

Scuola elementare Paganini E846

Via Martiri del Turchino 40

RAPPORTO DI DIAGNOSI ENERGETICA
FONDO KYOTO - SCUOLA 3



Agosto 2018

COMUNE DI GENOVA
STRUTTURA DI STAFF - ENERGY MANAGER



Scuola elementare Paganini

E846

Via Martiri del Turchino 40

RAPPORTO DI DIAGNOSI ENERGETICA

FONDO KYOTO - SCUOLA 3

Agosto 2018

COMUNE DI GENOVA

STRUTTURA DI STAFF - ENERGY MANAGER

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

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

Tel 010 5573560 – 5573855; energymanager@comune.genova.it; www.comune.genova.it

FABRYCA srl Società di Ingegneria

Via Matteotti, 20 – 26838 Tavazzano con Villavesco (LO)

genova.auditlotto7@fabryca.it

REGISTRO REVISIONI E PUBBLICAZIONI

Revisione	Data	Realizzazione	Revisione	Approvazione	Descrizione
1	03/08/2018	Ing. BERTONI LUCA	Arch. TOMA MAURIZIO Responsabile	Ing. BERTONI LUCA	Prima Pubblicazione
		Arch. TOMA MAURIZIO	Involucro		
		Ing. BROGNOLIOSCAR GIORDANA	Ing. BATTAGLIA Responsabile		
			Impianti		

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

REGISTRO REVISIONI E PUBBLICAZIONI	3
INDICE.....	I
EXECUTIVE SUMMARY	I
CARATTERISTICHE DELL'EDIFICIO OGGETTO DELLA DE	I
TABELLA 0.1 - TABELLA RIEPILOGATIVA DEI DATI DELL'EDIFICIO	I
1 INTRODUZIONE	1
1.1 PREMESSA	1
1.2 SCOPO DELLA DIAGNOSI ENERGETICA	1
1.3 RIFERIMENTO E CONTATTI AUDITOR E PERSONALE COINVOLTO.....	1
1.4 IDENTIFICAZIONE DELL'EDIFICIO.....	2
1.5 METODOLOGIA DI LAVORO	3
1.6 STRUTTURA DEL REPORT	6
2 DATI DELL'EDIFICIO.....	7
2.1 INFORMAZIONI SUL SITO	7
2.2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE, SOCIO-ECONOMICO E DESTINAZIONE D'USO	8
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.....	10
3 DATI CLIMATICI	11
3.1 DATI CLIMATICI DI RIFERIMENTO.....	11
TABELLA 3.2 – PROFILI MENSILI DEI GGRIF.....	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>	17
4.2 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO DI RISCALDAMENTO/ CLIMATIZZAZIONE INVERNALE.....	19
4.2.1 <i>Sottosistema di emissione</i>	19
4.2.2 <i>Sottosistema di regolazione</i>	20
4.2.3 <i>Sottosistema di distribuzione</i>	21
4.2.4 <i>Sottosistema di generazione</i>	22
4.3 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO ELETTRICO E PRINCIPALI UTENZE ELETTRICHE	23
4.4 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO ILLUMINAZIONE	24
5 CONSUMI RILEVATI	25
5.1 CONSUMI ENERGETICI STORICI PER CIASCUN VETTORE E CONNESSIONE ALLE RETI GAS NATURALE ED ELETTRICA.....	25
5.1.1 <i>Energia termica</i>	25
5.1.2 <i>Energia elettrica</i>	29
5.2 INDICATORI DI PERFORMANCE ENERGETICI ED AMBIENTALI	33
6 MODELLO DEL FABBISOGNO ENERGETICO.....	37
6.1 METODOLOGIA DI CALCOLO ADOTTATA E VALIDAZIONE DEI MODELLI DI CALCOLO	37
6.1.1 <i>Validazione del modello termico</i>	38
6.1.2 <i>Validazione del modello elettrico</i>	40
6.2 FABBISOGNI ENERGETICI.....	40
6.3 PROFILI ENERGETICI MENSILI.....	42
7 ANALISI DEI COSTI PRE-INTREVENTO	44

7.1	COSTI RELATIVI ALLA FORNITURA DEI VETTORI ENERGETICI	44
7.1.1	<i>Vettore termico</i>	44
7.1.2	<i>Vettore elettrico</i>	46
7.2	TARIFFE E PREZZI VETTORI ENERGETICI UTILIZZATI NELL'ANALISI.....	50
7.3	COSTI DI GESTIONE E MANUTENZIONE DI EDIFICIO ED IMPIANTI.....	51
7.4	BASELINE DEI COSTI.....	51
8	IDENTIFICAZIONE DELLE MISURE DI EFFICIENZA ENERGETICA	53
8.1	DESCRIZIONE, FATTIBILITÀ E PRESTAZIONI DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI	53
8.1.1	<i>Involucro edilizio</i>	53
	EEM1: CAPPOTTO ESTERNO	53
	EEM2: RIFACIMENTO COPERTURA	55
	EEM3: SOSTITUZIONE SERRAMENTI.....	57
8.1.2	<i>Impianto riscaldamento</i>	59
	EEM6: VALVOLE TERMOSTATICHE E POMPE A GIRI VARIABILI	59
8.1.1	<i>Impianto di illuminazione ed impianto elettrico</i>	60
	EEM4: SOSTITUZIONE LAMPADE.....	60
9	VALUTAZIONE ECONOMICO-FINANZIARIA.....	62
9.1	ANALISI DEI COSTI DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI CONSIDERATI FATTIBILI.....	62
	EEM1: CAPPOTTO ESTERNO	62
	EEM2: ISOLAMENTO COPERTURA	64
	EEM3: SOSTITUZIONE SERRAMENTI.....	66
	EEM4: SOSTITUZIONE LAMPADE CON LAMPADE A LED	68
	EEM5: VALVOLE TERMOSTATICHE E POMPE A GIRI VARIABILI	70
9.2	ANALISI DI CONVENIENZA DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI CONSIDERATI FATTIBILI.....	73
	EEM1: CAPPOTTO INTERNO	75
	EEM2: RIFACIMENTO COPERTURA	76
	SINTESI	80
9.3	IDENTIFICAZIONE DELLE SOLUZIONI INTEGRATE D'INTERVENTO E SCENARI D'INVESTIMENTO.....	80
9.3.1	<i>Scenario 2: Tale scenario consiste nella realizzazione di cappotto esterno, rifacimento copertura, sostituzione corpi illuminanti e valvole termostatiche e pompe a giri variabili.....</i>	83
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.....	91
	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		1969
Anno di ristrutturazione		-
Zona climatica		D
Destinazione d'uso		E.7 – Edifici adibiti ad attività scolastiche
Superficie utile riscaldata	[m ²]	1.191,71
Superficie disperdente (S)	[m ²]	2.181,58
Volume lordo riscaldato (V)	[m ³]	4.509,75
Rapporto S/V	[1/m]	0,50
Superficie lorda aree interne (scaldate e non scaldate)	[m ²]	1.357,78
Superficie lorda aree esterne	[m ²]	-
Superficie lorda complessiva (aree interne ed esterne)	[m ²]	1.357,78
Tipologia generatore riscaldamento		Caldaia tradizionale
Potenza totale impianto riscaldamento	[kW]	216
Potenza totale impianto raffrescamento	[kW]	-
Tipo di combustibile		Gas metano
Tipologia generatore Acqua Calda sanitaria (ACS)		-
Emissioni CO ₂ di riferimento ⁽¹⁾	[kg/anno]	32.791
Consumo di riferimento Gas Metano ⁽¹⁾	[kWh _{tt} /anno]	101.141
Spesa annuale Gas Metano ⁽¹⁾	[€/anno]	13.541
Consumo di riferimento energia elettrica ⁽¹⁾	[kWh _{el} /anno]	26.468
Spesa annuale energia elettrica ⁽¹⁾	[€/anno]	1.505

Nota (1): Valori di Baseline

Descrizione delle Misure di efficienza energetica proposte:

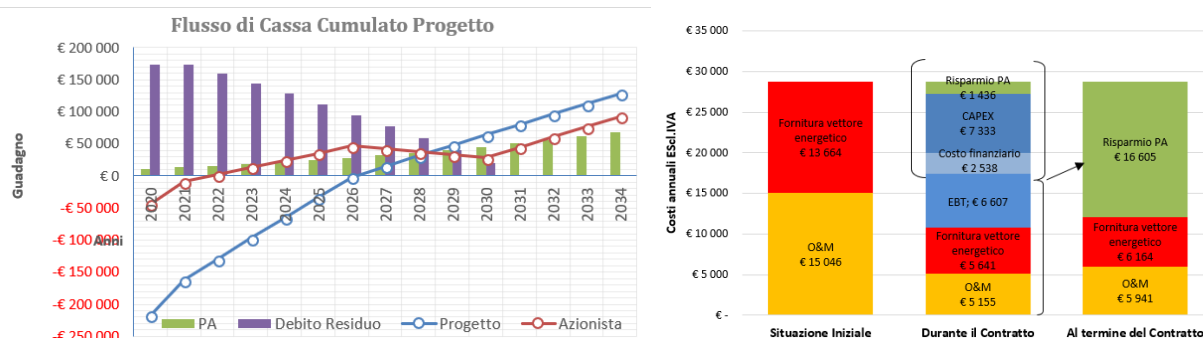
- EEM 1: CAPPOTTO INTERNO
- EEM 2: COPERTURA
- EEM 3: SOSTITUZIONE SERRAMENTI
- EEM 4: SOSTITUZIONE LAMPADE
- EEM 5: VALVOLE TERMOSTATICHE E POMPE A GIRI VARIABILI
- SCN 2: CAPPOTTO INTERNO, COPERTURA, VALVOLE TERMOSTATICHE E POMPE A GIRI VARIABILI, SOSTITUZIONE LAMPADE

Lo scenario SNC 1 non è stato inserito in quanto tutti gli interventi hanno vita utile inferiore a 15 anni.

