

# Scuola materna comunale Monticelli e scuola elementare e media Duca Abruzzi

**E1632**

Via A.Centurione

RAPPORTO DI DIAGNOSI ENERGETICA  
FONDO KYOTO - SCUOLA 3



Agosto 2018

COMUNE DI GENOVA  
STRUTTURA DI STAFF - ENERGY MANAGER



COMUNE DI GENOVA

**N:ER**  
INGEGNERIA

**Scuola materna comunale Monticelli e scuola  
elementare e media Duca Abruzzi  
E1632  
Via A.Centurione**

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         | 10/07/2018 | Ing. Loris Morichetti | Ing. Sarah Nicolini<br>Ing. Antonio Aprea | Ing. Fabio Coccia | Prima Pubblicazione |
| B         | 03/08/2018 | Ing. Loris Morichetti | Ing. Sarah Nicolini<br>Ing. Antonio Aprea | Ing. Fabio Coccia | Prima Revisione     |

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

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

## INDICE

## PAGINA

|  |                                    |
|--|------------------------------------|
| <b>EXECUTIVE SUMMARY .....</b>   | <b>1</b>                           |
| <b>1 INTRODUZIONE .....</b>  | <b>2</b>                           |
| 1.1 PREMessa .....   | 2                                  |
| 1.2 SCOPO DELLA DIAGNOSI ENERGETICA .....  | 3                                  |
| 1.3 RIFERIMENTO E CONTATTI AUDITOR E PERSONALE COINVOLTO.....  | 3                                  |
| 1.4 IDENTIFICAZIONE DELL'EDIFICIO.....   | 3                                  |
| 1.5 METODOLOGIA DI LAVORO .....  | 4                                  |
| 1.6 STRUTTURA DEL REPORT .....   | 7                                  |
| <b>2 DATI DELL'EDIFICIO.....</b>   | <b>8</b>                           |
| 2.1 INFORMAZIONI SUL SITO .....  | 8                                  |
| 2.2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE, SOCIO-ECONOMICO E DESTINAZIONE D'USO .....                                 | 8                                  |
| 2.3 VERIFICA DEI VINCOLI INTERFERENTI SULLE PARTI DELL'IMMOBILE INTERESSATE DAGLI 'INTERVENTI.....         | 9                                  |
| 2.4 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 .....                     | 13                                 |
| <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> .....   | 18                                 |
| 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> .....   | 22                                 |
| 4.3 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO PRODUZIONE ACQUA CALDA SANITARIA .....                  | 23                                 |
| 4.4 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO DI RAFFRESCAMENTO/CLIMATIZZAZIONE ESTIVA .....          | <b>ERRORE. IL</b>                  |
| <b>SEGNALIBRO NON È DEFINITO.</b>  |                                    |
| 4.5 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO DI VENTILAZIONE MECCANICA .....                         | <b>ERRORE. IL SEGNALIBRO NON È</b> |
| <b>DEFINITO.</b>   |                                    |
| 4.6 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO ELETTRICO E PRINCIPALI UTENZE ELETTRICHE .....          | 24                                 |
| 4.7 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO ILLUMINAZIONE .....                                     | 24                                 |
| 4.8 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE DI IMPIANTI DI PRODUZIONE ENERGIA ELETTRICA O COGENERAZIONE..... | <b>ERRORE. IL</b>                  |
| <b>SEGNALIBRO NON È DEFINITO.</b>  |                                    |
| <b>5 CONSUMI RILEVATI .....</b>  | <b>25</b>                          |
| 5.1 CONSUMI ENERGETICI STORICI PER CIASCUN VETTORE E CONNESSIONE ALLE RETI GAS NATURALE ED ELETTRICA.....  | 25                                 |
| 5.1.1 <i>Energia termica</i> .....   | 25                                 |
| 5.1.2 <i>Energia elettrica</i> .....   | 28                                 |
| 5.2 INDICATORI DI PERFORMANCE ENERGETICI ED AMBIENTALI .....   | 33                                 |
| <b>6 MODELLO DEL FABBISOGNO ENERGETICO.....</b>  | <b>37</b>                          |
| 6.1 METODOLOGIA DI CALCOLO ADOTTATA E VALIDAZIONE DEI MODELLI DI CALCOLO .....                             | 37                                 |
| 6.1.1 <i>Validazione del modello termico</i> .....   | 38                                 |
| 6.1.2 <i>Validazione del modello elettrico</i> .....   | 39                                 |
| 6.2 FABBISOGNI ENERGETICI.....   | 39                                 |
| 6.3 PROFILI ENERGETICI MENSILI.....  | 41                                 |
| <b>7 ANALISI DEI COSTI PRE-INTREVENTO .....</b>  | <b>42</b>                          |
| 7.1 COSTI RELATIVI ALLA FORNITURA DEI VETTORI ENERGETICI .....   | 42                                 |



|   |  |  |
|---|--|--|
| 7.1.1   | Vettore termico.....   | 42   |
| 7.1.2   | Vettore elettrico.....   | 46   |
| 7.2   | TARIFE E PREZZI VETTORI ENERGETICI UTILIZZATI NELL'ANALISI.....  | 50   |
| 7.3   | COSTI DI GESTIONE E MANUTENZIONE DI EDIFICIO ED IMPIANTI.....  | 51   |
| 7.4   | BASELINE DEI COSTI.....  | 52   |
| <b>8</b>  | <b>IDENTIFICAZIONE DELLE MISURE DI EFFICIENZA ENERGETICA .....</b>   | <b>54</b>                                    |
| 8.1   | DESCRIZIONE, FATTIBILITÀ E PRESTAZIONI DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI .....                                 | 54   |
| 8.1.1   | Involucro edilizio.....  | <b>Errore. Il segnalibro non è definito.</b> |
| 8.1.2   | Impianto riscaldamento.....  | <b>Errore. Il segnalibro non è definito.</b> |
| 8.1.3   | Impianto produzione acqua calda sanitaria .....  | <b>Errore. Il segnalibro non è definito.</b> |
| 8.1.4   | Impianto di ventilazione e climatizzazione estiva.....   | <b>Errore. Il segnalibro non è definito.</b> |
| 8.1.5   | Impianto di illuminazione ed impianto elettrico.....   | <b>Errore. Il segnalibro non è definito.</b> |
| 8.1.6   | Impianto di generazione da fonti rinnovabili.....  | 56   |
| <b>9</b>  | <b>VALUTAZIONE ECONOMICO-FINANZIARIA.....</b>  | <b>62</b>                                    |
| 9.1   | ANALISI DEI COSTI DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI CONSIDERATI FATTIBILI.....                                 | 62   |
| 9.2   | ANALISI DI CONVENIENZA DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI CONSIDERATI FATTIBILI.....                            | 66   |
| 9.3   | IDENTIFICAZIONE DELLE SOLUZIONI INTEGRATE D'INTERVENTO E SCENARI D'INVESTIMENTO.....                             | 72   |
| 9.3.1   | Scenario 1: Installazione termoregolazione, pompa ad inverter, sostituzione corpi illuminanti:.....              | 74   |
| 9.3.2   | Scenario 2: Installazione pompa di calore, installazione impianto fotovoltaico, sostituzione illuminazioni:..... | 79   |
| <b>10</b>   | <b>CONCLUSIONI .....</b>   | <b>85</b>                                    |
| 10.1  | RIASSUNTO DEGLI INDICI DI PERFORMANCE ENERGETICA .....   | 85   |
| 10.2  | RIASSUNTO DEGLI SCENARI DI INVESTIMENTO E DEI PRINCIPALI RISULTATI .....   | 86   |
| 10.3  | CONCLUSIONI E COMMENTI.....  | <b>ERRORE. IL SEGNALIBRO NON È DEFINITO.</b> |
| <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                            |                           | 1960  |
| Anno di ristrutturazione                                |                           | -   |
| Zona climatica  |                           | D   |
| Destinazione d'uso                                      |                           | E.7 - Edifici adibiti ad attività scolastiche |
| Superficie utile riscaldata                             | [m <sup>2</sup> ]         | 3878  |
| Superficie disperdente (S)                              | [m <sup>2</sup> ]         | 4546  |
| Volume lordo riscaldato (V)                             | [m <sup>3</sup> ]         | 17325   |
| Rapporto S/V  | [1/m]                     | 0.34  |
| Superficie lorda aree interne (scaldate e non scaldate) | [m <sup>2</sup> ]         | 3936  |
| Superficie lorda aree esterne                           | [m <sup>2</sup> ]         | 175.3   |
| Superficie lorda complessiva (aree interne ed esterne)  | [m <sup>2</sup> ]         | 4424  |
| Tipologia generatore riscaldamento                      |                           | Caldaia tradizionale                          |
| Potenza totale impianto riscaldamento                   | [kW]                      | 560   |
| Potenza totale impianto raffrescamento                  | [kW]                      | -   |
| Tipo di combustibile                                    |                           | Metano  |
| Tipologia generatore Acqua Calda sanitaria (ACS)        |                           | Boiler Elettrici                              |
| Emissioni CO <sub>2</sub> di riferimento <sup>(1)</sup> | [t/anno]                  | 73  |
| Consumo di riferimento Gas Metano <sup>(1)</sup>        | [kWh <sub>th</sub> /anno] | 246299  |
| Spesa annuale Gas Metano <sup>(1)</sup>                 | [€/anno]                  | 17997   |
| Consumo di riferimento energia elettrica <sup>(1)</sup> | [kWh <sub>el</sub> /anno] | 45090   |
| Spesa annuale energia elettrica <sup>(1)</sup>          | [€/anno]                  | 11768   |

Nota (1): Valori di Baseline

Descrizione delle Misure di efficienza energetica proposte:

- EEM 1: Installazione valvole termostatiche e pompa ad inverter
- EEM 2: Installazione impianto fotovoltaico
- EEM 3: Sostituzione corpi illuminanti
- EEM4: Realizzazione cappotto esterno
- SCN1(EEM1+EEM3): Installazione di un sistema di termoregolazione e di pompe ad inverter, in aggiunta alla sostituzione dei corpi illuminanti con lampade LED più performanti.
- SCN2(EEM1+EEM2+EEM3+EEM4): Lo scenario consiste, oltre agli interventi descritti per lo scenario 1, nella realizzazione di un impianto fotovoltaico per la produzione di energia 'in situ' e di un cappotto esterno per abbattere le dispersioni termiche di involucro.

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

|       | CON INCENTIVI   |                   |                 |                  |                  |                |        |        |        |        |      |       |          |      |
|-------|-----------------|-------------------|-----------------|------------------|------------------|----------------|--------|--------|--------|--------|------|-------|----------|------|
|       | %Δ <sub>E</sub> | %Δ <sub>CO2</sub> | ΔC <sub>E</sub> | ΔC <sub>MO</sub> | ΔC <sub>MS</sub> | I <sub>0</sub> | TRS    | TRA    | n      | VAN    | TIR  | IP    | DSC<br>R | LLCR |
|       | [%]             | [%]               | [€/an<br>no]    | [€/anno<br>]     | [€/an<br>no]     | [€]            | [anni] | [anni] | [anni] | [€]    | [%]  | [%]   |          |      |
| EEM 1 | 40,4%           | 34,1%             | 29,9%           | -1,5%            | 0%               | 17631          | 1,8    | 1,9    | 15     | 73266  | 51,4 | 4,16  | -        | -    |
| EEM 2 | 6,5%            | 12,4%             | 16,5%           | 2%               | 2%               | 62236          | 11,5   | 15,8   | 20     | 8620   | 5,7  | 0,14  | -        | -    |
| EEM 3 | 6,7%            | 12,8%             | 17%             | 0%               | 0%               | 38322          | 4,5    | 5,5    | 15     | 28279  | 15,9 | 0,74  | -        | -    |
| EEM 4 | 23,4%           | 20,7%             | 18,8%           | 0%               | 0%               | 259068         | 22,5   | 35,4   | 30     | -40681 | 1,7  | -0,16 | -        | -    |

|       |       |       |       |       |     |        |      |      |    |       |      |      |      |      |
|-------|-------|-------|-------|-------|-----|--------|------|------|----|-------|------|------|------|------|
| SCN 1 | 47.1% | 47%   | 46.9% | -1.5% | 0%  | 55953  | 5.3  | 5.5  | 15 | 34038 | 39.8 | 60.8 | 1.02 | 3.45 |
| SCN 2 | 65.4% | 67.8% | 71.5% | -3.5% | -2% | 377257 | 12.9 | 14.1 | 25 | 5862  | 16.8 | 1.6  | 1.04 | 0.89 |

Figura 0.1 – Scenario 1: analisi finanziaria

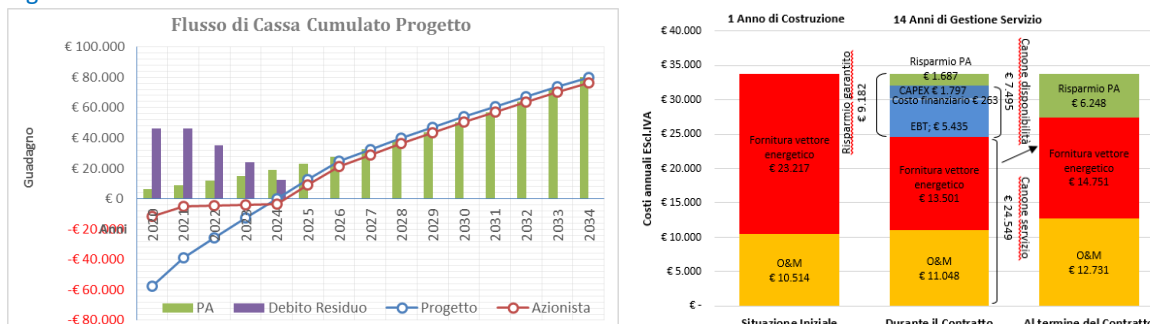
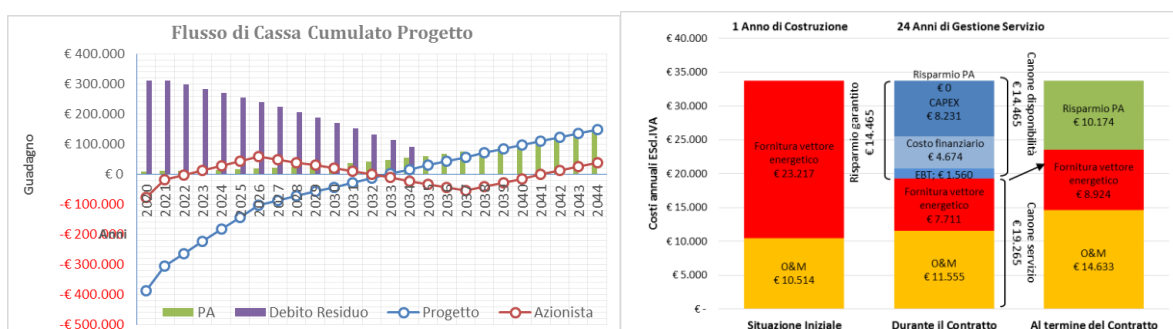


Figura 0.2 – Scenario 2: analisi finanziaria



## 1 INTRODUZIONE

### 1.1 PREMESSA

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

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

Nell'attività di realizzazione delle DE si è fatto riferimento alla normativa tecnica ed alla legislazione riportata al Capitolo 3 del Capitolato Tecnico per la "Procedura aperta per l'affidamento del servizio di

Figura 1.1 - Vista della facciata esposta a Sud.



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 NIER Ingegneria Spa, 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   |
|--------------------------------|------------------------|---|
| Fabio Coccia<br>Mara Pignataro |                        | Sopralluogo in sito   |
| Loris Morichetti               |                        | Elaborazione dei dati relativi ai consumi energetici                      |
| Loris Morichetti               |                        | Elaborazione dei dati geometrici ed alla creazione del modello energetico |
| Sarah Nicolini                 | Responsabile involucro | Revisione report di diagnosi energetica                                   |
| Antonio Aprea                  | Responsabile impianti  | Revisione report di diagnosi energetica                                   |
| Fabio Coccia                   | EGE                    | Approvazione report di diagnosi energetica                                |

## 1.4 IDENTIFICAZIONE DELL'EDIFICIO

Figura 1.2 – Ubicazione dell'edificio



L'immobile oggetto della DE, catastalmente individuato al NCEU Sezione A, F.31, Mapp.9,716,177 Sub. 0 è sito nel Comune di Genova e più precisamente in via Adamo Centurione. L'edificio è di proprietà del Comune di Genova ed è attualmente adibito in parte a scuola elementare ed in parte ad asilo nido.



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                            |                           | 1960  |
| Anno di ristrutturazione                                |                           | -   |
| Zona climatica  |                           | D   |
| Destinazione d'uso                                      |                           | E.7 – Edifici adibiti ad attività scolastiche |
| Superficie utile riscaldata                             | [m <sup>2</sup> ]         | 3878  |
| Superficie disperdente (S)                              | [m <sup>2</sup> ]         | 4546  |
| Volume lordo riscaldato (V)                             | [m <sup>3</sup> ]         | 17325   |
| Rapporto S/V  | [1/m]                     | 0.34  |
| Superficie netta aree interne (scaldate e non scaldate) | [m <sup>2</sup> ]         | 3937  |
| Superficie lorda aree interne (scaldate e non scaldate) | [m <sup>2</sup> ]         | 4249  |
| Superficie lorda aree esterne                           | [m <sup>2</sup> ]         | 175.3   |
| Superficie lorda complessiva (aree interne ed esterne)  | [m <sup>2</sup> ]         | 4424  |
| Tipologia generatore riscaldamento                      |                           | Caldaia tradizionale                          |
| Potenza totale impianto riscaldamento                   | [kW]                      | 560   |
| Potenza totale impianto raffrescamento                  | [kW]                      | -   |
| Tipo di combustibile                                    |                           | Metano  |
| Tipologia generatore Acqua Calda sanitaria (ACS)        |                           | Boiler elettrici                              |
| Emissioni CO <sub>2</sub> di riferimento <sup>(1)</sup> | [t/anno]                  | 73  |
| Consumo di riferimento Gas Metano <sup>(1)</sup>        | [kWh <sub>th</sub> /anno] | 251481  |
| Spesa annuale Gas Metano <sup>(1)</sup>                 | [€/anno]                  | 18375   |
| Consumo di riferimento energia elettrica <sup>(1)</sup> | [kWh <sub>el</sub> /anno] | 45090   |
| Spesa annuale energia elettrica <sup>(1)</sup>          | [€/anno]                  | 11768   |

Nota (1): Valori di Baseline

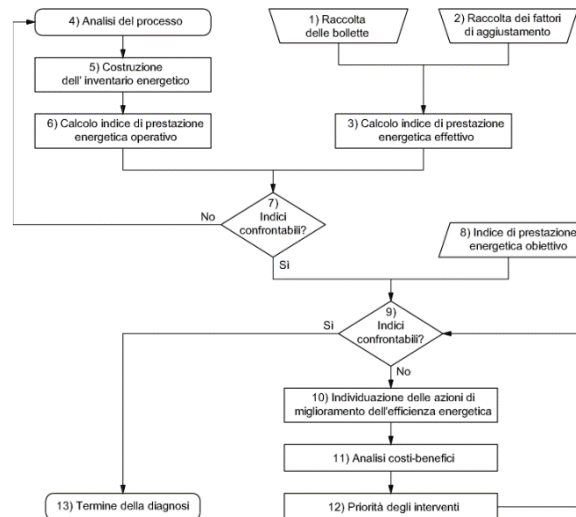
## 1.5 METODOLOGIA DI LAVORO

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

- Acquisizione della documentazione utile, fornita dalla PA, come riportato all'Allegato A – Elenco documentazione fornita dalla committenza; **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**

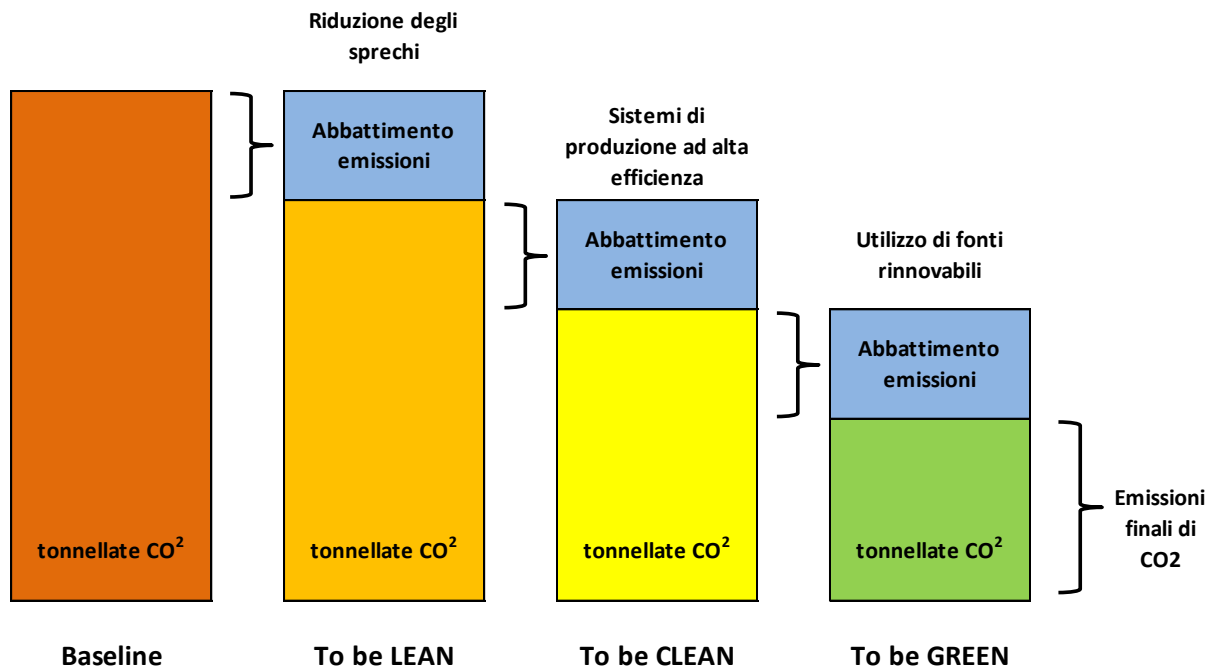
- b) Analisi del quadro normativo di riferimento, incluso la verifica dei vincoli ambientali, storici, archeologici e paesaggistici interferenti sull'immobile interessato dall'intervento;
- c) Visita agli edifici, effettuata in data 4/12/2017 e 5/12/2017 con verifica degli elaborati forniti e rilievo dei dati relativi alle caratteristiche degli elementi disperdenti ed impiantistici costituenti il sistema edificio-impianto;
- d) Visita alla centrale termica e/o frigorifera, con il supporto del personale incaricato della conduzione e manutenzione degli impianti e rilevamento dei dati utili;
- e) Preparazione e compilazione delle schede di Audit previste per la diagnosi di livello II di cui all'appendice A delle LGEE - Linee Guida per l'Efficienza Energetica negli Edifici - sett. 2013 - elaborato da AiCARR per AgeSi, AssistaI, 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 in possesso di certificato di conformità rilasciato dal Comitato Termotecnico Italiano (CTI) 73 ai sensi del D.lgs. 192/05 e s.m.i. e riportato all'Allegato F – Certificato CTI Software;
- g) Analisi dei profili annuali di consumi e costi dei servizi energetici reali dell'edificio, comprensivi della fornitura dei vettori energetici sia elettrici che di gas e degli oneri di O&M, relativamente alle annualità 2014-2015-2016;
- h) Analisi dei dati climatici reali del sito ove è ubicato l'edificio con conseguente calcolo dei Gradi Giorno reali ( $GG_{real}$ ), utilizzando le temperature esterne rilevate dalla stazione meteo Centro funzionale e riportati all'Allegato I – Dati climatici;
- i) Individuazione della "baseline termica" di riferimento (e relative emissioni di  $CO_2$ ) tramite opportuna ripartizione del consumo di combustibile tra le varie utenze a servizio dell'edificio e destagionalizzazione dello stesso, utilizzando i relativi GG reali ( $GG_{real}$ ), e conseguente normalizzazione secondo i GG di riferimento ( $GG_{rif}$ );
- j) Individuazione della "baseline elettrica" di riferimento (e relative emissioni di  $CO_2$ ) 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;



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

L'ipotesi di intervenire al fine di migliorarne l'efficienza energetica è innanzitutto volta ad una diminuzione delle emissioni di CO<sub>2</sub>, la quale rientra negli obiettivi prefissati dal Comune di Genova all'interno del SEAP (Sustainable Energy Action Plan), ma può anche essere considerata di notevole interesse socio-culturale al fine della sensibilizzazione del pubblico alle tematiche di interesse ambientale ed energetico.

L'edificio in cui è situata la scuola dell'infanzia conta tre piani fuori terra, ma è presente anche un piano interrato, non climatizzato, in cui si colloca la centrale termica al servizio delle due palazzine. La struttura che ospita la scuola elementare Duca Abruzzi si costituisce invece di 4 piani fuori terra. Si fa notare la presenza di un corridoio di collegamento tra le due palazzine, percorribile dal secondo piano dell'edificio.

Nella Tabella 2.1 sono riassunte le destinazioni d'uso delle varie aree e le relative superfici.

Le planimetrie utilizzate nella valutazione sono riportate in Allegato B – Elaborati.

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



Tabella 2.1 - Suddivisione in piani dell'edificio

| PIANO         | UTILIZZO                      | U.M.              | SUPERFICIE LORDA COMPLESSIVA <sup>(2)</sup> | SUPERFICIE UTILE RISCALDATA <sup>(3)</sup> | SUPERFICIE UTILE RAFFRESCATA <sup>(3)</sup> |
|---------------|-------------------------------|-------------------|---|--|---|
| Interrato     | Locale tecnico                | [m <sup>2</sup> ] | -   | -  | -   |
| Terra         | Scuola elementare, asilo nido | [m <sup>2</sup> ] | 1092  | 978  | -   |
| Primo         | Scuola elementare, asilo nido | [m <sup>2</sup> ] | 719   | 651  | -   |
| Secondo       | Scuola elementare, asilo nido | [m <sup>2</sup> ] | 989   | 902  | -   |
| Terzo         | Scuola elementare, asilo nido | [m <sup>2</sup> ] | 953   | 877  | -   |
| Quarto        | Scuola elementare, asilo nido | [m <sup>2</sup> ] | 511   | 470  | -   |
| <b>TOTALE</b> |                               | [m <sup>2</sup> ] | <b>4284</b>                                 | <b>3878</b>                                |   |

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

Nota (3): Superficie utile valutata ai fini della creazione del modello energetico

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

L'"unità urbanistica" del Lagaccio, la più occidentale tra quelle del Municipio I Centro Est, si estende nella stretta valle dell'omonimo rivo, compresa fra i colli di Oregina e Granarolo, che ha alla sua sommità il forte Sperone.

L'abitato sorge nella zona più a valle, immediatamente a monte della stazione ferroviaria di Genova Principe e del Palazzo del Principe. La parte più a monte dell'ex lago, dietro ai moderni impianti sportivi, rimane invece inabitata e verde, costellata da alcuni ruderi di vecchie polveriere, un tempo legate agli insediamenti militari della città.

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 nè è inserito in un'area di interesse paesaggistico ai sensi del D. Lgs. 42/2004. L'edificio non ricade all'interno di una zona soggetta a vincolo idrogeologico. Nell'analisi delle EEM non è quindi necessaria l'identificazione delle possibili interferenze degli interventi con i vincoli.

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

| MISURA DI EFFICIENZA ENERGETICA               | VINCOLO INTERESSATO | VALUTAZIONE INTERFERENZA <sup>(4)</sup> | MISURA DI TUTELA DA ADOTTARE |
|---|---------------------|---|------------------------------|
| EEM 1: Valvole termostatiche e pompa inverter | -                   |   | -                            |
| EEM 2: Impianto fotovoltaico                  | -                   |   | -                            |
| EEM 3: Illuminazione LED                      | -                   |   | -                            |
| EEM 4: Cappotto esterno                       | -                   |   | -                            |

**Nota (4): Legenda livelli di interferenza:**

|  |   |
|--|---|
|  | Non perseguibile  |
|  | Perseguibile tramite adozione misure di tutela indicate |
|  | Interferenza nulla                                      |

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

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

Durante la fase di sopralluogo è stato possibile rilevare gli orari di effettivo funzionamento dell'edificio, intesi come gli orari di effettiva presenza degli utenti e del personale all'interno dell'edificio scolastico. Gli orari di effettivo utilizzo dell'edificio sono stati forniti dal personale, mentre i periodi di attivazione e spegnimento degli impianti dai responsabili della centrale termica.

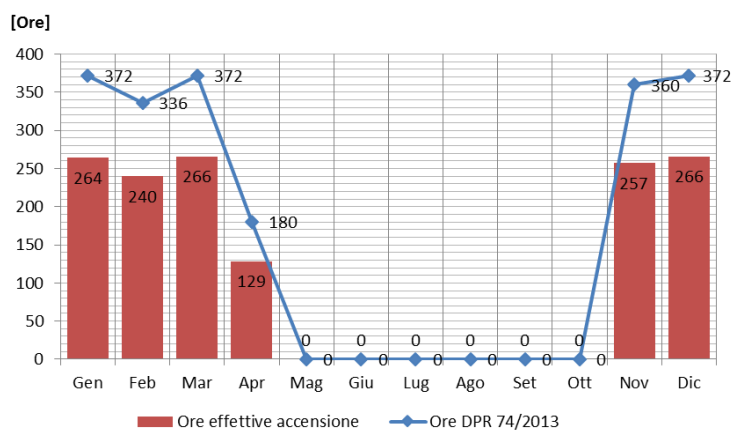
Nella Tabella 2.3 sono pertanto riportati gli orari di funzionamento dell'edificio e gli orari di funzionamento degli impianti termici.

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

| PERIODO                   | GIORNI SETTIMENALI    | ORARIO FUNZIONAMENTO EDIFICIO | ORARIO FUNZIONAMENTO IMPIANTO |
|---------------------------|-----------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| 15 settembre - 1 novembre | Dal lunedì al venerdì | 7.30 – 17.30                  | -                             |
| 1 novembre - 15 aprile    | Dal lunedì al venerdì | 7.30 – 17.30                  | 6.00 – 18.00                  |
| 15 aprile - 15 luglio     | Dal lunedì al venerdì | 7.30 – 17.30                  | -                             |
|                           | sabato e domenica     | chiuso                        | -                             |

Considerando la normale interruzione estiva delle lezioni, si è considerato un utilizzo, della struttura e dell'impianto termico, nulla nel mese di Agosto e dimezzata nei mesi di Luglio e Settembre.

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



Dall'analisi effettuata è emerso che gli orari di funzionamento degli impianti non sono strettamente correlati agli orari di espletamento delle lezioni, ma dipendono anche dalla presenza di personale all'interno della struttura, infatti l'impianto è in funzione prima dell'ingresso dei bambini, poiché può essere presente il personale all'interno della struttura.

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

Ove presenti, all'interno del contratto di Servizio Energia sono stati inseriti la gestione, conduzione e manutenzione degli impianti di climatizzazione estiva.

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

E' presente un secondo PDR, la cui utenza è unicamente una caldaia murale situata al piano terra dell'edificio Duca Abruzzi. Tale generatore non rientra nel servizio SIE3, per cui sono stati utilizzati i costi di manutenzione presenti nel file Kyoto.

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



### 3 DATI CLIMATICI

#### 3.1 DATI CLIMATICI DI RIFERIMENTO

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

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

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

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

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

Considerando che il profilo di utilizzo degli impianti di riscaldamento prevede alcuni giorni di mancata accensione dell'impianto, come riportato nella Tabella 2.3, i GG sono stati ricalcolati in funzione del numero di giorni effettivi di accensione dell'impianto termico, pertanto si è ottenuto un valore di 909 GG calcolati su 107 giorni effettivi di utilizzo dell'impianto di riscaldamento.

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

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

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

| GIORNI MENSILI | TEMPERATURA ESTERNA UNI 10349:2016 | GIORNI RISCALDAMENTO | GG  | GIORNI DI UTILIZZO | GIORNI RISCALDAMENTO EFFETTIVI | GG <sub>rif</sub> | PROFILO DI INCIDENZA |
|----------------|------------------------------------|----------------------|-----|--------------------|--------------------------------|-------------------|----------------------|
| Mese           | [°C]                               | [g/m]                |     | [g/m]              | [g/m]                          |                   |                      |
| Gennaio        | 10,4                               | 31                   | 298 | 20                 | 20                             | 192               | 21%                  |
| Febbraio       | 10,5                               | 28                   | 266 | 20                 | 20                             | 190               | 21%                  |
| Marzo          | 11,1                               | 31                   | 276 | 21                 | 21                             | 187               | 20%                  |
| Aprile         | 15,3                               | 15                   | 71  | 20                 | 11                             | 56                | 8%                   |
| Maggio         | 18,7                               | -                    | -   | 21                 | -                              | -                 | -                    |
| Giugno         | 22,4                               | -                    | -   | 20                 | -                              | -                 | -                    |
| Luglio         | 24,6                               | -                    | -   | 20                 | -                              | -                 | -                    |
| Agosto         | 23,6                               | -                    | -   | -                  | -                              | -                 | -                    |
| Settembre      | 22,2                               | -                    | -   | 20                 | -                              | -                 | -                    |
| Ottobre        | 18,2                               | -                    | -   | 21                 | -                              | -                 | -                    |
| Novembre       | 13,3                               | 30                   | 201 | 20                 | 20                             | 134               | 14%                  |
| Dicembre       | 10,0                               | 31                   | 310 | 15                 | 15                             | 150               | 16%                  |

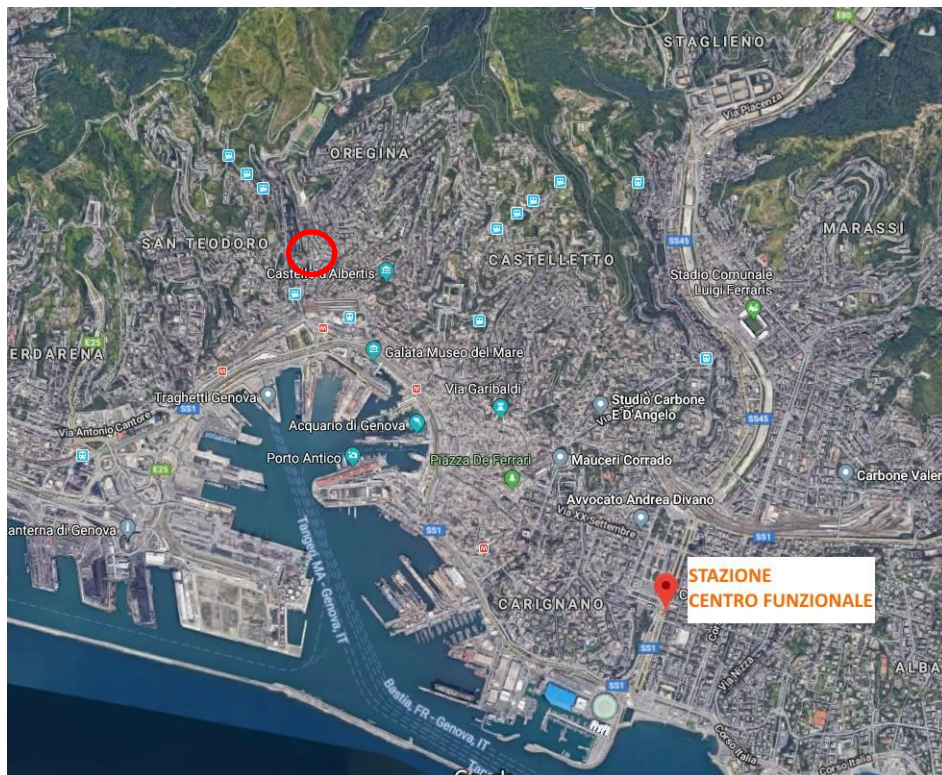
|        |     |      |     |      |     |     |     |      |
|--------|-----|------|-----|------|-----|-----|-----|------|
| TOTALE | 365 | 16,7 | 166 | 1421 | 218 | 107 | 909 | 100% |
|--------|-----|------|-----|------|-----|-----|-----|------|

### 3.2 DATI CLIMATICI REALI

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

I dati climatici utilizzati sono stati rilevati dalla centralina meteo climatica Centro Funzionale. Si è deciso di utilizzare come riferimento tale centraline in quanto è ubicata in una zona limitrofa all'edificio oggetto della DE

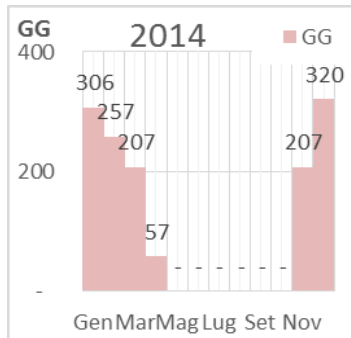
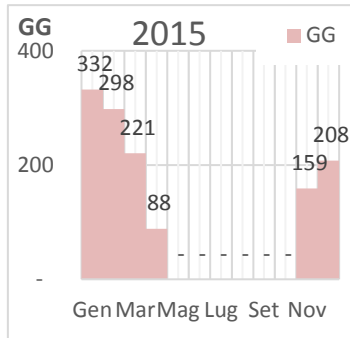
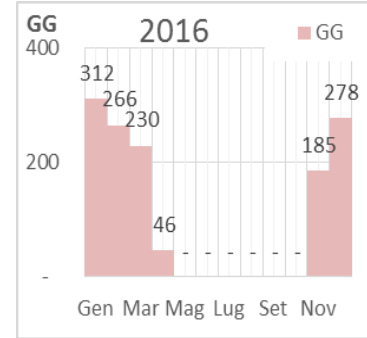
Figura 3.1 – Posizionamento della centralina meteo climatica rispetto all'edificio oggetto di DE



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

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

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

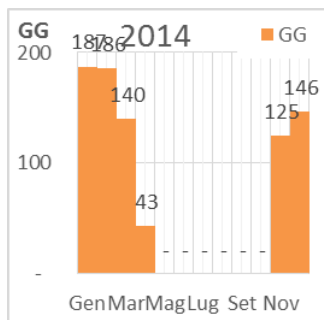
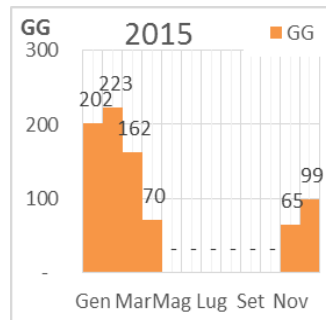
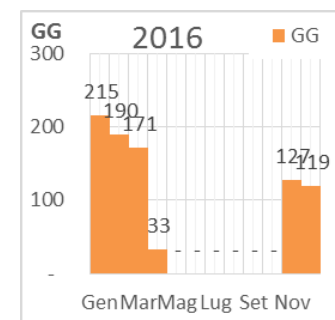
GG<sub>2014</sub>(166 giorni) = 1355GG<sub>2015</sub>(166 giorni) = 1306GG<sub>2016</sub>(166 giorni) = 1316

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 fatto riferimento ad un valore di 107 giorni effettivi di utilizzo dell'impianto di riscaldamento.

