

SCUOLA ELEMENTARE “E.FERMI”

E.4

PIAZZA DUCA DEGLI ABRUZZI N. 5A, 6A, 6

RAPPORTO DI DIAGNOSI ENERGETICA

FONDO KYOTO - SCUOLA 3



Luglio/2018

COMUNE DI GENOVA
STRUTTURA DI STAFF - ENERGY MANAGER



COMUNE DI GENOVA



SCUOLA ELEMENTARE “E.FERMI”

E.4

PIAZZA DUCA DEGLI ABRUZZI N. 5A, 6A, 6

RAPPORTO DI DIAGNOSI ENERGETICA

FONDO KYOTO - SCUOLA 3

Luglio/2018

COMUNE DI GENOVA

STRUTTURA DI STAFF - ENERGY MANAGER

Comune di Genova – Area Tecnica – Struttura di Staff Energy Manager
Via Di Francia 1 – 18° Piano Matitone – 16149 – Genova
Tel 010 5573560 – 5573855; energymanager@comune.genova.it; www.comune.genova.it

Environment Park.S.p.A
via Livorno n.60 – 10144 Torino - Italia
Tel: 011 2257536 – stefano.dotta@envipark.com

REGISTRO REVISIONI E PUBBLICAZIONI

Revisione	Data	Realizzazione	Revisione	Approvazione	Descrizione
A	15/05/2018	Daniela Di Fazio Stefano Dotta Mauro Cornaglia Angela Baccaro Vincenzo Cuzzola	Sergio Ravera Daniela Di Fazio	Stefano Dotta	Prima Pubblicazione
B	19/07/2018	Daniela Di Fazio Stefano Dotta Mauro Cornaglia Angela Baccaro Vincenzo Cuzzola	Sergio Ravera Daniela Di Fazio	Stefano Dotta	Seconda Pubblicazione

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

EXECUTIVE SUMMARY	III
INTRODUZIONE.....	1
1.1 PREMESSA	1
1.2 SCOPO DELLA DIAGNOSI ENERGETICA	1
1.3 RIFERIMENTO E CONTATTI AUDITOR E PERSONALE COINVOLTO.....	1
1.4 IDENTIFICAZIONE DELL’EDIFICIO.....	2
1.5 METODOLOGIA DI LAVORO	3
1.6 STRUTTURA DEL REPORT	6
2 DATI DELL’EDIFICIO.....	7
2.1 INFORMAZIONI SUL SITO	7
2.2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE, SOCIO-ECONOMICO E DESTINAZIONE D’USO	7
2.3 VERIFICA DEI VINCOLI INTERFERENTI SULLE PARTI DELL’IMMOBILE INTERESSATE DAGLI INTERVENTI.....	8
2.4 MODALITÀ DI GESTIONE E MANUTENZIONE DI EDIFICI ED IMPIANTO.....	9
3 DATI CLIMATICI	11
3.1 DATI CLIMATICI DI RIFERIMENTO.....	11
3.2 DATI CLIMATICI REALI.....	12
3.3 ANALISI DELL’ANDAMENTO DEI DATI CLIMATICI E PROFILI ANNUALI DEI GRADI GIORNO	12
4 AUDIT EDIFICIO E IMPIANTI ELETTRICI E MECCANICI	14
4.1 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE DELL’INVOLUCRO EDILIZIO.....	14
<i>Involucro opaco</i>	<i>14</i>
<i>Involucro trasparente</i>	<i>15</i>
4.2 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO DI RISCALDAMENTO/ CLIMATIZZAZIONE INVERNALE.....	17
4.2.1 <i>Sottosistema di emissione</i>	<i>17</i>
4.2.2 <i>Sottosistema di regolazione.....</i>	<i>18</i>
4.2.3 <i>Sottosistema di distribuzione.....</i>	<i>19</i>
<i>Impianto termico Scuola.....</i>	<i>19</i>
<i>Impianto termico Polizia Municipale</i>	<i>20</i>
4.2.4 <i>Sottosistema di generazione.....</i>	<i>22</i>
<i>Impianto termico Scuola.....</i>	<i>22</i>
<i>Impianto termico Polizia Municipale</i>	<i>22</i>
4.3 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO PRODUZIONE ACQUA CALDA SANITARIA	23
4.4 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO ELETTRICO E PRINCIPALI UTENZE ELETTRICHE	24
4.5 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO ILLUMINAZIONE	25
5 CONSUMI RILEVATI	27
5.1 CONSUMI ENERGETICI STORICI PER CIASCUN VETTORE E CONNESSIONE ALLE RETI GAS NATURALE ED ELETTRICA.....	27
5.1.1 <i>Energia termica.....</i>	<i>27</i>
5.1.2 <i>Energia elettrica.....</i>	<i>31</i>
5.2 INDICATORI DI PERFORMANCE ENERGETICI ED AMBIENTALI	36
6 MODELLO DEL FABBISOGNO ENERGETICO.....	40
6.1 METODOLOGIA DI CALCOLO ADOTTATA E VALIDAZIONE DEI MODELLI DI CALCOLO	40
<i>Validazione del modello termico.....</i>	<i>41</i>
<i>Validazione del modello elettrico.....</i>	<i>42</i>
6.2 FABBISOGNI ENERGETICI.....	42
6.3 PROFILI ENERGETICI MENSILI.....	44
7 ANALISI DEI COSTI PRE-INTREVENTO	46
7.1 COSTI RELATIVI ALLA FORNITURA DEI VETTORI ENERGETICI	46
7.1.1 <i>Vettore termico</i>	<i>46</i>
7.1.2 <i>Vettore elettrico</i>	<i>51</i>

7.2	TARIFFE E PREZZI VETTORI ENERGETICI UTILIZZATI NELL'ANALISI.....	55
7.3	COSTI DI GESTIONE E MANUTENZIONE DI EDIFICIO ED IMPIANTI.....	56
7.4	BASELINE DEI COSTI.....	57
8	IDENTIFICAZIONE DELLE MISURE DI EFFICIENZA ENERGETICA	58
8.1	DESCRIZIONE, FATTIBILITÀ E PRESTAZIONI DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI	58
8.1.1	<i>Involucro edilizio</i>	58
8.1.2	<i>Impianto riscaldamento.....</i>	59
8.1.3	<i>Impianto produzione acqua calda sanitaria</i>	63
8.1.4	<i>Impianto di illuminazione ed impianto elettrico</i>	63
9	VALUTAZIONE ECONOMICO-FINANZIARIA.....	65
9.1	ANALISI DI CONVENIENZA DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI CONSIDERATI FATTIBILI.....	65
9.2	ANALISI DEI COSTI DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI CONSIDERATI FATTIBILI.....	71
9.3	IDENTIFICAZIONE DELLE SOLUZIONI INTEGRATE D'INTERVENTO E SCENARI D'INVESTIMENTO	75
9.3.1	<i>Scenario 1: Scenario ottimale TRS≤15 anni</i>	77
9.3.2	<i>Scenario 2: Scenario ottimale TRS≤25 anni.....</i>	82
10	CONCLUSIONI	88
10.1	RIASSUNTO DEGLI INDICI DI PERFORMANCE ENERGETICA	88
10.2	RIASSUNTO DEGLI SCENARI DI INVESTIMENTO E DEI PRINCIPALI RISULTATI	88
10.3	CONCLUSIONI E COMMENTI.....	90
	ALLEGATO A – ELENCO DOCUMENTAZIONE FORNITA DALLA COMMITTENZA.....	A
	ALLEGATO B – ELABORATI	A
	ALLEGATO C – REPORT DI INDAGINE TERMOGRAFICA	1
	ALLEGATO D – REPORT RELATIVI AD ALTRE PROVE DIAGNOSTICHE STRUMENTALI	1
	ALLEGATO E – RELAZIONE DI DETTAGLIO DEI CALCOLI	1
	ALLEGATO F – CERTIFICATO CTI SOFTWARE	1
	ALLEGATO G – ATTESTATO DI PRESTAZIONE ENERGETICA	1
	ALLEGATO H – BOZZA DI APE SCENARI.....	1
	ALLEGATO I – DATI CLIMATICI.....	1
	ALLEGATO J – SCHEDE DI AUDIT.....	1
	ALLEGATO K – SCHEDE ORE.....	1
	ALLEGATO L – PIANO ECONOMICO FINANZIARIO SCENARI	1
	ALLEGATO M – REPORT DI BENCHMARK.....	1
	ALLEGATO N – CD-ROM	1

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		1873
Anno di ristrutturazione		-
Zona climatica		D
Destinazione d'uso		E.7 Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli ed assimilabili
Superficie utile riscaldata	[m ²]	1.963,61
Superficie disperdente (S)	[m ²]	4.384,50
Volume lordo riscaldato (V)	[m ³]	10.867,83
Rapporto S/V	[1/m]	0,40
Superficie lorda aree interne (scaldate e non scaldate)	[m ²]	2.561,19
Superficie lorda aree esterne	[m ²]	472,76
Superficie lorda complessiva (aree interne ed esterne)	[m ²]	3.612,74
Tipologia generatore riscaldamento		Generatore tradizionale
Potenza totale impianto riscaldamento	[kW]	377 kW + 26 kW
Potenza totale impianto raffrescamento	[kW]	[-]
Tipo di combustibile		Gas naturale
Tipologia generatore Acqua Calda sanitaria (ACS)		Boiler Elettrici+caldaia murale combinata con riscaldamento VV.UU
Emissioni CO2 di riferimento ⁽¹⁾	[t/anno]	73.7
Consumo di riferimento Gas Metano ⁽¹⁾	[kWh _{rit} /anno]	115.198
Spesa annuale Gas Metano ⁽¹⁾	[€/anno]	9.318
Consumo di riferimento energia elettrica ⁽¹⁾	[kWh _{el} /anno]	41.490 ⁽²⁾
Spesa annuale energia elettrica ⁽¹⁾	[€/anno]	8.871

Nota (1): Valori di Baseline

Nota (2): Somma delle medie triennali dei POD1 e POD2

Descrizione delle Misure di efficienza energetica proposte:

- EEM 1: Sostituzione serramenti
- EEM 2: Installazione impianto di termoregolazione
- EEM 3: Efficientamento impianto di illuminazione
- EEM 4: Sostituzione del generatore di calore

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

	CON INCENTIVI													
	%Δ _E	%Δ _{CO2}	ΔC _E	ΔC _{MO}	ΔC _{MS}	I ₀	n	TRS	TRA	VAN	TIR	IP	DSC R	LLCR
	[%]	[%]	[€/anno]	[€/anno]	[€/anno]	[€]	[anni]	[anni]	[anni]	[€]	[%]	[-]		
EEM 1	11,7	12,5	2130,9	0	0	209.095	30	65,5	93,1	145.971<0	-5,7	-0,7	[n/a]	[n/a]
EEM 2	1,4	1,5	257,9	0	0	-6390	15	22,5	28,3	-3089<0	-5,8	-0,48	[n/a]	[n/a]

E4 – Scuola elementare “E.Fermi”

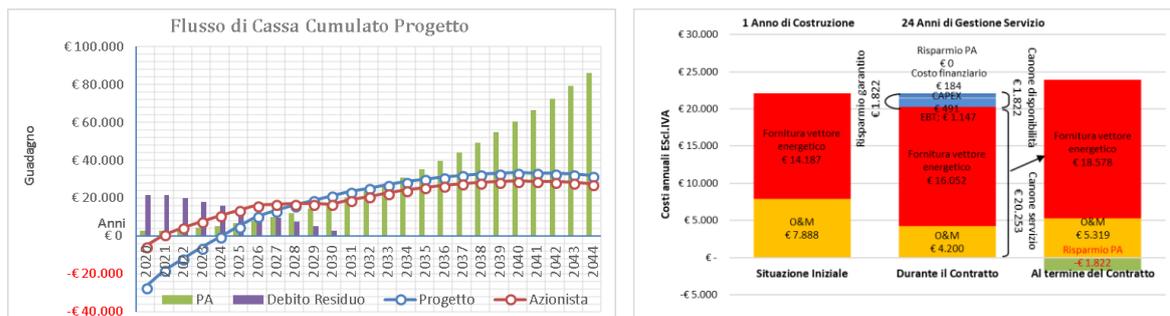
EEM 3	17,7	16,5	3215,8	0	0	-94698	8	12,2	13,7	-40704<0	-12,2	-0,43	[n/a]	[n/a]
EEM 4	0,1	0,1	23,3	4.611	1.226	-32659	15	3,8	4,3	35.961>0	20,8	1,10	[n/a]	[n/a]
SCN 1	2,9	2,9	410	3116	828	-26229	-	3,9	4,5	25.901	19,4	0,99	1,6	1,7
SCN 2	2,9	2,9	410	3116	828	-26229	-	3,9	4,5	44.545	20,7	1,7	1,6	1,9

*secondo il documento di F.A.Q. quesito 35 nelle analisi economiche e finanziarie degli scenari i risparmi economici sono considerati al netto dell’IVA

Figura 0.1 – Scenario 1: analisi finanziaria



Figura 0.2 – Scenario 2: analisi finanziaria



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 CO₂.

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

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

1.3 RIFERIMENTO E CONTATTI AUDITOR E PERSONALE COINVOLTO

La presente DE è stata eseguita dalla Environment Park S.p.A, il cui responsabile per il processo di audit è l'Arch. Stefano Dotta, soggetto certificato Esperto in Gestione dell'Energia (EGE) ai sensi della norma UNI CEI 11339.

Figura 0.1 - Vista della facciata esposta a sud-est



In Tabella 0.1 sono riportati i nominativi di tutti i soggetti coinvolti nelle varie fasi di svolgimento della DE.

Tabella 0.1 – Soggetti coinvolti nella realizzazione del processo di Audit

NOME E COGNOME	RUOLO	ATTIVITÀ SVOLTA
Daniela Di Fazio		Sopralluogo in sito
Mauro Cornaglia, Vincenzo Cuzzola		Elaborazione dei dati relativi ai consumi energetici
Daniela Di Fazio		Elaborazione dei dati geometrici ed alla creazione del modello energetico
Sergio Ravera	Responsabile involucro	Revisione report di diagnosi energetica
Daniela Di Fazio	Responsabile impianti	Revisione report di diagnosi energetica
Stefano Dotta	EGE	Approvazione report di diagnosi energetica

1.4 IDENTIFICAZIONE DELL'EDIFICIO

L'immobile oggetto della DE, catastalmente individuato al NCEU a seguito dei controlli effettuati dalla società di Audit è risultato avere le seguenti coordinate catastali: Sezione NER F. 8 Mapp. 213 Sub. 2 (porzione di edificio adibita ad uffici) è sito nel Comune di Genova e più precisamente nel quartiere Nervi. Si segnala che i dati catastali riportati riguardano esclusivamente una porzione di edificio (quella adibita ad uffici), la restante parte dell'edificio adibita a scuola non risulta accatastata al NCEU. Le planimetrie del piano 2 e 3 del fabbricato, con dati catastali Sezione NER F. 8 Mapp. 213 Sub. 3, rappresentano un altro edificio.

L'edificio è di proprietà del Comune di Genova ed è attualmente adibito a scuola elementare. L'edificio ospita anche alcuni uffici dei vigili urbani e un piccolo ufficio della CIGIL. Il primo piano dell'edificio, come riferito dal personale interno, era utilizzato da alcuni uffici del Comune.

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

Tabella 0.2 - Tabella riepilogativa dei dati dell'edificio

PARAMENTO	U.M.	VALORE
Anno di costruzione edificio		1873
Anno di ristrutturazione		-
Zona climatica		D
Destinazione d'uso		E.7 Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli ed assimilabili
Superficie utile riscaldata	[m ²]	1.963,61

Figura 0.2 – Ubicazione dell'edificio



E4 – Scuola elementare “E.Fermi”

Superficie disperdente (S)	[m ²]	4.384,50
Volume lordo riscaldato (V)	[m ³]	10.867,83
Rapporto S/V	[1/m]	0,40
Superficie netta aree interne (scaldate e non scaldate)	[m ²]	2.561,19
Superficie lorda aree interne (scaldate e non scaldate)	[m ²]	3.139,98
Superficie lorda aree esterne	[m ²]	472,76
Superficie lorda complessiva (aree interne ed esterne)	[m ²]	3.612,74
Tipologia generatore riscaldamento		Generatore tradizionale
Potenza totale impianto riscaldamento	[kW]	377 kW + 26 kW
Potenza totale impianto raffrescamento	[kW]	[-]
Tipo di combustibile		Gas naturale
Tipologia generatore Acqua Calda sanitaria (ACS)		Boiler Elettrici+caldaia murale combinata con riscaldamento VV.UU
Emissioni CO2 di riferimento ⁽¹⁾	[t/anno]	73.7
Consumo di riferimento Gas Metano ⁽¹⁾	[kWh _{rti} /anno]	115.198
Spesa annuale Gas Metano ⁽¹⁾	[€/anno]	9.318
Consumo di riferimento energia elettrica ⁽¹⁾	[kWh _{rei} /anno]	41.490 ⁽²⁾
Spesa annuale energia elettrica ⁽¹⁾	[€/anno]	8.871

Nota (1): Valori di Baseline

Nota (2): Somma delle medie triennali dei POD1 e POD2

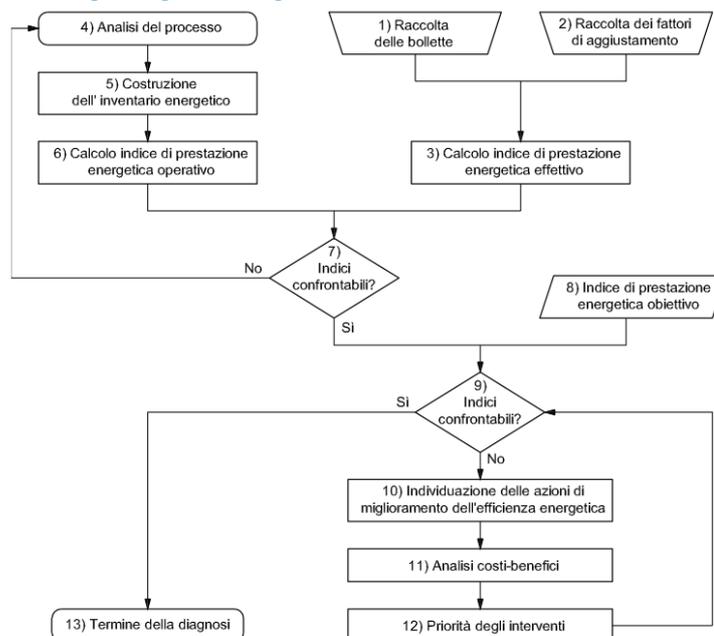
1.5 METODOLOGIA DI LAVORO

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

- Acquisizione della documentazione utile, fornita dalla PA, come riportato all' Allegato B – Elaborati; **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**
- 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 13/12/2017 con verifica degli elaborati forniti e rilievo dei dati relativi alle caratteristiche degli elementi disperdenti ed impiantistici costituenti il sistema edificio-impianto;
- Visita alla centrale termica e/o frigorifera, 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 Versione EC700 in possesso di certificato di conformità rilasciato dal Comitato Termotecnico Italiano (CTI) Certificato CTI N.73 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_{real}), utilizzando le temperature esterne rilevate dalla stazione meteo ubicata presso Genova Sant'Ilario e riportati all'Allegato I – Dati climatici;

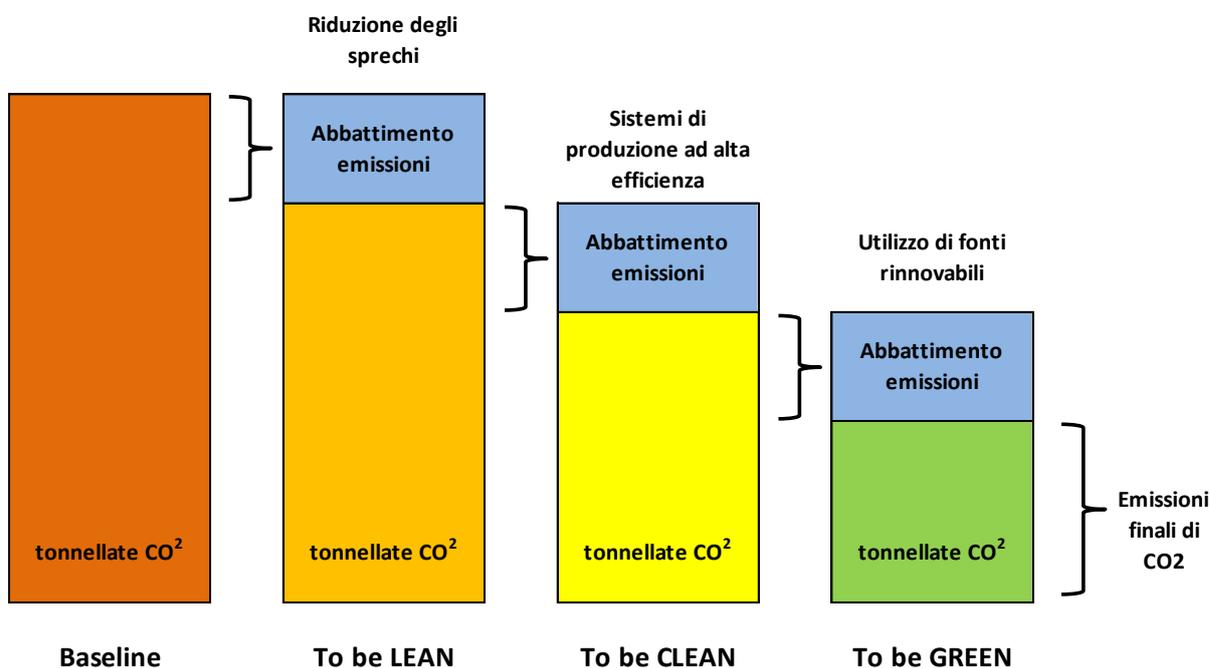
- i) Individuazione della “baseline termica” di riferimento (e relative emissioni di CO₂) tramite opportuna ripartizione del consumo di combustibile tra le varie utenze a servizio dell’edificio e destagionalizzazione dello stesso, utilizzando i relativi GG reali (GG_{real}), e conseguente normalizzazione secondo i GG di riferimento (GG_{ref});
- j) Individuazione della “baseline elettrica” di riferimento (e relative emissioni di CO₂) 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 0.3 – 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 0.4

Figura 0.4 - Principio della Gerarchia Energetica, (fonte: London Plan 2011)



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 CO₂, secondo tre livelli consequenziali:

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

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

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

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

- TRS (Tempo di rientro semplice);
- TRA (Tempo di rientro attualizzato);
- VAN (Valore attuale netto);
- TIR (Tasso interno di rendimento);
- IP (indice di profitto).

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

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

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

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

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

1.6 STRUTTURA DEL REPORT

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

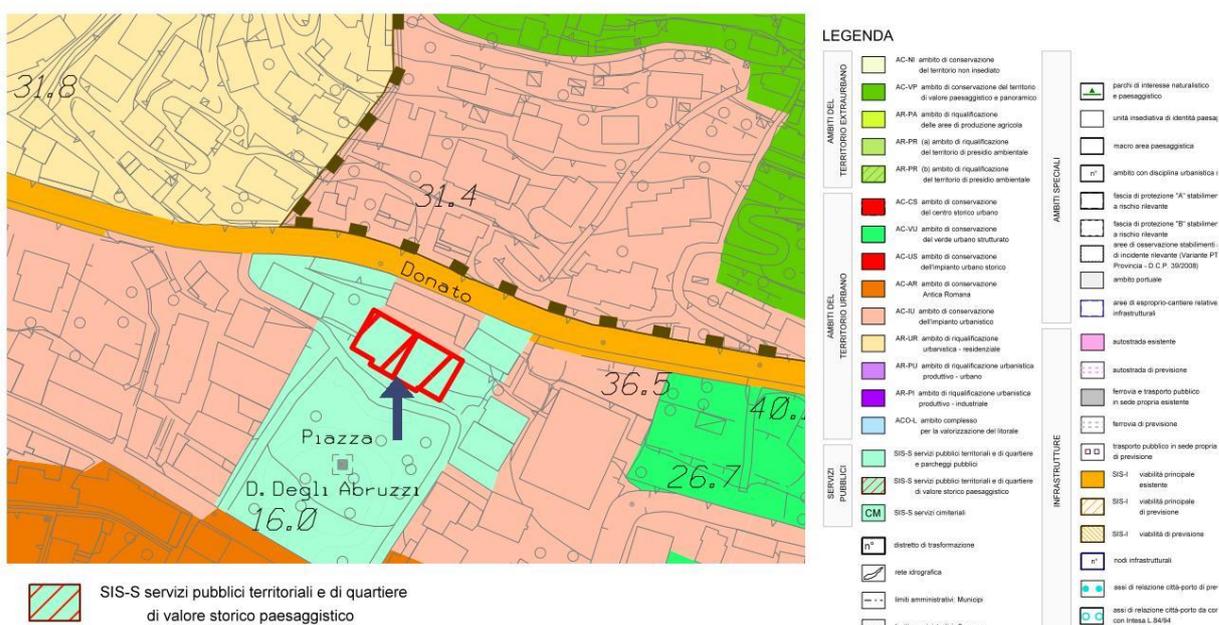
- Una prima parte nella quale sono descritti lo scopo ed i confini della DE e le metodologie di analisi adottate;
- Una seconda parte in cui sono riportate le informazioni dell'edificio rilevate in sede di sopralluogo e le valutazioni effettuate al fine di identificare le caratteristiche tecniche dei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

2 DATI DELL'EDIFICIO

2.1 INFORMAZIONI SUL SITO

Lo strumento urbanistico vigente, il P.U.C approvato con DD n° 2015/118.0.0./18 con entrata in vigore il 3/12/2015, classifica l'edificio oggetto della DE in zona SIS-S ambito che disciplina destinazioni d'uso quali: servizi pubblici e parcheggi pubblici. Tra le attività complementari disciplina anche le zone di connettività urbana funzionali per la riqualificazione e conservazione e parcheggi privati pertinenziali o liberi da asseveramento.

Figura 2.1 - Particolare estratto dal Piano Urbanistico Comunale



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

L'edificio ove è ubicata la scuola elementare E. Fermi risale al 1873 la destinazione d'uso principale definita dal DPR 412/93 è la E.7 – Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli ed assimilabili. Al piano terra dell'edificio e nel seminterrato ci sono dei locali adibiti ad ufficio che ricadono pertanto nella categoria E.2 – Edifici adibiti a uffici e 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'ipotesi di intervenire al fine di migliorarne l'efficienza energetica dell'edificio è volta ad una diminuzione delle emissioni di CO₂, la quale rientra negli obiettivi prefissati dal Comune di Genova all'interno del SEAP (Sustainable Energy Action Plan).

E4 – Scuola elementare “E.Fermi”

L’edificio ospitante il complesso scolastico oggetto della DE è costituito complessivamente da cinque piani fuori terra nei quali sono collocati i locali della scuola, la palestra, il refettorio e la cucina della scuola, gli uffici dei vigili urbani e della CGIL. Non si sono rilevate zone climatizzate.

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 Maps)



Tabella 2.1 - Suddivisione in piani dell’edificio

PIANO	UTILIZZO	U.M.	SUPERFICIE LORDA COMPLESSIVA ⁽²⁾	SUPERFICIE UTILE RISCALDATA ⁽³⁾	SUPERFICIE UTILE RAFFRESCATA ⁽³⁾
Seminterrato	Zona spogliatoi vigili urbani e locali magazzino	[m ²]	392,70	56,97	0,00
Terra	Locali refettorio, scale, zone di distribuzione, palestra, uffici vigili urbani, ufficio CGIL	[m ²]	681,12	336,66	0,00
Mezzanino	Servizi, sgabuzzino	[m ²]	22,40	0,00	0,00
Primo	Aule scuola media/uffici, zone di distribuzione, servizi	[m ²]	683,00	496,89	0,00
Secondo	Aule scuola elementare, zone di distribuzione, servizi	[m ²]	679,64	524,21	0,00
Terzo	Aule scuola elementare, zone di distribuzione, servizi	[m ²]	681,12	548,88	0,00
TOTALE		[m ²]	3139,98	1963,61	0,00

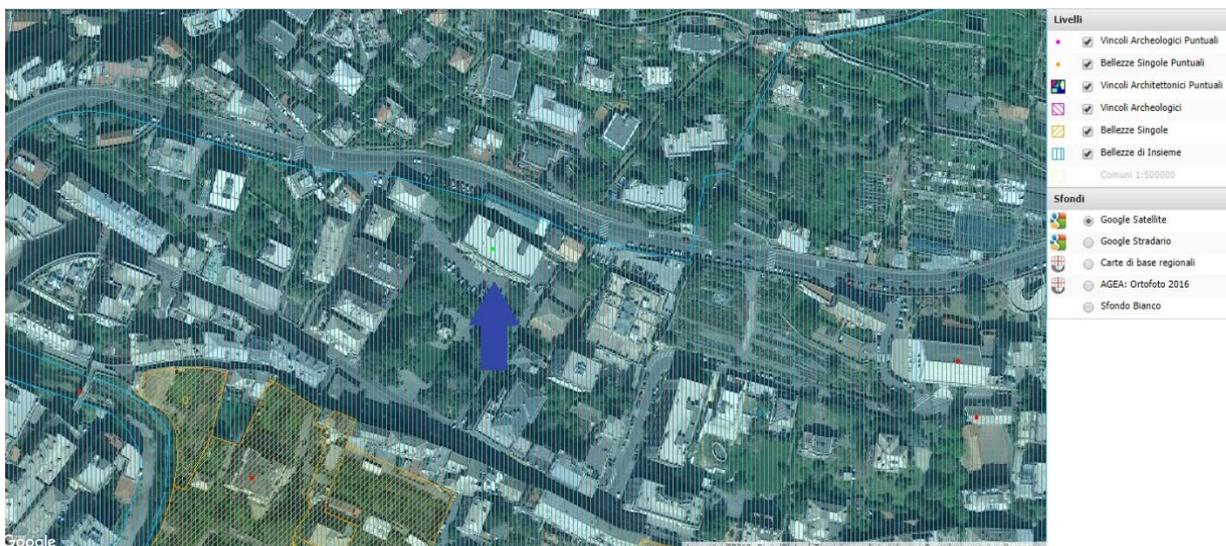
Nota (3): Superficie lorda comprensiva delle zone interne climatizzate e non climatizzate, valutate a partire dalle planimetrie progettuali, opportunamente verificate in fase di sopralluogo

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

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

Nervi è un quartiere residenziale del comune di Genova, compreso nel Municipio IX Levante. Un tempo comune autonomo, nel 1926 venne aggregato alla Grande Genova. All'interno il territorio comprende alcune alture: il monte Moro (412 m), la cresta del monte Moro (574 m) e culmina con la vetta del monte Croce (785 m). Il territorio è attraversato dal torrente Nervi, che dopo alcuni chilometri sfocia in mare nei pressi del porticciolo. Il paesaggio è caratterizzato da un positivo equilibrio tra l’edificazione e la componente naturalistica dove permane una vegetazione mediterranea ancora ben sviluppata.

Figura 2.3 - Particolare estratto dalla carta dei vincoli



Una verifica effettuata sul portale della Regione Liguria dedicato agli edifici vincolati (www.liguriavincoli.it) sullo stabile insiste un vincolo di bellezza d’insieme (numero 070115 e 07119). Il bene è sottoposto a tutele, per presunzione di interesse culturale, ma non è stata attivata negli enti la procedura di tutela (puntino verde).

Nell’analisi delle EEM si è quindi resa necessaria l’identificazione delle possibili interferenze con i vincoli presenti.

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

MISURA DI EFFICIENZA ENERGETICA	VINCOLO INTERESSATO	VALUTAZIONE INTERFERENZA ⁽⁴⁾	MISURA DI TUTELA DA ADOTTARE
EEM 1: Sostituzione serramenti	-		-
EEM 2: Installazione impianto di termoregolazione	-		-
EEM 3: Efficientamento impianto di illuminazione	-		-
EEM : Sostituzione dei generatore di calore	-		-

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.