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_{CO_2}	ΔC_E	ΔC_{MO}	ΔC_{MS}	I_0	TRS	TRA	n	VAN	TI R	IP	DSC R	LLCR
	[%]	[%]	[€/anno]	[€/anno]	[€/anno]	[€]	[anni]	[anni]	[anni]	[€]	[%]	[-]		
EEM 1	18.9	12.4	1.609	2.565	0	86.306	11.6	20.8	30	9.473	6.4	0.11	n/a	n/a
EEM 2	15.1	9.9	1.282	2.043	0	38.379	6.6	9.6	30	23.336	11.8	0.61	n/a	n/a
EEM 3	13.5	8.8	1.144	1.822	0	31.023	5.8	8.6	30	22.480	12.9	0.72	n/a	n/a
EEM 4	-0.4	-0.2	32	52	0	17.713	18.9	21.4	10	-9.708	21.7	-0.55	n/a	n/a
EEM 5	21.7	15.0	1.946	2.936	0	37.378	6.4	8.0	15	14.472	11.5	0.39	n/a	n/a
SCN 2	77.7	69.7	9.206	9.332	0	210.799	2.82	3.29	30	41.024	35.6	19.5	1.276	1.438

Figura 0.1 – Scenario 2: analisi finanziaria



Dall'analisi con tempo di ritorno di 15 anni gli interventi risultano convenienti.

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.

Figura 1.1 - Vista della facciata



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

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

1.2 SCOPO DELLA DIAGNOSI ENERGETICA

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

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

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

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

1.3 RIFERIMENTO E CONTATTI AUDITOR E PERSONALE COINVOLTO

La presente DE è stata eseguita dalla **Società Fabryca S.r.l.**, il cui responsabile per il processo di audit è **l'ing. Luca Bertoni**, 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
Luca Bertoni Giordana Brognoli		Sopralluogo in sito
Giordana Brognoli		Elaborazione dei dati relativi ai consumi energetici
Paolo Ravera		Elaborazione dei dati geometrici ed alla creazione del modello energetico
Maurizio Toma	Responsabile involucro	Revisione report di diagnosi energetica
Oscar Battaglia	Responsabile impianti	Revisione report di diagnosi energetica
Luca Bertoni	EGE	Approvazione report di diagnosi energetica

1.4 IDENTIFICAZIONE DELL'EDIFICIO

L'immobile oggetto della DE, catastalmente individuato al NCEU SEZ. C F. 10 Mapp. 118, 121 Sub. 0 è sito nel Comune di Genova e più precisamente in via Martiri del Turchino 40.

L'edificio è di proprietà del Comune di Genova ed è attualmente adibito a scuola elementare.

Figura 1.2 – Localizzazione



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		1969
Anno di ristrutturazione		-
Zona climatica		D
Destinazione d'uso		E.7 – Edifici adibiti ad attività scolastiche
Superficie utile riscaldata	[m ²]	1.191,71
Superficie disperdente (S)	[m ²]	2.181,58
Volume lordo riscaldato (V)	[m ³]	4.509,75
Rapporto S/V	[1/m]	0,50
Superficie netta aree interne (scaldate e non scaldate)	[m ²]	1.206,71
Superficie lorda aree interne (scaldate e non scaldate)	[m ²]	1.357,78
Superficie lorda aree esterne	[m ²]	-
Superficie lorda complessiva (aree interne ed esterne)	[m ²]	1.357,78
Tipologia generatore riscaldamento		Caldaia tradizionale
Potenza totale impianto riscaldamento	[kW]	216
Potenza totale impianto raffrescamento	[kW]	-
Tipo di combustibile		Gas metano

Tipologia generatore Acqua Calda sanitaria (ACS)		-
Emissioni CO ₂ di riferimento ⁽¹⁾	[t/anno]	32.791
Consumo di riferimento Gas Metano ⁽¹⁾	[kWh _{th} /anno]	101.141
Spesa annuale Gas Metano ⁽¹⁾	[€/anno]	13.541
Consumo di riferimento energia elettrica ⁽¹⁾	[kWh _{el} /anno]	26.468
Spesa annuale energia elettrica ⁽¹⁾	[€/anno]	1.505

Nota (1): Valori di Baseline

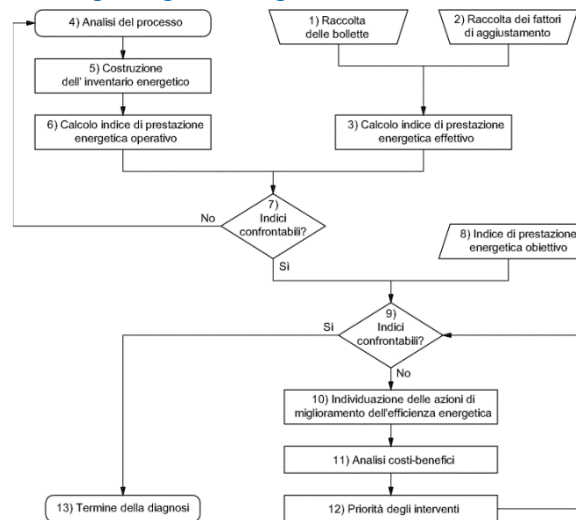
1.5 METODOLOGIA DI LAVORO

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

- a) Acquisizione della documentazione utile, fornita dalla PA, come riportato all' Allegato B – Elaborati;
- b) Analisi del quadro normativo di riferimento, incluso la verifica dei vincoli ambientali, storici, archeologici e paesaggistici interferenti sull'immobile interessato dall'intervento;
- c) Visita agli edifici, effettuata in data 30/11/2017 con verifica degli elaborati forniti e rilievo dei dati relativi alle caratteristiche degli elementi disperdenti ed impiantistici costituenti il sistema edificio-impianto;
- d) Visita alla centrale termica e/o frigorifera, con il supporto del personale incaricato della conduzione e manutenzione degli impianti e rilevamento dei dati utili;
- e) Preparazione e compilazione delle schede di Audit previste per la diagnosi di livello II di cui all'appendice A delle LGEE - Linee Guida per l'Efficienza Energetica negli Edifici - sett. 2013 - elaborato da AiCARR per Agesi, Assisat, Assopetroli e Assoenergia, e riportate all'Allegato J – Schede di audit;
- f) Elaborazione del comportamento termico ed elettrico dell'edificio, realizzata utilizzando il software commerciale Leto versione 4.0.2.5 in possesso di certificato di conformità rilasciato dal Comitato Termotecnico Italiano (CTI) certificato n. 80 ai sensi del D.lgs. 192/05 e s.m.i. e riportato all'Allegato F – Certificato CTI Software;
- g) Analisi dei profili annuali di consumi e costi dei servizi energetici reali dell'edificio, comprensivi della fornitura dei vettori energetici sia elettrici che di gas e degli oneri di O&M, relativamente alle annualità 2014-2015-2016;
- h) Analisi dei dati climatici reali del sito ove è ubicato l'edificio con conseguente calcolo dei Gradi Giorno reali (GG_{real}), utilizzando le temperature esterne rilevate dalla stazione meteo dell'Università di Genova e riportati all'Allegato I – Dati climatici;
- i) Individuazione della "baseline termica" di riferimento (e relative emissioni di CO₂) tramite opportuna ripartizione del consumo di combustibile tra le varie utenze a servizio dell'edificio e destagionalizzazione dello stesso, utilizzando i relativi GG reali (GG_{real}), e conseguente normalizzazione secondo i GG di riferimento (GG_{rif});
- j) Individuazione della "baseline elettrica" di riferimento (e relative emissioni di CO₂) calcolata sulla media aritmetica dei valori relativi ai consumi elettrici reali per tre le annualità 2014, 2015, 2016;
- k) Validazione del modello elaborato mediante il confronto con le baseline energetiche, al fine di ottenere uno scostamento inferiore al 5%;
- l) Analisi delle possibili EEM necessarie per la riqualificazione energetica del sistema edificio-impianto analizzando gli aspetti tecnici, energetici, ed ambientali.
- m) Simulazione del comportamento energetico dell'edificio a seguito dell'attuazione delle varie EEM proposte singolarmente, ed individuazione della nuova classe energetica raggiungibile;
- n) Definizione di due scenari ottimali a partire dalla combinazione delle singole EEM proposte al fine di conseguire un miglioramento del parametro di efficienza energetica dell'edificio

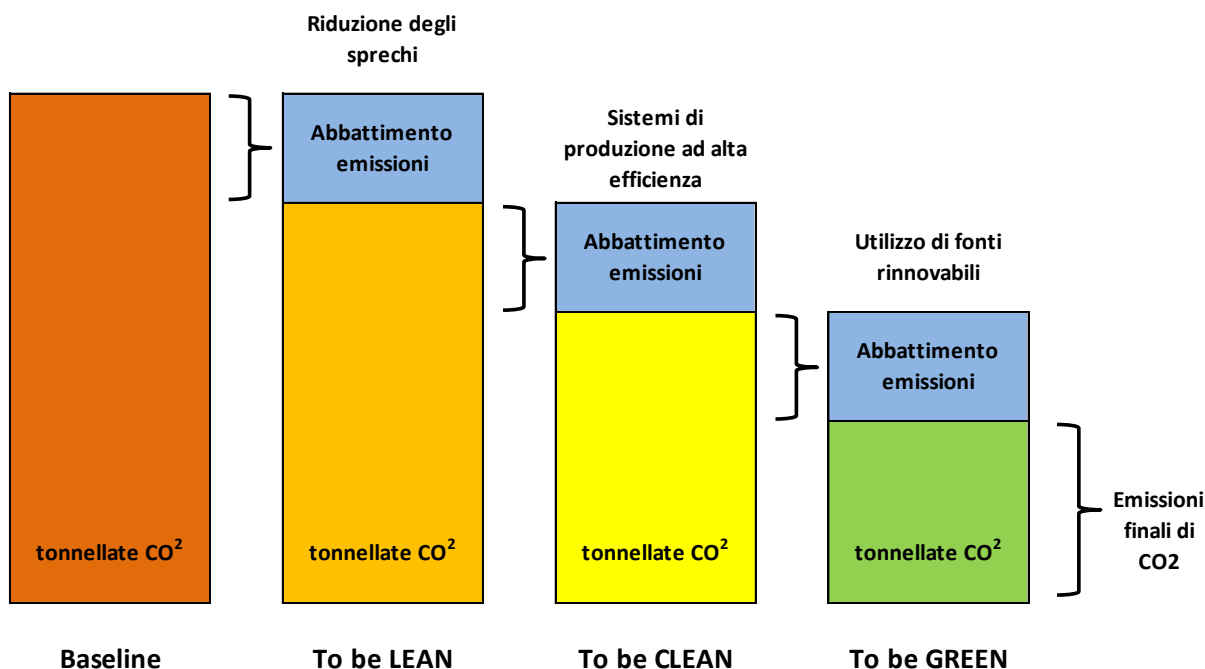
- superiore a due classi energetiche e tempi di ritorno inferiori uguale rispettivamente a 25 e a 15 anni.
- o) Analisi costi-benefici e di redditività finanziaria derivanti dalla realizzazione delle EEM previste singolarmente, con riferimento ai principali indicatori finanziari ed ai possibili sistemi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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

