

# ASILO NIDO “OLEANDRO”

E1825

SALITA A PIETRAMINUTA 6 – GENOVA

RAPPORTO DI DIAGNOSI ENERGETICA

FONDO KYOTO - SCUOLA 3



Agosto/2018

COMUNE DI GENOVA  
STRUTTURA DI STAFF - ENERGY MANAGER



COMUNE DI GENOVA

**N:ER**  
INGEGNERIA

# **ASILO NIDO “OLEANDRO”**

**E1825**

**SALITA A PIETRAMINUTA 6 – GENOVA**

RAPPORTO DI DIAGNOSI ENERGETICA

FONDO KYOTO - SCUOLA 3

Agosto/2018

COMUNE DI GENOVA

STRUTTURA DI STAFF - ENERGY MANAGER

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

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

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

NIER INGEGNERIA S.p.A.

Via Clodoveo Bonazzi 2

40013 – Castel Maggiore – Bologna

051/0391000

## REGISTRO REVISIONI E PUBBLICAZIONI

Revisione	Data	Realizzazione	Revisione	Approvazione	Descrizione
[0]	[23/02/2018]	Ing. S. Nicolini	Ing. S: Nicolini	Ing. F. Coccia	Prima emissione del documento di diagnosi energetica
			Ing. A. Aprea		
[A]	[16/06/2018]	Ing. S. Nicolini	Ing. S: Nicolini	Ing. F. Coccia	revisione del documento di diagnosi energetica
			Ing. A. Aprea		
[B]	[03/08/2018]	Ing. S. Nicolini	Ing. S: Nicolini	Ing. F. Coccia	Revisione del documento di diagnosi energetica
			Ing. A. Aprea		

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

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

## INDICE

## PAGINA

<b>REGISTRO REVISIONI E PUBBLICAZIONI .....</b>	<b>3</b>
<b>INDICE.....</b>	<b>I</b>
<b>PAGINA.....</b>	<b>I</b>
<b>EXECUTIVE SUMMARY .....</b>	<b>I</b>
<b>CARATTERISTICHE DELL’EDIFICIO OGGETTO DELLA DE .....</b>	<b>I</b>
<b>1 INTRODUZIONE .....</b>	<b>1</b>
1.1 PREMessa .....	1
1.2 SCOPO DELLA DIAGNOSI ENERGETICA .....	1
1.3 RIFERIMENTO E CONTATTI AUDITOR E PERSONALE COINVOLTO.....	2
1.4 IDENTIFICAZIONE DELL’EDIFICIO.....	2
1.5 METODOLOGIA DI LAVORO .....	3
1.6 STRUTTURA DEL REPORT .....	6
<b>2 DATI DELL’EDIFICIO.....</b>	<b>6</b>
2.1 INQUADRAMENTO TERRITORIALE, SOCIO-ECONOMICO E DESTINAZIONE D’USO .....	8
2.2 VERIFICA DEI VINCOLI INTERFERENTI SULLE PARTI DELL’IMMOBILE INTERESSATE DAGLI ’INTERVENTI.....	8
2.3 MODALITÀ DI GESTIONE E MANUTENZIONE DI EDIFICI ED IMPIANTO.....	10
<b>3 DATI CLIMATICI .....</b>	<b>12</b>
3.1 DATI CLIMATICI DI RIFERIMENTO.....	12
3.2 DATI CLIMATICI REALI.....	13
3.3 ANALISI DELL’ANDAMENTO DEI DATI CLIMATICI E PROFILI ANNUALI DEI GRADI GIORNO .....	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> .....	21
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 ELETTRICO E PRINCIPALI UTENZE ELETTRICHE .....	25
4.5 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO ILLUMINAZIONE .....	25
<b>5 CONSUMI RILEVATI .....</b>	<b>27</b>
5.1 CONSUMI ENERGETICI STORICI PER CIASCUN VETTORE E CONNESSIONE ALLE RETI GAS NATURALE ED ELETTRICA.....	27
5.1.1 <i>Energia termica</i> .....	27
5.1.2 <i>Energia elettrica</i> .....	31
5.2 INDICATORI DI PERFORMANCE ENERGETICI ED AMBIENTALI .....	34
<b>6 MODELLO DEL FABBISOGNO ENERGETICO.....</b>	<b>38</b>
6.1 METODOLOGIA DI CALCOLO ADOTTATA E VALIDAZIONE DEI MODELLI DI CALCOLO .....	38
6.1.1 <i>Validazione del modello termico</i> .....	39
6.1.2 <i>Validazione del modello elettrico</i> .....	40
6.2 FABBISOGNI ENERGETICI.....	41
6.3 PROFILI ENERGETICI MENSILI.....	42
<b>7 ANALISI DEI COSTI PRE-INTERVENTO .....</b>	<b>44</b>
7.1 COSTI RELATIVI ALLA FORNITURA DEI VETTORI ENERGETICI .....	44
7.1.1 <i>Vettore termico</i> .....	44

7.1.2	Vettore elettrico.....	48
7.2	TARIFE E PREZZI VETTORI ENERGETICI UTILIZZATI NELL'ANALISI.....	51
7.3	COSTI DI GESTIONE E MANUTENZIONE DI EDIFICIO ED IMPIANTI.....	52
7.4	BASELINE DEI COSTI.....	53
<b>8</b>	<b>IDENTIFICAZIONE DELLE MISURE DI EFFICIENZA ENERGETICA .....</b>	<b>55</b>
8.1	DESCRIZIONE, FATTIBILITÀ E PRESTAZIONI DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI .....	55
8.1.1	<i>Involucro edilizio</i> .....	55
	<b>EEM1: COIBENTAZIONE MURATURE VERTICALI .....</b>	<b>55</b>
	<b>EEM2: COIBENTAZIONE SOLAI .....</b>	<b>56</b>
	<b>EEM3: SOSTITUZIONE SERRAMENTI E VALVOLE TERMOSTATICHE .....</b>	<b>58</b>
8.1.2	<i>Impianto riscaldamento</i> .....	60
	<b>EEM4: SOSTITUZIONE GENERATORE DI CALORE, VALVOLE TERMOSTATICHE E BOLLITORE ACS.....</b>	<b>60</b>
8.1.3	<i>Impianto di illuminazione ed impianto elettrico</i> .....	61
	<b>EEM4: SOSTITUZIONE CORPI ILLUMINANTI.....</b>	<b>61</b>
<b>9</b>	<b>VALUTAZIONE ECONOMICO-FINANZIARIA.....</b>	<b>64</b>
9.1	ANALISI DEI COSTI DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI CONSIDERATI FATTIBILI.....	64
	<b>EEM1: COIBENTAZIONE MURATURE VERTICALI .....</b>	<b>64</b>
	<b>EEM2: COIBENTAZIONE SOLAI .....</b>	<b>65</b>
	<b>EEM3: SOSTITUZIONE SERRAMENTI E VALVOLE TERMOSTATICHE .....</b>	<b>66</b>
	<b>EEM4: SOSTITUZIONE GENERATORE DI CALORE, VALVOLE TERMOSTATICHE E BOLLITORE ACS.....</b>	<b>68</b>
	<b>EEM5: SOSTITUZIONE CORPI ILLUMINANTI.....</b>	<b>71</b>
9.2	ANALISI DI CONVENIENZA DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI CONSIDERATI FATTIBILI.....	72
	<b>EEM1: COIBENTAZIONE MURATURE VERTICALI .....</b>	<b>73</b>
	<b>EEM2: COIBENTAZIONE SOLAI .....</b>	<b>74</b>
	<b>EEM3: SOSTITUZIONE SERRAMENTI E VALVOLE TERMOSTATICHE .....</b>	<b>75</b>
	<b>EEM4: SOSTITUZIONE GENERATORE DI CALORE, VALVOLE TERMOSTATICHE E BOLLITORE ACS.....</b>	<b>76</b>
	<b>EEM5: SOSTITUZIONE CORPI ILLUMINANTI.....</b>	<b>77</b>
	<b>SINTESI .....</b>	<b>78</b>
9.3	IDENTIFICAZIONE DELLE SOLUZIONI INTEGRATE D'INTERVENTO E SCENARI D'INVESTIMENTO.....	79
9.3.1	<i>Scenario 1: &lt;15 ANNI</i> .....	81
9.3.2	<i>Scenario 2: &lt;25 ANNI</i> .....	88
<b>10</b>	<b>CONCLUSIONI .....</b>	<b>95</b>
10.1	RIASSUNTO DEGLI INDICI DI PERFORMANCE ENERGETICA .....	95
10.2	RIASSUNTO DEGLI SCENARI DI INVESTIMENTO E DEI PRINCIPALI RISULTATI .....	96
10.3	RACCOMANDAZIONI .....	98
10.4	CONCLUSIONI E COMMENTI.....	100
	<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		1600
Anno di ristrutturazione		2001-2003
Zona climatica		D
Destinazione d'uso	E.7. : Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli ed assimilabili.	
Superficie utile riscaldata	[m <sup>2</sup> ]	352,99
Superficie disperdente (S)	[m <sup>2</sup> ]	533,11
Volume lordo riscaldato (V)	[m <sup>3</sup> ]	1.560,19
Rapporto S/V	[1/m]	0,34
Superficie lorda aree interne (scaldate e non scaldate)	[m <sup>2</sup> ]	416,37
Superficie lorda aree esterne	[m <sup>2</sup> ]	146,36
Superficie lorda complessiva (aree interne ed esterne)	[m <sup>2</sup> ]	562,73
Tipologia generatore riscaldamento		Caldaia a basamento di tipo tradizionale
Potenza totale impianto riscaldamento	[kW]	93,5
Potenza totale impianto raffrescamento	[kW]	Assente
Tipo di combustibile		Gas metano
Tipologia generatore Acqua Calda sanitaria (ACS)		Produzione combinata con impianto di riscaldamento. Accumulo da 500 l
Emissioni CO2 di riferimento <sup>(1)</sup>	[t/anno]	13,6
Consumo di riferimento Gas Metano <sup>(1)</sup>	[kWh <sub>th</sub> /anno]	48.272
Spesa annuale Gas Metano <sup>(1)</sup>	[€/anno]	4.241
Consumo di riferimento energia elettrica <sup>(1)</sup>	[kWh <sub>el</sub> /anno]	8.180
Spesa annuale energia elettrica <sup>(1)</sup>	[€/anno]	2.162

Nota (1): Valori di Baseline

Descrizione delle Misure di efficienza energetica proposte:

- EEM1: Coibentazione murature verticali
- EEM2: Coibentazione solai
- EEM3 : Sostituzione infissi e valvole termostatiche
- EEM4: Ristrutturazione impianto termico
- EEM5: Sostituzione corpi illuminanti
- SCN 1: EEM 1 + EEM 2 + EEM 5
- SCN 2: EEM 1 + EEM 2 + EEM 3 + EEM 4 + EEM 5

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

CON INCENTIVI														
	% $\Delta E$	% $\Delta CO_2$	$\Delta C_E$	$\Delta C_{MO}$	$\Delta C_{MS}$	$I_0$	TRS	TRA	n	VAN	TIR	IP	DSCR	LLCR
	[%]	[%]	[€/anno]	[€/anno]	[€/anno]	[€]	[anni]	[anni]	[anni]	[€]	[%]	[-]		
EEM1	12,67%	13,49%	€ 811,03	€ -	€ -	€ 11.868,00	7,8	10,8	30	€ 7.125,91	10,15%	0,60	N/A	N/A
EEM2	8,16%	25,32%	€ 522,38	€ -	€ -	€ 3.420,00	4,2	4,7	30	€ 6.731,90	20,09%	1,97	N/A	N/A
EEM3	23,69%	25,32%	€ 1.516,90	€ -	€ -	€ 44.710,00	17,4	30,8	30	-€ 1.191,19	3,68%	-0,03	N/A	N/A
EEM4	19,29%	19,96%	€ 1.235,31	€ -	€ -	€ 20.147,00	12,3	16,9	15	-€ 2.295,40	1,82%	-0,11	N/A	N/A
EEM5	12,46%	10,39%	€ 797,50	€ -	€ -	€ 5.724,00	4,4	4,9	15	€ 4.601,87	16,82%	0,80	N/A	N/A
SCN1	33,02%	32,36%	€ 2.113,94	€ -	€ -	€ 20.516,00	2,28	2,56	15	€ 2.730,00	49,83%	12,99	1,268	0,619
SCN2	60,63%	61,60%	€ 3.882,40	€ -	€ -	€ 81.662,00	2,44	2,79	25	€ 9.154,00	2,20%	11,14	1,041	0,411

Figura 0.1 – Scenario 1: analisi finanziaria

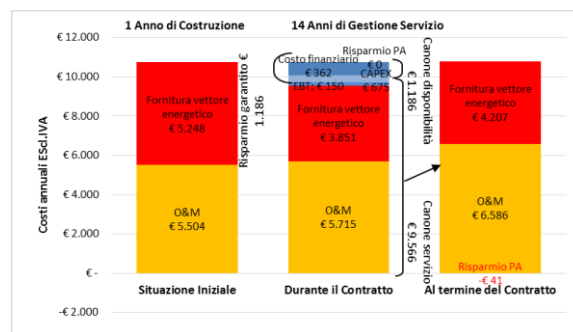
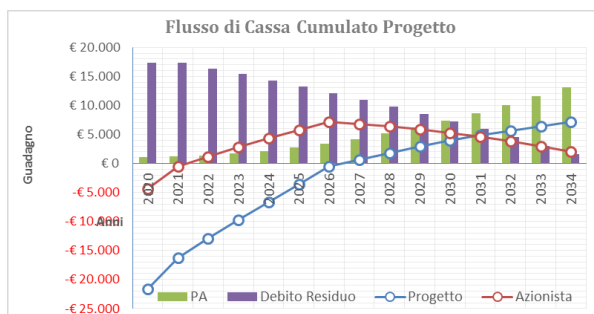
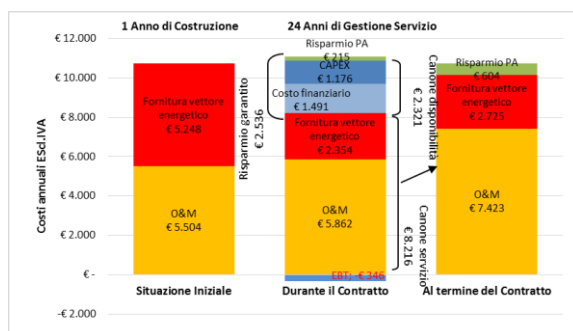
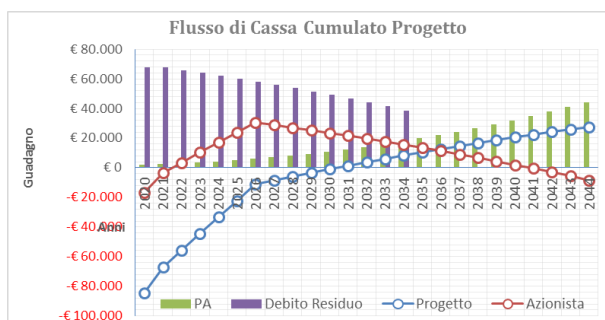


Figura 0.2 – Scenario 2: analisi finanziaria



Nei due scenari la situazione prospettata è molto diversa, e si presenta tutto sommato favorevole in entrambe le soluzioni. Nello SCN2 si ha la realizzazione di una riqualificazione energetica più completa dell'edificio, che porterebbe l'edificio analizzato dalla attuale classe F ad una classe B, mentre nello SCN1 si giungerebbe ad una classe E.



## 1 INTRODUZIONE

### 1.1 PREMESSA

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

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

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

### 1.2 SCOPO DELLA DIAGNOSI ENERGETICA

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

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

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

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

Figura 1.1 - Vista della facciata esposta a Est



### 1.3 RIFERIMENTO E CONTATTI AUDITOR E PERSONALE COINVOLTO

La presente DE è stata eseguita dalla Società Nier Ingegneria S.p.A. il cui responsabile per il processo di audit è l'Ing. Fabio Coccia, soggetto certificato Esperto in Gestione dell'Energia (EGE) ai sensi della norma UNI CEI 11339.

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

Tabella 1.1 – Soggetti coinvolti nella realizzazione del processo di Audit

NOME E COGNOME	RUOLO	ATTIVITÀ SVOLTA
Ing. Giuliano De Pin		Sopralluogo in sito
Ing. Sarah Nicolini		Sopralluogo in sito
Ing. Sarah Nicolini		Elaborazione dei dati relativi ai consumi energetici
Ing. Giuliano De Pin		Elaborazione dei dati geometrici e creazione del modello energetico
Ing. Sarah Nicolini		Redazione report di diagnosi
Ing. Sarah Nicolini	Responsabile involucro	Revisione report di diagnosi energetica
Ing. Antonio Aprea	Responsabile impianti	Revisione report di diagnosi energetica
Ing. Fabio Coccia	EGE	Approvazione report di diagnosi energetica

### 1.4 IDENTIFICAZIONE DELL'EDIFICIO

L'immobile oggetto della DE è sito nel Comune di Genova e più precisamente nel quartiere PRE' nei pressi della stazione centrale.

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

Catastralmente la porzione di edificio oggetto di diagnosi è individuata al NCEU Sezione GEA, F. 80, Mapp. 210, Sub. 11, e graffata al F.80, M. 697, Sub. 3.

Dalla visura catastale risulta che l'immobile appartiene alla categoria catastale B/1 (Collegi e convitti, educandati; ricoveri; orfanotrofi; ospizi; conventi; seminari; caserme), non risultando correttamente allineato con l'attuale destinazione d'uso reale dell'edificio che dovrebbe risultare B/5 (Scuole e laboratori scientifici).

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		1600
Anno di ristrutturazione		2001-2003
Zona climatica		D
Destinazione d'uso		E.7. : Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli ed assimilabili.
Destinazione d'uso catastale		B1: Collegi e convitti, educandati; ricoveri; orfanotrofi; ospizi; conventi; seminari; caserme
Superficie utile riscaldata	[m <sup>2</sup> ]	353

Figura 1.2 – Ubicazione dell'edificio



Superficie disperdente (S)	[m <sup>2</sup> ]	533
Volume lordo riscaldato (V)	[m <sup>3</sup> ]	1.560
Rapporto S/V	[1/m]	0,34
Superficie netta aree interne (scaldate e non scaldate)	[m <sup>2</sup> ]	352,99
Superficie lorda aree interne (scaldate e non scaldate)	[m <sup>2</sup> ]	416,37
Superficie lorda aree esterne	[m <sup>2</sup> ]	146,36
Superficie lorda complessiva (aree interne ed esterne)	[m <sup>2</sup> ]	562,73
Tipologia generatore riscaldamento		Caldaia a basamento di tipo tradizionale
Potenza totale impianto riscaldamento	[kW]	93,5
Potenza totale impianto raffrescamento	[kW]	Assente
Tipo di combustibile		Gas metano
Tipologia generatore Acqua Calda sanitaria (ACS)		Produzione combinata con impianto di riscaldamento. Accumulo da 500 l
Emissioni CO2 di riferimento <sup>(1)</sup>	[t/anno]	13,6
Consumo di riferimento Gas Metano <sup>(1)</sup>	[kWh <sub>rit</sub> /anno]	48.272
Spesa annuale Gas Metano <sup>(1)</sup>	[€/anno]	4.241
Consumo di riferimento energia elettrica <sup>(1)</sup>	[kWh <sub>el</sub> /anno]	8.180
Spesa annuale energia elettrica <sup>(1)</sup>	[€/anno]	2.162

Nota (2): Valori di Baseline

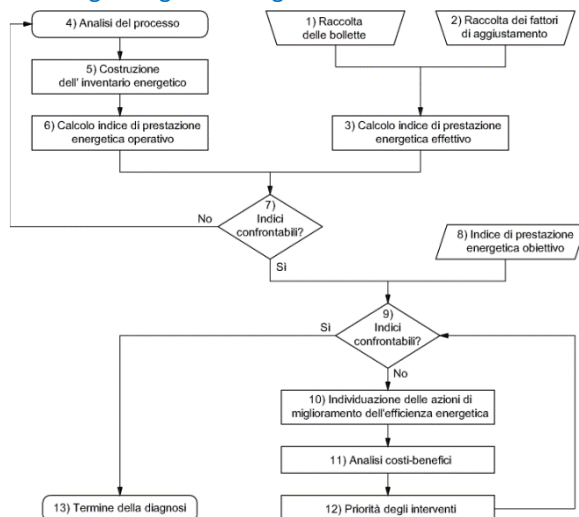
## 1.5 METODOLOGIA DI LAVORO

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;
- Analisi del quadro normativo di riferimento, incluso la verifica dei vincoli ambientali, storici, archeologici e paesaggistici interferenti sull'immobile interessato dall'intervento;
- Visita agli edifici, effettuata in data 05/12/2017 con verifica degli elaborati forniti e rilievo dei dati relativi alle caratteristiche degli elementi disperdenti ed impiantistici costituenti il sistema edificio-impianto;
- Visita alla centrale termica con il supporto del personale incaricato della conduzione e manutenzione degli impianti e rilevamento dei dati utili;
- Preparazione e compilazione delle schede di Audit previste per la diagnosi di livello II di cui all'appendice A delle LGEE - Linee Guida per l'Efficienza Energetica negli Edifici - sett. 2013 - elaborato da AiCARR per Agesi, Assistal, Assopetroli e Assoenergia, e riportate all'Allegato J – Schede di audit;
- Elaborazione del comportamento termico ed elettrico dell'edificio, realizzata utilizzando il software commerciale Edilclima EC700 – versione 8 in possesso di certificato di conformità rilasciato dal Comitato Termotecnico Italiano (CTI) n°73/2017 ai sensi del D.lgs. 192/05 e s.m.i. e riportato all'Allegato F – Certificato CTI Software;
- 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;
- Analisi dei dati climatici reali del sito ove è ubicato l'edificio con conseguente calcolo dei Gradi Giorno reali (GG<sub>real</sub>), utilizzando le temperature esterne rilevate dalla stazione meteo del Centro Funzionale e riportati all'Allegato I – Dati climatici;
- Individuazione della “baseline termica” di riferimento (e relative emissioni di CO<sub>2</sub>) tramite opportuna ripartizione del consumo di combustibile tra le varie utenze a servizio dell'edificio e

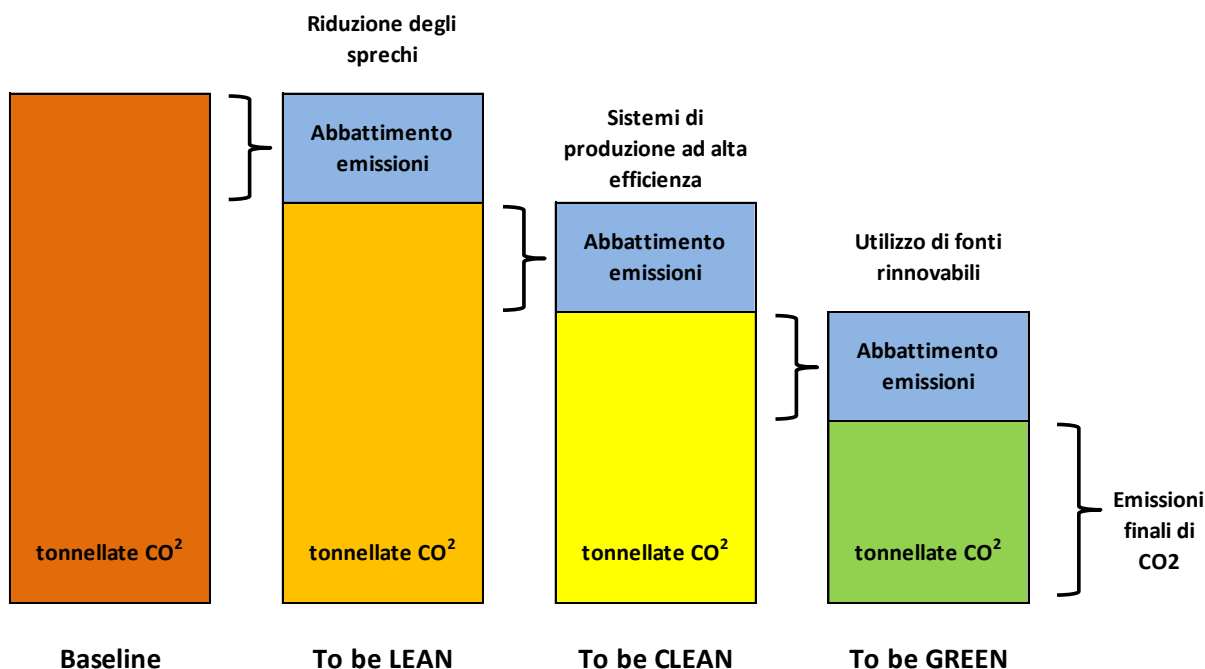
- destagionalizzazione dello stesso, utilizzando i relativi GG reali ( $GG_{real}$ ), e conseguente normalizzazione secondo i GG di riferimento ( $GG_{rif}$ );
- j) Individuazione della “baseline elettrica” di riferimento (e relative emissioni di  $CO_2$ ) calcolata sulla media aritmetica dei valori 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 inferiore uguale rispettivamente a 25 e a 15 anni.
  - o) Analisi costi-benefici e di redditività finanziaria derivanti dalla realizzazione delle EEM previste singolarmente, con riferimento ai principali indicatori finanziari ed ai possibili sistemi di incentivazione;
  - p) Valutazione economico-finanziaria dei due scenari ottimali previsti, a partire dal “baseline di costi” e con riferimento ai principali indicatori finanziari e di sostenibilità finanziari ed ai possibili sistemi di incentivazione;
  - q) Identificazione dell’eventuale canone applicabile nel caso di attuazione dello scenario ottimale attraverso un Energy Performance Contract, con lo scopo di analizzare il possibile interesse nella realizzazione degli interventi studiati, tramite l’intervento di una ESCo;
  - r) Realizzazione di una relazione tecnica descrittiva di dettaglio dell’analisi effettuata (Rapporto di DE);
  - s) Realizzazione di un report dei Benchmark.

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



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

Figura 1.4 - Principio della Gerarchia Energetica



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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

## 1.6 STRUTTURA DEL REPORT

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

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

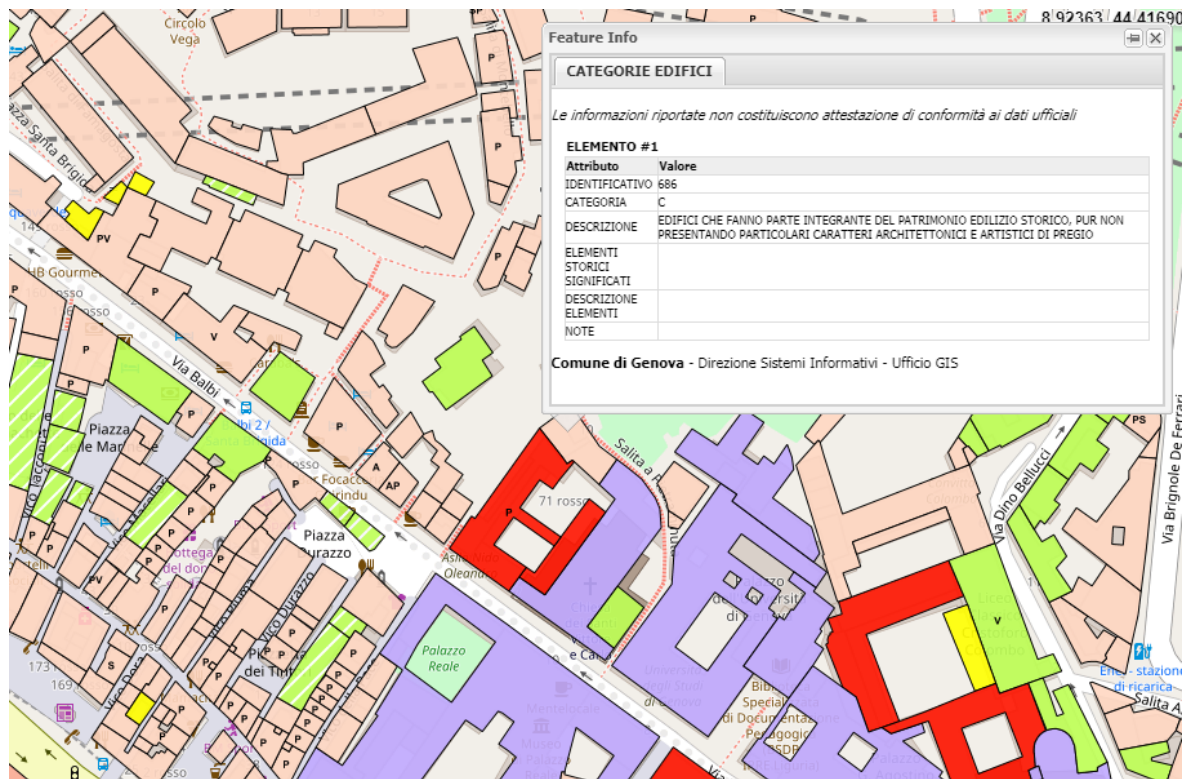
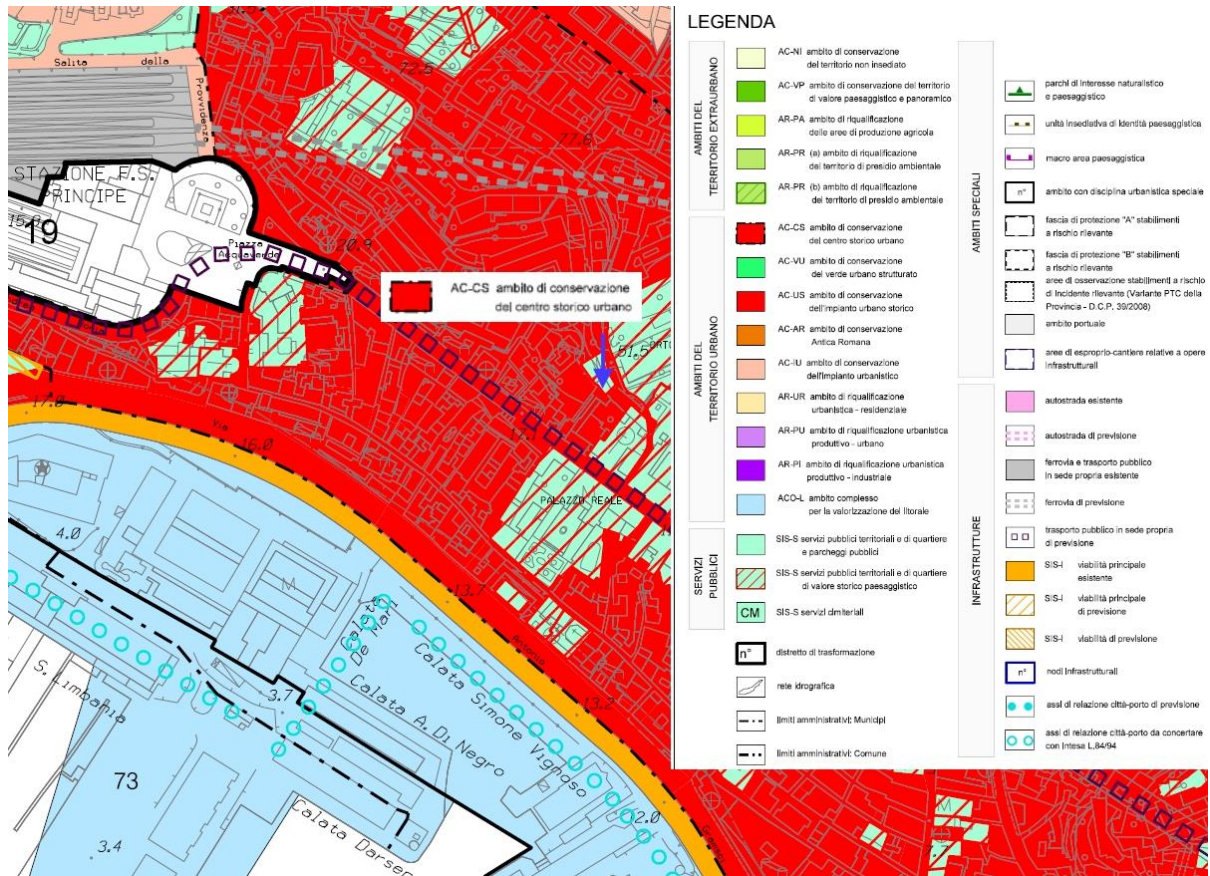
## 2 DATI DELL'EDIFICIO

Lo strumento urbanistico vigente, il P.U.C approvato con DD n° 2015/118.0.0./18 con entrata in vigore il 3/12/2015, classifica l'edificio oggetto della DE in zona AC-CS, ambito di conservazione del **centro storico** urbano, avente come obiettivo la conservazione e valorizzazione del patrimonio edilizio esistente, i cui interventi sono consentiti senza obbligo di reperire parcheggi pertinenziali. Gli interventi sono disciplinati sulla base delle categorie attribuite agli edifici. L'edificio in cui è inserito l'asilo nido appartiene alla Categoria C - edifici che fanno parte integrante del patrimonio edilizio storico, pur non presentando particolari caratteri architettonici e artistici di pregio. Gli interventi



consentiti per questa categoria di edificio sono contenuti nella relativa scheda d’ambito riportata all’interno delle Norme di Conformità del PUC.

Figura 2.1 - Particolare estratto dal Piano Urbanistico Comunale



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

L'edificio ove è ubicato l'Asilo Nido Oleandro risale all'incirca al 1600 è stato interamente ristrutturato nel periodo 2001-2003, pertanto ai sensi del DPR 412/93, attualmente ricade nella destinazione d'uso E.7. : Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli ed assimilabili.

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

L'asilo nido è frequentato da 40 bambini suddivisi tra due sezioni, nido e lattanti, e da 14 adulti suddivisi tra personale ATA, insegnanti e cuochi.

L'edificio ospitante il complesso scolastico oggetto della DE è costituito complessivamente da un due piani fuori terra, di cui l'asilo nido ne occupa uno solo, che si sviluppa però su diversi livelli.

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>
Terra	Asilo nido	[m <sup>2</sup> ]	416	353	0
<b>TOTALE</b>		[m <sup>2</sup> ]	416	353	0

Nota (3): Superficie lorda comprensiva delle zone interne climatizzate e non climatizzate, valutate a partire dalle planimetrie progettuali, opportunamente verificate in fase di sopralluogo

Nota (4): Superficie utile valutata ai fini della creazione del modello energetico

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

Il sestiere di Pré, parte integrante del centro storico genovese, confina a est col sestiere della Maddalena, a nord con Castelletto, a ovest con il sestiere di S.Teodoro, mentre a sud si affaccia sul bacino del porto vecchio. Oggi l'area del sestiere che mantiene il suo aspetto storico, con gli edifici accorpatis e compatti, si trova circondata da direttrici viarie di grande importanza per la città. Prè è oggi una unità urbanistica del Municipio I Centro-Est.



Figura 2.3 - Particolare estratto dalla carta dei vincoli



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

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




Gli interventi in questo caso devono in generale perseguire il mantenimento e la valorizzazione delle caratteristiche architettoniche degli edifici, dell'intorno e degli spazi liberi.