2.4 MODALITÀ DI GESTIONE E MANUTENZIONE DI EDIFICI ED IMPIANTO

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

E4 – Scuola elementare “E.Fermi”

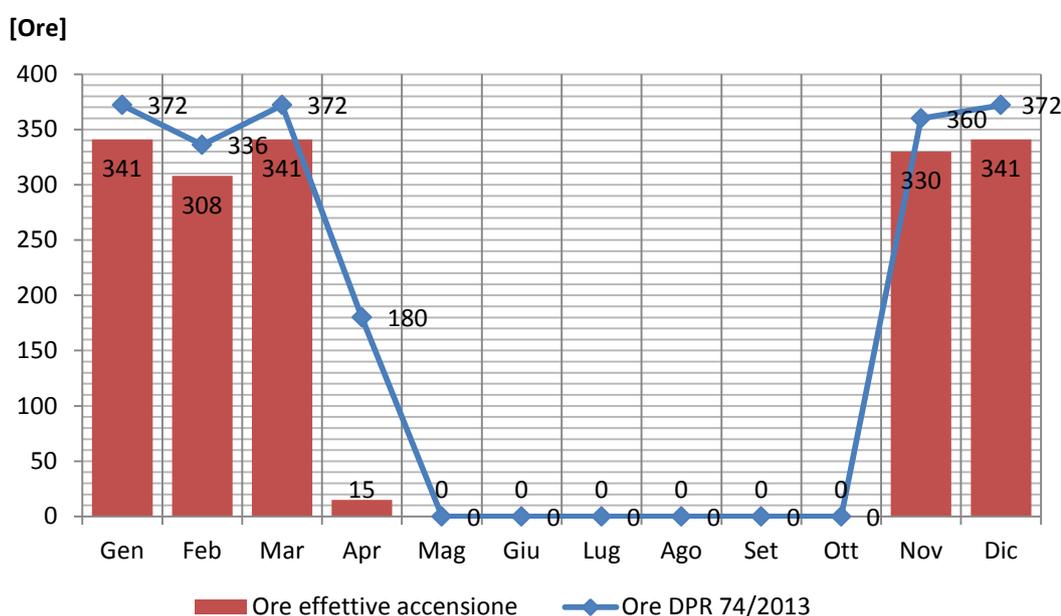
Gli orari di effettivo utilizzo dell’edificio sono stati ottenuti tramite colloquio col personale amministrativo e dirigente scolastica, mentre i periodi di attivazione e spegnimento degli impianti sono stati forniti dagli uffici preposti del Comune di Genova.

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 SETTIMANALI	ORARIO FUNZIONAMENTO EDIFICIO	ORARIO FUNZIONAMENTO IMPIANTO
Dal 1 Novembre al 15 Aprile	Dal lunedì al venerdì	7.30-17.30	7.00 – 18.00
Dal 16 Aprile al 30 Ottobre	Dal lunedì al venerdì	7.30-17.30	[-]

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



Dall’analisi effettuata è emerso che gli orari di funzionamento degli impianti non sono strettamente correlati agli orari di espletamento delle lezioni, ma dipendono anche dalla presenza di personale all’interno della struttura. Si rileva infatti un’accensione anticipata dell’impianto termico rispetto all’orario effettivo di utilizzo ed uno spegnimento prossimo all’orario di uscita del personale della struttura, al fine di garantire l’adeguata climatizzazione dell’edificio.

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 988 GG calcolati su 116 giorni effettivi di utilizzo dell'impianto di riscaldamento.

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

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

Tabella 3.2 – Profili mensili dei GG_{rif}

Mese	GIORNI MENSILI	TEMPERATURA ESTERNA UNI 10349:2016 [°C]	GIORNI RISCALDAMENTO [g/m]	GG	GIORNI DI UTILIZZO [g/m]	GIORNI RISCALDAMENTO EFFETTIVI [g/m]	GG _{rif}	PROFILO DI INCIDENZA
Gennaio	31	10,4	31	298	20	20	192	19%
Febbraio	28	10,5	28	266	20	20	190	19%
Marzo	31	11,1	31	276	23	23	205	21%
Aprile	30	15,3	15	71	11	11	54	6%
Maggio	31	18,7	-	-	22	-	-	-
Giugno	30	22,4	-	-	21	-	-	-
Luglio	31	24,6	-	-	21	-	-	-
Agosto	31	23,6	-	-	-	-	-	-
Settembre	30	22,2	-	-	22	-	-	-
Ottobre	31	18,2	-	-	21	-	-	-
Novembre	30	13,3	30	201	22	22	147	15%
Dicembre	31	10,0	31	310	20	20	200	20%
TOTALE	365	16,7	166	1421	223	116	988	100%

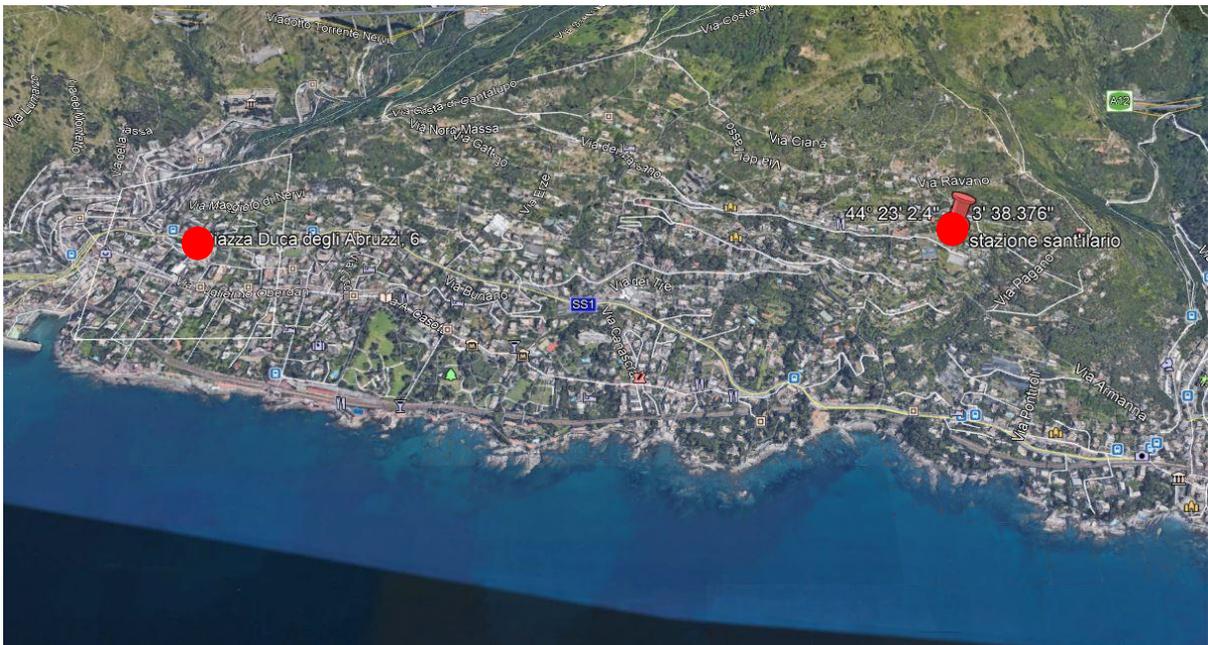
3.2 DATI CLIMATICI REALI

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

I dati climatici utilizzati sono stati rilevati dalla centralina meteo climatica installata presso Genova Sant’Ilario (44° 23' N 9° 3' E Altitudine 174 m).

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

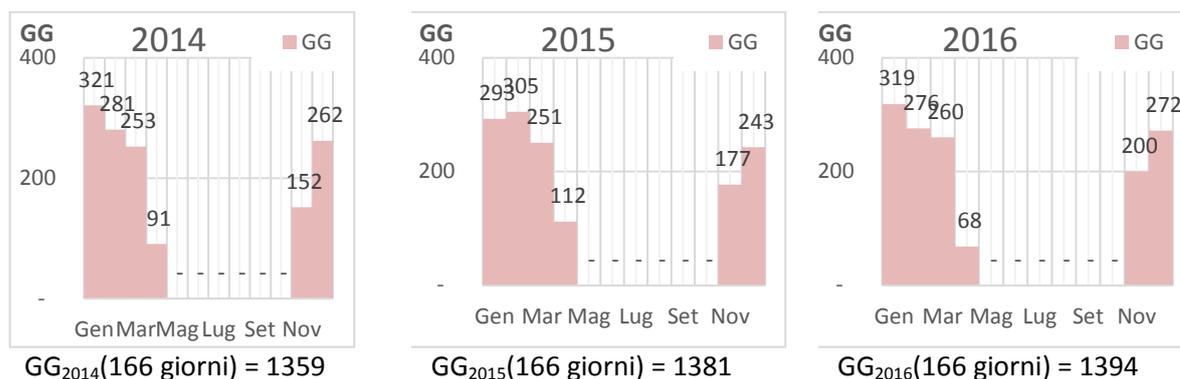
Figura 3.1 – Posizionamento della centralina meteo climatica rispetto all’edificio oggetto di DE



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

Di seguito si riportano i valori mensili dei GG reali, calcolati in funzione delle temperature esterne medie orarie per 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

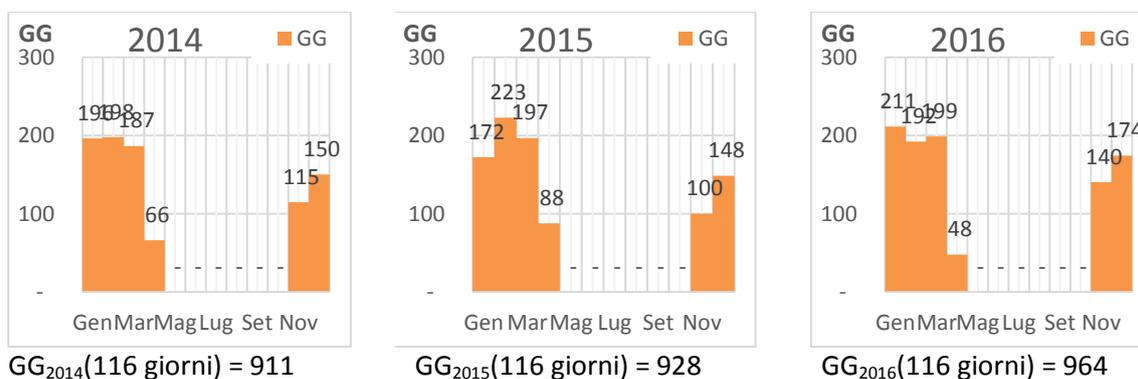


Considerando che il profilo di utilizzo degli impianti di riscaldamento prevede alcuni giorni di mancata accensione dell'impianto, come riportato nella Tabella 2.3, i GG reali sono stati ricalcolati in funzione del numero di giorni effettivi di accensione dell'impianto termico, pertanto si è ottenuto un valore di 911, 928 e 964 GG calcolati su 116 giorni effettivi di utilizzo dell'impianto di riscaldamento, riferiti rispettivamente agli anni 2014, 2015 e 2016.

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

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

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



4 AUDIT EDIFICIO E IMPIANTI ELETTRICI E MECCANICI

4.1 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE DELL'INVOLUCRO EDILIZIO

Involucro opaco

L'involucro edilizio opaco che costituisce l'edificio è stato realizzato in muratura portante in pietra e laterizio come si evince dall'immagine 4.2 in cui si è parzialmente distaccato l'intonaco e appare evidente la composizione della muratura. La muratura portante risulta rastremata nei vari con spessori sempre minori. I solai sono realizzati in laterizio. La copertura dell'edificio è piana e presenta una pavimentazione in piastrelloni di calcestruzzo.

Figura 4.1 - Particolare della porzione di involucro facciata sud-ovest



Figura 4.2 - Particolare della facciata in pietra e laterizio



Essendo in muratura portante ed in pietra locale si evidenzia come la valutazione termografica possa essere considerata poco efficace ai fini di un'identificazione più precisa delle caratteristiche dei componenti dell'involucro opaco. Infatti il comportamento termico è omogeneo per tutta la superficie, dovuto a spessori murali importanti e costanti per ogni piano che non consentono di evidenziare disomogeneità termiche puntuali.

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

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

Tabella 4.1 – Trasmittanze termiche dei componenti dell’involucro opaco

TIPO DI COMPONENTE	CODICE	SPESSORE	ISOLAMENTO	TRASMITTANZA TERMICA	STATO DI CONSERVAZIONE
		[cm]		[W/mqK]	
Copertura	S1	50,3	Assente	1,071	Ottimo
Copertura	S2	36,0	Assente	1,275	Buono
Parete verticale	M1	45,0	Assente	1,479	Buono
Parete verticale	M2	28,0	Assente	2,051	Buono
Parete verticale	M3	68,0	Assente	1,073	Buono
Parete verticale	M4	54,0	Assente	1,288	Buono
Parete verticale	M5	26,0	Assente	2,149	Buono
Parete verticale	M6	59,0	Assente	1,202	Buono
Parete verticale	M8	64,0	Assente	1,127	Scadente
Parete verticale	M10	68,0	Assente	0,511	Buono
Parete verticale	M14	16,0	Assente	1,695	Buono
Parete verticale	M15	45,0	Assente	1,305	Buono
Parete verticale	M16	28,0	Assente	1,732	Buono
Parete verticale	M17	50,0	Assente	1,217	Buono
Parete verticale	M18	35,0	Assente	1,526	Buono
Parete verticale	M19	68,0	Assente	0,979	Buono
Parete verticale	M20	12,0	Assente	2,013	Buono
Pavimento	P1	36,0	Assente	1,082	Buono
Pavimento	P2	44,5	Assente	0,297	Buono
Pavimento	P3	44,5	Assente	0,128	Buono

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.

Involucro trasparente

L’involucro trasparente che costituisce l’edificio è composto prevalentemente da serramenti in legno e vetro singolo. In alcuni spazi sono presenti serramenti in alluminio con vetro singolo in particolare negli spazi che delimitano l’accesso all’edificio (zona refettorio, alcuni serramenti dei vani scala che dividono lo spazio riscaldato dal non riscaldato).

Lo stato di conservazione degli stessi è scarso per i serramenti in legno.

Figura 4.3 - Particolare dei serramenti delle aule in legno con vetro singolo



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

- Rilievo dettagliato di tutti i telai dei serramenti dell’edificio
- Misurazione diretta degli spessori dei vetri dei serramenti mediante spessivetro
- Misuratore laser per le corrette verifiche dimensionali

- Indisponibilità delle condizioni termiche ambientali alla realizzazione dell’indagine termografica che non hanno permesso la redazione del documento, così come descritto nel paragrafo dell’involucro opaco ed in modo più approfondito nell’Allegato C.

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

Tabella 4.2 – Trasmittanze termiche dei componenti dell’involucro trasparente

TIPO DI COMPONENTE	CODICE	DIMENSIONI [HXL] [cm]	TIPO TELAIO	TIPO VETRO	TRASMITTANZA TERMICA [W/mqK]	STATO DI CONSERVAZIONE
Serramento verticale	W1	264x150	Legno	Vetro singolo	4,288	Scadente
Serramento verticale	W2	66x148	Legno	Vetro singolo	4,000	Scadente
Serramento verticale	W3	69x98	Legno	Vetro singolo	3,826	Scadente
Serramento verticale	W4	195x50	Legno	Vetro singolo	3,597	Scadente
Serramento verticale	W5	286x150	Legno	Vetro singolo	3,791	Scadente
Serramento verticale	W6	233x47	Legno	-	2,200	Sufficiente
Serramento verticale	W7	233x119	Alluminio	Vetro singolo	5,786	Sufficiente
Serramento verticale	W8	128x215	Alluminio	Vetro singolo	5,553	Sufficiente
Serramento verticale	W9	210x154	Alluminio	Vetro singolo	2,858	Buono
Serramento verticale	W10	200x128	Legno	Vetro singolo	4,044	Scadente
Serramento verticale	W11	196x57	Legno	Vetro singolo	3,845	Scadente
Serramento verticale	W12	200x131	Legno	-	2,200	Scadente
Serramento verticale	W13	248x128	Legno	Vetro singolo	4,040	Scadente
Serramento verticale	W14	250x149	Legno	Vetro singolo	4,180	Scadente
Serramento verticale REI	W15	216x130	Legno	-	2,200	Buono
Serramento verticale	W16	76x43	Legno	Vetro singolo	3,901	Scadente
Serramento verticale	W17	327x131	Legno	Vetro singolo	4,001	Scadente
Serramento verticale	W21	220x120	Legno	Vetro singolo	3,011	Scadente
Serramento verticale	W22	212x118	Legno	Vetro singolo	3,031	Scadente
Serramento verticale	W23	230x120	Legno	-	2,200	Sufficiente
Serramento verticale	W24	29x35	Legno	Vetro singolo	3,301	Scadente
Serramento verticale	W25	212x118	Legno	Vetro singolo	3,498	Scadente
Serramento verticale	W26	231x98	Alluminio	Vetro singolo	6,108	Buono
Serramento verticale	W27	191x130	Alluminio	Vetro singolo	6,312	Buono
Serramento verticale	W28	98x178	Alluminio	-	7,000	Buono
Serramento verticale	W29	130x56	Alluminio	-	7,000	Buono
Serramento verticale	W30	231x56	Alluminio	Vetro singolo	6,269	Buono
Serramento verticale	W31	191x130	Alluminio	Vetro singolo	6,312	Buono
Serramento verticale	W32	229x121	Legno	-	2,200	Sufficiente
Serramento verticale REI	W33	200x97	Alluminio	-	2,969	Sufficiente
Serramento verticale	W34	210x114	Legno	Vetro singolo	0,449	Sufficiente
Serramento verticale	W35	331x217	Legno	Vetro singolo	2,200	Buono
Serramento verticale	W36	221x105	Legno	-	5,677	Buono
Serramento verticale	W37	234x125	Alluminio	Vetro singolo e vetro doppio	3,870	Buono
Serramento verticale	W100	80x110	Legno	Vetro singolo		Scadente
Serramento verticale	W101	195x86	Legno	-	2,200	Sufficiente
Serramento verticale	W102	186x96	Ferro	-	7,000	Scadente
Serramento verticale	W103	187x98	Legno	-	4,633	Scadente

Serramento verticale	W104	130x120	Legno	Vetro singolo	4,633	Scadente
Serramento verticale	W200	232x326	Alluminio	Vetro singolo	4,674	Buono
Serramento verticale	W201	75x326	Alluminio	-	7,000	Buono
Serramento verticale	W202	220x75	Alluminio	Vetro singolo	5,897	Buono
Serramento verticale	W203	220x326	Alluminio	Vetro singolo	5,852	Buono

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

4.2 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO DI RISCALDAMENTO/CLIMATIZZAZIONE INVERNALE

L'impianto di riscaldamento degli ambienti è costituito da una caldaia di tipo tradizionale, alimentata a metano ed asservita alla climatizzazione invernale dell'intero edificio e da una caldaia murale istantanea a gas asservita alla climatizzazione invernale e produzione di acqua calda sanitaria dei soli locali occupati dai vigili urbani.

4.2.1 Sottosistema di emissione

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

- Radiatori su parete esterna non isolata;

Figura 4.4 - Particolare dei radiatori installati sulle pareti esterne degli ambienti



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

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

ZONA TERMICA	TIPOLOGIA DI TERMINALE	RENDIMENTO
Scuola elementare “E. Fermi”	Radiatori a parete	92%

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

Tabella 4.4 - Riepilogo caratteristiche dei terminali di emissione installati

PIANO	TIPO DI INSTALLAZIONE	NUMERO	POTENZA TERMICA UNITARIA	POTENZA TERMICA COMPLESSIVA	POTENZA FRIGORIFERA UNITARIA	POTENZA FRIGORIFERA COMPLESSIVA
			[kW]	[kW]	[kW]	[kW]
Interrato S01	Installato a parete	2	1,62	3,24	[-]	[-]
Terra	Installato a parete	15	1,33	19,88	[-]	[-]
Primo	Installato a parete	14	1,21	17,04	[-]	[-]
Secondo	Installato a parete	16	1,16	18,6	[-]	[-]
Terzo	Installato a parete	15	1,94	29,11	[-]	[-]

TOTALE	62	1,41	87,9	[-]	[-]
---------------	----	------	------	-----	-----

Nota (5): La potenza termica di ciascun terminale è stata ottenuta secondo le disposizioni della norma EN 442-2, considerando un ΔT pari a 50 °C.

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

Per quanto riguarda l'impianto termico asservito alla climatizzazione invernale della scuola, la regolazione del funzionamento dell'impianto termico avviene attraverso l'impostazione degli orari di funzionamento e della curva climatica. La temperatura massima di mandata del sottosistema di generazione è fissata a 70°C.

Non sono state rilevate valvole termostatiche installate ai terminali di emissione né termostati ambiente asserviti alla regolazione dell'impianto termico.

L'impianto termico asservito ai locali occupati dalla polizia municipale presenta invece un sistema di regolazione manuale.

Figura 4.5 - Particolare del pannello di controllo di dell'impianto termico asservito ai locale della scuola



Figura 4.6 - Particolare del pannello di controllo di dell'impianto termico asservito ai locale della polizia municipale



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

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

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

ZONA TERMICA	TIPO DI REGOLAZIONE	RENDIMENTO
Scuola elementare “E. Fermi”	Climatica	96%
Uffici Polizia Municipale	Manuale	95%

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

Impianto termico Scuola

Il sottosistema di distribuzione è costituito dai seguenti elementi:

- 1) Circuito primario di collegamento tra il sistema di generazione ed i terminali di emissione (fluido termovettore acqua);
- 2) Pompa di circolazione gemellare (funzionamento alternato) asservita al circuito primario;

Circuito primario: è presente una pompa di circolazione gemellare di mandata dell’acqua calda ai radiatori.

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 ⁽³⁾ [m ³ /h]	PREVALENZA ⁽³⁾ [kPa]	POTENZA ASSORBITA ⁽⁴⁾ [kW]
Scuola elementare “E. Fermi”	Elettropompa gemellare Salmson DCX65-25	mandata acqua calda a radiatori	68	186.9	0.56

Nota (3): Valori ricavati da dati di targa

Nota (4): Valori ricavati in sede di sopralluogo

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

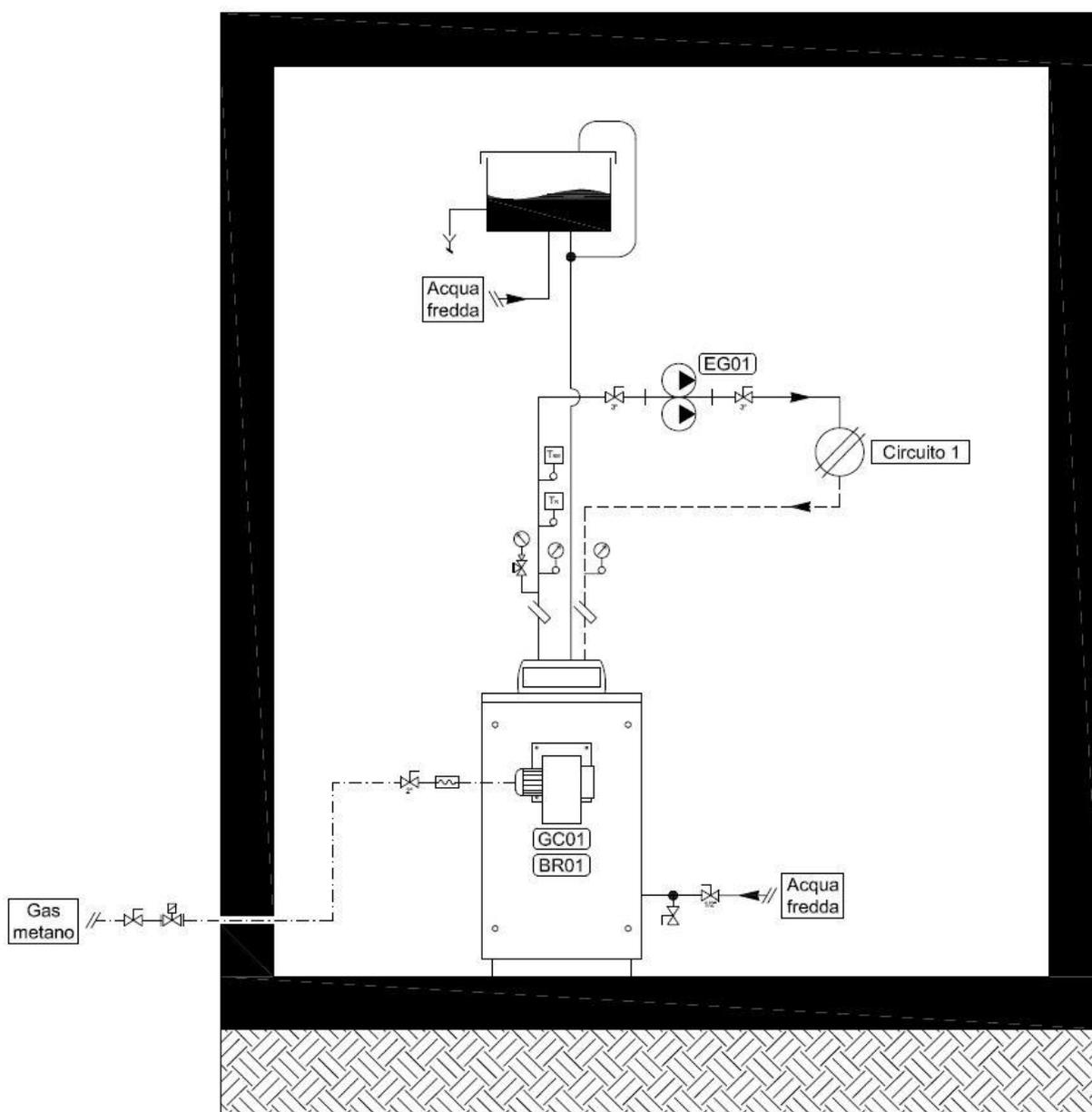
Tabella 4.7 – Temperature di mandata e ritorno del circuito primario

CIRCUITO			TEMPERATURA RILEVATA ⁽⁵⁾ °C	TEMPERATURA CALCOLO °C
Scuola elementare “E. Fermi”	Mandata	Caldo	55	62
Scuola elementare “E. Fermi”	Ritorno	Caldo	40	45

Nota (5): Valori rilevati il giorno 13/12/2017 alle ore 10.00, in orario di utilizzo della scuola, con una temperatura esterna di circa 12°C

Per quanto riguarda le temperature del fluido termovettore caldo si è potuto notare un effettivo riscontro tra i valori considerati nel modello di calcolo e quelli rilevati in sede di sopralluogo.

Figura 4.7 - Particolare dello schema di impianto [(Fonte: Tavola 124-S02-001-CENTRALE TERMICA.dwg)]



Il rendimento complessivo del sottosistema di distribuzione pari al 94% è stato calcolato tramite la norma UNI TS 11300-2.

Impianto termico Polizia Municipale

Il sottosistema di distribuzione è costituito dai seguenti elementi:

- 1) Circuito primario di collegamento tra il sistema di generazione ed i terminali di emissione (fluido termovettore acqua);

Circuito primario

Le temperature del fluido termovettore all'interno del circuito primario sono riportate nella Tabella 4.78.

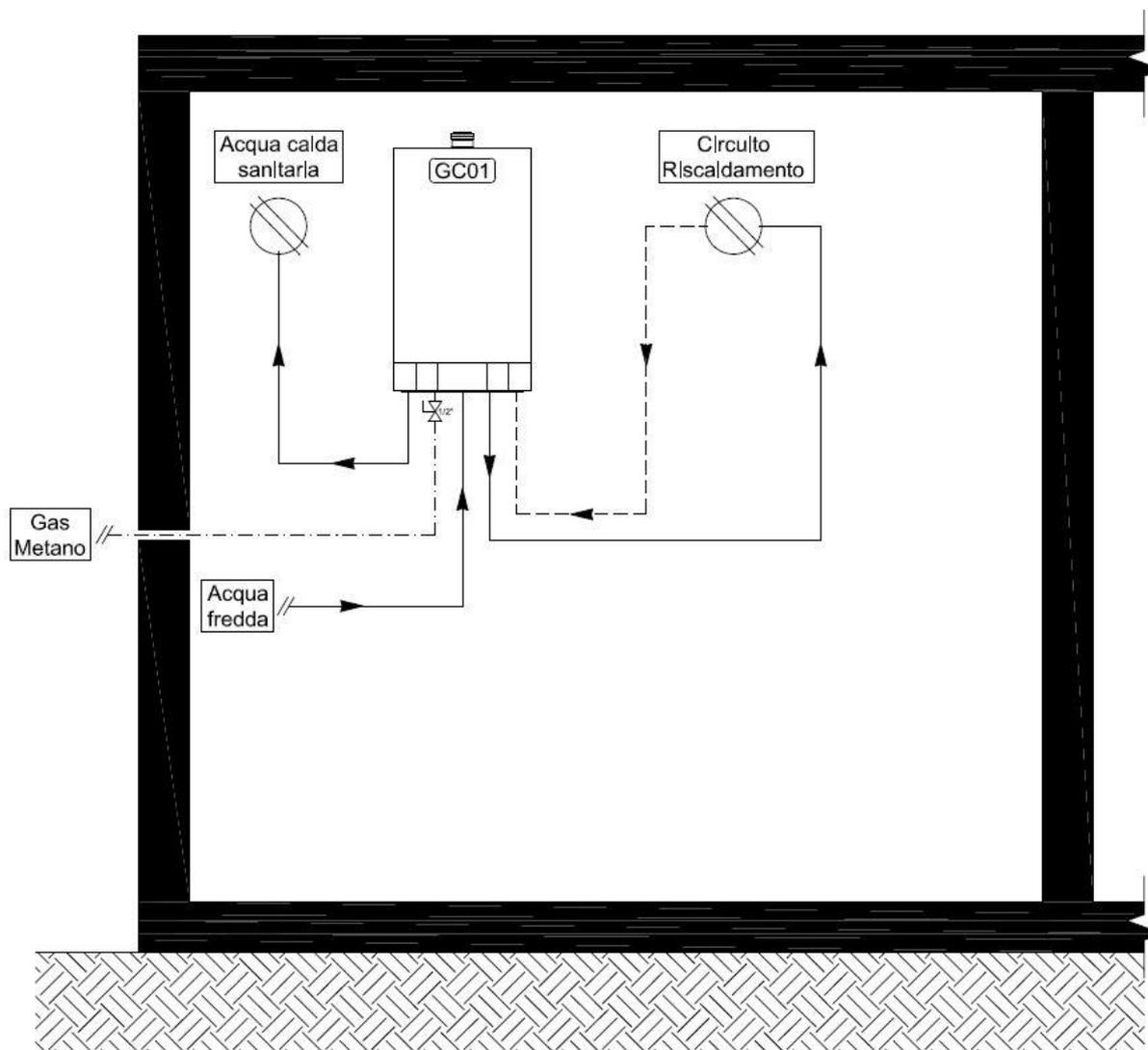
Tabella 4.8 – Temperature di mandata e ritorno del circuito primario

CIRCUITO			TEMPERATURA RILEVATA ⁽⁶⁾	TEMPERATURA CALCOLO
			°C	°C
Polizia municipale	Mandata	Caldo	65	70
Polizia municipale	Ritorno	Caldo	55	53.9

Nota (6): Valori rilevati il giorno 13/12/2017 alle ore 11.00, in orario di utilizzo della scuola, con una temperatura esterna di circa 12°C

Per quanto riguarda le temperature del fluido termovettore caldo si è potuto notare un effettivo riscontro tra i valori considerati nel modello di calcolo e quelli rilevati in sede di sopralluogo.

Figura 4.8 - Particolare dello schema di impianto [(Fonte: Tavola 445-S01-006-CALDAIA MURALE.dwg)]



Il rendimento complessivo del sottosistema di distribuzione è stato assunto nella DE pari al 87.1%.

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

Impianto termico Scuola

Il sottosistema di generazione è costituito da una centrale termica dotata di un'unica caldaia di tipo tradizionale, alimentata a metano, di produzione Unical modello Trisecal 3P 350 con bruciatore bistadio R.B.L RS 44 MZ.

Figura 4.9 - Particolare della caldaia Unical Trisecal 3P 350



Figura 4.10 - Particolare del bruciatore R.B.L RS 44 MZ



Le caratteristiche dei sistemi di generazione sono riportate nella **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**

Tabella 4.9 - Riepilogo caratteristiche sistema di generazione

Servizio	MARCA	MODELLO	ANNO DI COSTRUZIONE	POTENZA AL FOCOLARE ⁽⁷⁾ [kW]	POTENZA TERMICA UTILE ⁽⁷⁾ [kW]	RENDIMENTO ⁽⁸⁾	POTENZA ASSORBITA COMPLESSIVA ⁽⁷⁾ [kW]
Gen 1 Riscaldamento	Unical	Trisecal 3P 350	n/d	377	350	95.8%	0.56

Nota (7): Valore ricavato tramite letture dei dati di targa rilevati in sede di sopralluogo

Nota (8): il valore riportato nella prova fumi dell'impianto risulta superiore a quello calcolato attraverso il modello energetico dell'edificio. Tale scostamento tra i valori di rendimento è dovuto alle differenti condizioni ambientali in cui è stata effettuata la prova fumi rispetto a quelle di calcolo del modello

Il rendimento complessivo del sottosistema di generazione, in regime di riscaldamento è stato calcolato nella DE tramite UNI TS 11300-2 ed è pari al 96.7%.

