

SCUOLA MATERNA STATALE "IL DELFINO"

1561

Calata De Mari 1, Genova

RAPPORTO DI DIAGNOSI ENERGETICA

FONDO KYOTO - SCUOLA 3



Luglio 2018

COMUNE DI GENOVA
STRUTTURA DI STAFF - ENERGY MANAGER



COMUNE DI GENOVA

ATI:



(mandataria)



(mandante)

SCUOLA MATERNA STATALE “IL DELFINO” 1561

Calata De Mari 1, 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	14/06/2018	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 della Revisione PA del 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.....	2
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>	16
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>	18
4.2.3 <i>Sottosistema di distribuzione</i>	19
4.2.4 <i>Sottosistema di generazione</i>	20
4.3 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO PRODUZIONE ACQUA CALDA SANITARIA	21
4.4 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO ELETTRICO E PRINCIPALI UTENZE ELETTRICHE	22
4.5 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO ILLUMINAZIONE	23
5 CONSUMI RILEVATI	24
5.1 CONSUMI ENERGETICI STORICI PER CIASCUN VETTORE E CONNESSIONE ALLE RETI GAS NATURALE ED ELETTRICA.....	24
5.1.1 <i>Energia termica</i>	24
5.1.2 <i>Energia elettrica</i>	26
5.2 INDICATORI DI PERFORMANCE ENERGETICI ED AMBIENTALI	30
6 MODELLO DEL FABBISOGNO ENERGETICO.....	34
6.1 METODOLOGIA DI CALCOLO ADOTTATA E VALIDAZIONE DEI MODELLI DI CALCOLO	34
6.1.1 <i>Validazione del modello termico</i>	35
6.1.2 <i>Validazione del modello elettrico</i>	36
6.2 FABBISOGNI ENERGETICI.....	36
6.3 PROFILI ENERGETICI MENSILI.....	38
7 ANALISI DEI COSTI PRE-INTREVENTO	40
7.1 COSTI RELATIVI ALLA FORNITURA DEI VETTORI ENERGETICI	40
7.1.1 <i>Vettore termico</i>	40
7.1.2 <i>Vettore elettrico</i>	40
7.2 TARIFFE E PREZZI VETTORI ENERGETICI UTILIZZATI NELL’ANALISI.....	44
7.3 COSTI DI GESTIONE E MANUTENZIONE DI EDIFICIO ED IMPIANTI.....	44
7.4 BASELINE DEI COSTI.....	45

8	IDENTIFICAZIONE DELLE MISURE DI EFFICIENZA ENERGETICA	47
8.1	DESCRIZIONE, FATTIBILITÀ E PRESTAZIONI DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI	47
8.1.1	<i>Involucro edilizio</i>	47
8.1.2	<i>Impianto riscaldamento.....</i>	51
8.1.3	<i>Impianto di illuminazione ed impianto elettrico</i>	53
9	VALUTAZIONE ECONOMICO-FINANZIARIA.....	55
9.1	ANALISI DEI COSTI DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI CONSIDERATI FATTIBILI.....	55
9.2	ANALISI DI CONVENIENZA DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI CONSIDERATI FATTIBILI	60
9.3	IDENTIFICAZIONE DELLE SOLUZIONI INTEGRATE D’INTERVENTO E SCENARI D’INVESTIMENTO	71
9.3.1	<i>Scenario 1: TRS < 15 anni.....</i>	73
9.3.2	<i>Scenario 2: TRS < 25 anni.....</i>	81
10	CONCLUSIONI	90
10.1	RIASSUNTO DEGLI INDICI DI PERFORMANCE ENERGETICA	90
10.2	RIASSUNTO DEGLI SCENARI DI INVESTIMENTO E DEI PRINCIPALI RISULTATI	90
10.3	CONCLUSIONI E COMMENTI.....	90
	ALLEGATO A – ELENCO DOCUMENTAZIONE FORNITA DALLA COMMITTENZA.....	A
	ALLEGATO B – ELABORATI	A
	ALLEGATO C – REPORT DI INDAGINE TERMOGRAFICA	1
	ALLEGATO D – REPORT RELATIVI AD ALTRE PROVE DIAGNOSTICHE STRUMENTALI	1
	ALLEGATO E – RELAZIONE DI DETTAGLIO DEI CALCOLI	1
	ALLEGATO F – CERTIFICATO CTI SOFTWARE	1
	ALLEGATO G – ATTESTATO DI PRESTAZIONE ENERGETICA	1
	ALLEGATO H – BOZZA DI APE SCENARI.....	1
	ALLEGATO I – DATI CLIMATICI.....	1
	ALLEGATO J – SCHEDE DI AUDIT.....	1
	ALLEGATO K – SCHEDE ORE.....	1
	ALLEGATO L – PIANO ECONOMICO FINANZIARIO SCENARI	1
	ALLEGATO M – REPORT DI BENCHMARK.....	1
	ALLEGATO N – CD-ROM	1

EXECUTIVE SUMMARY

Caratteristiche dell'edificio oggetto della DE

Tabella 0.1 - Tabella riepilogativa dei dati dell'edificio

PARAMENTO	U.M.	VALORE
Anno di costruzione edificio		1800
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]	796,31
Superficie disperdente (S)	[m ²]	1.539,03
Volume lordo riscaldato (V)	[m ³]	2.907,18
Rapporto S/V	[1/m]	0,53
Superficie lorda aree interne (scaldate e non scaldate)	[m ²]	1.062,17
Superficie lorda aree esterne	[m ²]	
Superficie lorda complessiva (aree interne ed esterne)	[m ²]	1.058,86
Tipologia generatore riscaldamento		Generatore tradizionale
Potenza totale impianto riscaldamento	[kW]	500
Potenza totale impianto raffrescamento	[kW]	-
Tipo di combustibile		Gas naturale
Tipologia generatore Acqua Calda sanitaria (ACS)		Produzione combinata
Emissioni CO2 di riferimento ⁽¹⁾	[t/anno]	23,22
Consumo di riferimento Gas Metano ⁽¹⁾	[kWh _{it} /anno]	63.110,49
Spesa annuale Gas Metano ⁽¹⁾	[€/anno]	4.575
Consumo di riferimento energia elettrica ⁽¹⁾	[kWh _{ei} /anno]	22.416,33
Spesa annuale energia elettrica ⁽¹⁾	[€/anno]	7.657

Nota (1): Valori di Baseline

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: installazione lampade LED
- SCN 1: combinazione degli interventi EEM4, EEM5 e EEM6
- SCN 2: combinazione degli interventi EEM2, EEM4, EEM5 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

	CON INCENTIVI													
	%Δ _E	%Δ _{CO2}	ΔC _E	ΔC _{MO}	ΔC _{MS}	I ₀	TRS	TRA	n	VAN	TIR	IP	DSCR	LLCR
	[%]	[%]	[€/anno]	[€/anno]	[€/anno]	[€]	[anni]	[anni]	[anni]	[€]	[%]	[-]		
EEM 1	12,3%	9,8%	918			35.541	20,9	33,6	30	-3.962	2,4%	0,11		



E1561-Scuola Materna Statale “Il Delfino”

EEM 2	7,6%	5,7%	491		23.523	22,9	34,7	30	-3.297	1,7%	-0,14		
EEM 3	16,3%	12,3%	1.051		68.894	50,1	74,7	30	-42.447	-3,7%	-0,62		
EEM 4	31,1%	23,4%	2.001	574	4.934	2,0	2,0	15	19.717	46,5%	4,00		
EEM 5	6,2%	4,5%	403	574	14.445	9,8	13,6	15	461	4,7%	0,13		
EEM 6	6,4%	11,0%	1.865		12.528	3,8	4,6	8	3.611	14,2%	0,29		
SCN1 ⁽²⁾	45,0%	40,4%	4.401	574	32.109	10,6	14,5	15	624	9,57%	4,29%	1,03	1,05
SCN2 ⁽²⁾	49,4%	43,5%	4.661	574	55.632	10,7	15,7	25	6.352	6,03%	11,4%	1,01	1,09

Nota⁽²⁾: 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

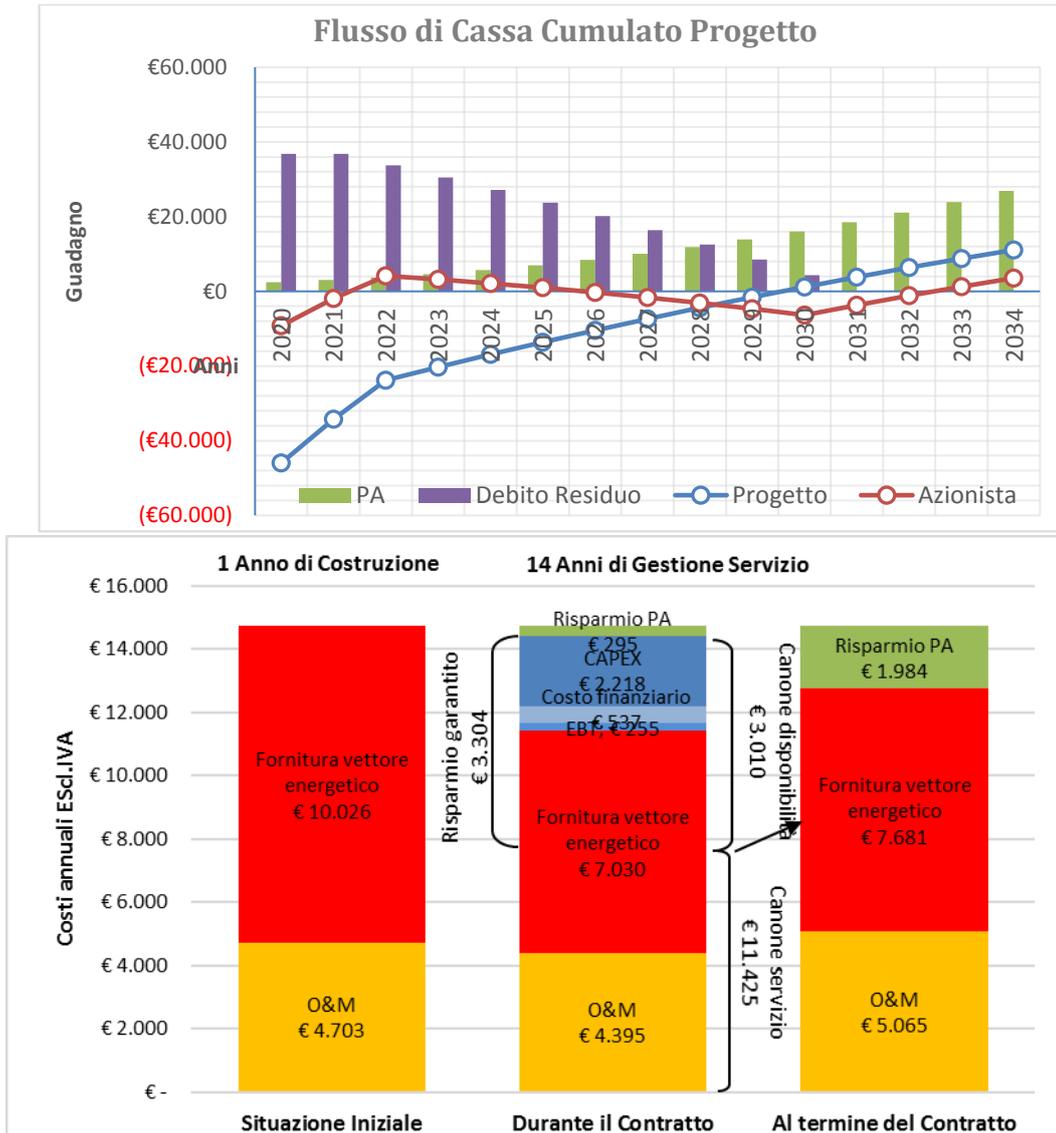
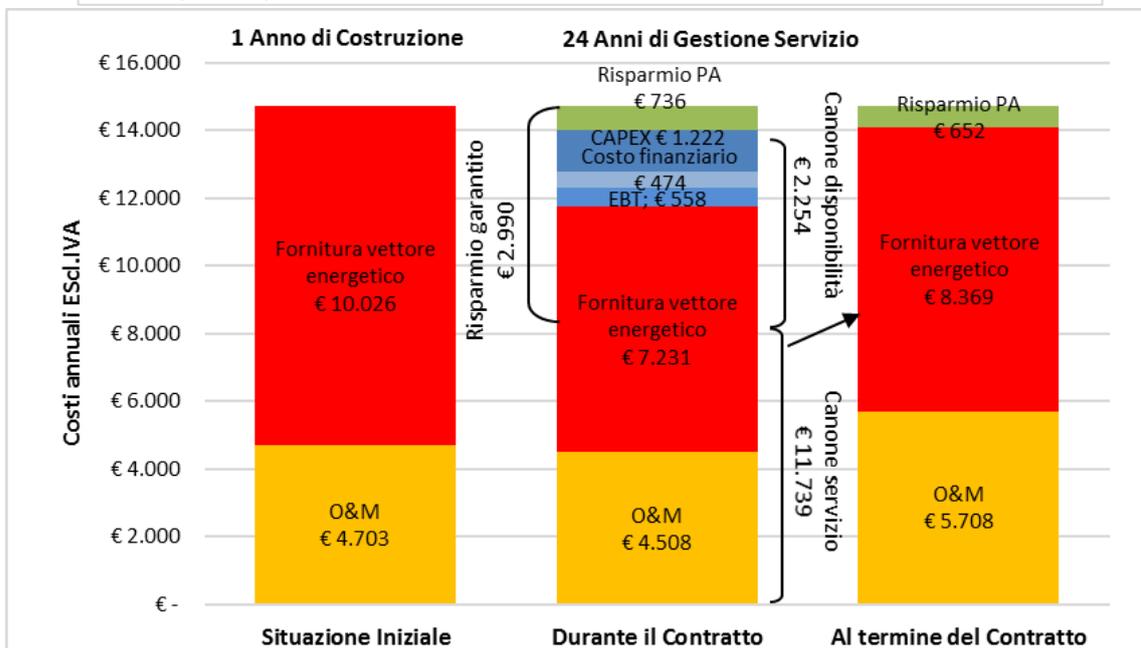
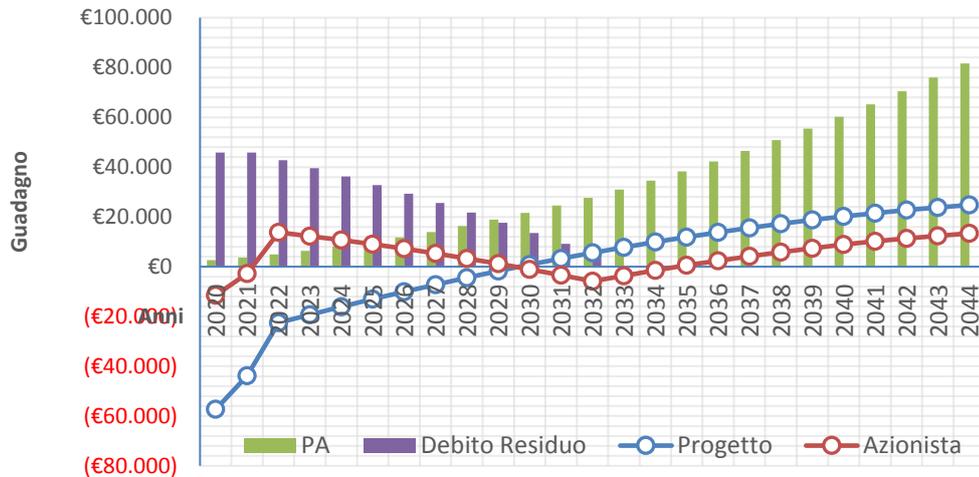


Figura 0.2 – Scenario 2: analisi finanziaria

Flusso di Cassa Cumulato Progetto



1 INTRODUZIONE

1.1 PREMESSA

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

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

Figura 1.1 - Vista della facciata esposta a Nord-Est



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

1.2 SCOPO DELLA DIAGNOSI ENERGETICA

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

La presente DE si inserisce in questo contesto ed analizza, pertanto, le possibili soluzioni tecniche e contrattuali, che potrebbero portare alla realizzazione di interventi di miglioramento dell'efficienza energetica volti ad una riduzione dei consumi e ad un conseguente abbattimento delle emissioni di CO₂.

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

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

1.3 RIFERIMENTO E CONTATTI AUDITOR E PERSONALE COINVOLTO

La presente DE è stata eseguita 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 1.1 sono riportati i nominativi di tutti i soggetti coinvolti nelle varie fasi di svolgimento della DE.

Tabella 1.1 – Soggetti coinvolti nella realizzazione del processo di Audit

NOME E COGNOME	RUOLO	ATTIVITÀ SVOLTA
Scarcelli Silvia Lara Nuara	Tecnico del rilievo	Sopralluogo in sito
Lara Nuara	Tecnico dell'analisi preliminare	Elaborazione dei dati relativi ai consumi energetici
Lara Nuara	Tecnico del calcolo energetico	Elaborazione dei dati geometrici ed alla creazione del modello energetico
Emanuele Schiavone	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. [GEP] Mapp. 456 Sub. 2 è sito nel Comune di Genova e più precisamente nell'area dell'Antica Darsena del Porto, in Calata Ansaldo De Mari.

L'edificio è di proprietà del Comune di Genova ed è attualmente adibito Scuola materna.

Figura 1.2 – Ubicazione dell'edificio



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

Tabella 1.2 - Tabella riepilogativa dei dati dell'edificio

PARAMENTO	U.M.	VALORE
Anno di costruzione edificio		1800
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]	796,31
Superficie disperdente (S)	[m ²]	1.539,03
Volume lordo riscaldato (V)	[m ³]	2.907,18
Rapporto S/V	[1/m]	0,53
Superficie lorda aree interne (scaldate e non scaldate)	[m ²]	1.062,17
Superficie lorda aree esterne	[m ²]	
Superficie lorda complessiva (aree interne ed esterne)	[m ²]	1.058,86
Tipologia generatore riscaldamento		Generatore tradizionale
Potenza totale impianto riscaldamento	[kW]	500
Potenza totale impianto raffrescamento	[kW]	-
Tipo di combustibile		Gas naturale
Tipologia generatore Acqua Calda sanitaria (ACS)		Produzione combinata
Emissioni CO2 di riferimento ⁽³⁾	[t/anno]	23,22
Consumo di riferimento Gas Metano ⁽³⁾	[kWh _{th} /anno]	63.110,49
Spesa annuale Gas Metano ⁽³⁾	[€/anno]	4.575
Consumo di riferimento energia elettrica ⁽³⁾	[kWh _{el} /anno]	22.416,33
Spesa annuale energia elettrica ⁽³⁾	[€/anno]	7.657

Nota (3): Valori di Baseline

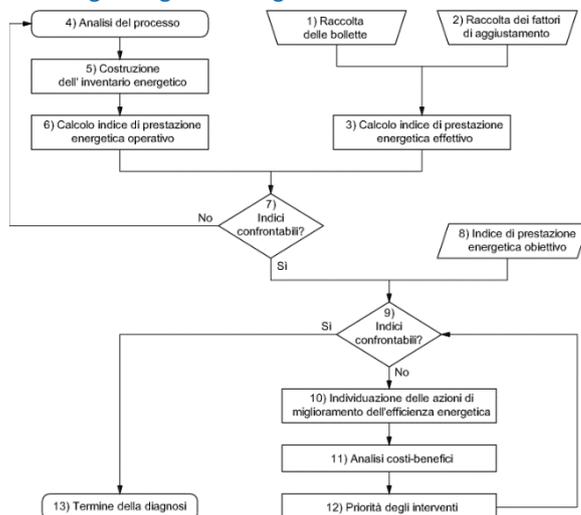
1.5 METODOLOGIA DI LAVORO

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

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

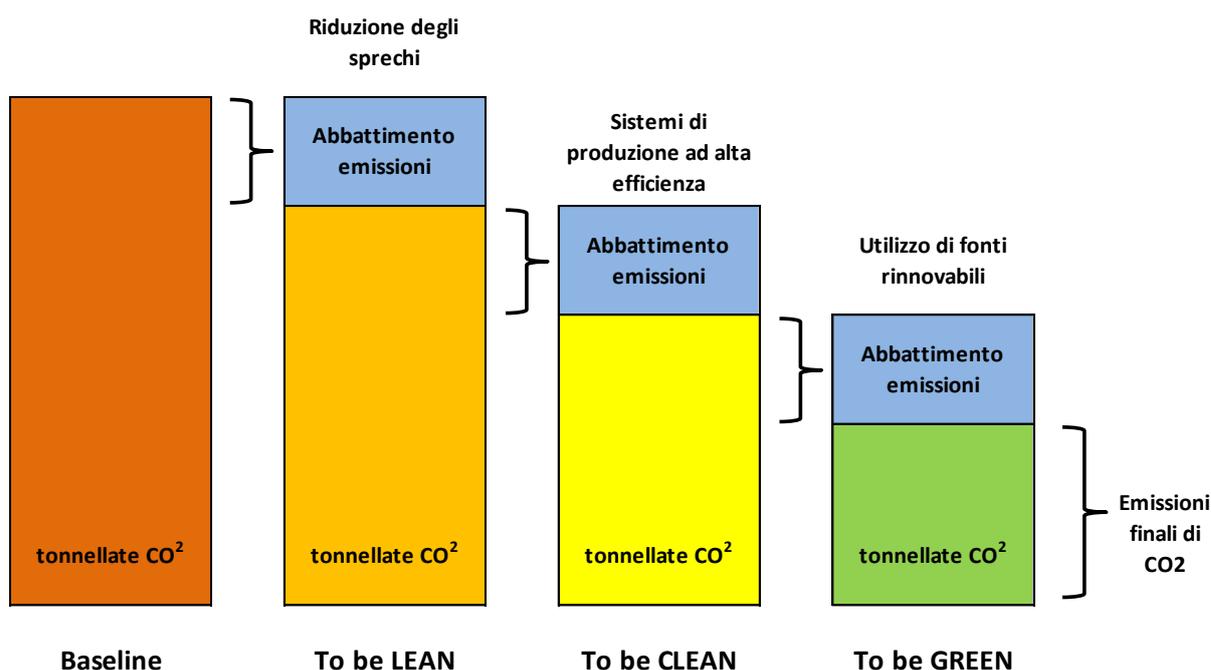
- destagionalizzazione dello stesso, utilizzando i relativi GG reali (GG_{real}), e conseguente normalizzazione secondo i GG di riferimento (GG_{rif});
- j) Individuazione della “baseline elettrica” di riferimento (e relative emissioni di CO_2) calcolata sulla media aritmetica dei valori relativi ai consumi elettrici reali per tre le annualità 2014, 2015, 2016;
 - k) Validazione del modello elaborato mediante il confronto con le baseline energetiche, al fine di ottenere uno scostamento inferiore al 5%;
 - l) Analisi delle possibili EEM necessarie per la riqualificazione energetica del sistema edificio-impianto analizzando gli aspetti tecnici, energetici, ed ambientali.
 - m) Simulazione del comportamento energetico dell’edificio a seguito dell’attuazione delle varie EEM proposte singolarmente, ed individuazione della nuova classe energetica raggiungibile;
 - n) Definizione di due scenari ottimali a partire dalla combinazione delle singole EEM proposte al fine di conseguire un miglioramento del parametro di efficienza energetica dell’edificio superiore a due classi energetiche e tempi di ritorno inferiore uguale rispettivamente a 25 e a 15 anni.
 - o) Analisi costi-benefici e di redditività finanziaria derivanti dalla realizzazione delle EEM previste singolarmente, con riferimento ai principali indicatori finanziari ed ai possibili sistemi di incentivazione;
 - p) Valutazione economico-finanziaria dei due scenari ottimali previsti, a partire dal “baseline di costi” e con riferimento ai principali indicatori finanziari e di sostenibilità finanziari ed ai possibili sistemi di incentivazione;
 - q) Identificazione dell’eventuale canone applicabile nel caso di attuazione dello scenario ottimale attraverso un Energy Performance Contract, con lo scopo di analizzare il possibile interesse nella realizzazione degli interventi studiati, tramite l’intervento di una ESCo;
 - r) Realizzazione di una relazione tecnica descrittiva di dettaglio dell’analisi effettuata (Rapporto di DE);
 - s) Realizzazione di un report dei Benchmark.

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



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

Figura 1.4 - Principio della Gerarchia Energetica



Secondo tale modello possono essere definite delle strategie di intervento al fine di conseguire un efficace riduzione dei consumi energetici e conseguente abbattimento delle emissioni di 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:

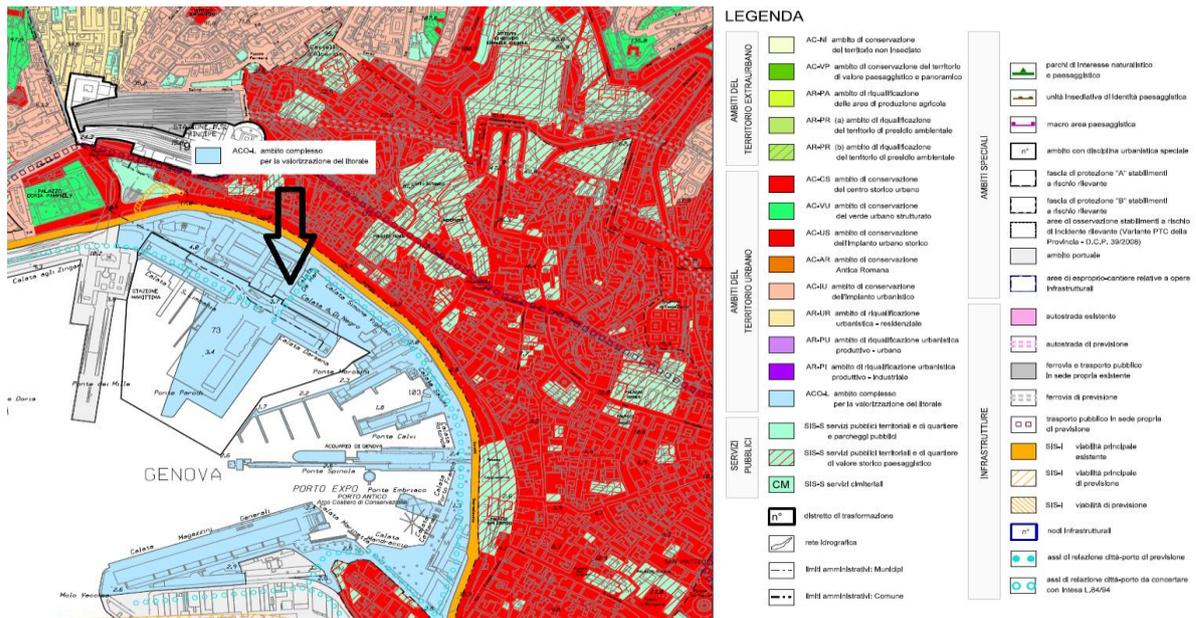
- Una prima parte nella quale sono descritti lo scopo ed i confini della DE e le metodologie di analisi adottate;
- Una seconda parte in cui sono riportate le informazioni dell'edificio rilevate in sede di sopralluogo e le valutazioni effettuate al fine di identificare le caratteristiche tecniche dei 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 ACO-L ambito complesso per la valorizzazione del litorale, avente come obiettivo la valorizzazione dei tratti di costa aventi rilevanza paesaggistica, naturalistica e ambientale, la riqualificazione dei tratti urbanizzati ed integrati nel tessuto storico della città, lo sviluppo della fruizione pubblica della costa e attiva del mare.

Figura 2.1 - Particolare estratto dal Piano Urbanistico Comunale



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

L’edificio ove è ubicato il Delfino risale all’incirca al 1800, 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.

La scuola materna Il Delfino conta 68 bambini, 7 maestre e 2 collaboratori. È rilevante sottolineare come la corretta gestione e manutenzione del sistema edificio–impianto ne comporterebbe una sua migliore conservazione, nonché il miglioramento delle condizioni di benessere percepite dagli occupanti.

Si può pertanto affermare che la riqualificazione energetica dell’edificio potrebbe portare ad una sua maggiore valorizzazione socio-economica e sviluppo dell’area ove la scuola è ubicata.

E1561-Scuola Materna Statale “Il Delfino”

L’edificio ospitante il complesso scolastico oggetto della DE è costituito complessivamente da 3 piani fuori terra, nei quali si sviluppano aule 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.

