

**ASILO NIDO SARZANO**

**E1922**

**Piazzetta Ninfeo 30 – GENOVA**

**RAPPORTO DI DIAGNOSI ENERGETICA**

**FONDO KYOTO - SCUOLA 3**



Agosto 2018

COMUNE DI GENOVA  
STRUTTURA DI STAFF - ENERGY MANAGER



COMUNE DI GENOVA

**N:ER**  
INGEGNERIA

**ASILO NIDO SARZANO**

**E1922**

**PIAZZETTA NINFEO 30 – GENOVA**

RAPPORTO DI DIAGNOSI ENERGETICA

FONDO KYOTO - SCUOLA 3

Agosto 2018

COMUNE DI GENOVA

STRUTTURA DI STAFF - ENERGY MANAGER

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

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

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

NIER INGEGNERIA S.p.A.

Via Clodoveo Bonazzi 2

40013 – Castel Maggiore – Bologna

051/0391000

## REGISTRO REVISIONI E PUBBLICAZIONI

Revisione	Data	Realizzazione	Revisione	Approvazione	Descrizione
A	20/05/2018	Ing. S. Nicolini	Ing. S: Nicolini Ing. A. Aprea	Ing. F. Coccia	Prima emissione del documento di diagnosi energetica
B	03/08/2018	Ing. S. Nicolini	Ing. S: Nicolini Ing. A. Aprea	Ing. F. Coccia	Seconda emissione documento di diagnosi energetica

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

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

## INDICE

## PAGINA

<b>REGISTRO REVISIONI E PUBBLICAZIONI .....</b>	<b>3</b>
<b>INDICE.....</b>	<b>I</b>
<b>PAGINA.....</b>	<b>I</b>
<b>EXECUTIVE SUMMARY .....</b>	<b>I</b>
<b>1 INTRODUZIONE .....</b>	<b>1</b>
1.1 PREMessa .....	1
1.2 SCOPO DELLA DIAGNOSI ENERGETICA .....	1
1.3 RIFERIMENTO E CONTATTI AUDITOR E PERSONALE COINVOLTO.....	1
1.4 IDENTIFICAZIONE DELL'EDIFICIO.....	2
1.5 METODOLOGIA DI LAVORO .....	3
1.6 STRUTTURA DEL REPORT .....	6
<b>2 DATI DELL'EDIFICIO.....</b>	<b>7</b>
2.1 INQUADRAMENTO TERRITORIALE, SOCIO-ECONOMICO E DESTINAZIONE D'USO .....	7
2.2 VERIFICA DEI VINCOLI INTERFERENTI SULLE PARTI DELL'IMMOBILE INTERESSATE DAGLI 'INTERVENTI.....	9
2.3 MODALITÀ DI GESTIONE E MANUTENZIONE DI EDIFICI ED IMPIANTO.....	10
<b>3 DATI CLIMATICI .....</b>	<b>12</b>
3.1 DATI CLIMATICI DI RIFERIMENTO.....	12
3.2 DATI CLIMATICI REALI.....	13
3.3 ANALISI DELL'ANDAMENTO DEI DATI CLIMATICI E PROFILI ANNUALI DEI GRADI GIORNO .....	14
<b>4 AUDIT EDIFICIO E IMPIANTI ELETTRICI E MECCANICI .....</b>	<b>15</b>
4.1 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE DELL'INVOLUCRO EDILIZIO.....	15
4.1.1 <i>Involucro opaco</i> .....	15
4.1.2 <i>Involucro trasparente</i> .....	17
4.2 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO DI RISCALDAMENTO/ CLIMATIZZAZIONE INVERNALE.....	18
4.2.1 <i>Sottosistema di emissione</i> .....	19
4.2.2 <i>Sottosistema di regolazione</i> .....	19
4.2.3 <i>Sottosistema di distribuzione</i> .....	20
4.2.4 <i>Sottosistema di generazione</i> .....	21
4.3 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO PRODUZIONE ACQUA CALDA SANITARIA .....	22
4.4 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO ELETTRICO E PRINCIPALI UTENZE ELETTRICHE .....	23
4.5 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO ILLUMINAZIONE .....	23
<b>5 CONSUMI RILEVATI .....</b>	<b>24</b>
5.1 CONSUMI ENERGETICI STORICI PER CIASCUN VETTORE E CONNESSIONE ALLE RETI GAS NATURALE ED ELETTRICA.....	24
5.1.1 <i>Energia termica</i> .....	24
5.1.2 <i>Energia elettrica</i> .....	26
5.2 INDICATORI DI PERFORMANCE ENERGETICI ED AMBIENTALI .....	30
<b>6 MODELLO DEL FABBISOGNO ENERGETICO.....</b>	<b>34</b>
6.1 METODOLOGIA DI CALCOLO ADOTTATA E VALIDAZIONE DEI MODELLI DI CALCOLO .....	34
6.1.1 <i>Validazione del modello termico</i> .....	36
6.1.2 <i>Validazione del modello elettrico</i> .....	37
6.2 FABBISOGNI ENERGETICI.....	37
6.3 PROFILI ENERGETICI MENSILI.....	39
<b>7 ANALISI DEI COSTI PRE-INTERVENTO.....</b>	<b>41</b>
7.1 COSTI RELATIVI ALLA FORNITURA DEI VETTORI ENERGETICI .....	41
7.1.1 <i>Vettore termico</i> .....	41
7.1.2 <i>Vettore elettrico</i> .....	44
7.2 TARIFFE E PREZZI VETTORI ENERGETICI UTILIZZATI NELL'ANALISI.....	47

7.3	COSTI DI GESTIONE E MANUTENZIONE DI EDIFICIO ED IMPIANTI.....	47
7.4	BASELINE DEI COSTI.....	48
<b>8</b>	<b>IDENTIFICAZIONE DELLE MISURE DI EFFICIENZA ENERGETICA .....</b>	<b>50</b>
8.1	DESCRIZIONE, FATTIBILITÀ E PRESTAZIONI DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI .....	50
8.1.1	<i>Involucro edilizio</i> .....	50
8.1.2	<i>Impianto riscaldamento</i> .....	50
	<b>EEM1: INSTALLAZIONE VALVOLE TERMOSTATICHE .....</b>	<b>50</b>
8.1.3	<i>Impianto produzione acqua calda sanitaria</i> .....	52
8.1.4	<i>Impianto di ventilazione e climatizzazione estiva</i> .....	52
8.1.5	<i>Impianto di illuminazione ed impianto elettrico</i> .....	52
	<b>EEM2: SOSTITUZIONE CORPI ILLUMINANTI.....</b>	<b>52</b>
8.1.6	<i>Impianto di generazione da fonti rinnovabili</i> .....	53
<b>9</b>	<b>VALUTAZIONE ECONOMICO-FINANZIARIA.....</b>	<b>55</b>
9.1	ANALISI DEI COSTI DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI CONSIDERATI FATTIBILI.....	55
	<b>EEM1: INSTALLAZIONE VALVOLE TERMOSTATICHE .....</b>	<b>55</b>
	<b>EEM2: SOSTITUZIONE CORPI ILLUMINANTI.....</b>	<b>55</b>
9.2	ANALISI DI CONVENIENZA DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI CONSIDERATI FATTIBILI.....	57
	<b>EEM1: INSTALLAZIONE VALVOLE TERMOSTATICHE .....</b>	<b>58</b>
	<b>EEM2: SOSTITUZIONE CORPI ILLUMINANTI.....</b>	<b>59</b>
	<b>SINTESI .....</b>	<b>60</b>
9.3	IDENTIFICAZIONE DELLE SOLUZIONI INTEGRATE D'INTERVENTO E SCENARI D'INVESTIMENTO.....	61
9.3.1	<i>Scenario 1: &lt;15 ANNI</i> .....	63
<b>10</b>	<b>CONCLUSIONI .....</b>	<b>69</b>
10.1	RIASSUNTO DEGLI INDICI DI PERFORMANCE ENERGETICA .....	69
10.2	RIASSUNTO DEGLI SCENARI DI INVESTIMENTO E DEI PRINCIPALI RISULTATI .....	70
10.3	RACCOMANDAZIONI .....	71
10.4	CONCLUSIONI E COMMENTI.....	73
	<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		2007
Zona climatica		D
Destinazione d'uso principale		E.7. : Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli ed assimilabili.
Superficie utile riscaldata	[m <sup>2</sup> ]	460
Superficie disperdente (S)	[m <sup>2</sup> ]	503
Volume lordo riscaldato (V)	[m <sup>3</sup> ]	1.777
Rapporto S/V	[1/m]	0,74
Superficie lorda aree interne (scaldate e non scaldate)	[m <sup>2</sup> ]	1.777
Superficie lorda aree esterne	[m <sup>2</sup> ]	1.777
Superficie lorda complessiva (aree interne ed esterne)	[m <sup>2</sup> ]	1.777
Tipologia generatore riscaldamento		Caldaia a condensazione
Potenza totale impianto riscaldamento	[kW]	33
Potenza totale impianto raffrescamento	[kW]	Assente
Tipo di combustibile		Gas metano
Tipologia generatore Acqua Calda sanitaria (ACS)		Combinata con generatore di calore per riscaldamento
Emissioni CO <sub>2</sub> di riferimento <sup>(1)</sup>	[t/anno]	15
Consumo di riferimento Gas Metano <sup>(1)</sup>	[kWh <sub>th</sub> /anno]	33.174
Spesa annuale Gas Metano <sup>(1)</sup>	[€/anno]	3.095 <sup>(2)</sup>
Consumo di riferimento energia elettrica <sup>(1)</sup>	[kWh <sub>el</sub> /anno]	18.339
Spesa annuale energia elettrica <sup>(1)</sup>	[€/anno]	4.286

Nota (1): Valori di Baseline

Nota (2): Importo da fatturazione

Descrizione delle Misure di efficienza energetica proposte:

- EEM 1: Installazione valvole termostatiche
- EEM 2: Sostituzione corpi illuminanti
- SCN 1: EEM1+ EEM 2

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

	CON INCENTIVI													
	%Δ <sub>E</sub>	%Δ <sub>CO<sub>2</sub></sub>	ΔC <sub>E</sub>	ΔC <sub>MO</sub>	ΔC <sub>MS</sub>	I <sub>0</sub>	TRS	TRA	n	VAN	TIR	IP	DSCR	LLCR
	[%]	[%]	[€/anno]	[€/anno]	[€/anno]	[€]	[anni]	[anni]	[anni]	[€]	[%]	[-]		
EEM1	8,80%	9,20%	€649,72	€ -	€ -	€1.544	1,6	1,7	15	€5.375,01	51,76%	3,48	N/A	N/A
EEM2	23,65%	22,85%	€1.745,76	€ -	€ -	€22.108	8,5	11,0	15	€3.076,76	6,55%	0,14	N/A	N/A
SCN1	32,44%	32,04%	€2.394,69	€ -	€ -	€23.652	9,2	13,06	15	€1.246	5,09%	0,053	1,108<1,3	1,049>1

Figura 0.1 – Scenario 1: analisi finanziaria



L'asilo Nido Ninfeo presenta un buono stato al momento del sopralluogo, avvenuto a dicembre 2017. È stata rilevata una criticità relativa ad un malfunzionamento del generatore di calore a condensazione presente, ma che prontamente è stato risolto dal servizio di manutenzione, mediante la sostituzione della caldaia con una similare a condensazione. L'involucro edilizio opaco e trasparente non presentano criticità significative.

Dopo aver eseguito l'analisi dei consumi e la modellazione energetica, non è stato possibile proporre un ampio ventaglio di interventi di efficientamento energetico, ma solo due interventi di importo contenuto ma ad alto risparmio energetico, come ad esempio l'installazione di valvole termostatiche sui radiatori e la sostituzione dei corpi illuminanti. Entrambe le alternative sono state inserite all'interno di uno scenario, lo SCN1, con un tempo di ritorno inferiore ai 15 anni, che ha permesso il passaggio di una classe energetica dalla classe C dello stato di fatto, alla classe B.

## 1 INTRODUZIONE

### 1.1 PREMESSA

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

Con DGC n. 225 del 17/09/2015 l'amministrazione ha pertanto partecipato al bando ministeriale denominato "Fondo Kyoto Scuole 3" attraverso il quale, con decreto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare del 26 Agosto 2016 n.197/CLE, è stato riconosciuto al Comune di

Figura 1.1 - Vista della facciata esterna da Piazzetta Ninfeo



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 Società Nier Ingegneria S.p.A. il cui responsabile per il processo di audit è l'Ing. Fabio Coccia, 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
Ing. Mara Pignataro		Sopralluogo in sito
Ing. Sarah Nicolini		Sopralluogo in sito
Ing. Sarah Nicolini		Elaborazione dei dati relativi ai consumi energetici
Ing. Sarah Nicolini		Elaborazione dei dati relativi ai consumi energetici
Ing. Sarah Nicolini		Redazione report di diagnosi
Ing. Sarah Nicolini	Responsabile involucro	Revisione report di diagnosi energetica
Ing. Antonio Aprea	Responsabile impianti	Revisione report di diagnosi energetica
Ing. Fabio Coccia	EGE	Approvazione report di diagnosi energetica

## 1.4 IDENTIFICAZIONE DELL'EDIFICIO

L'immobile oggetto della DE è sito nel Comune di Genova e più precisamente tra il quartiere di MOLO e di SAN VINCENZO.

L'edificio è di proprietà del Comune di Genova ed è attualmente adibito ad Asilo Nido.

Catastalmente l'edificio oggetto di diagnosi è individuata al NCEU Sezione GEA, F. 85, Map. 1662, Sub. 200.

Dalla visura catastale risulta che l'immobile appartiene alla categoria catastale B/5 (Scuole e laboratori scientifici).

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		2007
Zona climatica		D
Destinazione d'uso principale		E.7. : Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli ed assimilabili.
Superficie utile riscaldata	[m <sup>2</sup> ]	461
Superficie disperdente (S)	[m <sup>2</sup> ]	503
Volume lordo riscaldato (V)	[m <sup>3</sup> ]	1.777
Rapporto S/V	[1/m]	0,74
Superficie lorda aree interne (scaldate e non scaldate)	[m <sup>2</sup> ]	1.777
Superficie lorda aree esterne	[m <sup>2</sup> ]	1.777
Superficie lorda complessiva (aree interne ed esterne)	[m <sup>2</sup> ]	1.777
Tipologia generatore riscaldamento		Caldia a condensazione
Potenza totale impianto riscaldamento	[kW]	33
Potenza totale impianto raffrescamento	[kW]	Assente
Tipo di combustibile		Gas metano
Tipologia generatore Acqua Calda sanitaria (ACS)		Combinata con generatore di calore per riscaldamento

Emissioni CO2 di riferimento <sup>(3)</sup>	[t/anno]	15
Consumo di riferimento Gas Metano <sup>(3)</sup>	[kWh <sub>tit</sub> /anno]	33.174
Spesa annuale Gas Metano <sup>(3)</sup>	[€/anno]	3.095 <sup>(4)</sup>
Consumo di riferimento energia elettrica <sup>(3)</sup>	[kWh <sub>ei</sub> /anno]	18.339
Spesa annuale energia elettrica <sup>(3)</sup>	[€/anno]	4.286

Nota (3): Valori di Baseline

Nota (4): Importo da fatturazione

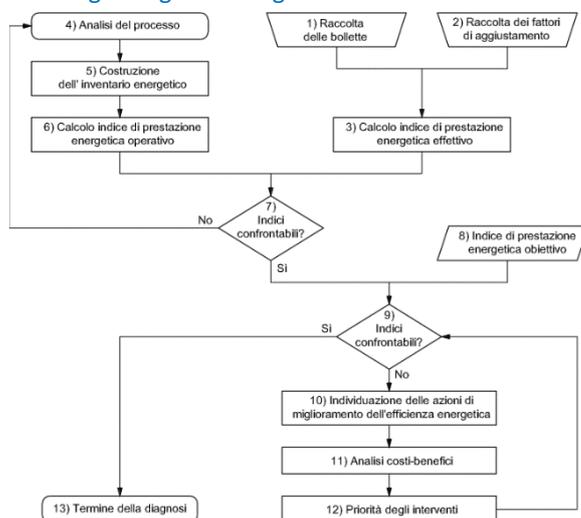
## 1.5 METODOLOGIA DI LAVORO

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;
- 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 06/12/2017 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 con il supporto del personale incaricato della conduzione e manutenzione degli impianti e rilevamento dei dati utili;
- e) Preparazione e compilazione delle schede di Audit previste per la diagnosi di livello II di cui all'appendice A delle LGEE - Linee Guida per l'Efficienza Energetica negli Edifici - sett. 2013 - elaborato da AiCARR per AgeSi, 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 in possesso di certificato di conformità rilasciato dal Comitato Termotecnico Italiano (CTI) n°73/2017 ai sensi del D.lgs. 192/05 e s.m.i. e riportato all'Allegato F – Certificato CTI Software;
- g) Analisi dei profili annuali di consumi e costi dei servizi energetici reali dell'edificio, comprensivi della fornitura dei vettori energetici sia elettrici che di gas e degli oneri di O&M, relativamente alle annualità 2014-2015-2016;
- h) Analisi dei dati climatici reali del sito ove è ubicato l'edificio con conseguente calcolo dei Gradi Giorno reali (GG<sub>real</sub>), utilizzando le temperature esterne rilevate dalla stazione meteo dell'Università di Genova e riportati all'Allegato I – Dati climatici;
- i) Individuazione della “baseline termica” di riferimento (e relative emissioni di CO<sub>2</sub>) tramite opportuna ripartizione del consumo di combustibile tra le varie utenze a servizio dell'edificio e destagionalizzazione dello stesso, utilizzando i relativi GG reali (GG<sub>real</sub>), e conseguente normalizzazione secondo i GG di riferimento (GG<sub>rif</sub>);
- j) Individuazione della “baseline elettrica” di riferimento (e relative emissioni di CO<sub>2</sub>) calcolata sulla media aritmetica dei valori relativi ai consumi elettrici reali per tre le annualità 2014, 2015, 2016;
- k) Validazione del modello elaborato mediante il confronto con le baseline energetiche, al fine di ottenere uno scostamento inferiore al 5%;
- l) Analisi delle possibili EEM necessarie per la riqualificazione energetica del sistema edificio-impianto analizzando gli aspetti tecnici, energetici, ed ambientali.
- m) Simulazione del comportamento energetico dell'edificio a seguito dell'attuazione delle varie EEM proposte singolarmente, ed individuazione della nuova classe energetica raggiungibile;
- n) Definizione di due scenari ottimali a partire dalla combinazione delle singole EEM proposte al fine di conseguire un miglioramento del parametro di efficienza energetica dell'edificio

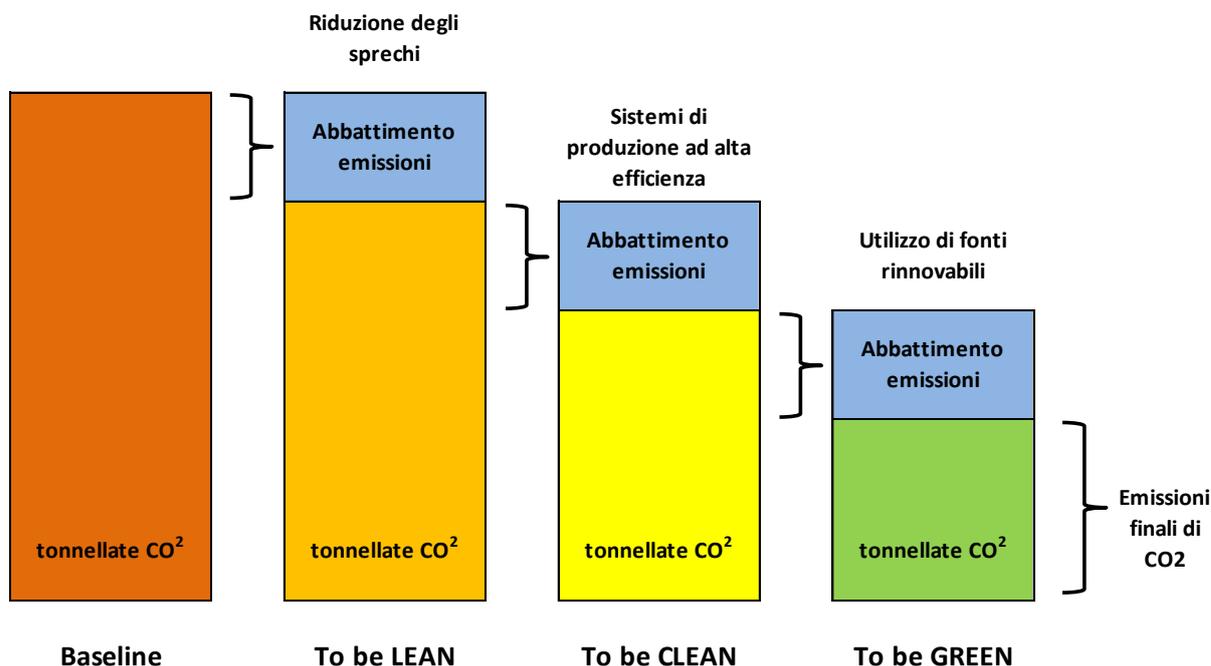
- superiore a due classi energetiche e tempi di ritorno inferiori uguale rispettivamente a 25 e a 15 anni.
- o) Analisi costi-benefici e di redditività finanziaria derivanti dalla realizzazione delle EEM previste singolarmente, con riferimento ai principali indicatori finanziari ed ai possibili sistemi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

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



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

Figura 1.4 - Principio della Gerarchia Energetica



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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

## 1.6 STRUTTURA DEL REPORT

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

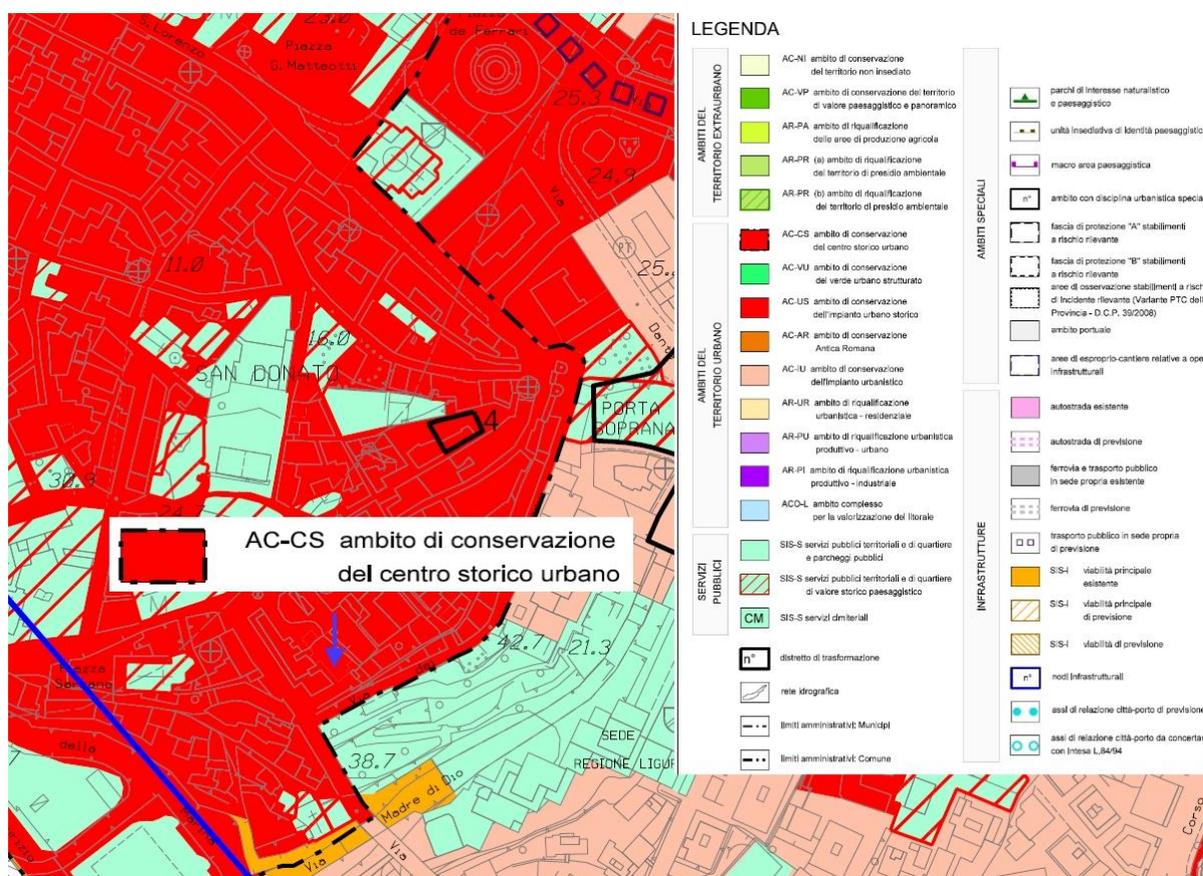
- Una prima parte nella quale sono descritti lo scopo ed i confini della DE e le metodologie di analisi adottate;
- Una seconda parte in cui sono riportate le informazioni dell'edificio rilevate in sede di sopralluogo e le valutazioni effettuate al fine di identificare le caratteristiche tecniche dei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

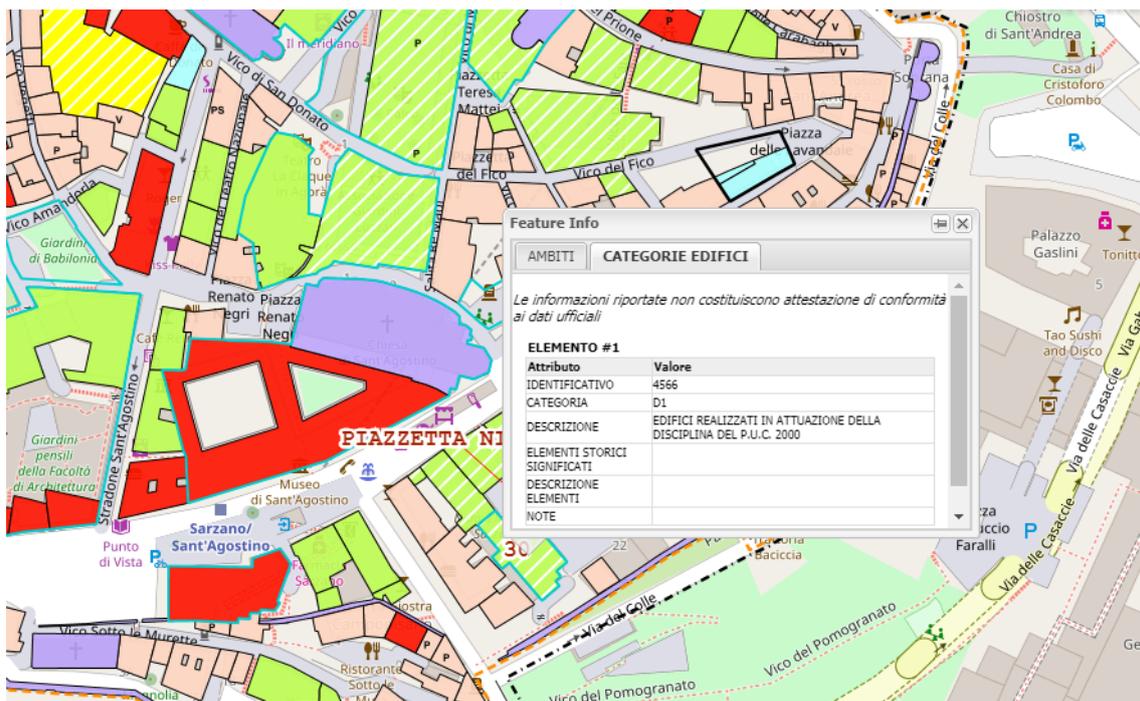
## 2 DATI DELL'EDIFICIO

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

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 AC-CS, ambito di conservazione del **centro storico** urbano, avente come obiettivo la conservazione e valorizzazione del patrimonio edilizio esistente, i cui interventi sono consentiti senza obbligo di reperire parcheggi pertinenziali. Gli interventi sono disciplinati sulla base delle categorie attribuite agli edifici. L'edificio in cui è inserito l'asilo nido appartiene alla Categoria *D1- edifici realizzati in attuazione della disciplina del p.u.c. 2000*. Gli interventi consentiti per questa categoria di edificio sono contenuti nella relativa scheda d'ambito riportata all'interno delle Norme di Conformità del PUC.