Impianto termico Polizia Municipale

Il sottosistema di generazione è costituito da una caldaia murale istantanea, alimentata a metano, di produzione Ariston modello City 24.

Figura 4.11 - Particolare della caldaia Ariston City 24

Figura 4.12 - Particolare del pannello di controllo



Le caratteristiche dei sistemi di generazione sono riportate nella **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata**.10.

Tabella 4.10 - Riepilogo caratteristiche sistema di generazione

	Servizio	MARCA	MODELLO	ANNO DI COSTRUZIONE	POTENZA AL FOCOLARE ⁽⁹⁾ [kW]	POTENZA TERMICA UTILE ⁽⁹⁾ [kW]	RENDIMENTO ⁽¹⁰⁾	POTENZA ASSORBITA COMPLESSIVA ⁽⁹⁾ [kW]
Gen 1	Riscaldamento e ACS	Ariston	City 24	n/d	26	24.3	[-]	n/d

Nota (9): Valore ricavato tramite letture dei dati di targa rilevati in sede di sopralluogo

Nota (10): Dato mancante causa assenza di libretto CT al momento del sopralluogo

Il rendimento complessivo del sottosistema di generazione, in regime di riscaldamento è stato assunto nella DE pari al 63.5%.

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

4.3 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO PRODUZIONE ACQUA CALDA SANITARIA

La produzione di acqua calda sanitaria è eseguita tramite impianti autonomi che consistono in 2

Figura 4.13 - Particolare di un boiler elettrico per la produzione di acqua calda sanitaria

bollitori elettrici ad accumulo installati all'interno dei servizi igienici con una potenza complessiva di 2.7 kW e tramite una caldaia murale a gas da 26 kW asservita alla produzione di ACS e climatizzazione invernale dei locali occupati dalla Polizia Municipale.



I rendimenti caratteristici dei sottosistemi dell'impianto di produzione acqua calda sanitaria sono riportati nella Tabella 4.11 e Tabella 4.112.

Tabella 4.11 – Rendimenti dell'impianto di produzione acqua calda sanitaria boiler elettrici

Sottosistema di Erogazione	Sottosistema di Distribuzione	Sottosistema di Ricircolo	Sottosistema di Accumulo	Sottosistema di Generazione	Rendimento Globale medio stagionale
100%	92.6%	[-]	[-]	31%	28.7%

Nota (11) Valori di rendimento dei sottosistemi dell'impianto di produzione di ACS calcolati secondo UNI TS 11300-2

Tabella 4.12 – Rendimenti dell'impianto di produzione acqua calda sanitaria caldaia murale a gas

Sottosistema di Erogazione	Sottosistema di Distribuzione	Sottosistema di Ricircolo	Sottosistema di Accumulo	Sottosistema di Generazione	Rendimento Globale medio stagionale
100%	92.6%	[-]	[-]	86.5%	75.2%

Nota (11) Valori di rendimento dei sottosistemi dell'impianto di produzione di ACS calcolati secondo UNI TS 11300-2

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

4.4 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO ELETTRICO E PRINCIPALI UTENZE ELETTRICHE

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

Tali tipologie di utenze sono state raggruppate insieme ed identificate con la denominazione di forza elettromotrice (FEM) e sono riportate nella Tabella 4.13.

Tabella 4.13 – Elenco e caratteristiche delle altre utenze elettriche

LOCALE TERMICO	DESCRIZIONE	NUMERO	POTENZA NOMINALE [W]	POTENZA COMPLESSIVA [W]	ORE ANNUE DI UTILIZZO [ore]
Uffici Polizia Municipale PT	PC	1	65	400	7200
Uffici Polizia Municipale PT	Stampante	1	1130	1130	7200
Aula P2	PC	11	65	715	1512
Aula P2	Stampante	2	550	1100	7200
Aula P2	LIM	1	109	109	1236

Aula P3	PC	2	65	130	7200
Aula P3	Stampante	1	550	550	7200

Ai fini di un'identificazione più precisa del funzionamento dei componenti impiantistici si è proceduto, in sede di sopralluogo, al rilevamento dei dati di targa dei singoli dispositivi e all'intervista dell'utenza per meglio comprenderne le modalità di utilizzo. Non si è ritenuto necessario procedere con attività diagnostiche degli impianti elettrici data la tipologia e l'uso degli stessi, come specificato nell'Allegato D – Report relativi ad altre prove diagnostiche strumentali.

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

4.5 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO ILLUMINAZIONE

L'impianto di illuminazione è costituito da lampade a fluorescenza tubolari (neon). Tale tipologia di corpi illuminanti è installata a soffitto nelle zone di circolazione interna, aule, uffici e servizi igienici.

Figura 4.14 - Particolare dei corpi illuminanti ubicati nelle aule



L'elenco e le caratteristiche dei corpi illuminanti sono riportate nella Tabella 4.14.

Tabella 4.14 – Elenco e caratteristiche dei corpi illuminanti

LOCALE TERMICO	DESCRIZIONE	NUMERO	POTENZA UNITARIA	POTENZA COMPLESSIVA
			[W]	[W]
1_Aule piano terzo	Neon tubolari	84	36	3024
2_Corridoio piano terzo	Neon tubolari	14	36	504
3_Bagni piano terzo	Neon tubolari	4	36	144
4_Aule piano secondo	Neon tubolari	84	36	3024
4_Aule piano secondo	Neon tubolari	16	18	288
5_Corridoio piano secondo	Neon tubolari	14	36	504
6_Bagni piano secondo	Neon tubolari	4	36	144
6_Bagni piano secondo	Neon tubolari	3	18	54
7_Aule piano primo	Neon tubolari	95	36	3420
7_Aule piano primo	Neon tubolari	6	18	108
8_Corridoio piano primo	Neon tubolari	23	36	828
9_Palestra	Neon tubolari	12	36	432
10_Cucina PT	Neon tubolari	5	36	180
10_Cucina PT	Incandescenza	1	60	60
11_Dispensa PT	Neon tubolari	1	18	18

E4 – Scuola elementare “E.Fermi”

12_Refettorio PT	Neon tubolari	12	36	432
13_Ufficio PT	Neon tubolari	38	36	1368
13_Ufficio PT	Neon tubolari	2	18	36
13_Ufficio PT	Incandescenza	2	60	120
14_Polizia condiviso scuola (locali dimezzati) PT	Neon tubolari	7	36	252
Ufficio CGIL	Neon tubolari	4	36	144
1_Polizia condiviso scuola (locali dimezzati) PT	Neon tubolari	7	36	252
2_Polizia esclusivi seminterrato	Neon tubolari	16	36	576
2_Polizia esclusivi seminterrato	Neon tubolari	4	18	72

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

Durante la fase di sopralluogo si è provveduto a rilevare anche lo stato di conservazione dei corpi illuminanti, che si presentano in buone condizioni. Si è inoltre verificata la presenza di luci di emergenza nei diversi locali della struttura.

Figura 4.15 - Particolare dei corpi illuminanti ubicati nel vano scala



Figura 4.16 - Particolare dei corpi illuminanti ubicati nella zona hall



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;
- Gasolio;
- Energia elettrica.

5.1.1 Energia termica

Il vettore termico utilizzato per la climatizzazione invernale della struttura è il Gas Metano. Per il solo anno 2014 si è impiegato il Gasolio.

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

Nota (12) 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 degli ambienti della scuola;
- Seconda caldaia per il riscaldamento dei locali della Polizia Municipale.

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

L'analisi dei consumi storici di Gas metano si basa sulla base de m³ di gas rilevati dalla società di distribuzione nel triennio di riferimento.

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

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

PDR	Utilizzo	2014 [mc]	2015 [mc]	2016 [mc]	2014 [kWh]	2015 [kWh]	2016 [kWh]
03270050383878	Riscaldamento		9.202	8.120	116.790	86.681	76.490
03270020708992	Produzione ACS	1.219	1.115	2.632	11.483	10.503	24.794

Parallelamente all’analisi dei consumi storici forniti dalla società di distribuzione si è provveduto, esclusivamente per il PDR2, alla valutazione dei consumi fatturati nel triennio di riferimento.

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 ricavati da società di distribuzione (PDR1) e di fornitura (PDR2)

PDR: 03270050383878	2014	2015	2016	2014	2015	2016
Mese di riferimento	[mc]	[mc]	[mc]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gennaio	-	1.723	1.793	28.650	16.233	16.890
Febbraio	-	2.348	1.528	24.730	22.120	14.394
Marzo	-	2.207	1.792	24.726	20.794	16.877
Aprile	-	434	187	3.485	4.093	1.763
Maggio	-	-	-	-	-	-
Giugno	-	-	-	-	-	-
Luglio	-	-	-	-	-	-
Agosto	-	-	-	-	-	-
Settembre	-	-	-	-	-	-
Ottobre	-	-	-	-	-	-
Novembre	-	1.062	1.277	15.229	10.001	12.028
Dicembre	-	1.427	1.543	19.970	13.442	14.538
Totale	-	9.202	8.120	116.789	86.683	76.490
PDR: 03270020708992	2014	2015	2016	2014	2015	2016
Mese di riferimento	[mc]	[mc]	[mc]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gennaio	-	-	2.050	-	-	19.313
Febbraio	-	-	1.735	-	-	16.344
Marzo	-	604	1.597	-	5.687	15.044
Aprile	-	-	73	-	-	688
Maggio	-	-	293	-	-	2.760
Giugno	-	1.146	23	-	10.795	217
Luglio	-	191	20	-	1.799	188
Agosto	-	179	20	-	1.686	188
Settembre	-	259	23	-	2.440	217
Ottobre	-	251	48	-	2.364	452
Novembre	-	1.285	173	-	12.105	1.630
Dicembre	-	1.929	382	-	18.171	3.598
Totale	-	5.844	6.437	-	55.048	60.638

Nota (13) per il PDR 1: Esclusivamente per l’anno 2014 si riporta in consumo in kWh come somma dei due consumi di metano e gasolio. Per il PDR2 mancano le fatturazioni dell’anno 2014.

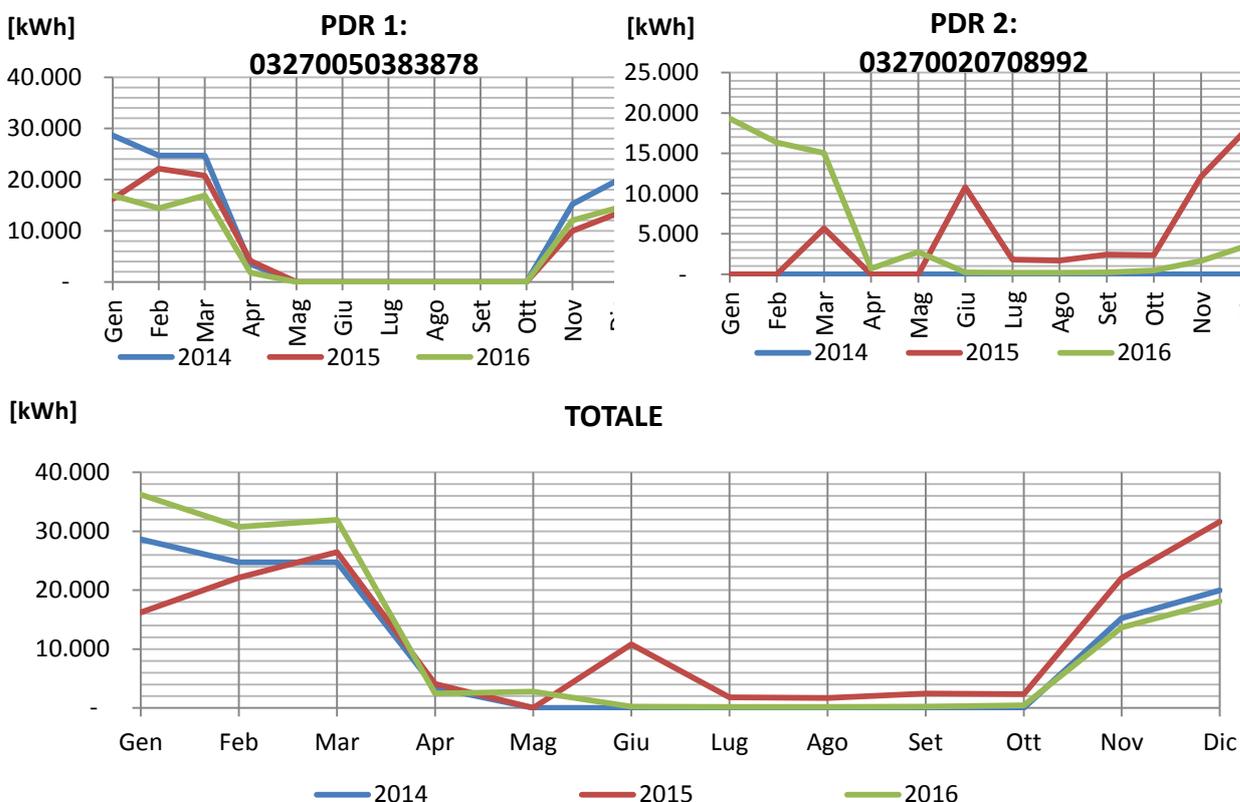
L’analisi dei consumi storici di Gas metano è stata effettuata in base alla disponibilità delle fatturazioni. L’esame del PDR 03270050383878 si basa sui m³ di gas rilevati dalla società di distribuzione in quanto la PA ha stipulato un contratto di Servizio Integrato Energia 3 (SIE3) con un soggetto terzo, comprensivo sia la fornitura del vettore energetico che la conduzione e manutenzione degli impianti. Il consumo disponibile è di tipo annuale e non è stato quindi possibile effettuare un’analisi puntuale mensile dei consumi, ma come specificato dalla stazione appaltante

“tali consumi dovranno essere riportati tra le varie mensilità in funzione dell’effettivo funzionamento stagionale degli impianti e dei Gradi Giorno reali”.

Il PDR 03270020708992 si basa sui m³ di gas rilevati dalla società di fornitura nel triennio di riferimento. Per il PDR2 non sono disponibili le fatture dell’anno 2014 e che i valori qui sopra inseriti fanno riferimento principalmente a letture stimate. Non sono state disposte, da parte dei fornitori, letture reali mensili (le uniche letture rilevate corrispondono ai cambi gestore nei mesi marzo/aprile e nella parte finale del 2016) e per cui l’andamento proposto dalle tabelle e dai grafici non corrisponde con esattezza al reale consumo.

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

Figura 5.1 – Andamento mensile dei consumi termici fatturati



Dall’analisi effettuata è emerso che il prelievo termico del triennio è influenzato da consumi stimati del PDR 2 che non sono coerenti di anno in anno, con dei picchi nel mese di giugno 2015 e nei mesi invernali tra il 2015 e 2016 ed un andamento del 2015 opposto a quello del 2016. Ciò non rende attendibile il confronto ad un consumo “reale”. Il PDR1 è stato strutturato in base al periodo di funzionamento ed i Gradi Giorno.

Confrontando l’andamento dei consumi con i GG_{reali} del triennio di riferimento si può notare che il consumo da baseline ottenuto come somma del PDR 1 e 2 si discosta da quello fornito dalla PA perché, con buona approssimazione, non corrisponde al reale prelievo.

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 esclusivamente ad uso riscaldamento per il PDR1. L'acqua calda sanitaria utilizza un altro vettore energetico.

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 non sono serviti da questo contatore.

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

Tabella 5.4 – Normalizzazione dei consumi annuali di energia termica scuola

ANNO	GG _{REALI} SU 116 GIORNI	GG _{RIF} SU 116 GIORNI	CONSUMO REALE RISC. [Smc]	CONSUMO REALE RISC. [kWh]	α_{rif}	CONSUMO NORMALIZZATO A 989 GG [kWh]	CONSUMO ACS [kWh]	CONSUMO ALTRO [kWh]
2014	911	988		116.801		126.673	-	
2015	928	988	9.202	86.708	93,5	92.332	-	-
2016	964	988	8.120	76.512	79,4	78.407	-	-
Media	934	988		93.340	99,9	98.704	-	-

Tabella 5.5 – Normalizzazione dei consumi annuali di energia termica Polizia Municipale

ANNO	GG _{REALI} SU 116 GIORNI	GG _{RIF} SU 116 GIORNI	CONSUMO REALE RISC. [Smc]	CONSUMO REALE RISC. [kWh]	α_{rif}	CONSUMO NORMALIZZATO A 989 GG [kWh]	CONSUMO ACS [kWh]	CONSUMO ALTRO [kWh]
2014	911	988	1.219	11.486	12,6	12.457	-	
2015	928	988	1.115	10.506	11,3	11.188	-	-
2016	964	988	2.632	24.801	25,7	25.415	-	-
Media	934	988	1.655	15.598	16,7	16.494	-	-

Per la presenza combinata di gasolio e metano nel 2014 è stata riportata in tabella, per la scuola, la somma in kWh dei due vettori energetici. Come si può notare dai dati riportati il comportamento energetico dell'edificio, negli anni considerati, è stato caratterizzato da una generica diminuzione dei consumi: tale riduzione non è dovuta alla realizzazione di importanti interventi di efficientamento. Nel 2014 si è sostituito il vettore energetico convertendo la centrale termica da gasolio e metano. È possibile che queste riduzioni possano essere riconducibili ad un utilizzo diverso dei locali congiuntamente a fattori climatici.

Si sono pertanto definiti per il calcolo della Baseline i parametri riportati nella Tabella 5.6:

Tabella 5.6 – Individuazione della Baseline termica

GRANDEZZA	VALORE
	[kWh]
\overline{Q}_{ACS}	-
\overline{Q}_{ALTRO}	-
$\overline{a}_{rif} \times GG_{rif}$	115.198
$Q_{baseline}$	115.198

5.1.2 Energia elettrica

La fornitura di energia elettrica avviene tramite la presenza di 2 contatori i quali risultano a servizio dei seguenti utilizzi:

- Scuola elementare “E. Fermi”;
- Delegazione Com. - Sezione V.V U.U - Municipio;

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 5.7 con indicazione dei POD di riferimento.

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

POD	ZONA SERVITA	2014	2015	2016	MEDIA
		[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
IT001E00096549	Scuola elementare “E. Fermi”	22.957	21.514	22.875	22.449
IT001E00096548	Sezione V.V U.U	18.303	19.167	19.655	19.042
TOTALE		41.260	40.681	42.530	41.491

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-E4) e sono emerse le seguenti differenze:

POD1 2014 : 22.957 kWh (0%)
 2015 : 23.788 kWh (-11%)
 2016 : 25.132 kWh (-10%)
 Media : 23.959 kWh (-7%)

POD2 2014 : 18.303 kWh (0%)
 2015 : 19.308 kWh (-1%)
 2016 : 21317 kWh (-8%)

Media : 19.643 kWh (-3%)

I consumi rilevati dalla fatturazione sono mediamente più bassi rispetto quelli rilevati da PA del 7% nel POD1 e del 3% nel POD2. In questi consumi sono stati presi in considerazione i conguagli presenti in fatture successive.

Si è pertanto definito un consumo $EE_{baseline}$ pari a 41.490 kWh, quello rilevato dall’Auditor nella fase di analisi della fatturazione.

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

POD: IT001E00096548	F1	F2	F3	TOTALE
Anno 2014	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gennaio	891	392	641	1.924
Febbraio	834	395	528	1.757
Marzo	737	424	578	1.739
Aprile	665	344	541	1.550
Maggio	639	375	515	1.529
Giugno	538	295	532	1.365
Luglio	534	304	440	1.278
Agosto	486	318	496	1.300
Settembre	543	300	418	1.261
Ottobre	671	334	490	1.495
Novembre	676	307	578	1.561
Dicembre	674	315	555	1.544
Totale	7.888	4.103	6.312	18.303
POD: IT001E00096548	F1	F2	F3	TOTALE
Anno 2015	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gennaio	676	362	516	1.554
Febbraio	691	344	448	1.483
Marzo	713	346	488	1.547
Aprile	752	351	476	1.579
Maggio	583	355	535	1.473
Giugno	647	325	497	1.469
Luglio	776	354	476	1.606
Agosto	601	320	504	1.425
Settembre	679	348	531	1.558
Ottobre	927	426	479	1.832
Novembre	892	390	516	1.798
Dicembre	849	369	625	1.843
Totale	8.786	4.290	6.091	19.167
POD: IT001E00096548	F1	F2	F3	TOTALE
Anno 2016	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gennaio	815	395	636	1.846
Febbraio	915	385	599	1.899
Marzo	819	400	661	1.880
Aprile	710	414	708	1.832

Maggio	746	354	563	1.663
Giugno	553	274	435	1.262
Luglio	451	287	456	1.194
Agosto	418	264	470	1.152
Settembre	769	368	504	1.641
Ottobre	844	411	561	1.816
Novembre	814	363	495	1.672
Dicembre	737	427	634	1.798
Totale	8.591	4.342	6.722	19.655

POD: IT001E00096549	F1	F2	F3	TOTALE
Anno 2014	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gennaio	2.170	223	227	2.620
Febbraio	2.173	245	192	2.610
Marzo	2.132	244	213	2.589
Aprile	1.819	208	221	2.248
Maggio	1.628	252	293	2.173
Giugno	1.004	164	223	1.391
Luglio	448	112	170	730
Agosto	121	91	173	385
Settembre	1.231	172	179	1.582
Ottobre	1.748	217	196	2.161
Novembre	1.748	222	230	2.200
Dicembre	1.809	208	251	2.268
Totale	18.031	2.358	2.568	22.957

POD: IT001E00096549	F1	F2	F3	TOTALE
Anno 2015	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gennaio	1.947	226	257	2.430
Febbraio	2.108	222	190	2.520
Marzo	1.655	186	193	2.034
Aprile	1.037	128	169	1.334
Maggio	1.644	246	293	2.183
Giugno	949	168	242	1.359
Luglio	465	122	181	768
Agosto	170	91	187	448
Settembre	1.052	179	242	1.473
Ottobre	1.777	237	187	2.201
Novembre	2.031	285	282	2.598
Dicembre	1.709	216	241	2.166
Totale	16.544	2.306	2.664	21.514

POD: IT001E00096549	F1	F2	F3	TOTALE
Anno 2016	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gennaio	1.791	220	238	2.249
Febbraio	2.232	244	194	2.670
Marzo	1.981	238	225	2.444

E4 – Scuola elementare “E.Fermi”

Aprile	1.658	310	311	2.279
Maggio	1.711	200	182	2.093
Giugno	910	149	202	1.261
Luglio	366	141	186	693
Agosto	228	120	228	576
Settembre	1.121	200	196	1.517
Ottobre	1.658	251	245	2.154
Novembre	1.968	280	287	2.535
Dicembre	1.623	315	466	2.404
Totale	17.247	2.668	2.960	22.875

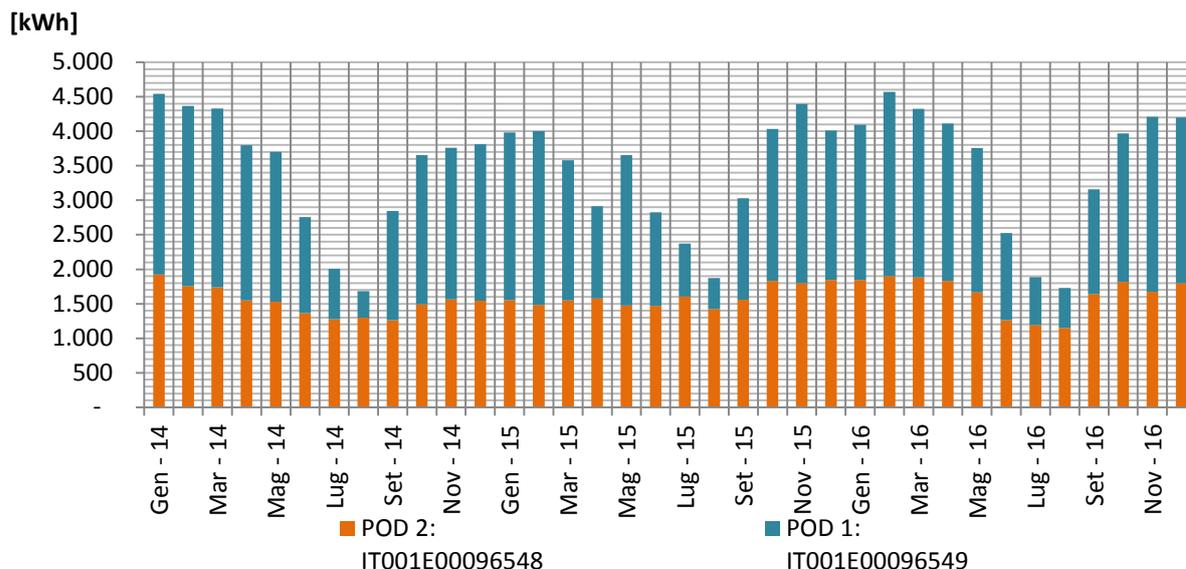
Dall’analisi effettuata è stato possibile definire i profili mensili dei consumi elettrici di Baseline, valutati come la media dei valori mensili analizzati nel triennio di riferimento. Tali valori sono riportati nella Tabella 5.9.

Tabella 5.9 – Consumi mensili di Baseline

BASELINE	F1	F2	F3	TOTALE
	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gennaio	2.763	606	838	4.208
Febbraio	2.984	612	717	4.313
Marzo	2.679	613	786	4.078
Aprile	2.214	585	809	3.607
Maggio	2.317	594	794	3.705
Giugno	1.534	458	710	2.702
Luglio	1.013	440	636	2.090
Agosto	675	401	686	1.762
Settembre	1.798	522	690	3.011
Ottobre	2.542	625	719	3.886
Novembre	2.710	616	796	4.121
Dicembre	2.467	617	924	4.008
Totale	25.696	6.689	9.106	41.490

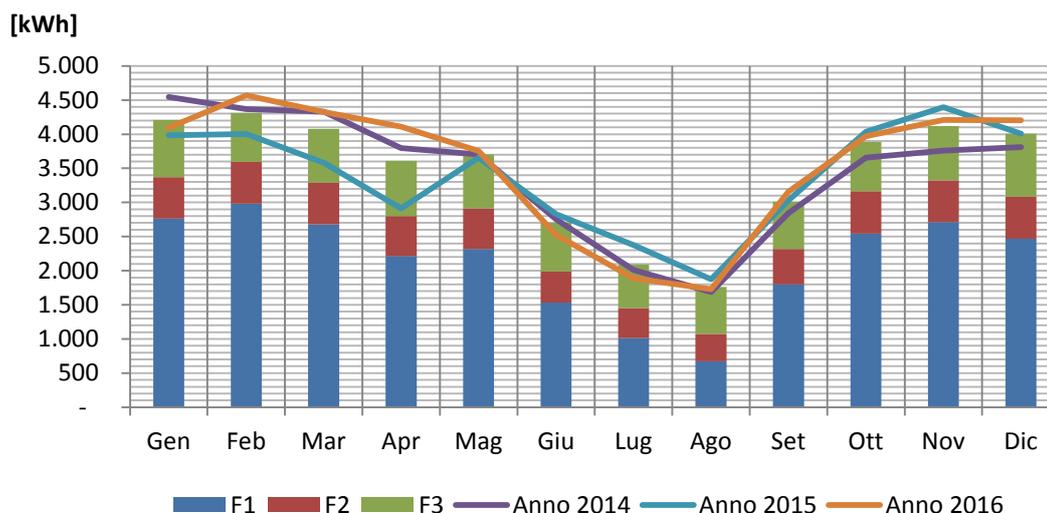
Il profilo così ottenuto è rappresentato nel grafico in Figura 5.2

Figura 5.2 – Profili mensili di Baseline riferimento



L'andamento dei consumi elettrici mensili nel triennio di riferimento e di Baseline è riportato nei grafici in Figura 5..

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



I profili di prelievo mensili nel triennio di riferimento presentano andamenti coerenti di anno in anno. I minimi consumi si hanno nei mesi estivi di luglio ed agosto quando l'attività della scuola è molto ridotta. Tale contributo può essere dovuto all'attività di segreteria e alla presenza di consumi in stand-by delle numerose apparecchiature presenti nella struttura, infatti le porzioni delle fasce orarie in F1, F2 ed E3 sono tra loro comparabili senza che una domini sulle altre così come accade invece negli altri mesi. In quest'ultimo caso il consumo maggiore si ha nella fascia diurna F1 la quale è sempre la componente prevalente.

Dal grafico in figura 5.2 si nota come il consumo del POD 2 è pressoché costante per tutti i mesi mentre il POD1 è influenzato dal periodo di utilizzo della struttura scolastica.

Non è stato possibile rappresentare i profili giornalieri dei consumi elettrici accedendo alle informazioni fornite dalla società di distribuzione dell'energia elettrica, in quanto i contatori installati hanno una potenza minore di 55 kW, soglia necessaria per questo tipo di analisi. Pertanto non è stato

possibile analizzare i profili giornalieri rappresentativi nelle diverse condizioni di utilizzo dell'edificio e di funzionamento dell'impianto.

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 CO₂ utilizzati sono riportati nella Tabella 5.10 - Fattori di emissione di CO₂. Tabella 5.10.

Tabella 5.10 - Fattori di emissione di CO₂.

COMBUSTIBILE	FATTORE DI CONVERSIONE
	tCO ₂ /MWh
Energia elettrica	* 0,467
Gas naturale	* 0,202
GPL	* 0,227
Olio combustibile	* 0,267
Gasolio	* 0,267
Benzina	* 0,249

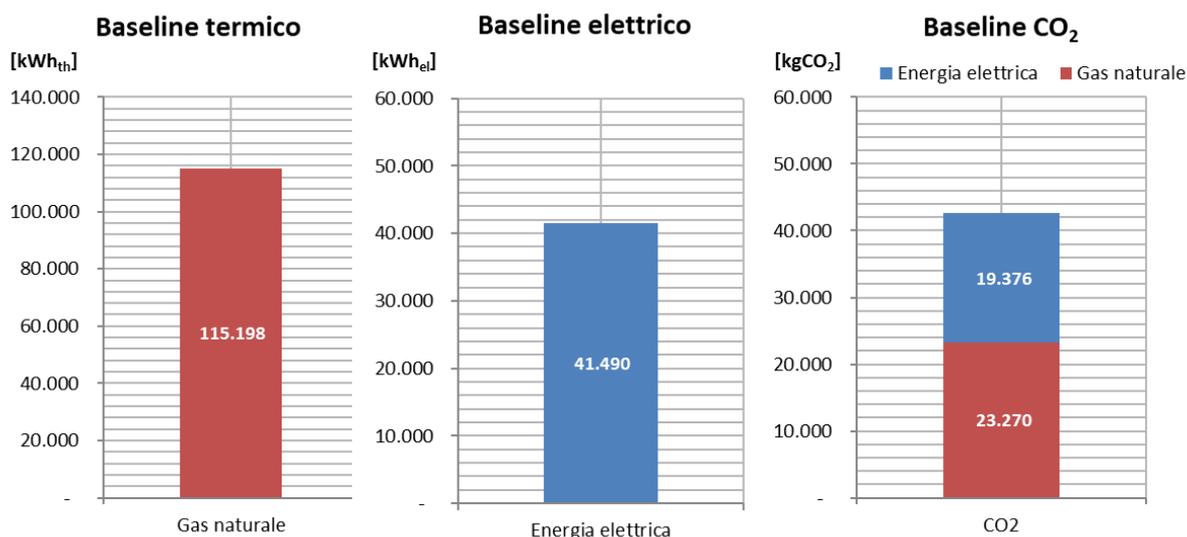
* da “Linee Guida Patto dei Sindaci” per anno 2010

Applicando tali fattori di conversione è stato possibile valutare la Baseline delle emissioni di CO₂, come riportato nella Tabella 5.11 – Baseline delle emissioni di CO₂. Tabella 5.11 e nella Figura 5.3

Tabella 5.11 – Baseline delle emissioni di CO₂.

COMBUSTIBILE	CONSUMO DI BASELINE	FATTORE DI CONVERSIONE	
	[kWh]	[tCO ₂ /MWh]	[tCO ₂]
Gas naturale	115.198	0,202	23.270
Energia elettrica	41.490	0,467	19.376

Figura 5.3 – Rappresentazione grafica della Baseline delle emissioni di CO₂.



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

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

COMBUSTIBILE	F _{P,nren}	F _{P,ren}	F _{P,tot}
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 CONSUMI RILEVATI5, in funzione dei fattori riportati nella Tabella 5.13.

