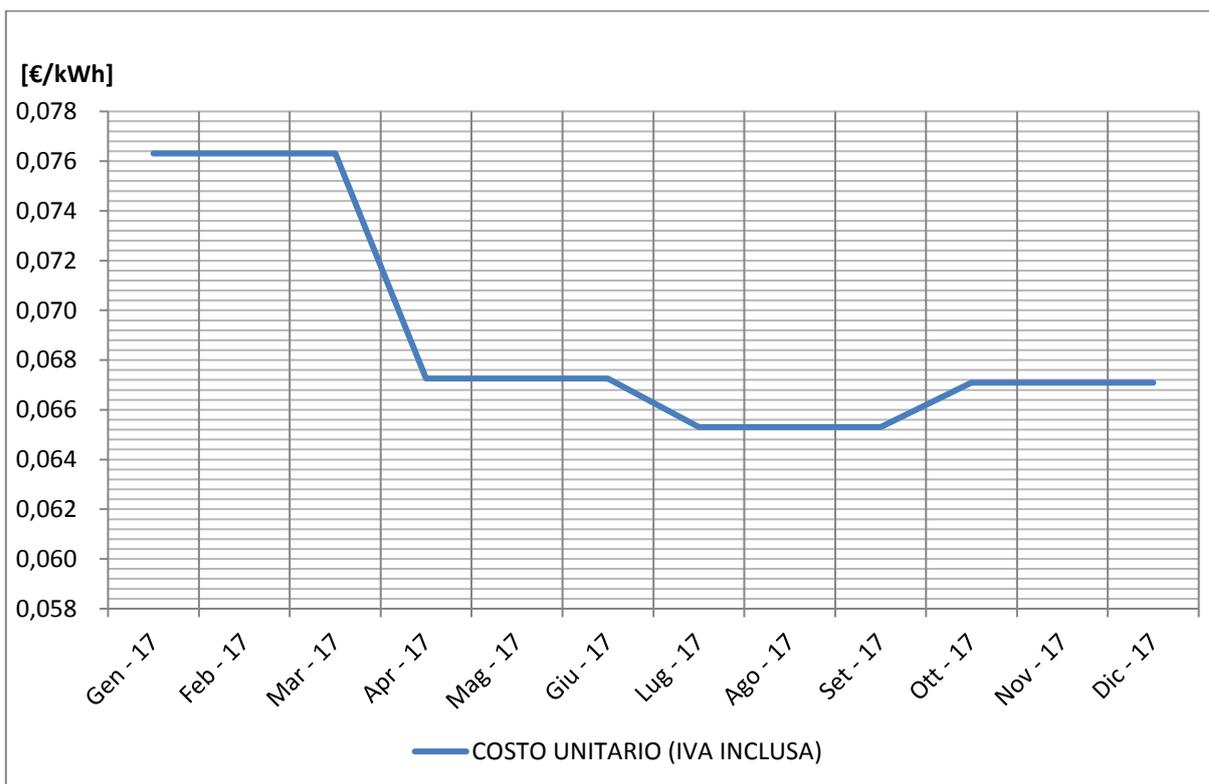
#### 7.1.1 Vettore termico

La fornitura del vettore termico (PDR 3270013106044) avviene tramite contratto di Servizio Integrato Energia 3 (SIE3) stipulato dalla PA con un soggetto terzo, che comprende sia la fornitura del vettore energetico che la conduzione e manutenzione degli impianti. Non è stato quindi possibile effettuare un'analisi dei costi di fatturazione del vettore energetico in quanto tali fatture non sono a disposizione della PA.

Per le forniture di gas metano gestite tramite il Contratto di Servizio Energia SIE3, non essendo disponibile la fatturazione, è stato considerato il costo unitario del vettore termico definito dall'Autorità per l'energia elettrica il gas e il sistema idrico (AEEGSI).

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

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



#### 7.1.2 Vettore elettrico

La fornitura del vettore elettrico avviene tramite:

- POD – IT001E00097715: contratto di fornitura del vettore energetico, stipulato direttamente dalla PA con la società di fornitura. E' stato quindi possibile effettuare un'analisi di dettaglio dei costi fatturati e delle caratteristiche del contratto di fornitura.

Nella Tabella 7.1 si riportano le principali caratteristiche del contratto di fornitura del vettore termico per gli anni di riferimento.

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

POD: IT001E00097715	2014	2015	2016
Indirizzo di fornitura	Comune di Genova		
Dati di intestazione fattura	Comune di Genova	Comune di Genova	Comune di Genova
Società di fornitura	Edison	Edison(Gennaio-Marzo) - Gala(Aprile-Dicembre)	Gala(Gennaio-Marzo) - IREN Mercato Spa(Aprile-Dicembre)
Potenza elettrica impegnata	20 kW	20 kW	20 kW
Potenza elettrica disponibile	20 kW	20 kW	20 kW
Tipologia di contratto	Utenza Altri Usi - BT	Utenza Altri Usi - BT	Utenza Altri Usi - BT

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

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

POD: IT001E00098 145	QUOTA ENERGIA	ONERI DI SISTEMA	ONERI DI SISTEMA	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURATO	COSTO UNITARIO (IVA INCLUSA)
	FISSA	PARTE FISSA	PARTE VARIABILE					
ANNO 2014	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[KWH]	[€/kWh]
Gen - 14	119	14	133	18	28	312	1.408	0,222
Feb - 14	111	17	147	18	29	322	1.417	0,227
Mar - 14	96	16	137	16	26	291	1.240	0,234
Apr - 14	84	15	130	14	24	267	1.084	0,246
Mag - 14	86	16	134	14	25	275	1.143	0,241
Giu - 14	71	14	119	12	21	236	935	0,253
Lug - 14		-	-		-	-	543	-
Ago - 14	23	7	62	4	10	106	310	0,341
Set - 14	62	12	105	10	19	208	802	0,259
Ott - 14	85	15	131	14	25	271	1.112	0,244
Nov - 14	91	16	140	15	26	288	1.208	0,238
Dic - 14	95	17	146	17	27	301	1.334	0,226
<b>Totale</b>	<b>922</b>	<b>161</b>	<b>1.383</b>	<b>150</b>	<b>262</b>	<b>2.877</b>	<b>12.536</b>	<b>0,229</b>
POD: IT001E00098 145	QUOTA ENERGIA	ONERI DI SISTEMA	ONERI DI SISTEMA	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURATO	COSTO UNITARIO (IVA INCLUSA)
	PARTE FISSA	PARTE VARIABILE						
ANNO 2015	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[KWH]	[€/kWh]
Gen - 15	95	13	150	17	27	302	1.334	0,226
Feb - 15	95	14	152	17	28	307	1.381	0,222
Mar - 15	97	15	162	18	29	321	1.475	0,218
Apr - 15	53	14	142	16	22	246	1.246	0,198

## E1380 - CPIA (Centro istruzione per gli adulti)

Mag – 15	41	11	118	13	18	202	1.005	0,201
Giu – 15	35	11	111	11	17	185	904	0,204
Lug – 15	16	7	74	5	10	113	430	0,262
Ago – 15	14	7	70	5	10	105	363	0,289
Set – 15	31	11	119	12	17	191	949	0,201
Ott – 15	44	15	154	17	23	253	1.390	0,182
Nov – 15	64	19	198	23	30	334	1.876	0,178
Dic – 15	111	17	179	21	33	360	1.644	0,219
<b>Totale</b>	<b>695</b>	<b>154</b>	<b>1.629</b>	<b>175</b>	<b>265</b>	<b>2.918</b>	<b>13.997</b>	<b>0,208</b>
<b>POD: IT001E00098 145</b>	<b>QUOTA ENERGIA</b>	<b>ONERI DI SISTEMA  PARTE FISSA</b>	<b>ONERI DI SISTEMA  PARTE VARIABILE</b>	<b>IMPOSTE</b>	<b>IVA</b>	<b>TOTALE</b>	<b>CONSUMO FATTURATO</b>	<b>COSTO UNITARIO  (IVA INCLUSA)</b>
<b>ANNO 2016</b>	<b>[€]</b>	<b>[€]</b>	<b>[€]</b>	<b>[€]</b>	<b>[€]</b>	<b>[€]</b>	<b>[KWH]</b>	<b>[€/kWh]</b>
Gen – 16	95	14	172	21	30	332	1.652	0,201
Feb – 16	78	16	177	22	29	322	1.753	0,184
Mar – 16	68	15	169	21	27	300	1.649	0,182
Apr – 16	56	17	191	19	28	312	1.504	0,207
Mag – 16	58	17	183	18	27	302	1.406	0,215
Giu – 16	65	14	155	14	25	273	1.082	0,253
Lug – 16	49	14	148	12	22	245	949	0,258
Ago – 16	21	10	106	6	14	157	486	0,323
Set – 16	61	15	169	15	26	287	1.180	0,243
Ott – 16	99	17	192	19	33	360	1.503	0,239
Nov – 16	128	19	213	22	38	420	1.740	0,242
Dic – 16	114	19	203	20	36	392	1.632	0,240
<b>Totale</b>	<b>893</b>	<b>188</b>	<b>2.077</b>	<b>207</b>	<b>337</b>	<b>3.702</b>	<b>16.536</b>	<b>0,224</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

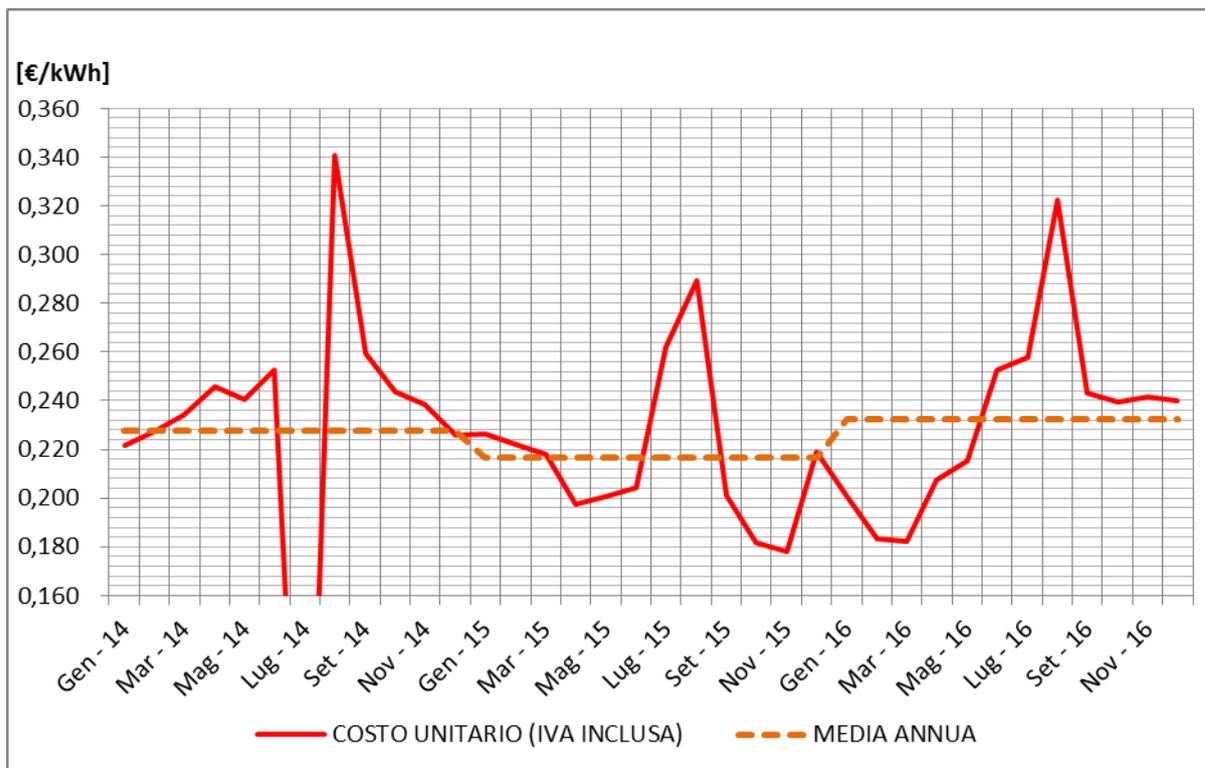
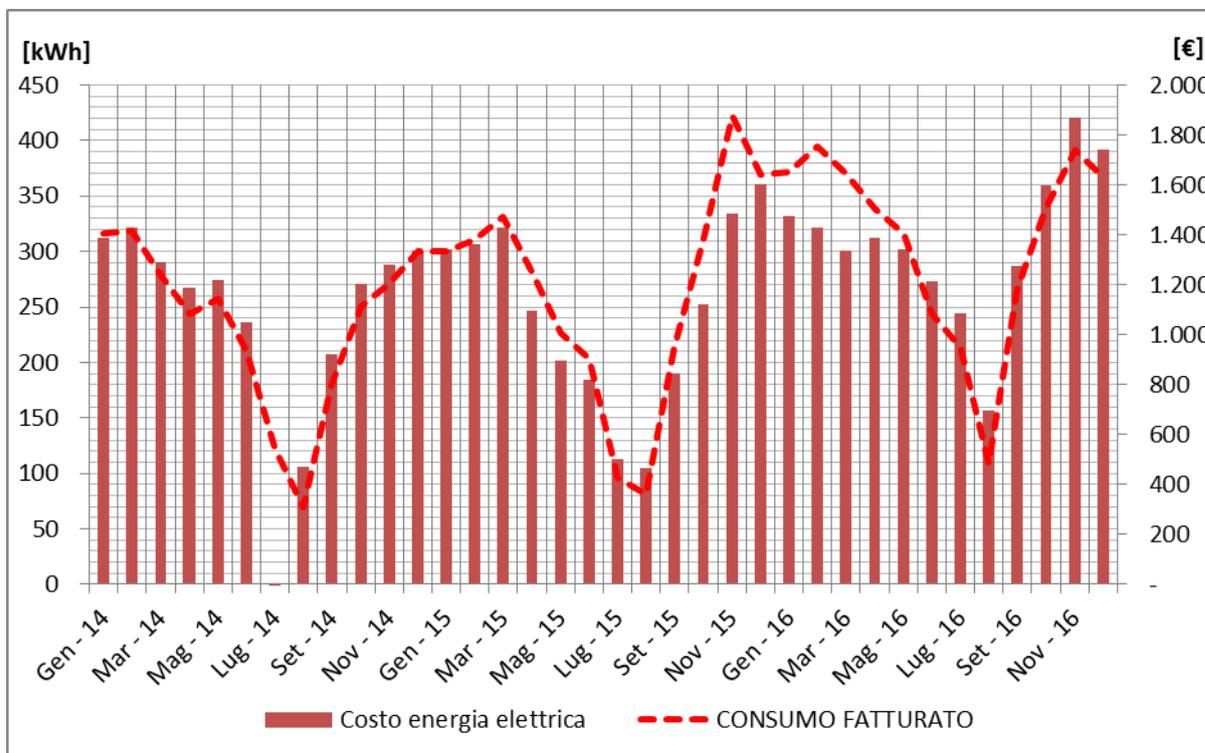


Figura 7.3 – Andamento dei consumi e dei costi dell'energia elettrica



Dall'analisi effettuata risulta evidente che l'andamento dei costi possiede un andamento pressoché simile nei 3 anni di riferimento.

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

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

Nella Tabella 7.3 sono sintetizzati i costi ed i consumi energetici precedentemente analizzati.

Tabella 7.3 – Sintesi dei consumi nel triennio di riferimento

ANNO	VETTORE TERMICO			VETTORE ELETTRICO		
	[kWh]	[€]	[€/kWh]	[kWh]	[€]	[€/kWh]
2014	73.014	n.d.	-	12.536	2.877	0,229
2015	83.581	n.d.	-	13.997	2.918	0,208
2016	103.319	n.d.	-	16.536	3.702	0,224
2017	n.d.	n.d.	0,0818	n.d.	n.d.	0,221
Media	<b>86.638</b>	-	<b>0,0818</b>	<b>14.356</b>	<b>3.166</b>	<b>0,221</b>

Ai fini del calcolo della Baseline dei costi si sono pertanto assunti i valori di riportati nella Tabella 7.4.

Tabella 7.4 – Valori di costo individuati per il calcolo della Baseline

Definizione		Valore	U.M.
Costo unitario dell'energia termica	Valore relativo all'ultimo anno a disposizione	CU <sub>Q</sub>	0,0818 [€/kWh]
Costo unitario dell'energia elettrica	Valore relativo all'ultimo anno a disposizione	CU <sub>EE</sub>	0,221 [€/kWh]

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

## 7.3 COSTI DI GESTIONE E MANUTENZIONE DI EDIFICIO ED IMPIANTI

Il contratto di conduzione e manutenzione dell'impianto termico definisce per l'edificio oggetto della DE un canone annuale relativo alla conduzione e gestione dell'impianto termico, comprensiva della manutenzione ordinaria, preventiva, programmata e straordinaria, relativa ai seguenti impianti:

- L1 -042-147: 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 13.850,91€.

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

kyotoBaseline-EXXXX. In questo caso i costi della manutenzione sono ripartiti in una quota ordinaria ( $C_{MO}$ ) e in una quota straordinaria ( $C_{MS}$ ) come segue:

$$\begin{aligned} C_{MS} &= 0.1 \times C_M \\ C_{MO} &= 0.9 \times C_M \end{aligned}$$

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:

$$\begin{aligned} C_{MS} &= 0.21 \times C_M \\ C_{MO} &= 0.79 \times C_M \end{aligned}$$

Ai fini del calcolo della Baseline dei costi si sono pertanto assunti i valori di riportati nella Tabella 7.5.