Figura 2.1 - Particolare estratto dal Piano Urbanistico Comunale





L'edificio ospitante il complesso scolastico oggetto della DE è costituito complessivamente due piani fuori terra, entrambi occupati dall'asilo nido Sarzano.

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



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.

Tabella 2.1 - Suddivisione in piani dell'edificio

PIANO	UTILIZZO	U.M.	SUPERFICIE LORDA COMPLESSIVA	SUPERFICIE UTILE RISCALDATA <sup>(5)</sup>	SUPERFICIE UTILE RAFFRESCATA <sup>(6)</sup>
Terra	Cucina, aule asilo nido	[m <sup>2</sup> ]	400	366	0
Primo	Dormitorio asilo nido	[m <sup>2</sup> ]	108	95	0
<b>TOTALE</b>		[m <sup>2</sup> ]	<b>508</b>	<b>461</b>	<b>0</b>

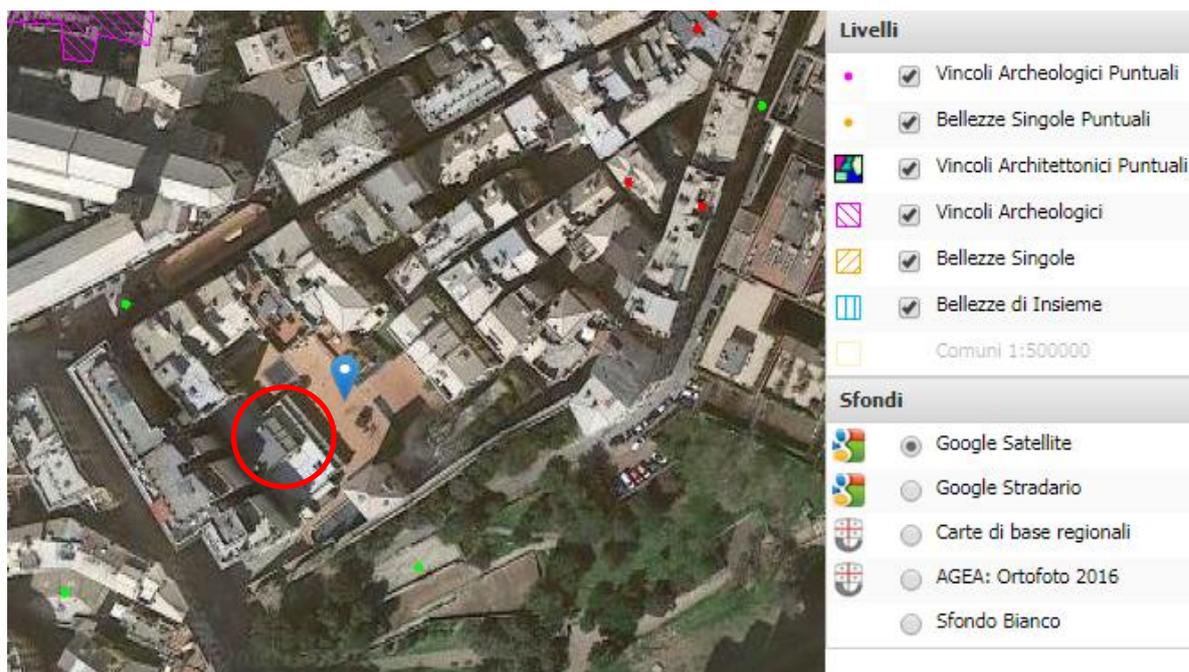
Nota (5): Superficie lorda comprensiva delle zone interne climatizzate e non climatizzate, valutate a partire dalle planimetrie progettuali, opportunamente verificate in fase di sopralluogo

Nota (6): Superficie utile valutata ai fini della creazione del modello energetico

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

Il "Molo" è un quartiere del centro storico di Genova. Situato a ridosso dell'area portuale più antica ha costituito per secoli il centro del potere politico e religioso cittadino. Era uno dei sestieri in cui era suddivisa la città di Genova e confinava a levante con quello di Portoria, a nord con quello della Maddalena a sud e a ponente con l'area portuale. Compreso in seguito nella ex-circoscrizione Prè-Molo-Maddalena, che riuniva in un'unica entità amministrativa i tre quartieri più antichi del centro storico, è oggi un'unità urbanistica del Municipio I Centro-Est.

Figura 2.3 - Particolare estratto dalla carta dei vincoli



Dalla ricerca effettuata sugli strumenti urbanistici comunali e sul portale dei Vincoli architettonici, archeologici e paesaggistici della Regione Liguria, emerge che l'edificio non è soggetto a vincoli architettonici puntuali né è inserito in aree di notevole interesse paesaggistico ai sensi del D. Lgs. 42/2004 "Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio".

L'edificio inoltre non si trova all'interno di una zona soggetta a vincoli geomorfologici e idraulici. Tuttavia l'edificio rientra nell'Ambito di Conservazione del Centro Storico i cui interventi sono disciplinati sulla base delle categorie attribuite agli edifici (vedi par. 2.1), nonché sulla Disciplina Paesaggistica di Livello Puntuale. In questo caso l'edificio è inserito nell'area SUQ – Struttura Urbana Qualificata, che si riferisce ad aree territoriali estese e che comprendono siti di particolare pregio quali gli ambiti del paesaggio urbano strutturato, a partire dal centro fino alle propaggini a levante e a ponente, laddove i rapporti tra assetto insediativo, edificato storico e spazi verdi costituiscono un'immagine consolidata da preservare. La finalità è quella di porre in evidenza le caratteristiche di quelle testimonianze culturali appartenenti al paesaggio urbano identitario della città e che contribuiscono a determinare la qualità ambientale della struttura urbana.

Gli interventi in questo caso prescrivono l'uso di materiali e tecnologie tradizionali o comunque compatibili con i manufatti esistenti e con le caratteristiche ambientali.

Nell'analisi delle EEM si è quindi resa necessaria l'identificazione delle possibili interferenze con le prescrizioni sugli interventi edilizi riportate sulle Norme di Conformità del PUC a livello puntuale per il relativo ambito.

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

MISURA DI EFFICIENZA ENERGETICA	VINCOLO INTERESSATO	VALUTAZIONE INTERFERENZA <sup>(7)</sup>	MISURA DI TUTELA DA ADOTTARE
EEM 1: Installazione Valvole termostatiche sui terminali	-		-
EEM 2: Sostituzione corpi illuminanti	-		-

Nota (7): 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.

### 2.3 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.

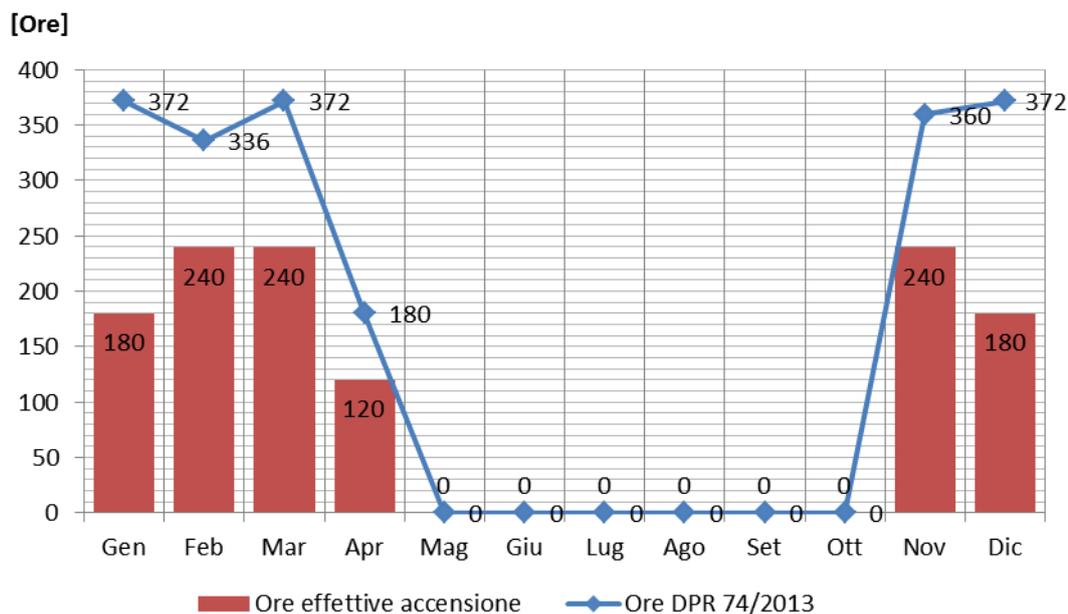
Gli orari di effettivo utilizzo dell'edificio sono stati ricavati tramite intervista agli occupanti, mentre i periodi di attivazione e spegnimento degli impianti sono stati rilevati dalle apparecchiature presenti nella centrale termica a servizio della scuola.

Nella Tabella 2.3 sono pertanto riportati gli orari di funzionamento dell'edificio e gli orari di funzionamento degli impianti termici. Gli orari indicati sono gli orari di massima riferiti ad entrambe le scuole che occupano la struttura. Ogni scuola ha la propria programmazione giornaliera di lezioni ed attività pomeridiane che possono subire variazioni nel corso dell'anno.

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

PERIODO	GIORNI SETTIMENALI	ORARIO FUNZIONAMENTO EDIFICIO	ORARIO FUNZIONAMENTO IMPIANTO
Settembre - Ottobre	dal lunedì al venerdì	7.30 – 17.30	6.00 – 18.00
	sabato e domenica	Chiuso	Spento
Dal 1 Novembre al 15 Aprile	dal lunedì al venerdì	7.30 – 17.30	6.00 – 18.00
	sabato e domenica	Chiuso	Spento
Dal 16 Aprile a Giugno	dal lunedì al venerdì	7.30 – 17.30	6.00 – 18.00
	sabato e domenica	Chiuso	Spento
Luglio – Agosto	tutti i giorni	Chiuso	Spento

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



Dall'analisi effettuata è emerso che gli orari di funzionamento degli impianti sono correlati agli orari di apertura della scuola.

Dal punto di vista manutentivo, attualmente le condizioni di Conduzione e Manutenzione (O&M) degli impianti a servizio dell'edificio oggetto della DE non rientrano nel contratto SIE3, ma nel contratto di conduzione e manutenzione per centrali termiche con potenza >35 kW.

### 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 926 GG calcolati su 111 giorni effettivi di utilizzo dell'impianto di riscaldamento.

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

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

Tabella 3.2 – Profili mensili dei  $GG_{rif}$

Mese	GIORNI MENSILI	TEMPERATURA ESTERNA UNI 10349:2016 [°C]	GIORNI RISCALDAMENTO [g/m]	GG	GIORNI DI UTILIZZO [g/m]	GIORNI RISCALDAMENTO EFFETTIVI [g/m]	$GG_{rif}$	PROFILO DI INCIDENZA
Gennaio	31	10,4	31	298	20	20	192	21%
Febbraio	28	10,5	28	266	20	20	190	21%
Marzo	31	11,1	31	276	21	21	187	20%
Aprile	30	15,3	15	71	20	15	73	8%
Maggio	31	18,7	-	-	21	-	-	-
Giugno	30	22,4	-	-	20	-	-	-
Luglio	31	24,6	-	-	20	-	-	-
Agosto	31	23,6	-	-	-	-	-	-
Settembre	30	22,2	-	-	20	-	-	-
Ottobre	31	18,2	-	-	21	-	-	-
Novembre	30	13,3	30	201	20	20	134	14%
Dicembre	31	10,0	31	310	15	15	150	16%
<b>TOTALE</b>	<b>365</b>	<b>16,7</b>	<b>166</b>	<b>1421</b>	<b>218</b>	<b>111</b>	<b>926</b>	<b>100%</b>

Si precisa che nel profilo mensile di utilizzo della struttura per il mese di aprile si è considerato un valore di 15 giorni di utilizzo anziché il valore di riferimento pari a 11 giorni. Tale variazione produce una modifica al valore dei  $GG_{rif}$ , che come si evince dalla tabella sottostante ha un'incidenza irrisoria sui consumi di Baseline per il riscaldamento calcolati secondo la metodologia indicata al paragrafo 5.1.1.

Codice Edificio	Nome	Q baseline riscaldamento mese aprile 15 giorni	Q baseline riscaldamento mese aprile 11 giorni	Variazione assoluta [kWh]	Delta [%]
E1922	ASILO NIDO PIAZZA SARZANO	30.043	30.015	28	0,09%

### 3.2 DATI CLIMATICI REALI

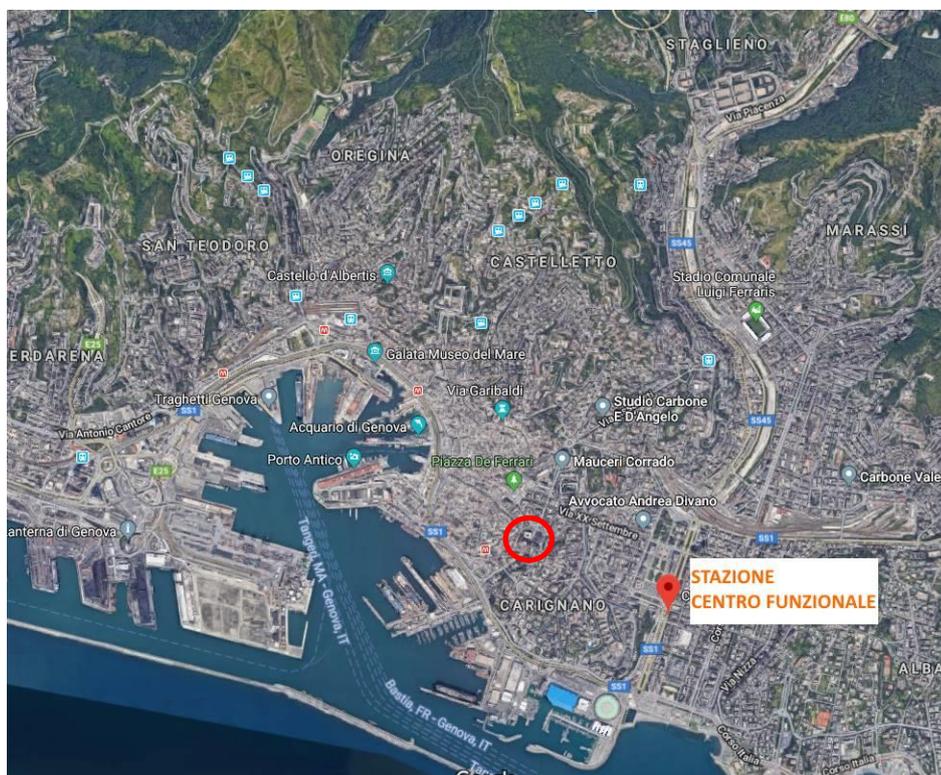
Ai fini della realizzazione dell'analisi energetica si è resa necessaria la definizione delle condizioni climatiche reali, ovvero dei  $GG$  calcolati in funzione della temperature esterna media oraria del sito effettivamente rilevata, con lo scopo di creare una normalizzazione dei consumi in funzione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

Da una ricerca sulle stazioni meteo presenti sul territorio comunale, reperite sul sito Ambiente della Regione Liguria, è risultato che le stazioni che riportano con maggiore completezza i dati medi di temperatura sono:

- *Castellaccio*, posta ad un'altitudine di 360 m s.l.m.
- *Centro Funzionale*, posta a 30 m slm.

Nell'edificio oggetto di diagnosi, posto ad un'altitudine di 35 m slm, sono stati utilizzati i dati climatici rilevati dalla centralina meteo del Centro Funzionale, in quanto le condizioni climatiche sono più simili rispetto alla centralina di Castellaccio posta a circa 360 m sul livello del mare.

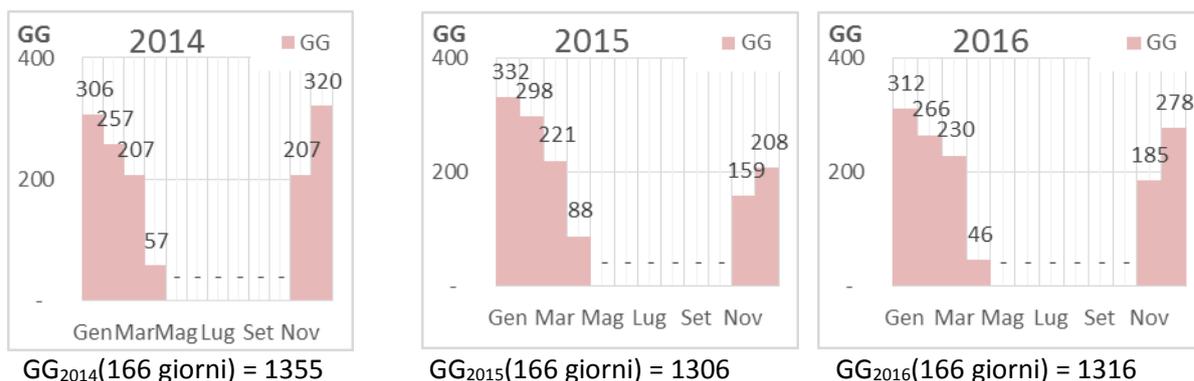
Figura 3.1 – Posizionamento della centralina meteo climatica rispetto all'edificio oggetto di DE



### 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

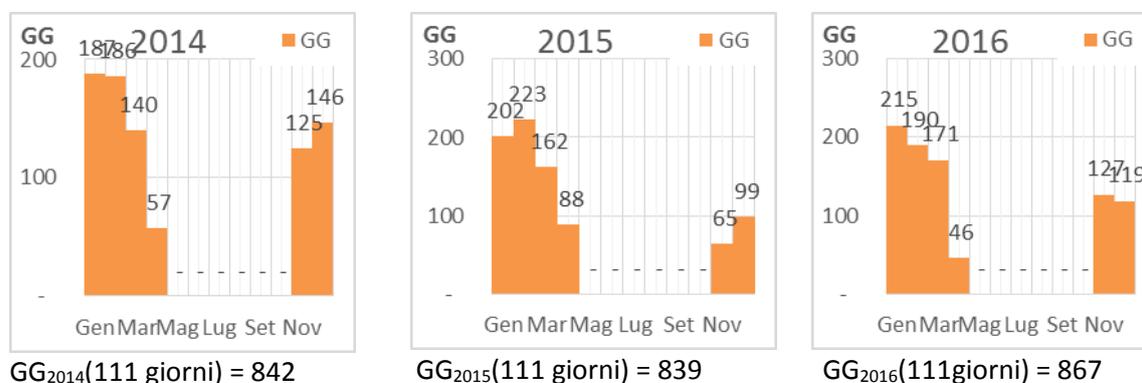


Considerando che il profilo di utilizzo degli impianti di riscaldamento prevede alcuni giorni di mancata accensione dell'impianto, come riportato nella Tabella 2.3, i GG reali sono stati ricalcolati in funzione del numero di giorni effettivi di accensione dell'impianto termico, pertanto si è ottenuto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

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

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

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



Come si può notare dai grafici sopra riportati, l'andamento dei GG non è costante e subisce variazioni nel periodo considerato e si attesta molto al di sotto dei GG sia di norma e che del funzionamento a 166 giorni

## 4 AUDIT EDIFICIO E IMPIANTI ELETTRICI E MECCANICI

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

#### 4.1.1 Involucro opaco

Il prospetto principale esterno su Piazzetta Ninfeo si presenta molto semplice e lineare nelle forme. L'edificio risalente al 2007, è di nuova costruzione e non è soggetto ad alcun vincolo architettonico ai sensi del D.Lgs. 42/2004. All'interno.

La struttura portante è realizzata con la soluzione trave-pilastri con tamponamento in laterizio forato. Essendo una struttura recente è altamente probabile che sia presente uno strato di coibentazione esterno. Questa evidenza si ha anche attraverso la termografia eseguita sul lato esterno della struttura; infatti nonostante la struttura portante travi-pilastri, non è stato possibile individuare i ponti termici come punti freddi dovuti alla presenza di materiale a più alta trasmittanza (come ad esempio il cemento armato).

La finitura esterna della pareti è ad intonaco. L'involucro edilizio opaco che costituisce l'edificio è sostanzialmente composto da un unico blocco strutturale che si articola su due livelli fuori terra.

Figura 4.1 – Facciata esterna – Piazzetta Ninfeo



Figura 4.2 – Facciata esterna – Vista posteriore



Figura 4.3 – Copertura coibentata edificio



Figura 4.4 – Facciata esterna – Vista laterale



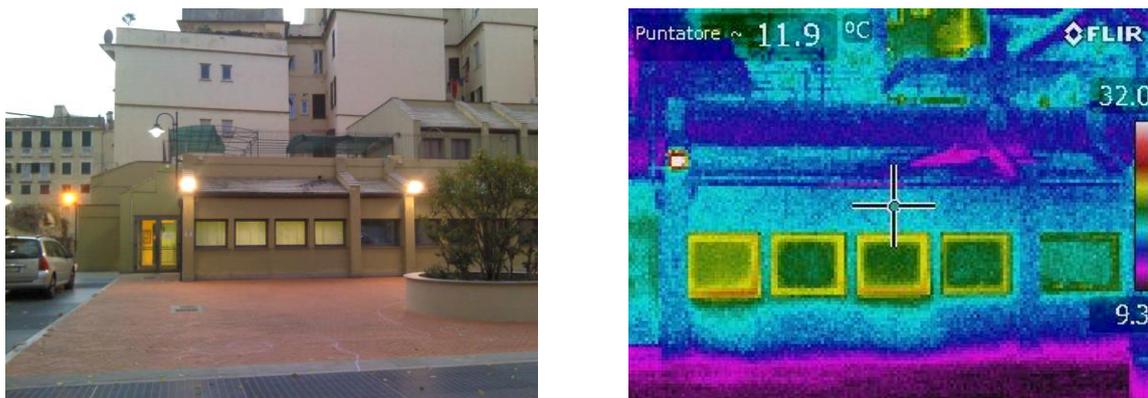
La struttura geometrica interna risulta omogenea, anche dal punto di vista strutturale. La copertura è terrazzata ed interamente verso esterno, ed è realizzata in calcestruzzo armato portante coibentata

Ai fini di un'identificazione più precisa delle caratteristiche dei componenti dell'involucro opaco si è proceduto, in sede di sopralluogo, alla realizzazione di un rilievo termografico eseguito tramite l'utilizzo di termo camera FLIR E40.

