

SCUOLA MEDIA "DON MILANI" E SCUOLA MATERNA COMUNALE "SAN LUIGI"

E1372

SALITA DI CARBONARA 65, GENOVA

RAPPORTO DI DIAGNOSI ENERGETICA FONDO KYOTO - SCUOLA 3



Luglio 2018

COMUNE DI GENOVA
STRUTTURA DI STAFF - ENERGY MANAGER



COMUNE DI GENOVA

ATI:

energynet

(mandataria)

more
energy
Integrated Engineering

(mandante)

SCUOLA MEDIA “DON MILANI” E SCUOLA MATERNA COMUNALE “SAN LUIGI”

E1372

SALITA DI CARBONARA n°65, GENOVA

RAPPORTO DI DIAGNOSI ENERGETICA

FONDO KYOTO - SCUOLA 3

Luglio 2018

COMUNE DI GENOVA

STRUTTURA DI STAFF - ENERGY MANAGER

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

Energynet s.r.l.
Viale Muratori 201 – 41124 – Modena
Tel 059 211085 – info@energynet.it

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

REGISTRO REVISIONI E PUBBLICAZIONI

Revisione	Data	Realizzazione	Revisione	Approvazione	Descrizione
A	18/06/2018	Emanuele Schiavone	Irene Paradisi Luigi Guerra	Saverio Magni	Prima Pubblicazione
B	26/07/2018	Emanuele Schiavone	Irene Paradisi Luigi Guerra	Saverio Magni	Seconda Pubblicazione a seguito di Revisione PA 12/07/2018

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

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

INDICE

PAGINA

INDICE.....	I
EXECUTIVE SUMMARY	I
1 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
4.1.1 <i>Involucro opaco</i>	14
4.1.2 <i>Involucro trasparente</i>	15
4.2 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO DI RISCALDAMENTO/ CLIMATIZZAZIONE INVERNALE.....	17
4.2.1 <i>Sottosistema di emissione</i>	17
4.2.2 <i>Sottosistema di regolazione</i>	19
4.2.3 <i>Sottosistema di distribuzione</i>	20
4.2.4 <i>Sottosistema di generazione</i>	21
4.3 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO PRODUZIONE ACQUA CALDA SANITARIA	22
4.4 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO ELETTRICO E PRINCIPALI UTENZE ELETTRICHE	23
4.5 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO ILLUMINAZIONE	24
5 CONSUMI RILEVATI	25
5.1 CONSUMI ENERGETICI STORICI PER CIASCUN VETTORE E CONNESSIONE ALLE RETI GAS NATURALE ED ELETTRICA.....	25
5.1.1 <i>Energia termica</i>	25
5.1.2 <i>Energia elettrica</i>	27
5.2 INDICATORI DI PERFORMANCE ENERGETICI ED AMBIENTALI	30
6 MODELLO DEL FABBISOGNO ENERGETICO.....	35
6.1 METODOLOGIA DI CALCOLO ADOTTATA E VALIDAZIONE DEI MODELLI DI CALCOLO	35
6.1.1 <i>Validazione del modello termico</i>	36
6.1.2 <i>Validazione del modello elettrico</i>	37
6.2 FABBISOGNI ENERGETICI.....	37
6.3 PROFILI ENERGETICI MENSILI.....	39
7 ANALISI DEI COSTI PRE-INTREVENTO	41
7.1 COSTI RELATIVI ALLA FORNITURA DEI VETTORI ENERGETICI	41
7.1.1 <i>Vettore termico</i>	41
7.1.2 <i>Vettore elettrico</i>	41
7.2 TARIFFE E PREZZI VETTORI ENERGETICI UTILIZZATI NELL'ANALISI.....	45
7.3 COSTI DI GESTIONE E MANUTENZIONE DI EDIFICIO ED IMPIANTI.....	45
7.4 BASELINE DEI COSTI.....	46

8	IDENTIFICAZIONE DELLE MISURE DI EFFICIENZA ENERGETICA	48
8.1	DESCRIZIONE, FATTIBILITÀ E PRESTAZIONI DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI	48
8.1.1	<i>Involucro edilizio</i>	48
8.1.2	<i>Impianto riscaldamento</i>	51
8.1.3	<i>Impianto di illuminazione ed impianto elettrico</i>	54
9	VALUTAZIONE ECONOMICO-FINANZIARIA.....	56
9.1	ANALISI DEI COSTI DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI CONSIDERATI FATTIBILI	56
9.2	ANALISI DI CONVENIENZA DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI CONSIDERATI FATTIBILI	61
9.3	IDENTIFICAZIONE DELLE SOLUZIONI INTEGRATE D'INTERVENTO E SCENARI D'INVESTIMENTO	72
9.3.1	<i>Scenario 1: TRS < 15 anni</i>	74
10	CONCLUSIONI	89
10.1	RIASSUNTO DEGLI INDICI DI PERFORMANCE ENERGETICA	89
10.2	RIASSUNTO DEGLI SCENARI DI INVESTIMENTO E DEI PRINCIPALI RISULTATI	89
10.3	CONCLUSIONI E COMMENTI.....	89
	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		1846
Anno di ristrutturazione		1997
Zona climatica		D
Destinazione d'uso	E.7 Edifici adibito ad attività scolastiche a tutti i livelli ed assimilabili	
Superficie utile riscaldata	[m ²]	990,28
Superficie disperdente (S)	[m ²]	2022,55
Volume lordo riscaldato (V)	[m ³]	4703,6
Rapporto S/V	[1/m]	0,43
Superficie lorda aree interne (scaldate e non scaldate)	[m ²]	2.081,49
Superficie lorda aree esterne	[m ²]	1159,80
Superficie lorda complessiva (aree interne ed esterne)	[m ²]	
Tipologia generatore riscaldamento		Generatore tradizionale
Potenza totale impianto riscaldamento	[kW]	1.069 ⁽²⁾
Potenza totale impianto raffrescamento	[kW]	-
Tipo di combustibile		Gas naturale ⁽²⁾
Tipologia generatore Acqua Calda sanitaria (ACS)		Boiler Elettrici
Emissioni CO ₂ di riferimento ⁽¹⁾	[t/anno]	24,06
Consumo di riferimento Gas Metano ⁽¹⁾	[kWh _{rt} /anno]	174.834 ⁽²⁾
Spesa annuale Gas Metano ⁽¹⁾	[€/anno]	11.255 ⁽²⁾
Consumo di riferimento energia elettrica ⁽¹⁾	[kWh _{el} /anno]	19.053
Spesa annuale energia elettrica ⁽¹⁾	[€/anno]	4.574

Nota (1): Valori di Baseline

Nota (2): Valori riferiti all'edificio E1375

Descrizione delle Misure di efficienza energetica proposte:

- EEM 1: isolamento pareti verticali esterne
- EEM 2: isolamento coperture
- EEM 3: sostituzione infissi
- EEM 4: installazione valvole termostatiche
- EEM 5: sostituzione caldaia
- EEM 6: sostituzione lampade con LED
- SCN 1: combinazione degli interventi EEM2 e EEM4
- SCN 2: combinazione degli interventi EEM2, EEM4 e EEM6

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

	%Δ _E	%Δ _{CO₂}	ΔC _E	ΔC _{MO}	ΔC _{MS}	I ₀	CON INCENTIVI							
							TR _S	TR _A	n	VAN	TIR	IP	DSCR	LLCR
	[%]	[%]	[€/anno]	[€/anno]	[€/anno]	[€]	[anni]	[anni]	[anni]	[€]	[%]	[-]		
EEM 1	19,7%	15,7%	1.464			60.034	19,9	32,6	30	-5.009	2,7%	-0,08		
EEM 2	14,3%	11,4%	1.064			14.273	7,5	9,0	30	10.406	12,3%	0,73		
EEM 3	8,1%	6,4%	600			59.615	66,1	93,7	30	-41.748	-5,8%	-0,70		
EEM 4	21,2%	16,9%	1573	267		6.618	3,7	4,2	15	11.475	25,0%	1,73		
EEM 5	0,3%	0,2%	22	267		42.639	23,4	25,2	15	-17.808	-14,4%	-0,42		



E1372 - Scuola Media "Don Milani" e Scuola Materna Comunale "San Luigi"

EEM 6	3,6%	6,7%	847		17.247	9,4	10,2	8	-3.893	-6,7%	-0,23		
SCN1 ⁽³⁾	33,0%	26,3%	2.451	267	20.891	9,2	12,8	15	1.009	5,14%	4,83%	1,02	1,12
SCN2 ⁽³⁾	36,7%	32,9%	3.298	267	38.138	11,1	16,83	25	3.015	5,42%	7,91%	1,02	1,05

Nota⁽³⁾: valori degli indicatori di redditività TRS, TRA VAN TIR e IP del progetto pre-imposte e degli indicatori di redditività DSCR e LLCR della ESCO pre imposte

Figura 0.1 – Scenario 1: analisi finanziaria

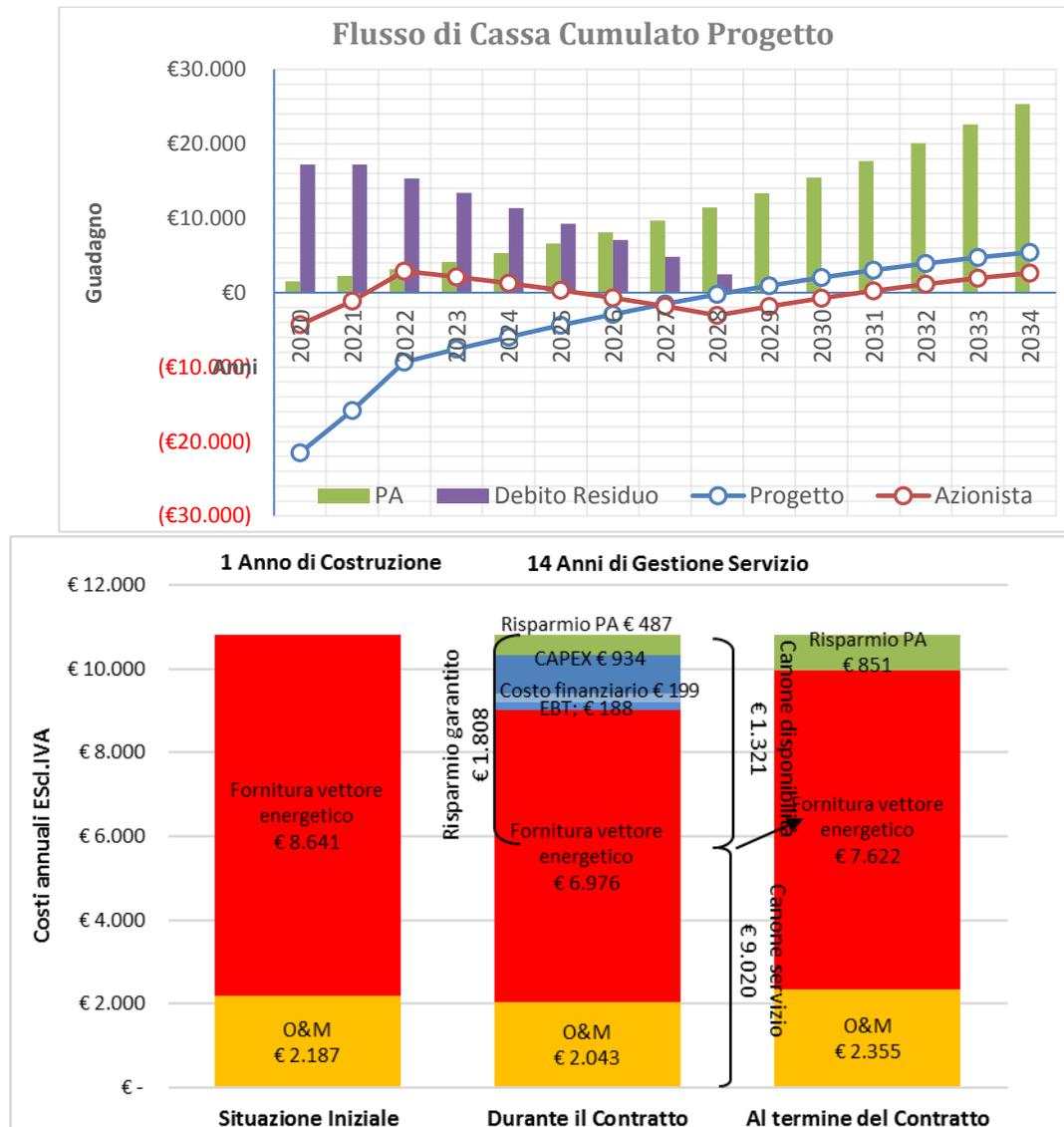
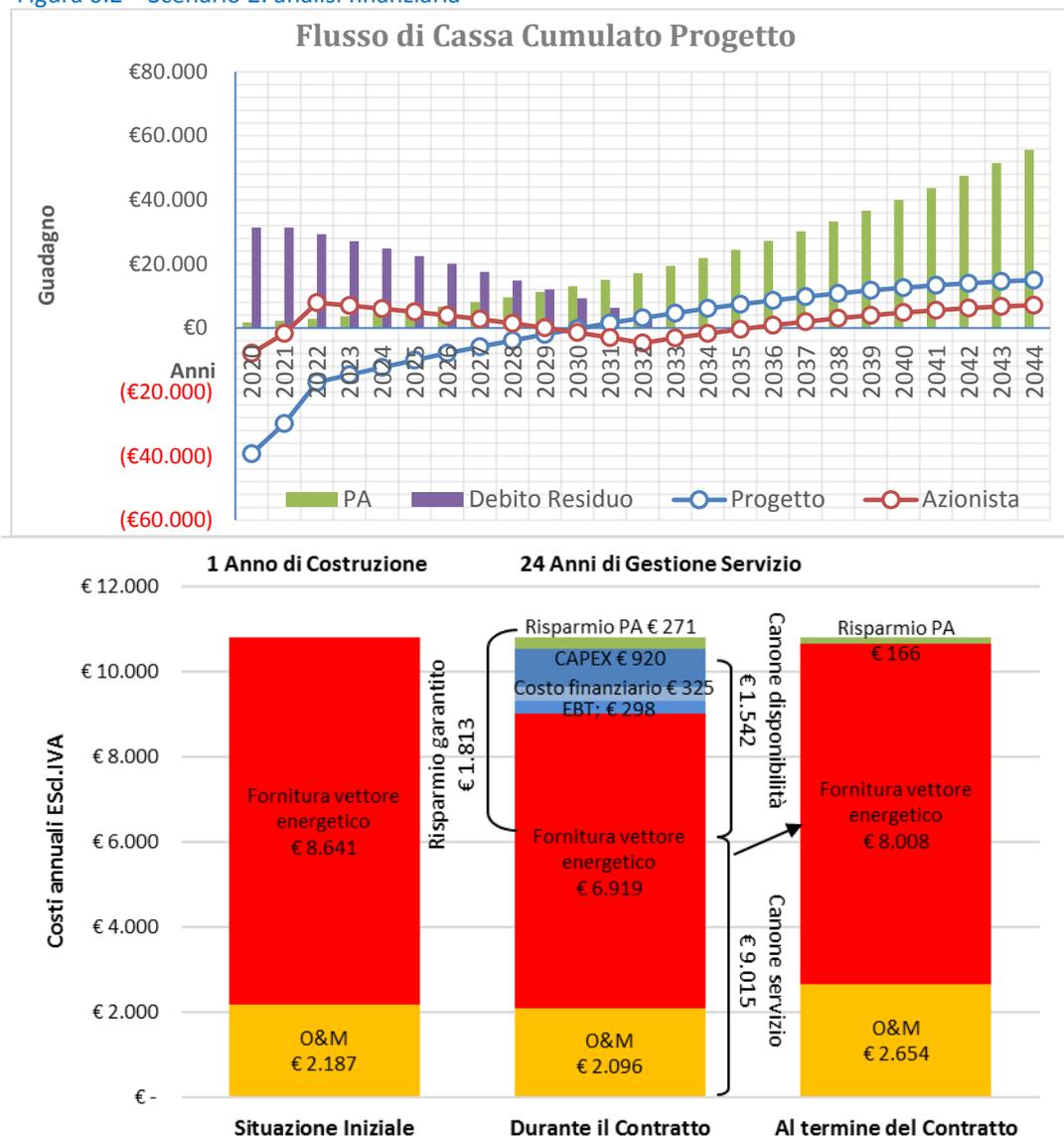


Figura 0.2 – Scenario 2: analisi finanziaria



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"

Figura 0.1 - Vista della facciata esposta a Est



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

In Tabella 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

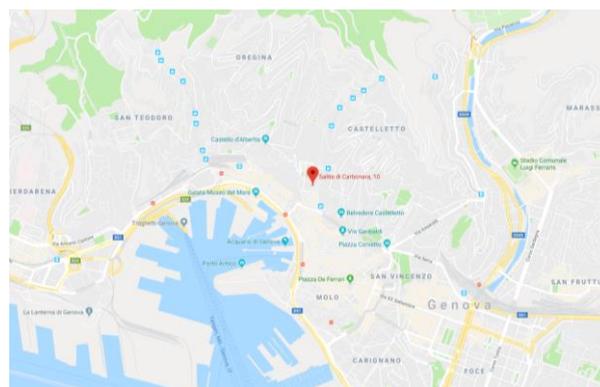
NOME E COGNOME	RUOLO	ATTIVITÀ SVOLTA
Scarcelli Silvia Lara Nuara	Tecnico del rilievo	Sopralluogo in sito
Lara Nuara	Tecnico dell'analisi preliminare	Elaborazione dei dati relativi ai consumi energetici
Emanuele Schiavone	Tecnico del calcolo energetico	Elaborazione dei dati geometrici ed alla creazione del modello energetico
Lara Nuara	Tecnico del report di diagnosi	Redazione report di diagnosi energetica
Irene Paradisi	Responsabile involucro	Revisione report di diagnosi energetica
Luigi Guerra	Responsabile impianti	Revisione report di diagnosi energetica
Saverio Magni	EGE	Approvazione report di diagnosi energetica

1.4 IDENTIFICAZIONE DELL'EDIFICIO

L'immobile oggetto della DE, catastalmente individuato al NCEU F. GEA Mapp. 98 e 100 è sito nel Comune di Genova e più precisamente nella Salita di Carbonara.

L'edificio è di proprietà del Comune di Genova ed è attualmente adibito a scuola materna e scuola media.

Figura 0.2 – Ubicazione dell'edificio



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		1869
Anno di ristrutturazione		n/d
Zona climatica		D
Destinazione d'uso	E.7 Edifici adibito ad attività scolastiche a tutti i livelli ed assimilabili	
Superficie utile riscaldata	[m ²]	990,28
Superficie disperdente (S)	[m ²]	2022,55
Volume lordo riscaldato (V)	[m ³]	4703,6
Rapporto S/V	[1/m]	0,43
Superficie lorda aree interne (scaldate e non scaldate)	[m ²]	2.081,49
Superficie lorda aree esterne	[m ²]	1159,80
Superficie lorda complessiva (aree interne ed esterne)	[m ²]	
Tipologia generatore riscaldamento		Generatore tradizionale
Potenza totale impianto riscaldamento	[kW]	1.069 ⁽⁵⁾

Potenza totale impianto raffrescamento	[kW]	-
Tipo di combustibile		Gas naturale ⁽⁵⁾
Tipologia generatore Acqua Calda sanitaria (ACS)		Boiler Elettrici
Emissioni CO2 di riferimento ⁽⁴⁾	[t/anno]	24,06
Consumo di riferimento Gas Metano ⁽⁴⁾	[kWh _{th} /anno]	174.834 ⁽⁵⁾
Spesa annuale Gas Metano ⁽⁴⁾	[€/anno]	11.255 ⁽⁵⁾
Consumo di riferimento energia elettrica ⁽⁴⁾	[kWh _{el} /anno]	19.053
Spesa annuale energia elettrica ⁽⁴⁾	[€/anno]	4.574

Nota (4): Valori di Baseline

Nota (5): Valori riferiti all'edificio E1375

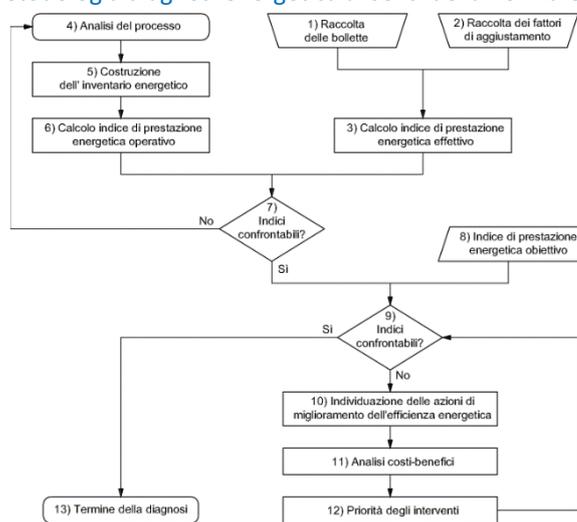
1.5 METODOLOGIA DI LAVORO

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

- a) Acquisizione della documentazione utile, fornita dalla PA, come riportato all'Allegato A – Elenco documentazione fornita dalla committenza; **Errorre. L'origine riferimento non è stata trovata.**
- b) Analisi del quadro normativo di riferimento, incluso la verifica dei vincoli ambientali, storici, archeologici e paesaggistici interferenti sull'immobile interessato dall'intervento;
- c) Visita agli edifici, effettuata in data 04/12/2017 con verifica degli elaborati forniti e rilievo dei dati relativi alle caratteristiche degli elementi disperdenti ed impiantistici costituenti il sistema edificio-impianto;
- d) Visita alla centrale termica e/o frigorifera, con il supporto del personale incaricato della conduzione e manutenzione degli impianti e rilevamento dei dati utili;
- e) Preparazione e compilazione delle schede di Audit previste per la diagnosi di livello II di cui all'appendice A delle LGEE - Linee Guida per l'Efficienza Energetica negli Edifici - sett. 2013 - elaborato da AiCARR per Agesi, Assisital, Assopetroli e Assoenergia, e riportate all'Allegato J – Schede di audit;
- f) Elaborazione del comportamento termico ed elettrico dell'edificio, realizzata utilizzando il software commerciale Edilclima EC700 versione 8.17.49 in possesso di certificato di conformità rilasciato dal Comitato Termotecnico Italiano (CTI) n. 73 ai sensi del D.lgs. 192/05 e s.m.i. e riportato all'Allegato F – Certificato CTI Software;
- g) Analisi dei profili annuali di consumi e costi dei servizi energetici reali dell'edificio, comprensivi della fornitura dei vettori energetici sia elettrici che di gas e degli oneri di O&M, relativamente alle annualità 2014-2015-2016;
- h) Analisi dei dati climatici reali del sito ove è ubicato l'edificio con conseguente calcolo dei Gradi Giorno reali (GG_{real}), utilizzando le temperature esterne rilevate dalla stazione meteo Genova – Centro Funzionale e riportati all'Allegato I – Dati climatici;
- i) Individuazione della "baseline termica" di riferimento (e relative emissioni di 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_{rif});
- 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;

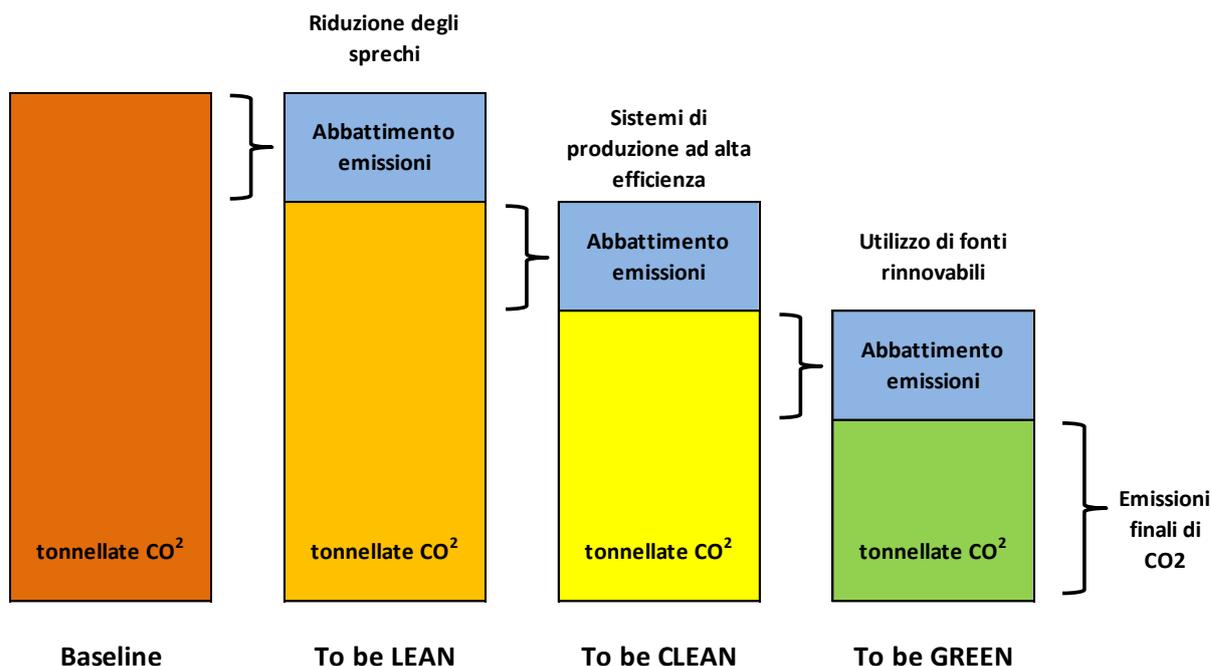
- n) Definizione di due scenari ottimali a partire dalla combinazione delle singole EEM proposte al fine di conseguire un miglioramento del parametro di efficienza energetica dell'edificio superiore a due classi energetiche e tempi di ritorno inferiori uguale rispettivamente a 25 e a 15 anni.
- o) Analisi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

Figura 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



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 riqualificazione degli impianti di generazione per la climatizzazione e, dopo, dall'installazione di tecnologie di generazione da fonti rinnovabili.

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

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

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

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

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

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

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

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

1.6 STRUTTURA DEL REPORT

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

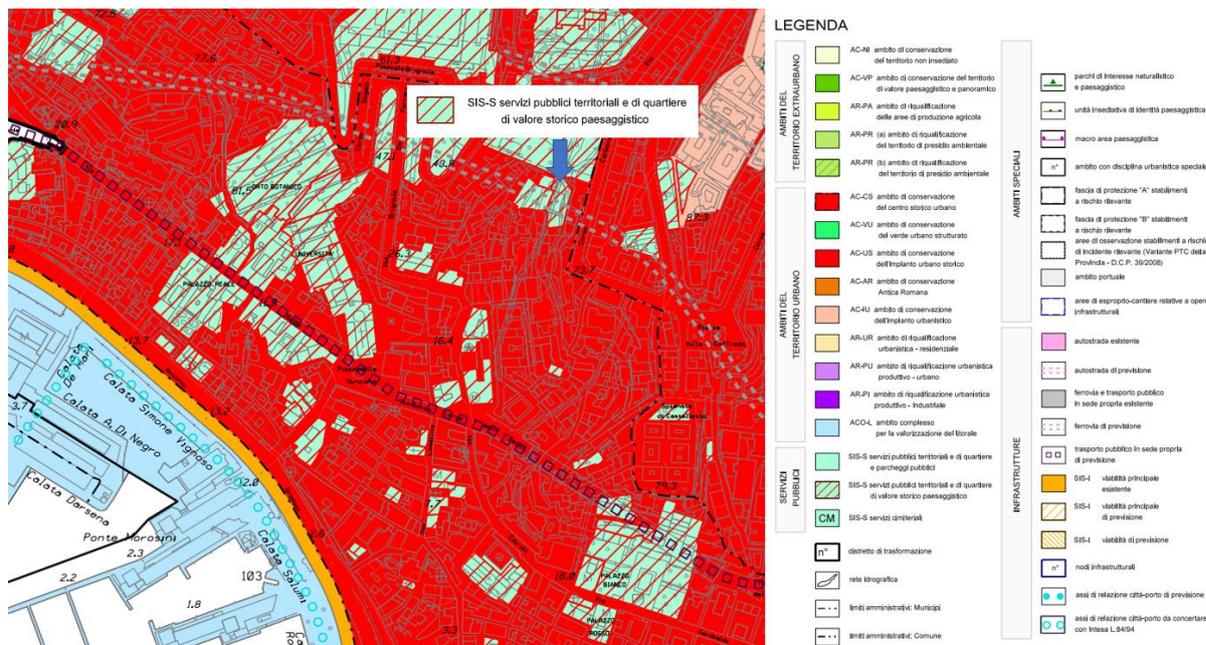
- Una prima parte nella quale sono descritti lo scopo ed i confini della DE e le metodologie di analisi adottate;
- Una seconda parte in cui sono riportate le informazioni dell'edificio rilevate in sede di sopralluogo e le valutazioni effettuate al fine di identificare le caratteristiche tecniche dei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

2 DATI DELL'EDIFICIO

2.1 INFORMAZIONI SUL SITO

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

Figura 2.1 - Particolare estratto dal Piano Urbanistico Comunale



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

L'edificio ove è ubicato l'edificio oggetto della DE risale all'incirca al '800, pertanto ai sensi del DPR 412/93, attualmente ricade nella destinazione d'uso E.7 Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli 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 è innanzitutto 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), ma può anche essere considerata di notevole interesse socio-culturale al fine della sensibilizzazione del pubblico alle tematiche di interesse ambientale ed energetico.

L'edificio ospitante il complesso scolastico oggetto [Figura 2.2 - Vista satellitare dell'edificio \(Fonte: Google Earth\)](#)

della DE è costituito complessivamente da tre piani fuori terra, dove al loro interno sono presenti aule, cucina, mensa e servizi utili alle attività didattiche scolastiche.

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

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



Tabella 2.1 - Suddivisione in piani dell'edificio

PIANO	UTILIZZO	U.M.	SUPERFICIE LORDA COMPLESSIVA ⁽⁶⁾	SUPERFICIE UTILE RISCALDATA ⁽⁷⁾
Primo	Corridoi, bagni, magazzino, cucina e mensa	[m ²]	393,70	325,58
Secondo	Corridoi, bagni, laboratorio, cucina e refettorio	[m ²]	383,72	334,10
Terzo	Corridoi, bagni, aule, ufficio	[m ²]	382,38	330,34
TOTALE		[m ²]	1159,80	990,28

Nota (6): Superficie lorda comprensiva delle zone interne climatizzate e non climatizzate, valutate a partire dalle planimetrie progettuali, opportunamente verificate in fase di sopralluogo

Nota (7): Superficie utile valutata ai fini della creazione del modello energetico

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

L'edificio oggetto della DE, pur trovandosi nel centro storico, non presenta vincoli.