1.6 STRUTTURA DEL REPORT

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

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

2 DATI DELL'EDIFICIO

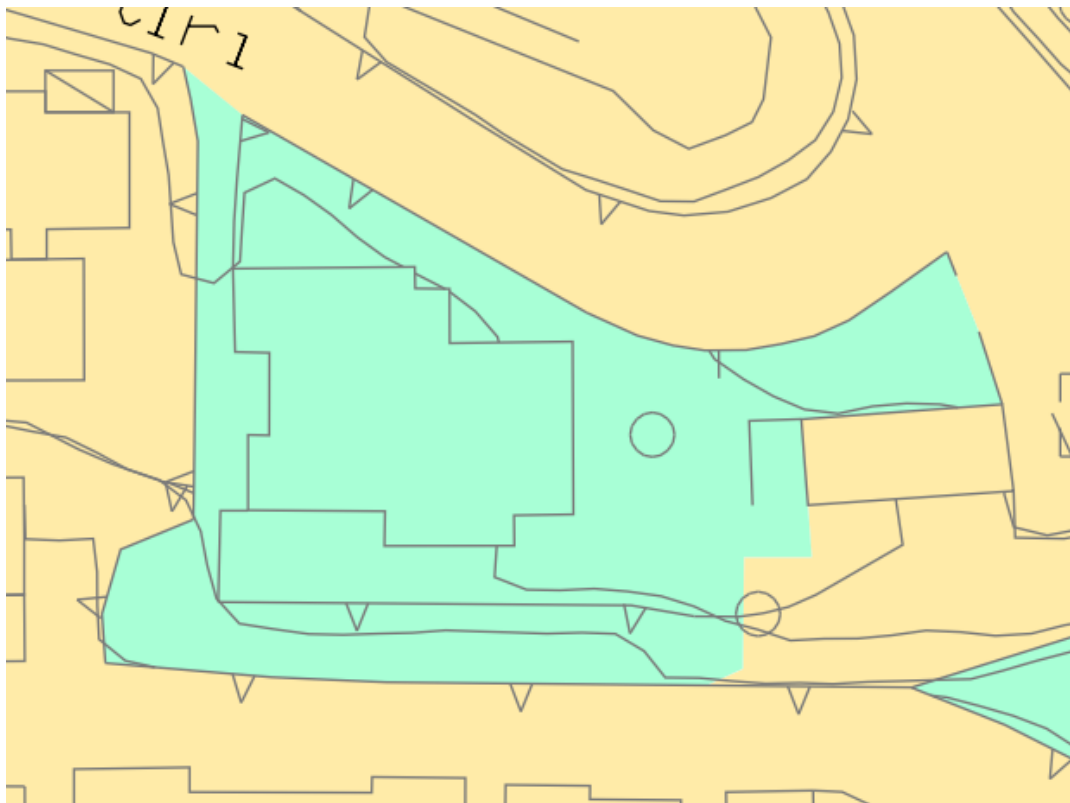
2.1 INFORMAZIONI SUL SITO

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

Figura 2.1 - Particolare estratto dal Piano Urbanistico Comunale

LEGENDA

AMBITI DEL TERRITORIO EXTRAURBANO		AMBITI SPECIALI		INFRASTRUTTURE	
	AC-NI ambito di conservazione del territorio non insediato		parchi di interesse naturalistico e paesaggistico		autostrada esistente
	AC-VP ambito di conservazione del territorio di valore paesaggistico e panoramico		sistemi di paesaggio		autostrada di previsione
	AR-PA ambito di riqualificazione delle aree di produzione agricola		macro area paesaggistica		ferrovia esistente
	AR-PR (a) ambito di riqualificazione del territorio di presidio ambientale		ambito con disciplina urbanistica speciale		ferrovia di previsione
	AR-PR (b) ambito di riqualificazione del territorio di presidio ambientale		fascia di protezione "A" stabilimenti a rischio rilevante		trasporto pubblico in sede propria di previsione
	AC-CS ambito di conservazione del centro storico urbano		fascia di protezione "B" stabilimenti a rischio rilevante		SIS-I viabilità principale esistente
	AC-VU ambito di conservazione del verde urbano strutturato		area di osservazione stabilimenti a rischio di incidente rilevante (Variante PTC della Provincia - D.C.P. 39/2008)		SIS-I viabilità principale di previsione
	AC-US ambito di conservazione dell'impianto urbano storico		ambito portuale		SIS-I viabilità di previsione
	AC-AR ambito di conservazione Antica Romana		aree di cava individuate dal Piano Territoriale delle attività estrattive		nodi infrastrutturali
	AC-IU ambito di conservazione dell'impianto urbanistico		aree di esproprio-cantiere relative a opere infrastrutturali		assi di relazione città-porto di previsione
	AR-UR ambito di riqualificazione urbanistica - residenziale		distretto di trasformazione		assi di relazione città-porto da concertare con Intesa L. 84/94
	AR-PU ambito di riqualificazione urbanistica produttivo - urbano		rete idrografica		SIS-S servizi pubblici territoriali e di quartiere e parcheggi pubblici
	AR-PI ambito di riqualificazione urbanistica produttivo - industriale		limiti amministrativi: Municipi		SIS-S servizi pubblici territoriali e di quartiere di valore storico paesaggistico
	ACO-L ambito complesso per la valorizzazione del litorale		limiti amministrativi: Comune		SIS-S servizi omniterrali



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

L'edificio ove è ubicata la scuola risale al 1969 e ai sensi del DPR 412/93, attualmente ricade nella destinazione d'uso E.7 - Edifici adibiti ad attività scolastiche.

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'edificio ospitante il complesso scolastico oggetto della DE è costituito complessivamente da tre piani fuori terra, nei quali si sviluppano le varie aule.

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 ⁽²⁾	SUPERFICIE UTILE RISCALDATA ⁽³⁾	SUPERFICIE UTILE RAFFRESCATA ⁽³⁾
Terra	Ingresso, aule	[m ²]	210,04	162,13	0
Primo	Aule	[m ²]	573,87	514,79	0
Secondo	Aule	[m ²]	573,87	514,79	0
TOTALE		[m ²]	1.357,78	1.191,71	0

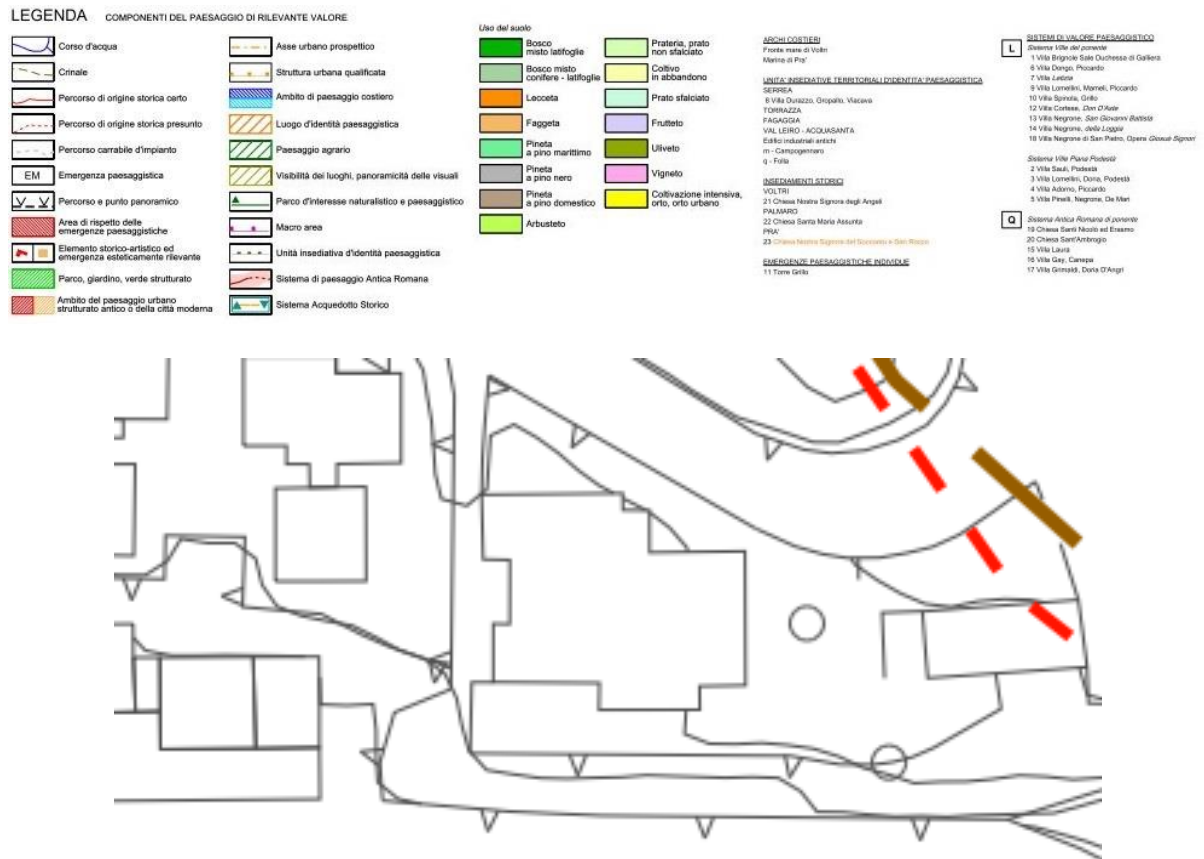
Nota (2): Superficie lorda comprensiva delle zone interne climatizzate e non climatizzate, valutate a partire dalle planimetrie progettuali, opportunamente verificate in fase di sopralluogo

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

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

Dal punto di vista storico-artistico l'edificio non è soggetto a vincoli di sorta.