La realizzazione delle suddette indagini ha portato alle seguenti conclusioni:

- Come già anticipato non sono state rilevate particolari discontinuità nella struttura edilizia, con presenza di significativi ponti termici, questo è indice della presenza di un probabile materiale coibente sul lato esterno della struttura.
- È stato rilevato un gradiente di temperatura in corrispondenza del basamento della struttura, probabilmente dovuto alla differenza di temperatura tra il parcheggio sottostante e la temperatura dell'interno dell'edificio

Figura 4.5 – Rilievo termografico del prospetto esterno – Piazzetta Ninfeo



I dettagli delle indagini diagnostiche effettuate sono riportate all'Allegato C – Report di indagine termografica.

Essendo un edificio di nuova costruzione, le trasmittanze sono state ricostruite in base alle trasmittanze minime ammissibile secondo quanto indicato dal D.Lgs 192/2005.

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

Tabella 4.1 – Trasmittanze termiche dei componenti dell'involucro opaco

TIPO DI COMPONENTE	CODICE	SPESSORE	ISOLAMENTO	TRASMITTANZA TERMICA	STATO DI CONSERVAZIONE
		[mm]		[W/m <sup>2</sup> K]	
Muro esterno - 30 cm	M1	300,0	Presente	0,500	Buono
Muro verso NR - 20 cm	M2	200,0	Assente	1,294	Buono
Muro esterno NR - 30 cm	M3	300,0	Assente	0,500	Buono
Pavimento verso NR	P1	460,0	Presente	0,460	Buono
Solaio verso esterno isolato	S1	400,0	Presente	0,460	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 e nell'Allegato E – Relazione di dettaglio dei calcoli.

#### 4.1.2 Involucro trasparente

L'involucro trasparente che costituisce l'edificio è composto da una tipologia unica, ovvero telaio in alluminio e vetrocamera, risalenti al 2007, anno di realizzazione della struttura e che si trovano in buone condizioni.

Figura 4.6 – Serramenti in alluminio e vetrocamera



Figura 4.7 - Serramenti in alluminio e vetrocamera - particolare



Ai fini di un'identificazione più precisa delle caratteristiche dei componenti dell'involucro trasparente si è proceduto, in sede di sopralluogo, alla realizzazione del rilievo termografico.

La realizzazione delle suddette indagini ha portato alle seguenti conclusioni:

- Gli infissi presentano un comportamento normale con presenza di ampio ponte termico perimetrale
- Il grado di isolamento offerto dagli infissi dotati di vetro vetrocamera è buono.

Figura 4.8 – Rilievo termografico dei serramenti esterni in alluminio e vetrocamera



Essendo un edificio di nuova costruzione, le trasmittanze sono state ricostruite in base alle trasmittanze minime ammissibile secondo quanto indicato dal D.Lgs 192/2005.

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

Tabella 4.2 – Trasmittanze termiche dei componenti dell'involucro trasparente

TIPO DI COMPONENTE	CODICE	ALTEZZA	LARGHEZZA	TIPO TELAIO	TIPO VETRO	TRASMITTANZA TERMICA - U <sub>w</sub>	STATO DI CONSERVAZIONE
		[mm]	[mm]				
P0 - F1 - 70X80 alluminio - vetrocamera	W1	80,0	70,0	alluminio	vetrocamera	3,100	Buono
P0 - F2 - 100x260 alluminio - vetrocamera	W2	260,0	100,0	alluminio	vetrocamera	3,100	Buono
P0 - F3 - 160x75 alluminio - vetrocamera	W3	75,0	160,0	alluminio	vetrocamera	3,100	Buono
P0 - F4 - 80x160 alluminio - vetrocamera	W4	160,0	80,0	alluminio	vetrocamera	3,100	Buono
P0 - F5 - 95x210 alluminio - vetrocamera	W5	210,0	95,0	alluminio	vetrocamera	3,100	Buono
P0 - F6 - 60x110 alluminio - vetrocamera	W6	110,0	60,0	alluminio	vetrocamera	3,100	Buono
P0 - F7 - 120x100 alluminio - vetrocamera	W7	100,0	120,0	alluminio	vetrocamera	3,100	Buono
P1 - F1 - 80x160 alluminio - vetrocamera	W8	160,0	80,0	alluminio	vetrocamera	3,100	Buono
P1 - F2 - 100X150 alluminio - vetrocamera	W9	150,0	100,0	alluminio	vetrocamera	3,100	Buono
P1 - F3 - 180X210 alluminio - vetrocamera	W10	210,0	180,0	alluminio	vetrocamera	3,100	Buono
P1 - F4 - 70X120 alluminio - vetrocamera	W11	120,0	70,0	alluminio	vetrocamera	3,100	Buono
P1 - F5 - 75X210 alluminio - vetrocamera	W12	210,0	75,0	alluminio	vetrocamera	3,100	Buono
P0 - F8 - 180x230 alluminio - vetrocamera	W13	230,0	180,0	alluminio	vetrocamera	3,100	Buono

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

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

L'impianto di riscaldamento degli ambienti e di produzione di ACS è costituito da una centrale termica unica costituita da una caldaia a basamento di tipo a condensazione, alimentata a gas metano, collegata ad un unico circuito di distribuzione che serve l'intero complesso edilizio.

#### 4.2.1 Sottosistema di emissione

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

- Radiatori in alluminio.

Figura 4.9 – Particolare – radiatore in ghisa – scuola elementare



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
Asilo nido	Radiatori in alluminio su parete esterna isolata	96,3%

Le caratteristiche dei terminali di emissione installati sono sintetizzate nella seguente tabella.

Tabella 4.4 - Ripilogo caratteristiche dei terminali di emissione installati

ZONA TERMICA	TIPO DI INSTALLAZIONE	NUMERO	POTENZA TERMICA UNITARIA - MEDIA [kW]	POTENZA TERMICA COMPLESSIVA [kW]	POTENZA FRIGORIFERA UNITARIA [kW]	POTENZA FRIGORIFERA COMPLESSIVA [kW]
Asilo nido – Piano terra	Radiatori su parete esterna isolata	20	1,19	23,9	0	0
Asilo nido – Piano primo	Radiatori su parete esterna isolata	7	1,26	8,8	0	0
<b>TOTALE</b>		<b>27</b>		<b>32,7</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

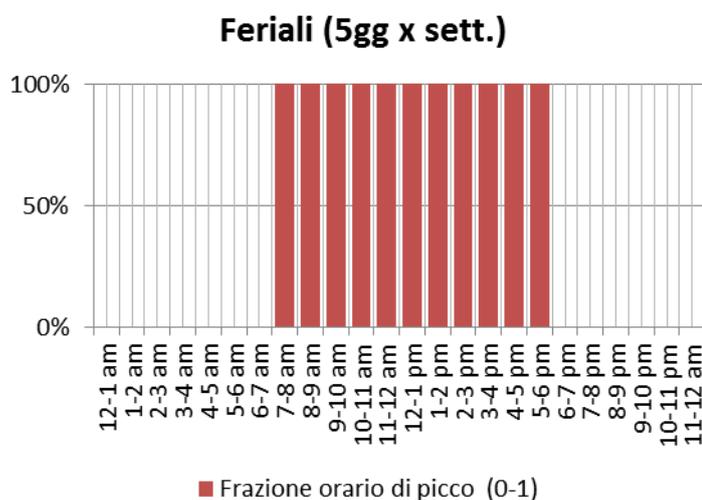
La potenza termica complessiva dei radiatori è stata presa dalla documentazione di checklist degli impianti termici messa a disposizione dalla committenza e verificate in sede di sopralluogo. Dalla modellazione energetica eseguita con software certificato Edilclima si è ottenuto un valore globale di potenza installata per l'emissione pari a 38,6 kW, considerando un salto termico nominale lato aria di 50°C e lato acqua di 10°C; tale valore risulta in linea con quanto riportato in tabella. 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 cronotermostato con orari pre-impostati, inoltre in centrale termica è presente un sistema di telegestione e telecontrollo dotato anche di una centralina climatica con sonda esterna. I radiatori sono sprovvisti di valvole termostatiche per la regolazione locale della temperatura.

Di seguito sono riportati i profili orari di funzionamento degli impianti.

Figura 4.10 - Profilo di funzionamento invernale feriale dell'impianto per la zona termica dell'asilo nido.



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

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

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

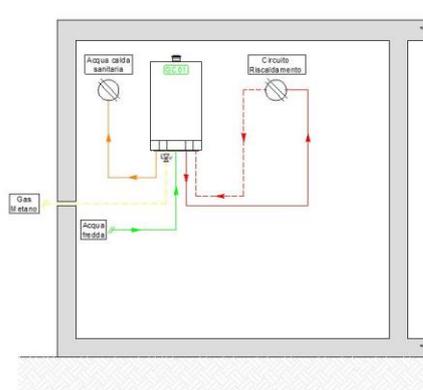
ZONA TERMICA	TIPO DI REGOLAZIONE	RENDIMENTO
Asilo nido	Climatica	80,5%

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 dedicato all'asilo nido Sarzano è costituito da due circuiti, uno di alimentazione del circuito dell'ACS della scuola e uno di alimentazione del circuito di riscaldamento dei radiatori. Le pompe di circolazione sono integrate all'interno della caldaia a condensazione presente, non sono presenti circuiti esterni; le pompe lavorano in parallelo e non sono dotate di inverter. Di seguito si riporta lo schema della centrale termica esistenti al momento del sopralluogo.

Figura 4.11 - Particolare dello schema di impianto



Il rendimento complessivo del sottosistema di distribuzione dell'impianto di riscaldamento invernale è stato assunto nella DE pari al 99% come da modello termico redatto con software certificato Edilclima e calcolato secondo le UNI TS 11300.

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

#### 4.2.4 Sottosistema di generazione

Il sottosistema di generazione è costituito da una caldaia a basamento di tipo a condensazione alimentata a gas metano che produce acqua calda dedicata al servizio di riscaldamento invernale dell'edificio analizzato, ed alla produzione di ACS. Al momento del sopralluogo avvenuto in data 06/12/2017 era guasta, in attesa di una sostituzione che è avvenuta nei giorni immediatamente successivi a quelli della visita, ovvero in data 12/12/2017. Pertanto ai fini della presente diagnosi, per il calcolo della baseline termica, verrà considerato il funzionamento del presente generatore di calore, in quanto in funzione nel periodo 2014-2016, tenendo in considerazione in fatto che la sostituzione è stata fatta con una caldaia a condensazione del tutto analoga a quella precedentemente installata, mentre per l'emissione del certificato energetico verrà inserita la caldaia attualmente installata e funzionante (IMMERGAS HERCULES 26 ERP).

Figura 4.12 – Particolare del generatore di calore a basamento



Le caratteristiche dei sistemi di generazione sono riportate nella Tabella 4.6.

Tabella 4.6 - Riepilogo caratteristiche sistemi di generazione presenti al momento del sopralluogo

Servizio	MARCA	MODELLO	ANNO DI COSTRUZIONE	POTENZA AL FOCOLARE [kW]	POTENZA TERMICA UTILE [kW]	RENDIMENTO
GC01 Riscaldamento	IMMERGAS	HERCULES	2007	32	33	107,3%

Il rendimento complessivo del sottosistema di generazione, in regime di riscaldamento è stato assunto nella DE pari al 97,6%, calcolato con il software certificato Edilclima che implementa le norme UNI TS 11300. Dall'ultima prova fumi emerge che il rendimento di combustione è pari a 97,9%, valore allineato con quello risultante dalla diagnosi energetica.

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

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

La produzione di ACS avviene mediante lo stesso generatore di calore a condensazione che produce calore per il riscaldamento invernale.

I rendimenti caratteristici dei sottosistemi dell'impianto di produzione acqua calda sanitaria sono riportati nella Tabella 4.7.

Tabella 4.7 – 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%	NA	NA	102,8%	88,6%

Nota (8) Valori ricavati da modello energetico

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 ad esempio le attrezzature della cucina ed altri dispositivi in uso del personale.

Tali tipologie di utenze sono state raggruppate insieme ed identificate con la denominazione di forza elettromotrice (FEM) e sono riportate nella Tabella 4.8.

Tabella 4.8 – Elenco e caratteristiche delle altre utenze elettriche

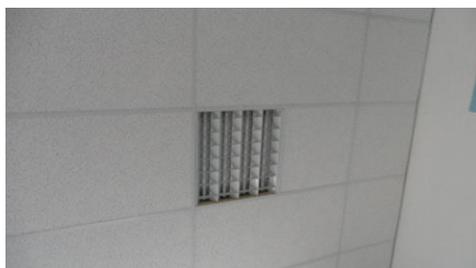
DESCRIZIONE	NUMERO	POTENZA NOMINALE - stima	POTENZA COMPLESSIVA	ORE ANNUE DI UTILIZZO - stima
		[W]	[W]	[ore]
Montacarichi	1	3000	3000	340
Lavatrice	1	800	800	540
Ascensore	1	3000	3000	340
Frigorifero	1	300	300	1092
Cappa	1	150	150	360
Lavastoviglie	1	9600	9600	360
PC	1	200	200	900

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 e nei file dell'Allegato B.

#### 4.5 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO ILLUMINAZIONE

L'impianto di illuminazione è costituito da lampade a neon fluorescenti di tipo T8.

Figura 4.13 - Particolare dei corpi illuminanti ubicati nell'edificio- fluorescente 4x18W



L'elenco e le caratteristiche dei corpi illuminanti sono riportate nella Tabella 4.9.

Tabella 4.9 – Elenco e caratteristiche dei corpi illuminanti

DESCRIZIONE	NUMERO	POTENZA UNITARIA	POTENZA COMPLESSIVA
		[W]	[W]
Incandescente	10	100	1000
Fluorescente	53	18	3816
Fluorescente	7	36	504
Fluorescente	3	18	108
Fluorescente	16	18	1152
Fluorescente	4	18	144
Fluorescente	2	36	72

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

Nota (9) Fonte: Prospetto B.19 UNI TS 11300-2:2014

La fornitura di Gas metano avviene tramite la presenza di un unico contatore dedicato alla centrale termica, non sono presenti altri usi relativi al vettore.

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

Relativamente al PDR 1 –3270049188832 - sono riportati i dati rilevati dalla società di distribuzione del metano per l'anno 2014 ed i dati di fatturazione del 2015 e 2016. È stata riscontrata un forte differenza fra i dati forniti dalla società di distribuzione contenuti nel file Kyoto Baseline ed i dati di fatturazione, pertanto, ai fini del calcolo della baseline termica verranno considerati i dati di consumo forniti dalla società di distribuzione.

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 del fornitore

PDR	Utilizzo	2014	2015	2016	2014	2015	2016
		[Sm <sup>3</sup> ]	[Sm <sup>3</sup> ]	[Sm <sup>3</sup> ]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
		Metano	Metano	Metano	Gasolio	Gasolio- metano	Metano
3270049188832	Riscaldamento, produzione di ACS e cottura cibi	3.430	4.001	4.131	32.311	37.689	38.914

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

Di seguito i consumi fatturati dalla società di fornitura riportati nella Tabella 5.3, per il solo anno 2014 i dati sono stati suddivisi mensilmente secondo i gradi giorno della stazione meteo di

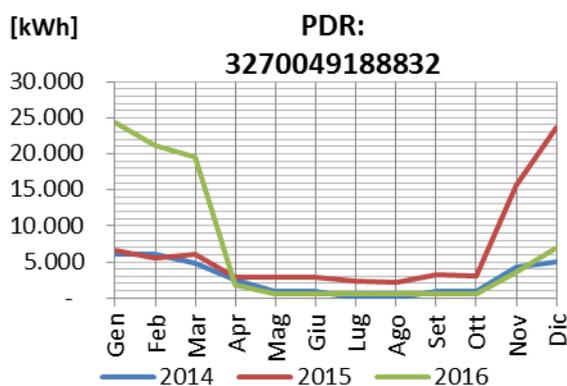
riferimento aggiungendo la quota stimata per ACS e cucina. Per il 2015 e 2016 sono riportati gli effettivi dati di consumo rilevati dalle fatture.

Tabella 5.3 - Consumi mensili di energia termica per il triennio di riferimento – Dati di fatturazione

PDR: 3270049188832	2014	2015	2016	2014	2015	2016
Mese	[Sm <sup>3</sup> ]	[Sm <sup>3</sup> ]	[Sm <sup>3</sup> ]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gen	650	710	2.586	6.119	6.691	24.360
Feb	645	594	2.254	6.080	5.595	21.233
Mar	510	648	2.075	4.800	6.107	19.547
Apr	263	301	194	2.479	2.835	1.827
Mag	93	311	67	876	2.930	631
Giu	93	302	61	876	2.845	575
Lug	-	249	56	-	2.346	528
Ago	-	233	55	-	2.195	518
Set	93	336	61	876	3.165	575
Ott	93	327	69	876	3.080	650
Nov	463	1.670	377	4.365	15.731	3.551
Dic	527	2.506	735	4.965	23.607	6.924
Totale	3.430	8.188	8.590	32.311	77.126	80.918

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

Figura 5.1 – Andamento mensile dei consumi termici fatturati



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 0;

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

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

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

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

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

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

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

Si sottolinea che ai fini della normalizzazione e della successiva validazione del modello energetico dei due edifici serviti dalla centrale termica e dal PDR 1, come precedentemente anticipato, si utilizzeranno per la definizione dei consumi reali,  $Q_{real,i}$ , i consumi di gas metano forniti dalla società di distribuzione, scorporati del contributo stimato della cucina.

Il contributo corrispondente è stato calcolato mediante dati di letteratura, la quota restante di gas metano comprensiva del contributo di riscaldamento e ACS è scorporata della quantità di metano indicata da Edilclima per la produzione di ACS, quindi i soli smc risultanti dalle sottrazioni di quota cucina e ACS sono stati inseriti per il calcolo della normalizzazione.

Tabella 5.4 – Normalizzazione dei consumi annuali di energia termica

ANNO	GG <sup>REALI</sup> SU [111] GIORNI	GG <sup>RIF</sup> SU [111] GIORNI	Consumo		CONSUMO REALE RISC.	$\alpha_{rif}$	CONSUMO NORMALIZZATO A [926] GG	CONSUMO ACS	CONSUMO ALTRO
			Reale RISC + ACS + CUCINA	Consumo reale solo risc					
			[Smc]	[Smc]	[kWh]		[kWh]	[kWh]	[kWh]
2014	872	926	3.430	2.500	23.554	28,0	25.916	3.130	-
2015	927	926	4.001	3.071	28.934	34,5	31.942	3.130	-
2016	984	926	4.131	3.201	30.159	34,8	32.214	3.130	-
<b>Media</b>	<b>928</b>	<b>926</b>	<b>3.854</b>	<b>2.924</b>	<b>27.549</b>	<b>32,4</b>	<b>30.043</b>	<b>3.130</b>	<b>-</b>

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

Tabella 5.5 – Individuazione della Baseline termica

GRANDEZZA	VALORE
[Kwh]	
$\bar{Q}_{ACS}$	3.130-
$\bar{Q}_{ALTRO}$	-
$\bar{a}_{rif} \times GG_{rif}$	<b>30.043</b>
<b><math>Q_{baseline}</math></b>	<b>33.174</b>

### 5.1.2. Energia elettrica

La fornitura di energia elettrica avviene tramite la presenza di un unico contatore a servizio dell'edificio scolastico.

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

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

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

Tali consumi annuali sono riportati nella Tabella 5.6 con indicazione dei POD di riferimento.

Tabella 5.6 – Elenco POD e relativi consumi annuali per il triennio di riferimento – dati di fatturazione

POD	ZONA SERVITA	2014	2015	2016	MEDIA
		[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
IT001E01878216	Asilo nido	17.603	18.835	18.579	18.339
<b>TOTALE</b>		<b>17.603</b>	<b>18.835</b>	<b>18.579</b>	<b>18.339</b>

Tali consumi sono stati confrontati con i consumi annui elaborati e forniti dalla PA ed identificati per l'edificio oggetto della DE all'interno del file kyotoBaseline-E1922 ed è emerso uno scostamento massimo del 15% rispetto al 2016. Questo probabilmente dovuto a fatture di conguaglio mancanti.

Tabella 5.7 – Elenco POD e relativi consumi annuali per il triennio di riferimento – dati Kyoto baseline

POD	ZONA SERVITA	2014	2015	2016	MEDIA
		[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
IT001E01878216	Asilo nido	17.603	19.279	22.050	19.664
<b>TOTALE</b>		<b>17.603</b>	<b>19.279</b>	<b>22.050</b>	<b>19.644</b>

L'individuazione della baseline elettrica di riferimento è calcolata sulla media aritmetica dei valori relativi ai consumi elettrici reali desunti dalle fatture fornite per il triennio di riferimento.

Si è pertanto definito un consumo  $EE_{baseline}$  pari a 18.339 kWh.

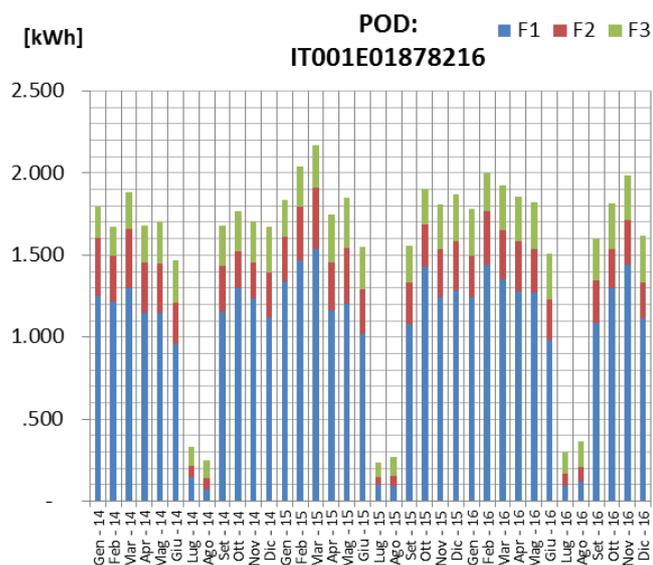
Di seguito si riportano i consumi mensili di energia elettrica suddivisi per fascia per il POD analizzato.