Tabella 7.5 – Valori di costo manutentivi individuati per il calcolo della Baseline

Definizione		Valore	U.M.
Costo per la gestione e manutenzione ordinaria	Corrispettivo annuale relativo al contratto O&M in essere	$C_{MO}$	4.735 [€/anno]
Costo per la manutenzione straordinaria	Media relativa a gli stessi anni considerati per il rilevamento dei consumi storici	$C_{MS}$	1.259 [€/anno]

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

## 7.4 BASELINE DEI COSTI

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

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

Per la componente energetica vale la seguente formula:

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

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

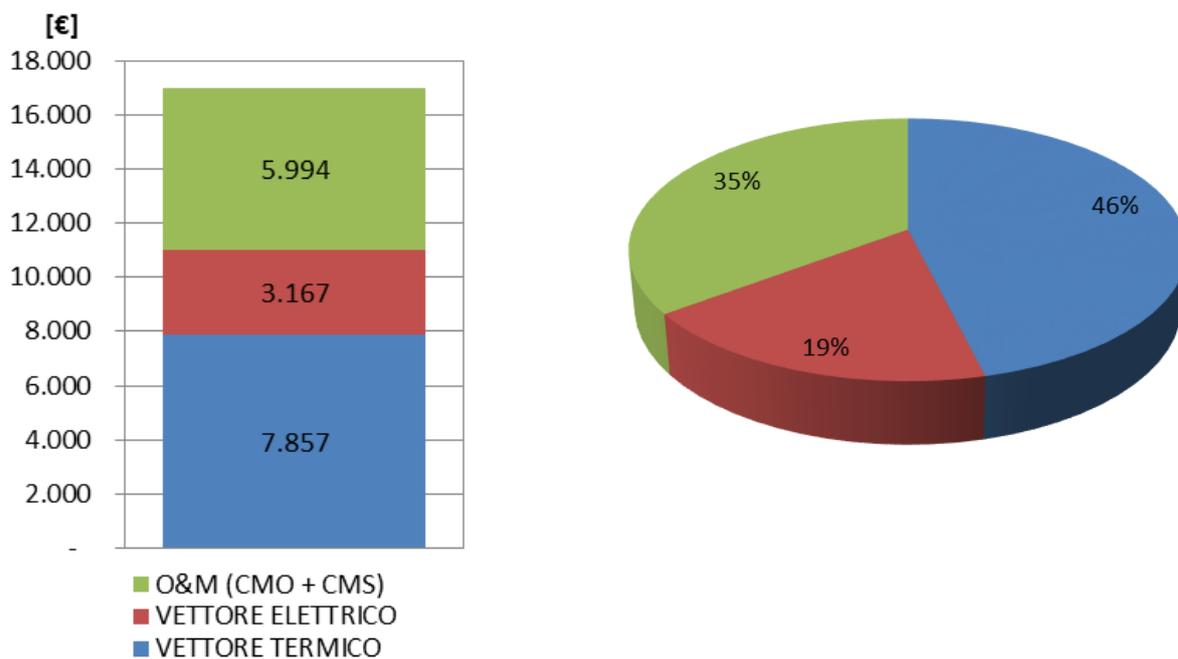
$$C_{baseline} = C_E + C_{MO} + C_{MS}$$

Ne risulta quindi un  $C_E$  pari a € 11.052 e un  $C_{baseline}$  pari a € 17.046.

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

VETTORE TERMICO			VETTORE ELETTRICO			O&M ( $C_{MO} + C_{MS}$ )		TOTALE	
$Q_{baseline}$	$C_{uQ}$	$C_Q$	$EE_{baseline}$	$C_{uEE}$	$C_{EE}$	$C_M$	$C_{MO}$	$C_{MS}$	$CQ+C_{EE}+C_M$
[kWh]	[€/kWh]	[€]	[kWh]	[€/kWh]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]
96.090	0,082	7.857	14.356	0,221	3.167	5.994	4.735	1.259	17.018

Figura 7.4 – Baseline dei costi e loro ripartizione



## 8 IDENTIFICAZIONE DELLE MISURE DI EFFICIENZA ENERGETICA

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

#### 8.1.1 Involucro edilizio

##### EEM1: Isolamento con cappotto interno

###### Generalità

La misura prevede l'installazione di un cappotto interno costituito da pannelli isolanti, nel caso analizzato calcio silicato, fissato e tassellato alla copertura esistente. Il sistema è completato con intonaco di finitura.

L'isolamento della copertura consente di ottimizzare le prestazioni termiche dell'edificio, riducendo le dispersioni energetiche e conseguentemente i consumi. Inoltre è in grado di apportare benefici sia durante il periodo invernale che durante quello estivo, migliorando il comfort abitativo.

###### Caratteristiche funzionali e tecniche

Sono stati considerati pannelli con spessori differenti in base alla tipologia di muro, ma tutti in calcio silicato con conducibilità pari a 0,045W/mK. E' importante collocare anche una barriera a vapore per assicurare l'assenza del rischio di condensazione interstiziale.

###### Descrizione dei lavori

La posa deve essere svolta da addetti specializzati.

Un collante viene applicato ai pannelli e questi vengono fissati all'interno della copertura, evitando la presenza di fessure tra i pannelli. Fissati i pannelli si procede stendendo l'intonaco di finitura.

Essendo un cappotto interno si procederà allo spostamento e ricollocamento di tutte le utenze elettriche coinvolte l'impianto di illuminazione.

###### Prestazioni raggiungibili

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

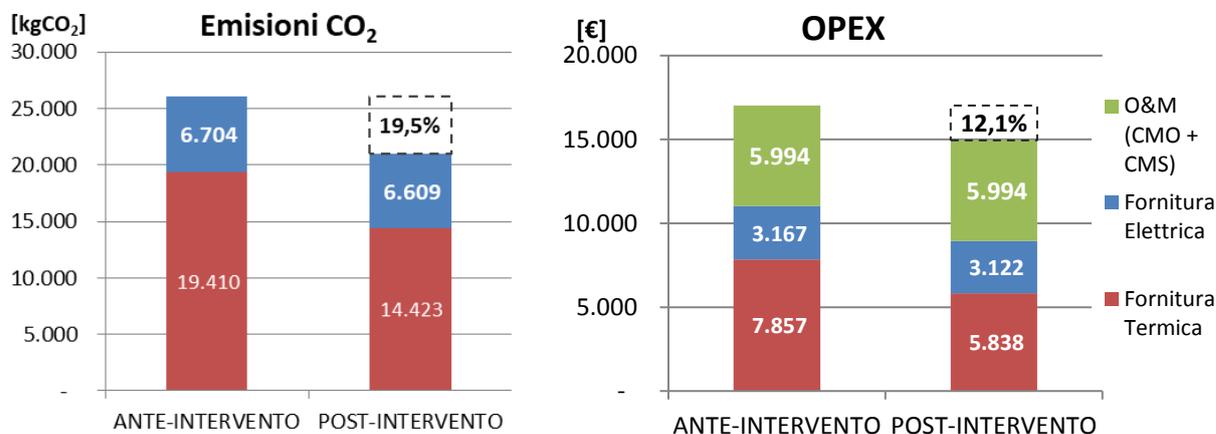
Tabella 8.1 – Risultati analisi EEM1 – Cappotto interno

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
Trasmittanza media pareti esterne oggette di intervento	[W/m <sup>2</sup> K]	0,892	0,26	<b>70,9%</b>
Q <sub>teorico</sub>	[kWh]	97.021	72.093	<b>25,7%</b>
EE <sub>teorico</sub>	[kWh]	14.569	14.362	<b>1,4%</b>
Q <sub>baseline</sub>	[kWh]	96.090	71.401	<b>25,7%</b>
EE <sub>Baseline</sub>	[kWh]	14.356	14.153	<b>1,4%</b>
Emiss. CO2 Termico	[kgCO <sub>2</sub> ]	19.410	14.423	<b>25,7%</b>
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO <sub>2</sub> ]	6.704	6.609	<b>1,4%</b>
<b>Emiss. CO2 TOT</b>	<b>[kgCO<sub>2</sub>]</b>	<b>26.115</b>	<b>21.032</b>	<b>19,5%</b>
Fornitura Termica, C <sub>Q</sub>	[€]	7.857	5.838	<b>25,7%</b>
Fornitura Elettrica, C <sub>EE</sub>	[€]	3.167	3.122	<b>1,4%</b>
<b>Fornitura Energia, C<sub>E</sub></b>	<b>[€]</b>	<b>11.024</b>	<b>8.960</b>	<b>18,7%</b>
C <sub>MO</sub>	[€]	4.735	4.735	<b>0,0%</b>
C <sub>MS</sub>	[€]	1.259	1.259	<b>0,0%</b>
O&M (C <sub>MO</sub> + C <sub>MS</sub> )	[€]	<b>5.994</b>	<b>5.994</b>	<b>0,0%</b>
OPEX	[€]	<b>17.018</b>	<b>14.955</b>	<b>12,1%</b>

Classe energetica [-] D C +1 classe

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

I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,082 [€/kWh] per il vettore termico e 0,221 [€/kWh] per il vettore elettrico

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


## EEM2: Isolamento della copertura

### Generalità

La misura prevede la posa di pannelli isolanti, nel caso analizzato lana di vetro, posti all'interno dell'edificio, esattamente nel pavimento calpestabile del sottotetto, il quale divide l'ultimo piano riscaldato dalla copertura a falde.

L'isolamento della copertura consente di ottimizzare le prestazioni termiche dell'edificio, riducendo le dispersioni energetiche e conseguentemente i consumi. Inoltre è in grado di apportare benefici sia durante il periodo invernale che durante quello estivo, migliorando il comfort abitativo.

### Caratteristiche funzionali e tecniche

Sono stati considerati pannelli con spessore di 14 cm in XPS100 con conducibilità pari a 0,035W/mK.

### Descrizione dei lavori

La posa deve essere svolta da addetti specializzati.

### Prestazioni raggiungibili

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

Tabella 8.2 – Risultati analisi EEM2 – Isolamento copertura nel sottotetto

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
Trasmittanza soffitto oggetto di intervento	[W/m <sup>2</sup> K]	1,636	0,22	86,6%
Q <sub>teorico</sub>	[kWh]	97.021	81.512	16,0%
EE <sub>teorico</sub>	[kWh]	14.569	14.440	0,9%
Q <sub>baseline</sub>	[kWh]	96.090	80.730	16,0%
EE <sub>Baseline</sub>	[kWh]	14.356	14.230	0,9%
Emiss. CO <sub>2</sub> Termico	[kgCO <sub>2</sub> ]	19.410	16.307	16,0%
Emiss. CO <sub>2</sub> Elettrico	[kgCO <sub>2</sub> ]	6.704	6.645	0,9%

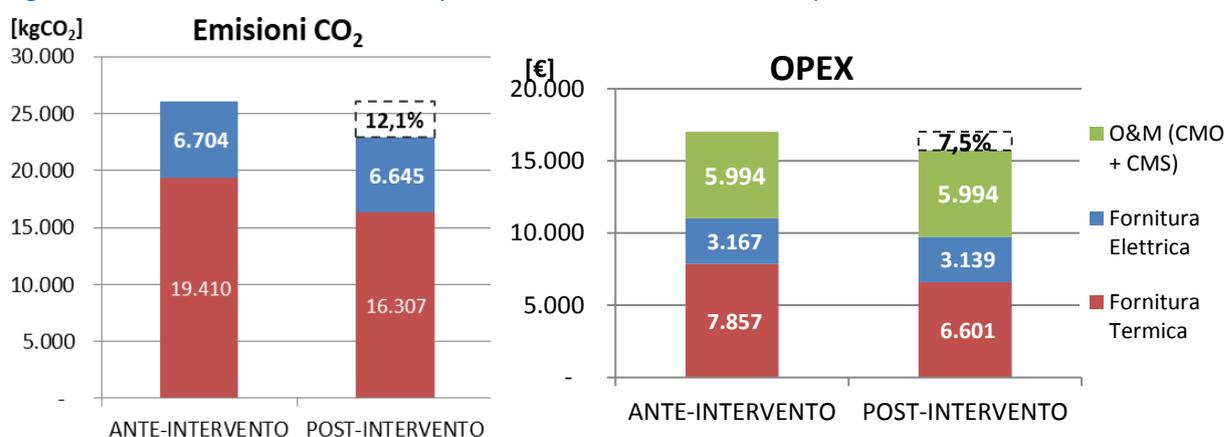
## E1380 - CPIA (Centro istruzione per gli adulti)

Emiss. CO2 TOT	[kgCO <sub>2</sub> ]	26.115	22.953	12,1%
Fornitura Termica, C <sub>Q</sub>	[€]	7.857	6.601	16,0%
Fornitura Elettrica, C <sub>EE</sub>	[€]	3.167	3.139	0,9%
<b>Fornitura Energia, C<sub>E</sub></b>	<b>[€]</b>	<b>11.024</b>	<b>9.740</b>	<b>11,6%</b>
C <sub>MO</sub>	[€]	4.735	4.735	0,0%
C <sub>MS</sub>	[€]	1.259	1.259	0,0%
O&M (C <sub>MO</sub> + C <sub>MS</sub> )	[€]	5.994	5.994	0,0%
OPEX	[€]	17.018	15.734	7,5%
Classe energetica	[-]	D	C	+1 classe

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

I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,082 [€/kWh] per il vettore termico e 0,221 [€/kWh] per il vettore elettrico

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



### EEM3: Sostituzione del serramento comprensiva del telaio e del vetro

#### Generalità

La misura prevede l'installazione di nuovi serramenti con telaio in PVC e doppio vetro.

La sostituzione dei serramenti consente di ottimizzare le prestazioni termiche dell'edificio, riducendo le dispersioni energetiche e conseguentemente i consumi.

#### Caratteristiche funzionali e tecniche

Si sono considerati serramenti con telaio in PVC e doppio vetro 4-12-4.

Il serramento complessivamente risulta avere una conducibilità pari a 1,670 W/m<sup>2</sup>K.

#### Descrizione dei lavori

L'intervento deve essere svolto da addetti specializzati. Si procede con la rimozione dei vecchi serramenti esistenti. Successivamente si installano i nuovi serramenti in modo tale da garantire una corretta posa in opera al fine di assicurare la tenuta all'aria e all'acqua, ottimizzando le prestazioni termiche.

#### Prestazioni raggiungibili

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

Tabella 8.3 – Risultati analisi EEM3 – Sostituzione serramenti

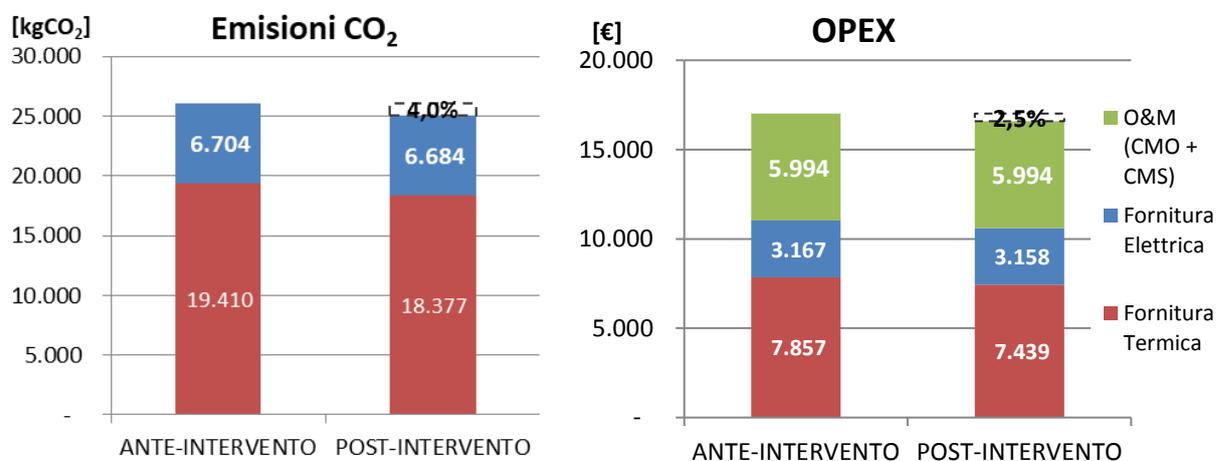
CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
-------------------	------	-----------------	-----------------	------------------------

Trasmittanza Finestre	[W/m <sup>2</sup> K]	Vedi allegato E	1,67	
Q <sub>teorico</sub>	[kWh]	97.021	91.859	<b>5,3%</b>
EE <sub>teorico</sub>	[kWh]	14.569	14.525	<b>0,3%</b>
Q <sub>baseline</sub>	[kWh]	96.090	90.977	<b>5,3%</b>
EE <sub>Baseline</sub>	[kWh]	14.356	14.314	<b>0,3%</b>
Emiss. CO2 Termico	[kgCO <sub>2</sub> ]	19.410	18.377	<b>5,3%</b>
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO <sub>2</sub> ]	6.704	6.684	<b>0,3%</b>
<b>Emiss. CO2 TOT</b>	<b>[kgCO<sub>2</sub>]</b>	<b>26.115</b>	<b>25.062</b>	<b>4,0%</b>
Fornitura Termica, C <sub>Q</sub>	[€]	7.857	7.439	<b>5,3%</b>
Fornitura Elettrica, C <sub>EE</sub>	[€]	3.167	3.158	<b>0,3%</b>
<b>Fornitura Energia, C<sub>E</sub></b>	<b>[€]</b>	<b>11.024</b>	<b>10.596</b>	<b>3,9%</b>
C <sub>MO</sub>	[€]	4.735	4.735	<b>0,0%</b>
C <sub>MS</sub>	[€]	1.259	1.259	<b>0,0%</b>
O&M (C <sub>MO</sub> + C <sub>MS</sub> )	[€]	<b>5.994</b>	<b>5.994</b>	<b>0,0%</b>
OPEX	[€]	<b>17.018</b>	<b>16.591</b>	<b>2,5%</b>
Classe energetica	[-]	D	D	+0 classi

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

I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,082 [€/kWh] per il vettore termico e 0,221 [€/kWh] per il vettore elettrico

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



### 8.1.2 Impianto riscaldamento

#### EEM4: Installazione di valvole termostatiche complete di collegamenti sui radiatori

##### Generalità

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

Questo intervento permette di ottenere un risparmio energetico legato all'effettiva richiesta di carico termico differenziabile per ciascun ambiente di ogni zona climatizzata con un sensibile aumento. Al fine di un corretto funzionamento è prevista l'installazione di una pompa modulante in sostituzione a quella esistente.