Figura 2.3 - Particolare estratto dalla carta dei vincoli



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

MISURA DI EFFICIENZA ENERGETICA	VINCOLO INTERESSATO	VALUTAZIONE INTERFERENZA ⁽⁸⁾	MISURA DI TUTELA DA ADOTTARE
EEM 1: isolamento della copertura piana	-		-
EEM 2: isolamento delle pareti perimetrali	-		-
EEM 3: sostituzione serramenti	-		-
EEM 4: installazione valvole termostatiche	-		-
EEM 5: installazione LED	-		-
EEM 6: sostituzione caldaia	-		-

Nota (8): Legenda livelli di interferenza:

	Non perseguibile
	Perseguibile tramite adozione misure di tutela indicate
	Interferenza nulla

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

2.4 MODALITÀ DI GESTIONE E MANUTENZIONE DI EDIFICI ED IMPIANTO

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

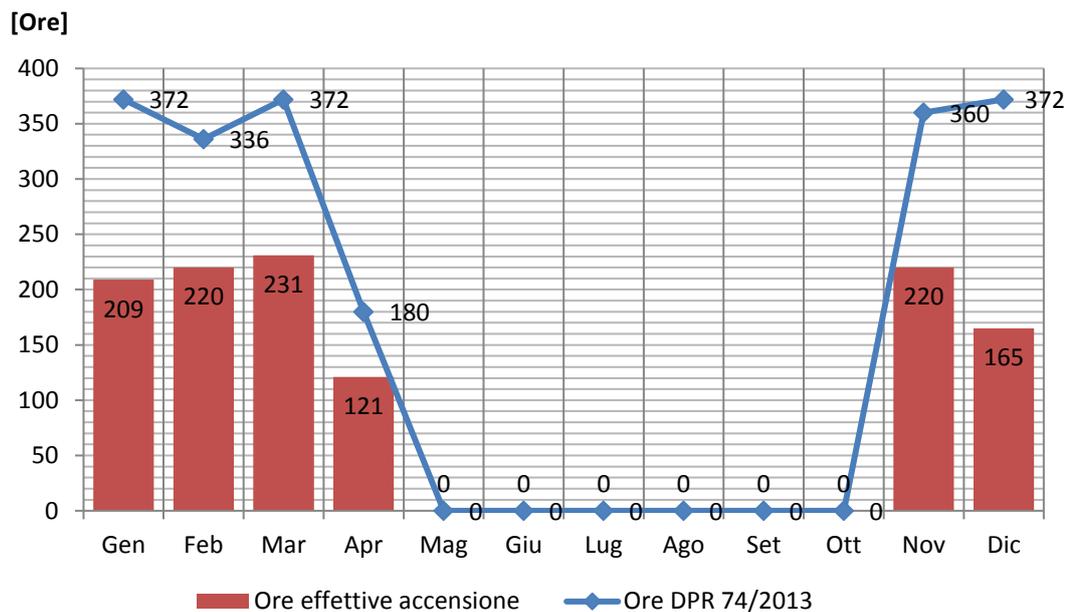
Gli orari di effettivo utilizzo dell'edificio sono stati ricavati tramite intervista al personale occupante la struttura (insegnanti e collaboratori), mentre i periodi di attivazione e spegnimento degli impianti sono stati forniti da dati reperiti in centrale termica.

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

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

PERIODO	GIORNI SETTIMENALI	ORARIO FUNZIONAMENTO EDIFICIO	ORARIO FUNZIONAMENTO IMPIANTO
Dal 1 Novembre al 15 Aprile	da lunedì a venerdì	7:30 – 17:30	7:00 – 18:00
Dal 16 Aprile al 30 Giugno Dal 1 Settembre al 31 Ottobre	da lunedì a venerdì	7:30 – 17:30	-
Dal 1 al 31 Luglio (centro estivo)	da lunedì a venerdì	9:00 – 13:00	-

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



Dall'analisi effettuata è emerso che gli orari di funzionamento degli impianti non sono strettamente correlati agli orari di espletamento delle lezioni, ma dipendono anche dalla presenza di personale all'interno della struttura. Pertanto mentre gli orari di occupazione sono solitamente dalle 7:30 alle 18:30, l'accensione dell'impianto è prevista alle ore 7:00 con spegnimento alle ore 18:00.

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

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

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

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

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

I GG così calcolati definiscono i GG_{rif} ai fini del processo di normalizzazione di cui al capitolo 0.

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	17	17	163	18%
Febbraio	28	10,5	28	266	20	20	193	22%
Marzo	31	11,1	31	276	22	22	193	21%
Aprile	30	15,3	15	71	20	11	54	6%
Maggio	31	18,7	-	-	21	-	-	0%
Giugno	30	22,4	-	-	21	-	-	0%
Luglio	31	24,6	-	-	21	-	-	0%
Agosto	31	23,6	-	-	-	-	-	0%
Settembre	30	22,2	-	-	20	-	-	0%
Ottobre	31	18,2	-	-	21	-	-	0%
Novembre	30	13,3	30	201	21	21	138	15%
Dicembre	31	10,0	31	310	16	16	157	17%
TOTALE	365	16,7	166	1421	220	106	898	100%

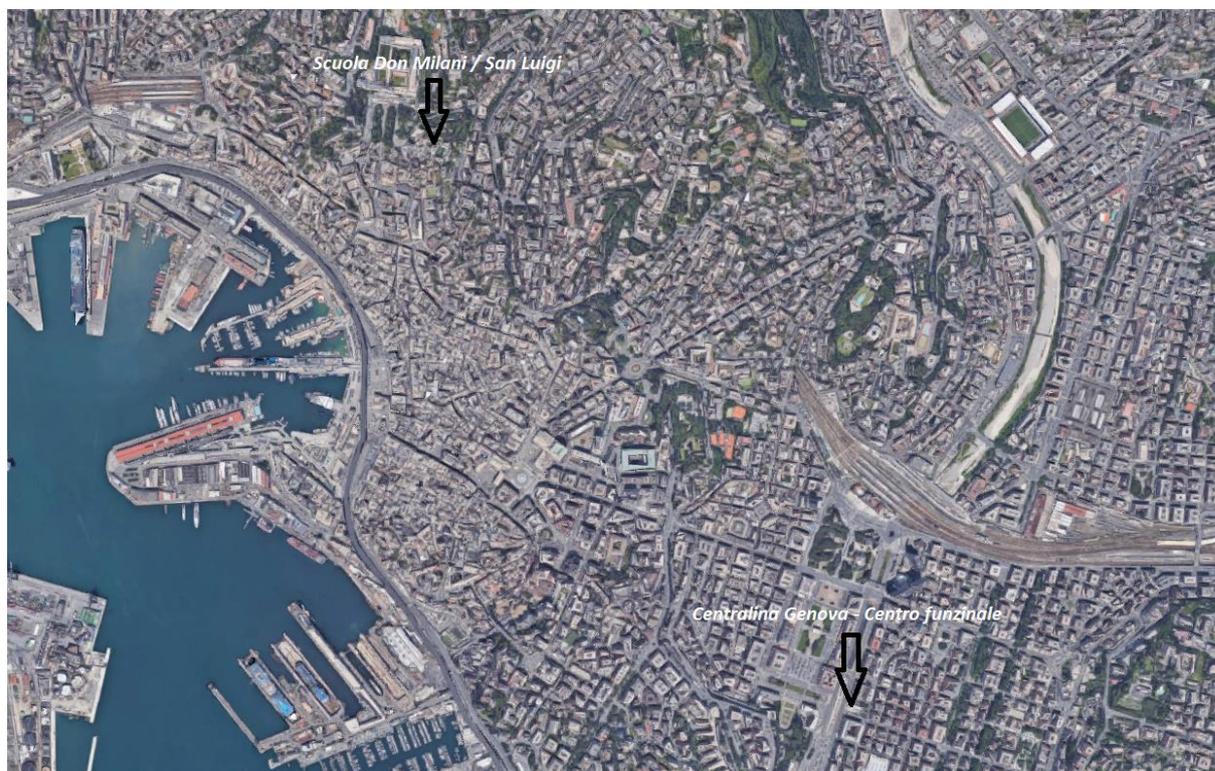
3.2 DATI CLIMATICI REALI

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

I dati climatici utilizzati sono stati rilevati dalla centralina meteo climatica Genova-Centro Funzionale, sita in via Brigate Partigiane n°2, Genova.

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

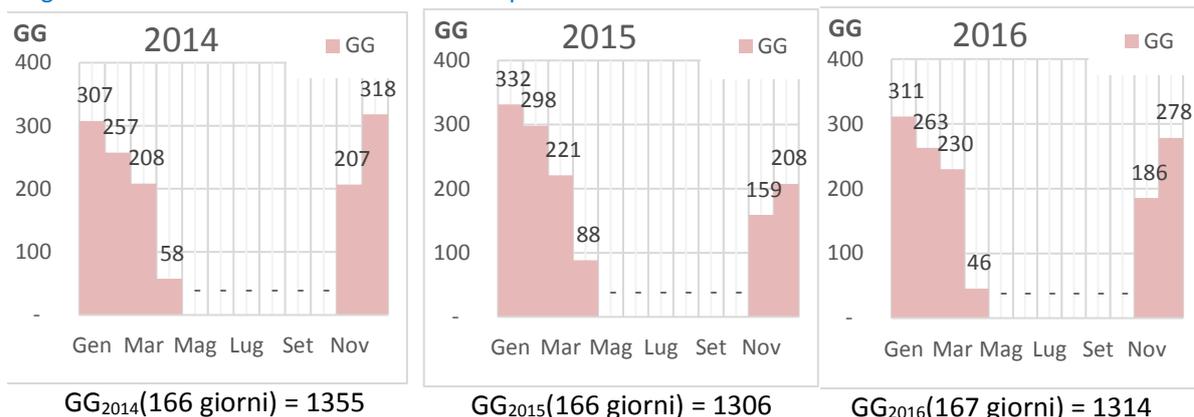
Figura 3.1 – Posizionamento della centralina meteo climatica rispetto all'edificio oggetto di DE



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

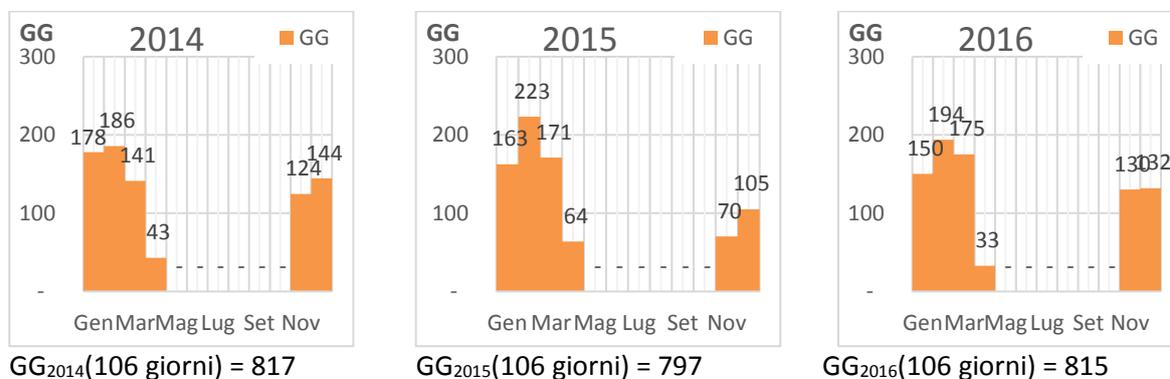


Considerando che il profilo di utilizzo degli impianti di riscaldamento prevede alcuni giorni di mancata accensione dell'impianto, come riportato nella Tabella 2.3, i GG reali sono stati ricalcolati in funzione del numero di giorni effettivi di accensione dell'impianto termico, pertanto si è ottenuto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

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

I GG così calcolati definiscono i GG_{real} ai fini del processo di normalizzazione di cui al capitolo 0.

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



Come si può notare dai grafici sopra riportati, l'andamento dei GG reali risulta essere fortemente influenzato dall'effettivo svolgimento delle lezioni e, di conseguenza, dalle festività. I dati reali si presentano congrui a quelli indicati dal DPR, con scostamenti inferiori al 7%.

4 AUDIT EDIFICIO E IMPIANTI ELETTRICI E MECCANICI

4.1 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE DELL'INVOLUCRO EDILIZIO

4.1.1. Involucro opaco

L'involucro edilizio opaco che costituisce l'edificio è sostanzialmente composto da una struttura in calcestruzzo armato con muratura di tamponamento in laterizio.

La copertura è a falde piane.

Figura 4.1 - Particolare della porzione di involucro

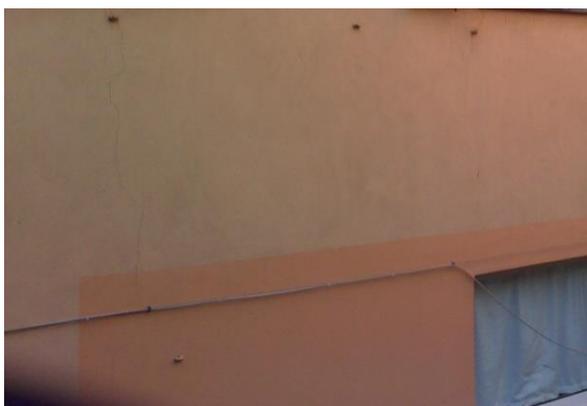
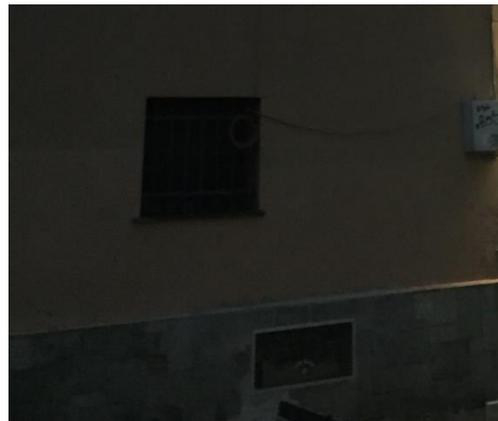


Figura 4.2 - Particolare della porzione d'involucro



L'edificio, seppur costituito da tre piani fuori terra, risulta essere ombreggiato per gran parte della giornata essendo molto più basso dei palazzi limitrofi. Ciò incide profondamente sul comportamento termico dell'edificio, infatti le zone più elevate sono fortemente influenzate dall'incidenza solare causando significative differenze di fabbisogni termici con gli ambienti ai piani più bassi.

Va inoltre sottolineato che non trattandosi di un edificio di valenza storica è possibile procedere a sostanziali interventi di efficientamento dell'involucro stesso.

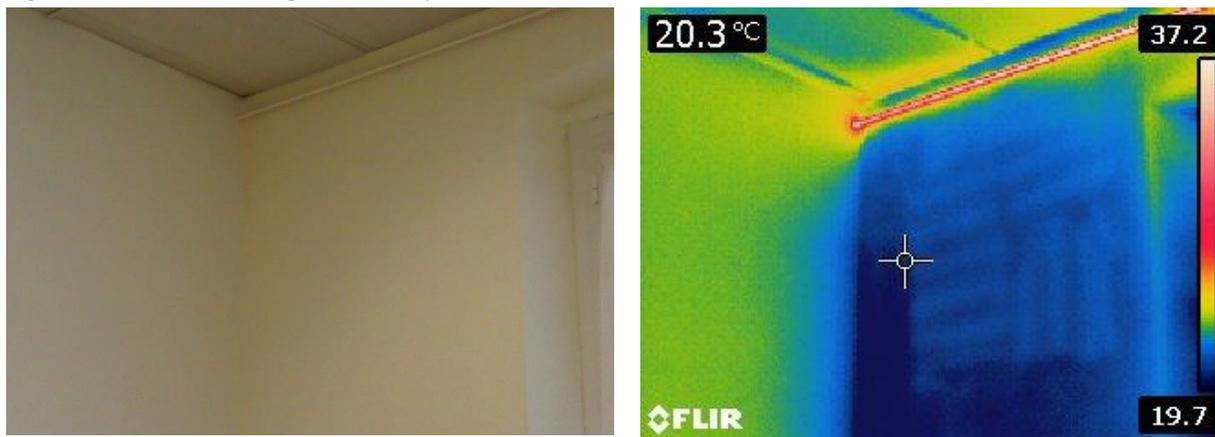
Ai fini di un'identificazione più precisa delle caratteristiche dei componenti dell'involucro opaco si è proceduto, in sede di sopralluogo, alla realizzazione delle seguenti indagini diagnostiche:

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

La realizzazione delle suddette indagini ha portato alle seguenti conclusioni:

- Muratura di tamponamento in laterizio
- La copertura è a falde piane.

Figura 4.3 – Rilievo termografico della parete



I dettagli delle indagini diagnostiche effettuate sono riportati 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 [cm]	ISOLAMENTO	TRASMITTANZA TERMICA [W/m ² K]	STATO DI CONSERVAZIONE
Parete verticale	M1	Vedere allegato E	Assente	Vedere allegato E	Sufficiente
Parete verticale	M2	Vedere allegato E	Assente	Vedere allegato E	Sufficiente
Parete verticale	M3	Vedere allegato E	Assente	Vedere allegato E	Sufficiente
Parete verticale	M4	Vedere allegato E	Assente	Vedere allegato E	Sufficiente
Parete verticale	M5	Vedere allegato E	Assente	Vedere allegato E	Sufficiente
Pavimento	P1	Vedere allegato E	Assente	Vedere allegato E	Sufficiente
Soffitto	S1	Vedere allegato E	Assente	Vedere allegato E	Sufficiente

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

4.1.2. Involucro trasparente

L'involucro trasparente che costituisce l'edificio è [Figura 4.4 - Particolare dei serramenti](#)

composto principalmente da serramenti esterni con telaio in alluminio e vetri singoli e serramenti interni con telaio alcuni in PVC e alcuni in metallo. Alcune finestre sono provviste di vetro singolo, altre di vetro doppio.

Escludendo gli infissi sostituiti di recente, lo stato di conservazione è scarso, pertanto si generano rilevanti infiltrazioni d'aria all'interno degli ambienti, causando dispersioni termiche e creando disagio per gli utenti presenti all'interno dell'edificio.



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

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

La realizzazione delle suddette indagini ha portato alle seguenti conclusioni:

- Serramenti con telaio in PVC e vetro singolo

Figura 4.5 – Rilievo termografico dei serramenti



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

Tabella 4.2 – Trasmittanze termiche dei componenti dell'involucro trasparente

TIPO DI COMPONENTE	CODICE	DIMENSIONI [HXL] [cm]	TIPO TELAIO	TIPO VETRO	TRASMITTANZA TERMICA [W/mqK]	STATO DI CONSERVAZIONE
Serramento verticale	W1	Vedere allegato E	Vedere allegato E	Vetro singolo	Vedere allegato E	Sufficiente
Serramento verticale	W2	Vedere allegato E	Vedere allegato E	Vetro doppio	Vedere allegato E	Sufficiente
Serramento verticale	W3	Vedere allegato E	Vedere allegato E	Vetro singolo	Vedere allegato E	Sufficiente
Serramento verticale	W4	Vedere allegato E	Vedere allegato E	Vetro doppio	Vedere allegato E	Sufficiente
Serramento verticale	W5	Vedere allegato E	Vedere allegato E	Vetro doppio	Vedere allegato E	Sufficiente

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

4.2 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO DI RISCALDAMENTO/CLIMATIZZAZIONE INVERNALE

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

4.2.1 Sottosistema di emissione

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

Figura 4.6 – Particolare radiatori

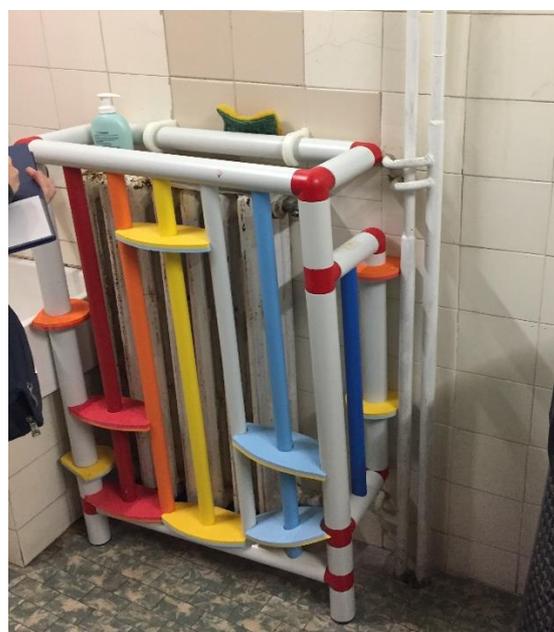
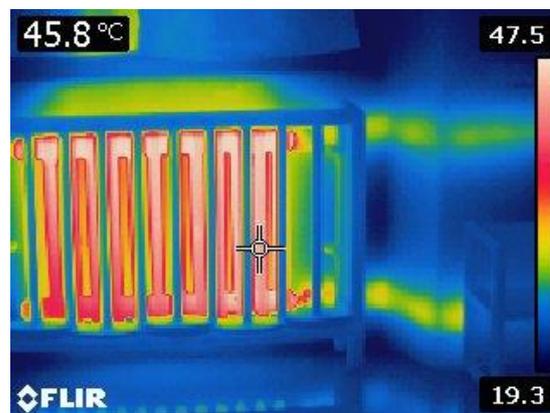


Figura 4.7 – Rilievo termografico dei radiatori



Figura 4.8 – Rilievo termografico dei radiatori



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

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

ZONA TERMICA	TIPOLOGIA DI TERMINALE	RENDIMENTO
Edificio E1372	Radiatori su parete esterna	93,0%

Le caratteristiche dei terminali di emissione installati sono sintetizzate nella

Tabella 4.4.

Tabella 4.4 - Riepilogo caratteristiche dei terminali di emissione installati

PIANO	TIPO DI INSTALLAZIONE	NUMERO	POTENZA TERMICA MEDIA	POTENZA TERMICA COMPLESSIVA	POTENZA FRIGORIFERA UNITARIA	POTENZA FRIGORIFERA COMPLESSIVA
			[kW]	[kW]	[kW]	[kW]
Terra	Su parete esterna non isolata	n.d(*)	n.d(*)	n.d(*)	-	-
Primo	Su parete esterna non isolata	n.d(*)	n.d(*)	n.d(*)	-	-
Secondo	Su parete esterna non isolata	n.d(*)	n.d(*)	n.d(*)	-	-
TOTALE					-	-

Nota (*): Valori non forniti dalla PA

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

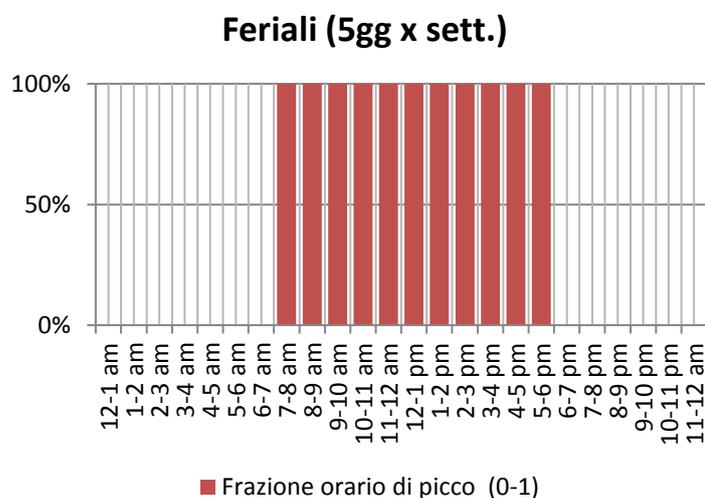
4.2.2 Sottosistema di regolazione

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

L'impianto opera dal lunedì a venerdì dalle ore 07:00 alle ore 18:00.

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

Figura 4.9 - Profilo di funzionamento invernale dell'impianto per l'intero edificio



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
Edificio E1372	Sonda climatica esterna	85,2%

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

4.2.3 Sottosistema di distribuzione

Il sottosistema di distribuzione è costituito da un circuito di collegamento dalla caldaia ai radiatori attraverso colonne montanti di distribuzione (fluido termovettore acqua).

È presente una pompa di circolazione marca Salmson (Gemel) – C2650B con mandata temperatura massima di mandata 70°C e ritorno 60°C.

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

Tabella 4.6 - Riepilogo caratteristiche pompe circuito primario

	NOME	SERVIZIO	PORTATA	PREVALENZA	POTENZA ASSORBITA ⁽⁹⁾
			[m ³ /h]	[kPa]	[kW]
Pompa di circolazione	Salmson (Gemel) – C2650B	mandata acqua calda a radiatori	22 ⁽⁹⁾	63,74 ⁽⁹⁾	0,425

Nota (9): Valori ricavati da dati di targa

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

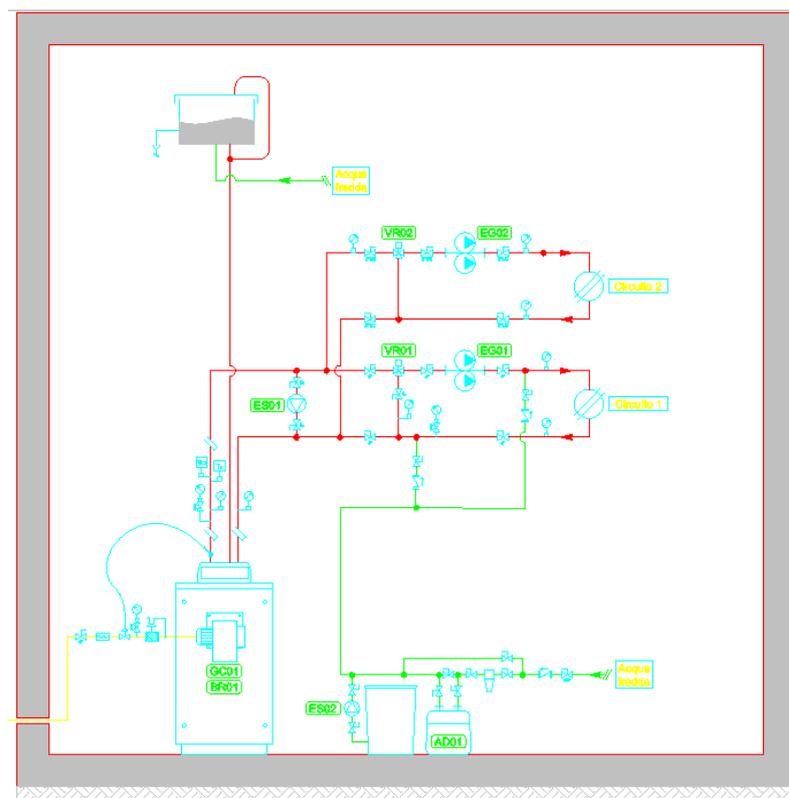
Tabella 4.7 – Temperature di mandata e ritorno del circuito primario

CIRCUITO	TEMPERATURA CALCOLO		
			°C
Circuito	Mandata	Caldo	n.d. ⁽¹¹⁾
	Ritorno	Freddo	60

Nota (10): Valori utilizzati nel modello di calcolo

Nota (11): Valore non rilevato causa isolamento tubazioni

Figura 4.10 - Particolare dello schema di impianto sito nell'edificio E1375 (Fonte: 125-S02-013-CENTRALE TERMICA.dwg)



Il rendimento complessivo del sottosistema di distribuzione, in accordo con la normativa UNI/TS 11300-2 prospetto 15, è stato assunto nella DE pari al 93.7%.

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

4.2.4 Sottosistema di generazione

Il sottosistema di generazione è costituito da una caldaia tradizionale modello ICI Caldaie REX K100 F alimentata a gas metano ed installata nel 2009. La caldaia serve sia il circuito di distribuzione dell'edificio con codice E1375, sede delle scuole medie "Don Milani" e "C: Colombo", che il circuito di riscaldamento dell'edificio in oggetto, con codice E1372 e sede della scuola materna "San Luigi".

Figura 4.11 - Particolare della Caldaia ubicata nell'edificio E1375



Figura 4.12 - Particolare della caldaia ubicata nell'edificio E1375



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

Tabella 4.8 - Riepilogo caratteristiche del sistemi di generazione

Servizio	MARCA	MODELLO	ANNO DI COSTRUZIONE	POTENZA AL FOCOLARE [kW]	POTENZA TERMICA UTILE [kW]	RENDIMENTO	POTENZA ASSORBITA COMPLESSIVA [kW]	
Gen 1	Riscaldamento	ICI Caldaie	Rex k100F	2009	1069	1020	95,4%	1,6

In accordo con la normativa UNI/TS 11300-2 prospetto 15, il rendimento complessivo del sottosistema di generazione in regime di riscaldamento è stato assunto nella DE pari al 95,6%. Tale valore, essendo dipendente dal carico e quindi dalle temperature esterne, risulta essere leggermente diverso da quello indicato nella scheda tecnica a potenza nominale. Si specifica inoltre che non è stato possibile fare confronti con il rendimento da prova fumi poiché non disponibile.

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

4.1 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO PRODUZIONE ACQUA CALDA SANITARIA

Il consumo di acqua calda sanitaria è relativamente ridotto data la destinazione d'uso dell'edificio.

Figura 4.13 - Particolare di uno dei quattro boiler elettrici usati per la produzione di acqua calda sanitaria

La produzione è eseguita tramite 3 bollitori elettrici ad accumulo installati localmente nei servizi igienici a ad uso del personale.



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

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

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

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

4.2 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO ELETTRICO E PRINCIPALI UTENZE ELETTRICHE

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

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

Tabella 4.10 – Elenco e caratteristiche delle altre utenze elettriche

ZONATERMICA	DESCRIZIONE	NUMERO	POTENZA NOMINALE [W]	POTENZA COMPLESSIVA [W]	ORE ANNUE DI UTILIZZO [ore]
Zona 1	Scaldavivande	1	2000	2000	305
Zona 1	Stereo	1	300	300	812
Zona 1	Proiettore	1	300	300	609
Zona 1	PC	5	200	1000	1624
Zona 1	Lavastoviglie	1	2000	2000	203
Zona 1	Stampante	1	300	300	1015
Zona 1	Frigido	1	800	800	8760

Ai fini di un'identificazione più precisa del funzionamento dei componenti impiantistici si è proceduto, in sede di sopralluogo, alla realizzazione di indagini diagnostiche attraverso rilievo di targhette e interviste al personale.