Tabella 5.8 – Consumi mensili di energia elettrica suddivisi per fasce, per il triennio di riferimento – POD1

POD: IT001E01878216	F1	F2	F3	TOTALE
Anno 2014	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gen - 14	1.253	350	195	1.798
Feb - 14	1.217	277	179	1.673
Mar - 14	1.295	367	220	1.882
Apr - 14	1.147	307	224	1.678
Mag - 14	1.147	301	249	1.697
Giu - 14	960	251	260	1.471
Lug - 14	148	69	110	327
Ago - 14	71	65	112	248
Set - 14	1.157	278	244	1.679
Ott - 14	1.301	221	248	1.770
Nov - 14	1.235	222	248	1.705
Dic - 14	1.120	272	283	1.675
<b>Totale</b>	<b>12.051</b>	<b>2.980</b>	<b>2.572</b>	<b>17.603</b>
POD: IT001E01878216	F1	F2	F3	TOTALE
Anno 2015	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gen - 15	1.341	269	228	1.838

Feb - 15	1.467	331	241	2.039
Mar - 15	1.534	379	254	2.167
Apr - 15	1.163	294	292	1.749
Mag - 15	1.203	341	307	1.851
Giu - 15	1.019	270	260	1.549
Lug - 15	95	54	86	235
Ago - 15	91	60	119	270
Set - 15	1.081	248	227	1.556
Ott - 15	1.429	260	216	1.905
Nov - 15	1.246	289	273	1.808
Dic - 15	1.287	298	283	1.868
<b>Totale</b>	<b>12.956</b>	<b>3.093</b>	<b>2.786</b>	<b>18.835</b>
<b>POD: IT001E01878216</b>	<b>F1</b>	<b>F2</b>	<b>F3</b>	<b>TOTALE</b>
<b>Anno 2016</b>	<b>[kWh]</b>	<b>[kWh]</b>	<b>[kWh]</b>	<b>[kWh]</b>
Gen - 16	1.244	250	288	1.782
Feb - 16	1.441	328	229	1.998
Mar - 16	1.349	304	271	1.924
Apr - 16	1.276	310	270	1.856
Mag - 16	1.272	263	288	1.823
Giu - 16	987	246	278	1.511
Lug - 16	91	74	131	296
Ago - 16	119	85	162	366
Set - 16	1.088	256	253	1.597
Ott - 16	1.295	239	285	1.819
Nov - 16	1.440	271	278	1.989
Dic - 16	1.117	214	287	1.618
<b>Totale</b>	<b>12.719</b>	<b>2.840</b>	<b>3.020</b>	<b>18.579</b>

Figura 5.2 – Andamento dei consumi elettrici per fascia nel triennio di riferimento



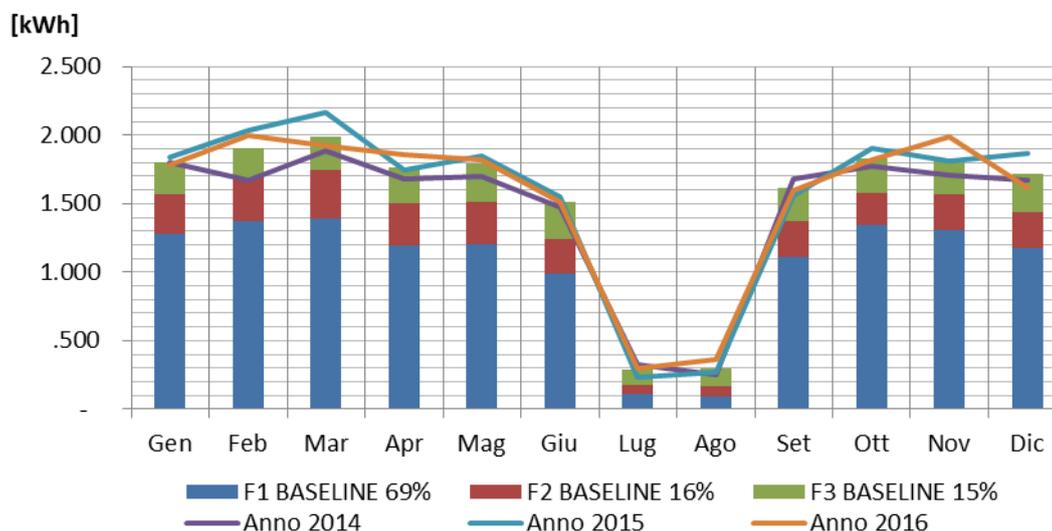
Dall'analisi effettuata è stato possibile definire i profili mensili dei consumi elettrici di Baseline, valutati come la media dei valori mensili analizzati nel triennio di riferimento. Tali valori sono riportati nella Tabella 5.9.

Tabella 5.9 – Consumi mensili di Baseline

BASELINE	F1	F2	F3	TOTALE
	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gennaio	1.279	290	237	1.806
Febbraio	1.375	312	216	1.903
Marzo	1.393	350	248	1.991
Aprile	1.195	304	262	1.761
Maggio	1.207	302	281	1.790
Giugno	989	256	266	1.510
Luglio	111	66	109	286
Agosto	94	70	131	295
Settembre	1.109	261	241	1.611
Ottobre	1.342	240	250	1.831
Novembre	1.307	261	266	1.834
Dicembre	1.175	261	284	1.720
<b>Totale</b>	<b>12.575</b>	<b>2.971</b>	<b>2.793</b>	<b>18.339</b>

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

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



I profili di prelievo mensili nel triennio di riferimento presentano un andamento coerente con l'effettivo utilizzo ed apertura della scuola. Nel periodo estivo infatti è possibile notare che i consumi subiscono la tipica contrazione dovuta alla chiusura della scuola. In tale periodo tuttavia vengono svolte attività da parte del personale ausiliario, tecnico e amministrativo che concorrono al consumo mensile mediante l'utilizzo di attrezzature elettriche e di illuminazione.

Non è stato inoltre possibile rappresentare i profili giornalieri dei consumi elettrici del POD in oggetto, in quanto non disponibili sul sito dalla società di distribuzione dell'energia elettrica.

## 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 5.10.

Tabella 5.10 - 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

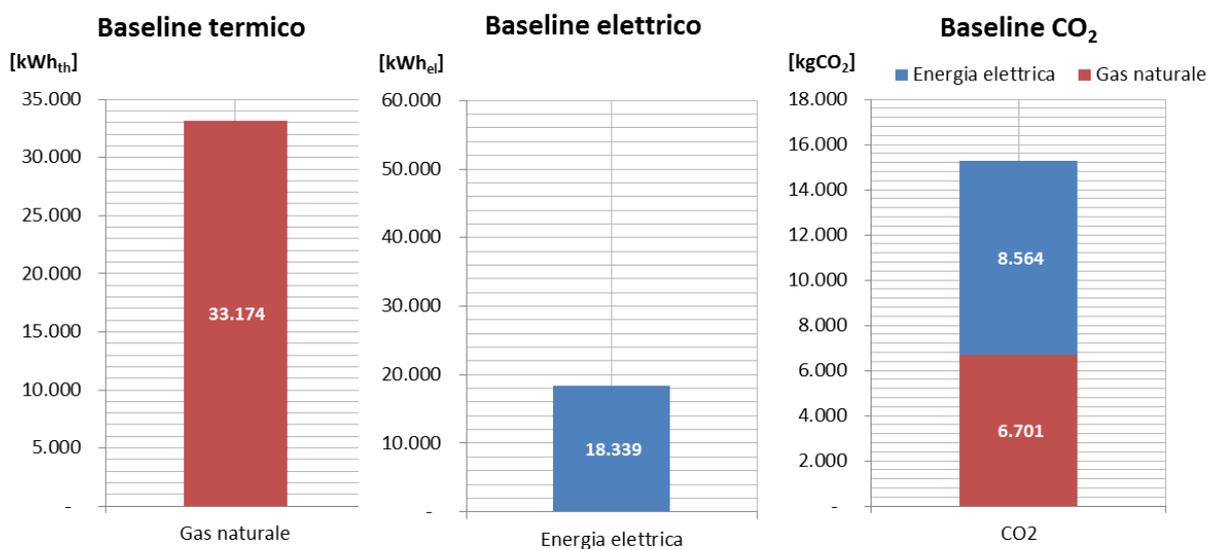
\* da "Linee Guida Patto dei Sindaci" per anno 2010

Applicando tali fattori di conversione è stato possibile valutare la Baseline delle emissioni di CO<sub>2</sub>, come riportato nella Tabella 5.11 – Baseline delle emissioni di CO<sub>2</sub>. Tabella 5.11 e nella Figura 5.4

Tabella 5.11 – Baseline delle emissioni di CO<sub>2</sub>.

COMBUSTIBILE	CONSUMO DI BASELINE	FATTORE DI CONVERSIONE	
	[kWh]	[kgCO <sub>2</sub> /kWh]	[kgCO <sub>2</sub> ]
Gas naturale	33.174	0,202	6.701
Energia elettrica	18.339	0,467	8.564

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



Ai fini del calcolo degli indici di performance è necessario effettuare la conversione dei consumi di baseline in energia primaria, utilizzando i fattori di conversione indicati dal Decreto Interministeriale

26 giugno 2015 “Applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici” nell’Allegato 1-Tabella 1.

Tabella 5.12 - 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 5.13.

Tabella 5.13 – Fattori di riparametrizzazione

PARAMETRO		VALORE	U.M.
FATTORE 1	Superficie netta riscaldata	461	m <sup>2</sup>
FATTORE 1	Volume netto riscaldata	1.274	m <sup>2</sup>
FATTORE 1	Volume lordo riscaldata	1.777	m <sup>3</sup>

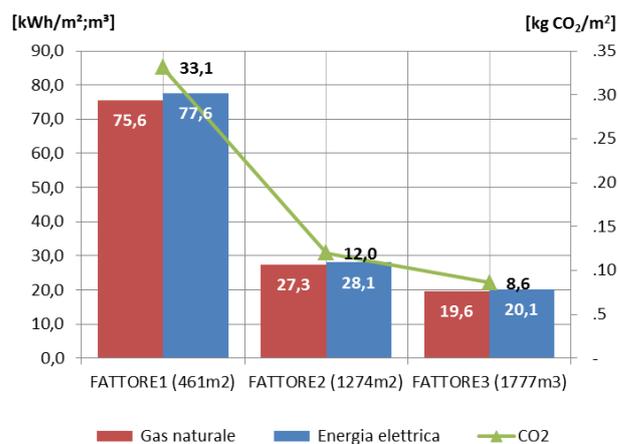
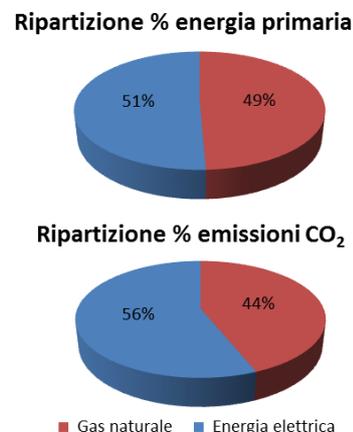
Nella Tabella 5.14 e Tabella 5.15 sono riportati gli indicatori di performance valutati coerentemente con quanto riportato nella sezione 2.5 dell’Allegato J – Schede di audit.

Tabella 5.14 – 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	33.174	1,05	34.833	75,6	27,3	19,6	14,54	5,26	3,77
Energia elettrica	18.339	2,42	44.380	96,3	34,8	25,0	18,58	6,72	4,82
<b>TOTALE</b>			<b>79.213</b>	<b>172</b>	<b>62</b>	<b>45</b>	<b>33</b>	<b>12</b>	<b>9</b>

Tabella 5.15 – Indicatori di performance calcolati con riferimento all’energia primaria non rinnovabile

VETTORE ENERGETICO	CONSUMO ENERGETICO DI BASELINE	FATTORE DI CONVERSIONE ENERGIA PRIMARIA NON RINN.	CONSUMO DI ENERGIA PRIMARIA NON RINN.	INDICATORI DI CONSUMO ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE			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	33.174	1,05	34.833	75,6	27,3	19,6	14,54	5,26	3,77
Energia elettrica	18.339	1,95	35.761	77,6	28,1	20,1	18,58	6,72	4,82
<b>TOTALE</b>			<b>70.594</b>	<b>153</b>	<b>55</b>	<b>40</b>	<b>33</b>	<b>12</b>	<b>9</b>

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

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


Trattandosi di edifici scolastici, in particolare si sono determinati i due seguenti indici, definiti all'interno delle Linee Guida ENEA- FIRE "Guida per il contenimento della spesa energetica nelle scuole"

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

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

La formula definita è sotto riportata:

$$IEN_R = \frac{\text{Consumo\_annuo\_riscaldamento} \times F_e \times F_h \times 1000}{GG \times V_{risc}}$$

L'indicatore di performance energetico definito dalla Guida ENEA – FIRE per i consumi di energia elettrica è un semplice indicatore normalizzato sui seguenti fattori:

- Superficie lorda ai piani dell'edificio  $A_p$ ;
- Fattore  $F_h$  relativo all'orario di occupazione, così come precedentemente

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

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

Tabella 5.16 – Indicatori di performance energetici

COMBUSTIBILE	IEN <sub>R</sub>			IEN <sub>E</sub>		
	Wh/(m³ GG anno)			Wh/(m² anno)		
	2014	2015	2016	2014	2015	2016
Gas Naturale	13,9	16,3	16,8	0	0	0
Energia elettrica	0	0	0	35,0	37,4	36,9

E' stato quindi possibile effettuare un raffronto con le classi di merito riportate nelle suddette Linee Guida ENEA - FIRE, ottenendo relativamente ad IEN<sub>R</sub> un valore leggermente in crescita nel triennio considerato. Il giudizio per questo indicatore è buono per tutti i 3 anni considerati.

IEN<sub>E</sub> subisce invece un progressivo aumento del valore, ma si assesta nel 2016 attorno a 37 Wh/(m<sup>3</sup> anno). Il giudizio per questo indicatore permane insufficiente dal primo all'ultimo anno considerato ed è molto lontano dalla soglia della sufficienza, con un valore pari a 10 Wh/(m<sup>3</sup> anno).

Per la sintesi ed il confronto di tutti gli indicatori di performance energetici ed ambientali degli edifici del Lotto 1, si rimanda all'**Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** allegato alla presente diagnosi energetica.

## 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.

Considerando il fatto che esiste un unico PDR e che la centrale termica è unica per l'edificio E1600 e per l'edificio E1602 oggetto di diagnosi energetica, è stato costruito un unico modello per entrambi gli edifici, considerando i due edifici come zone termiche a sé con in comune solo l'impianto di climatizzazione invernale. Grazie alle maschere di output del software di simulazione utilizzato è stato possibile individuare per entrambe le zone termiche i fabbisogni energetici, gli indicatori di prestazione energetica e tutte le informazioni necessarie ai fini del presente documento.

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 UNI-TS 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	EP <sub>gl</sub>	kWh/mq anno	183.30	165.18
Climatizzazione invernale	EP <sub>h</sub>	kWh/mq anno	87.42	86.53
Produzione di acqua calda sanitaria	EP <sub>w</sub>	kWh/mq anno	7.30	7.26
Ventilazione	EP <sub>v</sub>	kWh/mq anno	0	0
Raffrescamento	EP <sub>c</sub>	kWh/mq anno	0	0
Illuminazione artificiale	EP <sub>L</sub>	kWh/mq anno	77.87	62.74
Trasporto di persone e cose	EP <sub>T</sub>	kWh/mq anno	10.72	8.64
Emissioni equivalenti di CO <sub>2</sub>	CO <sub>2eq</sub>	Kg/mq anno	36	36

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

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

FONTE ENERGETICA UTILIZZATA	CONSUMO	CONSUMO ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE
	[m <sup>3</sup> /anno] – [kWh]	[kWh/anno]
Gas Naturale	4.194	41.501
Energia Elettrica	21.168	41.277

Il modello di calcolo utilizzato deve essere validato attraverso il confronto dei fabbisogno energetici risultanti 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<sub>teorico</sub> è assunto pari al fabbisogno complessivo di energia elettrica prelevata dalla rete (EE<sub>in</sub>) valutata come sommatoria dei contributi riportati nella Tabella 6.3;
- E<sub>baseline</sub> è il consumo energetico reale di baseline dell'edificio assunto rispettivamente pari al Q<sub>baseline</sub> e a EE<sub>baseline</sub>

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 [kWh <sub>el</sub> ]
Energia ausiliaria complessiva assorbita dal sottosistema di generazione per la produzione di ACS	E <sub>W, aux, gn</sub>
Energia ausiliaria complessiva assorbita dal sottosistema di generazione per il riscaldamento	E <sub>H, aux, gn</sub>
Fabbisogno di energia elettrica dell'impianto di ventilazione meccanica e dei terminali di emissione	E <sub>ve,el</sub> + E <sub>aux,e</sub>
Fabbisogno di energia elettrica per gli ausiliari di distribuzione (Riscaldamento e ACS)	E <sub>W, aux, d</sub> + E <sub>W, aux, d</sub>
Fabbisogno di energia elettrica per l'illuminazione interna dell'edificio	E <sub>L,int</sub>
Fabbisogno di energia elettrica per gli ausiliari degli impianti di climatizzazione	Q <sub>c,aux</sub>
Fabbisogno di energia elettrica per i sistemi di trasporto (+ eventuali altri carichi interni)	E <sub>T</sub> + E <sub>altro</sub> <sup>(10)</sup>
Perdite al trasformatore	E <sub>trasf</sub> <sup>(10)</sup>
Energia elettrica esportata dall'impianto a fonti rinnovabili	E <sub>exp,el</sub>

Nota (10) Tale contributo non è definito all'interno delle norme UNITS 11300 pertanto è stato valutato dall'Auditor ipotizzando un profilo di consumi annuali di utilizzo delle attrezzature della cucina.

### 6.1.1 Validazione del modello termico

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

Si è quindi provveduto alla simulazione dei parametri reali di utilizzo dell’edificio considerando il reale funzionamento degli edifici serviti dalla medesima centrale termica, ognuno con il proprio orario di accensione e spegnimento degli impianti ed inserendo nel modello tutti i dati tecnici rilevati 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	EP <sub>gl</sub>	kWh/mq anno	149.45	134.85
Climatizzazione invernale	EP <sub>H</sub>	kWh/mq anno	69.99	69.45
Produzione di acqua calda sanitaria	EP <sub>w</sub>	kWh/mq anno	7.30	7.26
Ventilazione	EP <sub>v</sub>	kWh/mq anno	0	0
Raffrescamento	EP <sub>c</sub>	kWh/mq anno	0	0
Illuminazione artificiale	EP <sub>L</sub>	kWh/mq anno	64.44	49.51
Trasporto di persone e cose	EP <sub>T</sub>	kWh/mq anno	10.72	8.64
Emissioni equivalenti di CO2	CO <sub>2eq</sub>	Kg/mq anno	29	29

I valori di EP globali sopra riportati di scostano di una piccola percentuale rispetto agli EP calcolati dai dati di consumo e baseline individuati, pertanto risultano coerenti.

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

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

FONTE ENERGETICA UTILIZZATA	CONSUMO	CONSUMO ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE
	[mc/anno] – [kWh]	[kWh/anno]
Gas Naturale	3.463	34.263
Energia Elettrica	17.706	34.527

La validazione del modello energetico termico è stata effettuata confrontando il consumo energetico di baseline (Q<sub>baseline</sub>) così come definito al precedente capitolo 5.1.1 ed il fabbisogno teorico (Q<sub>teorico</sub>) derivante dalla modellazione energetica.

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

Q <sub>teorico</sub>	Q <sub>baseline</sub>	Congruità
[kWh/anno]	[kWh/anno]	[%]
32.632	33.174	2%

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]	[%]
17.706	18.339	4%

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

La stima dei consumi di energia elettrica attribuibili a illuminazione, climatizzazione, produzione di ACS e trasporto di persone o cose deriva dalla modellazione sviluppata mediante software certificato. Per quanto riguarda invece la quota parte relativa alle utenze identificate con il nome FEM, e identificabili con le attrezzature in Tabella 4.8, è stata fatta una valutazione dei valori di potenze assorbite, fattori di carico e ore di funzionamento medi annuali. Il dettaglio del calcolo si può trovare nell’Allegato B – Elaborati.

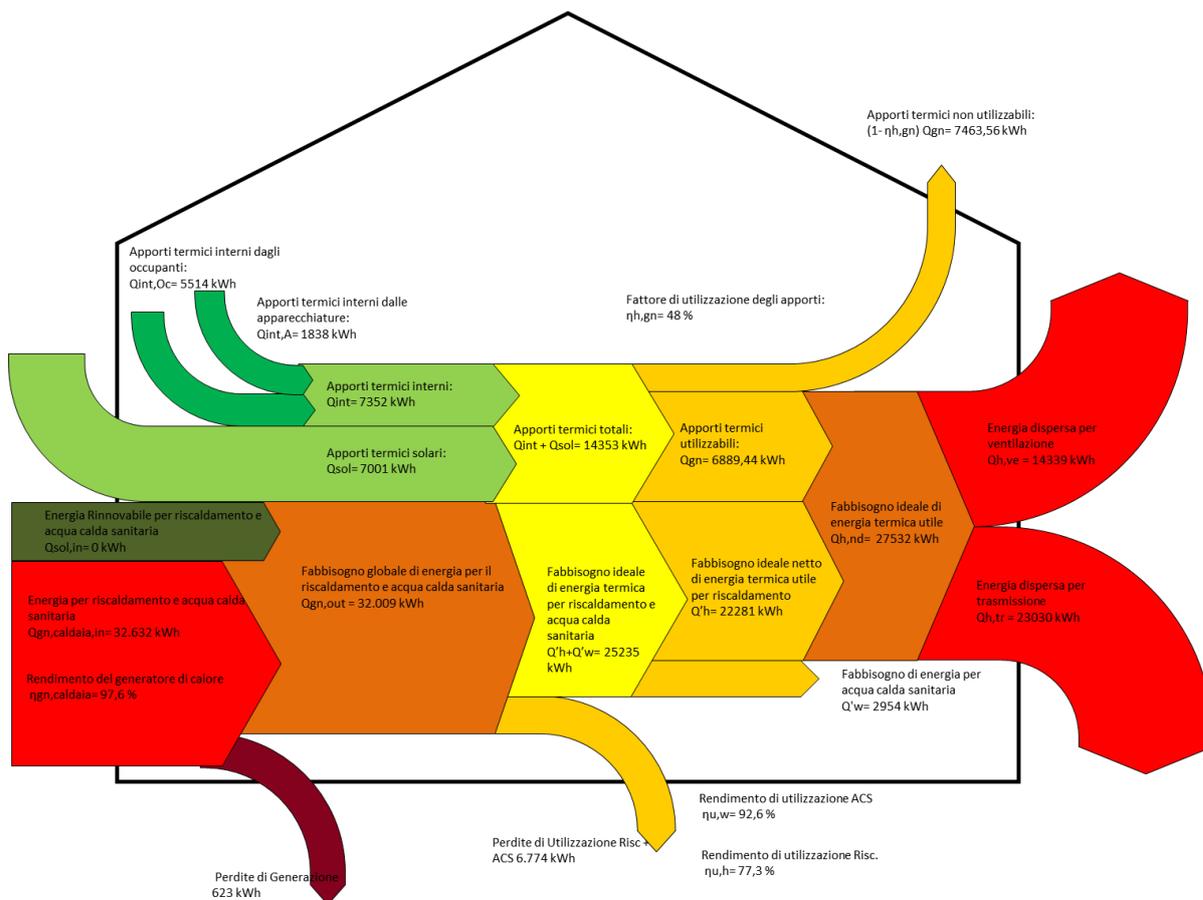
## 6.2 FABBISOGNI ENERGETICI

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.

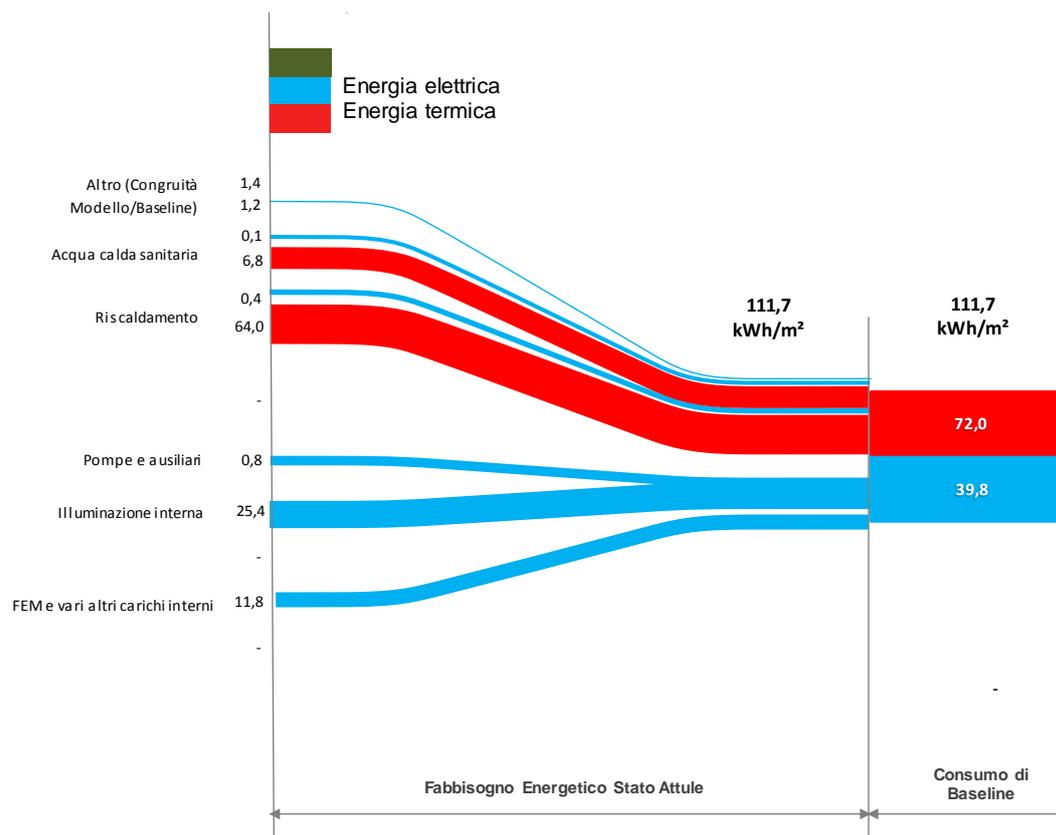
Figura 6.1 – Diagramma di Sankey relativo al fabbisogno termico dell'edificio allo stato attuale



Dall'analisi del diagramma di Sankey relativo al fabbisogno termico dell'edificio è possibile notare che la maggior parte di energia termica è dispersa per trasmissione e non si ha il contributo di energia rinnovabile in ingresso all'edificio.