##### Caratteristiche funzionali e tecniche

L'installazione delle valvole termostatiche consente di incrementare notevolmente il rendimento di generazione, andando ad intervenire sulla temperatura di set point locale per locale.  
 Con questa soluzione il rendimento di regolazione risulta pari al 98 % (regolazione ambiente con banda proporzionale ad 1°C).

### Descrizione dei lavori

La posa deve essere svolta da addetti specializzati.

Un collante viene applicato ai pannelli e questi vengono fissati all'interno della copertura, evitando la presenza di fessure tra i pannelli. Fissati i pannelli si procede stendendo l'intonaco di finitura.

### Prestazioni raggiungibili

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

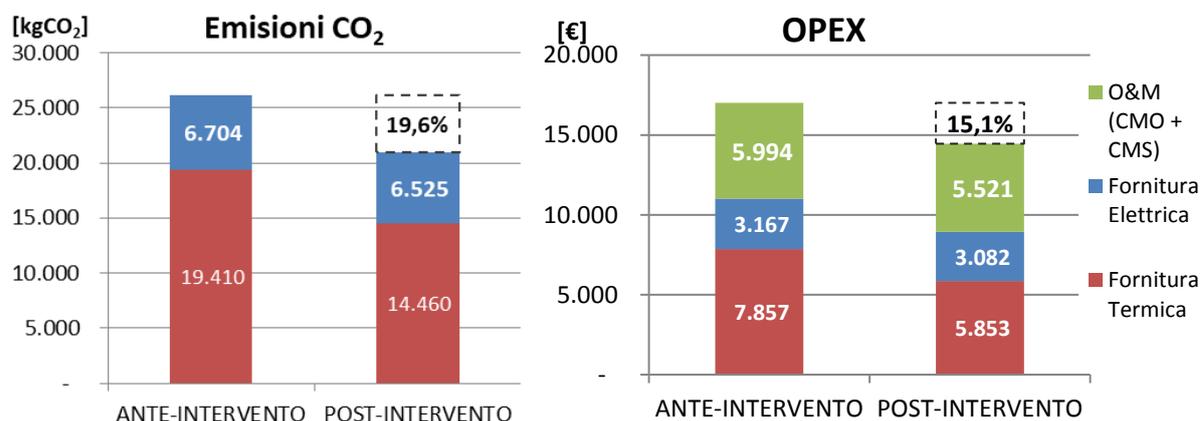
Tabella 8.4 – Risultati analisi EEM4 – Installazione valvole termostatiche

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
Q <sub>teorico</sub>	[kWh]	97.021	72.280	25,5%
EE <sub>teorico</sub>	[kWh]	14.569	14.178	2,7%
Q <sub>baseline</sub>	[kWh]	96.090	71.586	25,5%
EE <sub>baseline</sub>	[kWh]	14.356	13.972	2,7%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO <sub>2</sub> ]	19.410	14.460	25,5%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO <sub>2</sub> ]	6.704	6.525	2,7%
<b>Emiss. CO2 TOT</b>	<b>[kgCO<sub>2</sub>]</b>	<b>26.115</b>	<b>20.985</b>	<b>19,6%</b>
Fornitura Termica, C <sub>Q</sub>	[€]	7.857	5.853	25,5%
Fornitura Elettrica, C <sub>EE</sub>	[€]	3.167	3.082	2,7%
<b>Fornitura Energia, C<sub>E</sub></b>	<b>[€]</b>	<b>11.024</b>	<b>8.935</b>	<b>18,9%</b>
C <sub>MO</sub>	[€]	4.735	4.262	10,0%
C <sub>MS</sub>	[€]	1.259	1.259	0,0%
O&M (C <sub>MO</sub> + C <sub>MS</sub> )	[€]	5.994	5.521	7,9%
OPEX	[€]	17.018	14.456	15,1%
Classe energetica	[-]	D	E	+1 classe

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

I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,082 [€/kWh] per il vettore termico e 0,221 [€/kWh] per il vettore elettrico

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



## EEM5: Installazione caldaia a condensazione

### Generalità

L'intervento consiste nella sostituzione dell'attuale generatore di calore con una caldaia a condensazione ad alto rendimento. La potenzialità è valutata in base alla combinazione o meno di questo intervento con interventi sull'involucro.

Per la sola sostituzione della caldaia si è valutata una potenzialità pari a 188 kW.

In combinazione con gli interventi di isolamento delle pareti verticali, isolamento della copertura e installazione di valvole termostatiche si è valutata una potenzialità pari a 160 kW.

L'installazione di un nuovo generatore ad alta efficienza comporta un risparmio energetico, maggiore sicurezza ed affidabilità, minori emissioni inquinanti in ambiente ed una migliore efficienza ai carichi parziali in funzione del fattore di carico dell'edificio.

### Caratteristiche funzionali e tecniche

L'installazione di un generatore a condensazione consente di ottenere un rendimento di generazione pari al 98,3%.

### Prestazioni raggiungibili

I miglioramenti ottenibili tramite l'attuazione della EEM5 sono riportati nella Tabella 8.5 e nella Figura 8.5.

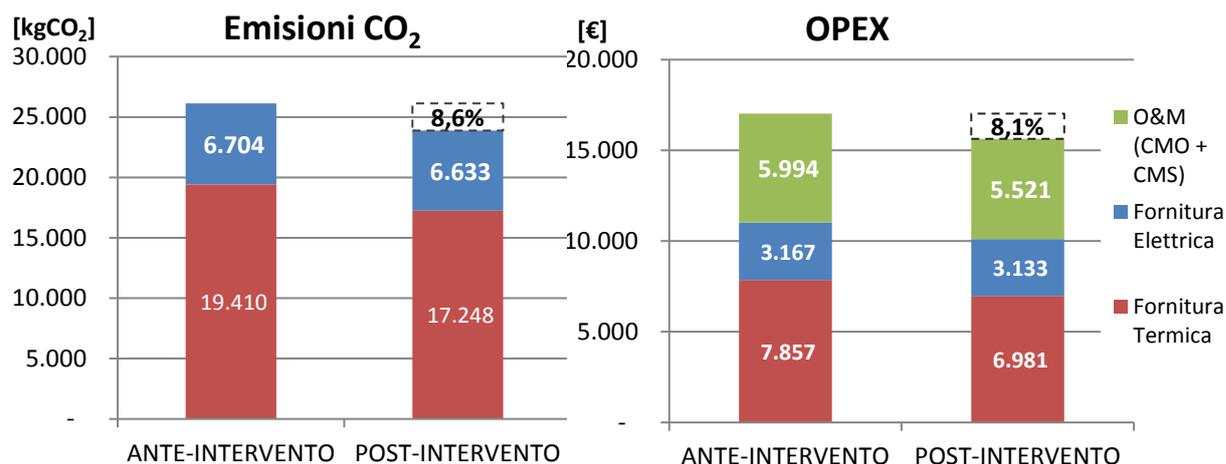
Tabella 8.5 – Risultati analisi EEM5 – Installazione caldaia a condensazione

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
Rendimento caldaia	[%]	86%	103%	-19,4%
Q <sub>teorico</sub>	[kWh]	97.021	86.214	11,1%
EE <sub>teorico</sub>	[kWh]	14.569	14.414	1,1%
Q <sub>baseline</sub>	[kWh]	96.090	85.386	11,1%
EE <sub>Baseline</sub>	[kWh]	14.356	14.204	1,1%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO <sub>2</sub> ]	19.410	17.248	11,1%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO <sub>2</sub> ]	6.704	6.633	1,1%
<b>Emiss. CO2 TOT</b>	<b>[kgCO<sub>2</sub>]</b>	<b>26.115</b>	<b>23.881</b>	<b>8,6%</b>
Fornitura Termica, C <sub>Q</sub>	[€]	7.857	6.981	11,1%
Fornitura Elettrica, C <sub>EE</sub>	[€]	3.167	3.133	1,1%
<b>Fornitura Energia, C<sub>E</sub></b>	<b>[€]</b>	<b>11.024</b>	<b>10.115</b>	<b>8,2%</b>
C <sub>MO</sub>	[€]	4.735	4.262	10,0%
C <sub>MS</sub>	[€]	1.259	1.259	0,0%
O&M (C <sub>MO</sub> + C <sub>MS</sub> )	[€]	5.994	5.521	7,9%
OPEX	[€]	17.018	15.636	8,1%
Classe energetica	[-]	D	D	+0 classi

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

I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,082 [€/kWh] per il vettore termico e 0,223 [€/kWh] per il vettore elettrico.

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



### 8.1.3 Impianto di illuminazione ed impianto elettrico

#### EEM6: Installazione lampade a LED a basso consumo

##### Generalità

Si prevede la sostituzione delle pre-esistenti sorgenti luminose con sorgenti luminose a LED più efficienti nel rispetto dei livelli di illuminamento preesistenti.

Una maggiore efficienza luminosa consente di ridurre i consumi di energia elettrica e di aumentare la vita utile dei singoli corpi illuminanti.

##### Caratteristiche funzionali e tecniche

Si sostituiscono le seguenti sorgenti luminose:

- Lampade fluorescenti 1x36W con lampade LED da 1x20 W;
- Lampade fluorescenti 2x36W con lampade LED da 1x36 W;
- Lampade fluorescenti 4x18W con lampade LED da 1x36 W.

##### Prestazioni raggiungibili

I miglioramenti ottenibili tramite l'attuazione della EEM5 sono riportati nella Tabella 8.6 e nella Figura 8.6.

Tabella 8.6 – Risultati analisi EEM6 – Installazione lampade a LED

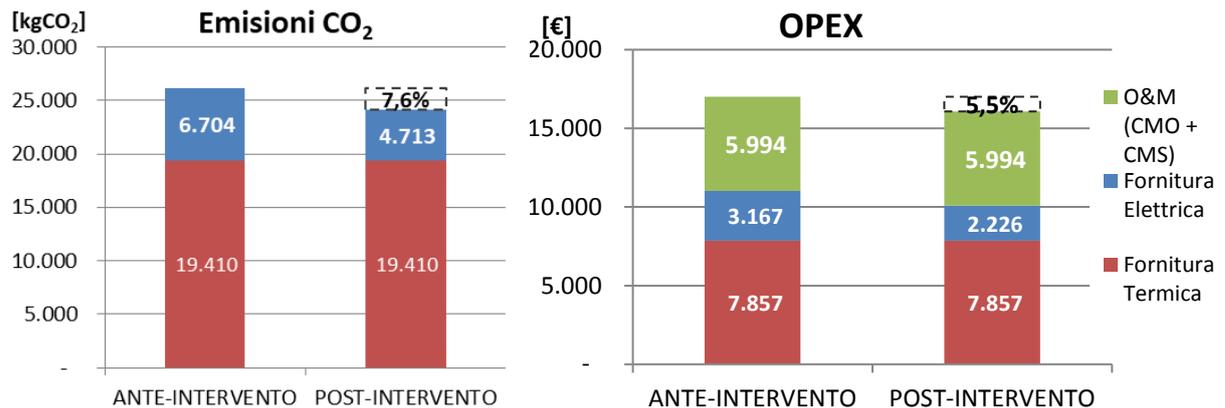
CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
Potenza totale illuminazione	[kW]	6,432	2,916	54,7%
Q <sub>teorico</sub>	[kWh]	97.021	97.021	0,0%
EE <sub>teorico</sub>	[kWh]	14.569	10.241	29,7%
Q <sub>baseline</sub>	[kWh]	96.090	96.090	0,0%
EE <sub>Baseline</sub>	[kWh]	14.356	10.091	29,7%
Emiss. CO <sub>2</sub> Termico	[kgCO <sub>2</sub> ]	19.410	19.410	0,0%
Emiss. CO <sub>2</sub> Elettrico	[kgCO <sub>2</sub> ]	6.704	4.713	29,7%
<b>Emiss. CO<sub>2</sub> TOT</b>	<b>[kgCO<sub>2</sub>]</b>	<b>26.115</b>	<b>24.123</b>	<b>7,6%</b>
Fornitura Termica, C <sub>Q</sub>	[€]	7.857	7.857	0,0%
Fornitura Elettrica, C <sub>EE</sub>	[€]	3.167	2.226	29,7%
<b>Fornitura Energia, C<sub>E</sub></b>	<b>[€]</b>	<b>11.024</b>	<b>10.083</b>	<b>8,5%</b>
C <sub>MO</sub>	[€]	4.735	4.735	0,0%

$C_{MS}$	[€]	1.259	1.259	0,0%
O&M ( $C_{MO} + C_{MS}$ )	[€]	5.994	5.994	0,0%
OPEX	[€]	17.018	16.077	5,5%
Classe energetica	[-]	D	D	+0 classi

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

I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,082 [€/kWh] per il vettore termico e 0,221 [€/kWh] per il vettore elettrico

Figura 8.6 – EEM5: Riduzione dei costi operativi e delle emissioni di CO<sub>2</sub> a partire dalla baseline



### Acqua calda sanitaria

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

## 9 VALUTAZIONE ECONOMICO-FINANZIARIA

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

#### **EEM1: Isolamento con cappotto interno**

Nella Tabella 9.1 è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 1.

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

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

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

Tabella 9.1 – Analisi dei costi della EEM1

DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO PREZZIARIO [€/m <sup>2</sup> cm]	PREZZO UNITARIO SCONTATO [€/m <sup>2</sup> cm]	TOTALE (IVA ESCLUSA) [€]	IVA [€]	TOTALE (IVA INCLUSA) [€]
Isolanti di origine minerale. Pannelli in silicato di calcio, per l'isolamento termoacustico a cappotto di facciate e soffitti; permeabili al vapore, antincendio, traspirabili, incombustibili (classe 0). Lambda = 0,045 W/mK spessore da 6 a 20 cm per ogni cm	Prezzario Regione Liguria	14174,87	m2cm	€ 3,49	€ 3,17	€ 44.973,01	22%	€ 54.867,07
Malta premiscelata Rivestimento minerale per rasature armate /cappotto termico idr/m2orepellente, impermeabile e traspirante in sacchi . Resa per mano 1,8 kg.	Prezzario Regione Liguria	1139,13	kg	€ 0,82	€ 0,75	€ 849,17	22%	€ 1.035,99
Collante cementizio per murature in cemento cellulare espanso.	Prezzario Regione Liguria	569,565	kg	€ 0,49	€ 0,45	€ 253,72	22%	€ 309,53
Impalcature per interni, realizzate con cavalletti, trabattelli, strutture tubolari, misurate in proiezione orizzontale, piani di lavoro per altezza da 2,00 a 4,00 metri.	Prezzario Regione Liguria	28,48	m2	€ 21,17	€ 19,25	€ 548,08	22%	€ 668,65
Intonaco interno in malta cementizia strato aggrappante a base di cemento portland, sabbie classificate ed additivi specifici spessore 5 mm circa.	Prezzario Regione Liguria	1139,13	m2	€ 4,80	€ 4,36	€ 4.970,75	22%	€ 6.064,31
Costi per la sicurezza	-	3%	%			€ 1.547,84	22%	€ 1.888,37
Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%			€ 3.611,63	22%	€ 4.406,19
<b>TOTALE (I<sub>0</sub> – EEM1)</b>						<b>€ 56.754</b>	<b>22%</b>	<b>€ 69.240,12</b>
Incentivi	[Conto termico]							€ 27.696,05
Durata incentivi (anni)								1
Incentivo annuo								€ 27.696,05

#### **EEM2: Isolamento esterno della copertura**

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

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

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

Tabella 9.2 è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 2.

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

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

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

Tabella 9.2 – Analisi dei costi della EEM2

DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO PREZZIARIO [€/m²cm]	PREZZO UNITARIO SCONTATO [€/m²cm]	TOTALE (IVA ESCLUSA) [€]	IVA [€]	TOTALE (IVA INCLUSA) [€]
Fornitura materiale isolante (materassino lana vetro 0.032 W/mK)	Prezziario Regione Liguria	337,35	m2	€ 10,83	€ 9,85	€ 3.321,36	22%	€ 4.052,06
Fornitura materiale isolante (materassino lana vetro 0.032 W/mK)	Prezziario Regione Liguria	337,35	m2	€ 13,27	€ 12,06	€ 4.069,67	22%	€ 4.964,99
Posa in opera materiale isolante	Prezziario Regione Liguria	674,7	m2	€ 7,84	€ 7,13	€ 4.808,77	22%	€ 5.866,70
Costi per la sicurezza	-	3%	%			€ 365,99	22%	€ 446,51
Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%			€ 853,99	22%	€ 1.041,86
<b>TOTALE (I<sub>0</sub> – EEM1)</b>						<b>€ 13.420</b>	<b>22%</b>	<b>€ 16.372,14</b>
<b>Incentivi</b>	<b>[Conto termico]</b>							<b>€ 6.548,85</b>
<b>Durata incentivi (anni)</b>								<b>1</b>
<b>Incentivo annuo</b>								<b>€ 6.548,85</b>

### **EEM3: Sostituzione del serramento comprensiva del telaio e del vetro**

Nella La realizzazione di tale intervento non consente l'ottenimento degli incentivi previsti dal conto termico 2.0.