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

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

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

GG<sub>2014</sub>(107 giorni) = 827GG<sub>2015</sub>(107 giorni) = 821GG<sub>2016</sub>(107 giorni) = 854

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 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

L'involucro edilizio opaco che costituisce l'edificio è sostanzialmente composto da pareti esterne presumibilmente in muratura del tipo a cassa vuota, un soffitto a terrazzo, dotato isolamento termico e un pavimento rivolto verso ambienti non riscaldati e verso terra. Le pareti esterne hanno spessori compresi tra i 25 cm ed i 45 cm. Sono presenti delle pareti divisorie interne verso ambiente non riscaldato e alcune solette intermedie tra i tre diversi livelli.

Figura 4.1 - Particolare della porzione di involucro delle pareti esterne.



Figura 4.2 - Particolare della facciata esposta a nord

Va inoltre sottolineato, sempre in riferimento all'involucro edilizio, che essendo le pareti esterne non isolate, è possibile pensare ad un intervento migliorativo che utilizzi un cappotto esterno. Si può pensare di agire sulla potenza delle illuminazioni installate. Infine, visto lo spazio a disposizione sulle coperture della struttura, sarà presa in considerazione la possibilità di installare un impianto fotovoltaico che possa coprire gran parte del fabbisogno elettrico dell'edificio.



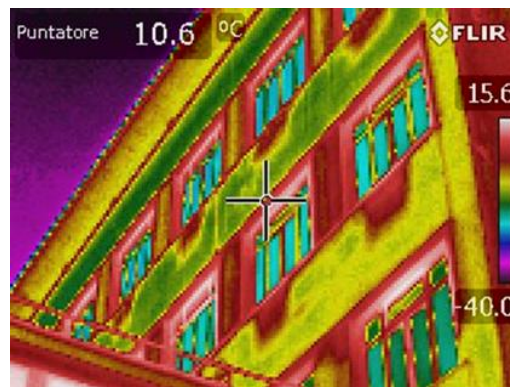
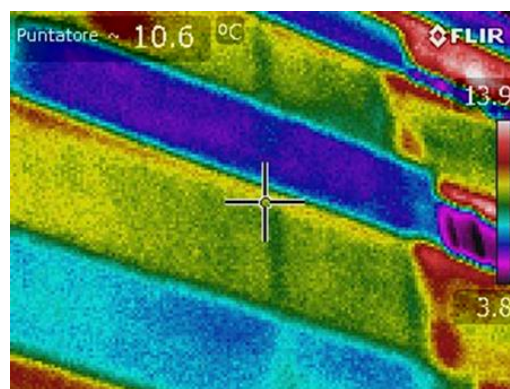
Ai fini di un'identificazione più precisa delle caratteristiche dei componenti dell'involucro opaco si è proceduto, in sede di sopralluogo, alla realizzazione delle seguenti indagini diagnostiche:

- Rilievo termografico eseguito tramite l'utilizzo di termo camera FLIR E40
- Indagine visiva delle strutture

La realizzazione delle suddette indagini ha portato alle seguenti conclusioni:

- Non sono state rilevate particolari discontinuità esterne nella struttura
- La differenza di colore tra la parete esterna e le aperture trasparenti, evidenziata dalla termografia, fa pensare che la parete esterna sia dotata di isolamento termico dovuto all'intercapedine d'aria.

Figura 4.3 – Rilievo termografico della parete esposta a nord



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

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

Tabella 4.1 – Trasmittanze termiche dei componenti dell'involucro opaco

| TIPO DI COMPONENTE            | CODICE | SPESORE<br>[cm] | ISOLAMENTO | TRASMITTANZA TERMICA<br>[W/m <sup>2</sup> K] | STATO DI CONSERVAZIONE |
|-------------------------------|--------|-----------------|------------|--|------------------------|
| Parete esterna 40 cm          | M1     | 40              | assente    | 0.67   | discreto               |
| Parete esterna 25 cm          | M2     | 25              | assente    | 1.1  | discreto               |
| Parete esterna 30 cm          | M3     | 30              | assente    | 0.98   | discreto               |
| Parete esterna 35 cm          | M4     | 35              | assente    | 0.83   | discreto               |
| Parete esterna 45 cm          | M5     | 45              | assente    | 0.65   | discreto               |
| Parete verso NC               | M6     | 30.5            | assente    | 0.98   | discreto               |
| Pavimento su cantina          | P1     | 34              | assente    | 1.27   | discreto               |
| Soletta interpiano            | P2     | 31.5            | assente    | 1.35   | discreto               |
| Pavimento su terreno          | P3     | 61              | assente    | 1.43   | discreto               |
| Soletta interpiano (verso NC) | P4     | 31.5            | assente    | 1.35   | discreto               |
| Soffitto a terrazzo           | S1     | 44.4            | 7 cm       | 0.39   | discreto               |
| Soletta interpiano            | S2     | 31.5            | assente    | 1.7  | discreto               |
| Soletta interpiano (verso NC) | S3     | 31.5            | assente    | 1.7  | discreto               |

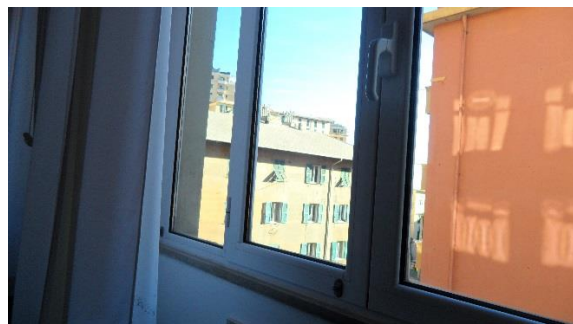
L'elenco completo dei componenti dell'involucro opaco, rilevati in sede di sopralluogo, e delle relative caratteristiche tecniche è riportato nella Sezione 4.1 dell' Allegato J – Schede di audit.

#### 4.1.2 Involucro trasparente

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

Lo stato di conservazione degli stessi è buono ed essi garantiscono una discreta prestazione termica.

Figura 4.4 - Particolare dei serramenti



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

- Rilievo termografico eseguito tramite l'utilizzo di termo camera FLIR E40
- Indagine visiva delle strutture

Figura 4.5 – Rilievo termografico dei serramenti



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

Tabella 4.2 – Trasmittanze termiche dei componenti dell'involucro trasparente

| TIPO DI COMPONENTE   | CODICE | DIMENSIONI [HXL]<br>[cm] | TIPO TELAIO | TIPO VETRO | TRASMITTANZA TERMICA<br>[W/mqK] | STATO DI CONSERVAZIONE |
|----------------------|--------|--------------------------|-------------|------------|---------------------------------|------------------------|
| F1-Portafinestra     |        | 210X290                  | Metallo     | Singolo    | 4.8                             | Discreto               |
| F2-Finestra          |        | 270X140                  | Metallo     | Doppio     | 2.7                             | Buono                  |
| F3-Finestra          |        | 215X205                  | Metallo     | Doppio     | 2.7                             | Buono                  |
| Finestra Abruzzi     |        | 120X130                  | PVC         | Doppio     | 2.7                             | Buono                  |
| F10-Finestra metallo |        | 120X120                  | Metallo     | Doppio     | 2.7                             | Buono                  |
| Finestra ferro       |        | 320X160                  | Ferro       | Singolo    | 5.4                             | Pessimo                |

Nota (4): nella tabella sopra riportata sono stati inseriti alcune delle tipologie di infissi maggiormente presenti nelle strutture oggetto di DE. Visto l'elevato numero di componenti finestrati presenti, non risulta possibile inserire tutti i componenti di involucro trasparente nella Tabella 4.2 – Trasmittanze termiche dei componenti dell'involucro trasparente. Si fa notare che per l'elenco completo dei componenti di involucro trasparente, si può far riferimento al file di dettaglio dei calcoli di Edilclima, in cui sono evidenziati tutti i singoli componenti.

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

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

L'impianto di riscaldamento degli ambienti è di tipo centralizzato e utilizza una caldaia tradizionale alimentata a gas metano.

### 4.2.1 Sottosistema di emissione

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

- Radiatori su parete esterna;

E' necessario sottolineare che al momento del sopralluogo si è notato che i terminali non erano dotati di valvole termostatiche. Nell'ottica del miglioramento dell'efficienza energetica dell'edificio verrà quindi proposto un intervento di installazione di questa tipologia di termoregolazione.

Figura 4.6 - Particolare dei radiatori in ghisa installati nella struttura



Figura 4.7 – Particolare dei radiatori in alluminio installati nella struttura



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

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

| ZONA TERMICA | TIPOLOGIA DI TERMINALE      | RENDIMENTO |
|--------------|-----------------------------|------------|
| Duca Abruzzi | Radiatori su parete esterna | 92%        |

|                     |                             |     |
|---------------------|-----------------------------|-----|
| Monticelli          | Radiatori su parete esterna | 92% |
| Cucina Duca Abruzzi | Radiatori su parete esterna | 92% |

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

Tabella 4.4 - Riepilogo caratteristiche dei radiatori installati.

| PIANO   | TIPO DI INSTALLAZIONE | NUMERO | POTENZA TERMICA UNITARIA MEDIA | POTENZA TERMICA COMPLESSIVA | POTENZA FRIGORIFERA UNITARIA | POTENZA FRIGORIFERA COMPLESSIVA |
|---------|-----------------------|--------|--------------------------------|-----------------------------|------------------------------|---------------------------------|
|         |                       |        | [kW]                           | [kW]                        | [kW]                         | [kW]                            |
| Terra   | Su parete             | 39     | 1.9                            | 74.3                        | -                            | -                               |
| Primo   | Su parete             | 25     | 1.2                            | 32.9                        | -                            | -                               |
| Secondo | Su parete esterna     | 41     | 1.4                            | 52.8                        | -                            | -                               |
| Terzo   | Su parete esterna     | 41     | 1.5                            | 63.3                        | -                            | -                               |
| Quarto  | Su parete esterna     | 22     | 1.7                            | 38.4                        | -                            | -                               |

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 viene effettuata in centrale termica, utilizzando una regolazione climatica sulla caldaia, basata sulla temperatura esterna. Inoltre ogni radiatore installato può essere manualmente chiuso in caso di necessità.

Non sono presenti, al momento del rilievo, dei termostati ambiente per il controllo di zona. Non sono presenti, come anticipato, neanche le valvole termostatiche sui radiatori.

Si fa notare che, viste la numerosità delle zone termiche e vista l’uniformità del funzionamento dell’impianto centralizzato, si sono considerati gli orari relativi ai soli due circuiti primari che alimentano i terminali di riscaldamento. Come si osserva si ha una leggera differenza di orario nel funzionamento dei circuiti delle due palazzine.

Figura 4.8 - Profilo di funzionamento invernale dell’impianto per la palazzina che ospita l’asilo Monticelli.

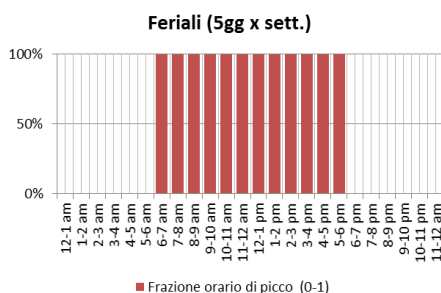
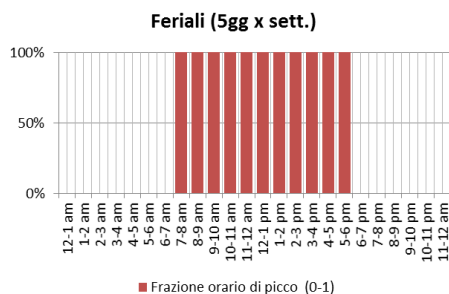


Figura 4.9 - Profilo di funzionamento invernale dell’impianto per la palazzina che ospita l’elementare Duca Abruzzi.





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        | TIPOLOGIA DI REGOLAZIONE | RENDIMENTO |
|---------------------|--------------------------|------------|
| Duca Abruzzi        | climatica                | 68%        |
| Monticelli          | climatica                | 68%        |
| Cucina Duca Abruzzi | climatica                | 68%        |

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

#### 4.2.3 Sottosistema di distribuzione

Il sottosistema di distribuzione è costituito dai seguenti elementi:

1) Circuito primario di collegamento tra la caldaia situata in centrale termica ed i terminali di tipo radiatori (fluido termovettore acqua). Sono presenti, in centrale termica, un collettore di mandata ed un collettore di ritorno. Dal collettore di mandata partono i due circuiti idraulici che servono le due diverse palazzine. Ogni circuito è alimentato da una pompa gemellare e le due pompe lavorano in parallelo. Infatti, come si nota dalla tabella che riporta gli orari di funzionamento degli impianti, i due circuiti non sono in funzione con lo stesso orario, ma uno dei due viene messo in funzione prima.

Tabella 4.6 - Riepilogo caratteristiche pompe circuito primario

| NOME | SERVIZIO  | PORTATA<br>[m <sup>3</sup> /h] | PREVALENZA<br>[m] | POTENZA ASSORBITA<br>[kW] |
|------|---|--------------------------------|-------------------|---------------------------|
| EG01 | Pompa gemellare di mandata acqua calda da collettore a circuito della scuola dell'infanzia Monticelli | 27.6                           | 7.9               | 1.15                      |
| EG02 | Pompa gemellare di mandata acqua calda da collettore a circuito della scuola elementare Duca Abruzzi  | 41                             | 7.1               | 1.5                       |
| TOT  |   | 68.6                           | 15                | 2.65                      |

Figura 4.10 - Particolare dello schema di impianto per la centrale termica principale

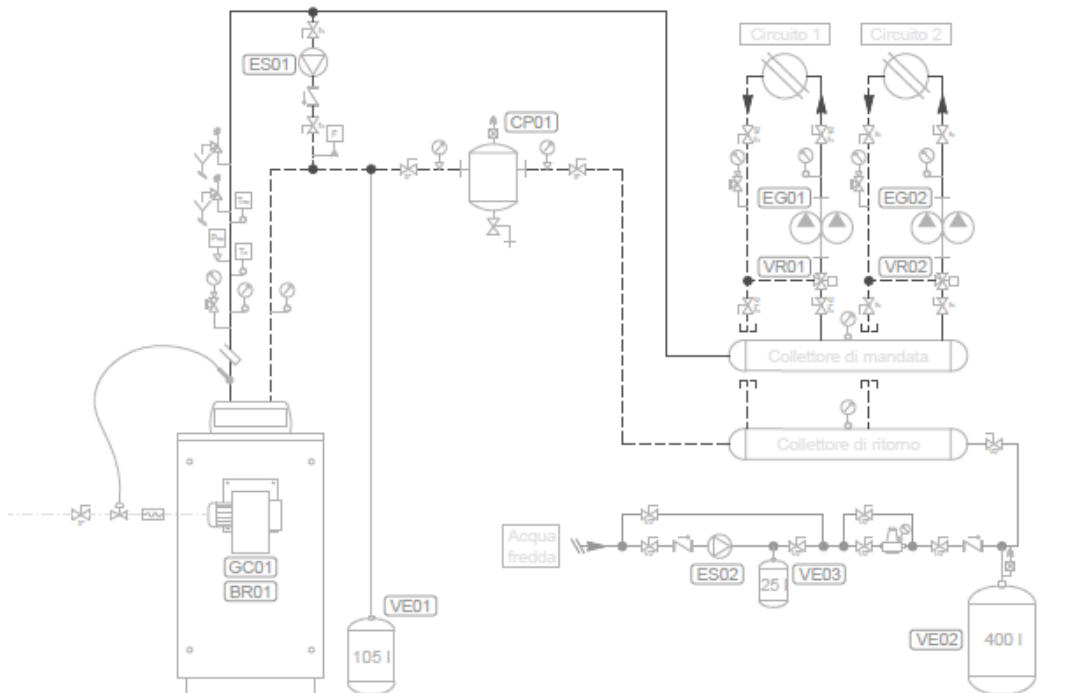
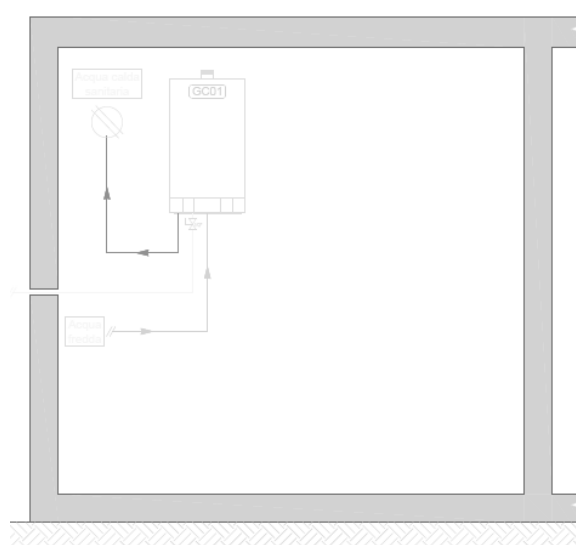


Figura 4.11 - Particolare dello schema di impianto per il secondo PDR (caldaia murale situata nell'edificio Duca Abruzzi)



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

Tabella 4.7 – Temperature di mandata e ritorno del circuito primario

| CIRCUITO              |         | TEMPERATURA RILEVATA <sup>(5)</sup> |   | TEMPERATURA CALCOLO |
|-----------------------|---------|-------------------------------------|---|---------------------|
|                       |         | °C                                  |   | °C                  |
| Circuito Duca Abruzzi | Mandata | Caldo                               | - | 85                  |
|                       | Ritorno | Caldo                               | - | 80                  |
| Circuito Monticelli   | Mandata | Caldo                               | - | 85                  |
|                       | Ritorno | Caldo                               | - | 80                  |

Nota (5): Valori utilizzati nel modello di calcolo

Per quanto riguarda le temperature del fluido termovettore caldo si è considerato, in mancanza di dati certi, un salto termico nei radiatori di circa 5 °C. La temperatura di mandata è stata considerata di 85°C, in linea con un le usuali temperature di lavoro di tali terminali.

Il rendimento complessivo del sottosistema di distribuzione è stato assunto nella DE pari al 99,2%, con riferimento al modello implementato nel software Edilclima.

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 tradizionale situata in centrale termica dell'edificio, che serve entrambi gli edifici oggetto di questa DE. La caldaia fornisce il calore necessario al servizio di climatizzazione invernale e non provvede a soddisfare il fabbisogno di ACS, in quanto negli edifici sono presenti dei boiler elettrici per tale scopo.

Figura 4.12 - Particolare dei dati relativi al generatore

Figura 4.13 - Particolare della caldaia di CT



Si sottolinea che, secondo quanto rilevato in sede di sopralluogo, il circuito di riscaldamento è costituito da un collettore unico da cui partono i circuiti destinati alle due palazzine. Ogni circuito è alimentato da una pompa gemellare che è attiva secondo gli orari riportati nella presente DE.

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

Tabella 4.8 - Riepilogo caratteristiche sistemi di generazione

| Servizio            | MARCA  | MODELLO     | ANNO DI COSTRUZIONE | POTENZA AL FOCOLARE [kW] | POTENZA TERMICA UTILE [kW] | RENDIMENTO | POTENZA ASSORBITA COMPLESSIVA [kW] |
|---------------------|--------|-------------|---------------------|--------------------------|----------------------------|------------|------------------------------------|
| Gen 1 Riscaldamento | Unical | Tristar 560 | 2011                | 587.6                    | 560                        | 95.3       | -                                  |

Nota (6): i dati inseriti in tabella 4.8 sono stati ricavati in fase di sopralluogo.

Il rendimento complessivo del sottosistema di generazione, in regime di riscaldamento, è stato assunto nella DE pari al 95%, come mostrato nell'immagine che ritrae la targa della macchina. Il valore di rendimento è stato impostato anche all'interno del modello.

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

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

La produzione è eseguita tramite bollitori elettrici ad accumulo installati localmente nei servizi igienici a ad uso del personale della scuola.

Figura 4.14 - Particolare di un boiler elettrico per la produzione di acqua calda sanitaria



Tabella 4.9 - Riepilogo caratteristiche impianto di produzione ACS

| ZONA TERMICA  | SERVIZIO | MARCA | Volume<br>l | POTENZA ASSORBITA<br>kW |
|---------------|----------|-------|-------------|-------------------------|
| Duca Abruzzi  | ACS      | -     | 15          | 1.5                     |
| Duca Abruzzi  | ACS      | -     | 15          | 1.2                     |
| Duca Abruzzi  | ACS      | -     | 30          | 1.5                     |
| Duca Abruzzi  | ACS      | -     | 75          | 1.2                     |
| Duca Abruzzi  | ACS      | -     | 15          | 1.2                     |
| Monticelli    | ACS      | -     | 10          | 1.2                     |
| Monticelli    | ACS      | -     | 80          | 1.2                     |
| Monticelli    | ACS      | -     | 30          | 1.2                     |
| Monticelli    | ACS      | -     | 10          | -                       |
| Monticelli    | ACS      | -     | 50          | 1.2                     |
| <b>TOTALE</b> |          |       | <b>330</b>  | <b>11.4</b>             |

I rendimenti caratteristici dei sottosistemi dell'impianto di produzione acqua calda sanitaria sono riportati nella Tabella 4.10.

Tabella 4.10 – 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                          | -                         | 77.8                     | 75                          | 28.7                                |

Nota (7): I rendimenti dei sottosistemi per la produzione di acqua calda sanitaria, sono ricavati attraverso il modello Edilclima.

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 ascensori, PC ed altri dispositivi in uso del personale e delle attività specifiche della destinazione d'uso.

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

Tabella 4.11 – Elenco e caratteristiche delle altre utenze elettriche

| ZONATERMICA         | DESCRIZIONE     | NUMERO | POTENZA NOMINALE<br>[W] | POTENZA COMPLESSIVA<br>[W] | ORE ANNUE DI UTILIZZO<br>[ore] |
|---------------------|-----------------|--------|-------------------------|----------------------------|--------------------------------|
| Duca Abruzzi        | PC              | 14     | 150                     | 2100                       | 1200                           |
| Duca Abruzzi        | Proiettore      | 2      | 400                     | 800                        | 480                            |
| Duca Abruzzi        | Fotocopiatrice  | 1      | 500                     | 500                        | 480                            |
| Monticelli          | PC              | 20     | 150                     | 3000                       | 1200                           |
| Monticelli          | Proiettore      | 1      | 400                     | 400                        | 480                            |
| Monticelli          | Fotocopiatrice  | 1      | 500                     | 500                        | 480                            |
| Cucina Duca Abruzzi | Forno microonde | 1      | 1000                    | 1000                       | 720                            |

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

#### 4.5 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO ILLUMINAZIONE

L'impianto di illuminazione è costituito da lampade di diverse tipologie. Sono presenti in entrambi gli edifici delle plafoniere contenenti lampade fluorescenti di diverse potenze.

Figura 4.15 - Particolare dei corpi illuminanti ubicati nella struttura oggetto di DE



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

Tabella 4.12 – Elenco e caratteristiche dei corpi illuminanti

| ZONATERMICA  | DESCRIZIONE     | NUMERO | POTENZA UNITARIA<br>[W] | POTENZA COMPLESSIVA<br>[W] |
|--------------|-----------------|--------|-------------------------|----------------------------|
| Duca Abruzzi | Plafoniera 2X36 | 14     | 72                      | 1008                       |

|                     |                 |     |    |       |
|---------------------|-----------------|-----|----|-------|
| Duca Abruzzi        | Plafoniera 4X18 | 108 | 72 | 7776  |
| Duca Abruzzi        | Plafoniera 1X58 | 48  | 58 | 2784  |
| Duca Abruzzi        | Plafoniera 1X36 | 7   | 36 | 252   |
| Duca Abruzzi        | Plafoniera 2X45 | 12  | 90 | 1080  |
| Duca Abruzzi        | Plafoniera 2X18 | 1   | 36 | 36    |
| Monticelli          | Plafoniera 4X18 | 174 | 72 | 12528 |
| Monticelli          | Plafoniera 1X58 | 2   | 58 | 116   |
| Monticelli          | Plafoniera 2X18 | 2   | 36 | 72    |
| Monticelli          | Plafoniera 1X18 | 2   | 18 | 36    |
| Cucina Duca Abruzzi | Plafoniera 2X36 | 7   | 72 | 504   |

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 considerando il triennio di riferimento.

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. Esso viene utilizzato dall'impianto termico centralizzato che fornisce il calore ad entrambe le palazzine e da una seconda caldaia murale al servizio della cucina della scuola Duca Abruzzi.

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

Nota (8) Fonte: Prospetto B.19 UNI TS 11300-2:2014

La fornitura di Gas Metano avviene tramite la presenza di un contatore relativo all'intera centrale termica, che come abbiamo anticipato, serve sia la struttura dell'asilo Monticelli che quella della scuola elementare Duca Abruzzi.

È presente un secondo PDR, collegato ad un'utenza piuttosto limitata. L'utenza riguarda presumibilmente la preparazione dei pasti per gli alunni della scuola elementare ed è presente anche una piccola caldaia murale per la produzione di acqua calda. Tale generatore risulta essere quasi inutilizzato attualmente.

Si fa notare che confrontando i consumi del secondo PDR, fatturati dalla società di fornitura, con quelli presenti nel file Kyoto, si evidenzia una netta discrepanza dei valori di consumo. Si è notato inoltre che i consumi nel triennio analizzato subiscono un calo del 90% e si è attribuita tale diminuzione alla cessazione dell'attività della cucina. Attualmente infatti non si preparano più i pasti all'interno della struttura, ma essi vengono forniti da una società esterna.

L'analisi dei consumi di Gas metano, così come riportata in tabella 5.3, è effettuata sulla base dei m<sup>3</sup> di gas fatturati dalla società di fornitura nel triennio analizzato.

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

| PDR           | Utilizzo      | 2014               | 2015               | 2016               | 2014    | 2015    | 2016    |
|---------------|---------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------|---------|---------|
|               |               | [Sm <sup>3</sup> ] | [Sm <sup>3</sup> ] | [Sm <sup>3</sup> ] | [kWh]   | [kWh]   | [kWh]   |
| 3270049709127 | Riscaldamento | 23.453             | 23.976             | 24.123             | 220.927 | 225.854 | 227.239 |
| 3270035805425 | Uso cottura   | 921                | 135                | 161                | 8676    | 1269    | 1512    |

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

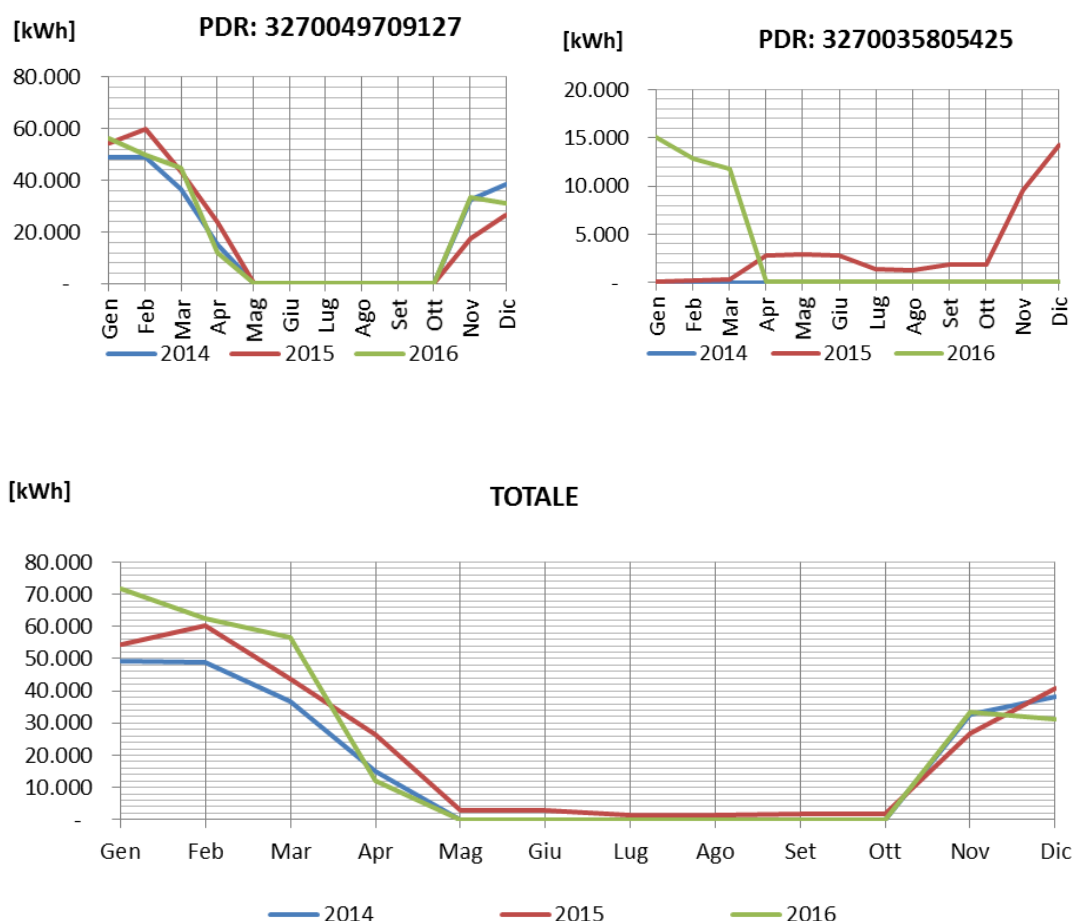
| PDR:<br>3270049709127 | 2014               | 2015               | 2016               | 2014    | 2015    | 2016    |
|-----------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------|---------|---------|
|                       | [Sm <sup>3</sup> ] | [Sm <sup>3</sup> ] | [Sm <sup>3</sup> ] | [kWh]   | [kWh]   | [kWh]   |
| Mese                  |                    |                    |                    |         |         |         |
| Gennaio               | 5.221              | 5.770              | 5.984              | 49.182  | 54.350  | 56.367  |
| Febbraio              | 5.182              | 6.378              | 5.273              | 48.815  | 60.084  | 49.672  |
| Marzo                 | 3.907              | 4.624              | 4.754              | 36.808  | 43.556  | 44.785  |
| Aprile                | 1.596              | 2.523              | 1.277              | 15.038  | 23.770  | 12.028  |
| Maggio                | -                  | -                  | -                  | -       | -       | -       |
| Giugno                | -                  | -                  | -                  | -       | -       | -       |
| Luglio                | -                  | -                  | -                  | -       | -       | -       |
| Agosto                | -                  | -                  | -                  | -       | -       | -       |
| Settembre             | -                  | -                  | -                  | -       | -       | -       |
| Ottobre               | -                  | -                  | -                  | -       | -       | -       |
| Novembre              | 3.474              | 1.849              | 3.527              | 32.727  | 17.417  | 33.228  |
| Dicembre              | 4.072              | 2.832              | 3.308              | 38.357  | 26.677  | 31.158  |
| Totale                | 23.453             | 23.976             | 24.123             | 220.927 | 225.854 | 227.239 |

| PDR:<br>3270035805425 | 2014               | 2015               | 2016               | 2014  | 2015  | 2016   |
|-----------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------|-------|--------|
|                       | [Sm <sup>3</sup> ] | [Sm <sup>3</sup> ] | [Sm <sup>3</sup> ] | [kWh] | [kWh] | [kWh]  |
| Mese                  |                    |                    |                    |       |       |        |
| Gennaio               | -                  | 7                  | 1.608              | -     | 66    | 15.147 |
| Febbraio              | -                  | 20                 | 1.359              | -     | 184   | 12.802 |
| Marzo                 | -                  | 30                 | 1.252              | -     | 281   | 11.794 |
| Aprile                | -                  | 296                | 5                  | -     | 2.788 | 47     |
| Maggio                | -                  | 306                | 5                  | -     | 2.883 | 47     |
| Giugno                | -                  | 296                | 5                  | -     | 2.788 | 47     |
| Luglio                | -                  | 150                | 4                  | -     | 1.413 | 38     |
| Agosto                | -                  | 140                | 4                  | -     | 1.319 | 38     |
| Settembre             | -                  | 203                | 5                  | -     | 1.912 | 47     |
| Ottobre               | -                  | 197                | 11                 | -     | 1.856 | 104    |
| Novembre              | -                  | 1.007              | 12                 | -     | 9.486 | 113    |

|               |   |              |              |   |               |               |
|---------------|---|--------------|--------------|---|---------------|---------------|
| Dicembre      | - | 1.512        | 13           | - | 14.243        | 122           |
| <b>Totale</b> | - | <b>4.163</b> | <b>4.283</b> | - | <b>39.218</b> | <b>40.346</b> |

L'andamento dei consumi mensili fatturati è riportato nei grafici in Figura 5.1. Non si dispone delle fatture riguardanti il solo anno 2014, per il PDR legato alla caldaia murale della Cucina Duca Abruzzi. Visto lo sbilanciamento di consumi tra il 2014 e gli anni seguenti, che si legge dal file Kyoto e che è stato ipotizzato dipendere dalla cessata attività della cucina, si preferisce non considerare i consumi dell'anno 2014 nell'analisi dei consumi e nella definizione della baseline termica.