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

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

MISURA DI EFFICIENZA ENERGETICA	VINCOLO INTERESSATO	VALUTAZIONE INTERFERENZA <sup>(4)</sup>	MISURA DI TUTELA DA ADOTTARE
EEM 1: Coibentazione interna solaio di copertura	Ambito AC-CS Ed. Cat. C + SUQ (Struttura Urbana Qualificata)		Utilizzo di materiali tradizionali o comunque compatibili con l'esistente; intonaci a base di calce o traspiranti
EEM 2: Cappotto interno pareti perimetrali	Ambito AC-CS Ed. Cat. C + SUQ		Utilizzo di materiali tradizionali o comunque compatibili con l'esistente; intonaci a base di calce o traspiranti
EEM 3: Sostituzione infissi e valvole termostatiche	Ambito AC-CS Ed. Cat. C + SUQ		Utilizzo di materiali tradizionali
EEM 4: Sostituzione generatore di calore, valvole termostatiche e bollitore ACS	Ambito AC-CS Ed. Cat. C + SUQ		Mantenimento dei medesimi posizionamenti ed ingombri delle macchine
EEM 5: Sostituzione corpi illuminanti	Ambito AC-CS Ed. Cat. C + SUQ		-

Nota (5): Legenda livelli di interferenza:

	Non perseguibile
	Perseguibile tramite adozione misure di tutela indicate
	Interferenza nulla

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

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

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

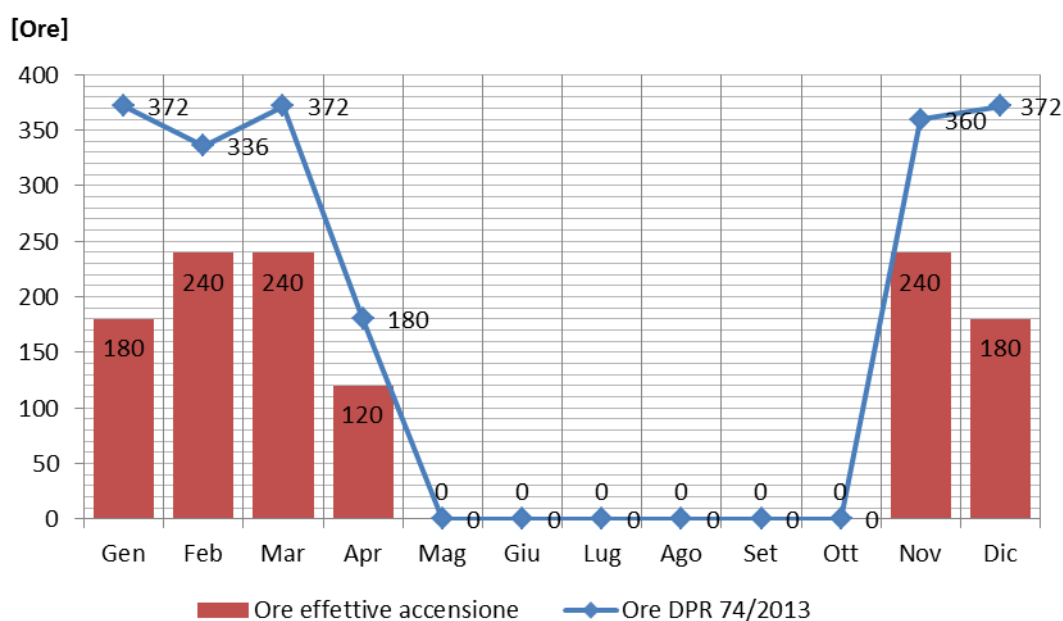
Gli orari di effettivo utilizzo dell’edificio sono stati ricavati tramite intervista agli occupanti, mentre i periodi di attivazione e spegnimento degli impianti sono stati rilevati dalle apparecchiature presenti nella centrale termica a servizio della scuola.

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

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

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

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



Dall’analisi effettuata è emerso che gli orari di funzionamento degli impianti sono correlati agli orari di apertura della scuola e non presentano particolari criticità.

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

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

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

### 3 DATI CLIMATICI

#### 3.1 DATI CLIMATICI DI RIFERIMENTO

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Mese	GIORNI MENSILI	TEMPERATURA ESTERNA UNI 10349:2016 [°C]	GIORNI RISCALDAMENTO [g/m]	GG	GIORNI DI UTILIZZO [g/m]	GIORNI RISCALDAMENTO EFFETTIVI [g/m]	GG <sub>rif</sub>	PROFILO DI INCIDENZA
<b>Gennaio</b>	31	10,4	31	298	20	20	192	21%
<b>Febbraio</b>	28	10,5	28	266	20	20	190	21%
<b>Marzo</b>	31	11,1	31	276	21	21	187	21%
<b>Aprile</b>	30	15,3	15	71	20	11	56	6%
<b>Maggio</b>	31	18,7	-	-	21	-	-	0%
<b>Giugno</b>	30	22,4	-	-	20	-	-	0%
<b>Luglio</b>	31	24,6	-	-	20	-	-	0%
<b>Agosto</b>	31	23,6	-	-	-	-	-	0%
<b>Settembre</b>	30	22,2	-	-	20	-	-	0%
<b>Ottobre</b>	31	18,2	-	-	21	-	-	0%
<b>Novembre</b>	30	13,3	30	201	20	20	134	15%
<b>Dicembre</b>	31	10,0	31	310	15	15	150	17%
<b>TOTALE</b>	<b>365</b>	<b>16,7</b>	<b>166</b>	<b>1421</b>	<b>218</b>	<b>107</b>	<b>909</b>	<b>100%</b>



### 3.2 DATI CLIMATICI REALI

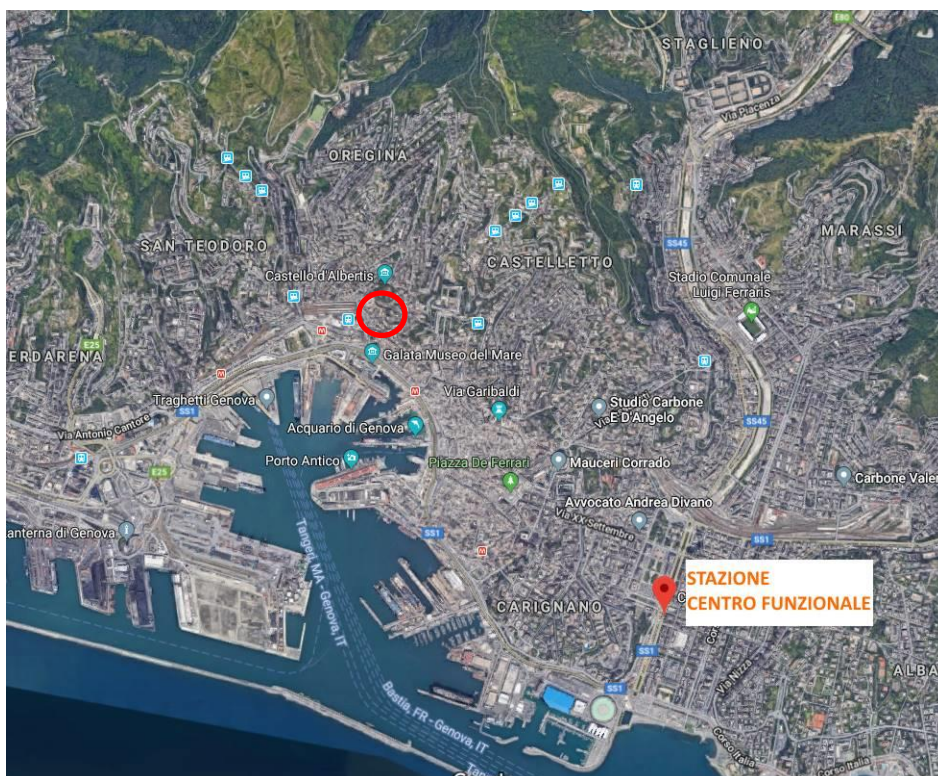
Ai fini della realizzazione dell’analisi energetica si è resa necessaria la definizione delle condizioni climatiche reali, ovvero dei GG calcolati in funzione della temperatura esterna media oraria del sito effettivamente rilevata, con lo scopo di creare una normalizzazione dei consumi in funzione delle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

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

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

Nell’edificio oggetto di diagnosi, posto ad un’altitudine di 36 m s.l.m., sono stati utilizzati i dati climatici rilevati dalla centralina meteo del Centro Funzionale, in quanto le condizioni climatiche sono più simili rispetto alla centralina di Castellaccio posta a circa 360 m sul livello del mare.

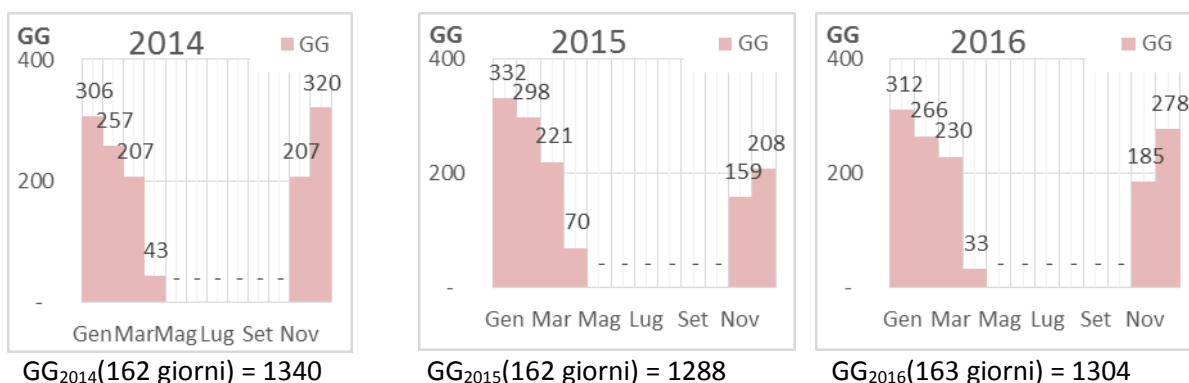
Figura 3.1 – Posizionamento della centralina meteo climatica rispetto all’edificio oggetto di DE



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

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

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

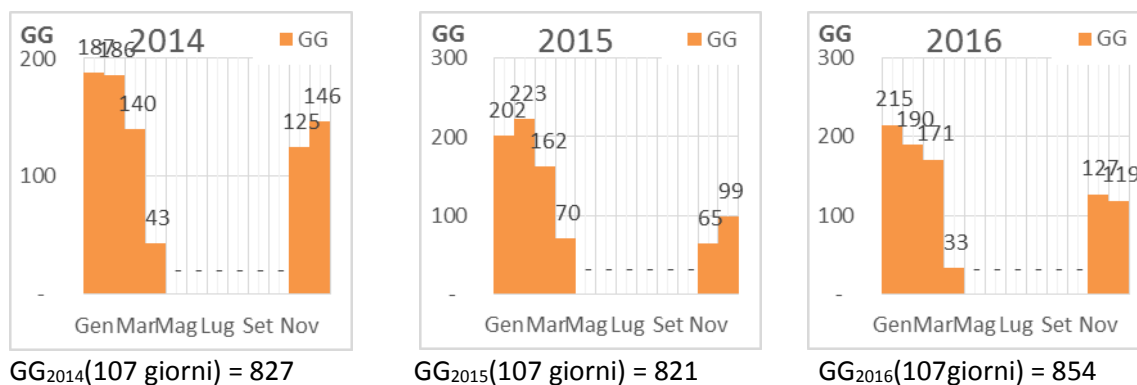


Considerando che il profilo di utilizzo degli impianti di riscaldamento prevede alcuni giorni di mancata accensione dell'impianto, come riportato nella Tabella 2.3, i GG reali sono stati ricalcolati in funzione del numero di giorni effettivi di accensione dell'impianto termico, pertanto si è ottenuto un valore di 834 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 calcolata in funzione delle temperature orarie rilevate dalla centralina meteorologica.

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

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



Come si può notare dai grafici sopra riportati, l'andamento dei GG non è costante e subisce variazioni nel periodo considerato e si attesta molto al di sotto dei GG sia di norma e che del funzionamento a 162/166 giorni.

## 4 AUDIT EDIFICIO E IMPIANTI ELETTRICI E MECCANICI

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

#### 4.1.1 Involucro opaco

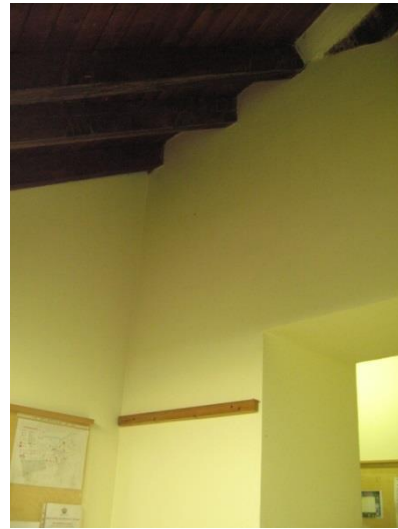
L'involucro edilizio opaco che costituisce l'edificio è sostanzialmente composto da un unico blocco strutturale, costituito dall'edificio storico e realizzato con le tecniche dell'epoca e dunque caratterizzato da murature portanti, presumibilmente in pietra e conglomerati debitamente intonacate.

La struttura risulta omogenea senza particolari discontinuità.

Va inoltre sottolineato, sempre in riferimento all'involucro edilizio che nel corso della ristrutturazione subita tra il 2001 ed il 2003 non sono stati effettuati interventi di coibentazione sulle murature.

La copertura è parzialmente verso esterno e parzialmente verso locali riscaldati. La copertura verso esterno è realizzata in legno. Il pavimento è parzialmente contro-terra e parzialmente verso locali riscaldati.

Figura 4.1 - Particolare della porzione di involucro interna

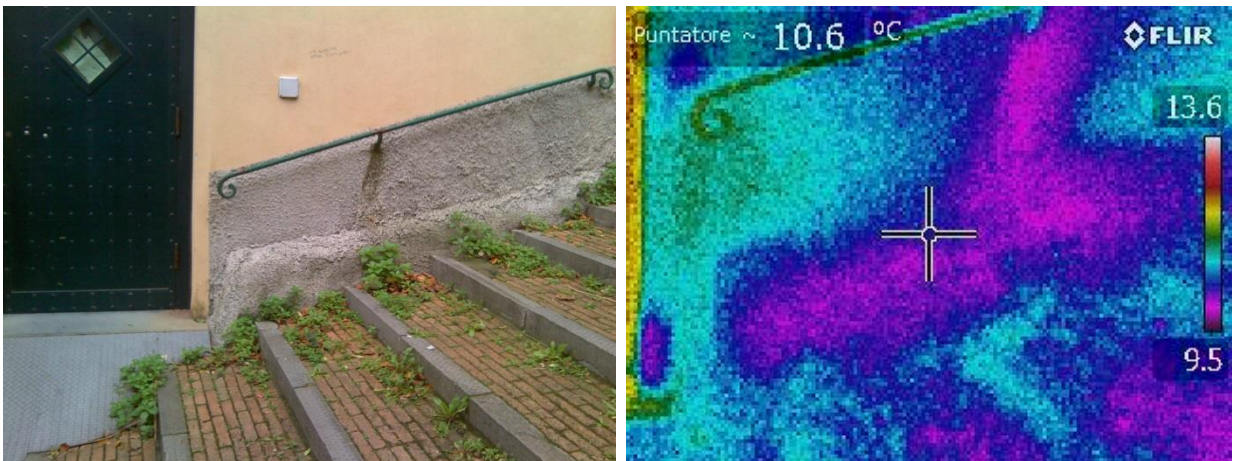


Ai fini di un'identificazione più precisa delle caratteristiche dei componenti dell'involucro opaco si è proceduto, in sede di sopralluogo, alla realizzazione di un rilievo termografico eseguito tramite l'utilizzo di termo camera FLIR E40.

La realizzazione delle suddette indagini ha portato alle seguenti conclusioni:

- Come già anticipato non sono state rilevate particolari discontinuità nella struttura edilizia, con presenza di significativi ponti termici
- È stato rilevato un gradiente di temperatura significativo alla base dell'edificio, in quanto posto su terreno è possibile che si verifichi una risalita di umidità dal suolo sottostante.

Figura 4.2 – Rilievo termografico della parete esterna est



I dettagli delle indagini diagnostiche effettuate sono riportate all’Allegato C – Report di indagine termografica e all’Allegato D per la strumentazione utilizzata.

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

Tabella 4.1 – Trasmittanze termiche dei componenti dell’involucro opaco

TIPO DI COMPONENTE	CODICE	SPESSORE [mm]	ISOLAMENTO	TRASMITTANZA TERMICA [W/m <sup>2</sup> K]	STATO DI CONSERVAZIONE
Muro verso esterno 84 cm	M1	840,0	Assente	0,866	Sufficiente
Muro verso esterno 64 cm	M2	640,0	Assente	1,122	Sufficiente
Muro verso esterno 54 cm	M3	540,0	Assente	1,221	Sufficiente
Muro verso esterno 44 cm	M4	440,0	Assente	1,408	Sufficiente
Muro verso esterno 34 cm	M5	340,0	Assente	1,944	Sufficiente
Muro verso esterno 19 cm	M6	190,0	Assente	2,176	Sufficiente
Muro vetrata	M7	18,0	Assente	2,648	Sufficiente
Porta metallo	M8	48,0	Assente	1,828	Sufficiente
Muro verso non climatizzato	M9	200,0	Assente	1,587	Sufficiente
Muro verso climatizzato	M10	200,0	Assente	1,587	Sufficiente
Pavimento contro terra gioco libero	P1	336,0	Assente	0,927	Sufficiente
Pavimento contro terra lavanderia	P2	336,0	Assente	0,905	Sufficiente
Pavimento verso climatizzato - linoleum	P3	296,0	Assente	1,433	Sufficiente
Pavimento verso climatizzato - piastrella	P4	296,0	Assente	1,499	Sufficiente
Soffitto verso esterno - legno	S1	101,0	Presente	0,558	Buono
Controsoffitto	S2	200,0	Assente	1,963	Sufficiente
Soffitto verso climatizzato	S3	296,0	Assente	1,898	Sufficiente

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



#### 4.1.2 Involucro trasparente

L'involucro trasparente che costituisce l'edificio è composto da serramenti con telaio in alluminio e vetro camera 3/12/3 installati in occasione della ristrutturazione del 2001-2003.

Lo stato di conservazione degli stessi è abbastanza buono.

Figura 4.3 - Particolare della vetrata esposta ad ovest – sezione nido.



Figura 4.4 - Particolare di un infisso dell'asilo nido.

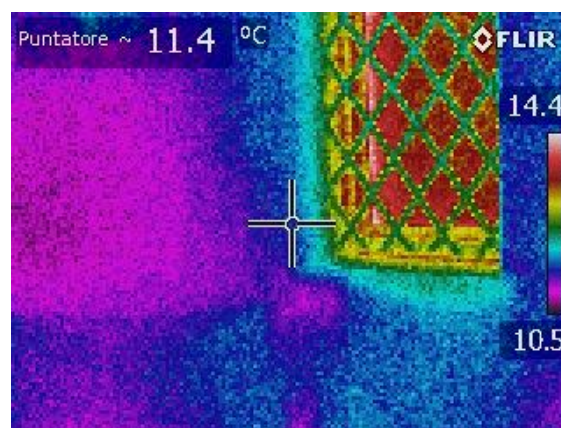


Ai fini di un'identificazione più precisa delle caratteristiche dei componenti dell'involucro trasparente si è proceduto, in sede di sopralluogo, alla realizzazione del rilievo termografico.

La realizzazione delle suddette indagini ha portato alle seguenti conclusioni:

- Gli infissi presentano un comportamento normale con presenza di ponte termico perimetrale
- Il grado di isolamento offerto dagli infissi è sufficiente ma potrebbe essere migliorabile.

Figura 4.5 – Rilievo termografico dei serramenti esterni verso est



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

Tabella 4.2 – Trasmittanze termiche dei componenti dell’involucro trasparente

TIPO DI COMPONENTE	CODICE	ALTEZZA [mm]	LARGHEZZA [mm]	TIPO TELAIO	TIPO VETRO	TRASMITTANZA TERMICA - U <sub>w</sub> [W/mqK]	STATO DI CONSERVAZIONE
Finestra 115x215	W1	215,0	115,0	Alluminio	Doppio	4,351	Discreto
Finestra 115x170	W2	170,0	115,0	Alluminio	Doppio	4,223	Discreto
Finestra 100x170	W3	170,0	100,0	Alluminio	Doppio	4,396	Discreto
Finestra 77x130	W4	130,0	77,0	Alluminio	Doppio	4,883	Discreto
Finestra 95x280	W5	280,0	95,0	Alluminio	Doppio	3,834	Discreto
Finestra 125x280	W6	280,0	125,0	Alluminio	Doppio	3,669	Discreto
Finestra 170x280	W7	280,0	170,0	Alluminio	Doppio	3,688	Discreto
Finestra 60x280	W8	280,0	60,0	Alluminio	Doppio	4,233	Discreto
Porta-finestra 135x280	W9	280,0	135,0	Alluminio	Doppio	4,227	Discreto

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

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

L’impianto di riscaldamento degli ambienti è costituito da una centrale termica costituita da una caldaia a basamento di tipo tradizionale, alimentata a gas metano che produce anche ACS.

### 4.2.1 Sottosistema di emissione

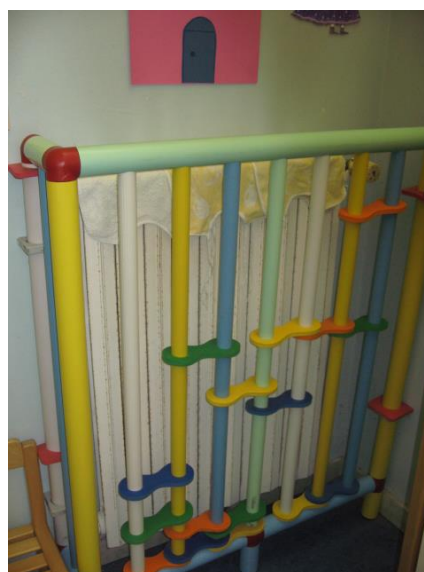
Il sottosistema di emissione è costituito dalle seguenti tipologie di terminali:

- Radiatori in ghisa
- Ventilconvettori

Figura 4.6 – Particolare ventilconvettore



Figura 4.7 - Particolare radiatore in ghisa



I rendimenti di emissione desunti dal modello di calcolo delle DE eseguito con il software certificato Edilclima che implementa le norme UNI TS 11300, sono i seguenti:

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

ZONA TERMICA	TIPOLOGIA DI TERMINALE	RENDIMENTO
Asilo nido	Radiatori in ghisa	95%
Asilo nido	Ventilconvettori	95%

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

Tabella 4.4 - Rendimenti del sottosistema di emissione per le varie zone termiche

ZONA TERMICA	TIPO DI INSTALLAZIONE	NUMERO	POTENZA TERMICA UNITARIA - MEDIA [kW]	POTENZA TERMICA COMPLESSIVA [kW]	POTENZA FRIGORIFERA UNITARIA [kW]	POTENZA FRIGORIFERA COMPLESSIVA [kW]
Asilo nido	Radiatori su parete esterna non isolata	15	1,53	23	0	0
Asilo nido	Ventilconvettori	4	ND	16	0	0
<b>TOTALE</b>		<b>19</b>		<b>39</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

In fase di sopralluogo si sono verificati i radiatori presenti ma non è stato possibile desumere la potenza di ciascun radiatore non conoscendo le loro specifiche tecniche. Pertanto tale dato è stato ricostruito via software e confrontato con i valori da check list forniti per i radiatori (indicati in tabella). La valutazione tramite software è stata fatta considerando un  $\Delta t$  lato acqua di 10°C e  $\Delta t$  lato aria 50°C.

Il confronto dei due valori ha confermato quanto previsto nelle check-list, infatti il valore simulato risulta in linea con quanto indicato.

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'accensione e spegnimento della centrale termica avviene attraverso cronotermostato con orari pre-impostati, inoltre è presente un sistema di telegestione e telecontrollo dotato anche di una centralina climatica con sonda esterna. Sui radiatori sono presenti valvole termostatiche con funzionamento ON/OFF, mentre sui ventilconvettori non sono presenti regolatori locali.

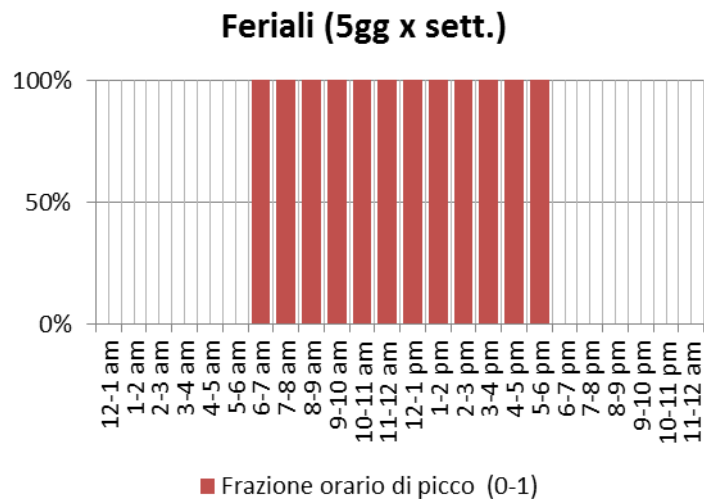
Figura 4.8 – Valvola termostatica installata su radiatore

Figura 4.9 – Particolare centrale termica – Cronotermostato



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

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



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

I rendimenti di regolazione desunti dal modello di calcolo delle DE eseguito con il software certificato Edilclima che implementa le norme UNI TS 11300, sono riportati nella Tabella 4.5:

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

ZONA TERMICA	TIPO DI REGOLAZIONE	RENDIMENTO
Asilo nido	Climatica + singolo ambiente	97%

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

### 4.2.3 Sottosistema di distribuzione

Il sottosistema di distribuzione è costituito dai seguenti elementi:

- 1) Circuito primario di collegamento tra il generatore di calore ed un primo scambiatore
- 2) Circuito secondario di mandata allo scambiatore per circuito di alimentazione dell'accumulo ACS ed un secondario per alimentazione del circuito di riscaldamento dell'asilo nido

1) **Circuito primario:** sono presenti una pompa gemellare di circolazione a giri fissi, con funzionamento alternato, di marca WILO

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

Tabella 4.6 - Riepilogo caratteristiche pompe circuito primario

NOME		SERVIZIO	PORTATA MASSIMA [m <sup>3</sup> /h]	PREVALENZA MASSIMA [m]	POTENZA ASSORBITA [kW]
Generatore di calore	EG01	Pompa gemellare di mandata acqua calda a collettore - Pompa del circuito primario	21	7	2x0,37
TOTALE			21	7	0,37

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 °C	TEMPERATURA CALCOLO °C
Generatore di calore	Mandata	Caldo	55	80
	Ritorno	Caldo	40	60

Le temperature sopra indicate sono state rilevate in una giornata con temperatura esterna di 12°C, mentre le temperature di calcolo sono riferite ad una temperatura esterna di progetto di 0°C per la città di Genova. La differenza delle temperature è indice del regolare funzionamento della centralina climatica.

2) **Circuito secondario:** sono presenti una pompa gemellare di circolazione a giri fissi con funzionamento alternato per il circuito di riscaldamento (EG02) ed una pompa singola a giri fissi per il circuito di ACS (ES01).

La pompa EG02 è di marca WILO, mentre la pompa ES01 è di marca GRUNDFOS.

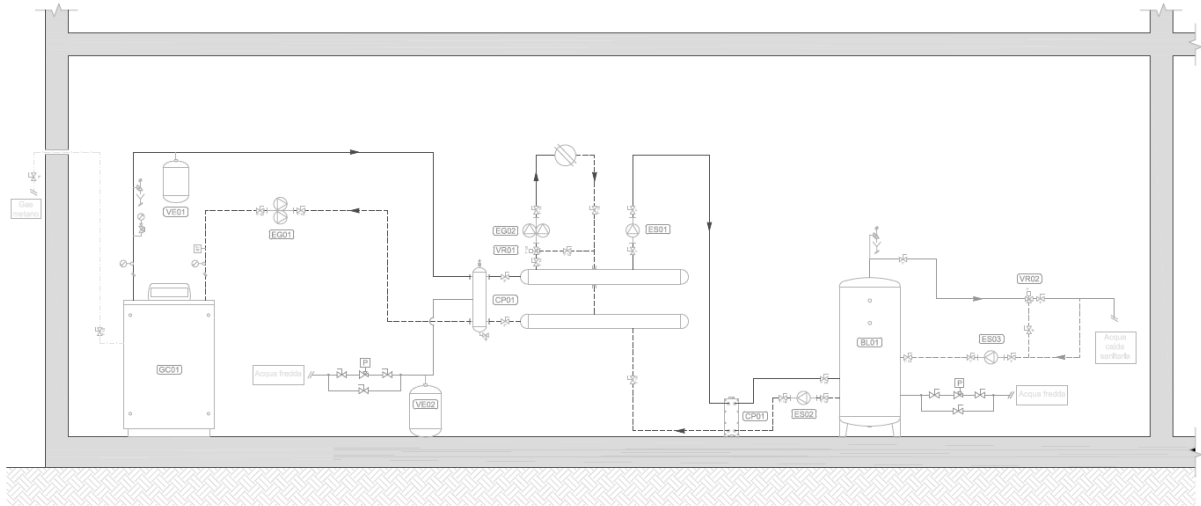
Le caratteristiche dei circolatori a servizio dei circuiti secondari sono riportate nella Tabella 4.8.

Tabella 4.8 - Riepilogo caratteristiche pompe circuito secondario

NOME		SERVIZIO	PORTATA MASSIMA [m <sup>3</sup> /h]	PREVALENZA MASSIMA [m]	POTENZA ASSORBITA kW
Asilo nido	EG02	Circuito secondario di riscaldamento	18	5	2X0,25
	ES01	Circuito secondario verso lo scambiatore per ACS	8	7,5	0,175
TOTALE			-	-	0.425

Figura 4.11 - Particolare dello schema di impianto [(Fonte: Tavola 16-P00-AE-CENTRALE TERMICA.dwg)]





Il rendimento complessivo del sottosistema di distribuzione dell’impianto di riscaldamento invernale è stato assunto nella DE pari al 99%, mentre quello per il circuito ACS è pari al 92,6%, calcolato con il software certificato Edilclima che implementa le norme UNI TS 11300.

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

#### 4.2.4 Sottosistema di generazione

Il sottosistema di generazione è costituito da una caldaia a basemento di tipo tradizionale alimentata a gas metano che produce acqua calda dedicata al servizio di riscaldamento invernale e di produzione di ACS

Figura 4.12 – Particolare del generatore di calore a basemento



Figura 4.13 - Particolare dello scambiatore di calore sul circuito primario



Le caratteristiche dei sistemi di generazione sono riportate nella Tabella 4.9.

Tabella 4.9 - Riepilogo caratteristiche generatore di calore

Servizio	MARCA	MODELLO	ANNO DI COSTRUZIONE	POTENZA AL FOCOLARE [kW]	POTENZA TERMICA UTILE [kW]	RENDIMENTO	POTENZA ASSORBITA COMPLESSIVA [W]
GC01 Riscaldamento	FERROLI	PEGASUS F2 85	2001	93,5	85	90,9%	20

Il rendimento complessivo del sottosistema di generazione, in regime di riscaldamento è stato assunto nella DE pari al 86,2%, calcolato con il software certificato Edilclima che implementa le norme UNI TS 11300. Dall’ultima prova fumi emerge che il rendimento di combustione è pari a 92,6%, valore allineato con il dato ritrovato sulle schede tecniche della caldaia pari a 92,3%.

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

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

Il consumo di acqua calda sanitaria è significativo, considerando la destinazione d’uso dell’edificio oggetto di diagnosi energetica.

La produzione è eseguita tramite il generatore di calore a basamento della centrale termica principale, mediante un circuito dedicato, dotato di un sistema di accumulo da 500 l ed un circuito di distribuzione dotato di ricircolo.

Le pompe ES02 ed ES03 sono singole, a giri fissi e di marca GRUNDFOS.

Le caratteristiche dei circolatori a servizio del sistema di produzione di ACS sono riportate nella Tabella 4.8.

Tabella 4.10 - Riepilogo caratteristiche impianto di produzione ACS

NOME	SERVIZIO	PORTATA MASSIMA [m <sup>3</sup> /h]	PREVALENZA MASSIMA [m]	POTENZA ASSORBITA kW
Asilo nido ES02	Pompa di carico dell’accumulo ACS	4,8	6	0,055
ES03	Pompa del circuito di distribuzione ACS	3,5	5,6	0,055
<b>TOTALE</b>		-	-	<b>0,110</b>

Figura 4.14 - Particolare dell’accumulo di ACS dell’asilo nido in centrale termica

Figura 4.15 - Particolare dello scambiatore di calore sul circuito secondario dell’ACS



I rendimenti caratteristici dei sottosistemi dell’impianto di produzione acqua calda sanitaria sono riportati nella Tabella 4.11.

Tabella 4.11 – 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%	100%	67,3%	88,6%	47,7%

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



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

Le utenze sottese all’impianto elettrico, oltre a quelle precedentemente descritte, sono costituite essenzialmente da utenze locali quali ad esempio le attrezzature della cucina ed altri dispositivi in uso del personale (pc e stampante multifunzione) e delle attività specifiche della destinazione d’uso (lavatrice ed asciugatrice).

Tali tipologie di utenze sono state raggruppate insieme ed identificate con la denominazione di forza elettromotrice (FEM) e sono riportate nella Tabella 4.12.

Tabella 4.12 – Elenco e caratteristiche delle altre utenze elettriche

ZONATERMICA	DESCRIZIONE	NUMERO	POTENZA NOMINALE – STIMATA	POTENZA COMPLESSIVA - STIMATA	ORE ANNUE DI UTILIZZO - STIMATE
			[W]	[W]	[ore]
Asilo nido	Stampante	1	200	200	180
	Pc	1	200	200	180
	Lavatrice	1	800	800	324
	Asciugatrice	1	800	800	324
	Cappa aspirante	2	150	300	108
	Frigorifero	2	300	600	1008
	Lavastoviglie	1	1000	1000	108
	Ascensore	1	4000	4000	438

L’elenco delle altre utenze elettriche rilevate in sede di sopralluogo e delle relative caratteristiche tecniche è riportato nella Sezione 11 dell’ Allegato J – Schede di audit ed ai contenuti dell’Allegato B per i fattori di carico utilizzati per la simulazione FEM.

#### 4.5 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO ILLUMINAZIONE

L’impianto di illuminazione è costituito da lampade di due tipologie principali, faretto alogeni e plafoniere con lampade a neon fluorescenti.

Figura 4.16 - Particolare dei corpi illuminanti ubicati nel corridoio



Figura 4.17 - Particolare dei corpi illuminanti ubicati nelle aule



L’elenco e le caratteristiche dei corpi illuminanti sono riportate nella Tabella 4.13.

Tabella 4.13 – Elenco e caratteristiche dei corpi illuminanti

ZONATERMICA	DESCRIZIONE	NUMERO	POTENZA UNITARIA [W]	POTENZA COMPLESSIVA [W]
Zona gioco libero	Fluorescenti	13	2x36	936
Zona sonno sezione nido	Fluorescenti	3	1x36	108
Zona polivalente	Alogene	7	1x70	490
Zona cucina	Fluorescenti	1	1x36	36
Zona cucina	Fluorescenti	5	2x36	360
Ingresso	Fluorescenti	4	2x36	288
Zona personale	Fluorescenti	2	2x36	144
Zona personale	Fluorescenti	3	1x36	108
Zona personale	Fluorescenti	2	1x18	36
Zona mensa	Fluorescenti	19	1x36	684
Atrio	Fluorescenti	2	2x36	144
Centrale termica	Fluorescenti	2	2x36	144

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

## 5 CONSUMI RILEVATI

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

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

I vettori energetici analizzati sono i seguenti:

- Gas metano;
- Energia elettrica.

#### 5.1.1 Energia termica

Il vettore termico utilizzato per la climatizzazione invernale della struttura, la produzione di ACS e la preparazione di cibi è il Gas Metano.