Tabella 9.3 è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 3.

La realizzazione di tale intervento non consente l'ottenimento degli incentivi previsti dal conto termico 2.0.

Tabella 9.3 – Analisi dei costi della EEM3

DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO PREZZIARIO [€/m²cm]	PREZZO UNITARIO SCONTATO [€/m²cm]	TOTALE (IVA ESCLUSA) [€]	IVA [€]	TOTALE (IVA INCLUSA) [€]
Smontaggio e recupero delle parti	Prezziario	132,45	m2	€ 39,61	€ 36,01	€	22%	€ 5.818,67

riutilizzabili, incluso accantonamento nell'ambito del cantiere, di: serramenti in acciaio, PVC, alluminio, compreso telaio (misura minima 2,00 m <sup>2</sup> )	Regione Liguria								4.769,40			
Finestra o portafinestra in PVC completa di vetrocamera, qualità media, con valore massimo di trasmittanza U=2,8 W/m <sup>2</sup> K, controtelaio escluso, misurazione minima per serramento m <sup>2</sup> 1,0 apertura ad una o due ante o a vasistas	Prezziario Regione Liguria	132,45	m2	€	328,90	€	299,00	€	39.602,55	22%	€	48.315,11
Controtelaio per finestre, portefinestre e simili, in legno.	Prezziario Regione Liguria	46,03477	m	€	7,59	€	6,90	€	317,64	22%	€	387,52
Trasporto eseguito con autocarro, motocarro o simili, della portata fino a 1000 kg, di materiali di risulta da scavi e/o demolizioni, per ogni km del tratto entro i primi 5. Misurato in banco	Prezziario Regione Liguria	19,8675	m3	€	11,77	€	10,70	€	212,58	22%	€	259,35
Costi per la sicurezza	-	3%	%					€	1.347,07	22%	€	1.643,42
Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%					€	3.143,15	22%	€	3.834,65
<b>TOTALE (I<sub>0</sub> - EEM1)</b>								€	<b>49.392</b>	<b>22%</b>	€	<b>60.259</b>

#### **EEM4: Installazione di valvole termostatiche complete di collegamenti sui radiatori**

Nella La realizzazione di tale intervento non consente l'ottenimento degli incentivi previsti dal conto termico 2.0.

Tabella 9.4 è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 4.

La realizzazione di tale intervento non consente l'ottenimento degli incentivi previsti dal conto termico 2.0.

Tabella 9.4 – Analisi dei costi della EEM4

DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO PREZZIARIO [€/m <sup>2</sup> cm]	PREZZO UNITARIO SCONTATO [€/m <sup>2</sup> cm]	TOTALE (IVA ESCLUSA) [€]	IVA [€]	TOTALE (IVA INCLUSA) [€]
Valvole micrometriche a squadra complete di testa termostatica con elemento sensibile a gas: Ø 15 mm	Prezziario Regione Liguria	45	cad	€ 35,42	€ 32,20	€ 1.449,00	22%	€ 1.767,78
Circolatori per impianti di riscaldamento e condizionamento a velocità variabile, regolate elettronicamente, classe di protezione IP44, classe energetica A, 230V, del tipo: versione gemellare con attacchi flangiati, Ø 80, PN6, prevalenza da 1 a 12 m, portata da 1 a 58 m <sup>3</sup> /h	Prezziario Regione Liguria	1	cad	€ 4.587,21	€ 4.170,19	€ 4.170,19	22%	€ 5.087,63
Sola posa in opera di pompe e/o circolatori singoli o gemellari per fluidi caldi o freddi, compreso bulloni, guarnizioni e il collegamento alla linea elettrica, escluse le flange. Per attacchi del diametro nominale di: maggiore di 80 mm fino a 100 mm	Prezziario Regione Liguria	1	cad	€ 97,34	€ 88,49	€ 88,49	22%	€ 107,96
Interruttore automatico magnetotermico con potere di interruzione 4,5KA bipolare fino a 32 A - 230 V	Prezziario Regione Liguria	1	cad	€ 22,69	€ 20,63	€ 20,63	22%	€ 25,17

Impianti Elettrici Idraulici Riscaldamento Installatore 4° cat. ex operaio specializzato	Prezzario Regione Liguria	18	h	€ 31,88	€ 28,98	€ 521,67	22%	€ 636,44
Costi per la sicurezza	-	3%	%			€ 187,50	22%	€ 228,75
Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%			€ 437,50	22%	€ 533,75
<b>TOTALE (I<sub>0</sub> – EEM1)</b>						<b>€ 6.875</b>	<b>22%</b>	<b>€ 8.387</b>

### **EEM5: Installazione caldaia a condensazione**

Nella – Analisi dei costi della EEMè riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 5.

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

In particolare, l'intervento di isolamento di sostituzione della caldaia con un generatore di calore a condensazione, di cui all'articolo 4, comma 1, lettera c), prevede una percentuale incentivata della spesa pari al 40%, un costo massimo ammissibile pari a 130 €/kWh e un valore massimo dell'incentivo pari a 40.000 €.

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

Tabella 9.5 – Analisi dei costi della EEM5

DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO PREZZIARIO [€/m <sup>2</sup> cm]	PREZZO UNITARIO SCONTATO [€/m <sup>2</sup> cm]	TOTALE (IVA ESCLUSA) [€]	IVA [€]	TOTALE (IVA INCLUSA) [€]
Fornitura e posa della nuova caldaia a condensazione a basamento	Prezzario Regione Liguria	1	cad	€ 7.969,50	€ 7.245,00	€ 7.245,00	22%	€ 8.838,90
Sistema fumario prefabbricato a sezione circolare	Prezzario Regione Liguria	1	cad	€ 165,72	€ 150,65	€ 150,65	22%	€ 183,80
Accessori per caldaie a condensazione: Tubi Ø 80mm della lunghezza 1 m	Prezzario Regione Liguria	15	cad	€ 21,13	€ 19,21	€ 288,14	22%	€ 351,53
Accessori per caldaie a condensazione: Kit scarichi separati per tubi Ø 80mm	Prezzario Regione Liguria	1	cad	€ 28,46	€ 25,87	€ 25,87	22%	€ 31,56
Rimozione generatore esistente.	Prezzario Regione Liguria	1	cad	€ 1.426,90	€ 1.297,18	€ 1.297,18	22%	€ 1.582,56
Sola posa in opera di accessori per impianti di termoregolazione compresi collegamenti elettrici: sonde in genere	Prezzario Regione Liguria	1	cad	€ 120,60	€ 109,64	€ 109,64	22%	€ 133,76
Sola posa in opera di accessori per impianti di termoregolazione compresi collegamenti elettrici: interruttore orologio da inserire in quadro elettrico	Prezzario Regione Liguria	1	cad	€ 29,71	€ 27,01	€ 27,01	22%	€ 32,95
Interruttore orario digitale modulare per la programmazione settimanale a due canali	Prezzario Regione Liguria	1	cad	€ 146,74	€ 133,40	€ 133,40	22%	€ 162,75
Sonde di temperatura e umidità: sola temperatura, per impianti civili e industriali per esterno	Prezzario Regione Liguria	1	cad	€ 76,47	€ 69,52	€ 69,52	22%	€ 84,81
Opere edili Operaio Qualificato	Prezzario Regione Liguria	16	h	€ 34,41	€ 31,28	€ 500,51	22%	€ 610,62
Impianti Elettrici Idraulici Riscaldamento Installatore 4° cat. ex	Prezzario Regione	40	h	€ 31,88	€ 28,98	€ 1.159,27	22%	€ 1.414,31

operaio specializzato	Liguria								
Trasporto a discarica o a centro di riciclaggio di materiali di risulta provenienti da scavi e/o demolizioni	Prezzario Regione Liguria	60	m³km	€ 4,72	€ 4,29	€ 257,45	22%	€	314,09
Costi per la sicurezza	-	3%	%			€ 399,25	22%	€	487,09
Costi per la progettazione	-	7%	%			€ 931,58	22%	€	1.136,53
<b>TOTALE (I<sub>0</sub>)</b>						<b>€ 14.639</b>	<b>22%</b>	<b>€</b>	<b>17.860</b>
Incentivi	<b>Conto termico</b>							€	<b>7.144</b>
Durata incentivi (anni)									<b>1</b>
Incentivo annuo								€	<b>7.144</b>

### EEM6: Installazione lampade a LED a basso consumo

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

In particolare, l'intervento di sostituzione di corpi illuminanti con lampade a LED, di cui all'articolo 4, comma 1, lettera f), prevede una percentuale incentivata della spesa pari al 40%, un costo massimo ammissibile pari a 35 €/mq e un valore massimo dell'incentivo pari a 70.000 €.

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

Tabella 9.6 è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 6.

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

In particolare, l'intervento di sostituzione di corpi illuminanti con lampade a LED, di cui all'articolo 4, comma 1, lettera f), prevede una percentuale incentivata della spesa pari al 40%, un costo massimo ammissibile pari a 35 €/mq e un valore massimo dell'incentivo pari a 70.000 €.

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

Tabella 9.6 – Analisi dei costi della EEM5

DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO PREZZIARIO [€/m²cm]	PREZZO UNITARIO SCONTATO [€/m²cm]	TOTALE (IVA ESCLUSA) [€]	IVA [€]	TOTALE (IVA INCLUSA) [€]
Installazione lampada LED 1x36W	Prezzario Regione Liguria	427	cad	€ 156,66	€ 142,42	€ 60.812,56	22%	€ 74.191,33
Installazione lampada LED 1x20W	Prezzario Regione Liguria	9	cad	€ 98,61	€ 89,65	€ 806,81	22%	€ 984,31
Costi per la sicurezza	-	3%	%			€ 1.848,58	22%	€ 2.255,27
Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%			€ 4.313,36	22%	€ 5.262,29
<b>TOTALE (I<sub>0</sub>)</b>						<b>€ 67.781</b>	<b>22%</b>	<b>€ 82.693</b>
Incentivi	<b>[Conto termico]</b>							€ <b>33.077,28</b>
Durata incentivi (anni)								<b>1</b>
Incentivo annuo								€ <b>33.077,28</b>

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

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

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

Gli indicatori economici d'investimento utilizzati sono:

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

Essi sono così definiti:

1) Tempo di ritorno semplice (TRS):

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

Dove:

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

2) Tempo di ritorno attualizzato (TRA):

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

Dove:

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

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

Dove:

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

3) Valore Attuale Netto (VAN) del progetto:

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

Dove:

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

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

5) Indice di Profitto (IP):

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

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

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

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

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

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

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

### **EEM1: Isolamento con cappotto interno**

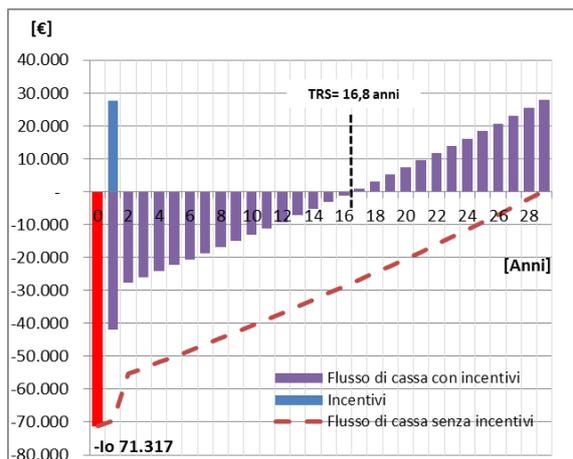
L'analisi di convenienza effettuata per la EEM 1 porta alla valutazione dei seguenti indici finanziari:

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

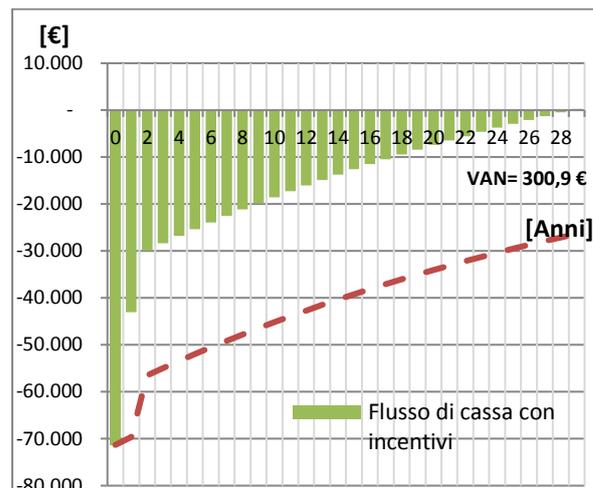
PARAMETRO FINANZIARIO		U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	$I_0$	€	69.240
Oneri Finanziari % $I_0$	OF	[%]	3,0%
Aliquota IVA	%IVA	[%]	22,0%
Anno recupero erariale IVA	$n_{IVA}$	anni	3
Vita utile	$n$	anni	30
Incentivo annuo	B	€/anno	27.696
Durata incentivo	$n_B$	anni	1
Tasso di attualizzazione	$i$	[%]	3,5%
INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE SENZA INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS	28,9	16,8
Tempo di rientro attualizzato	TRA	47,6	28,9
Valore attuale netto	VAN	- 26.330	301
Tasso interno di rendimento	TIR	0,0%	4,1%
Indice di profitto	IP	-0,38	0,00

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

Figura 9.1 –EEM1: Flussi di Cassa, con e senza incentivi      Figura 9.2 – EEM1: Flussi di Cassa Attualizzati, con e



senza incentivi



Dall'analisi effettuata è emerso che il pay-back dell'investimento è inferiore al periodo di vita utile dell'intervento.

### EEM2: Isolamento esterno della copertura

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

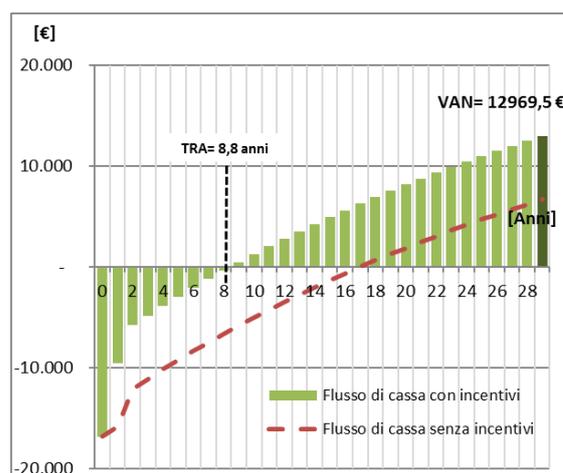
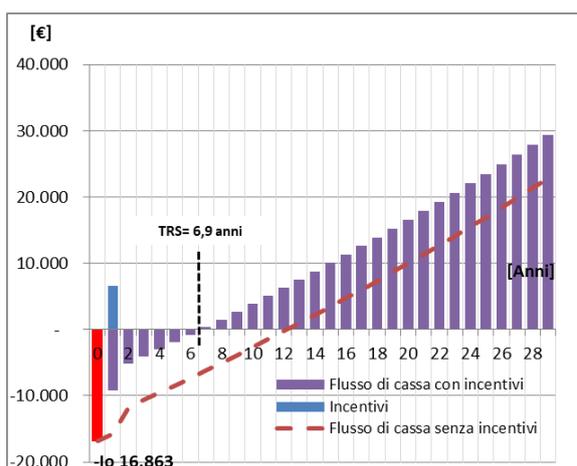
Tabella 9.8 – Risultati dell'analisi di convenienza della EEM2– Isolamento esterno della copertura

PARAMETRO FINANZIARIO		U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	$I_0$	€	16.372
Oneri Finanziari % $I_0$	OF	[%]	3,0%
Aliquota IVA	%IVA	[%]	22,0%
Anno recupero erariale IVA	$n_{IVA}$	anni	3
Vita utile	n	anni	30
Incentivo annuo	B	€/anno	6.549
Durata incentivo	$n_B$	anni	1
Tasso di attualizzazione	i	[%]	3,5%
INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE SENZA INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS	12,3	6,9
Tempo di rientro attualizzato	TRA	17,3	8,8
Valore attuale netto	VAN	6.673	12.969
Tasso interno di rendimento	TIR	7,3%	12,9%
Indice di profitto	IP	0,41	0,79

I flussi di cassa rappresentativi dell'analisi sono riportati nelle Figura 9.3 e Figura 9.4.

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

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



Dall'analisi effettuata è emerso che il pay-back dell'investimento è inferiore al periodo di vita utile dell'intervento.