Figura 2.3 - Particolare estratto dalla carta dei vincoli



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

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

MISURA DI EFFICIENZA ENERGETICA	VINCOLO INTERESSATO	VALUTAZIONE INTERFERENZA ⁽⁴⁾	MISURA DI TUTELA DA ADOTTARE
EEM 1: cappotto esterno involucro opaco	-		-
EEM 2: riqualificazione copertura	-		-
EEM 3: sostituzione dei serramenti	-		-
EEM 4: riqualificazione impianto di riscaldamento	-		-
EEM 5: sostituzione apparecchi illuminanti	-		-
EEM 6: installazione valvole termostatiche	-		-

Nota (4): Legenda livelli di interferenza:

	Non perseguibile
	Perseguibile tramite adozione misure di tutela indicate
	Interferenza nulla

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

2.4 MODALITÀ DI GESTIONE E MANUTENZIONE DI EDIFICI ED IMPIANTO

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

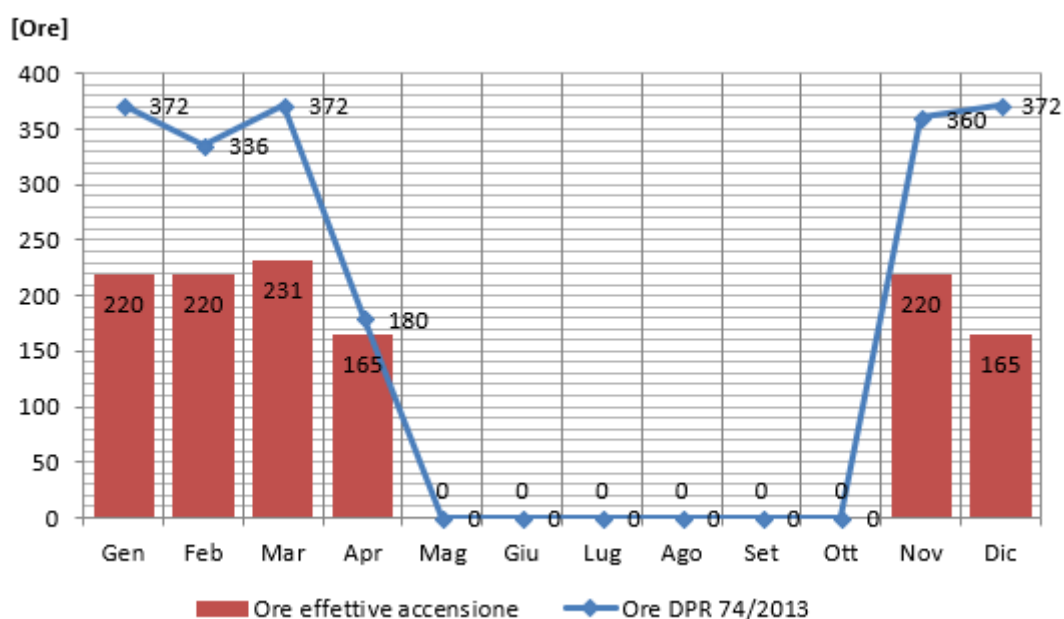
Gli orari di effettivo utilizzo dell'edificio sono stati ricavati tramite interviste al personale e visione del calendario scolastico, mentre i periodi di attivazione e spegnimento degli impianti sono stati forniti dal comune e verificati – ove possibile, da sonde di temperatura e umidità interna.

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

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

PERIODO	GIORNI SETTIMANALI	ORARIO FUNZIONAMENTO EDIFICIO	ORARIO FUNZIONAMENTO IMPIANTO
Dal 1 novembre al 15 aprile	dal lunedì al venerdì	8.00 – 17.00	6.30 – 17.30
	sabato e domenica	chiuso	chiuso
Dal 15 aprile al 31 ottobre	tutti i giorni	spento	spento

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



Dall'analisi effettuata è emerso che gli orari di funzionamento degli impianti sono strettamente correlati agli orari di espletamento delle lezioni, tranne per la mattina in cui l'orario di accensione anticipa la presenza e l'uscita del personale.

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.

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 11 ore al giorno (DPR 74/2013).

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

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

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

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

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

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

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

Tabella 3.2 – Profili mensili dei GG_{rif}

Mese	GIORNI MENSILI	TEMPERATURA ESTERNA UNI 10349:2016 [°C]	GIORNI RISCALDAMENTO [g/m]	GG	GIORNI DI UTILIZZO [g/m]	GIORNI RISCALDAMENTO EFFETTIVI [g/m]	GG _{rif}	PROFILO DI INCIDENZA
Gennaio	31	10,4	31	298	20	20	192	21%
Febbraio	28	10,5	28	266	20	20	190	21%
Marzo	31	11,1	31	276	21	21	187	20%
Aprile	30	15,3	15	71	20	15	73	8%
Maggio	31	18,7	-	-	21	-	-	-
Giugno	30	22,4	-	-	20	-	-	-
Luglio	31	24,6	-	-	20	-	-	-
Agosto	31	23,6	-	-	-	-	-	-
Settembre	30	22,2	-	-	20	-	-	-
Ottobre	31	18,2	-	-	21	-	-	-
Novembre	30	13,3	30	201	20	20	134	14%
Dicembre	31	10,0	31	310	15	15	150	16%
TOTALE	365	16,7	166	1421	218	111	926	100%

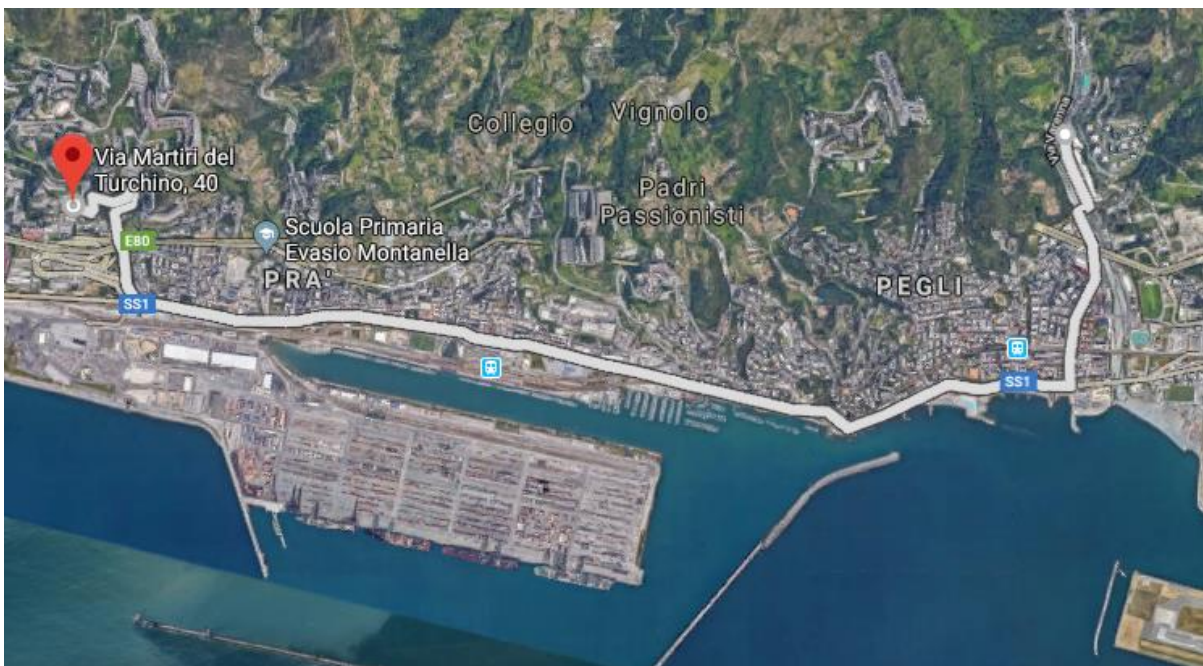
3.2 DATI CLIMATICI REALI

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 – PEGLI:

- Longitudine Gradi° Primi' Secondi'' 8° 49' 28.56'
- Latitudine Gradi° Primi' Secondi'' 44° 25' 56.172''
- Altezza sul livello del mare (m) 69.