Tabella 5.13 – Fattori di riparametrizzazione

PARAMETRO		VALORE	U.M.
FATTORE 1	Superficie netta riscaldata	1.964	m ²
FATTORE 1	Superficie netta complessiva delle aree interne (riscaldate e non riscaldate)	2.561	m ²
FATTORE 1	Volume lordo complessivo (aree interne riscaldate e non riscaldate)	13.473	m ³

Nella Tabella 5.14 e

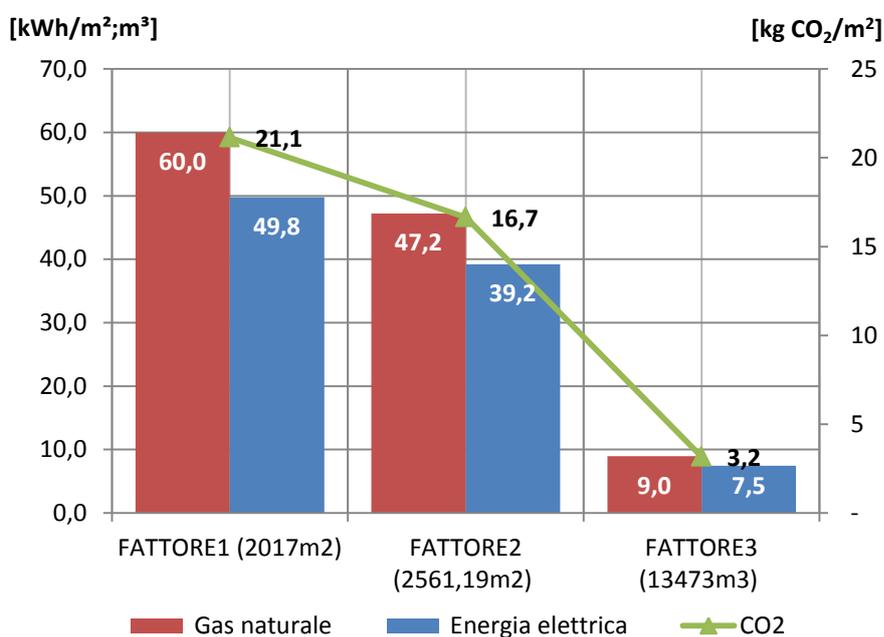
Tabella 5.15 sono riportati gli indicatori di performance valutati coerentemente con quanto riportato nella sezione 2.5 dell’Allegato J – Schede di audit.

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

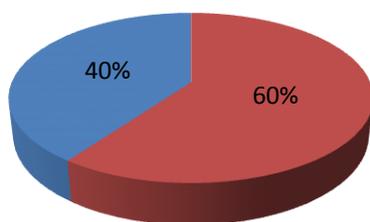
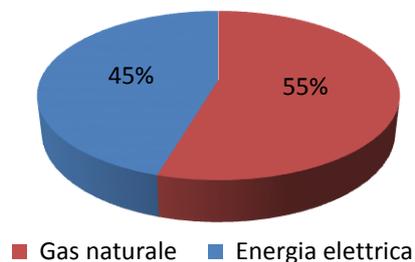
VETTORE ENERGETICO	CONSUMO ENERGETICO DI BASELINE	FATTORE DI CONVERSIONE ENERGIA PRIMARIA TOTALE	CONSUMO DI ENERGIA PRIMARIA TOTALE	INDICATORI DI CONSUMO ENERGIA PRIMARIA TOTALE			INDICATORI AMBIENTALI		
				FATTORE 1	FATTORE 2	FATTORE 3	FATTORE 1	FATTORE 2	FATTORE 3
	[kWh/anno]		[kWh/anno]	[kWh/m ²]	[kWh/m ²]	[kWh/m ³]	[Kg CO ₂ /m ²]	[Kg CO ₂ /m ²]	[Kg CO ₂ /m ³]
Gas naturale	115.198	1,05	120.958	60,0	47,2	9,0	11,54	9,09	1,73
Energia elettrica	41.490	2,42	100.407	49,8	39,2	7,5	9,61	7,57	1,44
TOTALE			221.365	110	86	16	21	17	3

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 ENERGIA PRIMARIA NON RINN.	CONSUMO DI ENERGIA PRIMARIA NON RINN. [kWh/anno]	INDICATORI DI CONSUMO ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE			INDICATORI AMBIENTALI		
				FATTORE 1 [kWh/m ²]	FATTORE 2 [kWh/m ²]	FATTORE 3 [kWh/m ³]	FATTORE 1 [Kg CO ₂ /m ²]	FATTORE 2 [Kg CO ₂ /m ²]	FATTORE 3 [Kg CO ₂ /m ³]
Gas naturale	115.198	1,05	120.958	60,0	47,2	9,0	11,54	9,09	1,73
Energia elettrica	41.490	1,95	80.906	40,1	31,6	6,0	9,61	7,57	1,44
TOTALE			201.864	100	79	15	21	17	3

Figura 5.4 – Indicatori di performance e relative emissioni di CO₂ valutati in funzione della superficie utile riscaldataFigura 5.5 – Ripartizione % dei consumi specifici di energia primaria e delle relative emissioni di CO₂

Ripartizione % energia primaria

Ripartizione % emissioni CO₂

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 _R			IEN _E		
	Wh/(m ³ GG anno)			Wh/(m ² anno)		
	2014	2015	2016	2014	2015	2016
Gas Naturale	8,04	5,86	4,98	-	-	-
Energia elettrica	-	-	-	19,03	19,88	21,43

E’ stato quindi possibile effettuare un raffronto con le classi di merito riportate nelle suddette Linee Guida ENEA - FIRE, ottenendo mediamente classi di merito Buono per il riscaldamento ed Insufficiente per l’energia elettrica.

Si rimanda nell’allegato M il dettaglio riassuntivo di tutti gli indici di performance in condizioni standard ed adattati all’utenza.

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 e UNI-TS 11300-4:2016.

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		ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE	U.M.	ENERGIA PRIMARIA TOTALE	U.M.
Globale	EP _{gl}	146.75	kWh/mq anno	155.35	kWh/mq anno
Climatizzazione invernale	EP _H	112.8	kWh/mq anno	113.7	kWh/mq anno
Produzione di acqua calda sanitaria	EP _w	1.92	kWh/mq anno	1.92	kWh/mq anno
Ventilazione	EP _v	[-]	kWh/mq anno	[-]	kWh/mq anno
Raffrescamento	EP _c	[-]	kWh/mq anno	[-]	kWh/mq anno
Illuminazione artificiale	EP _L	32	kWh/mq anno	39.8	kWh/mq anno
Trasporto di persone e cose	EP _T	[-]	kWh/mq anno	[-]	kWh/mq anno
Emissioni equivalenti di CO2	CO _{2eq}	29.3	Kg/mq anno	31	Kg/mq anno

Gli indici di prestazione energetica sopra riportati corrispondono ad un quantitativo annuo di vettore energetico consumato, riportato nella **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**

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

FONTE ENERGETICA UTILIZZATA	CONSUMO	ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE
	[Nm ³ /anno]	[kWh/anno]
Gas Naturale	20893	218058
	[kWh/anno]	[kWh/anno]
Energia Elettrica	35948	70098

Il modello di calcolo utilizzato deve essere validato tramite confronto con la baseline energetica, secondo la presente scala di congruità:

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

Dove:

- $Q_{teorico}$ è il fabbisogno teorico dell’edificio, come calcolato dal software di simulazione, ed è assunto pari a fabbisogno di energia per la combustione ($Q_{gn,in}$) così come definito dalla norma UNI TS 11300 parte 2;
- $Q_{baseline}$ è il consumo reale (destagionalizzato nel caso di climatizzazione), dell’edificio, definito dalla baseline energetica.

Tale raffronto deve essere realizzato sia per il consumo termico, che per il consumo elettrico.

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 l’orario di funzionamento effettivo dell’impianto termico e gli indici di occupazione reali dell’edificio.

Nella Tabella 6.5 sono riportati gli indicatori di performance energetica ricavati dalla modellazione dell’edificio in modalità “Adattata all’utenza”.

Tabella 6.3 – Indicatori di performance energetica ricavati dalla modellazione (valutazione in modalità adattata all’utenza)

INDICE DI PRESTAZIONE ENERGETICA		ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE	U.M.	ENERGIA PRIMARIA TOTALE	U.M.
Globale	EP_{gl}	97.66	kWh/mq anno	105.89	kWh/mq anno
Climatizzazione invernale	EP_H	63.69	kWh/mq anno	64.19	kWh/mq anno
Produzione di acqua calda sanitaria	EP_w	1.92	kWh/mq anno	1.92	kWh/mq anno
Ventilazione	EP_v	[-]	kWh/mq anno	[-]	kWh/mq anno
Raffrescamento	EP_c	[-]	kWh/mq anno	[-]	kWh/mq anno
Illuminazione artificiale	EP_L	32.05	kWh/mq anno	39.78	kWh/mq anno
Trasporto di persone e cose	EP_T	[-]	kWh/mq anno	[-]	kWh/mq anno
Emissioni equivalenti di CO2	CO_{2eq}	19.3	Kg/mq anno	21	Kg/mq anno

Gli indici di prestazione energetica sopra riportati corrispondono ad un quantitativo annuo di vettore energetico consumato, riportato nella Tabella 6.4.

Tabella 6.4 – Consumo di vettore energetico ricavato dalla modellazione (valutazione in modalità adattata all’utenza)

FONTE ENERGETICA UTILIZZATA	CONSUMO	ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE	
	[Nm ³ /anno]	[kWh/anno]	
Gas Naturale	12.000	125.244	
	[kWh/anno]	[kWh/anno]	
Energia Elettrica	42.129	85.463	

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

Tabella 6.5 – Validazione del modello energetico termico (valutazione adattata all’utenza)

Q_{teorico}	Q_{baseline}	Congruità
[kWh/anno]	[kWh/anno]	[%]
119280	115198	3%

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

Validazione del modello elettrico

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

Tabella 6.6 – Validazione del modello energetico elettrico (valutazione in modalità adattata all’utenza)

EE_{teorico}	EE_{baseline}	Congruità
[kWh/anno]	[kWh/anno]	[%]
42.129	41.490	1,5%

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

6.2 FABBISOGNI ENERGETICI

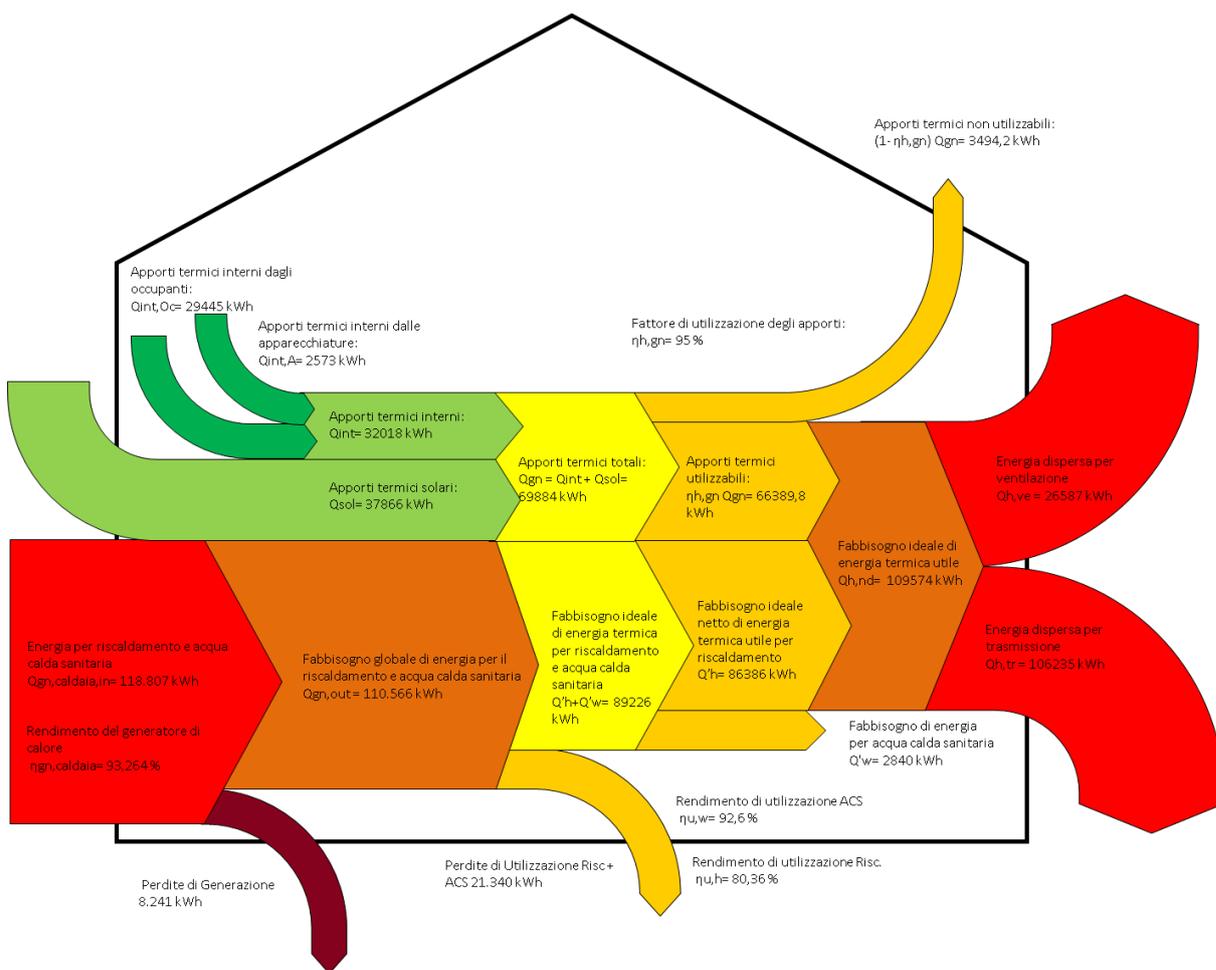
Al fine di valutare la prestazione energetica del sistema edificio-impianti si è reso necessario predisporre i risultati della modellazione energetica nella forma di un bilancio energetico che descriva l’andamento dei flussi energetici caratteristici dell’edificio in modo da valutare in maniera puntuale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

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

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

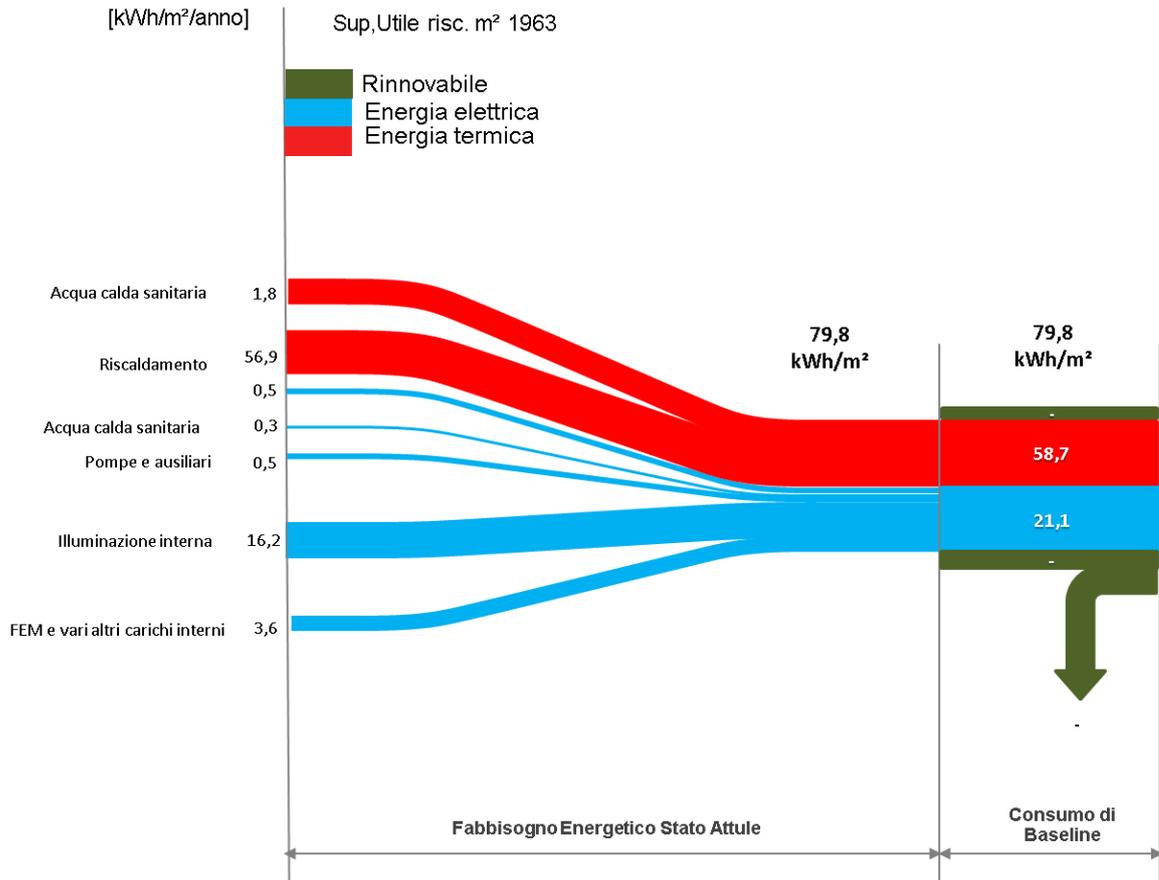
I risultati del bilancio energetico termico sono stati rappresentati nella forma di diagramma di Sankey riportato in Figura 6.1

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



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

Figura 6.2 – Bilancio energetico complessivo dell'edificio

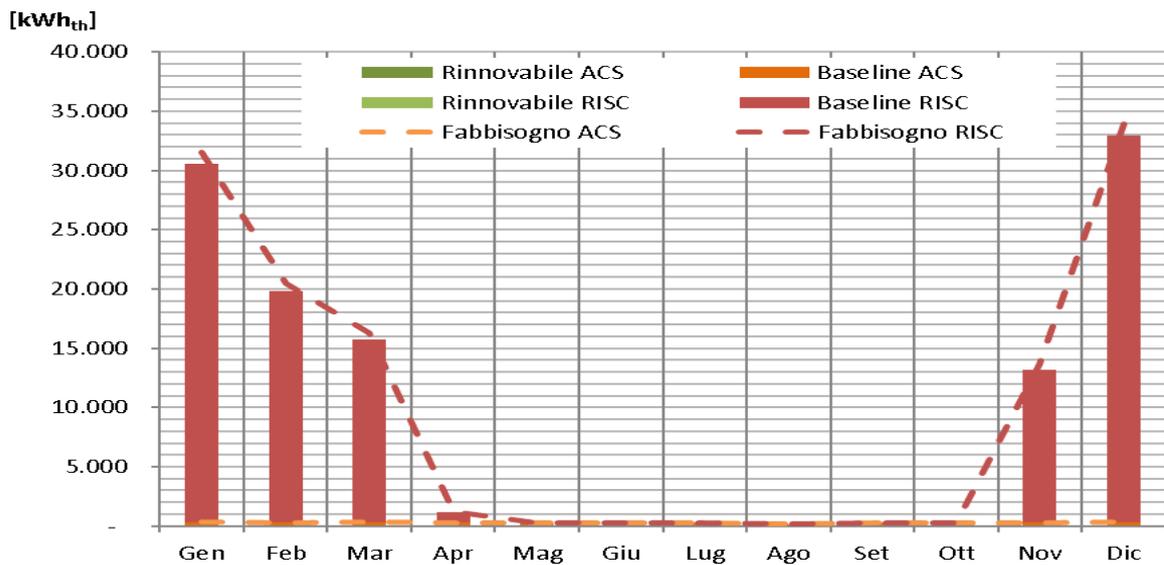


6.3 PROFILI ENERGETICI MENSILI

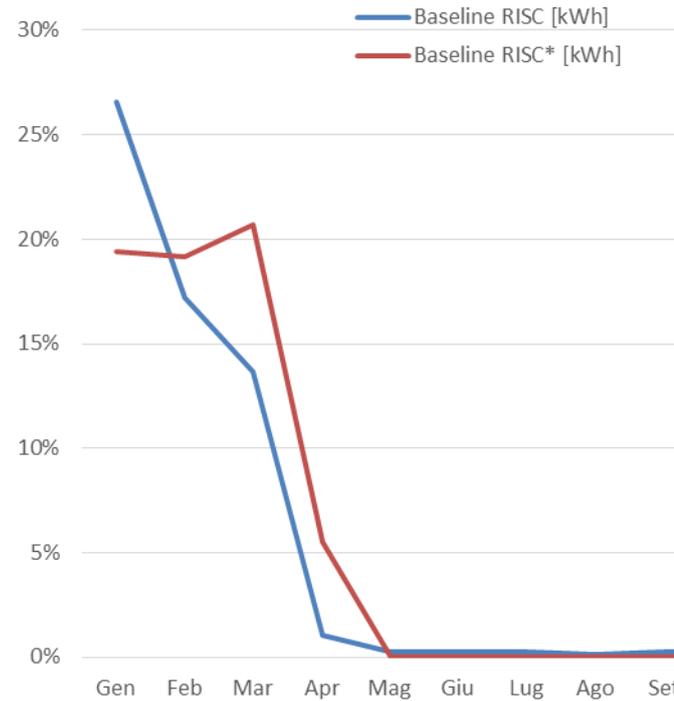
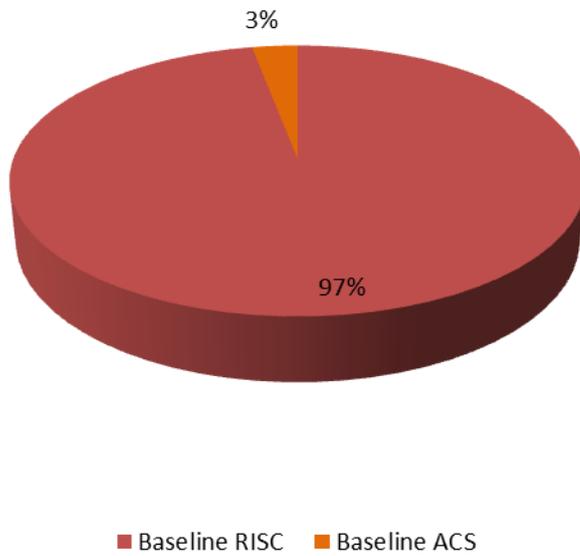
La creazione di un modello energetico consente di effettuare una più corretta ripartizione dei consumi energetici in funzione dei diversi utilizzi.

La ripartizione mensile dei fabbisogni energetici termici ricavati dalla modellazione è riportata in figura 6.3

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



Ripartizione consumi termici

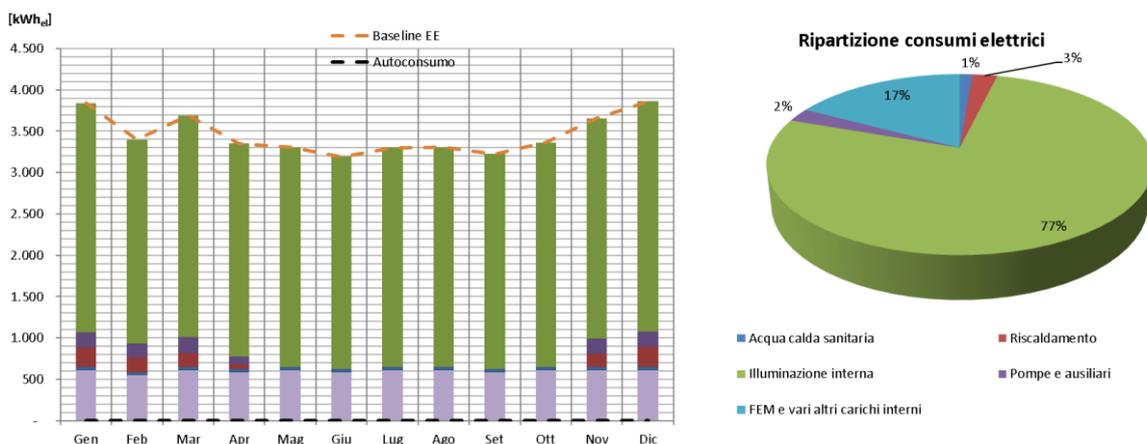


Si può notare come la maggior parte dei consumi termici sia da attribuirsi all'utilizzo per la climatizzazione invernale dei locali, pertanto, gli interventi migliorativi proposti andranno ad interessare principalmente i componenti asserviti a tale servizio.

Si è inoltre effettuato un confronto grafico tra i profili mensili ottenuti dalla modellazione termica ed i profili mensili ottenuti tramite la ripartizione dei consumi annuali di Baseline, adibiti al riscaldamento degli ambienti, in funzione dei profili mensili dei GG_{rif}.

La ripartizione dei fabbisogni energetici elettrici ricavati dalla modellazione è riportata in Figura 6.4

Figura 6.4 – Andamento stagionale dei consumi elettrici, ripartiti tra le varie utenze, ricavati dalla modellazione



Si può notare come la maggior parte dei consumi sia da attribuirsi ai servizi di acqua calda sanitaria e illuminazione interna, pertanto, gli interventi migliorativi proposti andranno ad interessare principalmente i componenti asserviti a tali sistemi.

7 ANALISI DEI COSTI PRE-INTREVENTO

7.1 COSTI RELATIVI ALLA FORNITURA DEI VETTORI ENERGETICI

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

7.1.1 Vettore termico

La fornitura del vettore termico avviene tramite due contratti differenti per i due PDR presenti all'interno dell'edificio, come di seguito elencato:

- PDR 1 – 03270050383878: 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 – 03270020708992: contratto di fornitura del solo vettore energetico, stipulato direttamente dalla PA con la società di fornitura. E' stato quindi possibile effettuare un'analisi di dettaglio dei costi fatturati e delle caratteristiche del contratto di fornitura.

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

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

PDR: 03270020708992	2014	2015	2016
Indirizzo di fornitura			
Dati di intestazione fattura		Piazza Duca degli Abruzzi 6 16167 Genova (GE)	Piazza Duca degli Abruzzi 6 16167 Genova (GE)
Società di fornitura		IREN MERCATO SPA	ENI
Inizio periodo fornitura		-	01/04/2015
Fine periodo fornitura		31/03/14	31/03/16
Classe del contatore		Classe G004	Classe G0004
Tipologia di contratto		PUNTO DI RICONSEGNA PER SERVIZIO PUBBLICO	UTENZE CON ATTIVITA' DI SERVIZIO PUBBLICO
Opzione tariffaria (*)		-	-
Valore del coefficiente correttivo dei consumi		1,023328	1,023328
Potere calorifico inferiore convenzionale del combustibile		9,42 kWh/smc	9,42 kWh/smc
Prezzi di fornitura del combustibile (*) (IVA INCLUSA) [€/smc]		0,249	0,283

Nota (14) per fatturazioni non mensili la spesa economica mensile andrà calcolata suddividendo percentualmente la spesa aggregata in base ai valori di consumo energetico mensile.

Nota (15): 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 per il PDR1 è stato stipulato un Contratto di Servizio Energia SIE3 per cui non è possibile reperire i dati. Per il PDR2 sono mancanti le fatturazioni dell'anno 2014. Si nota che ogni anno in corrispondenza del passaggio da una stagione termica all'altra è cambiato il fornitore del metano ed a sua volta anche il costo medio annuo di fornitura del combustibile.

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

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

PDR: 03270050383878	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						2.445	28.650	0,085
Febbraio						2.111	24.730	0,085
Marzo						2.110	24.726	0,085
Aprile						297	3.485	0,085
Maggio						-	-	-
Giugno						-	-	-
Luglio						-	-	-
Agosto						-	-	-
Settembre						-	-	-
Ottobre						-	-	-
Novembre						1.300	15.229	0,085
Dicembre						1.704	19.970	0,085
Totale	-	-	-	-	-	9.968	116.789	0,085
PDR: 03270050383878	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						1.385	16.233	0,085
Febbraio						1.888	22.120	0,085
Marzo						1.775	20.794	0,085
Aprile						349	4.093	0,085
Maggio						-	-	-
Giugno						-	-	-
Luglio						-	-	-
Agosto						-	-	-
Settembre						-	-	-
Ottobre						-	-	-
Novembre						854	10.001	0,085
Dicembre						1.147	13.442	0,085
Totale	-	-	-	-	-	7.398	86.683	0,085
PDR: 03270050383878	QUOTA ENERGIA	ONERI DI SISTEMA PARTE FISSA	ONERI DI SISTEMA PARTE VARIABILE	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURATO	COSTO UNITARIO (IVA INCLUSA)
ANNO 2016	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[KWH]	[€/kWh]
Gennaio						1.458	16.890	0,086
Febbraio						1.242	14.394	0,086
Marzo						1.457	16.877	0,086
Aprile						152	1.763	0,086
Maggio						-	-	-
Giugno						-	-	-
Luglio						-	-	-

Agosto	-	-	-
Settembre	-	-	-
Ottobre	-	-	-
Novembre	1.038	12.028	0,086
Dicembre	1.255	14.538	0,086
Totale	-	-	-
	6.602	76.490	0,086

PDR 2: 03270020708992	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								
Febbraio								
Marzo								
Aprile								
Maggio								
Giugno								
Luglio								
Agosto								
Settembre								
Ottobre								
Novembre								
Dicembre								
Totale	-	-	-	-	-	-	-	-
PDR: 3270020708992	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								
Febbraio								
Marzo	259	11	88	104	59	522	5.687	0,092
Aprile								
Maggio								
Giugno	325	12	136	227	154	854	10.795	0,079
Luglio	52	4	22	40	26	144	1.799	0,080
Agosto	49	4	21	38	24	135	1.686	0,080
Settembre	70	4	30	55	35	194	2.440	0,079
Ottobre	69	4	29	53	34	189	2.364	0,080
Novembre	354	4	149	272	171	950	12.105	0,078
Dicembre	531	4	204	409	252	1.400	18.171	0,077
Totale	1.709	46	679	1.199	757	4.389	55.048	0,080
PDR: 3270020708992	QUOTA ENERGIA	ONERI DI SISTEMA PARTE FISSA	ONERI DI SISTEMA PARTE VARIABILE	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURATO	COSTO UNITARIO (IVA INCLUSA)
ANNO 2016	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[KWH]	[€/kWh]

E4 – Scuola elementare “E.Fermi”

Gennaio	515	4	241	396	224	1.379	19.313	0,071
Febbraio	448	4	201	367	224	1.244	16.344	0,076
Marzo	412	4	176	338	205	1.135	15.044	0,075
Aprile	147	3	9	14	40	214	688	0,311
Maggio	59	3	36	60	34	191	2.760	0,069
Giugno	5	3	3	5	3	18	217	0,083
Luglio	4	3	2	4	3	16	188	0,087
Agosto	4	3	2	4	3	16	188	0,087
Settembre	5	3	3	5	3	18	217	0,084
Ottobre	11	3	5	10	6	36	452	0,079
Novembre	41	3	19	37	22	121	1.630	0,074
Dicembre	90	3	42	81	47	262	3.598	0,073
Totale	1.741	34	739	1.321	815	4.650	60.638	0,077

PDR: 3270023510825	QUOTA ENERGIA	ONERI DI SISTEMA PARTE FISSA	ONERI DI SISTEMA PARTE VARIABILE	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURATO	COSTO UNITARIO (IVA INCLUSA)
ANNO 2016	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[KWH]	[€/kWh]
Conguaglio Apr Energetic	155,45	0	95,71	151,75	88,6402	491,5502	775	0,634
Conguaglio Giugno Energetic	1,2	0	0,71	1,27	0,6996	3,8796	6	0,644
Conguaglio Luglio Energetic	1,25	0	0,73	1,27	0,715	3,965	6	0,660
Conguaglio Agosto Energetic	1,24	0	0,73	1,27	0,7128	3,9528	6	0,658
Conguaglio Settembre Energetic	1,03	0	0,61	1,06	0,594	3,294	5	0,658
Conguaglio Ottobre Energetic	-3,53	0	-1,64	-3,18	-1,837	-10,187	-15	0,679

Per le forniture di gas metano gestite tramite il Contratto di Servizio Energia SIE3, non essendo disponibile la fatturazione, è stato considerato il costo unitario del vettore termico definito dal file gas-MTutela_Rev02, implementato sul file Grafici_Template. Inoltre nella colonna “Totale” del PDR2 sono stati tenuti in considerazione tutti gli arrotondamenti ed eventuali somme scomputabili indicate sulle bollette. L’assenza di letture rilevate mensili dei consumi rende questa valutazione, almeno per il PDR2, efficace relativamente alla stagione intesa come quella di riscaldamento piuttosto che annuale.