Figura 5.1 – Andamento mensile dei consumi termici fatturati



Dall'analisi effettuata è emerso che il prelievo termico del triennio è caratterizzato da un valore minimo pari a zero e un valore di massimo prelievo pari a circa 70000 kWh. Confrontando l'andamento dei consumi con i  $GG_{real}$  dei tre anni considerati, si può notare che esso rispecchia la distribuzione mensile dei gradi giorno invernali del periodo considerato.

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

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

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



Dove:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Tabella 5.4 – Normalizzazione dei consumi annuali di energia termica

| ANNO         | GG <sub>REAL</sub><br>SU [111]<br>GIORNI | GG <sub>RIF</sub><br>SU [111]<br>GIORNI | CONSUMO<br>REALE<br>RISC.<br>[Smc] | CONSUMO<br>REALE<br>RISC.<br>[kWh] | $\alpha_{rif}$ | CONSUMO<br>NORMALIZZATO<br>A [926] GG<br>[kWh] | CONSUMO<br>ACS<br>[kWh] | CONSUMO<br>ALTRO<br>[kWh] |
|--------------|--|---|------------------------------------|------------------------------------|----------------|--|-------------------------|---------------------------|
| 2014         | 827                                      | 909                                     | 23453                              | 220.990                            | 267,1          | 242.790  | -                       | -                         |
| 2015         | 821                                      | 909                                     | 23976                              | 225.919                            | 275,1          | 250.079  | 135                     | -                         |
| 2016         | 854                                      | 909                                     | 24123                              | 227.304                            | 266,1          | 241.819  | 161                     | -                         |
| <b>Media</b> | <b>834</b>                               | <b>909</b>                              | <b>23.851</b>                      | <b>224.738</b>                     | <b>269,4</b>   | <b>244.896</b>                                 | <b>148</b>              | <b>-</b>                  |

Avendo a disposizione i dati dei consumi per il solo anno 2015, non è possibile effettuare un confronto rispetto agli anni 2014 e 2016.

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]         |
| $\bar{Q}_{ACS}$                      | 1402.6        |
| $\bar{Q}_{ALTRO}$                    | -             |
| $\bar{\alpha}_{rif} \times GG_{rif}$ | 244896        |
| $Q_{baseline}$                       | <b>246299</b> |

### 5.1.2 Energia elettrica

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

| POD | ZONA SERVITA | 2014  | 2015  | 2016  | MEDIA |
|-----|--------------|-------|-------|-------|-------|
|     |              | [kWh] | [kWh] | [kWh] | [kWh] |

|                |   |       |       |       |                    |
|----------------|---|-------|-------|-------|--------------------|
| IT001E00098017 | Scuola Monticelli e Scuola Duca Abruzzi | 45309 | 44536 | 45355 | 45067              |
| IT001E00122681 | -                                       | 50    | 8     | 11    | 23                 |
| <b>TOTALE</b>  |   |       |       |       | EEbaseline = 45090 |

L'individuazione della baseline elettrica di riferimento è calcolata sulla media aritmetica dei valori relativi ai consumi elettrici reali per il triennio di riferimento. Si è pertanto definito un consumo  $EE_{baseline}$  pari a 45090 kWh.

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

| POD: IT001E00098017 | F1            | F2           | F3           | TOTALE        |
|---------------------|---------------|--------------|--------------|---------------|
| Anno 2014           | [kWh]         | [kWh]        | [kWh]        | [kWh]         |
| Gen -14             | 3.974         | 673          | 1.023        | 5.670         |
| Feb -14             | 3.372         | 576          | 758          | 4.706         |
| Mar -14             | 3.589         | 658          | 915          | 5.162         |
| Apr -14             | 2.145         | 496          | 834          | 3.475         |
| Mag -14             | 2.293         | 530          | 892          | 3.715         |
| Giu -14             | 2.219         | 513          | 863          | 3.595         |
| Lug -14             | 620           | 313          | 530          | 1.463         |
| Ago -14             | 399           | 310          | 585          | 1.294         |
| Set -14             | 1.844         | 524          | 740          | 3.108         |
| Ott -14             | 2.853         | 577          | 853          | 4.283         |
| Nov -14             | 2.950         | 501          | 863          | 4.314         |
| Dic -14             | 3.005         | 599          | 920          | 4.524         |
| <b>Totale</b>       | <b>29.263</b> | <b>6.270</b> | <b>9.776</b> | <b>45.309</b> |

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

| POD: IT001E00098017 | F1            | F2           | F3           | TOTALE        |
|---------------------|---------------|--------------|--------------|---------------|
| Anno 2015           | [kWh]         | [kWh]        | [kWh]        | [kWh]         |
| Gen - 15            | 3.500         | 612          | 907          | 5.019         |
| Feb - 15            | 3.513         | 576          | 773          | 4.862         |
| Mar - 15            | 3.328         | 589          | 960          | 4.877         |
| Apr - 15            | 2.454         | 492          | 936          | 3.882         |
| Mag - 15            | 2.185         | 582          | 1.027        | 3.794         |
| Giu - 15            | 1.297         | 427          | 808          | 2.532         |
| Lug - 15            | 492           | 269          | 441          | 1.202         |
| Ago - 15            | 294           | 214          | 425          | 933           |
| Set - 15            | 1.832         | 516          | 724          | 3.072         |
| Ott - 15            | 2.989         | 575          | 766          | 4.330         |
| Nov - 15            | 3.702         | 600          | 885          | 5.187         |
| Dic - 15            | 3.333         | 567          | 946          | 4.846         |
| <b>Totale</b>       | <b>28.919</b> | <b>6.019</b> | <b>9.598</b> | <b>44.536</b> |

Tabella 5.9 – Consumi mensili di energia elettrica suddivisi per fasce, per il triennio di riferimento

| POD: IT001E00098017 | F1            | F2           | F3           | TOTALE        |
|---------------------|---------------|--------------|--------------|---------------|
| Anno 2016           | [kWh]         | [kWh]        | [kWh]        | [kWh]         |
| Gen - 16            | 3.333         | 567          | 946          | 4.846         |
| Feb - 16            | 3.616         | 575          | 840          | 5.031         |
| Mar - 16            | 3.122         | 542          | 889          | 4.553         |
| Apr - 16            | 2.627         | 622          | 887          | 4.136         |
| Mag - 16            | 2.693         | 565          | 908          | 4.166         |
| Giu - 16            | 1.290         | 415          | 748          | 2.453         |
| Lug - 16            | 526           | 327          | 551          | 1.404         |
| Ago - 16            | 459           | 318          | 515          | 1.292         |
| Set - 16            | 1.834         | 467          | 638          | 2.939         |
| Ott - 16            | 3.270         | 577          | 782          | 4.629         |
| Nov - 16            | 3.752         | 578          | 781          | 5.111         |
| Dic - 16            | 3.076         | 674          | 1.045        | 4.795         |
| <b>Totale</b>       | <b>29.598</b> | <b>6.227</b> | <b>9.530</b> | <b>45.355</b> |

Figura 5.2 – Andamento mensile dei consumi termici fatturati

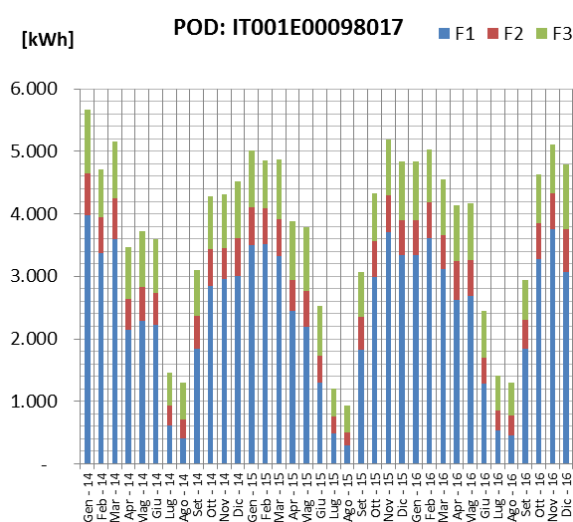


Tabella 5.10 – Consumi mensili di energia elettrica suddivisi per fasce, per il triennio di riferimento

| POD: IT001E00122681 | F1    | F2    | F3    | TOTALE |
|---------------------|-------|-------|-------|--------|
| Anno 2014           | [kWh] | [kWh] | [kWh] | [kWh]  |
| Gen -14             | 40    | -     | -     | 40     |
| Feb -14             | 4     | -     | -     | 4      |
| Mar -14             | -     | -     | -     | -      |
| Apr -14             | 1     | -     | -     | 1      |
| Mag -14             | 1     | -     | -     | 1      |
| Giu -14             | 1     | -     | -     | 1      |
| Lug -14             | -     | -     | -     | -      |

## E1632 – Scuole Monticelli e Duca Abruzzi

|               |           |          |          |           |
|---------------|-----------|----------|----------|-----------|
| Ago -14       | 1         | -        | -        | 1         |
| Set -14       | -         | -        | -        | -         |
| Ott -14       | 2         | -        | -        | 2         |
| Nov -14       | -         | -        | -        | -         |
| Dic -14       | -         | -        | -        | -         |
| <b>Totale</b> | <b>50</b> | <b>-</b> | <b>-</b> | <b>50</b> |

| POD: IT001E00122681 | F1       | F2       | F3       | TOTALE   |
|---------------------|----------|----------|----------|----------|
| Anno 2015           | [kWh]    | [kWh]    | [kWh]    | [kWh]    |
| Gen - 15            | 1        | -        | -        | 1        |
| Feb - 15            | 2        | 1        | -        | 3        |
| Mar - 15            | -        | -        | -        | -        |
| Apr - 15            | -        | -        | -        | -        |
| Mag - 15            | 1        | -        | -        | 1        |
| Giu - 15            | 1        | -        | -        | 1        |
| Lug - 15            | -        | -        | -        | -        |
| Ago - 15            | -        | -        | -        | -        |
| Set - 15            | -        | -        | -        | -        |
| Ott - 15            | -        | -        | -        | -        |
| Nov - 15            | -        | -        | -        | -        |
| Dic - 15            | 2        | -        | -        | 2        |
| <b>Totale</b>       | <b>7</b> | <b>1</b> | <b>-</b> | <b>8</b> |

| POD: IT001E00122681 | F1       | F2       | F3       | TOTALE    |
|---------------------|----------|----------|----------|-----------|
| Anno 2016           | [kWh]    | [kWh]    | [kWh]    | [kWh]     |
| Gen - 16            | 1        | -        | -        | 1         |
| Feb - 16            | -        | -        | -        | -         |
| Mar - 16            | 1        | -        | -        | 1         |
| Apr - 16            | 1        | -        | -        | 1         |
| Mag - 16            | -        | -        | -        | -         |
| Giu - 16            | 1        | -        | -        | 1         |
| Lug - 16            | 1        | -        | -        | 1         |
| Ago - 16            | 1        | -        | -        | 1         |
| Set - 16            | -        | 3        | -        | 3         |
| Ott - 16            | -        | -        | -        | -         |
| Nov - 16            | 2        | -        | -        | 2         |
| Dic - 16            | -        | -        | -        | -         |
| <b>Totale</b>       | <b>8</b> | <b>3</b> | <b>-</b> | <b>11</b> |

Figura 5.3 – Andamento mensile dei consumi termici fatturati

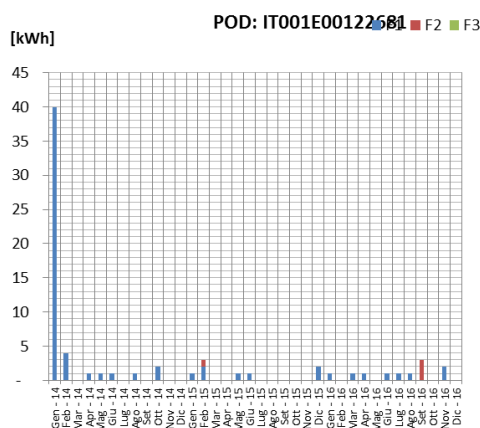
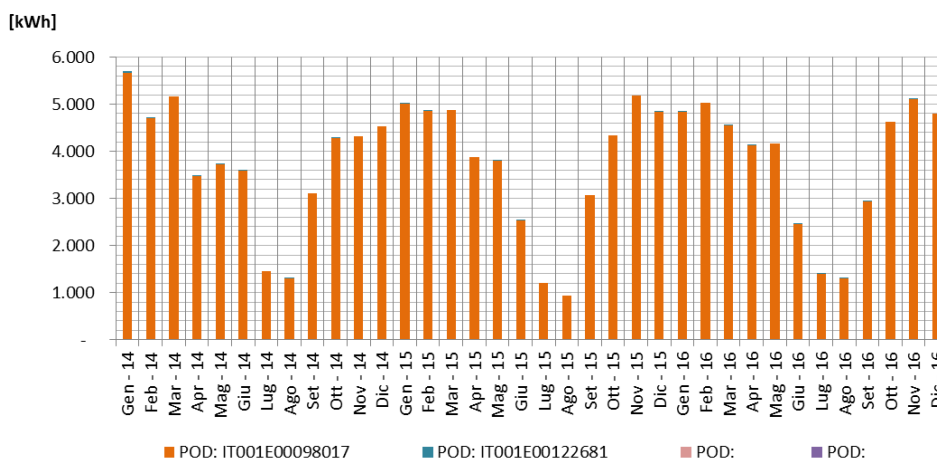


Figura 5.4 – Confronto tra i profili elettrici reali relativi a ciascun POD per il triennio di riferimento



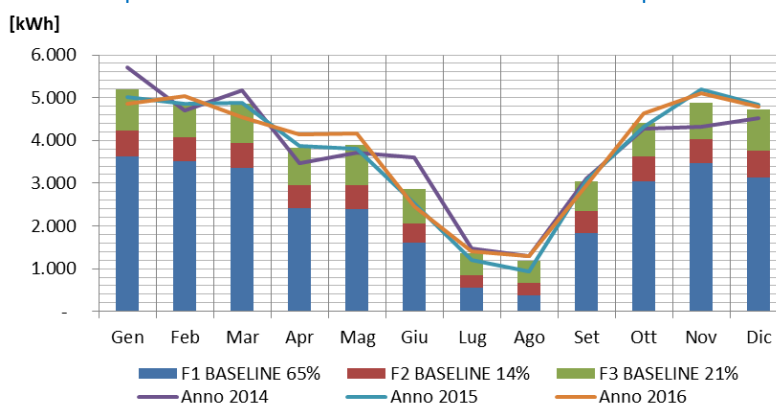
Dall'analisi effettuata è stato possibile definire i profili mensili dei consumi elettrici di Baseline, valutati come la media dei valori mensili analizzati nel triennio di riferimento. La presenza di una base di consumi anche nei periodi di inutilizzo può essere attribuita al funzionamento di luci esterne. Tali valori sono riportati nella Tabella 5.11.

Tabella 5.11 – Consumi mensili di Baseline

| BASELINE      | F1            | F2           | F3           | TOTALE        |
|---------------|---------------|--------------|--------------|---------------|
|               | [kWh]         | [kWh]        | [kWh]        |               |
| Gennaio       | 3.616         | 617          | 959          | 5.192         |
| Febbraio      | 3.502         | 576          | 790          | 4.869         |
| Marzo         | 3.347         | 596          | 921          | 4.864         |
| Aprile        | 2.409         | 537          | 886          | 3.832         |
| Maggio        | 2.391         | 559          | 942          | 3.892         |
| Giugno        | 1.603         | 452          | 806          | 2.861         |
| Luglio        | 546           | 303          | 507          | 1.357         |
| Agosto        | 385           | 281          | 508          | 1.174         |
| Settembre     | 1.837         | 503          | 701          | 3.041         |
| Ottobre       | 3.038         | 576          | 800          | 4.415         |
| Novembre      | 3.469         | 560          | 843          | 4.871         |
| Dicembre      | 3.139         | 613          | 970          | 4.722         |
| <b>Totale</b> | <b>29.282</b> | <b>6.173</b> | <b>9.635</b> | <b>45.090</b> |

L'andamento dei consumi elettrici mensili nel triennio di riferimento e di Baseline è riportato nei grafici in Figura 5.5.

Figura 5.5 – Confronto tra i profili mensili elettrici reali e i valori di Baseline per il triennio di riferimento



Il profilo di prelievo mensile nell'anno di riferimento evidenzia l'interruzione delle attività didattiche dell'asilo nel mese di agosto.

## 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 5.12 - Fattori di emissione di CO<sub>2</sub>. Tabella 5.12.

Tabella 5.12 - Fattori di emissione di CO<sub>2</sub>.

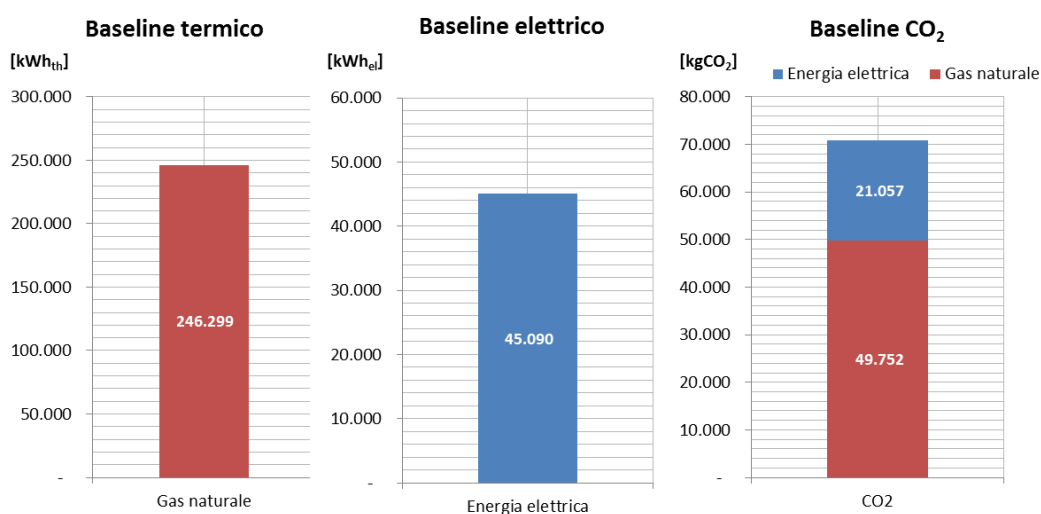
| COMBUSTIBILE      | FATTORE DI CONVERSIONE |
|-------------------|------------------------|
|                   | kgCO <sub>2</sub> /kWh |
| Energia elettrica | * 0,467                |
| Gas naturale      | * 0,202                |
| GPL               | * 0,227                |
| Olio combustibile | * 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 5.13 Tabella 5.13 – Baseline delle emissioni di CO<sub>2</sub>. e nella Figura 5.6

Tabella 5.13 – Baseline delle emissioni di CO<sub>2</sub>.

| COMBUSTIBILE        | CONSUMO DI BASELINE | FATTORE DI CONVERSIONE  |                     |
|---------------------|---------------------|-------------------------|---------------------|
|                     | [kWh]               | [tCO <sub>2</sub> /MWh] | [tCO <sub>2</sub> ] |
| [Energia elettrica] | 45090               | * 0,467                 | 21.1                |
| [Gas naturale]      | 246299              | * 0,202                 | 49.8                |

Figura 5.6 – 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 5.14 - Fattori di conversione in energia primaria dei vettori energetici

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

La valutazione degli indicatori di performance è stata effettuata parametrizzando i consumi reali di Baseline di cui al Capitolo 5, in funzione dei fattori riportati nella Tabella 5.15.

Tabella 5.15 – Fattori di riparametrizzazione

| PARAMETRO |   | VALORE | U.M.           |
|-----------|---|--------|----------------|
| FATTORE 1 | Superficie netta riscaldata   | 3878   | m <sup>2</sup> |
| FATTORE 2 | Superficie netta complessiva delle aree interne (riscaldate e non riscaldate) | 3937   | m <sup>2</sup> |
| FATTORE 3 | Volume lordo complessivo (aree interne riscaldate e non riscaldate)           | 17553  | m <sup>3</sup> |

Nella Tabella 5.17 e Tabella 5.18 sono riportati gli indicatori di performance valutati coerentemente con quanto riportato nella sezione 2.5 dell’Allegato J – Schede di audit.

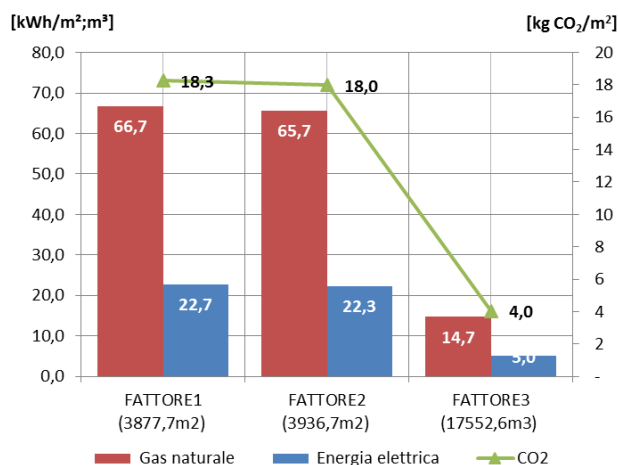
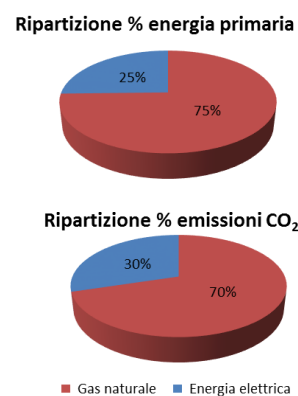
Tabella 5.16 – Indicatori di performance calcolati con riferimento all’energia primaria totale

| 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       | 246299                         | 1.05   | 258614                             | 66.7  | 65.7                  | 14.7                  | 12,83                                 | 12,64                                 | 2,83                                  |
| Energia elettrica  | 45090                          | 2.42   | 109118                             | 28.1  | 27.7                  | 6.22                  | 5,43                                  | 5,35                                  | 1,20                                  |

|               |         |         |    |    |    |    |    |   |
|---------------|---------|---------|----|----|----|----|----|---|
| <b>TOTALE</b> | 291.389 | 367.732 | 95 | 93 | 21 | 18 | 18 | 4 |
|---------------|---------|---------|----|----|----|----|----|---|

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

| VETTORE ENERGETICO | CONSUMO ENERGETICO DI BASELINE<br>[kWh/anno] | FATTORE DI CONVERSIONE ENERGIA PRIMARIA NON RINN. | CONSUMO DI ENERGIA PRIMARIA NON RINN.<br>[kWh/anno] | INDICATORI DI CONSUMO ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE |                                    |                                    | INDICATORI AMBIENTALI                              |  |  |
|--------------------|--|---|---|--|------------------------------------|------------------------------------|--|--|--|
|                    |  |   |   | FATTORE 1<br>[kWh/m <sup>2</sup> ]                     | FATTORE 2<br>[kWh/m <sup>2</sup> ] | FATTORE 3<br>[kWh/m <sup>2</sup> ] | FATTORE 1<br>[Kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ] | FATTORE 2<br>[Kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ] | FATTORE 3<br>[Kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ] |
| Gas naturale       | 246.299                                      | 1,05  | 258.614   | 66,7   | 65,7                               | 14,7                               | 12,83  | 12,64  | 2,83   |
| Energia elettrica  | 45.090                                       | 1,95  | 87.926  | 22,7   | 22,3                               | 5,0                                | 5,43   | 5,35   | 1,20   |
| <b>TOTALE</b>      | <b>291.389</b>                               |   | <b>346.539</b>                                      | <b>89</b>  | <b>88</b>                          | <b>20</b>                          | <b>18</b>  | <b>18</b>  | <b>4</b>   |

Figura 5.7 – Indicatori di performance e relative emissioni di CO<sub>2</sub> valutati in funzione della superficie utile riscaldataFigura 5.8 – 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<sub>e</sub>);
- Ore di occupazione dell'edificio scolastico (fattore F<sub>h</sub>);
- Gradi Giorno convenzionali della località (1435 GG) così come definiti D.P.R. 412/93 - allegato A
- Volume riscaldato (V<sub>risc</sub>).

La formula definita è sotto riportata:

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

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

- Superficie lorda ai piani dell'edificio A<sub>p</sub>;



- Fattore  $F_h$  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 5.18 – Indicatori di performance energetici

| COMBUSTIBILE      | IEN <sub>R</sub>            |       |      | IEN <sub>E</sub>         |               |      |
|-------------------|-----------------------------|-------|------|--------------------------|---------------|------|
|                   | Wh/(m <sup>3</sup> GG anno) |       |      | Wh/(m <sup>2</sup> anno) |               |      |
|                   | 2014                        | 2015  | 2016 | 2014                     | 2015          | 2016 |
| Gas Naturale      | 7,85                        | 8,00  | 8,05 |                          | 0             |      |
| Energia elettrica |                             | 0     |      | 8,5                      | 8,7           | 9,3  |
| Media             |                             | 7.95  |      |                          | 8.85          |      |
| Valutazione       |                             | Buono |      |                          | Insufficiente |      |

E' stato quindi possibile effettuare un raffronto con le classi di merito riportate nelle suddette Linee Guida ENEA - FIRE, ottenendo un valore medio di 7,95 per l'IENr ed un valore di 8.85 per l'IENE. 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.

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

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

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

| INDICE DI PRESTAZIONE ENERGETICA         |                   | U.M.        | ENERGIA PRIMARIA TOTALE | ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE |
|--|-------------------|-------------|-------------------------|----------------------------------|
| Globale non rinnovabile                  | EP <sub>gl</sub>  | kWh/mq anno | 88                      | 79.8                             |
| Climatizzazione invernale                | EP <sub>H</sub>   | kWh/mq anno | 46.1                    | 45.9                             |
| Produzione di acqua calda sanitaria      | EP <sub>w</sub>   | kWh/mq anno | 3.4                     | 2.8                              |
| Ventilazione                             | EP <sub>v</sub>   | kWh/mq anno | -                       | -                                |
| Raffrescamento                           | EP <sub>c</sub>   | kWh/mq anno | -                       | -                                |
| Illuminazione artificiale                | EP <sub>L</sub>   | kWh/mq anno | 38.2                    | 30.8                             |
| Trasporto di persone e cose              | EP <sub>T</sub>   | kWh/mq anno | 0.34                    | 0.27                             |
| Emissioni equivalenti di CO <sub>2</sub> | CO <sub>2eq</sub> | Kg/mq anno  |                         | 17.2                             |

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

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

| FONTE ENERGETICA UTILIZZATA | CONSUMO<br>[kWh/anno] | CONSUMO ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE<br>[kWh/anno] |
|-----------------------------|-----------------------|--|
| Gas Naturale                | 167896                | 176291   |
| Energia Elettrica           | 68168                 | 132928   |

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

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

Dove:

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

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

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

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

Nota (10) Tale contributo non è definito all'interno delle norme UNITS 11300 pertanto è stato valutato dall'Auditor ipotizzando un profilo di consumo in base alle attrezzature ed agli impianti presenti.

### 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 gli orari di funzionamento dell'utenza e degli impianti.

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

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

| INDICE DI PRESTAZIONE ENERGETICA    |                | U.M.        | ENERGIA PRIMARIA TOTALE | ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE |
|-------------------------------------|----------------|-------------|-------------------------|----------------------------------|
| Globale non rinnovabile             | $EP_{gl,nren}$ | kWh/mq anno | 96                      | 90.8                             |
| Climatizzazione invernale           | $EP_H$         | kWh/mq anno | 70.4                    | 70.1                             |
| Produzione di acqua calda sanitaria | $EP_w$         | kWh/mq anno | 3.4                     | 2.8                              |
| Ventilazione                        | $EP_v$         | kWh/mq anno | -                       | -                                |
| Raffrescamento                      | $EP_c$         | kWh/mq anno | -                       | -                                |

|  |                   |             |      |      |
|--|-------------------|-------------|------|------|
| Illuminazione artificiale                | EP <sub>L</sub>   | kWh/mq anno | 21.9 | 17.6 |
| Trasporto di persone e cose              | EP <sub>T</sub>   | kWh/mq anno | 0.34 | 0.27 |
| Emissioni equivalenti di CO <sub>2</sub> | CO <sub>2eq</sub> | Kg/mq anno  | 18.9 |      |

Si nota che in questo caso avviene una particolarità nel passaggio dal modello adattato all'utenza a quello standard di utilizzo. Il consumo di gas metano legato ad un utilizzo standard, risulta essere inferiore a quello da diagnosi. Il modello adattato all'utenza risulta tuttavia costruito sulla base dei consumi reali fatturati dalla società di fornitura, di conseguenza si ritiene affidabile e validato. La spiegazione che si è data riguarda la ventilazione naturale dell'immobile oggetto di DE. Probabilmente si verifica una apertura dei componenti finestrati superiore a quella considerata dal software Edilclima, che comporta delle perdite per ventilazione molto maggiori. A questo si aggiunge che alcuni infissi non sono stati sostituiti e potrebbero essere oggetto di notevoli infiltrazioni di aria esterna che aggravano questo fenomeno. 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    |            |
|-----------------------------|------------|------------|
|                             | [Nmc/anno] | [kWh/anno] |
| Gas Naturale                | 25725      | 255706     |
| Energia Elettrica           | -          | 45469      |

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

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

| $Q_{teorico}$ | $Q_{baseline}$ | Congruità |
|---------------|----------------|-----------|
| [kWh/anno]    | [kWh/anno]     | [%]       |
| 255706        | 246299         | 4%        |

Dall'analisi effettuata è emerso che il modello valutato in "Modalità adattata all'utenza" risulta validato.

### 6.1.2 Validazione del modello elettrico

La validazione del modello energetico elettrico è stata effettuata confrontando il consumo energetico di baseline ( $EE_{baseline}$ ) così come definito al precedente capitolo 5.1.2 ed il fabbisogno teorico ( $EE_{teorico}$ ) derivante dalla modellazione energetica. Il fabbisogno elettrico teorico è stato calcolato utilizzando il modello di Edilclima e tarando i consumi sulla base di quelli medi riscontrati in bolletta, per il triennio di riferimento.

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

| $EE_{teorico}$ | $EE_{baseline}$ | Congruità |
|----------------|-----------------|-----------|
| [kWh/anno]     | [kWh/anno]      | [%]       |
| 45469          | 45090           | 1%        |

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

## 6.2 FABBISOGNI ENERGETICI

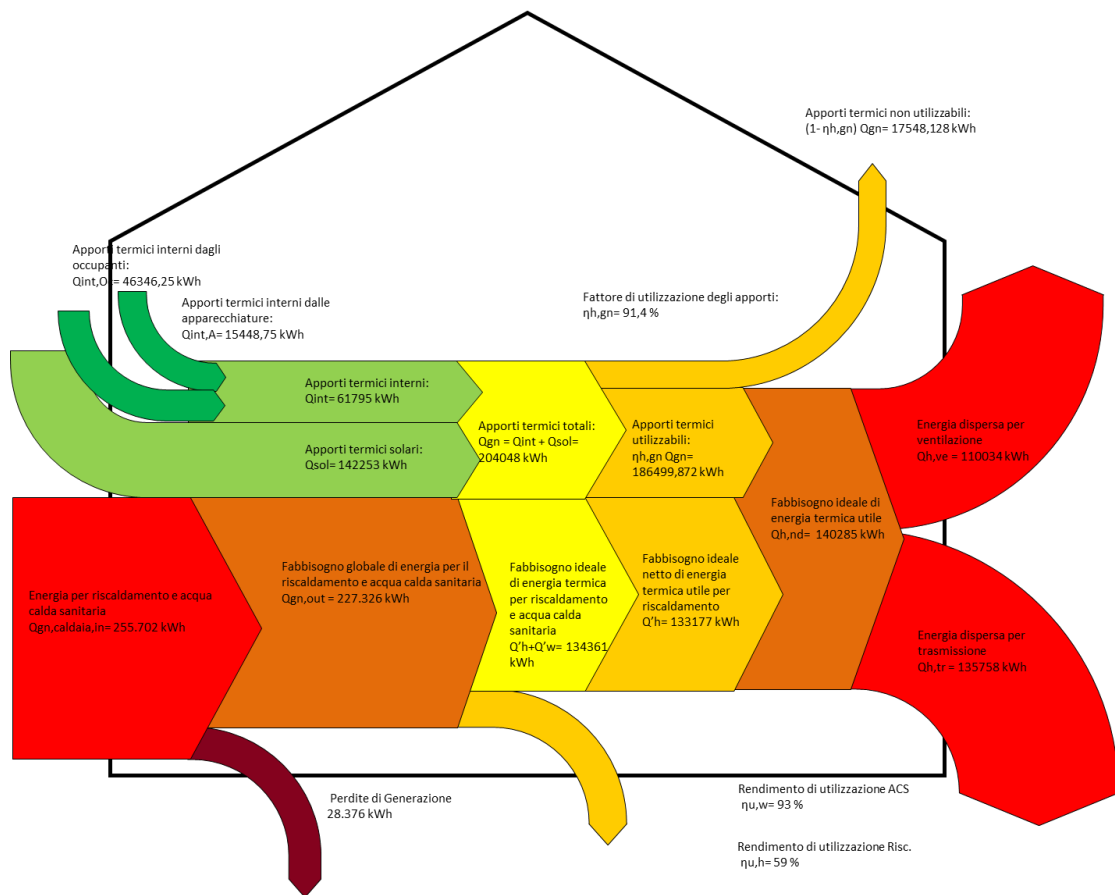
Al fine di valutare la prestazione energetica del sistema edificio-impianti si è reso necessario predisporre i risultati della modellazione energetica nella forma di un bilancio energetico che descriva

l'andamento dei flussi energetici caratteristici dell'edificio in modo da valutare in maniera puntuale i consumi specifici, le criticità e gli interventi da considerare, sia per quanto riguarda il bilancio termico, sia per quanto riguarda il bilancio elettrico.