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.

4.3 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO ILLUMINAZIONE

L'impianto di illuminazione è costituito da lampade a fluorescenza (Neon) di diverse tipologie

Figura 4.14 - Particolare dei corpi illuminanti ubicati all'interno dell'edificio.



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

Tabella 4.11 – Elenco e caratteristiche dei corpi illuminanti

ZONATERMICA	DESCRIZIONE	NUMERO	POTENZA UNITARIA [W]	POTENZA COMPLESSIVA [W]
Zona 1	1X18W	5	18	90
Zona 1	1X36W	17	36	612
Zona 1	1X20W	2	20	40
Zona 1	2X36W	31	72	2232
Zona 1	2X58W	14	116	1624
Zona 1	4X18W	30	72	2160

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

5 CONSUMI RILEVATI

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

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

I vettori energetici analizzati sono i seguenti:

- Gas metano;
- Energia elettrica;

5.1.1 Energia termica

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

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

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

TIPO COMBUSTIBILE	PCI [kWh/kg]	DENSITÀ [kWh/Sm 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

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

La fornitura di Gas metano avviene tramite la presenza di un contatore il quale è risultato a servizio del seguente utilizzo:

- Centrale termica per il riscaldamento degli ambienti delle Scuole medie "Don Milani" e "C.Colombo" (E1375) e degli ambienti della Scuola materna "San Luigi e della mensa della scuola "Don Milani (E1372)".

Tra i dati forniti dalla committenza è presente un riferimento ad un secondo PDR (3270019222919), il quale, a seguito del sopralluogo, è risultato essere a servizio della mensa della scuola materna. I consumi associati a tale PDR, pertanto, non verranno trattati in questo report.

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

L'analisi dei consumi storici di Gas metano è 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	2015	2016	2014	2015	2016
		[Sm ³]	[Sm ³]	[Sm ³]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
3270049334602	Riscaldamento	24.860	20.398	26.602	234.182	192.146	250.591

Dall'analisi effettuata è emerso che il prelievo termico del triennio è caratterizzato da un valore minimo pari a 20.398 Sm³ nel 2015, e un valore di massimo prelievo pari a 26.602 Sm³ nel 2016.

Confrontando l'andamento ei consumi con i GG_{real} del triennio di riferimento si può notare che l'andamento dei dati di consumo segue quello dei GG_{real}.

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.

È 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;

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 5.3 – Normalizzazione dei consumi annuali di energia termica

ANNO	GG _{REALI} SU 106 GIORNI	GG _{RIF} SU 106 GIORNI	CONSUMO REALE RISC. [Smc]	CONSUMO REALE RISC. [kWh]	α_{rif}	CONSUMO NORMALIZZATO A 898 GG [kWh]	CONSUMO ACS [kWh]	CONSUMO ALTRO [kWh]
2014	817	898	24.860	234.248	1529,4	257.385	-	-
2015	797	898	20.398	192.204	1659,5	216.642	-	-
2016	815	898	26.602	250.663	1591,4	276.168	-	-
Media	810	898	23.953	225.705	1594,7	250.325	-	-

Come si può notare dai dati, l'andamento dei consumi è stato fortemente influenzato dalle temperature esterne medie mensili rilevate nel triennio di riferimento.

Si sono pertanto definiti per il calcolo della Baseline i parametri riportati nella Tabella 5.4:

Tabella 5.4 – Individuazione della Baseline termica

GRANDEZZA	VALORE
\bar{Q}_{ACS}	
\bar{Q}_{ALTRO}	
$\bar{a}_{rif} \times GG_{rif}$	250.252

$Q_{baseline}$

250.252

5.1.2 Energia elettrica

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

- Mensa della scuola media "Don Milani";
- Scuola elementare e materna "S. Luigi";

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

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

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

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

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

POD	ZONA SERVITA	2014	2015	2016	MEDIA
		[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
IT001E00097867	Edificio E1372	19.253	18.646	19.260	19.053
TOTALE		19.253	18.646	19.260	EEbaseline 19.053

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

- Anno 2014: Scostamento di 0 kWh (19.253kWh/19.253kWh)
- Anno 2015: Scostamento di 425 kWh (19.071kWh/18.646kWh)
- Anno 2016: Scostamento di 1.644 kWh (20.904kWh/19.260kWh)

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

Si è pertanto definito un consumo $EE_{baseline}$ pari a 19.053 kWh.

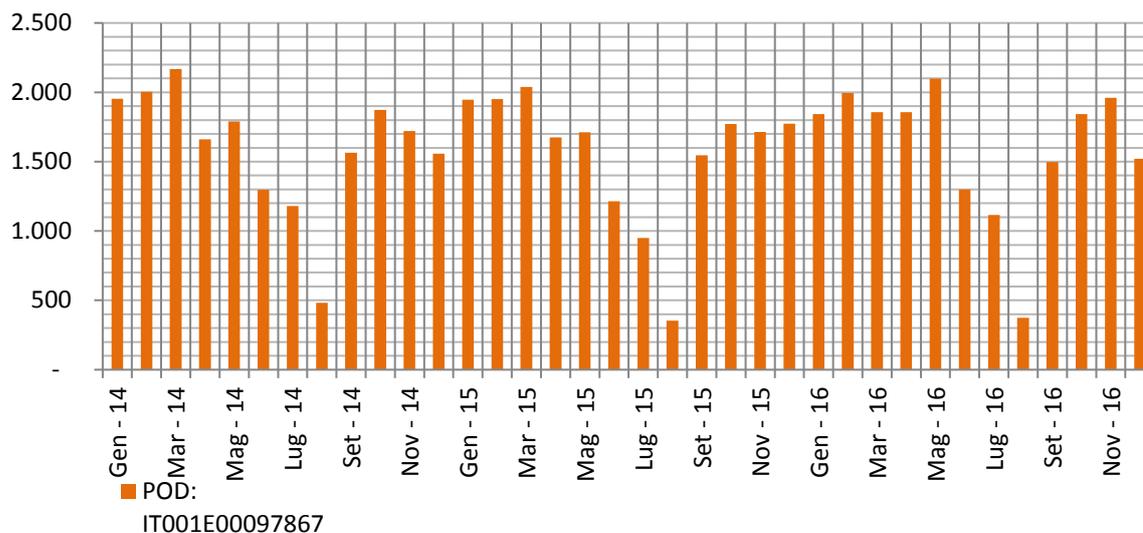
Tabella 5.6 – Consumi mensili di energia elettrica suddivisi per fasce, per il triennio di riferimento

POD: IT001E00097867	F1	F2	F3	TOTALE
Anno 2014	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gen - 14	1.563	190	201	1.954
Feb - 14	1.633	188	183	2.004
Mar - 14	1.641	236	290	2.167
Apr - 14	1.296	161	205	1.662
Mag - 14	1.422	169	199	1.790
Giu - 14	945	156	197	1.298
Lug - 14	880	132	168	1.180
Ago - 14	255	76	151	482
Set - 14	1.205	174	186	1.565
Ott - 14	1.484	196	192	1.872
Nov - 14	1.320	206	196	1.722

Dic - 14	1.193	152	212	1.557
Totale	14.837	2.036	2.380	19.253
POD: IT001E00097867	F1	F2	F3	TOTALE
Anno 2015	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gen - 15	1.568	172	207	1.947
Feb - 15	1.615	153	183	1.951
Mar - 15	1.718	142	178	2.038
Apr - 15	1.375	121	178	1.674
Mag - 15	1.351	152	209	1.712
Giu - 15	909	124	181	1.214
Lug - 15	643	124	183	950
Ago - 15	100	81	173	354
Set - 15	1.257	135	154	1.546
Ott - 15	1.437	157	178	1.772
Nov - 15	1.391	152	172	1.715
Dic - 15	1.437	158	178	1.773
Totale	14.801	1.671	2.174	18.646
POD: IT001E00097867	F1	F2	F3	TOTALE
Anno 2016	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gen - 16	1.482	168	194	1.844
Feb - 16	1.623	200	172	1.995
Mar - 16	1.471	180	205	1.856
Apr - 16	1.438	193	226	1.857
Mag - 16	1.662	203	233	2.098
Giu - 16	934	172	193	1.299
Lug - 16	792	135	188	1.115
Ago - 16	131	85	159	375
Set - 16	1.126	179	192	1.497
Ott - 16	1.493	177	173	1.843
Nov - 16	1.615	177	168	1.960
Dic - 16	1.214	150	157	1.521
Totale	14.981	2.019	2.260	19.260

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

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



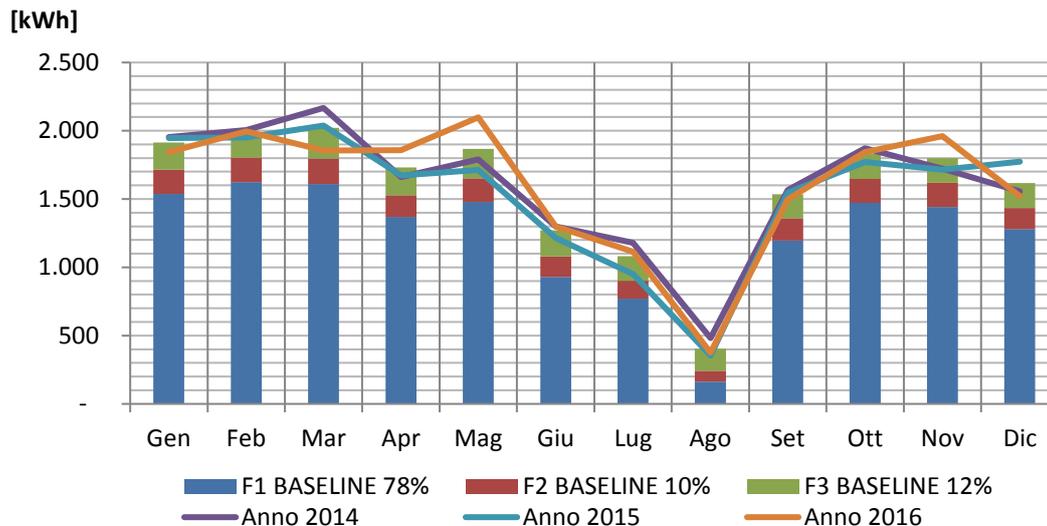
Dall'analisi effettuata è stato possibile definire i profili mensili dei consumi elettrici di Baseline, valutati come la media dei valori mensili analizzati nel triennio di riferimento. Tali valori sono riportati nella Tabella 5.7.

Tabella 5.7 – Consumi mensili di Baseline

BASELINE	F1	F2	F3	TOTALE
	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gennaio	1.538	177	201	1.915
Febbraio	1.624	180	179	1.983
Marzo	1.610	186	224	2.020
Aprile	1.370	158	203	1.731
Maggio	1.478	175	214	1.867
Giugno	929	151	190	1.270
Luglio	772	130	180	1.082
Agosto	162	81	161	404
Settembre	1.196	163	177	1.536
Ottobre	1.471	177	181	1.829
Novembre	1.442	178	179	1.799
Dicembre	1.281	153	182	1.617
Totale	14.873	1.909	2.271	19.053

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

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

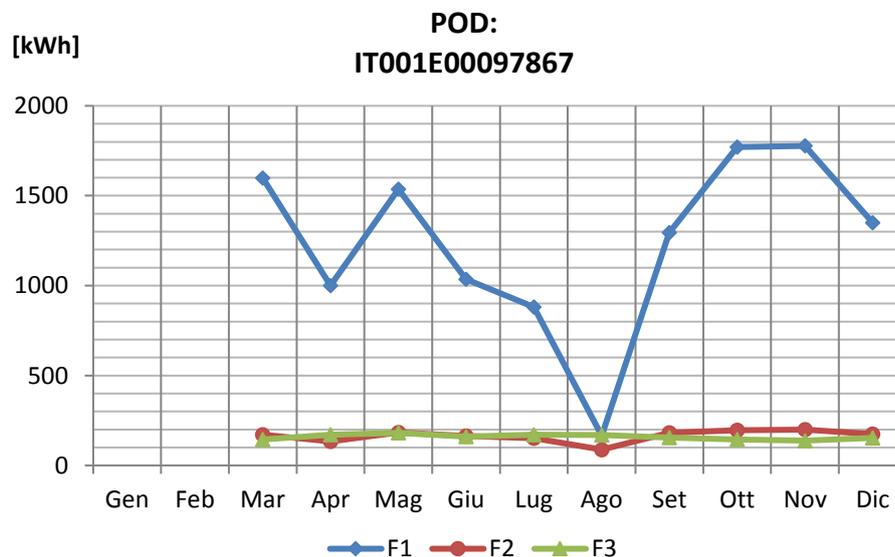


I profili di prelievo mensili nel triennio di riferimento presentano una forte riduzione solo nel mese di agosto, in accordo con i profili di occupazione della struttura.

Sono presenti consumi anche nei mesi estivi, probabilmente dovuti alla presenza dei collaboratori scolastici e alla presenza di apparecchiature elettriche in funzione tutto l'anno, come frigoriferi.

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

Figura 5.3 – Profili di potenza giornalieri per il POD IT001E00097867



Il prelievo di energia massima è pari a 1770 kWh e si verifica a Ottobre e Novembre.

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 5.8 - Fattori di emissione di CO₂. Tabella 5.8.

Tabella 5.8 - Fattori di emissione di CO₂.

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

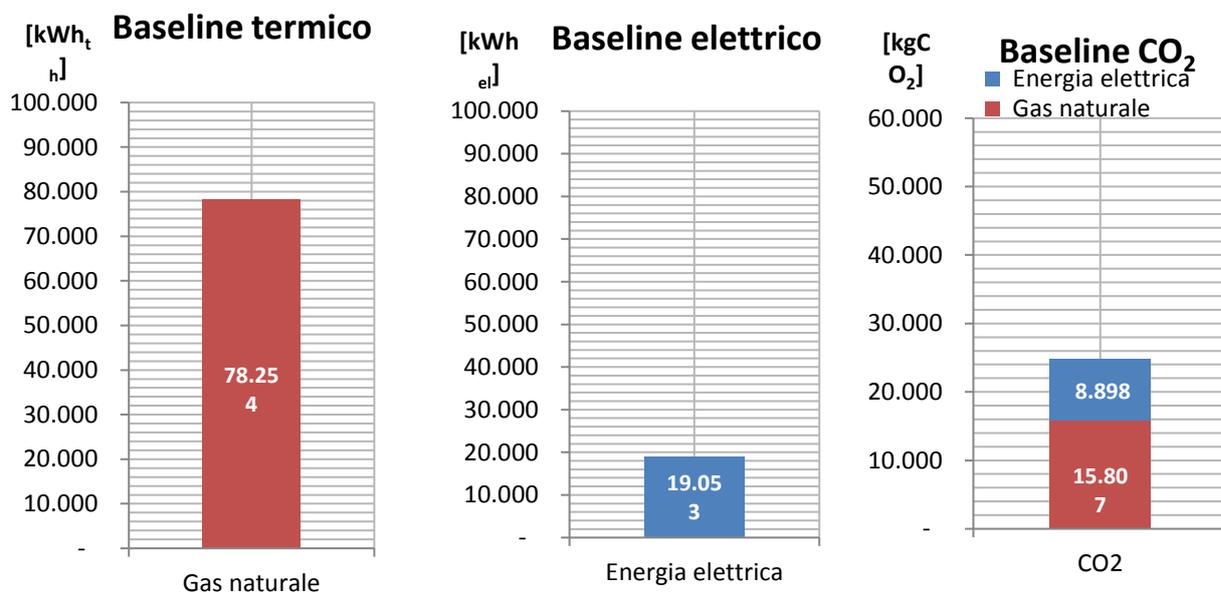
* da "Linee Guida Patto dei Sindaci" per anno 2010

Applicando tali fattori di conversione è stato possibile valutare la Baseline delle emissioni di CO₂, come riportato nella Tabella 5.9 – Baseline delle emissioni di CO₂. Tabella 5.9 e nella Figura 5.4.

Tabella 5.9 – Baseline delle emissioni di CO₂.

COMBUSTIBILE	CONSUMO DI BASELINE	FATTORE DI CONVERSIONE	
	[kWh]	[tCO ₂ /MWh]	[tCO ₂]
Energia elettrica	78.254	0,202	15,81
Gas naturale	19.053	0,467	8,90
TOTALE			24,71

Figura 5.4 – Rappresentazione grafica della Baseline dei consumi e 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 5.10 - 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 5, in funzione dei fattori riportati nella Tabella 5.11.

Tabella 5.11 – Fattori di riparametrizzazione

PARAMETRO		VALORE	U.M.
FATTORE 1	Superficie netta riscaldata	990	m ²
FATTORE 1	Superficie netta complessiva delle aree interne (riscaldate e non riscaldate)	1.049	m ²
FATTORE 1	Volume lordo complessivo (aree interne riscaldate e non riscaldate)	4.869	m ³

Nella Tabella 5.12 e

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

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

VETTORE ENERGETICO	CONSUMO ENERGETICO DI BASELINE	FATTORE DI CONVERSIONE ENERGIA PRIMARIA TOTALE	CONSUMO DI ENERGIA PRIMARIA TOTALE	INDICATORI DI CONSUMO ENERGIA PRIMARIA TOTALE			INDICATORI AMBIENTALI		
				FATTORE 1	FATTORE 2	FATTORE 3	FATTORE 1	FATTORE 2	FATTORE 3
	[kWh/anno]		[kWh/anno]	[kWh/m ²]	[kWh/m ²]	[kWh/m ³]	[Kg CO ₂ /m ²]	[Kg CO ₂ /m ²]	[Kg CO ₂ /m ³]
Gas naturale	78.254	1,05	82.166	83,0	78,3	16,9	15,96	15,07	3,25
Energia elettrica	19.053,00	2,42	46.108,26	46,56	43,95	9,47	8,99	8,48	1,83
TOTALE									

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

VETTORE ENERGETICO	CONSUMO ENERGETICO DI BASELINE	FATTORE DI CONVERSIONE ENERGIA PRIMARIA NON RINN.	CONSUMO DI ENERGIA PRIMARIA NON RINN.	INDICATORI DI CONSUMO ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE			INDICATORI AMBIENTALI		
				FATTORE 1	FATTORE 2	FATTORE 3	FATTORE 1	FATTORE 2	FATTORE 3
	[kWh/anno]		[kWh/anno]	[kWh/m ²]	[kWh/m ²]	[kWh/m ³]	[Kg CO ₂ /m ²]	[Kg CO ₂ /m ²]	[Kg CO ₂ /m ³]
Gas naturale	78.254	1,05	82.166	83,0	78,3	16,9	15,96	15,07	3,25
Energia elettrica	19.053	1,95	37.153	37,5	35,4	7,6	8,99	8,48	1,83
TOTALE			119.320	120	114	25	25	24	5

Figura 5.5 – Indicatori di performance e relative emissioni di CO₂ valutati in funzione della superficie utile riscaldata

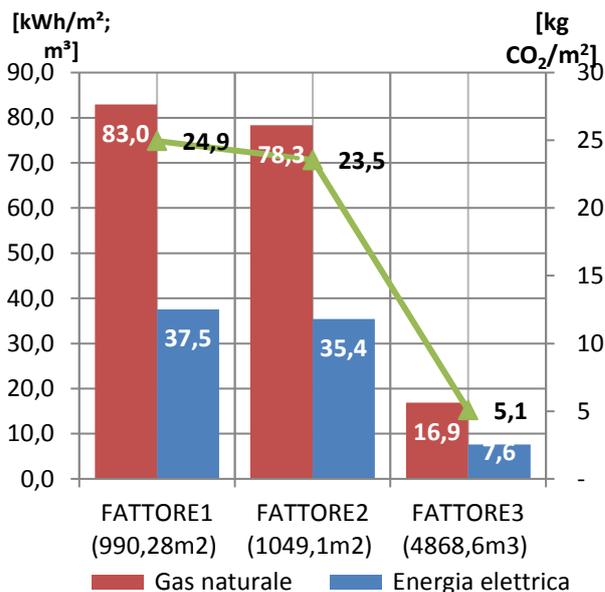
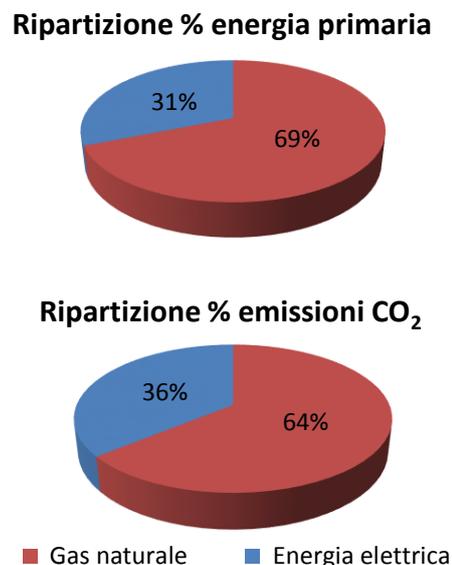


Figura 5.6 – Ripartizione % dei consumi di energia primaria e delle relative emissioni di CO₂



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 5.14 – Indicatori di performance energetici

COMBUSTIBILE	IEN _R			IEN _E		
	Wh/(m ³ GG anno)			Wh/(m ³ anno)		
	2014	2015	2016	2014	2015	2016
Gas Naturale	6,1	5,0	6,6	-	-	-
Energia elettrica	-	-	-	8.324,66	8.062,21	8.327,69

È stato quindi possibile effettuare un raffronto con le classi di merito riportate nelle suddette Linee Guida ENEA - FIRE, ottenendo una classe di merito buona per quanto riguarda sia il riscaldamento che l'energia elettrica, coerentemente con quanto riportato nell'Allegato M - Report di Benchmark.

6 MODELLO DEL FABBISOGNO ENERGETICO

6.1 METODOLOGIA DI CALCOLO ADOTTATA E VALIDAZIONE DEI MODELLI DI CALCOLO

Al fine di valutare la prestazione energetica del sistema edificio-impianti è stato necessario predisporre un modello energetico (termico ed elettrico) redatto ai sensi della normativa regionale e nazionale vigente per il calcolo della prestazione energetica degli edifici.

Relativamente all'involucro edilizio esso è stato determinato considerando le composizioni e gli spessori di ciascun elemento opaco e trasparente, i ponti termici e in generale tutti gli elementi che concorrono alla determinazione delle dispersioni e dunque del fabbisogno in accordo alle Norme UNI-TS 11300-1:2014 per il calcolo della prestazione energetica degli edifici.

Gli impianti termici ed elettrici sono stati simulati considerando le caratteristiche dei vari sottosistemi impiantistici presenti, secondo quanto previsto dalle norme UNI-TS 11300-2:2014, UNI-TS 11300-3:2010, UNI-TS 11300-4:2016, UNI-TS 11300-5:2016 e UNI-TS 11300-6:2016.

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

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

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

INDICE DI PRESTAZIONE ENERGETICA		U.M.	ENERGIA PRIMARIA TOTALE	ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE
Globale	EP _{gl}	kWh/mq anno	182,10	171,64
Climatizzazione invernale	EP _H	kWh/mq anno	128,26	128,26
Produzione di acqua calda sanitaria	EP _w	kWh/mq anno	16,91	13,62
Illuminazione artificiale	EP _L	kWh/mq anno	22,41	18,05
Emissioni equivalenti di CO ₂	CO _{2eq}	Kg/mq anno	35,06	-

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

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

FONTI ENERGETICHE UTILIZZATE	CONSUMO [kWh/anno]	CONSUMO ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE [kWh/anno]
Gas Naturale	120.962	127.010
Energia Elettrica	22.032	42.963

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

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

Dove:

- E_{teorico} è il fabbisogno teorico di energia dell'edificio, come calcolato dal software di simulazione;
 - Nel caso di consumo termico, E_{teorico} è assunto pari al fabbisogno di energia per la combustione (Q_{gn,in}) così come definito dalla norma UNI TS 11300 parte 2;

- Nel caso di consumo elettrico, $E_{teorico}$ è assunto pari al fabbisogno complessivo di energia elettrica prelevata dalla rete (EE_{in}) valutata come sommatoria dei contributi riportati nella Tabella 6.3;
- $E_{baseline}$ è il consumo energetico reale di baseline dell'edificio assunto rispettivamente pari al $Q_{baseline}$ e a $EE_{baseline}$

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

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

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

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

6.1.1 Validazione del modello termico

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

Si è quindi provveduto alla simulazione dei parametri reali di utilizzo dell'edificio adattando tutti i parametri sulla base delle informazioni raccolte durante il sopralluogo.

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

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

INDICE DI PRESTAZIONE ENERGETICA		U.M.	ENERGIA PRIMARIA TOTALE	ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE
Globale	EP_{gl}	kWh/mq anno	129,94	120,87
Climatizzazione invernale	EP_H	kWh/mq anno	83,24	83,24
Produzione di acqua calda sanitaria	EP_w	kWh/mq anno	16,91	13,62
Illuminazione artificiale	EP_L	kWh/mq anno	15,67	12,62
Emissioni equivalenti di CO2	CO_{2eq}	Kg/mq anno	25,03	-

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

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

FONTI ENERGETICHE UTILIZZATE	CONSUMO	CONSUMO ENERGIA PRIMARIA NON
------------------------------	---------	------------------------------

	RINNOVABILE	
	[kWh/anno]	[kWh/anno]
Gas Naturale	78.503	82.428
Energia Elettrica	19.111	37.267

La validazione del modello energetico termico è stata effettuata confrontando il consumo energetico di baseline ($Q_{baseline}$) così come definito al precedente capitolo 0 ed il fabbisogno teorico ($Q_{teorico}$) derivante dalla modellazione energetica.

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

$Q_{teorico}$	$Q_{baseline}$	Congruità
[kWh/anno]	[kWh/anno]	[%]
78.503	78.254	0,32%

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

6.1.2 Validazione del modello elettrico

La validazione del modello energetico elettrico è stata effettuata confrontando il consumo energetico di baseline ($EE_{baseline}$) così come definito al precedente capitolo 0 ed il fabbisogno teorico ($EE_{teorico}$) derivante dalla modellazione energetica.

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

$EE_{teorico}$	$EE_{baseline}$	Congruità
[kWh/anno]	[kWh/anno]	[%]
19.111	19.053	0,31%

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

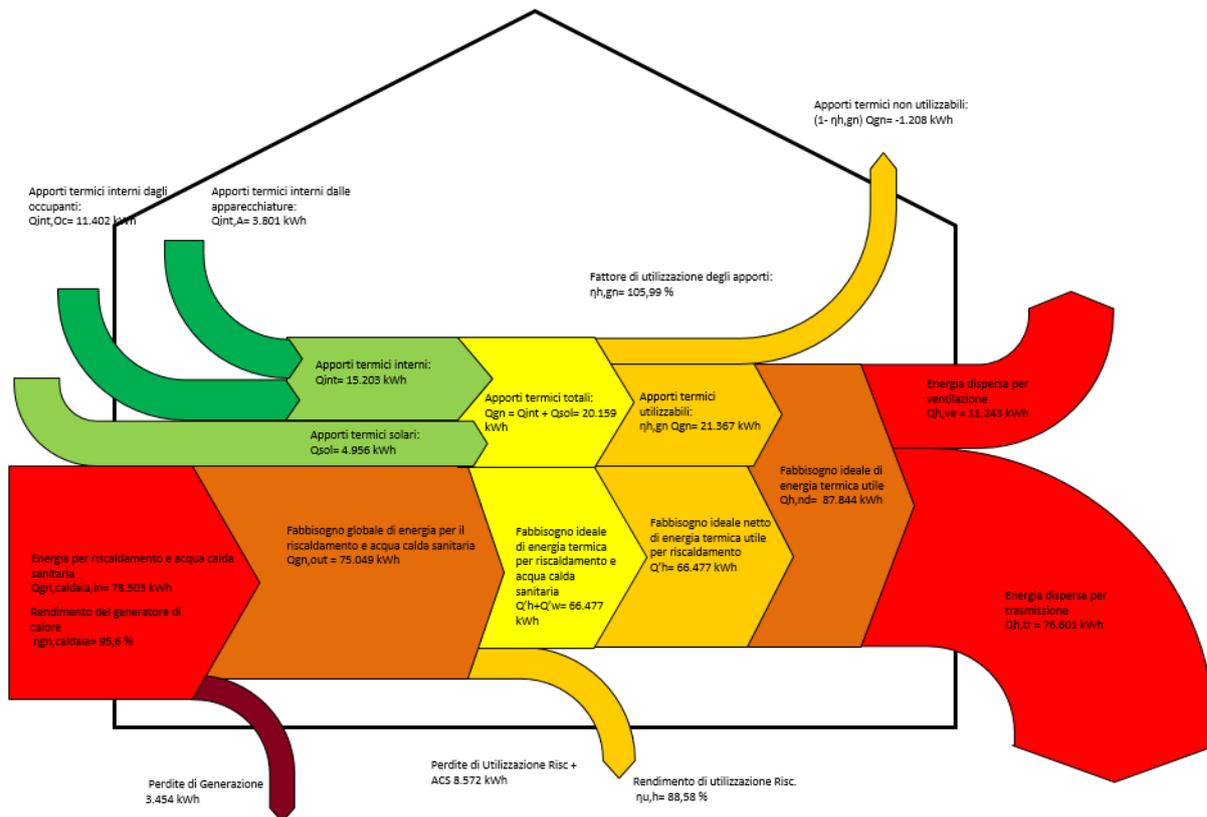
6.2 FABBISOGNI ENERGETICI

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

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

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

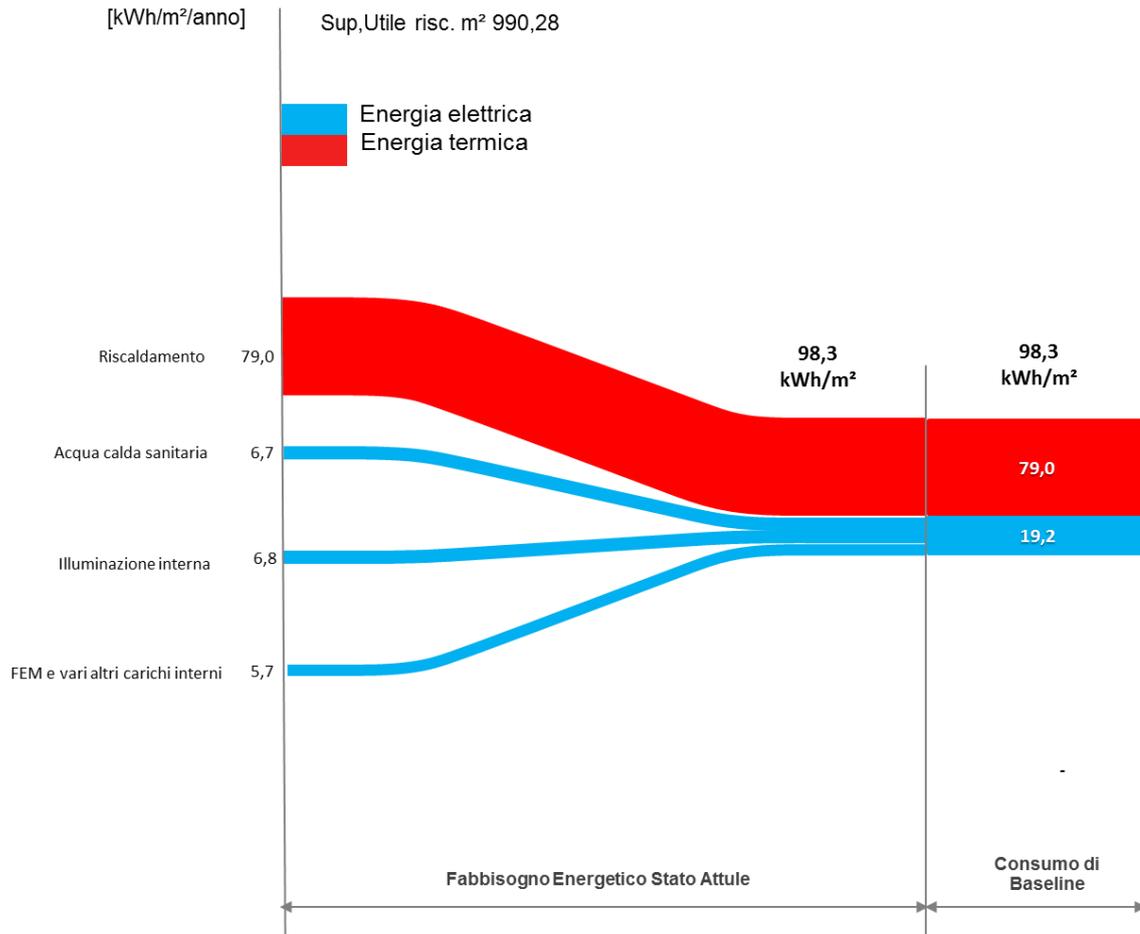
Figura 6.1 – Diagramma di Sankey relativo al fabbisogno termico dell’edificio allo stato attuale



Dal diagramma si evince che il fabbisogno ideale di energia termica utile è dovuto principalmente alla dispersione per trasmissione.