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

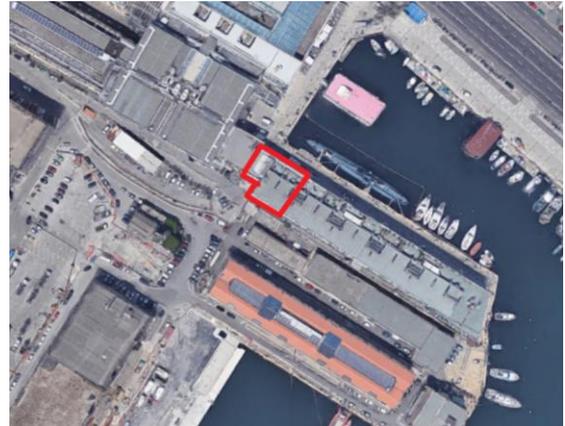


Tabella 2.1 - Suddivisione in piani dell’edificio

PIANO	UTILIZZO	U.M.	SUPERFICIE LORDA COMPLESSIVA (4)	SUPERFICIE UTILE RISCALDATA(5)	SUPERFICIE UTILE RAFFRESCATA(5)
Terra	Stanze non riscaldate	[m ²]	109,91		
Primo	Refettorio, magazzino, uffici, bagni, spogliatoi	[m ²]	296,60	265,30	
Secondo	Biblioteca, aule, bagni	[m ²]	280,25	235,48	
Terzo	Aule, segreteria, sala ricreativa, bagni	[m ²]	372,103	313,54	
TOTALE		[m ²]	1058,86	796,31	

Nota (4): Superficie lorda comprensiva delle zone interne climatizzate e non climatizzate, valutate a partire dalle planimetrie progettuali, opportunamente verificate in fase di sopralluogo

Nota (5): 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 sul litorale, non presenta vincoli.

Figura 2.3 - Particolare estratto dalla carta dei vincoli

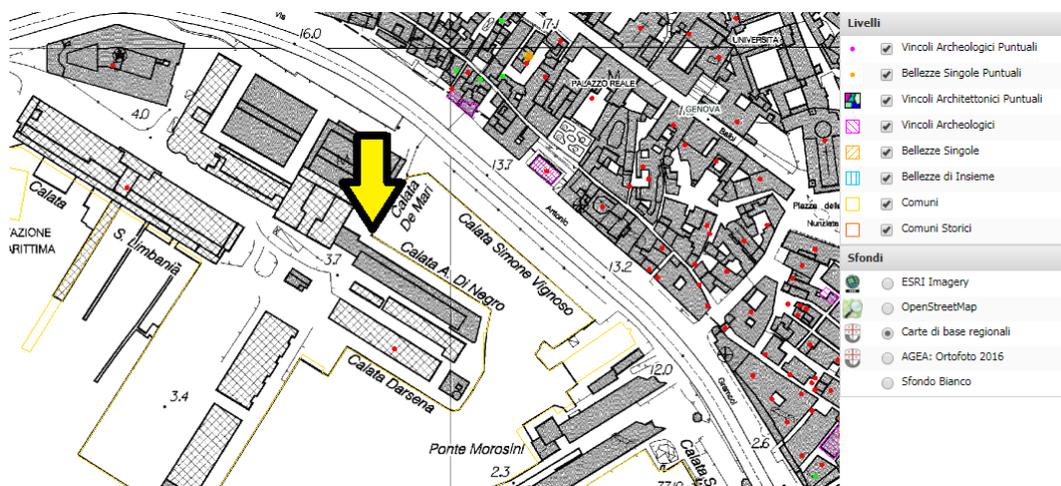


Tabella 2.2 - Misure di efficienza energetica individuate e valutazione delle interferenze con gli attuali vincoli

MISURA DI EFFICIENZA ENERGETICA	VINCOLO INTERESSATO	VALUTAZIONE INTERFERENZA (4)	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: sostituzione caldaia	-		-
EEM 6: installazione LED	-		-

Nota (6): 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.

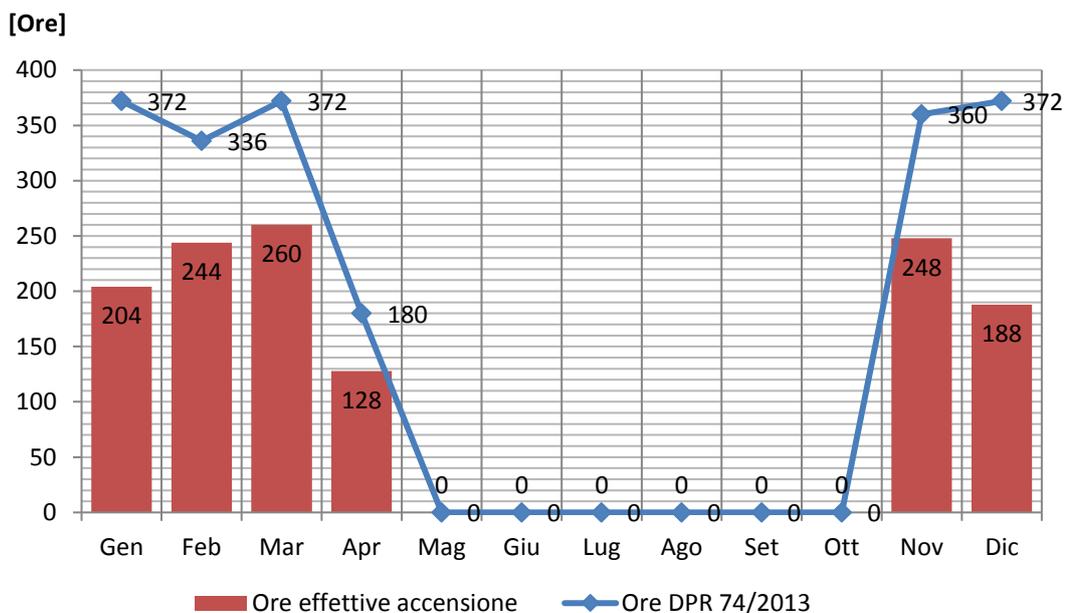
Gli orari di effettivo utilizzo dell'edificio sono stati ricavati tramite intervista al personale occupante la struttura (insegnanti e collaboratori), mentre i periodi di attivazione e spegnimento degli impianti sono stati forniti da dati reperiti in centrale termica.

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 – 18:00	7:00 – 18:00
Dal 16 Aprile al 30 Giugno Dal 1 Settembre al 31 Ottobre	dal lunedì a venerdì	7:30 – 18:00	-
Luglio e Agosto (solo operatori)	da lunedì a venerdì	8:30 – 15:30	-

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 18:00, 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 898 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 5.1.1.

Tabella 3.2 – Profili mensili dei GG_{rif}

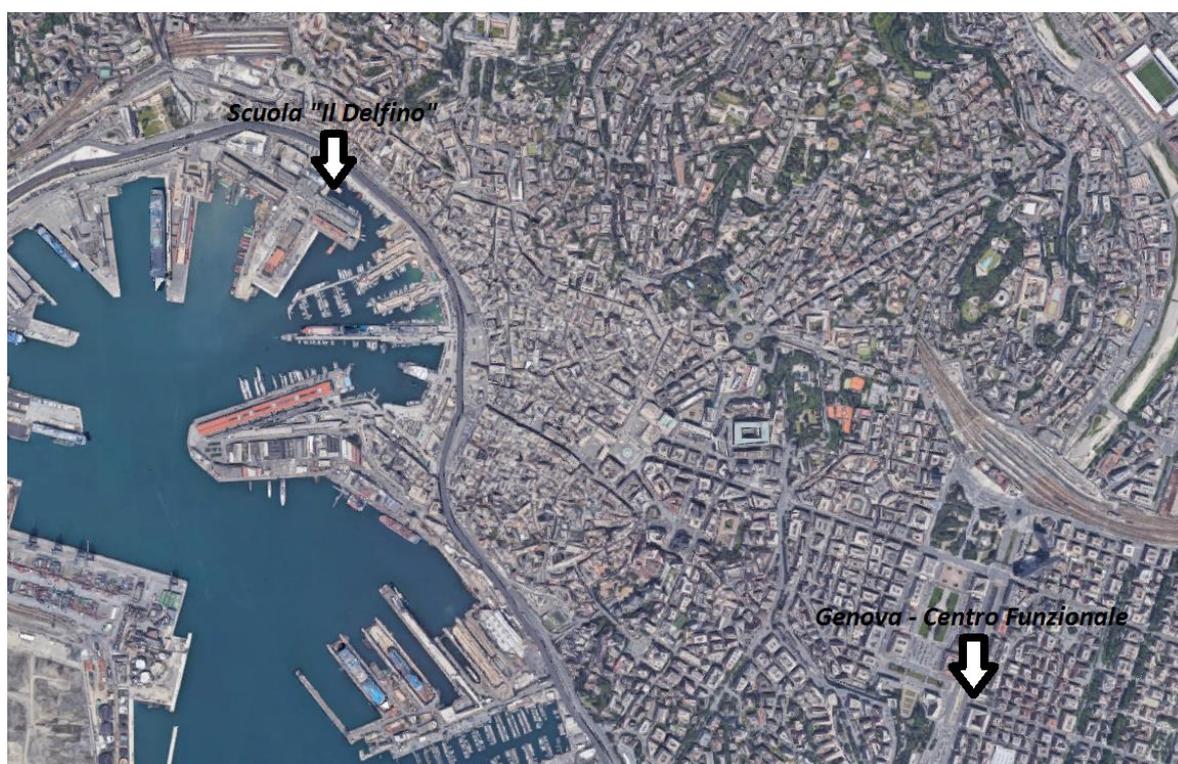
Mese	GIORNI MENSILI	TEMPERATURA ESTERNA UNI 10349:2016 [°C]	GIORNI RISCALDAMENTO [g/m]	GG	GIORNI DI UTILIZZO [g/m]	GIORNI RISCALDAMENTO EFFETTIVI [g/m]	GG _{rif}	PROFILO DI INCIDENZA
Gennaio	31	10,4	31	298	17	17	163	18%
Febbraio	28	10,5	28	266	20	20	193	22%
Marzo	31	11,1	31	276	22	22	193	21%
Aprile	30	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	-	-	31	-	-	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	230	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. Si è deciso di utilizzare come riferimento tale centraline in quanto è ubicata in una zona limitrofa all'edificio oggetto della DE.

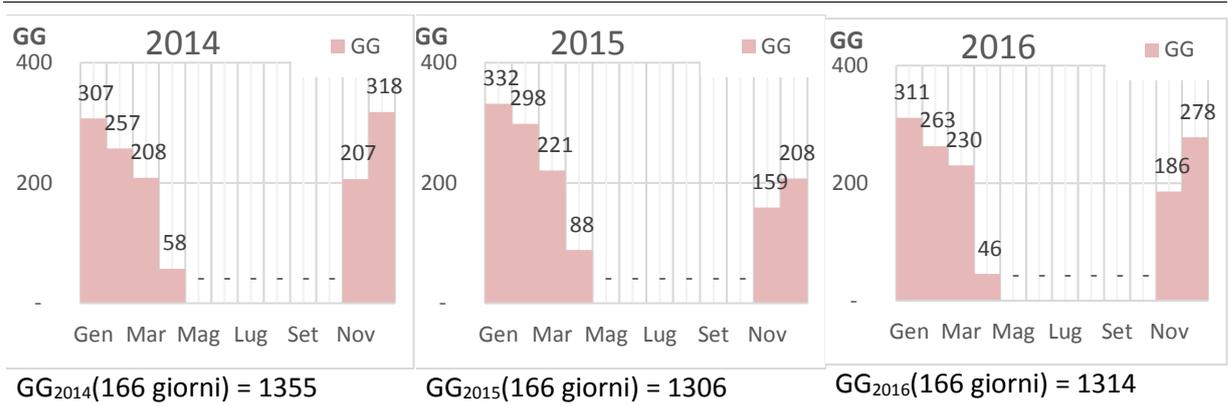
Figura 3.1 – Posizionamento della centralina meteo climatica rispetto all'edificio oggetto di DE



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

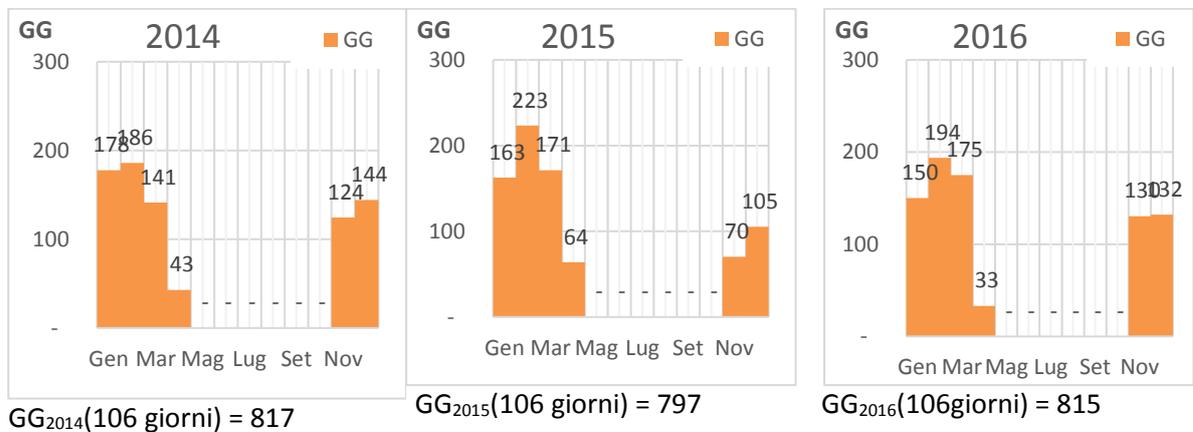


Considerando che il profilo di utilizzo degli impianti di riscaldamento prevede alcuni giorni di mancata accensione dell'impianto, come riportato nella Tabella 2.3, i GG reali sono stati ricalcolati in funzione del numero di giorni effettivi di accensione dell'impianto termico, pertanto si è ottenuto 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 5.1.1.

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



Come si può notare dai grafici sopra riportati, l'andamento dei GG reali risulta essere fortemente influenzato dall'effettivo svolgimento delle lezioni e, di conseguenza, dalle festività.

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 intelaiata, con muratura di tamponamento in mattoni pieni e in mattoni forati. Le strutture opache orizzontali sono in laterocemento.

Una porzione di soffitto confina su locali riscaldati non appartenenti all'edificio in oggetto, la restante parte confina con l'esterno e ha una copertura piana.

Il piano primo è collocato su ambienti non riscaldati.

Va inoltre sottolineato, sempre in riferimento all'involucro edilizio, che non trattandosi di un edificio di valenza storica è possibile procedere a sostanziali interventi di efficientamento dell'involucro stesso.

Figura 4.1 - Particolare della porzione di involucro



Figura 4.2 - Particolare della facciata



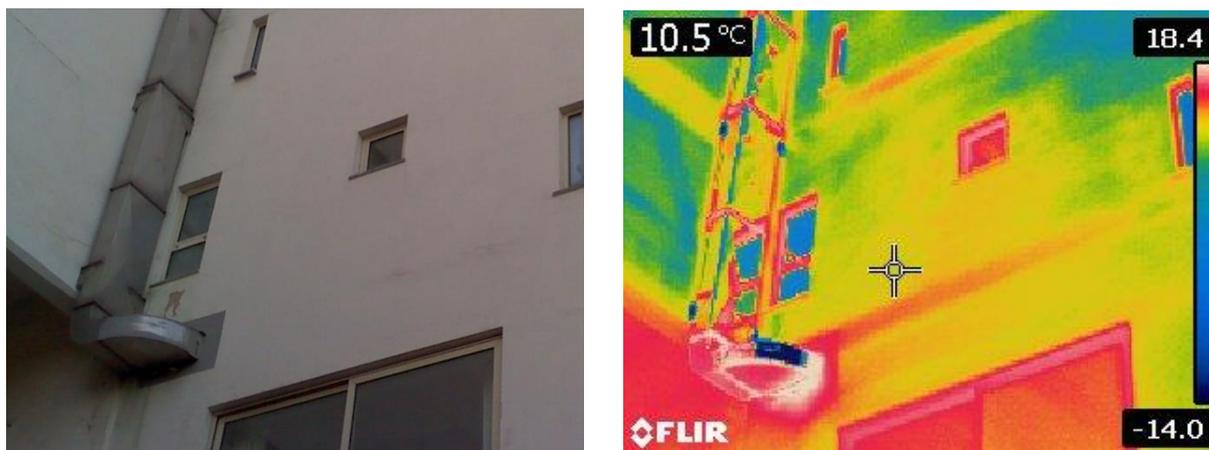
Ai fini di un'identificazione più precisa delle caratteristiche dei componenti dell'involucro opaco si è proceduto, in sede di sopralluogo, alla realizzazione delle seguenti indagini diagnostiche:

- 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 mattoni pieni e in mattoni forati
- Solai in laterocemento

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	Buono
Parete verticale	M2	Vedere allegato E	Assente	Vedere allegato E	Buono
Parete verticale	M3	Vedere allegato E	Assente	Vedere allegato E	Buono
Parete verticale	M4	Vedere allegato E	Assente	Vedere allegato E	Buono
Parete verticale	M5	Vedere allegato E	Assente	Vedere allegato E	Buono
Parete verticale	M6	Vedere allegato E	Assente	Vedere allegato E	Buono
Parete verticale	M7	Vedere allegato E	Assente	Vedere allegato E	Buono
Pavimento	P1	Vedere allegato E	Assente	Vedere allegato E	Buono
Pavimento	P2	Vedere allegato E	Assente	Vedere allegato E	Buono
Pavimento	P3	Vedere allegato E	Assente	Vedere allegato E	Buono
Soffitto	S1	Vedere allegato E	Assente	Vedere allegato E	Buono
Soffitto	S2	Vedere allegato E	Assente	Vedere allegato E	Buono

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

4.1.2 Involucro trasparente

L’involucro trasparente che costituisce l’edificio è composto da serramenti con telaio in metallo e vetri doppi.

Lo stato di conservazione degli stessi è in buone condizioni, tuttavia si generano comunque infiltrazioni d’aria all’interno degli ambienti.

Figura 4.4 - Particolare dei serramenti



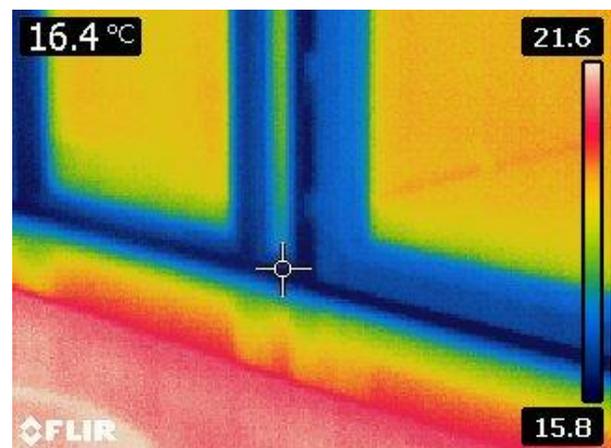
Ai fini di un’identificazione più precisa delle caratteristiche dei componenti dell’involucro trasparente si è proceduto, in sede di sopralluogo, alla realizzazione delle seguenti indagini diagnostiche:

- Rilievo termografico;
- 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 metallo e vetro doppio.

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	Metallo	Vedere allegato E	Vedere allegato E	Buono
Serramento verticale	W2	Vedere allegato E	Metallo	Vedere allegato E	Vedere allegato E	Buono
Serramento verticale	W3	Vedere allegato E	Metallo	Vedere allegato E	Vedere allegato E	Buono

Serramento verticale	W4	Vedere allegato E	Metallo	Vedere allegato E	Vedere allegato E	Buono
Serramento verticale	W5	Vedere allegato E	Metallo	Vedere allegato E	Vedere allegato E	Buono
Serramento verticale	W6	Vedere allegato E	Metallo	Vedere allegato E	Vedere allegato E	Buono
Serramento verticale	W7	Vedere allegato E	Metallo	Vedere allegato E	Vedere allegato E	Buono
Serramento verticale	W8	Vedere allegato E	Metallo	Vedere allegato E	Vedere allegato E	Buono
Serramento verticale	W9	Vedere allegato E	Metallo	Vedere allegato E	Vedere allegato E	Buono
Serramento verticale	W10	Vedere allegato E	Metallo	Vedere allegato E	Vedere allegato E	Buono
Serramento verticale	W11	Vedere allegato E	Metallo	Vedere allegato E	Vedere allegato E	Buono
Serramento verticale	W12	Vedere allegato E	Metallo	Vedere allegato E	Vedere allegato E	Buono
Serramento verticale	W13	Vedere allegato E	Metallo	Vedere allegato E	Vedere allegato E	Buono
Serramento verticale	W14	Vedere allegato E	Metallo	Vedere allegato E	Vedere allegato E	Buono
Serramento verticale	W15	Vedere allegato E	Metallo	Vedere allegato E	Vedere allegato E	Buono
Serramento verticale	W16	Vedere allegato E	Metallo	Vedere allegato E	Vedere allegato E	Buono

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

4.2 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO DI RISCALDAMENTO/CLIMATIZZAZIONE INVERNALE

L’impianto di riscaldamento degli ambienti è costituito da 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 installati in prevalenza in nicchie su pareti esterne.

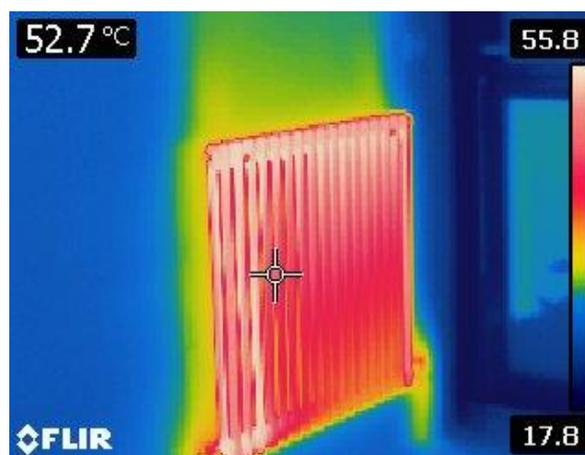
Figura 4.6 – Particolare radiatori



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
Intero edificio	Radiatori su parete esterna	92%

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

Tabella 4.4 - Riepilogo caratteristiche dei terminali di emissione installati

PIANO	TIPO DI INSTALLAZIONE	NUMERO	POTENZA TERMICA MEDIA	POTENZA TERMICA COMPLESSIVA	POTENZA FRIGORIFERA UNITARIA	POTENZA FRIGORIFERA COMPLESSIVA
			[kW]	[kW]	[kW]	[kW]
Terra	-	-	-	-	-	-
Primo	Su parete esterna non isolata	18	1,06	19,08		
Secondo	Su parete esterna non isolata	11	1,08	11,89		
Terzo	Su parete esterna non isolata	17	1,27	21,59		
TOTALE		46		52,56		

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.

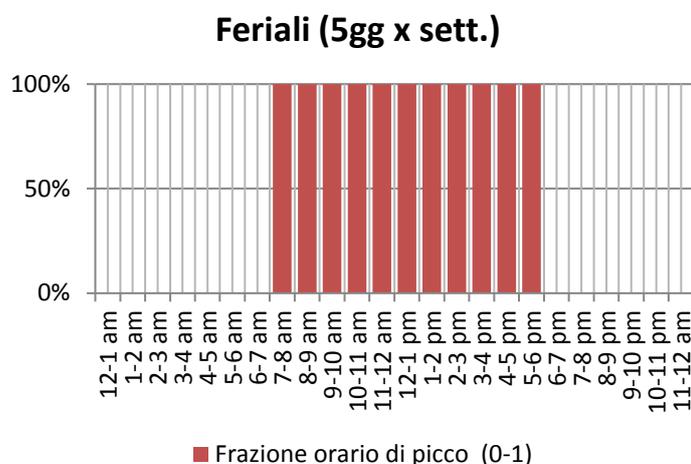
4.2.2 Sottosistema di regolazione

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
Intero edificio	Sonda climatica esterna	74,1%

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 GrundFos – UPSD 40-80F con mandata temperatura massima di mandata 70°C e ritorno 60°C.

Sono presenti anche pompe utili all'acqua calda sanitaria e una pompa di anticondensa.

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 [m ³ /h]	PREVALENZA [kPa]	POTENZA ASSORBITA ⁽⁷⁾ [kW]
Pompa di circolazione GrundFos (Gemel) – UPSD 40-80F	mandata acqua calda a radiatori	11 ⁽⁵⁾	68,64 ⁽⁵⁾	0,245
Pompa scambiatore ACS Viessmann UPS 25-60 B	Acqua calda sanitaria	4,5 ⁽⁵⁾	58,84 ⁽⁵⁾	0,90
Pompa scambiatore ACS Viessmann UPS 25-60 B	Acqua calda sanitaria	4,5 ⁽⁵⁾	58,84 ⁽⁵⁾	0,90
Pompa anticondensa GrundFos – UP 20/30	anticondensa	3,0 ⁽⁷⁾	29,42 ⁽⁷⁾	0,75
TOTALE				

Nota (7): Valori ricavati dal modello energetico

Nota (8): Valori ricavati da progetto

Nota (9): Valori ricavati da dati di targa

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

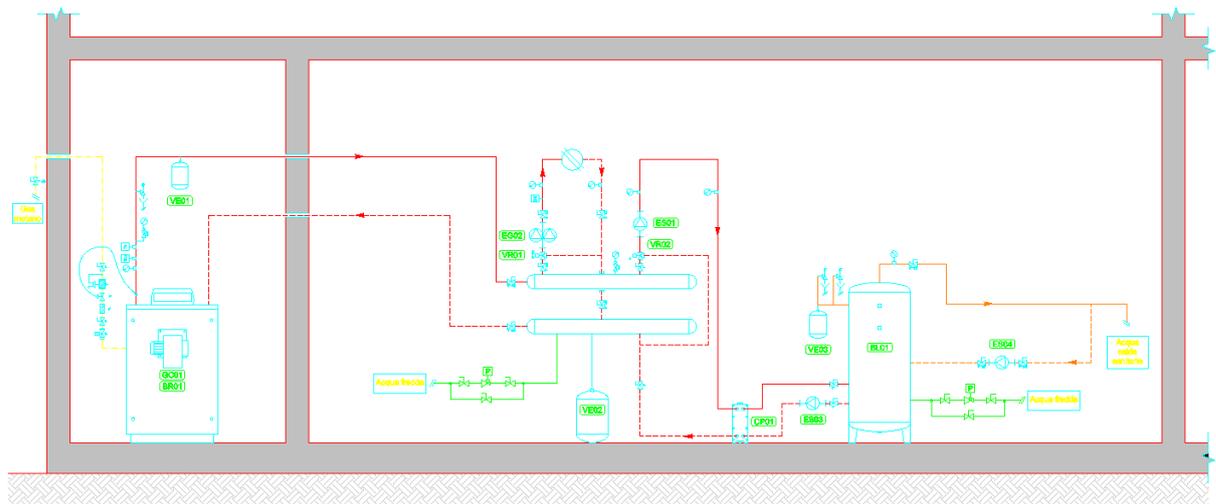
Tabella 4.7 – Temperature di mandata e ritorno del circuito primario

CIRCUITO		TEMPERATURA CALCOLO	TEMPERATURA CALCOLO ⁽¹⁰⁾
		°C	°C
Circuito	Mandata	Caldo	n.d ⁽¹¹⁾
	Ritorno	Freddo	n.d ⁽¹¹⁾

Nota (10): Valori utilizzati nel modello di calcolo

Nota (11): Valore non rilevato causa isolamento tubazioni

Figura 4.10 - Particolare dello schema di impianto



Il rendimento complessivo del sottosistema di distribuzione, in accordo con la normativa UNI/TS 11300-2 prospetto 15, è stato assunto nella DE pari a 99%.

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 di produzione VEISSMANN modello Vito 300.

Figura 4.11 - Particolare della caldaia



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

Tabella 4.8 - Riepilogo caratteristiche del sistema di generazione

Servizio	MARCA	MODELLO	ANNO DI COSTRUZIONE	POTENZA AL FOCOLARE [kW]	POTENZA TERMICA UTILE [kW]	RENDIMENTO	POTENZA ASSORBITA COMPLESSIVA [kW]
Gen 1 Riscaldamento	VEISSMANN	Vito 300		97/538	90/500	96%	0,36

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 87,5%. 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 poichè 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.

4.3 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 4.12 - Particolare del serbatoio per l'accumulo di acqua calda sanitaria

La produzione avviene tramite la stessa caldaia usata per il riscaldamento invernale.

È presente inoltre un sistema di accumulo utile a immagazzinare acqua calda e cederla alle utenze quando è necessario.

Il sistema di accumulo è costituito da un serbatoio VIESSMANN Vitocell 300, con capacità 350 litri.



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%		90,7%	90,5%	71.4%

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

4.4 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO ELETTRICO E PRINCIPALI UTENZE ELETTRICHE

Le utenze sottese all'impianto elettrico, oltre a quelle precedentemente descritte, sono costituite essenzialmente da utenze locali quali PC, fotocopiatrice, 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	Frigorifero	1	800	800	5388
Zona 1	Congelatore	1	800	800	5388
Zona 1	Cappa	1	500	500	674
Zona 1	Attrezzo cucina	1	300	300	449
	Piano cottura a induzione	1	1000	1000	674
Zona 1	PC	5	200	1000	1796

Zona 1	LIM	1	800	800	449
Zona 1	Stereo	1	300	300	150
Zona 1	Distributore bevande calde	1	1500	1500	674
Zona 1	Fotocopiatrice	1	700	700	674
Zona 1	Stampante	2	300	600	449
Zona 1	Fax	1	200	200	112
Zona 1	Ascensore	1	4000	4000	148

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.