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

I risultati del bilancio energetico termico sono stati rappresentati nella forma di diagramma di Sankey riportato in Figura 6.1

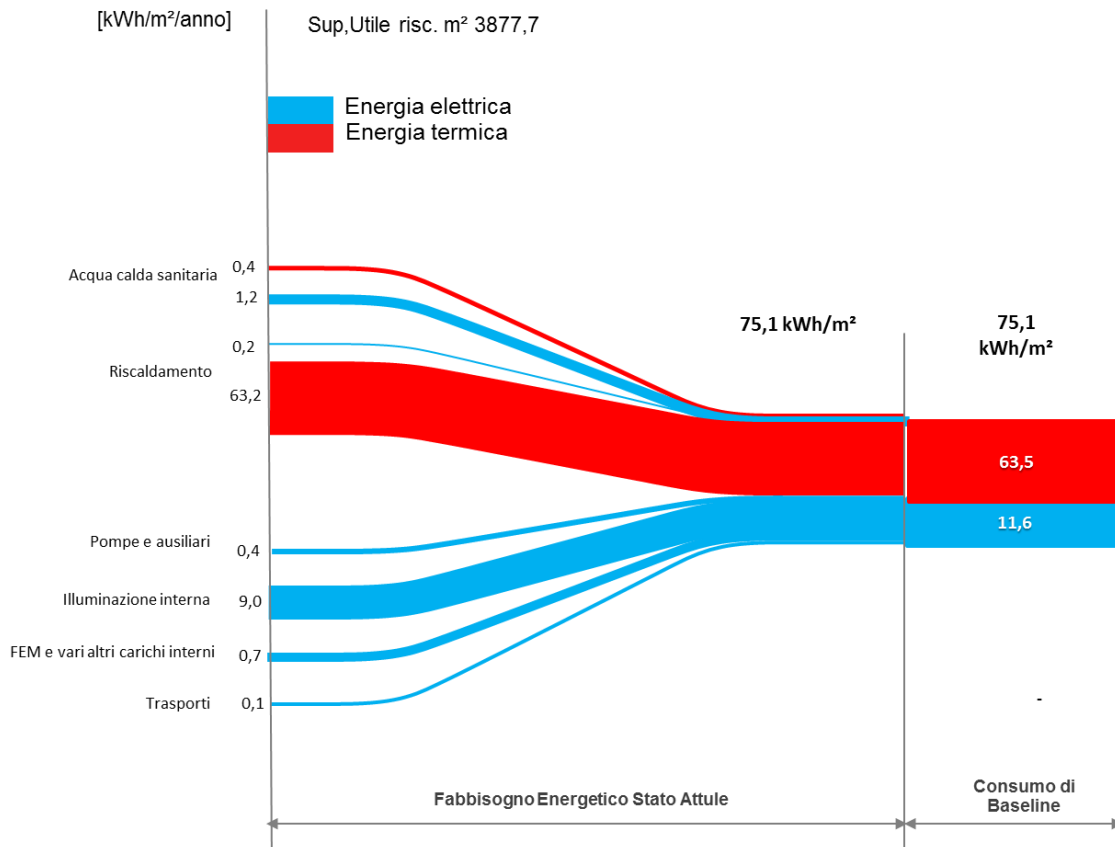
Figura 6.1 – Diagramma di Sankey relativo al fabbisogno termico dell'edificio allo stato attuale



Dall'analisi del diagramma di Sankey relativo al fabbisogno termico dell'edificio è possibile notare che il termine principale di dispersione è quello relativo alla trasmissione del calore attraverso l'involucro, ma anche la ventilazione rappresenta un contributo molto significativo.

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



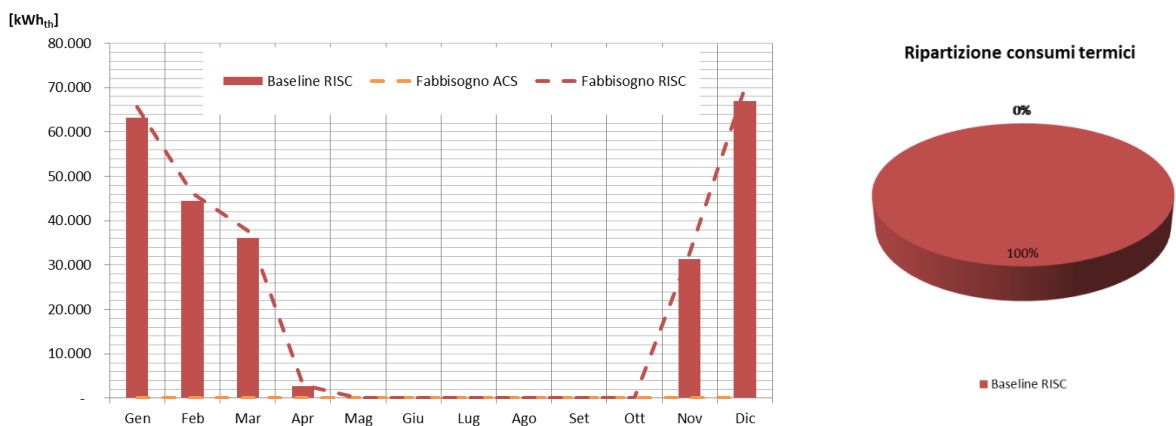
I consumi specifici rappresentati a bilancio sono valori indicizzati in kWh/(m² anno), sulla base delle superfici utili delle zone riscaldate.

### 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

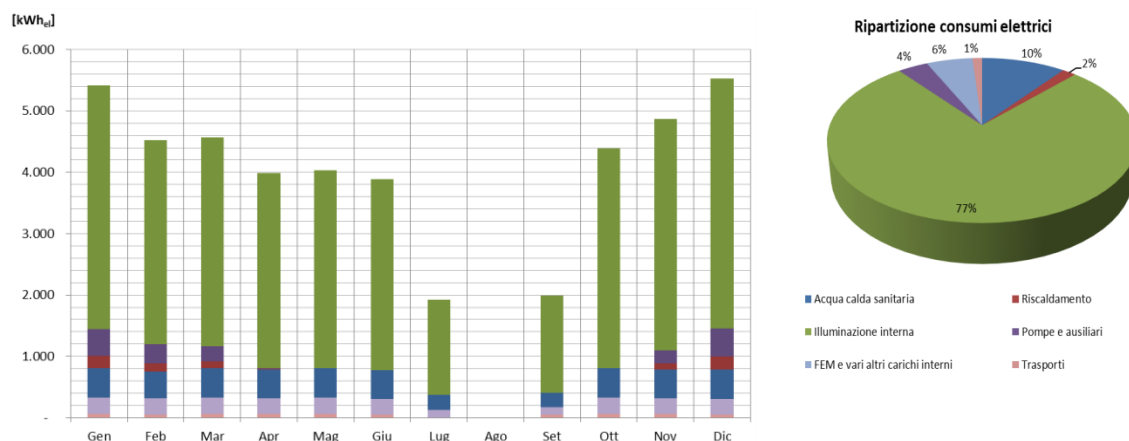


Si può notare come la maggior parte dei consumi termici sia da attribuirsi all’utilizzo per la climatizzazione invernale dei locali, pertanto alcuni degli interventi migliorativi proposti andranno ad interessare tale direzione.

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. Si fa riferimento ai valori di consumo delle attrezzature riportati nella Tabella 4.11. 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 elettrici sia da attribuire all'illuminazione. Essendo infatti la struttura caratterizzata da una grande superficie utile, essa necessita di una grande potenza dei corpi illuminanti. Questo aspetto ci permette di individuare una delle possibili strade percorribili per il miglioramento energetico dell'edificio. La sostituzione dei corpi illuminanti sarà uno degli interventi proposti successivamente. Il secondo termine di consumo di energia elettrica è rappresentato dalla produzione di acqua calda sanitaria. È infatti evidente che l'utilizzo di boiler elettrici realizza un consumo di tale vettore energetico notevole.

## 7 ANALISI DEI COSTI PRE-INTREVENTO

### 7.1 COSTI RELATIVI ALLA FORNITURA DEI VETTORI ENERGETICI

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

#### 7.1.1 Vettore termico

La fornitura del vettore termico avviene in parte mediante un contratto SIE3, per il PDR principale. Per quanto riguarda invece il PDR con i consumi minori, si ha un diverso contratto di fornitura.

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

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

| PDR: 3270049709127 (SIE3)    | 2014             | 2015             | 2016             |
|------------------------------|------------------|------------------|------------------|
| Indirizzo di fornitura       |                  |                  |                  |
| Dati di intestazione fattura | Comune di Genova | Comune di Genova | Comune di Genova |
| Società di fornitura         | -                | -                | -                |

|  |            |            |            |
|--|------------|------------|------------|
| Inizio periodo fornitura                                   | -          | -          | -          |
| Fine periodo fornitura                                     | -          | -          | -          |
| Classe del contatore                                       |            |            |            |
| Tipologia di contratto                                     | SIE3       | SIE3       | SIE3       |
| Opzione tariffaria (*)                                     | -          | -          | -          |
| Valore del coefficiente correttivo dei consumi             | 1.023      | 1.023      | 1.023      |
| Potere calorifico inferiore convenzionale del combustibile | 9.94 €/Smc | 9.94 €/Smc | 9.94 €/Smc |
| Prezzi di fornitura del combustibile (*)                   | 0.38 €/Smc | 0.34 €/Smc | 0.28 €/Smc |

| PDR: 03270035805425  | 2014                                     | 2015                                     | 2016                                     |
|--|--|--|--|
| Indirizzo di fornitura                                     | -  | -  | -  |
| Dati di intestazione fattura                               | Comune di Genova, Via Francia 1          | Comune di Genova, Via Francia 1          | Comune di Genova, Via Francia 1          |
| Società di fornitura                                       | -  | Eni                                      | Energetic                                |
| Inizio periodo fornitura                                   | -  | 1 Aprile 2015                            | 1 Aprile 2016                            |
| Fine periodo fornitura                                     | -  | Aprile 2016                              | -  |
| Classe del contatore                                       | -  | G4                                       | G4                                       |
| Tipologia di contratto                                     | Utenze con attività di servizio pubblico | Utenze con attività di servizio pubblico | Utenze con attività di servizio pubblico |
| Opzione tariffaria (*)                                     | -  | -  | -  |
| Valore del coefficiente correttivo dei consumi             | 1,023                                    | 1,023                                    | 1,023                                    |
| Potere calorifico inferiore convenzionale del combustibile | 9.94 [kWh/Nmc]                           | 9.94 [kWh/Nmc]                           | 9.94 [kWh/Nmc]                           |
| Prezzi di fornitura del combustibile (*)                   | -  | 0.29 €/Smc                               | 0.27 €/Smc                               |

Nota (11) per fatturazioni non mensili la spesa economica mensile andrà calcolata suddividendo percentualmente la spesa aggregata in base ai valori di consumo energetico mensile.

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.

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

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

| PDR:<br>3270049709127 | QUOTA<br>ENERGIA | ONERI DI<br>SISTEMA<br>PARTE<br>FISSA | ONERI DI<br>SISTEMA<br>PARTE<br>VARIABILE | IMPOSTE | IVA    | TOTALE   | CONSUMO<br>FATTURATO | COSTO<br>UNITARIO<br>(IVA<br>INCLUSA) |
|-----------------------|------------------|---------------------------------------|---|---------|--------|----------|----------------------|---------------------------------------|
| ANNO 2014             | [€]              | [€]                                   | [€]                                       | [€]     | [€]    | [€]      | [KWH]                | [€/kWh]                               |
| Gennaio               | 1.943,26         | 26,55                                 | 614,34                                    | 844,77  | 754,36 | 4.183,28 | 49.182               | 0,085                                 |
| Febbraio              | 1.928,75         | 26,35                                 | 609,75                                    | 838,46  | 748,73 | 4.152,03 | 48.815               | 0,085                                 |
| Marzo                 | 1.454,34         | 19,87                                 | 459,77                                    | 632,22  | 564,56 | 3.130,76 | 36.808               | 0,085                                 |
| Aprile                | 547,46           | 8,25                                  | 190,34                                    | 258,30  | 220,96 | 1.225,32 | 15.038               | 0,081                                 |
| Maggio                | -                | -                                     | -   | -       | -      | -        | -                    | -                                     |
| Giugno                | -                | -                                     | -   | -       | -      | -        | -                    | -                                     |
| Luglio                | -                | -                                     | -   | -       | -      | -        | -                    | -                                     |
| Agosto                | -                | -                                     | -   | -       | -      | -        | -                    | -                                     |



|               |                 |               |                 |                 |                 |                  |                |              |  |
|---------------|-----------------|---------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|----------------|--------------|--|
| Settembre     |                 |               |                 |                 |                 |                  |                |              |  |
| Ottobre       |                 |               |                 |                 |                 |                  |                |              |  |
| Novembre      | 1.159,88        | 17,67         | 416,07          | 562,13          | 474,26          | 2.630,00         | 32.727         | 0,080        |  |
| Dicembre      | 1.359,39        | 20,70         | 487,64          | 658,82          | 555,84          | 3.082,39         | 38.357         | 0,080        |  |
| <b>Totale</b> | <b>8.393,08</b> | <b>119,39</b> | <b>2.777,90</b> | <b>3.794,70</b> | <b>3.318,71</b> | <b>18.403,78</b> | <b>220.927</b> | <b>0,083</b> |  |

Tabella 7.3 – Andamento del costo del vettore termico nel triennio di rierimento

| PDR:<br>3270049709127 | QUOTA<br>ENERGIA | ONERI DI<br>SISTEMA<br>PARTE<br>FISSA | ONERI DI<br>SISTEMA<br>PARTE<br>VARIABILE | IMPOSTE      | IVA          | TOTALE        | CONSUMO<br>FATTURATO | COSTO<br>UNITARIO<br>(IVA<br>INCLUSA) |
|-----------------------|------------------|---------------------------------------|---|--------------|--------------|---------------|----------------------|---------------------------------------|
| ANNO 2015             | [€]              | [€]                                   | [€]                                       | [€]          | [€]          | [€]           | [KWH]                | [€/kWh]                               |
| Gennaio               | 1.915            | 11                                    | 715                                       | 934          | 786          | 4.360         | 54.350               | 0,080                                 |
| Febbraio              | 2.117            | 12                                    | 790                                       | 1.032        | 869          | 4.820         | 60.084               | 0,080                                 |
| Marzo                 | 1.535            | 9                                     | 573                                       | 748          | 630          | 3.494         | 43.556               | 0,080                                 |
| Aprile                | 761              | 5                                     | 319                                       | 408          | 328          | 1.821         | 23.770               | 0,077                                 |
| Maggio                | -                | -                                     | -   | -            | -            | -             | -                    | -                                     |
| Giugno                | -                | -                                     | -   | -            | -            | -             | -                    | -                                     |
| Luglio                | -                | -                                     | -   | -            | -            | -             | -                    | -                                     |
| Agosto                | -                | -                                     | -   | -            | -            | -             | -                    | -                                     |
| Settembre             | -                | -                                     | -   | -            | -            | -             | -                    | -                                     |
| Ottobre               | -                | -                                     | -   | -            | -            | -             | -                    | -                                     |
| Novembre              | 555              | 3                                     | 255                                       | 299          | 245          | 1.356         | 17.417               | 0,078                                 |
| Dicembre              | 850              | 5                                     | 390                                       | 458          | 375          | 2.078         | 26.677               | 0,078                                 |
| <b>Totale</b>         | <b>7.732</b>     | <b>44</b>                             | <b>3.041</b>                              | <b>3.879</b> | <b>3.233</b> | <b>17.930</b> | <b>225.854</b>       | <b>0,079</b>                          |

Tabella 7.4 – Andamento del costo del vettore termico nel triennio di rierimento

| PDR:<br>3270049709127 | QUOTA<br>ENERGIA | ONERI DI<br>SISTEMA<br>PARTE<br>FISSA | ONERI DI<br>SISTEMA<br>PARTE<br>VARIABILE | IMPOSTE      | IVA          | TOTALE        | CONSUMO<br>FATTURATO | COSTO<br>UNITARIO<br>(IVA<br>INCLUSA) |
|-----------------------|------------------|---------------------------------------|---|--------------|--------------|---------------|----------------------|---------------------------------------|
| ANNO 2016             | [€]              | [€]                                   | [€]                                       | [€]          | [€]          | [€]           | [KWH]                | [€/kWh]                               |
| Gennaio               | 1.672            | 106                                   | 817                                       | 968          | 784          | 4.346         | 56.367               | 0,077                                 |
| Febbraio              | 1.473            | 93                                    | 720                                       | 853          | 691          | 3.830         | 49.672               | 0,077                                 |
| Marzo                 | 1.328            | 84                                    | 649                                       | 769          | 623          | 3.453         | 44.785               | 0,077                                 |
| Aprile                | 281              | 23                                    | 168                                       | 207          | 149          | 828           | 12.028               | 0,069                                 |
| Maggio                | -                | -                                     | -   | -            | -            | -             | -                    | -                                     |
| Giugno                | -                | -                                     | -   | -            | -            | -             | -                    | -                                     |
| Luglio                | -                | -                                     | -   | -            | -            | -             | -                    | -                                     |
| Agosto                | -                | -                                     | -   | -            | -            | -             | -                    | -                                     |
| Settembre             | -                | -                                     | -   | -            | -            | -             | -                    | -                                     |
| Ottobre               | -                | -                                     | -   | -            | -            | -             | -                    | -                                     |
| Novembre              | 810              | 62                                    | 471                                       | 571          | 421          | 2.335         | 33.228               | 0,070                                 |
| Dicembre              | 759              | 58                                    | 441                                       | 535          | 395          | 2.189         | 31.158               | 0,070                                 |
| <b>Totale</b>         | <b>6.323</b>     | <b>426</b>                            | <b>3.266</b>                              | <b>3.903</b> | <b>3.062</b> | <b>16.981</b> | <b>227.239</b>       | <b>0,075</b>                          |

Tabella 7.5 – Andamento del costo del vettore termico nel triennio di rierimento

| PDR:<br>03270035805425 | QUOTA<br>ENERGIA | ONERI DI<br>SISTEMA<br>PARTE<br>FISSA | ONERI DI<br>SISTEMA<br>PARTE<br>VARIABILE | IMPOSTE | IVA   | TOTALE  | CONSUMO<br>FATTURATO | COSTO<br>UNITARIO<br>(IVA<br>INCLUSA) |
|------------------------|------------------|---------------------------------------|---|---------|-------|---------|----------------------|---------------------------------------|
| ANNO 2015              | [€]              | [€]                                   | [€]                                       | [€]     | [€]   | [€]     | [KWH]                | [€/kWh]                               |
| Gennaio                | 3,0              | 3,9                                   | 0,4                                       | 0,5     | 1,0   | 8,8     | 66                   | 0,134                                 |
| Febbraio               | 8,4              | 3,6                                   | 1,1                                       | 1,3     | 1,9   | 16,2    | 184                  | 0,088                                 |
| Marzo                  | 12,8             | 3,9                                   | 1,7                                       | 2,0     | 2,7   | 23,1    | 281                  | 0,082                                 |
| Aprile                 | 83,9             | 3,9                                   | 34,3                                      | 50,4    | 23,6  | 196,1   | 2.788                | 0,070                                 |
| Maggio                 | 86,8             | 3,9                                   | 39,6                                      | 60,6    | 26,1  | 216,9   | 2.883                | 0,075                                 |
| Giugno                 | 83,9             | 3,9                                   | 35,4                                      | 58,0    | 39,9  | 221,0   | 2.788                | 0,079                                 |
| Luglio                 | 40,7             | 3,9                                   | 18,0                                      | 29,4    | 20,2  | 112,1   | 1.413                | 0,079                                 |
| Agosto                 | 38,0             | 3,9                                   | 16,8                                      | 27,4    | 18,9  | 105,0   | 1.319                | 0,080                                 |
| Settembre              | 55,1             | 3,9                                   | 24,3                                      | 39,7    | 27,1  | 150,1   | 1.912                | 0,078                                 |
| Ottobre                | 54,3             | 3,9                                   | 23,3                                      | 39,9    | 26,7  | 148,0   | 1.856                | 0,080                                 |
| Novembre               | 277,4            | 3,9                                   | 116,6                                     | 213,3   | 134,5 | 745,6   | 9.486                | 0,079                                 |
| Dicembre               | 416,5            | 3,9                                   | 175,1                                     | 320,2   | 201,5 | 1.117,1 | 14.243               | 0,078                                 |
| Totale                 | 1.161            | 46                                    | 487                                       | 843     | 524   | 3.060   | 39.218               | 0,078                                 |

Tabella 7.6 – Andamento del costo del vettore termico nel triennio di rierimento

| PDR:<br>03270035805425 | QUOTA<br>ENERGIA | ONERI DI<br>SISTEMA<br>PARTE<br>FISSA | ONERI DI<br>SISTEMA<br>PARTE<br>VARIABILE | IMPOSTE | IVA   | TOTALE | CONSUMO<br>FATTURATO | COSTO<br>UNITARIO<br>(IVA<br>INCLUSA) |
|------------------------|------------------|---------------------------------------|---|---------|-------|--------|----------------------|---------------------------------------|
| ANNO 2016              | [€]              | [€]                                   | [€]                                       | [€]     | [€]   | [€]    | [KWH]                | [€/kWh]                               |
| Gennaio                | 403,7            | 3,5                                   | 189,7                                     | 301,8   | 167,1 | 1.066  | 15.147               | 0,070                                 |
| Febbraio               | 350,7            | 3,5                                   | 157,5                                     | 287,8   | 175,9 | 975    | 12.802               | 0,076                                 |
| Marzo                  | 323,1            | 3,5                                   | 145,1                                     | 265,2   | 162,1 | 899    | 11.794               | 0,076                                 |
| Aprile                 | 0,7              | 2,6                                   | 0,2                                       | 0,3     | 0,7   | 4      | 47                   | 0,095                                 |
| Maggio                 | 0,7              | 2,6                                   | 0,2                                       | 0,3     | 0,7   | 4      | 47                   | 0,095                                 |
| Giugno                 | 0,7              | 2,6                                   | 0,2                                       | 0,3     | 0,7   | 4      | 47                   | 0,095                                 |
| Luglio                 | 0,6              | 2,6                                   | 0,1                                       | 0,3     | 0,7   | 4      | 38                   | 0,113                                 |
| Agosto                 | 0,6              | 2,6                                   | 0,1                                       | 0,3     | 0,7   | 4      | 38                   | 0,113                                 |
| Settembre              | 0,8              | 2,6                                   | 0,2                                       | 0,3     | 0,7   | 5      | 47                   | 0,096                                 |
| Ottobre                | 2,0              | 2,6                                   | 0,2                                       | 0,7     | 0,9   | 6      | 104                  | 0,062                                 |
| Novembre               | 2,2              | 2,6                                   | 0,2                                       | 0,8     | 0,9   | 7      | 113                  | 0,059                                 |
| Dicembre               | 2,4              | 2,6                                   | 0,3                                       | 0,9     | 0,9   | 7      | 122                  | 0,057                                 |
| Totale                 | 1.088            | 34                                    | 494                                       | 859     | 512   | 2.987  | 40.346               | 0,074                                 |

Figura 7.1 - Andamento del costo del vettore termico per il triennio di rierimento e per il 2017.

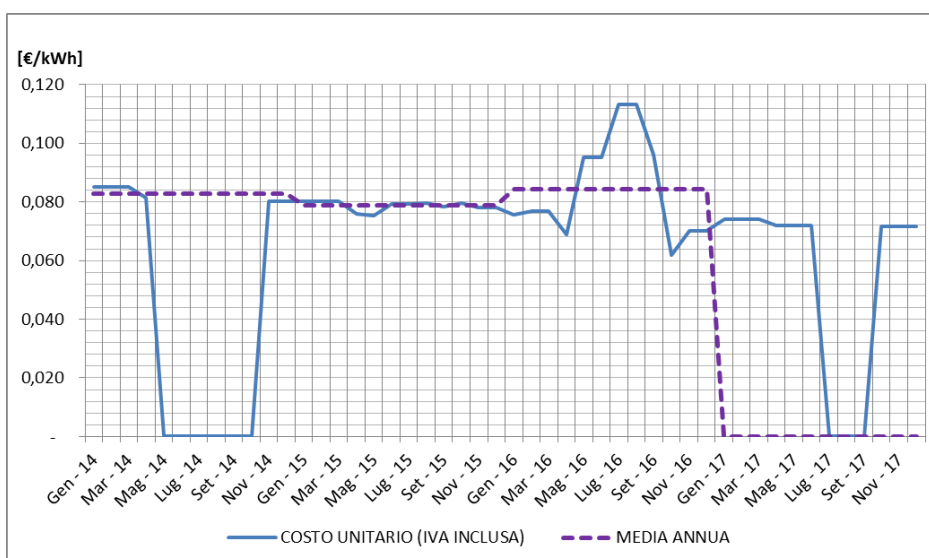
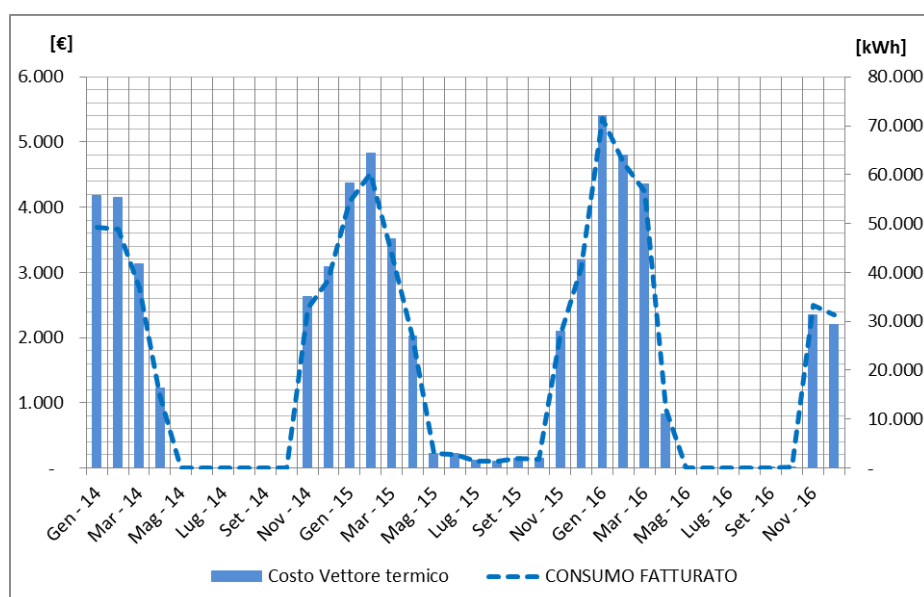


Figura 7.2 – Andamento dei consumi e dei costi dell'energia termica per il triennio di riferimento e per il 2017.



### 7.1.2 Vettore elettrico

Nella Tabella 7.7 si riportano le principali caratteristiche del contratto di fornitura del vettore elettrico per gli anni di riferimento.

Tabella 7.7 – Caratteristiche dei contratti di fornitura del vettore elettrico per il triennio di riferimento

| POD: IT001E00098017               | 2015                    | 2016                    | 2017                    |
|-----------------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Indirizzo di fornitura            | Via Adamo Centurione 19 | Via Adamo Centurione 19 | Via Adamo Centurione 19 |
| Dati di intestazione fattura      | Comune di Genova        | Comune di Genova        | Comune di Genova        |
| Società di fornitura              | Edison                  | Gala                    | Iren                    |
| Inizio periodo fornitura          | -                       | Apr-15                  | Apr-16                  |
| Fine periodo fornitura            | Mar-15                  | Mar-16                  | -                       |
| Potenza elettrica impegnata       | 51                      | 51                      | 51                      |
| Potenza elettrica disponibile     | 56                      | 56                      | 56                      |
| Tipologia di contratto            | BT                      | BT                      | BT                      |
| Opzione tariffaria <sup>(1)</sup> | 0.09 €/kWh              | 0.064 €/kWh             | 0.07 €/kWh              |

Prezzi del fornitura dell'energia elettrica <sup>(2)</sup>

Tabella 7.8 – Caratteristiche dei contratti di fornitura del vettore elettrico per il triennio di riferimento

| POD: IT001E00122681   | 2015                   | 2016                   | 2017                   |
|---|------------------------|------------------------|------------------------|
| Indirizzo di fornitura                                      | Via Adamo Centurione 8 | Via Adamo Centurione 8 | Via Adamo Centurione 8 |
| Dati di intestazione fattura                                | Comune di Genova       | Comune di Genova       | Comune di Genova       |
| Società di fornitura  | Edison                 | Gala                   | Iren                   |
| Inizio periodo fornitura                                    | -                      | Apr-15                 | Apr-16                 |
| Fine periodo fornitura                                      | Mar-15                 | Mar-16                 | -                      |
| Potenza elettrica impegnata                                 | 6                      | 6                      | 6                      |
| Potenza elettrica disponibile                               | 6.6                    | 6.6                    | 6.6                    |
| Tipologia di contratto                                      | BT                     | BT                     | BT                     |
| Opzione tariffaria <sup>(12)</sup>                          | -                      | -                      | -                      |
| Prezzi del fornitura dell'energia elettrica <sup>(13)</sup> | 0.1 €/kWh              | 0.13 €/kWh             | 0.07 €/kWh             |

Nota (12) per fatturazioni non mensili la spesa economica mensile andrà calcolata suddividendo percentualmente la spesa aggregata in base ai valori di consumo energetico mensile.

Nota (13): 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.

Tabella 7.9 – Andamento del costo del vettore elettrico nell'anno di riferimento

| POD:<br>IT001E00098<br>017 | QUOTA<br>ENERGIA | ONERI DI<br>SISTEMA<br>PARTE FISSA | ONERI DI<br>SISTEMA<br>PARTE<br>VARIABILE | IMPOSTE    | IVA        | TOTALE       | CONSUMO<br>FATTURATO | COSTO<br>UNITARIO<br>(IVA<br>INCLUSA) |
|----------------------------|------------------|------------------------------------|---|------------|------------|--------------|----------------------|---------------------------------------|
| ANNO 2014                  | [€]              | [€]                                | [€]                                       | [€]        | [€]        | [€]          | [KWH]                | [€/kWh]                               |
| Gen - 14                   | 515              | 88                                 | 427                                       | 71         | 110        | 1.211        | 5.670                | 0,214                                 |
| Feb - 14                   | 429              | 96                                 | 354                                       | 59         | 94         | 1.032        | 4.706                | 0,219                                 |
| Mar - 14                   | 470              | 85                                 | 389                                       | 65         | 101        | 1.110        | 5.162                | 0,215                                 |
| Apr - 14                   | 325              | 64                                 | 270                                       | 43         | 70         | 772          | 3.475                | 0,222                                 |
| Mag - 14                   | 346              | 64                                 | 288                                       | 46         | 75         | 820          | 3.715                | 0,221                                 |
| Giu - 14                   | 335              | 64                                 | 279                                       | 45         | 72         | 795          | 3.595                | 0,221                                 |
| Lug - 14                   | 130              | 32                                 | 114                                       | 18         | 29         | 324          | 1.463                | 0,222                                 |
| Ago - 14                   | 112              | 24                                 | 101                                       | 16         | 25         | 279          | 1.294                | 0,216                                 |
| Set - 14                   | 284              | 67                                 | 243                                       | 39         | 63         | 696          | 3.108                | 0,224                                 |
| Ott - 14                   | 388              | 78                                 | 343                                       | 54         | 86         | 949          | 4.283                | 0,222                                 |
| Nov - 14                   | 388              | 88                                 | 345                                       | 54         | 88         | 963          | 4.314                | 0,223                                 |
| Dic - 14                   | 399              | 85                                 | 363                                       | 57         | 90         | 993          | 4.524                | 0,220                                 |
| <b>Totale</b>              | <b>4.120</b>     | <b>837</b>                         | <b>3.517</b>                              | <b>566</b> | <b>904</b> | <b>9.944</b> | <b>45.309</b>        | <b>0,219</b>                          |

| POD:<br>IT001E00098<br>017 | QUOTA<br>ENERGIA | ONERI DI<br>SISTEMA<br>PARTE FISSA | ONERI DI<br>SISTEMA<br>PARTE<br>VARIABILE | IMPOSTE | IVA | TOTALE | CONSUMO<br>FATTURATO | COSTO<br>UNITARIO<br>(IVA<br>INCLUSA) |
|----------------------------|------------------|------------------------------------|---|---------|-----|--------|----------------------|---------------------------------------|
| ANNO 2015                  | [€]              | [€]                                | [€]                                       | [€]     | [€] | [€]    | [KWH]                | [€/kWh]                               |

## E1632 – Scuole Monticelli e Duca Abruzzi

|               |              |            |              |            |            |              |               |              |
|---------------|--------------|------------|--------------|------------|------------|--------------|---------------|--------------|
| Gen - 15      | 424          | 86         | 384          | 63         | 96         | 1.054        | 5.019         | 0,210        |
| Feb - 15      | 397          | 84         | 372          | 61         | 91         | 1.005        | 4.862         | 0,207        |
| Mar - 15      | 381          | 81         | 373          | 61         | 90         | 986          | 4.877         | 0,202        |
| Apr - 15      | 230          | 81         | 300          | 49         | 66         | 726          | 3.882         | 0,187        |
| Mag - 15      | 218          | 70         | 293          | 47         | 63         | 692          | 3.794         | 0,182        |
| Giu - 15      | 143          | 49         | 196          | 32         | 42         | 461          | 2.532         | 0,182        |
| Lug - 15      | 64           | 33         | 95           | 15         | 21         | 228          | 1.202         | 0,190        |
| Ago - 15      | 50           | 22         | 74           | 12         | 16         | 173          | 933           | 0,186        |
| Set - 15      | 147          | 65         | 244          | 38         | 49         | 544          | 3.072         | 0,177        |
| Ott - 15      | 191          | 74         | 359          | 54         | 68         | 746          | 4.330         | 0,172        |
| Nov - 15      | 229          | 85         | 430          | 65         | 81         | 890          | 5.187         | 0,172        |
| Dic - 15      | 373          | 98         | 402          | 61         | 93         | 1.027        | 4.846         | 0,212        |
| <b>Totale</b> | <b>2.848</b> | <b>828</b> | <b>3.522</b> | <b>557</b> | <b>776</b> | <b>8.530</b> | <b>44.536</b> | <b>0,192</b> |

| POD:<br>IT001E00098<br>017 | QUOTA<br>ENERGIA | ONERI DI<br>SISTEMA<br>PARTE FISSA | ONERI DI<br>SISTEMA<br>PARTE<br>VARIABILE | IMPOSTE    | IVA        | TOTALE       | CONSUMO<br>FATTURATO | COSTO<br>UNITARIO<br>(IVA<br>INCLUSA) |
|----------------------------|------------------|------------------------------------|---|------------|------------|--------------|----------------------|---------------------------------------|
| ANNO 2016                  | [€]              | [€]                                | [€]                                       | [€]        | [€]        | [€]          | [KWH]                | [€/kWh]                               |
| Gen - 16                   | 336              | 92                                 | 373                                       | 61         | 86         | 949          | 4.846                | 0,196                                 |
| Feb - 16                   | 280              | 90                                 | 388                                       | 63         | 82         | 902          | 5.031                | 0,179                                 |
| Mar - 16                   | 237              | 87                                 | 351                                       | 57         | 73         | 805          | 4.553                | 0,177                                 |
| Apr - 16                   | 217              | 75                                 | 319                                       | 52         | 66         | 729          | 4.136                | 0,176                                 |
| Mag - 16                   | 234              | 75                                 | 321                                       | 52         | 68         | 750          | 4.166                | 0,180                                 |
| Giu - 16                   | 144              | 65                                 | 190                                       | 31         | 43         | 472          | 2.453                | 0,192                                 |
| Lug - 16                   | 98               | 29                                 | 108                                       | 18         | 25         | 279          | 1.404                | 0,199                                 |
| Ago - 16                   | 81               | 27                                 | 100                                       | 16         | 22         | 246          | 1.292                | 0,191                                 |
| Set - 16                   | 211              | 65                                 | 226                                       | 37         | 54         | 593          | 2.939                | 0,202                                 |
| Ott - 16                   | 371              | 97                                 | 360                                       | 58         | 89         | 975          | 4.629                | 0,211                                 |
| Nov - 16                   | 456              | 95                                 | 398                                       | 64         | 101        | 1.114        | 5.111                | 0,218                                 |
| Dic - 16                   | 404              | 100                                | 373                                       | 60         | 94         | 1.030        | 4.795                | 0,215                                 |
| <b>Totale</b>              | <b>3.070</b>     | <b>897</b>                         | <b>3.508</b>                              | <b>567</b> | <b>804</b> | <b>8.846</b> | <b>45.355</b>        | <b>0,195</b>                          |

| POD:<br>IT001E00122<br>681 | QUOTA<br>ENERGIA | ONERI DI<br>SISTEMA<br>PARTE FISSA | ONERI DI<br>SISTEMA<br>PARTE<br>VARIABILE | IMPOSTE | IVA | TOTALE | CONSUMO<br>FATTURATO | COSTO<br>UNITARIO<br>(IVA<br>INCLUSA) |
|----------------------------|------------------|------------------------------------|---|---------|-----|--------|----------------------|---------------------------------------|
| ANNO 2014                  | [€]              | [€]                                | [€]                                       | [€]     | [€] | [€]    | [KWH]                | [€/kWh]                               |
| Gen - 14                   | 4                | 30                                 | 3   | 1       | 8   | 46     | 40                   | 1,162                                 |
| Feb - 14                   | 0                | 20                                 | 11  | 0       | 7   | 38     | 4                    | 9,513                                 |
| Mar - 14                   | 0                | 30                                 | -   | -       | 7   | 37     | -                    | -                                     |
| Apr - 14                   | 0                | 14                                 | 0   | 0       | 3   | 17     | 1                    | 17,294                                |
| Mag - 14                   | 0                | 14                                 | 0   | 0       | 3   | 17     | 1                    | 17,294                                |
| Giu - 14                   | 0                | 14                                 | 0   | 0       | 3   | 17     | 1                    | 17,049                                |