### **EEM3: Sostituzione del serramento comprensiva del telaio e del vetro**

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

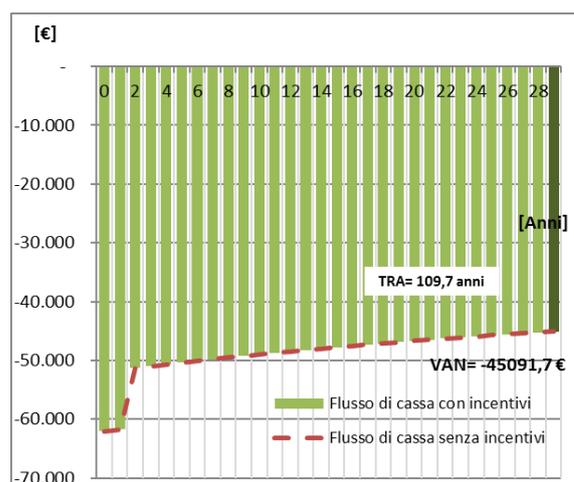
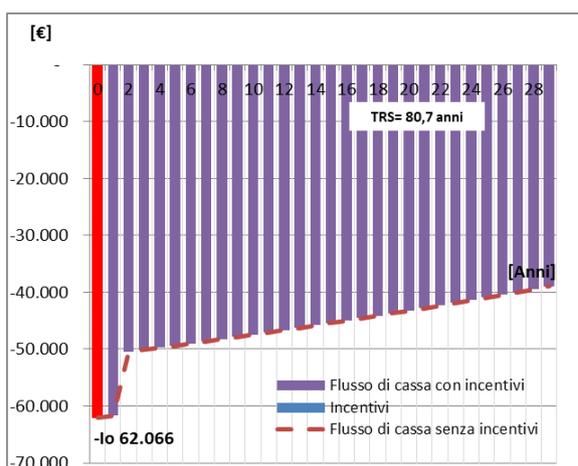
Tabella 9.9 – Risultati dell'analisi di convenienza della EEM3– Sostituzione del serramento comprensiva del telaio e del vetro

PARAMETRO FINANZIARIO		U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	$I_0$	€	60.259
Oneri Finanziari % $I_0$	OF	[%]	3,0%
Aliquota IVA	%IVA	[%]	22,0%
Anno recupero erariale IVA	$n_{IVA}$	anni	3
Vita utile	n	anni	30
Incentivo annuo	B	€/anno	-
Durata incentivo	$n_B$	anni	1
Tasso di attualizzazione	i	[%]	3,5%
INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE SENZA INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS	80,7	80,7
Tempo di rientro attualizzato	TRA	109,7	109,7
Valore attuale netto	VAN	- 45.092	- 45.092
Tasso interno di rendimento	TIR	-7,3%	-7,3%
Indice di profitto	IP	-0,75	-0,75

I flussi di cassa rappresentativi dell'analisi sono riportati nelle Figura 9.5 e Figura 9.6.

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

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



Dall'analisi effettuata è emerso che il pay-back dell'investimento è maggiore del periodo di vita utile dell'intervento.

#### **EEM4: Installazione di valvole termostatiche complete di collegamenti sui radiatori**

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

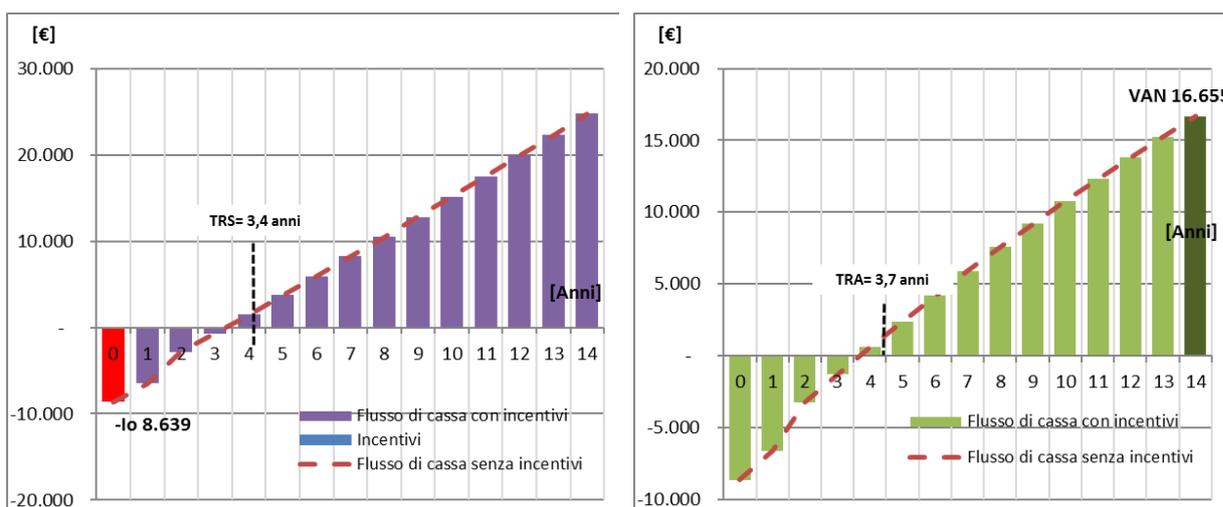
Tabella 9.10 – Risultati dell'analisi di convenienza della EEM4– Installazione caldaia a condensazione

PARAMETRO FINANZIARIO		U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	$I_0$	€	8.387
Oneri Finanziari % $l_0$	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	1
Tasso di attualizzazione	$i$	[%]	3,5%
INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE SENZA INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS	3,4	3,4
Tempo di rientro attualizzato	TRA	3,7	3,7
Valore attuale netto	VAN	16.655	16.655
Tasso interno di rendimento	TIR	27,5%	27,5%
Indice di profitto	IP	1,99	1,99

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

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

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



Dall'analisi effettuata è emerso che il pay-back dell'investimento è inferiore al periodo di vita utile dell'intervento.

### **EEM5: Installazione caldaia a condensazione**

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

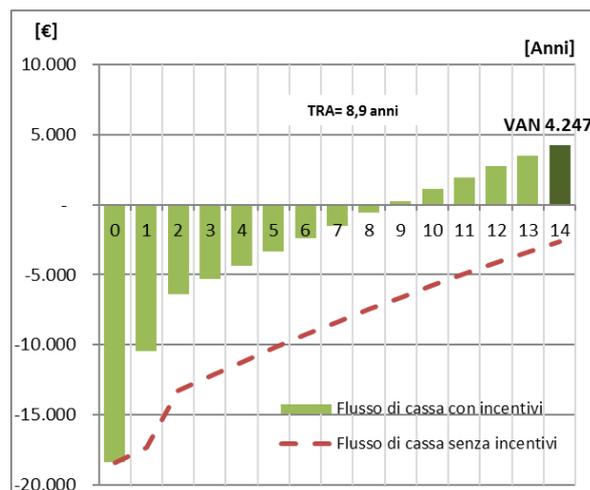
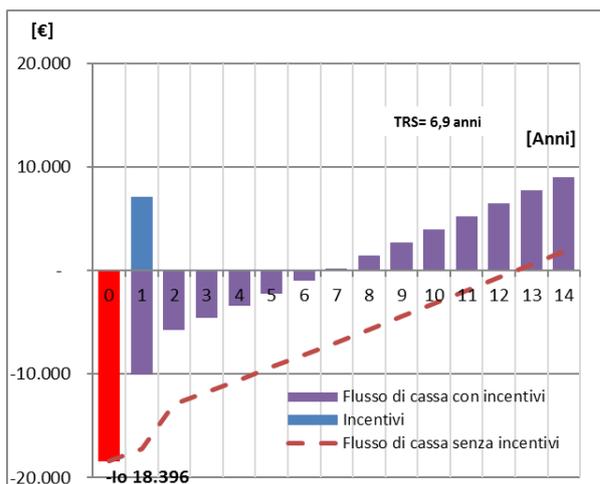
Tabella 9.11 – Risultati dell'analisi di convenienza della EEM5– Installazione caldaia a condensazione

PARAMETRO FINANZIARIO		U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	$I_0$	€	17.860
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	7.144
Durata incentivo	$n_B$	anni	1
Tasso di attualizzazione	i	[%]	3,5%
INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE SENZA INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS	12,6	6,9
Tempo di rientro attualizzato	TRA	17,5	8,9
Valore attuale netto	VAN	- 2.622	4.247
Tasso interno di rendimento	TIR	1,5%	9,4%
Indice di profitto	IP	-0,15	0,24

I flussi di cassa rappresentativi dell'analisi sono riportati nelle Figura 9.9 e Figura 9.10.

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

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



Dall'analisi effettuata è emerso che il pay-back dell'investimento è inferiore al periodo di vita utile dell'intervento.

### **EEM6: Installazione lampade a LED a basso consumo**

L'analisi di convenienza effettuata per la EEM6 porta alla valutazione dei seguenti indici finanziari:

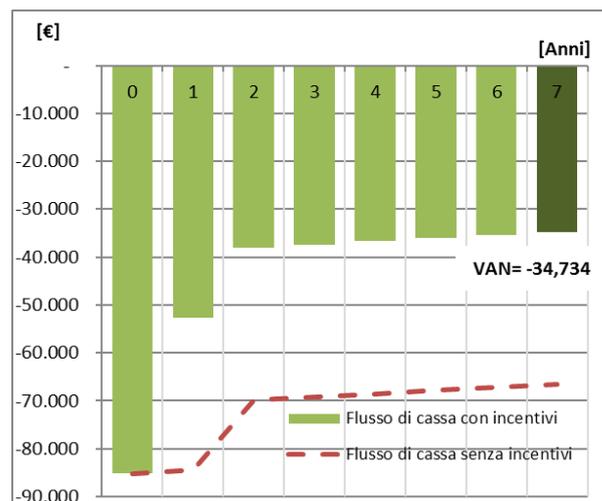
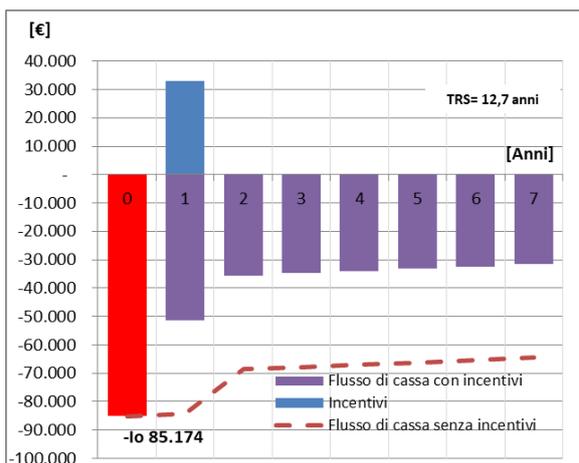
Tabella 9.12 – Risultati dell'analisi di convenienza della EEM6– Installazione lampade a LED

PARAMETRO FINANZIARIO		U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	$I_0$	€	82.693
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	33.077
Durata incentivo	$n_B$	anni	1
Tasso di attualizzazione	$i$	[%]	3,5%
INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE SENZA INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS	33,1	12,7
Tempo di rientro attualizzato	TRA	36,6	13,5
Valore attuale netto	VAN	- 66.539	- 34.734
Tasso interno di rendimento	TIR	-35,8%	-22,3%
Indice di profitto	IP	-0,80	-0,42

I flussi di cassa rappresentativi dell'analisi sono riportati nelle Figura 9.11 e Figura 9.12.

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

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



Dall'analisi effettuata è emerso che il pay-back dell'investimento è maggiore del periodo di vita utile dell'intervento.

## Sintesi

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

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

	SENZA INCENTIVI											
	% $\Delta E$ [%]	% $\Delta_{CO_2}$ [%]	$\Delta C_E$ [€/anno]	$\Delta C_{MO}$ [€/anno]	$\Delta C_{MS}$ [€/anno]	$I_0$ [€]	TRS [anni]	TRA [anni]	n [anni]	VAN [€]	TIR [%]	IP [-]
EEM 1	22,5%	19,5%	2.064	0	0	69.240	28,9	47,6	30	-26.330	0,00%	-0,38
EEM 2	14,0%	12,1%	1.284	0	0	16.372	12,3	17,3	30	6.673	7,3%	0,41
EEM 3	4,7%	4,0%	427,5	0	0	60.259	80,7	109,7	30	-45.092	-7,3%	-0,75
EEM 4	22,5%	19,6%	2.088	0	0	8.387	3,4	3,7	15	16.655	27,5%	1,99
EEM 5	11,1%	8,6%	909	0	0	17.860	12,6	17,5	15	-2.662	1,5%	-0,15
EEM 6	3,9%	7,6%	941	0	0	82.693	33,1	36,1	8	-66.539	-35,8%	-0,80

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

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

Dall'analisi dei risultati emerge che gli interventi di isolamento delle pareti verticali, l'isolamento della copertura e installazione di valvole termostatiche possiedono un tempo di ritorno inferiore alla propria vita utile.

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

	CON INCENTIVI											
	% $\Delta E$ [%]	% $\Delta_{CO_2}$ [%]	$\Delta C_E$ [€/anno]	$\Delta C_{MO}$ [€/anno]	$\Delta C_{MS}$ [€/anno]	$I_0$ [€]	TRS [anni]	TRA [anni]	n [anni]	VAN [€]	TIR [%]	IP [-]

EEM 1	22,5%	19,5%	2.064	0	0	69.240	16,8	28,9	30	301	4,1%	0,00
EEM 2	14,0%	12,1%	1.284	0	0	16.372	6,9	8,8	30	12.969	12,9%	0,79
EEM 3	4,7%	4,0%	427,5	0	0	60.259	39,7	46,7	30	22.168	-4,1%	-0,37
EEM 4	22,5%	19,6%	2.088	474	0	8.387	3,4	3,7	15	16.655	27,5%	1,99
EEM 5	11,1%	8,6%	909	474	0	17.860	6,9	8,9	15	4.247	9,4%	0,24
EEM 6	3,9%	7,6%	941	0	0	82.693	12,7	13,5	8	-34.734	-22%	-0,42

Dall'analisi dei risultati emerge che l'utilizzo degli incentivi permette solo all'intervento di installazione della caldaia a condensazione di ottenere un tempo di ritorno semplice inferiore a quello della propria vita utile.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Dove:

- $Kd$  è costo del debito, sarà ipotizzato pari a 3.82%
- $Ke$  è il costo dell'equity, ossia il rendimento atteso dall'investitore, sarà ipotizzato pari a 9.00%
- $D$  è il Debito, pari a 80% di  $I_0$
- $E$  è l'Equity, pari a 20% di  $I_0$
- $\frac{D}{D+E}$  è la leva finanziaria, sarà quindi pari a 80%

- $\tau$  è l'aliquota fiscale, posta pari al 27.9% essendo la somma dell'aliquota IRES, pari al 24%, e quella IRAP pari al 3,9%.

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

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

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

Essi sono così definiti:

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

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

Dove:

- $FCO_n$  sono i flussi di cassa operativi nell'anno corrente n-esimo;
- $K_n$  è la quota capitale da rimborsare nell'anno n-esimo;
- $I_n$  è la quota interessi da ripagare nell'anno n-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:(Soluzione ottimale a 15 anni) SCN1:** Non è stato possibile individuare nessuno scenario che rispettasse il requisito del salto di due classi energetiche. È stato comunque realizzato uno scenario, che consente un miglioramento del parametro di efficienza energetica dell’edificio di una classe, combinando gli interventi EEm2, EEM4 e EEM5.
- **Scenario 2: (Soluzione ottimale a 25 anni) SCN2:** Tale scenario consiste nella realizzazione in combinazione i seguenti singoli interventi sopradescritti: isolamento con cappotto interno EEM1, isolamento interno della copertura EEM2, installazione di valvole termostatiche EEM4 e sostituzione della caldaia con una a condensazione EEM5.