4.5 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO ILLUMINAZIONE

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

Figura 4.13 - 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	4	18	72
Zona 1	1X36W	5	36	180
Zona 1	1X58W	11	58	638
Zona 1	2X58W	51	58	5.916
Zona 1	1X25W	14	25	350
Zona 1	2X36W	2	36	144

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

5 CONSUMI RILEVATI

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

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

I vettori energetici analizzati sono i seguenti:

- Gas metano;
- Energia elettrica;

5.1.1 Energia termica

Il vettore termico utilizzato per la climatizzazione invernale della struttura e per la produzione di ACS, 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 ⁽¹²⁾	1,0549	9,42
Gasolio	11,87 ⁽¹²⁾	0,85	n/a	n/a	10,09

Nota (12) Fonte: Prospetto B.19 UNI TS 11300-2:2014

La fornitura di Gas metano avviene tramite la presenza di 1 contatori i quali risultato a servizio dei seguenti utilizzi:

- Centrale termica per il riscaldamento degli ambienti dell'intero edificio;
- Caldaia per la produzione di acqua calda sanitaria.

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

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

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

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

PDR	Utilizzo	2014 [Sm ³]	2015 [Sm ³]	2016 [Sm ³]	2014 [kWh]	2015 [kWh]	2016 [kWh]
3270037083464	Riscaldamento e produzione di ACS	7.857	4.317	6.123	74.011	40.670	57.679

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

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 897 GG [kWh]	CONSUMO ACS [kWh]	CONSUMO ALTRO [kWh]
2014	817	898	7.263	68.421	83,7	75.204	5.592	-
2015	797	898	3.723	35.074	44,0	39.519	5.592	-
2016	815	898	5.529	52.087	63,9	57.391	5.592	-
Media	810	898	5.505	51.861	64,05	57.518,5	5.592,0	-

Come si può notare dai dati riportati il comportamento energetico dell’edificio, negli anni considerati, è stato caratterizzato da una generica diminuzione (2015) e di nuovo aumento (2016) dei consumi: tale comportamento non è dovuta alla realizzazione di interventi di efficientamento, quanto più all’andamento delle 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
	[Kwh]
\overline{Q}_{ACS}	5.592
\overline{Q}_{ALTRO}	-
$\overline{a}_{rif} \times GG_{rif}$	57.518
$Q_{baseline}$	63.110

5.1.2 Energia elettrica

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

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]
IT001E04805466	Intero edificio	23.904	21.267	22.078	22.416
					EEbaseline = 22.416,3

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-E1561) e sono emerse le seguenti differenze:

- Anno 2014: scostamento di 577 kWh (23.327kWh/23.904kWh)
- Anno 2015: scostamento di 1.388 kWh (19.879kWh/21.267kWh)
- Anno 2016: scostamento di 1.634 kWh (23.712kWh/22.078kWh)

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 22.416,33 kWh.

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

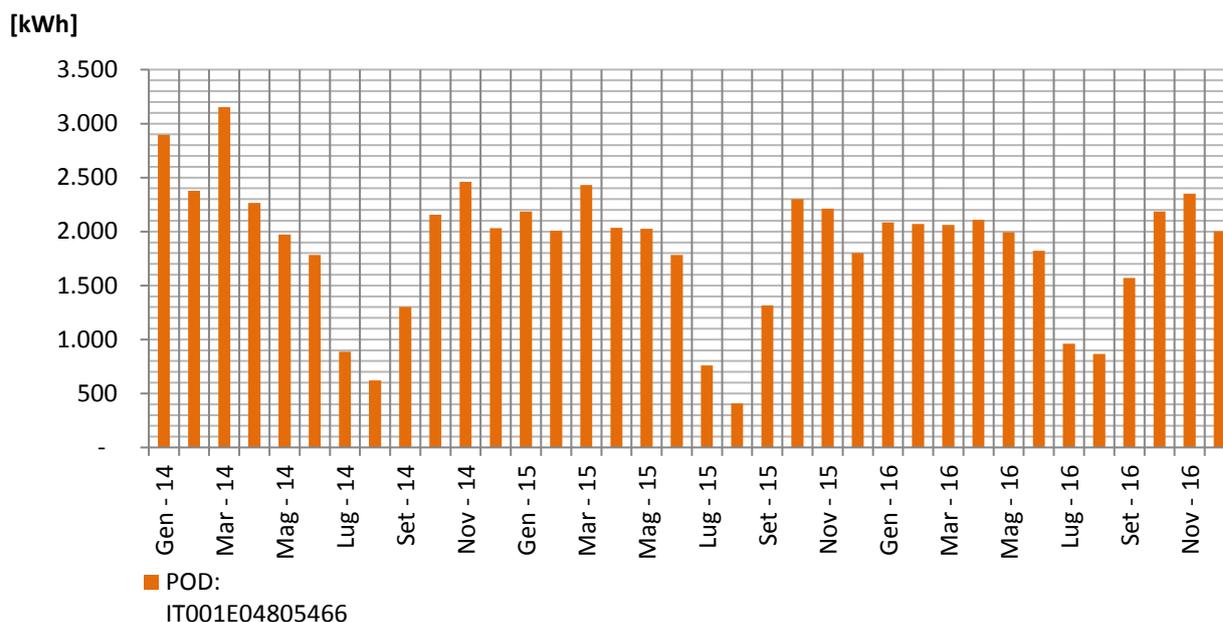
POD: IT001E04805466	F1	F2	F3	TOTALE
Anno 2014	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gen - 14	1.837	377	681	2.895
Feb - 14	1.561	325	491	2.377
Mar - 14	1.920	476	757	3.153
Apr - 14	1.518	267	480	2.265
Mag - 14	1.411	227	336	1.974
Giu - 14	1.224	205	353	1.782
Lug - 14	401	185	301	887
Ago - 14	204	139	277	620
Set - 14	815	208	279	1.302
Ott - 14	1.610	231	316	2.157

E1561-Scuola Materna Statale "Il Delfino"

Nov - 14	1.513	355	591	2.459
Dic - 14	1.416	214	403	2.033
Totale	15.430	3.209	5.265	23.904
POD: IT001E04805466	F1	F2	F3	TOTALE
Anno 2015	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gen - 15	1.581	226	377	2.184
Feb - 15	1.490	218	299	2.007
Mar - 15	1.545	334	552	2.431
Apr - 15	1.502	198	336	2.036
Mag - 15	1.461	223	342	2.026
Giu - 15	1.246	207	329	1.782
Lug - 15	343	166	251	760
Ago - 15	122	91	196	409
Set - 15	888	127	302	1.317
Ott - 15	1.735	250	315	2.300
Nov - 15	1.652	232	329	2.213
Dic - 15	1.259	186	357	1.802
Totale	14.824	2.458	3.985	21.267
POD: IT001E04805466	F1	F2	F3	TOTALE
Anno 2016	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gen - 16	1.509	214	362	2.085
Feb - 16	1.560	214	296	2.070
Mar - 16	1.489	223	349	2.061
Apr - 16	1.545	234	329	2.108
Mag - 16	1.462	208	324	1.994
Giu - 16	1.302	200	320	1.822
Lug - 16	369	222	371	962
Ago - 16	305	197	365	867
Set - 16	1.003	232	336	1.571
Ott - 16	1.579	246	360	2.185
Nov - 16	1.780	232	338	2.350
Dic - 16	1.408	225	370	2.003
Totale	15.311	2.647	4.120	22.078

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



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.

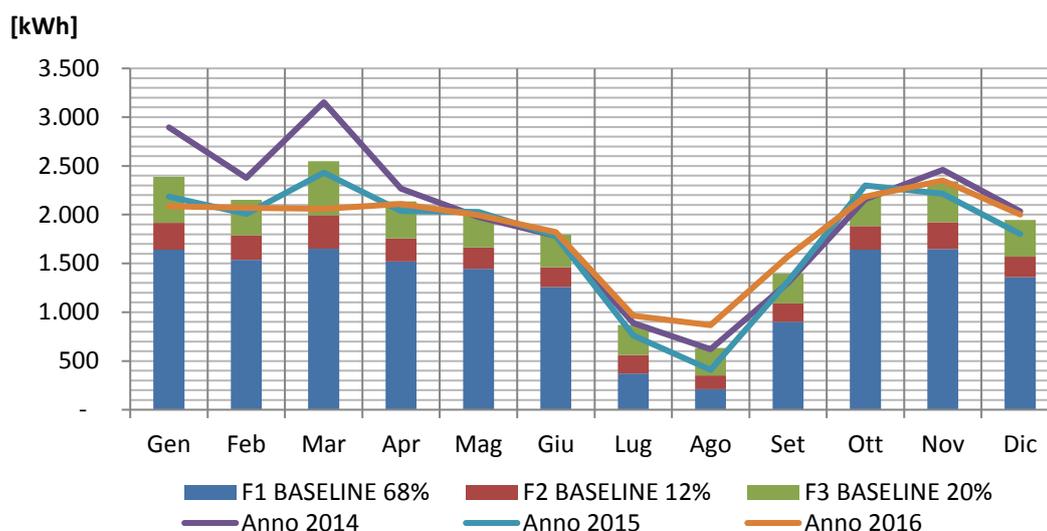
Tali valori sono riportati nella Tabella 5.7.

Tabella 5.7 – Consumi mensili di Baseline

BASELINE	F1 [kWh]	F2 [kWh]	F3 [kWh]	TOTALE [kWh]
Gennaio	1.642	272	473	2.388
Febbraio	1.537	252	362	2.151
Marzo	1.651	344	553	2.548
Aprile	1.522	233	382	2.136
Maggio	1.445	219	334	1.998
Giugno	1.257	204	334	1.795
Luglio	371	191	308	870
Agosto	210	142	279	632
Settembre	902	189	306	1.397
Ottobre	1.641	242	330	2.214
Novembre	1.648	273	419	2.341
Dicembre	1.361	208	377	1.946
Totale	15.188	2.771	4.457	22.416

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 nei mesi estivi, in accordo con i profili di occupazione della struttura.

Sono presenti consumi anche nei mesi estivi, probabilmente dovuti alla presenza dei collaboratori scolastici e ad utenze elettriche come frigoriferi e congelatori.

È stato inoltre possibile rappresentare i profili giornalieri dei consumi elettrici accedendo alle informazioni fornite dalla società di distribuzione dell'energia elettrica, il quale rende disponibili i prelievi di energia elettrica con cadenza quarti oraria.

Si sono pertanto analizzati dei profili giornalieri campione, rappresentativi delle diverse condizioni di utilizzo dell'edificio e di funzionamento dell'impianto.

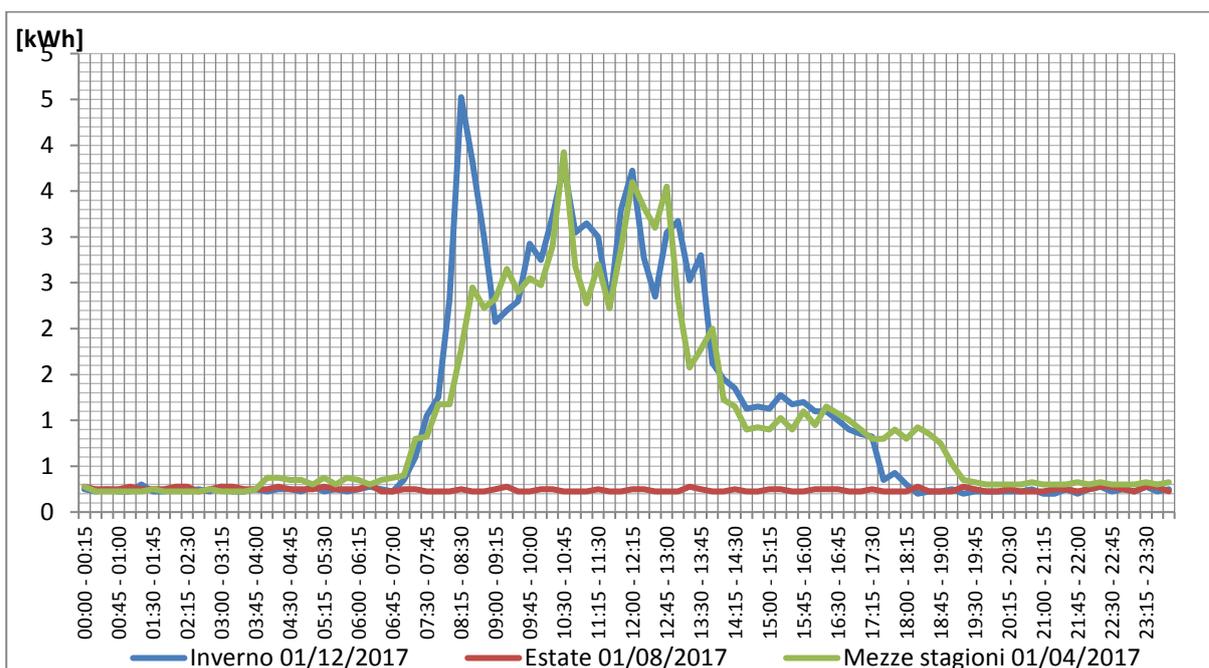
Le giornate analizzate sono riportate nella Tabella 5.8

Tabella 5.8 – Giornate valutate per l'analisi dei profili giornalieri di consumo elettrico

PROFILO	DATA	GIORNO DELLA SETTIMANA	PERIODO	TEMPERATURA ESTERNA MEDIA [°C]
Inverno	01/12/2017		Periodo scolastico	
Estate	01/08/2017		Periodo di Vacanze	
Mezze stagioni	01/04/2017		Periodo scolastico	

L'andamento dei profili giornalieri di consumo è riportato nei grafici in Figura 5.3.

Figura 5.3 – Profili giornalieri tipo dei consumi elettrici per il POD IT001E04805466



Dai grafici così ottenuti si rileva un andamento dei consumi di tipo “a campana”, dovuto all’utilizzo di energia durante il periodo di occupazione giornaliera dell’edificio. Tali andamenti risultano coerenti rispetto alle caratteristiche delle utenze rilevate in sede di sopralluogo.

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 5.9 - Fattori di emissione di CO₂. Tabella 5.9.

Tabella 5.9 - Fattori di emissione di CO₂.

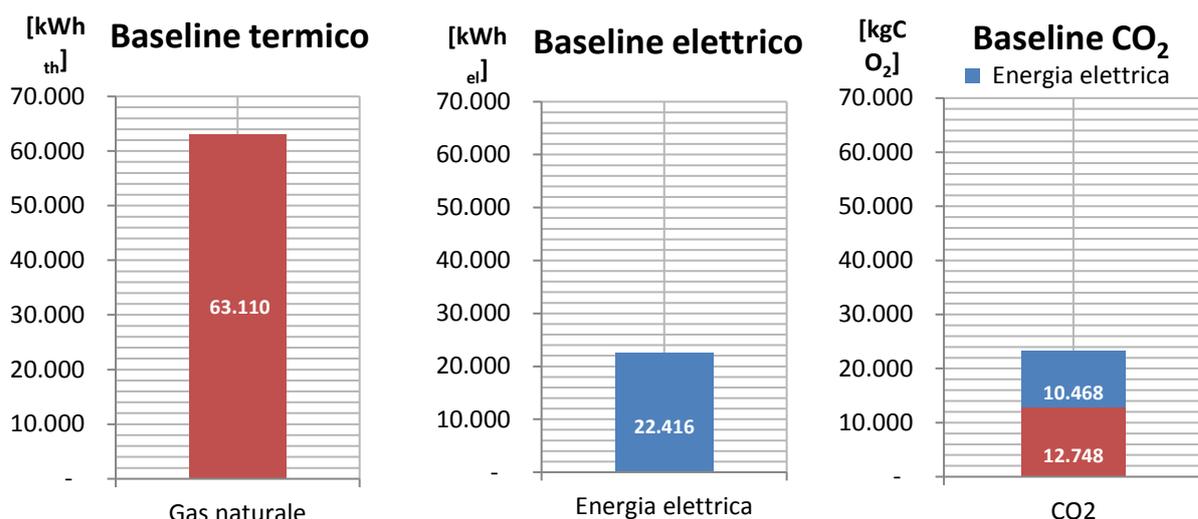
COMBUSTIBILE	FATTORE DI CONVERSIONE
	kgCO ₂ /kWh
Energia elettrica	* 0,467
Gas naturale	* 0,202
GPL	* 0,227
Olio combustibile	* 0,267
Gasolio	* 0,267
Benzina	* 0,249

* 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 5.10 – Baseline delle emissioni di CO₂. Tabella 5.10 e nella Figura 5.4

Tabella 5.10 – Baseline delle emissioni di CO₂.

COMBUSTIBILE	CONSUMO DI BASELINE	FATTORE DI CONVERSIONE	
	[kWh]	[tCO ₂ /MWh]	[tCO ₂]
Gas naturale	63.110	0,202	12,75
Energia elettrica	22.416	0,467	10,47
TOTALE			23,22

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 5.11 - 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 5.12.

Tabella 5.12 – Fattori di riparametrizzazione

PARAMETRO		VALORE	U.M.
FATTORE 1	Superficie netta riscaldata	796	m ²
FATTORE 1	Superficie netta complessiva delle aree interne (riscaldate e non riscaldate)	898	m ²
FATTORE 1	Volume lordo complessivo (aree interne riscaldate e non riscaldate)	3.456	m ³

Nella Tabella 5.13 e

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

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

VETTORE ENERGETICO	CONSUMO ENERGETICO DI BASELINE [kWh/anno]	FATTORE DI CONVERSIONE ENERGIA PRIMARIA TOTALE	CONSUMO DI ENERGIA PRIMARIA TOTALE [kWh/anno]	INDICATORI DI CONSUMO ENERGIA PRIMARIA TOTALE			INDICATORI AMBIENTALI		
				FATTORE 1 [kWh/m ²]	FATTORE 2 [kWh/m ²]	FATTORE 3 [kWh/m ³]	FATTORE 1 [Kg CO ₂ /m ²]	FATTORE 2 [Kg CO ₂ /m ²]	FATTORE 3 [Kg CO ₂ /m ³]
Gas naturale	63.110,49	1,05	66.266,01	83,22	73,81	19,17	16,01	14,20	3,69
Energia elettrica	22.416,33	2,42	54.247,53	68,12	60,42	15,70	13,15	11,66	3,03
TOTALE			120.513,54	151,34	134,22	34,87	29,15	25,86	6,72

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

VETTORE ENERGETICO	CONSUMO ENERGETICO DI BASELINE [kWh/anno]	FATTORE DI CONVERSIONE ENERGIA PRIMARIA NON RINN.	CONSUMO DI ENERGIA PRIMARIA NON RINN. [kWh/anno]	INDICATORI DI CONSUMO ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE			INDICATORI AMBIENTALI		
				FATTORE 1 [kWh/m ²]	FATTORE 2 [kWh/m ²]	FATTORE 3 [kWh/m ³]	FATTORE 1 [Kg CO ₂ /m ²]	FATTORE 2 [Kg CO ₂ /m ²]	FATTORE 3 [Kg CO ₂ /m ³]
Gas naturale	63.110	1,05	66.266	83,2	73,8	19,2	16,01	14,20	3,69
Energia elettrica	22.416	1,95	43.712	54,9	48,7	12,6	13,15	11,66	3,03
TOTALE			109.978	138	122	32	29	26	7

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

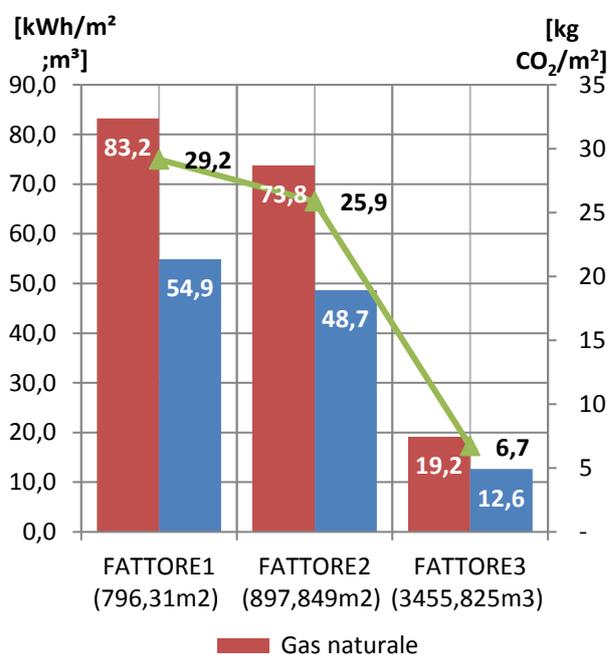
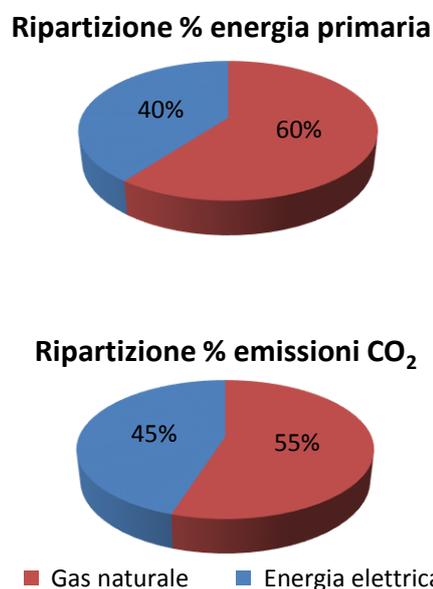


Figura 5.6 – Ripartizione % dei consumi di energia primaria e delle relative emissioni di CO₂



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 5.15 – 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	15,7	8,1	12,0	-	-	-
Energia elettrica	-	-	-	18.003,83	16.017,71	16.628,54

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 il riscaldamento e una classe di merito insufficiente per 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	154,81	141,09
Climatizzazione invernale	EP _H	kWh/mq anno	86,24	85,83
Produzione di acqua calda sanitaria	EP _w	kWh/mq anno	5,84	5,82
Illuminazione artificiale	EP _L	kWh/mq anno	30,99	24,97
Trasporto di persone e cose	EP _T	kWh/mq anno	1,80	1,45
Emissioni equivalenti di CO2	CO _{2eq}	Kg/mq anno	29,83	

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

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

FONTE ENERGETICA UTILIZZATA	CONSUMO [kWh/anno]	CONSUMO ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE [kWh/anno]
Gas Naturale	63.822	67.013
Energia Elettrica	23.250	45.338

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

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

Dove:

- E_{teorico} è il fabbisogno teorico di energia dell'edificio, come calcolato dal software di simulazione;

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

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

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

FABBISOGNO	Corrispondenza UNI TS 11300 [kWh _{el}]
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_g	kWh/mq anno	142,08	129,23
Climatizzazione invernale	EP_H	kWh/mq anno	77,82	77,46
Produzione di acqua calda sanitaria	EP_w	kWh/mq anno	7,47	7,45
Illuminazione artificiale	EP_L	kWh/mq anno	27,13	21,86
Trasporto di persone e cose	EP_T	kWh/mq anno	1,80	1,45
Emissioni equivalenti di CO2	CO_{2eq}	Kg/mq anno	27,37	

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

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

FONTE ENERGETICA UTILIZZATA	CONSUMO	CONSUMO ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE
	[kWh/anno]	[kWh/anno]
Gas Naturale	63.184	66.343
Energia Elettrica	21.762	42.436

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

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

$Q_{teorico}$	$Q_{baseline}$	Congruità
[kWh/anno]	[kWh/anno]	[%]
63.184	63.110	0,12%

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

6.1.2 Validazione del modello elettrico

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

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

$EE_{teorico}$	$EE_{baseline}$	Congruità
[kWh/anno]	[kWh/anno]	[%]
21.762,26	22.416,33	-3,0%

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

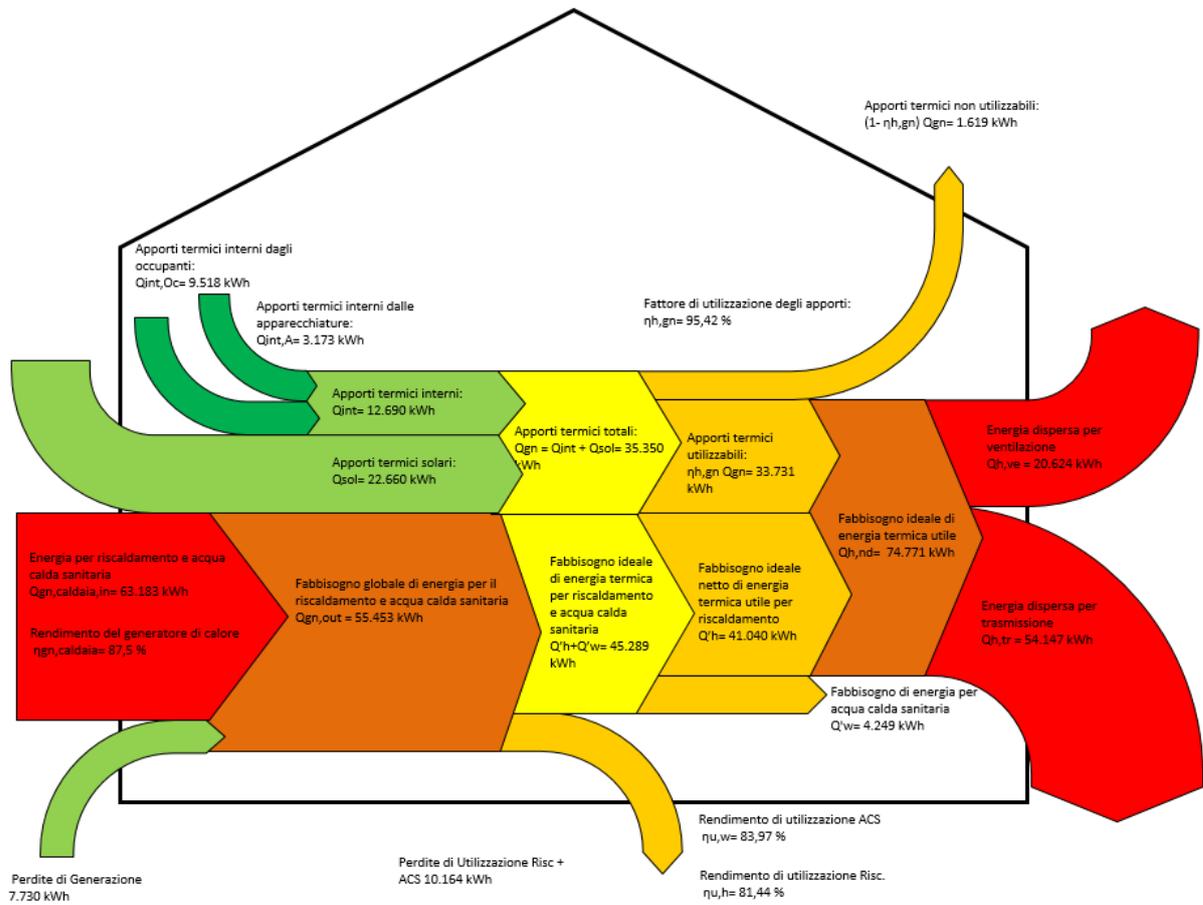
6.2 FABBISOGNI ENERGETICI

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

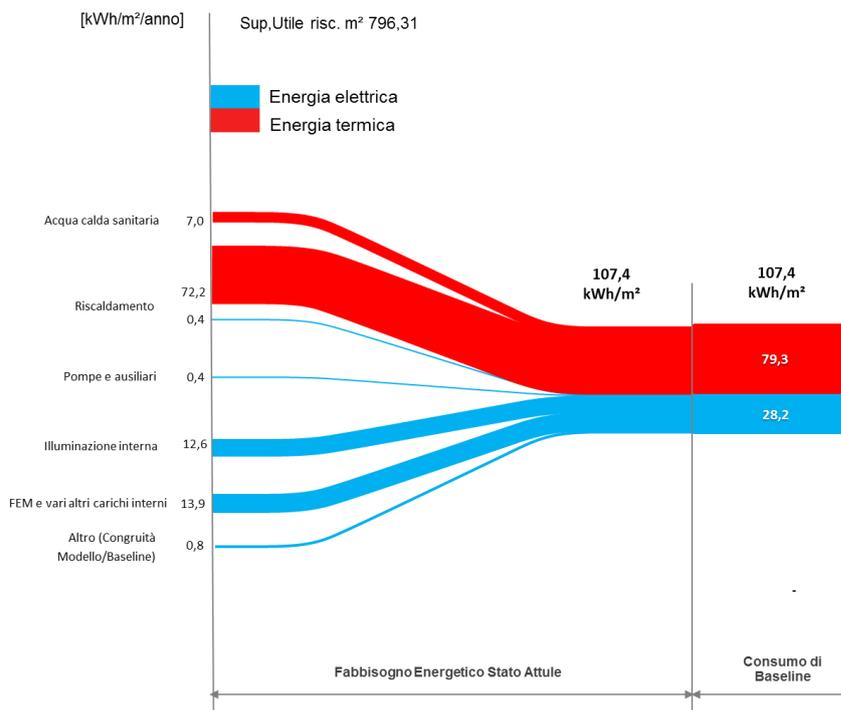
Figura 6.1 – Diagramma di Sankey relativo al fabbisogno termico dell'edificio allo stato attuale



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.