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

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

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

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

La fornitura di Gas metano avviene tramite la presenza di 2 contatori i quali risultato a servizio dei seguenti utilizzi:

- Centrale termica per il riscaldamento e la produzione di ACS degli ambienti dell'asilo nido;
- Usi cottura.

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

Relativamente ai PDR 1 - 03270029215866 sono utilizzati i dati di consumo rilevati dalla società di distribuzione nel triennio di riferimento, mentre per il PDR 2 – 03270029215967 sono riportati i dati delle letture estratte dalle fatture a valle di una grossa operazione di conguaglio eseguita, per le quali si trova un allineamento discreto rispetto ai dati rilevati dalla società di distribuzione del metano.

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

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

PDR	Utilizzo	2014 [Sm <sup>3</sup> ]	2015 [Sm <sup>3</sup> ]	2016 [Sm <sup>3</sup> ]	2014 [kWh]	2015 [kWh]	2016 [kWh]
03270029215866	Riscaldamento e Produzione ACS	5.006	4.568	4.359	47.170	43.043	41.074
03270029215967	Usi cottura	469	521	532	4.418	4.908	5.011

Parallelamente all'analisi dei consumi storici forniti dalla società di distribuzione si è provveduto alla valutazione dei consumi fatturati per il PDR2 nel triennio di riferimento e si è registrato uno

scostamento del 15% nel 2016 tra i due valori. Relativamente al 2014 la suddivisione dei consumi di gas metano relativi al PDR2 è stata effettuata dividendo i consumi per gli effettivi mesi di apertura della scuola.

La suddivisione dei consumi del PDR1 sotto contratto SIE3 viene eseguita in base ai gradi giorno della stazione meteo di riferimento (Centro Funzionale) per tutto il triennio considerato.

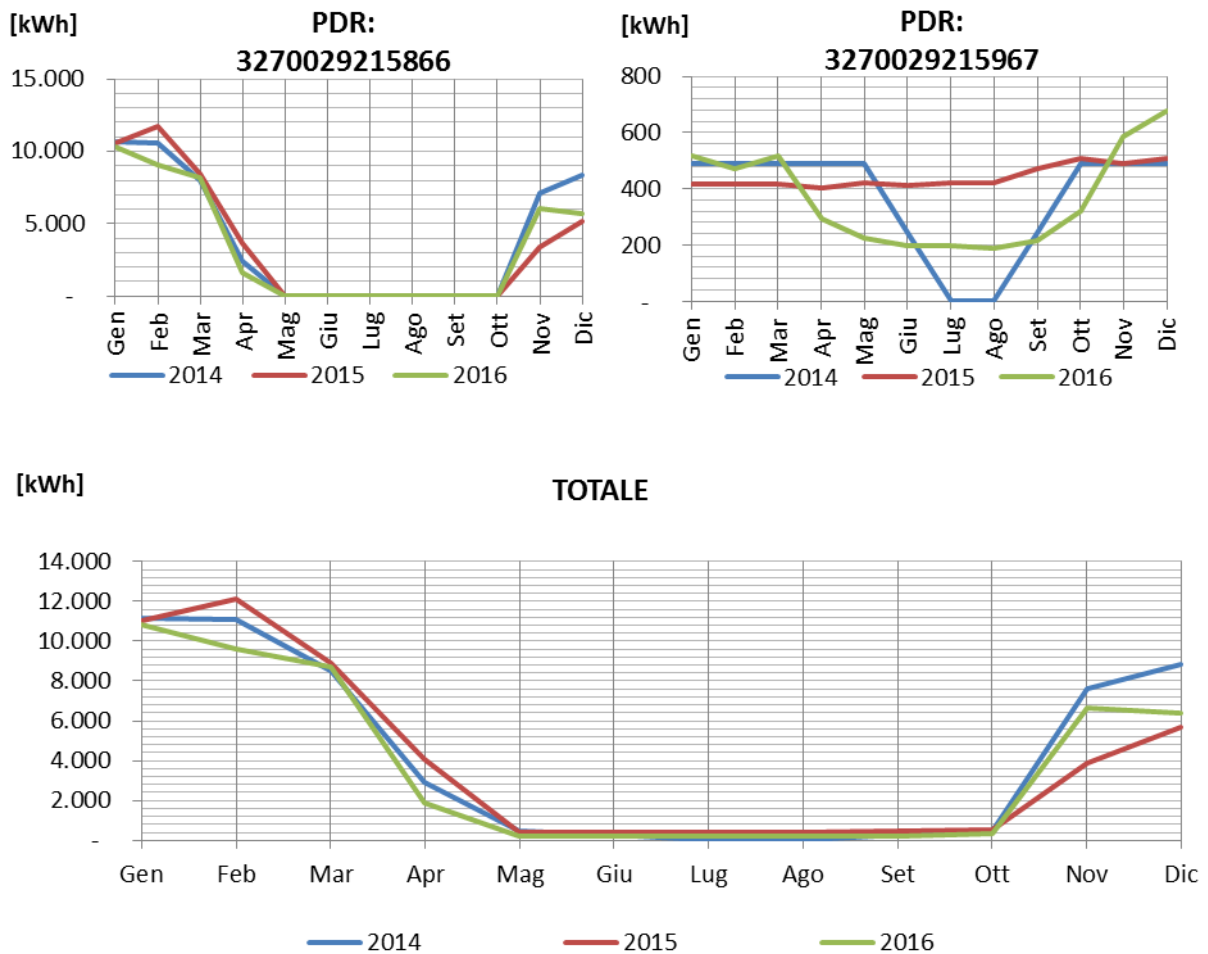
I consumi fatturati dalla società di fornitura sono riportati nella Tabella 5.3.

Tabella 5.3 - Consumi mensili di energia termica per il triennio di riferimento – Dati fatturati da società di distribuzione per il PDR1 e della fatturazione per il PDR2

PDR: 3270029215866	2014	2015	2016	2014	2015	2016
Mese	[Sm <sup>3</sup> ]	[Sm <sup>3</sup> ]	[Sm <sup>3</sup> ]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gen	1.134	1.123	1.097	10.682	10.581	10.338
Feb	1.125	1.242	967	10.602	11.697	9.110
Mar	849	900	872	7.994	8.479	8.214
Apr	259	392	169	2.440	3.689	1.591
Mag	-	-	-	-	-	-
Giu	-	-	-	-	-	-
Lug	-	-	-	-	-	-
Ago	-	-	-	-	-	-
Set	-	-	-	-	-	-
Ott	-	-	-	-	-	-
Nov	755	360	647	7.108	3.391	6.094
Dic	884	551	607	8.331	5.193	5.715
<b>Totale</b>	<b>5.006</b>	<b>4.568</b>	<b>4.359</b>	<b>47.157</b>	<b>43.031</b>	<b>41.062</b>
PDR: 3270029215967	2014	2015	2016	2014	2015	2016
Mese	[Sm <sup>3</sup> ]	[Sm <sup>3</sup> ]	[Sm <sup>3</sup> ]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gen	52	44	55	491	418	518
Feb	52	44	50	491	418	471
Mar	52	44	55	491	418	518
Apr	52	43	31	491	405	292
Mag	52	45	24	491	423	226
Giu	26	44	21	245	414	198
Lug	-	45	21	-	423	198
Ago	-	45	20	-	423	188
Set	26	50	23	245	469	217
Ott	52	54	34	491	506	320
Nov	52	52	62	491	488	584
Dic	52	54	72	491	506	678
<b>Totale</b>	<b>469</b>	<b>564</b>	<b>468</b>	<b>4.418</b>	<b>5.312</b>	<b>4.409</b>

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

Figura 5.1 – Andamento mensile dei consumi termici fatturati



Confrontando l'andamento dei consumi con i  $GG_{real}$  del triennio di riferimento si può notare che fronte di un maggior numero di  $GG_{real}$  si verifica una diminuzione dei consumi di gas metano per il riscaldamento. I consumi di metano dovuti ad uso cottura non hanno una sostanziale variazione che possa dipendere da variabili meteo, quanto invece dal numero di pasti cucinati giornalmente.

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.

Tale consumo è stato valutato scorporando, dal consumo complessivo del contatore che alimenta la centrale termica, il contributo per la produzione di acqua calda sanitaria, valutato considerando la

proporzione ottenuta dal software di simulazione Edilclima EC700 tra ACS (10%) e riscaldamento (90%).

Gli altri contributi dovuti agli usi di cottura della mensa, sono stati ricavati dal contatore PDR dedicato.

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

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

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

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

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

Si sottolinea che ai fini della normalizzazione e della successiva validazione del modello energetico si utilizzeranno per la definizione dei consumi reali,  $Q_{real,i}$ , i consumi di gas metano forniti dalla società di distribuzione del solo PDR1. Il contributo dell'ACS è stato scorporato ogni anno, proporzionalmente a quanto indicato dalla modellazione di Edilclima, quindi la differenza di volume di gas metano normalizzati con i corrispondenti GG ogni anno.

Tabella 5.4 – Normalizzazione dei consumi annuali di energia termica

ANNO	Ggreali su 107 giorni reali di occupazione	GGRif	Consumo Reale [Smc]	Consumo Reale [kWh]	Fattore di normalizzazione $\alpha_{rif}$	Consumo normalizzato a 1421 GG [kWh]	Q ACS - Consumo Reale ACS [kWh]	CONSUMO ALTRO [kWh]
2014	827	929	4.529	42.674	51,6	47.935	4496	-
2015	821	929	4.133	38.941	47,4	44.071	4102	-
2016	854	929	3.944	37.159	43,5	40.418	3915	-
<b>Media</b>	<b>834</b>	<b>929</b>	<b>4.202</b>	<b>39.591</b>	<b>47,5</b>	<b>44.101</b>	<b>4.171</b>	-

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

Tabella 5.5 – Individuazione della Baseline termica

GRANDEZZA	VALORE [Kwh]
$\bar{Q}_{ACS}$	4.171
$\bar{Q}_{ALTRO}$	-
$\bar{a}_{rif} \times GG_{rif}$	44.101
<b><math>Q_{baseline}</math></b>	<b>48.272</b>

### 5.1.2 Energia elettrica

La fornitura di energia elettrica avviene tramite la presenza di 1 contatore il quali risulta a servizio del solo asilo nido.

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

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

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

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

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

POD	ZONA SERVITA	2014	2015	2016	MEDIA
		[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
IT001E00122667	Asilo nido	6.298	9.129	9.114	8.180
<b>TOTALE</b>		<b>6.298</b>	<b>9.129</b>	<b>9.114</b>	<b>8.180</b>

Tali consumi sono stati confrontati con i consumi annui elaborati e forniti dalla PA ed identificati per l'edificio oggetto della DE all'interno del file kyotoBaseline-E1825 e sono emerse le seguenti differenze: uno scostamento inferiore al 2 % negli anni 2014 e 2015, mentre molto superiore per l'anno 2016 (circa 16%). Si è deciso pertanto di adottare come valori di consumo di energia elettrica i dati di fatturazione.

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

POD	ZONA SERVITA	2014	2015	2016	MEDIA
		[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
IT001E00122667	Asilo nido	6.286	9.444	10.828	8.786
<b>TOTALE</b>		<b>6.286</b>	<b>9.444</b>	<b>10.828</b>	<b>8.786</b>

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 8.180 kWh

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

POD: IT001E00122667	F1	F2	F3	TOTALE
Anno 2014	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gen - 14	329	118	189	636
Feb - 14	344	124	174	642
Mar - 14	323	133	184	640
Apr - 14	266	107	195	568
Mag - 14	281	118	184	583
Giu - 14	214	96	172	482
Lug - 14	103	76	138	317
Ago - 14	162	80	135	377
Set - 14	157	77	131	365
Ott - 14	285	93	133	511
Nov - 14	284	93	158	535
Dic - 14	297	123	222	642

<b>Totale</b>	<b>3.045</b>	<b>1.238</b>	<b>2.015</b>	<b>6.298</b>
<b>POD: IT001E00122667</b>	<b>F1</b>	<b>F2</b>	<b>F3</b>	<b>TOTALE</b>
<b>Anno 2015</b>	<b>[kWh]</b>	<b>[kWh]</b>	<b>[kWh]</b>	<b>[kWh]</b>
Gen - 15	376	174	245	795
Feb - 15	369	214	239	822
Mar - 15	321	166	254	741
Apr - 15	329	178	327	834
Mag - 15	290	199	328	817
Giu - 15	274	173	269	716
Lug - 15	219	152	259	630
Ago - 15	193	136	290	619
Set - 15	285	178	248	711
Ott - 15	333	195	265	793
Nov - 15	323	189	257	769
Dic - 15	332	188	362	882
<b>Totale</b>	<b>3.644</b>	<b>2.142</b>	<b>3.343</b>	<b>9.129</b>
<b>POD: IT001E00122667</b>	<b>F1</b>	<b>F2</b>	<b>F3</b>	<b>TOTALE</b>
<b>Anno 2016</b>	<b>[kWh]</b>	<b>[kWh]</b>	<b>[kWh]</b>	<b>[kWh]</b>
Gen - 16	299	196	306	801
Feb - 16	328	181	236	745
Mar - 16	296	175	276	747
Apr - 16	293	177	279	749
Mag - 16	304	165	278	747
Giu - 16	250	147	246	643
Lug - 16	150	148	294	592
Ago - 16	181	160	273	614
Set - 16	306	178	234	718
Ott - 16	355	234	335	924
Nov - 16	372	237	306	915
Dic - 16	351	218	350	919
<b>Totale</b>	<b>3.485</b>	<b>2.216</b>	<b>3.413</b>	<b>9.119</b>

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

Tabella 5.9 – Consumi mensili di Baseline

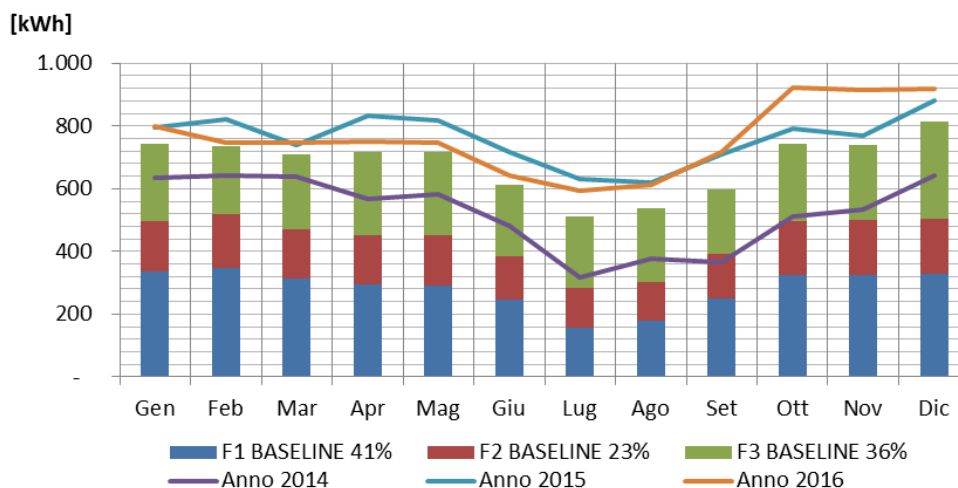
<b>BASELINE</b>	<b>F1</b>	<b>F2</b>	<b>F3</b>	<b>TOTALE</b>
	<b>[kWh]</b>	<b>[kWh]</b>	<b>[kWh]</b>	<b>[kWh]</b>
Gennaio	335	163	247	744
Febbraio	347	173	216	736
Marzo	313	158	238	709
Aprile	296	154	267	717
Maggio	292	161	263	716
Giugno	246	139	229	614
Luglio	157	125	230	513
Agosto	179	125	233	537



Settembre	249	144	204	598
Ottobre	324	174	244	743
Novembre	326	173	240	740
Dicembre	327	176	311	814
<b>Totale</b>	<b>3.391</b>	<b>1.865</b>	<b>2.924</b>	<b>8.180</b>

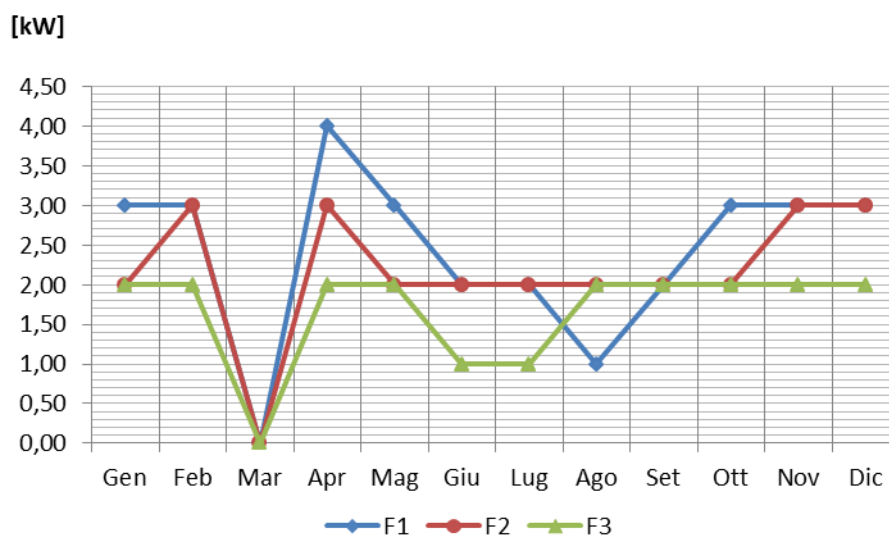
L'andamento dei consumi elettrici mensili nel triennio di riferimento e di Baseline è riportato nei grafici in Figura 5.2.

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



Non è stato inoltre possibile rappresentare i profili giornalieri dei consumi elettrici del POD in oggetto, in quanto non disponibili sul sito dalla società di distribuzione dell'energia elettrica. Dalle bollette del 2015 è stato invece possibile ricostruire i profili di assorbimento di potenza del POD nelle 3 fasce orarie e per tutti i mesi dell'anno, che presentano il seguente andamento.

Figura 5.3 – Profili di potenza giornalieri per il POD IT001E00122667



Il prelievo di potenza massima è pari a 4 kW e si verifica in fascia F1 nel mese di aprile 2015. Tale potenza richiesta risulta assolutamente coerente con la potenza massima erogata dal contatore installato pari a 20 kW.

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

## 5.2 INDICATORI DI PERFORMANCE ENERGETICI ED AMBIENTALI

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

I fattori di emissione di CO<sub>2</sub> utilizzati sono riportati nella Tabella 5.10 - Fattori di emissione di CO<sub>2</sub>. Tabella 5.10.

Tabella 5.10 - Fattori di emissione di CO<sub>2</sub>.

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

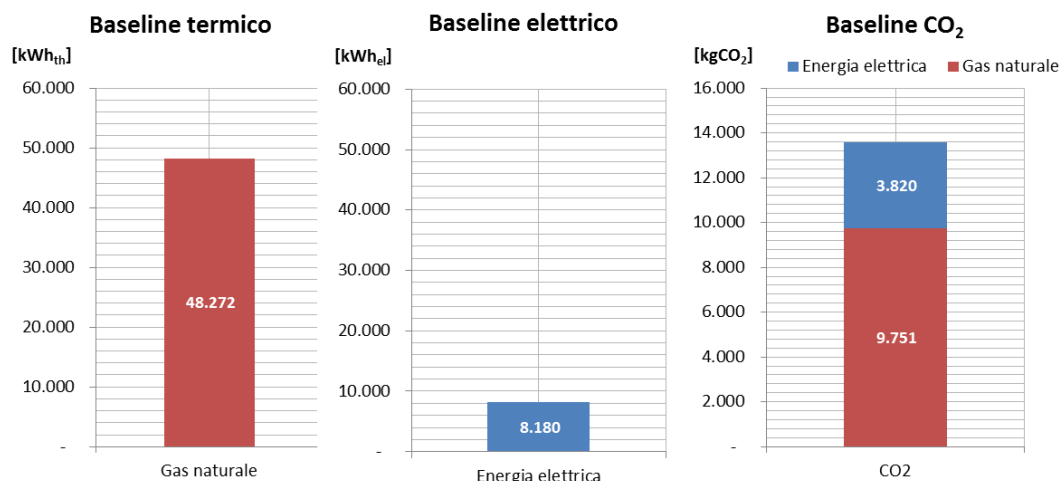
\* da "Linee Guida Patto dei Sindaci" per anno 2010

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

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

COMBUSTIBILE	CONSUMO DI BASELINE	FATTORE DI CONVERSIONE	
	[kWh]	[tCO <sub>2</sub> /MWh]	[kgCO <sub>2</sub> ]
Energia elettrica	48.272	0,202	9.751
Gas naturale	8.180	0,467	3.820

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



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

Tabella 5.12 - Fattori di conversione in energia primaria dei vettori energetici

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

La valutazione degli indicatori di performance è stata effettuata parametrizzando i consumi reali di Baseline di cui al Capitolo 5, in funzione dei fattori riportati nella Tabella 5.13.

Tabella 5.13 – Fattori di riparametrizzazione

PARAMETRO		VALORE	U.M.
FATTORE 1	Superficie netta riscaldata	353	m <sup>2</sup>
FATTORE 1	Superficie lorda (riscaldate e non riscaldate)	416	m <sup>2</sup>
FATTORE 1	Volume lordo complessivo (aree interne riscaldate e non riscaldate)	1.560	m <sup>3</sup>

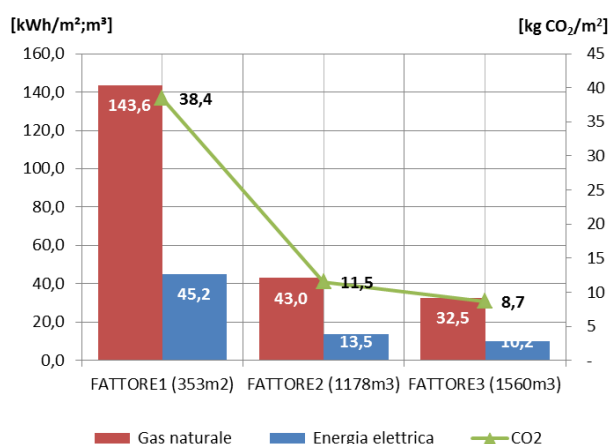
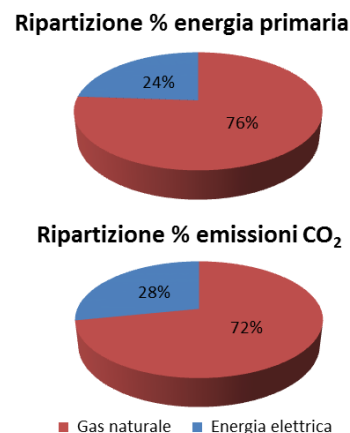
Nella Tabella 5.14 e Tabella 5.15 sono riportati gli indicatori di performance valutati coerentemente con quanto riportato nella sezione 2.5 dell’Allegato J – Schede di audit.

Tabella 5.14 – Indicatori di performance calcolati con riferimento all’energia primaria totale

VETTORE ENERGETICO	CONSUMO ENERGETICO DI BASELINE [kWh/anno]	FATTORE DI CONVERSIONE ENERGIA PRIMARIA TOTALE	CONSUMO DI ENERGIA PRIMARIA TOTALE [kWh/anno]	INDICATORI DI CONSUMO ENERGIA PRIMARIA TOTALE			INDICATORI AMBIENTALI		
				FATTORE 1 [kWh/m <sup>2</sup> ]	FATTORE 2 [kWh/m <sup>2</sup> ]	FATTORE 3 [kWh/m <sup>2</sup> ]	FATTORE 1 [Kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ]	FATTORE 2 [Kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ]	FATTORE 3 [Kg CO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup> ]
Gas naturale	48.272	1,05	50.686	143,6	43,0	32,5	27,62	8,28	6,25
Energia elettrica	8.180	2,42	19.796	56,1	16,8	12,7	10,82	3,24	2,45
<b>TOTALE</b>			<b>70.481</b>	<b>200</b>	<b>60</b>	<b>45</b>	<b>38</b>	<b>12</b>	<b>9</b>

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

VETTORE ENERGETICO	CONSUMO ENERGETICO DI BASELINE [kWh/anno]	FATTORE DI CONVERSIONE E ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE	CONSUMO DI ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE [kWh/anno]	INDICATORI DI CONSUMO ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE			INDICATORI AMBIENTALI		
				FATTORE 1 [kWh/m <sup>2</sup> ]	FATTORE 2 [kWh/m <sup>2</sup> ]	FATTORE 3 [kWh/m <sup>3</sup> ]	FATTORE 1 [Kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ]	FATTORE 2 [Kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ]	FATTORE 3 [Kg CO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup> ]
Gas naturale	48.272	1,05	50.686	143,6	43,0	32,5	27,62	8,28	6,25
Energia elettrica	8.180	1,95	15.951	45,2	13,5	10,2	10,82	3,24	2,45
<b>TOTALE</b>			<b>66.637</b>	<b>189</b>	<b>57</b>	<b>43</b>	<b>38</b>	<b>12</b>	<b>9</b>

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

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


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

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

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

La formula definita è sotto riportata:

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

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

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

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

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

Tabella 5.16 – Indicatori di performance energetici

COMBUSTIBILE	IEN <sub>R</sub>			IEN <sub>E</sub>		
	Wh/(m³ GG anno)			Wh/(m³ anno)		
	2014	2015	2016	2014	2015	2016
Gas Naturale	25,3	23,1	22,0	0	0	0
Energia elettrica	0	0	0	15,1	21,9	21,9

E' stato quindi possibile effettuare un raffronto con le classi di merito riportate nelle suddette Linee Guida ENEA - FIRE, ottenendo relativamente ad IEN<sub>R</sub> una progressiva diminuzione del valore di

benchmark, dovuto ad una diminuzione del consumo di gas metano tra il 2014 ed il 2016. Il giudizio per questo indicatore è insufficiente i primi due anni e sufficiente per il 2016.

IEN<sub>E</sub> subisce invece un progressivo aumento del valore, dovuto appunto ad aumento dei consumi così come registrato dal distributore di energia elettrica. Il giudizio per questo indicatore rimane insufficiente per tutti gli anni del triennio considerato.

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	EP <sub>gl</sub>	kWh/mq anno	223,10	212,66
Climatizzazione invernale	EP <sub>H</sub>	kWh/mq anno	163,41	161,87
Produzione di acqua calda sanitaria	EP <sub>w</sub>	kWh/mq anno	15,66	15,30
Ventilazione	EP <sub>v</sub>	kWh/mq anno	0	0
Raffrescamento	EP <sub>c</sub>	kWh/mq anno	0	0
Illuminazione artificiale	EP <sub>L</sub>	kWh/mq anno	32,02	25,80
Trasporto di persone e cose	EP <sub>T</sub>	kWh/mq anno	12,01	9,68
Emissioni equivalenti di CO <sub>2</sub>	CO <sub>2eq</sub>	Kg/mq anno	44	44

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

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

FONTE ENERGETICA UTILIZZATA	CONSUMO	CONSUMO ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE
	[m <sup>3</sup> /anno] – [kWh]	[kWh/anno]
Gas Naturale	6.040	56.900
Energia Elettrica	8.367	16.315

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

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

Dove:

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

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

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

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

Nota (6) Tale contributo non è definito all’interno delle norme UNITS 11300 pertanto è stato valutato dall’Auditor ipotizzando un profilo di consumi annuali di utilizzo delle attrezzature della cucina.

### 6.1.1 Validazione del modello termico

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

Si è quindi provveduto alla simulazione dei parametri reali di utilizzo dell’edificio considerando il reale funzionamento dell’edificio, con il proprio orario di accensione e spegnimento della centrale termica ed inserendo nel modello tutti i dati tecnici rilevati in sede di sopralluogo.

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

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

INDICE DI PRESTAZIONE ENERGETICA		U.M.	ENERGIA PRIMARIA TOTALE	ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE
Globale	EP <sub>gl</sub>	kWh/mq anno	197,37	187,18
Climatizzazione invernale	EP <sub>H</sub>	kWh/mq anno	137,68	136,40
Produzione di acqua calda sanitaria	EP <sub>w</sub>	kWh/mq anno	15,66	15,40
Ventilazione	EP <sub>v</sub>	kWh/mq anno	0	0
Raffrescamento	EP <sub>c</sub>	kWh/mq anno	0	0
Illuminazione artificiale	EP <sub>L</sub>	kWh/mq anno	32,02	25,80
Trasporto di persone e cose	EP <sub>T</sub>	kWh/mq anno	12,01	9,68
Emissioni equivalenti di CO2	CO <sub>2eq</sub>	Kg/mq anno	39	39

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

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

FONTE ENERGETICA UTILIZZATA	CONSUMO	CONSUMO ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE
	[mc/anno] – [kWh]	[kWh/anno]
Gas Naturale	5.169	48.703
Energia Elettrica	8.180	15.951

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

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

Q <sub>teorico</sub>	Q <sub>baseline</sub>	Congruità
[kWh/anno]	[kWh/anno]	[%]
48.703	48.272	<1

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<sub>baseline</sub>) così come definito al precedente capitolo 5.1.2 ed il fabbisogno teorico (EE<sub>teorico</sub>) derivante dalla modellazione energetica.

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

EE <sub>teorico</sub>	EE <sub>baseline</sub>	Congruità
[kWh/anno]	[kWh/anno]	[%]
8.179	8.180	<1

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

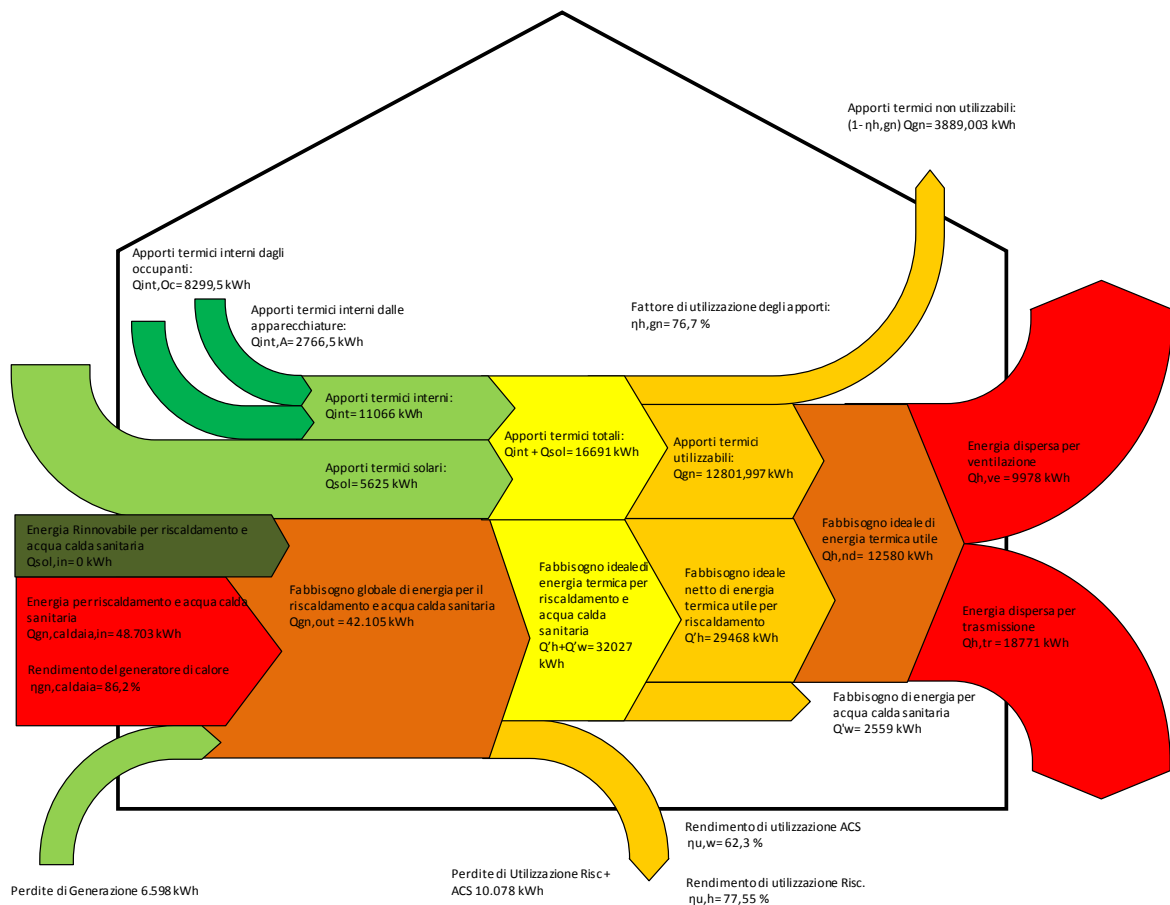
## 6.2 FABBISOGNI ENERGETICI

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 **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**

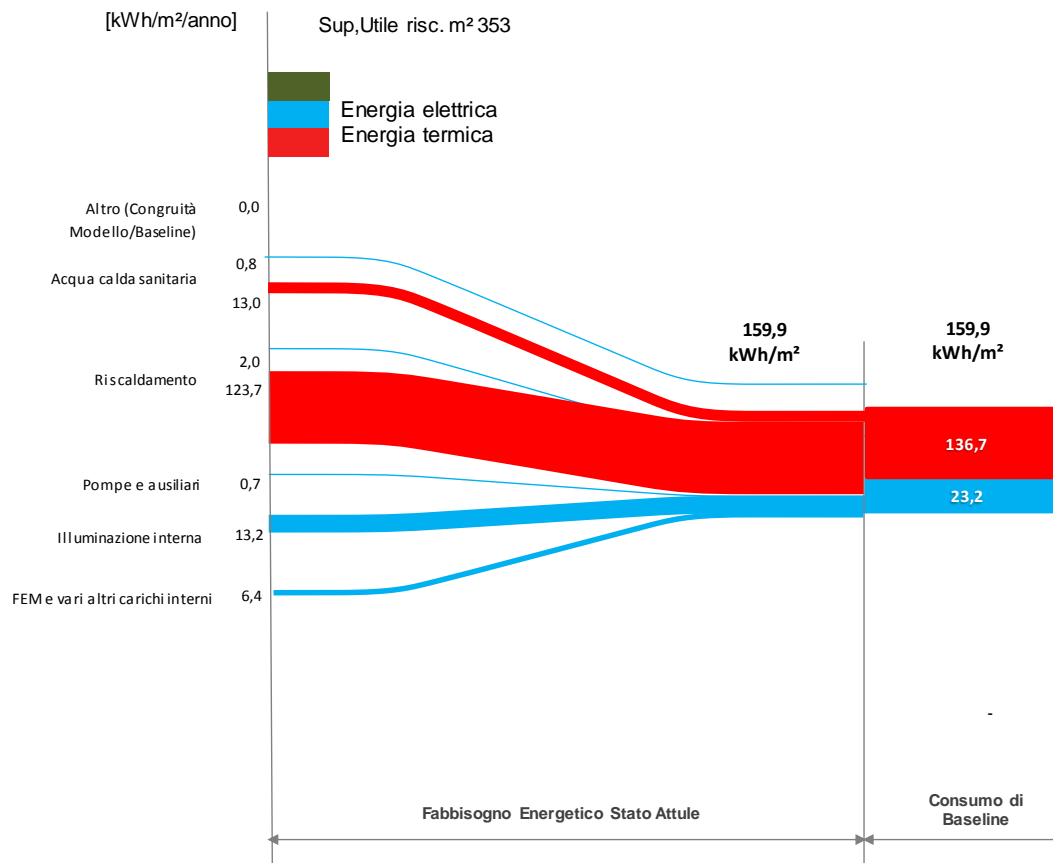
Figura 6.1 – Diagramma di Sankey relativo al fabbisogno termico dell'edificio allo stato attuale



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

E' quindi possibile creare un bilancio energetico complessivo dell'edificio, riportato nella **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**

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



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

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

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

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

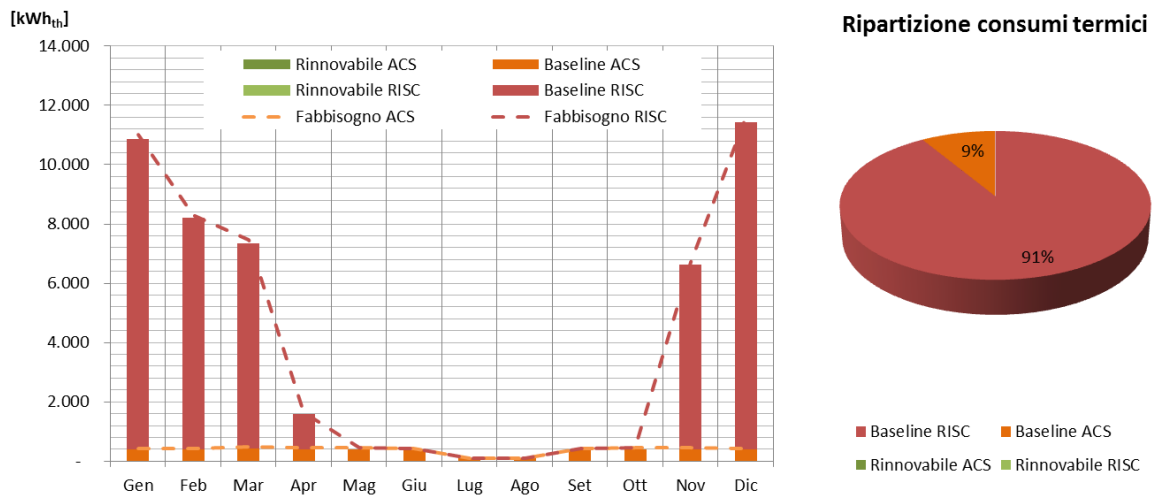
Dall’analisi del diagramma di Sankey relativo al bilancio energetico complessivo dell’edificio è possibile notare che non si ha un contributo di energia rinnovabile e che il consumo maggiore di energia termica è a carico del servizio di riscaldamento e produzione ACS, mentre la maggioranza del consumo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

### 6.3 PROFILI ENERGETICI MENSILI

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

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

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



Si può notare come la maggior parte dei consumi termici sia da attribuirsi al servizio di riscaldamento invernale degli ambienti, pertanto gli interventi migliorativi proposti, andranno ad interessare principalmente tali componenti. Essendo però connessi i due servizi di riscaldamento e ACS si avrà un miglioramento anche dei consumi dell'ACS.