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

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



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

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

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

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

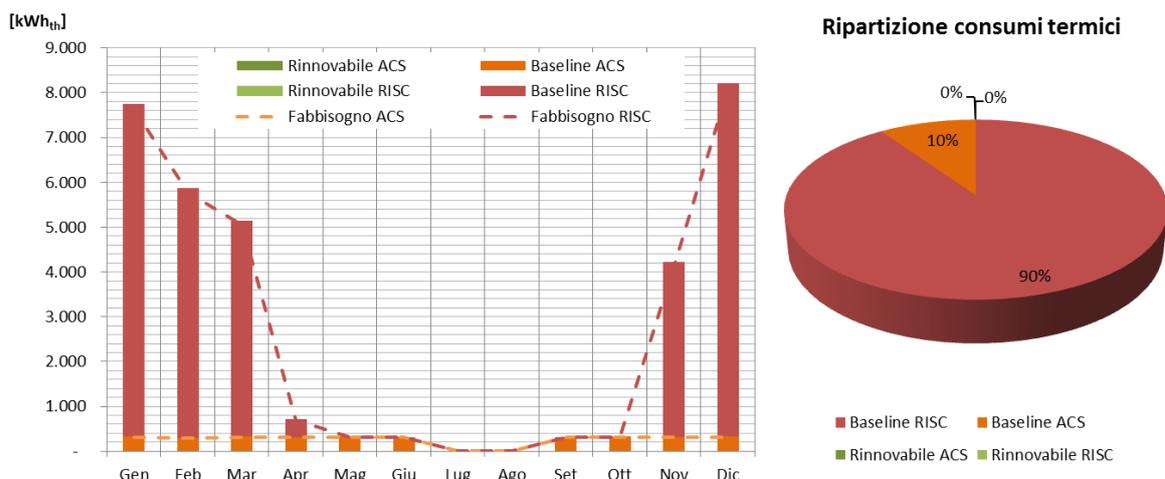
Dall'analisi del diagramma di Sankey relativo al bilancio energetico complessivo dell'edificio è possibile notare che non si ha un contributo di energia rinnovabile e che il consumo maggiore di energia termica è a carico del servizio di riscaldamento, mentre la maggioranza del consumo elettrico è a carico dell'illuminazione dell'edificio.

### 6.3 PROFILI ENERGETICI MENSILI

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

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

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



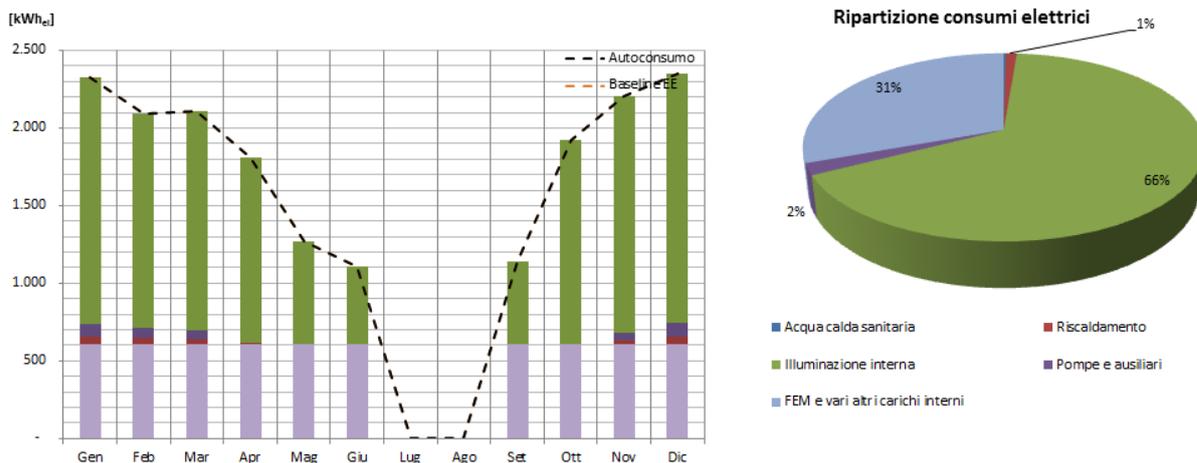
Si può notare come la maggior parte dei consumi termici sia da attribuirsi al servizio di riscaldamento invernale degli ambienti. Inoltre è possibile individuare che non sono presenti contributi di energia rinnovabile sia per riscaldamento che per ACS.

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

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

I risultati di tale valutazione sono riportati nella Figura 6.4.

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



Si può notare come la maggior parte dei consumi sia da attribuirsi al sistema di illuminazione interna, seguito da FEM e altri carichi interni. Pertanto si andranno a proporre interventi di efficientamento che riguardano prevalentemente la componente illuminazione interna. Per i dettagli con cui è stata determinata la quota FEM si rimanda ai appositi file dell’Allegato B.

## 7 ANALISI DEI COSTI PRE-INTERVENTO

### 7.1 COSTI RELATIVI ALLA FORNITURA DEI VETTORI ENERGETICI

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

#### 7.1.1 Vettore termico

La fornitura del vettore termico avviene tramite un unico contatore, il PDR 3270049188832, che prevede un contratto O&M < 35 kW stipulato dalla PA con un soggetto terzo, che non comprende la fornitura del vettore energetico, ma solo la conduzione e manutenzione degli impianti, pertanto è stato possibile fare una analisi delle fatture del periodo 2015-2016.

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

PDR2 – 3270049188832	2014	2015	2016
Indirizzo di fornitura			
Dati di intestazione fattura	Comune di Genova	Comune di Genova	Comune di Genova
Società di fornitura	IREN	1 -IREN 2- ENI	1- ENI 2- ENERGETIC
Inizio periodo fornitura	Precedente	Cambio fornitura a aprile 2015	Cambio fornitura da aprile 2016
Fine periodo fornitura	-	1- aprile 2015	1- aprile 2016
Classe del contatore	G6	G6	G6
Tipologia di contratto	ND	UTENZE CON ATTIVITA' DI SERVIZIO PUBBLICO	UTENZE CON ATTIVITA' DI SERVIZIO PUBBLICO
Opzione tariffaria	ND	1- PUNTO DI RICONSEGNA PER SERVIZIO PUBBLICO 2 - CONSIP 7 GAS	1 – CONSIP 7 GAS 2- PUNTO DI RICONSEGNA PER USI DIVERSI
Valore del coefficiente correttivo dei consumo		1,023	1,023
Prezzi del fornitura del combustibile €/kWh (IVA ESCLUSA) <sup>(11)</sup>	0,038	0,033	0,026

Nota (11): con prezzo di fornitura s'intende soltanto la quota variabile del servizio di acquisto e vendita, sono escluse le imposte, i corrispettivi per il dispacciamento e lo sbilanciamento, per l'uso della rete, e il servizio di misura e ogni altra voce.

Nelle Tabella 7.2 si riportano l'andamento del costo del vettore termico nel triennio di riferimento fornito, suddiviso nelle varie componenti, ricostruito solo per l'anno 2014 in base ai costi medi unitari del gas metano reperiti sul sito ARERA.

Tabella 7.2 – Andamento del costo del vettore termico nel triennio di riferimento per il PDR 3270049188832.

PDR: 3270049188832	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	242	23	92	105	101	563	6.119	0,092
Feb - 14	240	22	91	104	101	559	6.080	0,092
Mar - 14	190	18	72	82	80	441	4.800	0,092
Apr - 14	90	9	38	43	39	219	2.479	0,088
Mag - 14	32	3	13	15	14	77	876	0,088

Giu - 14	32	3	13	15	14	77	876	0,088
Lug - 14	-	-	-	-	-	-	-	-
Ago - 14	-	-	-	-	-	-	-	-
Set - 14	28	3	13	15	13	72	876	0,083
Ott - 14	31	3	11	15	13	74	876	0,084
Nov - 14	155	15	57	75	66	367	4.365	0,084
Dic - 14	176	17	64	85	75	417	4.965	0,084
<b>Totale</b>	<b>1.215</b>	<b>116</b>	<b>464</b>	<b>555</b>	<b>517</b>	<b>2.867</b>	<b>32.311</b>	<b>0,089</b>
<b>PDR: 3270049188832</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 2015</b>	<b>[€]</b>	<b>[€]</b>	<b>[€]</b>	<b>[€]</b>	<b>[€]</b>	<b>[€]</b>	<b>[kWh]</b>	<b>[€/kWh]</b>
Gen - 15	304	4	86	81	62	537	6.691	0,080
Feb - 15	254	4	109	119	107	593	5.595	0,106
Mar - 15	278	4	95	175	121	673	6.107	0,110
Apr - 15	85	4	35	64	41	229	2.835	0,081
Mag - 15	88	4	36	66	43	236	2.930	0,081
Giu - 15	86	4	35	64	41	230	2.845	0,081
Lug - 15	68	4	29	53	34	187	2.346	0,080
Ago - 15	63	4	27	49	32	175	2.195	0,080
Set - 15	91	4	39	71	45	250	3.165	0,079
Ott - 15	90	4	38	69	44	245	3.080	0,080
Nov - 15	460	4	166	354	216	1.200	15.731	0,076
Dic - 15	690	4	231	531	320	1.777	23.607	0,075
<b>Totale</b>	<b>2.558</b>	<b>46</b>	<b>926</b>	<b>1.695</b>	<b>1.107</b>	<b>6.333</b>	<b>77.126</b>	<b>0,082</b>
<b>PDR: 3270049188832</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	649	4	303	509	322	1.787	24.360	0,073
Feb - 16	582	4	261	477	291	1.615	21.233	0,076
Mar - 16	535	4	195	439	258	1.432	19.547	0,073
Apr - 16	39	3	23	41	23	129	1.827	0,070
Mag - 16	13	3	8	14	8	46	631	0,074
Giu - 16	12	3	7	13	8	43	575	0,074
Lug - 16	12	3	7	12	7	40	528	0,076

Ago - 16	11	3	7	12	7	39	518	0,076
Set - 16	13	3	7	13	8	43	575	0,075
Ott - 16	16	3	8	15	9	50	650	0,077
Nov - 16	89	3	41	80	47	259	3.551	0,073
Dic - 16	173	3	80	156	90	502	6.924	0,072
<b>Totale</b>	<b>2.144</b>	<b>34</b>	<b>948</b>	<b>1.781</b>	<b>1.079</b>	<b>5.985</b>	<b>80.918</b>	<b>0,074</b>

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

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

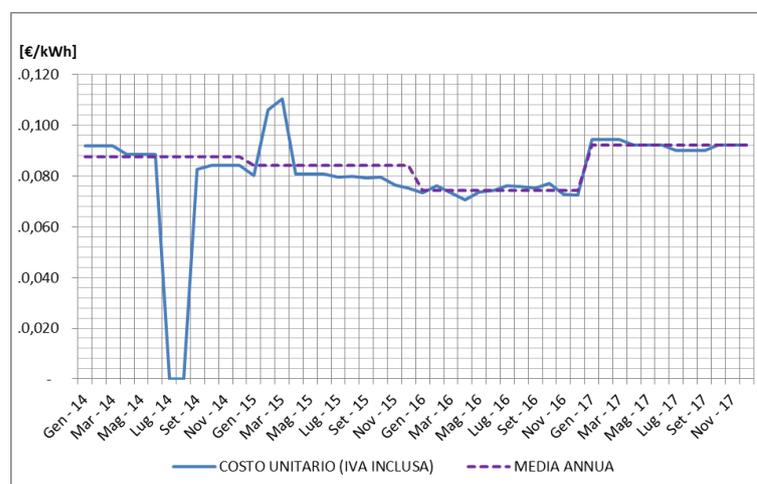
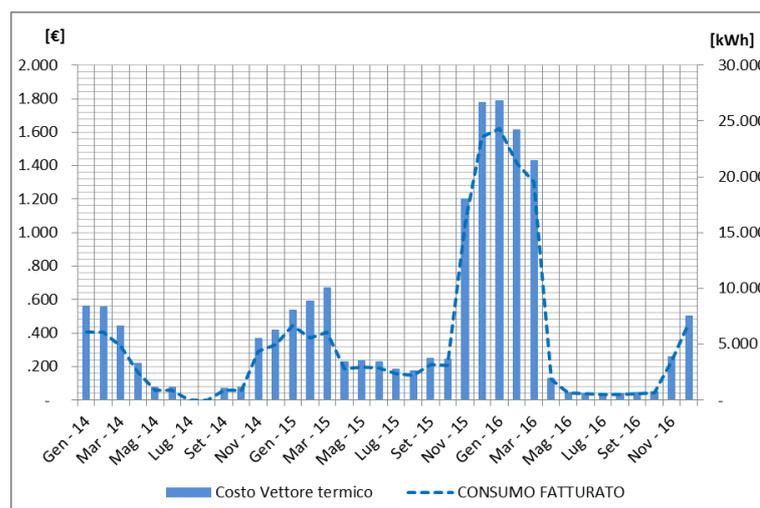


Figura 7.2 – Andamento dei consumi e dei costi dell'energia termica



### 7.1.2 Vettore elettrico

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

- POD 1 – IT001E01878216 – asilo nido.

Il contratto di fornitura del vettore energetico è stipulato direttamente dalla PA con la società di fornitura. E' stato quindi possibile effettuare un'analisi di dettaglio dei costi fatturati e delle caratteristiche del contratto di fornitura.

Nelle seguenti tabelle si riportano le principali caratteristiche dei contratti di fornitura del vettore elettrico per gli anni di riferimento dei POD elencati.

Tabella 7.3 – Caratteristiche dei contratti di fornitura del vettore elettrico per il triennio di riferimento – POD 1

POD 1 – IT001E01878216	2014	2015	2016
Indirizzo di fornitura			
Dati di intestazione fattura	Comune di Genova	Comune di Genova	Comune di Genova
Società di fornitura	EDISON ENERGIA SPA	1- EDISON ENERGIA SPA 2 GALA SPA	1 - GALA SPA – 2 - IREN MERCATO SPA
Inizio periodo fornitura	Precedente	CONTRATTO GALA DA APRILE 2015	CONTRATTO IREN MERCATO DA APRILE 2016
Fine periodo fornitura	-	CHIUSURA CONTRATTO CON EDISON ENERGIA DA MARZO 2015	CHIUSURA CONTRATTO CON GALA SPA DA MARZO 2015
Potenza elettrica impegnata	30 kW,	30 kW,	30 kW,
Potenza elettrica disponibile	30 kW,	30 kW,	30 kW,
Tipologia di contratto	Forniture in BT (Escluso IP)	1 - Forniture in BT (Escluso IP) - 2 - CONSIP EE12 Lotto 2	1 - Forniture in BT (Escluso IP) - CONSIP EE12 Lotto 2 - 2 - CONSIP13 VERDE - L0390
Prezzi del forniture dell'energia elettrica <sup>(12)</sup>	0.09	0.06	0.07

Nota (12): con prezzo di fornitura s'intende soltanto la quota variabile del servizio di acquisto e vendita, sono escluse le imposte, i corrispettivi per il dispacciamento e lo sbilanciamento, per l'uso della rete, e il servizio di misura e ogni altra voce.

Nelle seguenti tabelle si riporta l'andamento del costo del vettore elettrico nel triennio di riferimento, suddiviso nelle varie componenti, per ogni POD analizzato.

Tabella 7.4 – Andamento del costo del vettore elettrico nel triennio di riferimento – POD 1

POD: IT001E01878216	QUOTA ENERGIA	ONERI DI SISTEMA	ONERI DI SISTEMA	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURATO	COSTO UNITARIO
	FISSA	PARTE FISSA	PARTE VARIABILE					
ANNO 2014	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[KWH]	[€/kWh]
Gen - 14	165	48	135	22	82	453	1.798	0,252
Feb - 14	154	48	126	21	77	426	1.673	0,255
Mar - 14	173	46	142	24	85	469	1.882	0,249
Apr - 14	161		130	21		439	1.678	0,262

	48			79					
Mag - 14	161	43	132	21	79	436	1.697	0,257	
Giu - 14	139	46	114	18	70	387	1.471	0,263	
Lug - 14	29	30	26	4	19	108	327	0,330	
Ago - 14	21	19	19	3	14	77	248	0,310	
Set - 14	157	46	131	21	78	433	1.679	0,258	
Ott - 14	163	51	142	22	83	461	1.770	0,261	
Nov - 14	155	53	137	21	81	448	1.705	0,263	
Dic - 14	149	54	134	21	36	393	1.675	0,235	
<b>Totale</b>	<b>1.628</b>	<b>532</b>	<b>1.368</b>	<b>220</b>	<b>782</b>	<b>4.530</b>	<b>17.603</b>	<b>0,257</b>	
ANNO 2015	QUOTA ENERGIA	ONERI DI SISTEMA PARTE FISSA	ONERI DI SISTEMA PARTE VARIABILE	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURATO	COSTO UNITARIO (IVA INCLUSA)	
	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[KWH]	[€/kWh]	
Gen - 15	157,58	51,16	140,74	22,98	37,25	410	1.838	0,223	
Feb - 15	168,06	51,16	156,10	25,49	40,08	441	2.039	0,216	
Mar - 15	172,78	51,16	165,93	27,09	41,70	459	2.167	0,212	
Apr - 15	100,27	46,08	135,21	21,86	30,34	334	1.749	0,191	
Mag - 15	101,91	48,78	143,09	23,14	31,69	349	1.851	0,188	
Giu - 15	82,84	48,78	119,75	19,36	27,07	298	1.549	0,192	
Lug - 15	12,52	24,83	18,66	2,94	5,89	65	235	0,276	
Ago - 15	14,31	19,42	21,40	3,38	5,85	64	270	0,238	
Set - 15	71,91	49,14	123,36	19,45	26,39	290	1.556	0,187	
Ott - 15	81,71	46,87	157,88	23,81	31,03	341	1.905	0,179	
Nov - 15	78,38	49,57	149,85	22,60	30,04	330	1.808	0,183	
Dic - 15	145,34	49,57	154,81	23,35	37,31	410	1.868	0,220	
<b>Totale</b>	<b>1.188</b>	<b>537</b>	<b>1.487</b>	<b>235</b>	<b>345</b>	<b>3.791</b>	<b>18.835</b>	<b>0,201</b>	
ANNO 2016	QUOTA ENERGIA	ONERI DI SISTEMA PARTE FISSA	ONERI DI SISTEMA PARTE VARIABILE	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURATO	COSTO UNITARIO (IVA INCLUSA)	
	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[KWH]	[€/kWh]	
Gen - 16	124,64	49,57	137,27	22,28	33,38	367	1.782	0,206	
Feb - 16	112,29	47,06	153,89	24,98	33,82	372	1.998	0,186	
Mar - 16	100,94	52,08	148,14	24,05	32,52	358	1.924	0,186	
Apr - 16	98,16	89,80	143,22	23,20	35,44	390	1.856	0,210	
Mag - 16	102,93	89,80	140,67	22,79	35,62	392	1.823	0,215	
Giu - 16	90,31	89,80	116,62	18,89	31,56	347	1.511	0,230	
Lug - 16	20,47	89,80	22,92	3,70	13,69	151	296	0,509	
Ago - 16	22,99	89,80	28,42	4,58	14,58	160	366	0,438	

Set - 16	115,96	89,80	123,07	19,96	34,88	384	1.597	0,240
Ott - 16	146,18	89,80	141,73	22,74	40,04	440	1.819	0,242
Nov - 16	176,96	89,80	154,83	24,86	44,65	491	1.989	0,247
Dic - 16	137,15	89,80	126,02	20,23	37,32	411	1.618	0,254
<b>Totale</b>	<b>1.249</b>	<b>957</b>	<b>1.437</b>	<b>232</b>	<b>387</b>	<b>4.262</b>	<b>18.579</b>	<b>0,229</b>

Nel grafico in Figura 7.3 è riportato l'andamento del costo unitario del vettore elettrico nel triennio di riferimento.

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

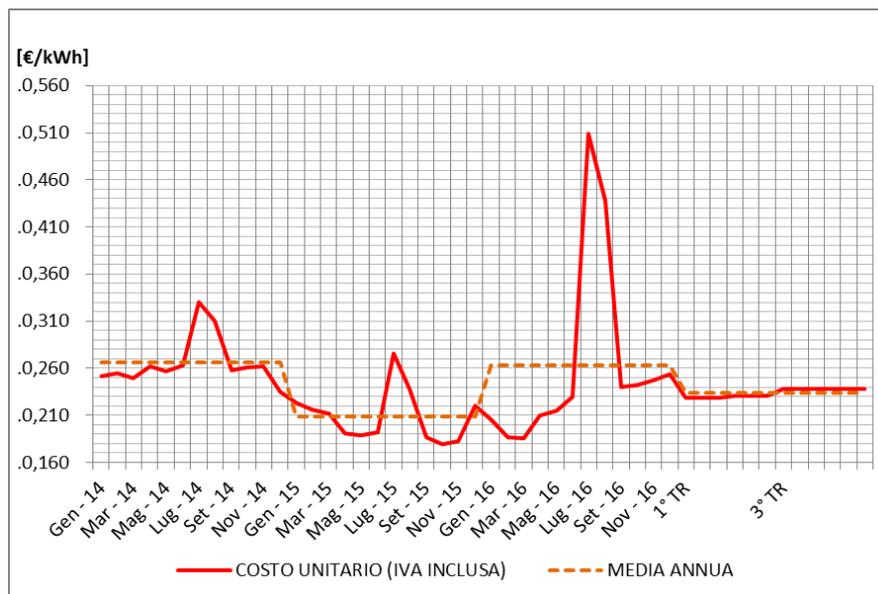
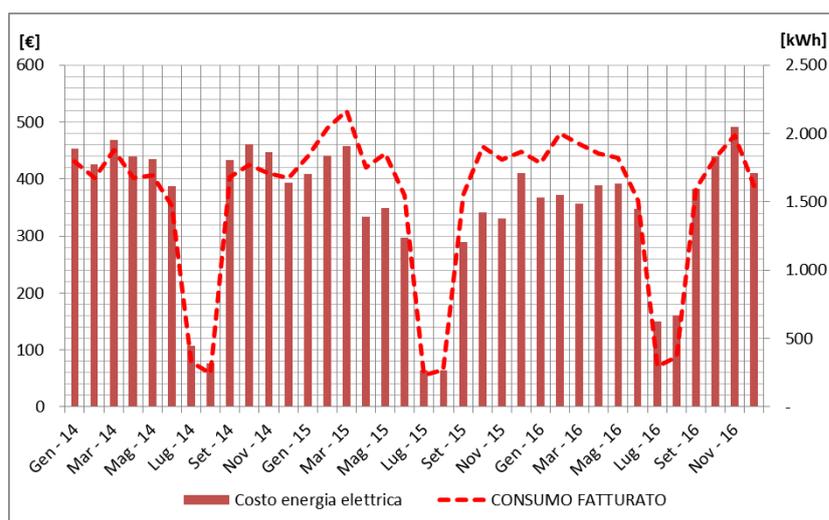


Figura 7.4 – Andamento dei consumi e dei costi dell'energia elettrica



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

Nella Tabella 7.5 sono sintetizzati i costi ed i consumi energetici precedentemente analizzati. I costi unitari sono IVA compresa.

Ai fini del calcolo della Baseline dei costi si sono pertanto assunti i valori riportati nella Tabella 7.6 ricavati nel seguente modo:

- Il costo unitario del gas naturale è stato calcolato a partire dai valori di costo forniti dalla Autorità di Regolazione per Energia Reti e Ambiente (ARERA – ex AEEGSI) per il servizio di maggior tutela per l'anno 2017, considerando i valori trimestrali di costo indicati per la Regione Liguria, riferiti ai "condomini uso domestico".  
Cu<sub>Q</sub> è stato ottenuto apportando una riduzione del 5% al costo unitario medio annuo ricavato per il servizio di maggior tutela, in funzione del consumo annuo e della classe del contatore per i PDR in esame, ciò al fine di riportare tali valori a condizioni simili a quelle del mercato libero a cui aderisce la Pubblica Amministrazione.
- Analogamente il costo unitario per l'energia elettrica è stato calcolato a partire dai costi trimestrali forniti da ARERA per il servizio di maggior tutela, riferiti al 2017 per "clienti non domestici".

Il costo unitario così ricavato, è stato confrontato con il costo unitario ricavato dalla fatturazione per l'anno 2016. Poiché quest'ultimo risulta minore del CU<sub>EE</sub> di ARERA, è stata applicata una riduzione del 5% al costo unitario medio annuo ricavato per il servizio di maggior tutela in funzione della potenza disponibile e della potenza impegnata per i POD in esame.