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

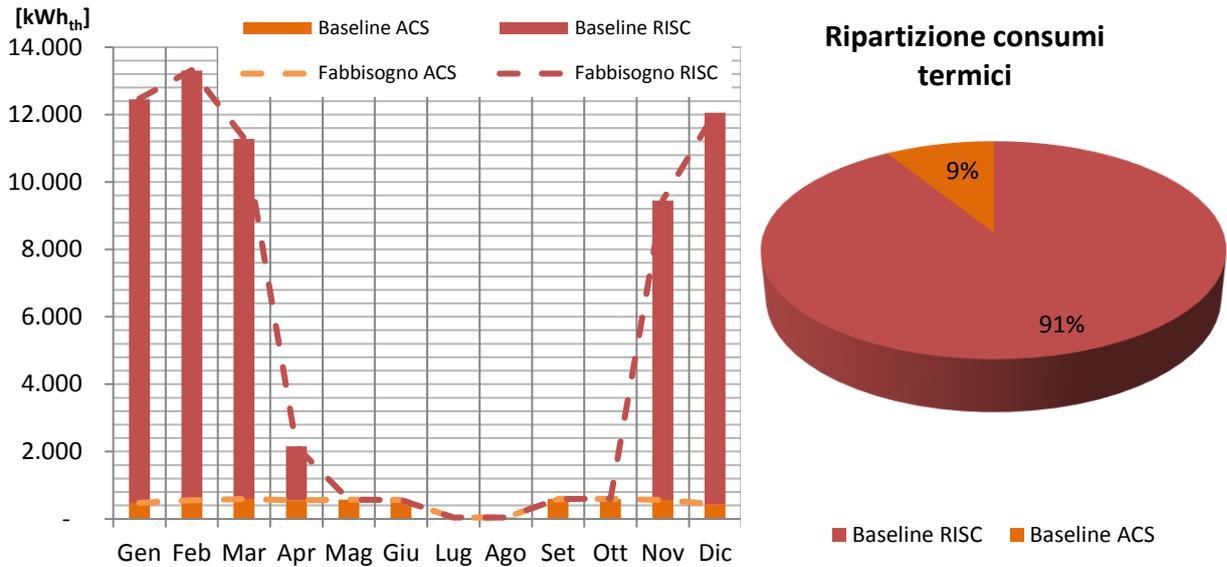
Dall’analisi del diagramma di Sankey relativo al bilancio energetico complessivo dell’edificio è possibile notare che il consumo specifico maggiore è quello dovuto al riscaldamento dei locali, mentre, relativamente all’energia elettrica, il consumo specifico maggiore è dovuto all’illuminazione.

6.3 PROFILI ENERGETICI MENSILI

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

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

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



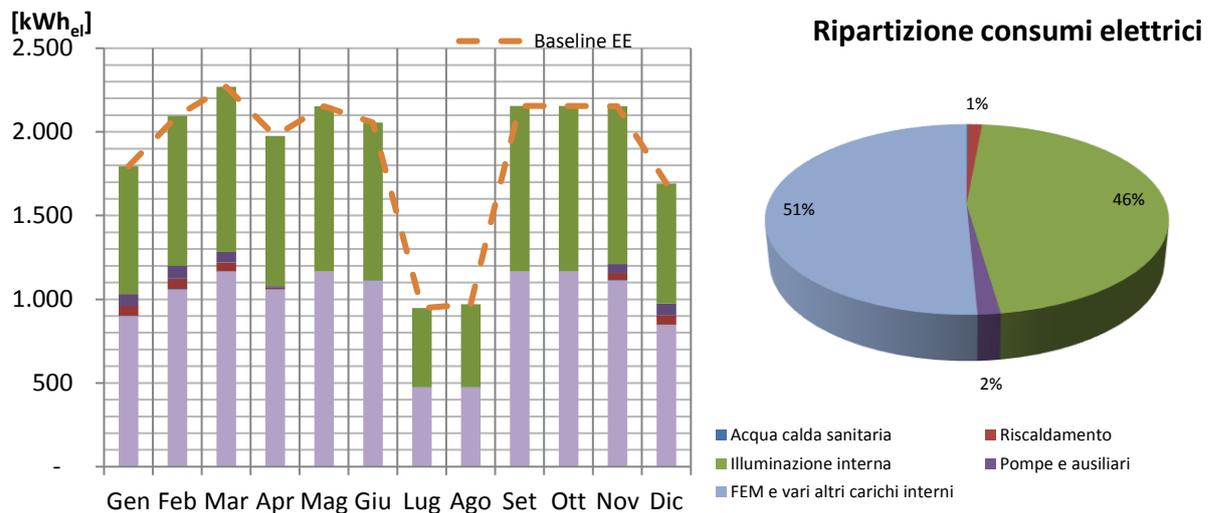
Si può notare come la maggior parte dei consumi termici sia da attribuirsi all'utilizzo per la climatizzazione invernale, solo il 9% infatti è il consumo dell'ACS.

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

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

I risultati di tale valutazione sono riportati nella Figura 6.4.

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



Si può notare come la metà dei consumi elettrici sia da attribuirsi a FEM e vari altri carichi interni, l'altra metà circa all'illuminazione interna. Per quest'ultima si è pensato, tra gli interventi migliorativi proposti, di valutare 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.

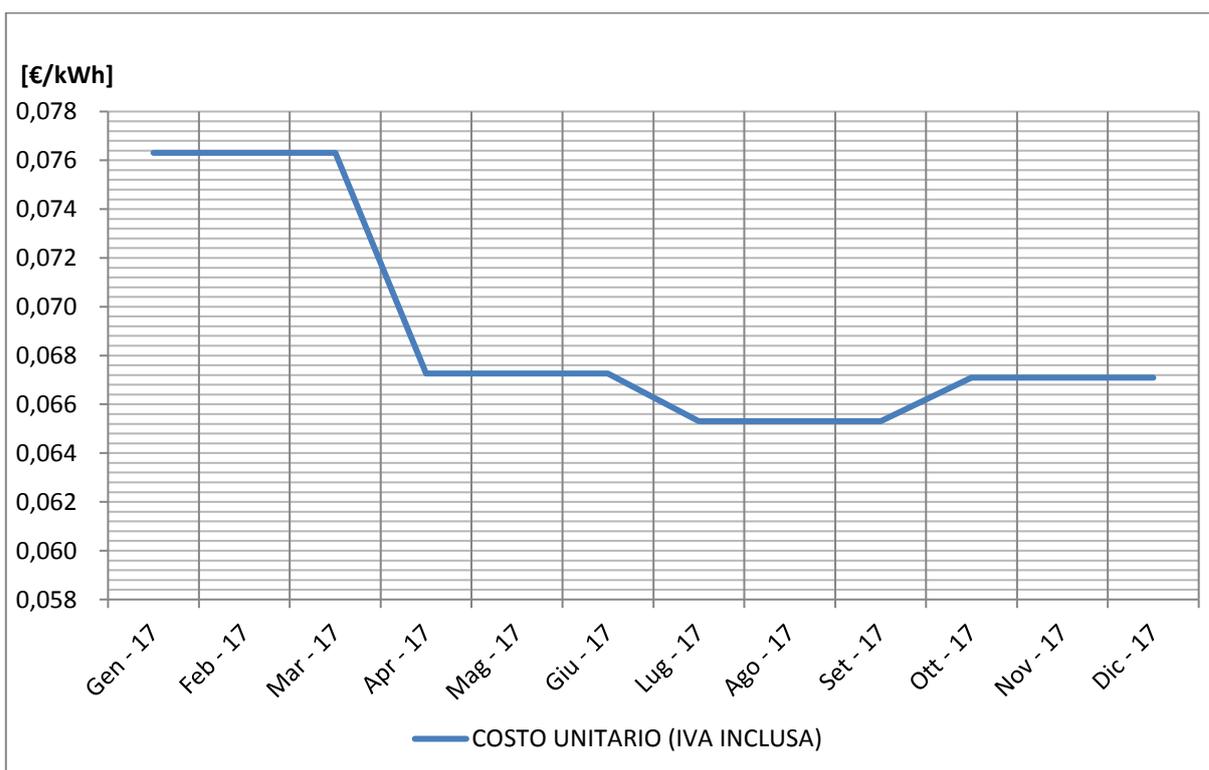
7.1.1 Vettore termico

La fornitura del vettore termico (PDR 3270037083464) 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 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 IT001E04805466, 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.

E1561-Scuola Materna Statale "Il Delfino"

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: IT001E04805466	2014	2015	2016
Indirizzo di fornitura			
Dati di intestazione fattura	Comune di Genova	Comune di Genova	Comune di Genova
Società di fornitura	Edison	Gela	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	95 kW	95 kW	24 kW
Potenza elettrica disponibile	95 kW	95 kW	95 kW
Tipologia di contratto	Forniture in BT (escluso IP)	Utenza Altri Usi	Utenza Altri Usi
Opzione tariffaria ⁽¹⁾	BTA6		
Prezzi del forniture 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: IT001E04805466	QUOTA ENERGIA	ONERI DI SISTEMA	ONERI DI SISTEMA	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURATO	COSTO UNITARIO
		PARTE FISSA	PARTE VARIABILE					
ANNO 2014	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[KWH]	[€/kWh]
Gen - 14	222	14	328	36	60	659	2.895	0,228
Feb - 14	183	12	272	30	50	546	2.377	0,230
Mar - 14	241	16	356	39	65	717	3.153	0,227
Apr - 14	174	13	303	28	52	570	2.265	0,252
Mag - 14	153	11	263	25	45	498	1.974	0,252
Giu - 14	137	10	238	22	41	448	1.782	0,251
Lug - 14		-	-		-	-	887	-
Ago - 14	44	3	73	8	13	141	620	0,227
Set - 14	99	6	145	16	27	293	1.302	0,225
Ott - 14	167	10	226	27	43	473	2.157	0,219
Nov - 14	182	11	256	31	48	528	2.459	0,215
Dic - 14	150	9	215	25	40	439	2.033	0,216

Totale	1.752	116	2.674	288	483	5.312	23.904	0,222
POD: IT001E04805466	QUOTA ENERGIA	ONERI DI SISTEMA PARTE FISSA	ONERI DI SISTEMA PARTE VARIABILE	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURATO	COSTO UNITARIO (IVA INCLUSA)
ANNO 2015	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[KWH]	[€/kWh]
Gen - 15	156	13	217	27	41	455	2.184	0,208
Feb - 15	195	12	187	25	42	460	2.007	0,229
Mar - 15	156	15	234	30	44	479	2.431	0,197
Apr - 15	93	13	201	25	33	366	2.036	0,180
Mag - 15	88	15	239	25	37	404	2.026	0,199
Giu - 15	75	14	214	22	32	357	1.782	0,200
Lug - 15	32	6	97	10	14	159	760	0,209
Ago - 15	18	3	52	5	8	86	409	0,211
Set - 15	52	11	180	18	26	286	1.317	0,217
Ott - 15	80	18	277	29	40	443	2.300	0,193
Nov - 15	78	17	261	28	38	421	2.213	0,190
Dic - 15	123	14	222	23	38	420	1.802	0,233
Totale	1.144	151	2.381	267	394	4.337	21.267	0,204
POD: IT001E04805466	QUOTA ENERGIA	ONERI DI SISTEMA PARTE FISSA	ONERI DI SISTEMA PARTE VARIABILE	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURATO	COSTO UNITARIO (IVA INCLUSA)
ANNO 2016	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[KWH]	[€/kWh]
Gen - 16	122	14	245	26	41	448	2.085	0,215
Feb - 16	92	14	256	26	39	427	2.070	0,207
Mar - 16	84	14	240	26	36	401	2.061	0,194
Apr - 16	78	14	265	26	38	422	2.108	0,200
Mag - 16	82	14	244	25	37	402	1.994	0,201
Giu - 16	81	14	226	23	34	378	1.822	0,208
Lug - 16	49	14	105	12	18	198	962	0,206
Ago - 16	38	14	90	11	15	169	867	0,195
Set - 16	82	14	208	20	32	355	1.571	0,226
Ott - 16	143	14	269	27	45	500	2.185	0,229
Nov - 16	175	14	288	29	51	557	2.350	0,237
Dic - 16	140	14	255	25	44	479	2.003	0,239
Totale	1.166	172	2.692	276	431	4.737	22.078	0,215

E1561-Scuola Materna Statale "Il Delfino"

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

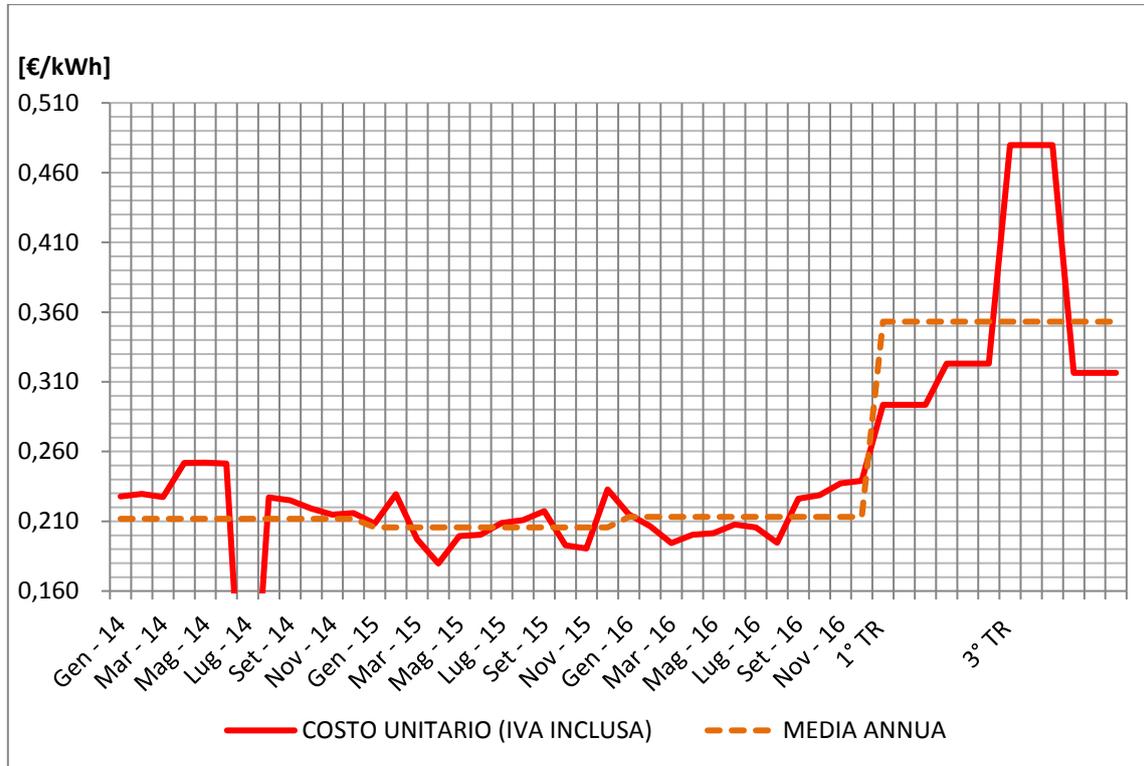
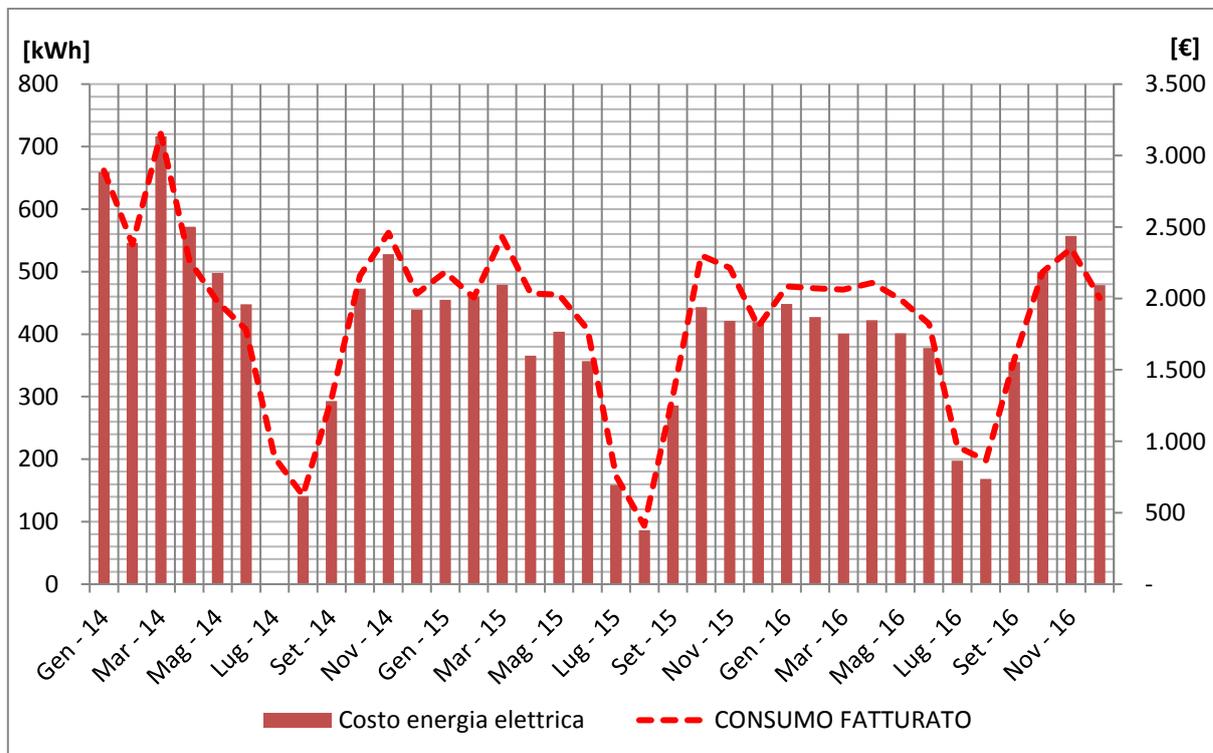


Figura 7.3 – Andamento dei consumi e dei costi dell'energia elettrica



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.

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			VETTORE ELETTRICO			TOTALE
	[kWh]	[€]	[€/kWh]	[kWh]	[€]	[€/kWh]	[€]
2014	74.011	-	-	23.904	5.312	0,222	-
2015	40.670	-	-	21.267	4.337	0,204	-
2016	57.679	-	-	22.078	4.737	0,215	-
2017	-	-	0,072	-	-	0,342	-

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 _{UQ}	0,072 [€/kWh]
Costo unitario dell'energia elettrica	Valore relativo all'ultimo anno a disposizione	C _{UEE}	0,342 [€/kWh]

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

7.3 COSTI DI GESTIONE E MANUTENZIONE DI EDIFICIO ED IMPIANTI

Il contratto di conduzione e manutenzione dell'impianto termico definisce per l'edificio oggetto della DE un canone annuale relativo alla conduzione e gestione dell'impianto termico, comprensiva della manutenzione ordinaria, preventiva, programmata e straordinaria, relativa ai seguenti impianti:

- L1-042-182: 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 € 11.838.

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

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

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

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

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

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

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}	5.738 [€/anno]
Costo per la manutenzione straordinaria	Media relativa a gli stessi anni considerati per il rilevamento dei consumi storici	C_{MS}	1.525 [€/anno]

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

7.4 BASELINE DEI COSTI

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

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

Per la componente energetica vale la seguente formula:

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

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

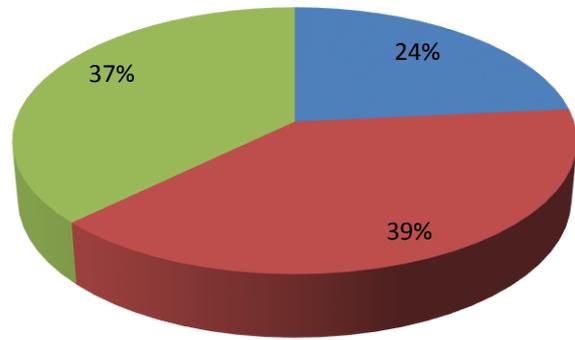
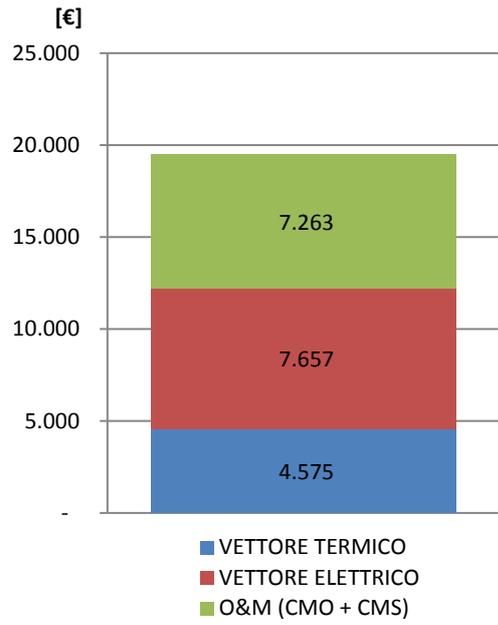
$$C_{baseline} = C_E + C_{MO} + C_{MS}$$

Ne risulta quindi un C_E pari a € 12.210 e un $C_{baseline}$ pari a € 19.473.

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

VETTORE TERMICO			VETTORE ELETTRICO				O&M ($C_{MO} + C_{MS}$)		TOTALE
$Q_{baseline}$	C_{uQ}	C_Q	$EE_{baseline}$	C_{uEE}	C_{EE}	C_M	C_{MO}	C_{MS}	$C_Q + C_{EE} + C_M$
[kWh]	[€/kWh]	[€]	[kWh]	[€/kWh]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]
63.110	0,072	4.575	22.416	0,342	7.657	7.263	5.738	1.525	19.495

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 esterno

Generalità

La misura prevede l'installazione di un cappotto esterno costituito da materiale isolante, nel caso analizzato Silicato di calcio, fissato ai profili della parete esistenti. Il sistema è completato con intonaco di finitura, costituito da due strati applicati direttamente ai pannelli isolanti.

La coibentazione consente di ottimizzare le prestazioni termiche dell'edificio, riducendo le dispersioni energetiche e conseguentemente i consumi, inoltre consente di ottenere importanti benefici dal punto di vista termoigrometrico andando ad abbattere il rischio di condense interstiziali e superficiali.

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 0,045 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 un ponteggio attorno all'area di interesse.

Un collante viene poi applicato ai pannelli e questi vengono fissati alla parete esterna dell'edificio, dal basso verso l'alto, a giunti sfalsati, evitando la presenza di fessure tra i pannelli. In corrispondenza degli spigoli i pannelli devono essere alternati in modo da garantire un assorbimento delle tensioni.

Si procede successivamente con la rasatura sui pannelli mediante spatole metalliche, applicando in seguito la rete di armatura.

Infine si procede stendendo lo strato di finitura.

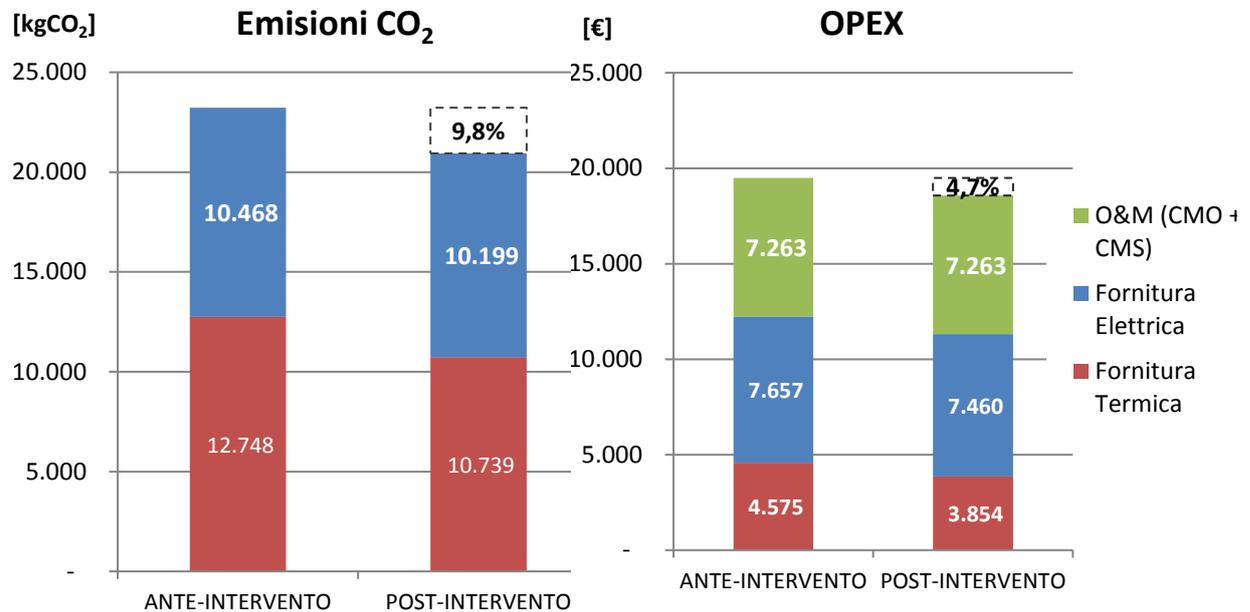
Prestazioni raggiungibili

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 esterno

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]	63.183	53.226	15,8%
EE _{teorico}	[kWh]	21.762	21.201	2,6%
Q _{baseline}	[kWh]	63.110	53.165	15,8%
EE _{Baseline}	[kWh]	22.416	21.839	2,6%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	12.748	10.739	15,8%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	10.468	10.199	2,6%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	23.217	20.938	9,8%
Fornitura Termica, C _Q	[€]	4.575	3.854	15,8%
Fornitura Elettrica, C _{EE}	[€]	7.657	7.460	2,6%
Fornitura Energia, C_E	[€]	12.232	11.314	7,5%
C _{MO}	[€]	5.738	5.738	0,0%

C_{MS}	[€]	1.525	1.525	0,0%
O&M ($C_{MO} + C_{MS}$)	[€]	7.263	7.263	0,0%
OPEX	[€]	19.495	18.577	4,7%
Classe energetica	[-]	E	E	+0 classi

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


EEM2: Isolamento copertura

Generalità

La misura prevede la realizzazione di un tetto rovescio, con l'installazione di pannelli isolanti all'estradosso della copertura, nel caso analizzato polistirene estruso XPS, fissato e tassellato alla copertura esistente. Il sistema è completato con quadrotte in graniglia.

L'isolamento della copertura 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 pannelli in XPS con conducibilità PARI A 0,038 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.

I lavori prevedono l'installazione di un ponteggio attorno all'area di interesse.

Un collante viene applicato ai pannelli e questi vengono fissati all'interno della copertura, evitando la presenza di fessure tra i pannelli. Fissati i pannelli si procede stendendo l'intonaco di finitura.

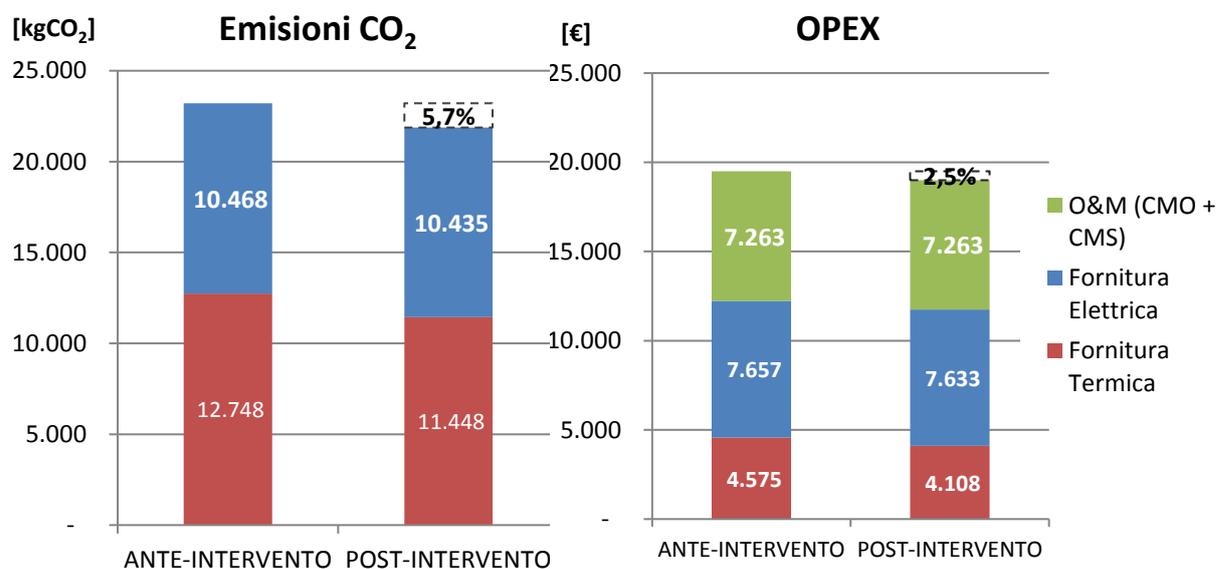
Prestazioni raggiungibili

I miglioramenti ottenibili tramite l'attuazione della EEM2 sono riportati nella Tabella 8.2 e nella Figura 8.2.