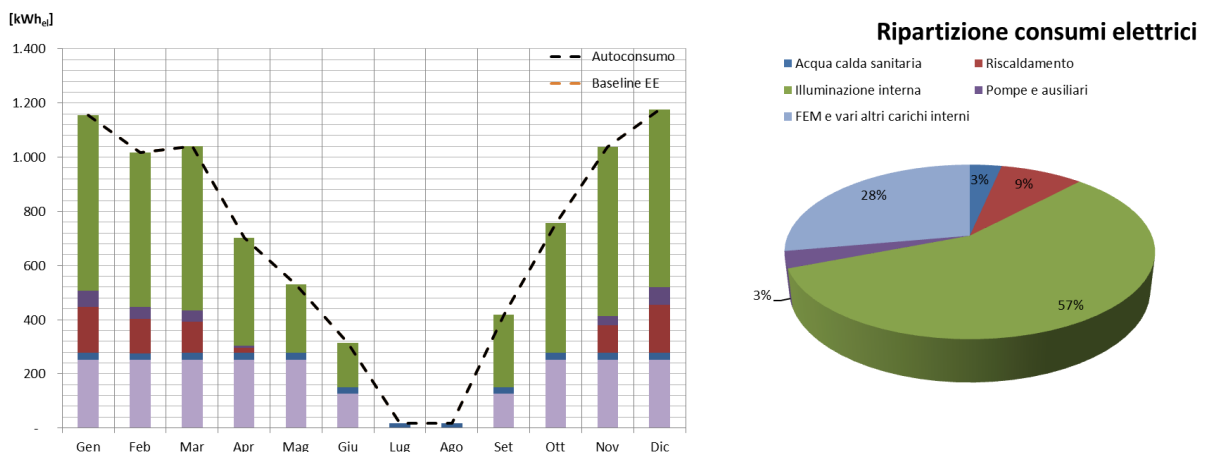
Inoltre è possibile individuare che non sono presenti contributi di energia rinnovabile sia per riscaldamento che per ACS.

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

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

I risultati di tale valutazione sono riportati nella Figura 6.4.

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



Si può notare come la maggior parte dei consumi sia da attribuirsi al sistema di illuminazione interna, seguito da FEM. La componente FEM è stata calcolata in base a delle potenze elettriche stimate per le attrezzature rilevate in sede di sopralluogo ed ipotizzando un profilo di funzionamento annuale. Per il dettaglio dei calcoli si rimanda ai contenuti dell'Allegato B – Elaborati.



## 7 ANALISI DEI COSTI PRE-INTERVENTO

### 7.1 COSTI RELATIVI ALLA FORNITURA DEI VETTORI ENERGETICI

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

#### 7.1.1 Vettore termico

La fornitura del vettore termico avviene tramite due distinti contatori:

- PDR 1 – 03270029215866: contratto di Servizio Integrato Energia 3 (SIE3) stipulato dalla PA con un soggetto terzo, comprensivo sia la fornitura del vettore energetico che la conduzione e manutenzione degli impianti. Non è stato quindi possibile effettuare un'analisi dei costi di fatturazione del vettore energetico in quanto tali fatture non sono a disposizione della PA;
- PDR 2 – 03270029215967: contratto di fornitura del solo vettore energetico ad uso cottura cibi, stipulato direttamente dalla PA con la società di fornitura. E' stato quindi possibile effettuare un'analisi di dettaglio dei costi fatturati e delle caratteristiche del contratto di fornitura del biennio 2015-2016.

Nella Tabella 7.1 si riportano le principali caratteristiche del contratto di fornitura del PDR2 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: 03270029215967	2014	2015	2016
Indirizzo di fornitura	-	1- Comune di Genova, via Garibaldi 9 16124 Genova – GE	1- Comune di Genova, via Garibaldi 9 16124 Genova – GE
Dati di intestazione fattura	-	2- Comune di Genova, via Garibaldi 9 16124 Genova – GE	2- Comune di Genova, via Garibaldi 9 16124 Genova – GE
Società di fornitura	-	1- IREN MERCATO SPA 2- ENI	1- ENI 2- ENERGETIC SPA
Inizio periodo fornitura	-	1- ND 2- 01/04/2015	1- 01/04/2015 2- 01/04/2016
Fine periodo fornitura	-	1- 01/04/2015 2- ND	1- 31/03/2016 2- ND
Classe del contatore	-	1- CLASSE G0004 2- CLASSE G0004	1- CLASSE G0004 2- CLASSE G0004
Tipologia di contratto	-	1- ND 2- Prodotto Consip 7 Gas	1- Prodotto Consip 7 Gas 2- Punto di riconsegna per usi diversi
Opzione tariffaria <sup>(7)</sup>	-	1- ND 2- Mercato libero	1- Mercato libero 2- Mercato libero
Valore del coefficiente correttivo dei consumi	-	1- 1,023 2- 1,023	1- 1,023 2- 1,023
Potere calorifico inferiore convenzionale del combustibile	-	-	-
Prezzi di fornitura del combustibile <sup>(8)</sup> €/kwh	-	0.034	0.027

Nota (7) per fatturazioni non mensili la spesa economica mensile andrà calcolata suddividendo percentualmente la spesa aggregata in base ai valori di consumo energetico mensile.

Nota (8): 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.

Dall'analisi delle bollette è stato possibile individuare un periodo compreso da gennaio 2015 a marzo 2016 in cui si sono individuati consumi di metano molto superiori al reale utilizzo che ne viene fatto dall'edificio a carico del PDR 2, cui sono seguiti vari conguagli e conseguentemente letture che han

riparametrato il tutto. A seguito di un cambio del contratto di fornitura da aprile 2016 i consumi si sono stabilizzati e han fornito i valori corretti.

I dati fatturazione riportati nelle seguenti tabelle sono quelli frutto di una ricostruzione, considerando le letture da conguaglio e utilizzando i dati costo unitario reale da fattura relativi al mese di riferimento.

Dalle informazioni riportate nella tabella si può desumere che non si rivela una sostanziale differenza dai consumi di gas metano riportati nel file kyotoBaseline-E1825.

Per la fornitura di gas metano gestite tramite il Contratto di Servizio Energia SIE3 relative al PDR1, non essendo disponibile la fatturazione, è stato considerato il costo unitario del vettore termico trimestre per trimestre dal gennaio 2014 al dicembre 2016 come definito da ARERA (Autorità di Regolazione per Energia Reti e Ambiente).

Visti i problemi riscontrati nella ricostruzione degli importi di spesa relativi al PDR2, si è deciso di procedere allo stesso modo, con i dati di costi unitario trimestrali forniti da ARERA.

Nelle Tabella 7.2 e Tabella 7.3 – Andamento del costo del vettore termico nel biennio di rierimento per il PDR2 03270029215967. Tabella 7.3 si riportano l’andamento del costo del vettore termico nel biennio di riferimento fornito, suddiviso nelle varie componenti.

Tabella 7.2 – Andamento del costo del vettore termico nel triennio di rierimento per il PDR1 03270029215866.

PDR: 03270029215866	QUOTA ENERGIA	ONERI DI SISTEMA PARTE FISSA	ONERI DI SISTEMA PARTE VARIABILE	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURATO	COSTO UNITARIO (IVA INCLUSA)
ANNO 2014	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[KWH]	[€/kWh]
Gennaio	422	27	160	240	187	1.036	10.682	0,097
Febbraio	419	27	159	238	185	1.028	10.602	0,097
Marzo	316	20	120	180	140	775	7.994	0,097
Aprile	89	6	37	55	41	228	2.440	0,093
Maggio	-	-	-	-	-	-	-	-
Giugno	-	-	-	-	-	-	-	-
Luglio	-	-	-	-	-	-	-	-
Agosto	-	-	-	-	-	-	-	-
Settembre	-	-	-	-	-	-	-	-
Ottobre	-	-	-	-	-	-	-	-
Novembre	252	0	92	160	111	615	7.108	0,087
Dicembre	295	0	108	187	130	721	8.331	0,086
<b>Totale</b>	<b>1.793</b>	<b>80</b>	<b>676</b>	<b>1.060</b>	<b>794</b>	<b>4.403</b>	<b>47.157</b>	<b>0,093</b>
PDR: 03270029215866	QUOTA ENERGIA	ONERI DI SISTEMA PARTE FISSA	ONERI DI SISTEMA PARTE VARIABILE	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURATO	COSTO UNITARIO (IVA INCLUSA)
ANNO 2015	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[KWH]	[€/kWh]
Gennaio	373	86	139	238	184	1.020	10.581	0,096
Febbraio	412	95	154	263	203	1.128	11.697	0,096
Marzo	299	69	112	191	147	818	8.479	0,096
Aprile	118	30	50	83	62	342	3.689	0,093
Maggio	-	-	-	-	-	-	-	-
Giugno	-	-	-	-	-	-	-	-
Luglio	-	-	-	-	-	-	-	-
Agosto	-	-	-	-	-	-	-	-

Settembre						-	-	-
Ottobre						-	-	-
Novembre	108	28	50	76	58	319	3.391	0,094
Dicembre	165	42	76	117	88	489	5.193	0,094
<b>Totale</b>	<b>1.475</b>	<b>351</b>	<b>579</b>	<b>968</b>	<b>742</b>	<b>4.115</b>	<b>43.031</b>	<b>0,096</b>
<b>PDR: 03270029215866</b>	<b>QUOTA ENERGIA</b>	<b>ONERI DI SISTEMA</b>	<b>ONERI DI SISTEMA</b>	<b>IMPOSTE</b>	<b>IVA</b>	<b>TOTALE</b>	<b>CONSUMO FATTURATO</b>	<b>COSTO UNITARIO</b>
<b>ANNO 2016</b>	<b>[€]</b>	<b>PARTE FISSA</b>	<b>PARTE VARIABILE</b>	<b>[€]</b>	<b>[€]</b>	<b>[€]</b>	<b>[KWH]</b>	<b>(IVA INCLUSA)</b>
Gennaio	307	107	150	232	175	971	10.338	0,094
Febbraio	270	95	132	205	154	856	9.110	0,094
Marzo	244	85	119	185	139	772	8.214	0,094
Aprile	37	17	22	36	25	136	1.591	0,086
Maggio	-	-	-	-	-	-	-	-
Giugno	-	-	-	-	-	-	-	-
Luglio	-	-	-	-	-	-	-	-
Agosto	-	-	-	-	-	-	-	-
Settembre	-	-	-	-	-	-	-	-
Ottobre	-	-	-	-	-	-	-	-
Novembre	149	63	86	137	96	531	6.094	0,087
Dicembre	139	59	81	128	90	498	5.715	0,087
<b>Totale</b>	<b>1.145</b>	<b>426</b>	<b>590</b>	<b>923</b>	<b>679</b>	<b>3.764</b>	<b>41.062</b>	<b>0,092</b>

Tabella 7.3 – Andamento del costo del vettore termico nel biennio di rierimento per il PDR2 03270029215967.

<b>PDR: 3270029215967</b>	<b>QUOTA ENERGIA</b>	<b>ONERI DI SISTEMA</b>	<b>ONERI DI SISTEMA</b>	<b>IMPOSTE</b>	<b>IVA</b>	<b>TOTALE</b>	<b>CONSUMO FATTURATO</b>	<b>COSTO UNITARIO</b>
<b>ANNO 2014</b>	<b>[€]</b>	<b>[€]</b>	<b>[€]</b>	<b>[€]</b>	<b>[€]</b>	<b>[€]</b>	<b>[Kwh]</b>	<b>[€/kWh]</b>
Gen - 14	19	13	7	11	11	62	491	0,127
Feb - 14	19	13	7	11	11	62	491	0,127
Mar - 14	19	13	7	11	11	62	491	0,127
Apr - 14	18	13	7	11	11	61	491	0,123
Mag - 14	18	13	7	11	11	61	491	0,123
Giu - 14	9	7	4	6	5	30	245	0,123
Lug - 14	-	-	-	-	-	-	-	-
Ago - 14	-	-	-	-	-	-	-	-
Set - 14	8	7	4	6	5	29	245	0,117
Ott - 14	17	13	6	11	11	59	491	0,119
Nov - 14	17	13	6	11	11	59	491	0,119
Dic - 14	17	13	6	11	11	59	491	0,119
<b>Totale</b>	<b>163</b>	<b>119</b>	<b>63</b>	<b>99</b>	<b>98</b>	<b>543</b>	<b>4.418</b>	<b>0,123</b>
<b>PDR: 3270029215967</b>	<b>QUOTA ENERGIA</b>	<b>ONERI DI SISTEMA</b>	<b>ONERI DI SISTEMA</b>	<b>IMPOSTE</b>	<b>IVA</b>	<b>TOTALE</b>	<b>CONSUMO FATTURATO</b>	<b>COSTO UNITARIO</b>
		<b>PARTE FISSA</b>	<b>PARTE VARIABILE</b>					<b>(IVA INCLUSA)</b>

ANNO 2015	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[KWh]	[€/kWh]
Gen - 15	15	28	6	10	13	71	418	0,171
Feb - 15	15	28	6	10	13	71	418	0,171
Mar - 15	15	28	6	10	13	71	418	0,171
Apr - 15	13	27	6	9	12	68	405	0,167
Mag - 15	14	29	6	10	13	71	423	0,167
Giu - 15	14	28	6	10	12	69	414	0,167
Lug - 15	14	29	6	10	13	70	423	0,166
Ago - 15	14	29	6	10	13	70	423	0,166
Set - 15	15	32	6	11	14	78	469	0,166
Ott - 15	17	34	7	12	15	85	506	0,167
Nov - 15	16	33	7	11	15	82	488	0,167
Dic - 15	17	34	7	12	15	85	506	0,167
<b>Totale</b>	<b>177</b>	<b>359</b>	<b>73</b>	<b>122</b>	<b>161</b>	<b>892</b>	<b>5.312</b>	<b>0,168</b>
PDR: 3270029215967	QUOTA ENERGIA	ONERI DI SISTEMA	ONERI DI SISTEMA	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURATO	COSTO UNITARIO
		PARTE FISSA	PARTE VARIABILE					(IVA INCLUSA)
ANNO 2016	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[KWh]	[€/kWh]
Gen - 16	16	51	8	12	19	105	518	0,203
Feb - 16	14	47	7	11	17	96	471	0,203
Mar - 16	16	51	8	12	19	105	518	0,203
Apr - 16	7	29	4	7	10	58	292	0,197
Mag - 16	6	23	3	5	8	45	226	0,199
Giu - 16	5	19	3	4	7	38	198	0,191
Lug - 16	5	19	3	4	7	38	198	0,193
Ago - 16	5	18	3	4	7	36	188	0,193
Set - 16	6	22	3	5	8	44	217	0,201
Ott - 16	8	32	5	7	11	64	320	0,198
Nov - 16	14	57	8	13	21	114	584	0,196
Dic - 16	17	68	10	16	24	134	678	0,198
<b>Totale</b>	<b>7</b>	<b>26</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>9</b>	<b>877</b>	<b>4.409</b>	<b>0,199</b>

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

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

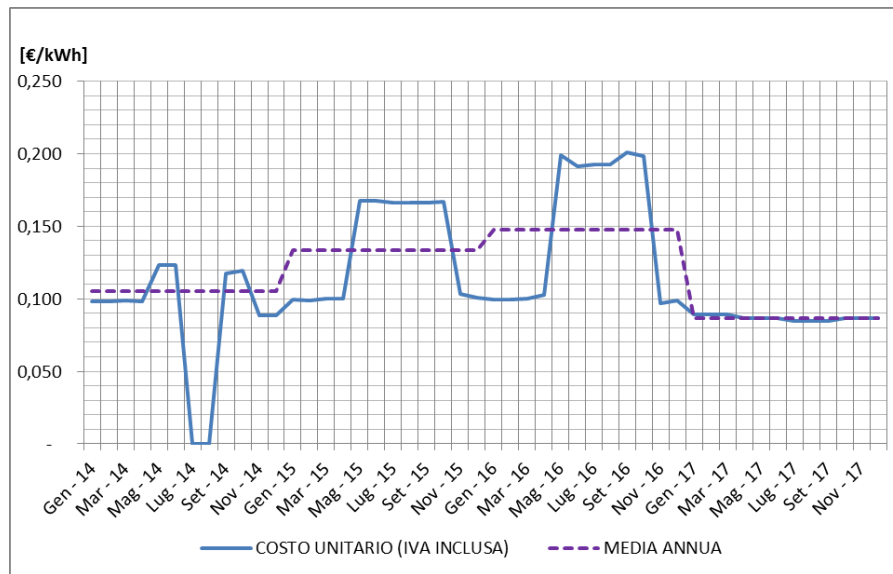
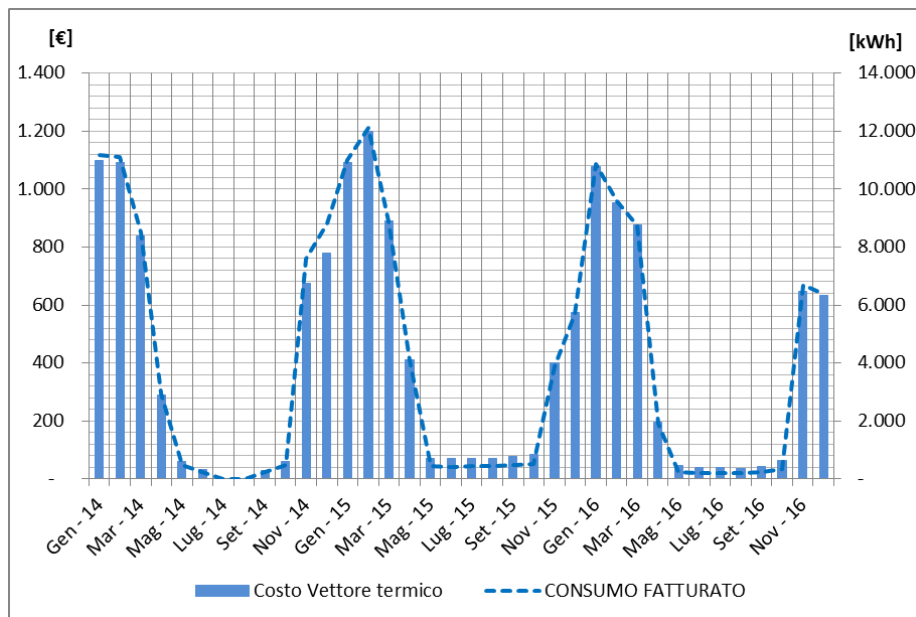


Figura 7.2 – Andamento dei consumi e dei costi dell’energia termica



### 7.1.2 Vettore elettrico

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

- POD 1 – IT001E00122667: contratto di fornitura del vettore energetico, stipulato direttamente dalla PA con la società di fornitura. E’ stato quindi possibile effettuare un’analisi di dettaglio dei costi fatturati e delle caratteristiche del contratto di fornitura.

Nella Tabella 7.4 si riportano le principali caratteristiche del contratto di fornitura del vettore termico per gli anni di riferimento.

Tabella 7.4 – Caratteristiche dei contratti di fornitura del vettore elettrico per il triennio di riferimento

POD: IT001E00012345	2014	2015	2016
Indirizzo di fornitura			
Dati di intestazione fattura	Comune di Genova	Comune di Genova	Comune di Genova
Società di fornitura	EDISON ENERGIA SPA	EDISON ENERGIA SPA – GALA SPA	GALA SPA – IREN MERCATO SPA
Inizio periodo fornitura	Precedente	CONTRATTO GALA DA APRILE 2015	CONTRATTO IREN MERCATO DA APRILE 2015
Fine periodo fornitura	-	CHIUSURA CONTRATTO CON EDISON ENERGIA DA MARZO 2015	CHIUSURA CONTRATTO CON GALA SPA DA MARZO 2015
Potenza elettrica impegnata	20 kW	20 kW	20 kW
Potenza elettrica disponibile	20 kW	20 kW	20 kW
Tipologia di contratto	Forniture in BT (Escluso IP)	Forniture in BT (Escluso IP) - CONSIP EE12 Lotto 2	Forniture in BT (Escluso IP) - CONSIP EE12 Lotto 2 - CONSIP13 VERDE - L0390
Prezzi del fornitura dell'energia elettrica <sup>(1)</sup>	0,07	0,06	0,07

Nota (9): con prezzo di fornitura s'intende soltanto la quota variabile del servizio di acquisto e vendita, sono escluse le imposte, i corrispettivi per il dispacciamento e lo sbilanciamento, per l'uso della rete, e il servizio di misura e ogni altra voce.

Dalle informazioni riportate nella tabella si può desumere che in al 2016

Nella Tabella 7.5 si riporta l'andamento del costo del vettore elettrico nel triennio di riferimento, suddiviso nelle varie componenti.

Tabella 7.5 – Andamento del costo del vettore elettrico nel triennio di riferimento

POD: IT001E00122 667	QUOTA ENERGIA	ONERI DI SISTEMA	ONERI DI SISTEMA	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURATO	COSTO UNITARIO (IVA INCLUSA)
	FISSA	PARTE FISSA	PARTE VARIABILE					
ANNO 2014	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[KWH]	[€/kWh]
Gen - 14	48	20	58	8	29	163	636	0,256
Feb - 14	48	22	58	8	30	165	642	0,258
Mar - 14	48	21	57	8	30	164	640	0,256
Apr - 14	42	16	54	7	26	146	568	0,257
Mag - 14	43	19	55	7	27	152	583	0,261
Giu - 14	35	19	46	6	23	129	482	0,268
Lug - 14	22	16	30	4	16	89	317	0,280
Ago - 14	42	46	56	7	33	184	377	0,489
Set - 14	11	19	- 14	2	4	22	365	0,060
Ott - 14	38	19	48	6	25	137	511	0,268
Nov - 14	39	22	51	7	26	144	535	0,270
Dic - 14	45	22	61	8	14	150	642	0,233



<b>Totale</b>	<b>462</b>	<b>262</b>	<b>560</b>	<b>79</b>	<b>283</b>	<b>1.645</b>	<b>6.298</b>	<b>0,261</b>
POD: IT001E00122 667	QUOTA ENERGIA	ONERI DI SISTEMA	ONERI DI SISTEMA	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURATO	COSTO UNITARIO  (IVA INCLUSA)
		PARTE FISSA	PARTE VARIABILE					
ANNO 2015	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[KWH]	[€/kWh]
Gen - 15	54,03	21,02	71,69	9,94	15,67	172	795	0,217
Feb - 15	53,23	21,13	74,27	10,28	15,88	175	822	0,213
Mar - 15	50,77	18,73	74,17	10,33	15,40	169	741	0,229
Apr - 15	24,00	62,29	30,75	4,98	12,20	134	834	0,161
Mag - 15	34,50	62,29	45,15	7,30	14,92	164	817	0,201
Giu - 15	33,12	62,29	44,68	7,23	14,73	162	716	0,226
Lug - 15	37,07		73,82	8,62	11,95	131	630	0,209
Ago - 15	53,13		56,58	12,32	12,20	134	619	0,217
Set - 15	36,28		75,18	8,80	12,03	132	711	0,186
Ott - 15	37,42	63,08	62,71	9,46	17,27	190	793	0,240
Nov - 15	32,61		86,33	9,62	12,86	141	769	0,184
Dic - 15	65,56		58,14	11,48	13,52	149	882	0,169
<b>Totale</b>	<b>512</b>	<b>311</b>	<b>753</b>	<b>110</b>	<b>169</b>	<b>1.855</b>	<b>9.129</b>	<b>0,203</b>
POD: IT001E00122 667	QUOTA ENERGIA	ONERI DI SISTEMA	ONERI DI SISTEMA	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURATO	COSTO UNITARIO  (IVA INCLUSA)
		PARTE FISSA	PARTE VARIABILE					
ANNO 2016	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[KWH]	[€/kWh]
Gen - 16	64,58	59,63	102,27	14,83	24,13	265	801	0,331
Feb - 16	65,17		128,70	15,56	20,94	230	745	0,309
Mar - 16	40,42		81,00	9,59	13,10	144	747	0,193
Apr - 16	40,65		122,38	9,35	17,24	190	749	0,253
Mag - 16	40,65		122,38	9,35	17,24	190	747	0,254
Giu - 16	37,56		114,28	8,04	15,99	176	643	0,274
Lug - 16	40,97		110,28	7,40	15,87	175	592	0,295
Ago - 16	39,00		111,97	7,68	15,87	175	614	0,284
Set - 16	51,03		119,01	8,98	17,90	197	718	0,274
Ott - 16	71,14		136,59	11,55	21,93	241	924	0,261
Nov - 16	76,47		134,37	11,44	22,23	245	915	0,267
Dic - 16	73,90	64,66	71,54	11,49	22,16	244	919	0,265
<b>Totale</b>	<b>642</b>	<b>124</b>	<b>1.355</b>	<b>125</b>	<b>225</b>	<b>2.470</b>	<b>9.114</b>	<b>0,271</b>

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

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

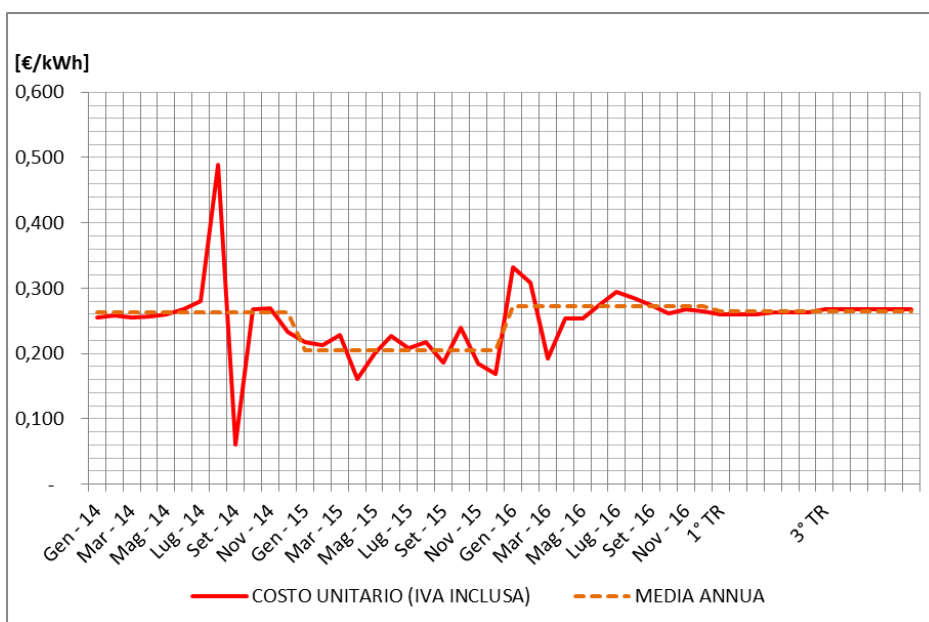
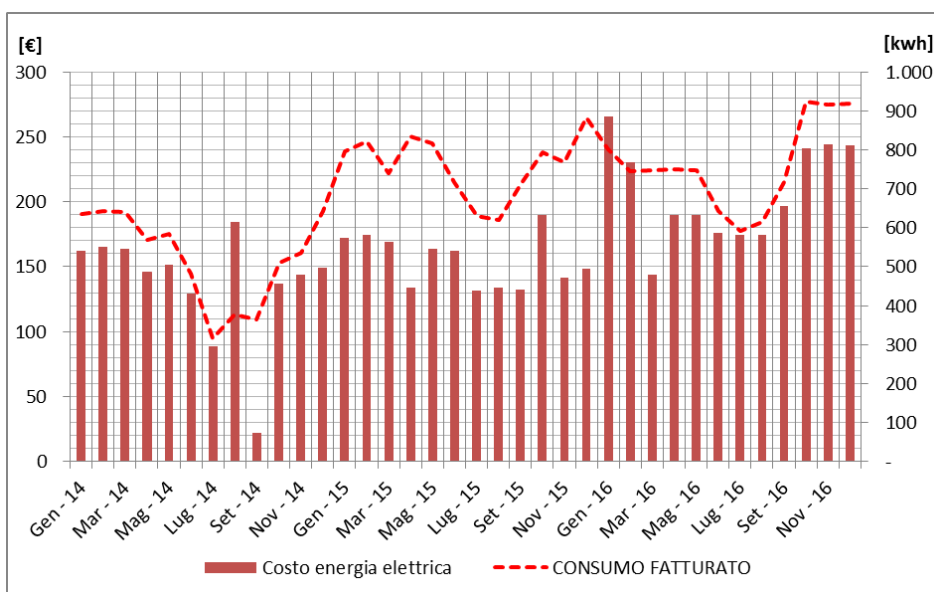


Figura 7.4 – Andamento dei consumi e dei costi dell’energia elettrica



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

Nella Tabella 7.6 sono sintetizzati i costi ed i consumi energetici precedentemente analizzati. I costi unitari sono IVA compresa.

Ai fini del calcolo della Baseline dei costi si sono pertanto assunti i valori riportati nella Tabella 7.7 ricavati nel seguente modo:

- Il costo unitario del gas naturale è stato calcolato a partire dai valori di costo forniti dalla Autorità di Regolazione per Energia Reti e Ambiente (ARERA – ex AEEGSI) per il servizio di maggior tutela per l’anno 2017, considerando i valori trimestrali di costo indicati per la Regione Liguria, riferiti ai “condomini uso domestico”.

$Cu_Q$  è stato ottenuto apportando una riduzione del 5% al costo unitario medio annuo ricavato per il servizio di maggior tutela, in funzione del consumo annuo e della classe del

contatore per i PDR in esame, ciò al fine di riportare tali valori a condizioni similari a quelle del mercato libero a cui aderisce la Pubblica Amministrazione.

- Analogamente il costo unitario per l'energia elettrica è stato calcolato a partire dai costi trimestrali forniti da ARERA per il servizio di maggior tutela, riferiti al 2017 per “clienti non domestici”.

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

Tabella 7.6 – Sintesi dei consumi nel triennio di riferimento

ANNO	VETTORE TERMICO			VETTORE ELETTRICO			TOTALE	
	[kWh]	[€]	[€/kWh]	[kWh]	[€]	[€/kWh]	[€]	
2014	51.575	4.946	€ 0,096	6298	1.645	0,26	€ 6.591	
2015	47.938	5.007	€ 0,104	9129	1.855	0,20	€ 6.862	
2016	45.463	4.641	€ 0,102	9114	2.470	0,27	€ 7.112	
<b>Media</b>	48.325	4865	€ 0,101	8180	1990,12	0,25	€ 6.855	

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

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

Definizione		Valore	U.M.
Costo unitario dell'energia termica	Valore relativo all'ultimo anno a disposizione	$CU_Q$	0,088 [€/kWh]
Costo unitario dell'energia elettrica	Valore relativo all'ultimo anno a disposizione	$CU_{EE}$	0,264 [€/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:

- L1-042-160: servizio SIE3

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

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

Tali servizi prevedono il pagamento di un canone annuale da parte della PA pari a 8.979,85 €+IVA, per un totale di 10.955 €.

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

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

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

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

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

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

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

Definizione		Valore	U.M.
Costo per la gestione e manutenzione ordinaria	Corrispettivo annuale relativo al contratto O&M in essere	$C_{MO}$	5.305 [€/anno]
Costo per la manutenzione straordinaria	Media relativa a gli stessi anni considerati per il rilevamento dei consumi storici	$C_{MS}$	1.410 [€/anno]

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

## 7.4 BASELINE DEI COSTI

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

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

Per la componente energetica vale la seguente formula:

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

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

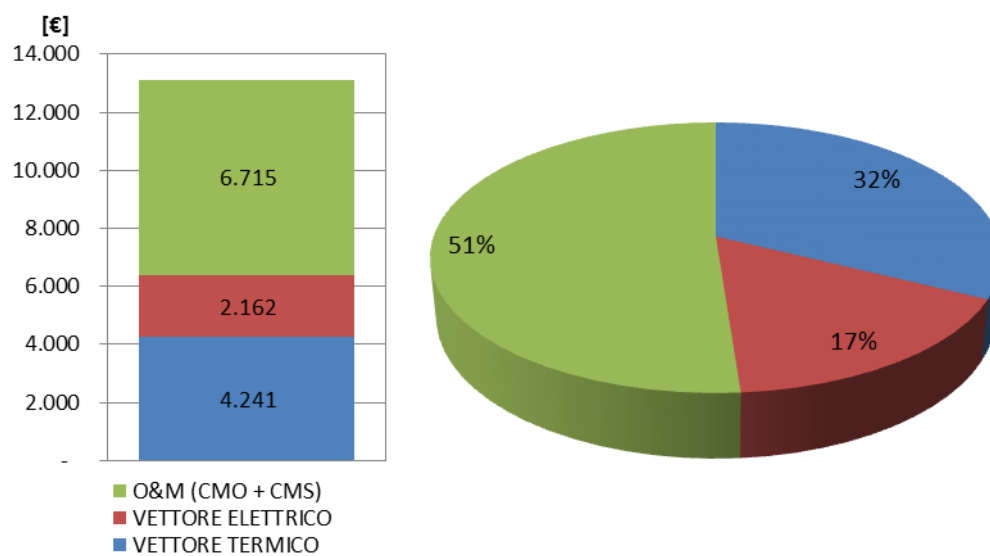
$$C_{baseline} = C_E + C_{MO} + C_{MS}$$

Ne risulta quindi un  $C_E$  pari a € 6.403 e un  $C_{baseline}$  pari a € 13.118

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

VETTORE TERMICO			VETTORE ELETTRICO			O&M ( $C_{MO} + C_{MS}$ )		TOTALE	
$Q_{baseline}$	$C_{uQ}$	$C_Q$	$EE_{baseline}$	$C_{uEE}$	$C_{EE}$	$C_M$	$C_{MO}$	$C_{MS}$	$CQ+CEE+CM$
[kWh]	[€/kWh]	[€]	[kWh]	[€/kWh]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]
48.272	0,088	4.241	8.180	0,264	2.162	6.715	5.305	1.410	13.118

Figura 7.5 – Baseline dei costi e loro ripartizione



## 8 IDENTIFICAZIONE DELLE MISURE DI EFFICIENZA ENERGETICA

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

#### 8.1.1 Involucro edilizio

##### EEM1: Coibentazione murature verticali

###### Generalità

La misura prevede la coibentazione dell'intradosso 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 portante di spessore variabile da 84 cm a 34 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<sup>2</sup> in ambiente.