### 9.3.1 Scenario 1: SCN1 (Soluzione ottimale a 15 anni)

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

**EEM2: Isolamento interno della copertura**

**EEM4: Installazione di valvole termostatiche complete di collegamenti sui radiatori**

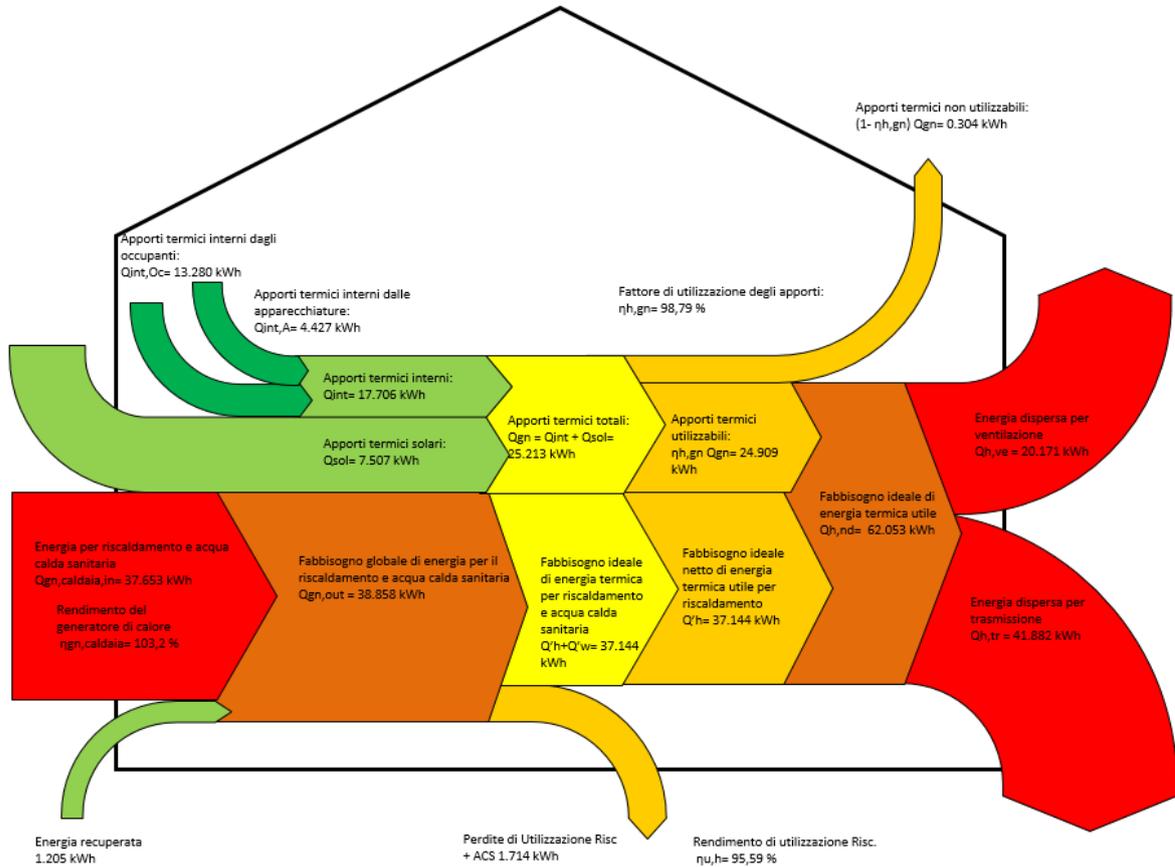
**EEM5: Installazione caldaia a condensazione**

Tabella 9.15 – Combinazione di EEM proposta per lo scenario 1

VOCE INVESTIMENTO	TOTALE (IVA ESCLUSA)	IVA AL 22%	TOTALE (IVA INCLUSA)
	[€]	[€]	[€]
EEM2 Fornitura & Posa	12.200	2.684	14.884
EEM4 Fornitura & Posa	6.250	1.375	7.625
EEM5 Fornitura & Posa	11.380	2.504	13.884
Costi per la sicurezza	895	197	1.092
Costi per la progettazione	2.088	459	2.547
<b>TOTALE (I<sub>0</sub>)</b>	<b>33.206</b>	<b>7.305</b>	<b>40.511</b>
VOCE MANUTENZIONE	C <sub>MO</sub> (IVA INCLUSA)	C <sub>MS</sub> (IVA INCLUSA)	C <sub>M</sub> (IVA INCLUSA)
	[€]	[€]	[€]
EEM2 O&M	-	-	-
EEM4 O&M	4.735	1.259	5.994
EEM5 O&M	4.735	1.259	5.994
<b>TOTALE (C<sub>M</sub>)</b>	<b>4.735</b>	<b>1.259</b>	<b>5.994</b>
VOCE INCENTIVO	DESCRIZIONE	TOTALE (IVA INCLUSA)	
		[€]	
Incentivi	[Conto termico]	16.512	
Durata incentivi		<b>1 anno</b>	
Incentivo annuo		16.512	

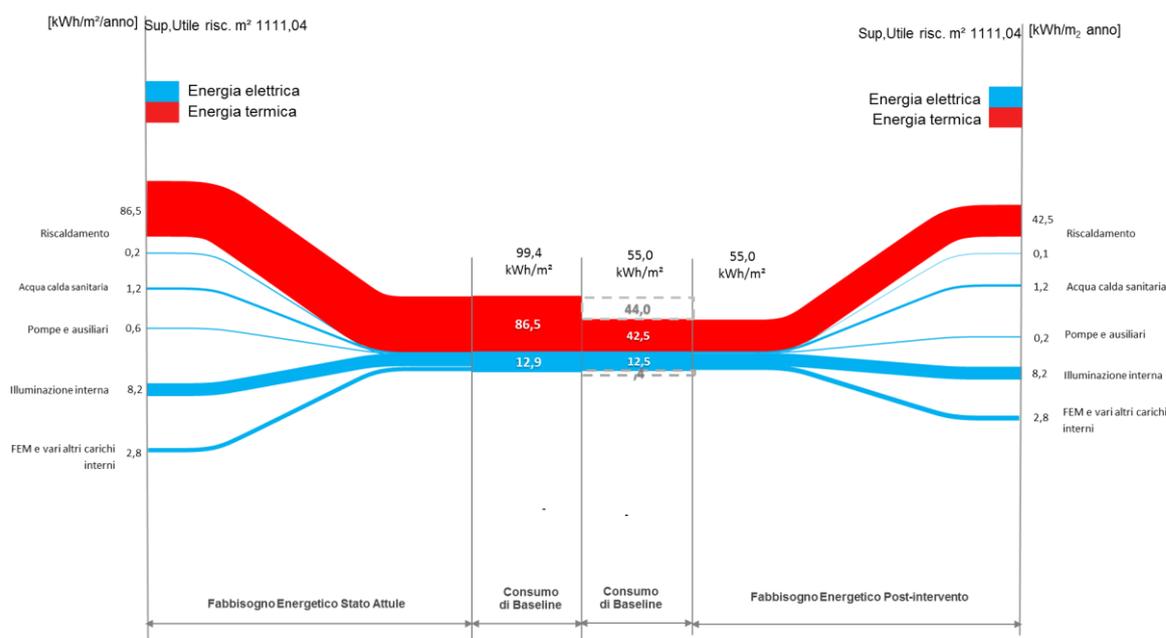
A seguito della modellazione dei due scenari ottimali è stato possibile rappresentare i risultati del bilancio energetico termico nella forma di diagramma di sankey relativo alle situazioni post-intervento.

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



Dall'analisi dei diagrammi di Sankey relativo al fabbisogno termico dell'edificio post intervento è possibile notare che le quote parti di energia dispersa per trasmissione e ventilazione rappresentano, in egual misura, le componenti energetiche maggiormente disperdenti.

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



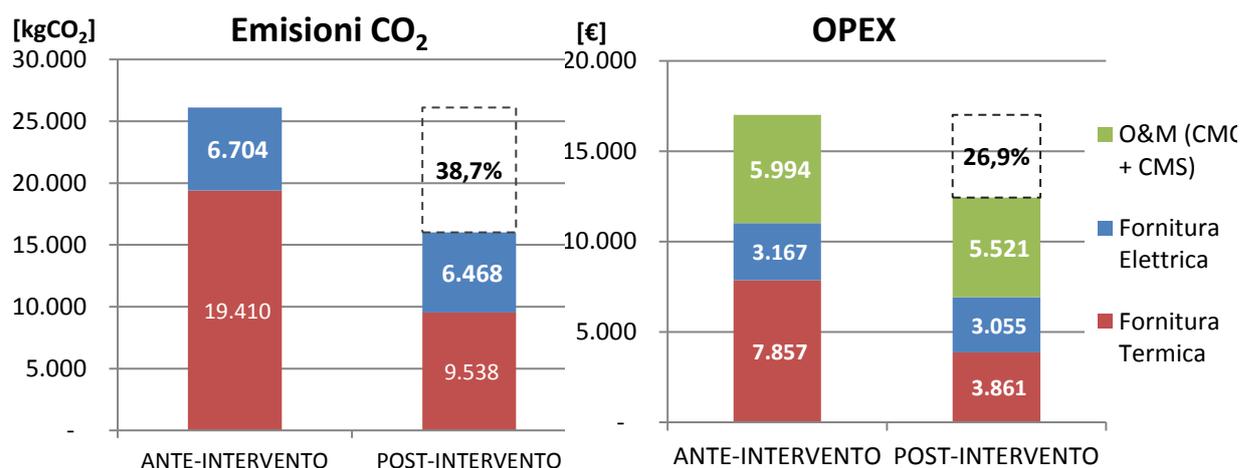
I miglioramenti ottenibili tramite l'attuazione dello Scenario 1 sono riportati nella Tabella 9.21 e nella Figura 9.21.

Tabella 9.16 – Risultati analisi SCN1

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE %
EEM2 Trasmittanza soffitto oggetto di intervento	[W/m²K]	1,636	0,22	<b>86,6%</b>
EEM4 Valvole termostatiche	-	-	-	-
EEM5 Rendimento caldaia	[%]	86	107,3	<b>-24,8%</b>
Q <sub>teorico</sub>	[kWh]	97.021	47.673	<b>50,9%</b>
EE <sub>teorico</sub>	[kWh]	14.569	14.054	<b>3,5%</b>
Q <sub>baseline</sub>	[kWh]	96.090	47.216	<b>50,9%</b>
EE <sub>baseline</sub>	[kWh]	14.356	13.849	<b>3,5%</b>
Emiss. CO2 Termico	[kgCO <sub>2</sub> ]	19.410	9.538	<b>50,9%</b>
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO <sub>2</sub> ]	6.704	6.468	<b>3,5%</b>
<b>Emiss. CO2 Totale</b>	<b>[kgCO<sub>2</sub>]</b>	<b>26.115</b>	<b>16.005</b>	<b>38,7%</b>
Fornitura Termica, C <sub>Q</sub>	[€]	7.857	3.861	<b>50,9%</b>
Fornitura Elettrica, C <sub>EE</sub>	[€]	3.167	3.055	<b>3,5%</b>
<b>Fornitura Energia, C<sub>E</sub></b>	<b>[€]</b>	<b>11.024</b>	<b>6.916</b>	<b>37,3%</b>
Costo Manutenzione Ordinaria, C <sub>MO</sub>	[€]	4.735	4.262	<b>10,0%</b>
Costo Manutenzione Straordinaria, C <sub>MS</sub>	[€]	1.259	1.259	<b>0,0%</b>
Costo per O&M (C <sub>M</sub> = C <sub>MO</sub> + C <sub>MS</sub> )	[€]	<b>5.994</b>	<b>5.521</b>	<b>7,9%</b>
OPEX	[€]	<b>17.018</b>	<b>12.436</b>	<b>26,9%</b>
Classe energetica	[-]	D	C	<b>+1 classe</b>

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

I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,082 [€/kWh] per il vettore termico e 0,221 [€/kWh] per il vettore elettrico

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

E' stato quindi possibile presentare un modello semplificato di Piano Economico Finanziario (PEF) indicativo, i cui calcoli di dettaglio sono riportati all'Allegato L – Piano Economico Finanziario scenari. I risultati dell'analisi sono riportati nella Tabella 9.22, Tabella 9.23 e Tabella 9.24 e nelle successive figure.

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

PARAMETRI FINANZIARI		
Anni Costruzione	$n_i$	1
Anni Gestione Servizio	$n_s$	14
Anni Concessione	$n$	15
Anno inizio Concessione	$n_o$	2020
Anni dell'ammortamento	$n_A$	10
Saggio Cassa Deposito e Prestiti	$k_{CdP}$	2,00%
Costo Capitale Azienda	WACC	4,00%
$k_{progetto} = \text{Max}(WACC; k_{CdP})$	$k_{progetto}$	4,00%
Inflazione ISTAT	$f$	0,50%
deriva dell'inflazione	$f'$	0,70%
%, interessi debito	$k_D$	3,82%
%, interessi equity	$k_E$	9,00%
Aliquota IRES	IRES	24,0%
Aliquota IRAP	IRAP	3,9%
Aliquota fiscale	$\tau$	27,90%
Anni debito (finanziamento)	$n_D$	9
Anni Equity	$n_E$	14
Costi d'Investimento diretti, IVA incl.	$I_o$	€ 40.511
Oneri Finanziari (costi indiretti)	%Of	3,00%
Costi d'Investimento indiretti, IVA incl.	Of	€ 1.215
Costi d'Investimento (diretti+Indiretti) , IVA incl.	CAPEX	€ 41.726
%CAPEX a Debito	D	80,0%
%CAPEX a Equity	E	20,00%
Debito	$I_D$	€ 33.381
Equity	$I_E$	€ 8.345
Fattore di annualità Debito	FA <sub>D</sub>	7,61
Rata annua debito	$q_D$	€ 4.388

## E1380 - CPIA (Centro istruzione per gli adulti)

Costo finanziamento, (D+INT <sub>D</sub> )	$q_D * n_D$	€	39.495
Costi per interessi debito, INT <sub>D</sub>	$INT_D = q_D * n_D - D$	€	6.115

Tabella 9.18 – Parametri Economici dell'analisi di redditività dello SCN1

PARAMETRI ECONOMICI			
Costo annuo energia pre-intervento, IVA escl.	$C_{E0}$	€	9.036
Costo annuo O&M pre-intervento, IVA escl.	$C_{M0}$	€	3.882
Spesa PA pre-intervento (Baseline)	$C_{Baseline}$	€	<b>12.917</b>
Altri costi di gestione ESCo post-intervento, IVA escl.	$C_{Altro}$	€	-
Riduzione% costi fornitura Energia	$\% \Delta C_E$		<b>37,3%</b>
Riduzione% costi O&M	$\% \Delta C_M$		<b>10,0%</b>
Obiettivo riduzione spesa PA	$\% C_{Baseline}$		<b>5,0%</b>
Risparmio annuo PA garantito	<b>45,6%</b>	€	<b>3.082</b>
Risparmio annuo PA immediato durante la gestione	<b>Risp.IM</b>	€	646
Risparmio PA durante la concessione	<b>14%</b>	€	30.547
Risparmio annuo PA al termine della concessione	<b>Risp.Term.</b>	€	4.493
N° di Canoni annuali	<b>anni</b>		<b>14</b>
Utile lordo della ESCO	$\% CAPEX$		<b>17,03%</b>
Costo Contrattuale ESCO €/anno IVA escl.	$C_{ESCO}$	€	508
Costi FTT €/anno IVA escl.	$C_{FTT}$	€	437
Costi CAPEX €/anno IVA escl.	$C_{CAPEX}$	€	1.492
Canone O&M €/anno	$C_{nM}$	€	3.627
Canone Energia €/anno	$C_{nE}$	€	6.208
Canone Servizi €/anno IVA escl.	$C_{nS}$	€	9.835
Canone Disponibilità €/anno IVA escl.	$C_{nD}$	€	2.436
Canone Totale €/anno IVA escl.	$C_n$	€	<b>12.272</b>
Aliquota IVA %	<b>IVA</b>		<b>22%</b>
Rimborso erariale IVA	$R_{IVA}$	€	7.305
Ricavi da Incentivi, esenti d'IVA	$R_B$	€	13.535
Durata Incentivi, anni	$n_B$		<b>1</b>
Inizio erogazione Incentivi, anno			<b>2022</b>

Tabella 9.19 – Risultati dell'analisi di redditività e sostenibilità finanziaria della SCN1

INDICATORI DI REDDITIVITA DEL PROGETTO PRE-IMPOSTE			Convieni
Tempo di Ritorno Semplice, Spb = Io / FC, Anni	<b>T.R.S.</b>		<b>8,66</b>
Tempo di Ritorno Attualizzato T.R.A., anni	<b>T.R.A.</b>		<b>11,49</b>
Valore Attuale Netto, VAN = VA - Io	<b>VAN &gt; 0</b>		<b>€ 4.164</b>
Tasso interno di rendimento del progetto	<b>TIR &gt; WACC</b>		<b>6,41%</b>
Indice di Profitto	<b>IP</b>		<b>10,28%</b>
INDICATORI DI REDDITIVITA DELLA ESCO PRE-IMPOSTE			Convieni
Tempo di Ritorno Semplice, Spb = Io / FC, Anni	<b>T.R.S.</b>		<b>11,5</b>
Tempo di Ritorno Attualizzato T.R.A., anni	<b>T.R.A.</b>		<b>10</b>
Valore Attuale Netto, VAN = VA - Io	<b>VAN &gt; 0</b>		<b>€ 3.388</b>
Tasso interno di rendimento dell'azionista	<b>TIR &gt; ke</b>		<b>44,78%</b>
Debit Service Cover Ratio	<b>DSCR &lt; 1,3</b>		<b>1,056</b>
Loan Life Cover Ratio	<b>LLCR &gt; 1</b>		<b>1,075</b>

Figura 9.16 –SCN1: Flussi di cassa del progetto

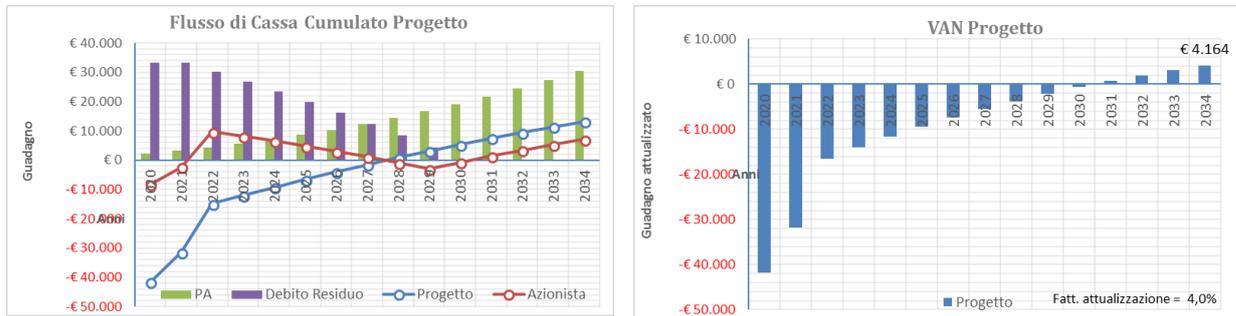


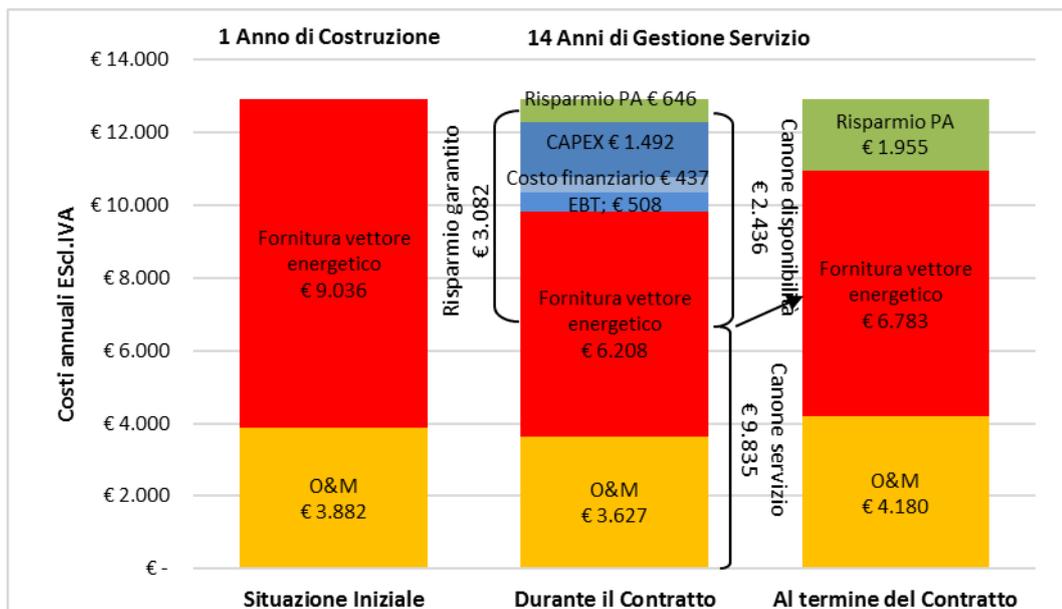
Figura 9.17 – SCN1: Flussi di cassa dell'azionista



Dall’analisi effettuata è emerso che lo scenario risulta finanziariamente sostenibile in quanto l’indice DSCR presenta un valore positivo e vicino a 1,3 e l’indice LLCR presenta un valore maggiore di 1.