Tabella 7.5 – Sintesi dei consumi nel triennio di riferimento

ANNO	VETTORE TERMICO			VETTORE ELETTRICO			TOTALE
	[kWh]	[€]	[€/kWh]	[kWh]	[€]	[€/kWh]	[€]
2014	32311	€ 2.866,96	€ 0,09	17603	€ 4.530,16	€ 0,26	€ 7.397,12
2015	77126	€ 6.333,00	€ 0,08	18835	€ 3.790,98	€ 0,20	€ 10.123,99
2016	80918	€ 5.985,24	€ 0,07	18579	€ 4.262,42	€ 0,23	€ 10.247,66
Media	63452	€ 5.061,73	€ 0,08	18339	€ 4.194,52	€ 0,23	€ 9.256,26

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

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

Definizione		Valore	U.M.
Costo unitario dell'energia termica	Valore relativo all'ultimo anno a disposizione	Cu <sub>Q</sub>	0,093 [€/kWh]
Costo unitario dell'energia elettrica	Valore relativo all'ultimo anno a disposizione	Cu <sub>EE</sub>	0,234 [€/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:

- L1-042-286: servizio O&M<35 kW.

Facendo riferimento al capitolo 5 del Capitolato Tecnico della convenzione per l'affidamento del servizio integrato energia per le pubbliche amministrazioni ai sensi dell'art. 26 legge n. 488/1999 e

s.m.i. e dell'art. 58 legge n. 388/2000, dove sono descritte nel dettaglio le caratteristiche del servizio di "Gestione, Conduzione e Manutenzione", si deduce che i servizi compresi all'interno della componente manutentiva riguardano:

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

Tali servizi prevedono il pagamento di un canone annuale da parte della PA pari a 443 €.

Nel caso di impianti su cui è attivo il Servizio Altro, i costi della manutenzione ( $C_M$ ) sono ripartiti in una quota ordinaria ( $C_{MO}$ ) e in una quota straordinaria ( $C_{MS}$ ) come segue:

$$C_{MS} = 0.1 \times C_M$$

$$C_{MO} = 0.9 \times C_M$$

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

Tabella 7.7 – Valori di costo 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	$C_{MO}$ 398	[€/anno]
Costo per la manutenzione straordinaria	Media relativa a gli stessi anni considerati per il rilevamento dei consumi storici	$C_{MS}$ 44	[€/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. In questo caso la spesa relativa alla componente gas metano è inserita all'interno della componente O&M.

Per la componente energetica vale la seguente formula:

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

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

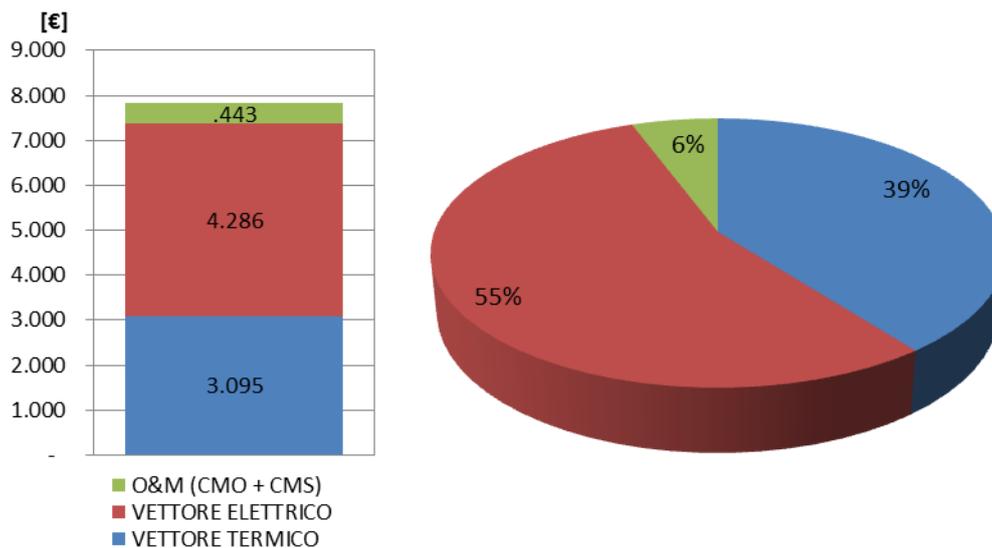
$$C_{baseline} = C_E + C_{MO} + C_{MS}$$

Ne risulta quindi un  $C_E$  pari a € 7.381 e un  $C_{baseline}$  pari a € 7.824.

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

VETTORE TERMICO			VETTORE ELETTRICO			O&M (C <sub>MO</sub> + C <sub>MS</sub> )			TOTALE
Q <sub>baseline</sub>	C <sub>UQ</sub>	C <sub>Q</sub>	EE <sub>baseline</sub>	C <sub>UEE</sub>	C <sub>EE</sub>	C <sub>M</sub>	C <sub>MO</sub>	C <sub>MS</sub>	C <sub>Q</sub> +C <sub>EE</sub> +C <sub>M</sub>
[kWh ]	[€/kWh]	[€]	[kWh ]	[€/kWh]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]
33.174	0,093	3.095	18.339	0,234	4.286	443	398	44	7.824

Figura 7.5 – Baseline dei costi e loro ripartizione



## 8 IDENTIFICAZIONE DELLE MISURE DI EFFICIENZA ENERGETICA

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

#### 8.1.1 Involucro edilizio

Tra le possibilità analizzate nessun intervento potenziale sull'involucro edilizio è risultato fattibile in ottica costi-benefici. Si ricorda infatti che la struttura è di recente costruzione, risalente al 2007 e che non presenta criticità né sull'involucro opaco, né trasparente.

#### 8.1.2 Impianto riscaldamento

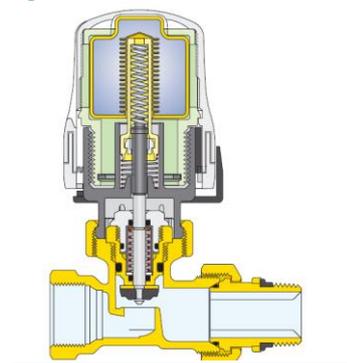
L'impianto di riscaldamento e produzione ACS dell'Asilo Ninfeo è recentissimo, la sostituzione del generatore a condensazione pre-esistente risale al dicembre 2017. In sostituzione dello stesso è stato installato un ulteriore generatore di calore a condensazione. Non si è ritenuto pertanto di inserire ulteriori interventi sulla parte impiantistica a parte l'installazione di valvole termostatiche sui radiatori presenti, al fine di ottimizzare ulteriormente la regolazione della temperatura ambiente dei locali dell'edificio ed il funzionamento della caldaia a condensazione presente.

#### EEM1: Installazione valvole termostatiche

##### Generalità

Le valvole termostatiche sono un semplice dispositivo capace di regolare il flusso di un fluido grazie alla loro sensibilità alle variazioni di temperatura. Negli impianti di riscaldamento vengono montate sui radiatori per regolare il flusso d'acqua in base alla temperatura richiesta dall'ambiente allo scopo di evitare sprechi e migliorare il comfort, stabilizzando la temperatura a livelli diversi nei locali a seconda delle necessità. In questo modo si evitano indesiderati incrementi di temperatura e si ottengono significativi risparmi energetici.

Figura 8.1 – Valvola termostatica



##### Caratteristiche funzionali e tecniche

Nel presente intervento si prevede l'installazione di una tecnologia di gestione e controllo automatico dell'impianto termico (sistema di *building automation*). Il sistema è infatti composto da

- valvole termostatiche programmabili singolarmente su due livelli di set-point di temperatura giornalieri, con controllo PID e regolazione variabile con intervalli da 0,5°C
- centralina di controllo che gestisce le valvole ad essa connesse attraverso una comunicazione senza fili e consente la regolazione del riscaldamento nei singoli locali da un unico punto di controllo, anche attraverso una applicazione per dispositivi mobili
- relè di caldaia per l'accensione e lo spegnimento del generatore di calore in funzione della richiesta termica dell'edificio

Figura 8.2 – Particolari sistema building automation



Con tale sistema è possibile eseguire una regolazione sufficientemente fine (regolazione per locale) anche su sistemi costituiti da un singolo circuito di distribuzione che serve zone termiche e locali con necessità di temperatura e di occupazione diverse, senza intervenire pesantemente sull'impianto idraulico, raggiungendo ottimi risultati sia nel comfort che nel risparmio energetico.

### **Descrizione dei lavori**

Si consiglia di fare eseguire l'intervento solo da personale specializzato. Essendo le valvole termostatiche installate sui radiatori esposte a manomissione si consiglia di schermare i dispositivi con opportune protezioni. Occorre verificare preliminarmente i luoghi più adatti per l'installazione delle centraline di controllo, le quali devono essere programmate e gestite solo da personale autorizzato. Il sistema deve essere programmato il più vicino possibile alle reali esigenze di richiesta termica dei locali in cui vengono installate le valvole. Inoltre devono essere periodicamente controllate, al fine di valutarne il corretto funzionamento, la corretta programmazione o l'eventuale sostituzione delle batterie di alimentazione.

### **Prestazioni raggiungibili**

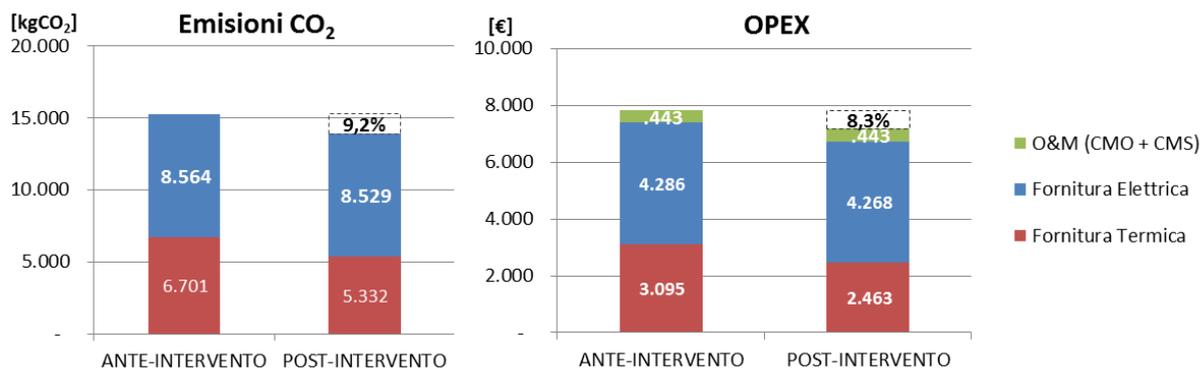
I miglioramenti ottenibili tramite l'attuazione della EEM1 sono riportati nella Tabella 8.1 e nella Figura 8.3.

Tabella 8.1 – Risultati analisi EEM1 – Installazione valvole termostatiche

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
Rendimento di regolazione	[%]	81,1	98	<b>-20,8%</b>
Q <sub>teorico</sub>	[kWh]	32.632	25.966	<b>20,4%</b>
EE <sub>teorico</sub>	[kWh]	17.706	17.634	<b>0,4%</b>
Q <sub>baseline</sub>	[kWh]	33.174	26.397	<b>20,4%</b>
EE <sub>Baseline</sub>	[kWh]	18.339	18.264	<b>0,4%</b>
Emiss. CO2 Termico	[kgCO <sub>2</sub> ]	6.701	5.332	<b>20,4%</b>
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO <sub>2</sub> ]	8.564	8.529	<b>0,4%</b>
<b>Emiss. CO2 TOT</b>	<b>[kgCO<sub>2</sub>]</b>	<b>15.265</b>	<b>13.862</b>	<b>9,2%</b>
Fornitura Termica, C <sub>Q</sub>	[€]	3.095	2.463	<b>20,4%</b>
Fornitura Elettrica, C <sub>EE</sub>	[€]	4.286	4.268	<b>0,4%</b>
<b>Fornitura Energia, C<sub>E</sub></b>	<b>[€]</b>	<b>7.381</b>	<b>6.731</b>	<b>8,8%</b>
C <sub>MO</sub>	[€]	398	398	<b>0,0%</b>
C <sub>MS</sub>	[€]	44	44	<b>0,0%</b>
O&M (C <sub>MO</sub> + C <sub>MS</sub> )	[€]	<b>443</b>	<b>443</b>	<b>0,0%</b>
OPEX	[€]	<b>7.824</b>	<b>7.174</b>	<b>8,3%</b>
Classe energetica	[-]	C	B	<b>+1 CLASSI</b>

Nota (13) I fattori di emissione per il calcolo delle emissioni di CO2 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: 0,093 [€/kWh] per il vettore termico e 0,234 [€/kWh] per il vettore elettrico

Figura 8.3 – EEM1: Riduzione dei costi operativi e delle emissioni di CO<sub>2</sub> a partire dalla baseline

### 8.1.3 Impianto produzione acqua calda sanitaria

Non sono previsti interventi sull'impianto di produzione ACS, in quanto già prodotta mediante un sistema efficiente.

### 8.1.4 Impianto di ventilazione e climatizzazione estiva

Non sono previsti interventi sugli impianti di ventilazione e climatizzazione estiva, in quanto non presenti nell'edificio.

### 8.1.5 Impianto di illuminazione ed impianto elettrico

#### EEM2: Sostituzione corpi illuminanti

##### Generalità

Il presente capitolo illustra la proposta di sostituire i corpi illuminanti presenti all'interno dei locali costituenti l'edificio con nuovi corpi illuminanti LED di nuova generazione ad alta efficienza. Attualmente all'interno dell'edificio nella maggior parte dei locali sono installate lampade fluorescenti di vecchia generazione tipo T8 con reattori ferromagnetici di varia potenza. Ad un maggior costo iniziale per un determinato tipo di lampada, corrisponde un minor costo di gestione, dovuto a minori consumi e a una vita più lunga, una lampada LED ha infatti un'efficienza maggiore rispetto ad una tradizionale T8.

##### Caratteristiche funzionali e tecniche

I corpi illuminanti presenti sono di 5 tipologie principali che nel progetto di efficientamento dei corpi illuminanti han trovato le corrispondenze riporta nella seguente tabella.

Tabella 8.2 –Sostituzione corpi illuminanti

Potenza [W]	Tipologia	Corrispondenza LED [W]
2X18	Fluo T8	2X10
4x18	Fluo T8	31
1X36	Fluo T8	16
2X36	Fluo T8	2x16
100 W	Incandescenza	13

##### Descrizione dei lavori

Verificare la compatibilità con la tipologia di lampadari presenti, sia a livello di potenza richiesta che di resa cromatica, oltre che le caratteristiche dimensionali delle sorgenti luminose

##### Prestazioni raggiungibili

I miglioramenti ottenibili tramite l'attuazione della EEM2 sono riportati nella Tabella 8.3 e nella Figura 8.4.

Nonostante l'efficacia dell'intervento non è stato possibile ottenere un cambiamento di classe rispetto allo stato di fatto.

#### **8.1.6 Impianto di generazione da fonti rinnovabili**

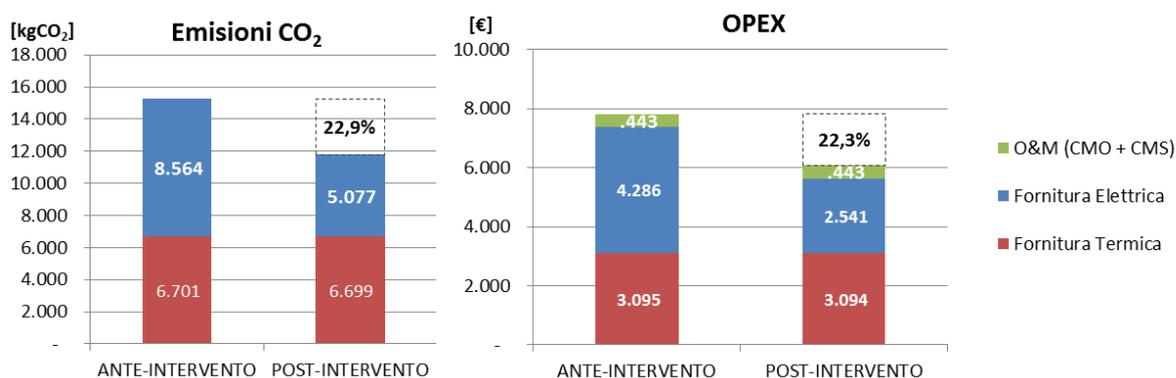
Non sono previsti interventi per la produzione di energia da fonte rinnovabile.

Tabella 8.3 – Risultati analisi EEM2 – Sostituzione corpi illuminanti

CALCOLO RISPARMIO			U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
Potenza elettrica installata per illuminazione			[W]	6796	2665	<b>60,8%</b>
Q <sub>teorico</sub>			[kWh]	32.632	32.624	<b>0,0%</b>
EE <sub>teorico</sub>			[kWh]	17.706	10.497	<b>40,7%</b>
Q <sub>baseline</sub>			[kWh]	33.174	33.166	<b>0,0%</b>
EE <sub>Baseline</sub>			[kWh]	18.339	10.872	<b>40,7%</b>
Emiss. CO2 Termico			[kgCO <sub>2</sub> ]	6.701	6.699	<b>0,0%</b>
Emiss. CO2 Elettrico			[kgCO <sub>2</sub> ]	8.564	5.077	<b>40,7%</b>
<b>Emiss. CO2 TOT</b>			<b>[kgCO<sub>2</sub>]</b>	<b>15.265</b>	<b>11.777</b>	<b>22,9%</b>
Fornitura Termica, C <sub>Q</sub>			[€]	3.095	3.094	<b>0,0%</b>
Fornitura Elettrica, C <sub>EE</sub>			[€]	4.286	2.541	<b>40,7%</b>
<b>Fornitura Energia, C<sub>E</sub></b>			<b>[€]</b>	<b>7.381</b>	<b>5.635</b>	<b>23,7%</b>
C <sub>MO</sub>			[€]	398	398	<b>0,0%</b>
C <sub>MS</sub>			[€]	44	44	<b>0,0%</b>
O&M (C <sub>MO</sub> + C <sub>MS</sub> )			[€]	<b>443</b>	<b>443</b>	<b>0,0%</b>
OPEX			[€]	<b>7.824</b>	<b>6.078</b>	<b>22,3%</b>
Classe energetica			[-]	C	C	=

Nota (14) 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: 0,093 [€/kWh] per il vettore termico e 0,234 [€/kWh] per il vettore elettrico

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

## 9 VALUTAZIONE ECONOMICO-FINANZIARIA

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

#### EEM1: Installazione valvole termostatiche

Nella Tabella 9.1 è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 1, che consiste nell'installazione di valvole termostatiche per la regolazione ambiente della temperatura. L'IVA è stata considerata pari al 22%.

La realizzazione di tale intervento consentirebbe l'ottenimento degli incentivi previsti dal conto termico 2.0, i quali possono essere quantificati pari al 40% dell'importo totale dell'intervento, dato l'importo iniziale inferiore ai 50000 € e il costo unitario inferiore ai 25 €/m<sup>2</sup>.

Tabella 9.1 – Analisi dei costi della EEM1 – Installazione valvole termostatiche

	DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO	PREZZO	TOTALE	IVA	TOTALE
					UNITARIO PREZZARIO	UNITARIO SCONTATO	(IVA ESCLUSA)	[%]	(IVA INCLUSA)
					[€/n° o €/m <sub>2</sub> ]	[€/n° o €/m <sub>2</sub> ]	[€]	[%]	[€]
PR.C17.A15.010	Valvole micrometriche a squadra complete di testa termostatica con elemento sensibile a gas: Ø 15 mm	Prezzario Regione Liguria	27	cad	€ 35,42	€ 32,20	€ 869,40	22%	€ 1.060,67
RU.M01.E01.020	Impianti Elettrici Idraulici Riscaldamento Installatore 4° cat. ex operaio specializzato	Prezzario Regione Liguria	9	h	€ 31,88	€ 28,98	€ 260,84	22%	€ 318,22
	Costi per la sicurezza	-	3%	%			€ 34,53	22%	€ 42,12
	Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%			€ 80,56	22%	€ 98,28
<b>TOTALE (I<sub>0</sub> – EEM1)</b>							<b>€ 1.266</b>	<b>22%</b>	<b>€ 1.544</b>
<b>Incentivi</b>		<b>[Conto termico]</b>							<b>€ 617,78</b>
<b>Durata incentivi</b>									<b>1</b>
<b>Incentivo annuo</b>									<b>€ 617,78</b>

#### EEM2: Sostituzione corpi illuminanti

Nella Tabella 9.2 è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 2, che consiste nella sostituzione dei corpi illuminanti. L'IVA è stata considerata pari al 22%.

La realizzazione di tale intervento consentirebbe l'ottenimento degli incentivi previsti dal conto termico 2.0. Dato che il costo unitario supera il costo massimo ammissibile definito dal Conto Termico, l'incentivo previsto è pari al 40% del costo massimo ammissibile (35 €/mq) moltiplicato per la superficie utile oggetto dell'intervento, ossia si ottiene un importo pari a 6440 €.

Tabella 9.2 – Analisi dei costi della EEM2 – Sostituzione corpi illuminanti

	DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO PREZZARIO	PREZZO UNITARIO SCONTATO	TOTALE (IVA ESCLUSA)	IVA	TOTALE (IVA INCLUSA)
					[€/n° o €/m <sup>2</sup> ]	[€/n° o €/m <sup>2</sup> ]	[€]	[%]	[€]
1E.06.060.0210.c	Lampade a led a tubo per applicazione in lampade a tubi fluorescenti tradizionali compatibili alimentazione 230 V c.a. 50 Hz. Durata nominale 40.000 ore delle seguenti tipologie: - Lunghezza 1200 mm - flusso luminoso 1600 lm potenza 16 w	Prezzario Milano	16	cad	€ 34,69	€ 31,54	€ 504,58	22%	€ 615,59
1E.06.060.0190.c	Lampade a led di varia tipologia , temperatura di colore 2700° K, alimentazione 230 V c.a. 50 Hz durata nominale 15.000 ore delle seguenti tipologie: - attacco E27 potenza 13 w equivalente a 75 w incandescenza	Prezzario Milano	10	cad	€ 14,77	€ 13,43	€ 198,32	22%	€ 241,95
1E.06.060.0210.a	Lampade a led a tubo per applicazione in lampade a tubi fluorescenti tradizionali compatibili alimentazione 230 V c.a. 50 Hz. Durata nominale 40.000 ore delle seguenti tipologie: - Lunghezza 600 mm - flusso luminoso 825 lm potenza 10W	Prezzario Milano	14	cad	€ 23,61	€ 21,46	€ 300,49	22%	€ 366,60
1E.06.060.0120.b	Plafoniera per installazione a soffitto o a sospensione. Prodotto in conformità alle norme EN 60598-1 CEI 34-21, classe di isolamento I e grado di protezione IP40 - IK06 in conformità alle norme EN 60529 e EN 50102. Corpo e cornice stampato in policarbonato bianco infrangibile ed autoestingente, diffusore estruso in tecnopolimero opale ad alta trasmittanza, completa di sistema dimmer; equipaggiata con lampada led 4000K 3700 lm potenza 31 w, modulo da: 600 mm x 600 mm	Prezzario Milano	69	cad.	€ 246,63	€ 224,21	€ 15.470,43	122%	€ 18.873,92
	Costi per la sicurezza	-	3%	%			€ 494,21	22%	€ 602,94
	Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%			€ 1.153,17	22%	€ 1.406,86

TOTALE (I <sub>0</sub> – EEM1)		€	22%	€
		18.121		22.108
Incentivi	[Conto termico]			€
				6.440
Durata incentivi				5
Incentivo annuo				€
				1.288

## 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<sub>0</sub> 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<sub>0</sub> 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<sub>n</sub> 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: Installazione valvole termostatiche

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

Tabella 9.3 – Risultati dell'analisi di convenienza della EEM1 – Installazione valvole termostatiche

PARAMETRO FINANZIARIO	U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	$I_0$	€ 1.544
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 618
Durata incentivo	$n_B$	anni 1
Tasso di attualizzazione	$i$	[%] 3,5%
<b>INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO</b>	<b>VALORE SENZA INCENTIVI</b>	<b>VALORE CON INCENTIVI</b>

Tempo di rientro semplice	TRS	2,5	1,6
Tempo di rientro attualizzato	TRA	2,7	1,7
Valore attuale netto	VAN	4.781	5.375
Tasso interno di rendimento	TIR	38,0%	51,8%
Indice di profitto	IP	3,10	3,48

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

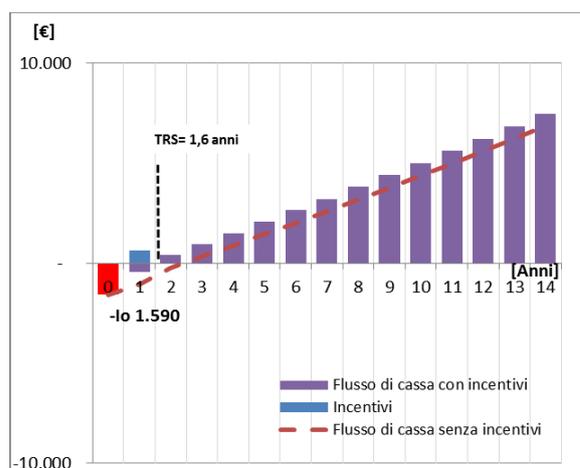
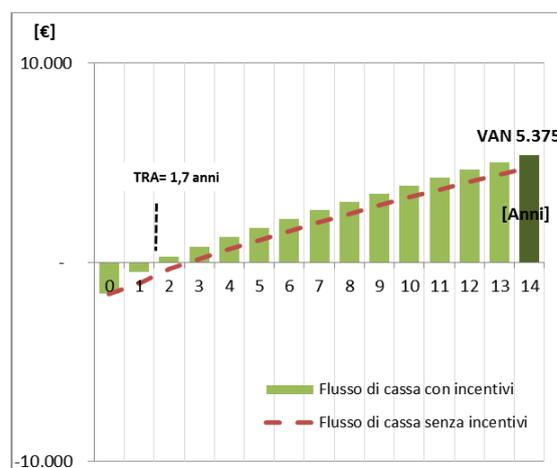


Figura 9.2 – EEM1: Flussi di Cassa Attualizzati, con e senza incentivi



Dall'analisi effettuata è emerso che il tempo di ritorno dell'intervento senza incentivi è inferiore ai 3 anni, su un tempo di vita dell'intervento stimato essere di 15 anni. Con il supporto dell'incentivo derivante da Conto Termico il tempo di ritorno semplice si accorcia a 2, rendendo conveniente l'EEM1.