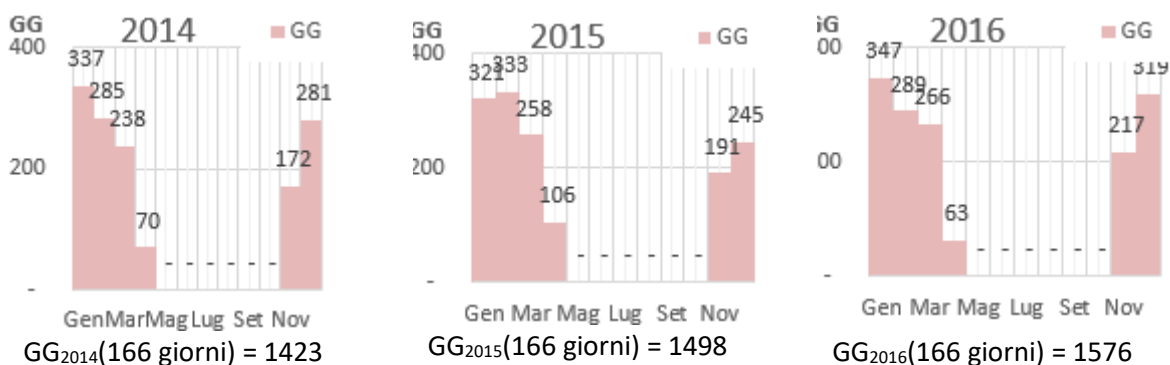
Figura 3.1 – Posizionamento della centralina meteo climatica rispetto all'edificio oggetto di DE



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

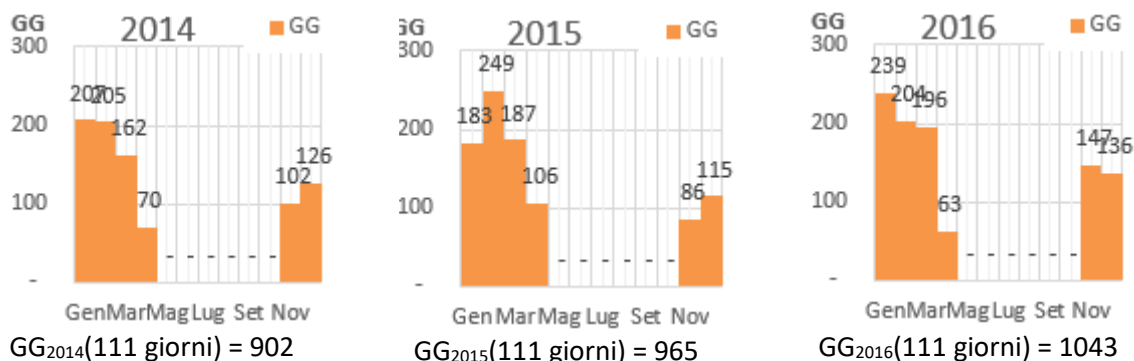


Considerando che il profilo di utilizzo degli impianti di riscaldamento prevede alcuni giorni di mancata accensione dell'impianto, come riportato nella Tabella 2.3, i GG reali sono stati ricalcolati in funzione del numero di giorni effettivi di accensione dell'impianto termico, pertanto si è ottenuto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

Tali GG sono valutati come la sommatoria estesa ai soli giorni di effettivo utilizzo degli impianti di riscaldamento nel periodo annuale di riscaldamento compreso tra il 1 Novembre e il 15 Aprile, delle sole differenze positive giornaliere tra la temperatura interna di 20°C e quella esterna giornaliera media mensile 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 aumenta nel 2015 e diminuisce nel 2016.

4 AUDIT EDIFICIO E IMPIANTI ELETTRICI E MECCANICI

4.1 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE DELL'INVOLUCRO EDILIZIO

4.1.1 Involucro opaco

L'involucro edilizio opaco che costituisce l'edificio è sostanzialmente composto da un unico corpo strutturale in mattoni pieni. Il pavimento poggia in parte su vespaio e in parte su portico esterno. I serramenti sono in telaio di alluminio con vetro singolo.

Figura 4.1 - Particolare della porzione di involucro



Il profilo termico della struttura è dovuto in gran parte alla sua morfologia: pareti e copertura non isolate, serramenti poco performanti.

Figura 4.2 - Particolare della facciata



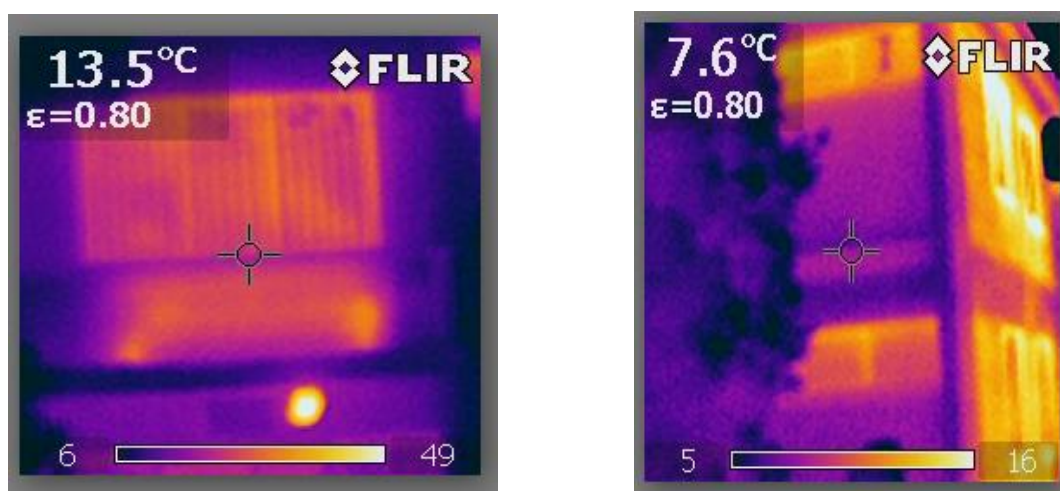
Ai fini di un'identificazione più precisa delle caratteristiche dei componenti dell'involucro e delle modalità di utilizzo degli ambienti interni si è proceduto, in sede di sopralluogo, alla realizzazione delle seguenti indagini diagnostiche:

- Rilievo termografico eseguito tramite l'utilizzo di termo camera per determinare la posizione delle irregolarità termiche;
- Rilievo dei valori di temperatura ed umidità relativa interne, mediante posizionamento di sonde termoigrometriche con frequenza di acquisizione ogni 30'.

Non si è proceduto alla verifica delle trasmittanze di parete mediante termoflussimetro, non avendo riscontrato, per il posizionamento dello strumento nelle zone in cui la misura poteva

ritenersi significativa, le condizioni di sicurezza richieste per una misura validabile, per il tempo necessario.

Figura 4.3 – Rilievo termografico della parete

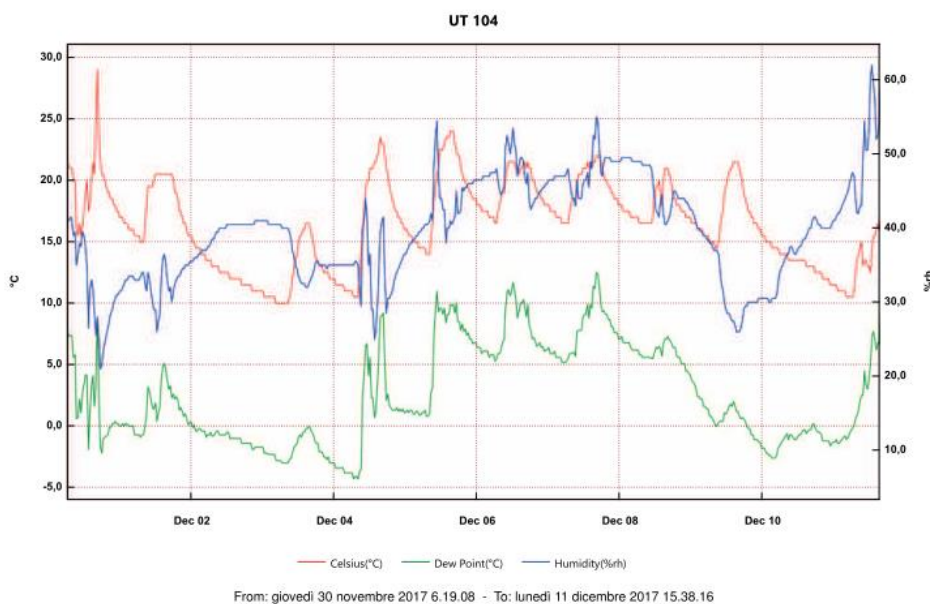


Dal 30 novembre 2017 all'11 dicembre 2017 è stata posizionata, all'interno dell'edificio scolastico, una sonda che ha rilevato in continuo i valori di temperatura ed umidità relativa, i cui risultati sono riportati in allegato - UT 104.

La sonda è stata posizionata in un'aula con presenza costante di studenti. Interrogando il corpo docenti sullo stato di comfort dell'istituto, si è cercato di posizionare la sonda nella zona più "critica" dell'istituto (o la più fredda o la più calda) per avere risultati significativi e utili ai fini della diagnosi.

Il grafico riporta le seguenti informazioni:

- la linea rossa riporta i valori di temperatura in °C, secondo la scala graduata a sinistra;
- la linea blu riporta i valori di umidità relativa, secondo la scala graduata sulla destra;
- la linea verde riporta il valore di temperatura (cd. temperatura di rugiada)



Dal grafico si nota che le temperature si mantengono – durante le giornate di lezione, sempre tra i 16 e i 20 °C. Solo durante le ore più calde della giornata si registrano temperature superiori ai 22

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
Copertura	E846 - Copertura	30	Assente	1,681	Buono
Parete verticale	E846 - M1	35	Assente	0,870	Buono
Parete verticale	E846 - M2	60	Assente	2,370	Buono
Parete verticale	E846 - M3	30	Assente	1,538	Buono
Parete verticale	E846 - M4	10	Assente	2,083	Buono
Pavimento	E846 - Pavimento	30	Assente	1,151	Buono
Pavimento su portico	E846 - Pavimento su portico	30	Assente	1,354	Buono
Pavimento controterra	E846 - Pavimento CT	30	Assente	1,415	Buono
Vetrata	E846 - Vetrata	5	Assente	4,961	Buono
Porta blindata	E846 - Porta blindata	10	Assente	0,407	Buono
Porta	E846 - Porta legno	10	Assente	0,794	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 alluminio e vetri singoli.

Lo stato di conservazione degli stessi è abbastanza buono.