È da considerare che i consumi stimati da tale analisi differiscono da quelli comunicati dalla stazione appaltante, per cui i consumi utilizzati nella presente diagnosi sono quelli indicati dal file Kyoto.

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’AEEGSI.

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

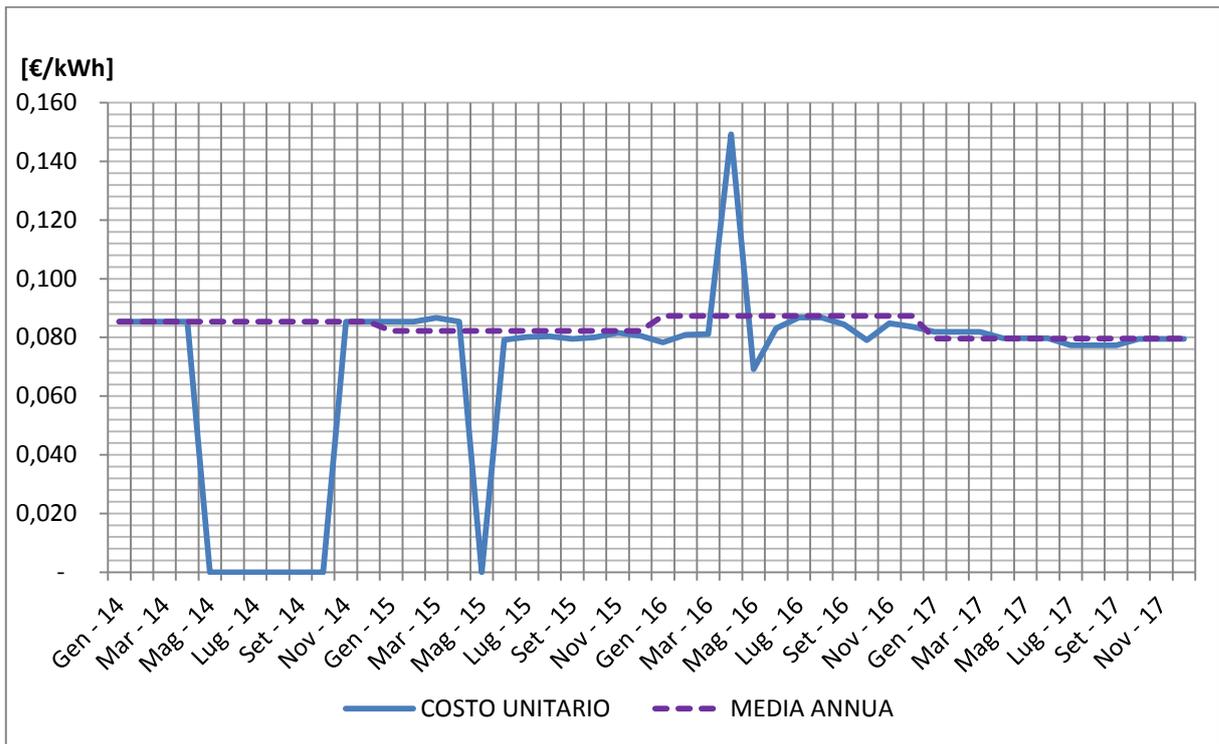
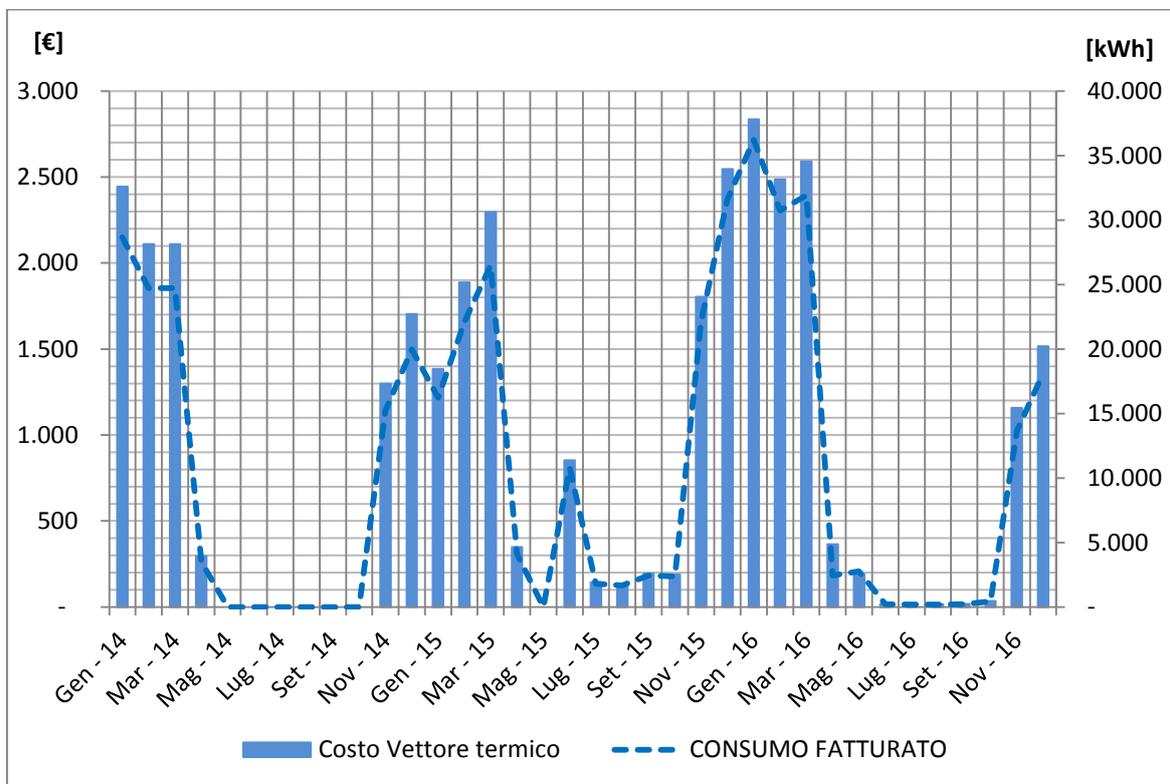


Figura 7.2 – Andamento del costo unitario del vettore termico per il triennio di riferimento e per il 2017



Dall’analisi effettuata risulta evidente che l’andamento dei costi è oscillante con picchi nei mesi della stagione di riscaldamento, essendo questa la componente dominante che ha come costo medio definito a monte così come indicato dalla stazione appaltante attraverso l’uso del foglio di calcolo fornito “gas-Mtutela_Rev02”. L’andamento energetico è stato ricostruito così come descritto e

suggerito dalla PA, dipendente dalla temperatura esterna. Per il PDR 2 i mesi estivi più significativi sono quelli dell’anno 2016 per il quale erano disponibili le letture mensili rilevate dal fornitore.

7.1.2 Vettore elettrico

La fornitura del vettore elettrico avviene tramite due contratti differenti per i tre POD presenti all’interno dell’edificio, come di seguito elencato:

- POD 1 – IT001E00096549: contratto di fornitura del vettore energetico, stipulato direttamente dalla PA con la società di fornitura. E’ stato quindi possibile effettuare un’analisi di dettaglio dei costi fatturati e delle caratteristiche del contratto di fornitura.
- POD 2 – IT001E00096548: 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 7.3 si riportano le principali caratteristiche del contratto di fornitura del vettore termico per gli anni di riferimento.

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

POD: IT001E00096549	2014	2015	2016
Indirizzo di fornitura			
Dati di intestazione fattura	Piazza Duca degli Abruzzi n. 6 Genova (GE)	Piazza Duca degli Abruzzi n. 6 Genova (GE)	Piazza Duca degli Abruzzi n. 6 Genova (GE)
Società di fornitura	Edison	Gala	Iren
Inizio periodo fornitura	01/10/13	01/04/15	01/04/16
Fine periodo fornitura	31/03/15	31/03/16	-
Potenza elettrica impegnata	28 kW	25 kW	25 kW
Potenza elettrica disponibile	28 kW	28 kW	28 kW
Tipologia di contratto	Forniture in BT (escluso IP)	380 V	BT, Allacciamento 380 V
Opzione tariffaria ⁽¹⁾	Trioraria	Trioraria	Trioraria
Prezzi del fornitore dell’energia elettrica ⁽²⁾ [€/kWh]	0,082	0,069	0,088

Nota (16) per fatturazioni non mensili la spesa economica mensile andrà calcolata suddividendo percentualmente la spesa aggregata in base ai valori di consumo energetico mensile.

Nota (17): 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.

POD: IT001E00096548	2014	2015	2016
Indirizzo di fornitura			
Dati di intestazione fattura	Piazza Duca degli Abruzzi n. 6 Genova (GE)	Piazza Duca degli Abruzzi n. 6 Genova (GE)	Piazza Duca degli Abruzzi n. 6 Genova (GE)
Società di fornitura	Edison	Gala	Iren
Inizio periodo fornitura	01/10/13	01/04/15	01/04/16
Fine periodo fornitura	31/03/15	31/03/16	-
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)	380 V	BT, Allacciamento 380 V
Opzione tariffaria ⁽¹⁾	Trioraria	Trioraria	Trioraria

Prezzi del fornitura dell'energia elettrica ⁽²⁾ [€/kWh]	0,132	0,086	0,105
--	-------	-------	-------

Nota (18) per fatturazioni non mensili la spesa economica mensile andrà calcolata suddividendo percentualmente la spesa aggregata in base ai valori di consumo energetico mensile.

Nota (19): 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 la fornitura dell'elettricità varia il gestore di anno in anno modificando a sua volta il prezzo tariffario medio.

Nella Tabella 7.4 si riporta l'andamento del costo del vettore elettrico nel triennio di riferimento, suddiviso nelle varie componenti.

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

POD: IT001E00096549	VENDITA	ONERI DI SISTEMA PARTE FISSA	ONERI DI SISTEMA PARTE VARIABILE	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURAT O	COSTO UNITARIO
Anno 2014	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[kWh]	[€/kWh]
Gennaio	114	19	180	20	33	397	1.604	0,247
Febbraio	210	34	299	33	57	896	3.626	0,247
Marzo	207	33	295	32	57	625	2.589	0,241
Aprile	179	39	273	28	52	573	2.248	0,255
Maggio	171	37	265	27	50	549	2.173	0,253
Giugno	108	24	171	17	32	323	1.391	0,233
Luglio	-	-	-	-	-	-	-	-
Agosto	27	6	112	5	15	166	385	0,430
Settembre	124	25	220	20	39	428	1.582	0,271
Ottobre	170	32	273	27	50	552	2.161	0,255
Novembre	170	32	274	28	50	555	2.200	0,252
Dicembre	-	-	-	-	-	-	-	-
Totale	1.481	282	2.362	237	436	5.064	19.959	0,254
POD: IT001E00096549	VENDITA	ONERI DI SISTEMA PARTE FISSA	ONERI DI SISTEMA PARTE VARIABILE	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURAT O	COSTO UNITARIO
Anno 2015	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[kWh]	[€/kWh]
Gennaio	350	65	561	59	114	1.148	4.698	0,244
Febbraio	178	34	293	32	54	589	2.520	0,234
Marzo	181	35	306	33	56	611	2.669	0,229
Aprile	60	17	171	17	26	291	1.334	0,218
Maggio	65	20	190	20	29	323	1.578	0,205
Giugno	64	19	188	19	29	319	1.553	0,205
Luglio	59	-	188	14	26	288	1.159	0,248
Agosto	77	-	244	19	34	374	1.497	0,250
Settembre	21	-	120	6	15	161	1.473	0,109
Ottobre	53	17	194	19	28	312	1.519	0,205
Novembre	88	-	282	27	40	437	1.509	0,289
Dicembre	114	-	320	33	47	514	2.671	0,192
Totale	1.308	206	3.056	298	497	5.366	24.180	0,222

E4 – Scuola elementare “E.Fermi”

POD: IT001E00096549	VENDITA	ONERI DI SISTEMA PARTE FISSA	ONERI DI SISTEMA PARTE VARIABILE	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURAT O	COSTO UNITARIO
Anno 2016	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]		[kWh]	[€/kWh]
Gennaio	75	-	197	22	29	323	1.724	0,187
Febbraio	103	-	253	31	39	426	2.508	0,170
Marzo	-	-	-	-	-	-	-	-
Aprile	-	-	-	-	-	-	-	-
Maggio	240	-	504	55	80	879	4.372	0,201
Giugno	76	-	179	16	27	297	1.261	0,236
Luglio	50	-	133	9	19	211	693	0,304
Agosto	37	-	123	7	17	184	576	0,319
Settembre	112	-	199	19	33	363	1.517	0,239
Ottobre	176	-	251	27	45	500	2.154	0,232
Novembre	229	-	282	32	54	596	2.535	0,235
Dicembre	204	-	270	30	50	554	2.404	0,231
Totale	1.301	-	2.392	247	393	4.333	19.744	0,219

POD: IT001E00096548	VENDITA	ONERI DI SISTEMA PARTE FISSA	ONERI DI SISTEMA PARTE VARIABILE	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURAT O	COSTO UNITARIO
Anno 2014	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[kWh]	[€/kWh]
Gennaio	143	24	197	25	121	510	2.004	0,254
Febbraio	131	23	166	22	75	417	1.677	0,248
Marzo	128	22	164	22	74	411	1.739	0,236
Aprile	114	27	151	19	68	380	1.550	0,245
Maggio	112	26	150	19	68	375	1.529	0,245
Giugno	98	23	136	17	61	336	1.365	0,246
Luglio	-	-	-	-	-	-	-	-
Agosto	94	21	130	16	57	318	1.300	0,245
Settembre	92	20	126	16	56	309	536	0,577
Ottobre	109	22	150	19	66	365	1.495	0,244
Novembre	111	23	154	20	68	375	1.561	0,240
Dicembre	107	23	157	19	63	369	1.544	0,239
Totale	1.239	254	1.680	214	777	4.164	17.578	0,237

POD: IT001E00096548	VENDITA	ONERI DI SISTEMA PARTE FISSA	ONERI DI SISTEMA PARTE VARIABILE	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURAT O	COSTO UNITARIO
Anno 2015	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]		[kWh]	[€/kWh]
Gennaio	105	20	147	19	64	356	1.554	0,229
Febbraio	96	20	145	19	61	340	1.483	0,230
Marzo	104	22	163	21	68	379	1.547	0,245
Aprile	75	20	187	20	30	332	1.579	0,211
Maggio	47	13	141	13	47	259	1.473	0,176
Giugno	45	13	141	13	47	259	1.469	0,176
Luglio	79	-	149	18	54	301	1.606	0,187
Agosto	125	-	191	30	76	421	1.425	0,296

E4 – Scuola elementare “E.Fermi”

Settembre	81	-	160	20	57	318	1.558	0,204
Ottobre	59	17	194	20	29	319	1.832	0,174
Novembre	79	-	198	24	66	367	1.798	0,204
Dicembre	83	-	193	23	66	365	1.843	0,198
Totale	978	125	2.008	240	666	4.017	19.167	0,210
POD: IT001E00096548	VENDITA	ONERI DI SISTEMA PARTE FISSA	ONERI DI SISTEMA PARTE VARIABILE	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURAT O	COSTO UNITARIO
Anno 2016	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]		[kWh]	[€/kWh]
Gennaio	80	-	196	22	66	364	1.770	0,206
Febbraio	83	-	182	24	64	353	1.888	0,187
Marzo	81	-	163	25	59	328	1.967	0,167
Aprile	-	-	-	-	-	-	-	-
Maggio	190	-	403	44	140	777	3.495	0,222
Giugno	74	-	164	16	56	310	1.262	0,246
Luglio	84	-	159	15	57	315	1.194	0,264
Agosto	73	-	156	14	54	297	1.152	0,258
Settembre	117	-	194	21	72	404	1.641	0,246
Ottobre	142	-	209	23	82	455	1.816	0,251
Novembre	142	-	198	21	79	439	1.672	0,263
Dicembre	146	-	207	22	83	458	1.798	0,255
Totale	1.213	-	2.231	245	811	4.500	19.655	0,229

Nel grafico in 3 è riportato l'andamento del costo unitario del vettore elettrico nel triennio di riferimento e per le mensilità dell'anno 2017 per cui è stato possibile ricavare i costi unitari forniti dall'AEEGSI.

Figura 7.3 – Andamento del costo unitario del vettore elettrico per il triennio di riferimento e per il 2017

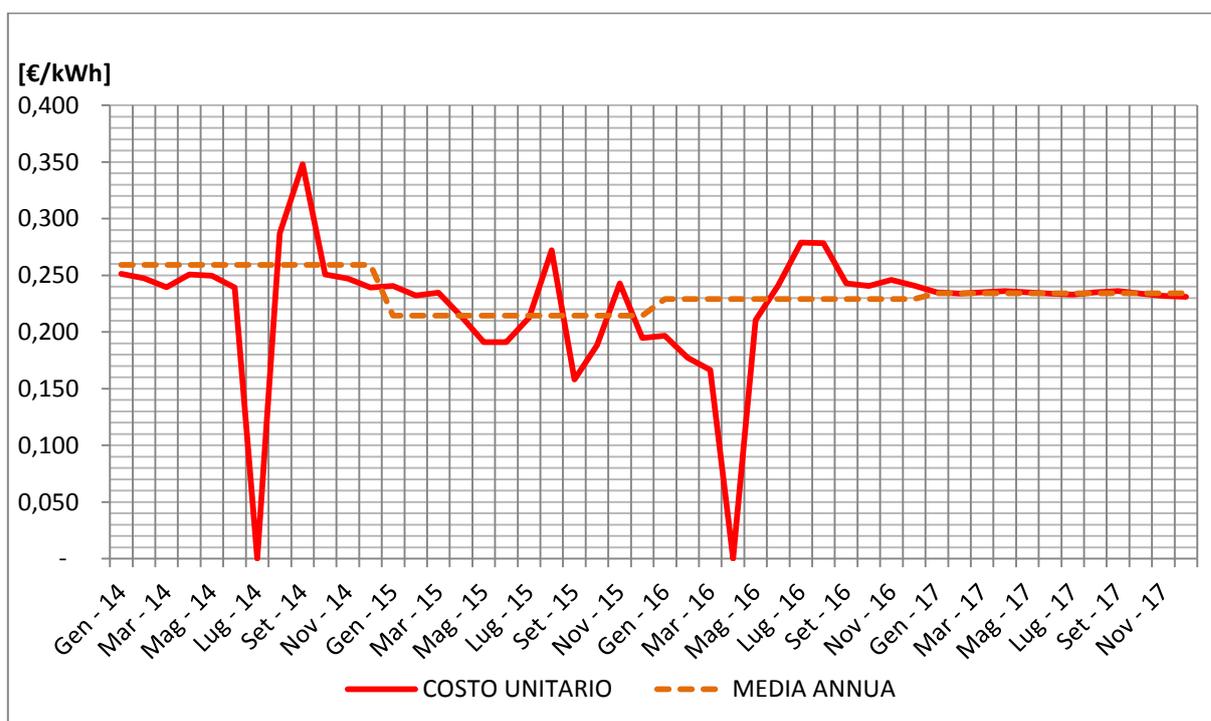
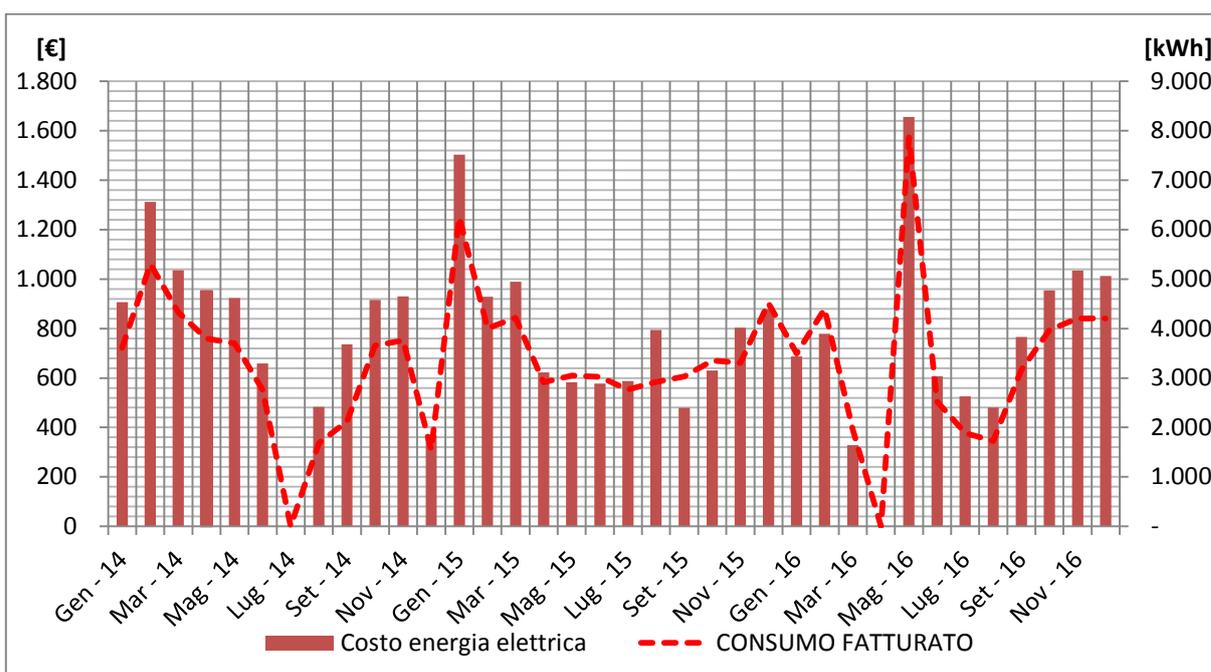


Figura 7.4 – Andamento dei consumi e dei costi dell’energia elettrica



Dall’analisi effettuata risulta evidente che per consumo fatturato s’intende quello indicato su ogni bolletta, che potrebbe contenere o meno conguagli anche di altri mesi. I reali consumi mensili (comprensivi dei conguagli posticipati) sono stati presi in considerazione nelle valutazioni energetiche dell’edificio descritte nel Capitolo 5.

Dall’analisi risulta che l’andamento dei costi unitari è fluttuante nei mesi di monitoraggio e che in media l’anno più conveniente è risultato essere quello del 2015. Risulta evidente che il consumo rilevato è somma di due destinazioni d’uso differenti perché l’uso scolastico non comporta consumi nei mesi estivi che qui sono presenti (consumi della Polizia Municipale).

7.2 TARIFFE E PREZZI VETTORI ENERGETICI UTILIZZATI NELL’ANALISI

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

Nella Tabella 7.5 sono sintetizzati i costi ed i consumi energetici precedentemente analizzati.

Tabella 7.5 - Sintesi dei consumi nel triennio di riferimento

ANNO	VETTORE TERMICO			VETTORE ELETTRICO			TOTALE
	[kWh]	[€]	[€/kWh]	[kWh]	[€]	[€/kWh]	[€]
2014	9.968	116.789	11,716	36.259	9.053	0,25	125.842
2015	141.731	11.788	0,0832	43.383	9.373	0,22	21.160
2016	137.129	11.252	0,0821	39.399	8.823	0,22	20.075
2017			0,081			0,214	
Media	139.430	11.520	0,083	39.680	9.083	0,23	55.692

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

Tabella 7.6.

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

Definizione		Valore	U.M.
Costo unitario dell'energia termica	Valore relativo all'ultimo anno a disposizione	C_{UQ} 0,081	[€/kWh]
Costo unitario dell'energia elettrica	Valore relativo all'ultimo anno a disposizione	C_{UE} 0,214	[€/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:

- L1-042-124: servizio SIE3
- L1-042-445: servizio di conduzione e manutenzione caldaia con potenza < 35 kW

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

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

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 7.7.

Tabella 7.7 – Valori di costo 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} 9.222	[€/anno]
Costo per la manutenzione straordinaria	Media relativa a gli stessi anni considerati per il rilevamento dei consumi storici	C_{MS} 2.451	[€/anno]

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

Tali servizi prevedono il pagamento di un canone annuale da parte della PA pari a 11.673 € comprensivo della sola quota di manutenzione mentre 20.990 € comprensivo della quota di energia termica.

7.4 BASELINE DEI COSTI

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

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

Per la componente energetica vale la seguente formula:

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

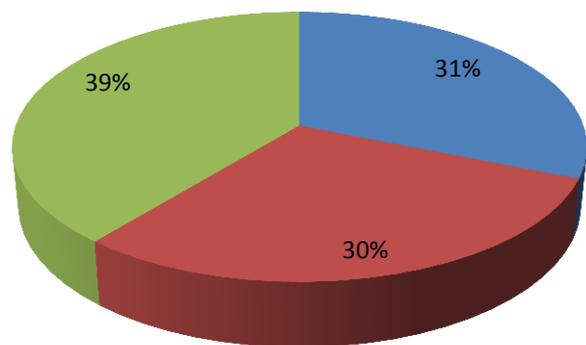
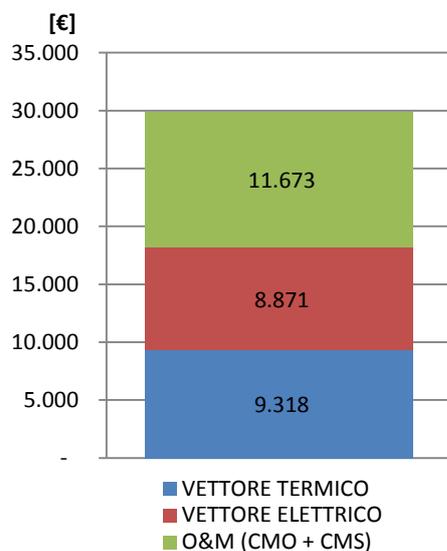
La Baseline dei Costi per il sistema edificio/impianti pre-intervento è pertanto uguale a:

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

Ne risulta quindi un C_E pari a 18.189 € e un $C_{baseline}$ pari a 26.076 €

Figura 7.2 – Confronto tra i costi medi e di baseline

Figura 7.3 – Ripartizione costi di baseline



8 IDENTIFICAZIONE DELLE MISURE DI EFFICIENZA ENERGETICA

8.1 DESCRIZIONE, FATTIBILITÀ E PRESTAZIONI DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI

8.1.1 Involucro edilizio

EEM1: Sostituzione serramenti

Generalità

Si ipotizza di sostituire i serramenti esistenti con altri aventi $U_w=1,66 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ e telaio in legno.

L'efficientamento delle finestre consente di ridurre considerevolmente le dispersioni dell'involucro trasparente, portando anche al miglioramento delle condizioni di comfort termico invernale ed estivo di tutti i locali della scuola. L'intervento permetterebbe, inoltre, di ridurre le dispersioni termiche dovute alle infiltrazioni d'aria.

Figura 8.1 - Particolare serramento in legno esistente



Caratteristiche funzionali e tecniche

La sostituzione dei serramenti migliorerà l'efficienza energetica complessiva oltre a garantire una migliore percezione del comfort ambientale all'interno dei locali dove non è ancora stato eseguito l'intervento.

Descrizione dei lavori

La posa deve essere effettuata da personale tecnico specializzato nel rispetto della norma UNI 11673-1:2017

Le metodologie descritte dalla norma sono finalizzate alla verifica delle prestazioni dei giunti d'installazione e della loro coerenza alle prestazioni dei serramenti. In particolare la progettazione dei giunti d'installazione dovrà essere affrontata sui seguenti livelli:

- isolamento termico (analisi della presenza di isoterme critiche sulla superficie interna del sistema di posa in opera oggetto di verifica; analisi della temperatura media mensile minima per cui non sussistono le condizioni per la formazione di muffe sulla superficie interna dell'edificio in prossimità del giunto primario e/o secondario unicamente dipendente dal sistema di posa in opera; analisi del ponte termico lineare);
- isolamento acustico;
- permeabilità all'aria;
- resistenza meccanica al carico del vento e ai carichi propri;
- resistenza all'effrazione;
- durabilità e manutenibilità;
- composti organici volatili (VOC / COV) indoor e sostenibilità;
- comportamento termo-igrometrico e traspirabilità del giunto;
- requisiti base dei materiali di sigillatura e riempimento;
- compatibilità tra tipologie di sigillanti fluidi e substrati;
- prestazioni degli accessori e componenti.

Prestazioni raggiungibili

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

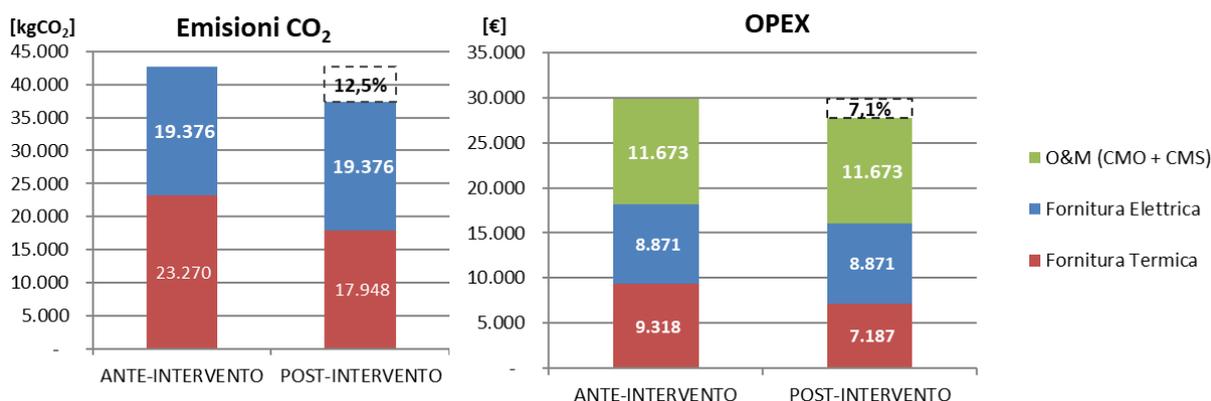
Tabella 8.1 – Risultati analisi EEM1 – Sostituzione serramenti

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
Trasmittanza termica	[W/m ² K]	5,7	1,66	70,9%
Q _{teorico}	[kWh]	119.220	91.955	22,9%
EE _{teorico}	[kWh]	42.129	42.129	0,0%
Q _{baseline}	[kWh]	115.198	88.852	22,9%
EE _{Baseline}	[kWh]	41.490	41.490	0,0%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	23.270	17.948	22,9%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	19.376	19.376	0,0%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	42.646	37.324	12,5%
Fornitura Termica, C _Q	[€]	9.318	7.187	22,9%
Fornitura Elettrica, C _{EE}	[€]	8.871	8.871	0,0%
Fornitura Energia, C_E	[€]	18.189	16.058	11,7%
C _{MO}	[€]	9.222	9.222	0,0%
C _{MS}	[€]	2.451	2.451	0,0%
O&M (C _{MO} + C _{MS})	[€]	11.673	11.673	0,0%
OPEX	[€]	29.861	27.731	7,1%
Classe energetica	[-]	D	C	+1 classe

Nota (20) I fattori di emissione per il calcolo delle emissioni di CO₂ sono: 0,202 [kgCO₂/kWh] per il vettore termico gas naturale, 0,467 [kgCO₂/kWh] per il vettore elettrico – elettricità.

I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,081 [€/kWh] per il vettore termico gas naturale e 0,214 [€/kWh] per il vettore elettrico – elettricità IVA inclusa.

Figura 8.1 – EEM1: Riduzione dei costi operativi e delle emissioni di CO₂ a partire dalla baseline



8.1.2 Impianto riscaldamento

EEM2: Termoregolazione

Generalità

Figura 8.2 - Particolare della radiatore

Il miglioramento delle prestazioni energetiche del sottosistema di regolazione si può ottenere mediante l’installazione di valvole termostatiche che permettono di regolare la temperatura ambiente all’interno di un edificio.

Raggiungendo poi la temperatura impostata sulla testina essa la mantiene costantemente per tutta la durata di accensione, riducendo gli sprechi di energia e conseguente discomfort degli utenti.



Caratteristiche funzionali e tecniche

Il sistema di termoregolazione è composto di tre parti:

- Valvola termostatica: che regola la portata del fluido in entrata nei radiatori,
- Testina: con la sua regolazione consente di gestire la temperatura ambiente,
- Detentore: cordolo che chiude il circuito del fluido del termosifone.

Tali componenti lavorano insieme e regolano la portata dell’acqua calda in ingresso al termosifone, tale da garantire la temperatura ambiente di set-point impostata.

L’intervento prevede l’installazione del sistema completo di ogni sua parte compatibilmente con le caratteristiche dei terminali di emissione.