Infine si è provveduto all’identificazione del possibile canone applicabile nel caso di attuazione dello scenario ottimale con incentivi attraverso la partecipazione di ESCO secondo lo schema di EPC descritto in Figura 9.24.

Figura 9.18 – Scenario 1: Schema di Energy Performance Contract



### 9.3.2 Scenario 2: SCN2 (Soluzione ottimale a 25 anni)

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

**EEM1: Isolamento con cappotto interno**

**EEM2: Isolamento interno della copertura**

**EEM4: Installazione di valvole termostatiche complete di collegamenti sui radiatori**

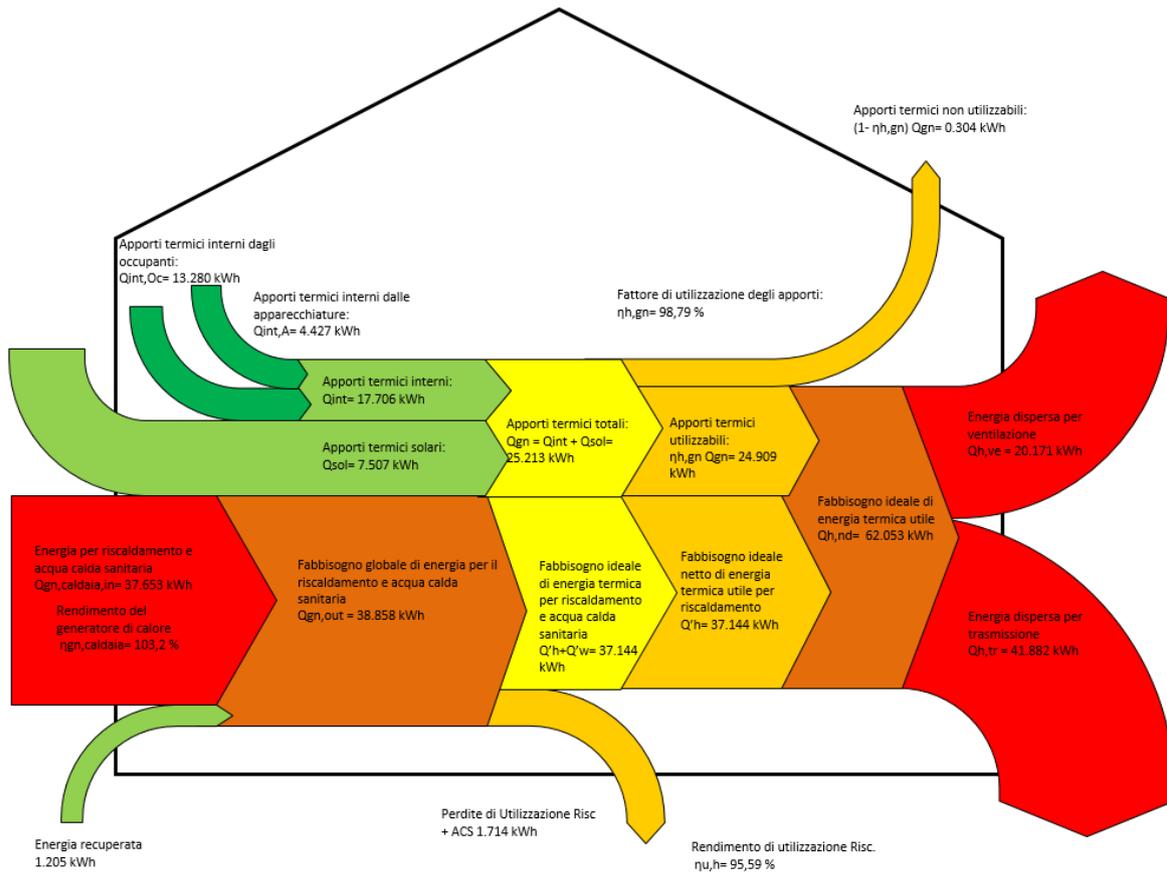
**EEM5: Installazione caldaia a condensazione**

Tabella 9.20 – Combinazione di EEM proposta per lo scenario 2

VOCE INVESTIMENTO	TOTALE (IVA ESCLUSA)	IVA AI 22%	TOTALE (IVA INCLUSA)
	[€]	[€]	[€]
EEM1 Fornitura & Posa	51.595	11.351	62.946
EEM2 Fornitura & Posa	12.200	2.684	14.884
EEM4 Fornitura & Posa	6.250	1.375	7.625
EEM5 Fornitura & Posa	12.126	2.668	14.794
Costi per la sicurezza	2.465	542	3.007
Costi per la progettazione	5.752	1.265	7.017
<b>TOTALE (I<sub>0</sub>)</b>	<b>90.388</b>	<b>19.885</b>	<b>110.273</b>
VOCE MANUTENZIONE	C <sub>MO</sub> (IVA INCLUSA)	C <sub>MS</sub> (IVA INCLUSA)	C <sub>M</sub> (IVA INCLUSA)
	[€]	[€]	[€]
EEM1 O&M	-	-	-
EEM2 O&M	-	-	-
EEM4 O&M	4.735	1.259	5.994
EEM5 O&M	4.735	1.259	5.994
<b>TOTALE (C<sub>M</sub>)</b>	<b>4.735</b>	<b>1.259</b>	<b>5.994</b>
VOCE INCENTIVO	DESCRIZIONE	TOTALE (IVA INCLUSA)	
		[€]	
Incentivi	[Conto termico]	56.037	
Durata incentivi		1 anno	
Incentivo annuo		56.037	

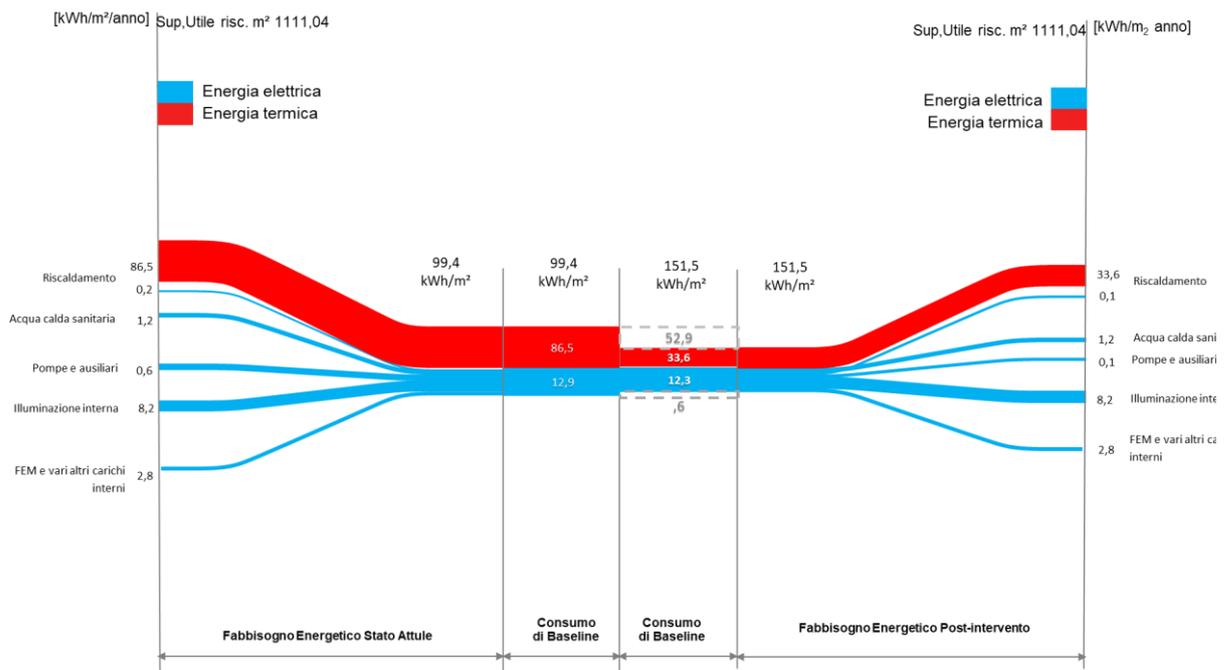
A seguito della modellazione dei due scenari ottimali è stato possibile rappresentare i risultati del bilancio energetico termico nella forma di diagramma di sankey relativo alle situazioni post-intervento.

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



Dall'analisi dei diagrammi di Sankey relativo al fabbisogno termico dell'edificio post intervento è possibile notare che le quote parti di energia dispersa per trasmissione e ventilazione rappresentano, in egual misura, le componenti energetiche maggiormente disperdenti.

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



I miglioramenti ottenibili tramite l'attuazione dello Scenario 2 sono riportati nella Tabella 9.21 e nella Figura 9.21.

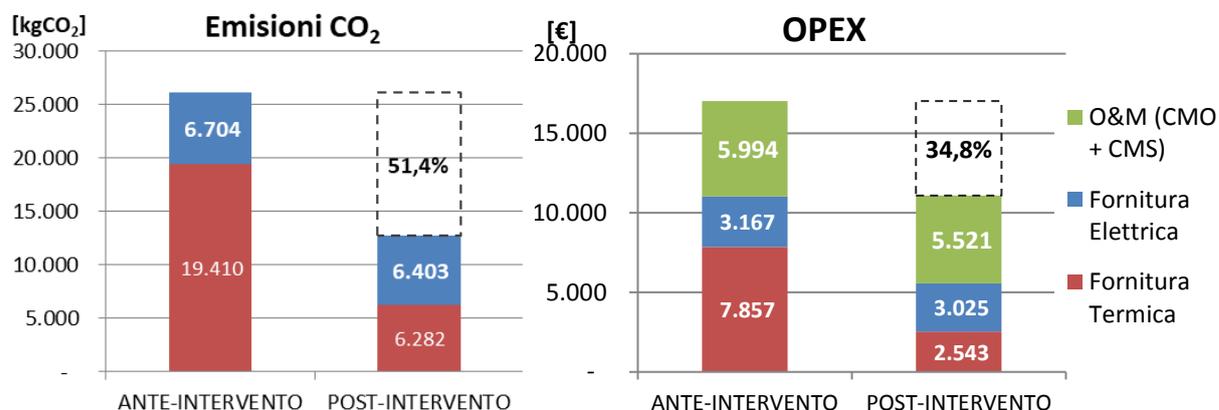
Tabella 9.21 – Risultati analisi SCN2

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE %
EEM1 Trasmittanza pareti	[W/m <sup>2</sup> K]	0,892	0,26	<b>70,9%</b>
EEM2 Trasmittanza soffitto oggetto di intervento	[W/m <sup>2</sup> K]	1,636	0,22	<b>86,6%</b>
EEM4	-	-	-	-
EEM5 Rendimento caldaia	[%]	86%	103%	<b>-19,4%</b>
Q <sub>teorico</sub>	[kWh]	97.021	31.399	<b>67,6%</b>
EE <sub>teorico</sub>	[kWh]	14.569	13.913	<b>4,5%</b>
Q <sub>baseline</sub>	[kWh]	96.090	31.097	<b>67,6%</b>
EE <sub>baseline</sub>	[kWh]	14.356	13.710	<b>4,5%</b>
Emiss. CO2 Termico	[kgCO <sub>2</sub> ]	19.410	6.282	<b>67,6%</b>
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO <sub>2</sub> ]	6.704	6.403	<b>4,5%</b>
<b>Emiss. CO2 Totale</b>	<b>[kgCO<sub>2</sub>]</b>	<b>26.115</b>	<b>12.684</b>	<b>51,4%</b>
Fornitura Termica, C <sub>Q</sub>	[€]	7.857	2.543	<b>67,6%</b>
Fornitura Elettrica, C <sub>EE</sub>	[€]	3.167	3.025	<b>4,5%</b>
<b>Fornitura Energia, C<sub>E</sub></b>	<b>[€]</b>	<b>11.024</b>	<b>5.567</b>	<b>49,5%</b>
Costo Manutenzione Ordinaria, C <sub>MO</sub>	[€]	4.735	4.262	<b>10,0%</b>
Costo Manutenzione Straordinaria, C <sub>MS</sub>	[€]	1.259	1.259	<b>0,0%</b>
Costo per O&M (C <sub>M</sub> = C <sub>MO</sub> + C <sub>MS</sub> )	[€]	<b>5.994</b>	<b>5.521</b>	<b>7,9%</b>
OPEX	[€]	<b>17.018</b>	<b>11.088</b>	<b>34,8%</b>
Classe energetica	[-]	D	B	+2 classi

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

I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,082 [€/kWh] per il vettore termico e 0,221 [€/kWh] per il vettore elettrico

Figura 9.21 – SCN2: Riduzione dei costi operativi (OPEX) e delle emissioni di CO<sub>2</sub> a partire dalla baseline



E' stato quindi possibile presentare un modello semplificato di Piano Economico Finanziario (PEF) indicativo, i cui calcoli di dettaglio sono riportati all'Allegato L – Piano Economico Finanziario scenari. I risultati dell'analisi sono riportati nella Tabella 9.22, Tabella 9.23 e Tabella 9.24 e nelle successive figure.