È quindi possibile creare un bilancio energetico complessivo dell’edificio, riportato nella Figura 6.2.

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



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

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

Dall'analisi del diagramma di Sankey relativo al bilancio energetico complessivo dell'edificio è possibile notare che il consumo specifico maggiore è quello dovuto al riscaldamento dei locali, mentre, relativamente all'energia elettrica, il consumo specifico è ripartito equamente tra acqua calda sanitaria, illuminazione e FEM.

6.3 PROFILI ENERGETICI MENSILI

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

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

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

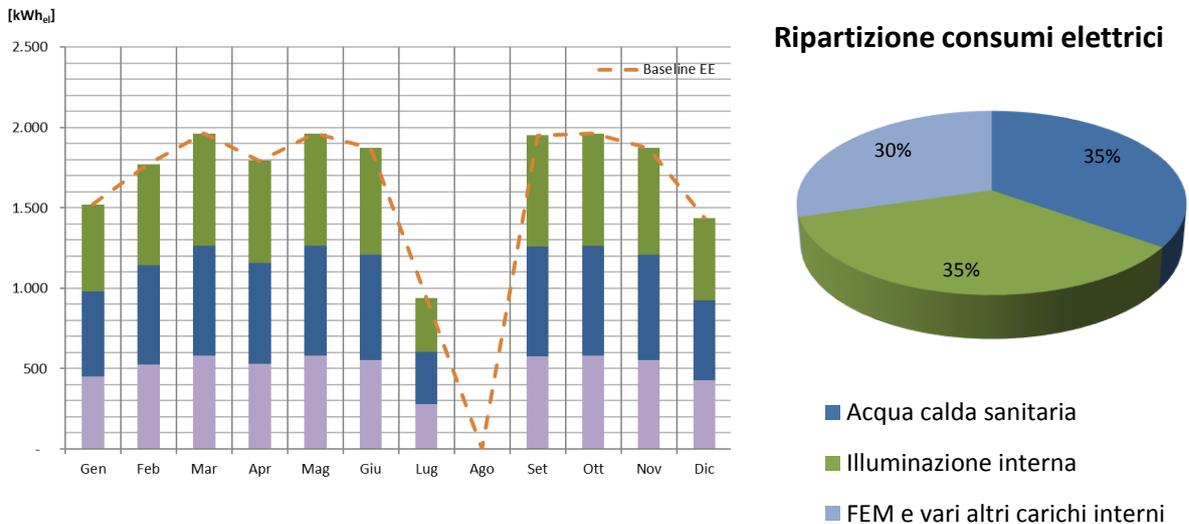
I risultati di tale valutazione sono riportati nella Figura 6.3.

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

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

I risultati di tale valutazione sono riportati nella Figura 6.3.

Figura 6.3 – Andamento mensile dei consumi elettrici ricavati dalla modellazione energetica, ripartiti tra i vari utilizzi



Si può notare come i consumi vengono ripartiti quasi equamente tra acs, illuminazione e FEM. Tra gli interventi migliorativi proposti, si valuterà anche l'ipotesi di sostituzione delle lampade esistenti con lampade a LED.

7 ANALISI DEI COSTI PRE-INTREVENTO

7.1 COSTI RELATIVI ALLA FORNITURA DEI VETTORI ENERGETICI

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

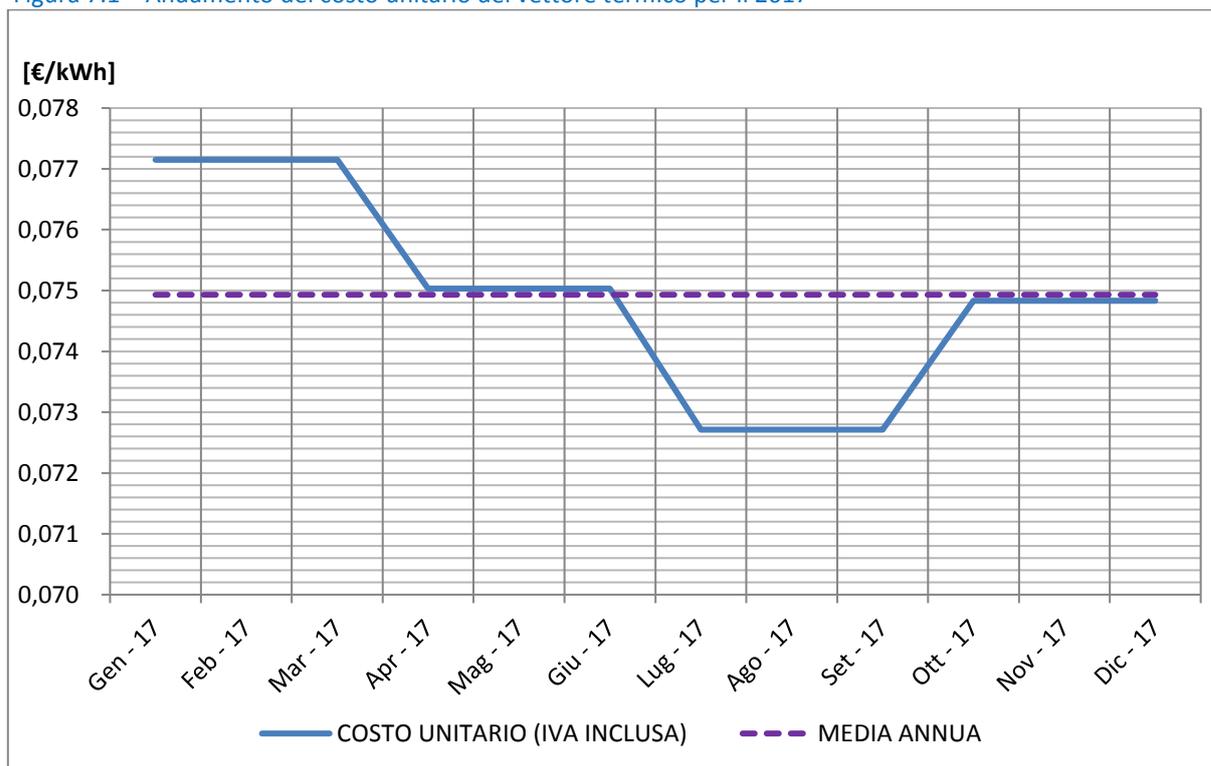
7.1.1 Vettore termico

La fornitura del vettore termico (PDR 3270049334602) avviene tramite contratto di Servizio Integrato Energia 3 (SIE3) stipulato dalla PA con un soggetto terzo, che comprende sia la fornitura del vettore energetico che la conduzione e manutenzione degli impianti. Non è stato quindi possibile effettuare un'analisi dei costi di fatturazione del vettore energetico in quanto tali fatture non sono a disposizione della PA.

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

Nel grafico in Figura 7.1 è riportato l'andamento del costo unitario del vettore 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 2017



7.1.2 Vettore elettrico

La fornitura del vettore elettrico avviene tramite un contratto per il POD: IT001E00097867, stipulato direttamente dalla PA con la società di fornitura.

È stato quindi possibile effettuare un'analisi di dettaglio dei costi fatturati e delle caratteristiche del contratto di fornitura.

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

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

POD: IT001E00097867	2014	2015	2016
Indirizzo di fornitura			
Dati di intestazione fattura	Comune di Genova	Comune di Genova	Comune di Genova
Società di fornitura	Edison	Gala	Iren
Inizio periodo fornitura	01/01/2014	01/04/2015	01/04/2016
Fine periodo fornitura	31/03/2015	31/03/2016	
Potenza elettrica impegnata	22 kW	22 kW	20 kW
Potenza elettrica disponibile	22 kW	22 kW	22 kW
Tipologia di contratto	Forniture in BT (escluso IP)	Utenza Altri Usi	Altri usi
Opzione tariffaria ⁽¹⁾		BTA6	
Prezzi della fornitura dell'energia elettrica ⁽²⁾	0,078810 €/kWh ⁽³⁾	0,039430 €/ kWh ⁽⁴⁾	0,032470€/ kWh ⁽⁴⁾

Nota (1) per fatturazioni non mensili la spesa economica mensile andrà calcolata suddividendo percentualmente la spesa aggregata in base ai valori di consumo energetico mensile.

Nota (2): 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.

Nota (3) Corrispettivo unitario relativo alla fascia F1 del mese di Gennaio.

Nota (4) Corrispettivo unitario relativo alla fascia F1 del mese di Aprile.

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

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

POD: IT001E00097867	QUOTA ENERGIA	ONERI DI SISTEMA		IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURATO	COSTO UNITARIO (IVA INCLUSA)
		PARTE FISSA	PARTE VARIABILE					
ANNO 2014	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[KWH]	[€/kWh]
Gen - 14	156	15	225	24	42	461	1.954	0,236
Feb - 14	160	15	229	25	43	472	2.004	0,236
Mar - 14	171	16	244	27	46	504	2.167	0,232
Apr - 14	132	14	211	21	38	415	1.662	0,250
Mag - 14	142	14	223	22	40	441	1.790	0,247
Giu - 14	101	11	166	16	29	324	1.298	0,250
Lug - 14		-	-			-	1.180	-
Ago - 14	36	7	105	6	15	169	482	0,352
Set - 14	123	13	201	20	36	392	1.565	0,251
Ott - 14	147	15	230	23	41	456	1.872	0,244
Nov - 14	133	14	216	22	38	423	1.722	0,246
Dic - 14	117	13	202	19	35	387	1.557	0,248
Totale	1.416	146	2.253	226	404	4.445	19.253	0,231

POD: IT001E00097867	QUOTA ENERGIA	ONERI DI SISTEMA	ONERI DI SISTEMA	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURATO	COSTO UNITARIO (IVA INCLUSA)
		PARTE FISSA	PARTE VARIABILE					
ANNO 2015	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[KWH]	[€/kWh]
Gen - 15	143	15	227	24	41	450	1.947	0,231
Feb - 15	164	14	229	24	43	474	1.951	0,243
Mar - 15	138	14	237	25	41	456	2.038	0,224
Apr - 15	75	16	203	21	31	346	1.674	0,207
Mag - 15	73	23	194	21	31	343	1.712	0,200
Giu - 15	50	22	132	15	22	242	1.214	0,199
Lug - 15	38	34	97	12	18	198	950	0,209
Ago - 15	15	5	54	4	8	86	354	0,244
Set - 15	54	13	182	19	27	296	1.546	0,191
Ott - 15	61	15	209	22	31	338	1.772	0,190
Nov - 15	59	15	204	21	30	329	1.715	0,192
Dic - 15	59	14	210	22	31	336	1.773	0,189
Totale	929	200	2.177	233	354	3.893	18.646	0,209
POD: IT001E00097867	QUOTA ENERGIA	ONERI DI SISTEMA	ONERI DI SISTEMA	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURATO	COSTO UNITARIO (IVA INCLUSA)
ANNO 2016	[€]	PARTE FISSA	PARTE VARIABILE					
Gen - 16	111	14	207	23	35	390	1.844	0,211
Feb - 16	90	14	223	25	35	387	1.995	0,194
Mar - 16	76	14	216	23	33	362	1.856	0,195
Apr - 16	68	14	225	23	33	363	1.857	0,196
Mag - 16	85	14	248	26	37	411	2.098	0,196
Giu - 16	57	14	174	16	26	288	1.299	0,221
Lug - 16	58	14	162	14	25	272	1.115	0,244
Ago - 16	16	14	88	5	12	135	375	0,361
Set - 16	78	14	201	19	31	343	1.497	0,229
Ott - 16	122	14	224	23	38	422	1.843	0,229
Nov - 16	147	14	236	25	42	464	1.960	0,237
Dic - 16	- 63	14	364	19	33	368	1.521	0,242
Totale	844	172	2.567	241	382	4.206	19.260	0,218

Nel grafico in Figura 7.2 è riportato l'andamento del costo unitario del vettore elettrico nel triennio di riferimento e per le mensilità dell'anno 2017 per cui è stato possibile ricavare i costi unitari forniti dall'AEEGSI.

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

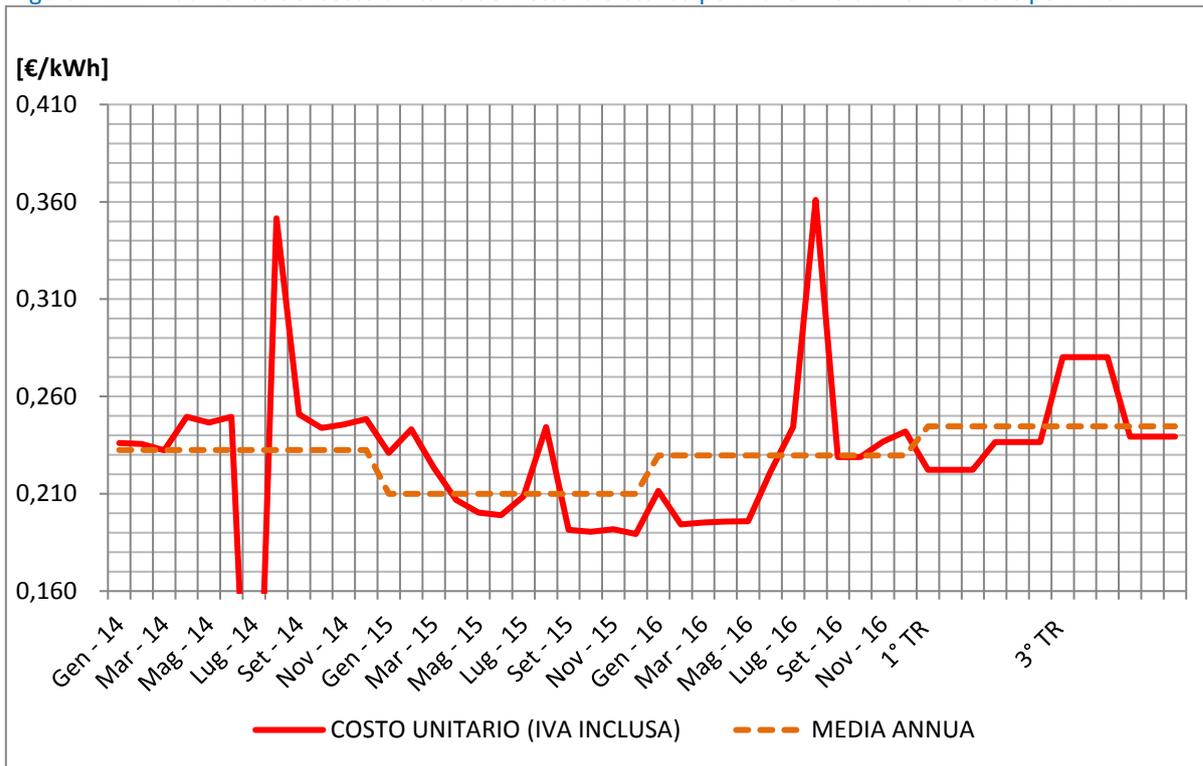
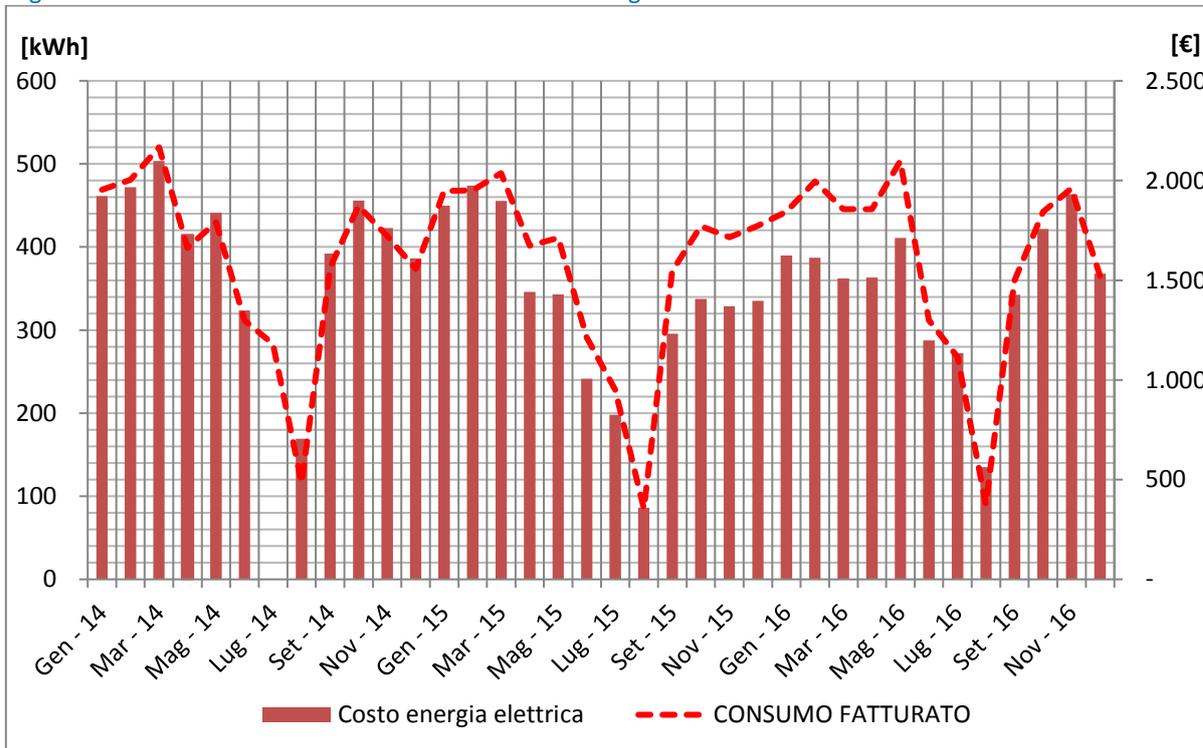


Figura 7.3 – Andamento dei consumi e dei costi dell'energia elettrica



Dall'analisi effettuata risulta evidente che l'andamento dei costi è minimo nei mesi estivi, quando la scuola resta chiusa per le vacanze, mentre è più alto nei periodi di attività scolastica. Si evidenzia che tra i dati forniti dalla Committenza non sono presenti i dati di fatturazione del mese di Luglio 2014.

7.2 TARIFFE E PREZZI VETTORI ENERGETICI UTILIZZATI NELL'ANALISI

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

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

Tabella 7.3 – Sintesi dei consumi nel triennio di riferimento

ANNO	VETTORE TERMICO (E1375)			VETTORE ELETTRICO		
	[kWh]	[€]	[€/kWh]	[kWh]	[€]	[€/kWh]
2014	234.182	-	-	19.253	4.445	0,231
2015	192.182	-	-	18.646	3.893	0,209
2016	192.591	-	-	19.260	4.206	0,218
2017	-	-	0,076	-	-	0,240

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

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

Definizione		Valore	U.M.
Costo unitario dell'energia termica	Valore relativo all'ultimo anno a disposizione	C _Q	0,076 [€/kWh]
Costo unitario dell'energia elettrica	Valore relativo all'ultimo anno a disposizione	C _{EE}	0,240 [€/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 all'impianto:

- L1-042-119: servizio SIE3

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

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

Tali servizi prevedono il pagamento di un canone annuale da parte della PA pari a 9.345 €.

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:

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

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

Si precisa che, essendo la centrale termica a servizio dei due edifici E1372 e E1375, si è ripartito il canone annuale considerando per l'edificio oggetto della presente DE una percentuale del 30,14% (pari alla percentuale di consumi dovuti al riscaldamento dell'edificio E1372 sul totale).

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

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

Definizione		Valore	U.M.
Costo per la gestione e manutenzione ordinaria	Corrispettivo annuale relativo al contratto O&M in essere	C_{MO} 2.668	[€/anno]
Costo per la manutenzione straordinaria	Media relativa a gli stessi anni considerati per il rilevamento dei consumi storici	C_{MS} 709	[€/anno]

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

7.4 BASELINE DEI COSTI

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

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

Per la componente energetica vale la seguente formula:

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

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

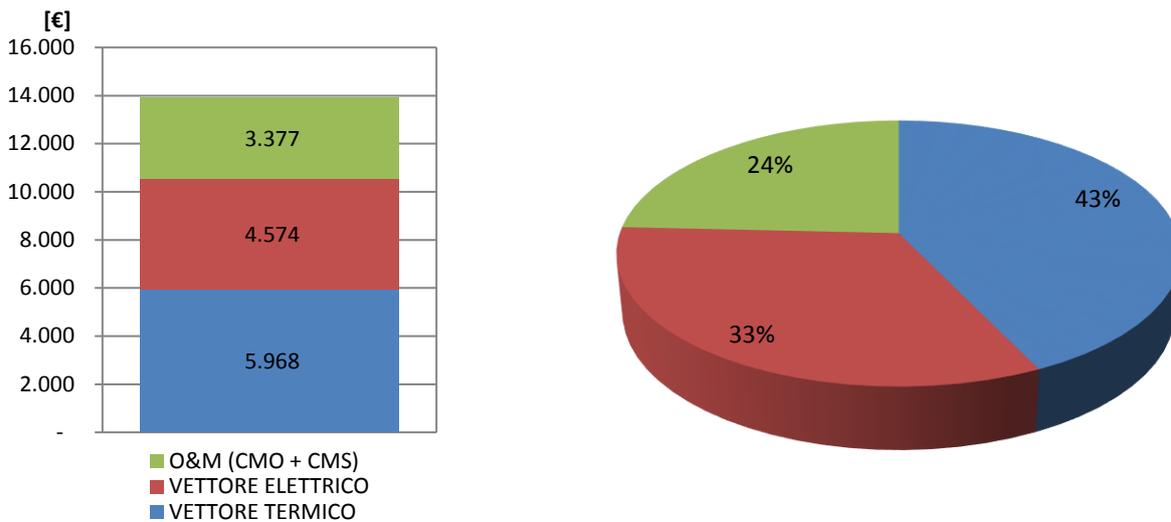
$$C_{baseline} = C_E + C_{MO} + C_{MS}$$

Ne risulta quindi un C_E pari a € 10.520 e un $C_{baseline}$ pari a € 13.918.

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

VETTORE TERMICO			VETTORE ELETTRICO			O&M ($C_{MO} + C_{MS}$)		TOTALE	
$Q_{baseline}$	Cu_Q	C_Q	$EE_{baseline}$	Cu_{EE}	C_{EE}	C_M	C_{MO}	C_{MS}	$CQ+C_{EE}+C_M$
[kWh]	[€/kWh]	[€]	[kWh]	[€/kWh]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]
78.254	0,076	5.968	19.053	0,240	4.574	3.377	2.668	709	13.918

Figura 7.4 – Baseline dei costi e loro ripartizione



8 IDENTIFICAZIONE DELLE MISURE DI EFFICIENZA ENERGETICA

8.1 DESCRIZIONE, FATTIBILITÀ E PRESTAZIONI DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI

8.1.1 Involucro edilizio

EEM1: Isolamento pareti verticali con cappotto interno

L'edificio oggetto della DE, pur trovandosi nel centro storico, non presenta vincoli interferenti sulle parti dell'immobile interessate dagli interventi, tuttavia si è deciso di considerare un intervento che preveda un cappotto interno, piuttosto che quello esterno, in quanto la scuola si trova in un quartiere di particolare valore storico paesaggistico.

Generalità

La misura prevede l'applicazione tramite incollaggio di pannelli isolanti sulla superficie interna delle pareti perimetrali. L'intervento migliora la prestazione termica dell'edificio, di conseguenza le condizioni di comfort e permette di ridurre i consumi energetici.

Il sistema è completato con intonaco di finitura.

Caratteristiche funzionali e tecniche

Si è scelto di utilizzare un pannello isolante in Silicato di Calcio, permeabile al vapore, antincendio, traspirabile, incombustibile (classe 0) e con conducibilità pari a 45 W/m K. Gli spessori utilizzati permettono di raggiungere una trasmittanza tale da poter accedere agli incentivi del Conto termico.

Descrizione dei lavori

La posa deve essere svolta da addetti specializzati.

I lavori prevedono l'installazione di impalcature per interni nei locali interessati.

Prestazioni raggiungibili

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

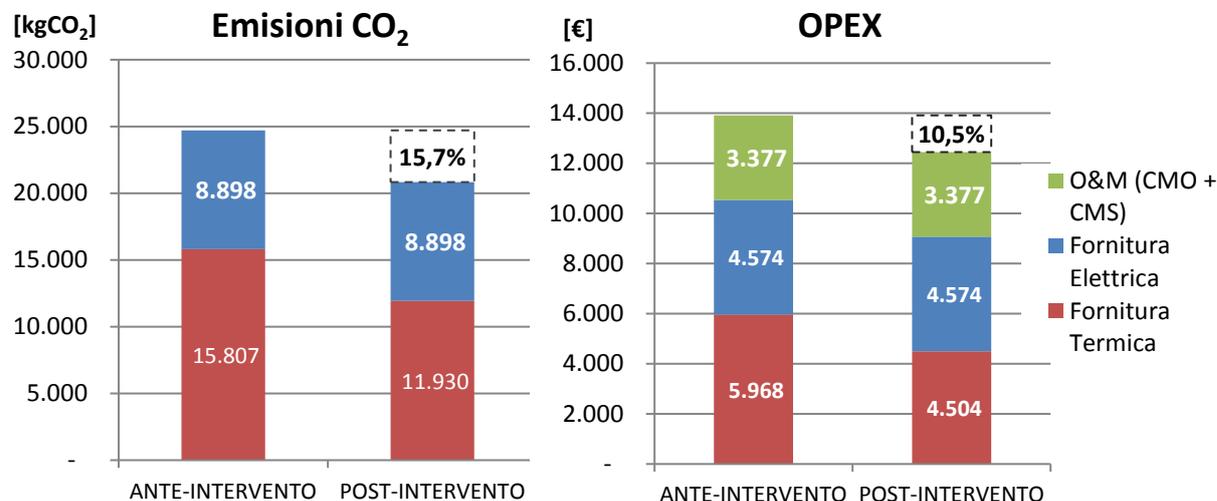
Tabella 8.1 – Risultati analisi EEM1 – Isolamento pareti verticali con cappotto interno

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
EEM1 Trasmittanza pareti verticali	[W/m ² K]	Vedere Allegato E	<0,26	-
Q _{teorico}	[kWh]	78.503	59.246	24,5%
EE _{teorico}	[kWh]	19.111	19.111	0,0%
Q _{baseline}	[kWh]	78.254	59.058	24,5%
EE _{baseline}	[kWh]	19.053	19.053	0,0%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	15.807	11.930	24,5%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	8.898	8.898	0,0%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	24.705	20.827	15,7%
Fornitura Termica, C _Q	[€]	5.968	4.504	24,5%
Fornitura Elettrica, C _{EE}	[€]	4.574	4.574	0,0%
Fornitura Energia, C_E	[€]	10.542	9.078	13,9%
C _{MO}	[€]	2.668	2.668	0,0%
C _{MS}	[€]	709	709	0,0%
O&M (C _{MO} + C _{MS})	[€]	3.377	3.377	0,0%
OPEX	[€]	13.918	12.454	10,5%

Classe energetica [-] D D +0 classi

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

I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,076 [€/kWh] per il vettore termico e 0,240 [€/kWh] per il vettore elettrico

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


EEM2: Isolamento del sottotetto

Generalità

La misura prevede l'installazione di lana di vetro nella copertura del sottotetto.

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

Caratteristiche funzionali e tecniche

Sono stati considerati feltri in lana di vetro con conducibilità pari a 0,035 W/m K per l'isolamento della copertura.

Gli spessori utilizzati permettono di raggiungere una trasmittanza tale da poter accedere agli incentivi del Conto termico.

Descrizione dei lavori

La posa deve essere svolta da addetti specializzati.