## EEM2: Sostituzione corpi illuminanti

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

Tabella 9.4 – Risultati dell'analisi di convenienza della EEM4–Sostituzione corpi illuminanti

PARAMETRO FINANZIARIO		U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	Io	€	22.108
Oneri Finanziari %Io	OF	[%]	3,0%
Aliquota IVA	%IVA	[%]	22,0%
Anno recupero erariale IVA	n <sub>IVA</sub>	anni	3
Vita utile	n	anni	15
Incentivo annuo	B	€/anno	1.288
Durata incentivo	n <sub>B</sub>	anni	5
Tasso di attualizzazione	i	[%]	3,5%
INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE CON INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS	12,2	8,5
Tempo di rientro attualizzato	TRA	17,0	11,0

Valore attuale netto	<b>VAN</b>	-	2.657	3.077
Tasso interno di rendimento	<b>TIR</b>		2,0%	6,5%
Indice di profitto	<b>IP</b>		-0,12	0,14

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

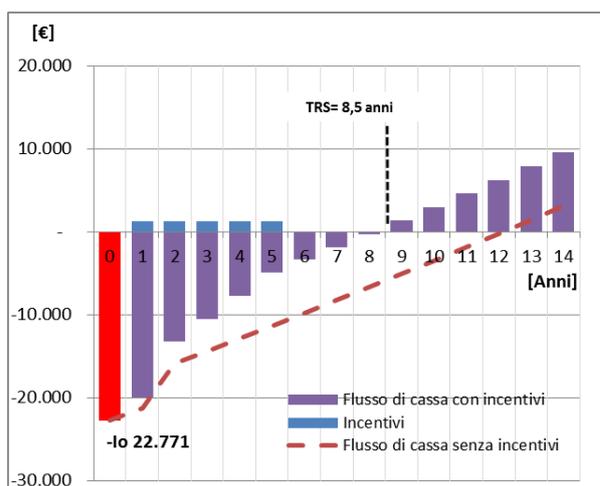
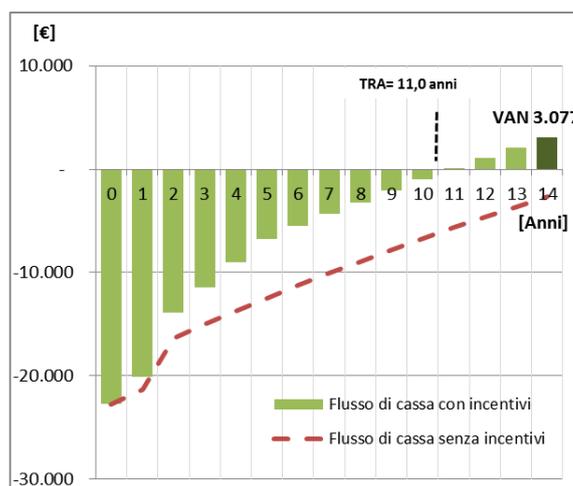


Figura 9.4 – EEM2: Flussi di Cassa Attualizzati, con e senza incentivi



Dall'analisi effettuata è emerso che il tempo di ritorno dell'intervento senza incentivi di circa 12 anni, su un tempo di vita utile dell'intervento stimato essere di 15 anni. Con il supporto dell'incentivo derivante da Conto Termico il tempo di ritorno semplice si accorcia a circa 9, rendendo conveniente l'EEM2.

## Sintesi

La sintesi della valutazione economico – finanziaria delle EEM proposte è riportata nelle Tabella 9.5 e Tabella 9.6.

Tabella 9.5 – Sintesi dei risultati della valutazione economico-finanziaria, caso senza incentivi

	SENZA INCENTIVI												
	% $\Delta E$ [%]	% $\Delta CO_2$ 2 [%]	$\Delta CE$ [€/y]	$\Delta CMO$ [€/y]	$\Delta CMS$ [€/y]	IO [€]	TRS [anni]	TRA [anni]	n [anni]	VAN [€]	TIR [%]	IP [-]	
EEM1	8,80%	9,20%	€ 649,72	€ -	€ -	€ 1.544,0 0	2,5	2,7	15	€ 4.781,1 6	38,04%	3,10	
EEM2	23,65%	22,85%	€ 1.745,7 6	€ -	€ -	€ 22.108, 00	12,2	17,0	15	-€ 2.657,1 9	1,97%	-0,12	

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);
- $\Delta CE$  è il risparmio economico annuo attribuibile alla riduzione dei consumi energetici (termico + elettrico); assume valori positivi;

- $\Delta_{CMO}$  è la variazione di costo annuo attribuibile al nuovo costo per la gestione e la manutenzione ordinaria; assume valori positivi per un decremento e valori negativi per un incremento;
- $\Delta_{CMS}$  è la variazione di costo annuo attribuibile al nuovo costo previsto per la manutenzione straordinaria; assume valori positivi per un decremento e valori negativi per un incremento;
- $I_0$  è il valore dell'investimento iniziale per la realizzazione dell'intervento; assume valori negativi;

Tabella 9.6 – Sintesi dei risultati della valutazione economico-finanziaria, caso con incentivi

	CON INCENTIVI											
	% $\Delta E$ [%]	% $\Delta_{CO2}$ [%]	$\Delta C_E$ [€/anno]	$\Delta C_{MO}$ [€/anno]	$\Delta C_{MS}$ [€/anno]	$I_0$ [€]	TRS [anni]	TRA [anni]	n [anni]	VAN [€]	TIR [%]	IP [-]
EEM1	8,80%	9,20%	€ 649,72	€ -	€ -	€ 1.544,00	1,6	1,7	15	€ 5.375,01	51,76%	3,48
EEM2	23,65%	22,85%	€ 1.745,76	€ -	€ -	€ 22.108,00	8,5	11,0	15	€ 3.076,76	6,55%	0,14

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Dove:

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

- E è l'Equity, pari a 20% di  $I_0$
- $\frac{D}{D+E}$  è la leva finanziaria, sarà quindi pari a 80%
- $\tau$  è l'aliquota fiscale, posta pari al 27.9% essendo la somma dell'aliquota IRES, pari al 24%, e quella IRAP pari al 3,9%.

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

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

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

Essi sono così definiti:

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

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

Dove:

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

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

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

Dove:

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

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

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

proprio, sia tramite proposte di *Energy Performance Contract* (EPC) da parte di Società di Servizi Energetici (*Energy Service Company* – ESCO) 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: SCN1** – Tale scenario nell’installazione di valvole termostatiche con pompa ad inverter e la sostituzione dei corpi illuminanti

### 9.3.1 Scenario 1: <15 ANNI

La realizzazione dello scenario 1 consiste nella combinazione delle EEM seguenti:

- EEM1: installazione di valvole termostatiche con pompa ad inverter;
- EEM2: sostituzione dei corpi illuminanti.

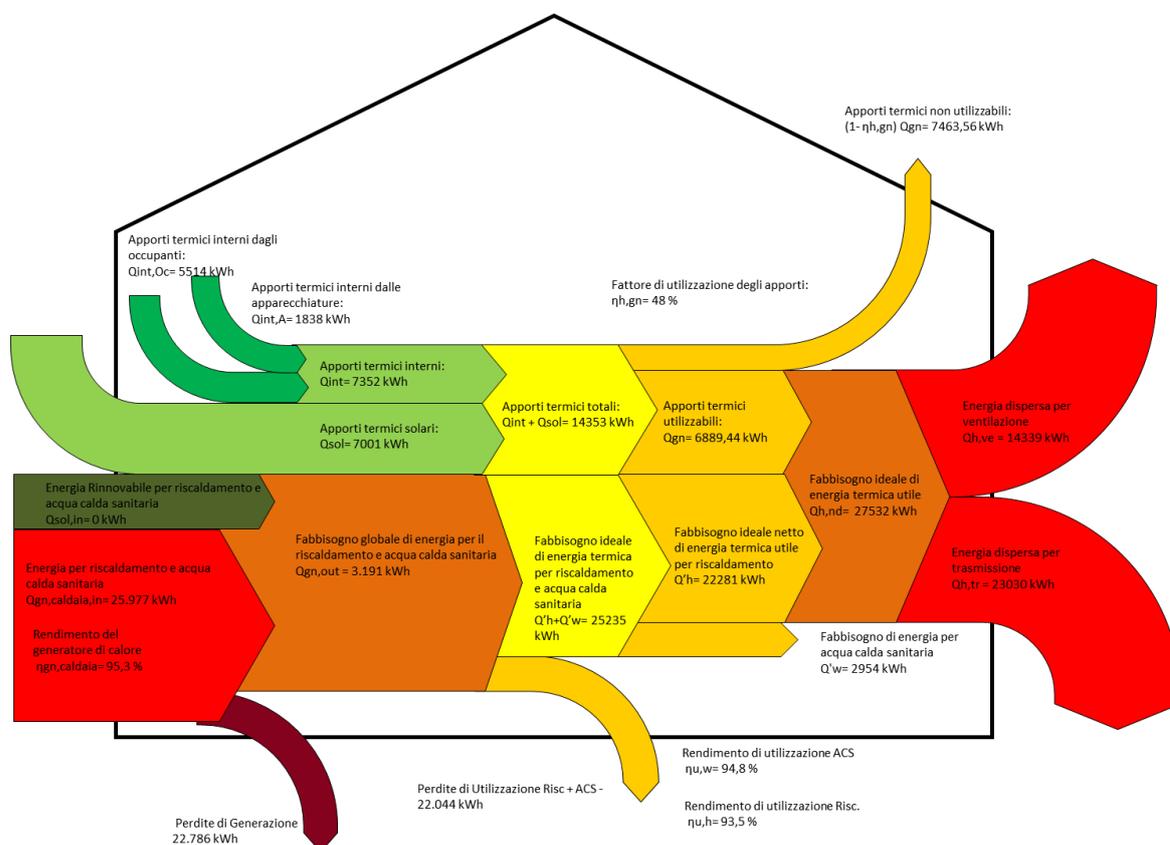
L’incentivo da Conto Termico di cui beneficia lo scenario è pari alla somma aritmetica degli importi ricavati in precedenza nella valutazione delle singole EEM.

Tabella 9.7 – Combinazione di EEM proposta per lo scenario 1

VOCE INVESTIMENTO	TOTALE (IVA ESCLUSA)	IVA AL 22%	TOTALE (IVA INCLUSA)
	[€]	[€]	[€]
EEM1: Installazione valvole termostatiche	€ 1.150,86	€ 253,19	€ 1.404,05
EEM2 – Sostituzione corpi illuminanti	€ 16.473,82	€ 3.624,24	€ 20.098,06
EEM1 - Costi per la sicurezza	€ 34,53	€ 7,60	€ 42,12
EEM2 - Costi per la sicurezza	€ 494,21	€ 108,73	€ 602,94
EEM1 -Costi per la progettazione	€ 80,56	€ 17,72	€ 98,28
EEM2 - Costi per la progettazione	€ 1.153,17	€ 253,70	€ 1.406,86
<b>TOTALE (I<sub>0</sub>)</b>	<b>€ 19.387,15</b>	<b>€ 4.265,17</b>	<b>€ 23.652,33</b>
VOCE MANUTENZIONE	C <sub>MO</sub> (IVA INCLUSA)	C <sub>MS</sub> (IVA INCLUSA)	C <sub>M</sub> (IVA INCLUSA)
	[€]	[€]	[€]
EEM1 O&M	Come pre - intervento	Come pre - intervento	Come pre - intervento
EEM2 O&M	Come pre - intervento	Come pre - intervento	Come pre - intervento
<b>TOTALE (C<sub>M</sub>)</b>	Come pre - intervento	Come pre - intervento	Come pre - intervento
VOCE INCENTIVO	DESCRIZIONE	TOTALE (IVA INCLUSA)	[€]
<b>Incentivi</b>	<b>Conto termico</b>		<b>€ 7057,58</b>
<b>Durata incentivi</b>			<b>5</b>
<b>Incentivo annuo</b>			<b>1411,56</b>

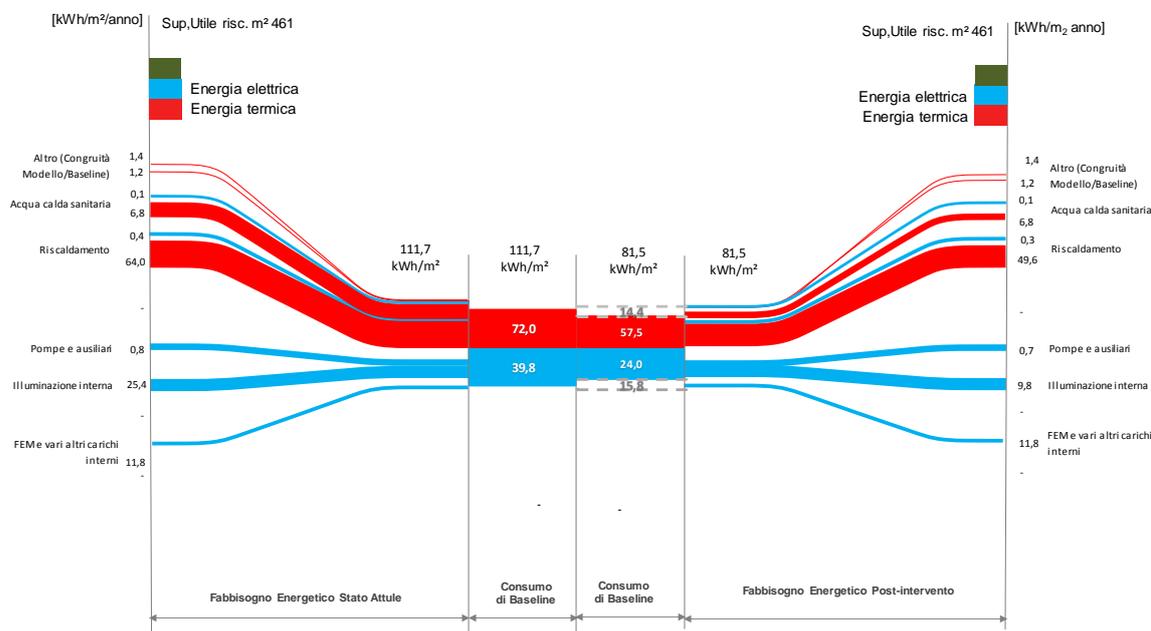
A seguito della modellazione dei due scenari ottimali è stato possibile rappresentare i risultati del bilancio energetico termico nella forma di diagramma di sankey relativo alle situazioni post-intervento.

Figura 9.5 – 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 è diminuita l'energia primaria in ingresso all'impianto termico. È aumentato il rendimento termico del generatore di calore, mentre i fabbisogni termici per la produzione di ACS rimangono invariati.

Figura 9.6 – SCN1: Bilancio energetico complessivo dell'edificio post intervento



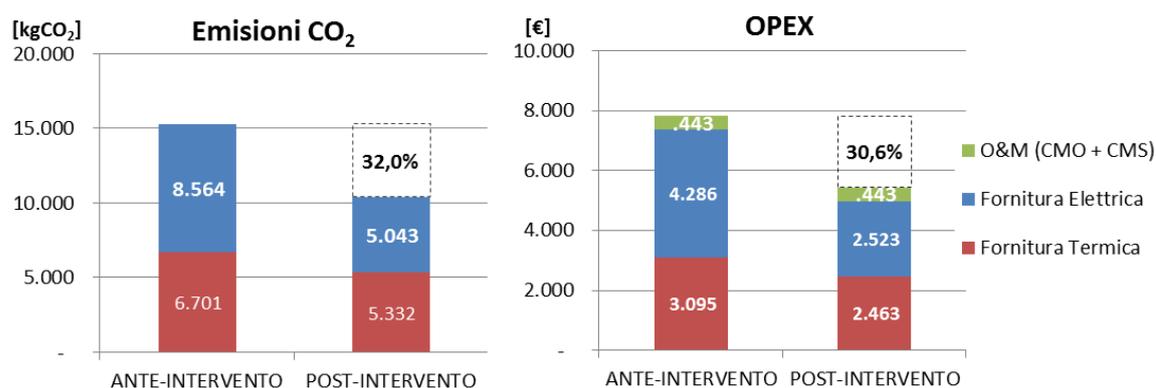
I miglioramenti ottenibili tramite l'attuazione dello Scenario 1 sono riportati nella Tabella 9.8 e nella Figura 9.7. È possibile notare che a fronte degli interventi di efficientamento energetico proposti si ha un miglioramento di 1 classi energetiche, passando dalla classe C dello stato di fatto alla classe B.

Tabella 9.8 – Risultati analisi SCN1

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
Rendimento di regolazione	[%]	81,1	98	-20,8%
Potenza elettrica installata per illuminazione	[W]	6796	2665	60,8%
$Q_{teorico}$	[kWh]	32.632	25.966	20,4%
$EE_{teorico}$	[kWh]	17.706	10.425	41,1%
$Q_{baseline}$	[kWh]	33.174	26.397	20,4%
$EE_{baseline}$	[kWh]	18.339	10.798	41,1%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO <sub>2</sub> ]	6.701	5.332	20,4%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO <sub>2</sub> ]	8.564	5.043	41,1%
<b>Emiss. CO2 TOT</b>	<b>[kgCO<sub>2</sub>]</b>	<b>15.265</b>	<b>10.375</b>	<b>32,0%</b>
Fornitura Termica, $C_Q$	[€]	3.095	2.463	20,4%
Fornitura Elettrica, $C_{EE}$	[€]	4.286	2.523	41,1%
<b>Fornitura Energia, <math>C_E</math></b>	<b>[€]</b>	<b>7.381</b>	<b>4.986</b>	<b>32,4%</b>
$C_{MO}$	[€]	398	398	0,0%
$C_{MS}$	[€]	44	44	0,0%
O&M ( $C_{MO} + C_{MS}$ )	[€]	443	443	0,0%
OPEX	[€]	7.824	5.429	30,6%
Classe energetica	[-]	C	B	+1 CLASSI

Nota (15) I fattori di emissione per il calcolo delle emissioni di CO2 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: 0,093 [€/kWh] per il vettore termico e 0,234 [€/kWh] per il vettore elettrico

Figura 9.7 - SCN1: Riduzione dei costi operativi (OPEX) e delle emissioni di CO<sub>2</sub> a partire dalla baseline

E' stato quindi possibile presentare un modello semplificato di Piano Economico Finanziario (PEF) indicativo, i cui calcoli di dettaglio sono riportati all'Allegato L – Piano Economico Finanziario scenari. I risultati dell'analisi sono riportati nella Tabella 9.9, Tabella 9.10 e Tabella 9.11 e nelle successive figure.

Tabella 9.9 – 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	$n_0$	2020
Anni dell'ammortamento	$n_A$	10
Saggio Cassa Deposito e Prestiti	$k_{CDP}$	2,00%
Costo Capitale Azienda	WACC	4,00%
$k_{progetto} = \text{Max}(WACC; k_{CDP})$	$k_{progetto}$	4,00%
Inflazione ISTAT	$f$	0,50%
deriva dell'inflazione	$f'$	0,70%
%, interessi debito	$k_D$	3,82%
%, interessi equity	$k_E$	9,00%
Aliquota IRES	IRES	24,0%
Aliquota IRAP	IRAP	3,9%
Aliquota fiscale	$\tau$	27,90%
Anni debito (finanziamento)	$n_D$	10
Anni Equity	$n_E$	14
Costi d'Investimento diretti, IVA incl.	$I_0$	€ 23.652
Oneri Finanziari (costi indiretti)	%Of	3,00%
Costi d'Investimento indiretti, IVA incl.	Of	€ 710
Costi d'Investimento (diretti+Indiretti) , IVA incl.	CAPEX	€ 24.362
%CAPEX a Debito	D	80,0%
%CAPEX a Equity	E	20,00%
Debito	$I_D$	€ 19.489
Equity	$I_E$	€ 4.872
Fattore di annualità Debito	$FA_D$	8,30
Rata annua debito	$q_D$	€ 2.348
Costo finanziamento,(D+INT <sub>D</sub> )	$q_D * n_D$	€ 23.476
Costi per interessi debito, INT <sub>D</sub>	$INT_D = q_D * n_D - D$	€ 3.987

Tabella 9.10 – Parametri Economici dell’analisi di redditività dello SCN1

PARAMETRI ECONOMICI			
Costo annuo energia pre-intervento, IVA escl.	$C_{ED}$	€	6.050
Costo annuo O&M pre-intervento, IVA escl.	$C_{MO}$	€	363
Spesa PA pre-intervento (Baseline)	$C_{Baseline}$	€	<b>6.413</b>
Altri costi di gestione ESCo post-intervento, IVA escl.	$C_{Altro}$	€	-
Riduzione% costi fornitura Energia	$\% \Delta C_E$		<b>32,4%</b>
Riduzione% costi O&M	$\% \Delta C_M$		<b>0,0%</b>
Obiettivo riduzione spesa PA	$\% C_{Baseline}$		<b>2,0%</b>
Risparmio annuo PA garantito	<b>18,4%</b>	€	<b>1.557</b>
Risparmio annuo PA immediato durante la gestione	<b>Risp.IM</b>	€	128
Risparmio PA durante la concessione	<b>9%</b>	€	13.456
Risparmio annuo PA al termine della concessione	<b>Risp.Term.</b>	€	2.345
N° di Canoni annuali	<b>anni</b>		<b>14</b>
Utile lordo della ESCO	<b>%CAPEX</b>		<b>12,23%</b>
Costo Contrattuale ESCO €/anno IVA escl.	$C_{ESCO}$	€	213
Costi FTT €/anno IVA escl.	$C_{FTT}$	€	285
Costi CAPEX €/anno IVA escl.	$C_{CAPEX}$	€	931
Canone O&M €/anno	$C_{nM}$	€	377
Canone Energia €/anno	$C_{nE}$	€	4.479
Canone Servizi €/anno IVA escl.	$C_{nS}$	€	4.856
Canone Disponibilità €/anno IVA escl.	$C_{nD}$	€	1.429
Canone Totale €/anno IVA escl.	<b><math>C_n</math></b>	€	<b>6.285</b>
Aliquota IVA %	<b>IVA</b>		<b>22%</b>
Rimborso erariale IVA	$R_{IVA}$	€	4.265
Ricavi da Incentivi, esenti d'IVA	$R_B$	€	7.058
Durata Incentivi, anni	<b><math>n_B</math></b>		<b>5</b>
Inizio erogazione Incentivi, anno			<b>2022</b>

Tabella 9.11 – Risultati dell’analisi di redditività e sostenibilità finanziaria della SCN1

INDICATORI DI REDDITIVITA DEL PROGETTO PRE-IMPOSTE			
Tempo di Ritorno Semplice, $Spb = Io / FC$ , Anni	<b>T.R.S.</b>		<b>9,20</b>
Tempo di Ritorno Attualizzato T.R.A., anni	<b>T.R.A.</b>		<b>13,06</b>
Valore Attuale Netto, $VAN = VA - Io$	<b><math>VAN &gt; 0</math></b>	€	<b>1.246</b>
Tasso interno di rendimento del progetto	<b><math>TIR &gt; WACC</math></b>		<b>5,09%</b>
Indice di Profitto	<b>IP</b>		<b>5,27%</b>
INDICATORI DI REDDITIVITA DELLA ESCO PRE-IMPOSTE			
Tempo di Ritorno Semplice, $Spb = Io / FC$ , Anni	<b>T.R.S.</b>		<b>3,10</b>
Tempo di Ritorno Attualizzato T.R.A., anni	<b>T.R.A.</b>		<b>9,08</b>
Valore Attuale Netto, $VAN = VA - Io$	<b><math>VAN &gt; 0</math></b>	€	<b>726</b>
Tasso interno di rendimento dell'azionista	<b><math>TIR &gt; ke</math></b>		<b>15,26%</b>
Debit Service Cover Ratio	<b><math>DSCR &lt; 1,3</math></b>		<b>1,108</b>
Loan Life Cover Ratio	<b><math>LLCR &gt; 1</math></b>		<b>1,049</b>
Indice di Profitto Azionista	<b>IP</b>		<b>3,07%</b>

Figura 9.8 –SCN1: Flussi di cassa del progetto

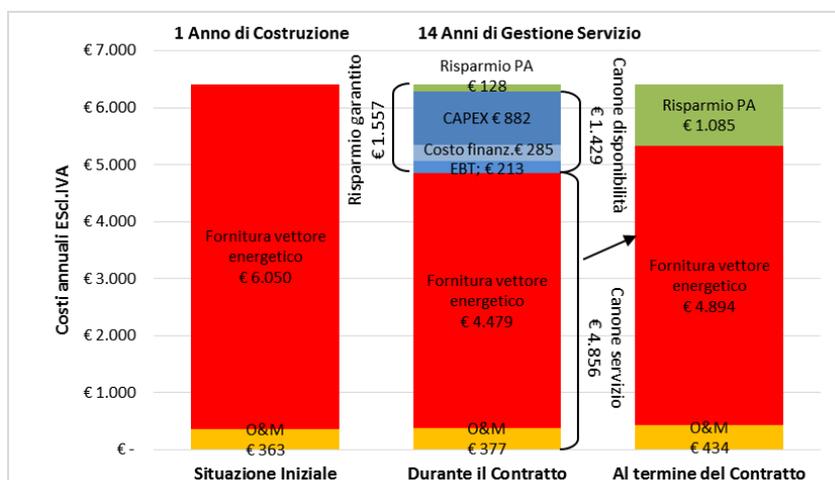


Figura 9.9 – SCN1: Flussi di cassa dell'azionista



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 9.10.