Tabella 9.22 – 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	$n_o$	2020
Anni dell'ammortamento	$n_A$	10
Saggio Cassa Deposito e Prestiti	$k_{CdP}$	2,00%
Costo Capitale Azienda	WACC	4,00%
$k_{progetto} = \text{Max}(WACC; k_{CdP})$	$k_{progetto}$	4,00%
Inflazione ISTAT	$f$	0,50%
deriva dell'inflazione	$f'$	0,70%
%, interessi debito	$k_D$	3,82%
%, interessi equity	$k_E$	9,00%
Aliquota IRES	IRES	24,0%
Aliquota IRAP	IRAP	3,9%
Aliquota fiscale	$\tau$	27,90%
Anni debito (finanziamento)	$n_D$	12
Anni Equity	$n_E$	24
Costi d'Investimento diretti, IVA incl.	$I_o$	€ 110.273
Oneri Finanziari (costi indiretti)	%Of	3,00%
Costi d'Investimento indiretti, IVA incl.	Of	€ 3.308
Costi d'Investimento (diretti+Indiretti) , IVA incl.	CAPEX	€ 113.581
%CAPEX a Debito	D	80,0%
%CAPEX a Equity	E	20,00%
Debito	$I_D$	€ 90.865
Equity	$I_E$	€ 22.716
Fattore di annualità Debito	$FA_D$	9,62
Rata annua debito	$q_D$	€ 9.450
Costo finanziamento,(D+INT <sub>D</sub> )	$q_D * n_D$	€ 113.402
Costi per interessi debito, INT <sub>D</sub>	$INT_D = q_D * n_D - D$	€ 22.538

Tabella 9.23 – Parametri Economici dell’analisi di redditività dello SCN2

PARAMETRI ECONOMICI		
Costo annuo energia pre-intervento, IVA escl.	$C_{E0}$	€ 9.036
Costo annuo O&M pre-intervento, IVA escl.	$C_{M0}$	€ 3.882
Spesa PA pre-intervento (Baseline)	$C_{Baseline}$	€ 12.918
Altri costi di gestione ESCo post-intervento, IVA escl.	$C_{Altro}$	€ -
Riduzione% costi fornitura Energia	% $\Delta C_E$	49,5%
Riduzione% costi O&M	% $\Delta C_M$	10,0%
Obiettivo riduzione spesa PA	% $C_{Baseline}$	0,5%
Risparmio annuo PA garantito	45,6%	€ 3.880
Risparmio annuo PA immediato durante la gestione	Risp.IM	€ 65
Risparmio PA durante la concessione	14%	€ 55.970
Risparmio annuo PA al termine della concessione	Risp.Term.	€ 6.555
N° di Canoni annuali	anni	24
Utile lordo della ESCO	%CAPEX	27,61%
Costo Contrattuale ESCO €/anno IVA escl.	$C_{ESCO}$	€ 1.307

## E1380 - CPIA (Centro istruzione per gli adulti)

Costi FTT €/anno IVA escl.	<b>C<sub>FTT</sub></b>	€	939
Costi CAPEX €/anno IVA escl.	<b>C<sub>CAPEX</sub></b>	€	1.569
Canone O&M €/anno	<b>CnM</b>	€	3.720
Canone Energia €/anno	<b>CnE</b>	€	5.318
Canone Servizi €/anno IVA escl.	<b>CnS</b>	€	9.038
Canone Disponibilità €/anno IVA escl.	<b>CnD</b>	€	3.815
Canone Totale €/anno IVA escl.	<b>Cn</b>	€	<b>12.853</b>
Aliquota IVA %	<b>IVA</b>		<b>22%</b>
Rimborso erariale IVA	<b>R<sub>IVA</sub></b>	€	19.885
Ricavi da Incentivi, esenti d'IVA	<b>R<sub>B</sub></b>	€	56.037
Durata Incentivi, anni	<b>n<sub>B</sub></b>		<b>1</b>
Inizio erogazione Incentivi, anno			<b>2022</b>

Tabella 9.24 – Risultati dell'analisi di redditività e sostenibilità finanziaria della SCN2

INDICATORI DI REDDITIVITA DEL PROGETTO PRE-IMPOSTE		Convieni
Tempo di Ritorno Semplice, Spb = Io / FC, Anni	<b>T.R.S.</b>	<b>9,48</b>
Tempo di Ritorno Attualizzato T.R.A., anni	<b>T.R.A.</b>	<b>13,83</b>
Valore Attuale Netto, VAN = VA - Io	<b>VAN &gt; 0</b>	<b>€ 17.824</b>
Tasso interno di rendimento del progetto	<b>TIR &gt; WACC</b>	<b>7,13%</b>
Indice di Profitto	<b>IP</b>	<b>16,16%</b>
INDICATORI DI REDDITIVITA DELLA ESCO PRE-IMPOSTE		Convieni
Tempo di Ritorno Semplice, Spb = Io / FC, Anni	<b>T.R.S.</b>	<b>15,2</b>
Tempo di Ritorno Attualizzato T.R.A., anni	<b>T.R.A.</b>	<b>2,20</b>
Valore Attuale Netto, VAN = VA - Io	<b>VAN &gt; 0</b>	<b>€ 15.104</b>
Tasso interno di rendimento dell'azionista	<b>TIR &gt; k<sub>e</sub></b>	<b>77,85%</b>
Debit Service Cover Ratio	<b>DSCR &lt; 1,3</b>	<b>1,003</b>
Loan Life Cover Ratio	<b>LLCR &gt; 1</b>	<b>1,045</b>
Indice di Profitto Azionista	<b>IP</b>	<b>13,70%</b>

Figura 9.22 –SCN2: Flussi di cassa del progetto



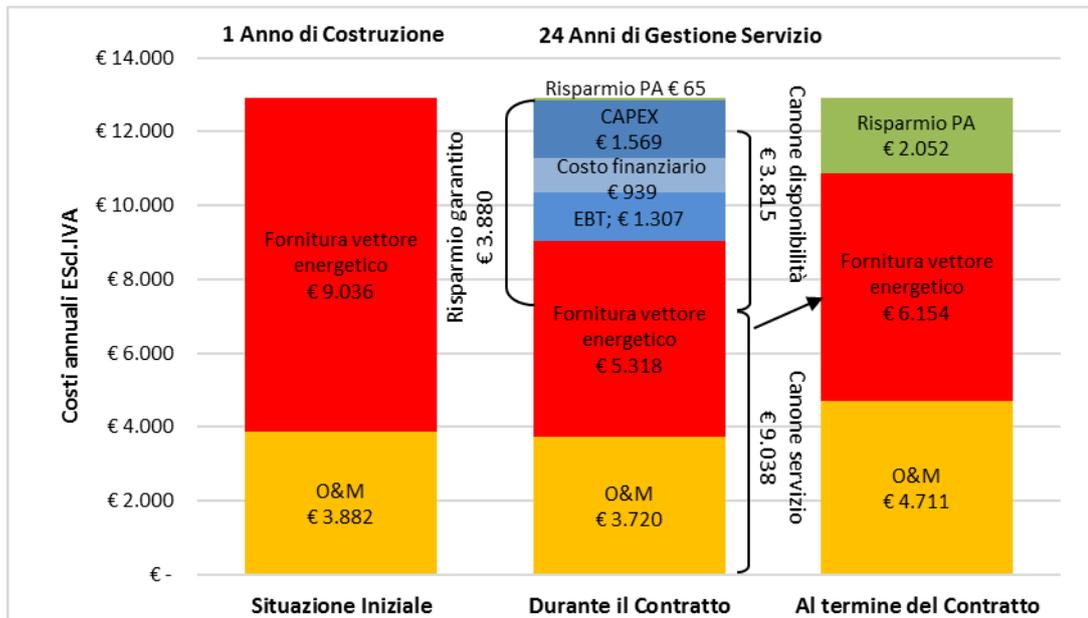
Figura 9.23 – SCN2: Flussi di cassa dell'azionista



Dall'analisi effettuata è emerso che lo scenario risulta finanziariamente sostenibile in quanto l'indice DSCR presenta un valore positivo e vicino a 1,3 e l'indice LLCR presenta un valore maggiore di 1.

Infine si è provveduto all'identificazione del possibile canone applicabile nel caso di attuazione dello scenario ottimale con incentivi attraverso la partecipazione di ESCO secondo lo schema di EPC descritto in Figura 9.24.

Figura 9.24 – Scenario 2: Schema di Energy Performance Contract



## 10 CONCLUSIONI

### 10.1 RIASSUNTO DEGLI INDICI DI PERFORMANCE ENERGETICA

	EPgl,nren [kWh/m <sup>2</sup> anno]	EPH [kWh/m <sup>2</sup> anno]	EPw [kWh/m <sup>2</sup> anno]	EPL [kWh/m <sup>2</sup> anno]	CLASSE [kWh/m <sup>2</sup> anno]
STATO DI FATTO	112,14	93,43	2,98	20,25	D
EEM1	89,61	70,37	2,98	20,25	C
EEM 2	97,72	78,48	2,98	20,25	C
EEM 3	107,67	88,43	2,98	20,25	C
EEM 4	88,44	69,20	2,98	20,25	C
EEM 5	104,62	85,91	2,98	20,25	C
EEM 6	104,55	93,43	2,98	10,82	D
SCN 1	69,72	45,80	2,98	20,25	C
SCN 2	49,23	29,99	2,98	20,25	B

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

	CON INCENTIVI													
	%Δ <sub>E</sub> [%]	%Δ <sub>CO<sub>2</sub></sub> [%]	ΔC <sub>E</sub> [€/anno]	ΔC <sub>MO</sub> [€/anno]	ΔC <sub>MS</sub> [€/anno]	I <sub>0</sub> [€]	TRS [anni]	TRA [anni]	n [anni]	VAN [€]	TIR [%]	IP [-]	DSCR	LLCR
EEM 1	22,5%	19,5%	2.064	0	0	69.240	16,8	28,9	30	301	4,1%	0,00	[n/a]	[n/a]
EEM 2	14,0%	12,1%	1.284	0	0	16.372	6,9	8,8	30	12.969	12,9%	0,79	[n/a]	[n/a]
EEM 3	4,7%	4,0%	427,5	0	0	60.259	39,7	46,7	30	22.168	-4,1%	-0,37	[n/a]	[n/a]
EEM 4	22,5%	19,6%	2.088	474	0	8.387	3,4	3,7	15	16.655	27,5%	1,99	[n/a]	[n/a]
EEM 5	11,1%	8,6%	909	474	0	17.860	6,9	8,9	15	4.247	9,4%	0,24	[n/a]	[n/a]
EEM 6	3,9%	7,6%	941	0	0	82.693	12,7	13,5	8	-34.734	-22%	-0,42	[n/a]	[n/a]
SCN 1 <sup>(*)</sup>	44,7%	38,7%	4.108	474	0	40.511	8,7	11,5	15	4.164	6,41%	10,3%	1,056	1,075
SCN 2 <sup>(*)</sup>	59,4%	51,4%	5.457	474	0	110.273	9,4	13,8	25	17.824	7,13%	7,13%	1,003	1,045

Nota<sup>(\*)</sup>: valori degli indicatori di redditività TRS, TRA VAN TIR e IP del progetto pre-imposte e degli indicatori di redditività DSCR e LLCR della ESCO pre imposte

### 10.3 CONCLUSIONI E COMMENTI

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

Il primo scenario consente di ottenere una soluzione ottimale a 15 anni con un miglioramento delle prestazioni energetiche di una classe energetica.

Essa consiste nella combinazione di diversi interventi quali coibentazione della copertura, installazione di valvole termostatiche e sostituzione del generatore di calore con una caldaia a condensazione.

Dal punto di vista tecnico-economica la spesa è risultata essere di € 40.511 con un TRS pari a 9 anni e VAN pari a 4.164€ al fine di una gestione diretta da parte della PA o un TRS di 11 anni e un VAN di € 3.388 al fine di una gestione indiretta da parte di una ESCO.

Il secondo scenario consente di ottenere una soluzione ottimale a 25 anni e un miglioramento delle prestazioni di 2 classi energetiche.



### *E1380 - CPIA (Centro istruzione per gli adulti)*

---

Lo scenario consiste nella combinazione di diversi interventi: isolamento interno a cappotto, isolamento interno della copertura, installazione di valvole termostatiche e sostituzione del generatore di calore con una caldaia.

A livello economico, con l'utilizzo degli incentivi del Conto Termico, si è valutata una spesa pari a 110.273 € con un TRS pari a 9,5 anni ed un VAN di 17.824€ al fine di una gestione diretta da parte della PA o un TRS di 15,2 anni e un VAN di 15.104€ al fine di una gestione indiretta da parte di una ESCO.

## ALLEGATO A – ELENCO DOCUMENTAZIONE FORNITA DALLA COMMITTENZA

Titolo	Data	Nome file
TAVOLA INQUADRAMENTO EDIFICIO	14/10/1997	DE_Lotto.8-E1380_revA-AllegatoA-E01380.DWG
TAVOLA PIANI EDIFICIO	14/10/1997	DE_Lotto.8-E1380_revA-AllegatoA-E01380S.DWG
TAVOLA PIANO PRIMO	14/10/1997	DE_Lotto.8-E1380_revA-AllegatoA-PIAN1.DWG
TAVOLA PIANO SECONDO	14/10/1997	DE_Lotto.8-E1380_revA-AllegatoA-PIAN2.DWG
TAVOLA PIANO 2 A	14/10/1997	DE_Lotto.8-E1380_revA-AllegatoA-PIAN2A.DWG
TAVOLA PIANO TERZO	14/10/1997	DE_Lotto.8-E1380_revA-AllegatoA-PIAN3.DWG
TAVOLA PIANO 3 A	14/10/1997	DE_Lotto.8-E1380_revA-AllegatoA-PIAN3A.DWG
TAVOLA PIANO QUARTO	14/10/1997	DE_Lotto.8-E1380_revA-AllegatoA-PIAN4.DWG
TAVOLA TETTO A FALDE	14/10/1997	DE_Lotto.8-E1380_revA-AllegatoA-PIANC.DWG
TAVOLA PIANO TERRA	14/10/1997	DE_Lotto.8-E1380_revA-AllegatoA-PIANT.DWG
TAVOLA PIANO T A	14/10/1997	DE_Lotto.8-E1380_revA-AllegatoA-PIANTA.DWG
TAVOLA PIANTA E1380/1	14/10/1997	DE_Lotto.8-E1380_revA-AllegatoA-UIU001.dwg
Consumi Elettrici	2014	5700098222.pdf
Consumi Elettrici	2014	5700134953.pdf
Consumi Elettrici	2014	5700176198.pdf
Consumi Elettrici	2014	5700214976.pdf
Consumi Elettrici	2014	5700248943.pdf
Consumi Elettrici	2014	5700291175.pdf
Consumi Elettrici	2014	5700345592.pdf
Consumi Elettrici	2014	5700373692.pdf
Consumi Elettrici	2014	5700411925.pdf
Consumi Elettrici	2014	5700492869.pdf
Consumi Elettrici	2014	5700544104.pdf
Consumi Elettrici	2015	5750082199.pdf
Consumi Elettrici	2015	E000163930.pdf
Consumi Elettrici	2015	E000337523.pdf
Consumi Elettrici	2015	E000163930.pdf
Consumi Elettrici	2015	E000018558.pdf
Consumi Elettrici	2015	E000084137.pdf
Consumi Elettrici	2015	E000310246.pdf
Consumi Elettrici	2016	E000334605.pdf
Consumi Elettrici	2016	E000238238.pdf
Consumi Elettrici	2016	11640087944.pdf
Consumi Elettrici	2016	11640100078.pdf
Consumi Elettrici	2016	11640126638.pdf
Consumi Elettrici	2016	11740001581.pdf
Tabulato consumi EE	13/06/2018	DE_Lotto.8-E1380_revA-AllegatoA-Tabulato consumi EE.xlsx

## ALLEGATO B – ELABORATI

Titolo	Descrizione	Data	Nome file
Grafici Template	Grafici Report	13/06/2018	DE_Lotto.8-E1380_revA-AllegatoB-Grafici_Template.xlsx
Modello	Modello edificio E1380	14/05/2018	DE_Lotto.8-E1380_revA-AllegatoB-E1380.E0001
Grafici Template	Grafici Report	26/07/2018	DE_Lotto.8-E1380_revB-AllegatoB-Grafici_Template.xlsx

## ALLEGATO C – REPORT DI INDAGINE TERMOGRAFICA

Titolo	Data	Nome file
Indagine Termografica	13/12/2017	DE_Lotto.8-E1380_revA-AllegatoC-Report termografico.docx



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

Titolo	Data	Nome file

## ALLEGATO E – RELAZIONE DI DETTAGLIO DEI CALCOLI

Titolo	Data	Nome file
Relazione di calcolo EDILCLIMA	13/06/2018	DE_Lotto.8-E1380_revA-AllegatoE-Relazione calcolo EdilClima.pdf

## ALLEGATO F – CERTIFICATO CTI SOFTWARE

Titolo	Data	Nome file
Certificato di garanzia di conformità n.73	15/03/2017	DE_Lotto.8-E1380_revA-AllegatoF-CertCTI.pdf

## ALLEGATO G – ATTESTATO DI PRESTAZIONE ENERGETICA

Titolo	Data	Nome file
APE Stato attuale E1380	13/06/2018	DE_Lotto.8-E1380_revA-AllegatoG-22234_2018_8042.xml
APE Stato attuale E1380	13/06/2018	DE_Lotto.8-E1380_revA-AllegatoG-22234_2018_8042.pdf

## ALLEGATO H – BOZZA DI APE SCENARI

Titolo	Data	Nome file
APE Scenario 2_Bozza_E1380	13/06/2018	DE_Lotto.8-E1380_revA-AllegatoH-22234_2018_8042.xml
APE Scenario 2_Bozza_E1380	13/06/2018	DE_Lotto.8-E1380_revA-AllegatoH-22234_2018_8042.pdf
APE Scenario 1_Bozza_E1380	26/07/2018	DE_Lotto.8-E1380_revB-AllegatoH-APE_SCN1.pdf
APE Scenario 1_Bozza_E1380	26/07/2018	DE_Lotto.8-E1380_revB-AllegatoH-APE_SCN1.xml

## ALLEGATO I – DATI CLIMATICI

	Titolo	Data	Nome file
	Dati climatici	13/06/2018	DE_Lotto.8-E1380_revA-AllegatoI-GG.xlsx

## ALLEGATO J – SCHEDE DI AUDIT

Titolo	Data	Nome file
Schede audit E1380	13/06/2018	DE_Lotto.8-E1380_revA-AllegatoJ-Scheda Audit.xlsx

## ALLEGATO K – SCHEDE ORE

Titolo	Data	Nome file
Schede interventi ORE	13/06/2018	DE_Lotto.8-E1380_revA-AllegatoK-Schede ORE.pdf

## ALLEGATO L – PIANO ECONOMICO FINANZIARIO SCENARI

Titolo	Data	Nome file
Analisi PEF Scenario 2	13/06/2018	DE_Lotto.8-E1380_revA-AllegatoL-AnalisiPEF_SCN2.xlsx
Analisi PEF Scenario 1	26/07/2018	DE_Lotto.8-E1380_revB-AllegatoL-AnalisiPEF_SCN1.xlsx
Analisi PEF Scenario 2	26/07/2018	DE_Lotto.8-E1380_revB-AllegatoL-AnalisiPEF_SCN2.xlsx

## ALLEGATO M – REPORT DI BENCHMARK

Titolo	Data	Nome file
Report di benchmark	14/06/2018	DE_Lotto.8_E1380_revA-AllegatoM-Benchmark.xlsx
Report di benchmark	26/07/2018	DE_Lotto.8_E1380_revB-AllegatoM-Benchmark.xlsx



---

**ALLEGATO N – CD-ROM**