## E1632 – Scuole Monticelli e Duca Abruzzi

|               |          |            |           |          |           |            |           |              |
|---------------|----------|------------|-----------|----------|-----------|------------|-----------|--------------|
| Lug - 14      | 0        | 31         |           | -        | 7         | 37         | -         | -            |
| Ago - 14      | 0        | 31         | 0         | 0        | 7         | 38         | 1         | 37,548       |
| Set - 14      | 1        | 31         |           | -        | 7         | 37         | -         | -            |
| Ott - 14      | 0        | 31         | 0         | 0        | 7         | 38         | 2         | 19,007       |
| Nov - 14      | 0        | 31         |           | -        | 7         | 38         | -         | -            |
| Dic - 14      | 0        | 31         |           | -        | 7         | 38         | -         | -            |
| <b>Totale</b> | <b>5</b> | <b>306</b> | <b>16</b> | <b>1</b> | <b>72</b> | <b>399</b> | <b>50</b> | <b>7,975</b> |

| POD:<br>IT001E00122<br>681 | QUOTA<br>ENERGIA | ONERI DI<br>SISTEMA |                    | IMPOSTE  | IVA       | TOTALE     | CONSUMO<br>FATTURATO | COSTO<br>UNITARIO<br><br>(IVA<br>INCLUSA) |
|----------------------------|------------------|---------------------|--------------------|----------|-----------|------------|----------------------|---|
|                            |                  | PARTE FISSA         | PARTE<br>VARIABILE |          |           |            |                      |   |
| ANNO 2015                  | [€]              | [€]                 | [€]                | [€]      | [€]       | [€]        | [KWH]                | [€/kWh]                                   |
| Gen - 15                   | 0,1              | 31,4                | 0,1                | 0        | 7         | 38,5       | 1                    | 38,5                                      |
| Feb - 15                   | 0,2              | 31,4                | 0,2                | 0        | 7         | 38,9       | 3                    | 13  |
| Mar - 15                   | 0                | 31,4                | 0                  | 0        | 6,9       | 38,3       | 0                    | 0   |
| Apr - 15                   | 0,1              | 31,7                | 0,1                | 0        | 7         | 38,8       | 0                    | 0   |
| Mag - 15                   | 0,1              | 31,7                | 0,1                | 0        | 7         | 38,8       | 1                    | 38,8                                      |
| Giu - 15                   | 0                | 31,7                | 0                  | 0        | 7         | 38,7       | 1                    | 38,7                                      |
| Lug - 15                   | 0                | 32                  | 0                  | 0        | 7,1       | 39,1       | 0                    | 0   |
| Ago - 15                   | 0,1              | 32                  | 0                  | 0        | 7,1       | 39,1       | 0                    | 0   |
| Set - 15                   | 0,1              | 32                  | 0                  | 0        | 7,1       | 39,1       | 0                    | 0   |
| Ott - 15                   | 0,1              | 32,5                | 0                  | 0        | 7,2       | 39,6       | 0                    | 0   |
| Nov - 15                   | 0                | 32,5                | 0                  | 0        | 7,2       | 39,6       | 0                    | 0   |
| Dic - 15                   | 0,2              | 32,5                | 0,2                | 0        | 7,2       | 40,1       | 2                    | 20  |
| <b>Totale</b>              | <b>1</b>         | <b>383</b>          | <b>1</b>           | <b>0</b> | <b>85</b> | <b>469</b> | <b>8</b>             | <b>58,6</b>                               |

| POD:<br>IT001E00122<br>681 | QUOTA<br>ENERGIA | ONERI DI<br>SISTEMA |                    | IMPOSTE | IVA | TOTALE | CONSUMO<br>FATTURATO | COSTO<br>UNITARIO<br><br>(IVA<br>INCLUSA) |
|----------------------------|------------------|---------------------|--------------------|---------|-----|--------|----------------------|---|
|                            |                  | PARTE FISSA         | PARTE<br>VARIABILE |         |     |        |                      |   |
| ANNO 2016                  | [€]              | [€]                 | [€]                | [€]     | [€] | [€]    | [KWH]                | [€/kWh]                                   |
| Gen - 16                   | 0,1              | 31,2                | 0,1                | 0       | 6,9 | 38,3   | 1                    | 38,3                                      |
| Feb - 16                   | 0                | 31,2                | 0                  | 0       | 6,9 | 38,1   | 0                    | 0   |
| Mar - 16                   | 0,1              | 31,2                | 0,1                | 0       | 6,9 | 38,3   | 1                    | 38,3                                      |
| Apr - 16                   | 0,1              | 31,2                | 0,1                | 0       | 6,9 | 38,2   | 1                    | 38,2                                      |
| Mag - 16                   | 0                | 31,2                | 0                  | 0       | 6,9 | 38,1   | 0                    | 0   |
| Giu - 16                   | 0,1              | 31,2                | 0,1                | 0       | 6,9 | 38,3   | 1                    | 38,3                                      |
| Lug - 16                   | 0,1              | 31,2                | 0,1                | 0       | 6,9 | 38,3   | 1                    | 38,3                                      |
| Ago - 16                   | 0,1              | 31,2                | 0,1                | 0       | 6,9 | 38,3   | 1                    | 38,3                                      |
| Set - 16                   | 0,2              | 31,2                | 0,3                | 0       | 7,0 | 38,7   | 3                    | 12,9                                      |
| Ott - 16                   | 0                | 31,2                | 0                  | 0       | 6,9 | 38,1   | 0                    | 0   |
| Nov - 16                   | 0                | 31,2                | 0,2                | 0       | 7,0 | 38,5   | 2                    | 19,3                                      |

|               |            |              |            |            |             |              |             |             |
|---------------|------------|--------------|------------|------------|-------------|--------------|-------------|-------------|
| Dic - 16      | 0          | 31,2         | 0          | 0          | 6,9         | 38,1         | 0           | 0           |
| <b>Totale</b> | <b>0,8</b> | <b>374,4</b> | <b>0,9</b> | <b>0,1</b> | <b>82,9</b> | <b>459,1</b> | <b>11,0</b> | <b>41,7</b> |

Figura 7.3 – Andamento dei consumi e dei costi dell'energia elettrica per il triennio di riferimento e per il 2017

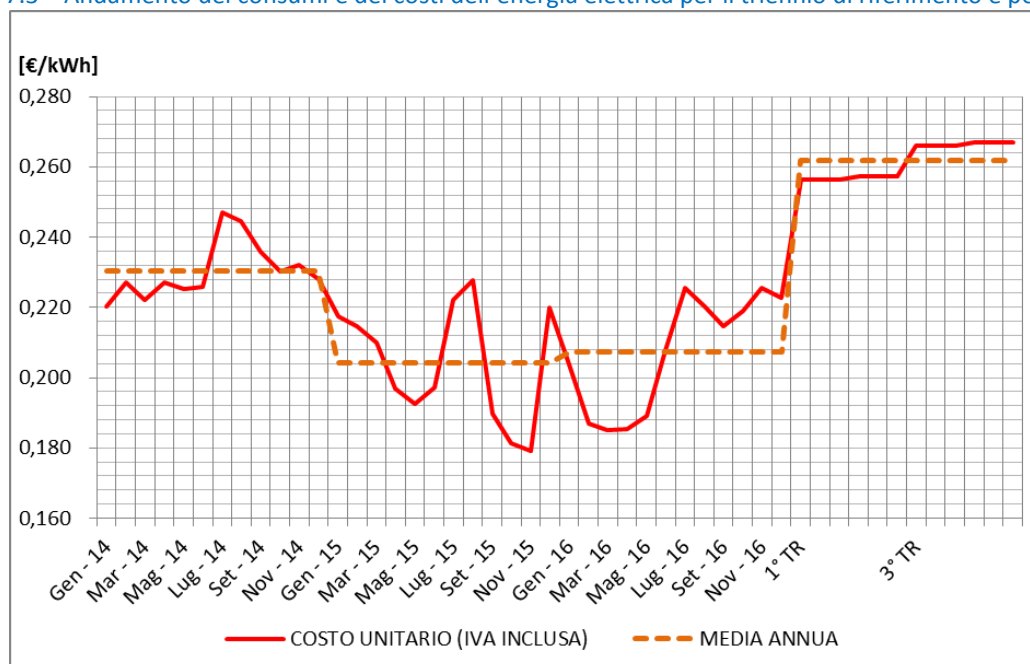
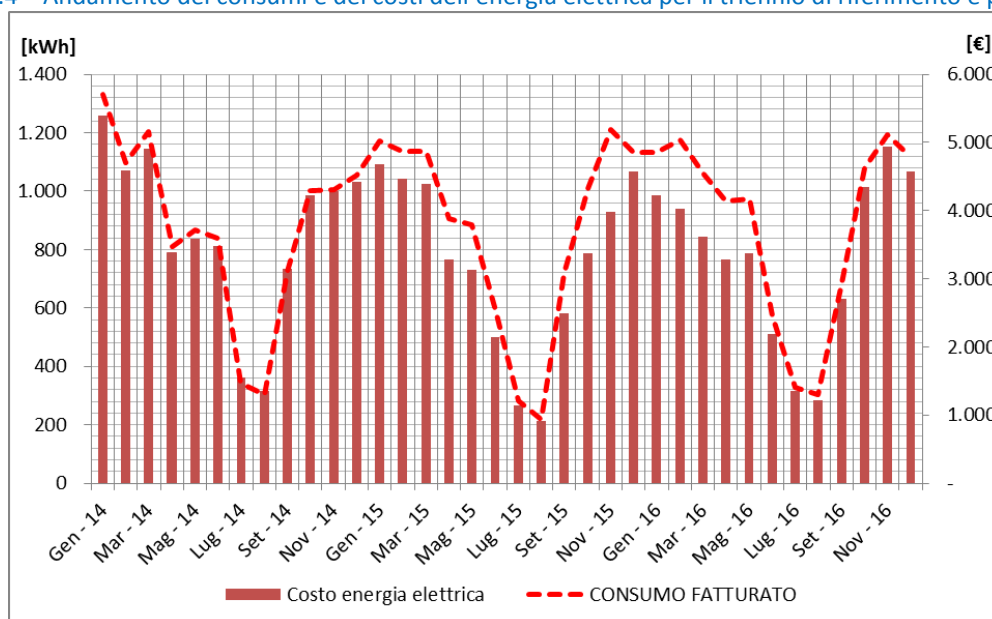


Figura 7.4 – Andamento dei consumi e dei costi dell'energia elettrica per il triennio di riferimento e per il 2017



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

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

Nella Tabella 7.10 sono sintetizzati i costi ed i consumi energetici precedentemente analizzati.

Tabella 7.10 – Sintesi dei consumi nel triennio di riferimento

| ANNO | VETTORE TERMICO |       |         | VETTORE ELETTRICO |       |         | TOTALE |
|------|-----------------|-------|---------|-------------------|-------|---------|--------|
|      | [€]             | [kWh] | [€/kWh] | [€]               | [kWh] | [€/kWh] |        |

|       |       |        |       |       |       |       |       |
|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 2014  | 18404 | 220927 | 0,083 | 10343 | 45359 | 0,228 | 28747 |
| 2015  | 20990 | 265072 | 0,079 | 8999  | 44544 | 0,202 | 29989 |
| 2016  | 19968 | 267585 | 0,075 | 9305  | 45366 | 0,205 | 29273 |
| 2017  | 17896 | 244917 | 0,073 | 11770 | 45094 | 0,261 | 29666 |
| Media | 19315 | 249625 | 0.078 | 10104 | 45091 | 0.224 | 29418 |

Ai fini del calcolo della Baseline dei costi si sono pertanto assunti i valori di riportati nella Tabella 7.11

Tabella 7.11 – 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 | C <sub>UQ</sub>  | 0.073 [€/kWh] |
| Costo unitario dell'energia elettrica | Valore relativo all'ultimo anno a disposizione | C <sub>UEE</sub> | 0.26 [€/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:

- L1-042-146: SIE 3
- L1-042-271: servizio di conduzione e manutenzione caldaia per ACS con potenza < 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 31026 € per il SIE 3 e 348 € per la caldaia murale.

Nel caso di impianto non oggetto di fornitura di energia, il costo della manutenzione  $C_M$  è pari al valore contrattuale della conduzione e manutenzione come fornito all'interno del file Kyoto Baseline- E1632. In questo caso i costi della manutenzione sono ripartiti in una quota ordinaria  $C_{M0}$ , ed una quota straordinaria  $C_{MS}$ , come segue:

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

$$C_{M0} = 0.9 \times C_M$$

Nel caso di impianti su cui è attivo il Servizio A all'interno del vigente contratto SIE 3, i costi di manutenzione sono stimati come segue:

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

e sono ripartiti in una quota ordinaria  $C_{M0}$  ed in una quota straordinaria  $C_{MS}$ , come segue:



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

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

Ai fini del calcolo della Baseline dei costi si sono pertanto assunti i valori di riportati nella Tabella 7.12

Tabella 7.12 – Valori di costo manutentivi individuati per il calcolo della Baseline

| Contratto SIE3                                 |   |                 | Valore | U.M.     |
|--|---|-----------------|--------|----------|
| Costo per la gestione e manutenzione ordinaria | Corrispettivo annuale relativo al contratto O&M in essere                           | CM <sub>o</sub> | 10373  | [€/anno] |
| Costo per la manutenzione straordinaria        | Media relativa a gli stessi anni considerati per il rilevamento dei consumi storici | CM <sub>s</sub> | 2757   | [€/anno] |
| Contratto di conduzione caldaia < 35 kW        |   |                 | Valore | U.M.     |
| Costo per la gestione e manutenzione ordinaria | Corrispettivo annuale relativo al contratto O&M in essere                           | CM <sub>o</sub> | 313    | [€/anno] |
| Costo per la manutenzione straordinaria        | Media relativa a gli stessi anni considerati per il rilevamento dei consumi storici | CM <sub>s</sub> | 35     | [€/anno] |

I valori di spesa complessivi per la manutenzione ordinaria e straordinaria dei due impianti si ricavano sommando le rispettive componenti di manutenzione ordinaria e straordinaria. Per ulteriori informazioni consultare il Cap7 del file DE\_Lotto.1-E1632\_revA-AllegatoB-GraficiTemplate. Tutti i costi indicati sono da considerarsi al lordo dell'IVA.

## 7.4 BASELINE DEI COSTI

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

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

Per la componente energetica vale la seguente formula:

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

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

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

Ne risulta quindi un C<sub>E</sub> pari a € 3976 e un C<sub>baseline</sub> pari allo stesso C<sub>E</sub>, poiché, come anticipato, non si conoscono le spese di manutenzione.

Tabella 7.13 – Valori di costo individuati per il calcolo della Baseline

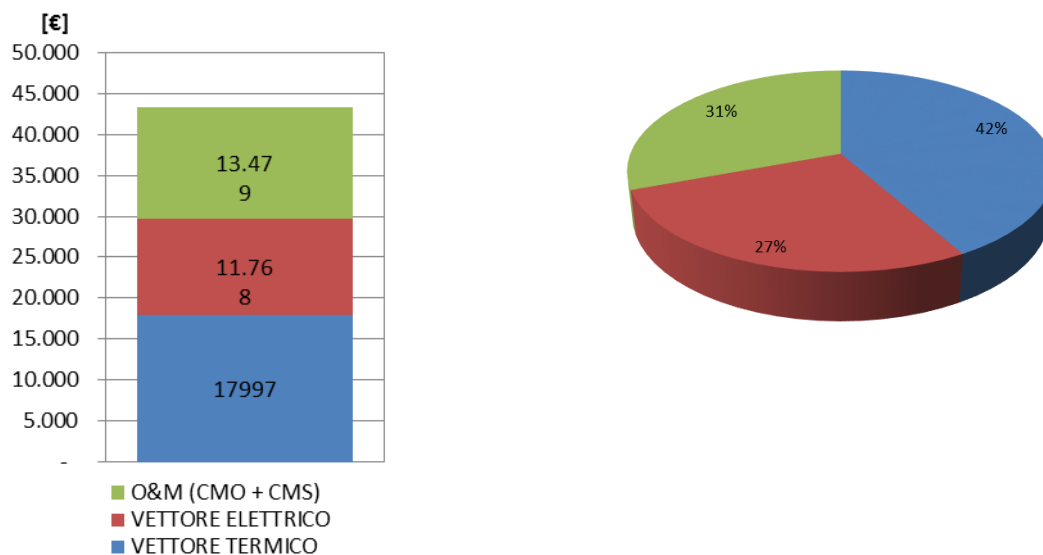
|      |                       | VETTORE TERMICO |                |                        | VETTORE ELETTRICO |                 |                |                 | O&M (C <sub>MO</sub> + C <sub>MS</sub> ) |   | TOTALE |
|------|-----------------------|-----------------|----------------|------------------------|-------------------|-----------------|----------------|-----------------|--|---|--------|
|      | 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> |        |
| Tipo | Valore [€]            | [kWh]           | [€/kWh]        | [€]                    | [kWh]             | [€/kWh]         | [€]            | [€]             | [€]                                      | [€]   |        |

## E1632 – Scuole Monticelli e Duca Abruzzi

|               |       |                |              |               |          |          |          |               |               |              |               |
|---------------|-------|----------------|--------------|---------------|----------|----------|----------|---------------|---------------|--------------|---------------|
| SIE3          | 31026 | 244.908        | 0,073        | 17.895        | 45.090   | 0,261    | 11.768   | 13.131        | 10.373        | 2.757        | 42.794        |
| Altro         | 348   | 1.391          | 0,073        | 102           | -        | -        | -        | 348           | 313           | 35           | 450           |
| <b>Totale</b> |       | <b>246.299</b> | <b>0,073</b> | <b>17.997</b> | <b>-</b> | <b>-</b> | <b>-</b> | <b>13.479</b> | <b>10.687</b> | <b>2.792</b> | <b>43.244</b> |

Nota (13): I costi di manutenzione riportati in tabella sono stati splittati considerando che una parte fa riferimento al contratto SIE3, mentre la restante è relativa all'impianto servito dal secondo PDR, che quindi ha un contratto di manutenzione differente. I valori considerati sono stati tratti dal file Kyoto. La quota di manutenzione totale è stata calcolata come somma delle due componenti.

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 Installazione di valvole termostatiche e pompa ad inverter

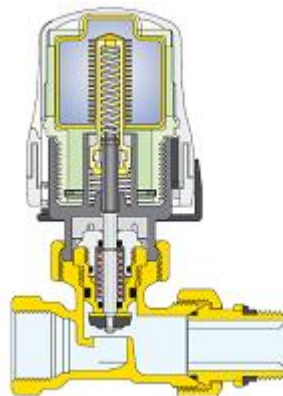
##### EEM1: Valvole termostatiche e pompa ad inverter

###### 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.

Al fine di ottimizzare la rete di distribuzione dell'impianto di riscaldamento, l'installazione delle valvole termostatiche viene integrata con l'installazione di un'elettropompa di circolazione a giri variabili. In questo modo, all'interno dell'impianto, al variare delle cadute di pressione determinate dal grado di apertura delle valvole termostatiche, fluisce una portata di acqua calda il più vicino possibile al valore di progetto.

Figura 8.1 – Particolare di una valvola termostatiche di regolazione



###### 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

a cui si aggiunge l'elettropompa gemellare di circolazione a giri variabili da installare in centrale termica in sostituzione di quella già presente a velocità di rotazione fissa EG02.

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**

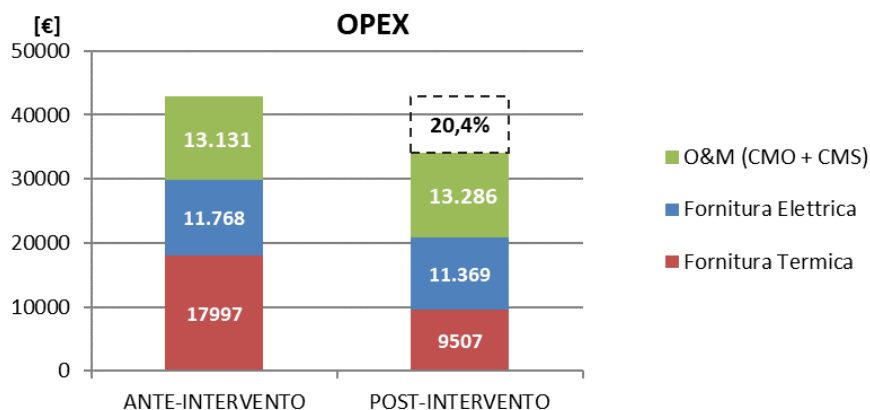
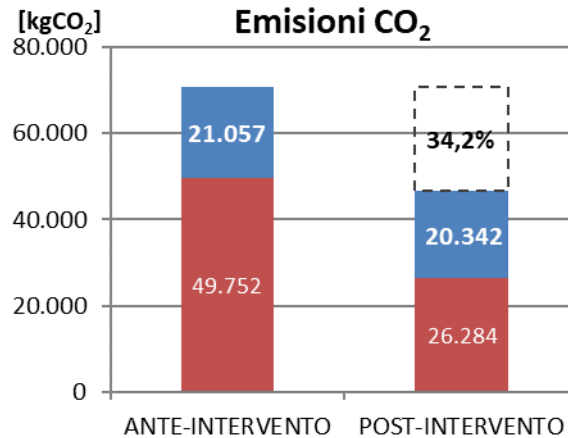
I miglioramenti ottenibili tramite l'attuazione della EEM1 sono riportati nella **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** e nella **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**

Tabella 8.1 – Risultati analisi EEM1 – Installazione valvole termostatiche e pompa ad inverter

| CALCOLO RISPARMIO                          | U.M.                      | ANTE-INTERVENTO | POST-INTERVENTO | RIDUZIONE DAL BASELINE |
|--|---------------------------|-----------------|-----------------|------------------------|
| Rendimento di regolazione                  | -                         | 68              | 98              | -44%                   |
| $Q_{teorico}$                              | [kWh]                     | 255.702         | 135084,6        | 47,2%                  |
| $EE_{teorico}$                             | [kWh]                     | 45.469          | 43.926          | 3,4%                   |
| $Q_{baseline}$                             | [kWh]                     | 246.299         | 130117          | 47,2%                  |
| $EE_{baseline}$                            | [kWh]                     | 45.090          | 43560           | 3,4%                   |
| Emiss. CO2 Termico                         | [kgCO <sub>2</sub> ]      | 49.752          | 26.284          | 47,2%                  |
| Emiss. CO2 Elettrico                       | [kgCO <sub>2</sub> ]      | 21.057          | 20.342          | 3,4%                   |
| <b>Emiss. CO2 TOT</b>                      | <b>[kgCO<sub>2</sub>]</b> | <b>70.809</b>   | <b>46.626</b>   | <b>34,2%</b>           |
| Fornitura Termica, $C_Q$                   | [€]                       | 17997           | 9507            | 47,2%                  |
| Fornitura Elettrica, $C_{EE}$              | [€]                       | 11.768          | 11.369          | 3,4%                   |
| <b>Fornitura Energia, <math>C_E</math></b> | <b>[€]</b>                | <b>29.765</b>   | <b>20.876</b>   | <b>29,9%</b>           |
| $C_{MO}$                                   | [€]                       | 10.373          | 10.529          | -1,5%                  |
| $C_{MS}$                                   | [€]                       | 2.757           | 2.757           | 0,0%                   |
| O&M ( $C_{MO} + C_{MS}$ )                  | [€]                       | 13.131          | 13.286          | -1,2%                  |
| OPEX                                       | [€]                       | 42.896          | 34.163          | 20,4%                  |
| Classe energetica                          | [-]                       | D               | D               |                        |

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 per l'elettrico. I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,073 [€/kWh] per il vettore termico e 0,26 €/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



### 8.1.2 Impianto di generazione da fonti rinnovabili

#### EEM2: Installazione impianto fotovoltaico

##### Caratteristiche funzionali e tecniche

Il presente intervento di installazione di impianti ad energie rinnovabili propone l'installazione di un impianto fotovoltaico di potenza di picco pari a 18,8 kW<sub>p</sub> da installarsi sulla copertura piana dell'edificio oggetto di diagnosi.

Al fine di valutare l'efficiamento derivante dall'installazione di un impianto fotovoltaico sono stati presi in considerazione i seguenti fattori:

- Valutazione del profilo di utilizzo dell'edificio in base alla destinazione d'uso
- Valutazione del fabbisogno di energia elettrica
- Esposizione dell'edificio

La stima dell'energia elettrica prodotta è stata effettuata sulla base dei dati radiometrici relativi alla norma UNI 10349, utilizzando il metodo di calcolo relativo alla norma UNI 8477 e considerando le seguenti caratteristiche per il campo fotovoltaico:

- Potenza di picco singolo modulo: 235 W (STC)
- Dimensioni modulo: 1.46 m<sup>2</sup>
- Numero di moduli: 80
- Orientamento rispetto a Sud: 0° (SUD)
- Inclinazione rispetto all'orizzontale: 29°
- Albedo: 0,27
- Fattore di efficienza: 0,70
- Superficie totale: 117 m<sup>2</sup>

La radiazione globale annua sulla superficie orizzontale ricavata dalla UNI 10349 per Genova corrisponde a 1299,8 kWh/m<sup>2</sup>.

### Descrizione dei lavori

Si consiglia di fare eseguire l'intervento solo da personale specializzato; occorre verificare preventivamente gli spazi di installazione in copertura e determinare con un rilievo specifico le possibili cause di ombreggiamento. L'impianto deve essere installato secondo la normativa tecnica di riferimento, sia per quanto riguarda i collegamenti elettrici, che i materiali utilizzati e i dispositivi di sicurezza. Si consiglia inoltre, in fase di progetto, di eseguire una configurazione delle stringhe del campo fotovoltaico che sia la più adatta ed efficiente possibile, al fine di ridurre al minimo le possibili perdite per irraggiamento disomogeneo del campo.

### Prestazioni raggiungibili

I miglioramenti ottenibili tramite l'attuazione della EEM2 sono riportati nella Tabella 8.2 e nella **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata..**

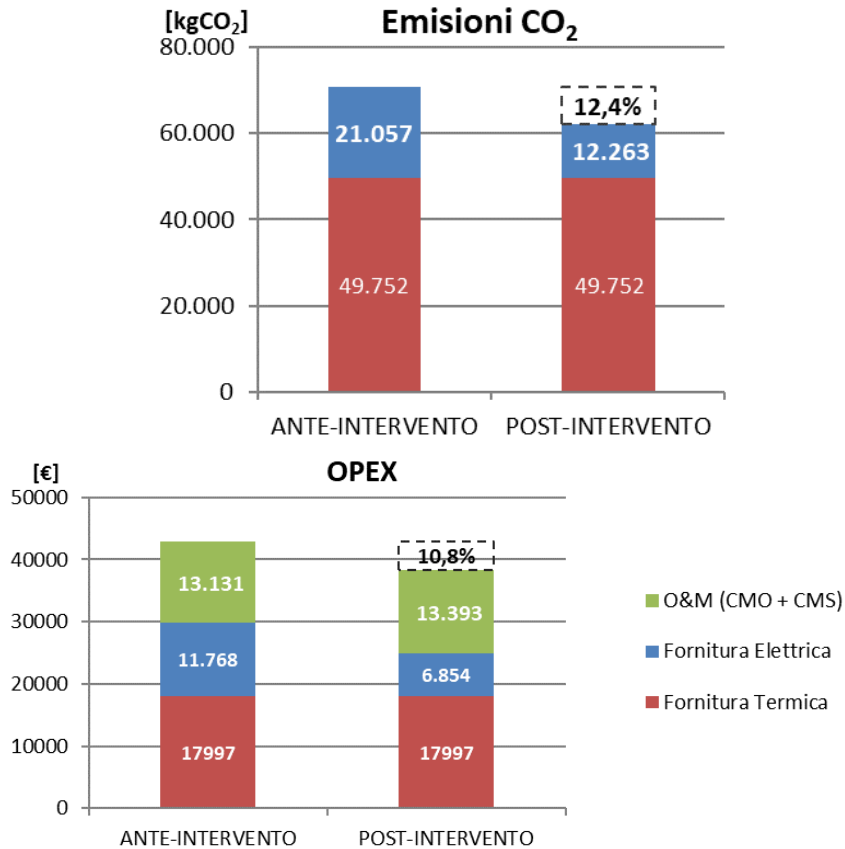
Tabella 8.2 – Risultati analisi EEM2 – Installazione impianto fotovoltaico

| CALCOLO RISPARMIO                        | U.M.                      | ANTE-INTERVENTO | POST-INTERVENTO | RIDUZIONE DAL BASELINE |
|--|---------------------------|-----------------|-----------------|------------------------|
| Energia elettrica prelevata dalla rete   | kWh                       | 45469           | 26480           | 42%                    |
| Q <sub>teorico</sub>                     | [kWh]                     | 255.702         | 255.702         | 0%                     |
| EE <sub>teorico</sub>                    | [kWh]                     | 45.469          | 26.480          | 41,8%                  |
| Q <sub>baseline</sub>                    | [kWh]                     | 246.299         | 246299          | 0%                     |
| EE <sub>Baseline</sub>                   | [kWh]                     | 45.090          | 26259           | 41,8%                  |
| Emiss. CO2 Termico                       | [kgCO <sub>2</sub> ]      | 49.752          | 49.752          | 0%                     |
| Emiss. CO2 Elettrico                     | [kgCO <sub>2</sub> ]      | 21.057          | 12.263          | 41,8%                  |
| <b>Emiss. CO2 TOT</b>                    | <b>[kgCO<sub>2</sub>]</b> | <b>70.809</b>   | <b>62.015</b>   | <b>12,4%</b>           |
| Fornitura Termica, C <sub>Q</sub>        | [€]                       | 17997           | 17997           | 0%                     |
| Fornitura Elettrica, C <sub>EE</sub>     | [€]                       | 11.768          | 6.854           | 41,8%                  |
| <b>Fornitura Energia, C<sub>E</sub></b>  | <b>[€]</b>                | <b>29.765</b>   | <b>24.850</b>   | <b>16,5%</b>           |
| C <sub>MO</sub>                          | [€]                       | 10.373          | 10.581          | -2,0%                  |
| C <sub>MS</sub>                          | [€]                       | 2.757           | 2.813           | -2,0%                  |
| O&M (C <sub>MO</sub> + C <sub>MS</sub> ) | [€]                       | 13.131          | 13.393          | -2,0%                  |
| OPEX                                     | [€]                       | 42.896          | 38.244          | 10,8%                  |
| Classe energetica                        | [-]                       | D               | D               |                        |

Nota (15) 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 per l'elettrico.

I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,073 [€/kWh] per il vettore termico e 0.26 €/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



### 8.1.3 Sostituzione dei corpi illuminanti con lampade LED

#### EEM3: Installazione di lampade LED

##### 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.

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.

Figura 8.5 – Particolare dei corpi illuminanti



L'intervento che si intende proporre è finalizzato alla riduzione del consumo elettrico dell'impianto, tramite il comando automatico dei corpi illuminanti in funzione della presenza di persone all'interno dei locali servizi igienici. L'accensione delle luci tramite gli interruttori a infrarossi è la soluzione più semplice ed economica per ottenere un risparmio energetico in ambienti medio piccoli. Si ipotizza di installare i rilevatori di movimento saranno in sostituzione dell'interruttore per l'accensione delle luci esistente o in apposito contenitore fissato alla parete o soffitto. L'accensione e lo spegnimento degli apparecchi d'illuminazione sono gestiti automaticamente dagli interruttori a infrarossi in funzione della presenza e del contributo di luce naturale.

Utilizzando gli interruttori a infrarossi è possibile ottenere un risparmio fino al 40% secondo EN15193. Nell'ambito del terziario vi sono diverse voci che contribuiscono al consumo di energia, ma l'illuminazione rappresenta quella di maggior rilievo. Una gestione intelligente dell'illuminazione permette quindi di ottenere risparmi significativi e contribuisce a ridurre le emissioni di CO<sup>2</sup> con un tangibile beneficio per l'ambiente. Si ipotizza l'installazione dei sensori di controllo automatico accensione spegnimento luci all'interno dei bagni.

### **Caratteristiche funzionali e tecniche**

Si consiglia di installare dei corpi illuminanti di diverse potenze. La scelta si giustifica considerando che le nuove lampade devono sostituire i vecchi corpi illuminanti, caratterizzati da potenze diverse a seconda degli ambienti.