###### Caratteristiche funzionali e tecniche

Dal punto di vista tecnologico, l'intervento prevede, l'installazione di un cappotto interno rispetto alle pareti verticali dell'edificio con l'applicazione di uno strato isolante e di una lastra in cartongesso intonacata, come finitura interna.

Si è scelto di proporre di eseguire l'operazione di coibentazione con fibra di vetro con finitura interna con cartongesso.

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.

La valutazione delle migliorie ottenibili è stata effettuata considerando l'installazione di uno strato di materiale isolante esternamente alle murature esistenti, di spessore tale da rispondere positivamente alla verifica delle trasmittanze limite imposte dal Conto Termico.

###### 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 EEM1 sono riportati nella Tabella 8.1 e nella Figura 8.1.

È stato possibile ottenere un cambiamento di classe rispetto allo stato di fatto.

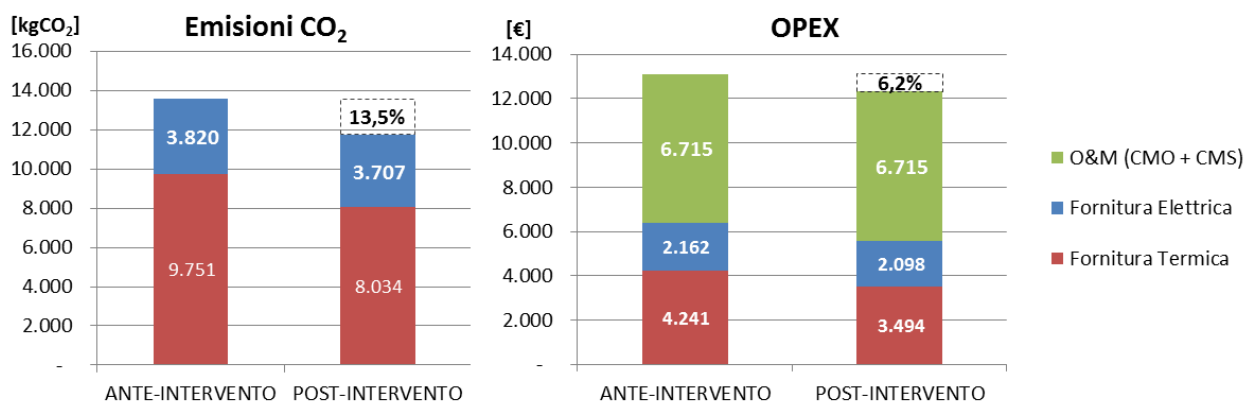


Tabella 8.1 – Risultati analisi EEM1 – Coibentazione murature verticali

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
Trasmittanza media murature verticali	[W/mqK]	1,399	0,484	<b>65,4%</b>
Q <sub>teorico</sub>	[kWh]	48.703	40.126	<b>17,6%</b>
EE <sub>teorico</sub>	[kWh]	8.179	7.936	<b>3,0%</b>
Q <sub>baseline</sub>	[kWh]	48.272	39.771	<b>17,6%</b>
EE <sub>Baseline</sub>	[kWh]	8.180	7.937	<b>3,0%</b>
Emiss. CO2 Termico	[kgCO <sub>2</sub> ]	9.751	8.034	<b>17,6%</b>
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO <sub>2</sub> ]	3.820	3.707	<b>3,0%</b>
<b>Emiss. CO2 TOT</b>	<b>[kgCO<sub>2</sub>]</b>	<b>13.571</b>	<b>11.740</b>	<b>13,5%</b>
Fornitura Termica, C <sub>Q</sub>	[€]	4.241	3.494	<b>17,6%</b>
Fornitura Elettrica, C <sub>EE</sub>	[€]	2.162	2.098	<b>3,0%</b>
<b>Fornitura Energia, C<sub>E</sub></b>	<b>[€]</b>	<b>6.403</b>	<b>5.592</b>	<b>12,7%</b>
C <sub>MO</sub>	[€]	5.305	5.305	<b>0,0%</b>
C <sub>MS</sub>	[€]	1.410	1.410	<b>0,0%</b>
O&M (C <sub>MO</sub> + C <sub>MS</sub> )	[€]	<b>6.715</b>	<b>6.715</b>	<b>0,0%</b>
OPEX	[€]	<b>13.118</b>	<b>12.307</b>	<b>6,2%</b>
Classe energetica	[-]	F	E	+1 CLASSE

Nota (10) 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: 0,088 [€/kWh] per il vettore termico e 0,264 [€/kWh] per il vettore elettrico

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

## EEM2: Coibentazione solai

### Generalità

La misura prevede la coibentazione dei solai di copertura disperdenti verso l'esterno al fine di ridurre le dispersioni termiche attraverso il componente opaco ed aumentare il comfort termico all'interno dei locali sottostanti.

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

Si è scelto di proporre di eseguire l'operazione di coibentazione con fibra di vetro sull'intradosso della copertura della zona verandata.

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 il corretto funzionamento dell'isolamento termico i pannelli devono essere integri e devono essere posati con i giunti ben accostati.

Occorre che l'utente sia informato del fatto che, qualora si voglia successivamente all'intervento sospendere qualcosa al soffitto (lampade ecc...), occorre utilizzare opportuni sistemi di fissaggio .

### Descrizione dei lavori

Il materiale isolante al momento della posa deve essere asciutto. Nel caso vi sia presenza di umidità occorre verificare l'asciugatura del supporto prima di procedere alla posa.

Il lavoro deve essere svolto da personale tecnico specializzato che provveda alla raccolta di documentazione tecnica relativa al corretto impiego del materiale isolante attraverso la documentazione tecnica del produttore (es. etichetta marcatura CE, attestato di conformità).

Le verifiche importanti da svolgere sono visive durante la realizzazione dei lavori. Devono essere assicurato attraverso indagine visiva il corretto accostamento dei pannelli.

Dal punto di vista strumentale, a lavori conclusi e in un periodo di condizionamento un'eventuale indagine termografica dall'interno può verificare la presenza e uniformità del materiale isolante e un'indagine di misura in opera della conduttanza può verificare il buon grado di isolamento della struttura.

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

### Prestazioni raggiungibili

I miglioramenti ottenibili tramite l'attuazione della EEM2 sono riportati nella È stato possibile ottenere un cambiamento di classe rispetto allo stato di fatto.

Tabella 8.2 e nella Figura 8.2.

È stato possibile ottenere un cambiamento di classe rispetto allo stato di fatto.

Tabella 8.2 – Risultati analisi EEM2 – Coibentazione solai

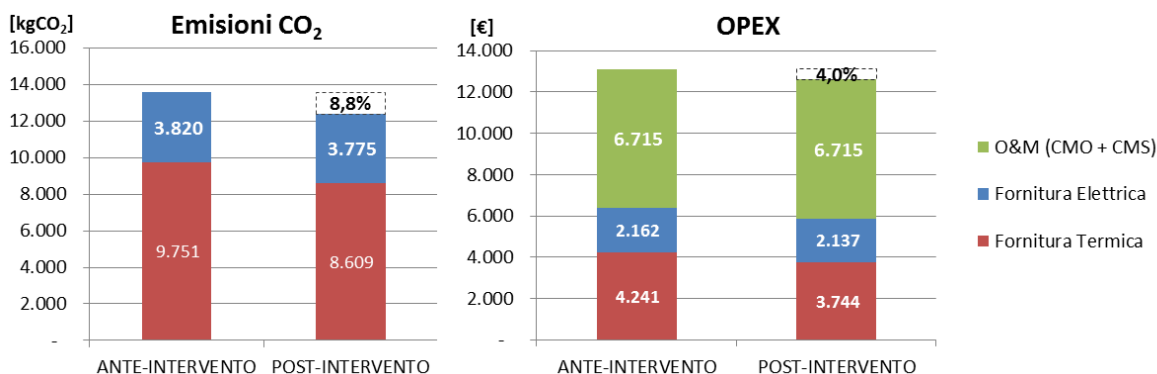
CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
Trasmittanza media solai disperdenti	[W/mqK]	1,354	0,558	<b>58,8%</b>
Q <sub>teorico</sub>	[kWh]	48.703	42.998	<b>11,7%</b>
EE <sub>teorico</sub>	[kWh]	8.179	8.082	<b>1,2%</b>
Q <sub>baseline</sub>	[kWh]	48.272	42.618	<b>11,7%</b>
EE <sub>baseline</sub>	[kWh]	8.180	8.083	<b>1,2%</b>
Emiss. CO2 Termico	[kgCO <sub>2</sub> ]	9.751	8.609	<b>11,7%</b>
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO <sub>2</sub> ]	3.820	3.775	<b>1,2%</b>
<b>Emiss. CO2 TOT</b>	<b>[kgCO<sub>2</sub>]</b>	<b>13.571</b>	<b>12.384</b>	<b>8,8%</b>
Fornitura Termica, C <sub>Q</sub>	[€]	4.241	3.744	<b>11,7%</b>
Fornitura Elettrica, C <sub>EE</sub>	[€]	2.162	2.137	<b>1,2%</b>
<b>Fornitura Energia, C<sub>E</sub></b>	<b>[€]</b>	<b>6.403</b>	<b>5.881</b>	<b>8,2%</b>
C <sub>MO</sub>	[€]	5.305	5.305	<b>0,0%</b>
C <sub>MS</sub>	[€]	1.410	1.410	<b>0,0%</b>
O&M (C <sub>MO</sub> + C <sub>MS</sub> )	[€]	<b>6.715</b>	<b>6.715</b>	<b>0,0%</b>
OPEX	[€]	<b>13.118</b>	<b>12.595</b>	<b>4,0%</b>
Classe energetica	[-]	F	E	+1 CLASSE

Nota (11) 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: 0,088 [€/kWh] per il vettore termico e 0,264 [€/kWh] per il vettore elettrico

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

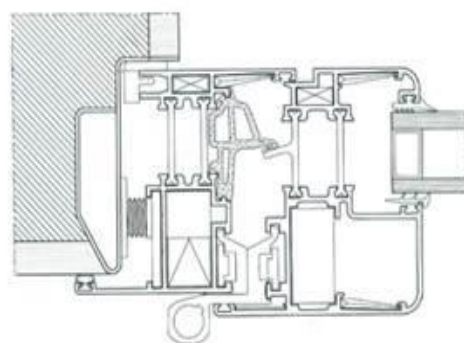


### EEM3: Sostituzione serramenti e valvole termostatiche

#### Generalità

La misura prevede la sostituzione del telaio e della parte vetrata degli infissi presenti. Questo intervento ha l'obiettivo di ottimizzare le prestazioni termiche dell'edificio, diminuendo le dispersioni termiche attraverso il componente, migliorare le condizioni di comfort interno e contenere i consumi energetici e le emissioni di CO<sub>2</sub> in ambiente.

I serramenti presenti sono prevalentemente con vetrocamera e telaio in metallo, probabilmente risalenti agli anni della ristrutturazione. Contestualmente alla sostituzione dei serramenti è stata considerata anche la sostituzione delle valvole termostatiche obsolete presenti sui radiatori con altre di ultima generazione e della pompa EGO2 di mandata del circuito del riscaldamento con una idonea pompa ad inverter, al fine di rientrare nel campo di applicazione del Conto Termico ed ottimizzare l'intervento.



#### Caratteristiche funzionali e tecniche

Dal punto di vista tecnologico, l'intervento prevede, la sostituzione dei componenti vetrati della struttura mediante l'installazione di vetri con telaio in legno massiccio con taglio termico e vetrocamera con gas inerte nell'intercapedine che conferisce caratteristiche basso emissive all'infisso.

In questa fase abbiamo considerato, nella riproduzione su modello termico dell'intervento, la sostituzione dei serramenti con caratteristiche tecniche tali da consentire il raggiungimento delle trasmittanze limite per l'accesso al Conto Termico (per la zona termica D – 1,67 W/mqK).

Inoltre, come richiesto dal Conto Termico, è stato inserito un sistema di controllo delle temperature dei singoli locali mediante nuove valvole termostatiche installate sui terminali di emissione del calore e sostituita la pompa di circolazione dell'acqua calda del circuito secondario del riscaldamento con una pompa gemellare a giri variabili.

#### Descrizione dei lavori

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

È importante verificare in sede di installazione la corretta posa degli infissi e del vetrocemento nonché la tenuta all'aria e all'acqua. Inoltre occorre verificare la migliore risoluzione del ponte termico perimetrale dell'infisso stesso in sede di progettazione. Una soluzione potrebbe essere offerta dall'installazione di un controtelaio coibentato e successivamente sigillato.

Il miglioramento offerto da questo intervento aumenta se realizzato in sinergia con gli interventi di coibentazione dell’involucro opaco. Ai fini di una migliore verifica della corretta installazione e tenuta dei nuovi serramenti è possibile realizzare un blowerdoor test sull’edificio e ulteriori indagini termografiche.

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

### **Prestazioni raggiungibili**

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

È stato possibile ottenere un cambiamento di classe rispetto allo stato di fatto.

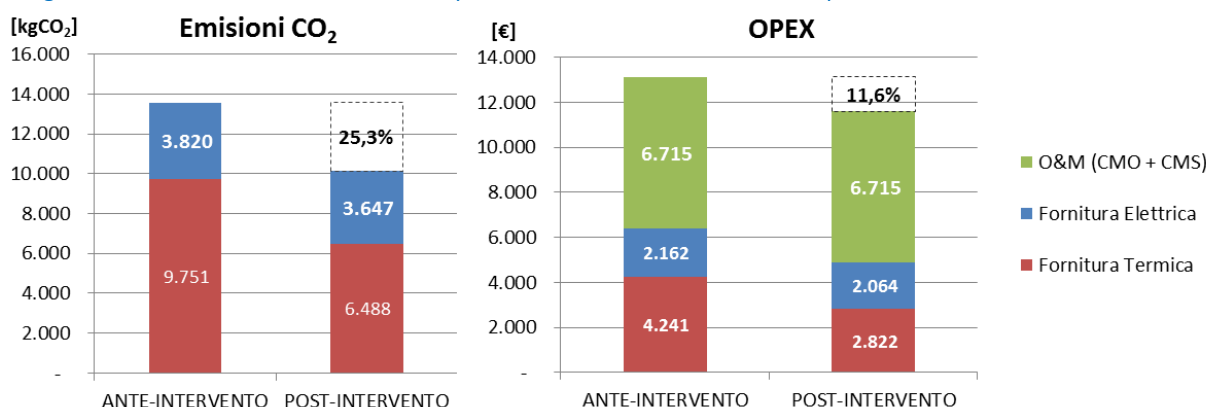
Tabella 8.3 – Risultati analisi EEM3 – Sostituzione infissi e valvole termostatiche

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
Trasmittanza media infissi	[W/mqK]	4,045	1,506	<b>62,8%</b>
Rendimento di regolazione	[%]	84,8	98	<b>-15,6%</b>
$Q_{teorico}$	[kWh]	48.703	32.405	<b>33,5%</b>
$EE_{teorico}$	[kWh]	8.179	7.809	<b>4,5%</b>
$Q_{baseline}$	[kWh]	48.272	32.118	<b>33,5%</b>
$EE_{Baseline}$	[kWh]	8.180	7.810	<b>4,5%</b>
Emiss. CO2 Termico	[kgCO <sub>2</sub> ]	9.751	6.488	<b>33,5%</b>
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO <sub>2</sub> ]	3.820	3.647	<b>4,5%</b>
<b>Emiss. CO2 TOT</b>	<b>[kgCO<sub>2</sub>]</b>	<b>13.571</b>	<b>10.135</b>	<b>25,3%</b>
Fornitura Termica, $C_Q$	[€]	4.241	2.822	<b>33,5%</b>
Fornitura Elettrica, $C_{EE}$	[€]	2.162	2.064	<b>4,5%</b>
<b>Fornitura Energia, <math>C_E</math></b>	<b>[€]</b>	<b>6.403</b>	<b>4.886</b>	<b>23,7%</b>
$C_{MO}$	[€]	5.305	5.305	<b>0,0%</b>
$C_{MS}$	[€]	1.410	1.410	<b>0,0%</b>
O&M ( $C_{MO} + C_{MS}$ )	[€]	<b>6.715</b>	<b>6.715</b>	<b>0,0%</b>
OPEX	[€]	<b>13.118</b>	<b>11.601</b>	<b>11,6%</b>
Classe energetica	[-]	F	E	<b>+1 CLASSE</b>

Nota (12) 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: 0,088 [€/kWh] per il vettore termico e 0,264 [€/kWh] per il vettore elettrico

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



### 8.1.2 Impianto riscaldamento

#### EEM4: Sostituzione generatore di calore, valvole termostatiche e bollitore ACS

##### Generalità

L'intervento di ristrutturazione dell'impianto termico prevede l'installazione di una caldaia a condensazione modulante che permetterà un migliore adattamento della potenza in funzione del carico richiesto, e consentirà anche di servire i circuiti a bassa temperatura ottimizzando la temperatura di mandata dell'acqua in funzione delle condizioni climatiche esterne e del carico effettivo.

Parallelamente si migliora anche il sistema di regolazione della centrale termica e dei singoli locali, mediante la regolazione della temperatura di mandata del circuito di riscaldamento collegata ad una sonda climatica e con la sostituzione delle valvole termostatiche presenti sui terminali di emissione di calore (funzionamento ON/OFF) con altre di ultima generazione con banda proporzionale di 1°C.

Inoltre si propone la sostituzione della pompa EG02 posizionata sul circuito di mandata del riscaldamento con una pompa ad inverter di adeguata prevalenza e portata.

Relativamente al circuito di ACS si propone la sostituzione del secondario, con eliminazione dello scambiatore di calore CP01, della pompa singola ES02 e del bollitore esistente BL01, con un nuovo bollitore adeguatamente coibentato, di ugual volume (500L) dotato di serpentina, alimentato direttamente dalla pompa ES01. In questo modo aumenta molto l'efficienza del circuito dell'ACS e si semplifica l'impiantistica presente.

Il risparmio energetico complessivo deriva sia dalla migliore efficienza di combustione del nuovo generatore di calore, sia dalla migliore regolazione della temperatura ambiente e della distribuzione; con maggiore sicurezza ed affidabilità del sistema, con minori emissioni inquinanti in ambiente.

##### Caratteristiche funzionali e tecniche

L'intervento in oggetto si propone di ristrutturare l'impianto termico agendo su tre aspetti principali:

- sostituire la caldaia a alimentata a gas metano esistente di tipo tradizionale con un generatore a condensazione di ultima generazione, correttamente dimensionato in funzione delle effettive dispersioni termiche ed esigenze dell'edificio
- sostituire la pompa di alimentazione del circuito secondario del riscaldamento (EG02) con una adeguata pompa gemellare a giri variabili
- sostituire le valvole termostatiche esistenti sui terminali di emissione del calore con altri più efficienti con banda proporzionale di 1°C
- sostituzione del bollitore per ACS esistente.

Occorre inoltre verificare che il rendimento del nuovo generatore di calore a condensazione rispetti i requisiti minimi per l'accesso all'incentivo da Conto Termico.

##### Descrizione dei lavori

Si consiglia di fare eseguire l'intervento solo da personale specializzato, occorre verificare preventivamente gli spazi di installazione in relazione agli ingombri delle nuove caldaie; verificare l'idoneità del condotto di evacuazione fumi; verificare la necessità di garantire una continuità di servizio all'edificio in fase di sostituzione. Verificare la presenza dell'addolcitore e che questo sia operativo. Verificare, in funzione della potenza installata, la necessità di installare un neutralizzatore di condensa (norma UNI 11071/2003).

##### Prestazioni raggiungibili

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

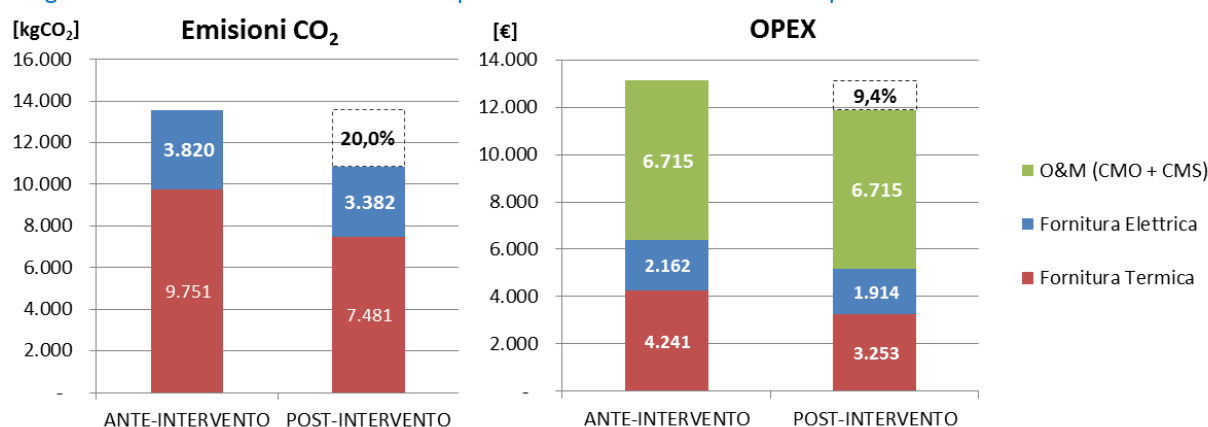
A seguito di questo intervento sull'impianto termico è stato possibile ottenere un miglioramento di 2 classi rispetto allo stato di fatto.

Tabella 8.4 – Risultati analisi EEM4 – Sostituzione generatore di calore, valvole termostatiche e bollitore ACS

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
Rendimento di regolazione	[%]	84,8	98	-15,6%
Rendimento di generazione riscaldamento	[%]	86,2	98,1	-13,8%
Rendimento di accumulo - ACS	[%]	67,3	75,1	-11,6%
Rendimento di generazione - ACS	[%]	88,6	98,1	-10,7%
$Q_{teorico}$	[kWh]	48.703	37.364	23,3%
$EE_{teorico}$	[kWh]	8.179	7.241	11,5%
$Q_{baseline}$	[kWh]	48.272	37.033	23,3%
$EE_{baseline}$	[kWh]	8.180	7.242	11,5%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO <sub>2</sub> ]	9.751	7.481	23,3%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO <sub>2</sub> ]	3.820	3.382	11,5%
<b>Emiss. CO2 TOT</b>	<b>[kgCO<sub>2</sub>]</b>	<b>13.571</b>	<b>10.863</b>	<b>20,0%</b>
Fornitura Termica, $C_Q$	[€]	4.241	3.253	23,3%
Fornitura Elettrica, $C_{EE}$	[€]	2.162	1.914	11,5%
<b>Fornitura Energia, <math>C_E</math></b>	<b>[€]</b>	<b>6.403</b>	<b>5.168</b>	<b>19,3%</b>
$C_{MO}$	[€]	5.305	5.305	0,0%
$C_{MS}$	[€]	1.410	1.410	0,0%
O&M ( $C_{MO} + C_{MS}$ )	[€]	6.715	6.715	0,0%
OPEX	[€]	13.118	11.882	9,4%
Classe energetica	[-]	F	D	+2 CLASSI

Nota (13) 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: 0,088 [€/kWh] per il vettore termico e 0,264 [€/kWh] per il vettore elettrico

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

### 8.1.3 Impianto di illuminazione ed impianto elettrico

#### EEM4: Sostituzione corpi illuminanti

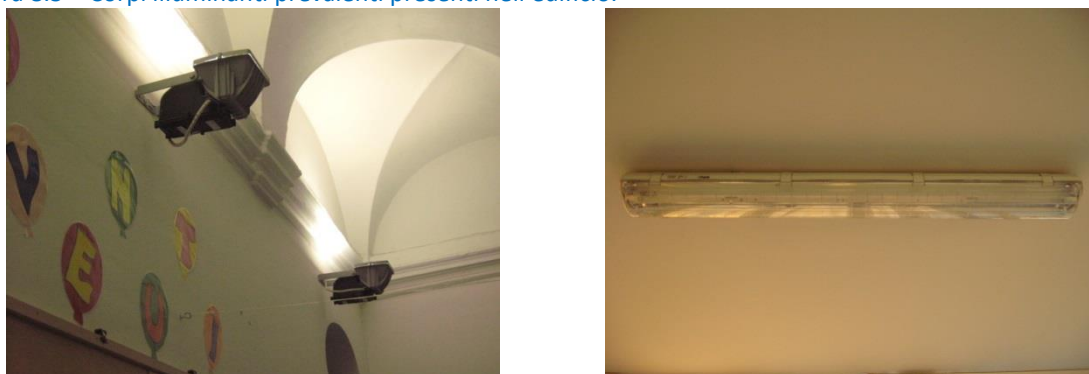
##### Generalità

Il presente capitolo illustra la proposta di sostituire i corpi illuminanti presenti all'interno dei locali costituenti l'edificio con nuovi corpi illuminanti LED di nuova generazione ad alta efficienza.

Attualmente all'interno dell' edificio nella maggior parte dei locali sono installate lampade fluorescenti di vecchia generazione tipo T8 con reattori ferromagnetici o lampade alogene da 70W di potenza.

Ad un maggior costo iniziale per un determinato tipo di lampada, corrisponde un minor costo di gestione, dovuto a minori consumi e a una vita più lunga, una lampada LED ha infatti un'efficienza maggiore rispetto ad una tradizionale T8.

Figura 8.5 – Corpi illuminanti prevalenti presenti nell'edificio.



### **Caratteristiche funzionali e tecniche**

I corpi illuminanti presenti sono di 4 tipologie principali che nel progetto di efficientamento dei corpi illuminanti han trovato le corrispondenze riporta nella seguente tabella.

Tabella 8.5 –Sostituzione corpi illuminanti

Potenza [W]	Tipologia	Corrispondenza LED [W]
1X18	Fluo T8	10
1X36	Fluo T8	16
2X36	Fluo T8	2x16
70	Alogena	47

### **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 EEM5 sono riportati nella Tabella 8.6 e nella Figura 8.6.

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

Tabella 8.6 – Risultati analisi EEM5 – Sostituzione corpi illuminanti

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
Potenza elettrica installata per illuminazione	[W]	3280	1571	<b>52,1%</b>
$Q_{teorico}$	[kWh]	48.703	48.692	<b>0,0%</b>
$EE_{teorico}$	[kWh]	8.179	5.166	<b>36,8%</b>
$Q_{baseline}$	[kWh]	48.272	48.261	<b>0,0%</b>
$EE_{baseline}$	[kWh]	8.180	5.167	<b>36,8%</b>
Emiss. CO2 Termico	[kgCO <sub>2</sub> ]	9.751	9.749	<b>0,0%</b>

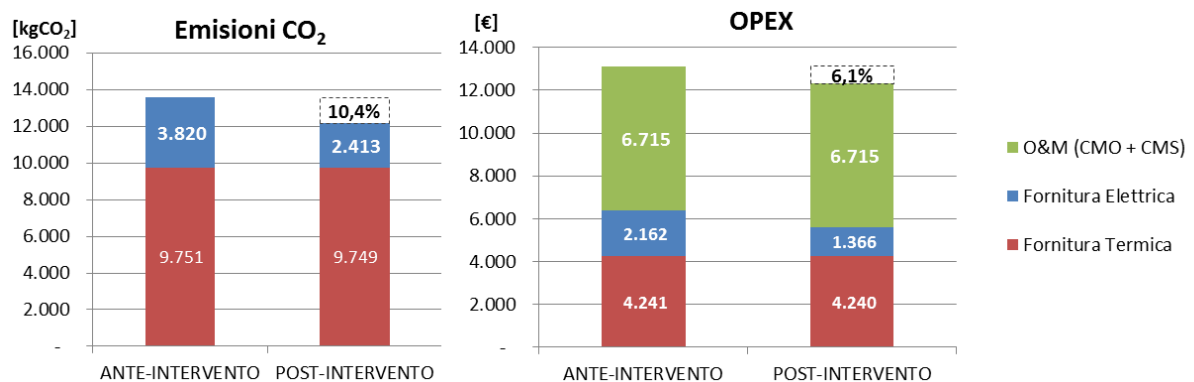


Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO <sub>2</sub> ]	3.820	2.413	<b>36,8%</b>
<b>Emiss. CO2 TOT</b>	<b>[kgCO<sub>2</sub>]</b>	<b>13.571</b>	<b>12.162</b>	<b>10,4%</b>
Fornitura Termica, C <sub>Q</sub>	[€]	4.241	4.240	<b>0,0%</b>
Fornitura Elettrica, C <sub>EE</sub>	[€]	2.162	1.366	<b>36,8%</b>
<b>Fornitura Energia, C<sub>E</sub></b>	<b>[€]</b>	<b>6.403</b>	<b>5.605</b>	<b>12,5%</b>
C <sub>MO</sub>	[€]	5.305	5.305	<b>0,0%</b>
C <sub>MS</sub>	[€]	1.410	1.410	<b>0,0%</b>
O&M (C <sub>MO</sub> + C <sub>MS</sub> )	[€]	<b>6.715</b>	<b>6.715</b>	<b>0,0%</b>
OPEX	[€]	<b>13.118</b>	<b>12.320</b>	<b>6,1%</b>
Classe energetica	[-]	F	F	-

Nota (14) I fattori di emissione per il calcolo delle emissioni di CO<sub>2</sub> sono: 0,202 [kgCO<sub>2</sub>/kWh] per il vettore termico e 0,467 [kgCO<sub>2</sub>/kWh] per il vettore elettrico

I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,088 [€/kWh] per il vettore termico e 0,264 [€/kWh] per il vettore elettrico

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



## 9 VALUTAZIONE ECONOMICO-FINANZIARIA

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

#### EEM1: Coibentazione murature verticali

Nella Tabella 9.1 è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 1, che consiste nella coibentazione delle murature verticali. L'IVA è stata considerata pari al 22%.

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

Isolamento termico di superfici opache delimitanti il volume climatizzato (art.4, c.1, lett.a)

- Percentuale incentivata = 40% della spesa ammissibile;
- Costo massimo ammissibile = 80 €/mq
- Costo unitario valutato per l'intervento: 61 €/mq

Tabella 9.1 – Analisi dei costi della EEM1 – Coibentazione murature verticali

DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO	PREZZO	TOTALE	IVA	TOTALE
				UNITARIO PREZZARIO	UNITARIO SCONTATO			(IVA ESCLUSA)
				[€/m <sup>2</sup> cm]	[€/m <sup>2</sup> cm]	[€]	[%]	[€]
Controparete termoisolante e fonoassorbente realizzata con lastre in gesso rivestito a bordi assottigliati, spessore 12,50 mm, incollate a pannelli di lana di vetro idrorepellente prodotta con almeno l'80% di vetro riciclato e con un esclusivo legante brevettato di origine naturale che garantisce la massima qualità dell'aria, con barriera al vapore costituita da un foglio di alluminio interposto tra il pannello in lana di vetro e la lastra di gesso rivestito. Conduttività termica dichiarata $\lambda$ D spessori 20 ÷ 50 mm 0,031 W/m.K (lana di vetro); Conduttività termica dichiarata $\lambda$ D spessori 60 ÷ 80 mm 0,034 W/m.K (lana di vetro); Conduttività termica dichiarata $\lambda$ D 0,025 W/m.K (lastra di gesso rivestito). Classe di reazione al fuoco spessori 20 ÷ 50 mm A2-s1,d0 Classe di reazione al fuoco spessori 60 ÷ 80 mm F Resistenza alla diffusione del vapore acqueo $\mu$ lana di vetro 1 Resistenza alla diffusione del vapore acqueo $\mu$ lastra in gesso rivestito: 10 (campo secco), 4 (campo umido). Applicate direttamente alla parete con incollaggi in gesso, compresa la rasatura	Prezzario Milano	194	mq	€ 41,10	€ 37,36	€ 7.249	22%	€ 8.843

	dei giunti, i piani di lavoro interni e l'assistenza muraria, negli spessori mm: - spessore 12,50 + 80 mm di lana di vetro									
20.A90.B20.010	Tinteggiatura di superfici murarie interne, con idropittura lavabile a base di polimero acrilico in emulsione acquosa (prime due mani)	Prezzario Regione Liguria	194	m2	€ 6,95	€ 6,32	€ 1.226	22%	€ 1.495	
05.P68.A60.005	Distacco dall'impianto di tutti i tipi di corpi scaldanti, di qualsiasi dimensione, compresi i materiali di consumo per sostituzione o demolizione Di qualsiasi dimensione	Prezzario Regione Piemonte	15	cad	€ 11,49	€ 10,34	€ 155,12	22%	€ 189,24	
05.P68.B20.005	Riattacco agli impianti di tutti i tipi di corpi scaldanti, di qualsiasi dimensione, compresi i materiali di consumo Di qualsiasi dimensione	Prezzario Regione Piemonte	15	cad	€ 15,84	€ 14,26	€ 213,84	22%	€ 260,88	
	Costi per la sicurezza	-	3%	%			€ 265	22%	€ 324	
	Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%			€ 619	22%	€ 755	
<b>TOTALE (I<sub>0</sub> – EEM1)</b>							<b>€ 9.728</b>	<b>22%</b>	<b>€ 11.868</b>	
<b>Incentivi</b>	<b>[Conto termico]</b>								<b>€ 4.747</b>	
<b>Durata incentivi</b>									<b>€ 5</b>	
<b>Incentivo annuo</b>									<b>€ 949</b>	

## EEM2: Coibentazione solai

Nella Tabella 9.2 è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 2, che consiste nella coibentazione dei solai di copertura della zona verandata. L'IVA è stata considerata pari al 22%.