Prestazioni raggiungibili

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

Tabella 8.2 – Risultati analisi EEM2 – Isolamento del sottotetto

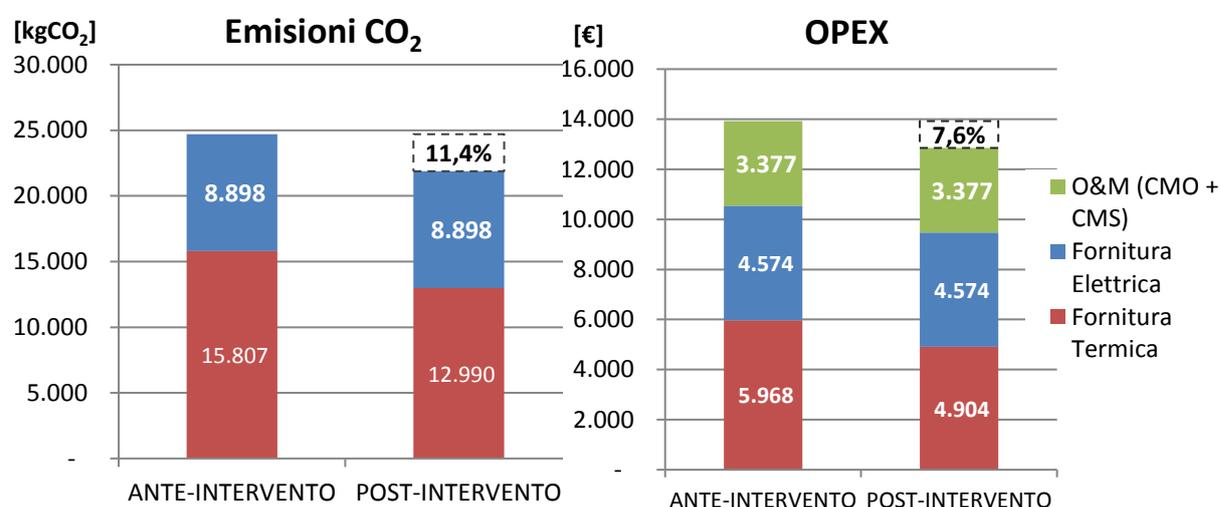
CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
EEM2 Trasmittanza copertura piana	[W/m ² K]	Vedere Allegato E	<0,22	-
Q _{teorico}	[kWh]	78.503	64.512	17,8%
EE _{teorico}	[kWh]	19.111	19.111	0,0%
Q _{baseline}	[kWh]	78.254	64.308	17,8%
EE _{baseline}	[kWh]	19.053	19.053	0,0%

Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	15.807	12.990	17,8%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	8.898	8.898	0,0%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	24.705	21.888	11,4%
Fornitura Termica, C _Q	[€]	5.968	4.904	17,8%
Fornitura Elettrica, C _{EE}	[€]	4.574	4.574	0,0%
Fornitura Energia, C_E	[€]	10.542	9.478	10,1%
C _{MO}	[€]	2.668	2.668	0,0%
C _{MS}	[€]	709	709	0,0%
O&M (C _{MO} + C _{MS})	[€]	3.377	3.377	0,0%
OPEX	[€]	13.918	12.855	7,6%
Classe energetica	[-]	D	D	+0 classi

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

I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,076 [€/kWh] per il vettore termico e 0,240 [€/kWh] per il vettore elettrico

Figura 8.2 – EEM2: Riduzione dei costi operativi e delle emissioni di CO₂ a partire dalla baseline



EEM3: Sostituzione degli infissi

Generalità

Nella fase di intervista al personale si è evidenziata una condizione di discomfort nelle zone vicine ai più vecchi serramenti. Si propone dunque di seguito lo smontaggio e successiva sostituzione completa di telaio e vetro di tali serramenti.

La sostituzione delle finestre consente di ottimizzare le prestazioni termiche dell'edificio, riducendo le dispersioni energetiche e conseguentemente i consumi. Inoltre è in grado di apportare benefici durante il periodo invernale, migliorando il comfort abitativo.

Caratteristiche funzionali e tecniche

I vetri e i telai scelti permettono di raggiungere una trasmittanza tale da poter accedere agli incentivi del Conto termico nel caso di installazione congiunta di valvole termostatiche.

Descrizione dei lavori

La posa deve essere svolta da addetti specializzati.

La rimozione degli infissi esistenti avviene manualmente, mentre per la ferramenta c'è bisogno di attrezzature elettriche portatili. In un secondo momento viene inserita la nuova struttura fissa, dove vengono posti in opera i telai mobili. Si posiziona quindi il vetro che viene movimentato a mano ed

infilato nell'apposito alloggiamento, parte integrante dell'infisso, bloccato tramite staffetta fermavetro e sigillato internamente tramite silicone.

Prestazioni raggiungibili

I miglioramenti ottenibili tramite l'attuazione della EEM3 sono riportati nella **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.3** e nella **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.3**.

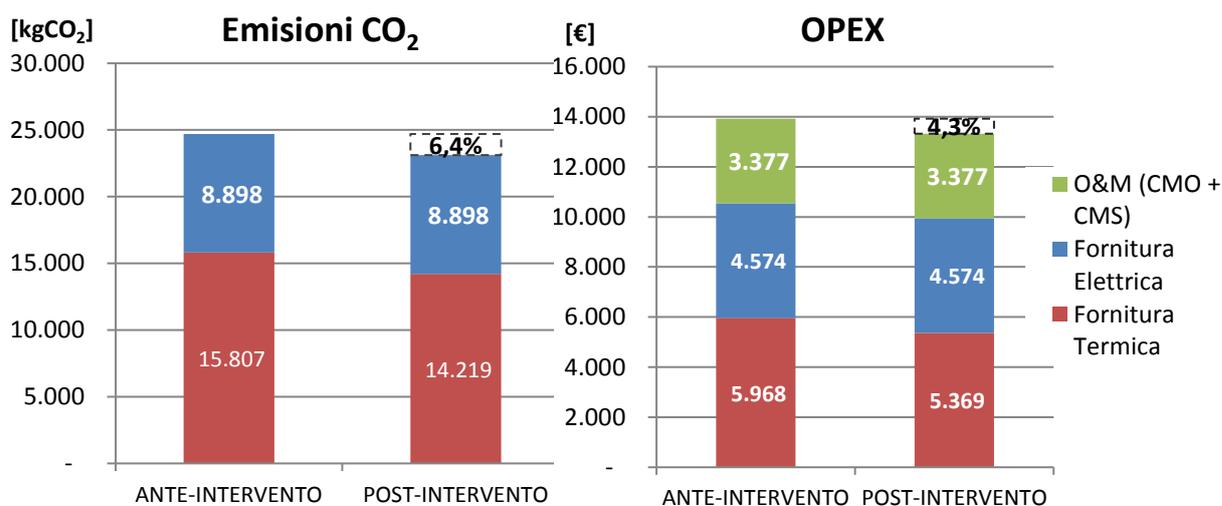
Tabella 8.3 – Risultati analisi EEM3 – Sostituzione infissi

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
EEM3 Trasmittanza	[W/m ² K]	Vedere Allegato E	<1,67	-
Q _{teorico}	[kWh]	78.503	70.617	10,0%
EE _{teorico}	[kWh]	19.111	19.111	0,0%
Q _{baseline}	[kWh]	78.254	70.393	10,0%
EE _{Baseline}	[kWh]	19.053	19.053	0,0%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	15.807	14.219	10,0%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	8.898	8.898	0,0%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	24.705	23.117	6,4%
Fornitura Termica, C _Q	[€]	5.968	5.369	10,0%
Fornitura Elettrica, C _{EE}	[€]	4.574	4.574	0,0%
Fornitura Energia, C_E	[€]	10.542	9.942	5,7%
C _{MO}	[€]	2.668	2.668	0,0%
C _{MS}	[€]	709	709	0,0%
O&M (C _{MO} + C _{MS})	[€]	3.377	3.377	0,0%
OPEX	[€]	13.918	13.319	4,3%
Classe energetica	[-]	D	D	+0 classi

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

I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,076 [€/kWh] per il vettore termico e 0,240 [€/kWh] per il vettore elettrico

Figura 8.3 – EEM3: Riduzione dei costi operativi e delle emissioni di CO₂ a partire dalla baseline



8.1.2 Impianto riscaldamento

EEM4: Installazione di valvole termostatiche complete di collegamenti sui radiatori

Generalità

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

Questo intervento permette di ottenere un risparmio energetico legato all'effettiva richiesta di carico termico differenziabile per ciascun ambiente di ogni zona climatizzata.

Al fine di un corretto funzionamento è prevista l'installazione di una pompa modulante in sostituzione a quella esistente.

Caratteristiche funzionali e tecniche

L'installazione delle valvole termostatiche consente di incrementare notevolmente il rendimento di generazione, andando ad intervenire sulla temperatura di set point locale per locale.

Con questa soluzione il rendimento di regolazione risulta pari al 98 % (regolazione ambiente con banda proporzionale ad 1°C).

Prestazioni raggiungibili

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

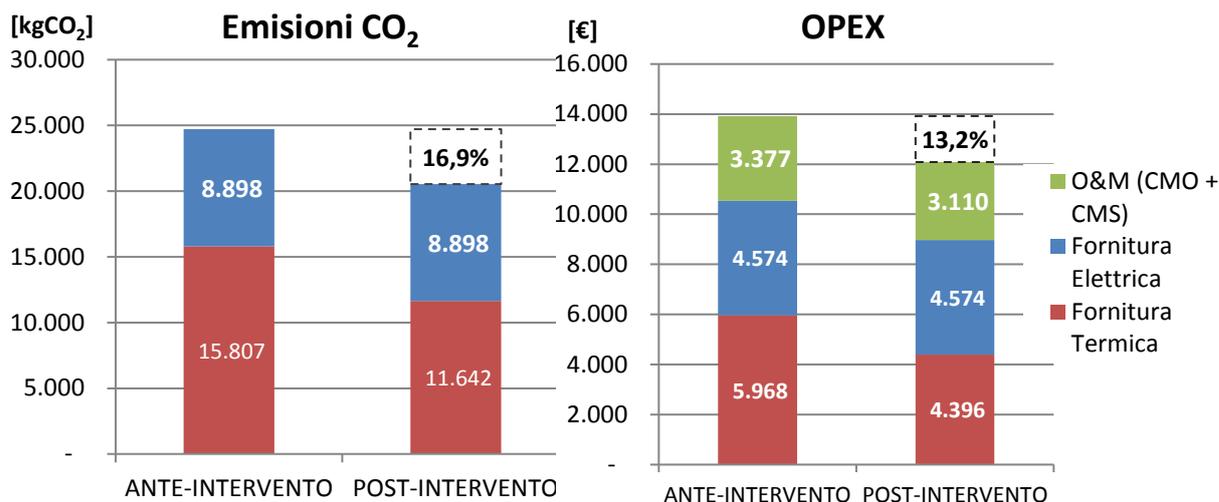
Tabella 8.4 – Risultati analisi EEM4 – Installazione valvole termostatiche

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
EEM4				-
$Q_{teorico}$	[kWh]	78.503	57.819	26,3%
$EE_{teorico}$	[kWh]	19.111	19.111	0,0%
$Q_{baseline}$	[kWh]	78.254	57.635	26,3%
$EE_{baseline}$	[kWh]	19.053	19.053	0,0%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	15.807	11.642	26,3%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	8.898	8.898	0,0%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	24.705	20.540	16,9%
Fornitura Termica, C_Q	[€]	5.968	4.396	26,3%
Fornitura Elettrica, C_{EE}	[€]	4.574	4.574	0,0%
Fornitura Energia, C_E	[€]	10.542	8.969	14,9%
C_{MO}	[€]	2.668	2.401	10,0%
C_{MS}	[€]	709	709	0,0%
O&M ($C_{MO} + C_{MS}$)	[€]	3.377	3.110	7,9%
OPEX	[€]	13.918	12.079	13,2%
Classe energetica	[-]	D	D	+0 classi

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

I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,076 [€/kWh] per il vettore termico e 0,240 [€/kWh] per il vettore elettrico

Figura 8.4 – EEM4: Riduzione dei costi operativi e delle emissioni di CO₂ a partire dalla baseline



EEM5: Installazione caldaia a condensazione

Generalità

L'intervento consiste nella sostituzione dell'attuale generatore di calore tradizionale con una caldaia a condensazione ad alto rendimento. La potenzialità è valutata preliminarmente senza considerare l'interazione con altre EEM. Si precisa pertanto che la combinazione con altri interventi può incrementare in maniera significativa i benefici sia in termini di risparmio energetico che economico. L'installazione di un nuovo generatore ad alta efficienza comporta un risparmio energetico, maggiore sicurezza ed affidabilità, minori emissioni inquinanti in ambiente ed una migliore efficienza ai carichi parziali in funzione del fattore di carico dell'edificio.

Caratteristiche funzionali e tecniche

L'installazione di un generatore a condensazione consente di ottenere un rendimento di generazione pari al 96%.

Prestazioni raggiungibili

I miglioramenti ottenibili tramite l'attuazione della EEM5 sono riportati nella **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.5** e nella **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.5**.

Tabella 8.5 – Risultati analisi EEM5 – Installazione caldaia a condensazione

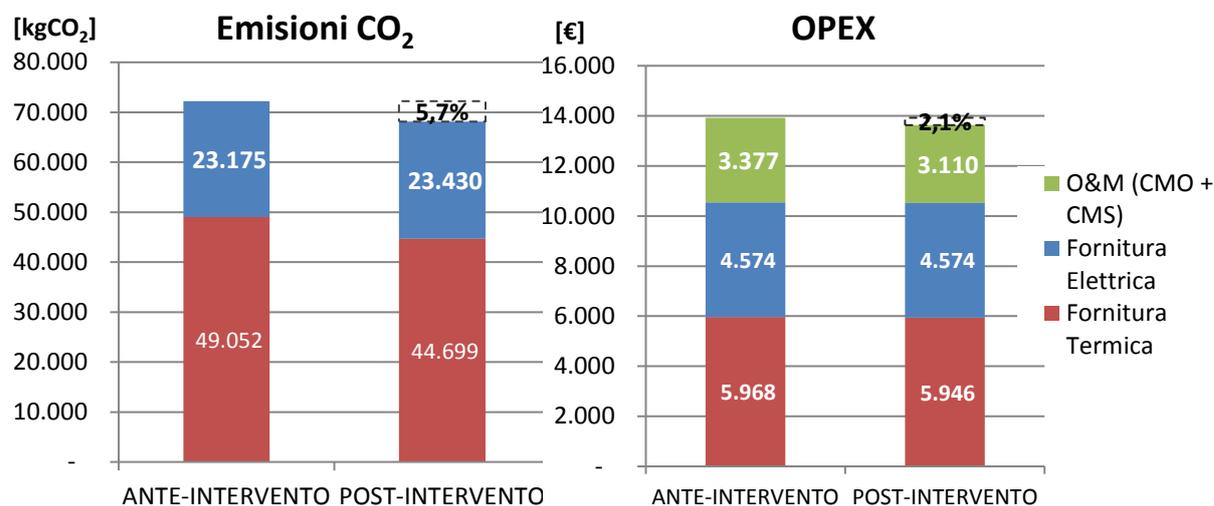
CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
EEM5 Rendimento generazione	[%]	95,6%	96%	-0,4%
Q _{teorico}	[kWh]	78.503	78.208	0,4%
EE _{teorico}	[kWh]	19.111	19.111	0,0%
Q _{baseline}	[kWh]	78.254	77.960	0,4%
EE _{baseline}	[kWh]	19.053	19.053	0,0%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	15.807	15.748	0,4%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	8.898	8.898	0,0%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	24.705	24.646	0,2%
Fornitura Termica, C _Q	[€]	5.968	5.946	0,4%
Fornitura Elettrica, C _{EE}	[€]	4.574	4.574	0,0%
Fornitura Energia, C_E	[€]	10.542	10.519	0,2%
C _{MO}	[€]	2.668	2.401	10,0%

C_{MS}	[€]	709	709	0,0%
O&M ($C_{MO} + C_{MS}$)	[€]	3.377	3.110	7,9%
OPEX	[€]	13.918	13.629	2,1%
Classe energetica	[-]	D	D	+0 classi

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

I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,076 [€/kWh] per il vettore termico e 0,240 [€/kWh] per il vettore elettrico

Figura 8.5 – EEM5: Riduzione dei costi operativi e delle emissioni di CO₂ a partire dalla baseline



8.1.3 Impianto di illuminazione ed impianto elettrico

EEM6: Installazione lampade a LED a basso consumo

Generalità

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

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

Caratteristiche funzionali e tecniche

Si sostituiscono le sorgenti luminose seguenti:

- Lampade fluorescenti 4x18W con lampade LED da 1x36 W;
- Lampade fluorescenti 1x36W con lampade LED da 1x20 W;
- Lampade fluorescenti 2x36W con lampade LED da 1x36 W;
- Lampade fluorescenti 1x58W con lampade LED da 1x25 W;
- Lampade fluorescenti 2x58W con lampade LED da 1x48 W.

Prestazioni raggiungibili

I miglioramenti ottenibili tramite l'attuazione della EEM6 sono riportati nella **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.6** e nella **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.6**.

Tabella 8.6 – Risultati analisi EEM6 – Installazione lampade a LED

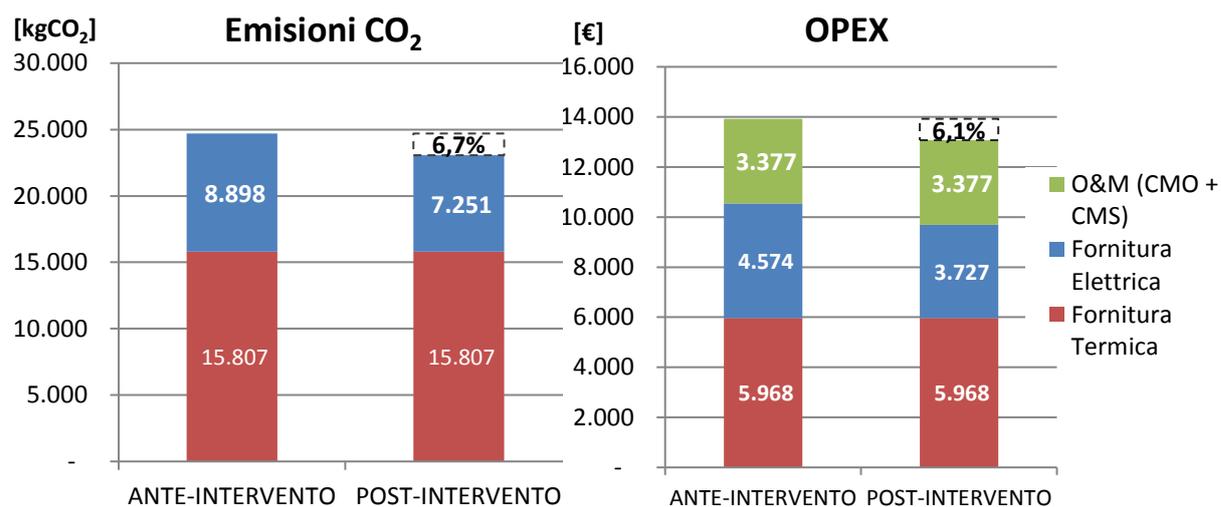
CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
EEM6 Potenza lampade	[kW]	6758	3338	50,6%
$Q_{teorico}$	[kWh]	78.503	78.503	0,0%

EE _{teorico}	[kWh]	19.111	15.573	18,5%
Q _{baseline}	[kWh]	78.254	78.254	0,0%
EE _{Baseline}	[kWh]	19.053	15.526	18,5%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	15.807	15.807	0,0%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	8.898	7.251	18,5%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	24.705	23.058	6,7%
Fornitura Termica, C _Q	[€]	5.968	5.968	0,0%
Fornitura Elettrica, C _{EE}	[€]	4.574	3.727	18,5%
Fornitura Energia, C_E	[€]	10.542	9.695	8,0%
C _{MO}	[€]	2.668	2.668	0,0%
C _{MS}	[€]	709	709	0,0%
O&M (C _{MO} + C _{MS})	[€]	3.377	3.377	0,0%
OPEX	[€]	13.918	13.072	6,1%
Classe energetica	[-]	D	D	+0 classi

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

I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,076 [€/kWh] per il vettore termico e 0,240 [€/kWh] per il vettore elettrico

Figura 8.6 – EEM6: Riduzione dei costi operativi e delle emissioni di CO₂ a partire dalla baseline



9 VALUTAZIONE ECONOMICO-FINANZIARIA

9.1 ANALISI DEI COSTI DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI CONSIDERATI FATTIBILI

EEM1: Isolamento pareti verticali con cappotto interno

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

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

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

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

Tabella 9.1 – Analisi dei costi della EEM1 – Cappotto interno

DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO	PREZZO	TOTALE	IVA	TOTALE
				UNITARIO PREZZARIO	UNITARIO SCONTATO	(IVA ESCLUSA)	(IVA INCLUSA)	
				[€/m ² cm]	[€/m ² cm]	[€]	[%]	[€]
Isolanti di origine minerale. Pannelli in silicato di calcio, per l'isolamento termoacustico a cappotto di facciate e soffitti; permeabili al vapore, antincendio, traspirabili, incombustibili (classe 0). Lambda = 0,045 W/mK spessore da 6 a 20 cm per ogni cm	Prezzario Regione Liguria	12188,6	m2cm	€ 3,49	€ 3,17	€ 38.671,11	22%	€ 47.178,75
Malta premiscelata Rivestimento minerale per rasature armate /cappotto termico idr/m2orepellente, impermeabile e traspirante in sacchi . Resa per mano 1,8 kg.	Prezzario Regione Liguria	1043,14	kg	€ 0,82	€ 0,75	€ 777,61	22%	€ 948,69
Collante cementizio per murature in cemento cellulare espanso.	Prezzario Regione Liguria	521,57	kg	€ 0,49	€ 0,45	€ 232,34	22%	€ 283,45
Impalcature per interni, realizzate con cavalletti, trabattelli, strutture tubolari, misurate in proiezione orizzontale, piani di lavoro per altezza da 2,00 a 4,00 metri.	Prezzario Regione Liguria	26,08	m2	€ 21,17	€ 19,25	€ 501,89	22%	€ 612,31
Intonaco interno in malta cementizia strato aggrappante a base di cemento portland, sabbie classificate ed additivi specifici spessore 5 mm circa.	Prezzario Regione Liguria	1043,14	m2	€ 4,80	€ 4,36	€ 4.551,88	22%	€ 5.553,30
Costi per la sicurezza	-	3%	%			€ 1.342,04	22%	€ 1.637,29
Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%			€ 3.131,44	22%	€ 3.820,35
TOTALE (I₀ – EEM1)						€ 49.208	22%	€ 60.034
Incentivi	[Conto termico]							€ 24.013,66
Durata incentivi								1

EEM2: Isolamento del sottotetto

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

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

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

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

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

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

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

Tabella 9.2. – Analisi dei costi della EEM2 – isolamento Sottotetto

DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO	PREZZO	TOTALE	TOTALE
				UNITARIO PREZZARIO	UNITARIO SCONTATO	(IVA ESCLUSA)	IVA INCLUSA)
				[€/n° o €/m ²]	[€/n° o €/m ²]	[€]	[%]
Fornitura materiale isolante (materassino lana vetro 0.032 W/mK)	Prezziario Regione Liguria	382,33	m2	€ 15,93	€ 14,48	€ 5.536,83	22% 6.754,94
Fornitura materiale isolante (materassino lana vetro 0.032 W/mK)	Prezziario Regione Liguria	382,33	m2	€ 6,83	€ 6,21	€ 2.373,92	22% 2.896,18
Posa in opera materiale isolante	Prezziario Regione Liguria	382,33	m2	€ 7,84	€ 7,13	€ 2.724,97	22% 3.324,46
Costi per la sicurezza	-	3%	%			€ 319,07	22% 389,27
Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%			€ 744,50	22% 908,29
TOTALE (I₀ – EEM1)						€ 11.699	22% 14.273
Incentivi	[Conto termico]						€ 5.709,26
Durata incentivi							1

EEM3: Sostituzione degli infissi

Nella realizzazione di tale intervento singolo, non essendo l'impianto di riscaldamento dell'edificio dotato di valvole termostatiche, non consentirebbe l'ottenimento degli incentivi previsti dal conto termico 2.0.

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

La realizzazione di tale intervento singolo, non essendo l'impianto di riscaldamento dell'edificio dotato di valvole termostatiche, non consentirebbe l'ottenimento degli incentivi previsti dal conto termico 2.0.

Tabella 9.3 – Analisi dei costi della EEM3 – Sostituzione degli infissi

DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO	PREZZO	TOTALE	TOTALE
				UNITARIO PREZZARIO	UNITARIO SCONTATO	(IVA ESCLUSA)	IVA INCLUSA)

				[€/n° o €/m ₂]	[€/n° o €/m ₂]	[€]	[%]	[€]
Smontaggio e recupero delle parti riutilizzabili, incluso accantonamento nell'ambito del cantiere, di: serramenti in acciaio, PVC, alluminio, compreso telaio (misura minima 2,00 m ²)	Prezziario Regione Liguria	131,03	m ²	€ 39,61	€ 36,01	€ 4.718,27	22%	€ 5.756,29
Finestra o portafinestra in PVC completa di vetrocamera, qualità media, con valore massimo di trasmittanza U=2,8 W/m ² K, controtelaio escluso, misurazione minima per serramento m ² 1,0 apertura ad una o due ante o a vasistas	Prezziario Regione Liguria	131,03	m ²	€ 328,90	€ 299,00	€ 39.177,97	22%	€ 47.797,12
Controtelaio per finestre, portefinestre e simili, in legno.	Prezziario Regione Liguria	45,787334	m	€ 7,59	€ 6,90	€ 315,93	22%	€ 385,44
Trasporto eseguito con autocarro, motocarro o simili, della portata fino a 1000 kg, di materiali di risulta da scavi e/o demolizioni, per ogni km del tratto entro i primi 5. Misurato in banco	Prezziario Regione Liguria	19,6545	m ³	€ 11,77	€ 10,70	€ 210,30	22%	€ 256,57
Costi per la sicurezza	-	3%	%			€ 1.332,67	22%	€ 1.625,86
Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%			€ 3.109,57	22%	€ 3.793,68
TOTALE (I₀- EEM3)						€ 48.865	22%	€ 59.615

EEM4: Installazione di valvole termostatiche complete di collegamenti sui radiatori

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

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

Tabella 9.4 – Analisi dei costi della EEM4 – Installazione valvole termostatiche

DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO PREZZARIO	PREZZO UNITARIO SCONTATO	TOTALE (IVA ESCLUSA)	IVA	TOTALE (IVA INCLUSA)
				[€/n° o €/m ₂]	[€/n° o €/m ₂]	[€]	[%]	[€]
Valvole micrometriche a squadra complete di testa termostatica con elemento sensibile a gas: Ø 15 mm	Prezziario Regione Liguria	49	cad	€ 35,42	€ 32,20	€ 1.577,80	22%	€ 1.924,92
Circolatori per impianti di riscaldamento e condizionamento a velocità variabile, regolate elettronicamente, classe di protezione IP44, classe energetica A, 230V, del tipo: versione gemellare con attacchi flangiati, Ø 80, PN6, prevalenza da 1 a 12 m, portata da 1 a 58 m ³ /h	Prezziario Regione Liguria	1	cad	€ 2.999,95	€ 2.727,23	€ 2.727,23	22%	€ 3.327,22
Sola posa in opera di pompe e/o circolatori singoli o gemellari per fluidi caldi o freddi, compreso bulloni, guarnizioni e il collegamento alla linea elettrica, escluse le flange. Per attacchi del diametro nominale di: maggiore di 80 mm fino a 100 mm	Prezziario Regione Liguria	1	cad	€ 50,06	€ 45,51	€ 45,51	22%	€ 55,52
Interruttore automatico magnetotermico con potere di interruzione 4,5KA bipolare fino a 32 A - 230 V	Prezziario Regione Liguria	1	cad	€ 22,69	€ 20,63	€ 20,63	22%	€ 25,17
Impianti Elettrici Idraulici Riscaldamento Installatore 4° cat. ex operaio specializzato	Prezziario Regione Liguria	19	h	€ 31,88	€ 28,98	€ 560,32	22%	€ 683,58

Costi per la sicurezza	-	3%	%	€ 147,94	22%	€ 180,49
Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%	€ 345,20	22%	€ 421,15
TOTALE (I₀ – EEM4)				€ 5.425	22%	€ 6.618

EEM5: Installazione caldaia a condensazione

Nella

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

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

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

Tabella 9.5 è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 5.

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

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

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

Tabella 9.5 – Analisi dei costi della EEM5 – Caldaia a condensazione

DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO	PREZZO	TOTALE	IVA	TOTALE
				UNITARIO PREZZARIO	UNITARIO SCONTATO	(IVA ESCLUSA)	(IVA INCLUSA)	
				[€/n° o €/m ²]	[€/n° o €/m ²]	[€]	[%]	[€]
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: 525 Kw circa	Prezzario Regione Liguria	1	cad	€ 26.754,75	€ 24.322,50	€ 24.322,50	22%	€ 29.673,45
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	€ 232,76	€ 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	Prezzario Regione Liguria	1	cad	€ 461,09	€ 419,17	€ 419,17	22%	€ 511,39

E1372 - Scuola Media "Don Milani" e Scuola Materna Comunale "San Luigi"

alla tubazione del combustibile a metano o gasolio: per generatori di calore da 351 Kw a 700 Kw

Accessori per caldaie a condensazione: Tubi Ø 80mm della lunghezza 1 m	Prezzario Regione Liguria	15	cad	€ 21,13	€ 19,21	€ 288,14	22%	€ 351,53
Accessori per caldaie a condensazione: Kit scarichi separati per tubi Ø 80mm	Prezzario Regione Liguria	1	cad	€ 28,46	€ 25,87	€ 25,87	22%	€ 31,56
Pn > 500 e Pn <= 700	Prezzario CCIAA RE	1	cad	€ 4.067,25	€ 3.697,50	€ 3.697,50	22%	€ 4.510,95
Regolazione Climatica	Prezzario CCIAA RE	1	cad	€ 546,00	€ 496,36	€ 496,36	22%	€ 605,56
Sola posa in opera di accessori per impianti di termoregolazione compresi collegamenti elettrici: sonde in genere	Prezzario Regione Liguria	1	cad	€ 120,60	€ 109,64	€ 109,64	22%	€ 133,76
Sola posa in opera di accessori per impianti di termoregolazione compresi collegamenti elettrici: interruttore orologio da inserire in quadro elettrico	Prezzario Regione Liguria	1	cad	€ 29,71	€ 27,01	€ 27,01	22%	€ 32,95
Interruttore orario digitale modulare per la programmazione settimanale a due canali	Prezzario Regione Liguria	1	cad	€ 146,74	€ 133,40	€ 133,40	22%	€ 162,75
Sonde di temperatura e umidità: sola temperatura, per impianti civili e industriali per esterno	Prezzario Regione Liguria	1	cad	€ 76,47	€ 69,52	€ 69,52	22%	€ 84,81
Opere edili Operaio Qualificato	Prezzario Regione Liguria	15	h	€ 34,41	€ 31,28	€ 469,23	22%	€ 572,46
Impianti Elettrici Idraulici Riscaldamento Installatore 4° cat. ex operaio specializzato	Prezzario Regione Liguria	40	h	€ 31,88	€ 28,98	€ 1.159,27	22%	€ 1.414,31
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	80	m³km	€ 4,72	€ 4,29	€ 343,27	22%	€ 418,79
Costi per la sicurezza	-	3%	%			€ 953,17	22%	€ 1.162,87
Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%			€ 2.224,07	22%	€ 2.713,37
TOTALE (I₀ - EEM5)						€ 34.950	22%	€ 42.639
Incentivi	[Conto termico]							€ 17.055
Durata incentivi								1

EEM6: Lampade LED

Nella La realizzazione di tale intervento singolo, non essendo l'impianto di riscaldamento dell'edificio dotato di valvole termostatiche, non consentirebbe l'ottenimento degli incentivi previsti dal conto termico 2.0.