Figura 9.10 – Scenario 1: Schema di Energy Performance Contract



## 10 CONCLUSIONI

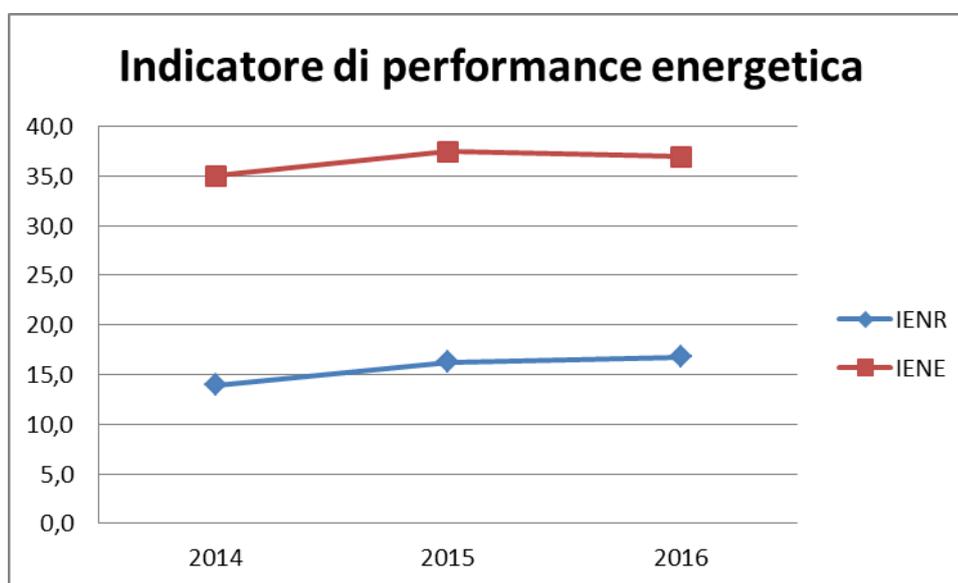
### 10.1 RIASSUNTO DEGLI INDICI DI PERFORMANCE ENERGETICA

Nel presente documento sono stati individuati diverse tipologie di indici di performance energetica, tra cui IEN e ed IEN<sub>r</sub>, ricavati dal documento ENEA-FIRE “Guida per il contenimento della spesa energetica nelle scuole” e gli indici calcolati secondo DM 26/06/2015.

Relativamente alle classi di merito riportate nelle Linee Guida ENEA - FIRE, ottenendo relativamente ad IEN<sub>R</sub> un valore leggermente in crescita nel triennio considerato. Il giudizio per questo indicatore è buono per tutti i 3 anni considerati.

IEN<sub>E</sub> subisce invece un progressivo aumento del valore, ma si assesta nel 2016 attorno a 37 Wh/(m<sup>3</sup> anno). Il giudizio per questo indicatore permane insufficiente dal primo all’ultimo anno considerato ed è molto lontano dalla soglia della sufficienza, con un valore pari a 10 Wh/(m<sup>3</sup> anno)

Figura 10.1 – Indicatori di performance energetica



In riferimento al modello realizzato in funzionamento standard, così come richiesto per la redazione degli attestati di prestazione energetica, l’edificio oggetto di diagnosi risulta in classe energetica G, se confrontato con il relativo edificio di riferimento.

Nella seguente tabella sono riportati gli indicatori di prestazione energetica riferiti all’energia primaria totale ed energia primaria totale non rinnovabile relativi allo stato di fatto.

Tabella 10.1 – Indicatori di prestazione energetica secondo DM 26/06/2015 riferiti all’energia primaria totale ed energia primaria totale non rinnovabile (modalità di funzionamento standard) – stato di fatto

INDICE DI PRESTAZIONE ENERGETICA		U.M.	ENERGIA PRIMARIA TOTALE	ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE
Globale	EP <sub>gl</sub>	kWh/mq anno	183.30	165.18
Climatizzazione invernale	EP <sub>H</sub>	kWh/mq anno	87.42	86.53
Produzione di acqua calda sanitaria	EP <sub>w</sub>	kWh/mq anno	7.30	7.26
Ventilazione	EP <sub>v</sub>	kWh/mq anno	0	0
Raffrescamento	EP <sub>c</sub>	kWh/mq anno	0	0
Illuminazione artificiale	EP <sub>L</sub>	kWh/mq anno	77.87	62.74
Trasporto di persone e cose	EP <sub>T</sub>	kWh/mq anno	10.72	8.64
Emissioni equivalenti di CO <sub>2</sub>	CO <sub>2eq</sub>	Kg/mq anno	36	36

In Tabella 10.2 sono invece riportati gli indici di prestazione energetica ricavati a seguito della valutazione dello scenario di intervento descritto in precedenza.

Tabella 10.2– Indicatori di prestazione energetica secondo DM 26/06/2015 riferiti all'energia primaria totale ed energia primaria totale non rinnovabile (modalità di funzionamento standard) – SCN1

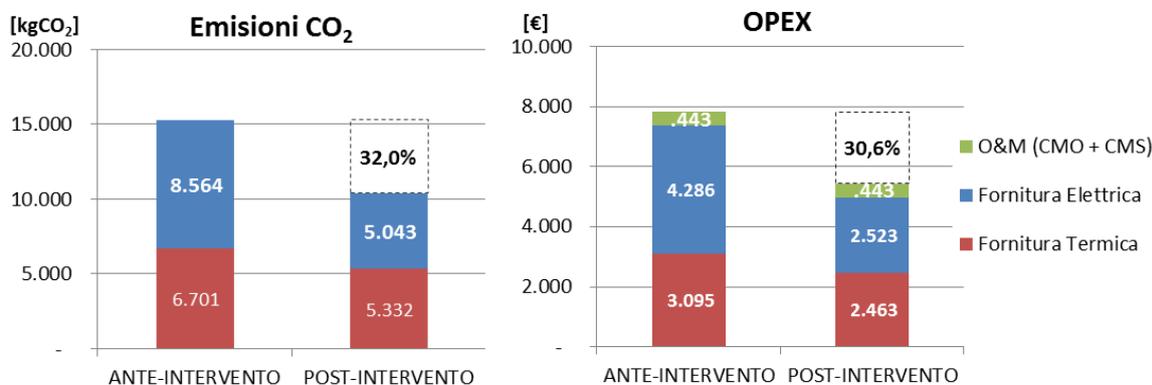
INDICE DI PRESTAZIONE ENERGETICA		U.M.	ENERGIA PRIMARIA TOTALE	ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE
Globale	EP <sub>gl</sub>	kWh/mq anno	124.09	113.68
Climatizzazione invernale	EP <sub>H</sub>	kWh/mq anno	67.22	66.48
Produzione di acqua calda sanitaria	EP <sub>w</sub>	kWh/mq anno	7.30	7.26
Ventilazione	EP <sub>v</sub>	kWh/mq anno	0	0
Raffrescamento	EP <sub>c</sub>	kWh/mq anno	0	0
Illuminazione artificiale	EP <sub>L</sub>	kWh/mq anno	38.85	31.30
Trasporto di persone e cose	EP <sub>T</sub>	kWh/mq anno	10.72	8.64
Emissioni equivalenti di CO2	CO <sub>2eq</sub>	Kg/mq anno	24	24

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

A seguito dell'individuazione dei possibili interventi di efficientamento energetico, è stato individuato solo uno scenario di investimento, SCN1, con un tempo di ritorno semplice di 15 anni, che prevede l'installazione di valvole termostatiche e la sostituzione dei corpi illuminanti.

Di seguito si riportano la riduzione dei costi operativi e delle emissioni di CO<sub>2</sub> dell'ipotesi adottata.

Figura 10.2 - SCN1: Riduzione dei costi operativi (OPEX) e delle emissioni di CO<sub>2</sub> a partire dalla baseline



L'edificio oggetto di diagnosi è di recente costruzione, presenta un buon isolamento sull'involucro esterno ed un efficiente impianto termico, risulta quindi avere un contenuto margine di miglioramento delle sue performance energetiche, principalmente intervenendo sulla regolazione dell'impianto termico e sui corpi illuminanti esistenti.

Dagli approfondimenti eseguiti non esistono particolari interferenze tra gli interventi presentati.

Le proposte presentate possono essere realizzate con un unico cantiere nel periodo di chiusura estiva della scuola, al fine di non creare interferenze o disturbi alle normali lezioni.

Al fine di misurare in modo efficace i risparmi energetici a valle delle azioni di efficientamento intraprese, si dovrebbe dotare l'edificio di un semplice sistema di monitoraggio dell'energia elettrica e termica. Per quanto riguarda il fabbisogno elettrico, si potrebbe prevedere l'installazione di una apparecchiatura di misura a trasformatori amperometrici sui quadri elettrici generali delle due scuole; in questo modo si riuscirebbero a tenere sotto controllo i consumi globali della struttura e confrontarli con ciò che arriva dalla misura del distributore in fattura. Tuttavia l'installazione di diversi punti di misura per le diverse utenze (illuminazione, FEM, etc), consentirebbe di valutare più

accuratamente altri possibili margini di risparmio dell'energia, principalmente per quanto riguarda il comportamento delle persone che usufruiscono della struttura. Essendo i consumi termici dovuti alla sola climatizzazione invernale e l'impianto costituito da un unico circuito, sarebbe sufficiente l'installazione di un sistema di contabilizzazione del calore composto da un misuratore di portata e da una coppia di sonde di temperatura. In questo modo sarebbe possibile confrontare il consumo di gas naturale derivante dalle letture al contatore con la produzione di energia termica generata in centrale. Per entrambe le soluzioni di misura dei fabbisogni energetici esistono applicazioni ICT, ormai molto diffuse, in grado di monitorare quasi in tempo reale i consumi di energia.

### 10.3 RACCOMANDAZIONI

Di seguito sono riportate le raccomandazioni e le buone pratiche per il miglioramento dell'efficienza energetica, a completamento del lavoro di diagnosi energetica eseguito, che comprendono vari aspetti relativi l'edificio: dall'utilizzo della struttura fatta dagli utenti, alle modalità di utilizzo delle apparecchiature elettriche, all'illuminazione, agli aspetti gestionali e di formazione.

Ambito	Raccomandazioni	Considerazioni
<b>Acquisti</b>	Acquistare attrezzature ad alta efficienza energetica.	<p>In caso di nuovo acquisto di apparecchiature elettriche di vario tipo e soggette ad etichettatura energetica, verificare che siano in classe A o superiore.</p> <p>Nel caso di acquisto di notebook, fotocopiatrici e stampanti verificare la predisposizione alla modalità di funzionamento in stand-by.</p>
<b>Apparecchiature elettriche</b>	Spegnere le fotocopiatrici, le stampanti, i monitor, i pc e le altre attrezzature elettriche se non utilizzate per lungo tempo e nei periodi di chiusura della struttura.	<p>Per non avere sprechi nelle ore di chiusura dell'edificio è possibile spegnere manualmente le apparecchiature elettriche prima dell'uscita del personale o programmare adeguatamente il temporizzatore già inserito a bordo macchina dei modelli più recenti.</p> <p>Predisporre prese comandate per togliere l'alimentazione dai pc, dalle stampanti multifunzione e dalle apparecchiature informatiche in generale, in quanto il consumo in stand-by dei dispositivi elettrici / informatici può essere notevole quando questi sono molto numerosi all'interno dell'edificio (si stima che un pc spento consumi circa 7-8 Wh).</p> <p>Terminato l'uso, spegnere le macchinette portatili del caffè, in quanto il consumo di energia elettrica derivante da queste è significativo. Si stima che una macchinetta da caffè espresso consumi fino a 50 kWh all'anno dovuti al suo consumo in modalità stand-by.</p>

Ambito	Raccomandazioni	Considerazioni
<b>Climatizzazione</b>	<p>Mantenere la temperatura di set-point di legge pari a 20°C.</p> <p>Corretta regolazione delle centraline climatiche</p> <p>Non utilizzare altri generatori di calore esterni al circuito del riscaldamento principale.</p> <p>Regolazione dell'impianto termico in funzione dei locali effettivamente utilizzati.</p> <p>Limitare la ventilazione naturale dei locali a brevi periodi e negli orari corretti.</p> <p>Tenere i terminali di emissione del calore liberi da eventuali ostruzioni.</p>	<p>Evitare di modificare i valori di temperatura imposti dalla legge pari a 20°C agendo con una modifica su valvola termostatica (una volta installata) o termostato, si stima un consumo medio maggiore del 7-8 % per ogni grado che si discosta dalla temperatura di set-point invernale.</p> <p>Si consiglia di verificare con il manutentore i settaggi delle centraline climatiche. Le centraline climatiche dovrebbero essere una per ogni zona termica, in modo tale da poter personalizzare gli orari di funzionamento e le temperatura di mandata a seconda del tipo di utenza servita.</p> <p>Non usare stufette elettriche che, oltre che creare ulteriori consumi, spesso comportano rischi per la sicurezza e discomfort nell'ambiente di lavoro (sovratemperatura indesiderata, secchezza dell'aria, pericoli di folgorazione e di incendio). Si stima che il risparmio annuale dovuto alla mancata accensione di una stufa elettrica sia pari a 300 kWh.</p> <p>In caso di mancato utilizzo di un locale, per un solo giorno o per un periodo di tempo più prolungato, prevedere, se possibile, l'eventuale spegnimento del terminale di emissione. Il beneficio dovuto a questo accorgimento può fare risparmiare dall'1% al 3% di energia primaria all'anno.</p> <p>L'apertura delle finestre deve essere limitata ad una durata di pochi minuti, specie con temperature esterne estreme, in quanto le perdite di energia termica per ventilazione ricoprono una quota importante delle dispersioni termiche degli edifici. Tuttavia se ben utilizzata la ventilazione naturale garantisce un'adeguata qualità dell'aria degli ambienti. Le perdite di energia termica per ventilazione ricoprono una quota importante delle dispersioni termiche degli edifici e per limitare questi effetti è importante che il ricambio d'aria venga realizzato quanto possibile negli orari corretti, ovvero la mattina presto in estate e nelle ore di piena insolazione in inverno.</p> <p>Il personale deve inoltre assicurarsi della chiusura di tutte le aperture vetrate prima dell'uscita dall'edificio.</p>

Ambito	Raccomandazioni	Considerazioni
	Spegnimento dell'impianto di produzione del calore.	<p>I terminali di emissione di calore devono essere liberi e non coperti da tendaggi o altro materiale che ostruisce la diffusione del calore nell'ambiente e riduce l'efficienza dell'impianto. Avere dei terminali più efficienti può permettere di regolare la temperatura di mandata del fluido termovettore ad un valore più basso, e di conseguenza può ridurre i consumi di metano o gasolio.</p> <p>Dopo diverse ore di funzionamento l'edificio mantiene una propria inerzia termica, è pertanto consigliabile spegnere l'impianto termico 30-60 minuti prima dell'uscita, ottenendo anche un adattamento alle condizioni esterne. Si può prevedere un ulteriore risparmio fino al 4%.</p>
<b>Formazione del personale</b>	Eseguire una campagna informativa in tema di risparmio energetico.	<p>Fornire informazioni su tutte le possibili azioni di risparmio energetico realizzate e di potenziale realizzazione all'interno dell'edificio.</p> <p>Realizzare incontri per la diffusione della cultura del risparmio energetico.</p> <p>Distribuzione di materiale informativo sull'efficienza energetica negli edifici.</p>
<b>Illuminazione</b>	<p>Prediligere l'utilizzo della luce naturale durante il giorno.</p> <p>Evitare gli sprechi.</p>	<p>Non tenere la tapparella abbassata con l'illuminazione accesa.</p> <p>Uscendo dalla stanza o da un altro ambiente spegnere le luci, specialmente negli ambienti poco frequentati (archivi, sale riunioni e bagni).</p> <p>Il personale deve inoltre assicurarsi dello spegnimento di tutte le luci prima dell'uscita dall'edificio.</p>

#### 10.4 CONCLUSIONI E COMMENTI

L'asilo Nido Ninfeo presenta in buono stato al momento del sopralluogo, avvenuto a dicembre 2017. È stata rilevata una criticità relativa ad un malfunzionamento del generatore di calore a condensazione presente, ma che prontamente è stato risolto dal servizio di manutenzione, mediante la sostituzione della caldaia con una similare a condensazione. L'involucro edilizio opaco e trasparente non presentano criticità significative.

Dopo aver eseguito l'analisi dei consumi e la modellazione energetica, non è stato possibile proporre un ampio ventaglio di interventi di efficientamento energetico, ma solo due interventi di importo contenuto ma ad alto risparmio energetico, come ad esempio l'installazione di valvole termostatiche sui radiatori e la sostituzione dei corpi illuminanti. Entrambe le alternative sono state inserite all'interno di uno scenario, lo SCN1, con un tempo di ritorno inferiore ai 15 anni, che ha permesso il passaggio di una classe energetica dalla classe C dello stato di fatto, alla classe B.

## ALLEGATO A – ELENCO DOCUMENTAZIONE FORNITA DALLA COMMITTENZA

	Titolo	Data	Nome file
1	Elenco documentazione fornita	08/06/2018	DE_Lotto.1-E1922_revA_AllegatoA_Elenco doc fornita.xlsx

## ALLEGATO B – ELABORATI

	Titolo	Descrizione	Data	Nome file
1	Elaborazione consumi diagnosi	Elaborazione consumi per diagnosi e calcoli IEN E IER	08/06/2018	DE_Lotto.1-E1922_revA-AllegatoB-Consumi per diagnosi-benchmark.xlsx
2	Elenco lampade e attrezzature elettriche	Elenco lampade ed attrezzature elettriche	08/06/2018	DE_Lotto.1-E1922_revA-AllegatoB-Elenco illuminazione e FEM.xlsx
3	Grafici template	Grafici ed elaborazioni dati utilizzati per la diagnosi ed il calcolo degli interventi migliorativi e gli scenari	03/08/2018	DE_Lotto.1-E1922_revB-AllegatoB-Grafici_Template.xlsx
4	Posizionamento POD e PDR e zone termiche – piano terra	Planimetria zone termiche e posizionamento POD e PDR – piano terra	08/06/2018	DE_Lotto.1-E1922_revA-AllegatoB-PT.dwg
6	Posizionamento zone termiche – piano primo	Planimetria zone termiche – piano primo	08/06/2018	DE_Lotto.1-E1922_revA-AllegatoB-P1.dwg
7	Riepilogo fatture energia elettrica	Riepilogo fatture energia elettrica	08/06/2018	DE_Lotto.1-E1922_revA-AllegatoB-Riepilogo EE.xlsx
8	Riepilogo fatture gas metano	Riepilogo fatture gas metano	08/06/2018	DE_Lotto.1-E1922_revA-AllegatoB-Riepilogo GAS.xlsx
9	Visura catastale	Visura catastale	08/06/2018	DE_Lotto.1-E1922_revA-AllegatoB-Visura catastale.JPG
10	Elaborazione consumi di energia elettrica	Elaborazione consumi di energia elettrica	08/06/2018	DE_Lotto.1-E1922_revA-AllegatoB-Elaborazioni energia elettrica.xlsx
11	Elaborazione consumi di gas metano	Elaborazione consumi di gas metano	08/06/2018	DE_Lotto.1-E1922_revA-AllegatoB-Elaborazioni gas metano.xlsx
12	Schema a blocchi impianto elettrico	Schema a blocchi impianto elettrico	08/06/2018	DE_Lotto.1-E1922_revA-AllegatoB_Schema a blocchi elettrico.xlsx
13	Schema impianto termico	Schema impianto termico	03/08/2018	DE_Lotto.1-E1922_revA-AllegatoB_Schema impianto termico.dwg

## ALLEGATO C – REPORT DI INDAGINE TERMOGRAFICA

	Titolo	Data	Nome file
1	Report termografico	08/06/2018	DE_Lotto.1-E1922_revA-AllegatoC-Report termografico.docx

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

	Titolo	Data	Nome file
1	Report Strumentali	03/08/2018	DE_Lotto1-E1922_revA_AllegatoD_Report Strumentali.docx

## ALLEGATO E – RELAZIONE DI DETTAGLIO DEI CALCOLI

	Titolo	Data	Nome file
1	Relazione di calcolo energetico Asilo Nido Sarzano	08/06/2018	DE_Lotto.1-E1922_revA-AllegatoE-Relazione di calcolo.rtf

## ALLEGATO F – CERTIFICATO CTI SOFTWARE

	Titolo	Data	Nome file
1	Certificato CTI software	08/06/2018	DE_Lotto.1-E1922_revA-AllegatoF-CertCTI.pdf

## ALLEGATO G – ATTESTATO DI PRESTAZIONE ENERGETICA

	Titolo	Data	Nome file
1	Attestato di prestazione energetica – Edificio 1922 – Bozza	08/06/2018	DE_Lotto.1-E1922_revA-AllegatoG-APE.RTF
2	Attestato di prestazione energetica – Edificio 1922 – Bozza con generatore nuovo	08/06/2018	DE_Lotto.1-E1922_revA-AllegatoG-APE_NUOVO GEN.RTF

## ALLEGATO H – BOZZA DI APE SCENARI

	Titolo	Data	Nome file
1	Attestato di prestazione energetica – Edificio E1922 – Scenario SCN1 – 15 anni –Bozza	08/06/2018	DE_Lotto.1-E1922_revA-AllegatoH-APE-SCN1.rtf

## ALLEGATO I – DATI CLIMATICI

	Titolo	Data	Nome file
1	Dati climatici di riferimento	08/06/2018	DE_Lotto.1-E1922-revA-AllegatoI-Dati meteo Stazione Centro Funzionale.xlsx

## ALLEGATO J – SCHEDE DI AUDIT

	Titolo	Data	Nome file
1	Schede AICARR E1922	08/06/2018	DE_Lotto.1-E1922_revA-AllegatoJ-Check list schede AICARR.xlsx

## ALLEGATO K – SCHEDE ORE

	Titolo	Data	Nome file
1	Installazione valvole termostatiche	08/06/2018	DE_Lotto.1-E1683_revA-AllegatoK-L1.pdf
2	Sostituzione corpi illuminanti	08/06/2018	DE_Lotto.1-E1922_revA-AllegatoK-H16.pdf

## ALLEGATO L – PIANO ECONOMICO FINANZIARIO SCENARI

	Titolo	Data	Nome file
1	Analisi Piano Economico Finanziario	03/08/2018	DE_Lotto.1-E1922_revB-AllegatoL-AnalisiPEF.xlsx

## ALLEGATO M – REPORT DI BENCHMARK

	Titolo	Data	Nome file
1	Report di benchmark lotto 1	03/08/2018	DE_Lotto.1-E1922_revA-Allegato _Benchmark.docx

## ALLEGATO N – CD-ROM