Tali dispositivi prevedono una sensibilità del 0,5 °C controllando puntualmente la temperatura interna dei singoli ambienti, garantiscono un miglior comfort termico per l’utente e una migliore gestione dell’impianto termico.

Descrizione dei lavori

Si prevede l’installazione di n°72 unità, una per ciascun radiatore presente nei diversi locali dell’edificio.

Prestazioni raggiungibili

I miglioramenti ottenibili tramite l’attuazione della EEM2 sono riportati nella Tabella 8.1 e nella Figura 8.1.

Tabella 8.2 – Risultati analisi EEM2 – Installazione impianto di termoregolazione

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
EM2 [Efficienza sottosistema di regolazione]	[%]	96%	99%	-3,1%
$Q_{teorico}$	[kWh]	119.220	115.920	2,8%
$EE_{teorico}$	[kWh]	42.129	42.129	0,0%
$Q_{baseline}$	[kWh]	115.198	112.009	2,8%
$EE_{baseline}$	[kWh]	41.490	41.490	0,0%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	23.270	22.626	2,8%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	19.376	19.376	0,0%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	42.646	42.002	1,5%
Fornitura Termica, C_Q	[€]	9.318	9.060	2,8%
Fornitura Elettrica, C_{EE}	[€]	8.871	8.871	0,0%
Fornitura Energia, C_E	[€]	18.189	17.931	1,4%
C_{MO}	[€]	9.222	9.222	0,0%
C_{MS}	[€]	2.451	2.451	0,0%

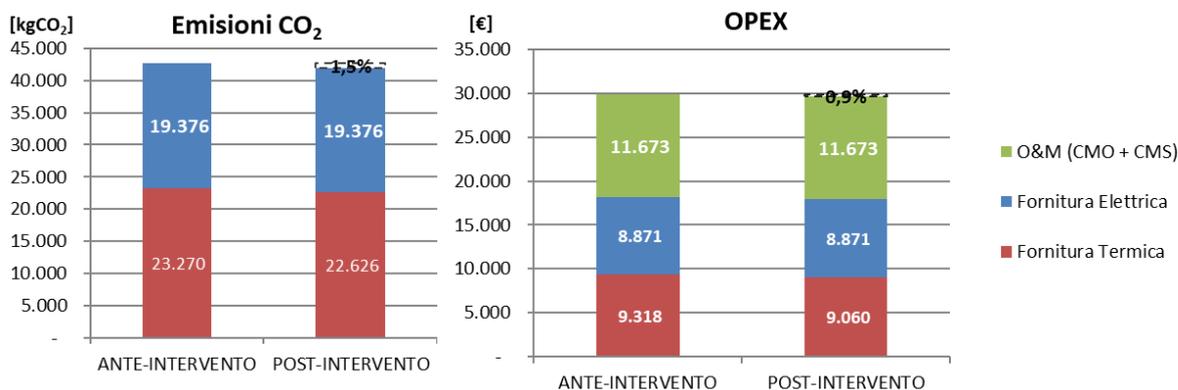
E4 – Scuola elementare “E.Fermi”

O&M (C _{MO} + C _{MS})	[€]	11.673	11.673	0,0%
OPEX	[€]	29.861	29.604	0,9%
Classe energetica	[-]	D	D	+0 classe

Nota (21) I fattori di emissione per il calcolo delle emissioni di CO₂ sono: 0,202 [kgCO₂/kWh] per il vettore termico gas naturale, 0,467 [kgCO₂/kWh] per il vettore elettrico – elettricità.

I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,081 [€/kWh] per il vettore termico gas naturale e 0,214 [€/kWh] per il vettore elettrico – elettricità IVA inclusa.

Figura 8.3 – EEM2: Riduzione dei costi operativi e delle emissioni di CO₂ a partire dalla baseline



EEM4: Efficientamento generatore di calore

Generalità

Il miglioramento delle prestazioni energetiche del sottosistema di generazione si può ottenere mediante la sostituzione del generatore attuale, ormai obsoleto, con un generatore più efficiente.

Si propone, pertanto, la rimozione dell'attuale caldaia e l'installazione di una caldaia a gas metano a condensazione con elevata efficienza. Nella fase degli scenari tale intervento viene applicato già con misure “to be Lean”. In particolar modo le strategie in “to be Clean” così create sono impostate in previsione degli scenari a 15 e 25 anni perché includono nella fase “to be Lean” opportunità d'intervento differenti in funzione dei loro tempi di ritorno.

Si è ipotizzata una riduzione del 50% dei costi di manutenzione dovuti alla ridotta necessità di ricorrere alla sostituzione delle componenti su un nuovo generatore ipotizzando anche di usufruire, per i primi anni, della garanzia sul prodotto.

Caratteristiche funzionali e tecniche

La sostituzione dell'attuale generatore di calore di tipo tradizionale con un nuovo generatore a condensazione di pari potenza che permette di ottenere valori di efficienza più elevati, riducendo il consumo di gas metano in ingresso al sottosistema di generazione e ottimizzarne la conversione in energia termica.

La caldaia a gas installata ha una potenza nominale al focolare di 377 kW che risultano sovradimensionati data la volumetria dello stabile ed in base alla diagnosi energetica prodotta. In questa fase viene sostituita con una di pari potenza rimandando negli scenari a 15 e 25 anni l'installazione di un generatore con potenza inferiore, tenendo in considerazione la potenza complessiva dei terminali di emissione e il fattore di ripresa dell'edificio.

Descrizione dei lavori

Figura 8.4 - Particolare del generatore di calore attuale

L'intervento proposto prevede le seguenti operazioni:

- smantellamento del vecchio generatore a gas;
- installazione nuovo generatore a condensazione alimentato a gas metano e del bruciatore;
- rifacimento tubazioni in centrale termica e coibentazione delle stesse;
- adeguamento impianto di distribuzione gas internamente alla Centrale Termica;
- intubamento della canna fumaria con condotto di evacuazione fumi in pressione;
- Adeguamento quadro elettrico di alimentazione ed impianto interno della centrale termica;
- Installazione del sistema di programmazione settimanale.



Prestazioni raggiungibili

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

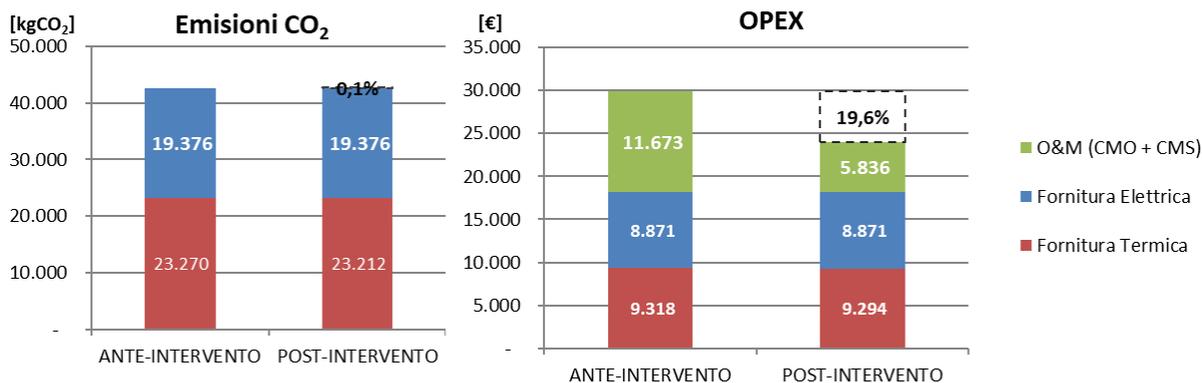
Tabella 8.4 – Risultati analisi EEM4 – Sostituzione generatore di calore

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
EM4 [Efficienza sottosistema di generazione]	[%]	96,7	96,70%	99,0%
Q _{teorico}	[kWh]	119.220	118.922	0,3%
EE _{teorico}	[kWh]	42.129	42.129	0,0%
Q _{baseline}	[kWh]	115.198	114.910	0,3%
EE _{Baseline}	[kWh]	41.490	41.490	0,0%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	23.270	23.212	0,3%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	19.376	19.376	0,0%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	42.646	42.588	0,1%
Fornitura Termica, C _Q	[€]	9.318	9.294	0,3%
Fornitura Elettrica, C _{EE}	[€]	8.871	8.871	0,0%
Fornitura Energia, C_E	[€]	18.189	18.165	0,1%
C _{MO}	[€]	9.222	4.611	50,0%
C _{MS}	[€]	2.451	1.226	50,0%
O&M (C _{MO} + C _{MS})	[€]	11.673	5.836	50,0%
OPEX	[€]	29.861	24.002	19,6%
Classe energetica	[-]	D	E	-1 classe

Nota (21) I fattori di emissione per il calcolo delle emissioni di CO₂ sono: 0,202 [kgCO₂/kWh] per il vettore termico gas naturale, 0,467 [kgCO₂/kWh] per il vettore elettrico – elettricità.

I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,081 [€/kWh] per il vettore termico gas naturale e 0,214 [€/kWh] per il vettore elettrico – elettricità IVA inclusa.

Figura 8.5 – EEM4: Riduzione dei costi operativi e delle emissioni di CO₂ a partire dalla baseline



8.1.3 Impianto produzione acqua calda sanitaria

L'impianto di produzione di acqua calda sanitaria è costituito da una caldaia a metano e da boiler elettrici. Il consumo di acqua calda sanitaria è limitato e dipende dall'uso dei locali in cui sono installati. Per questa ragione non si è tenuto necessario effettuare simulazioni per questa specifica tipologia d'intervento.

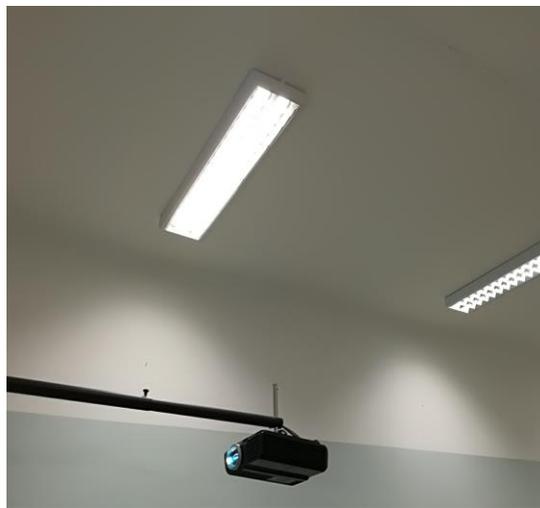
8.1.4 Impianto di illuminazione ed impianto elettrico

EEM3: Efficientamento impianto di illuminazione mediante trasformazione a LED

Generalità

Il miglioramento delle prestazioni energetiche del sistema di illuminazione si può ottenere mediante la sostituzione degli attuali corpi illuminanti con un sistema di illuminazione a LED.

Figura 8.7 – Particolare di una lampada fluorescente attualmente installata



Caratteristiche funzionali e tecniche

L'attuale sistema di illuminazione è costituito da tubi al neon con potenza variabile tra i 18 ed i 36 W ed alcune in incandescenza. Si propone di efficientare tale sistema mediante l'installazione di lampade tubolari a LED in tutti i locali della struttura.

Le nuove lampade a LED, di potenza variabile tra i 13 ed i 29 W garantiscono prestazioni ed efficienza più elevate, oltre che una migliore qualità del livello di illuminamento.

Le lampade a LED rispetto alle attuali lampade a fluorescenza garantiscono maggiore durata di vita, un maggior flusso luminoso a parità di potenza elettrica assorbita, minor calore sviluppato e accensione a freddo.

Descrizione dei lavori

Il criterio principale da seguire per la sostituzione di apparecchi illuminanti a tubi fluorescenti esistenti con apparecchi a LED è quello di utilizzare solo apparecchi a LED con le medesime caratteristiche illuminotecniche e di ingombro degli apparecchi illuminanti esistenti, in modo da non modificare la distribuzione dei corpi illuminanti dettata dai calcoli illuminotecnici di progetto né essere costretti a modificare le strutture interne.

Prestazioni raggiungibili

I miglioramenti ottenibili tramite l’attuazione della EEM3 sono riportati nella Tabella 8.1 e nella Figura 8.1.

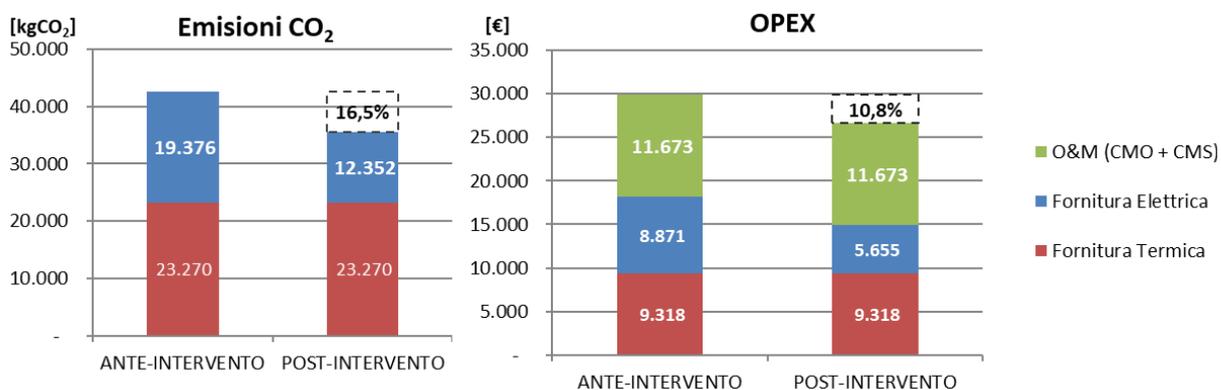
Tabella 8.3 – Risultati analisi EEM3 – [Impianto di illuminazione LED]

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
-	-	-	-	-
$Q_{teorico}$	[kWh]	119.220	119.220	0,0%
$EE_{teorico}$	[kWh]	42.129	26.857	36,3%
$Q_{baseline}$	[kWh]	115.198	115.198	0,0%
$EE_{Baseline}$	[kWh]	41.490	26.450	36,3%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	23.270	23.270	0,0%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	19.376	12.352	36,3%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	42.646	35.622	16,5%
Fornitura Termica, C_Q	[€]	9.318	9.318	0,0%
Fornitura Elettrica, C_{EE}	[€]	8.871	5.655	36,3%
Fornitura Energia, C_E	[€]	18.189	14.973	17,7%
C_{MO}	[€]	9.222	9.222	0,0%
C_{MS}	[€]	2.451	2.451	0,0%
O&M ($C_{MO} + C_{MS}$)	[€]	11.673	11.673	0,0%
OPEX	[€]	29.861	26.646	10,8%
Classe energetica	[-]	D	E	-1 classe

Nota (21) I fattori di emissione per il calcolo delle emissioni di CO₂ sono: 0,202 [kgCO₂/kWh] per il vettore termico gas naturale, 0,467 [kgCO₂/kWh] per il vettore elettrico – elettricità.

I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,081 [€/kWh] per il vettore termico gas naturale e 0,214 [€/kWh] per il vettore elettrico – elettricità IVA inclusa.

Figura 8.8 – EEM3: Riduzione dei costi operativi e delle emissioni di CO₂ a partire dalla baseline



9 VALUTAZIONE ECONOMICO-FINANZIARIA

Le analisi economiche per determinare il valore degli interventi sono state effettuate attraverso la redazione di computi metrici utilizzando i prezzi unitari riportati nel Prezzario Opere Pubbliche della Regione Liguria.

Nel caso in cui il Prezzario Regione Liguria fosse stato sprovvisto delle voci necessarie si è fatto riferimento a prezzi unitari riportati all'interno di altri prezzari regionali o camerali di regioni o province limitrofe. Le fonti alternative utilizzate sono state: Prezzario Regionale Piemonte, Prezzario Regione Lombardia, Milano e Camera di Commercio di Reggio Emilia.

9.1 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: Sostituzione serramenti

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

Tabella 9.1 – Risultati dell'analisi di convenienza della EEM1– [Sostituzione serramenti]

PARAMETRO FINANZIARIO	U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	I_0	€ 209.095
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 -

E4 – Scuola elementare “E.Fermi”

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	65,5	65,5
Tempo di rientro attualizzato	TRA	93,1	93,1
Valore attuale netto	VAN	- 145.971	- 145.971
Tasso interno di rendimento	TIR	-5,7%	-5,7%
Indice di profitto	IP	-0,70	-0,70

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

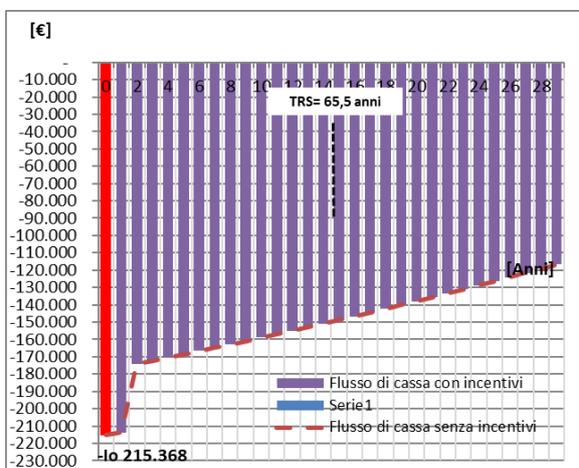
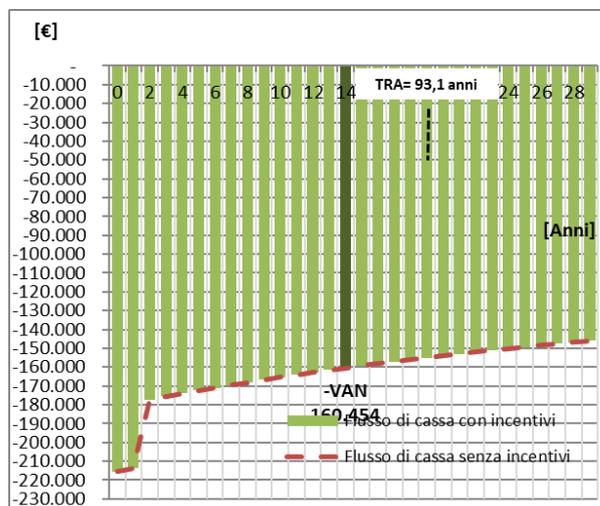


Figura 9.2 – EEM1: Flussi di Cassa Attualizzati, con e senza incentivi



Dall’analisi effettuata è emerso che l’intervento di sostituzione dei serramenti ha un TRS di 65,5 anni considerando di non ottenere l’incentivo previsto dal Conto Termico pari al 40% dei costi.

EEM2: Termoregolazione

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

Tabella 9.2– Risultati dell’analisi di convenienza della EEM2–Installazione impianto di termoregolazione

PARAMETRO FINANZIARIO	U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	I_0	€ 6.390
Oneri Finanziari % I_0	OF	[%] 3,0%
Aliquota IVA	%IVA	[%] 22,0%
Anno recupero erariale IVA	n_{IVA}	anni 3
Vita utile	n	anni 15
Incentivo annuo	B	€/anno -
Durata incentivo	n_B	anni 5
Tasso di attualizzazione	i	[%] 3,5%
INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI
		VALORE CON INCENTIVI

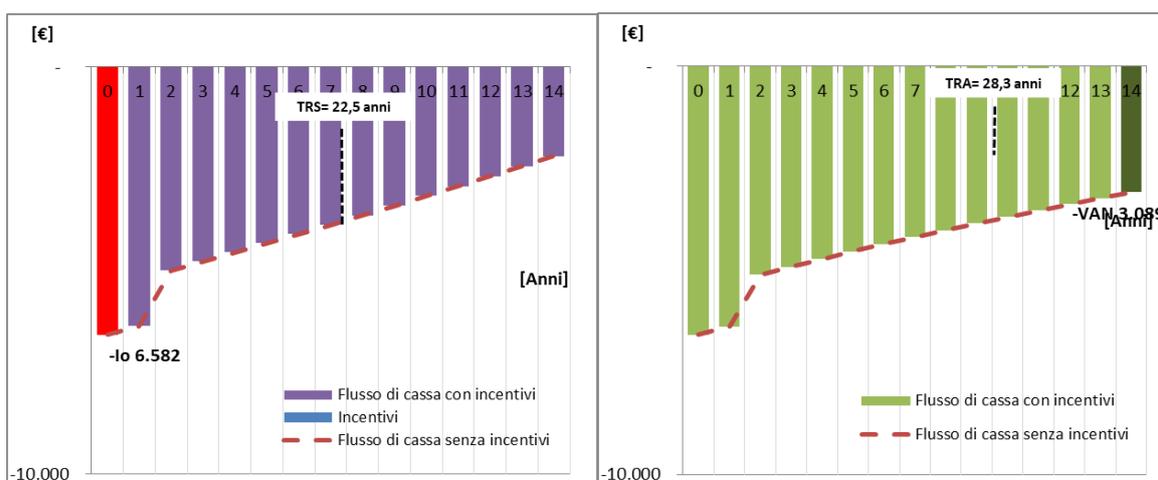
E4 – Scuola elementare “E.Fermi”

Tempo di rientro semplice	TRS	22,5	22,5
Tempo di rientro attualizzato	TRA	28,3	28,3
Valore attuale netto	VAN	- 3.089	- 3.089
Tasso interno di rendimento	TIR	-5,8%	-5,8%
Indice di profitto	IP	-0,48	-0,48

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

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 l’intervento della termoregolazione ha un TRS di 16,0 anni considerando che come singolo intervento non è previsto il contributo del Conto Termico, può essere preso in considerazione solamente se aggregato con la sostituzione del generatore (la sua voce di costo è ammissibile all’interno di quello totale del generatore). Tuttavia tale intervento è necessario per l’aumento delle percentuali di sovvenzione previste del conto termico laddove si preveda anche la coibentazione dell’involucro opaco e la sostituzione degli infissi.

EEM3: Efficiamento impianto di illuminazione mediante trasformazione a LED

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

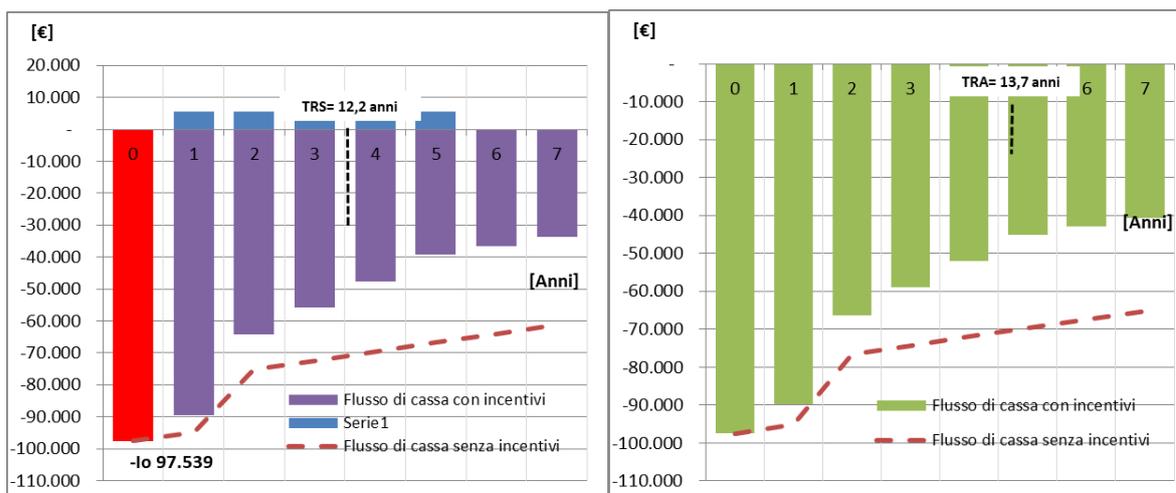
Tabella 9.3 – Risultati dell’analisi di convenienza della EEM3– Installazione impianto di illuminazione LED

PARAMETRO FINANZIARIO	U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	I_0	€ 94.698
Oneri Finanziari % I_0	OF	3,0%
Aliquota IVA	%IVA	22,0%
Anno recupero erariale IVA	n_{IVA}	3 anni
Vita utile	n	8 anni
Incentivo annuo	B	€5.498/anno
Durata incentivo	n_B	5 anni
Tasso di attualizzazione	i	3,5%
INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		
		VALORE SENZA INCENTIVI
		VALORE CON INCENTIVI

E4 – Scuola elementare “E.Fermi”

Tempo di rientro semplice	TRS	21,4	12,2
Tempo di rientro attualizzato	TRA	24,1	13,7
Valore attuale netto	VAN	- 65.181	- 40.704
Tasso interno di rendimento	TIR	-24,0%	-12,2%
Indice di profitto	IP	-0,69	-0,43

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

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 l’intervento di sostituzione dei sistemi di illuminazione esistenti con nuovi a LED ha un TRS di 12,2 anni considerando di ottenere l’incentivo previsto dal Conto Termico pari al 40% dei costi. Pertanto tale intervento può essere preso in considerazione su scenari di medio periodo. Nel caso in cui non vi fossero incentivi a disposizione il tempo di ritorno risulta essere troppo alto anche prendendo in considerazione scenari su lungo periodo in quanto il TRS è di 21,4 anni. Tuttavia è necessario valutare il fatto che la vita utile di tali sistemi è di circa 8 anni e pertanto dovrebbe essere prevista una loro sostituzione su periodi superiori, in questo caso gli interventi potrebbero non essere più convenienti come è dimostrato dal valore del VAN negativo sia nel caso non incentivato che incentivato.

EEM4: Sostituzione generatore di calore scenario

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

Tabella 9.4 – Risultati dell’analisi di convenienza della EEM4– Sostituzione generatore di calore

PARAMETRO FINANZIARIO	U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	I_0	€ 32.659
Oneri Finanziari % i_0	OF	[%] 3,0%
Aliquota IVA	%IVA	[%] 22,0%
Anno recupero erariale IVA	n_{IVA}	anni 3
Vita utile	n	anni 15
Incentivo annuo	B	€/anno 2.613
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	8,4	4,7
Tempo di rientro attualizzato	TRA	10,6	5,9
Valore attuale netto	VAN	7.369	19.000
Tasso interno di rendimento	TIR	7,5%	13,9%
Indice di profitto	IP	0,23	0,58

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

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

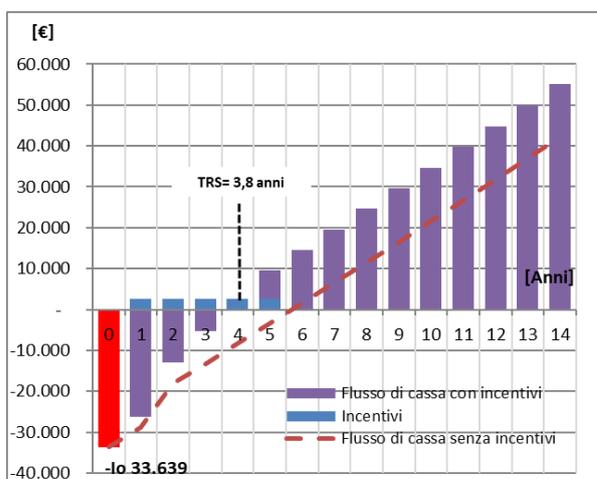
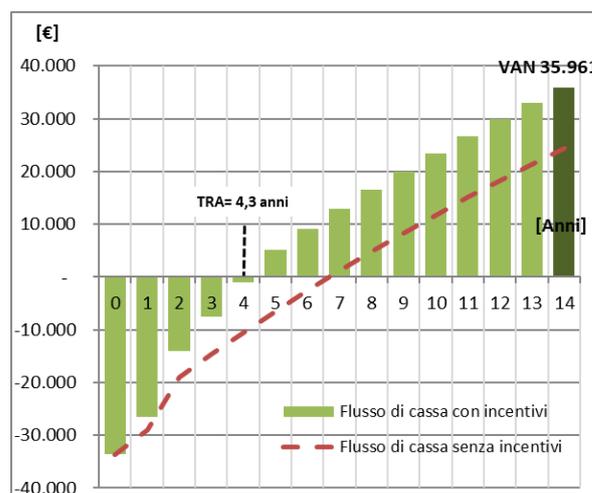


Figura 9.8 – EEM4: Flussi di Cassa Attualizzati, con e senza incentivi



Dall’analisi effettuata è emerso che l’intervento di sostituzione del generatore ha un TRS di 3,8 anni. Nel caso in cui non vi fossero incentivi a disposizione il tempo di ritorno è comunque ancora sostenibile con un TRS di 5,7 anni. Pertanto tale intervento può essere preso in considerazione anche su scenari di lungo periodo. Si precisa che negli scenari l’intervento sarà costituito dell’unione di altri con tempi di ritorno maggiori la sua sostenibilità va comunque valutata nell’ambito dello scenario di riferimento.

Sintesi

La sintesi della valutazione economico – finanziaria delle EEM proposte è riportata nelle Tabella 9.5 e Dall’analisi dei risultati emerge che senza incentivi solo la sostituzione del generatore di calore ormai obsoleto è sostenibile sul medio/breve periodo, l’intervento di sostituzione dei serramenti ha un tempo di ritorno semplice superiore ai 50 anni.

Tabella 9.6.

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

	SENZA INCENTIVI										
	% ΔE [%]	% Δ_{CO2} [%]	ΔC_E [€/anno]	ΔC_{MO} [€/anno]	ΔC_{MS} [€/anno]	I_0 [€]	TRS [anni]	TRA [anni]	VAN [€]	TIR [%]	IP [-]
EEM 1	11,7	12,5	2130,9	0	0	-209.095	65,5	93,1	-145.971<0	-5,7	-0,70
EEM 2	1,4	1,5	257,9	0	0	-6390	22,5	28,3	-3089<0	-5,8	-0,48
EEM 3	17,7	16,5	3215,8	0	0	-94698	21,1	24,1	-65.181<0	-24	-0,69
EEM 4	0,1	0,1	23,3	4.611	1.226	-32659	5,7	6,8	24.330>0	14,4	0,74

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);
- Δ_{CE} è il risparmio economico annuo attribuibile alla riduzione dei consumi energetici (termico + elettrico); assume valori positivi;
- Δ_{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;
- Δ_{CMS} è la variazione di costo annuo attribuibile al nuovo costo previsto per la manutenzione straordinaria; assume valori positivi per un decremento e valori negativi per un incremento;
- I_0 è il valore dell'investimento iniziale per la realizzazione dell'intervento; assume valori negativi;

Dall'analisi dei risultati emerge che senza incentivi solo la sostituzione del generatore di calore ormai obsoleto è sostenibile sul medio/breve periodo, l'intervento di sostituzione dei serramenti ha un tempo di ritorno semplice superiore ai 50 anni.

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

	CON INCENTIVI										
	$\% \Delta_E$ [%]	$\% \Delta_{CO_2}$ [%]	Δ_{CE} [€/anno]	Δ_{CMO} [€/anno]	Δ_{CMS} [€/anno]	I_0 [€]	TRS [anni]	TRA [anni]	VAN [€]	TIR [%]	IP [-]
EEM 1	11,7	12,5	2130,9	0	0	-209.095	65,5	93,1	-145.971<0	-5,7	-0,7
EEM 2	1,4	1,5	257,9	0	0	-6390	22,5	28,3	-3089<0	-5,8	-0,48
EEM 3	17,7	16,5	3215,8	0	0	-94698	12,2	13,7	-40704<0	-12,2	-0,43
EEM 4	0,1	0,1	23,3	4.611	1.226	-32659	3,8	4,3	35.961>0	20,8	1,10

Dall'analisi dei risultati emerge che grazie agli incentivi previsti dal Conto Termico del D.M. del 16 febbraio 2016 gli interventi 3 e 4 simulati, raggiungono dei tempi di ritorno semplici inferiori ai 15 anni. In queste condizioni sono pertanto ipotizzabili aggregazioni di interventi sostenibili economicamente sia se venissero finanziati direttamente dal Comune di Genova sia attraverso il coinvolgimento di ESCo con FTT.

9.2 ANALISI DEI COSTI DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI CONSIDERATI FATTIBILI

EEM1: Sostituzione serramenti

Nella Tabella 9.7 è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 1, che consiste nella sostituzione di serramenti

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

La tabella 5 delle regole applicative del D.M. 16 febbraio 2016 prevedono che gli incentivi per tale intervento siano il 40% della spesa ammissibile con un costo massimo ammissibile di 450 €/m² e di un valore massimo dell'incentivo non superiore ai 100.000 €. Tali incentivi sono erogabili solo nel caso in cui vengano installati, congiuntamente ai serramenti, sistemi di termoregolazione. Nel caso in cui vengano previsti oltre all'isolamento termico delle superfici opache almeno un intervento a scelta tra le tipologie 1.C, 2A, 2.B, 2.C, 2.E, la percentuale incentivata della spesa ammissibile è pari al 55%. Nella tabella 9.3 sono riportati i risultati della quantificazione senza l'incentivo, esso sarà poi calcolato solamente nelle misure di efficienza congiunte degli scenari a medio/lungo termine, che prevedranno il 40% oppure il 55%.