Tabella 8.2 – Risultati analisi EEM2 – Isolamento copertura

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]	63.183	56.739	10,2%
EE _{teorico}	[kWh]	21.762	21.692	0,3%
Q _{baseline}	[kWh]	63.110	56.674	10,2%
EE _{baseline}	[kWh]	22.416	22.344	0,3%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	12.748	11.448	10,2%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	10.468	10.435	0,3%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	23.217	21.883	5,7%
Fornitura Termica, C _Q	[€]	4.575	4.108	10,2%
Fornitura Elettrica, C _{EE}	[€]	7.657	7.633	0,3%
Fornitura Energia, C_E	[€]	12.232	11.741	4,0%
C _{MO}	[€]	5.738	5.738	0,0%
C _{MS}	[€]	1.525	1.525	0,0%
O&M (C _{MO} + C _{MS})	[€]	7.263	7.263	0,0%
OPEX	[€]	19.495	19.004	2,5%
Classe energetica	[-]	E	E	+0 classi

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 misura prevede la sostituzione degli infissi esistenti con nuovi serramenti aventi telaio in PVC e vetri doppi.

La sostituzione delle finestre consente di ottimizzare enormemente 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.

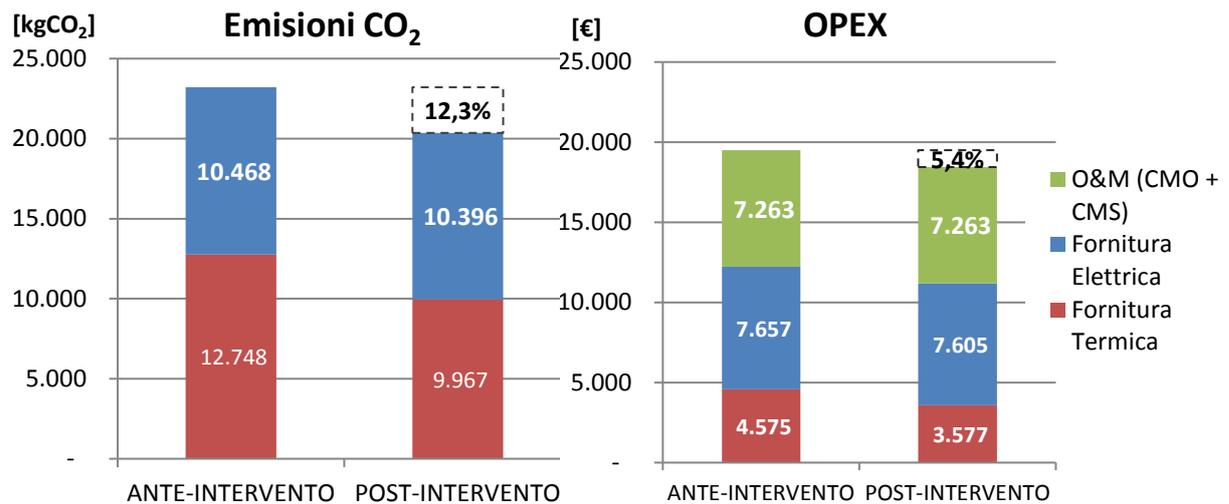
Prestazioni raggiungibili

I miglioramenti ottenibili tramite l'attuazione della EEM3 sono riportati nella Tabella 8.23 e nella Figura 8.23.

Tabella 8.3 – Risultati analisi EEM3 – Sostituzione infissi

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
Trasmittanza copertura piana	[W/m ² K]	Vedi Allegato E	<1,67	-
Q _{teorico}	[kWh]	63.183	49.400	21,8%
EE _{teorico}	[kWh]	21.762	21.613	0,7%
Q _{baseline}	[kWh]	63.110	49.344	21,8%
EE _{baseline}	[kWh]	22.416	22.262	0,7%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	12.748	9.967	21,8%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	10.468	10.396	0,7%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	23.217	20.364	12,3%
Fornitura Termica, C _Q	[€]	4.575	3.577	21,8%
Fornitura Elettrica, C _{EE}	[€]	7.657	7.605	0,7%
Fornitura Energia, C_E	[€]	12.232	11.182	8,6%
C _{MO}	[€]	5.738	5.738	0,0%
C _{MS}	[€]	1.525	1.525	0,0%
O&M (C _{MO} + C _{MS})	[€]	7.263	7.263	0,0%
OPEX	[€]	19.495	18.445	5,4%
Classe energetica	[-]	E	D	+1 classe

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 con un sensibile aumento. 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).

Descrizione dei lavori

La posa deve essere svolta da addetti specializzati.

Un collante viene applicato ai pannelli e questi vengono fissati all'interno della copertura, evitando la presenza di fessure tra i pannelli. Fissati i pannelli si procede stendendo l'intonaco di finitura.

Prestazioni raggiungibili

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

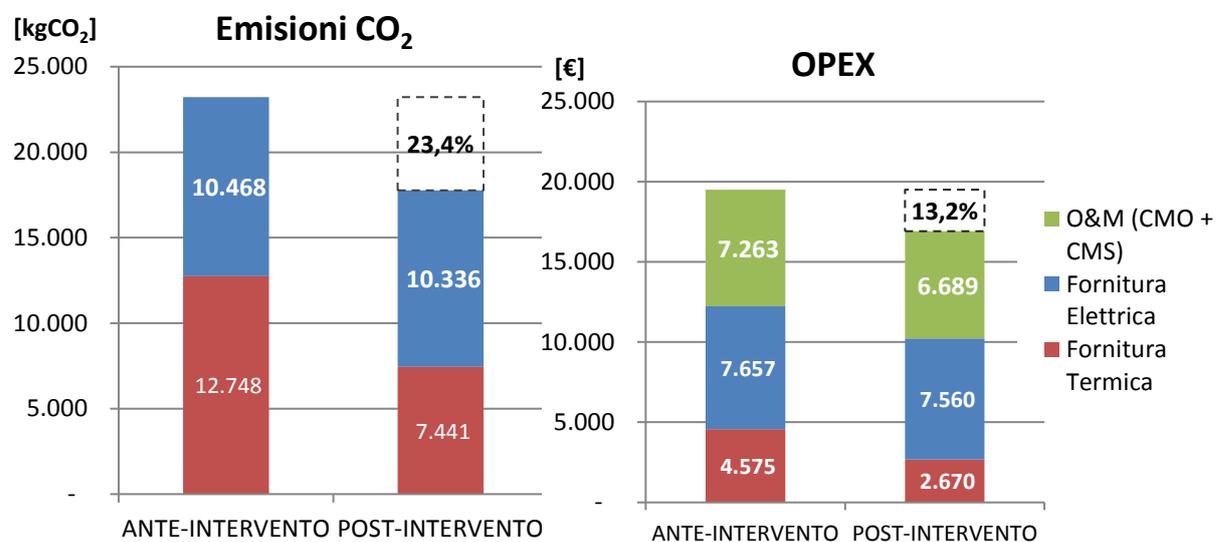
Tabella 8.4 – Risultati analisi EEM4 – Installazione valvole termostatiche

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
Q _{teorico}	[kWh]	63.183	36.880	41,6%
EE _{teorico}	[kWh]	21.762	21.487	1,3%
Q _{baseline}	[kWh]	63.110	36.838	41,6%
EE _{baseline}	[kWh]	22.416	22.133	1,3%
Emiss. CO ₂ Termico	[kgCO ₂]	12.748	7.441	41,6%

E1561-Scuola Materna Statale "Il Delfino"

Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	10.468	10.336	1,3%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	23.217	17.777	23,4%
Fornitura Termica, C _Q	[€]	4.575	2.670	41,6%
Fornitura Elettrica, C _{EE}	[€]	7.657	7.560	1,3%
Fornitura Energia, C_E	[€]	12.232	10.231	16,4%
C _{MO}	[€]	5.738	5.164	10,0%
C _{MS}	[€]	1.525	1.525	0,0%
O&M (C _{MO} + C _{MS})	[€]	7.263	6.689	7,9%
OPEX	[€]	19.495	16.920	13,2%
Classe energetica	[-]	E	D	+1 classe

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 96,7%.

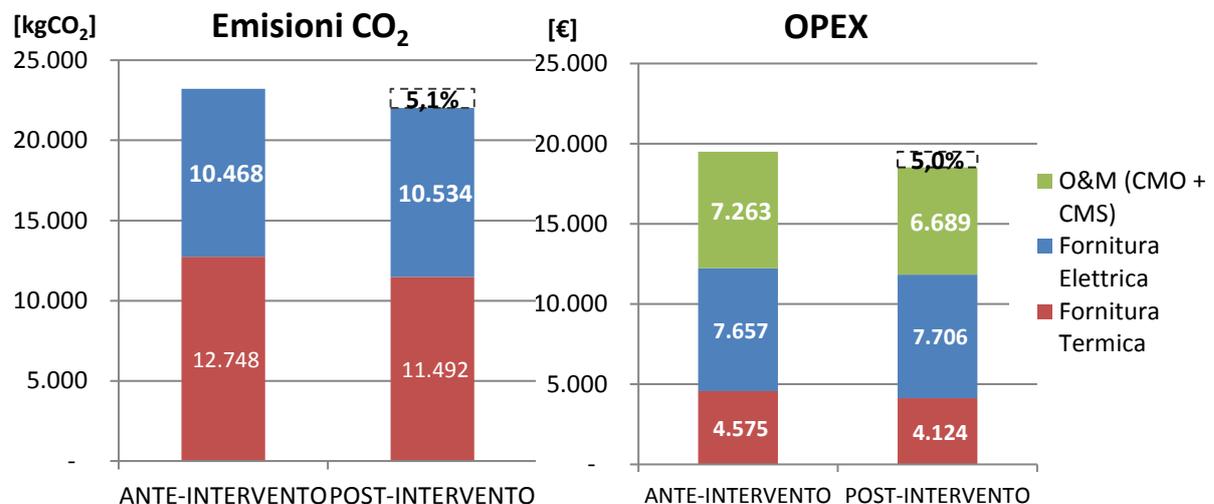
Prestazioni raggiungibili

I miglioramenti ottenibili tramite l'attuazione della EEM5 sono riportati nella Tabella 8.5 e nella Figura 8.5.

Tabella 8.5 – Risultati analisi EEM5 – Installazione caldaia a condensazione

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
EEM5 Rendimento generazione	[%]	87,5	96,7	-7,1%
Q _{teorico}	[kWh]	63.183	56.957	9,9%
EE _{teorico}	[kWh]	21.762	21.899	-0,6%
Q _{baseline}	[kWh]	63.110	56.892	9,9%
EE _{baseline}	[kWh]	22.416	22.557	-0,6%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	12.748	11.492	9,9%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	10.468	10.534	-0,6%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	23.217	22.026	5,1%
Fornitura Termica, C _Q	[€]	4.575	4.124	9,9%
Fornitura Elettrica, C _{EE}	[€]	7.657	7.706	-0,6%
Fornitura Energia, C_E	[€]	12.232	11.830	3,3%
C _{MO}	[€]	5.738	5.164	10,0%
C _{MS}	[€]	1.525	1.525	0,0%
O&M (C _{MO} + C _{MS})	[€]	7.263	6.689	7,9%
OPEX	[€]	19.495	18.519	5,0%
Classe energetica	[-]	E	E	+0 classi

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;

E1561-Scuola Materna Statale "Il Delfino"

- 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.

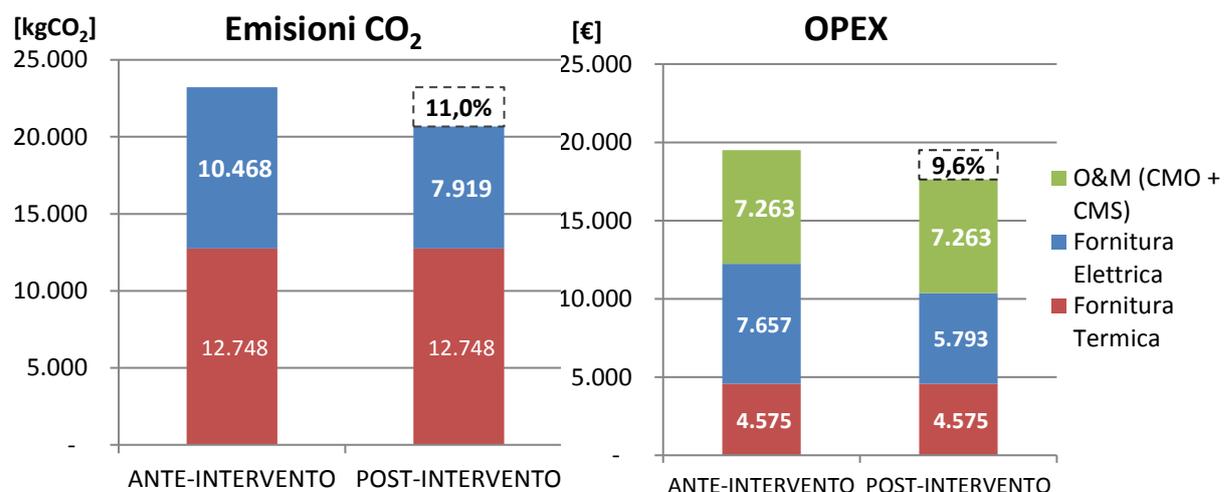
Prestazioni raggiungibili

I miglioramenti ottenibili tramite l'attuazione della EEM6 sono riportati nella Tabella 8.6 e nella Figura 8.6.

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]	7.300	3.277	55,1%
Q _{teorico}	[kWh]	63.183	63.183	0,0%
EE _{teorico}	[kWh]	21.762	16.463	24,3%
Q _{baseline}	[kWh]	63.110	63.110	0,0%
EE _{Baseline}	[kWh]	22.416	16.958	24,3%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	12.748	12.748	0,0%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	10.468	7.919	24,3%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	23.217	20.668	11,0%
Fornitura Termica, C _Q	[€]	4.575	4.575	0,0%
Fornitura Elettrica, C _{EE}	[€]	7.657	5.793	24,3%
Fornitura Energia, C_E	[€]	12.232	10.368	15,2%
C _{MO}	[€]	5.738	5.738	0,0%
C _{MS}	[€]	1.525	1.525	0,0%
O&M (C _{MO} + C _{MS})	[€]	7.263	7.263	0,0%
OPEX	[€]	19.495	17.631	9,6%
Classe energetica	[-]	E	E	+0 classi

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



Acqua calda sanitaria

Non è stato previsto nessun intervento sulla sostituzione dei generatori di ACS in quanto il consumo di acqua calda sanitaria è relativamente ridotto data la destinazione d'uso dell'edificio.

9 VALUTAZIONE ECONOMICO-FINANZIARIA

9.1 ANALISI DEI COSTI DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI CONSIDERATI FATTIBILI

EEM1: Isolamento pareti verticali con cappotto esterno

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'esterno, 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 esterno

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	3.832	m2cm	€ 3,49	€ 3,17	€ 12.157,87	22%	€ 14.832,60
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	308	kg	€ 0,82	€ 0,75	€ 229,41	22%	€ 279,88
Collante cementizio per murature in cemento cellulare espanso.	Prezzario Regione Liguria	153,875	kg	€ 0,49	€ 0,45	€ 68,54	22%	€ 83,62
Ponteggiature "di facciata", in elementi metallici prefabbricati e/o "giunto-tubo", compreso il montaggio e lo smontaggio finale, i piani di lavoro, idonea segnaletica, impianto di messa a terra, compresi gli eventuali oneri di progettazione, escluso: mantovane, illuminazione notturna e reti di protezione - Montaggio, smontaggio e noleggio per il primo mese di utilizzo.	Prezzario Regione Liguria	307,75	m2	€ 14,28	€ 12,98	€ 3.995,15	22%	€ 4.874,09
Scrostamento intonaco fino al vivo della muratura, esterno, su muratura di mattoni o calcestruzzo	Prezzario Regione Liguria	307,75	m2	€ 7,26	€ 6,60	€ 2.031,15	22%	€ 2.478,00
Intonaco esterno in malta a base di calce idraulica strato aggrappante a base di calce idraulica naturale NHL 3,5 (EN459-1) e sabbie calcaree classificate, spessore 5 mm circa.	Prezzario Regione Liguria	307,75	m2	€ 4,81	€ 4,37	€ 1.345,71	22%	€ 1.641,76
Rasatura armata con malta preconfezionata a base minerale eseguita a due riprese fresco su fresco rifinita a frattazzo, con interposta rete in fibra di vetro o in poliestere compresa pulizia e preparazione del supporto con una mano di apposito primer. per rivestimento di intere campiture con rete in fibra di vetro 4x4 da 150 gr/mq , spessore totale circa mm 4.	Prezzario Regione Liguria	307,75	m2	€ 23,79	€ 21,63	€ 6.655,79	22%	€ 8.120,07
Costi per la sicurezza	-	3%	%			€ 794,51	22%	€ 969,30
Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%			€ 1.853,85	22%	€ 2.261,70

TOTALE (I ₀ - EEM1)		€	22%	€
		29.132		35.541
Incentivi	[Conto termico]			€ 12.310
Durata incentivi				1

EEM2: Isolamento esterno della copertura

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 200 €/mq per l'isolamento dall'esterno della copertura 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 9.2 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 200 €/mq per l'isolamento dall'esterno della copertura 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 9.2 – Analisi dei costi della EEM2 - Copertura

DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO PREZZARIO	PREZZO UNITARIO O SCONTO	TOTALE (IVA ESCLUSA)	IVA	TOTALE (IVA INCLUSA)
				[€/n° o €/m ₂]	[€/n° o €/m ₂]	[€]	[%]	[€]
Preparazione copertura	Prezziario Regione Liguria	217,96	m2	€ 6,88	€ 6,25	€ 1.363,24	22%	€ 1.663,15
Fornitura materiale impermeabilizzante	Prezziario Regione Liguria	217,96	m2	€ 5,11	€ 4,65	€ 1.012,52	22%	€ 1.235,28
Posa in opera materiale impermeabilizzante	Prezziario Regione Liguria	217,96	m2	€ 11,81	€ 10,74	€ 2.340,10	22%	€ 2.854,92
Fornitura materiale isolante (XPS 0.038 W/mK - spessore 2-3-4-5-6)	Prezziario Regione Liguria	217,96	m2	€ 15,00	€ 13,64	€ 2.972,18	22%	€ 3.626,06
Posa in opera materiale isolante	Prezziario Regione Liguria	217,96	m2	€ 6,68	€ 6,07	€ 1.323,61	22%	€ 1.614,81
Fornitura tessuto non tessuto	Prezziario Regione Liguria	217,96	m2	€ 2,44	€ 2,22	€ 483,47	22%	€ 589,84
Posa in opera tessuto non tessuto	Prezziario Regione Liguria	217,96	m2	€ 4,98	€ 4,53	€ 986,76	22%	€ 1.203,85
Fornitura piastrelle cemento	Prezziario Regione Liguria	217,96	m2	€ 12,40	€ 11,27	€ 2.457,00	22%	€ 2.997,54

E1561-Scuola Materna Statale "Il Delfino"

Ponteggiature "di facciata", in elementi metallici prefabbricati e/o "giunto-tubo", compreso il montaggio e lo smontaggio finale, i piani di lavoro, idonea segnaletica, impianto di messa a terra, compresi gli eventuali oneri di progettazione, escluso: mantovane, illuminazione notturna e reti di protezione - Montaggio, smontaggio e noleggio per il primo mese di utilizzo.	Prezzario Regione Liguria	353,508	m2	€ 14,28	€ 12,98	€ 4.589,18	22%	€ 5.598,80
Noleggio del ponteggio dopo il primo mese	Prezzario Regione Liguria	0	mese	€ 1,32	€ 1,20	€ -	22%	€ -
Costi per la sicurezza	-	3%	%			€ 525,84224	22%	€ 641,53
Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%			€ 1226,9652	22%	€ 1.496,90
TOTALE (I₀ – EEM2)						€ 19.281	22%	€ 23.523
Incentivi	[Conto termico]							€ 9.409,07
Durata incentivi								1

EEM3: Sostituzione degli infissi

Nella 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 UNITARIO		TOTALE	IVA	TOTALE
				PREZZARIO	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)	Prezzario Regione Liguria	151,5	m2	€ 39,61	€ 36,01	€ 5.455,38	22%	€ 6.655,56
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	Prezzario Regione Liguria	151,5	m2	€ 328,90	€ 299,00	€ 45.298,50	22%	€ 55.264,17
Controtelaio per finestre, portefinestre e simili, in legno.	Prezzario Regione Liguria	49,23413	m	€ 7,59	€ 6,90	€ 339,72	22%	€ 414,45
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	Prezzario Regione Liguria	22,725	m3	€ 11,77	€ 10,70	€ 243,16	22%	€ 296,65
Costi per la sicurezza	-	3%	%			€ 1.540,10	22%	€ 1.878,93
Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%			€ 3.593,57	22%	€ 4.384,16
TOTALE (I₀ – EEM3)						€ 56.470	22%	€ 68.894

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	Prezzario Regione Liguria	46	cad	€ 35,42	€ 32,20	€ 1.481,20	22%	€ 1.807,06
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 32, PN6-10, prevalenza da 1 a 11 m, portata da 1 a 7 m ³ /h	Prezzario Regione Liguria	1	cad	€ 1.764,68	€ 1.604,25	€ 1.604,25	22%	€ 1.957,19
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: fino a 40 mm	Prezzario Regione Liguria	1	cad	€ 43,05	€ 39,14	€ 39,14	22%	€ 47,75
Interruttore automatico magnetotermico con potere di interruzione 4,5KA bipolare fino a 32 A - 230 V	Prezzario Regione Liguria	1	cad	€ 22,69	€ 20,63	€ 20,63	22%	€ 25,17
Impianti Elettrici Idraulici Riscaldamento Installatore 4° cat. ex operaio specializzato	Prezzario Regione Liguria	18	h	€ 31,88	€ 28,98	€ 531,33	22%	€ 648,23
Costi per la sicurezza	-	3%	%			€ 110,30	22%	€ 134,56
Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%			€ 257,36	22%	€ 313,98
TOTALE (I₀ – EEM4)						€ 4.044	22%	€ 4.934

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.

E1561-Scuola Materna Statale "Il Delfino"

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	FORTE 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]	[€]	[%]	[€]
Caldaie a condensazione a basamento, corpo in lega di alluminio-silicio-magnesio con scambiatore primario a basso contenuto d'acqua, classe 5 NOx, rendimento energetico a 4 stelle in base alle direttive europee, bruciatore modulante con testata metallica ad irraggiamento, compreso il pannello di comando montato sul mantello di rivestimento, della potenza termica nominale di: 113 Kw circa	Prezzario Regione Liguria	1	cad	€ 7.969,50	€ 7.245,00	€ 7.245,00	22%	€ 8.838,90
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 100 mm	Prezzario Regione Liguria	1	cad	€ 146,74	€ 133,40	€ 133,40	22%	€ 162,75
Accessori per caldaie a condensazione: Tubi Ø 80mm della lunghezza 1 m	Prezzario Regione Liguria	10	cad	€ 21,13	€ 19,21	€ 192,09	22%	€ 234,35
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 > 35 e Pn <= 70	Prezzario CCAA RE	1	cad	€ 1.001,52	€ 910,47	€ 910,47	22%	€ 1.110,78
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	16	h	€ 34,41	€ 31,28	€ 500,51	22%	€ 610,62
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

E1561-Scuola Materna Statale "Il Delfino"

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	60	m ³ km	€ 4,72	€ 4,29	€ 257,45	22%	€ 314,09
Costi per la sicurezza	-	3%	%			€ 322,91	22%	€ 393,95
Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%			€ 753,45	22%	€ 919,21
TOTALE (I₀ – EEM5)						€ 11.840	22%	€ 14.445
Incentivi	[Conto termico]							€ 4.160
Durata incentivi								1

EEM6: Lampade LED

Nella Tabella 9.6 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 UNITARIO PREZZARIO	PREZZO UNITARIO SCONTATO	TOTALE (IVA ESCLUSA)	IVA	TOTALE (IVA INCLUSA)
				[€/n° o €/m ²]	[€/n° o €/m ²]	[€]	[%]	[€]
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	2	cad	€ 156,66	€ 142,42	€ 284,84	22%	€ 347,50
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	3	cad	€ 98,61	€ 89,65	€ 268,94	22%	€ 328,10
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	51	cad	€ 185,06	€ 168,24	€ 8.580,05	22%	€ 10.467,67

E1561-Scuola Materna Statale "Il Delfino"

Lampada a led, alimentazione 230 V c.a.: tubolari T8, attacco G13, fascio luminoso 270°: potenza 25 W, temperatura di colore 4000 K o 6500 K, 2.200 lm, lunghezza 1.500 mm	11	cad	€ 20,15	€ 18,32	€ 201,50	22%	€ 245,83
Costi per la sicurezza	-	3%	%		€ 280,06	22%	€ 341,67
Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%		€ 653,47	22%	€ 797,24
TOTALE (I₀ – EEM6)					€ 10.269	22%	€ 12.528
Incentivi		[Conto termico]					€ 5.011,20
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, I_0 , e il TRS.

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

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

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

EEM1: Isolamento pareti verticali con cappotto esterno

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

Tabella 9.7 – Risultati dell'analisi di convenienza della EEM1– Isolamento pareti verticali con cappotto esterno

PARAMETRO FINANZIARIO	U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	I_0	€ 35.541
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 12.310

E1561-Scuola Materna Statale "Il Delfino"

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	33,6	20,9
Tempo di rientro attualizzato	TRA	52,8	33,6
Valore attuale netto	VAN	- 15.798	- 3.962
Tasso interno di rendimento	TIR	-0,8%	2,4%
Indice di profitto	IP	-0,44	-0,11

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

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

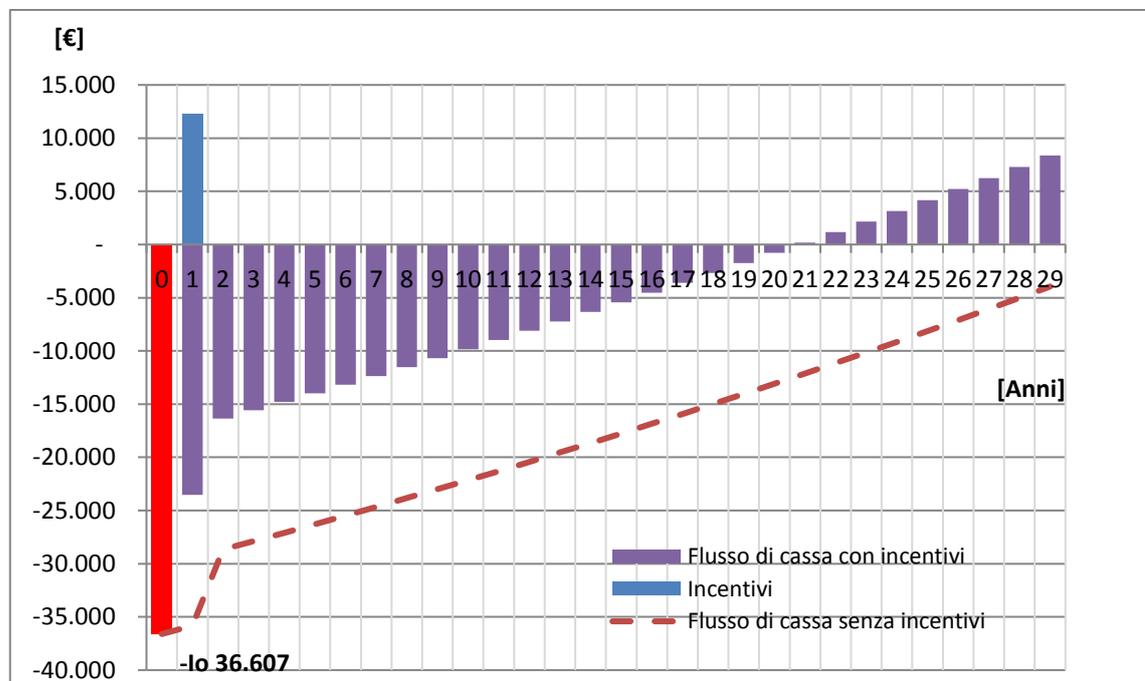
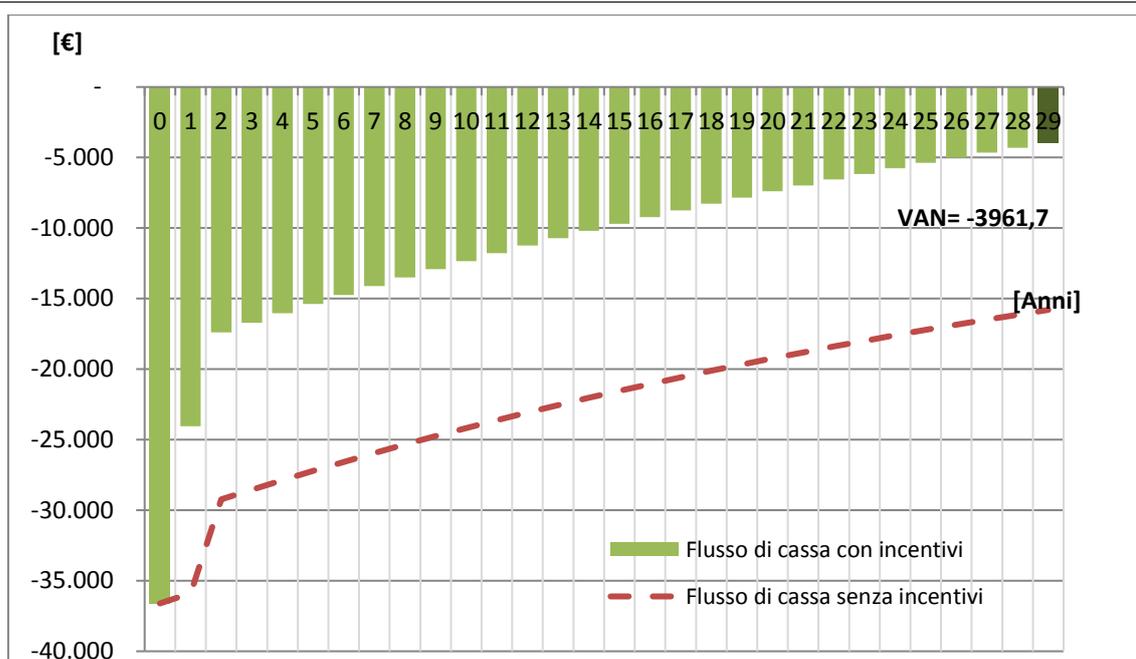


Figura 9.2 – EEM1: Flussi di Cassa Attualizzati, con e senza incentivi



Dall'analisi effettuata è emerso che l'intervento singolo risulta essere economicamente conveniente solo nel caso in cui vi siano incentivi da Conto termico.