Tabella 9.36 è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 6.

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

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

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

Tabella 9.6 – Analisi dei costi della EEM6 – Lampade LED

DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO	PREZZO	TOTALE	TOTALE	TOTALE
				UNITARIO PREZZARIO	UNITARIO SCONTATO	(IVA ESCLUSA)	IVA	(IVA INCLUSA)
				[€/n° o €/mq]	[€/n° o €/mq]	[€]	[%]	[€]
Plafoniera stagna rettangolare, corpo in policarbonato autoestinguente, schermo in policarbonato autoestinguente trasparente prismatico internamente, per installazione a parete, plafone o a sospensione, apparecchio con grado di protezione IP 66, lampade LED temperatura di colore 4000 K, alimentazione 230 V c.a.: bilampada: lunghezza 1.300 mm, 36 W, 5.830 lm	DEI Imp. Ele. 2017	63	cad	€ 156,66	€ 142,42	€ 8.972,35	22%	€ 10.946,26
Apparecchio ad incasso con corpo in alluminio, lampada led temperatura di colore 3000 K, alimentatore incorporato, riflettore in alluminio cromato, classe di isolamento 1, grado di protezione IP 23, alimentazione 230 V 50 Hz, classe energetica A, apertura del fascio 95°: potenza 20 W, equivalente a 36 W fluorescente, Ø 190 mm	DEI Imp. Ele. 2017	17	cad	€ 98,61	€ 89,65	€ 1.523,97	22%	€ 1.859,25
Plafoniera stagna rettangolare, corpo in policarbonato autoestinguente, schermo in policarbonato autoestinguente trasparente prismatico internamente, per installazione a parete, plafone o a sospensione, apparecchio con grado di protezione IP 66, lampade LED temperatura di colore 4000 K, alimentazione 230 V c.a.: bilampada: lunghezza 1.600 mm, 48 W, 7.780 lm	DEI Imp. Ele. 2017	14	cad	€ 185,06	€ 168,24	€ 2.355,31	22%	€ 2.873,48
Costi per la sicurezza	-	3%	%			€ 385,55	22%	€ 470,37
Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%			€ 899,61	22%	€ 1.097,53
TOTALE (I₀ – EEM6)						€ 14.137	22%	€ 17.247
Incentivi	[Conto termico]							€ 6.898,75
Durata incentivi								1

9.2 ANALISI DI CONVENIENZA DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI CONSIDERATI FATTIBILI

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

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

Gli indicatori economici d'investimento utilizzati sono:

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

Essi sono così definiti:

1) Tempo di ritorno semplice (TRS):

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

Dove:

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

2) Tempo di ritorno attualizzato (TRA):

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

Dove:

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

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

Dove:

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

3) Valore Attuale Netto (VAN) del progetto:

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

Dove:

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

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

5) Indice di Profitto (IP):

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

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

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

I risultati dell'analisi economica tramite flussi di cassa sono poi stati rappresentati mediante tipici grafici a farfalla, dal quale è possibile evincere i flussi di cassa cumulati di progetto, l'investimento capitale iniziale, l'I₀, e il TRS.

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

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

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

EEM1: Isolamento pareti verticali con cappotto interno

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

Tabella 9.3 – Risultati dell'analisi di convenienza della EEM1– Isolamento pareti verticali con cappotto interno

PARMETRO FINANZIARIO	U.M.	VALORE	
Investimento Iniziale	I ₀	€	60.034
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	24.014
Durata incentivo	n _B	anni	1
Tasso di attualizzazione	i	[%]	3,5%
INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE CON INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS	35,2	19,9
Tempo di rientro attualizzato	TRA	55,0	32,6
Valore attuale netto	VAN	- 28.099	- 5.009
Tasso interno di rendimento	TIR	-1,2%	2,7%
Indice di profitto	IP	-0,47	-0,08

I flussi di cassa rappresentativi dell'analisi sono riportati nelle Figura 9.1 e **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata..**

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

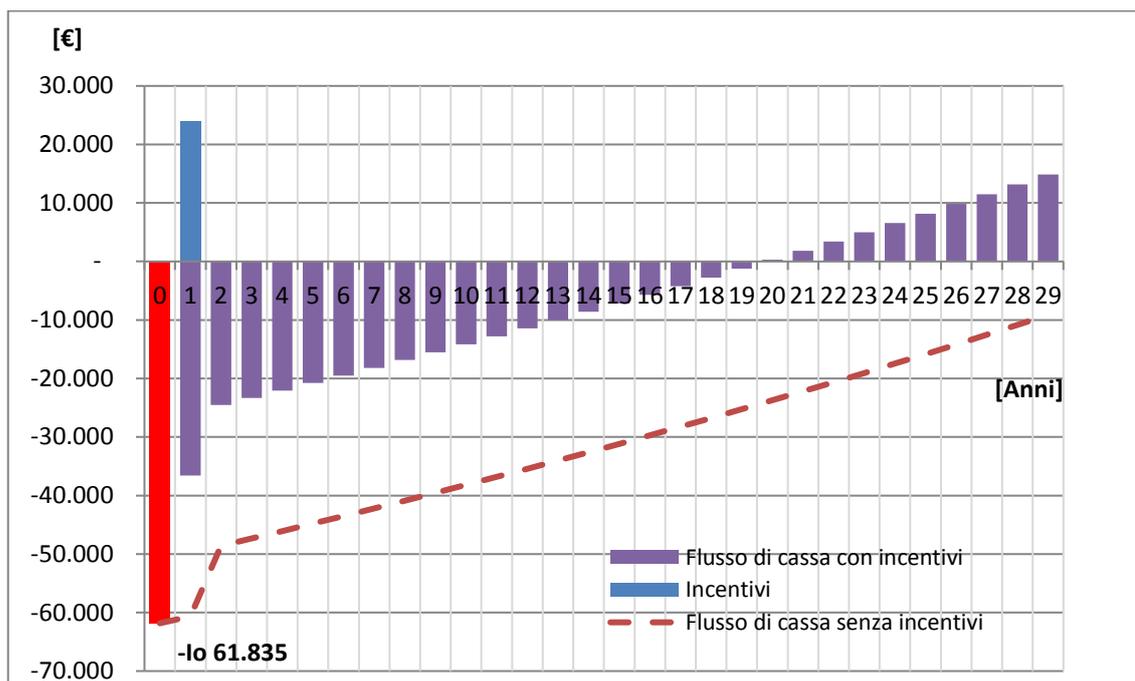
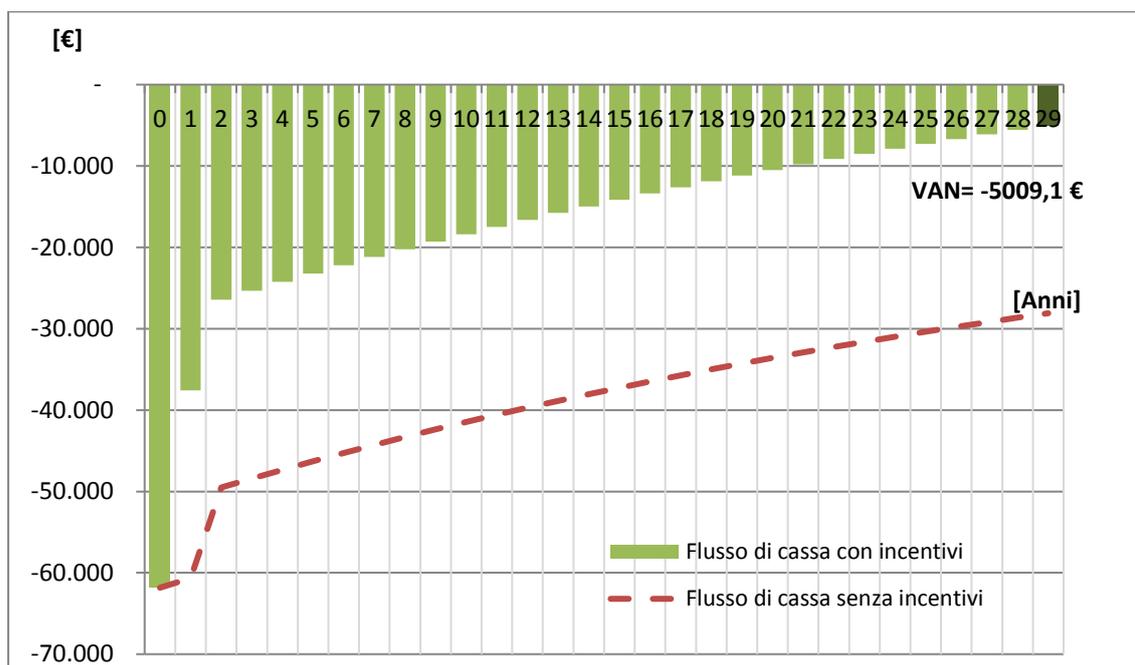


Figura 9.2 – EEM1: Flussi di Cassa Attualizzati, con e senza incentivi



Dall’analisi effettuata è emerso che l’intervento singolo di coibentazione delle pareti verticali, ha un VAN negativo. L’intervento è stato comunque preso in considerazione nella creazione degli scenari poiché consente di ottenere una percentuale di incentivazione maggiore se effettuato insieme ad un intervento sull’impianto. Inoltre, la riduzione del fabbisogno potrebbe consentire la scelta di una caldaia di taglia inferiore con conseguente riduzione dei costi di investimento.

EEM2: Isolamento del sottotetto

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

Tabella 9.3 – Risultati dell'analisi di convenienza della EEM2– Isolamento esterno del sottotetto

PARAMETRO FINANZIARIO	U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	I_0	€ 14.273
Oneri Finanziari % I_0	OF	3,0%
Aliquota IVA	%IVA	22,0%
Anno recupero erariale IVA	n_{IVA}	3 anni
Vita utile	n	30 anni
Incentivo annuo	B	€/anno 5.709
Durata incentivo	n_B	1 anno
Tasso di attualizzazione	i	3,5%

INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO	VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE CON INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS 12,8	7,5
Tempo di rientro attualizzato	TRA 18,5	9,0
Valore attuale netto	VAN 4.917	10.406
Tasso interno di rendimento	TIR 6,8%	12,3%
Indice di profitto	IP 0,34	0,73

I flussi di cassa rappresentativi dell'analisi sono riportati nelle Figura 9.13 e **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.4.**

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

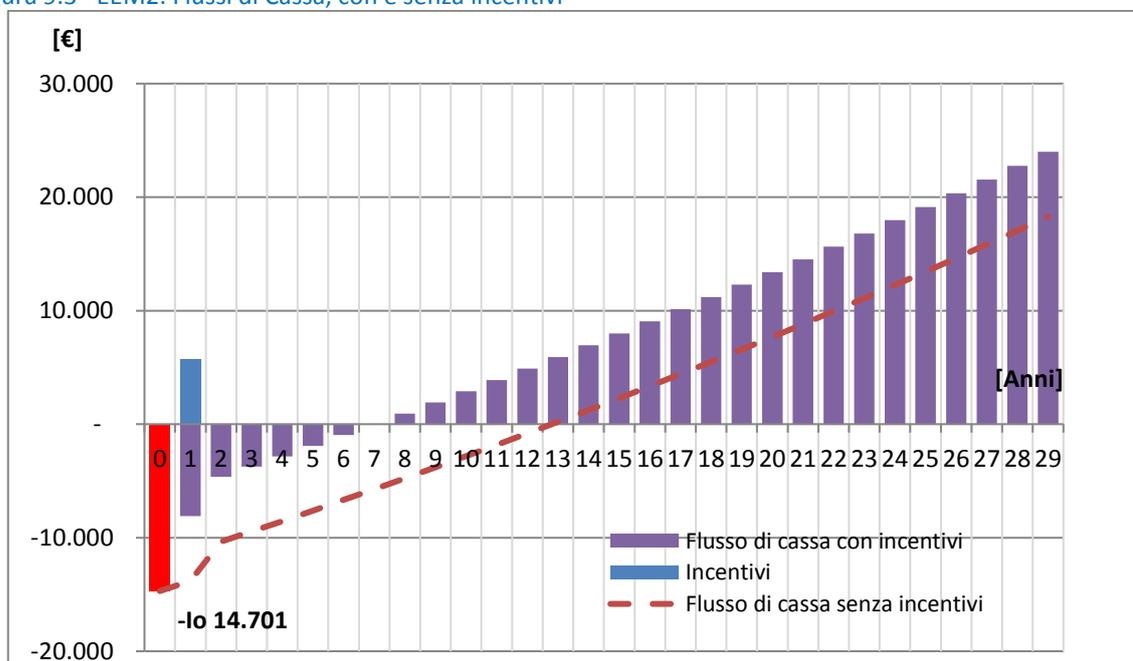


Figura 9.4 – EEM2: Flussi di Cassa Attualizzati, con e senza incentivi



Dall'analisi effettuata è emerso che l'intervento singolo risulta essere economicamente conveniente anche nel caso senza incentivi da Conto termico.

EEM3: Sostituzione degli infissi

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

Tabella 9.4 – Risultati dell'analisi di convenienza della EEM3– Sostituzione degli infissi

PARAMETRO FINANZIARIO	U.M.	VALORE	
Investimento Iniziale	I_0	€ 59.615	
Oneri Finanziari % I_0	OF	3,0%	
Aliquota IVA	%IVA	22,0%	
Anno recupero erariale IVA	n_{IVA}	3 anni	
Vita utile	n	30 anni	
Incentivo annuo	B	€/anno -	
Durata incentivo	n_B	1 anni	
Tasso di attualizzazione	i	3,5%	
INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE CON INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS	66,1	66,1
Tempo di rientro attualizzato	TRA	93,7	93,7
Valore attuale netto	VAN	- 41.748	- 41.748
Tasso interno di rendimento	TIR	-5,8%	-5,8%
Indice di profitto	IP	-0,70	-0,70

I flussi di cassa rappresentativi dell'analisi sono riportati nelle Figura 9.15 e **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.6.**

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

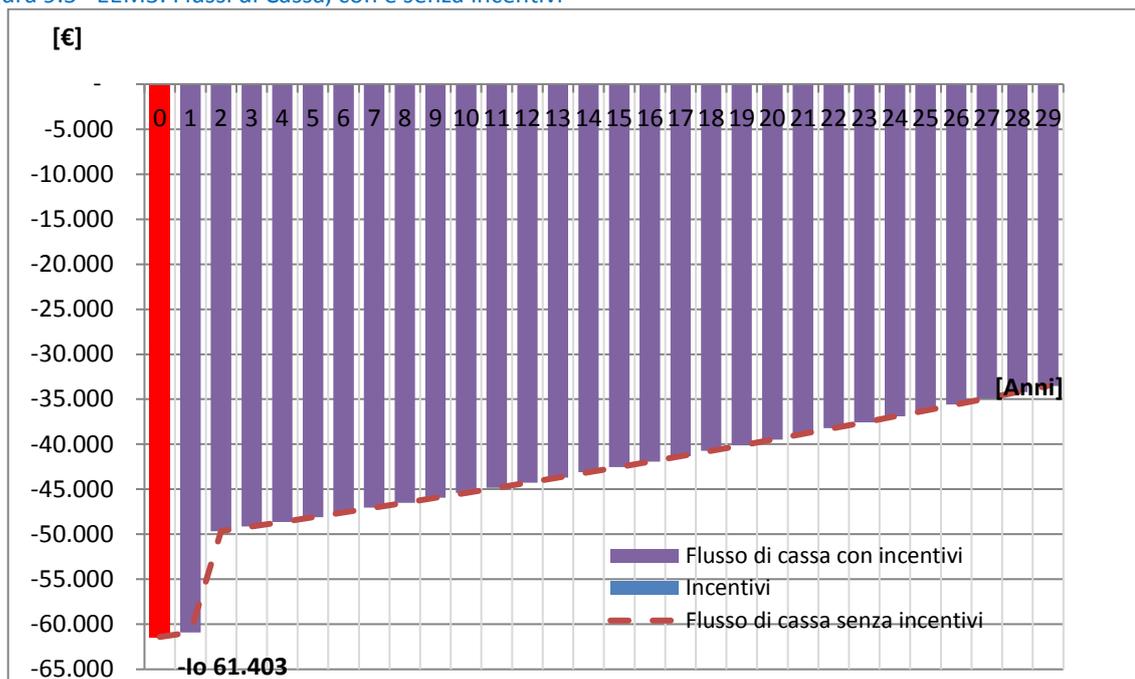
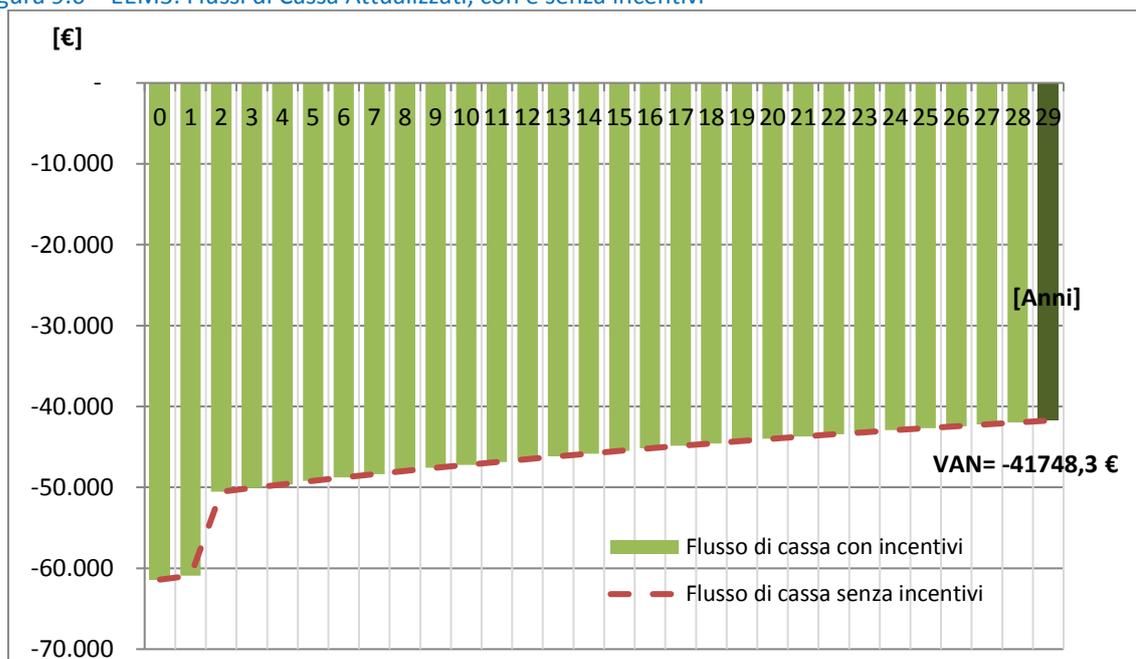


Figura 9.6 – EEM3: Flussi di Cassa Attualizzati, con e senza incentivi



Dall’analisi effettuata è emerso che l’intervento singolo non risulta essere economicamente conveniente. Tale intervento è stato comunque valutato, sia perché la condizione dei serramenti nella fase di intervista al personale durante il sopralluogo è risultata essere causa di discomfort, sia perché la combinazione con altre EEM potrebbe dare ulteriori benefici.

EEM4: Installazione di valvole termostatiche complete di collegamenti sui radiatori

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

Tabella 9.5 – Risultati dell’analisi di convenienza della EEM4– Isolamento pareti verticali con cappotto esterno

PARMETRO FINANZIARIO	U.M.	VALORE
----------------------	------	--------

Investimento Iniziale	I_0	€	6.618
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	1
Tasso di attualizzazione	i	[%]	3,5%
INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE CON INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS	3,7	3,7
Tempo di rientro attualizzato	TRA	4,2	4,2
Valore attuale netto	VAN	11.475	11.475
Tasso interno di rendimento	TIR	25,0%	25,0%
Indice di profitto	IP	1,73	1,73

I flussi di cassa rappresentativi dell'analisi sono riportati nelle Figura 9.17 e **Errore**. L'origine riferimento non è stata trovata.8.

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

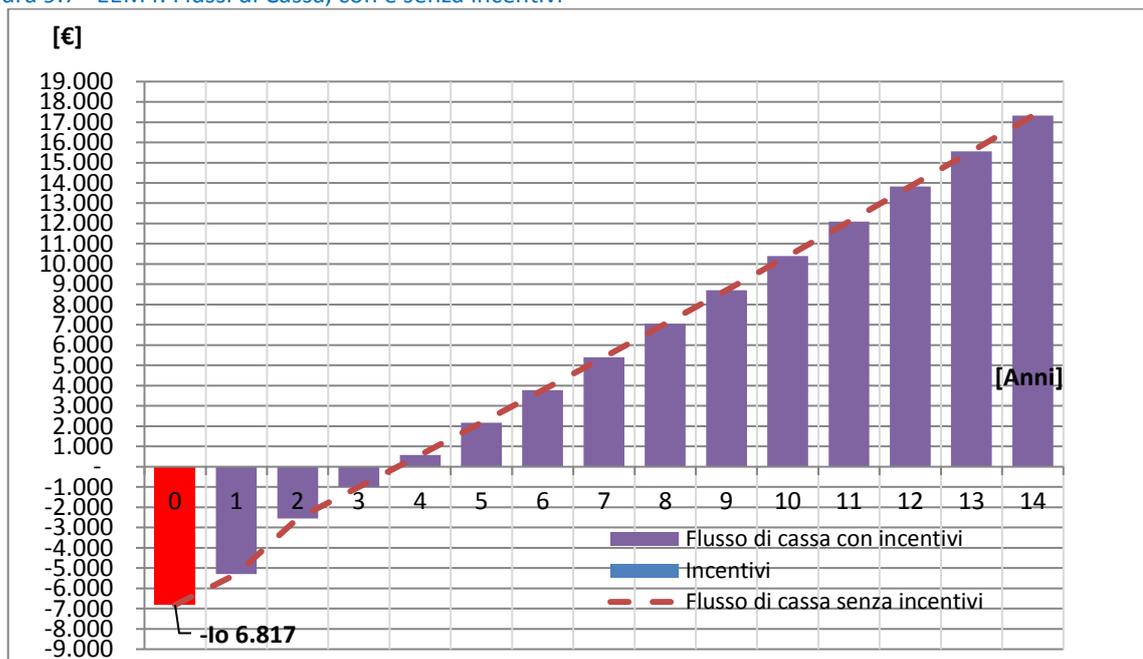


Figura 9.8 – EEM4: Flussi di Cassa Attualizzati, con e senza incentivi



L'intervento singolo di installazione delle valvole termostatiche non prevede incentivi da conto termico.

Dall'analisi effettuata è emerso che l'intervento singolo risulta essere economicamente conveniente e con un tempo di ritorno semplice di circa 4 anni e un VAN pari a 11.475€.

EEM5: Installazione caldaia a condensazione

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

Tabella 9.6 – Risultati dell'analisi di convenienza della EEM5– Isolamento pareti verticali con cappotto esterno

PARAMETRO FINANZIARIO	U.M.	VALORE	
Investimento Iniziale	I_0	€	42.639
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	17.055
Durata incentivo	n_b	anni	1
Tasso di attualizzazione	i	[%]	3,5%
INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE CON INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS	59,1	23,4
Tempo di rientro attualizzato	TRA	67,8	25,2
Valore attuale netto	VAN	- 34.208	- 17.808
Tasso interno di rendimento	TIR	-21,1%	-14,4%
Indice di profitto	IP	-0,80	-0,42

I flussi di cassa rappresentativi dell'analisi sono riportati nelle Figura 9.19 e **Errore**. L'origine riferimento non è stata trovata..

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

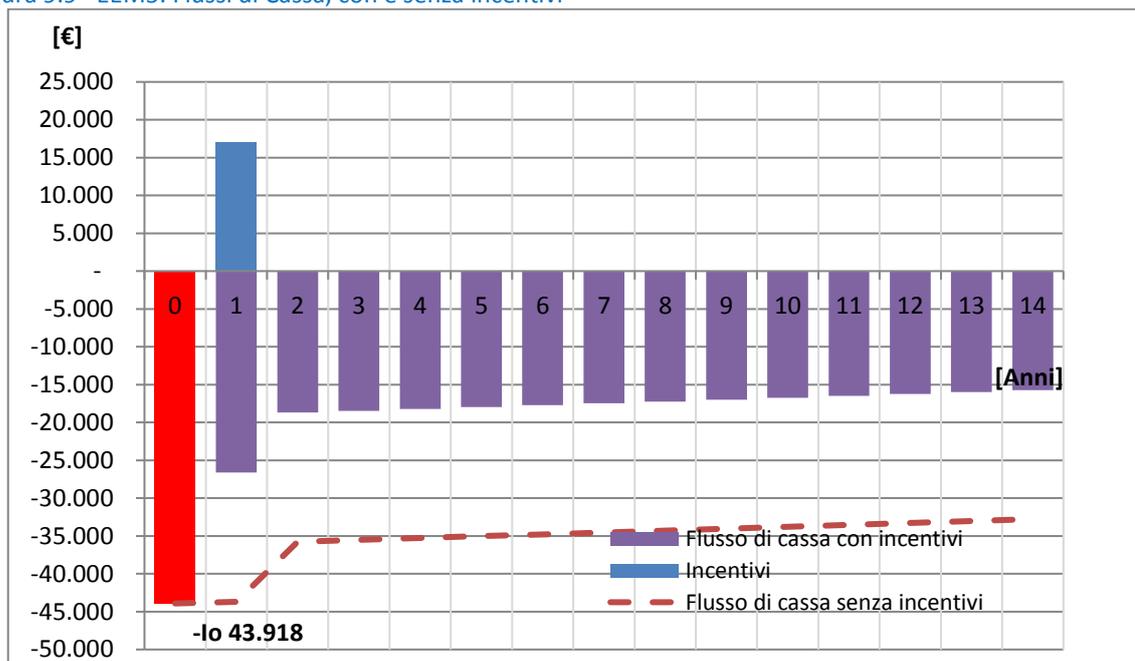
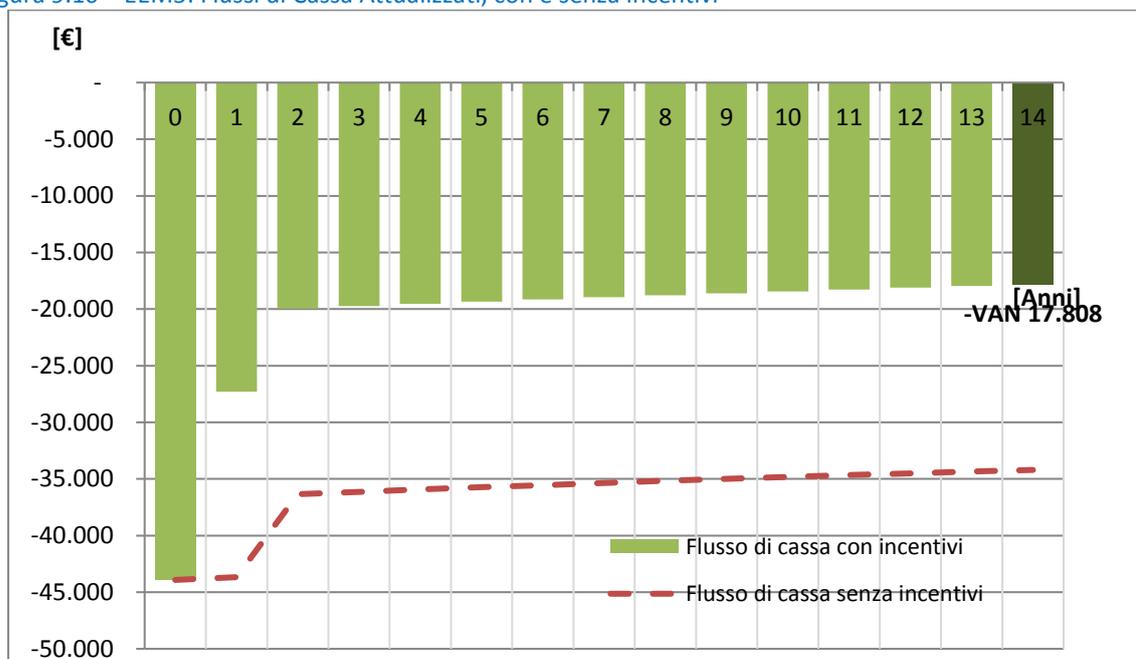


Figura 9.10 – EEM5: Flussi di Cassa Attualizzati, con e senza incentivi



Dall’analisi effettuata è emerso che l’intervento singolo non risulta essere economicamente conveniente. Tuttavia, tale intervento è stato comunque valutato nella successiva costruzione degli scenari poiché, in combinazione con altre EEM, potrebbe richiedere investimenti minori grazie alla minore potenzialità richiesta ed inoltre potrebbe far accedere ad una percentuale di incentivazione maggiore se combinato con altri interventi sull’involucro.