Tabella 9.7 – Analisi dei costi della EEM1: Sostituzione serramenti

DESCRIZIONE	FORTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO SCONTATO DEL 10%	TOTALE (IVA ESCLUSA)	IVA	TOTALE (IVA INCLUSA)
-------------	-------------------------	----------	------	----------------------------------	----------------------	-----	----------------------

E4 – Scuola elementare “E.Fermi”

				[€/n° o €/m ₂]	[€]	[€]	[€]
Rimozione senza recupero di serramenti in legno o metallo compresa rimozione telaio a murare per misurazioni minima 2 mq	Prezziario Regione Liguria	362,43	m2	€ 27,37	€ 9.920,70	22%	€ 12.103,25
Finestra o portafinestra in legno completo di vetrocamera, con valore massimo apertura ad una o due ante a ribalta. di trasmittanza U=2,8 W/m ² K, controtelaio escluso,	Prezziario Regione Liguria	362,43	m2	€ 355,35	€ 128.791,15	22%	€ 157.125,20
solo posa in opera di finestra o portafinestra in alluminio, pvc, legno acciaio esclusa la fornitura e posa di controtelaio in acciaio	Prezziario Regione Liguria	362,43	m2	€ 44,12	€ 15.989,75	22%	€ 19.507,50
Controtelaio per finestre, portefinestre e simili, in legno.	Prezziario Regione Liguria	76,1503775	m	€ 6,90	€ 525,44	22%	€ 641,03
Trasporto eseguito con autocarro, motocarro o simili, della portata fino a 1000 kg, di materiali di risulta da scavi e/o demolizioni, per ogni km del tratto entro i primi 5. Misurato in banco	Prezziario Regione Liguria	54,3645	m3	€ 10,70	€ 581,70	22%	€ 709,67
Costi per la sicurezza	-	3%	%		€ 4.674,26	22%	€ 5.702,60
Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%		€ 10.906,61	22%	€ 13.306,07
TOTALE (I₀ – EEM1)					€ 171.390	22%	€ 209.095
Incentivi	[Conto termico]						
Durata incentivi							
Incentivo annuo							

EEM2: Installazione impianto di termoregolazione

Nella Tabella 9.7 è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 2, si ipotizza di realizzare un sistema di termoregolazione all'interno e per tutto l'edificio.

Tale intervento, se considerato da solo, non consente l'ottenimento di nessun incentivo del Conto Termico. È però un'azione obbligatoria ed un costo ammissibile per accedere agli incentivi della sostituzione del generatore. Si rimanda la descrizione all'intervento corrispondente.

Tabella 9.8 – Analisi dei costi della EEM2: Installazione impianto di termoregolazione

DESCRIZIONE	FORTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO SCONTATO DEL 10%	TOTALE (IVA ESCLUSA)	IVA	TOTALE (IVA INCLUSA)
				[€/n° o €/m ₂]	[€]	[€]	[€]
Valvole micrometriche a squadra complete di testa termostatica con elemento sensibile a gas: Ø 20 mm	Prezziario Regione Liguria	72	cad	€ 37,61	€ 2.707,85	22%	€ 3.303,58
Detentori in bronzo per tubi del diametro di: 20 mm a squadra	Prezziario Regione Liguria	72	cad	€ 9,20	€ 662,40	22%	€ 808,13
Impianti Elettrici Idraulici Riscaldamento Installatore 4° cat. ex operaio specializzato	Prezziario Regione Liguria	48	h	€ 28,98	€ 1.391,13	22%	€ 1.697,18
Costi per la sicurezza	-	3%	%		€ 142,84	22%	€ 174,27
Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%		€ 333,30	22%	€ 406,62
TOTALE (I₀ – EEM2)					€ 5.238	22%	€ 6.390
Incentivi	[Conto termico]						
Durata incentivi							
Incentivo annuo							

EEM3: Efficientamento impianto di illuminazione mediante trasformazione a LED

E4 – Scuola elementare “E.Fermi”

Nella Tabella 9.7 è riportata l’analisi dei costi relativi alle EEM 3, si ipotizza di sostituire i corpi illuminanti (lampade e plafoniere) di tutti gli elementi dell’edificio.

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

La tabella 5 delle regole applicative del D.M. 16 febbraio 2016 prevedono che gli incentivi per tale intervento siano il 40% della spesa ammissibile con un costo massimo ammissibile di 35 €/m² e di un valore massimo dell’incentivo non superiore ai 70.000 €. **Nella Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** sono riportati i risultati della quantificazione dell’incentivo al 40%.

Tabella 9.9 – Analisi dei costi della EEM3: Installazione impianto di illuminazione LED

DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO SCONTATO DEL 10%	TOTALE (IVA ESCLUSA)	IVA	TOTALE (IVA INCLUSA)
				[€/n° o €/m ²]	[€]	[€]	[€]
Rimozione e smaltimento di corpo illuminante	Milano	458	cad	€ 5,21	€ 2.385,76	22%	€ 2.910,63
Plafoniera a tenuta stagna per installazione diretta a parete o a soffitto - monolampada led 4000K 2800 lm potenza 13 W - lunghezza 690 mm	Milano	32	cad	€ 89,96	€ 2.878,84	22%	€ 3.512,18
Lampade lineari a LED non dimmerabili 9 - 10W con durata >= 40000 h	Prezzario Regione Piemonte	32	cad	€ 26,10	€ 835,20	22%	€ 1.018,94
Plafoniera a tenuta stagna per installazione diretta a parete o a soffitto - monolampada led 4000K 2800 lm potenza 22 W - lunghezza 1300 mm	Milano	423	cad	€ 111,92	€ 47.341,39	22%	€ 57.756,50
Lampade lineari a LED non dimmerabili 19-20W con durata >= 40000 h	Prezzario Regione Piemonte	423	cad	€ 39,12	€ 16.546,99	22%	€ 20.187,33
Plafoniera a tenuta stagna per installazione diretta a parete o a soffitto - monolampada led 4000K 2800 lm potenza 29 W - lunghezza 1600 mm	Milano	3	cad	€ 126,82	€ 380,45	22%	€ 464,15
Lampade lineari a LED non dimmerabili 34W con durata >= 40000 h	Prezzario Regione Piemonte	3	cad	€ 65,45	€ 196,34	22%	€ 239,53
Costi per la sicurezza	-	3%	%		€ 2.116,95	22%	€ 2.582,68
Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%		€ 4.939,55	22%	€ 6.026,25
TOTALE (I₀ – EEM3)					€ 77.621	22%	€ 94.698
Incentivi	[Conto termico]						€ 27.490,54
Durata incentivi							5
Incentivo annuo							€ 5.498,11

EEM4: Efficiamento generatore di calore

Nella Tabella 9.7 è riportata l’analisi dei costi relativi alle EEM 4, si ipotizza di realizzare una sostituzione del generatore esistente e tradizionale con una caldaia a condensazione più efficiente.

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

La tabella 8 delle regole applicative del D.M. 16 febbraio 2016 prevedono che gli incentivi per tale intervento siano il 40% della spesa ammissibile con un costo massimo ammissibile di 130 €/kWt e di un valore massimo dell’incentivo non superiore ai 40.000 €. Nel caso in cui vengano previsti oltre all’isolamento termico delle superfici opache di tipologia 1.A la percentuale incentivata della spesa ammissibile è pari al 55%. Nella tabella 9.4 sono riportati i risultati della quantificazione dell’incentivo al 40%.

Tabella 9.10 – Analisi dei costi della EEM4: Sostituzione del generatore di calore

DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO SCONTATO DEL 10%	TOTALE (IVA ESCLUSA)	IVA	TOTALE (IVA INCLUSA)
				[€/n° o €/m ²]	[€]	[€]	[€]
Rimozione generatore esistente - taglia caldaia esistente Pn > 116 e Pn <= 250	CCIAA RE	1		€ 2.594,36	€ 2.594,36	22%	€ 3.165,12
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: 275 Kw circa	Prezzario Regione Liguria	1	cad	€ 19.578,75	€ 19.578,75	22%	€ 23.886,08
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 250 mm	Prezzario Regione Liguria	1	cad	€ 211,60	€ 211,60	22%	€ 258,15
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 da 101 Kw a 350 Kw	Prezzario Regione Liguria	1	cad	€ 419,17	€ 419,17	22%	€ 511,39
Accessori per caldaie a condensazione: Tubi Ø 80mm della lunghezza 1 m	Prezzario Regione Liguria	8	cad	€ 19,21	€ 153,67	22%	€ 187,48
Accessori per caldaie a condensazione: Kit scarichi separati per tubi Ø 80mm	Prezzario Regione Liguria	1	cad	€ 25,87	€ 25,87	22%	€ 31,56
Sola posa in opera di accessori per impianti di termoregolazione compresi collegamenti elettrici: sonde in genere	Prezzario Regione Liguria	1	cad	€ 109,64	€ 109,64	22%	€ 133,76
Sola posa in opera di accessori per impianti di termoregolazione compresi collegamenti elettrici: interruttore orologio da inserire in quadro elettrico	Prezzario Regione Liguria	1	cad	€ 27,01	€ 27,01	22%	€ 32,95
Interruttore orario digitale modulare per la programmazione settimanale a due canali	Prezzario Regione Liguria	1	cad	€ 133,40	€ 133,40	22%	€ 162,75
Sonde di temperatura e umidità: sola temperatura, per impianti civili e industriali per esterno	Prezzario Regione Liguria	1	cad	€ 69,52	€ 69,52	22%	€ 84,81
Opere edili Operaio Qualificato	Prezzario Regione Liguria	7	h	€ 31,28	€ 218,97	22%	€ 267,15
Impianti Elettrici Idraulici Riscaldamento Installatore 4° cat. ex operaio specializzato	Prezzario Regione Liguria	20	h	€ 28,98	€ 579,64	22%	€ 707,16
Trasporto a discarica 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 discarica 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	50	m³km	€ 4,29	€ 214,55	22%	€ 261,75
Costi per la sicurezza	-	3%	%		€ 730,08	22%	€ 890,70
Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%		€ 1.703,53	22%	€ 2.078,31
TOTALE (I₀ – EEM4)					€ 26.770	22%	€ 32.659
Incentivi	[Conto termico]						€ 13.063,65
Durata incentivi							5

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

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

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

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

- Scenario ottimale 1, (SCN1), per il quale è sarà verificato un tempo di ritorno semplice, TRS ≤ 25 anni;
- Scenario ottimale 2, (SCN2), per il quale è sarà verificato un tempo di ritorno semplice, TRS ≤ 15 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%
- τ è l'aliquota fiscale, posta pari al 27.9% essendo la somma dell'aliquota IRES, pari al 24%, e quella IRAP pari al 3,9%.

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

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

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

Essi sono così definiti:

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

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

Dove:

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

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

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

Dove:

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

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

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

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

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

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

- **Scenario 1: Scenario ottimale TRS≤15 anni:** Tale scenario consiste nella realizzazione di interventi di efficientamento del sistema impiantistico
- **Scenario 2: Scenario ottimale TRS≤25 anni:** Tale scenario consiste nella realizzazione di interventi di efficientamento del sistema impiantistico

9.3.1 Scenario 1: Scenario ottimale TRS≤15 anni

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

EEM 2: Installazione di sistemi di termoregolazione

EEM 4: Installazione di un nuovo generatore di calore

Tabella 9.11 – Combinazione di EEM proposta per lo scenario 1

VOCE INVESTIMENTO	TOTALE (IVA ESCLUSA)	IVA AI 22%	TOTALE (IVA INCLUSA)
	[€]	[€]	[€]
EEM2 Fornitura & Posa	4761,4	1047,5	5808,9
EEM4 Fornitura & Posa	14783	3252	18035
Costi per la sicurezza	586	129	715
Costi per la progettazione	1368	301	1669
TOTALE (I₀)	21499	4729	26228
VOCE MANUTENZIONE	C _{MO} (IVA INCLUSA)	C _{MS} (IVA INCLUSA)	C _M (IVA INCLUSA)
	[€]	[€]	[€]
EEM2 O&M	0	0	0
EEM4 O&M	4611	1.226	5.836
TOTALE (C_M)	4611	1.226	5.836
VOCE INCENTIVO	DESCRIZIONE	TOTALE (IVA INCLUSA)	
		[€]	
Incentivi	Conto termico	10491	
Durata incentivi		5	
Incentivo annuo		2098	

Nota (22): Incentivo calcolato secondo regole applicative del D.M. 16 febbraio 2016 previste dal conto termico 2.0. Per tali interventi la quota incentivabile della spesa ammissibile è pari al 55%.

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

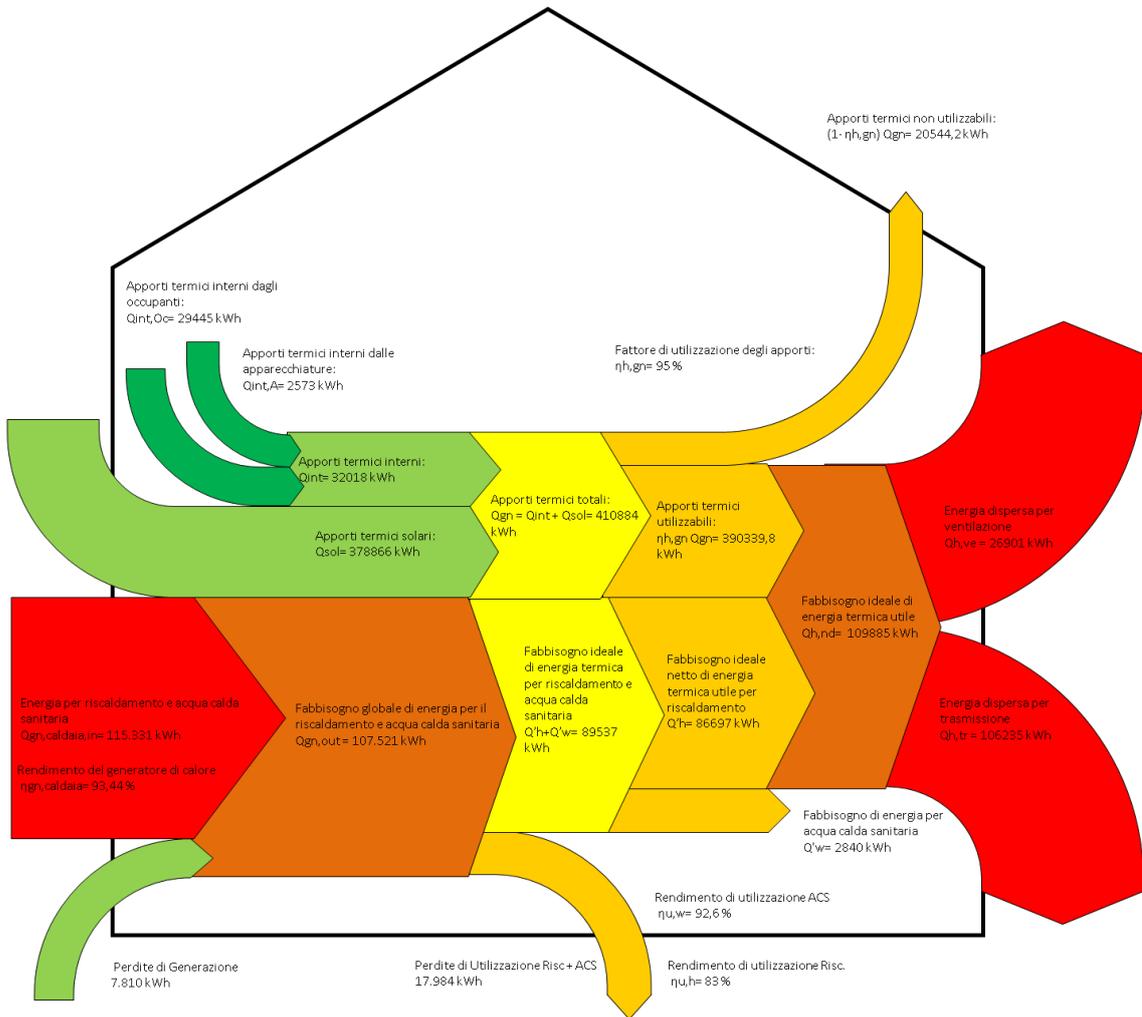
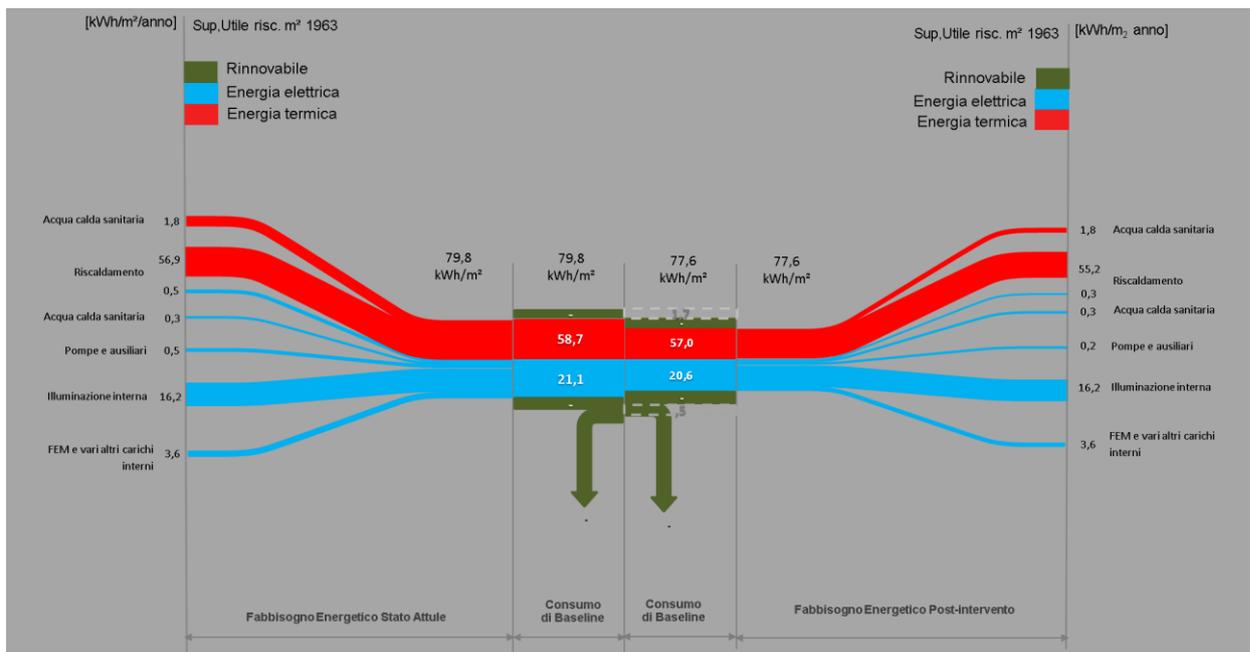


Figura 9.10 – SCN1: Bilancio energetico complessivo dell’edificio post intervento



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

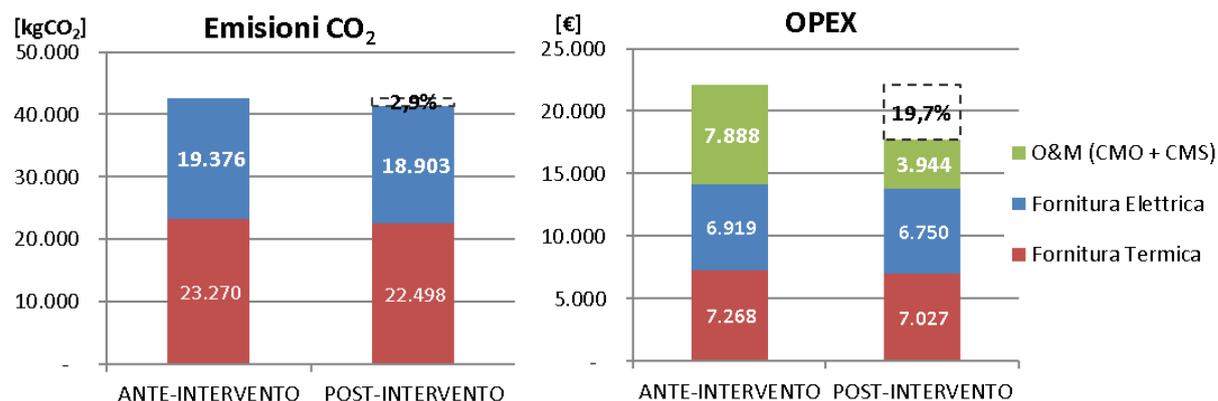
Tabella 9.12 – Risultati analisi SCN1 – Scenario ottimale TRS≤15 anni

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE %
EM2 [Efficienza sottosistema di regolazione]	[%]	96%	99%	-3,1%
EM4 [Efficienza sottosistema di generazione]	[%]	96,7	96,70%	99,0%
Q _{teorico}	[kWh]	119.280	115.324	3,3%
EE _{teorico}	[kWh]	42.129	41.100	2,4%
Q _{baseline}	[kWh]	115.198	111.377	3,3%
EE _{Baseline}	[kWh]	41.490	40.477	2,4%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	23.270	22.498	3,3%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	19.376	18.903	2,4%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	42.646	41.401	2,9%
Fornitura Termica, C _Q	[€]	7.268	7.027	3,3%
Fornitura Elettrica, C _{EE}	[€]	6.919	6.750	2,4%
Fornitura Energia, C_E	[€]	14.187	13.777	2,9%
C _{MO}	[€]	6.231	3.116	50,0%
C _{MS}	[€]	1.656	828	50,0%
O&M (C _{MO} + C _{MS})	[€]	7.888	3.944	50,0%
OPEX	[€]	22.075	17.721	19,7%
Classe energetica	[-]	D	D	+2 classi

Nota (23) I fattori di emissione per il calcolo delle emissioni di CO₂ sono: 0,202 [kgCO₂/kWh] per il vettore termico gas naturale e 0,467 [kgCO₂/kWh] per il vettore elettrico- elettricità.

I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,063 [€/kWh] per il vettore termico gas naturale e 0,163 [€/kWh] per il vettore elettrico.

Figura 9.11 - SCN1: Riduzione dei costi operativi (OPEX) e delle emissioni di CO₂ a partire dalla baseline



E' stato quindi possibile presentare un modello semplificato di Piano Economico Finanziario (PEF) indicativo, i cui calcoli di dettaglio sono riportati all'Allegato L – Piano Economico Finanziario scenari. I risultati dell'analisi sono riportati nella Tabella 9.13, Tabella 9.14 e Tabella 9.15 e nelle successive figure.

Tabella 9.13 – Parametri finanziari dell'analisi di redditività dello SCN1– Scenario ottimale TRS≤15 anni

PARAMETRI FINANZIARI

E4 – Scuola elementare “E.Fermi”

Anni Costruzione	nl	1
Anni Gestione Servizio	nS	14
Anni Concessione	n	15
Anno inizio Concessione	n0	2020
Anni dell'ammortamento	nA	10
Saggio Cassa Deposito e Prestiti	kCdP	2,00%
Costo Capitale Azienda	WACC	4,00%
kprogetto = Max(WACC; kCdP)	kpogetto	4,00%
Inflazione ISTAT	f	0,50%
deriva dell'inflazione	f'	0,70%
%, interessi debito	kD	3,82%
%, interessi equity	kE	9,00%
Aliquota IRES	IRES	24,0%
Aliquota IRAP	IRAP	3,9%
Aliquota fiscale	τ	27,90%
Anni debito (finanziamento)	nD	10
Anni Equity	nE	14
Costi d'Investimento diretti, IVA incl.	Io	€ 26.229
Oneri Finanziari (costi indiretti)	%Of	3,00%
Costi d'Investimento indiretti, IVA incl.	Of	€ 787
Costi d'Investimento (diretti+Indiretti) , IVA incl.	CAPEX	€ 27.016
%CAPEX a Debito	D	80,0%
%CAPEX a Equity	E	20,00%
Debito	ID	€ 21.613
Equity	IE	€ 5.403
Fattore di annualità Debito	FAD	8,30
Rata annua debito	qD	€ 2.603
Costo finanziamento,(D+INTD)	qD*nD	€ 26.034
Costi per interessi debito, INTD	INTD=qD*nD-D	€ 4.421

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

PARAMETRI ECONOMICI		
Costo annuo energia pre-intervento, IVA escl.	CE0	€ 14.187
Costo annuo O&M pre-intervento, IVA escl.	CM0	€ 7.888
Spesa PA pre-intervento (Baseline)	CBaseline	€ 22.075
Altri costi di gestione ESCo post-intervento, IVA escl.	CAItro	€ -
Riduzione% costi fornitura Energia	%ΔCE	2,9%
Riduzione% costi O&M	%ΔCM	50,0%
Obiettivo riduzione spesa PA	%CBaseline	0,0%
Risparmio annuo PA garantito	45,6%	€ 2.894
Risparmio annuo PA immediato durante la gestione	Risp.IM	€ -
Risparmio PA durante la concessione	14%	€ 30.875
Risparmio annuo PA al termine della concessione	Risp.Term.	€ 5.212
N° di Canoni annuali	anni	14
Utile lordo della ESCO	%CAPEX	89,93%
Costo Contrattuale ESCO €/anno IVA escl.	CESCO	€ 1.735
Costi FTT €/anno IVA escl.	CFTT	€ 316
Costi CAPEX €/anno IVA escl.	CCAPEX	€ 843
Canone O&M €/anno	CnM	€ 4.095

E4 – Scuola elementare “E.Fermi”

Canone Energia €/anno	CnE	€	15.086
Canone Servizi €/anno IVA escl.	CnS	€	19.181
Canone Disponibilità €/anno IVA escl.	CnD	€	2.894
Canone Totale €/anno IVA escl.	Cn	€	22.075
Aliquota IVA %	IVA		22%
Rimborso erariale IVA	RIVA	€	4.730
Ricavi da Incentivi, esenti d'IVA	RB	€	10.491
Durata Incentivi, anni	nB		5
Inizio erogazione Incentivi, anno			2022

Tabella 9.15 – 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	T.R.S.	5,08
Tempo di Ritorno Attualizzato T.R.A., anni	T.R.A.	5,60
Valore Attuale Netto, VAN = VA - Io	VAN > 0	€ 18.422
Tasso interno di rendimento del progetto	TIR > WACC	17,43%
Indice di Profitto	IP	70,24%
INDICATORI DI REDDITIVITA DELLA ESCO PRE-IMPOSTE		
Tempo di Ritorno Semplice, Spb = Io / FC, Anni	T.R.S.	#N/D
Tempo di Ritorno Attualizzato T.R.A., anni	T.R.A.	#N/D
Valore Attuale Netto, VAN = VA - Io	VAN > 0	€ 14.377
Tasso interno di rendimento dell'azionista	TIR > ke	85,25%
Debit Service Cover Ratio	DSCR < 1,3	1,664
Loan Life Cover Ratio	LLCR > 1	1,699
Indice di Profitto Azionista	IP	54,82%

Figura 9.12 –SCN1: Flussi di cassa del progetto



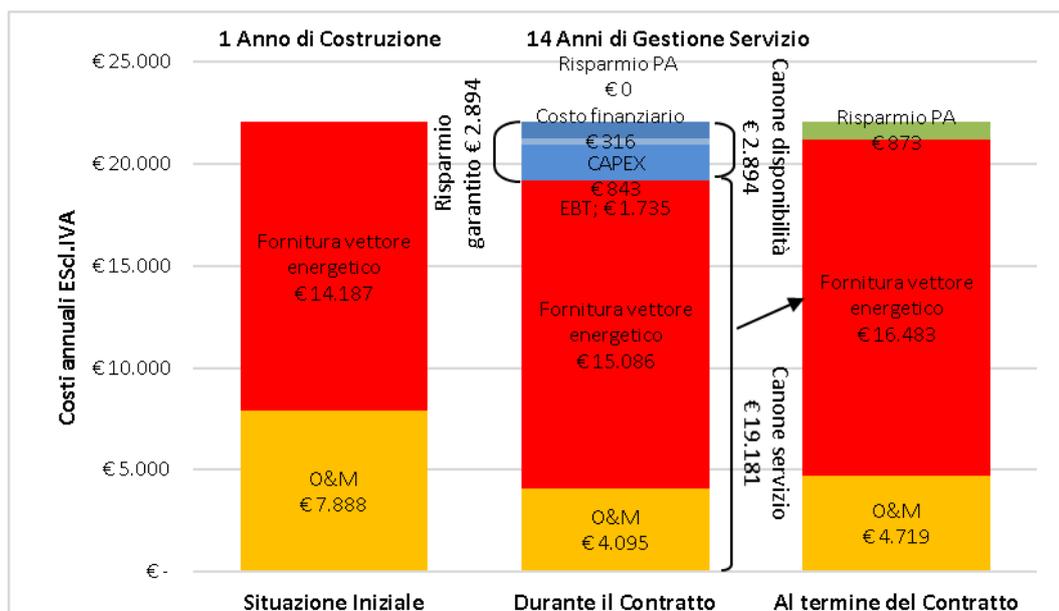
Figura 9.13 – SCN1: Flussi di cassa dell'azionista



Dall'analisi effettuata è emerso che nel suo complesso lo scenario risulta conveniente come dimostrato dal valore degli indicatori economici raggiunti. Si segnala un periodo di criticità nei flussi di cassa dell'azionista tra l'ottavo ed il dodicesimo anno.

Infine si è provveduto all'identificazione del possibile canone applicabile nel caso di attuazione dello scenario ottimale con incentivi attraverso la partecipazione di ESCO secondo lo schema di EPC descritto in Figura 9.14.