EEM2: Isolamento esterno della copertura

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

Tabella 9.8 – Risultati dell'analisi di convenienza della EEM2– Isolamento esterno della copertura

PARAMETRO FINANZIARIO	U.M.	VALORE	
Investimento Iniziale	I_0	€ 23.523	
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 9.409	
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	39,8	22,9
Tempo di rientro attualizzato	TRA	61,2	34,7
Valore attuale netto	VAN	- 12.344	- 3.297
Tasso interno di rendimento	TIR	-2,1%	1,7%
Indice di profitto	IP	-0,52	-0,14

I flussi di cassa rappresentativi dell'analisi sono riportati nelle **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**3 e **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**.

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

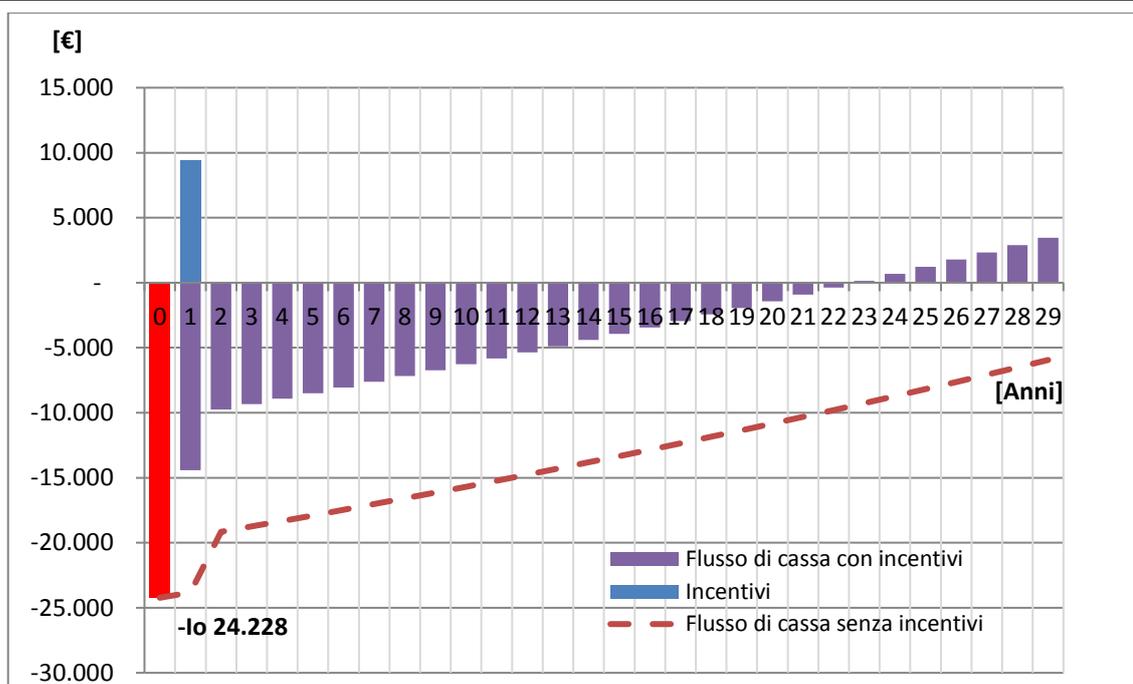
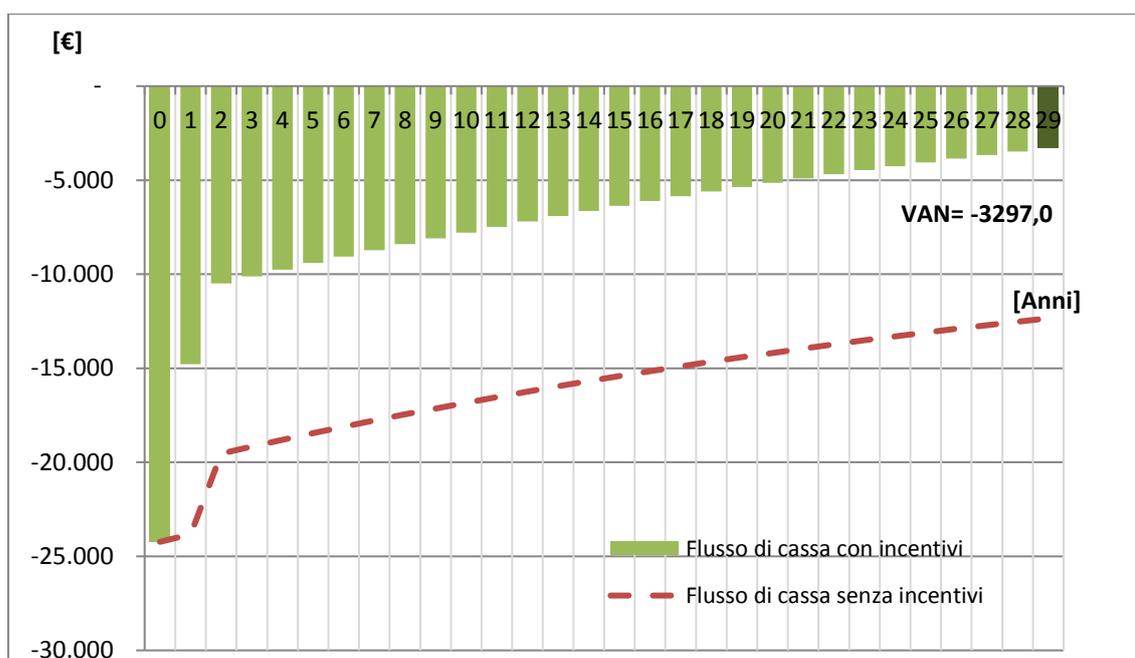


Figura 9.4 – EEM2: Flussi di Cassa Attualizzati, con e senza incentivi



Dall'analisi effettuata è emerso che l'intervento singolo non risulta essere economicamente conveniente, anche nel caso in cui vi siano 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 9.9 – Risultati dell'analisi di convenienza della EEM3– Sostituzione degli infissi

PARAMETRO FINANZIARIO	U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	I ₀	€ 68.894
Oneri Finanziari %I ₀	OF	3,0%
Aliquota IVA	%IVA	22,0%

E1561-Scuola Materna Statale "Il Delfino"

Anno recupero erariale IVA	n _{IVA}	anni	3
Vita utile	n	anni	30
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	50,1	50,1
Tempo di rientro attualizzato	TRA	74,7	74,7
Valore attuale netto	VAN	- 42.447	- 42.447
Tasso interno di rendimento	TIR	-3,7%	-3,7%
Indice di profitto	IP	-0,62	-0,62

I flussi di cassa rappresentativi dell'analisi sono riportati nelle **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.5** e **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.6**.

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

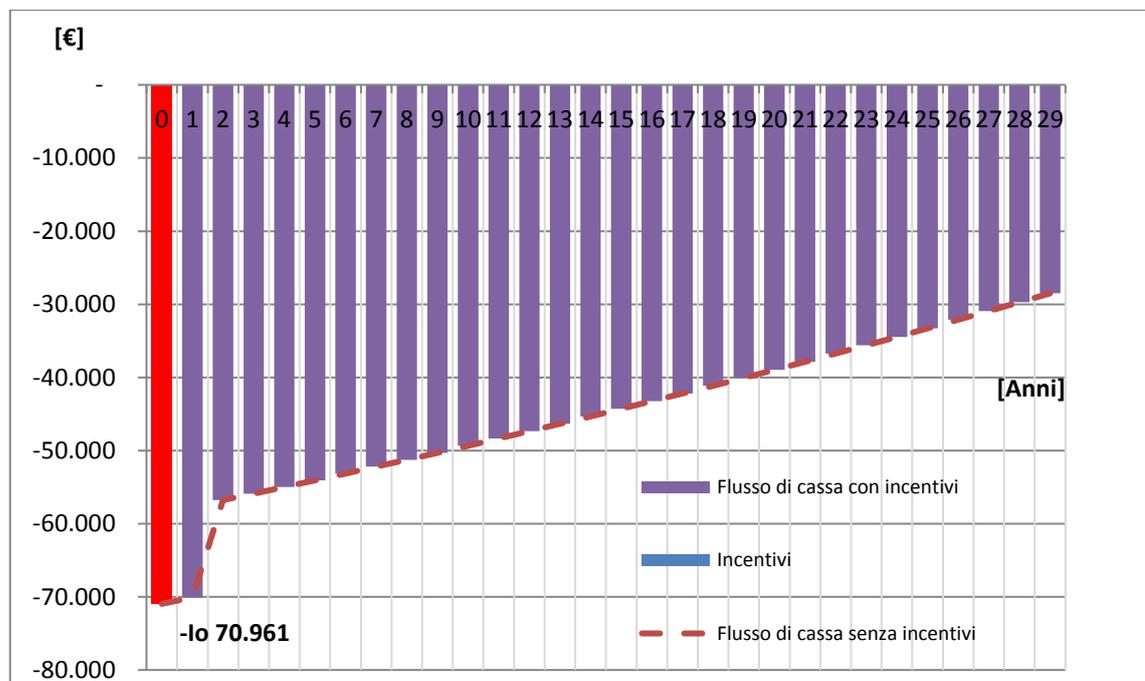
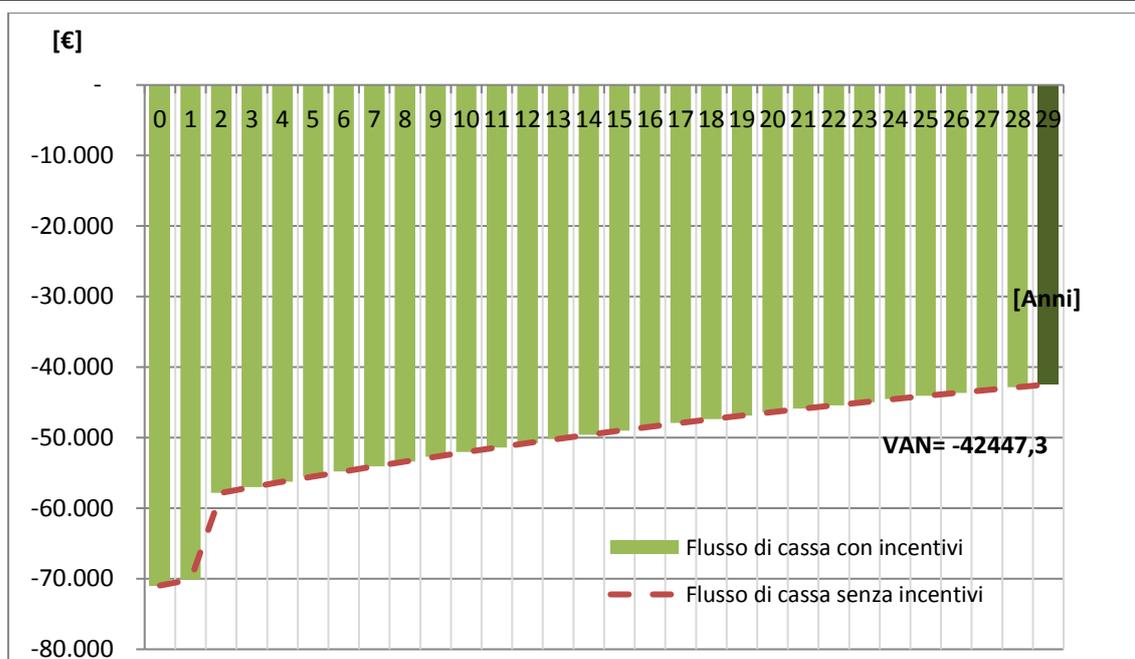


Figura 9.6 – EEM3: Flussi di Cassa Attualizzati, con e senza incentivi



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 9.10 – Risultati dell'analisi di convenienza della EEM4

PARAMETRO FINANZIARIO	U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	I_0	€ 4.934
Oneri Finanziari % I_0	OF	3,0%
Aliquota IVA	%IVA	22,0%
Anno recupero erariale IVA	n_{IVA}	3 anni
Vita utile	n	15 anni
Incentivo annuo	B	€/anno -
Durata incentivo	n_B	1 anni
Tasso di attualizzazione	i	3,5%
INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS	2,0
Tempo di rientro attualizzato	TRA	2,2
Valore attuale netto	VAN	19.717
Tasso interno di rendimento	TIR	46,5%
Indice di profitto	IP	4,00
		VALORE CON INCENTIVI
		19.717
		46,5%
		4,00

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

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

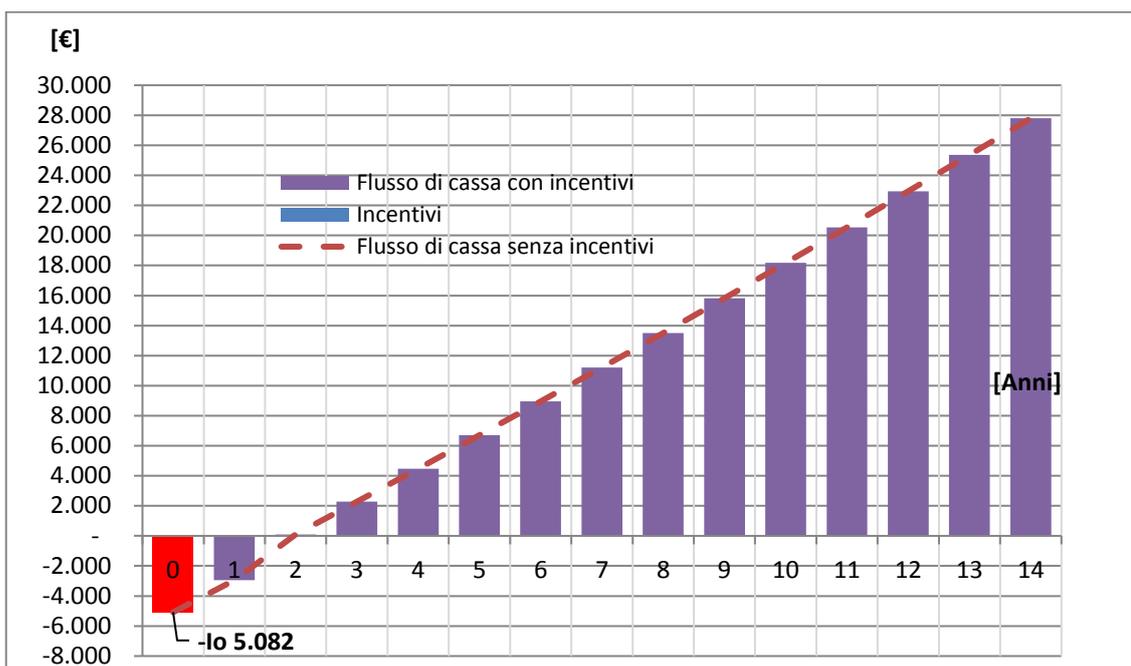
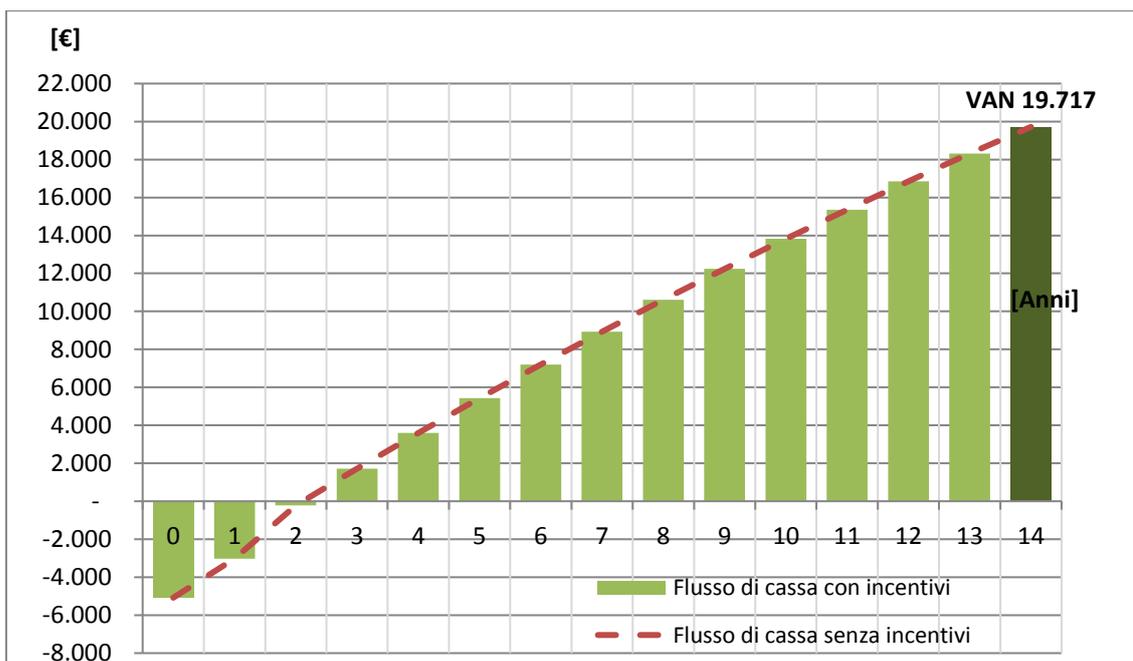


Figura 9.8 – EEM4: Flussi di Cassa Attualizzati, con e senza incentivi



Dall'analisi effettuata è emerso che l'intervento singolo risulta essere economicamente conveniente e con un tempo di ritorno semplice di soli due anni.

EEM5: Installazione caldaia a condensazione

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

Tabella 9.11 – Risultati dell'analisi di convenienza della EEM5

PARAMETRO FINANZIARIO	U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	Io	€ 14.445

E1561-Scuola Materna Statale "Il Delfino"

Oneri Finanziari % _{lo}	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	4.160
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	15,4	9,8
Tempo di rientro attualizzato	TRA	19,7	13,6
Valore attuale netto	VAN	-	461
Tasso interno di rendimento	TIR	-0,4%	4,7%
Indice di profitto	IP	-0,25	0,03

I flussi di cassa rappresentativi dell'analisi sono riportati nelle **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.9** e **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata..**

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

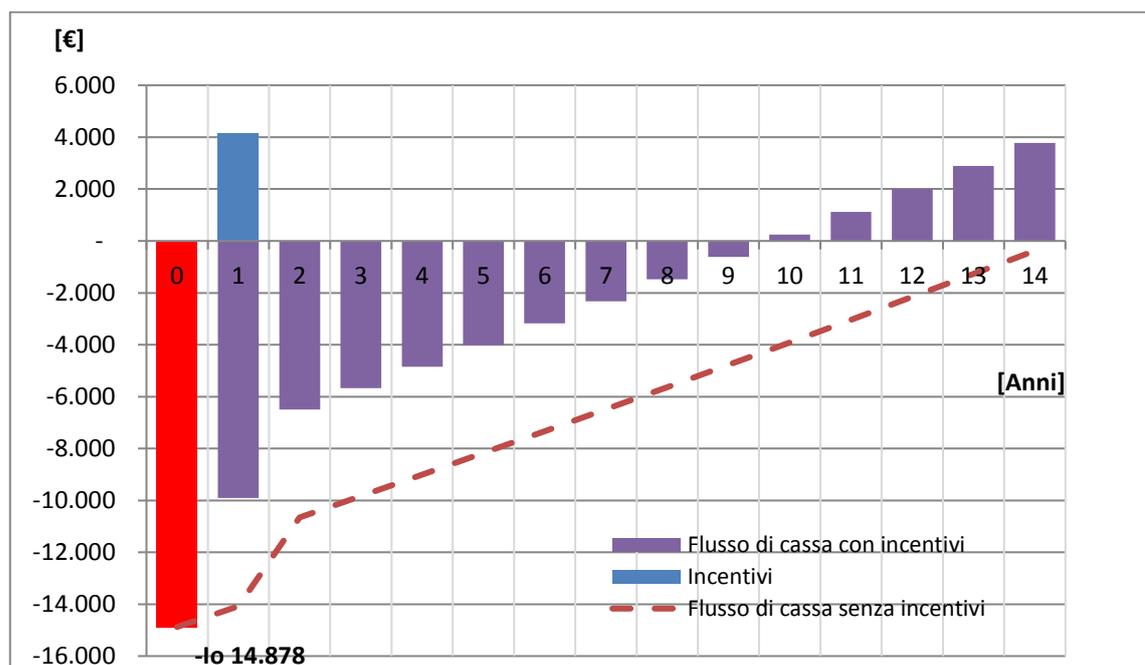
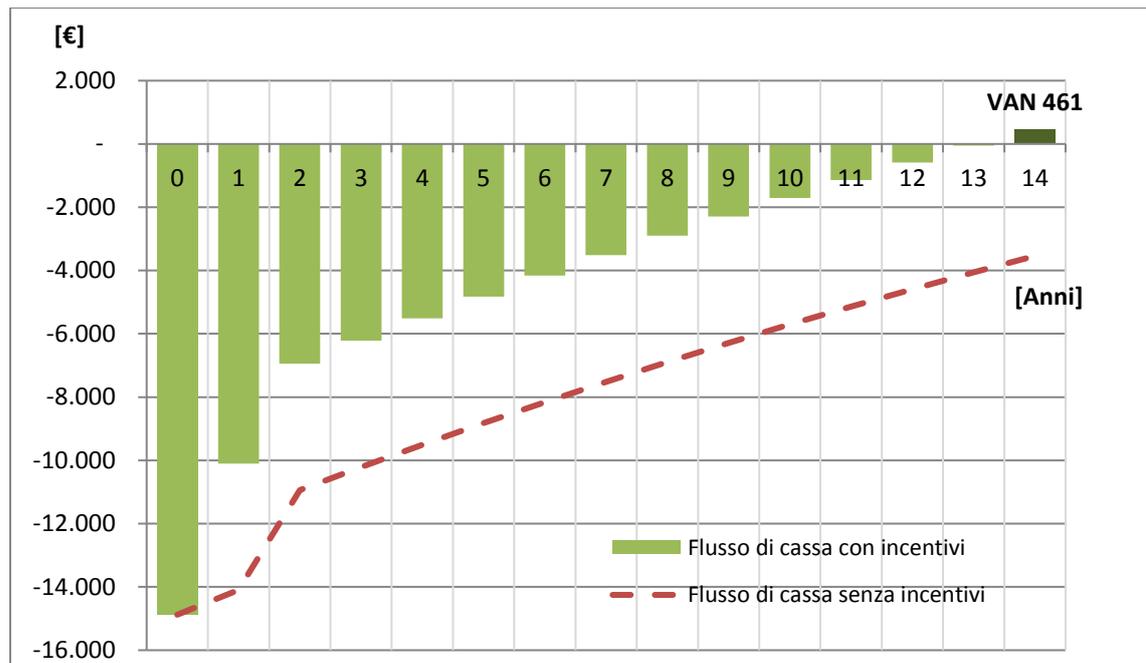


Figura 9.10 – EEM5: Flussi di Cassa Attualizzati, con e senza incentivi



Dall'analisi effettuata è emerso che l'intervento singolo risulta essere economicamente conveniente solo nel caso in cui vi siano incentivi da Conto termico.

EEM6: Lampade LED

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

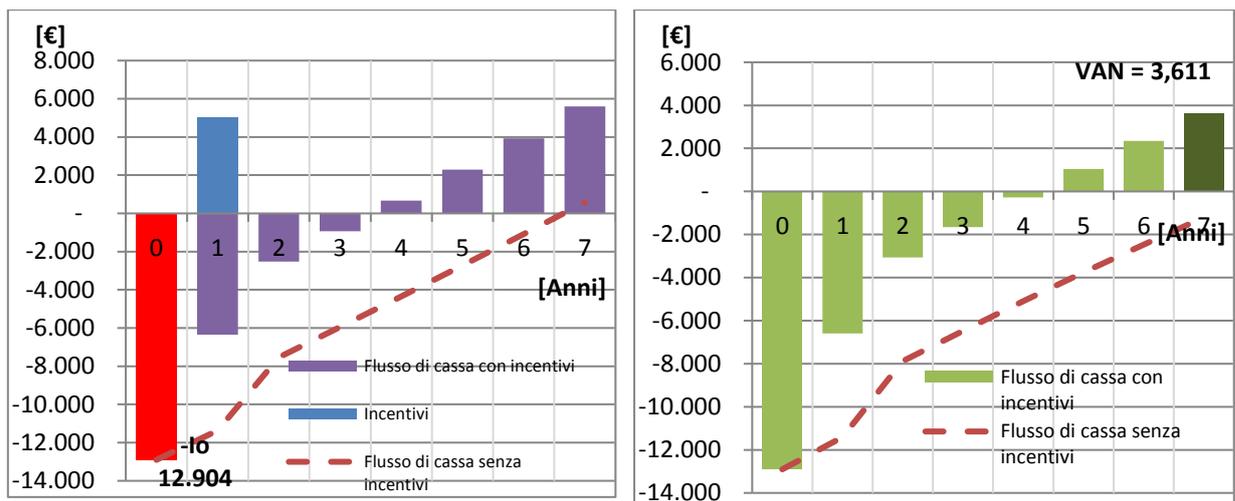
Tabella 9.13 – Risultati dell'analisi di convenienza della EEM6

PARAMETRO FINANZIARIO		U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	I_0	€	12.528
Oneri Finanziari % I_0	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	5.011
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	6,7	3,8
Tempo di rientro attualizzato	TRA	8,8	4,6
Valore attuale netto	VAN	- 1.208	3.611
Tasso interno di rendimento	TIR	1,2%	14,2%
Indice di profitto	IP	-0,10	0,29

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

Figura 9.11 –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 l'intervento singolo risulta essere economicamente conveniente solo nel caso in cui vi siano incentivi da Conto termico.

Sintesi

La sintesi della valutazione economico – finanziaria delle EEM proposte è riportata nelle Tabella 9.13 e Dall'analisi dei risultati emerge che l'unico intervento singolo economicamente conveniente senza incentivi è quello di installazione delle valvole termostatiche.

Tabella 9.14.

Tabella 9.13 – Sintesi dei risultati della valutazione economico-finanziaria, caso senza incentivi

	SENZA INCENTIVI											
	% Δ_E [%]	% Δ_{CO_2} [%]	ΔC_E [€/anno]	ΔC_{MO} [€/anno]	ΔC_{MS} [€/anno]	I_0 [€]	TRS [anni]	TRA [anni]	n [anni]	VAN [€]	TIR [%]	IP [-]
EEM 1	12,3%	9,8%	7,5%			35.541	33,6	52,8	30	-15.798	-0,8%	-0,44
EEM 2	7,6%	5,7%	4,0%			23.523	39,8	61,2	30	-12.344	-2,1%	-0,52
EEM 3	16,3%	12,3%	8,6%			68.894	50,1	74,7	30	-42.447	-3,7%	-0,62
EEM 4	31,1%	23,4%	16,4%			4.934	2,0	2,0	15	19.717	46,5%	4,00
EEM 5	7,1%	5,1%	3,3%			14.445	15,4	19,7	15	-3.539	-0,4%	-0,25
EEM 6	6,4%	11,0%	15,2%			12.528	6,7	8,0	8	-1208	1,2%	-0,10

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);
- ΔC_E è il risparmio economico annuo attribuibile alla riduzione dei consumi energetici (termico + elettrico); assume valori positivi;
- ΔC_{MO} 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;
- ΔC_{MS} 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 l'unico intervento singolo economicamente conveniente senza incentivi è quello di installazione delle valvole termostatiche.