EEM6: Lampade LED

L’analisi di convenienza effettuata per la EEM 6 porta alla valutazione dei seguenti indici finanziari:

Tabella 9.7 – Risultati dell’analisi di convenienza della EEM6– Isolamento pareti verticali con cappotto esterno

PARAMETRO FINANZIARIO	U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	lo	€ 17.247

Oneri Finanziari % _{lo}	OF	[%]	3,0%
Aliquota IVA	%IVA	[%]	22,0%
Anno recupero erariale IVA	n _{IVA}	anni	3
Vita utile	n	anni	8
Incentivo annuo	B	€/anno	6.899
Durata incentivo	n _B	anni	1
Tasso di attualizzazione	i	[%]	3,5%
INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE CON INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS	17,3	9,4
Tempo di rientro attualizzato	TRA	19,6	10,2
Valore attuale netto	VAN	- 10.526	- 3.893
Tasso interno di rendimento	TIR	-19,0%	-6,7%
Indice di profitto	IP	-0,61	-0,23

I flussi di cassa rappresentativi dell'analisi sono riportati nelle Figura 9.11 e **Errore**. L'origine riferimento non è stata trovata..

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

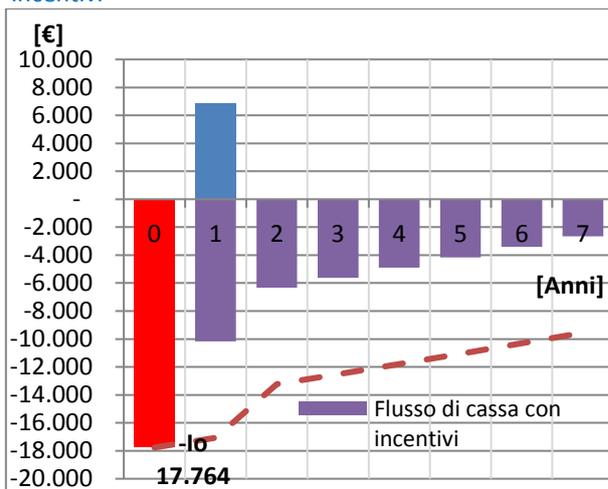
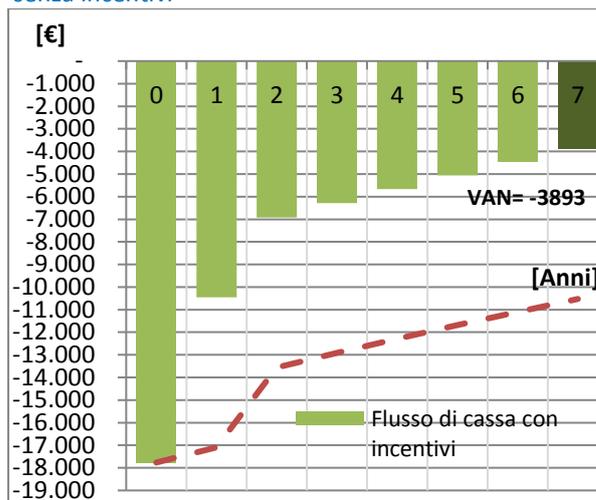


Figura 9.12 – EEM6: Flussi di Cassa Attualizzati, con e senza incentivi



Dall'analisi effettuata è emerso che per l'intervento singolo di sostituzione delle lampade, gli elevati costi di investimento non consentono di ottenere un tempo di ritorno minore della vita utile. Tale intervento, pertanto, non risulta essere economicamente conveniente.

Sintesi

La sintesi della valutazione economico – finanziaria delle EEM proposte è riportata nelle Tabella 9.8 e Dall'analisi dei risultati emerge che gli unici interventi singoli economicamente convenienti senza incentivi sono quello di isolamento della copertura e quello di installazione delle valvole termostatiche.

Tabella 9.9.

Tabella 9.8 – Sintesi dei risultati della valutazione economico-finanziaria, caso senza incentivi

SENZA INCENTIVI											
%Δ _E	%Δ _{CO2}	ΔC _E	ΔC _{MO}	ΔC _{MS}	I ₀	TRS	TRA	n	VAN	TIR	IP
[%]	[%]	[€/anno]	[€/anno]	[€/anno]	[€]	[anni]	[anni]	[anni]	[€]	[%]	[-]

EEM 1	19,7%	15,7%	1.464		60.034	35,2	55,0	30	-28.099	-1,2%	-0,47
EEM 2	14,3%	11,4%	1.064		14.273	12,8	18,5	30	4.917	6,8%	0,34
EEM 3	8,1%	6,4%	600		59.615	66,1	93,7	30	-41.748	-5,8%	-0,70
EEM 4	21,2%	16,9%	1573	267	6.618	3,7	4,2	15	11.475	25,0%	1,73
EEM 5	0,3%	0,2%	22	267	42.639	59,1	67,8	15	-34.208	-21,1%	-0,80
EEM 6	3,6%	6,7%	847		17.247	17,3	19,4	8	-10.526	-19,0%	-0,61

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 gli unici interventi singoli economicamente convenienti senza incentivi sono quello di isolamento della copertura e quello di installazione delle valvole termostatiche.

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

	CON INCENTIVI											
	$\% \Delta_E$ [%]	$\% \Delta_{CO_2}$ [%]	Δ_{CE} [€/anno]	Δ_{CMO} [€/an no]	Δ_{CMS} [€/an no]	I_0 [€]	TRS [anni]	TRA [anni]	n [anni]	VAN [€]	TIR [%]	IP [-]
EEM 1	19,7%	15,7%	1.464			60.034	19,9	32,6	30	-5.009	2,7%	-0,08
EEM 2	14,3%	11,4%	1.064			14.273	7,5	9,0	30	10.406	12,3%	0,73
EEM 3 (*)	8,1%	6,4%	600			59.615	66,1	93,7	30	-41.748	-5,8%	-0,70
EEM 4 (*)	21,2%	16,9%	1573	267		6.618	3,7	4,2	15	11.475	25,0%	1,73
EEM 5	0,3%	0,2%	22	267		42.639	23,4	25,2	15	-17.808	-14,4%	-0,42
EEM 6	3,6%	6,7%	847			17.247	9,4	10,2	8	-3.893	-6,7%	-0,23

Nota*): questi interventi non prevedono incentivi da Conto termico

Dall'analisi dei risultati emerge che l'intervento con indici economici migliori è quello di installazione delle valvole termostatiche pur non prevedendo incentivi e quello dell'isolamento della copertura.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Dove:

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

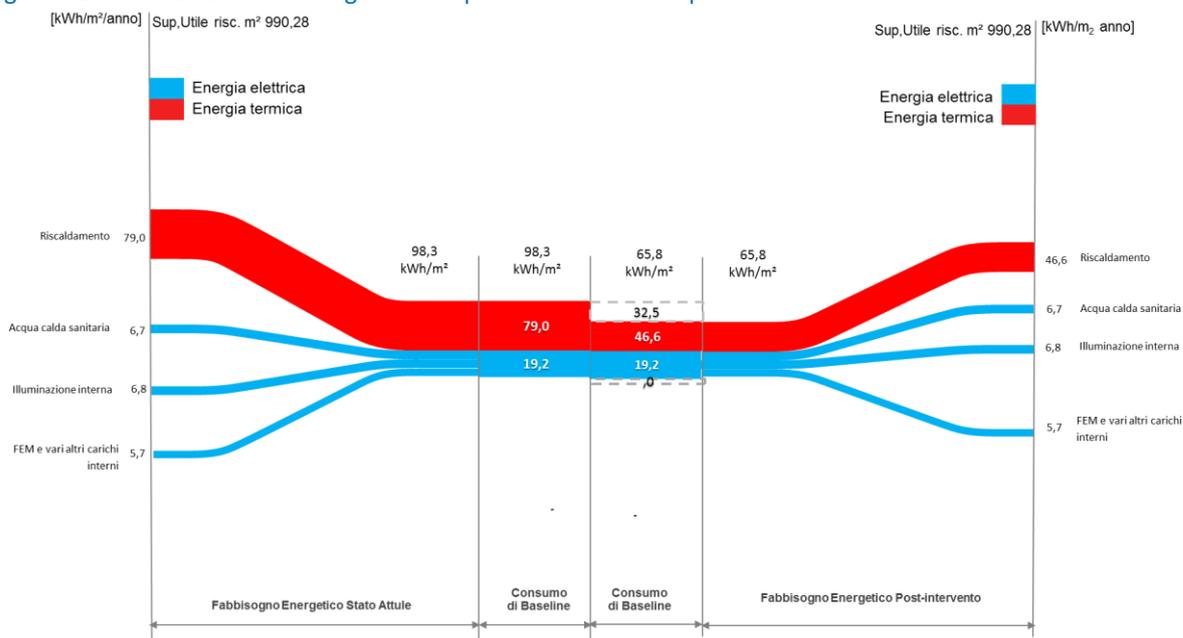
Infine, si è proceduto all'identificazione dell'eventuale canone applicabile nel caso di attuazione dello scenario ottimale attraverso la partecipazione di ESCO secondo lo schema di *Energy Performance Contract* (EPC).

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 (TRS < 15 anni) SCN1:** È stato individuato uno scenario che rispetta i requisiti economico-finanziari con un TRS<15 anni, ma non quello del miglioramento di 2 classi energetiche. Tale scenario consiste nella realizzazione in combinazione di alcuni singoli interventi sopradescritti: EEM2 e EEM4.
- **Scenario 2 (TRS < 25 anni) SCN2:** È stato individuato uno scenario che rispetta i requisiti economico-finanziari con un TRS<25 anni, ma non quello del miglioramento di 2 classi energetiche. Tale scenario consiste nella realizzazione in combinazione di alcuni singoli interventi sopradescritti: EEM2, EEM4 e EEM6.

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

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



I miglioramenti ottenibili tramite l'attuazione dello Scenario 1 sono riportati nella **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.1** e nella **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**

Tabella 9.11 – Risultati analisi SCN1

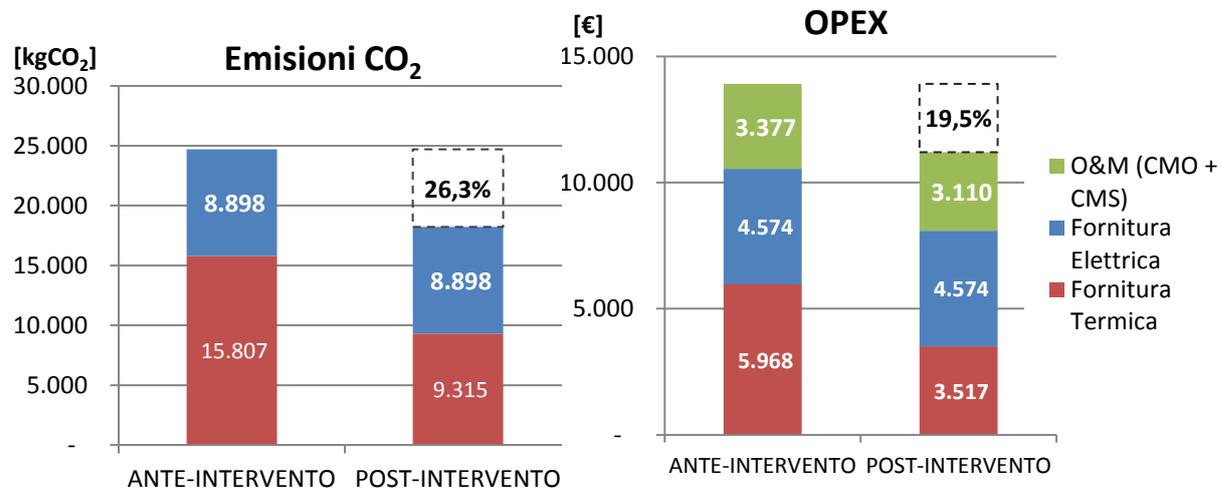
CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE %
EM2: Copertura	[W/m²K]	Vedi Allegato E	<0,22	
EM4: Installazione Valvole termostatiche				
Q _{teorico}	[kWh]	78.503	46.260	41,1%
EE _{teorico}	[kWh]	19.111	19.111	0,0%
Q _{baseline}	[kWh]	78.254	46.113	41,1%
EE _{baseline}	[kWh]	19.053	19.053	0,0%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	15.807	9.315	41,1%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	8.898	8.898	0,0%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	24.705	18.213	26,3%
Fornitura Termica, C _Q	[€]	5.968	3.517	41,1%
Fornitura Elettrica, C _{EE}	[€]	4.574	4.574	0,0%
Fornitura Energia, C_E	[€]	10.542	8.090	23,3%
C _{MO}	[€]	2.668	2.401	10,0%
C _{MS}	[€]	709	709	0,0%
O&M (C _{MO} + C _{MS})	[€]	3.377	3.110	7,9%
OPEX	[€]	13.918	11.200	19,5%
Classe energetica	[-]	D	D	+0 classi

Nota (x) I fattori di emissione per il calcolo delle emissioni di CO₂ sono: 0,202 [kgCO₂/kWh] per il vettore termico e 0,467 [kgCO₂/kWh]

per il vettore elettrico

I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,076 [€/kWh] per il vettore termico e 0,240 [€/kWh] per il vettore elettrico

Figura 9.15 – SCN1: Riduzione dei costi operativi (OPEX) e delle emissioni di CO₂ a partire dalla baseline



È 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 **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**, **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** e **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** e nelle successive figure.

Tabella 9.12 – Parametri finanziari dell'analisi di redditività dello SCN1

PARAMETRI FINANZIARI			
Anni Costruzione	n_i		1
Anni Gestione Servizio	n_s		14
Anni Concessione	n		15
Anno inizio Concessione	n_0		2020
Anni dell'ammortamento	n_A		10
Saggio Cassa Deposito e Prestiti	k_{cdp}		2,00%
Costo Capitale Azienda	WACC		4,00%
$k_{progetto} = \text{Max}(WACC; k_{cdp})$	$k_{progetto}$		4,00%
Inflazione ISTAT	f		0,50%
deriva dell'inflazione	f'		0,70%
%, interessi debito	k_D		3,82%
%, interessi equity	k_E		9,00%
Aliquota IRES	IRES		24,0%
Aliquota IRAP	IRAP		3,9%
Aliquota fiscale	τ		27,90%
Anni debito (finanziamento)	n_D		8
Anni Equity	n_E		14
Costi d'Investimento diretti, IVA incl.	I_0	€	20.891
Oneri Finanziari (costi indiretti)	$\%Of$		3,00%
Costi d'Investimento indiretti, IVA incl.	Of	€	627
Costi d'Investimento (diretti+Indiretti) , IVA incl.	CAPEX	€	21.518
%CAPEX a Debito	D		80,0%
%CAPEX a Equity	E		20,00%
Debito	I_D	€	17.214

Equity	I_E	€	4.304
Fattore di annualità Debito	FA_D		6,88
Rata annua debito	q_D	€	2.500
Costo finanziamento, $(D+INT_D)$	$q_D * n_D$	€	20.003
Costi per interessi debito, INT_D	$INT_D = q_D * n_D - D$	€	2.789

Tabella 9.13 – Parametri Economici dell'analisi di redditività dello SCN1

PARAMETRI ECONOMICI			
Costo annuo energia pre-intervento, IVA escl.	C_{E0}	€	8.641
Costo annuo O&M pre-intervento, IVA escl.	C_{M0}	€	2.187
Spesa PA pre-intervento (Baseline)	$C_{Baseline}$	€	10.828
Altri costi di gestione ESCo post-intervento, IVA escl.	C_{Altro}	€	-
Riduzione% costi fornitura Energia	$\% \Delta C_E$		26,3%
Riduzione% costi O&M	$\% \Delta C_M$		10,0%
Obiettivo riduzione spesa PA	$\% C_{Baseline}$		4,5%
Risparmio annuo PA garantito	45,6%	€	1.808
Risparmio annuo PA immediato durante la gestione	Risp.IM	€	487
Risparmio PA durante la concessione	14%	€	25.314
Risparmio annuo PA al termine della concessione	Risp.Term.	€	2.979
N° di Canoni annuali	anni		14
Utile lordo della ESCO	%CAPEX		12,22%
Costo Contrattuale ESCO €/anno IVA escl.	C_{ESCO}	€	188
Costi FTT €/anno IVA escl.	C_{FTT}	€	199
Costi CAPEX €/anno IVA escl.	C_{CAPEX}	€	934
Canone O&M €/anno	CnM	€	2.043
Canone Energia €/anno	CnE	€	6.976
Canone Servizi €/anno IVA escl.	CnS	€	9.020
Canone Disponibilità €/anno IVA escl.	CnD	€	1.321
Canone Totale €/anno IVA escl.	Cn	€	10.340
Aliquota IVA %	IVA		22%
Rimborso erariale IVA	R_{IVA}	€	3.767
Ricavi da Incentivi, esenti d'IVA	R_B	€	4.680
Durata Incentivi, anni	n_B		1
Inizio erogazione Incentivi, anno			2022

Tabella 9.14 – Risultati dell'analisi di redditività e sostenibilità finanziaria della SCN1

INDICATORI DI REDDITIVITA DEL PROGETTO PRE-IMPOSTE			Conviene
Tempo di Ritorno Semplice, $Spb = I_0 / FC$, Anni	T.R.S.		9,21
Tempo di Ritorno Attualizzato T.R.A., anni	T.R.A.		12,78
Valore Attuale Netto, $VAN = VA - I_0$	$VAN > 0$	€	1.009
Tasso interno di rendimento del progetto	$TIR > WACC$		5,14%
Indice di Profitto	IP		4,83%
INDICATORI DI REDDITIVITA DELLA ESCO PRE-IMPOSTE			Conviene
Tempo di Ritorno Semplice, $Spb = I_0 / FC$, Anni	T.R.S.		12
Tempo di Ritorno Attualizzato T.R.A., anni	T.R.A.		13
Valore Attuale Netto, $VAN = VA - I_0$	$VAN > 0$	€	529
Tasso interno di rendimento dell'azionista	$TIR > k_e$		14,86%

Debit Service Cover Ratio	DSCR < 1,3	1,006
Loan Life Cover Ratio	LLCR > 1	1,121
Indice di Profitto Azionista	IP	2,53%

Figura 9.16 –SCN1: Flussi di cassa del progetto

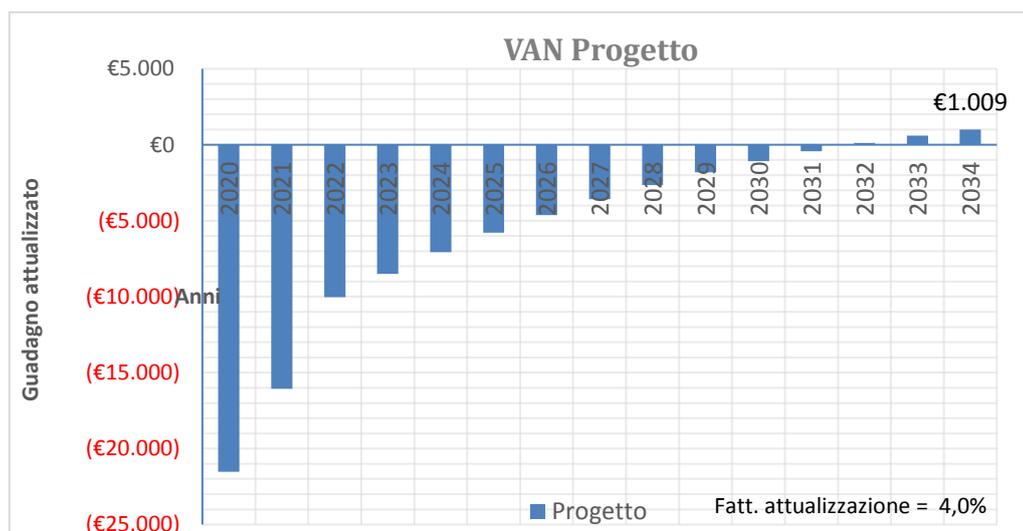
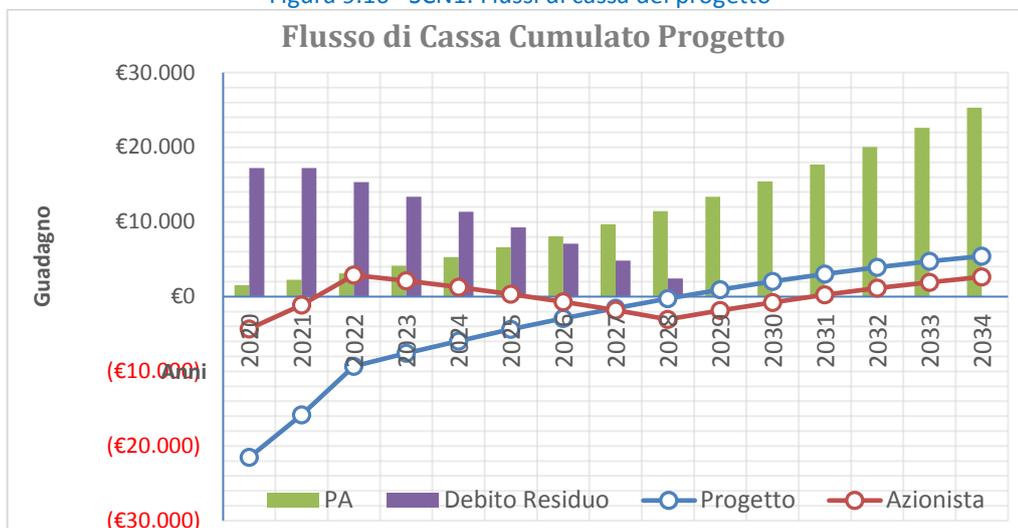
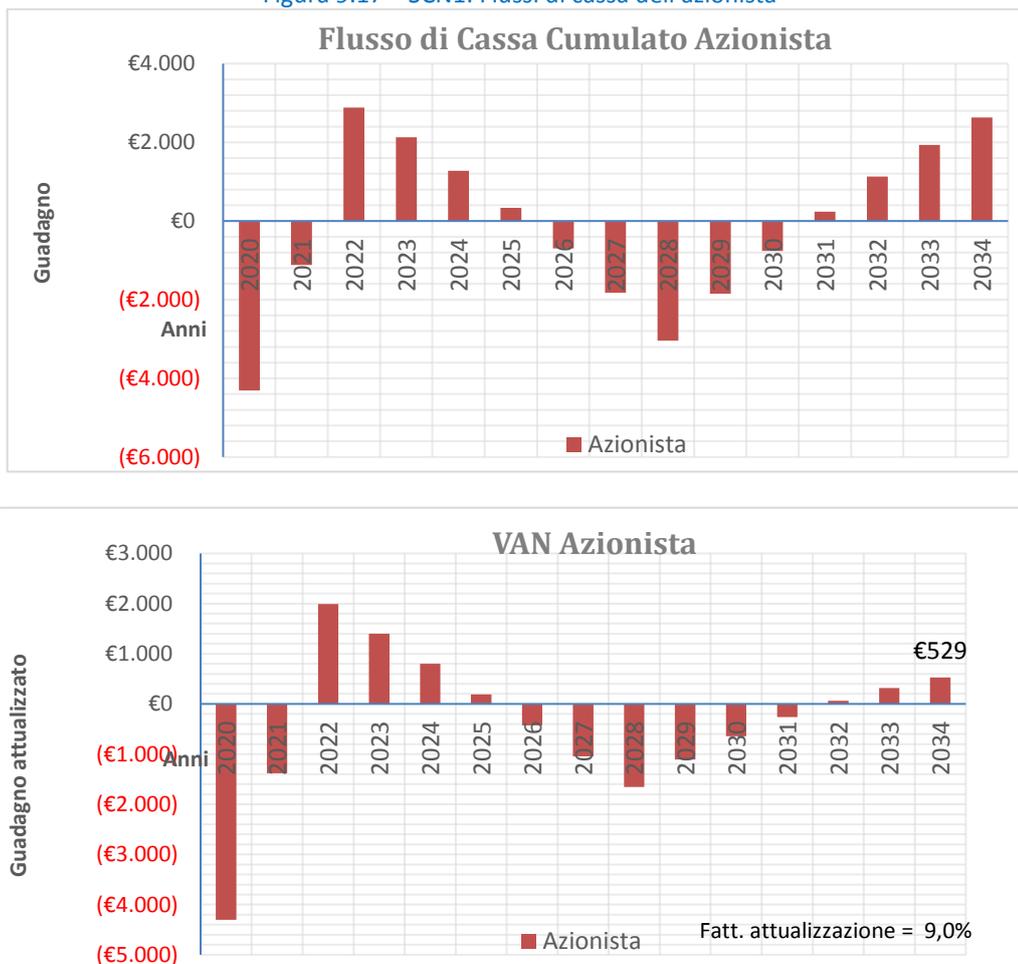


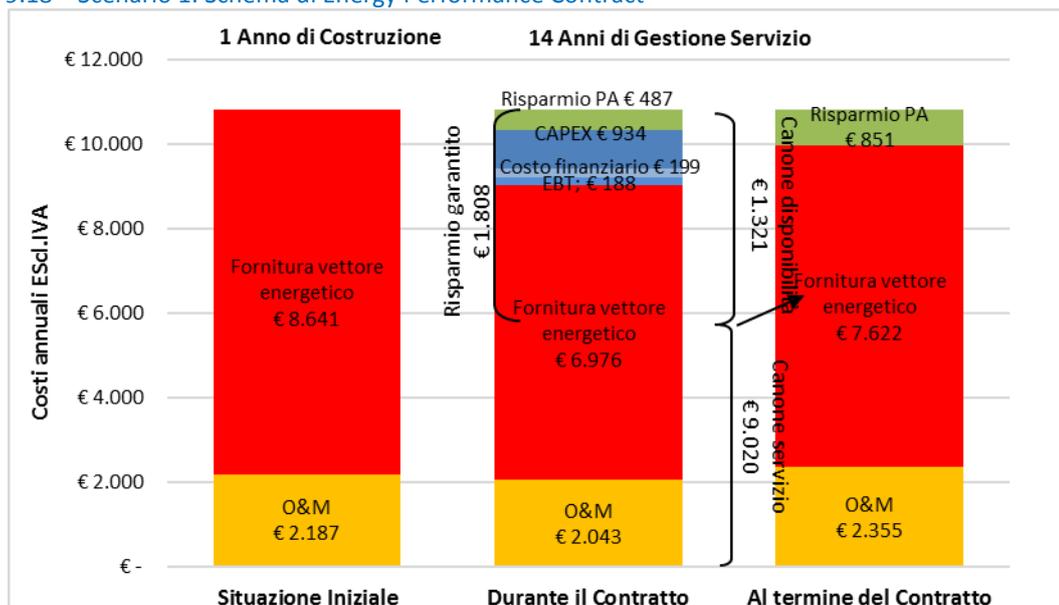
Figura 9.17 – SCN1: Flussi di cassa dell'azionista



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

Infine si è provveduto all’identificazione del possibile canone applicabile nel caso di attuazione dello scenario ottimale con incentivi attraverso la partecipazione di ESCO secondo lo schema di EPC descritto in **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata..**

Figura 9.18 – Scenario 1: Schema di Energy Performance Contract



9.3.2 Scenario 1: TRS < 25 anni

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

EEM2: Isolamento del sottotetto

EEM4: Installazione di valvole termostatiche complete di collegamenti sui radiatori

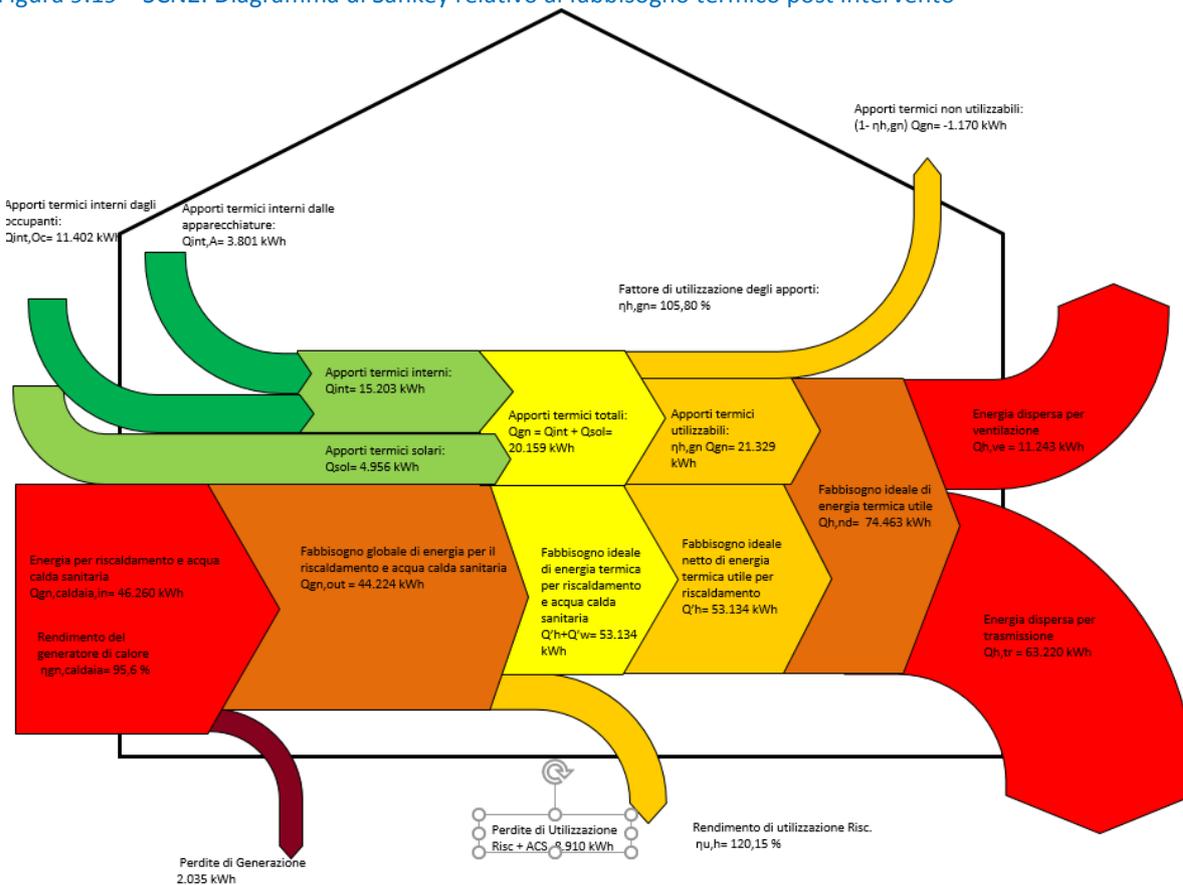
EEM6: Installazione lampade a LED

Tabella 9.15 – Combinazione di EEM proposta per lo scenario 2

VOCE INVESTIMENTO	TOTALE (IVA ESCLUSA)	IVA Al 22%	TOTALE (IVA INCLUSA)
	[€]	[€]	[€]
EEM2 Fornitura & Posa	10.635	2.340	12.975
EEM4 Fornitura & Posa	4.931	1.085	6.016
EEM6 Fornitura & Posa	12.852	2.827	15.679
Costi per la sicurezza	852	188	1.040
Costi per la progettazione	1.989	438	2.427
TOTALE (I₀)	31.261	6.877	38.138
VOCE INCENTIVO	DESCRIZIONE	TOTALE (IVA INCLUSA)	
		[€]	
Incentivi	[Conto termico]	12.633	
Durata incentivi		1 anno	
Incentivo annuo		12.633	

A seguito della modellazione dello scenario ottimale è stato possibile rappresentare i risultati del bilancio energetico termico nella forma di diagramma di Sankey relativo alle situazioni post-intervento.