Figura 9.14 – Scenario 1: Schema di Energy Performance Contract



9.3.2 Scenario 2: Scenario ottimale TRS≤25 anni

Nel caso presente, per motivi di fattibilità tecnica ed economica non è stato possibile implementare ulteriori scenari integrati, pertanto, lo scenario 2 prevede la realizzazione delle medesime EEM dello scenario 1, di seguito elencate:

EEM 2: Installazione di sistemi di termoregolazione

EEM 4: Installazione di un nuovo generatore di calore

Tabella 9.16 – Combinazione di EEM proposta per lo scenario 2

VOCE INVESTIMENTO	TOTALE (IVA ESCLUSA)	IVA AL 22%	TOTALE (IVA INCLUSA)
	[€]	[€]	[€]
EEM2 Fornitura & Posa	4761,4	1047,5	5808,9
EEM4 Fornitura & Posa	14783	3252	18035
Costi per la sicurezza	586	129	715
Costi per la progettazione	1368	301	1669
TOTALE (I₀)	21499	4729	26228
VOCE MANUTENZIONE	C _{MO} (IVA INCLUSA)	C _{MS} (IVA INCLUSA)	C _M (IVA INCLUSA)
	[€]	[€]	[€]
EEM2 O&M	0	0	0
EEM4 O&M	4611	1.226	5.836
TOTALE (C_M)	4611	1.226	5.836
VOCE INCENTIVO	DESCRIZIONE	TOTALE	

(IVA INCLUSA)		
[€]		
Incentivi	Conto termico	10491
Durata incentivi		5
Incentivo annuo		2098

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

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

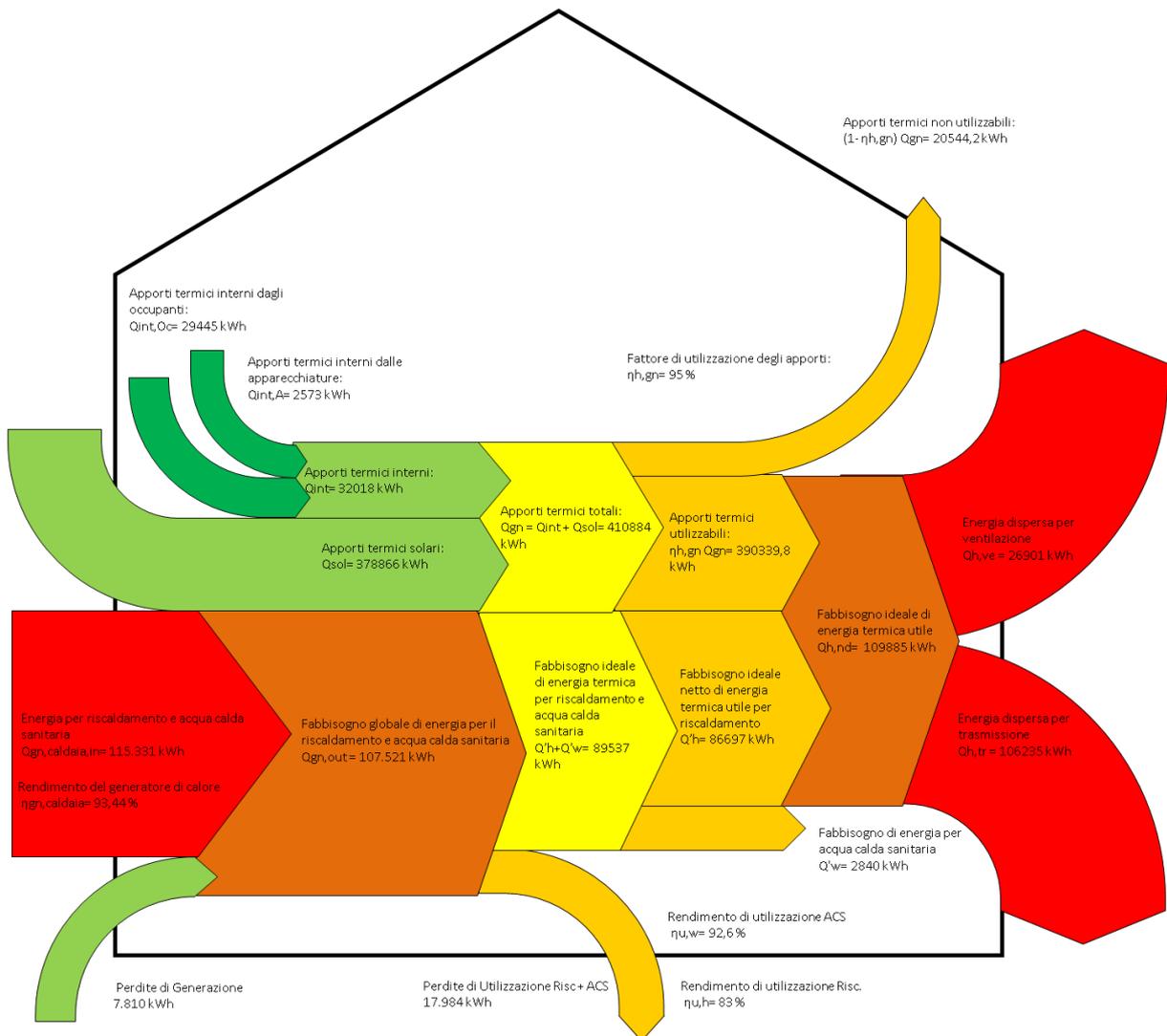
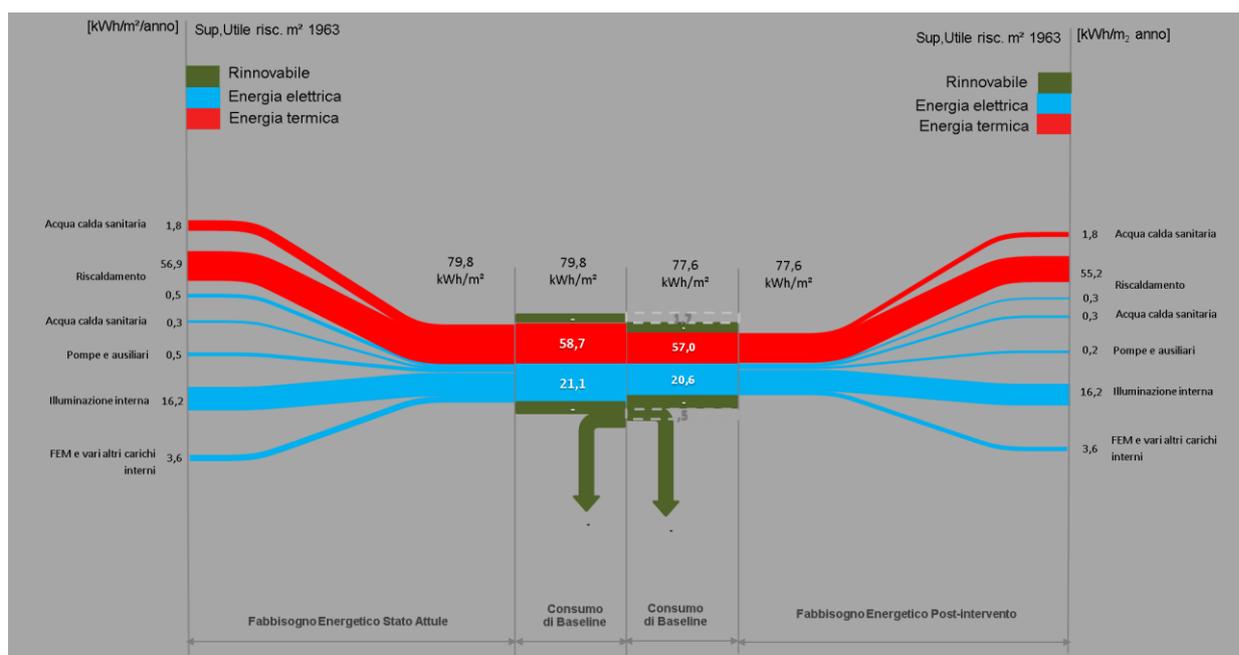


Figura 9.16 – SCN2: Bilancio energetico complessivo dell’edificio post intervento



I miglioramenti ottenibili tramite l'attuazione dello Scenario 2 sono riportati nella Tabella 9.12 e nella Figura 9.11

Tabella 9.17 – Risultati analisi SCN2 – Scenario ottimale TRS≤15 anni

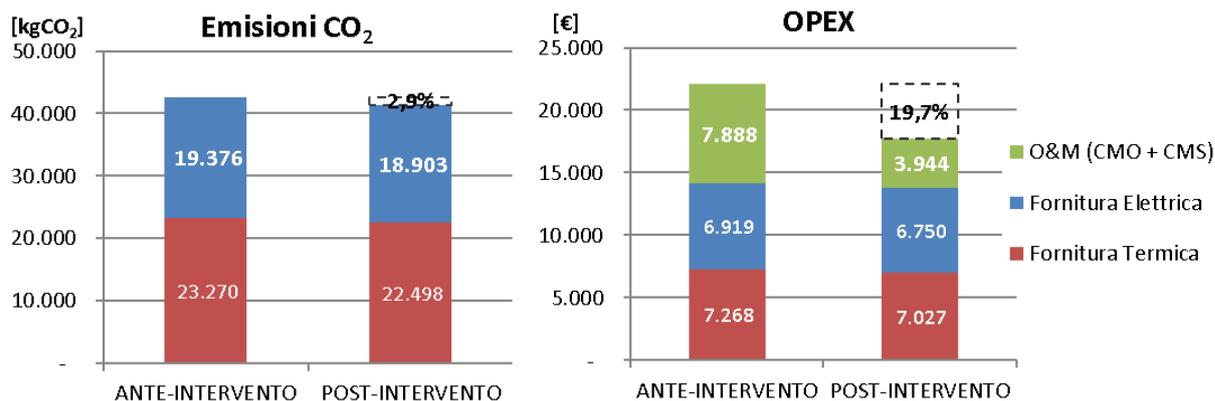
CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE %
EM2 [Efficienza sottosistema di regolazione]	[%]	96%	99%	-3,1%
EM4 [Efficienza sottosistema di generazione]	[%]	96,7	96,70%	99,0%
$Q_{teorico}$	[kWh]	119.280	115.324	3,3%
$EE_{teorico}$	[kWh]	42.129	41.100	2,4%
$Q_{baseline}$	[kWh]	115.198	111.377	3,3%
$EE_{baseline}$	[kWh]	41.490	40.477	2,4%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	23.270	22.498	3,3%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	19.376	18.903	2,4%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	42.646	41.401	2,9%
Fornitura Termica, C_Q	[€]	7.268	7.027	3,3%
Fornitura Elettrica, C_{EE}	[€]	6.919	6.750	2,4%
Fornitura Energia, C_E	[€]	14.187	13.777	2,9%
C_{MO}	[€]	6.231	3.116	50,0%
C_{MS}	[€]	1.656	828	50,0%
O&M ($C_{MO} + C_{MS}$)	[€]	7.888	3.944	50,0%
OPEX	[€]	22.075	17.721	19,7%
Classe energetica	[-]	D	D	+2 classi

Nota (23) I fattori di emissione per il calcolo delle emissioni di CO₂ sono: 0,202 [kgCO₂/kWh] per il vettore termico gas naturale e 0,467 [kgCO₂/kWh] per il vettore elettrico- elettricità.

I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,063 [€/kWh] per il vettore termico gas naturale e 0,163 [€/kWh] per il vettore elettrico.

Figura 9.17 – SCN2: Riduzione dei costi operativi (OPEX) e delle emissioni di CO₂ a partire dalla baseline

E4 – Scuola elementare “E.Fermi”



E' stato quindi possibile presentare un modello semplificato di Piano Economico Finanziario (PEF) indicativo, i cui calcoli di dettaglio sono riportati all'Allegato L – Piano Economico Finanziario scenari. I risultati dell'analisi sono riportati nella Tabella 9.13, Tabella 9.14 e Tabella 9.15 e nelle successive figure.

Tabella 9.18 – Parametri finanziari dell'analisi di redditività dello SCN2– Scenario ottimale TRS≤25 anni

PARAMETRI FINANZIARI		
Anni Costruzione	n_i	1
Anni Gestione Servizio	n_s	24
Anni Concessione	n	25
Anno inizio Concessione	n_0	2020
Anni dell'ammortamento	n_A	10
Saggio Cassa Deposito e Prestiti	k_{CdP}	2,00%
Costo Capitale Azienda	WACC	4,00%
$k_{progetto} = \text{Max}(WACC; k_{CdP})$	$k_{progetto}$	4,00%
Inflazione ISTAT	f	0,50%
deriva dell'inflazione	f'	0,70%
%, interessi debito	k_D	3,82%
%, interessi equity	k_E	9,00%
Aliquota IRES	IRES	24,0%
Aliquota IRAP	IRAP	3,9%
Aliquota fiscale	τ	27,90%
Anni debito (finanziamento)	n_D	10
Anni Equity	n_E	24
Costi d'Investimento diretti, IVA incl.	I_0	€ 26.229
Oneri Finanziari (costi indiretti)	%Of	3,00%
Costi d'Investimento indiretti, IVA incl.	Of	€ 787
Costi d'Investimento (diretti+Indiretti) , IVA incl.	CAPEX	€ 27.016
%CAPEX a Debito	D	80,0%
%CAPEX a Equity	E	20,00%
Debito	I_D	€ 21.613
Equity	I_E	€ 5.403
Fattore di annualità Debito	FA_D	8,30
Rata annua debito	q_D	€ 2.603
Costo finanziamento,(D+INT _D)	$q_D * n_D$	€ 26.034
Costi per interessi debito, INT _D	$INT_D = q_D * n_D - D$	€ 4.421

Tabella 9.19 – Parametri Economici dell’analisi di redditività dello SCN2

PARAMETRI ECONOMICI		
Costo annuo energia pre-intervento, IVA escl.	C_{E0}	€ 14.187
Costo annuo O&M pre-intervento, IVA escl.	C_{M0}	€ 7.888
Spesa PA pre-intervento (Baseline)	$C_{Baseline}$	€ 22.075
Altri costi di gestione ESCo post-intervento, IVA escl.	C_{Altro}	€ -
Riduzione% costi fornitura Energia	$\% \Delta C_E$	2,9%
Riduzione% costi O&M	$\% \Delta C_M$	50,0%
Obiettivo riduzione spesa PA	$\% C_{Baseline}$	0,0%
Risparmio annuo PA garantito	45,6%	€ 1.822
Risparmio annuo PA immediato durante la gestione	Risp.IM	€ -
Risparmio PA durante la concessione	14%	€ 86.319
Risparmio annuo PA al termine della concessione	Risp.Term.	€ 5.874
N° di Canoni annuali	anni	24
Utile lordo della ESCO	$\% CAPEX$	101,86%
Costo Contrattuale ESCO €/anno IVA escl.	C_{ESCO}	€ 1.147
Costi FTT €/anno IVA escl.	C_{FTT}	€ 184
Costi CAPEX €/anno IVA escl.	C_{CAPEX}	€ 491
Canone O&M €/anno	CnM	€ 4.200
Canone Energia €/anno	CnE	€ 16.052
Canone Servizi €/anno IVA escl.	CnS	€ 20.253
Canone Disponibilità €/anno IVA escl.	CnD	€ 1.822
Canone Totale €/anno IVA escl.	Cn	€ 22.075
Aliquota IVA %	IVA	22%
Rimborso erariale IVA	R_{IVA}	€ 4.730
Ricavi da Incentivi, esenti d'IVA	R_B	€ 10.491
Durata Incentivi, anni	n_B	5
Inizio erogazione Incentivi, anno		2022

Tabella 9.20 – Risultati dell’analisi di redditività e sostenibilità finanziaria della SCN2

INDICATORI DI REDDITIVITA DEL PROGETTO PRE-IMPOSTE		
Tempo di Ritorno Semplice, Spb = Io / FC , Anni	T.R.S.	5,08
Tempo di Ritorno Attualizzato T.R.A., anni	T.R.A.	5,60
Valore Attuale Netto, VAN = $VA - Io$	$VAN > 0$	€ 20.280
Tasso interno di rendimento del progetto	$TIR > WACC$	17,76%
Indice di Profitto	IP	77,32%
INDICATORI DI REDDITIVITA DELLA ESCO PRE-IMPOSTE		
Tempo di Ritorno Semplice, Spb = Io / FC , Anni	T.R.S.	#N/D
Tempo di Ritorno Attualizzato T.R.A., anni	T.R.A.	#N/D
Valore Attuale Netto, VAN = $VA - Io$	$VAN > 0$	€ 15.306
Tasso interno di rendimento dell'azionista	$TIR > k_e$	85,25%
Debit Service Cover Ratio	$DSCR < 1,3$	1,664
Loan Life Cover Ratio	$LLCR > 1$	1,923
Indice di Profitto Azionista	IP	58,36%

Figura 9.18 –SCN2: Flussi di cassa del progetto

E4 – Scuola elementare “E.Fermi”



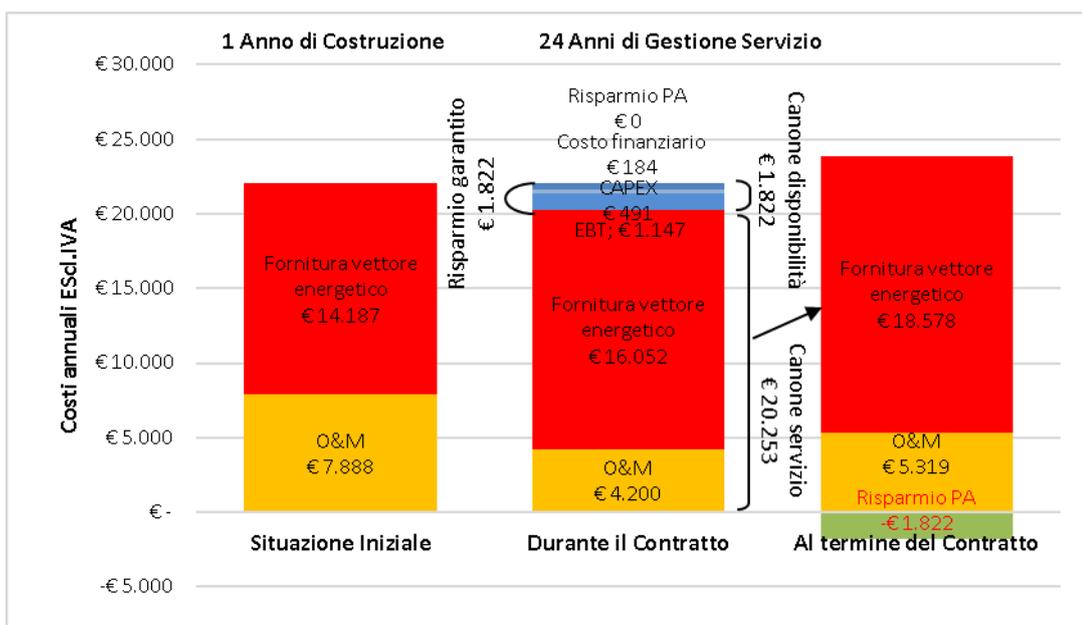
Figura 9.19 – SCN2: Flussi di cassa dell'azionista



Dall'analisi effettuata è emerso che nel suo complesso lo scenario risulta conveniente come dimostrato dal valore degli indicatori economici raggiunti. Si segnala un periodo di criticità nei flussi di cassa dell'azionista tra l'ottavo ed il quattordicesimo anno.

Infine si è provveduto all'identificazione del possibile canone applicabile nel caso di attuazione dello scenario ottimale con incentivi attraverso la partecipazione di ESCO secondo lo schema di EPC descritto in Figura 9.14.

Figura 9.20 – Scenario 2: Schema di Energy Performance Contract



10 CONCLUSIONI

Dai risultati della diagnosi energetica emerge che l’edificio che ospita la scuola elementare “E. Fermi” offre poche possibilità di efficientamento energetico. Tale obiettivo potrebbe essere raggiunto attraverso la realizzazione di misure di efficientamento energetico con tempi di ritorno semplici piuttosto contenuti considerando la possibilità di accedere agli incentivi previsti per le PA dal “Conto Termico”. Sono stati inoltre simulati alcuni scenari su medio lungo periodo prevedendo interventi aggregati i cui costi/benefici potrebbero essere appetibili per un intervento che vede il coinvolgimento di investitori privati ed ESCo.

Nei paragrafi seguenti sono riportate le conclusioni del processo di audit attraverso:

riassunto degli indici di performance energetica

- lista delle raccomandazioni ed opportunità di risparmio energetico con la stima della loro fattibilità tecnico – economica;
- programma di attuazione delle raccomandazioni proposte;
- potenziali interazioni fra le raccomandazioni proposte;
- proposta di un piano di misure e verifiche per accertare i risparmi energetici conseguiti dopo l’implementazione delle raccomandazioni.

10.1 RIASSUNTO DEGLI INDICI DI PERFORMANCE ENERGETICA

Si riportano di seguito gli indici di prestazione energetica conseguenti all’attuazione degli scenari ottimali SCN1 e SCN2.

Tabella 10.1 – Indicatori di performance energetica ricavati dalla modellazione (valutazione in modalità adattata all’utenza)

INDICE DI PRESTAZIONE ENERGETICA	U.M.	ANTE INTERVENTO		SCN1		SCN2		
		ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE	ENERGIA PRIMARIA TOTALE	ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE	ENERGIA PRIMARIA TOTALE	ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE	ENERGIA PRIMARIA TOTALE	
Globale non rinnovabile	EP _{gl}	kWh/m ² q anno	97.66	105.89	94.8	102.7	94.8	102.7
Climatizzazione invernale	EP _H	kWh/m ² q anno	63.69	64.19	60.8	61	60.8	61
Produzione di acqua calda sanitaria	EP _w	kWh/m ² q anno	1.92	1.92	1.92	1.92	1.92	1.92
Ventilazione	EP _v	kWh/m ² q anno	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]
Raffrescamento	EP _c	kWh/m ² q anno	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]
Illuminazione artificiale	EP _L	kWh/m ² q anno	32.05	39.78	32	39.8	32	39.8
Trasporto di persone e cose	EP _T	kWh/m ² q anno	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]
Emissioni equivalenti di CO ₂	CO _{2eq}	Kg/mq anno	19.3	21	18.4	20	18.4	20

10.2 RIASSUNTO DEGLI SCENARI DI INVESTIMENTO E DEI PRINCIPALI RISULTATI

Sulla base delle analisi tecnico ed economiche effettuate sulle singole misure di efficienza energetica è stato possibile definire un elenco di interventi prioritari oltre che due possibili scenari aggregati. L’elenco delle priorità è stato definito sulla base del valore di TRS raggiunto. Le EEM con un valore minore saranno le prime che si suggerisce di realizzare mentre quelle con TRS più alto dovranno essere realizzate in seguito.

E4 – Scuola elementare “E.Fermi”

Inoltre le opportunità di intervento sono state definite sulla base delle fattibilità tecniche ed economiche, privilegiando gli interventi “to be lean” rispetto a quelli “to be clean” e “to be green” suddivise sulla base di quanto indicato

Gli interventi “to be lean” simulati sono stati:

EEM 1: Sostituzione serramenti

EEM 2: Termoregolazione

EEM 3: Efficientamento impianto di illuminazione mediante trasformazione a LED

Gli interventi “to be clean” simulati sono stati:

EEM 4: Efficientamento sistema di generatore

Successivamente sono stati individuati due scenari di interventi aggregati su cui sono state calcolati gli indicatori economici a 15 e a 25 anni.

Interventi previsti nello scenario a 15 anni:

- EEM 2: Termoregolazione
- EEM 4: Efficientamento sistema di generatore

Interventi previsti nello scenario a 25 anni:

- EEM 2: Termoregolazione
- EEM 4: Efficientamento sistema di generatore

Tabella 10.2 – Sintesi dei risultati della valutazione economico-finanziaria delle misure di efficienza energetica To be Lean, caso con incentivi

		CON INCENTIVI												
priorità		% Δ_E	% Δ_{CO_2}	ΔC_E	ΔC_{MO}	ΔC_{MS}	I_0	TRS	TRA	VAN	TIR	IP	DSCR	LLCR
		%	%	€/anno	€/anno	€/anno	€	anni	anni	€	%	-		
3	EEM 1	11,7	12,5	2130,9	0	0	209.095	65,5	93,1	145.971<0	-5,7	-0,7	[n/a]	[n/a]
2	EEM 2	1,4	1,5	257,9	0	0	-6390	22,5	28,3	-3089<0	-5,8	-0,48	[n/a]	[n/a]
1	EEM 3	17,7	16,5	3215,8	0	0	-94698	12,2	13,7	-40704<0	-12,2	-0,43	[n/a]	[n/a]

Tabella 10.3 – Sintesi dei risultati della valutazione economico-finanziaria delle misure di efficienza energetica To be clean, caso con incentivi

		CON INCENTIVI												
		% Δ_E	% Δ_{CO_2}	ΔC_E	ΔC_{MO}	ΔC_{MS}	I_0	TRS	TRA	VAN	TIR	IP	DSCR	LLCR
		%	%	€/anno	€/anno	€/anno	€	anni	anni	€	%	-		
	EEM 4	0,1	0,1	23,3	4.611	1.226	-32659	3,8	4,3	35.961>0	20,8	1,10	[n/a]	[n/a]

Tabella 10.4 – Sintesi dei risultati della valutazione economico-finanziaria delle misure di efficienza energetica scenari di intervento a 15 e 25 anni, caso con incentivi

		CON INCENTIVI												
priorità		% Δ_E	% Δ_{CO_2}	ΔC_E	ΔC_{MO}	ΔC_{MS}	I_0	TRS	TRA	VAN	TIR	IP	DSCR	LLCR
		%	%	€/anno	€/anno	€/anno	€	anni	anni	€	%	-		
	SCN 1	2,9	2,9	410	3116	828	-26229	3,9	4,5	25.901	19,4	0,99	1,6	1,7
	SCN 2	2,9	2,9	410	3116	828	-26229	3,9	4,5	44.545	20,7	1,7	1,6	1,9

*secondo il documento di F.A.Q. quesito 35 nelle analisi economiche e finanziarie degli scenari i risparmi economici sono considerati al netto dell’IVA

10.3 CONCLUSIONI E COMMENTI

In conclusione è possibile ipotizzare che gli interventi simulati negli scenari aggregati possano essere realizzati sia attraverso investimenti propri del comune di Genova sia attraverso l'attivazione di un Energy Performance Contracting di durata pluriennale, con una ESCo, in cui è previsto il raggiungimento della prestazione di efficientamento energetico simulata e riportata nel presente Rapporto di Diagnosi e di anno in anno verificata e monitorata.

Il risparmio garantito negli EPC è pertanto un valore contrattuale e la ESCo dovrà garantire annualmente il raggiungimento di tale performance calcolata in unità fisiche (es. MWh, lt, mc, ecc.). Se il risparmio ottenuto sarà minore rispetto a quello previsto da contratto il valore economico dell'extra consumo dovrà essere rimborsato dalla ESCo alla pubblica amministrazione secondo procedure stabilite dal contratto stesso. Se il risparmio è più alto rispetto al previsto il valore economico dell'extra-risparmio sarà diviso tra la ESCo e la P.A. proprietaria dell'edificio in accordo con la metodologia definita dal contratto (es. 70%-30%)

L'attendibilità del valore del risparmio energetico raggiunto dipende dalla qualità delle misure e delle verifiche (M&V) effettuate. Per rendere il processo il più trasparente possibile è necessario allegare al contratto EPC un Piano di Verifica e Monitoraggio della Prestazione e prevedere una VERIFICA DI PARTE TERZA.

All'interno dei Contratti EPC dovrà pertanto essere allegato un **Piani di Verifica e Monitoraggio della Prestazione** redatto in ottemperanza di quanto previsto dalla metodologia indicata dall'International Performance Measurement and Verification Protocol (IPMVP)

All'interno dei PMVP dovranno essere definite le modalità di misura e verifica delle prestazioni prevedendo la possibilità di verifiche delle frequenze di utilizzo, aggiustamenti e normalizzazione sulla base degli effettivi volumi riscaldati e delle condizioni climatiche.

Si suggerisce inoltre di prevedere la creazione di una commissione paritetica costituita da tre esperti, uno in rappresentanza del Comune di Genova uno della Esco ed uno esterno, i cui ruoli potrebbero essere definiti all'interno del PMVP, a titolo di esempio vengono riportati i possibili ruoli e funzioni all'interno della commissione:

- Raccolta dati dai meter (ESCo expert)
- Raccolta dati delle temperature esterne (ESCo expert)
- Verifica dei volumi riscaldati e dei fattori di occupazione (P.A. expert)
- Verifica delle temperature interne (P.A. expert)
- Verifica dei prezzi dell'energia (ESCo expert)
- Aggiustamenti e normalizzazioni (Terza parte expert)
- Approvazione delle misure e verifiche (Tutti)
- Report e definizione dei risparmi ottenuti (Terza parte expert)

ALLEGATO A – ELENCO DOCUMENTAZIONE FORNITA DALLA COMMITTENZA

Titolo	Data	Nome file
01_Planimetrie	08.11.17	01_Involucro E00004, PIAN1, PIAN1A, PIAN1SS, PIAN2, PIAN3, PIANC, PIAN1, PIAN2A
		02_Termici 124-S02-001-CENTRALE TERMICA, 445-S01- 006-CALDAIA MURALE, L1-042-124_445-P00, L1-042-124_445-P01, L1-042-124_445-P02, L1-042-124_445-P03, L1-042-124_445-S01, L1-042-124_445-S02, L1-042-124_445-P00- Checklist, L1-042-124_445-P01-Checklist, L1- 042-124_445-P02-Checklist, L1-042- 124_445-P03-Checklist, L1-042-124_445-S01- Checklist, L1-042-124_445-S02-Checklist
		03_Elettrici vuoto
02_Manutenzioni	08.11.17	01_Involucro vuoto
		02_Termici vuoto
		03_Elettrici vuoto
		04_FER vuoto
Bollette gas 2014	19.07.18	20141121775
Bollette gas 2015	19.07.18	20151910, P150007518, P150015576 P150019771, P150032667, P150037967 P150048624, P160003881
Bollette gas 2016	19.07.18	P160012671, P160023980, P160031417 EX15066/2016, P160041242, EX19107/2016 EX22893/2016, P160053190, EX26900/2016 EX31010/2016, EX33534/2016, EX38844/2016, EX43773/2016, EX03011/2017
Bollette elettricità 2014	19.07.18	5700065550, 5700098268, 5700134926 5700176207, 5700214966, 5700248953 5700345950, 5700291462, 5700373631 5700411858, 5700449707, 5700449707 5700065495, 5700098218, 5700134957 5700176145, 5700214975, 5700248944 5700291206, 5700345541, 5700411327 5700373449, 5700493139, 5700493139
Bollette elettricità 2015	19.07.18	5700493040, 5700544631, 5750081861, , E000140840, E000163924, E000175668, E000337518, E000234061, E000281516 E000163924, E000386672, E000281516 E000337518, E000163924, E000386672 E000432860, E000483579, E000018554, E000084129, E000310242, E000150586 5700493139, 5700544142, 5750081967, E000140844, E000163929, E000175672, E000337522, E000234065, E000281520 E000386676, E000281520, E000163929, E000432863, . E000483582, E000018557, E000163929, E000483582, E000084135, E000310245, E000150590
Bollette elettricità 2016	19.07.18	E000150586, E000084130, E000334601, E000238234, E000334601, E000150586 E000194169, E000194169, E000238234, E000278551, E000334601, 011640025271 011640087927, 011640025271, 011640049213, 011640060827 011640074901, 011640122871 011740042567, 011640108898 011740001578, E000150590, E000084136, E000218121, E000218120, E000334604 E000238237, E000218121, E000334604,

*E4 – Scuola elementare “E.Fermi”*

		E000150590, E000238237 , E000278554 E000334604, E000238237, 01164002527, 011640087942, 011640025275, 011640048519, 011640060830, 011640074903, 011640126636, 011740042570, 011640100078, 011740001581
Tabella riepilogativa scuole	19.07.18	kyotoBaseline-E4_rev10.xls

ALLEGATO B – ELABORATI

Titolo	Data	Nome file
Allegato B Elaborati	14.05.18	Allegato B Elaborati
Tavola con indicazione di impianti e zone termiche (dwg, PDF)		DE Lotto.9-E4 Elaborati_1ss
		DE Lotto.9-E4 Elaborati_p1
		DE Lotto.9-E4 Elaborati_p2
		DE Lotto.9-E4 Elaborati_p3
Planimetria catastale		DE Lotto.9-E4 Elaborati_pt
		DE Lotto.9-E4 Elaborati_plan catastale_E4 sub.2
		DE Lotto.9-E4 Elaborati_plan catastale_E4 sub.3
Foto sopralluogo		
File grafici		DE_Lotto.9-E4-AllegatoB-Grafici

ALLEGATO C – REPORT DI INDAGINE TERMOGRAFICA

Titolo	Data	Nome file
Allegato C E4	14.05.18	Allegato C E4.doc



ALLEGATO D – REPORT RELATIVI AD ALTRE PROVE DIAGNOSTICHE STRUMENTALI

Titolo	Data	Nome file
ALLEGATO D Report relativi ad altre prove diagnostiche strumentali	14.05.18	Lotto.9_Report prove diagnostiche strumentali_E13.doc

ALLEGATO E – RELAZIONE DI DETTAGLIO DEI CALCOLI

Titolo	Data	Nome file
ALLEGATO E Relazione di dettaglio dei calcoli	14.05.18	DE_E4_Baseline – Calcoli.RTF
Allegato E Modello elettrico	14.05.18	DE_Lotto.9-E4-Modello elettrico.xlsx

ALLEGATO F – CERTIFICATO CTI SOFTWARE

Titolo	Data	Nome file
ALLEGATO F Certificato CTI Software	14.05.18	CertCTI.pdf

ALLEGATO G – ATTESTATO DI PRESTAZIONE ENERGETICA

Titolo	Data	Nome file
APE STATO DI FATTO	14/05/18	DE_E4_APE_Bozza.pdf

ALLEGATO H – BOZZA DI APE SCENARI

Titolo	Data	Nome file
APE SCENARIO 15 ANNI	14/05/18	E4_SCN_Caldaia+VT 15_25anni.pdf
APE SCENARIO 25 ANNI	14/05/18	E4_SCN_Caldaia+VT 15_25anni.pdf

ALLEGATO I – DATI CLIMATICI

Titolo	Data	Nome file
ALLEGATO I Dati climatici	14.05.18	GG_Lotto.9-E4.xls

ALLEGATO J – SCHEDE DI AUDIT

Titolo	Data	Nome file
ALLEGATO J Schede Audit	14.05.18	E 4_Scheda Audit_Template_rev2.xls

ALLEGATO K – SCHEDE ORE

Titolo	Data	Nome file
ALLEGATO K Schede ORE	14.05.18	Schede ORE_E 4.doc

ALLEGATO L – PIANO ECONOMICO FINANZIARIO SCENARI

	Titolo	Data	Nome file
	ANALISI PEF E4	14/05/18	E4_AnalisiPEF.xlsx

ALLEGATO M – REPORT DI BENCHMARK

Titolo	Data	Nome file
ALLEGATO M Report di Benchmark	14.05.18	Lotto.9_benchmark E4.doc

ALLEGATO N – CD-ROM