### **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 **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** e nella **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**

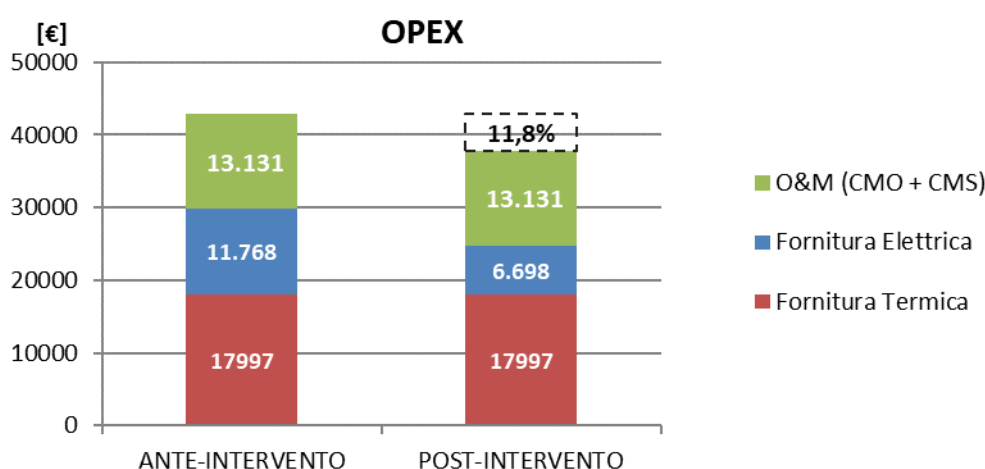
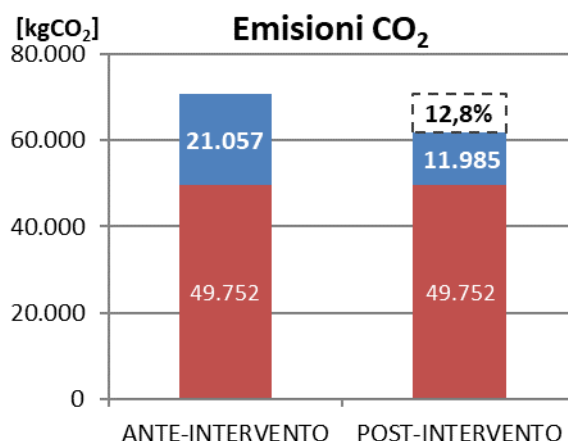
Tabella 8.3 – Risultati analisi EEM3 – Illuminazione con lampade LED

| CALCOLO RISPARMIO                        | U.M.                      | ANTE-INTERVENTO | POST-INTERVENTO | RIDUZIONE DAL BASELINE |
|--|---------------------------|-----------------|-----------------|------------------------|
| Potenza installata dei corpi illuminanti | W                         | 25,9            | 13,6            | 47%                    |
| $Q_{teorico}$                            | [kWh]                     | 255.702         | 255.702         | 0,0%                   |
| $EE_{teorico}$                           | [kWh]                     | 45.469          | 25.879          | 43,1%                  |
| $Q_{baseline}$                           | [kWh]                     | 246.299         | 246299          | 0,0%                   |
| $EE_{Baseline}$                          | [kWh]                     | 45.090          | 25663,28949     | 43,1%                  |
| Emiss. CO2 Termico                       | [kgCO <sub>2</sub> ]      | 49.752          | 49.752          | 0,0%                   |
| Emiss. CO2 Elettrico                     | [kgCO <sub>2</sub> ]      | 21.057          | 11.985          | 43,1%                  |
| <b>Emiss. CO2 TOT</b>                    | <b>[kgCO<sub>2</sub>]</b> | <b>70.809</b>   | <b>61.737</b>   | <b>12,8%</b>           |
| Fornitura Termica, C <sub>Q</sub>        | [€]                       | 17997           | 17997           | 0,0%                   |
| Fornitura Elettrica, C <sub>EE</sub>     | [€]                       | 11.768          | 6.698           | 43,1%                  |
| <b>Fornitura Energia, C<sub>E</sub></b>  | <b>[€]</b>                | <b>29.765</b>   | <b>24.695</b>   | <b>17,0%</b>           |
| C <sub>MO</sub>                          | [€]                       | 10.373          | 10.373          | 0,0%                   |
| C <sub>MS</sub>                          | [€]                       | 2.757           | 2.757           | 0,0%                   |
| O&M (C <sub>MO</sub> + C <sub>MS</sub> ) | [€]                       | 13.131          | 13.131          | 0,0%                   |
| OPEX                                     | [€]                       | 42.896          | 37.826          | 11,8%                  |
| Classe energetica                        | [-]                       | D               | E               |                        |

Nota (16) 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 per l'elettrico. I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,073 [€/kWh] per il vettore termico e 0.26 €/kWh per il vettore elettrico.

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





#### EEM4: Realizzazione di un cappotto esterno

##### Generalità

La misura prevede la coibentazione dell'estradosso delle murature verticali disperdenti verso l'esterno al fine di ridurre le dispersioni termiche attraverso il componente opaco ed aumentare il comfort termico all'interno dei locali.

Nell'edificio in esame, la struttura edilizia principale è costituita da muratura a cassa vuota, con intercapedine d'aria, di spessore variabile tra i 25 e 45 cm.

Questo intervento comporta una notevole diminuzione dei consumi energetici a carico dell'impianto di riscaldamento invernale e conseguentemente una riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> in ambiente.

##### Caratteristiche funzionali e tecniche

Dal punto di vista tecnologico, l'intervento prevede, l'installazione di un cappotto esterno rispetto alle pareti verticali dell'edificio con l'applicazione di uno strato isolante in lana di roccia.

In questa fase abbiamo considerato, nella riproduzione su modello termico dell'intervento, il sistema isolante che consenta il raggiungimento delle trasmittanze limite per l'accesso al Conto Termico (per la zona termica D – 0,26 W/mqK).

##### Descrizione dei lavori

Si consiglia di fare eseguire l'intervento solo da personale specializzato e ditte certificate e che forniscono garanzia di risultato.

E' indispensabile per tutti gli interventi dall'interno porre particolare attenzione alle verifiche termometriche e soprattutto alla condensa interstiziale.

La parete perimetrale infatti rimane fredda e quindi il rischio di condense negli strati freddi potrebbe aumentare, è indispensabile quindi verificare le condizioni termometriche e il flusso di vapore che attraversa la parete se è smaltito. Si consiglia comunque una barriera al vapore verso l'interno sulla faccia calda dell'isolante o sulle lastre di rivestimento.

E' fondamentale la corretta stuccatura dei giunti sulle lastre esterne per evitare possibili crepe o segnature nei punti di giunzione dei pannelli.

Successivamente all'installazione non sono richiesti particolari interventi di manutenzione.

### Prestazioni raggiungibili

I miglioramenti ottenibili tramite l'attuazione della EEM4 sono riportati nella Tabella 8.4 e nella **Errore**. L'origine riferimento non è stata trovata.

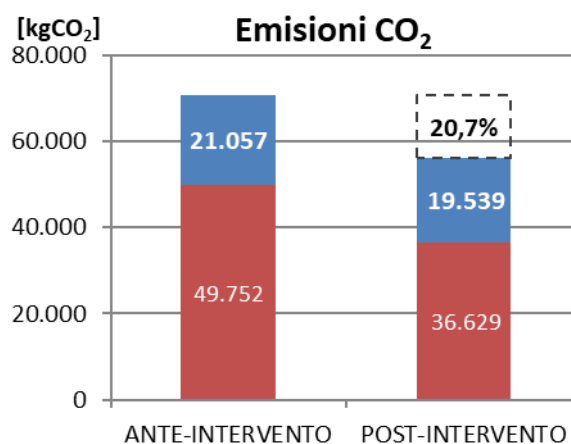
Tabella 8.4 – Risultati analisi EEM4 – Realizzazione cappotto esterno

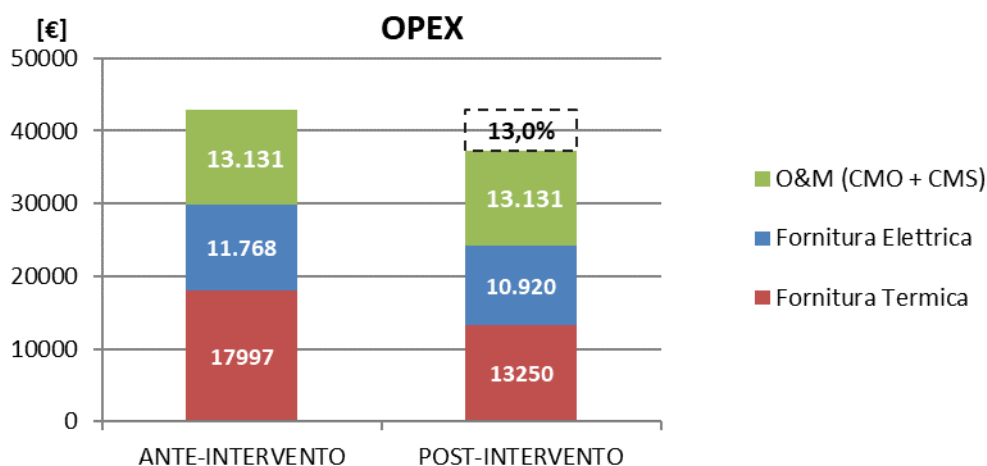
| CALCOLO RISPARMIO                        | U.M.                      | ANTE-INTERVENTO | POST-INTERVENTO | RIDUZIONE DAL BASELINE |
|--|---------------------------|-----------------|-----------------|------------------------|
| Dispersioni per trasmissione             | [kW]                      | 135,8           | 72,7            | 46%                    |
| $Q_{teorico}$                            | [kWh]                     | 255.702         | 188.254         | 26,4%                  |
| $EE_{teorico}$                           | [kWh]                     | 45.469          | 42.190          | 7,2%                   |
| $Q_{baseline}$                           | [kWh]                     | 246.299         | 181331          | 26,4%                  |
| $EE_{baseline}$                          | [kWh]                     | 45.090          | 41838           | 7,2%                   |
| Emiss. CO2 Termico                       | [kgCO <sub>2</sub> ]      | 49.752          | 36.629          | 26,4%                  |
| Emiss. CO2 Elettrico                     | [kgCO <sub>2</sub> ]      | 21.057          | 19.539          | 7,2%                   |
| <b>Emiss. CO2 TOT</b>                    | <b>[kgCO<sub>2</sub>]</b> | <b>70.809</b>   | <b>56.167</b>   | <b>20,7%</b>           |
| Fornitura Termica, C <sub>Q</sub>        | [€]                       | 17997           | 13250           | 26,4%                  |
| Fornitura Elettrica, C <sub>EE</sub>     | [€]                       | 11.768          | 10.920          | 7,2%                   |
| <b>Fornitura Energia, C<sub>E</sub></b>  | <b>[€]</b>                | <b>29.765</b>   | <b>24.169</b>   | <b>18,8%</b>           |
| C <sub>MO</sub>                          | [€]                       | 10.373          | 10.373          | 0,0%                   |
| C <sub>MS</sub>                          | [€]                       | 2.757           | 2.757           | 0,0%                   |
| O&M (C <sub>MO</sub> + C <sub>MS</sub> ) | [€]                       | 13.131          | 13.131          | 0,0%                   |
| OPEX                                     | [€]                       | 42.896          | 37.300          | 13,0%                  |
| Classe energetica                        | [-]                       | D               | D               |                        |

Nota (17) 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 per l'elettrico.

I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,073 [€/kWh] per il vettore termico e 0,26 €/kWh per il vettore elettrico.

Figura 8.7 – EEM4: 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 e pompa ad inverter**

Nella Tabella 9.1 è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 1, che consiste nella termoregolazione dei singoli ambienti con valvole termostatiche e nell'installazione di due pompe a giri variabili sui circuiti di riscaldamento. Per il calcolo dell'incentivo si fa riferimento alla legislazione in materia di Conto Termico 2.0. Si utilizzano le regole applicative per il calcolo della somma corrisposta come incentivo. Nel caso di installazione delle valvole termostatiche la percentuale della spesa incentivata è del 40% rispetto alle spese sostenibili per la realizzazione dell'intervento. È comunque previsto, sempre, un tetto massimo di spesa incentivabile, assoluto, o in funzione della superficie interessata dall'intervento.

Tabella 9.1 – Analisi dei costi della EEM1 – Installazione valvole termostatiche e pompa ad inverter

| DESCRIZIONE  | FONTE PREZZO UTILIZZATO   | QUANTITÀ | U.M. | PREZZO UNITARIO | TOTALE (IVA ESCLUSA) | IVA       | TOTALE (IVA INCLUSA) |
|--|---------------------------|----------|------|-----------------|----------------------|-----------|----------------------|
|  |                           |          |      | [€/n° o €/m²]   | [€]                  | [€]       | [€]                  |
| PR.C17. A15.010 Valvole micrometriche a squadra complete di testa termostatica con elemento sensibile a gas: Ø 15 mm   | Prezzario Regione Liguria | 168      | cad  | € 32,2          | € 5.409,6            | € 1.190,1 | € 6.599,7            |
| PR.C47. H10.135 Circolatori per impianti di riscaldamento e condizionamento a velocità variabile, regolate elettronicamente, classe di protezione IP44, classe energetica A, 230V, del tipo: versione gemellare con attacchi flangiati, Ø 50, PN6-10, prevalenza da 1 a 11 m, portata da 1 a 26 m³/h | Prezzario Regione Liguria | 2        | cad  | € 2.727,2       | € 5.454,5            | € 1.199,9 | € 6.654,4            |
| 40.E10. A10.020 Sola posa in opera di pompe e/o circolatori singoli o gemellari per fluidi caldi o freddi, compreso bulloni, guarnizioni e il collegamento alla linea elettrica, escluse le flange. Per attacchi del diametro nominale di: maggiore di 40 mm fino a 65 mm                            | Prezzario Regione Liguria | 2        | cad  | € 45,5          | € 91                 | € 20,0    | € 111                |

## E1632 – Scuole Monticelli e Duca Abruzzi

|                               |  |   |           |     |         |                 |               |                 |
|-------------------------------|--|---|-----------|-----|---------|-----------------|---------------|-----------------|
| PR.E40.<br>B05.210            | Interruttore automatico magnetotermico con potere di interruzione 4,5KA bipolare fino a 32 A - 230 V | Prezzario Regione Liguria                 | 1         | cad | € 20,6  | € 20,6          | € 4,5         | € 25,2          |
| PR.C74.<br>C10.010            | Interruttore orario digitale modulare per la programmazione settimanale a due canali                 | Prezzario Regione Liguria                 | 1         | cad | € 133,4 | € 133,4         | € 29,4        | € 162,8         |
| RU.M01.<br>E01.020            | Impianti Elettrici Idraulici Riscaldamento cat. ex operaio specializzato                             | Installatore 4° Prezzario Regione Liguria | 70        |     | € 28,   | € 2.028,7       | € 446,32      | € 2.475,1       |
|                               | Costi per la sicurezza   |   | -         | 3%  |         | € 394,1         | € 86,7        | € 480,8         |
|                               | Costi progettazione (in % su importo lavori)   |   | -         | 7%  |         | € 919,7         | € 202,3       | € 1.122         |
| <b>TOTALE (I<sub>0</sub>)</b> |  |   |           |     |         | <b>€ 14.452</b> | <b>39742%</b> | <b>€ 17.631</b> |
| <b>Incentivi</b>              | Conto termico  |   | € 7.052,4 |     |         |                 |               |                 |
| <b>Durata incentivi</b>       |  |   |           |     |         |                 | 5             |                 |
| <b>Incentivo annuo</b>        |  |   |           |     |         |                 | € 1.410,5     |                 |

**EEM2: Installazione impianto fotovoltaico**

Nella Tabella 9.2 è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 2, che consiste nell'installazione di un impianto fotovoltaico sulla copertura di uno dei due edifici oggetto della DE.

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

Tabella 9.2 – Analisi dei costi della EEM1 – Illuminazione con lampade LED

| DESCRIZIONE                          | FORTE<br>PREZZO<br>UTILIZZATO   | QUANTITÀ | U.M. | PREZZO<br>UNITARIO<br>SCONTATO<br>[€/n° o<br>€/m <sup>2</sup> ] | TOTALE<br>(IVA<br>ESCLUSA)<br>[€] | IVA<br>[€]     | TOTALE<br>(IVA<br>INCLUSA)<br>[€] |
|--------------------------------------|---|----------|------|---|-----------------------------------|----------------|-----------------------------------|
| 1E.17.010.0010                       | "Fornitura e posa di impianto fotovoltaico costituito da:<br>1. Modulo fotovoltaico a struttura rigida in silicio monocristallino/policristallino compreso: sostegno e struttura per qualsiasi tipo di tetto in materiale anticorrosivo inossidabile; cablaggi, condutture, connettori e scatole IP 65, diodi di bypass, involucro in classe II con struttura sandwich e telaio anodizzato).<br>2. Inverter bidirezionale, filtri e controllore di isolamento.<br>3. Quadro di parallelo inverter.<br>4. Oneri relativi a tutte le pratiche documentali e fiscali necessarie.<br>5. Dichiarazioni di conformità, garanzie, manuale.<br>Sono comprese nel prezzo le assistenze murarie<br>Con potenza complessiva per singolo impianto:" | 18.8     | kW   | € 2.466,8   | € 46.376                          | € 10.202       | € 56.578,5                        |
|                                      | Costi per la sicurezza  | -        | 3%   | %   | € 1.391,3                         | 22%            | € 1.697,4                         |
|                                      | Costi progettazione (in % su importo lavori)  | -        | 7%   | %   | € 3.246,3                         | 22%            | € 3.960,5                         |
| <b>TOTALE (I<sub>0</sub> – EEM2)</b> |   |          |      |   | <b>€ 51.013</b>                   | <b>340104%</b> | <b>€ 62.236</b>                   |
| <b>Incentivi</b>                     | Conto termico   |          | -    |   |                                   |                |                                   |

|                  |   |
|------------------|---|
| Durata incentivi | - |
| Incentivo annuo  | - |

Nota (18): Nel caso dell'impianto fotovoltaico non è possibile accedere al conto termico, in quanto non è previsto un incentivo per questa tipologia di intervento. Tuttavia è possibile considerare il meccanismo dello scambio sul posto. In sede di DE si è considerato il contributo derivante dallo scambio sul posto, come un ulteriore risparmio sulla spesa per il combustibile del caso post-operam. Il contributo economico infatti viene erogato annualmente per tutta la vita utile dell'impianto fotovoltaico.

### **EEM3: Sostituzione dei corpi illuminanti con lampade LED**

Nella Tabella 9.3 è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 3, che consiste nell'installazione di lampade LED per l'illuminazione interna dei locali oggetto della DE.

Tabella 9.3 – Analisi dei costi della EEM3 – illuminazione con lampade LED.

| DESCRIZIONE   | FORTE PREZZO UTILIZZATO | QUANTITÀ | U.M. | PREZZO UNITARIO SCONTATO<br>[€/n° o €/m <sup>2</sup> ] | TOTALE (IVA ESCLUSA)<br>[€] | IVA<br>[%]       | TOTALE (IVA INCLUSA)<br>[€] |
|---|-------------------------|----------|------|--|-----------------------------|------------------|-----------------------------|
| 1E.06.060.02<br>10.a<br>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 - Lunghezza 600 mm - flusso luminoso 825 lm potenza 10 w   | Prezzario Milano        | 1136     | cad  | € 21,46  | € 24.382,7                  | € 5.364,2        | € 29.747                    |
| 1E.06.060.02<br>10.c<br>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 - Lunghezza 1200 mm - flusso luminoso 1600 lm potenza 16 w | Prezzario Milano        | 67       | cad  | € 31,54  | € 2.112,9                   | € 464,8          | € 2.577,8                   |
| 1E.06.060.02<br>10.d<br>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 - flusso luminoso 2065 lm potenza 24 w                     | Prezzario Milano        | 50       | cad  | € 41,21  | € 2.060,5                   | € 453,3          | € 2.513,8                   |
| Costi per la sicurezza  | -                       | 3%       | %    |  | € 856,7                     | € 188,5          | € 1.045,2                   |
| Costi progettazione (in % su importo lavori)  | -                       | 7%       | %    |  | € 1.998,9                   | € 439,8          | € 2.438,7                   |
| <b>TOTALE (I<sub>0</sub>)</b>   |                         |          |      |  | <b>€ 31.411,7</b>           | <b>€ 1.382,1</b> | <b>€ 38.322,3</b>           |
| <b>Incentivo</b>  |                         |          |      |  |                             |                  | <b>€ 15.328,9</b>           |
| <b>Anni</b>   |                         |          |      |  |                             |                  | <b>5</b>                    |
| <b>Incentivo annuo</b>  |                         |          |      |  |                             |                  | <b>€ 3.065,8</b>            |

### **EEM4: Cappotto esterno**

Nella Tabella 9.4 è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 4, che consiste nella realizzazione di un cappotto isolante esterno, in modo da abbattere i valori di trasmittanza delle pareti disperdenti. La realizzazione di tale intervento consentirebbe l'ottenimento degli incentivi previsti dal conto termico 2.0, i quali possono essere quantificati come di seguito descritto.

Tabella 9.4 – Analisi dei costi della EEM4 – Realizzazione cappotto esterno

| DESCRIZIONE                   | FONTE<br>PREZZO<br>UTILIZZAT<br>O   | QUAN<br>TITÀ               | U.M.  | PREZZO<br>UNITARIO<br>SCONTAT<br>O | TOTALE<br>(IVA<br>ESCLUSA) | IVA              | TOTALE<br>(IVA INCLUSA) |                  |
|-------------------------------|---|----------------------------|-------|------------------------------------|----------------------------|------------------|-------------------------|------------------|
|                               |   |                            |       | [€/n° o<br>€/m <sup>2</sup> ]      | [€]                        | [€]              | [€]                     |                  |
| 95.B10.S1<br>0.010            | Ponteggiature "di facciata", in elementi metallici prefabbricati e/o "giunto-tubo", compreso il montaggio e lo smontaggio finale, i piani di lavoro, idonea segnaletica, impianto di messa a terra, compresi gli eventuali oneri di progettazione, escluso: mantovane, illuminazione notturna e reti di protezione - Montaggio, smontaggio e noleggio per il primo mese di utilizzo.  | Prezzario Regione Liguria  | 3050  | m2                                 | € 12,98                    | € 39.594,        | € 8.710,8               | € 48.305,35      |
| 25.A05.E2<br>0.010            | Picchettatura di intonaco per favorire l'aggrappaggio a lavorazioni successive, interno o esterno   | Prezzario Regione Liguria  | 2880  | m2                                 | € 5,15                     | € 14.818,9       | € 3.260,2               | € 18.079,07      |
| PR.A17.D0<br>1.010            | Isolanti di origine minerale. Pannelli in silicato di calcio, per l'isolamento termoacustico a cappotto di facciate e soffitti; permeabili al vapore, antincendio, traspirabili, incombustibili (classe 0). Lambda = 0,034 W/mK spessore da 6 a 20 cm per ogni cm   | Prezzario Regione Liguria  | 25920 | m2cm                               | € 3,17                     | € 82.237         | € 18.092,2              | € 100.329,25     |
| 03.A07.A0<br>1.005            | Realizzazione di isolamento termico a cappotto con lastre di qualsiasi dimensione e spessore, compreso il carico, lo scarico, il trasporto e deposito a qualsiasi piano del fabbricato. Sono compresi inoltre gli oneri relativi a: incollaggio e/o tassellatura e sagomatura dei pannelli, rasatura, stesura di fissativo, applicazione del rasante a base di calce idraulica naturale steso con spatola d'acciaio, compresa la posa di rete d'armatura e di ogni altro onere necessario per dare l'opera finita a perfetta regola d'arte (esclusa la fornitura dell'isolante) | Prezzario Regione Piemonte | 2880  | m2                                 | € 12,95                    | € 37.309         | € 8.208,0               | € 45.517,09      |
| 25.A90.A2<br>0.010            | Tinteggiatura di superfici murarie esterne con idropittura acrilica (prime due mani).   | Prezzario Regione Liguria  | 2880  | m2                                 | € 6,63                     | € 19.086,55      | € 4.199,0               | € 23.285,59      |
|                               | Costi per la sicurezza  | -                          |       | 3%                                 |                            | € 5.791,39       | € 1.274,1               | € 7.065,49       |
|                               | Costi progettazione (in % su importo lavori)  | -                          |       | 7%                                 |                            | € 13.513,23      | € 2.972,9               | € 16.486,14      |
| <b>TOTALE (I<sub>0</sub>)</b> |   |                            |       |                                    |                            | <b>€ 212.351</b> | <b>€ 46.717,2</b>       | <b>€ 259.068</b> |
| <b>Incentivi</b>              | Conto termico   |                            |       |                                    |                            |                  |                         | € 103.627,19     |
| <b>Durata incentivi</b>       |   |                            |       |                                    |                            |                  |                         | 5                |
| <b>Incentivo annuo</b>        |   |                            |       |                                    |                            |                  |                         | € 20.725,44      |

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

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

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

Gli indicatori economici d'investimento utilizzati sono:

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

Essi sono così definiti:

1) Tempo di ritorno semplice (TRS):

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

Dove:

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

2) Tempo di ritorno attualizzato (TRA):

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

Dove:

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

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

Dove:

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

3) Valore Attuale Netto (VAN) del progetto:

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

Dove:

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

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

5) Indice di Profitto (IP):

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

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

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

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

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

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

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

### **EEM1: Installazione valvole termostatiche e pompa ad inverter**

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

Tabella 9.5 – Risultati dell'analisi di convenienza della EEM1– Installazione valvole termostatiche e pompa ad inverter

| PARAMETRO FINANZIARIO          |           | U.M.                   | VALORE               |
|--------------------------------|-----------|------------------------|----------------------|
| Investimento Iniziale          | $I_0$     | €                      | 17.631               |
| 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                 | 1.410                |
| Durata incentivo               | $n_B$     | anni                   | 5                    |
| Tasso di attualizzazione       | $i$       | [%]                    | 3,5%                 |
| INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO |           | VALORE SENZA INCENTIVI | VALORE CON INCENTIVI |
| Tempo di rientro semplice      | TRS       | 2,2                    | 1,8                  |
| Tempo di rientro attualizzato  | TRA       | 2,3                    | 1,9                  |
| Valore attuale netto           | VAN       | 66.987                 | 73.266               |
| Tasso interno di rendimento    | TIR       | 44,4%                  | 51,4%                |
| Indice di profitto             | IP        | 3,80                   | 4,16                 |



I flussi di cassa rappresentativi dell'analisi sono riportati nelle **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** e **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**

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

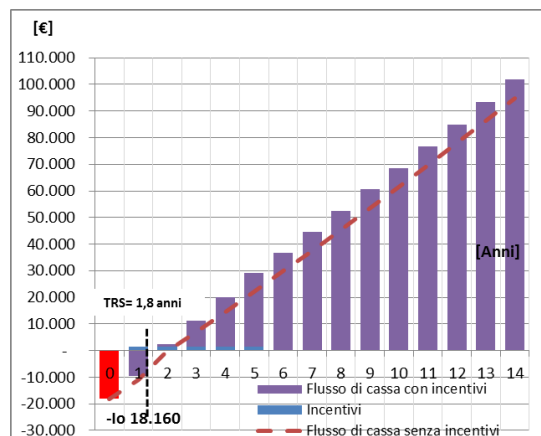
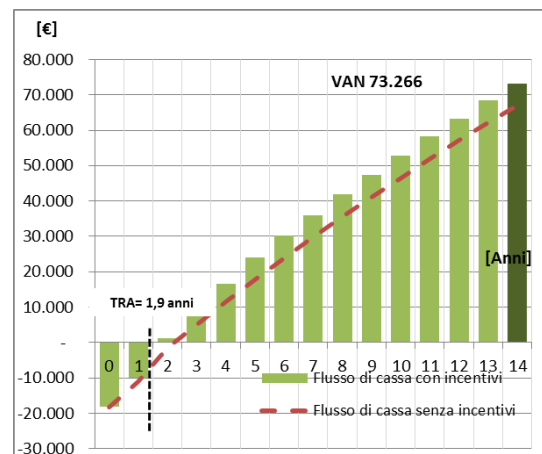


Figura 9.2– EEM1: Flussi di Cassa Attualizzati, con e senza incentivi



## EEM2: Installazione impianto fotovoltaico

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

Tabella 9.6 – Risultati dell'analisi di convenienza della EEM2- Installazione impianto fotovoltaico

| PARAMETRO FINANZIARIO          |           | U.M.                   | VALORE               |
|--------------------------------|-----------|------------------------|----------------------|
| Investimento Iniziale          | $I_0$     | €                      | 62.236               |
| Oneri Finanziari % $I_0$       | OF        | [%]                    | 3,0%                 |
| Aliquota IVA                   | %IVA      | [%]                    | 22,0%                |
| Anno recupero erariale IVA     | $n_{IVA}$ | anni                   | 3                    |
| Vita utile                     | n         | anni                   | 20                   |
| Incentivo annuo                | B         | €/anno                 | 491                  |
| Durata incentivo               | $n_B$     | anni                   | 20                   |
| Tasso di attualizzazione       | i         | [%]                    | 3,5%                 |
| INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO |           | VALORE SENZA INCENTIVI | VALORE CON INCENTIVI |
| Tempo di rientro semplice      | TRS       | 12,8                   | 11,5                 |
| Tempo di rientro attualizzato  | TRA       | 18,4                   | 15,8                 |
| Valore attuale netto           | VAN       | 2.171                  | 8.620                |
| Tasso interno di rendimento    | TIR       | 4,4%                   | 5,7%                 |
| Indice di profitto             | IP        | 0,03                   | 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

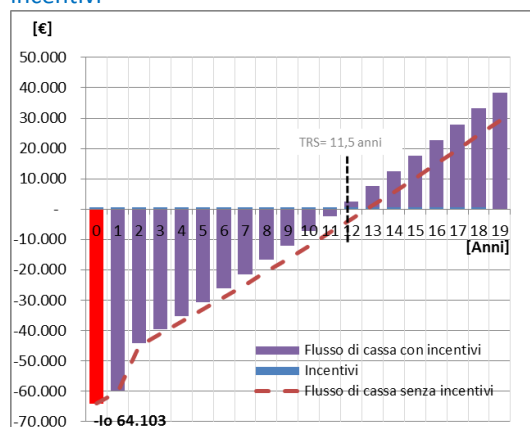
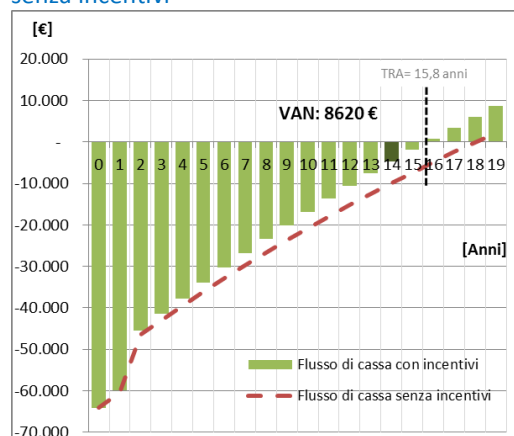


Figura 9.4 – EEM2: Flussi di Cassa Attualizzati, con e senza incentivi

**EEM3: Illuminazione con lampade LED**

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

Tabella 9.7 – Risultati dell'analisi di convenienza della EEM3– Illuminazione con lampade LED

|                               | PARAMETRO FINANZIARIO          | U.M.                   | VALORE               |
|-------------------------------|--------------------------------|------------------------|----------------------|
| Investimento Iniziale         | $I_0$                          | €                      | 38.322               |
| 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                 | 3.066                |
| Durata incentivo              | $n_B$                          | anni                   | 5                    |
| Tasso di attualizzazione      | i                              | [%]                    | 3,5%                 |
|                               | INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO | VALORE SENZA INCENTIVI | VALORE CON INCENTIVI |
| Tempo di rientro semplice     | TRS                            | 7,5                    | 4,5                  |
| Tempo di rientro attualizzato | TRA                            | 9,3                    | 5,5                  |
| Valore attuale netto          | VAN                            | 14.631                 | 28.279               |
| Tasso interno di rendimento   | TIR                            | 9,6%                   | 15,9%                |
| Indice di profitto            | IP                             | 0,38                   | 0,74                 |

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

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

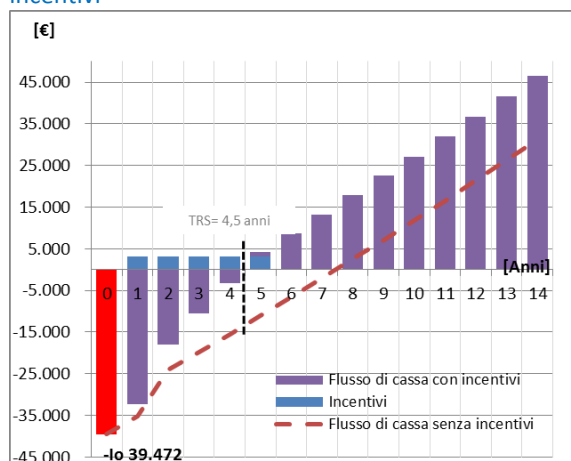
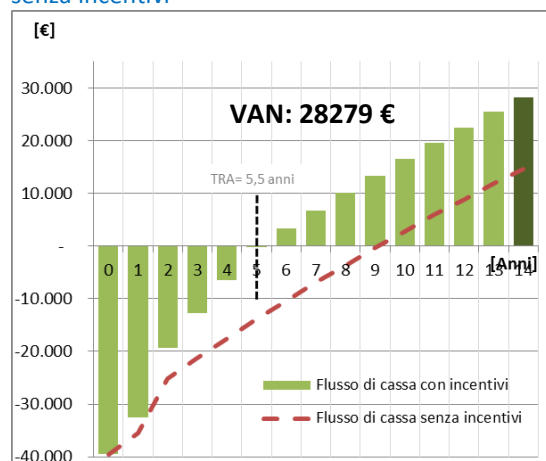


Figura 9.6 – EEM3: Flussi di Cassa Attualizzati, con e senza incentivi

**EEM4: Cappotto esterno**

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

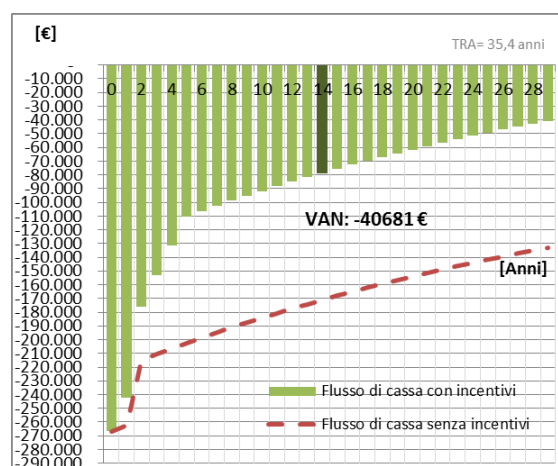
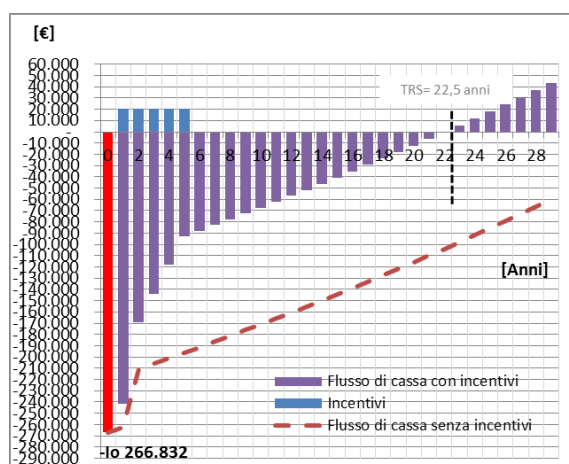
Tabella 9.8 – Risultati dell'analisi di convenienza della EEM4– Cappotto esterno

| PARAMETRO FINANZIARIO           |           | U.M.                   | VALORE               |
|---------------------------------|-----------|------------------------|----------------------|
| Investimento Iniziale           | $I_0$     | €                      | 259.060              |
| Oneri Finanziari % <sub>0</sub> | OF        | [%]                    | 3,0%                 |
| Aliquota IVA                    | %IVA      | [%]                    | 22,0%                |
| Anno recupero erariale IVA      | $n_{IVA}$ | anni                   | 3                    |
| Vita utile                      | n         | anni                   | 30                   |
| Incentivo annuo                 | B         | €/anno                 | 20.726               |
| Durata incentivo                | $n_B$     | anni                   | 5                    |
| Tasso di attualizzazione        | i         | [%]                    | 3,5%                 |
| INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO  |           | VALORE SENZA INCENTIVI | VALORE CON INCENTIVI |
| Tempo di rientro semplice       | TRS       | 38,7                   | 22,5                 |
| Tempo di rientro attualizzato   | TRA       | 59,8                   | 35,4                 |
| Valore attuale netto            | VAN       | - 132.949              | - 40.681             |
| Tasso interno di rendimento     | TIR       | -1,9%                  | 1,7%                 |
| Indice di profitto              | IP        | -0,51                  | -0,16                |

I flussi di cassa rappresentativi dell'analisi sono riportati nelle Figura 9.7 –EEM4: Flussi di Cassa, con e senza incentivi e Figura 9.8.