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

Isolamento copertura dall'interno (art.4, c.1, lett.a)

- Percentuale incentivata = 40% della spesa ammissibile;
- Costo massimo ammissibile = 100 €/mq
- Costo unitario valutato per l'intervento: 62 €/mq

Tabella 9.2 – Analisi dei costi della EEM2 – Coibentazione solai

	DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO	PREZZO UNITARIO	TOTALE	IVA	TOTALE
					PREZZARIO	SCONTATO	(IVA ESCLUSA)	(%)	(IVA INCLUSA)
					[€/n° o €/m <sup>2</sup> ]	[€/n° o €/m <sup>2</sup> ]	[€]	[%]	[€]
B55004a	Controsoppito realizzato con lastre di cartongesso, reazione al fuoco Euroclasse A1 - s1, d0, fissate mediante viti autoperforanti ad una struttura costituita da profilati in lamiera di acciaio zincato dello spessore di 6/10 mm ad interasse di 600 mm, comprese la stessa	DEI - ristruttur. 2015	55	m2	€ 28,96	€ 28,96	€ 1.592,80	22%	€ 1.943,22

struttura e la stuccatura dei giunti:

01.P09.B03.030	Pannelli semirigidi in lana di vetro, euroclasse A1, densita' di 30-35 kg/m <sup>3</sup> e lambda inferiore a 0,034 W/mK; con adeguata protezione di barriera al vapore - Spessore 12 cm	Prezzario Regione Piemonte	55	m2	€	10,25	€	10,25	€	563,75	22%	€	687,78
01.A09.G50.005	Posa in opera di materiali per isolamento termico (lana di vetro o di roccia, polistirolo, poliuretano, materiali simili) sia in rotoli che in lastre di qualsiasi dimensione e spessore, compreso il carico, lo scarico, il trasporto e deposito a qualsiasi piano del fabbricato	Prezzario Regione Piemonte	55	m2	€	6,59	€	6,59	€	362,45	22%	€	442,19
95.B10.S20.020	Impalcature per interni, realizzate con cavalletti, trabattelli, strutture tubolari, misurate in proiezione orizzontale, piani di lavoro per altezza da 2,00 a 4,00 metri.	Prezzario Regione Liguria	1	m2	€	21,17	€	21,17	€	29,11	22%	€	35,51
	Costi per la sicurezza	-	3%	%					€	76,44	22%	€	93,26
	Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%					€	178,37	22%	€	217,61
	<b>TOTALE (I<sub>0</sub> – EEM1)</b>								€	<b>2.803</b>	<b>22%</b>	€	<b>3.420</b>
	<b>Incentivi</b>	<b>[Conto termico ]</b>										€	<b>1.368</b>
	<b>Durata incentivi</b>												<b>5</b>
	<b>Incentivo annuo</b>											€	<b>273,56</b>

### EEM3: Sostituzione serramenti e valvole termostatiche

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

Sostituzione di chiusure trasparenti comprensive di infissi delimitanti il volume climatizzato (art.4, c.1, lett.b)

- Percentuale incentivata = 40% della spesa ammissibile;
- Costo massimo ammissibile = 450 €/mq
- Costo unitario valutato per l'intervento: 512 €/mq
- Calcolo incentivo = 40%\*450€/mq\*mq infissi sostituiti.

Tabella 9.3 è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 2, che consiste nella coibentazione dei solai di copertura della zona verandata. L'IVA è stata considerata pari al 22%.

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

Sostituzione di chiusure trasparenti comprensive di infissi delimitanti il volume climatizzato (art.4, c.1, lett.b)

- Percentuale incentivata = 40% della spesa ammissibile;
- Costo massimo ammissibile = 450 €/mq
- Costo unitario valutato per l'intervento: 512 €/mq
- Calcolo incentivo =  $40\% * 450\text{€}/\text{mq} * \text{mq}$  infissi sostituiti.

Tabella 9.3 – Analisi dei costi della EEM3 – Sostituzione serramenti e valvole termostatiche

	DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO	PREZZO	TOTALE	IVA	TOTALE
					UNITARIO PREZZARIO	UNITARIO SCONTATO	(IVA ESCLUSA)	(IVA INCLUSA)	
					[€/n° o €/m <sup>2</sup> ]	[€/n° o €/m <sup>2</sup> ]	[€]	[%]	[€]
25.A05.H01.120	Smontaggio e recupero delle parti riutilizzabili, incluso accantonamento nell'ambito del cantiere, di: serramenti in legno, compreso telaio a murare (misura minima 2,00 m <sup>2</sup> )	Prezziario Regione Liguria	80	m2	€ 72,30	€ 65,73	€ 5.258	22%	€ 6.415
PR.A23.A20.010	Finestra o portafinestra in legno completa di vetrocamera, qualità media, con valore massimo di trasmittanza U=2,8 W/m <sup>2</sup> K, controtelaio escluso, misurazione minima per serramento m <sup>2</sup> 1,0 apertura ad una o due ante o a vasistas	Prezziario Regione Liguria	80	m2	€ 301,07	€ 270,96	€ 21.677	22%	€ 26.446
PR.A23.B10.020	Controtelaio per finestre, portefinestre e simili, in legno.	Prezziario Regione Liguria	36	m	€ 7,59	€ 6,90	€ 247	22%	€ 301
01.A15.A10.015	Posa in opera di vetri di qualunque dimensione su telai metallici od in legno, misurati in opera sul minimo rettangolo circoscritto, incluso il compenso per lo sfrido del materiale	Prezziario Regione Piemonte	80	m2	€ 46,79	€ 42,11	€ 3.369	22%	€ 4.110
PR.C17.A15.010	Valvole micrometriche a squadra complete di testa termostatica con elemento sensibile a gas: Ø 15 mm	Prezziario Regione Liguria	15	cad	€ 35,42	€ 32,20	€ 483	22%	€ 589
PR.C47.H10.120	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 40, PN6-10, prevalenza da 1 a 12 m, portata da 1 a 18 m <sup>3</sup> /h	Prezziario Regione Liguria	1	cad	€ 2.182,13	€ 1.983,75	€ 1.984	22%	€ 2.420
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	Prezziario Regione Liguria	1	cad	€ 50,06	€ 45,51	€ 46	22%	€ 56
PR.E40.B05.210	Interruttore automatico magnetotermico con potere di interruzione 4,5KA bipolare fino a 32 A - 230 V	Prezziario Regione Liguria	1	cad	€ 22,69	€ 20,63	€ 21	22%	€ 25
RU.M01.E01.020	Impianti Elettrici Idraulici Riscaldamento Installatore 4° cat. ex operaio specializzato	Prezziario Regione Liguria	8	h	€ 31,88	€ 28,98	€ 232	22%	€ 283
	Costi per la sicurezza		3%	%			€ 999	22%	€ 1.219

Costi progettazione (in % su importo lavori)	7%	%	€ 2.332	22%	€ 2.845
<b>TOTALE (I<sub>0</sub> – EEM1)</b>			<b>€ 36.647</b>	<b>22%</b>	<b>€ 44.710</b>
Incentivi	[Conto termico]				€ 14.400
Durata incentivi					€ 5
Incentivo annuo					€ 2.880

#### EEM4: Sostituzione generatore di calore, valvole termostatiche e bollitore ACS

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

Sostituzione impianti di climatizzazione invernale con generatori di calore a condensazione (art.4, c.1, lett.c)

- Percentuale incentivata = 40% della spesa ammissibile;
- Costo massimo ammissibile = 130 €/kWt
- Costo unitario valutato per l’intervento: 267 €/kWt
- Calcolo incentivo = 40%\*130€/mq\*kWt installati.

Tabella 9.4 è riportata l’analisi dei costi relativi alle EEM 4, che consiste nella ristrutturazione dell’impianto termico, ovvero sostituzione del generatore di calore, installazione di pompe gemellari ad inverter sul circuito secondario del riscaldamento, sostituzione valvole termostatiche di ultima generazione e sostituzione del bollitore per ACS. L’IVA è stata considerata pari al 22%.

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

Sostituzione impianti di climatizzazione invernale con generatori di calore a condensazione (art.4, c.1, lett.c)

- Percentuale incentivata = 40% della spesa ammissibile;
- Costo massimo ammissibile = 130 €/kWt
- Costo unitario valutato per l’intervento: 267 €/kWt
- Calcolo incentivo = 40%\*130€/mq\*kWt installati.

Tabella 9.4 – Analisi dei costi della EEM3 – Ristrutturazione impiato termico

DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO PREZZARIO	PREZZO UNITARIO SCONTATO	TOTALE (IVA ESCLUSA)	IVA	TOTALE (IVA INCLUSA)
				[€/n° o €/m <sub>2</sub> ]	[€/n° o €/m <sub>2</sub> ]	[€]	[%]	[€]
PR.C76.B10.005 Caldaie a condensazione a basamento, corpo in lega di alluminio-silicio-magnesio con scambiatore primario a basso contenuto d'acqua, classe 5 NOx, rendimento energetico a 4 stelle in base alle direttive europee, bruciatore modulante con testata metallica ad irraggiamento, compreso il pannello di comando montato sul mantello di rivestimento, della potenza termica nominale di: 113 Kw circa	Prezzario Regione Liguria	1	cad	€ 7.969,50	€ 7.245,00	€ 7.245	22%	€ 8.839



PR.C84.C05.490	Sistema fumario prefabbricato a sezione circolare, con giunti maschio-femmina con profilo conico a elementi modulari a doppia parete acciaio inox (parete interna AISI316L e parete esterna AISI304), coibentazione 25mm in lana di roccia pressata, senza guarnizioni di tenuta Coppa di scarico condensa Ø 80 mm	Prezzario Regione Liguria	1	cad	€ 134,09	€ 121,90	€ 122	22%	€ 149
40.C10.B10.110	Sola posa in opera di bruciatore per caldaie, compresi la lavorazione della piastra di collegamento alla caldaia, la sola posa della rampa gas e del dispositivo di controllo tenuta valvola, i collegamenti elettrici, i collegamenti alla tubazione del combustibile a metano o gasolio: per generatori di calore fino a 100 Kw	Prezzario Regione Liguria	1	cad	€ 239,08	€ 217,35	€ 217	22%	€ 265
PR.C76.A30.020	Accessori per caldaie a condensazione: Tubi Ø 80mm della lunghezza 1 m	Prezzario Regione Liguria	3	cad	€ 21,13	€ 19,21	€ 58	22%	€ 70
PR.C76.A30.015	Accessori per caldaie a condensazione: Kit scarichi separati per tubi Ø 80mm	Prezzario Regione Liguria	1	cad	€ 28,46	€ 25,87	€ 26	22%	€ 32
40.F10.H10.030	Sola posa in opera di accessori per impianti di termoregolazione compresi collegamenti elettrici: sonde in genere	Prezzario Regione Liguria	2	cad	€ 120,60	€ 109,64	€ 219	22%	€ 268
40.F10.H10.040	Sola posa in opera di accessori per impianti di termoregolazione compresi collegamenti elettrici: interruttore orologio da inserire in quadro elettrico	Prezzario Regione Liguria	1	cad	€ 29,71	€ 27,01	€ 27	22%	€ 33
PR.C74.C10.010	Interruttore orario digitale modulare per la programmazione settimanale a due canali	Prezzario Regione Liguria	2	cad	€ 146,74	€ 133,40	€ 267	22%	€ 325
PR.C74.E05.030	Sonde di temperatura e umidità: sola temperatura, per impianti civili e industriali per esterno	Prezzario Regione Liguria	1	cad	€ 76,47	€ 69,52	€ 70	22%	€ 85
1M.03.070.0010.c	Bollitori verticali in acciaio nero con smaltatura interna, pressione d'esercizio max 6 bar, temperatura d'esercizio max 60 °C, scambiatore con fascio tubiero estraibile per acqua calda, coibentazione sp. 50 mm in lana minerale o poliuretano o guaina flessibile con guscio in pvc, corredati di protezione catodica. Grandezze (l: capacità -	Prezzario Milano	1	cad	€ 1.111,22	€ 1.010,20	€ 1.010	22%	€ 1.232

	l/h: produzione minima d'acqua calda sanitaria da 10 a 45 °C con acqua calda primaria da 80 a 70 °C): - scambiatore in rame - 500 l - fino a 600 l/h									
PR.C17.A15.010	Valvole micrometriche a squadra complete di testa termostatica con elemento sensibile a gas: Ø 15 mm	Prezzario Regione Liguria	15	cad	€ 35,42	€ 32,20	€ 483	22%	€ 589	
PR.C47.H10.120	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 40, PN6-10, prevalenza da 1 a 12 m, portata da 1 a 18 m³/h	Prezzario Regione Liguria	1	cad	€ 2.182,13	€ 1.983,75	€ 1.984	22%	€ 2.420	
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	1	cad	€ 50,06	€ 45,51	€ 46	22%	€ 56	
PR.E40.B05.210	Interruttore automatico magnetotermico con potere di interruzione 4,5KA bipolare fino a 32 A - 230 V	Prezzario Regione Liguria	1	cad	€ 22,69	€ 20,63	€ 21	22%	€ 25	
PR.C74.C10.010	Interruttore orario digitale modulare per la programmazione settimanale a due canali	Prezzario Regione Liguria	2	cad	€ 146,74	€ 133,40	€ 267	22%	€ 325	
RU.M01.E01.020	Impianti Elettrici Idraulici Riscaldamento Installatore 4° cat. ex operaio specializzato	Prezzario Regione Liguria	8	h	€ 31,88	€ 28,98	€ 232	22%	€ 283	
RU.M01.A01.030	Opere edili Operaio Qualificato	Prezzario Regione Liguria	30	h	€ 34,41	€ 31,28	€ 938	22%	€ 1.145	
RU.M01.E01.020	Impianti Elettrici Idraulici Riscaldamento Installatore 4° cat. ex operaio specializzato	Prezzario Regione Liguria	60	h	€ 31,88	€ 28,98	€ 1.739	22%	€ 2.121	
20.A15.B10.015	Trasporto a scarica o a centro di riciclaggio di materiali di risulta provenienti da scavi e/o demolizioni, misurato su autocarro in partenza, esclusi gli eventuali oneri di scarica o smaltimento, eseguito con piccolo mezzo di trasporto con capacità di carico fino a 3 t. per ogni chilometro del tratto oltre i primi 5 km e fino al decimo km.	Prezzario Regione Liguria	10	m³km	€ 4,72	€ 4,29	€ 43	22%	€ 52	
	Costi per la sicurezza	-	3%	%			€ 450	22%	€ 549	

Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%	€	22%	€
				1.051		1.282
<b>TOTALE (I<sub>0</sub> – EEM1)</b>				<b>€</b>	<b>22%</b>	<b>€</b>
				<b>16.514</b>		<b>20.147</b>
<b>Incentivi</b>	<b>[Conto termico]</b>					<b>€</b>
						<b>3.900</b>
<b>Durata incentivi</b>						<b>€</b>
						<b>5</b>
<b>Incentivo annuo</b>						<b>€</b>
						<b>780</b>

### EEM5: Sostituzione corpi illuminanti

Nella Sostituzione di sistemi per l'illuminazione di interni e delle pertinenze esterne con sistemi di illuminazione efficienti (art.4, c.1, lett.f)

- Percentuale incentivata = 40% della spesa ammissibile;
- Costo massimo ammissibile = 35 €/mq
- Costo unitario valutato per l'intervento: 16 €/mq.

Tabella 9.5 è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 5, che consiste nella sostituzione dei corpi illuminanti. L'IVA è stata considerata pari al 22%.

Sostituzione di sistemi per l'illuminazione di interni e delle pertinenze esterne con sistemi di illuminazione efficienti (art.4, c.1, lett.f)

- Percentuale incentivata = 40% della spesa ammissibile;
- Costo massimo ammissibile = 35 €/mq
- Costo unitario valutato per l'intervento: 16 €/mq.

Tabella 9.5 – Analisi dei costi della EEM5 – Sostituzione corpi illuminanti

	DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO	PREZZO	TOTALE	TOTALE	TOTALE
					UNITARIO PREZZARIO	UNITARIO SCONTATO	(IVA ESCLUSA)	IVA	(IVA INCLUSA)
					[€/n° o €/m <sup>2</sup> ]	[€/n° o €/m <sup>2</sup> ]	[€]	[%]	[€]
1E.06.060.0210.a	Lampade a led a tubo per applicazione in lampade a tubi fluorescenti tradizionali compatibili alimentazione 230 V c.a. 50 Hz. Durata nominale 40.000 ore delle seguenti tipologie: - Lunghezza 600 mm - flusso luminoso 825 lm potenza 10W	Prezzario Milano	1	cad	€ 23,61	€ 21,46	€ 21	22%	€ 26
1E.06.060.0210.c	Lampade a led a tubo per applicazione in lampade a tubi fluorescenti tradizionali compatibili alimentazione 230 V c.a. 50 Hz. Durata nominale 40.000 ore delle seguenti tipologie: - Lunghezza 1200 mm - flusso luminoso 1600 lm potenza 16 w	Prezzario Milano	77	cad	€ 34,69	€ 31,54	€ 2.428	22%	€ 2.963
1E.06.060.0040.a	Proiettore orientabile da esterno / interno idoneo per impianti sportivi. Prodotto in conformità alle norme EN 60598 CEI 34-21, grado di protezione in conformità alle norme EN 60529 e EN 50102. Corpo e telaio in alluminio pressofuso con sistemi alettati di raffreddamento,	Prezzario Milano	7	cad	€ 285,30	€ 259,36	€ 1.816	122%	€ 2.215

diffusore in vetro  
 temperato spessore 5 mm  
 resistente agli shock  
 termici ed agli urti,  
 verniciatura a polvere  
 poliestere resistente alla  
 corrosione e alle nebbie  
 saline, completo di staffa  
 in acciaio inox con scala  
 goniometrica orientabile  
 zincata e verniciata - ottica  
 ad alto rendimento con  
 recuperatori di flusso:  
 grado di protezione IP65-  
 IK08 - equipaggiato con  
 lampade led 4000K 6400  
 Lm potenza 47 w

Costi per la sicurezza	-	3%	%	€ 128	22%	€ 156
Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%	€ 299	22%	€ 364
<b>TOTALE (I<sub>0</sub> – EEM1)</b>				<b>€ 4.692</b>	<b>22%</b>	<b>€ 5.724</b>
<b>Incentivi</b>		<b>[Conto termico ]</b>				<b>€ 2.290</b>
<b>Durata incentivi</b>						<b>€ 5</b>
<b>Incentivo annuo</b>						<b>€ 458</b>

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

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

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

Gli indicatori economici d'investimento utilizzati sono:

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

Essi sono così definiti:

1) Tempo di ritorno semplice (TRS):

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

Dove:

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

2) Tempo di ritorno attualizzato (TRA):

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

Dove:

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

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

Dove:

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

3) Valore Attuale Netto (VAN) del progetto:

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

Dove:

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

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

5) Indice di Profitto (IP):

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

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

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

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

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

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

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

### **EEM1: Coibentazione murature verticali**

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

Tabella 9.6 – Risultati dell’analisi di convenienza della EEM1– Coibentazione murature verticali

PARAMETRO FINANZIARIO		U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	$I_0$	€	11.868
Oneri Finanziari % $I_0$	OF	[%]	3,0%
Aliquota IVA	%IVA	[%]	22,0%
Anno recupero erariale IVA	$n_{IVA}$	anni	3
Vita utile	$n$	anni	30
Incentivo annuo	B	€/anno	949
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	13,9	7,8
Tempo di rientro attualizzato	TRA	20,6	10,8
Valore attuale netto	VAN	2.899	7.126
Tasso interno di rendimento	TIR	6,0%	10,2%
Indice di profitto	IP	0,24	0,60

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

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

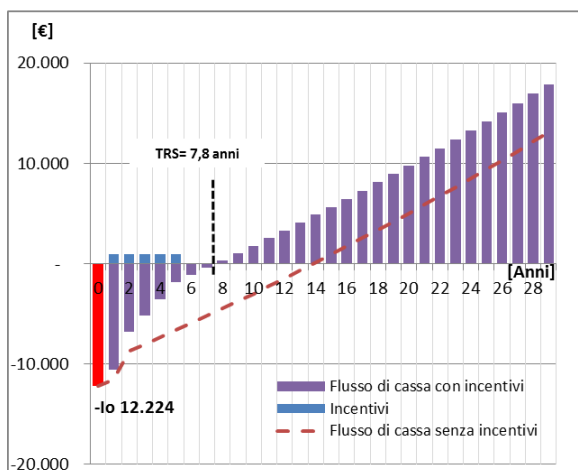
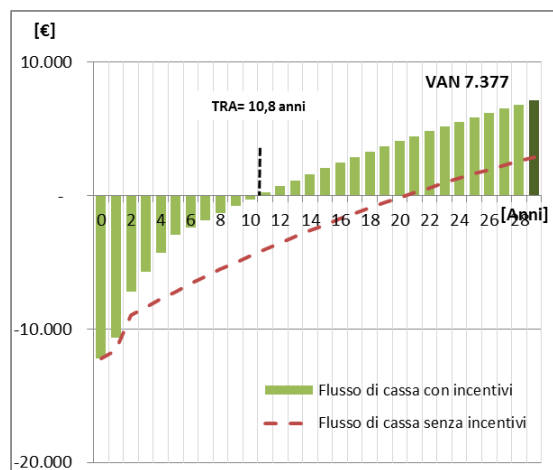


Figura 9.2 – EEM1: Flussi di Cassa Attualizzati, con e senza incentivi



Dall’analisi effettuata è emerso che il tempo di ritorno dell’intervento senza incentivi è di circa 14 anni, su un tempo di vita dell’intervento stimato essere di 30 anni. conveniente. Con il supporto dell’incentivo derivante da Conto Termico il tempo di ritorno semplice si accorcia a circa 8 anni, rendendo conveniente l’EEM1.

### EEM2: Coibentazione solai

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

Tabella 9.7 – Risultati dell’analisi di convenienza della EEM2– Coibentazione solai

PARAMETRO FINANZIARIO		U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	$I_0$	€	3.420

Oneri Finanziari % <sub>lo</sub>	OF	[%]	3,0%
Aliquota IVA	%IVA	[%]	22,0%
Anno recupero erariale IVA	n <sub>IVA</sub>	anni	3
Vita utile	n	anni	30
Incentivo annuo	B	€/anno	274
Durata incentivo	n <sub>B</sub>	anni	5
Tasso di attualizzazione	i	[%]	3,5%

INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE CON INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS	6,6	4,2
Tempo di rientro attualizzato	TRA	7,8	4,7
Valore attuale netto	VAN	5.514	6.732
Tasso interno di rendimento	TIR	15,0%	20,1%
Indice di profitto	IP	1,61	1,97

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

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

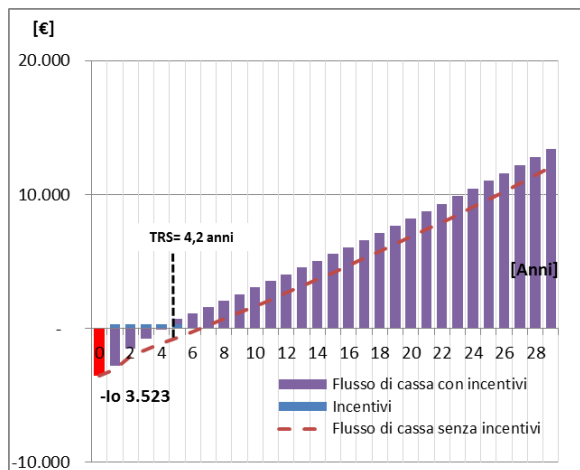
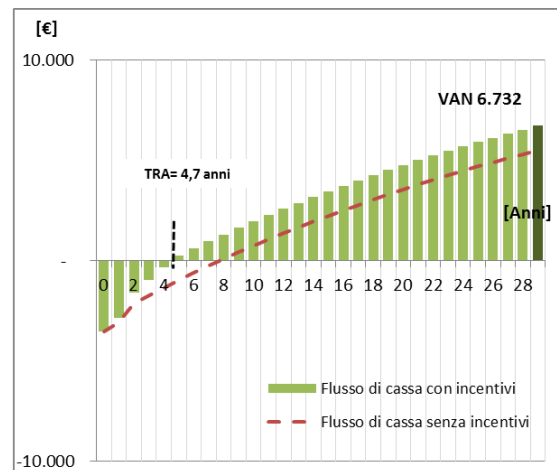


Figura 9.4 – EEM2: Flussi di Cassa Attualizzati, con e senza incentivi



Dall'analisi effettuata è emerso che il tempo di ritorno dell'intervento senza incentivi è di circa 7 anni, su un tempo di vita dell'intervento stimato essere di 30 anni. Anche il tempo di ritorno attualizzato risulta inferiore al tempo di vita dell'intervento, rendendo quindi l'EEM2 conveniente. Con il supporto dell'incentivo derivante da Conto Termico il tempo di ritorno semplice si accorcia a circa 4 anni.

### EEM3: Sostituzione serramenti e valvole termostatiche

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

Tabella 9.8 – Risultati dell'analisi di convenienza della EEM3 - Sostituzione serramenti e valvole termostatiche

PARAMETRO FINANZIARIO		U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	I <sub>0</sub>	€	44.710



Oneri Finanziari % <sub>lo</sub>	OF	[%]	3,0%
Aliquota IVA	%IVA	[%]	22,0%
Anno recupero erariale IVA	n <sub>IVA</sub>	anni	3
Vita utile	n	anni	30
Incentivo annuo	B	€/anno	2.880
Durata incentivo	n <sub>B</sub>	anni	5
Tasso di attualizzazione	i	[%]	3,5%
<b>INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO</b>		<b>VALORE SENZA INCENTIVI</b>	<b>VALORE CON INCENTIVI</b>
Tempo di rientro semplice	TRS	25,9	17,4
Tempo di rientro attualizzato	TRA	43,1	30,8
Valore attuale netto	VAN	- 14.012	- 1.191
Tasso interno di rendimento	TIR	0,8%	3,7%
Indice di profitto	IP	-0,31	-0,03

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

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

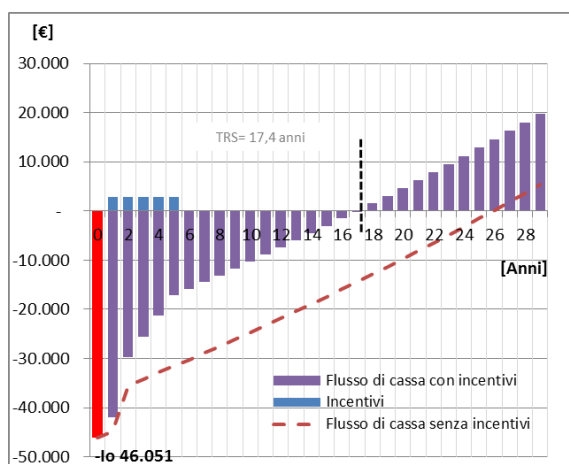
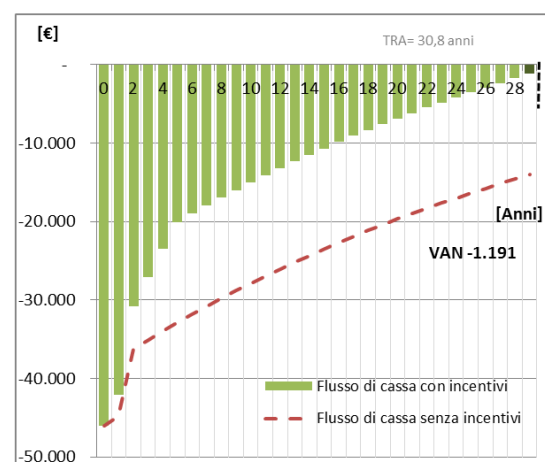


Figura 9.6 – EEM3: Flussi di Cassa Attualizzati, con e senza incentivi



Dall'analisi effettuata è emerso che il tempo di ritorno dell'intervento senza incentivi è di circa 26 anni, su un tempo di vita dell'intervento stimato essere di 30 anni. Con il supporto dell'incentivo derivante da Conto Termico il tempo di ritorno semplice si accorcia a circa 17 anni.

#### EEM4: Sostituzione generatore di calore, valvole termostatiche e bollitore ACS

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

Tabella 9.9 – Risultati dell'analisi di convenienza della EEM4– Sostituzione generatore di calore, valvole termostatiche e bollitore ACS

PARAMETRO FINANZIARIO		U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	I <sub>0</sub>	€	20.147
Oneri Finanziari % <sub>lo</sub>	OF	[%]	3,0%
Aliquota IVA	%IVA	[%]	22,0%

Anno recupero erariale IVA	n <sub>IVA</sub>	anni	3
Vita utile	n	anni	15
Incentivo annuo	B	€/anno	780
Durata incentivo	n <sub>B</sub>	anni	5
Tasso di attualizzazione	i	[%]	3,5%

INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI		VALORE CON INCENTIVI	
Tempo di rientro semplice	TRS		16,2		12,3
Tempo di rientro attualizzato	TRA		20,8		16,9
Valore attuale netto	VAN	-	5.768	-	2.295
Tasso interno di rendimento	TIR		-1,2%		1,8%
Indice di profitto	IP		-0,29		-0,11

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

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

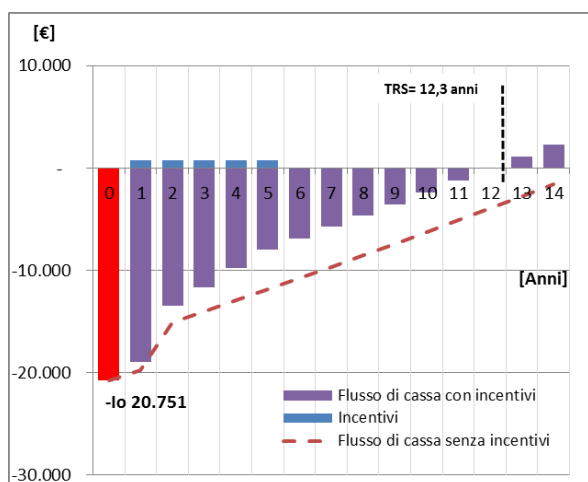
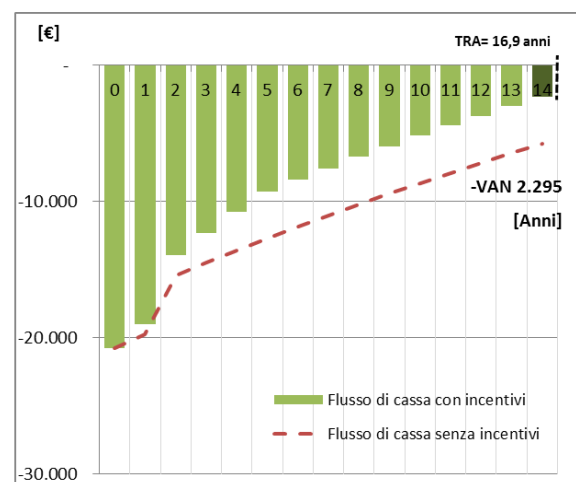


Figura 9.8 – EEM4: Flussi di Cassa Attualizzati, con e senza incentivi



Dall’analisi effettuata è emerso che il tempo di ritorno dell’intervento senza incentivi è di poco superiore al tempo di vita dell’intervento, stimato essere di 16 anni. Con il supporto dell’incentivo derivante da Conto Termico il tempo di ritorno semplice si accorcia a meno di 12 anni.

**EEM5: Sostituzione corpi illuminanti**

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

Tabella 9.10 – Risultati dell’analisi di convenienza della EEM5–Sostituzione corpi illuminanti

PARAMETRO FINANZIARIO		U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	I <sub>0</sub>	€	5.724
Oneri Finanziari %I <sub>0</sub>	OF	[%]	3,0%
Aliquota IVA	%IVA	[%]	22,0%
Anno recupero erariale IVA	n <sub>IVA</sub>	anni	3
Vita utile	n	anni	15
Incentivo annuo	B	€/anno	458

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	7,2	4,4
Tempo di rientro attualizzato	TRA	8,7	4,9
Valore attuale netto	VAN	2.563	4.602
Tasso interno di rendimento	TIR	10,5%	16,8%
Indice di profitto	IP	0,45	0,80

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

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

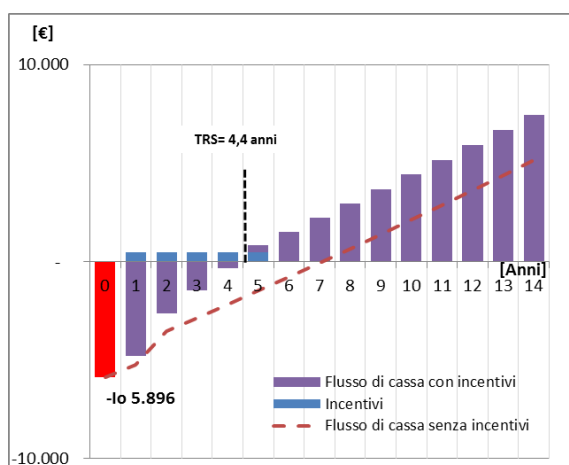
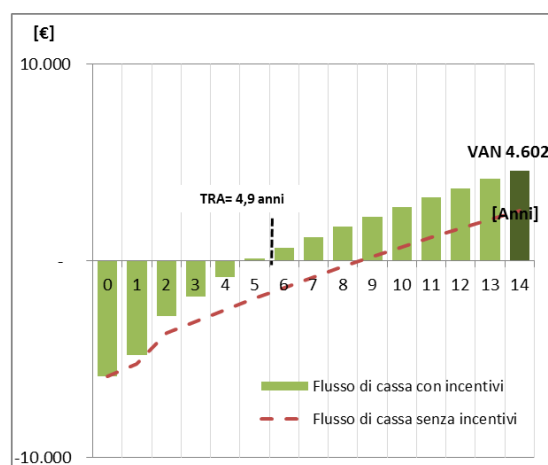


Figura 9.10 – EEM5: Flussi di Cassa Attualizzati, con e senza incentivi



Dall'analisi effettuata è emerso che il tempo di ritorno dell'intervento senza incentivi è di circa 7 anni, su un tempo di vita dell'intervento stimato essere di 15 anni. Con il supporto dell'incentivo derivante da Conto Termico il tempo di ritorno semplice si accorcia a meno di 5 anni.

## Sintesi

La sintesi della valutazione economico – finanziaria delle EEM proposte è riportata nelle Tabella 9.11 e Tabella 9.12.

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

	SENZA INCENTIVI											
	% $\Delta E$ [%]	% $\Delta CO_2$ [%]	$\Delta C_E$ [€/anno]	$\Delta C_{MO}$ [€/anno]	$\Delta C_{MS}$ [€/anno]	$I_0$ [€]	TRS [anni]	TRA [anni]	n [anni]	VAN [€]	TIR [%]	IP [-]
EEM1	12,67%	13,49%	€ 811,03	€ -	€ -	€ 11.868,00	13,9	20,6	30	€ 2.899,17	6,04%	0,24
EEM2	8,16%	25,32%	€ 522,38	€ -	€ -	€ 3.420,00	6,6	7,8	30	€ 5.513,88	15,04%	1,61
EEM3	23,69%	25,32%	€ 1.516,90	€ -	€ -	€ 44.710,00	25,9	43,1	30	-€ 14.012,44	0,83%	-0,31
EEM4	19,29%	19,96%	€ 1.235,31	€ -	€ -	€ 20.147,00	16,2	20,8	15	-€ 5.767,82	-1,18%	-0,29

EEM5	12,46%	10,39%	€ 797,50	€ -	€ -	€ 5.724,0 0	7,2	8,7	15	€ 2.563,2 9	10,45%	0,45
------	--------	--------	-------------	--------	--------	-------------------	-----	-----	----	-------------------	--------	------

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;

Nella seguente tabella viene riportata la sintesi degli interventi comprensivi del contributo del Conto Termico.

Tabella 9.12 – 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]	[€]	[%]	[-]
EEM1	12,67%	13,49%	€ 811,03	€ -	€ -	€ 11.868, 00	7,8	10,8	30	€ 7.125,9 1	10,15%	0,60
EEM2	8,16%	25,32%	€ 522,38	€ -	€ -	€ 3.420,0 0	4,2	4,7	30	€ 6.731,9 0	20,09%	1,97
EEM3	23,69%	25,32%	€ 1.516,9 0	€ -	€ -	€ 44.710, 00	17,4	30,8	30	-€ 1.191,1 9	3,68%	-0,03
EEM4	19,29%	19,96%	€ 1.235,3 1	€ -	€ -	€ 20.147, 00	12,3	16,9	15	-€ 2.295,4 0	1,82%	-0,11
EEM5	12,46%	10,39%	€ 797,50	€ -	€ -	€ 5.724,0 0	4,4	4,9	15	€ 4.601,8 7	16,82%	0,80

Con l'incentivo da Conto Termico è possibile constatare che tutti gli interventi presentati sono conveniente e presentano VAN positivo ed indicatori finanziari vantaggiosi.