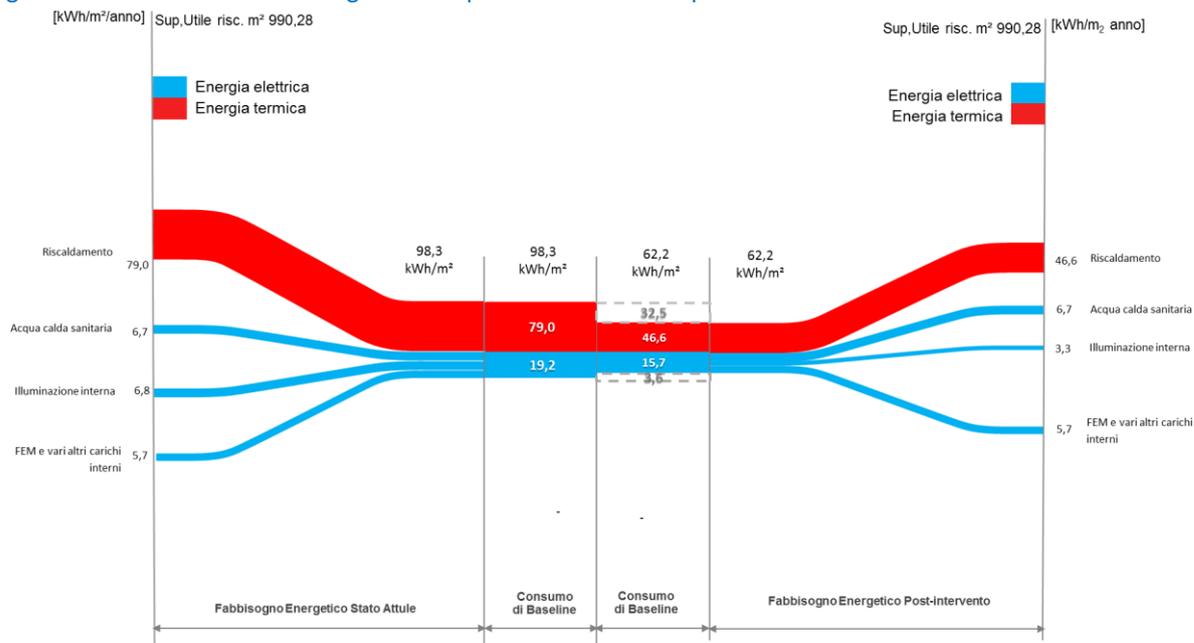
Figura 9.19 – SCN2: Diagramma di Sankey relativo al fabbisogno termico post intervento



Dall’analisi dei diagrammi di Sankey relativo al fabbisogno termico dell’edificio post intervento si nota che il grafico è identico a quello dello scenario precedente in quanto gli interventi che agiscono sul fabbisogno termico sono gli stessi.

Nello Scenario 2 è stato aggiunto l’intervento di installazione delle lampade a LED, il quale, rispetto allo Scenario 1, apporta miglioramenti solo al fabbisogno di energia elettrica, come si può notare nella Figura 9.20.

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



I miglioramenti ottenibili tramite l'attuazione dello Scenario 2 sono riportati nella **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.6** e nella **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.21**.

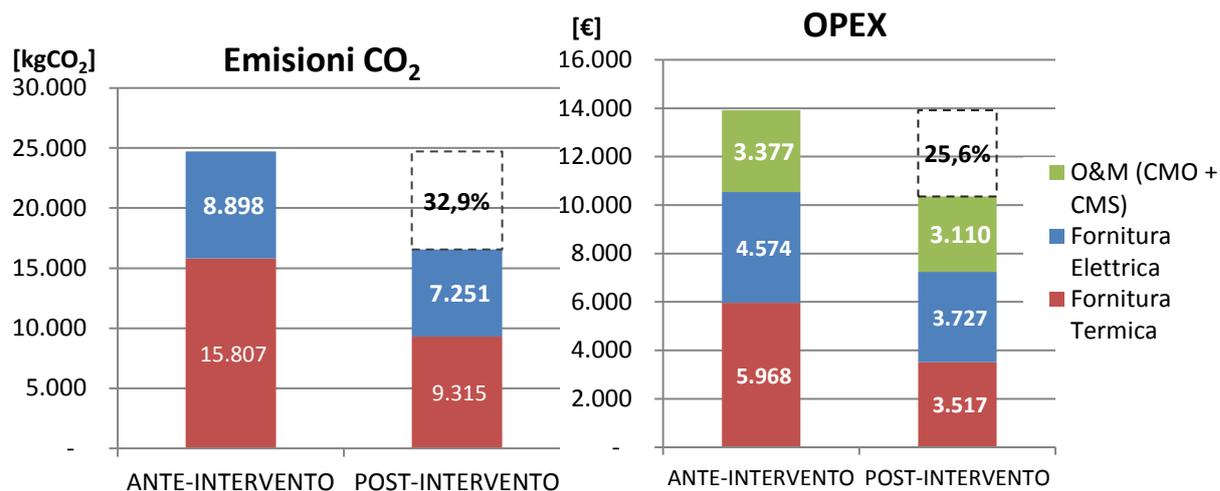
Tabella 9.16 – Risultati analisi SCN2

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE %
EM2: Copertura	[W/m ² K]	Vedi Allegato E	<0,22	
EM4: Installazione Valvole termostatiche				
EM6: Lampade LED	[kW]	6758	3338	50,6%
Q _{teorico}	[kWh]	78.503	46.260	41,1%
EE _{teorico}	[kWh]	19.111	15.573	18,5%
Q _{baseline}	[kWh]	78.254	46.113	41,1%
EE _{Baseline}	[kWh]	19.053	15.526	18,5%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	15.807	9.315	41,1%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	8.898	7.251	18,5%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	24.705	16.565	32,9%
Fornitura Termica, C _Q	[€]	5.968	3.517	41,1%
Fornitura Elettrica, C _{EE}	[€]	4.574	3.727	18,5%
Fornitura Energia, C_E	[€]	10.542	7.244	31,3%
C _{MO}	[€]	2.668	2.401	10,0%
C _{MS}	[€]	709	709	0,0%
O&M (C _{MO} + C _{MS})	[€]	3.377	3.110	7,9%
OPEX	[€]	13.918	10.354	25,6%
Classe energetica	[-]	D	D	+0 classi

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

I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,076 [€/kWh] per il vettore termico e 0,240 [€/kWh] per il vettore elettrico

Figura 9.21 – SCN2: Riduzione dei costi operativi (OPEX) e delle emissioni di CO₂ a partire dalla baseline



È 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 **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.7**, **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.8** e **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.9** e nelle successive figure.

Tabella 9.17 – Parametri finanziari dell'analisi di redditività dello SCN2

PARAMETRI FINANZIARI		
Anni Costruzione	n_i	1
Anni Gestione Servizio	n_s	24
Anni Concessione	n	25
Anno inizio Concessione	n_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	12
Anni Equity	n_E	24
Costi d'Investimento diretti, IVA incl.	I_0	€ 38.138
Oneri Finanziari (costi indiretti)	%Of	3,00%
Costi d'Investimento indiretti, IVA incl.	Of	€ 1.144
Costi d'Investimento (diretti+Indiretti) , IVA incl.	CAPEX	€ 39.282
%CAPEX a Debito	D	80,0%
%CAPEX a Equity	E	20,00%
Debito	I_D	€ 31.426
Equity	I_E	€ 7.856
Fattore di annualità Debito	FA _D	9,62

Rata annua debito	q_D	€	3.268
Costo finanziamento, (D+INT _D)	$q_D * n_D$	€	39.220
Costi per interessi debito, INT _D	$INT_D = q_D * n_D - D$	€	7.795

Tabella 9.18 – Parametri Economici dell'analisi di redditività dello SCN2

PARAMETRI ECONOMICI			
Costo annuo energia pre-intervento, IVA escl.	C_{E0}	€	8.641
Costo annuo O&M pre-intervento, IVA escl.	C_{M0}	€	2.187
Spesa PA pre-intervento (Baseline)	$C_{Baseline}$	€	10.828
Altri costi di gestione ESCo post-intervento, IVA escl.	C_{Altro}	€	-
Riduzione% costi fornitura Energia	$\% \Delta C_E$		31,3%
Riduzione% costi O&M	$\% \Delta C_M$		10,0%
Obiettivo riduzione spesa PA	$\% C_{Baseline}$		2,5%
Risparmio annuo PA garantito	45,6%	€	1.813
Risparmio annuo PA immediato durante la gestione	Risp.IM	€	271
Risparmio PA durante la concessione	14%	€	55.686
Risparmio annuo PA al termine della concessione	Risp.Term.	€	3.941
N° di Canoni annuali	anni		24
Utile lordo della ESCO	%CAPEX		18,19%
Costo Contrattuale ESCO €/anno IVA escl.	C_{ESCO}	€	298
Costi FTT €/anno IVA escl.	C_{FTT}	€	325
Costi CAPEX €/anno IVA escl.	C_{CAPEX}	€	920
Canone O&M €/anno	C_{nM}	€	2.096
Canone Energia €/anno	C_{nE}	€	6.919
Canone Servizi €/anno IVA escl.	C_{nS}	€	9.015
Canone Disponibilità €/anno IVA escl.	C_{nD}	€	1.542
Canone Totale €/anno IVA escl.	C_n	€	10.557
Aliquota IVA %	IVA		22%
Rimborso erariale IVA	R_{IVA}	€	6.877
Ricavi da Incentivi, esenti d'IVA	R_B	€	10.335
Durata Incentivi, anni	n_B		1
Inizio erogazione Incentivi, anno			2022

Tabella 9.19 – Risultati dell'analisi di redditività e sostenibilità finanziaria della SCN2

INDICATORI DI REDDITIVITA DEL PROGETTO PRE-IMPOSTE			Conviene
Tempo di Ritorno Semplice, Spb = Io / FC, Anni	T.R.S.		11,11
Tempo di Ritorno Attualizzato T.R.A., anni	T.R.A.		16,83
Valore Attuale Netto, VAN = VA - Io	VAN > 0	€	3.015
Tasso interno di rendimento del progetto	TIR > WACC		5,42%
Indice di Profitto	IP		7,91%
INDICATORI DI REDDITIVITA DELLA ESCO PRE-IMPOSTE			Conviene
Tempo di Ritorno Semplice, Spb = Io / FC, Anni	T.R.S.		16,3
Tempo di Ritorno Attualizzato T.R.A., anni	T.R.A.		14
Valore Attuale Netto, VAN = VA - Io	VAN > 0	€	2.175
Tasso interno di rendimento dell'azionista	TIR > ke		43,54%
Debit Service Cover Ratio	DSCR < 1,3		1,007
Loan Life Cover Ratio	LLCR > 1		1,047

Figura 9.22 –SCN2: Flussi di cassa del progetto

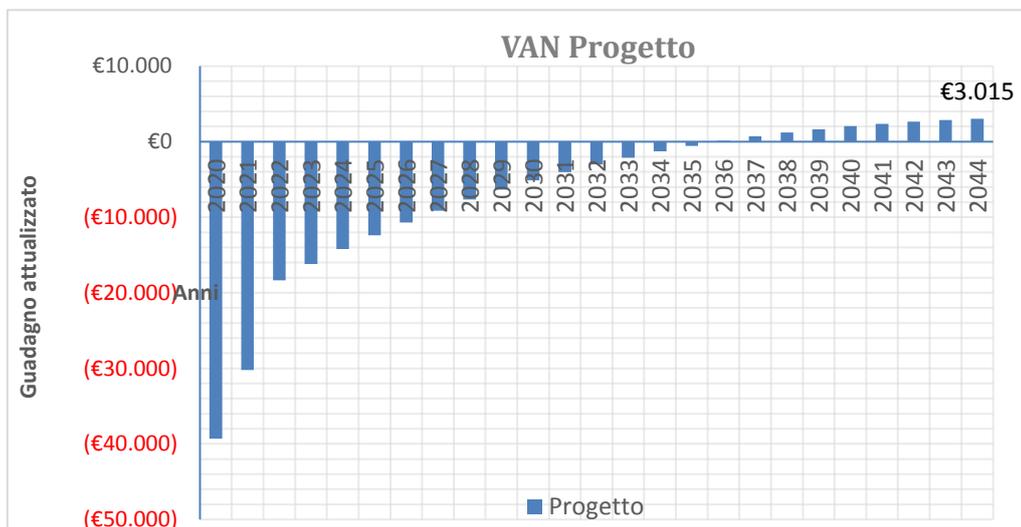
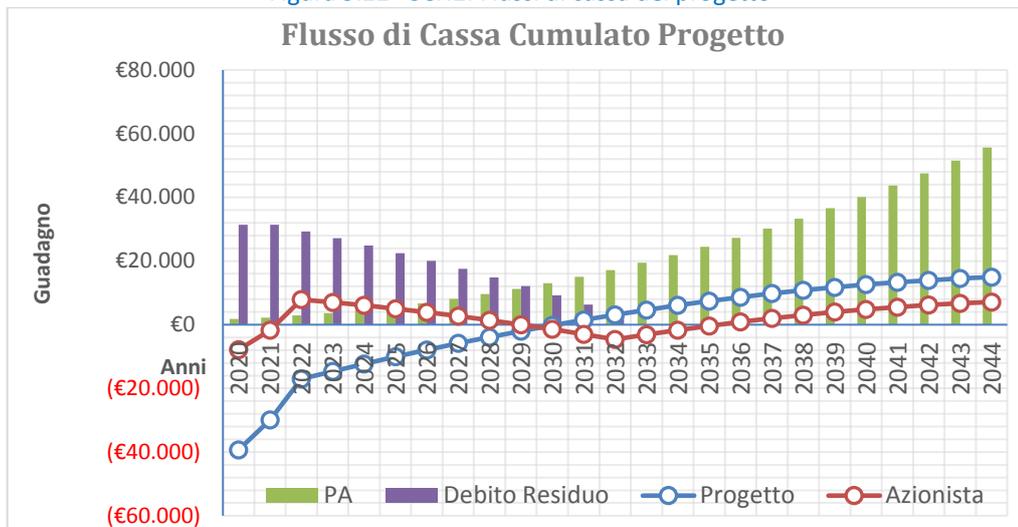
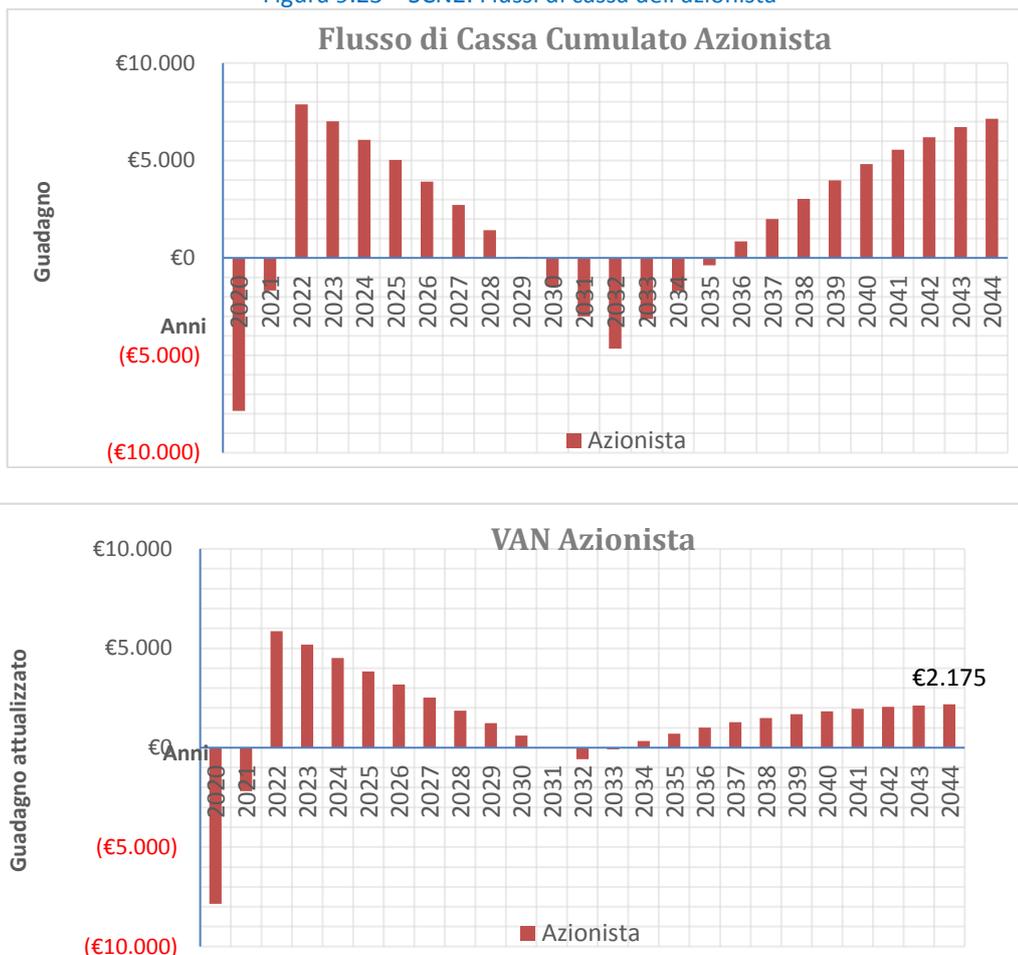


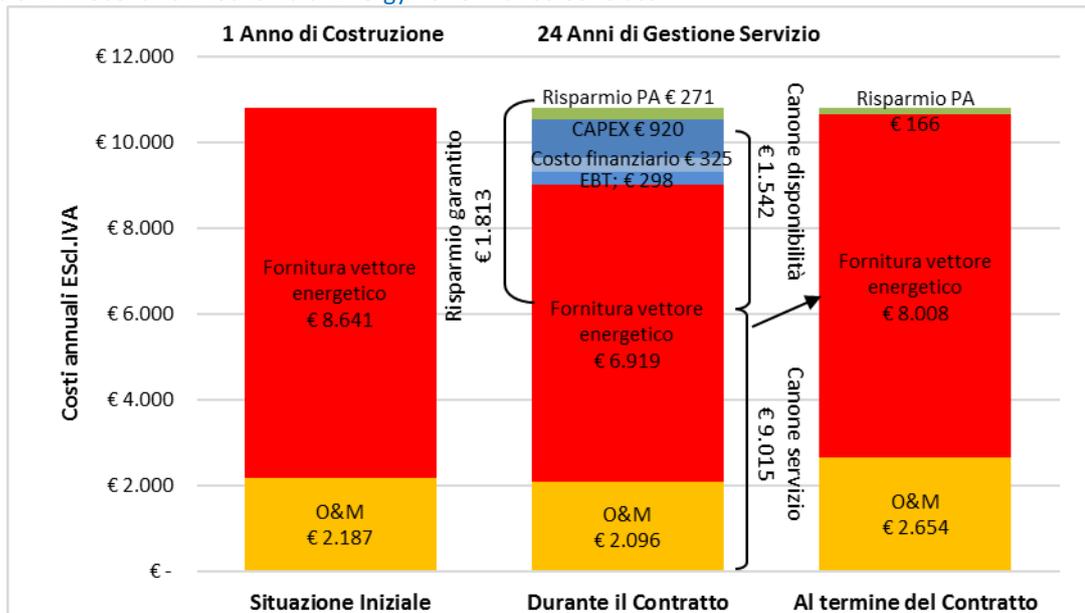
Figura 9.23 – SCN2: Flussi di cassa dell'azionista



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

Infine si è provveduto all’identificazione del possibile canone applicabile nel caso di attuazione dello scenario ottimale con incentivi attraverso la partecipazione di ESCO secondo lo schema di EPC descritto in **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**24.

Figura 9.24 – Scenario 2: Schema di Energy Performance Contract



10 CONCLUSIONI

10.1 RIASSUNTO DEGLI INDICI DI PERFORMANCE ENERGETICA

	EPgl,nren	EPH	EPw	EPL	CLASSE
	[kWh/m ² anno]				
STATO DI FATTO	129,94	83,24	16,91	15,67	D
EEM 1	100,45	62,82	16,91	15,67	D
EEM 2	106,04	68,40	16,91	15,67	D
EEM 3	112,51	74,88	16,91	15,67	D
EEM 4	98,94	61,31	16,91	15,67	D
EEM 5	120,56	82,92	16,91	15,67	D
EEM 6	113,90	83,24	16,91	7,51	D
SCN 1	86,68	49,05	16,91	15,67	D
SCN2	79,72	49,05	16,91	7,51	D

10.2 RIASSUNTO DEGLI SCENARI DI INVESTIMENTO E DEI PRINCIPALI RISULTATI

	%Δ _E	%Δ _{CO2}	ΔC _E	ΔC _{MO}	ΔC _{MS}	I ₀	CON INCENTIVI					IP	DSCR	LLCR
							TRS	TRA	n	VAN	TIR			
	[%]	[%]	[€/anno]	[€/anno]	[€/anno]	[€]	[anni]	[anni]	[anni]	[€]	[%]	[-]		
EEM 1	19,7%	15,7%	1.464			60.034	19,9	32,6	30	-5.009	2,7%	-0,08		
EEM 2	14,3%	11,4%	1.064			14.273	7,5	9,0	30	10.406	12,3%	0,73		
EEM 3	8,1%	6,4%	600			59.615	66,1	93,7	30	-41.748	-5,8%	-0,70		
EEM 4	21,2%	16,9%	1573	267		6.618	3,7	4,2	15	11.475	25,0%	1,73		
EEM 5	0,3%	0,2%	22	267		42.639	23,4	25,2	15	-17.808	-14,4%	-0,42		
EEM 6	3,6%	6,7%	847			17.247	9,4	10,2	8	-3.893	-6,7%	-0,23		
SCN1 ^(*)	33,0%	26,3%	2.451	267		20.891	9,2	12,8	15	1.009	5,14%	4,83%	1,02	1,12
SCN2 ^(*)	36,7%	32,9%	3.298	267		38.138	11,1	16,83	25	3.015	5,42%	7,91%	1,02	1,05

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

10.3 CONCLUSIONI E COMMENTI

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

Il primo scenario consente di ottenere una soluzione ottimale a 15 anni senza però migliorare le prestazioni in termini di classi energetiche.

Essa consiste nella combinazione di diversi interventi quali installazione di valvole termostatiche e l'isolamento della copertura del sottotetto.

Dal punto di vista tecnico-economica la spesa è risultata essere di a € 20.891 con un TRS pari a 9,2 anni e VAN pari a 1.009 € al fine di una gestione diretta da parte della PA o un TRS pari a 11,8 anni VAN di € 529 al fine di una gestione indiretta da parte di una ESCO.

Il secondo scenario consente di ottenere una soluzione ottimale a 25 anni e, anche in questo caso, non è presente nessun miglioramento delle prestazioni in termini di classi energetiche.

Essa consiste nella combinazione di diversi interventi quali isolamento della copertura, installazione di valvole termostatiche e sostituzione delle lampade esistenti con lampade a LED.

Dal punto di vista tecnico-economica la spesa è risultata essere di a € 38.138 con un TRS pari a 11,1 anni e VAN pari a 3.015 € al fine di una gestione diretta da parte della PA o un TRS di 16,3 anni e un VAN di € 2.175 al fine di una gestione indiretta da parte di una ESCO.

ALLEGATO A – ELENCO DOCUMENTAZIONE FORNITA DALLA COMMITTENZA

Titolo	Data	Nome file
Tavola di Inquadramento	14/10/1997	DE_Lotto.8-E1372_revA-AllegatoA-E01372.DWG
Tavola UIU	14/10/1997	DE_Lotto.8-E1372_revA-AllegatoA-UIU001.DWG
Tavola UIU	14/10/1997	DE_Lotto.8-E1372_revA-AllegatoA-UIU002.DWG
Planimetria	14/10/1997	DE_Lotto.8-E1372_revA-AllegatoA-PIAN1.DWG
Planimetria	14/10/1997	DE_Lotto.8-E1372_revA-AllegatoA-PIAN2.DWG
Planimetria	14/10/1997	DE_Lotto.8-E1372_revA-AllegatoA-PIAN3.DWG
Planimetria	14/10/1997	DE_Lotto.8-E1372_revA-AllegatoA-PIANC.DWG
Planimetria	14/10/1997	DE_Lotto.8-E1372_revA-AllegatoA-PIANT.DWG
Consumi Elettrici	2014	5700065497.pdf
Consumi Elettrici	2014	5700098222.pdf
Consumi Elettrici	2014	5700134953.pdf
Consumi Elettrici	2014	5700176198.pdf
Consumi Elettrici	2014	5700214976.pdf
Consumi Elettrici	2014	5700248943.pdf
Consumi Elettrici	2014	5700291175.pdf
Consumi Elettrici	2014	5700345592.pdf
Consumi Elettrici	2014	5700373692.pdf
Consumi Elettrici	2014	5700411925.pdf
Consumi Elettrici	2015	5700492869.pdf
Consumi Elettrici	2015	5700544104.pdf
Consumi Elettrici	2015	5750082199.pdf
Consumi Elettrici	2015	E000163930.pdf
Consumi Elettrici	2015	E000337523.pdf
Consumi Elettrici	2015	E000281521.pdf
Consumi Elettrici	2015	E000386677.pdf
Consumi Elettrici	2015	E000018558.pdf
Consumi Elettrici	2015	E000084137.pdf
Consumi Elettrici	2015	E000310246.pdf
Consumi Elettrici	2016	E000334605.pdf
Consumi Elettrici	2016	11640087944.pdf
Consumi Elettrici	2016	11640126638.pdf
Consumi Elettrici	2016	11740001581.pdf
Consumi Elettrici	2016	11740042570.pdf
Tabulato consumi EE	18/06/2018	DE_Lotto.8-E1372_revA-AllegatoA-Tabulato consumi EE

ALLEGATO B – ELABORATI

Titolo	Descrizione	Data	Nome file
Grafici Template		18/06/2018	DE_Lotto.8-E1372_revA-AllegatoB-Grafici_Template.xlsx
Diagnosi Energetica EdilClima		18/06/2018	DE_Lotto.8-E1372_revA-AllegatoB-E1372 e E1375.E001
Grafici Template		26/07/2018	DE_Lotto.8-E1372_revB-AllegatoB-Grafici_Template.xlsx

ALLEGATO C – REPORT DI INDAGINE TERMOGRAFICA

Titolo	Data	Nome file
Report termografico dell'edificio E1372	18/06/2018	DE_Lotto.8-E1372_revA-AllegatoC-Report termografico.docx

ALLEGATO D – REPORT RELATIVI AD ALTRE PROVE DIAGNOSTICHE STRUMENTALI

Titolo	Data	Nome file

ALLEGATO E – RELAZIONE DI DETTAGLIO DEI CALCOLI

Titolo	Data	Nome file
Relazione calcolo Edilclima	18/06/2018	DE_Lotto.8-E1372_revA-AllegatoE-E1372 - Relazione calcolo Edilclima.RTF

ALLEGATO F – CERTIFICATO CTI SOFTWARE

Titolo	Data	Nome file
Certificazione di conformità del software		DE_Lotto.8-E1372_revA-AllegatoF-CertCTI.pdf

ALLEGATO G – ATTESTATO DI PRESTAZIONE ENERGETICA

Titolo	Data	Nome file

ALLEGATO H – BOZZA DI APE SCENARI

Titolo	Data	Nome file
APE Scenario 15 anni	18/06/2018	DE_Lotto.8-E1372_revA-AllegatoH-APE_SCN1-0000-2018-8042.pdf
APE Scenario 15 anni	18/06/2018	DE_Lotto.8-E1372_revA-AllegatoH-APE_SCN1-0000-2018-8042.xml
APE Scenario 25 anni	18/06/2018	DE_Lotto.8-E1372_revA-AllegatoH-APE_SCN2-0000-2018-8042.pdf
APE Scenario 25 anni	18/06/2018	DE_Lotto.8-E1372_revA-AllegatoH-APE_SCN2-0000-2018-8042.xml

ALLEGATO I – DATI CLIMATICI

	Titolo	Data	Nome file
	Dati climatici	18/06/2018	DE_Lotto.8-E1372_revA-AllegatoI-GG.xlsx

ALLEGATO J – SCHEDE DI AUDIT

Titolo	Data	Nome file
Schede di Audit	18/06/2018	DE_Lotto.8-E1372_revA-AllegatoJ-Scheda Audit_Template.xlsx

ALLEGATO K – SCHEDE ORE

	Titolo	Data	Nome file
	Schede ORE	18/06/2018	DE_Lotto.8-E1372_revA-AllegatoK-Schede ORE.pdf

ALLEGATO L – PIANO ECONOMICO FINANZIARIO SCENARI

Titolo	Data	Nome file
Analisi PEF Scenario 1	18/06/2018	DE_Lotto.8-E1372_revA-AllegatoL-AnalisiPEF_SCN1.xlsx
Analisi PEF Scenario 2	18/06/2018	DE_Lotto.8-E1372_revA-AllegatoL-AnalisiPEF_SCN2.xlsx
Analisi PEF Scenario 1	26/07/2018	DE_Lotto.8-E1372_revB-AllegatoL-AnalisiPEF_SCN1.xlsx
Analisi PEF Scenario 2	26/07/2018	DE_Lotto.8-E1372_revB-AllegatoL-AnalisiPEF_SCN2.xlsx

ALLEGATO M – REPORT DI BENCHMARK

Titolo	Data	Nome file
Report di Benchmark	18/06/2018	DE_Lotto.8-E1372_revA-AllegatoM-Benchmark.xlsx
Report di Benchmark	26/07/2018	DE_Lotto.8-E1372_revB-AllegatoM-Benchmark.xlsx

ALLEGATO N – CD-ROM