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

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



## Sintesi

La sintesi della valutazione economico – finanziaria delle EEM proposte è riportata nelle Tabella 9.9 e Tabella 9.10. Si ricorda che la EEM1 consiste nell’installazione di un sistema di termoregolazione con valvole termostatiche e pompe ad inverter. La EEM2 riguarda la possibilità di installare un impianto fotovoltaico sulla copertura dell’edificio e la EEM3 consiste nella sostituzione delle illuminazioni con moderne lampade LED più performanti e con bassi consumi. Infine la EEM4 valuta la realizzazione di un cappotto isolante esterno alle pareti verticali dell’edificio oggetto della DE.

Tabella 9.9 – Sintesi dei risultati della valutazione economico-finanziaria, caso senza incentivi

|       | SENZA INCENTIVI |                   |               |                |                |        |        |        |        |         |      |       |
|-------|-----------------|-------------------|---------------|----------------|----------------|--------|--------|--------|--------|---------|------|-------|
|       | % $\Delta_E$    | % $\Delta_{CO_2}$ | $\Delta_{CE}$ | $\Delta_{CMO}$ | $\Delta_{CMS}$ | $I_0$  | TRS    | TRA    | n      | VAN     | TIR  | IP    |
|       | [%]             | [%]               | [€/anno]      | [€/anno]       | [€/anno]       | [€]    | [anni] | [anni] | [anni] | [€]     | [%]  | [-]   |
| EEM 1 | 40,4%           | 34.1%             | 29.9%         | -1.5%          | 0%             | 17631  | 2.2    | 2.3    | 15     | 66987   | 44.4 | 3.8   |
| EEM 2 | 6,5%            | 12.4%             | 16.5%         | 2%             | 2%             | 62236  | 12.8   | 18.4   | 20     | 2171    | 4.4  | 0.03  |
| EEM 3 | 6.7%            | 12.8%             | 17%           | 0%             | 0%             | 38322  | 7.5    | 9.3    | 15     | 14631   | 9.6  | 0.38  |
| EEM 4 | 23.4%           | 20.7%             | 18.8%         | 0%             | 0%             | 259068 | 38.7   | 59.8   | 30     | -132949 | -1.9 | -0.51 |

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;

Dall’analisi dei risultati emerge che gli interventi che, in assenza di incentivo, risultano essere più efficaci e convenienti sono la EEM1 e la EEM3 poiché garantiscono un tempo di ritorno semplice più breve delle altre.

Tabella 9.10 – Sintesi dei risultati della valutazione economico-finanziaria, caso con incentivi

|  | CON INCENTIVI |                   |               |                |                |       |     |     |   |     |     |    |
|--|---------------|-------------------|---------------|----------------|----------------|-------|-----|-----|---|-----|-----|----|
|  | % $\Delta_E$  | % $\Delta_{CO_2}$ | $\Delta_{CE}$ | $\Delta_{CMO}$ | $\Delta_{CMS}$ | $I_0$ | TRS | TRA | n | VAN | TIR | IP |

|       | [%]   | [%]   | [€/anno ] | [€/anno ] | [€/anno ] | [€]        | [anni] | [anni] | [anni] | [€]    | [%]  | [-]   |
|-------|-------|-------|-----------|-----------|-----------|------------|--------|--------|--------|--------|------|-------|
| EEM 1 | 40,4% | 34.1% | 29.9%     | -1.5%     | 0%        | 17631      | 1.8    | 1.9    | 15     | 73266  | 51.4 | 4.16  |
| EEM 2 | 6,5%  | 12.4% | 16.5%     | 2%        | 2%        | 62236      | 11.5   | 15.8   | 20     | 8620   | 5.7  | 0.14  |
| EEM 3 | 6.7%  | 12.8% | 17%       | 0%        | 0%        | 38322      | 4.5    | 5.5    | 15     | 28279  | 15.9 | 0.74  |
| EEM4  | 23.4% | 20.7% | 18.8%     | 0%        | 0%        | 25906<br>8 | 22.5   | 35.4   | 30     | -40681 | 1.7  | -0.16 |

Dall'analisi dei risultati emerge che l'intervento EEM4 ha un tempo di ritorno estremamente più lungo rispetto agli altri. Tuttavia, come sarà più chiaro, esso può giocare un ruolo importante all'interno dello scenario più lungo, poiché garantisce un grande abbattimento dei consumi di gas metano per il riscaldamento.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Dove:

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

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

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

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

Essi sono così definiti:

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

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

Dove:

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

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

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

Dove:

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

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

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

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

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

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

- **Scenario 1: [EEM1+EEM3]:** Tale scenario consiste nella sostituzione dei corpi illuminanti con moderne lampade a LED, unita all'installazione di un sistema di termoregolazione agente sui radiatori e sul circuito di riscaldamento.
- **Scenario 2: [EEM1+EEM2+EEM3+EEM4]:** Lo scenario analizzato unisce tutti gli interventi proposti. In particolare offrendo un nuovo sistema di termoregolazione per il circuito di riscaldamento, una riduzione consistente della potenza dei corpi illuminanti, l'abbattimento delle dispersioni di involucro grazie ad un cappotto isolante esterno e la produzione di energia elettrica in situ attraverso un impianto fotovoltaico installato sulla copertura dell'edificio.

### 9.3.1 Scenario 1: [EEM1+EEM3]

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

- EEM1: Installazione valvole termostatiche e pompa ad inverter
- EEM3: Sostituzione dei corpi illuminanti

Per il calcolo dell'incentivo si fa riferimento alla legislazione in materia di Conto Termico 2.0.

Tabella 9.11 – Combinazione di EEM proposta per lo scenario 1

| VOCE INVESTIMENTO                             | TOTALE<br>(IVA ESCLUSA)          | IVA AL 22%                       | TOTALE<br>(IVA INCLUSA)         |
|---|----------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|
|   | [€]                              | [€]                              | [€]                             |
| EEM1 - Valvole termostatiche e pompa inverter | € 13.138                         | € 2.890                          | € 16.028                        |
| EEM3 – Illuminazione con lampade LED          | € 28.556                         | € 6.282                          | € 34.838                        |
| Costi per la sicurezza                        | € 1.251                          | € 275                            | € 1.526                         |
| Costi per la progettazione                    | € 2.919                          | € 642                            | € 3.561                         |
| <b>TOTALE (I<sub>0</sub>)</b>                 | <b>€ 45.863</b>                  | <b>€ 10.090</b>                  | <b>€ 55.953</b>                 |
| VOCE MANUTENZIONE                             | C <sub>MO</sub><br>(IVA INCLUSA) | C <sub>MS</sub><br>(IVA INCLUSA) | C <sub>M</sub><br>(IVA INCLUSA) |
|   | [€]                              | [€]                              | [€]                             |
| EEM1 O&M                                      | € 156                            | € 0                              | € 156                           |
| EEM3 O&M                                      | € 208                            | € 56                             | € 264                           |
| <b>TOTALE (C<sub>M</sub>)</b>                 | <b>€ 364</b>                     | <b>€ 56</b>                      | <b>€ 420</b>                    |
| VOCE INCENTIVO                                | DESCRIZIONE                      | TOTALE<br>(IVA INCLUSA)          |                                 |
|   |                                  | [€]                              |                                 |
| <b>Incentivi</b>                              | [Conto termico]                  | € 22.381                         |                                 |
| <b>Durata incentivi</b>                       |                                  | 5                                |                                 |
| <b>Incentivo annuo</b>                        |                                  | € 4.476                          |                                 |

A seguito della modellazione dei due scenari ottimali si fa notare che il diagramma di Sankey non viene di seguito rappresentato, poiché non sono presenti consumi del vettore metano nel caso post intervento.

Figura 9.9 – SCN1: Diagramma di Sankey relativo al fabbisogno termico post intervento

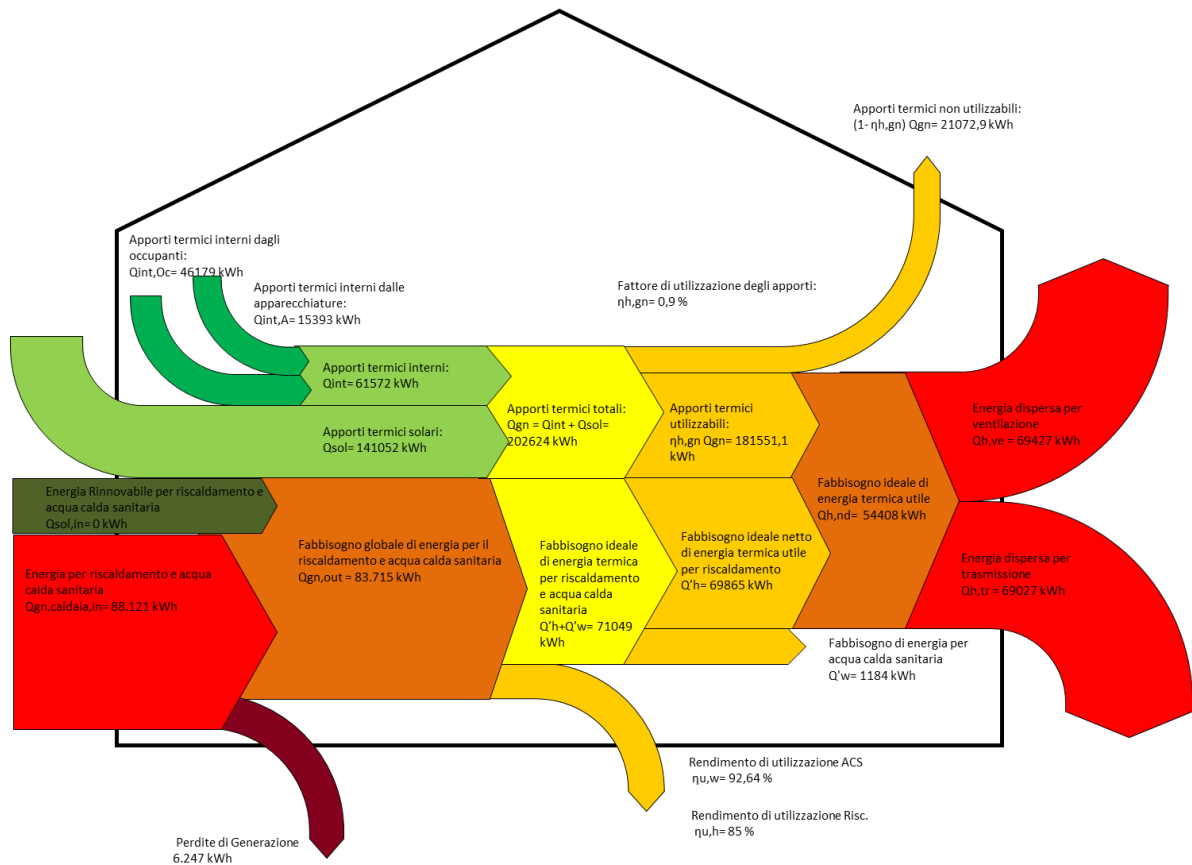
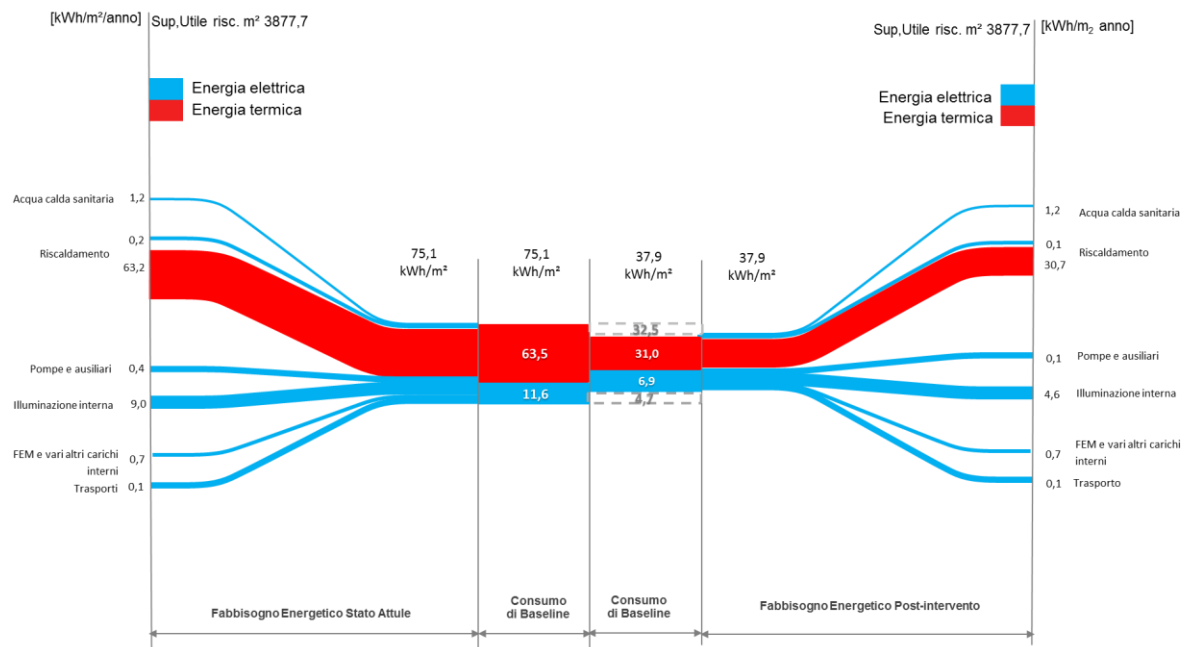


Figura 9.10 – SCN1: Bilancio energetico complessivo dell'edificio post intervento



I miglioramenti ottenibili tramite l'attuazione dello Scenario 1 sono riportati nella Tabella 9.12 e nella Figura 9.11

Tabella 9.12 – Risultati analisi SCN1 – [EEM1+EEM3]

| CALCOLO RISPARMIO | U.M. | ANTE-INTERVENTO | POST-INTERVENTO | RIDUZIONE % |
|-------------------|------|-----------------|-----------------|-------------|
|-------------------|------|-----------------|-----------------|-------------|

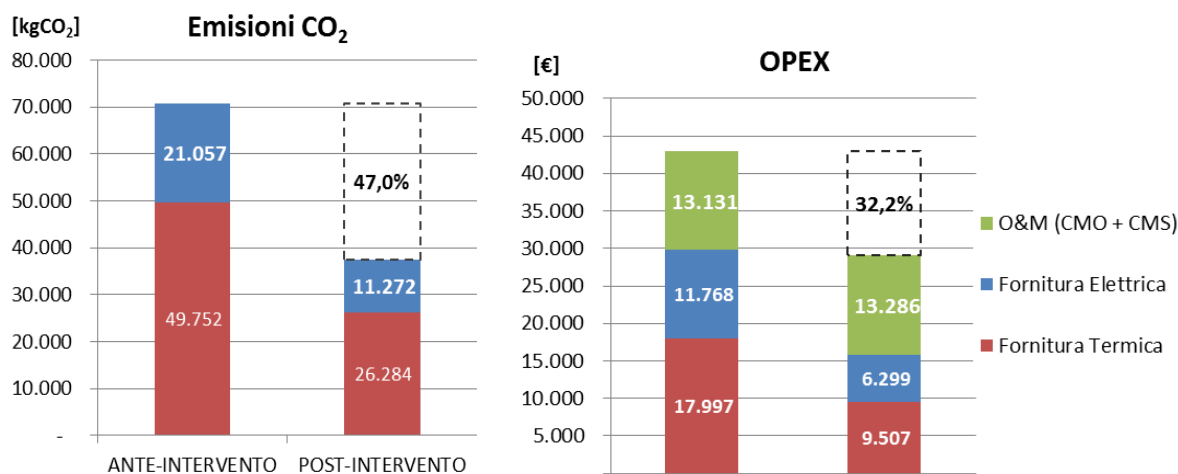


|   |                           |               |               |              |
|---|---------------------------|---------------|---------------|--------------|
| EM1 [Rendimento di regolazione]                                     | [W/m <sup>2</sup> K]      | 68%           | 98%           | -44,1%       |
| EM3 [Potenza corpi illuminanti]                                     | [kW]                      | 25,9          | 13,6          | 47,5%        |
| Q <sub>teorico</sub>  | [kWh]                     | 255.702       | 135.085       | 47,2%        |
| EE <sub>teorico</sub>   | [kWh]                     | 45.469        | 24.339        | 46,5%        |
| Q <sub>baseline</sub>   | [kWh]                     | 246.299       | 130.117       | 47,2%        |
| EE <sub>Baseline</sub>  | [kWh]                     | 45.090        | 24.136        | 46,5%        |
| Emiss. CO2 Termico  | [kgCO <sub>2</sub> ]      | 49.752        | 26.284        | 47,2%        |
| Emiss. CO2 Elettrico  | [kgCO <sub>2</sub> ]      | 21.057        | 11.272        | 46,5%        |
| <b>Emiss. CO2 Totale</b>  | <b>[kgCO<sub>2</sub>]</b> | <b>70.809</b> | <b>37.555</b> | <b>47,0%</b> |
| Fornitura Termica, C <sub>Q</sub>                                   | [€]                       | 17.997        | 9.507         | 47,2%        |
| Fornitura Elettrica, C <sub>EE</sub>                                | [€]                       | 11.768        | 6.299         | 46,5%        |
| <b>Fornitura Energia, C<sub>E</sub></b>                             | <b>[€]</b>                | <b>29.765</b> | <b>15.807</b> | <b>46,9%</b> |
| Costo Manutenzione Ordinaria, C <sub>MO</sub>                       | [€]                       | 10.373        | 10.529        | -1,5%        |
| Costo Manutenzione Straordinaria, C <sub>MS</sub>                   | [€]                       | 2.757         | 2.757         | 0,0%         |
| Costo per O&M (C <sub>M</sub> = C <sub>MO</sub> + C <sub>MS</sub> ) | [€]                       | 13.131        | 13.286        | -1,2%        |
| OPEX  | [€]                       | 42.896        | 29.093        | 32,2%        |
| Classe energetica   | [-]                       | D             | D             | -            |

Nota (19) 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: 0,073 [€/kWh] per il vettore termico e 0,261 [€/kWh] per il vettore elettrico.

Figura 9.11 - 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 9.13, Tabella 9.14, Tabella 9.15 e nelle successive figure.

Tabella 9.13 – Parametri finanziari dell'analisi di redditività dello SCN1– [EEM1+EEM3]

| PARAMETRI FINANZIARI   |                |    |
|------------------------|----------------|----|
| Anni Costruzione       | n <sub>i</sub> | 1  |
| Anni Gestione Servizio | n <sub>s</sub> | 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                               | <b>WACC</b>  | 4,00%    |
| $k_{progetto} = \text{Max}(WACC; k_{CdP})$           | $k_{progetto}$                                       | 4,00%    |
| Inflazione ISTAT                                     | $f$  | 0,50%    |
| deriva dell'inflazione                               | $f'$   | 0,70%    |
| %, interessi debito                                  | $k_D$  | 3,82%    |
| %, interessi equity                                  | $k_E$  | 9,00%    |
| Aliquota IRES  | <b>IRES</b>  | 24,0%    |
| Aliquota IRAP  | <b>IRAP</b>  | 3,9%     |
| Aliquota fiscale                                     | $\tau$   | 27,90%   |
| Anni debito (finanziamento)                          | $n_D$  | 4        |
| Anni Equity  | $n_E$  | 14       |
| Costi d'Investimento diretti, IVA incl.              | $I_0$  | € 55.953 |
| Oneri Finanziari (costi indiretti)                   | <b>%Of</b>   | 3,00%    |
| Costi d'Investimento indiretti, IVA incl.            | <b>Of</b>  | € 1.679  |
| Costi d'Investimento (diretti+Indiretti) , IVA incl. | <b>CAPEX</b>   | € 57.632 |
| %CAPEX a Debito                                      | <b>D</b>   | 80,0%    |
| %CAPEX a Equity                                      | <b>E</b>   | 20,00%   |
| Debito   | $I_D$  | € 46.105 |
| Equity   | $I_E$  | € 11.526 |
| Fattore di annualità Debito                          | <b>FA<sub>D</sub></b>                                | 3,70     |
| Rata annua debito                                    | $q_D$  | € 12.447 |
| Costo finanziamento, (D+INT <sub>D</sub> )           | $q_D * n_D$  | € 49.788 |
| Costi per interessi debito, INT <sub>D</sub>         | <b>INT<sub>D</sub>=q<sub>D</sub>*n<sub>D</sub>-D</b> | € 3.683  |

Tabella 9.14 – Parametri Economici dell'analisi di redditività dello SCN1

| PARAMETRI ECONOMICI                                     |                                   |          |
|---|-----------------------------------|----------|
| Costo annuo energia pre-intervento, IVA escl.           | $C_{E0}$                          | € 23.217 |
| Costo annuo O&M pre-intervento, IVA escl.               | $C_{M0}$                          | € 10.514 |
| Spesa PA pre-intervento (Baseline)                      | $C_{Baseline}$                    | € 33.731 |
| Altri costi di gestione ESCo post-intervento, IVA escl. | $C_{Altro}$                       | € -      |
| Riduzione% costi fornitura Energia                      | <b>%<math>\Delta C_E</math></b>   | 46,9%    |
| Riduzione% costi O&M                                    | <b>%<math>\Delta C_M</math></b>   | -1,2%    |
| Obiettivo riduzione spesa PA                            | <b>%<math>C_{Baseline}</math></b> | 5,0%     |
| Risparmio annuo PA garantito                            | <b>45,6%</b>                      | € 9.182  |
| Risparmio annuo PA immediato durante la gestione        | <b>Risp.IM</b>                    | € 1.687  |
| Risparmio PA durante la concessione                     | <b>14%</b>                        | € 79.982 |
| Risparmio annuo PA al termine della concessione         | <b>Risp.Term.</b>                 | € 12.878 |
| N° di Canoni annuali                                    | <b>anni</b>                       | 14       |
| Utile lordo della ESCO                                  | <b>%CAPEX</b>                     | 132,03%  |
| Costo Contrattuale ESCO €/anno IVA escl.                | $C_{ESCO}$                        | € 5.435  |
| Costi FTT €/anno IVA escl.                              | $C_{FTT}$                         | € 263    |
| Costi CAPEX €/anno IVA escl.                            | $C_{CAPEX}$                       | € 1.797  |
| Canone O&M €/anno                                       | $C_{nM}$                          | € 11.048 |
| Canone Energia €/anno                                   | $C_{nE}$                          | € 13.501 |
| Canone Servizi €/anno IVA escl.                         | $C_{nS}$                          | € 24.549 |
| Canone Disponibilità €/anno IVA escl.                   | $C_{nD}$                          | € 7.495  |

|                                   |                        |   |        |
|-----------------------------------|------------------------|---|--------|
| Canone Totale €/anno IVA escl.    | <b>Cn</b>              | € | 32.044 |
| Aliquota IVA %                    | <b>IVA</b>             |   | 22%    |
| Rimborso erariale IVA             | <b>R<sub>IVA</sub></b> | € | 10.090 |
| Ricavi da Incentivi, esenti d'IVA | <b>R<sub>B</sub></b>   | € | 22.381 |
| Durata Incentivi, anni            | <b>n<sub>B</sub></b>   |   | 5      |
| Inizio erogazione Incentivi, anno |                        |   | 2022   |

Tabella 9.15 – Risultati dell'analisi di redditività e sostenibilità finanziaria della SCN1

| INDICATORI DI REDDITIVITÀ DEL PROGETTO PRE-IMPOSTE |                      |          |
|--|----------------------|----------|
| Tempo di Ritorno Semplice, Spb = Io / FC, Anni     | <b>T.R.S.</b>        | 4,99     |
| Tempo di Ritorno Attualizzato T.R.A., anni         | <b>T.R.A.</b>        | 5,47     |
| Valore Attuale Netto, VAN = VA - Io                | <b>VAN &gt; 0</b>    | € 51.854 |
| Tasso interno di rendimento del progetto           | <b>TIR &gt; WACC</b> | 19,54%   |
| Indice di Profitto                                 | <b>IP</b>            | 92,67%   |
| INDICATORI DI REDDITIVITÀ DELLA ESCO PRE-IMPOSTE   |                      |          |
| Tempo di Ritorno Semplice, Spb = Io / FC, Anni     | <b>T.R.S.</b>        | 5,28     |
| Tempo di Ritorno Attualizzato T.R.A., anni         | <b>T.R.A.</b>        | 5,54     |
| Valore Attuale Netto, VAN = VA - Io                | <b>VAN &gt; 0</b>    | € 34.038 |
| Tasso interno di rendimento dell'azionista         | <b>TIR &gt; ke</b>   | 39,80%   |
| Debit Service Cover Ratio                          | <b>DSCR &lt; 1,3</b> | 1,017    |
| Loan Life Cover Ratio                              | <b>LLLCR &lt; 1</b>  | 3,453    |
| Indice di Profitto Azionista                       | <b>IP</b>            | 60,83%   |

Figura 9.12 –SCN1: Flussi di cassa del progetto

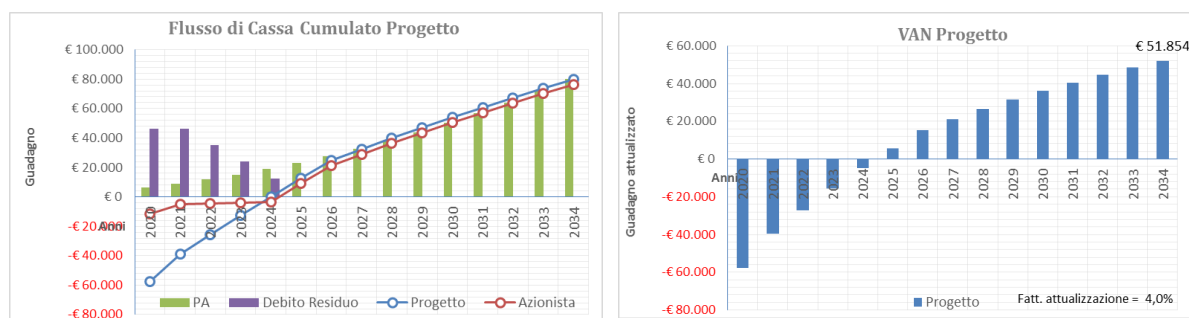
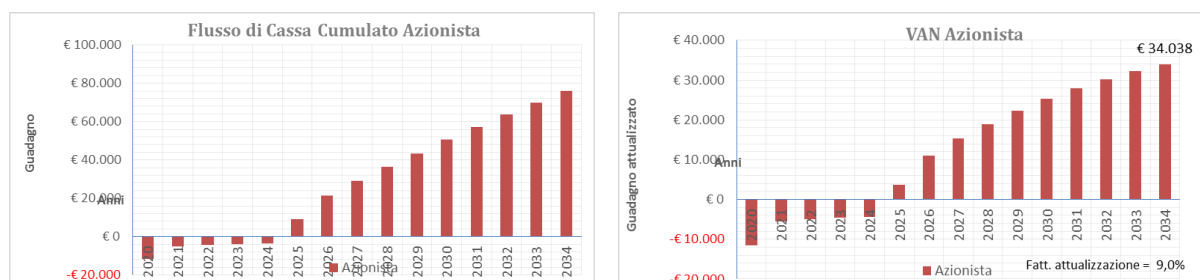
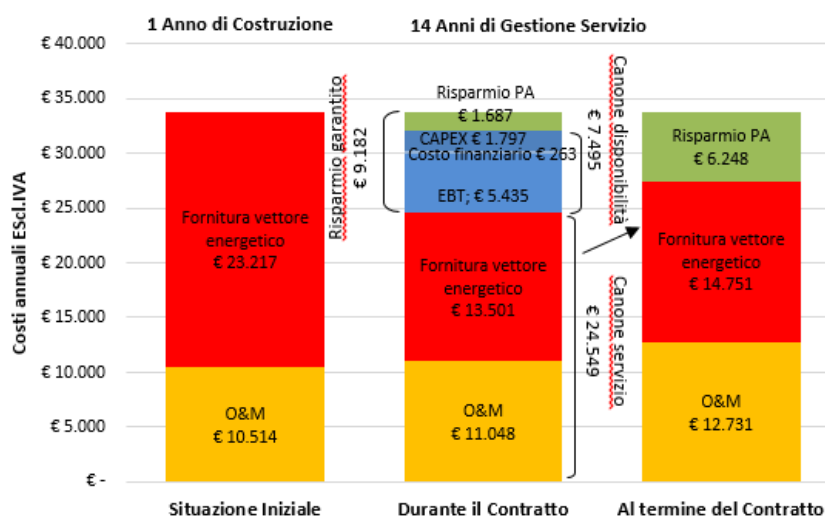


Figura 9.13 –SCN1: Flussi di cassa del progetto



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 9.14.

Figura 9.14 – Scenario 1: Schema di Energy Performance Contract



### 9.3.2 Scenario 2: [EEM1+EEM2+EEM3+EEM4]:

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

Tabella 9.16 – Combinazione di EEM proposta per lo scenario 1

| VOCE INVESTIMENTO  | TOTALE (IVA ESCLUSA)          | IVA Al 22%                    | TOTALE (IVA INCLUSA)         |
|--|-------------------------------|-------------------------------|------------------------------|
|  | [€]                           | [€]                           | [€]                          |
| EEM1 - Installazione valvole termostatiche e pompe ad inverter | € 13.138                      | € 2.890                       | € 16.028                     |
| EEM2 – Installazione impianto fotovoltaico                     | € 46.375,84                   | € 10.203                      | € 56.579                     |
| EEM3 – Illuminazione con lampade LED                           | € 28.556                      | € 6.282                       | € 34.838                     |
| EEM4 – Realizzazione cappotto esterno                          | € 193.046,00                  | € 42.470                      | € 235.516                    |
| Costi per la sicurezza   | € 8.433,48                    | € 1.855                       | € 10.289                     |
| Costi per la progettazione                                     | € 19.678,12                   | € 4.329                       | € 24.007                     |
| <b>TOTALE (I<sub>0</sub>)</b>                                  | <b>€ 309.227,43</b>           | <b>€ 68.030,04</b>            | <b>€ 377.257,47</b>          |
| VOCE MANUTENZIONE  | C <sub>MO</sub> (IVA INCLUSA) | C <sub>MS</sub> (IVA INCLUSA) | C <sub>M</sub> (IVA INCLUSA) |
|  | [€]                           | [€]                           | [€]                          |
| EEM1 O&M   | € 10.529,00                   | € 2.757,00                    | € 13.286,00                  |
| EEM2 O&M   | € 10.581,00                   | € 2.813,00                    | € 13.394,00                  |
| EEM3 O&M   | € 10.373,00                   | € 2.757,00                    | € 13.130,00                  |
| EEM4 O&M   | € 10.373,00                   | € 2.757,00                    | € 13.130,00                  |
| <b>TOTALE (C<sub>M</sub>)</b>                                  | <b>€ 41.856,00</b>            | <b>€ 11.084,00</b>            | <b>€ 52.940,00</b>           |
| VOCE INCENTIVO   | DESCRIZIONE                   | TOTALE (IVA INCLUSA)          |                              |
|  |                               | [€]                           |                              |
| Incentivi  | [Conto termico]               | € 123.008,00                  |                              |
| Durata incentivi   |                               | 5                             |                              |
| Incentivo annuo  |                               | € 24.601,60                   |                              |

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

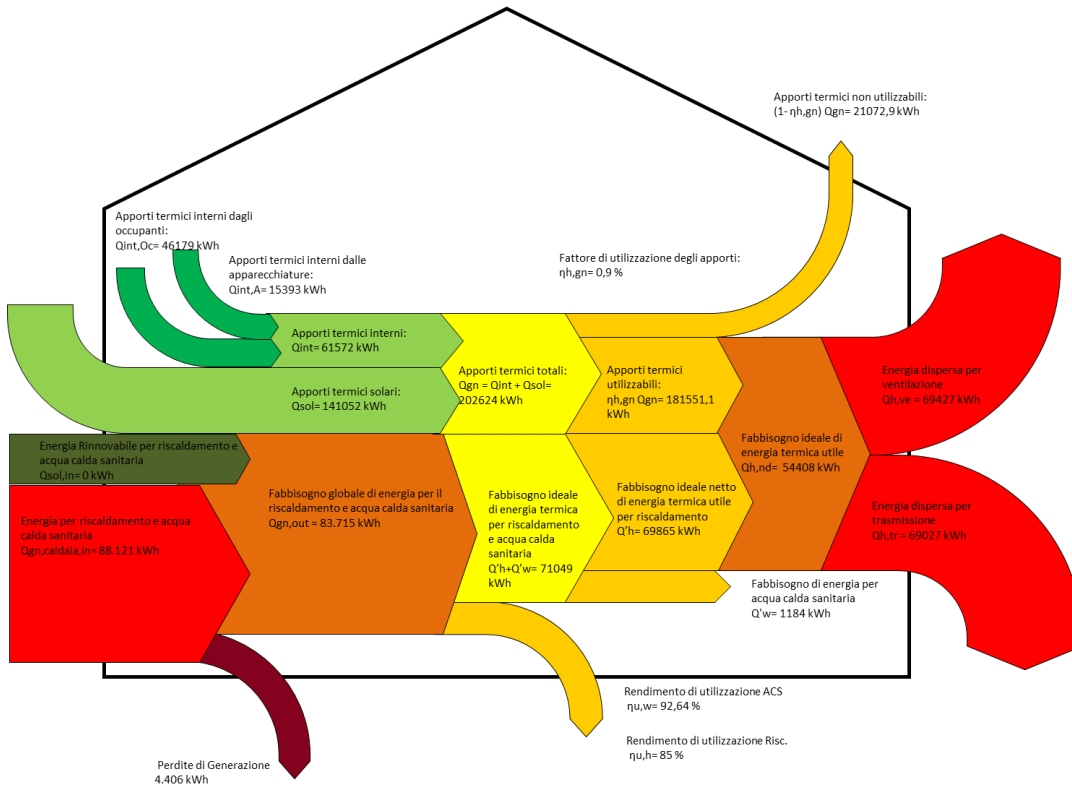
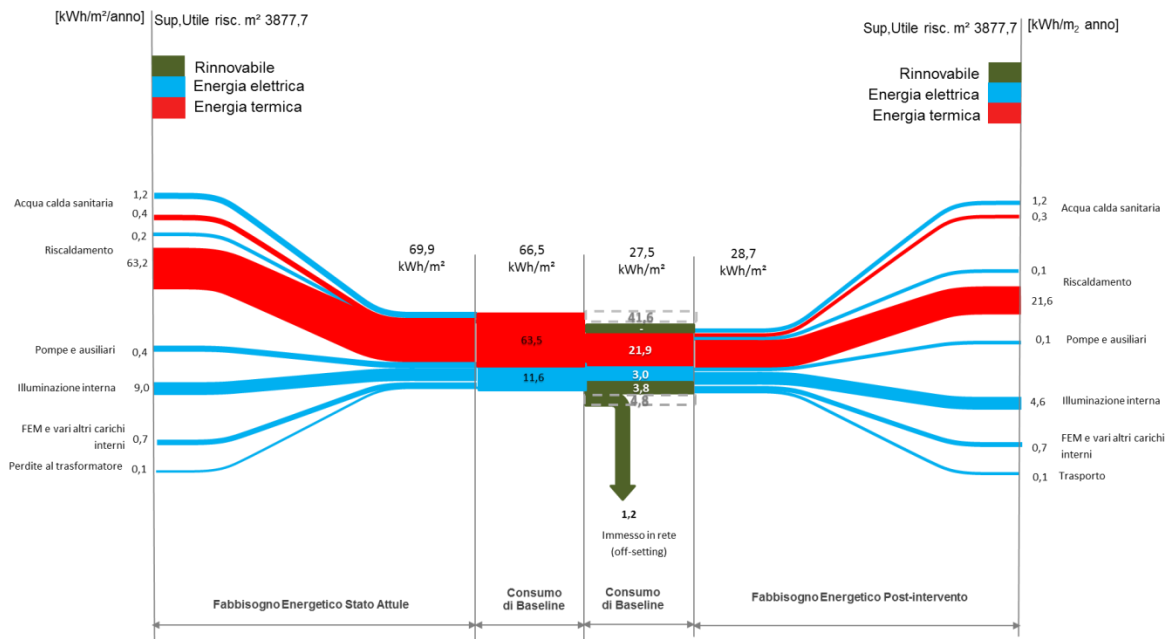