Tabella 9.14 – Sintesi dei risultati della valutazione economico-finanziaria, caso con incentivi

CON INCENTIVI												
---------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

	% ΔE	% Δ_{CO2}	ΔC_e	ΔC_{MO}	ΔC_{MS}	I_0	TRS	TRA	n	VAN	TIR	IP
	[%]	[%]	[€/anno]	[€/anno]	[€/anno]	[€]	[anni]	[anni]	[anni]	[€]	[%]	[-]
EEM 1	12,3%	9,8%	7,5%			35.541	20,9	33,6	30	-3.962	2,4%	0,11
EEM 2	7,6%	5,7%	4,0%			23.523	22,9	34,7	30	-3.297	1,7%	-0,14
EEM 3 (*)	16,3%	12,3%	8,6%			68.894	50,1	74,7	30	-42.447	-3,7%	-0,62
EEM 4 (*)	31,1%	23,4%	16,4%			4.934	2,0	2,0	15	19.717	46,5%	4,00
EEM 5	6,2%	4,5%	2,9%			14.445	9,8	13,6	15	461	4,7%	0,03
EEM 6	6,4%	11,0%	15,2%			12.528	3,8	4,6	8	3.611	14,2%	0,29

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.

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

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

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

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

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

Dove:

- Kd è costo del debito, sarà ipotizzato pari a 3.82%
- Ke è il costo dell'equity, ossia il rendimento atteso dall'investitore, sarà ipotizzato pari a 9.00%
- D è il Debito, pari a 80% di I_0
- E è l'Equity, pari a 20% di I_0

- $\frac{D}{D+E}$ è la leva finanziaria, sarà quindi pari a 80%
- 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 tn-esimo.

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

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

Dove:

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

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

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

Energetici (*Energy Service Company* – ESCO) abbinata 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 (Soluzione ottimale a 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: EEM4, EEM5 e EEM6.
- **Scenario 2 (Soluzione ottimale a 25 anni) SCN2:** Tale scenario consiste nella realizzazione in combinazione di alcuni singoli interventi sopradescritti: EEM2, EEM4, EEM5 e EEM6.

9.3.1 Scenario 1: TRS < 15 anni

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

EEM4: Installazione di valvole termostatiche complete di collegamenti sui radiatori

EEM5: Installazione caldaia a condensazione

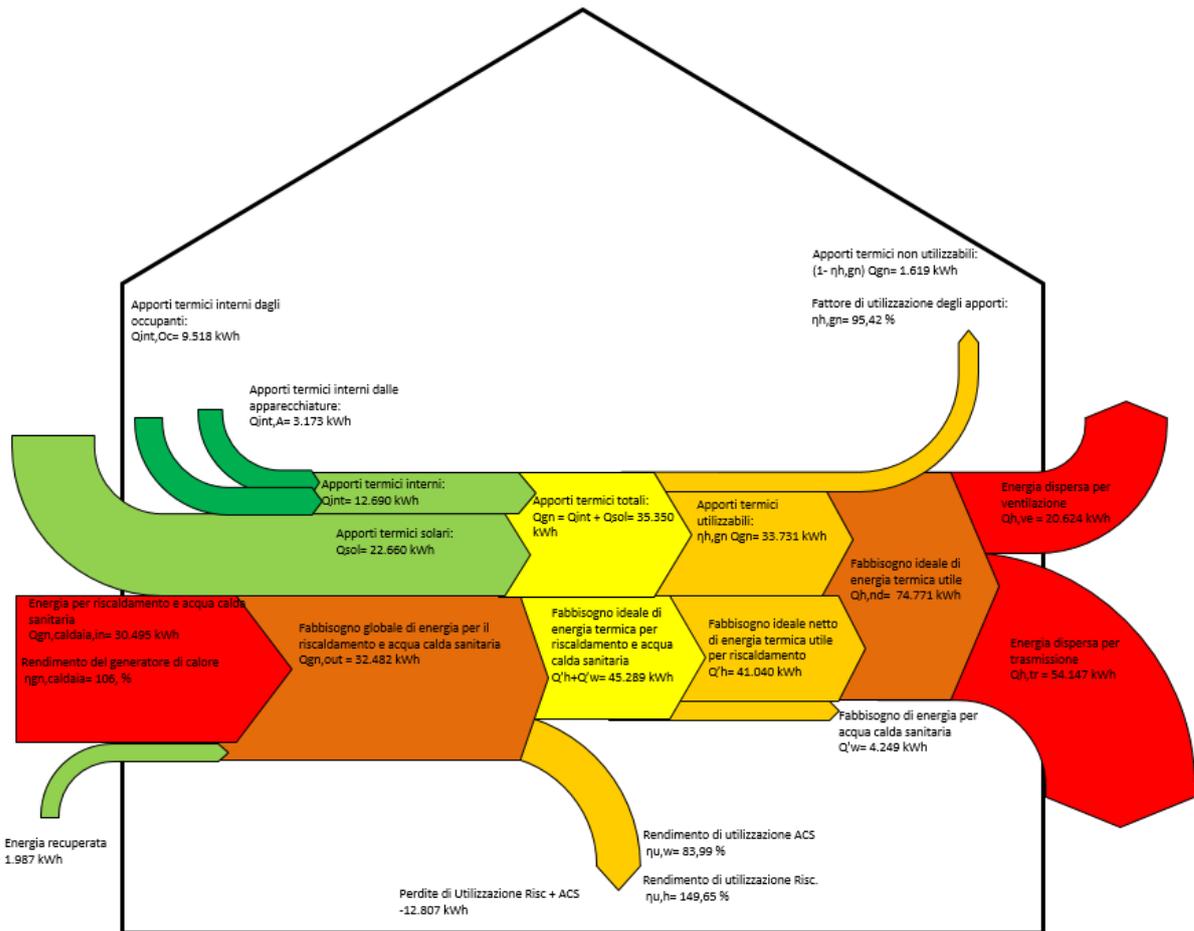
EEM6: Installazione lampade a LED

Tabella 9.15 – Combinazione di EEM proposta per lo scenario 1

VOCE INVESTIMENTO	TOTALE (IVA ESCLUSA)	IVA AL 22%	TOTALE (IVA INCLUSA)
	[€]	[€]	[€]
EEM4 Fornitura & Posa	3.676	809	4.485
EEM5 Fornitura & Posa	1.0897	2.397	13.294
EEM6 Fornitura & Posa	9.335	2.054	11.389
Costi per la sicurezza	717	158	875
Costi per la progettazione	1.674	368	2.042
TOTALE (I₀)	26.299	5.786	32.109
VOCE INCENTIVO	DESCRIZIONE	TOTALE (IVA INCLUSA)	
		[€]	
Incentivi	[Conto termico]	8.391	
Durata incentivi		1 anno	
Incentivo annuo		8.391	

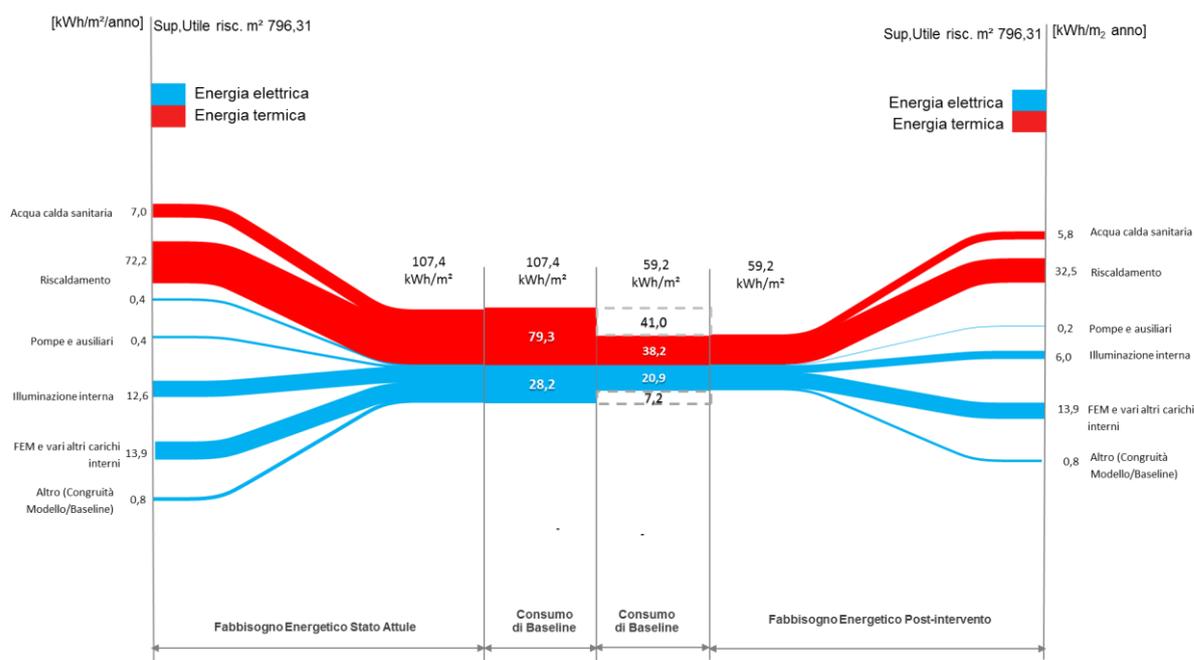
A seguito della modellazione dello scenario ottimale è stato possibile rappresentare i risultati del bilancio energetico termico nella forma di diagramma di Sankey relativo alle situazioni post-intervento.

Figura 9.13 – SCN1: Diagramma di Sankey relativo al fabbisogno termico post intervento



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

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



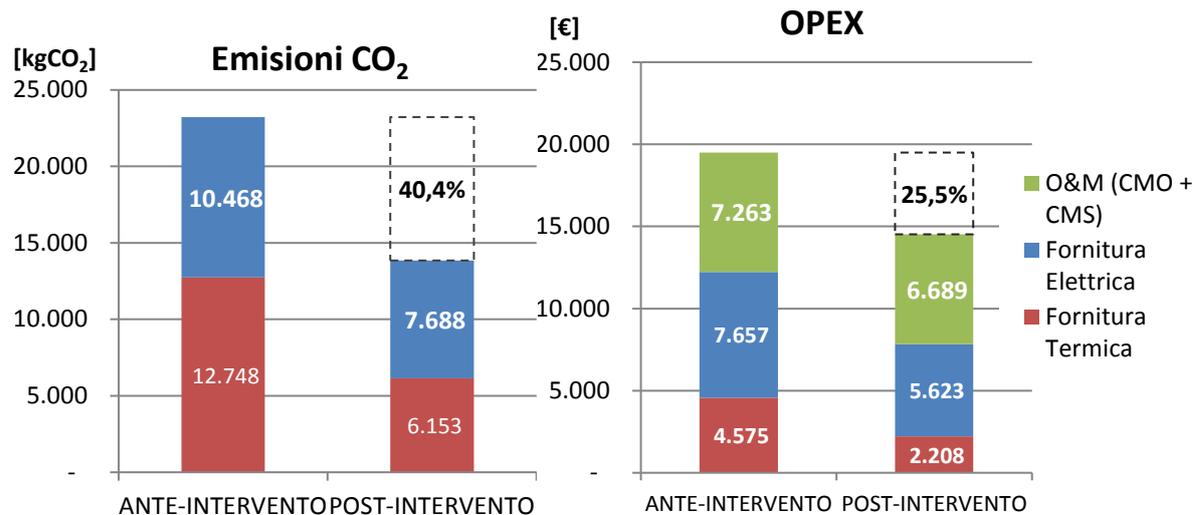
I miglioramenti ottenibili tramite l'attuazione dello Scenario 1 sono riportati nella **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** e nella **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**

Tabella 9.16 – Risultati analisi SCN1

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE %
EM4 Installazione valvole				
EM5 Sostituzione Caldaia	Rendimento generazione [%]	87,5	106	-21,1%
EM6 Installazione lampade a LED	Potenza installata [kW]	7300	3277	55,1%
Q _{teorico}	[kWh]	63.183	30.495	51,7%
EE _{teorico}	[kWh]	21.762	15.982	26,6%
Q _{baseline}	[kWh]	63.110	30.460	51,7%
EE _{Baseline}	[kWh]	22.416	16.462	26,6%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	12.748	6.153	51,7%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	10.468	7.688	26,6%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	23.217	13.841	40,4%
Fornitura Termica, C _Q	[€]	4.575	2.208	51,7%
Fornitura Elettrica, C _{EE}	[€]	7.657	5.623	26,6%
Fornitura Energia, C_E	[€]	12.232	7.832	36,0%
C _{MO}	[€]	5.738	5.164	10,0%
C _{MS}	[€]	1.525	1.525	0,0%
O&M (C _{MO} + C _{MS})	[€]	7.263	6.689	7,9%
OPEX	[€]	19.495	14.521	25,5%
Classe energetica	[-]	E	D	+1 classe

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: 0,072 [€/kWh] per il vettore termico e 0,342 [€/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 9.17 – 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_o	2020
Anni dell'ammortamento	n_A	10
Saggio Cassa Deposito e Prestiti	k_{CdP}	2,00%
Costo Capitale Azienda	WACC	4,00%
$k_{progetto} = \text{Max}(WACC; k_{CdP})$	$k_{progetto}$	4,00%
Inflazione ISTAT	f	0,50%
deriva dell'inflazione	f'	0,70%
%, interessi debito	k_D	3,82%
%, interessi equity	k_E	9,00%
Aliquota IRES	IRES	24,0%
Aliquota IRAP	IRAP	3,9%
Aliquota fiscale	τ	27,90%
Anni debito (finanziamento)	n_D	10
Anni Equity	n_E	14
Costi d'Investimento diretti, IVA incl.	I_o	€ 44.637
Oneri Finanziari (costi indiretti)	%Of	3,00%
Costi d'Investimento indiretti, IVA incl.	Of	€ 1.339
Costi d'Investimento (diretti+Indiretti) , IVA incl.	CAPEX	€ 45.976
%CAPEX a Debito	D	80,0%
%CAPEX a Equity	E	20,00%
Debito	I_D	€ 36.781
Equity	I_E	€ 9.195

E1561-Scuola Materna Statale "Il Delfino"

Fattore di annualità Debito	FA_D	8,30
Rata annua debito	q_D	€ 4.430
Costo finanziamento, (D+INT _D)	$q_D * n_D$	€ 44.305
Costi per interessi debito, INT _D	$INT_D = q_D * n_D - D$	€ 7.524

Tabella 9.18 – Parametri Economici dell’analisi di redditività dello SCN1

PARAMETRI ECONOMICI		
Costo annuo energia pre-intervento, IVA escl.	C_{E0}	€ 10.026
Costo annuo O&M pre-intervento, IVA escl.	C_{M0}	€ 4.703
Spesa PA pre-intervento (Baseline)	$C_{Baseline}$	€ 14.729
Altri costi di gestione ESCo post-intervento, IVA escl.	C_{Altro}	€ -
Riduzione% costi fornitura Energia	$\% \Delta C_E$	36,0%
Riduzione% costi O&M	$\% \Delta C_M$	10,0%
Obiettivo riduzione spesa PA	$\% C_{Baseline}$	2,0%
Risparmio annuo PA garantito	45,6%	€ 3.304
Risparmio annuo PA immediato durante la gestione	Risp.IM	€ 295
Risparmio PA durante la concessione	14%	€ 26.890
Risparmio annuo PA al termine della concessione	Risp.Term.	€ 4.879
N° di Canoni annuali	anni	14
Utile lordo della ESCO	%CAPEX	7,75%
Costo Contrattuale ESCO €/anno IVA escl.	C_{ESCO}	€ 255
Costi FTT €/anno IVA escl.	C_{FTT}	€ 537
Costi CAPEX €/anno IVA escl.	C_{CAPEX}	€ 2.218
Canone O&M €/anno	CnM	€ 4.395
Canone Energia €/anno	CnE	€ 7.030
Canone Servizi €/anno IVA escl.	CnS	€ 11.425
Canone Disponibilità €/anno IVA escl.	CnD	€ 3.010
Canone Totale €/anno IVA escl.	Cn	€ 14.434
Aliquota IVA %	IVA	22%
Rimborso erariale IVA	R_{IVA}	€ 8.049
Ricavi da Incentivi, esenti d'IVA	R_B	€ 6.878
Durata Incentivi, anni	n_B	1
Inizio erogazione Incentivi, anno		2022

Tabella 9.19 – Risultati dell’analisi di redditività e sostenibilità finanziaria della SCN1

INDICATORI DI REDDITIVITA DEL PROGETTO PRE-IMPOSTE		Convieni
Tempo di Ritorno Semplice, Spb = Io / FC, Anni	T.R.S.	10,57
Tempo di Ritorno Attualizzato T.R.A., anni	T.R.A.	14,53
Valore Attuale Netto, VAN = VA - Io	VAN > 0	€ 624
Tasso interno di rendimento del progetto	TIR > WACC	4,29%
Indice di Profitto	IP	1,40%
INDICATORI DI REDDITIVITA DELLA ESCO PRE-IMPOSTE		Convieni
Tempo di Ritorno Semplice, Spb = Io / FC, Anni	T.R.S.	13,9
Tempo di Ritorno Attualizzato T.R.A., anni	T.R.A.	14,9
Valore Attuale Netto, VAN = VA - Io	VAN > 0	€ 105
Tasso interno di rendimento dell'azionista	TIR > ke	9,57%
Debit Service Cover Ratio	DSCR < 1,3	1,034

Loan Life Cover Ratio	LLCR > 1	1,050
Indice di Profitto Azionista	IP	0,24%

Figura 9.16 –SCN1: Flussi di cassa del progetto

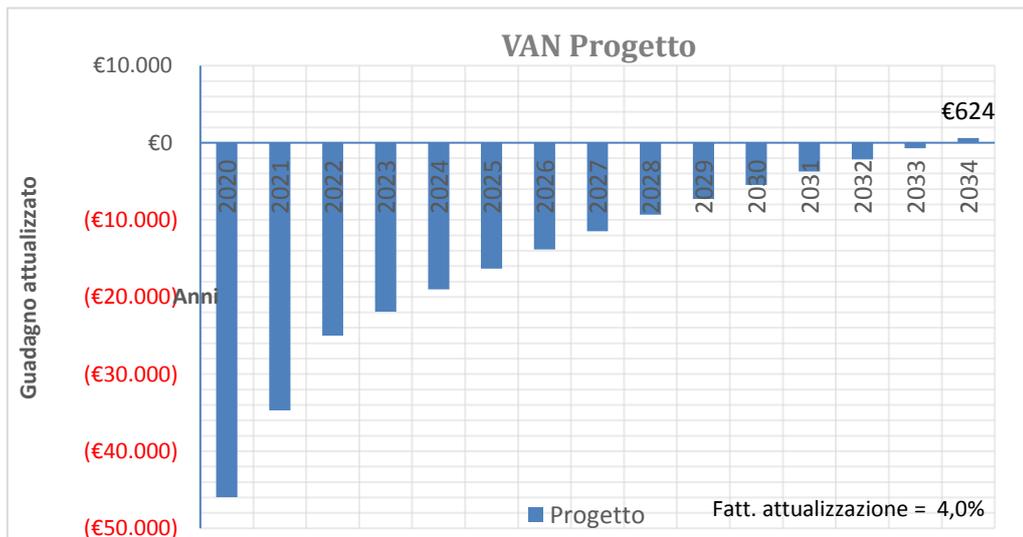
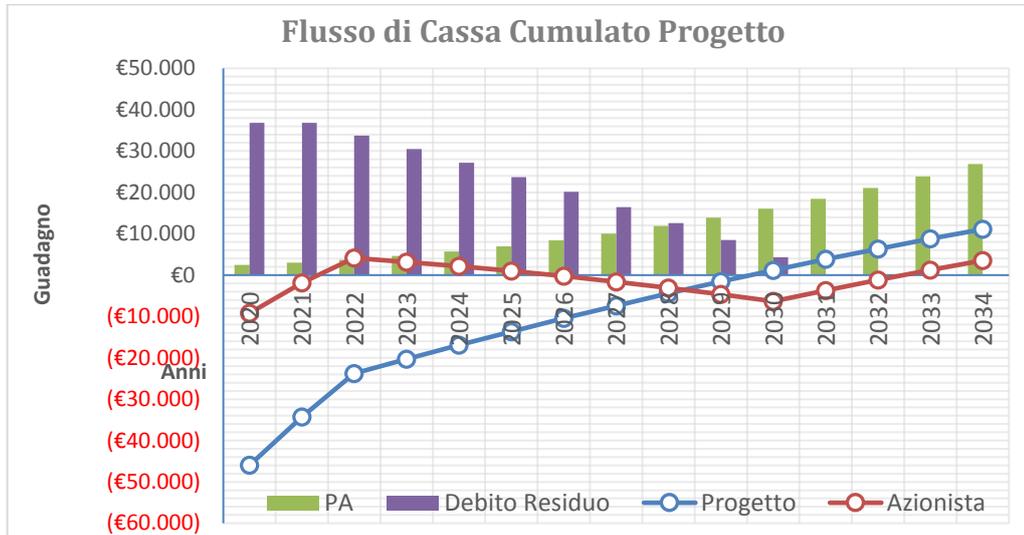
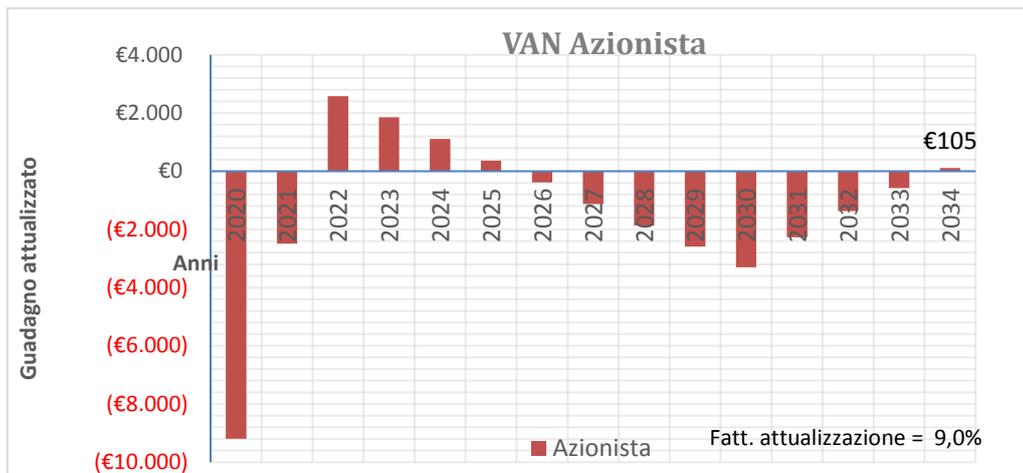
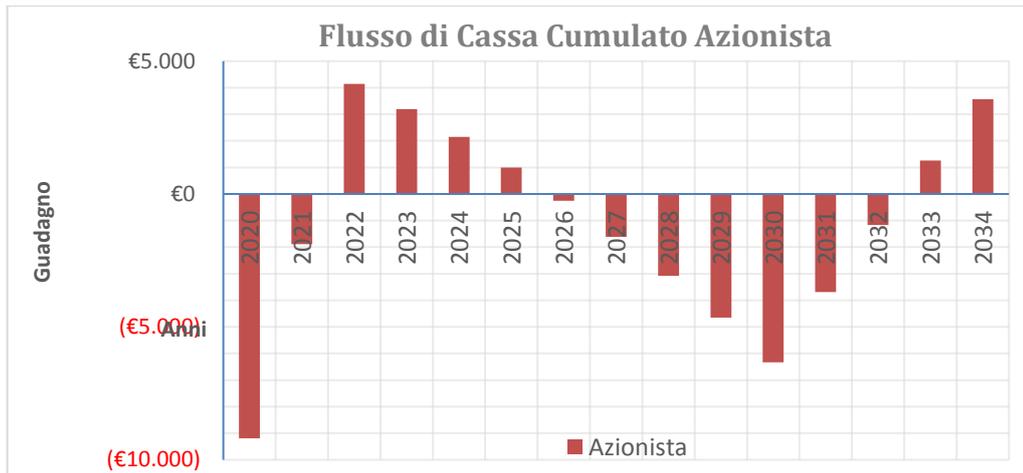


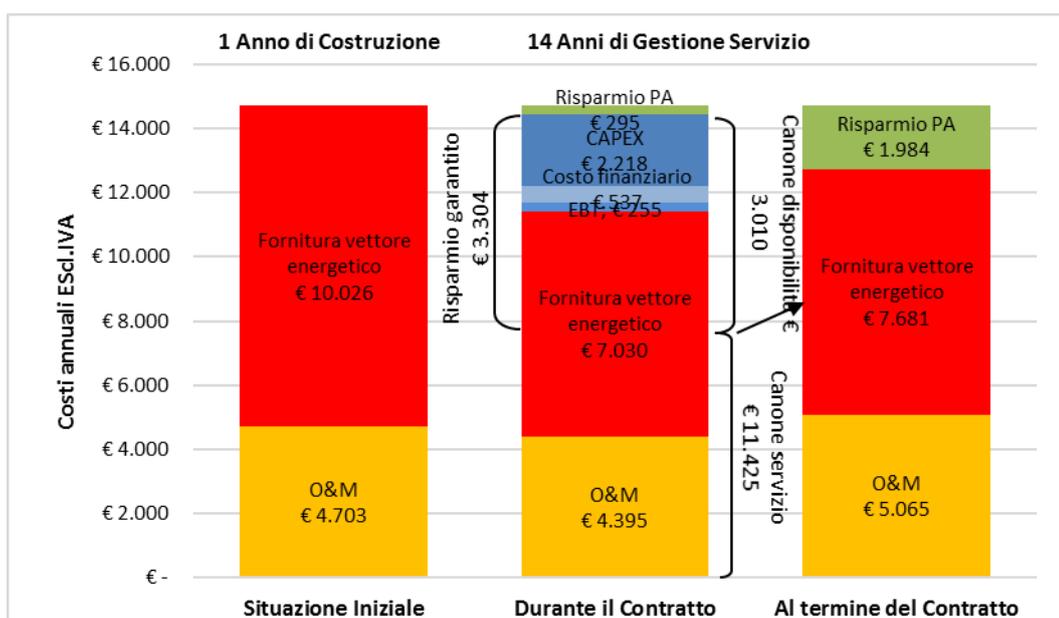
Figura 9.17 – SCN1: Flussi di cassa dell'azionista



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 2: TRS < 25 anni

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

EEM2: Isolamento copertura

EEM4: Installazione di valvole termostatiche complete di collegamenti sui radiatori

EEM5: Installazione caldaia a condensazione

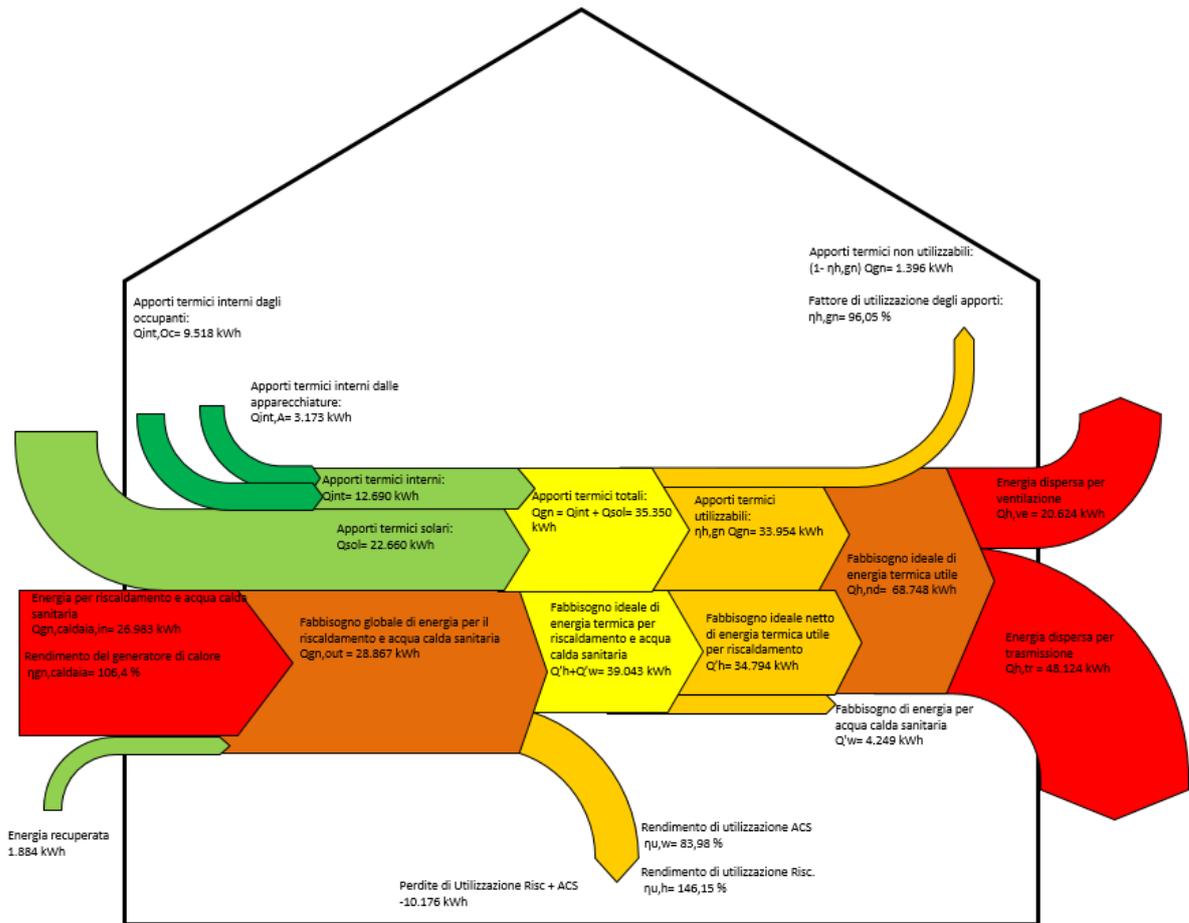
EEM6: Installazione lampade a LED

Tabella 9.20 – Combinazione di EEM proposta per lo scenario 2

VOCE INVESTIMENTO	TOTALE (IVA ESCLUSA) [€]	IVA Al 22% [€]	TOTALE (IVA INCLUSA) [€]
EEM2 Fornitura & Posa	17.529	3.856	21.385
EEM4 Fornitura & Posa	3.676	809	4.485
EEM5 Fornitura & Posa	10.914	2.401	13.315
EEM6 Fornitura & Posa	9.335	2.054	11.389
Costi per la sicurezza	1.243	274	1.517
Costi per la progettazione	2.902	638	3.540
TOTALE (I₀)	45.599	10.032	55.632
VOCE INCENTIVO	DESCRIZIONE	TOTALE (IVA INCLUSA) [€]	
Incentivi	[Conto termico]	21.881	
Durata incentivi		1 anno	
Incentivo annuo		21.881	

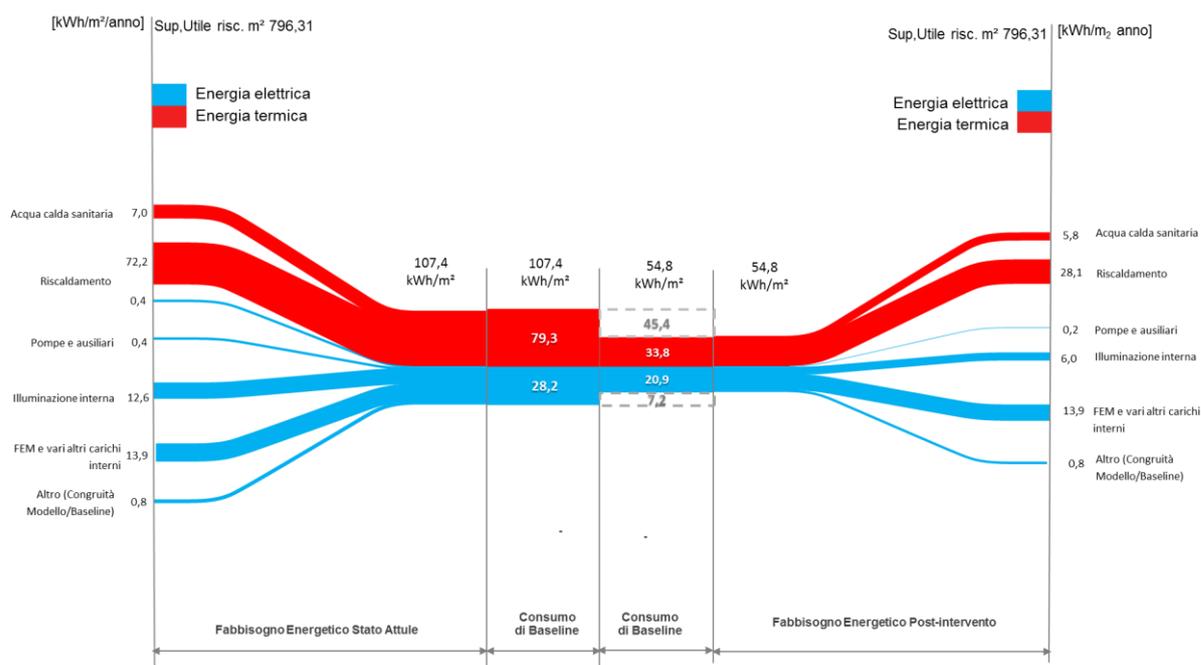
A seguito della modellazione dello scenario ottimale è stato possibile rappresentare i risultati del bilancio energetico termico nella forma di diagramma di Sankey relativo alle situazioni post-intervento.