Figura 4.4 - Particolare dei serramenti

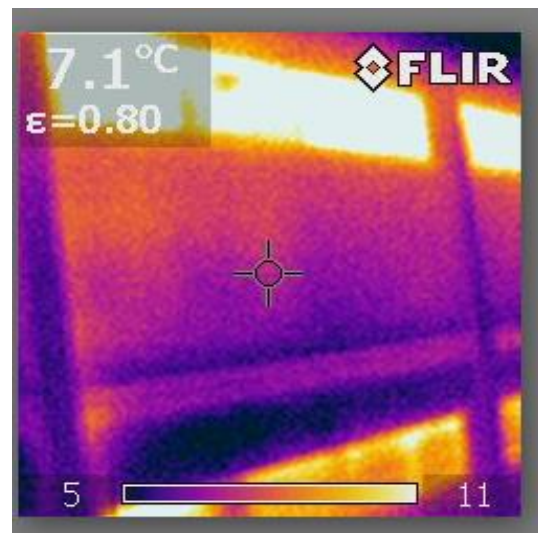


Ai fini di un'identificazione più precisa delle caratteristiche dei componenti dell'involucro e delle modalità di utilizzo degli ambienti interni si è proceduto, in sede di sopralluogo, alla realizzazione delle seguenti indagini diagnostiche:

- Rilievo termografico eseguito tramite l'utilizzo di termo camera per determinare la posizione delle irregolarità termiche;
- Rilievo dei valori di temperatura ed umidità relativa interne, mediante posizionamento di sonde termoigrometriche con frequenza di acquisizione ogni 30'.

Non si è proceduto alla verifica delle trasmittanze di parete mediante termoflussimetro, non avendo riscontrato, per il posizionamento dello strumento nelle zone in cui la misura poteva ritenersi significativa, le condizioni di sicurezza richieste per una misura validabile, per il tempo necessario.

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	F1	300X70	Alluminio	Singolo	4,933	Buono
Serramento verticale	F2	230X70	Alluminio	Singolo	4,942	Buono
Serramento verticale	F3	130X70	Alluminio	Singolo	4,905	Buono
Serramento verticale	F4	55X70	Alluminio	Singolo	4,331	Buono
Serramento verticale	F5	155X440	Alluminio	Singolo	5,181	Buono
Serramento verticale	F6	50X240	Alluminio	Singolo	4,740	Buono
Serramento verticale	F7	110X70	Alluminio	Singolo	4,867	Buono
Serramento verticale	F8	70X70	Alluminio	Singolo	4,665	Buono
Serramento verticale	F9	155X240	Alluminio	Singolo	5,169	Buono
Serramento verticale	F10	440X70	Alluminio	Singolo	4,896	Buono
Serramento verticale	F11	155X540	Alluminio	Singolo	5,237	Buono
Serramento verticale	F12	160X145	Alluminio	Singolo	5,099	Buono
Serramento verticale	F13	145X115	Alluminio	Singolo	4,971	Buono
Serramento verticale	F14	300X256	Alluminio	Singolo	5,329	Buono
Serramento verticale	F15	160X195	Alluminio	Singolo	5,199	Buono
Serramento verticale	F16	160X160	Alluminio	Singolo	5,137	Buono
Serramento verticale	F17	160X260	Alluminio	Singolo	5,124	Buono
Serramento verticale	F18	155X530	Alluminio	Singolo	5,232	Buono
Serramento verticale	F19	70X85	Alluminio	Singolo	4,781	Buono
Serramento verticale	F20	450X70	Alluminio	Singolo	4,971	Buono
Serramento verticale	F21	170X70	Alluminio	Singolo	4,856	Buono
Serramento verticale	F22	220X70	Alluminio	Singolo	4,924	Buono
Serramento verticale	F23	220X155	Alluminio	Singolo	5,185	Buono
Serramento verticale	F24	220X580	Alluminio	Singolo	5,327	Buono
Serramento verticale	F25	230X120	Alluminio	Singolo	5,085	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 n.3 caldaie tradizionali per la climatizzazione invernale.

4.2.1 Sottosistema di emissione

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

Figura 4.6 – Particolare dei radiatori

- Radiatori su parete



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 (UNI TS 11300:2)

ZONA TERMICA	TIPOLOGIA DI TERMINALE	RENDIMENTO
Scuola	Radiatori su parete	95%

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

Tabella 4.4 - Riepilogo caratteristiche dei terminali di emissione installati

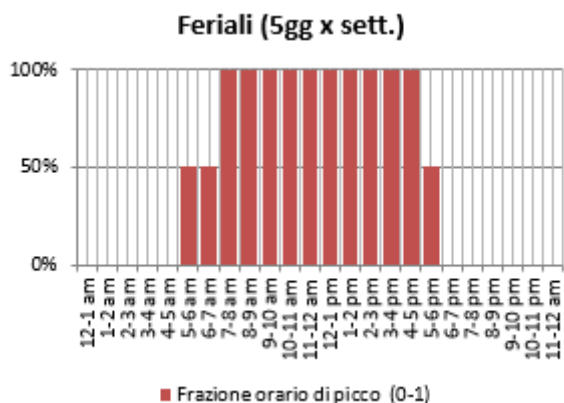
PIANO	TIPO DI INSTALLAZIONE	NUMERO	POTENZA TERMICA UNITARIA	POTENZA TERMICA COMPLESSIVA
			[kW]	[kW]
Terra	Radiatori su parete	4	2,703	10,811
Primo	Radiatori su parete	15	2,032	30,482
Secondo	Radiatori su parete	23	2,278	52,391
TOTALE		42		93,684

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 e Allegato E – Mappatura termosifoni E846.

4.2.2 Sottosistema di regolazione

La regolazione del funzionamento dell'impianto avviene attraverso l'impostazione degli orari di funzionamento. Non sono presenti termostati ambiente.

Figura 4.7 - Profilo di funzionamento invernale dell'impianto per la zona termica scuola



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

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

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

ZONA TERMICA	TIPO DI REGOLAZIONE	RENDIMENTO
Scuola	Climatica	84%

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

4.2.3 Sottosistema di distribuzione

Il sottosistema di distribuzione è costituito dai seguenti elementi:

- 1) Circuito secondario di mandata ai radiatori (fluido termovettore acqua).



Circuito secondario: è presente una pompa di circolazione gemellare il circuito secondario così denominato:

- Zona 1: scuola

Dai rilievi effettuati è stato possibile ricavare solo la potenza assorbita dalle pompe.

Le caratteristiche dei circolatori a servizio dei circuiti secondari sono riportate nella Tabella 4.6.

Tabella 4.6 - Riepilogo caratteristiche pompe circuito secondario

	NOME	SERVIZIO	PORTATA ⁽⁷⁾	PREVALENZA ⁽⁷⁾	POTENZA ASSORBITA ⁽⁸⁾
			m ³ /h	kPa	kW
Zona 1	P1/A – P1/B	mandata acqua calda	-	-	1,1

Nota (5): Valori ricavati dal modello energetico

Nota (6): Valori ricavati da progetto

Nota (7): Valori ricavati da dati di targa

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

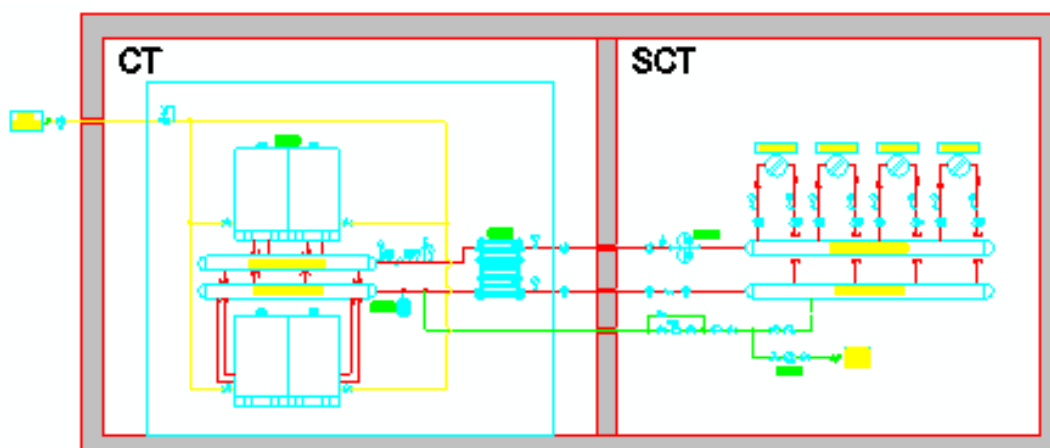
Tabella 4.7 – Temperature di mandata e ritorno del circuito secondario

	CIRCUITO		TEMPERATURA RILEVATA ⁽⁸⁾	TEMPERATURA CALCOLO
			°C	°C
Zona 1	Mandata	Caldo	Non rilevata	70
	Ritorno	Caldo	Non rilevata	40

Nota (5): Valori utilizzati nel modello di calcolo

Nota (6): Valori ricavati da progetto

Figura 4.8 - Particolare dello schema di impianto



Il rendimento complessivo del sottosistema di distribuzione è stato assunto nella DE pari al 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 n.3 caldaie tradizionali.

Figura 4.9 - Particolare del generatore



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

Tabella 4.8 - Riepilogo caratteristiche sistemi di generazione

Servizio	MARCA	MODELLO	ANNO DI COSTRUZIONE	POTENZA AL FOCOLARE [kW]	POTENZA TERMICA UTILE [kW]	RENDIMENTO	POTENZA ASSORBITA COMPLESSIVA [kW]
Gen 1 Riscaldamento	ATAG	Q605	2006	57,3	54	103,5%	54
Gen 1 Riscaldamento	ATAG	Q605	2006	57,3	54	103,5%	54
Gen 1 Riscaldamento	ATAG	Q605	2006	57,3	54	103,5%	54

Il rendimento complessivo del sottosistema di generazione, in regime di riscaldamento è stato assunto nella DE pari al 99%.

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 ELETTRICO E PRINCIPALI UTENZE ELETTRICHE

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

Tali tipologie di utenze sono state raggruppate insieme e sono riportate nella Tabella 4.9.

Tabella 4.9 – Elenco e caratteristiche delle altre utenze elettriche (UNI TS 11300:2)

ZONATERMICA	DESCRIZIONE	NUMERO	POTENZA NOMINALE W	POTENZA COMPLESSIVA W	ORE ANNUE DI UTILIZZO ore
Scuola	PC	12	600	7.200	1.440
Scuola	Stampante	1	800	800	1.440
Scuola	Lavagna interattiva	1	900	900	1.440
Scuola	Radio	1	80	80	1.440
Scuola	Proiettore	1	31	31	1.440

L'elenco riportato in tabella 4.13 fa riferimento alle principali utenze elettriche rilevate nell'edificio scolastico oltre all'illuminazione. Le utenze elettriche presenti nelle aule dedicate al ristoro del corpo insegnanti e di altro personale non sono riportati nella precedente tabella in quanto non significativi. Sono tuttavia state elencate nell'Allegato E - Schema energetico – E846 con specifiche caratteristiche.