Figura 9.16 – SCN2: Bilancio energetico complessivo dell’edificio post intervento



I miglioramenti ottenibili tramite l’attuazione dello Scenario 2 sono riportati nella Tabella 9.17 e nella Figura 9.17

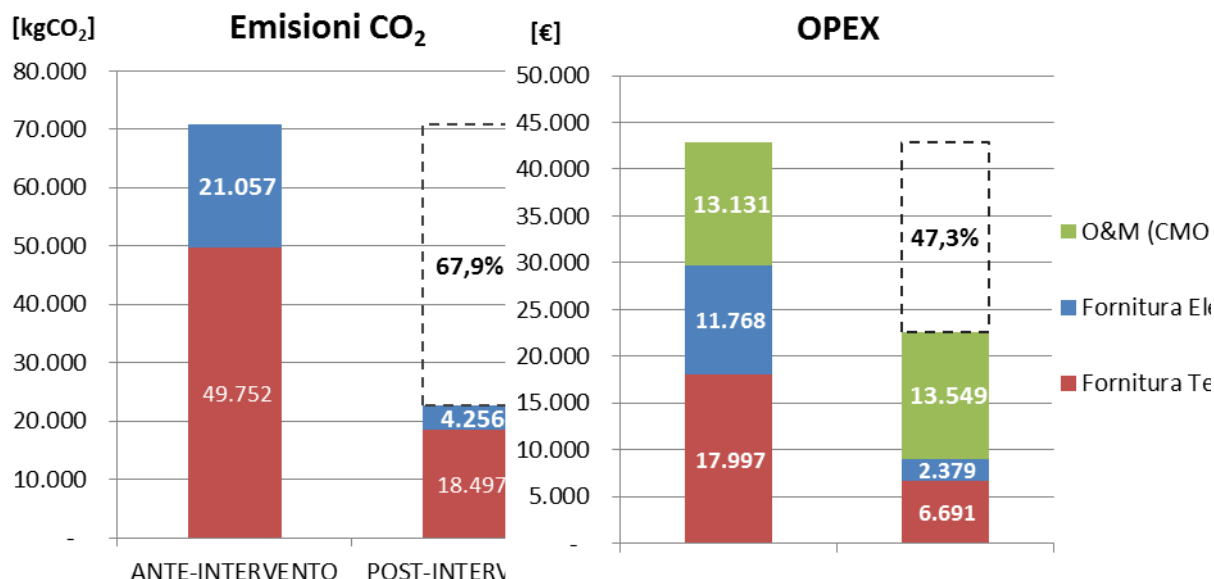
Tabella 9.17 – Risultati analisi SCN2 – [EEM1+EEM2+EEM3+EEM4]

| CALCOLO RISPARMIO   | U.M.                      | ANTE-INTERVENTO | POST-INTERVENTO | RIDUZIONE %  |
|---|---------------------------|-----------------|-----------------|--------------|
| EM1 [Rendimento impianto climatizzazione]                           | -                         | 68%             | 98%             | -44,1%       |
| EM2 [Potenza corpi illuminanti]                                     | [W]                       | 45448           | 26480           | 41,7%        |
| EEM3 [Energia elettrica prelevata dalla rete]                       | [kWh]                     | 25,9            | 13,6            | 47,5%        |
| EEM4 [Dispersioni termiche per trasmissione]                        | [kW]                      | 135,8           | 72,7            | 46,5%        |
| $Q_{teorico}$   | [kWh]                     | 255.702         | 95.066          | 62,8%        |
| $EE_{teorico}$  | [kWh]                     | 45.469          | 9.191           | 79,8%        |
| $Q_{baseline}$  | [kWh]                     | 246.299         | 91.570          | 62,8%        |
| $EE_{baseline}$   | [kWh]                     | 45.090          | 9.114           | 79,8%        |
| Emiss. CO2 Termico  | [kgCO <sub>2</sub> ]      | 49.752          | 18.497          | 62,8%        |
| Emiss. CO2 Elettrico  | [kgCO <sub>2</sub> ]      | 21.057          | 4.256           | 79,8%        |
| <b>Emiss. CO2 Totale</b>  | <b>[kgCO<sub>2</sub>]</b> | <b>70.809</b>   | <b>22.754</b>   | <b>67,9%</b> |
| Fornitura Termica, C <sub>Q</sub>                                   | [€]                       | 17.997          | 6.691           | 62,8%        |
| Fornitura Elettrica, C <sub>EE</sub>                                | [€]                       | 11.768          | 2.379           | 79,8%        |
| <b>Fornitura Energia, C<sub>E</sub></b>                             | <b>[€]</b>                | <b>29.765</b>   | <b>9.070</b>    | <b>69,5%</b> |
| Costo Manutenzione Ordinaria, C <sub>MO</sub>                       | [€]                       | 10.373          | 10.736          | -3,5%        |
| Costo Manutenzione Straordinaria, C <sub>MS</sub>                   | [€]                       | 2.757           | 2.813           | -2,0%        |
| Costo per O&M (C <sub>M</sub> = C <sub>MO</sub> + C <sub>MS</sub> ) | [€]                       | 13.131          | 13.549          | -3,2%        |
| OPEX  | [€]                       | 42.896          | 22.619          | 47,3%        |
| Classe energetica   | [-]                       | D               | A1              | +3 classi    |

Nota (20) 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: 0,073 [€/kWh] per il vettore termico e 0,261 [€/kWh] per il vettore elettrico.

Figura 9.17 - 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 9.18, Tabella 9.19 e Tabella 9.20 e nelle successive figure.

Tabella 9.18 – Parametri finanziari dell’analisi di redditività dello SCN1– [EEM2+EEM4]

| PARAMETRI FINANZIARI                                 |  |           |
|--|--|-----------|
| Anni Costruzione                                     | $n_i$  | 1         |
| Anni Gestione Servizio                               | $n_s$  | 24        |
| Anni Concessione                                     | $n$  | 25        |
| Anno inizio Concessione                              | $n_0$  | 2020      |
| Anni dell'ammortamento                               | $n_A$  | 10        |
| Saggio Cassa Deposito e Prestiti                     | $k_{CDP}$  | 2,00%     |
| Costo Capitale Azienda                               | <b>WACC</b>  | 4,00%     |
| $k_{progetto} = \text{Max}(WACC; k_{CDP})$           | $k_{progetto}$                                       | 4,00%     |
| Inflazione ISTAT                                     | $f$  | 0,50%     |
| deriva dell'inflazione                               | $f'$   | 0,70%     |
| %, interessi debito                                  | $k_D$  | 3,82%     |
| %, interessi equity                                  | $k_E$  | 9,00%     |
| Aliquota IRES  | <b>IRES</b>  | 24,0%     |
| Aliquota IRAP  | <b>IRAP</b>  | 3,9%      |
| Aliquota fiscale                                     | $\tau$   | 27,90%    |
| Anni debito (finanziamento)                          | $n_D$  | 17        |
| Anni Equity  | $n_E$  | 24        |
| Costi d'Investimento diretti, IVA incl.              | $I_0$  | € 377.257 |
| Oneri Finanziari (costi indiretti)                   | <b>%Of</b>   | 3,00%     |
| Costi d'Investimento indiretti, IVA incl.            | <b>Of</b>  | € 11.318  |
| Costi d'Investimento (diretti+Indiretti) , IVA incl. | <b>CAPEX</b>   | € 388.575 |
| %CAPEX a Debito                                      | <b>D</b>   | 80,0%     |
| %CAPEX a Equity                                      | <b>E</b>   | 20,00%    |
| Debito   | $I_D$  | € 310.860 |
| Equity   | $I_E$  | € 77.715  |
| Fattore di annualità Debito                          | <b>FA<sub>D</sub></b>                                | 12,49     |
| Rata annua debito                                    | $q_D$  | € 24.885  |
| Costo finanziamento,(D+INT <sub>D</sub> )            | $q_D * n_D$  | € 423.039 |
| Costi per interessi debito, INT <sub>D</sub>         | <b>INT<sub>D</sub>=q<sub>D</sub>*n<sub>D</sub>-D</b> | € 112.180 |

Tabella 9.19 – Parametri Economici dell’analisi di redditività dello SCN1

| PARAMETRI ECONOMICI                                     |                                   |           |
|---|-----------------------------------|-----------|
| Costo annuo energia pre-intervento, IVA escl.           | $C_{EO}$                          | € 23.217  |
| Costo annuo O&M pre-intervento, IVA escl.               | $C_{MO}$                          | € 10.514  |
| Spesa PA pre-intervento (Baseline)                      | $C_{Baseline}$                    | € 33.731  |
| Altri costi di gestione ESCo post-intervento, IVA escl. | $C_{Altro}$                       | € -       |
| Riduzione% costi fornitura Energia                      | <b>%<math>\Delta C_E</math></b>   | 71,5%     |
| Riduzione% costi O&M                                    | <b>%<math>\Delta C_M</math></b>   | -3,2%     |
| Obiettivo riduzione spesa PA                            | <b>%<math>C_{Baseline}</math></b> | 0,0%      |
| Risparmio annuo PA garantito                            | <b>48,0%</b>                      | € 14.465  |
| Risparmio annuo PA immediato durante la gestione        | <b>Risp.IM</b>                    | € -       |
| Risparmio PA durante la concessione                     | <b>15%</b>                        | € 142.279 |
| Risparmio annuo PA al termine della concessione         | <b>Risp.Term.</b>                 | € 21.934  |
| N° di Canoni annuali                                    | <b>anni</b>                       | 24        |
| Utile lordo della ESCO                                  | <b>%CAPEX</b>                     | 9,64%     |

|  |                          |           |
|--|--------------------------|-----------|
| Costo Contrattuale ESCO €/anno IVA escl. | <b>C<sub>ESCO</sub></b>  | € 1.560   |
| Costi FTT €/anno IVA escl.               | <b>C<sub>FTT</sub></b>   | € 4.674   |
| Costi CAPEX €/anno IVA escl.             | <b>C<sub>CAPEX</sub></b> | € 8.231   |
| Canone O&M €/anno                        | <b>C<sub>nM</sub></b>    | € 11.555  |
| Canone Energia €/anno                    | <b>C<sub>nE</sub></b>    | € 7.711   |
| Canone Servizi €/anno IVA escl.          | <b>C<sub>nS</sub></b>    | € 19.265  |
| Canone Disponibilità €/anno IVA escl.    | <b>C<sub>nD</sub></b>    | € 14.465  |
| Canone Totale €/anno IVA escl.           | <b>C<sub>n</sub></b>     | € 33.731  |
| Aliquota IVA %                           | <b>IVA</b>               | 22%       |
| Rimborso erariale IVA                    | <b>R<sub>IVA</sub></b>   | € 68.030  |
| Ricavi da Incentivi, esenti d'IVA        | <b>R<sub>B</sub></b>     | € 123.008 |
| Durata Incentivi, anni                   | <b>n<sub>B</sub></b>     | 5         |
| Inizio erogazione Incentivi, anno        |                          | 2022      |

Tabella 9.20 – Risultati dell'analisi di redditività e sostenibilità finanziaria della SCN1

| INDICATORI DI REDDITIVITÀ DEL PROGETTO PRE-IMPOSTE |                      |         |
|--|----------------------|---------|
| Tempo di Ritorno Semplice, Spb = Io / FC, Anni     | <b>T.R.S.</b>        | 13,91   |
| Tempo di Ritorno Attualizzato T.R.A., anni         | <b>T.R.A.</b>        | 23,62   |
| Valore Attuale Netto, VAN = VA - Io                | <b>VAN &gt; 0</b>    | € 6.912 |
| Tasso interno di rendimento del progetto           | <b>TIR &gt; WACC</b> | 4,26%   |
| Indice di Profitto                                 | <b>IP</b>            | 1,83%   |
| INDICATORI DI REDDITIVITÀ DELLA ESCO PRE-IMPOSTE   |                      |         |
| Tempo di Ritorno Semplice, Spb = Io / FC, Anni     | <b>T.R.S.</b>        | 12,91   |
| Tempo di Ritorno Attualizzato T.R.A., anni         | <b>T.R.A.</b>        | 14,06   |
| Valore Attuale Netto, VAN = VA - Io                | <b>VAN &gt; 0</b>    | € 5.862 |
| Tasso interno di rendimento dell'azionista         | <b>TIR &gt; ke</b>   | 16,77%  |
| Debit Service Cover Ratio                          | <b>DSCR &lt; 1,3</b> | 1,039   |
| Loan Life Cover Ratio                              | <b>LLCR &gt; 1</b>   | 0,886   |
| Indice di Profitto Azionista                       | <b>IP</b>            | 1,55%   |

Figura 9.18 –SCN2: Flussi di cassa del progetto

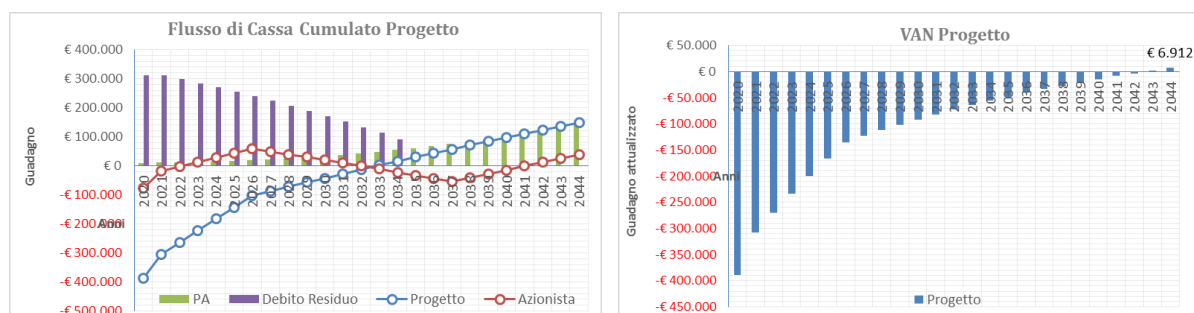
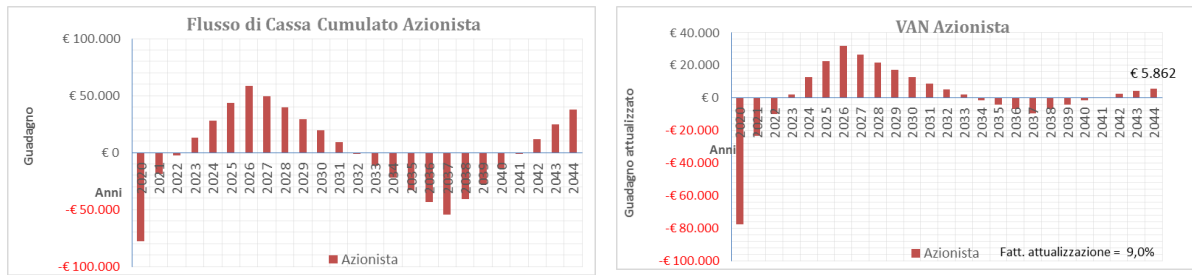


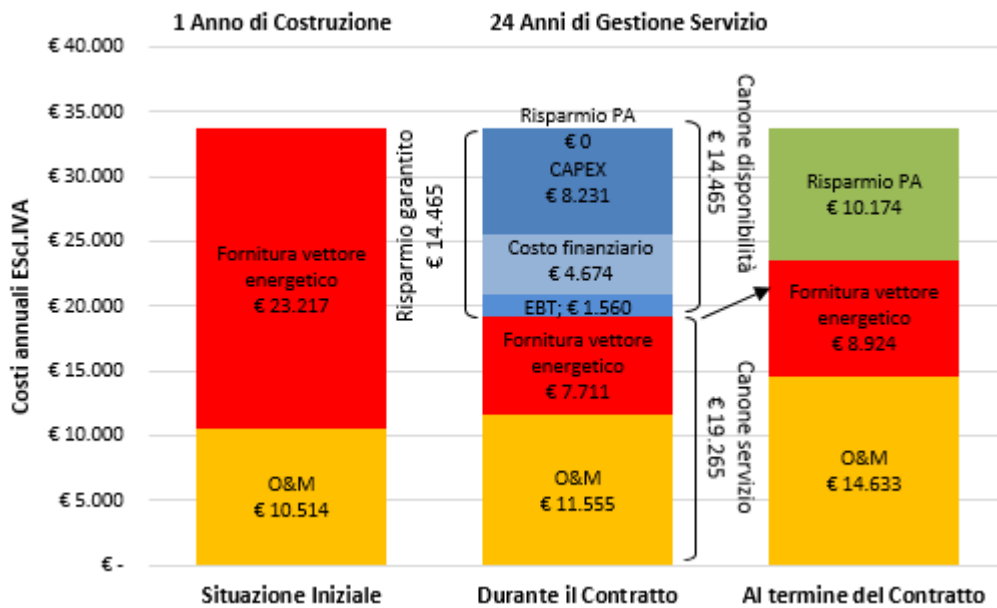
Figura 9.19 –SCN2: Flussi di cassa del progetto





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 9.14.

Figura 9.20 – Scenario 2: Schema di Energy Performance Contract



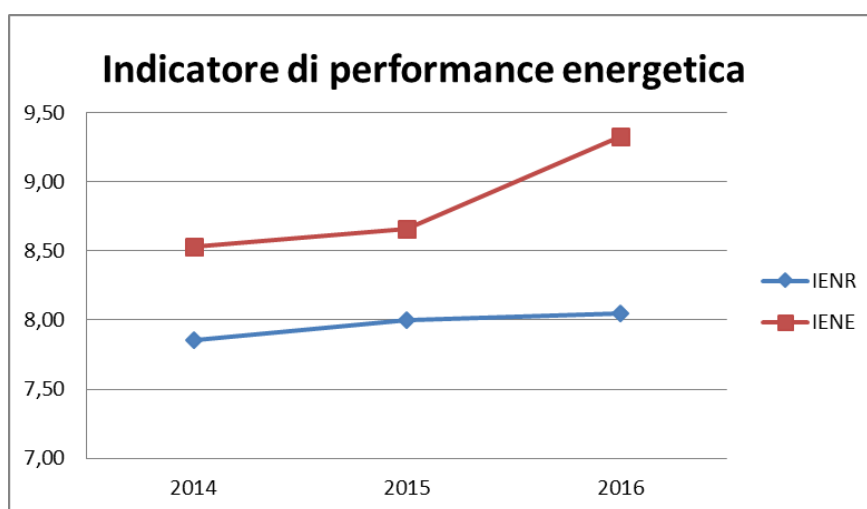
## 10 CONCLUSIONI

### 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, è possibile tracciare un comportamento dei due indicatori nei tre anni di riferimento ed essi risultano avere valori medi di 7.95 per IEN<sub>R</sub> e pari a 8.9 per IEN<sub>E</sub>. Mentre il primo valore è sicuramente “buono”, il secondo viene classificato come “insufficiente”.

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 D, 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.

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 non rinnovabile                  | EP <sub>gl,nren</sub> | kWh/mq anno             | 88                               | 79.7 |
| Climatizzazione invernale                | EP <sub>H</sub>       | kWh/mq anno             | 46.1                             | 45.9 |
| Produzione di acqua calda sanitaria      | EP <sub>w</sub>       | kWh/mq anno             | 3.4                              | 2.8  |
| Ventilazione                             | EP <sub>v</sub>       | kWh/mq anno             | -                                | -    |
| Raffrescamento                           | EP <sub>c</sub>       | kWh/mq anno             | -                                | -    |
| Illuminazione artificiale                | EP <sub>L</sub>       | kWh/mq anno             | 38.2                             | 30.8 |
| Trasporto di persone e cose              | EP <sub>T</sub>       | kWh/mq anno             | 0.34                             | 0.27 |
| Emissioni equivalenti di CO <sub>2</sub> | CO <sub>2eq</sub>     | Kg/mq anno              | 17.2                             | -    |

Nelle Tabella 10.2 e Tabella 10.3 sono invece riportati gli indici di prestazione energetica ricavati a seguito della valutazione dei 2 scenari di intervento descritti 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 | 60                      | 54                               |
| Climatizzazione invernale           | EP <sub>H</sub>   | kWh/mq anno | 29.6                    | 29.5                             |
| Produzione di acqua calda sanitaria | EP <sub>w</sub>   | kWh/mq anno | 3.4                     | 2.8                              |
| Ventilazione                        | EP <sub>v</sub>   | kWh/mq anno | -                       | -                                |
| Raffrescamento                      | EP <sub>c</sub>   | kWh/mq anno | -                       | -                                |
| Illuminazione artificiale           | EP <sub>L</sub>   | kWh/mq anno | 26.8                    | 21.6                             |
| Trasporto di persone e cose         | EP <sub>T</sub>   | kWh/mq anno | 0.34                    | 0.27                             |
| Emissioni equivalenti di CO2        | CO <sub>2eq</sub> | Kg/mq anno  | 11.7                    | -                                |

Tabella 10.3– Indicatori di prestazione energetica secondo DM 26/06/2015 riferiti all'energia primaria totale ed energia primaria totale non rinnovabile (modalità di funzionamento standard) – SCN2

| INDICE DI PRESTAZIONE ENERGETICA    |                   | U.M.        | ENERGIA PRIMARIA TOTALE | ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE |
|-------------------------------------|-------------------|-------------|-------------------------|----------------------------------|
| Globale                             | EP <sub>gl</sub>  | kWh/mq anno | 39                      | 31                               |
| Climatizzazione invernale           | EP <sub>H</sub>   | kWh/mq anno | 15.9                    | 15.8                             |
| Produzione di acqua calda sanitaria | EP <sub>w</sub>   | kWh/mq anno | 2.7                     | 1.9                              |
| Ventilazione                        | EP <sub>v</sub>   | kWh/mq anno | -                       | -                                |
| Raffrescamento                      | EP <sub>c</sub>   | kWh/mq anno | -                       | -                                |
| Illuminazione artificiale           | EP <sub>L</sub>   | kWh/mq anno | 20.4                    | 12.8                             |
| Trasporto di persone e cose         | EP <sub>T</sub>   | kWh/mq anno | 0.3                     | 0.2                              |
| Emissioni equivalenti di CO2        | CO <sub>2eq</sub> | Kg/mq anno  | 6.6                     | -                                |

Nelle tabelle precedenti si possono vedere in dettaglio i risultati sugli indicatori di prestazione energetica calcolati in modalità di funzionamento standard, che determinano il salto di 0 e 3 classi energetiche a seconda che venga attuato rispettivamente lo scenario 1 e lo scenario 2

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

A seguito dell'individuazione dei possibili interventi di efficientamento energetico, sono state proposte due soluzioni progettuali, SCN1 ed SCN2 con tempi di ritorno semplice a 15 e 25 anni, comprendenti i seguenti interventi:

- **Scenario 1: SCN1** – Sostituzione dei corpi illuminanti, installazione valvole di termoregolazione e pompa ad inverter.
- **Scenario 2: SCN2** – Sostituzione dei corpi illuminanti, installazione valvole di termoregolazione e pompa ad inverter, installazione impianto fotovoltaico, realizzazione cappotto isolante esterno. Di seguito si riportano la riduzione dei costi operativi e delle emissioni di CO2 nelle due ipotesi adottate.

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

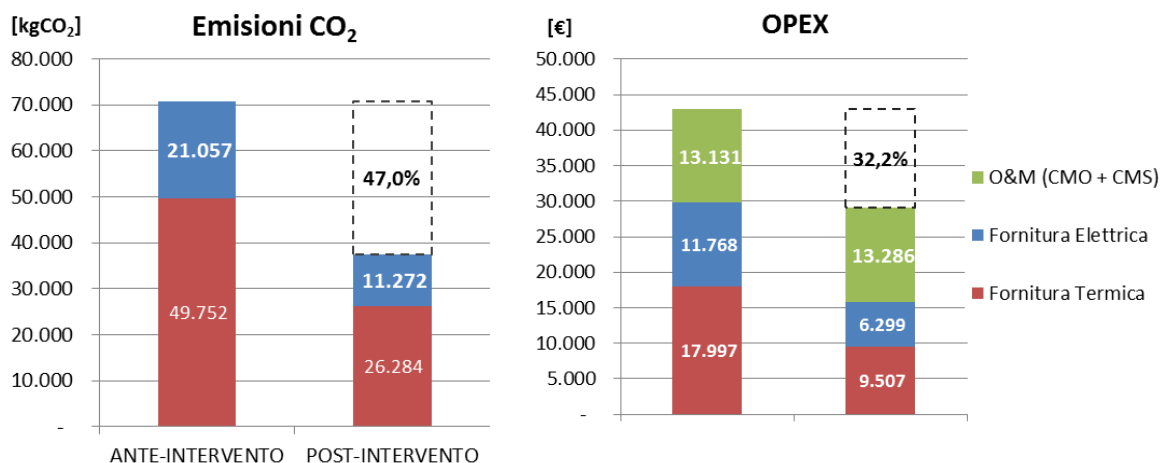
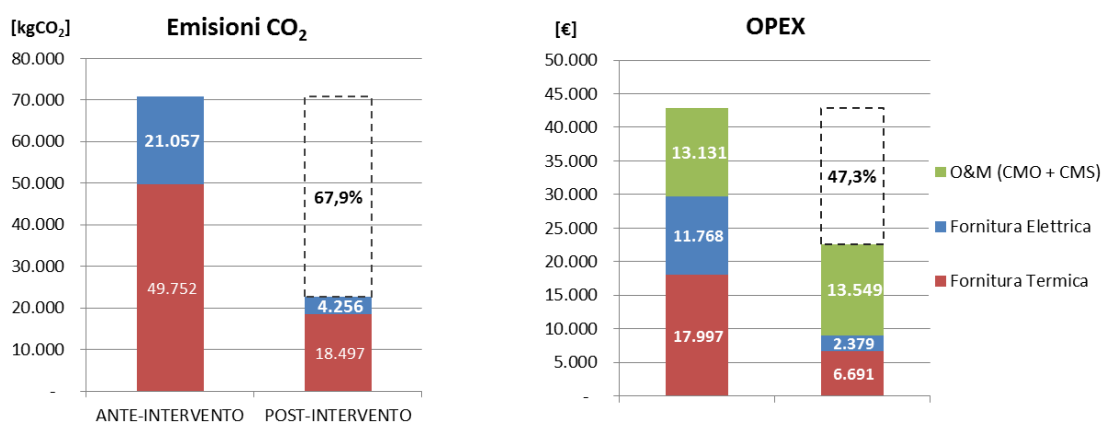


Figura 10.3 – SCN2: Riduzione dei costi operativi (OPEX) e delle emissioni di CO<sub>2</sub> a partire dalla baseline



Come è possibile notare sono maggiori i risparmi in costi operativi e in emissioni nello scenario a 25 anni (SCN2), infatti sono più numerosi e più incisivi gli interventi effettuati sull'edificio. Si evidenzia come l'intervento relativo al cappotto isolante esterno non è particolarmente conveniente se effettuato da solo, in quanto piuttosto costoso. Tuttavia all'interno di uno scenario ottimale come lo SCN2 esso permette di abbattere sostanzialmente le dispersioni legate alla trasmissione dell'involucro. In entrambi gli scenari si raggiungono comunque ottimi risultati sia in termini di emissioni di anidride carbonica sia in termini di spesa per l'energia. L'edificio oggetto di diagnosi risulta quindi avere un ampio margine di miglioramento delle sue performance energetiche.

Dagli approfondimenti eseguiti non esistono interferenze tra gli interventi. Le proposte presentate possono essere realizzate con un unico cantiere nel periodo di chiusura estiva dell'asilo, 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 sul quadro elettrico generale; 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. 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> | Spegnerle 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> |
| <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>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 la temperatura di mandata a seconda del tipo di utenza servita.</p>  |

| Ambito                                 | Raccomandazioni   | Considerazioni  |
|--|---|---|
|  | <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>Spegnimento dell'impianto di produzione del calore.</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. Il personale deve inoltre assicurarsi della chiusura di tutte le aperture vetrate prima dell'uscita dall'edificio.</p> <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> |
| <p><b>Formazione del personale</b></p> | <p>Eseguire una campagna informativa in tema di risparmio energetico.</p>   | <p>Fornire informazioni su tutte le possibili azioni di risparmio energetico realizzate e di potenziale realizzazione all'interno dell'edificio.</p>  |

| Ambito               | Raccomandazioni  | Considerazioni   |
|----------------------|--|--|
|                      |  | <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> |

## ALLEGATO A – ELENCO DOCUMENTAZIONE FORNITA DALLA COMMITTENZA

|   | Titolo  | Data       | Nome file  |
|---|---|------------|--|
| 1 | Elenco documentazione fornita dalla committenza | 03/08/2018 | DE_Lotto.1-E1632_revA-AllegatoA-Elenco documentazione fornita.docx |



## ALLEGATO B – ELABORATI

|    | Titolo                                    | Descrizione   | Data       | Nome file  |
|----|---|---|------------|--|
| 1  | 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-E1632_revA-AllegatoB-GraficiTemplate.xlsx                             |
| 2  | Analisi fatture gas naturale              | Analisi fatture gas naturale  | 03/08/2018 | DE_Lotto.1-E1632-AllegatoB-Gas.xlsx  |
| 3  | Analisi fatture energia elettrica         | Analisi fatture energia elettrica   | 03/08/2018 | DE_Lotto1-E1632_revA-AllegatoB-EE.xlsx   |
| 4  | Schema a blocchi impianto elettrico       | Schema a blocchi impianto elettrico   | 03/08/2018 | DE_Lotto1-E1632_revA-AllegatoB_Schema a blocchi elettrico.xlsx                   |
| 5  | Schema impianto termico                   | Schema impianto termico   | 03/08/2018 | DE_Lotto1-E1632_revA-AllegatoB_Schema impianto termico.xlsx                      |
| 6  | Visura catastale ed estratto di mappa     | Visura catastale ed estratto di mappa terreni   | 03/08/2018 | DE_Lotto.1-E1632_revA-AllegatoB-Visura catastale e estratto di mappa terreni.pdf |
| 7  | Planimetria zone termiche – piano terra   | Planimetria zone termiche – piano terra   | 03/08/2018 | DE_Lotto.1-E1632_revA-AllegatoB-P0.dwg   |
| 8  | Planimetria zone termiche – piano primo   | Planimetria zone termiche – piano primo   | 03/08/2018 | DE_Lotto.1-E1632_revA-AllegatoB-P1.dwg   |
| 9  | Planimetria zone termiche – piano secondo | Planimetria zone termiche – piano secondo   | 03/08/2018 | DE_Lotto.1-E1632_revA-AllegatoB-P2.dwg   |
| 10 | Planimetria zone termiche – piano terzo   | Planimetria zone termiche – piano terzo   | 03/08/2018 | DE_Lotto.1-E1632_revA-AllegatoB-P3.dwg   |
| 11 | Planimetria zone termiche – piano quarto  | Planimetria zone termiche – piano quarto  | 03/08/2018 | DE_Lotto.1-E1632_revA-AllegatoB-P4.dwg   |

## ALLEGATO C – REPORT DI INDAGINE TERMOGRAFICA

|   | Titolo              | Data       | Nome file   |
|---|---------------------|------------|---|
| 1 | Report termografico | 03/08/2018 | DE_Lotto.1-E1632_revA-AllegatoC-R.Termografico.docx |



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

|   | Titolo                    | Data       | Nome file   |
|---|---------------------------|------------|---|
| 1 | Report prove diagnostiche | 03/08/2018 | DE_Lotto.1-E1632_revB-AllegatoD-Report strumentali.docx |



## ALLEGATO E – RELAZIONE DI DETTAGLIO DEI CALCOLI

|   | Titolo               | Data       | Nome file  |
|---|----------------------|------------|--|
| 1 | Relazione di calcolo | 03/08/2018 | DE_Lotto.1-E1632_revA-AllegatoE-<br>Rel.Calcolo-Diag.rtf |



## ALLEGATO F – CERTIFICATO CTI SOFTWARE

|   | Titolo          | Data       | Nome file                                   |
|---|-----------------|------------|---|
| 1 | Certificato CTI | 03/08/2018 | DE_Lotto.1-E1632_revA-AllegatoF-CertCTI.pdf |

## ALLEGATO G – ATTESTATO DI PRESTAZIONE ENERGETICA

| Titolo                      | Data       | Nome file                                   |
|-----------------------------|------------|---|
| APE edificio stato di fatto | 03/08/2018 | DE_Lotto.1-E1632_revA-AllegatoG-APE_SDF.RTF |

## ALLEGATO H – BOZZA DI APE SCENARI

|   | Titolo               | Data | Nome file                                    |
|---|----------------------|------|--|
| 1 | APE-Scenario 15 anni |      | DE_Lotto.1-E1632_revA-AllegatoH-APE_SCN1.rtf |
| 2 | APE-Scenario 25 anni |      | DE_Lotto.1-E1632_revA-AllegatoH-APE_SCN2.rtf |



## ALLEGATO I – DATI CLIMATICI

|   | Titolo                        | Data       | Nome file                  |
|---|-------------------------------|------------|----------------------------|
| 1 | Dati climatici di riferimento | 03/08/2018 | GG_Lotto.1-E1632_revA.xlsx |



## ALLEGATO J – SCHEDE DI AUDIT

|   | Titolo        | Data       | Nome file   |
|---|---------------|------------|---|
| 1 | Schede AICARR | 03/08/2018 | DE_Lotto.1-E1632_revA_AllegatoJ-Schede Audit.xlsx |

## ALLEGATO K – SCHEDE ORE

| Titolo   | Data       | Nome file                                |
|--|------------|--|
| H16 - Installazione valvole termostatiche                  | 03/08/2018 | DE_Lotto.1-E1632_revA-AllegatoK-H16.pdf  |
| R1 - Installazione impianto fotovoltaico                   | 03/08/2018 | DE_Lotto.1-E1632_revA-AllegatoK-R1.pdf   |
| L1 - Installazione di sorgenti luminose ad alta efficienza | 03/08/2018 | DE_Lotto.1-E1632_revA-AllegatoK-L1.pdf   |
| A2.1 - Realizzazione cappotto esterno                      | 03/08/2018 | DE_Lotto.1-E1632_revA-AllegatoK-A2.1.pdf |

## ALLEGATO L – PIANO ECONOMICO FINANZIARIO SCENARI

|   | Titolo                      | Data       | Nome file                                       |
|---|-----------------------------|------------|---|
| 1 | Piano economico finanziario | 03/08/2018 | DE_Lotto.1-E1632_revA-AllegatoL-AnalisiPEF.xlsx |



## ALLEGATO M – REPORT DI BENCHMARK

|   | Titolo              | Data       | Nome file  |
|---|---------------------|------------|--|
| 1 | Report di benchmark | 03/08/2018 | DE_Lotto.1-E1632_revA-Allegato<br>M_Benchmark.docx |



## ALLEGATO N – CD-ROM