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

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

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

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

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

Dove:

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

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

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

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

Essi sono così definiti:

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

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

Dove:

- $FCO_n$  sono i flussi di cassa operativi nell’anno corrente n-esimo;

- $K_n$  è la quota capitale da rimborsare nell'anno n-esimo;
- $I_n$  è la quota interessi da ripagare nell'anno tn-esimo.

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

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

Dove:

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

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

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

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

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

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

- **Scenario 1: SCN1** – Tale scenario consiste nella realizzazione di una coibentazione delle murature verticali e della copertura disperdente della zona verandata e la sostituzione dei corpi illuminanti.
- **Scenario 2: SCN2** – Tale scenario consiste, oltre che gli interventi riportati per lo SCN1 anche la sostituzione degli infissi e la sostituzione del generatore di calore, delle valvole termostatiche esistenti e del bollitore di calore per ACS.

### 9.3.1 Scenario 1: <15 ANNI

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

- EEM1: Coibentazione murature verticali
- EEM2: Coibentazione solai
- EEM5: Sostituzione corpi illuminanti

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

- Sostituzione di sistemi per l'illuminazione di interni e delle pertinenze esterne con sistemi di illuminazione efficienti (art.4, c.1, lett.f)
  - o Percentuale incentivata = 40% della spesa ammissibile;
  - o Costo massimo ammissibile = 35 €/mq
  - o Costo unitario valutato per l'intervento: 16 €/mq.
- Isolamento termico di superfici opache delimitanti il volume climatizzato (art.4, c.1, lett.a)
  - o Percentuale incentivata = 40% della spesa ammissibile;
  - o Costo massimo ammissibile = 80 €/mq
  - o Costo unitario valutato per l'intervento: 61 €/mq
- Isolamento copertura dall'interno (art.4, c.1, lett.a)
  - o Percentuale incentivata = 40% della spesa ammissibile;
  - o Costo massimo ammissibile = 100 €/mq
  - o Costo unitario valutato per l'intervento: 62 €/mq.

Tabella 9.13 – Combinazione di EEM proposta per lo scenario 1

VOCE INVESTIMENTO	TOTALE (IVA ESCLUSA)	IVA Al 22%	TOTALE (IVA INCLUSA)
	[€]	[€]	[€]
EEM1: Coibentazione interna murature verticali	€ 8.843	€ 1.946	€ 10.789
EEM 2: Coibentazione interna solaio disperdente	€ 2.548	€ 561	€ 3.109
EEM5 : Sostituzione corpi illuminanti	€ 4.265	€ 938	€ 5.204
EEM1 - Costi per la sicurezza	€ 265	€ 58	€ 324
EEM2 - Costi per la sicurezza	€ 76	€ 17	€ 93
EEM5 - Costi per la sicurezza	€ 128	€ 28	€ 156
EEM1 - Costi per la progettazione	€ 619	€ 136	€ 755
EEM2 - Costi per la progettazione	€ 178	€ 39	€ 218
EEM5 - Costi per la progettazione	€ 299	€ 66	€ 364
<b>TOTALE (I<sub>0</sub>)</b>	<b>€ 17.222</b>	<b>€ 3.789</b>	<b>€ 21.011</b>
VOCE MANUTENZIONE	CMO (IVA INCLUSA)	CMS (IVA INCLUSA)	CM (IVA INCLUSA)
	[€]	[€]	[€]
EEM1 O&M	Come pre - intervento	Come pre - intervento	Come pre - intervento
	Come pre - intervento	Come pre - intervento	Come pre - intervento
EEM4 O&M	Come pre - intervento	Come pre - intervento	Come pre - intervento
EEM5 O&M	Come pre - intervento	Come pre - intervento	Come pre - intervento
EEM6 O&M	Come pre - intervento	Come pre - intervento	Come pre - intervento
<b>TOTALE (C<sub>M</sub>)</b>	<b>Come pre - intervento</b>	<b>Come pre - intervento</b>	<b>Come pre - intervento</b>
VOCE INCENTIVO	DESCRIZIONE	TOTALE (IVA INCLUSA)	[€]
Incentivi	Conto termico		€ 8.404





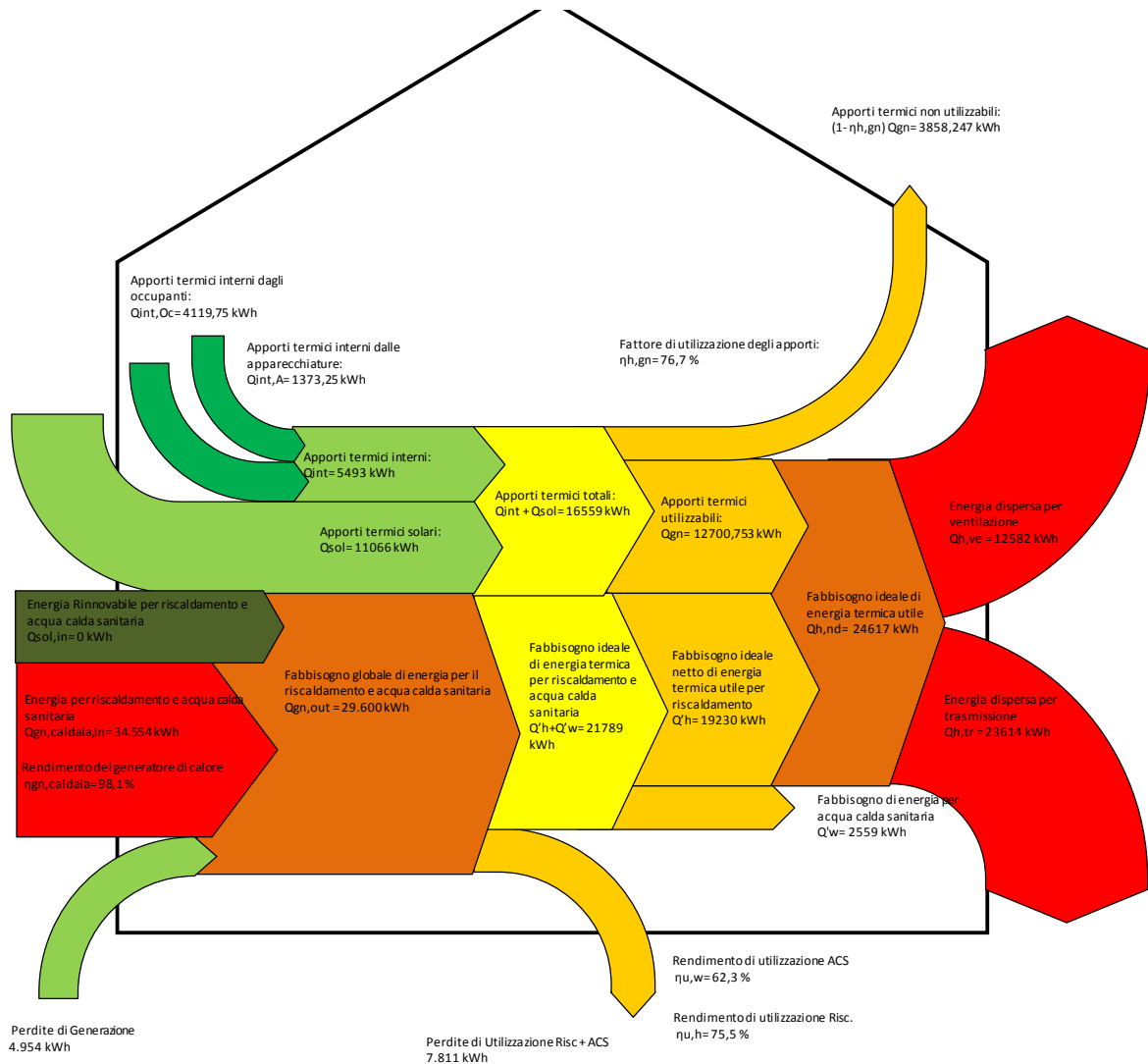
---

Durata incentivi	€
	5
<hr/>	
Incentivo annuo	€
	1.681

---

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

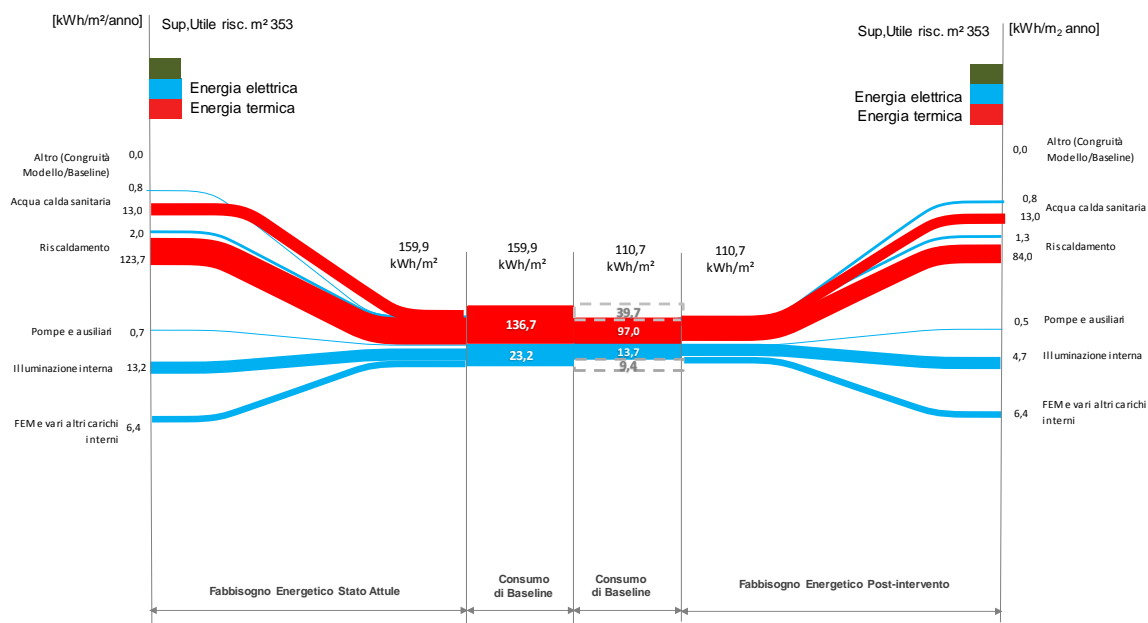
Figura 9.11 – SCN1: Diagramma di Sankey relativo al fabbisogno termico post intervento



Dall'analisi dei diagrammi di Sankey relativo al fabbisogno termico dell'edificio post intervento è possibile notare che l'energia termica persa per trasmissione è diminuita rispetto allo stato di fatto, come anche l'energia primaria in ingresso all'impianto termico.

Dai risultati dell'analisi del SCN1 si ha avuto solo un passaggio di classe energetica

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



I miglioramenti ottenibili tramite l’attuazione dello Scenario 1 sono riportati nella Tabella 9.14 e nella Figura 9.13.

Dai risultati dell’analisi del SCN1 si ha avuto solo un passaggio di classe energetica, dalla F alla E.

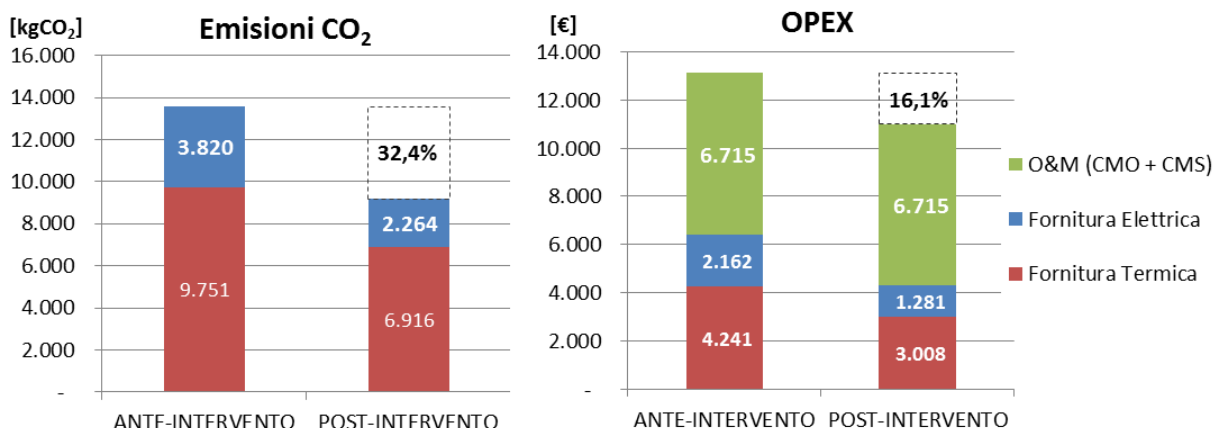
Tabella 9.14 – Risultati analisi SCN1

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE %
Trasmittanza media murature verticali	[W/mqK]	1,399	0,484	65,4%
Trasmittanza media solai disperdenti	[W/mqK]	1,354	0,558	58,8%
Potenza elettrica installata per illuminazione	[W]	3280	1571	52,1%
$Q_{teorico}$	[kWh]	48.703	34.542	29,1%
$EE_{teorico}$	[kWh]	8.179	4.847	40,7%
$Q_{baseline}$	[kWh]	48.272	34.236	29,1%
$EE_{baseline}$	[kWh]	8.180	4.848	40,7%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO <sub>2</sub> ]	9.751	6.916	29,1%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO <sub>2</sub> ]	3.820	2.264	40,7%
<b>Emiss. CO2 TOT</b>	<b>[kgCO<sub>2</sub>]</b>	<b>13.571</b>	<b>9.179</b>	<b>32,4%</b>
Fornitura Termica, $C_Q$	[€]	4.241	3.008	29,1%
Fornitura Elettrica, $C_{EE}$	[€]	2.162	1.281	40,7%
<b>Fornitura Energia, <math>C_E</math></b>	<b>[€]</b>	<b>6.403</b>	<b>4.289</b>	<b>33,0%</b>
$C_{MO}$	[€]	5.305	5.305	0,0%
$C_{MS}$	[€]	1.410	1.410	0,0%
O&M ( $C_{MO} + C_{MS}$ )	[€]	6.715	6.715	0,0%
OPEX	[€]	13.118	11.004	16,1%
Classe energetica	[-]	F	E	+1 CLASSE

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 [kgCO<sub>2</sub>/kWh] per il vettore elettrico

I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,088 [€/kWh] per il vettore termico e 0,264 [€/kWh] per il vettore elettrico

Figura 9.13 - SCN1: Riduzione dei costi operativi (OPEX) e delle emissioni di CO<sub>2</sub> a partire dalla baseline



E' stato quindi possibile presentare un modello semplificato di Piano Economico Finanziario (PEF) indicativo, i cui calcoli di dettaglio sono riportati all'Allegato L – Piano Economico Finanziario scenari. I risultati dell'analisi sono riportati nella Tabella 9.15, Tabella 9.16 e Tabella 9.17 e nelle successive figure.

Tabella 9.15 – Parametri finanziari dell'analisi di redditività dello SCN1

PARAMETRI FINANZIARI		
Anni Costruzione	$n_i$	1
Anni Gestione Servizio	$n_s$	14
Anni Concessione	$n$	15
Anno inizio Concessione	$n_0$	2020
Anni dell'ammortamento	$n_A$	10
Saggio Cassa Deposito e Prestiti	$k_{CdP}$	2,00%
Costo Capitale Azienda	WACC	4,00%
$k_{progetto} = \text{Max}(WACC; k_{CdP})$	$k_{progetto}$	4,00%
Inflazione ISTAT	$f$	0,50%
deriva dell'inflazione	$f'$	0,70%
%, interessi debito	$k_D$	3,82%
%, interessi equity	$k_E$	9,00%
Aliquota IRES	IRES	24,0%
Aliquota IRAP	IRAP	3,9%
Aliquota fiscale	$\tau$	27,90%
Anni debito (finanziamento)	$n_D$	14
Anni Equity	$n_E$	14
Costi d'Investimento diretti, IVA incl.	$I_0$	€ 21.011
Oneri Finanziari (costi indiretti)	%Of	3,00%
Costi d'Investimento indiretti, IVA incl.	Of	€ 630
Costi d'Investimento (diretti+Indiretti) , IVA incl.	CAPEX	€ 21.641
%CAPEX a Debito	D	80,0%
%CAPEX a Equity	E	20,00%
Debito	$I_D$	€ 17.313
Equity	$I_E$	€ 4.328
Fattore di annualità Debito	FA <sub>D</sub>	10,83
Rata annua debito	q <sub>D</sub>	€ 1.598

Costo finanziamento, (D+INT <sub>D</sub> )	$q_D * n_D$	€	22.376
Costi per interessi debito, INT <sub>D</sub>	$INT_D = q_D * n_D - D$	€	5.063

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

PARAMETRI ECONOMICI			
Costo annuo energia pre-intervento, IVA escl.	$C_{E0}$	€	5.248
Costo annuo O&M pre-intervento, IVA escl.	$C_{M0}$	€	5.504
Spesa PA pre-intervento (Baseline)	$C_{Baseline}$	€	<b>10.752</b>
Altri costi di gestione ESCo post-intervento, IVA escl.	$C_{Altro}$	€	-
Riduzione% costi fornitura Energia	$\% \Delta C_E$		<b>33,0%</b>
Riduzione% costi O&M	$\% \Delta C_M$		<b>0,0%</b>
Obiettivo riduzione spesa PA	$\% C_{Baseline}$		<b>0,0%</b>
Risparmio annuo PA garantito	<b>45,6%</b>	€	<b>1.186</b>
Risparmio annuo PA immediato durante la gestione	<b>Risp.IM</b>	€	-
Risparmio PA durante la concessione	<b>14%</b>	€	13.188
Risparmio annuo PA al termine della concessione	<b>Risp.Term.</b>	€	2.072
N° di Canoni annuali	<b>anni</b>		<b>14</b>
Utile lordo della ESCO	$\% CAPEX$		<b>9,69%</b>
Costo Contrattuale ESCO €/anno IVA escl.	$C_{ESCO}$	€	150
Costi FTT €/anno IVA escl.	$C_{FTT}$	€	362
Costi CAPEX €/anno IVA escl.	$C_{CAPEX}$	€	675
Canone O&M €/anno	$C_{nM}$	€	5.715
Canone Energia €/anno	$C_{nE}$	€	3.851
Canone Servizi €/anno IVA escl.	$C_{nS}$	€	9.566
Canone Disponibilità €/anno IVA escl.	$C_{nD}$	€	1.186
Canone Totale €/anno IVA escl.	$C_n$	€	<b>10.752</b>
Aliquota IVA %	<b>IVA</b>		<b>22%</b>
Rimborso erariale IVA	$R_{IVA}$	€	3.789
Ricavi da Incentivi, esenti d'IVA	$R_B$	€	8.404
Durata Incentivi, anni	$n_B$		<b>5</b>
Inizio erogazione Incentivi, anno			<b>2022</b>

Tabella 9.17 – Risultati dell’analisi di redditività e sostenibilità finanziaria della SCN1

INDICATORI DI REDDITIVITA DEL PROGETTO PRE-IMPOSTE			
Tempo di Ritorno Semplice, Spb = Io / FC, Anni	<b>T.R.S.</b>		<b>7,44</b>
Tempo di Ritorno Attualizzato T.R.A., anni	<b>T.R.A.</b>		<b>10,66</b>
Valore Attuale Netto, VAN = VA - Io	<b>VAN &gt; 0</b>	€	<b>2.227</b>
Tasso interno di rendimento del progetto	<b>TIR &gt; WACC</b>		<b>6,32%</b>
Indice di Profitto	<b>IP</b>		<b>10,60%</b>
INDICATORI DI REDDITIVITA DELLA ESCO PRE-IMPOSTE			
Tempo di Ritorno Semplice, Spb = Io / FC, Anni	<b>T.R.S.</b>		<b>2,28</b>
Tempo di Ritorno Attualizzato T.R.A., anni	<b>T.R.A.</b>		<b>2,56</b>
Valore Attuale Netto, VAN = VA - Io	<b>VAN &gt; 0</b>	€	<b>2.730</b>
Tasso interno di rendimento dell'azionista	<b>TIR &gt; ke</b>		<b>49,83%</b>
Debit Service Cover Ratio	<b>DSCR &lt; 1,3</b>		<b>1,268</b>
Loan Life Cover Ratio	<b>LLCR &gt; 1</b>		<b>0,619</b>
Indice di Profitto Azionista	<b>IP</b>		<b>12,99%</b>

Figura 9.14 –SCN1: Flussi di cassa del progetto

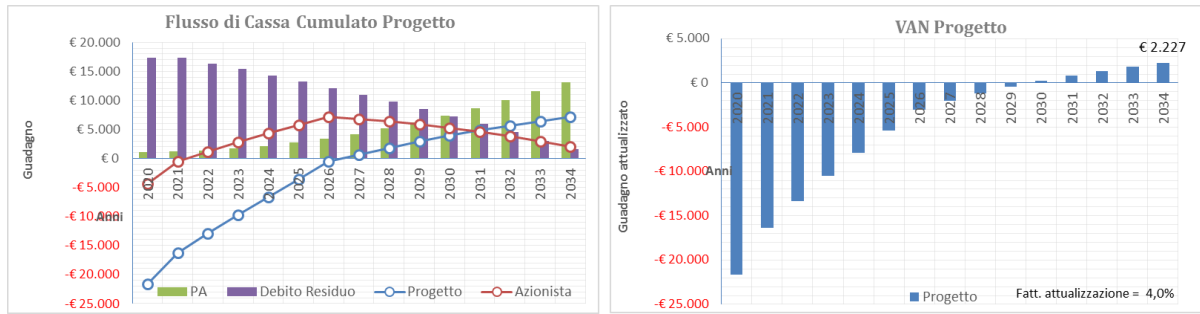
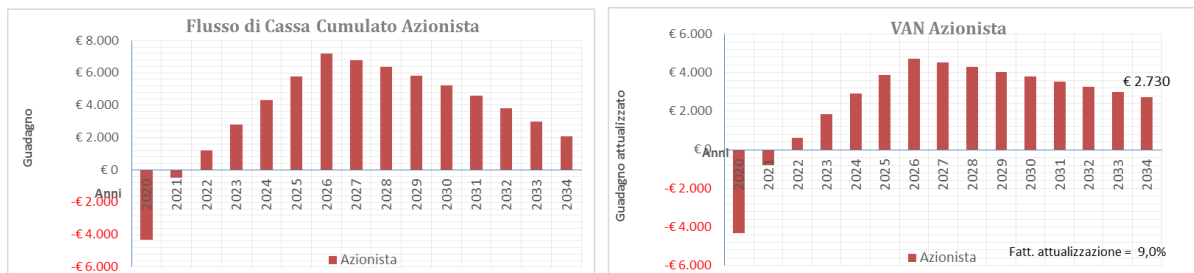
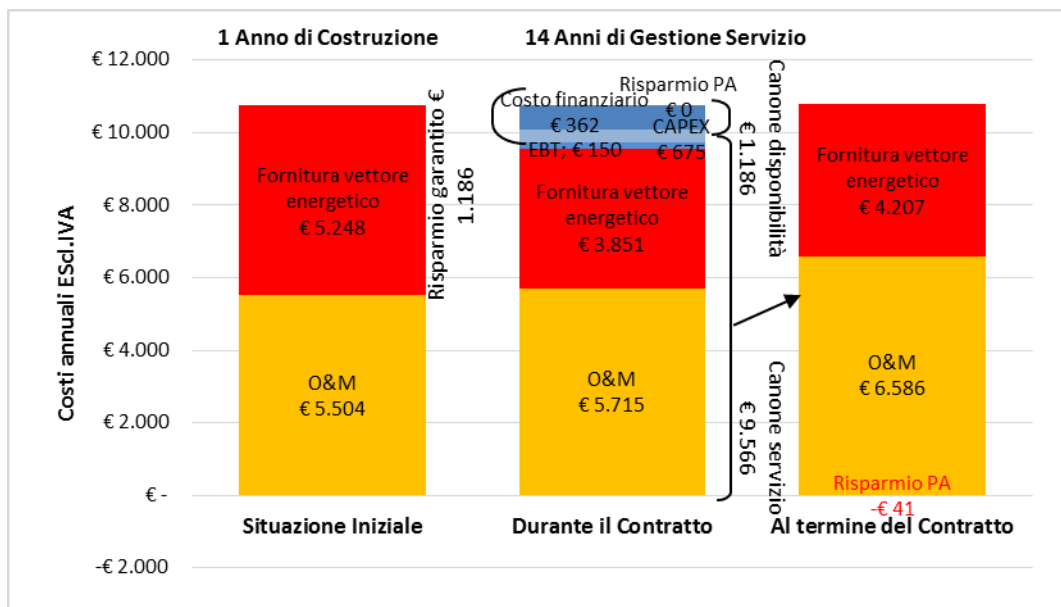


Figura 9.15 – SCN1: Flussi di cassa dell'azionista



Infine si è provveduto all’identificazione del possibile canone applicabile nel caso di attuazione dello scenario ottimale con incentivi attraverso la partecipazione di ESCO secondo lo schema di EPC descritto in Figura 9.16.

Figura 9.16 – Scenario 1: Schema di Energy Performance Contract



### 9.3.2 Scenario 2: <25 ANNI

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

- EEM1: Coibentazione murature verticali
- EEM2: Coibentazione solai
- EEM3 : Sostituzione infissi e valvole termostatiche
- EEM4: Ristrutturazione impianto termico
- EEM5: Sostituzione corpi illuminanti

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

- Sostituzione di sistemi per l’illuminazione di interni e delle pertinenze esterne con sistemi di illuminazione efficienti (art.4, c.1, lett.f)
  - Percentuale incentivata = 40% della spesa ammissibile;
  - Costo massimo ammissibile = 35 €/mq
  - Costo unitario valutato per l’intervento: 16 €/mq.
- Isolamento termico di superfici opache delimitanti il volume climatizzato (art.4, c.1, lett.a)
  - Percentuale incentivata = 55% della spesa ammissibile;
  - Costo massimo ammissibile = 80 €/mq
  - Costo unitario valutato per l’intervento: 61 €/mq
- Isolamento copertura dall’interno (art.4, c.1, lett.a)
  - Percentuale incentivata = 55% della spesa ammissibile;
  - Costo massimo ammissibile = 100 €/mq
  - Costo unitario valutato per l’intervento: 62 €/mq
- Sostituzione di chiusure trasparenti comprensive di infissi delimitanti il volume climatizzato (art.4, c.1, lett.b)
  - Percentuale incentivata = 55% della spesa ammissibile;
  - Costo massimo ammissibile = 450 €/mq
  - Costo unitario valutato per l’intervento: 512 €/mq
  - Calcolo incentivo = 55%\*450€/mq\*mq infissi sostituiti.
- Sostituzione impianti di climatizzazione invernale con generatori di calore a condensazione (art.4, c.1, lett.c)
  - Percentuale incentivata = 55% della spesa ammissibile;
  - Costo massimo ammissibile = 130 €/kWt
  - Costo unitario valutato per l’intervento: 267 €/kWt
  - Calcolo incentivo = 55%\*130€/mq\*kWt installati.

Tabella 9.18 – Combinazione di EEM proposta per lo scenario 2

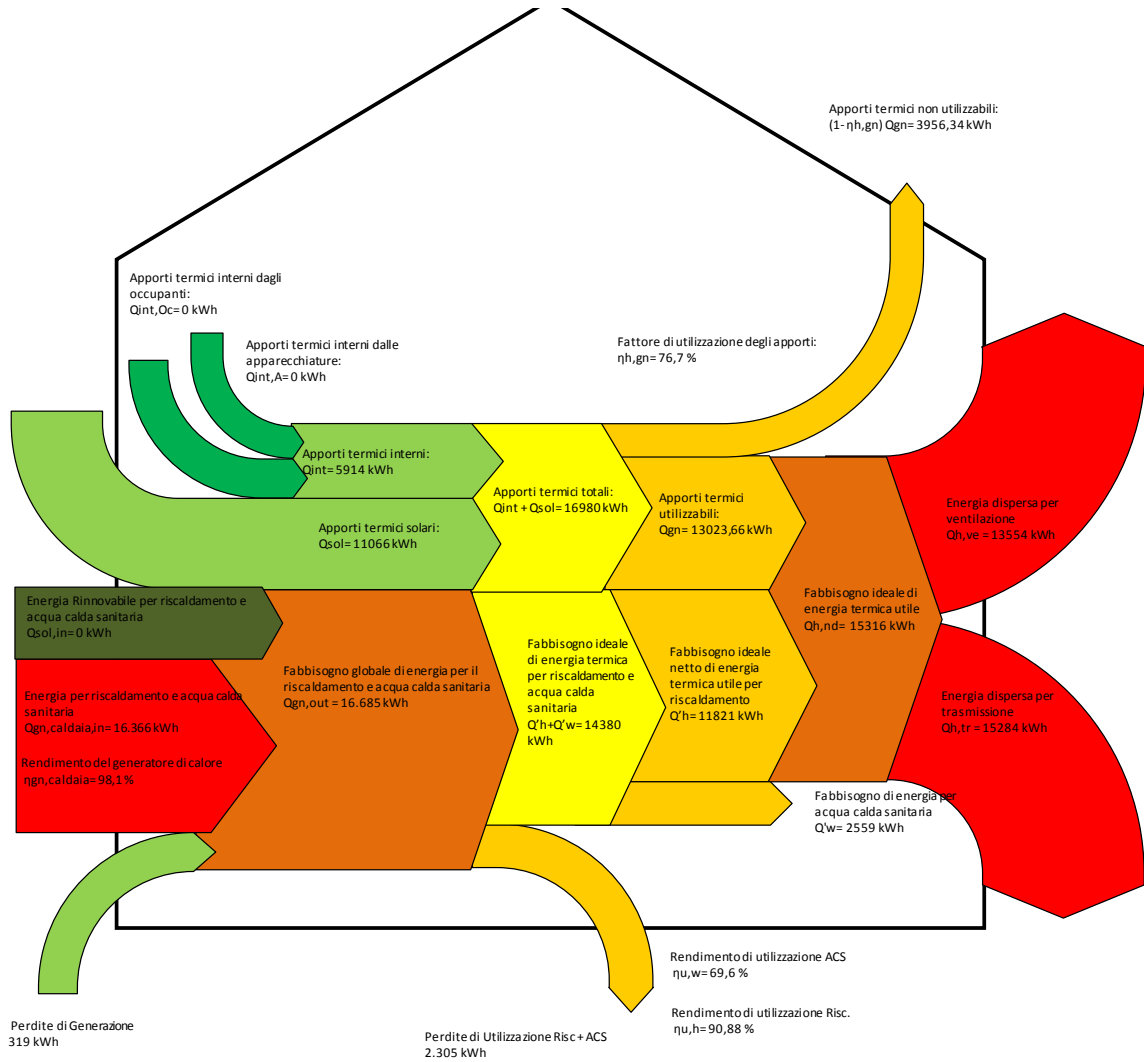
VOCE INVESTIMENTO	TOTALE	IVA Al 22%	TOTALE
	(IVA ESCLUSA)		(IVA INCLUSA)
	[€]	[€]	[€]
EEM1: Coibentazione interna murature verticali	€ 8.474,27	€ 1.864,34	€ 10.339
EEM 2: Coibentazione interna solaio disperdente	€ 2.548,11	€ 561	€ 3.109
EEM 3: Sostituzione infissi e valvole termostatiche	€ 30.551	€ 6.721	€ 37.272
EEM4 - Sostituzione generatore di calore, valvole termostatiche e bollitore ACS	€ 15.012	€ 3.303	€ 18.315
EEM5 - Sostituzione corpi illuminanti	€ 4.265	€ 938	€ 5.204
EEM1 - Costi per la sicurezza	€ 254	€ 56	€ 310
EEM2 - Costi per la sicurezza	€ 76	€ 17	€ 93
EEM3 - Costi per la sicurezza	€ 917	€ 202	€ 1.118

EEM4 - Costi per la sicurezza	€	€	€
	450	99	549
EEM5 - Costi per la sicurezza	€	€	€
	128	28	156
EEM1 -Costi per la progettazione	€	€	€
	593	131	724
EEM2 -Costi per la progettazione	€	€	€
	178	39	218
EEM3 -Costi per la progettazione	€	€	€
	2.139	470	2.609
EEM4 -Costi per la progettazione	€	€	€
	1.051	231	1.282
EEM5 - Costi per la progettazione	€	€	€
	299	66	364
<b>TOTALE (I<sub>0</sub>)</b>	<b>€</b>	<b>€</b>	<b>€</b>
	<b>66.936</b>	<b>14.726</b>	<b>81.662</b>
<b>VOCE MANUTENZIONE</b>	<b>C<sub>MO</sub></b>	<b>C<sub>MS</sub></b>	<b>C<sub>M</sub></b>
	<b>(IVA INCLUSA)</b>	<b>(IVA INCLUSA)</b>	<b>(IVA INCLUSA)</b>
	<b>[€]</b>	<b>[€]</b>	<b>[€]</b>
EEM1 O&M	Come pre - intervento	Come pre - intervento	Come pre - intervento
EEM2 O&M	Come pre - intervento	Come pre - intervento	Come pre - intervento
EEM3 O&M	Come pre - intervento	Come pre - intervento	Come pre - intervento
EEM4 O&M	Come pre - intervento	Come pre - intervento	Come pre - intervento
EEM5 O&M	Come pre - intervento	Come pre - intervento	Come pre - intervento
<b>TOTALE (C<sub>M</sub>)</b>	Come pre - intervento	Come pre - intervento	Come pre - intervento
<b>VOCE INCENTIVO</b>	<b>DESCRIZIONE</b>	<b>TOTALE</b>	
		<b>(IVA INCLUSA)</b>	
			<b>[€]</b>
<b>Incentivi</b>	<b>Conto termico</b>		<b>€</b>
			<b>37.906</b>
<b>Durata incentivi</b>			<b>€</b>
			<b>5</b>
<b>Incentivo annuo</b>			<b>€</b>
			<b>7.581</b>

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

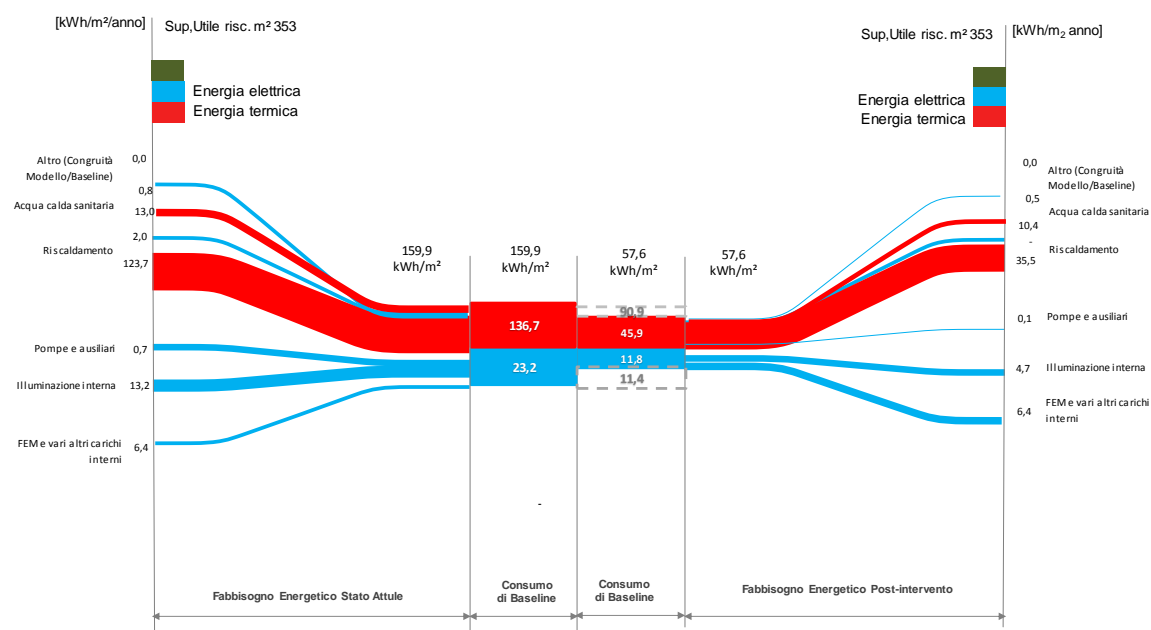


Figura 9.17 – SCN2: Diagramma di Sankey relativo al fabbisogno termico post intervento



Dall’analisi dei diagrammi di Sankey relativo al fabbisogno termico dell’edificio post intervento è possibile notare che l’energia termica persa per trasmissione è diminuita rispetto allo stato di fatto, come anche l’energia primaria in ingresso all’impianto termico.