Ai fini di un'identificazione più precisa del funzionamento dei componenti elettrici si è proceduto, in sede di sopralluogo, alla realizzazione delle seguenti indagini diagnostiche:

- Rilievo con censimento di tutte le utenze elettriche e interviste al personale sulle ore di utilizzo / funzionamento
- Realizzazione di un modello energetico elettrico dove per ciascun'utenza rilevata sono state indicate le ore e i giorni di utilizzo, numero e potenza elettrica installata, fattori di contemporaneità e di carico che hanno permesso di individuare il consumo annuo totale di tutte le utenze elettriche in funzione dei consumi rilevati da bolletta.

La realizzazione delle suddette indagini ha portato alle seguenti conclusioni:

- Gli apparati ICT vengono utilizzati quasi per l'intera giornata
- Le altre utenze vengono usate solo in caso di necessità.

Figura 4.10 – Particolare rilievo



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 e in Allegato E - Schema energetico – E846.

4.4 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO ILLUMINAZIONE

L'impianto di illuminazione è costituito da lampade di diverse tipologie, principalmente neon e fluorescenti da 36 e 58 W.

L'elenco e le caratteristiche dei corpi illuminanti sono riportate nella Tabella 4.10.

Tabella 4.10 – Elenco e caratteristiche dei corpi illuminanti

ZONATERMICA	DESCRIZIONE	NUMERO	POTENZA UNITARIA [W]	POTENZA COMPLESSIVA [W]
Scuola	Fluorescente	127	36	4.572
Scuola	Fluorescente	13	58	754

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 e in Allegato E - Schema energetico – E846.

5 CONSUMI RILEVATI

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

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

I vettori energetici analizzati sono i seguenti:

- Gas metano;
- Energia elettrica.

5.1.1 Energia termica

Il vettore termico utilizzato per la climatizzazione invernale della struttura è il gas metano.

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

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

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

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

La fornitura di gas metano avviene tramite la presenza di 1 contatore il quale risulta a servizio dei seguenti utilizzzi:

- Centrale termica per il riscaldamento degli ambienti della Zona 1;

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]
3270004349686	Riscaldamento	9.946	11.429	11.396	93.688	107.660	107.350

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

I consumi fatturati dalla società di fornitura sono riportati nella



Tabella 5.3.

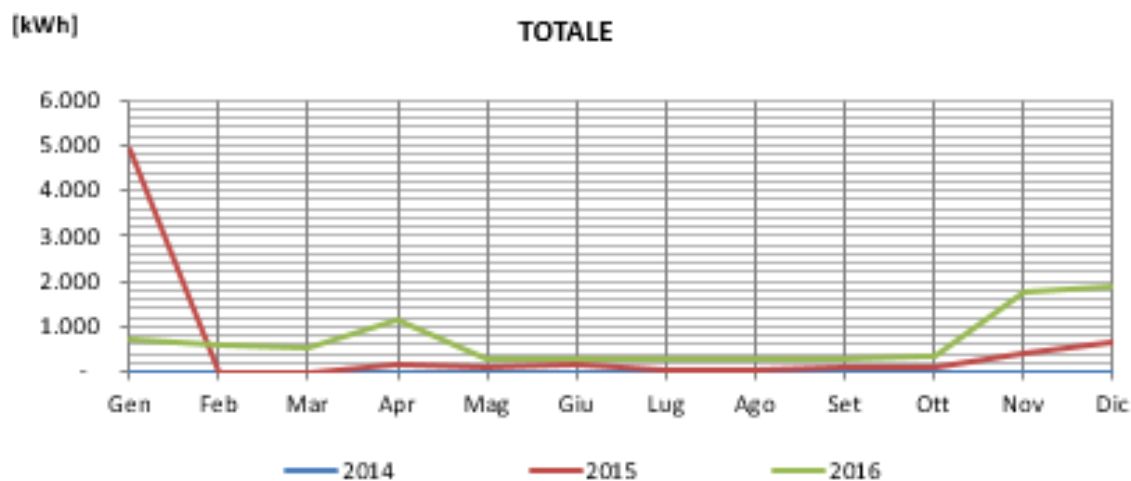
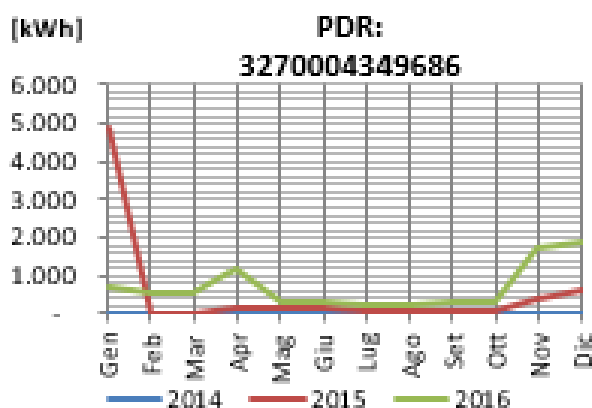
Tabella 5.3 - Consumi mensili di energia termica per il triennio di riferimento – Dati fatturati da società di fornitura

PDR: 3270004349686	2014	2015	2016	2014	2015	2016
Mese	[Sm ³]	[Sm ³]	[Sm ³]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gen			73	-	4.889	688
Feb		519	61	-	-	575
Mar			56	-	-	528
Apr		14	122	-	132	1.149
Mag		13	33	-	122	311
Giu		14	31	-	132	292
Lug		7	28	-	66	264
Ago		6	28	-	57	264
Set		9	31	-	85	292
Ott		9	35	-	85	330
Nov		45	187	-	424	1.762
Dic		68	203	-	641	1.912
Totale	-	704	888	-	6.632	8.365

I dati non inseriti non erano presenti nella documentazione fornita.

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

Figura 5.1 – Andamento mensile dei consumi termici fatturati



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

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

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

Dove:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Tabella 5.4 – Normalizzazione dei consumi annuali di energia termica

ANNO	GG _{REALI} SU [166] GIORNI	GG _{RIF} SU [166] GIORNI	CONSUMO REALE RISC. [Smc]	CONSUMO REALE RISC. [kWh]	α_{rif}	CONSUMO NORMALIZZATO A [1421] GG [kWh]	CONSUMO ACS [kWh]	CONSUMO ALTRO [kWh]
2014	1.423	1.421	9.946	93.718	65,9	93.612	--	--
2015	1.498	1.421	11.429	107.692	71,9	102.131	--	--
2016	1.576	1.421	11.396	107.381	68,1	96.824	--	--
Media	1.499	1.421	10.924	102.930	68,7	97.576	--	--

Come si può notare dai dati riportati il comportamento energetico dell'edificio, negli anni considerati, è stato caratterizzato da stabilità dei consumi.

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

Tabella 5.5 – Individuazione della Baseline termica

GRANDEZZA	VALORE
	[Kwh]
\bar{Q}_{ACS}	--
\bar{Q}_{ALTRO}	--
$\bar{a}_{rif} \times GG_{rif}$	97.576
$Q_{baseline}$	97.576

5.1.2 Energia elettrica

La fornitura di energia elettrica avviene tramite la presenza di 1 contatore il quale risulta a servizio dei seguenti utilizzi:

- Scuola elementare;

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

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

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

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

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

POD	ZONA SERVITA	2014	2015	2016	MEDIA
		[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
IT001E00096431	Scuola elementare	22.612	27.353	29.348	27.639
TOTALE		22.612	27.353	29.348	27.639

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-E846 ed è emerso che i consumi forniti dalla PA risultano maggiori di quelli ricavati dalle bollette.

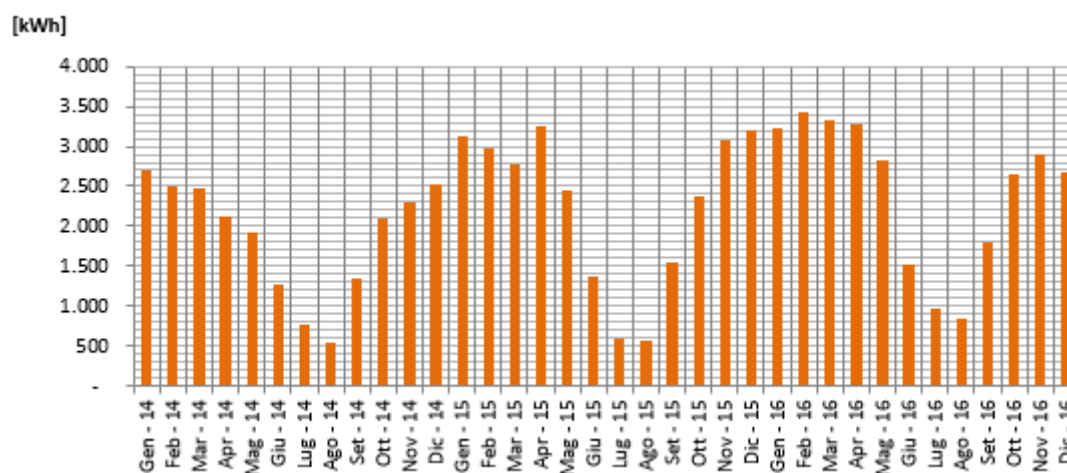
L'individuazione della baseline elettrica di riferimento è calcolata sulla media aritmetica dei valori relativi ai consumi elettrici reali per il triennio di riferimento.

Si è pertanto definito un consumo $EE_{baseline}$ pari a 26.468 kWh.