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 è possibile notare che le quote parti di energia dispersa per trasmissione e ventilazione rappresentano, in egual misura, le componenti energetiche maggiormente dispendenti.

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

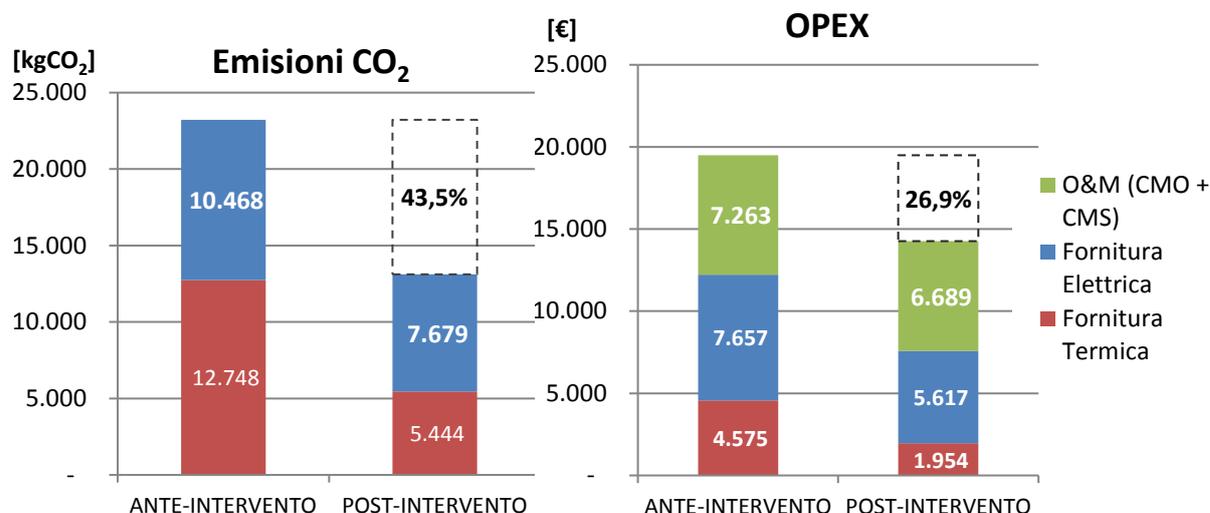
Tabella 9.210 – Risultati analisi SCN2

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE %
EM2 Copertura	Trasmittanza [W/m²K]	Vedi Allegato E	<0,22	
EM4 Installazione valvole				
EM5 Sostituzione Caldaia	Rendimento generazione [%]	87,5	106,4	-21,6%
EM6 Installazione lampade a LED	Potenza installata [kW]	7300	3277	55,1%
Q _{teorico}	[kWh]	63.183	26.983	57,3%
EE _{teorico}	[kWh]	21.762	15.964	26,6%
Q _{baseline}	[kWh]	63.110	26.953	57,3%
EE _{baseline}	[kWh]	22.416	16.444	26,6%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	12.748	5.444	57,3%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	10.468	7.679	26,6%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	23.217	13.124	43,5%
Fornitura Termica, C _Q	[€]	4.575	1.954	57,3%
Fornitura Elettrica, C _{EE}	[€]	7.657	5.617	26,6%
Fornitura Energia, C_E	[€]	12.232	7.571	38,1%
C _{MO}	[€]	5.738	5.164	10,0%
C _{MS}	[€]	1.525	1.525	0,0%
O&M (C _{MO} + C _{MS})	[€]	7.263	6.689	7,9%
OPEX	[€]	19.495	14.260	26,9%
Classe energetica	[-]	E	C	+2 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: 0,072 [€/kWh] per il vettore termico e 0,342 [€/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., Errore. L'origine riferimento non è stata trovata. e Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** e nelle successive figure.

Tabella 9.211 – 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	€ 55.632
Oneri Finanziari (costi indiretti)	%Of	3,00%
Costi d'Investimento indiretti, IVA incl.	Of	€ 1.669
Costi d'Investimento (diretti+Indiretti) , IVA incl.	CAPEX	€ 57.301
%CAPEX a Debito	D	80,0%
%CAPEX a Equity	E	20,00%

E1561-Scuola Materna Statale "Il Delfino"

Debito	I_D	€	45.840
Equity	I_E	€	11.460
Fattore di annualità Debito	FA_D		9,62
Rata annua debito	q_D	€	4.768
Costo finanziamento, $(D+INT_D)$	$q_D * n_D$	€	57.210
Costi per interessi debito, INT_D	$INT_D = q_D * n_D - D$	€	11.370

Tabella 9.212 – Parametri Economici dell'analisi di redditività dello SCN2

PARAMETRI ECONOMICI			
Costo annuo energia pre-intervento, IVA escl.	C_{E0}	€	10.026
Costo annuo O&M pre-intervento, IVA escl.	C_{M0}	€	4.703
Spesa PA pre-intervento (Baseline)	$C_{Baseline}$	€	14.729
Altri costi di gestione ESCo post-intervento, IVA escl.	C_{Altro}	€	-
Riduzione% costi fornitura Energia	$\% \Delta C_E$		38,1%
Riduzione% costi O&M	$\% \Delta C_M$		10,0%
Obiettivo riduzione spesa PA	$\% C_{Baseline}$		5,0%
Risparmio annuo PA garantito	45,6%	€	2.990
Risparmio annuo PA immediato durante la gestione	Risp.IM	€	736
Risparmio PA durante la concessione	14%	€	81.648
Risparmio annuo PA al termine della concessione	Risp.Term.	€	5.787
N° di Canoni annuali	anni		24
Utile lordo della ESCO	$\% CAPEX$		23,36%
Costo Contrattuale ESCO €/anno IVA escl.	C_{ESCO}	€	558
Costi FTT €/anno IVA escl.	C_{FTT}	€	474
Costi CAPEX €/anno IVA escl.	C_{CAPEX}	€	1.222
Canone O&M €/anno	CnM	€	4.508
Canone Energia €/anno	CnE	€	7.231
Canone Servizi €/anno IVA escl.	CnS	€	11.739
Canone Disponibilità €/anno IVA escl.	CnD	€	2.254
Canone Totale €/anno IVA escl.	Cn	€	13.993
Aliquota IVA %	IVA		22%
Rimborso erariale IVA	R_{IVA}	€	10.032
Ricavi da Incentivi, esenti d'IVA	R_B	€	17.935
Durata Incentivi, anni	n_B		1
Inizio erogazione Incentivi, anno			2022

Tabella 9.213 – Risultati dell'analisi di redditività e sostenibilità finanziaria della SCN2

INDICATORI DI REDDITIVITA DEL PROGETTO PRE-IMPOSTE			Conviene
Tempo di Ritorno Semplice, $Spb = I_0 / FC$, Anni	T.R.S.		10,70
Tempo di Ritorno Attualizzato T.R.A., anni	T.R.A.		15,71
Valore Attuale Netto, $VAN = VA - I_0$	$VAN > 0$	€	6.352
Tasso interno di rendimento del progetto	$TIR > WACC$		6,03%
Indice di Profitto	IP		11,42%
INDICATORI DI REDDITIVITA DELLA ESCO PRE-IMPOSTE			Conviene
Tempo di Ritorno Semplice, $Spb = I_0 / FC$, Anni	T.R.S.		10,77
Tempo di Ritorno Attualizzato T.R.A., anni	T.R.A.		2,25
Valore Attuale Netto, $VAN = VA - I_0$	$VAN > 0$	€	4.622

Tasso interno di rendimento dell'azionista	TIR > ke	52,90%
Debit Service Cover Ratio	DSCR < 1,3	1,013
Loan Life Cover Ratio	LLCR > 1	1,093
Indice di Profitto Azionista	IP	8,31%

Figura 9.22 –SCN2: Flussi di cassa del progetto

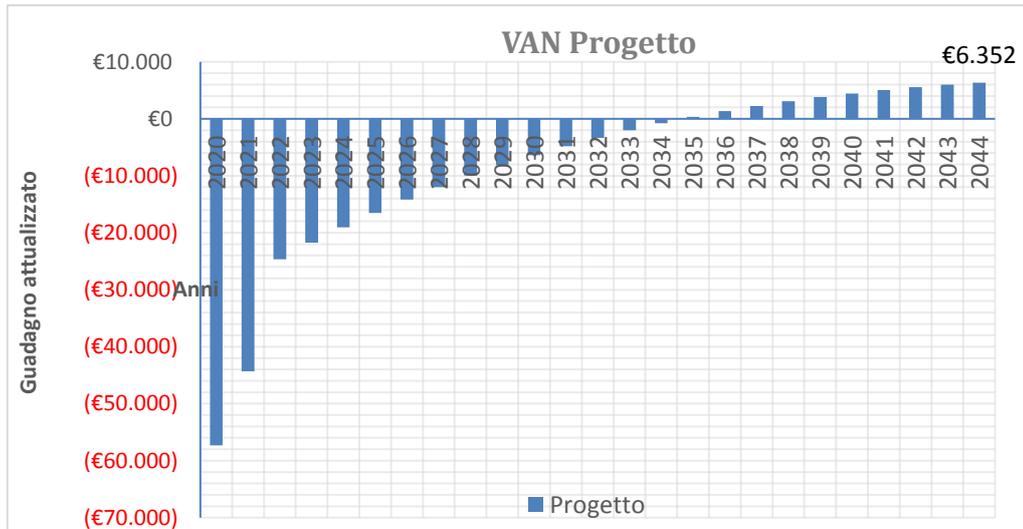
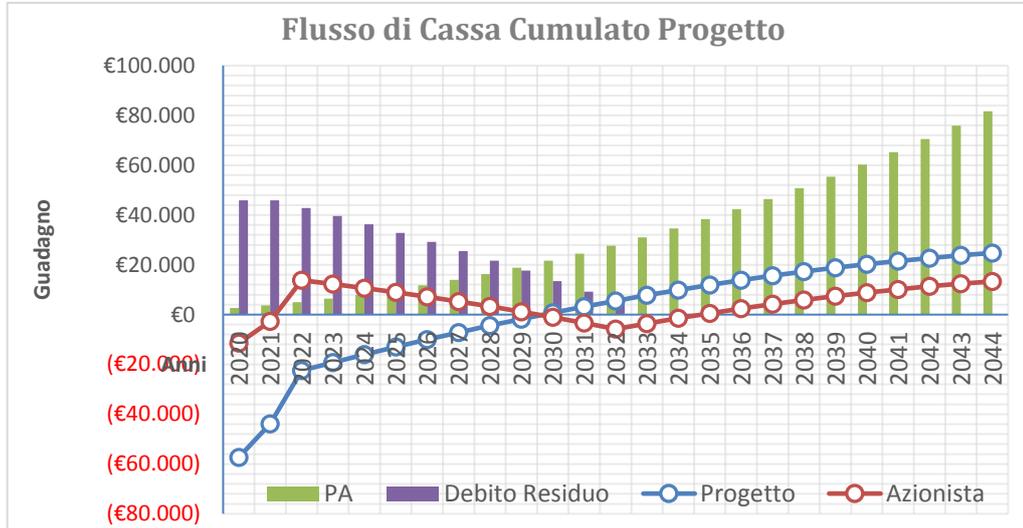
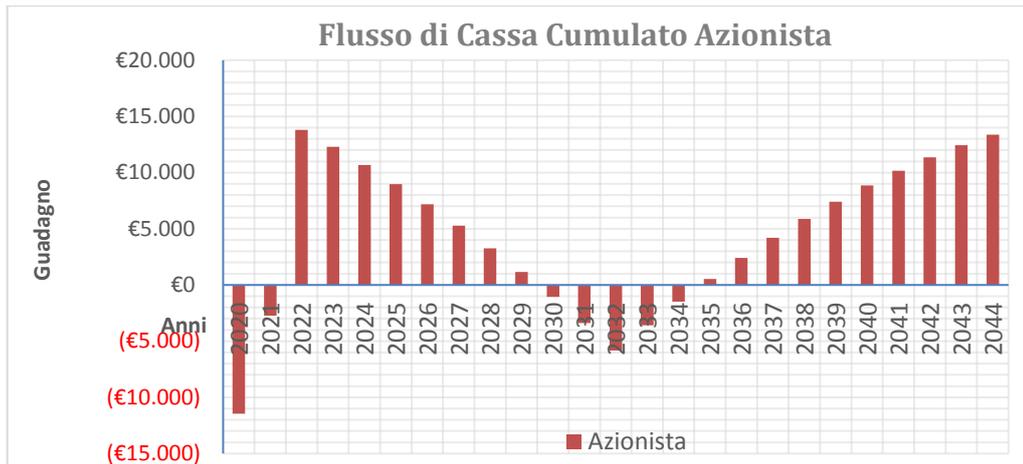


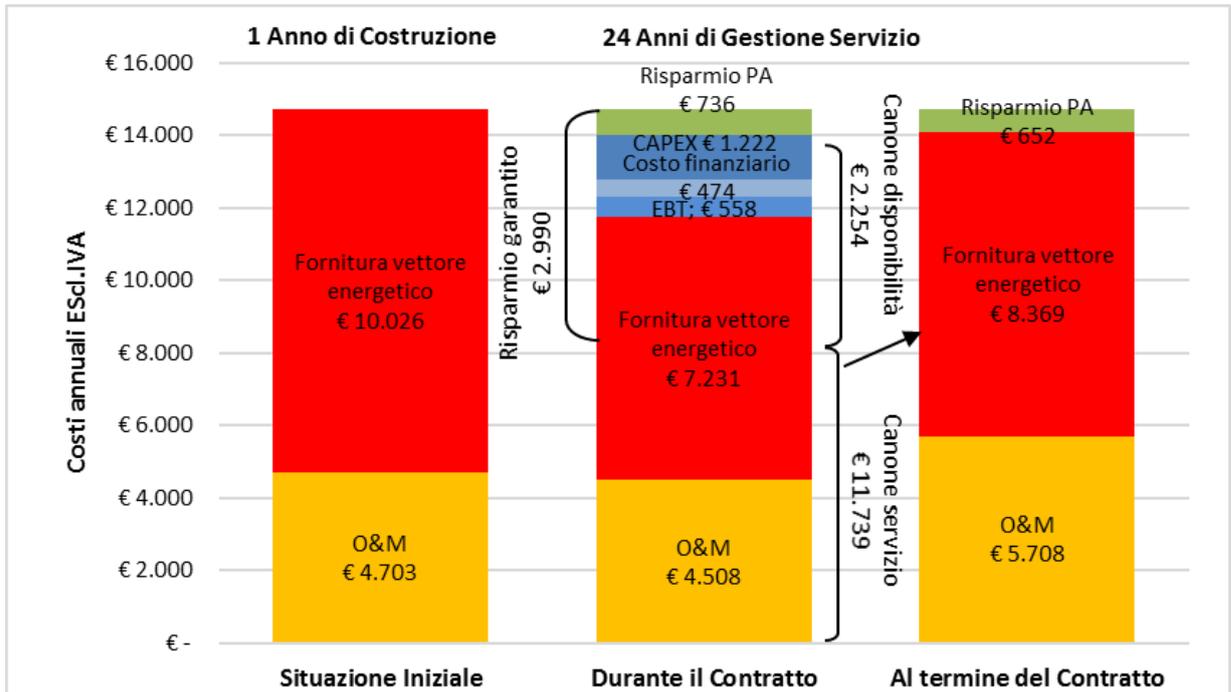
Figura 9.23 – SCN2: Flussi di cassa dell'azionista



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.4.**

Figura 9.24 – Scenario 2: Schema di Energy Performance Contract



10 CONCLUSIONI

10.1 RIASSUNTO DEGLI INDICI DI PERFORMANCE ENERGETICA

	EPgl,nren	EPH	EPw	EPv	EPc	EPL	CLASSE
	[kWh/m ² anno]						
STATO DI FATTO	129,23	77,82	7,47			27,13	E
EEM 1	115,84	64,37	7,47			27,13	E
EEM 2	120,56	69,12	7,47			27,13	E
EEM 3	110,69	59,20	7,47			27,13	D
EEM 4	93,86	41,69	7,47			27,13	D
EEM 5	122,35	71,04	6,47			27,13	E
EEM 6	116,26	77,82	7,47			12,85	E
SCN1	73,34	34,62	6,12			12,85	D
SCN2	68,60	29,89	6,10			12,85	C

10.2 RIASSUNTO DEGLI SCENARI DI INVESTIMENTO E DEI PRINCIPALI RISULTATI

	CON INCENTIVI													
	% Δ_E	% Δ_{CO_2}	ΔC_e	ΔC_{MO}	ΔC_{MS}	I_0	TRS	TRA	n	VAN	TIR	IP	DSCR	LLCR
	[%]	[%]	[€/anno]	[€/anno]	[€/anno]	[€]	[anni]	[anni]	[anni]	[€]	[%]	[-]		
EEM 1	12,3%	9,8%	918			35.541	20,9	33,6	30	-3.962	2,4%	0,11		
EEM 2	7,6%	5,7%	491			23.523	22,9	34,7	30	-3.297	1,7%	-0,14		
EEM 3	16,3%	12,3%	1.051			68.894	50,1	74,7	30	-42.447	-3,7%	-0,62		
EEM 4	31,1%	23,4%	2.001	574		4.934	2,0	2,0	15	19.717	46,5%	4,00		
EEM 5	6,2%	4,5%	403	574		14.445	9,8	13,6	15	461	4,7%	0,03		
EEM 6	6,4%	11,0%	1.865			12.528	3,8	4,6	8	3.611	14,2%	0,29		
SCN1 ⁽²⁾	45,0%	40,4%	4.401	574		32.109	10,6	14,5	15	624	9,57%	4,29%	1,03	1,05
SCN2 ⁽²⁾	49,4%	43,5%	4.661	574		55.632	10,7	15,7	25	6.352	6,03%	11,4%	1,01	1,09

Nota⁽²⁾: 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 con un miglioramento delle prestazioni energetiche di una classe energetica.

Essa consiste nella combinazione di diversi interventi quali installazione di valvole termostatiche, sostituzione del generatore di calore con una caldaia a condensazione e sostituzione delle lampade esistenti con lampade a LED.

Dal punto di vista tecnico-economica la spesa è risultata essere di € 32.109 con un TRS pari a 10,6 anni e VAN pari a 624€ al fine di una gestione diretta da parte della PA o un TRS di 15,5 e un VAN di € 105 al fine di una gestione indiretta da parte di una ESCO.

Il secondo scenario consente di ottenere una soluzione ottimale a 25 anni e un miglioramento delle prestazioni di 2 classi energetiche.

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

Dal punto di vista tecnico-economica la spesa è risultata essere di a € 55.632 con un TRS pari a 10,7 anni e VAN pari a 6.352€ al fine di una gestione diretta da parte della PA o un TRS di 15,5 anni e un VAN di € 4.622 al fine di una gestione indiretta da parte di una ESCO.

ALLEGATO A – ELENCO DOCUMENTAZIONE FORNITA DALLA COMMITTENZA

Titolo	Data	Nome file
Catasto Fabbricato		DE_Lotto.8-E1561_revA-AllegatoA-PLAN_CAT_ASILO.pdf
Planimetria Primo Piano		DE_Lotto.8-E1561_revA-AllegatoA-P01_2.pdf
Planimetria secondo Piano		DE_Lotto.8-E1561_revA-AllegatoA-P02.pdf
Planimetria Terzo Piano		DE_Lotto.8-E1561_revA-AllegatoA-P03.pdf
Centrale termica		DE_Lotto.8-E1561_revA-AllegatoA-182-P00-AE-CENTRALE TERMICA
Planimetria Piano 1 con informazioni su impianti		DE_Lotto.8-E1561_revA-AllegatoA-L1-042-182-P01.dwg
Planimetria Piano 2 con informazioni su impianti		DE_Lotto.8-E1561_revA-AllegatoA-L1-042-182-P02.dwg
Planimetria Piano 3 con informazioni su impianti		DE_Lotto.8-E1561_revA-AllegatoA-L1-042-182-P03.dwg
Checklist piano terra non riscaldato		DE_Lotto.8-E1561_revA-AllegatoA-L1-042-182-AE-Checklist
Checklist piano primo		DE_Lotto.8-E1561_revA-AllegatoA-L1-042-182-P01-Checklist.dwg
Checklist piano secondo		DE_Lotto.8-E1561_revA-AllegatoA-L1-042-182-P02-Checklist.dwg
Checklist piano terzo		DE_Lotto.8-E1561_revA-AllegatoA-L1-042-182-P03-Checklist.dwg
Consumi Elettrici	2014	5700065499.pdf
Consumi Elettrici	2014	5700098221.pdf
Consumi Elettrici	2014	5700134954.pdf
Consumi Elettrici	2014	5700176200.pdf
Consumi Elettrici	2014	5700214973.pdf
Consumi Elettrici	2014	5700248946.pdf
Consumi Elettrici	2014	5700291259.pdf
Consumi Elettrici	2014	5700345571.pdf
Consumi Elettrici	2014	5700373395.pdf
Consumi Elettrici	2014	5700411457.pdf
Consumi Elettrici	2014	5700477402.pdf
Consumi Elettrici	2015	5700510846.pdf
Consumi Elettrici	2015	5750081986.pdf
Consumi Elettrici	2015	E000163928.pdf
Consumi Elettrici	2016	E000334603.pdf
Consumi Elettrici	2016	11640087946.pdf
Consumi Elettrici	2016	11640126639.pdf
Consumi Elettrici	2016	11740042571.pdf
Tabulato consumi EE	14/06/2018	DE_Lotto.8-E1561_revA-AllegatoA-Tabulato consumi EE

ALLEGATO B – ELABORATI

Titolo	Descrizione	Data	Nome file
Grafici Template		14/06/2018	DE_Lotto.8-E1561_revA-AllegatoB-Grafici_Template.xlsx
Diagnosi Energetica EdilClima		14/06/2018	DE_Lotto.8-E1561_revA-AllegatoB-E1561.E0001
Grafici Template		26/07/2018	DE_Lotto.8-E1561_revB-AllegatoB-Grafici_Template.xlsx

ALLEGATO C – REPORT DI INDAGINE TERMOGRAFICA

Titolo	Data	Nome file
Report termografico dell'edificio E1561	14/06/2018	DE_Lotto.8-E1561_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	14/06/2018	DE_Lotto.8-E1561_revA-AllegatoE-Relazione calcolo Edilclima.RTF

ALLEGATO F – CERTIFICATO CTI SOFTWARE

Titolo	Data	Nome file
Certificazione di conformità del software		DE_Lotto.8-E1561_revA-AllegatoF-CertCTI.pdf

ALLEGATO G – ATTESTATO DI PRESTAZIONE ENERGETICA

Titolo	Data	Nome file
APE stato di fatto		

ALLEGATO H – BOZZA DI APE SCENARI

Titolo	Data	Nome file
APE Scenario 15 anni	14/06/2018	DE_Lotto.8-E1561_revA-AllegatoH-APE_SCN1-00000-2018-8042.pdf
APE Scenario 15 anni	14/06/2018	DE_Lotto.8-E1561_revA-AllegatoH-APE_SCN1-00000-2018-8042.xml
APE Scenario 25 anni	14/06/2018	DE_Lotto.8-E1561_revA-AllegatoH-APE_SCN2-00000-2018-8042.pdf
APE Scenario 25 anni	14/06/2018	DE_Lotto.8-E1561_revA-AllegatoH-APE_SCN2-00000-2018-8042.xml

ALLEGATO I – DATI CLIMATICI

	Titolo	Data	Nome file
	Dati climatici	14/06/2018	DE_Lotto.8-E1561_revA-AllegatoI-GG.xlsx

ALLEGATO J – SCHEDE DI AUDIT

	Titolo	Data	Nome file
	Schede di Audit	14/06/2018	DE_Lotto.8-E1561_revA-AllegatoJ-Scheda Audit.xlsx

ALLEGATO K – SCHEDE ORE

Titolo	Data	Nome file
Schede ORE Scenario 15 anni	14/06/2018	K Schede ORE_E1561_15anni_rev0.pdf
Schede ORE Scenario 25 anni	14/06/2018	K Schede ORE_E1561_25anni_rev0.pdf
SCHEDE ORE	26/07/2018	DE_Lotto.8-E1561_revB-AllegatoK-Schede ORE.pdf

ALLEGATO L – PIANO ECONOMICO FINANZIARIO SCENARI

Titolo	Data	Nome file
Analisi PEF Scenario 1	14/06/2018	DE_Lotto.8-E1561_revA-AllegatoL-AnalisiPEF_SCN1.xlsx
Analisi PEF Scenario 2	14/06/2018	DE_Lotto.8-E1561_revA-AllegatoL-AnalisiPEF_SCN2.xlsx
Analisi PEF Scenario 1	26/07/2018	DE_Lotto.8-E1561_revB-AllegatoL-AnalisiPEF_SCN1.xlsx
Analisi PEF Scenario 2	26/07/2018	DE_Lotto.8-E1561_revB-AllegatoL-AnalisiPEF_SCN2.xlsx

ALLEGATO M – REPORT DI BENCHMARK

Titolo	Data	Nome file
Report di Benchmark	14/06/2018	DE_Lotto.8-E1561_revA-AllegatoM-Benchmark.xlsx
Report di Benchmark	26/07/2018	DE_Lotto.8-E1561_revB-AllegatoM-Benchmark.xlsx

ALLEGATO N – CD-ROM