Figura 9.18 – SCN2: Bilancio energetico complessivo dell’edificio post intervento



I miglioramenti ottenibili tramite l’attuazione dello Scenario 2 sono riportati nella Tabella 9.19 e nella Figura 9.20.

Tabella 9.19 – Risultati analisi SCN2

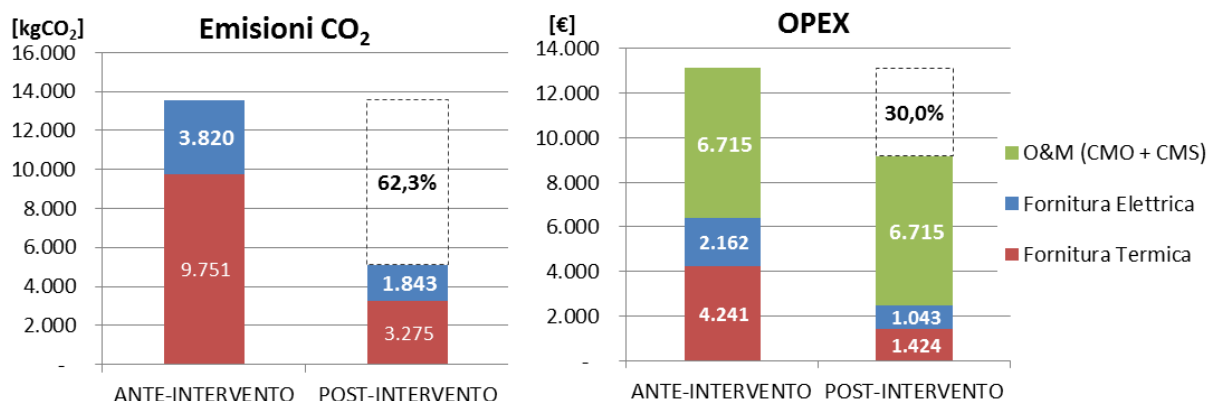
CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE %
Trasmittanza media murature verticali	[W/mqK]	1,399	0,484	65,4%
Trasmittanza media solai disperdenti	[W/mqK]	1,354	0,558	58,8%
Trasmittanza media infissi	[W/mqK]	4,045	1,506	62,8%
Rendimento di regolazione	[%]	84,8	98	-15,6%
Rendimento di generazione - riscaldamento	[%]	86,2	98,1	-13,8%
Rendimento di accumulo - ACS	[%]	67,3	75,1	-11,6%
Rendimento di generazione - ACS	[%]	88,6	98,1	-10,7%
Potenza elettrica installata per illuminazione	[W]	3280	1571	52,1%
$Q_{teorico}$	[kWh]	48.703	16.357	66,4%
$EE_{teorico}$	[kWh]	8.179	4.147	49,3%
$Q_{baseline}$	[kWh]	48.272	16.212	66,4%
$EE_{baseline}$	[kWh]	8.180	4.148	49,3%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO <sub>2</sub> ]	9.751	3.275	66,4%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO <sub>2</sub> ]	3.820	1.937	49,3%
<b>Emiss. CO2 TOT</b>	<b>[kgCO<sub>2</sub>]</b>	<b>13.571</b>	<b>5.212</b>	<b>61,6%</b>
Fornitura Termica, $C_Q$	[€]	4.241	1.424	66,4%
Fornitura Elettrica, $C_{EE}$	[€]	2.162	1.096	49,3%
<b>Fornitura Energia, <math>C_E</math></b>	<b>[€]</b>	<b>6.403</b>	<b>2.521</b>	<b>60,6%</b>
$C_{MO}$	[€]	5.305	5.305	0,0%
$C_{MS}$	[€]	1.410	1.410	0,0%

O&M (C <sub>Mo</sub> + C <sub>Ms</sub> )	[€]	6.715	6.715	0,0%
OPEX	[€]	13.118	9.235	29,6%
Classe energetica	[-]	F	B	+4 CLASSI

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 [kgCO<sub>2</sub>/kWh] per il vettore elettrico

I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,088 [€/kWh] per il vettore termico e 0,264 [€/kWh] per il vettore elettrico

Figura 9.19 – SCN2: Riduzione dei costi operativi (OPEX) e delle emissioni di CO<sub>2</sub> a partire dalla baseline



E' stato quindi possibile presentare un modello semplificato di Piano Economico Finanziario (PEF) indicativo, i cui calcoli di dettaglio sono riportati all'Allegato L – Piano Economico Finanziario scenari. I risultati dell'analisi sono riportati nella Tabella 9.20, Tabella 9.21, Tabella 9.22 e nelle successive figure.

Tabella 9.20 – Parametri finanziari dell'analisi di redditività dello SCN2

PARAMETRI FINANZIARI			
Anni Costruzione	n <sub>i</sub>		1
Anni Gestione Servizio	n <sub>s</sub>		24
Anni Concessione	n		25
Anno inizio Concessione	n <sub>o</sub>		2020
Anni dell'ammortamento	n <sub>A</sub>		10
Saggio Cassa Deposito e Prestiti	k <sub>cdp</sub>		2,00%
Costo Capitale Azienda	WACC		4,00%
k <sub>progetto</sub> = Max( WACC; k <sub>cdp</sub> )	k <sub>progetto</sub>		4,00%
Inflazione ISTAT	f		0,50%
deriva dell'inflazione	f'		0,70%
%, interessi debito	k <sub>D</sub>		3,82%
%, interessi equity	k <sub>E</sub>		9,00%
Aliquota IRES	IRES		24,0%
Aliquota IRAP	IRAP		3,9%
Aliquota fiscale	τ		27,90%
Anni debito (finanziamento)	n <sub>D</sub>		24
Anni Equity	n <sub>E</sub>		24
Costi d'Investimento diretti, IVA incl.	I <sub>o</sub>	€	82.157
Oneri Finanziari (costi indiretti)	%Of		3,00%
Costi d'Investimento indiretti, IVA incl.	Of	€	2.465
Costi d'Investimento (diretti+Indiretti) , IVA incl.	CAPEX	€	84.622
%CAPEX a Debito	D		80,0%

%CAPEX a Equity	E	20,00%
Debito	I <sub>D</sub>	€ 67.697
Equity	I <sub>E</sub>	€ 16.924
Fattore di annualità Debito	FA <sub>D</sub>	15,70
Rata annua debito	q <sub>D</sub>	€ 4.312
Costo finanziamento,(D+INT <sub>D</sub> )	q <sub>D</sub> *n <sub>D</sub>	€ 103.480
Costi per interessi debito, INT <sub>D</sub>	INT <sub>D</sub> =q <sub>D</sub> *n <sub>D</sub> -D	€ 35.782

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

PARAMETRI ECONOMICI		
Costo annuo energia pre-intervento, IVA escl.	C <sub>EO</sub>	€ 5.248
Costo annuo O&M pre-intervento, IVA escl.	C <sub>MO</sub>	€ 5.504
Spesa PA pre-intervento (Baseline)	C <sub>baseline</sub>	€ 10.752
Altri costi di gestione ESCo post-intervento, IVA escl.	C <sub>Altro</sub>	€ -
Riduzione% costi fornitura Energia	%ΔC <sub>E</sub>	61,5%
Riduzione% costi O&M	%ΔC <sub>M</sub>	0,0%
Obiettivo riduzione spesa PA	%C <sub>baseline</sub>	2,0%
Risparmio annuo PA garantito	45,6%	€ 2.536
Risparmio annuo PA immediato durante la gestione	Risp.IM	€ 215
Risparmio PA durante la concessione	14%	€ 44.132
Risparmio annuo PA al termine della concessione	Risp.Term.	€ 4.353
N° di Canoni annuali	anni	24
Utile lordo della ESCO	%CAPEX	-9,82%
Costo Contrattuale ESCO €/anno IVA escl.	C <sub>ESCO</sub>	-€ 346
Costi FTT €/anno IVA escl.	C <sub>FTT</sub>	€ 1.491
Costi CAPEX €/anno IVA escl.	C <sub>CAPEX</sub>	€ 1.176
Canone O&M €/anno	C <sub>nM</sub>	€ 5.862
Canone Energia €/anno	C <sub>nE</sub>	€ 2.354
Canone Servizi €/anno IVA escl.	C <sub>nS</sub>	€ 8.216
Canone Disponibilità €/anno IVA escl.	C <sub>nD</sub>	€ 2.321
Canone Totale €/anno IVA escl.	C <sub>n</sub>	€ 10.537
Aliquota IVA %	IVA	22%
Rimborso erariale IVA	R <sub>IVA</sub>	€ 14.815
Ricavi da Incentivi, esenti d'IVA	R <sub>B</sub>	€ 41.578
Durata Incentivi, anni	n <sub>B</sub>	5
Inizio erogazione Incentivi, anno		2022

Tabella 9.22 – Risultati dell’analisi di redditività e sostenibilità finanziaria della SCN2

INDICATORI DI REDDITIVITA DEL PROGETTO PRE-IMPOSTE		
Tempo di Ritorno Semplice, Spb = I <sub>o</sub> / FC, Anni	T.R.S.	11,42
Tempo di Ritorno Attualizzato T.R.A., anni	T.R.A.	21,82
Valore Attuale Netto, VAN = VA - I <sub>o</sub>	VAN > 0	€ 2.222
Tasso interno di rendimento del progetto	TIR > WACC	4,47%
Indice di Profitto	IP	2,70%
INDICATORI DI REDDITIVITA DELLA ESCO PRE-IMPOSTE		
Tempo di Ritorno Semplice, Spb = I <sub>o</sub> / FC, Anni	T.R.S.	2,44
Tempo di Ritorno Attualizzato T.R.A., anni	T.R.A.	2,79

Valore Attuale Netto, VAN = VA - Io	<b>VAN &gt; 0</b>	<b>€ 9.154</b>
Tasso interno di rendimento dell'azionista	<b>TIR &gt; ke</b>	<b>2,20%</b>
Debit Service Cover Ratio	<b>DSCR &lt; 1,3</b>	<b>1,041</b>
Loan Life Cover Ratio	<b>LLCR &gt; 1</b>	<b>0,411</b>
Indice di Profitto Azionista	<b>IP</b>	<b>11,14%</b>

Figura 9.20 –SCN2: Flussi di cassa del progetto

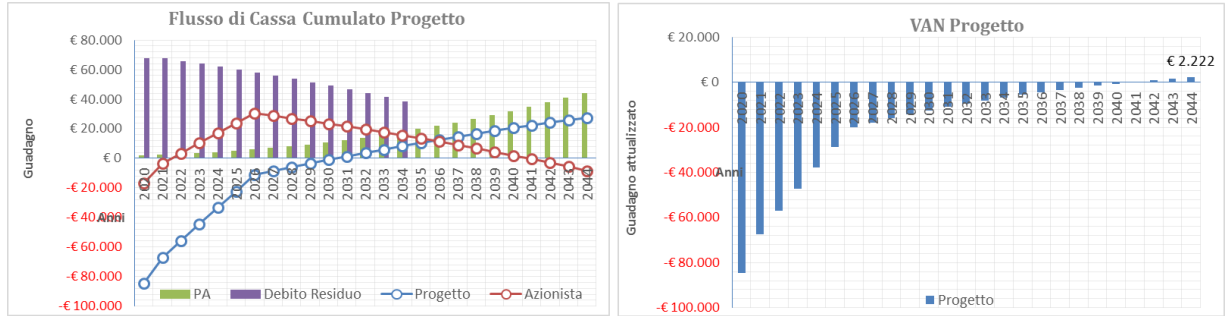
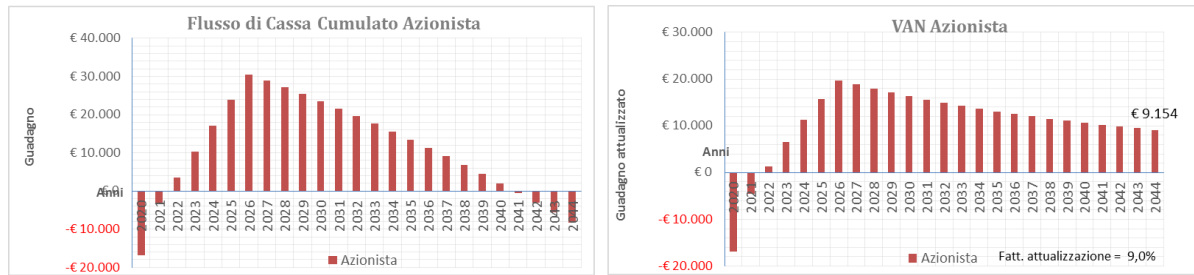
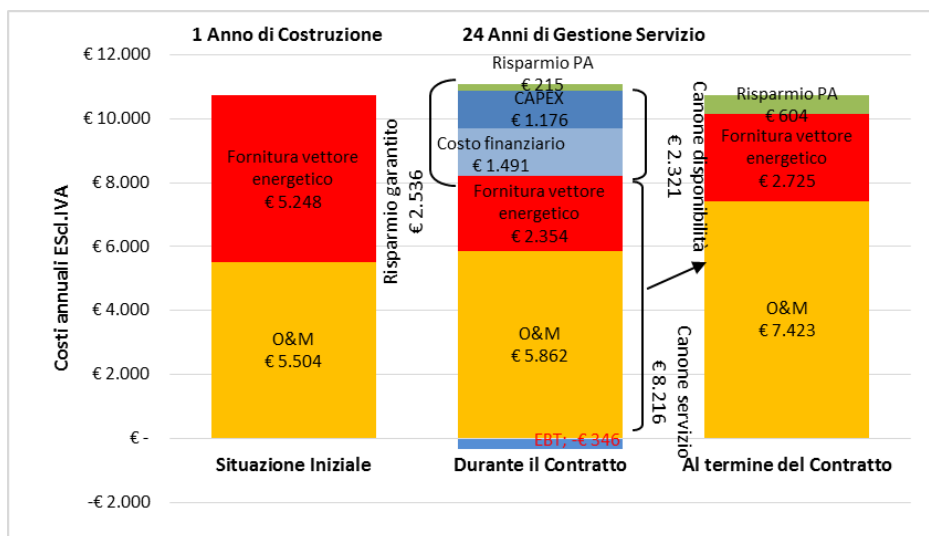


Figura 9.21 – SCN2: Flussi di cassa dell'azionista



Infine si è provveduto all’identificazione del possibile canone applicabile nel caso di attuazione dello scenario ottimale con incentivi attraverso la partecipazione di ESCO secondo lo schema di EPC descritto in Figura 9.22.

Figura 9.22 – Scenario 2: Schema di Energy Performance Contract



## 10 CONCLUSIONI

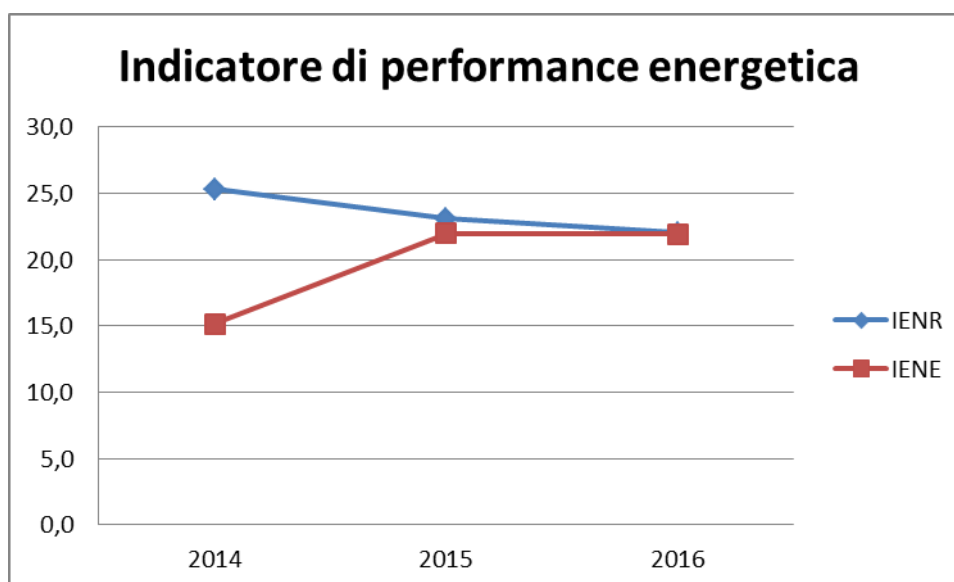
### 10.1 RIASSUNTO DEGLI INDICI DI PERFORMANCE ENERGETICA

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, si ottiene una progressiva diminuzione del valore di benchmark di IEN<sub>R</sub> dovuto ad una diminuzione del consumo di gas metano tra il 2014 ed il 2016. Il giudizio per questo indicatore è insufficiente i primi due anni e sufficiente il 2016.

L'indicatore IEN<sub>E</sub> subisce invece un progressivo aumento del valore, dovuto appunto ad aumento dei consumi così come registrato dal distributore di energia elettrica. Il giudizio per questo indicatore passa dal sufficiente del primo anno all'insufficiente per gli anni seguenti.

Figura 10.1 – Indicatori di performance energetica



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

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

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

INDICE DI PRESTAZIONE ENERGETICA		U.M.	ENERGIA PRIMARIA TOTALE	ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE
Globale	EP <sub>gl</sub>	kWh/mq anno	223,10	212,66
Climatizzazione invernale	EP <sub>H</sub>	kWh/mq anno	163,41	161,87
Produzione di acqua calda sanitaria	EP <sub>w</sub>	kWh/mq anno	15,66	15,30
Ventilazione	EP <sub>v</sub>	kWh/mq anno	0	0
Raffrescamento	EP <sub>c</sub>	kWh/mq anno	0	0
Illuminazione artificiale	EP <sub>L</sub>	kWh/mq anno	32,02	25,80
Trasporto di persone e cose	EP <sub>T</sub>	kWh/mq anno	12,01	9,68
Emissioni equivalenti di CO2	CO <sub>2eq</sub>	Kg/mq anno	44	44

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	147,34	141,33
Climatizzazione invernale	EP <sub>h</sub>	kWh/mq anno	107,37	106,38
Produzione di acqua calda sanitaria	EP <sub>w</sub>	kWh/mq anno	16,04	15,67
Ventilazione	EP <sub>v</sub>	kWh/mq anno	0	0
Raffrescamento	EP <sub>c</sub>	kWh/mq anno	0	0
Illuminazione artificiale	EP <sub>l</sub>	kWh/mq anno	11,63	9,37
Trasporto di persone e cose	EP <sub>t</sub>	kWh/mq anno	12,30	9,91
Emissioni equivalenti di CO2	CO <sub>2eq</sub>	Kg/mq anno	29	29

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

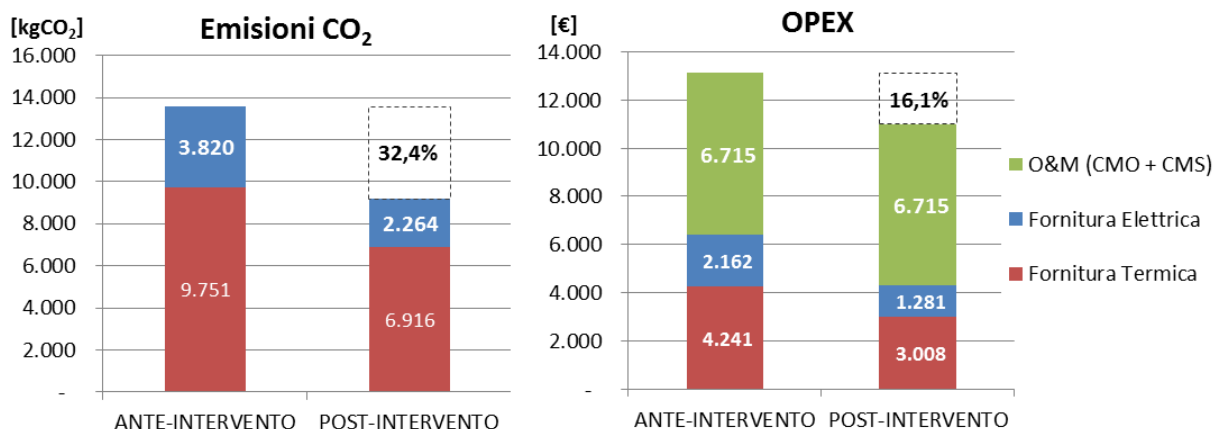
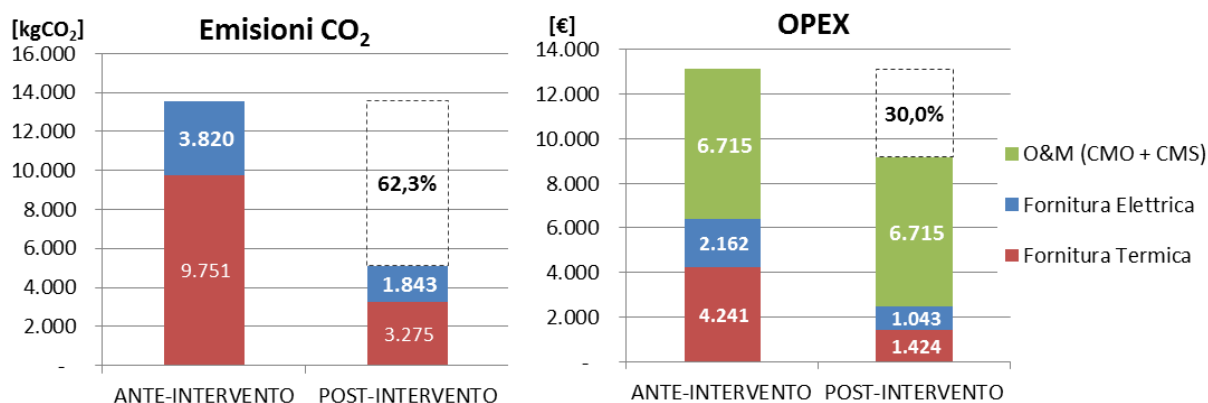
INDICE DI PRESTAZIONE ENERGETICA		U.M.	ENERGIA PRIMARIA TOTALE	ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE
Globale	EP <sub>gl</sub>	kWh/mq anno	66,07	61,49
Climatizzazione invernale	EP <sub>h</sub>	kWh/mq anno	32,16	32,10
Produzione di acqua calda sanitaria	EP <sub>w</sub>	kWh/mq anno	11,68	11,47
Ventilazione	EP <sub>v</sub>	kWh/mq anno	0	0
Raffrescamento	EP <sub>c</sub>	kWh/mq anno	0	0
Illuminazione artificiale	EP <sub>l</sub>	kWh/mq anno	10,80	8,70
Trasporto di persone e cose	EP <sub>t</sub>	kWh/mq anno	11,42	9,21
Emissioni equivalenti di CO2	CO <sub>2eq</sub>	Kg/mq anno	13	13

## 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** – Tale scenario consiste nella realizzazione di una coibentazione delle murature verticali e della copertura disperdente della zona verandata e la sostituzione dei corpi illuminanti.
- **Scenario 2: SCN2** – Tale scenario consiste, oltre che gli interventi riportati per lo SCN1 anche la sostituzione degli infissi e la sostituzione del generatore di calore, delle valvole termostatiche esistenti e del bollitore di calore per ACS.

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 baselineFigura 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. 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, principalmente intervenendo sull'involucro attualmente non coibentato e sulla regolazione più spinta dell'impianto di riscaldamento, nonché con la sostituzione del generatore di calore stesso.

Dagli approfondimenti eseguiti non esistono particolari interferenze tra gli interventi relativi alle coibentazioni degli involucri edilizi tra di loro e nemmeno con l'intervento di sostituzione dei corpi illuminanti.

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

Al fine di misurare in modo efficace i risparmi energetici a valle delle azioni di efficientamento intraprese, si dovrebbe dotare l'edificio di un semplice sistema di monitoraggio dell'energia elettrica e termica. Per quanto riguarda il fabbisogno elettrico, si potrebbe prevedere l'installazione di una apparecchiatura di misura a trasformatori amperometrici sui quadri elettrici generali delle due scuole; in questo modo si riuscirebbero a tenere sotto controllo i consumi globali della struttura e confrontarli con ciò che arriva dalla misura del distributore in fattura. Tuttavia l'installazione di diversi punti di misura per le diverse utenze (illuminazione, FEM, etc), consentirebbe di valutare più accuratamente altri possibili margini di risparmio dell'energia, principalmente per quanto riguarda il comportamento delle persone che usufruiscono della struttura. Essendo i consumi termici dovuti alla sola climatizzazione invernale e l'impianto costituito da un unico circuito, sarebbe sufficiente l'installazione di un sistema di contabilizzazione del calore composto da un misuratore di portata e da una coppia di sonde di temperatura. In questo modo sarebbe possibile confrontare il futuro consumo



di gas naturale derivante dalle letture al contatore con la produzione di energia termica generata in centrale. Per entrambe le soluzioni di misura dei fabbisogni energetici esistono applicazioni ICT, ormai molto diffuse, in grado di monitorare quasi in tempo reale i consumi di energia.

### 10.3 RACCOMANDAZIONI

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

Ambito	Raccomandazioni	Considerazioni
<b>Acquisti</b>	Acquistare attrezzature ad alta efficienza energetica.	<p>In caso di nuovo acquisto di apparecchiature elettriche di vario tipo e soggette ad etichettatura energetica, verificare che siano in classe A o superiore.</p> <p>Nel caso di acquisto di notebook, fotocopiatrici e stampanti verificare la predisposizione alla modalità di funzionamento in stand-by.</p>
<b>Apparecchiature elettriche</b>	Spegnere le fotocopiatrici, le stampanti, i monitor, i pc e le altre attrezzature elettriche se non utilizzate per lungo tempo e nei periodi di chiusura della struttura.	<p>Per non avere sprechi nelle ore di chiusura dell'edificio è possibile spegnere manualmente le apparecchiature elettriche prima dell'uscita del personale o programmare adeguatamente il temporizzatore già inserito a bordo macchina dei modelli più recenti.</p> <p>Predisporre prese comandate per togliere l'alimentazione dai pc, dalle stampanti multifunzione e dalle apparecchiature informatiche in generale, in quanto il consumo in stand-by dei dispositivi elettrici / informatici può essere notevole quando questi sono molto numerosi all'interno dell'edificio (si stima che un pc spento consumi circa 7-8 Wh).</p> <p>Terminato l'uso, spegnere le macchinette portatili del caffè, in quanto il consumo di energia elettrica derivante da queste è significativo. Si stima che una macchinetta da caffè espresso consumi fino a 50 kWh all'anno dovuti al suo consumo in modalità stand-by.</p>
<b>Climatizzazione</b>	<p>Mantenere la temperatura di set-point di legge pari a 20°C.</p> <p>Corretta regolazione delle</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.</p> <p>Le centraline climatiche dovrebbero essere una</p>

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

Ambito	Raccomandazioni	Considerazioni
	Spegnimento dell'impianto di produzione del calore.	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%.
<b>Formazione del personale</b>	Eeguire una campagna informativa in tema di risparmio energetico.	<p>Fornire informazioni su tutte le possibili azioni di risparmio energetico realizzate e di potenziale realizzazione all'interno dell'edificio.</p> <p>Realizzare incontri per la diffusione della cultura del risparmio energetico.</p> <p>Distribuzione di materiale informativo sull'efficienza energetica negli edifici.</p>
<b>Illuminazione</b>	<p>Prediligere l'utilizzo della luce naturale durante il giorno.</p> <p>Evitare gli sprechi.</p>	<p>Non tenere la tapparella abbassata con l'illuminazione accesa.</p> <p>Uscendo dalla stanza o da un altro ambiente spegnere le luci, specialmente negli ambienti poco frequentati (archivi, sale riunioni e bagni).</p> <p>Il personale deve inoltre assicurarsi dello spegnimento di tutte le luci prima dell'uscita dall'edificio.</p>

#### 10.4 CONCLUSIONI E COMMENTI

L'Asilo Nido “Oleandro” presenta uno stato di fatto, al momento del sopralluogo avvenuto a dicembre 2017, in discrete condizioni. Dall'intervista eseguita agli occupanti della struttura non sono emerse particolari criticità relative all'impianto termico o all'involucro edilizio.

La struttura risale al 1600 ed ha subito una ristrutturazione edilizia importante nel periodo 2001-2003.

Dopo aver eseguito l'analisi dei consumi e la modellazione energetica, si sono definiti i possibili interventi di efficientamento energetico ed i possibili scenari con tempi di ritorno a 15 e 25 anni.

Nei due scenari individuati la situazione prospettata è molto diversa, nello SCN 1 si ha la realizzazione di una riqualificazione energetica completa degli involucri dell'edificio che, nello stato di fatto, si presenta comunque in buone condizioni, mentre nello SCN2 si verifica una riqualificazione energetica anche della parte impianto. I risultati ottenibili sono molto buoni dal punto di vista energetico in entrambi gli scenari presentati, in quanto le variabili economico-finanziarie sono positive.

## ALLEGATO A – ELENCO DOCUMENTAZIONE FORNITA DALLA COMMITTENZA

	Titolo	Data	Nome file
1	Elenco documentazione fornita	03/08/2018	DE_Lotto.1-E1825_revA_Allegato A_Elenco doc fornita.xlsx

**ALLEGATO B – ELABORATI**

Titolo	Descrizione	Data	Nome file
1 Planimetria ed elaborati	Planimetria generale, definizione zone termiche, posizionamento centrale termica , POD, PDR1 e PDR2	16/06/2018	DE_Lotto.1-E1825_revA- Allegato B-Planimetrie.dwg
2 Schema a blocchi impianto elettrico	Schema a blocchi impianto elettrico	16/06/2018	DE_Lotto1-E1825_revA- AllegatoB_Schema a blocchi elettrico.xlsx
3 Visura catastale	Visura catastale	16/06/2018	DE_Lotto.1-E1825_revA- Allegato B-Visura castale.JPG
4 Riepilogo fatture	Riepilogo fatture	16/06/2018	DE_Lotto1-E1825_revA- AllegatoB - Elenco fatture e consumi.xlsx
5 Schema impianto termico	Schema impianto termico	16/06/2018	DE_Lotto1-E1825_revA- AllegatoB_Schema impianto termico.dwg

## ALLEGATO C – REPORT DI INDAGINE TERMOGRAFICA

	Titolo	Data	Nome file
1	Report termografico	16/06/2018	DE_Lotto.1-E1825_revA-Allegato B-Report termografico.docx

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

	Titolo	Data	Nome file
1	Report strumentazione utilizzata	03/08/2018	DE_Lotto.1-E1825_revB-Allegato D-Report strumentali.docx

## ALLEGATO E – RELAZIONE DI DETTAGLIO DEI CALCOLI

	Titolo	Data	Nome file
1	Relazione di calcolo energetico Asilo Nido “Oleandro”	16/06/2018	DE_Lotto.1- E1825_revA_AllegatoE_OLEANDRO_Calcoli.rtf



## ALLEGATO F – CERTIFICATO CTI SOFTWARE

	Titolo	Data	Nome file
1	Certificato CTI software	16/06/2018	DE_Lotto.1- E1825_revA_AllegatoF_CertCTI.pdf

## ALLEGATO G – ATTESTATO DI PRESTAZIONE ENERGETICA

	Titolo	Data	Nome file
1	Attestato di prestazione energetica – Edificio E1825 – Bozza	16/06/2018	DE_Lotto.1- E1825_revA_AllegatoG_OLEANDRO_APE – APE2015.RTF

**ALLEGATO H – BOZZA DI APE SCENARI**

	Titolo	Data	Nome file
1	Attestato di prestazione energetica – Edificio E1825 – Scenario SCN1 – 15 anni –Bozza	16/06/2018	DE_Lotto.1-E1825_revA-Allegato H_ASILO NIDO OLEANDRO_SCN1_ape - APE2015 - Bozza.RTF
2	Attestato di prestazione energetica – Edificio E1825 – Scenario SCN2 – 25 anni –Bozza	16/06/2018	DE_Lotto.1-E1825_revA-Allegato H_ASILO NIDO OLEANDRO_SCN2_ape - APE2015 - Bozza.RTF

## ALLEGATO I – DATI CLIMATICI

	Titolo	Data	Nome file
1	Dati climatici di riferimento	16/06/2018	DE_Lotto.1-E1825_revA-Allegato I_Dati climatici Centro Funzionale.xlsx

## ALLEGATO J – SCHEDE DI AUDIT

	Titolo	Data	Nome file
1	Schede AICARR E1825	16/06/2018	DE_Lotto.1-E1825_revA-Allegato J_Check list AICARR.xlsx

**ALLEGATO K – SCHEDE ORE**

	Titolo	Data	Nome file
1	Sostituzione infissi	16/06/2018	DE_Lotto.1-E1825_revA-Allegato K_A1.2- Chiusure verticali trasparenti – sostituzione dei serramenti.pdf
2	Coibentazione interna delle murature verticali	16/06/2018	DE_Lotto.1-E1825_revA-Allegato K_A2.5 - Chiusure verticali opache-coibentazione dall interno con pannelli.pdf
3	Coibentazione dell'intradosso del solaio con pannelli	16/06/2018	DE_Lotto.1-E1825_revA-Allegato K_A5.4 - Copertura a falda con struttura continua- isolamento dall interno a controsoffitto con pannelli.pdf
4	Sostituzione del generatore di calore con caldaia a condensazione	16/06/2018	DE_Lotto.1-E1825_revA-Allegato K_H2 - Sostituzione sistemi di generazione obsoleti con caldaie a condensazione.pdf
5	Installazione pompe ad inverter	16/06/2018	DE_Lotto.1-E1825_revA-Allegato K_H15 - Installazione di pompe a portata variabile.pdf
6	Installazione valvole termostatiche	16/06/2018	DE_Lotto.1-E1825_revA-Allegato K_H16 – Installazione valvole termostatiche.pdf
7	Sostituzione corpi illuminanti	16/06/2018	DE_Lotto.1-E1825_revA-Allegato K_L1 - Installazione di sorgenti luminose ad alta efficienza.pdf

## ALLEGATO L – PIANO ECONOMICO FINANZIARIO SCENARI

	Titolo	Data	Nome file
1	Analisi Piano Economico Finanziario	03/08/2018	DE_Lotto.1-E1825_revB-Allegato I_Analisi PEF.xlsx

## ALLEGATO M – REPORT DI BENCHMARK

	Titolo	Data	Nome file
1	Report di benchmark	03/08/2018	DE_Lotto.1-E1825_revB-Allegato M-Report di benchmark.docx



## ALLEGATO N – CD-ROM