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

POD: IT001E00096431	F1	F2	F3	TOTALE
Anno 2014	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gen - 14	1.814	326	560	2.700
Feb - 14	1.750	328	428	2.506
Mar - 14	1.695	336	448	2.479
Apr - 14	1.402	275	437	2.114
Mag - 14	1.182	295	456	1.933
Giu - 14	695	202	381	1.278
Lug - 14	256	191	324	771
Ago - 14	161	130	252	543
Set - 14	862	202	294	1.358
Ott - 14	1.418	291	398	2.107
Nov - 14	1.525	296	483	2.304
Dic - 14	1.434	363	722	2.519
Totale	14.194	3.235	5.183	22.612
POD: IT001E00096431	F1	F2	F3	TOTALE
Anno 2015	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gen - 15	1.676	531	915	3.122
Feb - 15	1.719	488	758	2.965
Mar - 15	1.610	428	742	2.780
Apr - 15	1.710	520	1.030	3.260
Mag - 15	1.323	399	739	2.461
Giu - 15	707	237	431	1.375
Lug - 15	209	141	247	597
Ago - 15	178	131	267	576
Set - 15	959	250	345	1.554
Ott - 15	1.548	363	476	2.387
Nov - 15	1.688	495	903	3.086
Dic - 15	1.745	511	934	3.190
Totale	15.072	4.494	7.787	27.353
POD: IT001E00096431	F1	F2	F3	TOTALE
Anno 2016	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gen - 16	1.668	554	1.010	3.232
Feb - 16	2.013	565	840	3.418
Mar - 16	1.863	555	918	3.336
Apr - 16	1.747	578	943	3.268
Mag - 16	1.702	436	684	2.822
Giu - 16	742	285	486	1.513
Lug - 16	338	228	401	967
Ago - 16	277	195	370	842
Set - 16	1.029	321	461	1.811
Ott - 16	1.572	427	651	2.650
Nov - 16	1.919	389	603	2.911
Dic - 16	1.419	468	781	2.668
Totale	16.289	5.001	8.148	29.438

Figura 5.2 – Confronto tra i profili elettrici reali relativi a ciascun POD per il triennio di riferimento



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

Tali valori sono riportati nella Tabella 5.8.

Tabella 5.8 – Consumi mensili di Baseline

BASELINE	F1	F2	F3	TOTALE
	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gennaio	1.719	470	828	3.018
Febbraio	1.827	460	675	2.963
Marzo	1.723	440	703	2.865
Aprile	1.620	458	803	2.881
Maggio	1.402	377	626	2.405
Giugno	715	241	433	1.389
Luglio	268	187	324	778
Agosto	205	152	296	654
Settembre	950	258	367	1.574
Ottobre	1.513	360	508	2.381
Novembre	1.711	393	663	2.767
Dicembre	1.533	447	812	2.792
Totale	15.185	4.243	7.039	26.468

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

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

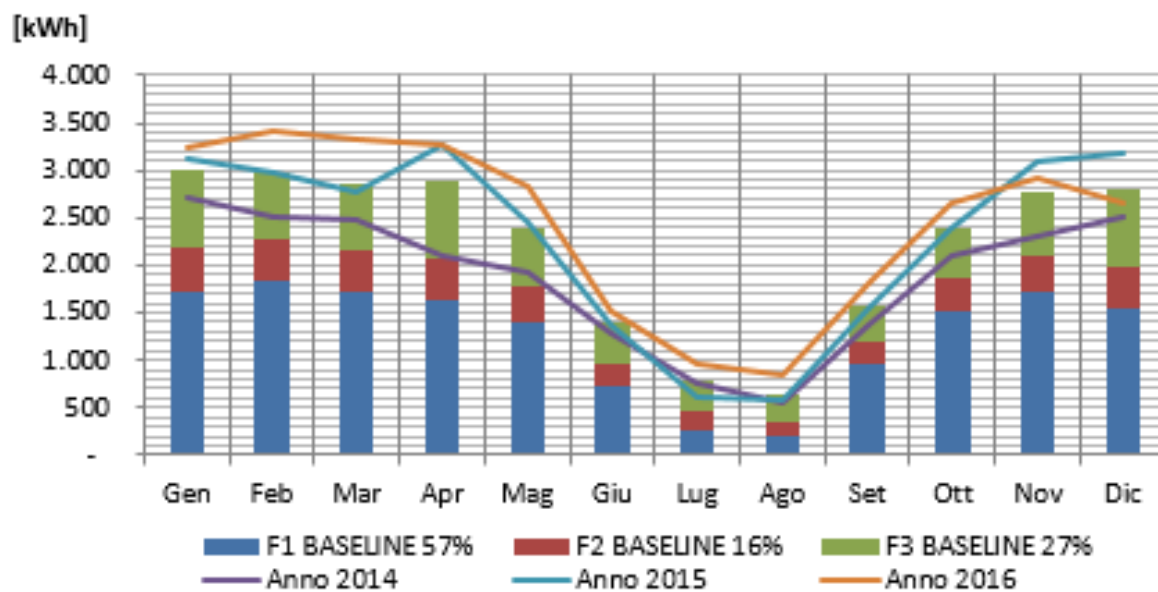
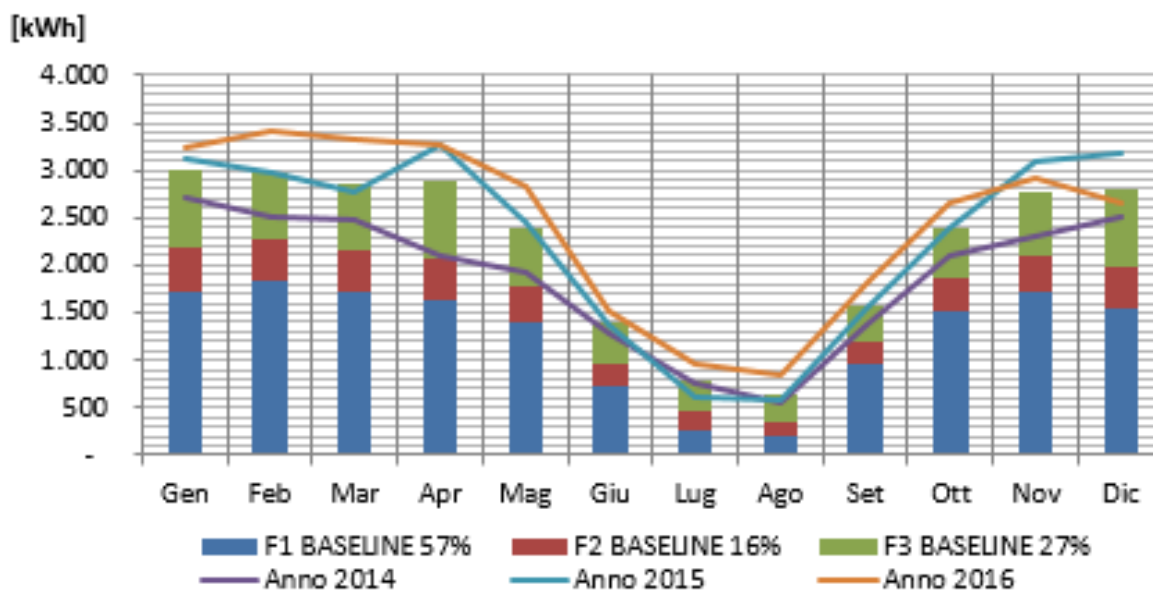


Figura 5.3 – Confronto tra i profili mensili elettrici reali e i valori di Baseline per il triennio di riferimento



I profili di prelievo mensili nel triennio di riferimento presentano andamenti regolari e costanti, con una riduzione dei consumi nel periodo estivo (luglio – agosto).

Non è stato possibile rappresentare i profili giornalieri dei consumi.

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.

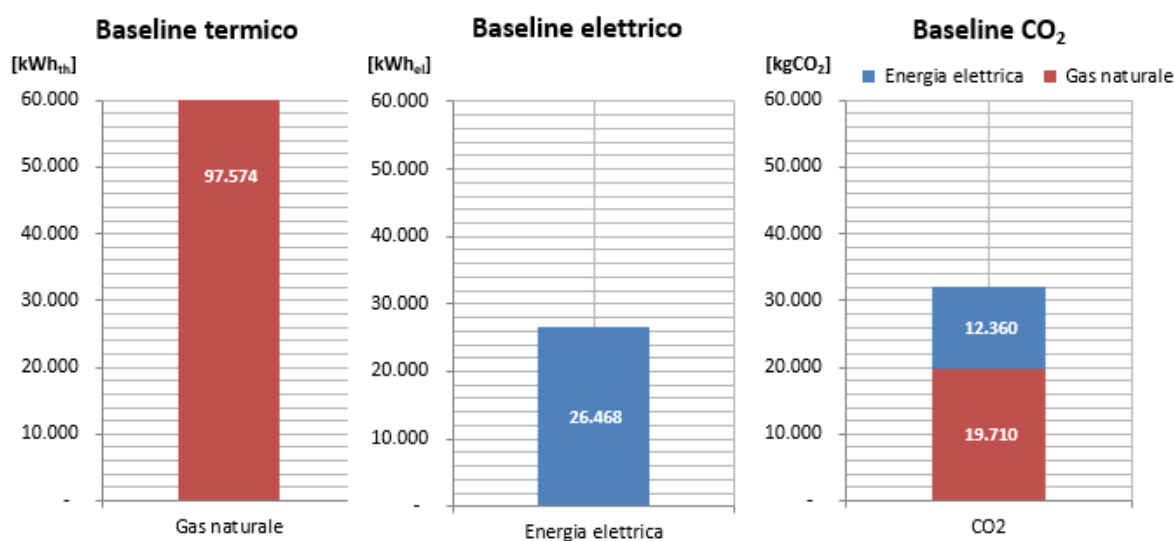
COMBUSTIBILE	FATTORE DI CONVERSIONE
	kgCO ₂ /kWh
Energia elettrica	* 0,467
Gas naturale	* 0,202
GPL	* 0,227
Olio combustibile	* 0,267
Gasolio	* 0,267
Benzina	* 0,249

* 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	97.574	0,202	19.710
Energia elettrica	26.468	0,467	12.360

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	1.192	m ²
FATTORE 1	Superficie netta complessiva delle aree interne (riscaldate e non riscaldate)	1.342	m ²
FATTORE 1	Volume lordo complessivo (aree interne riscaldate e non riscaldate)	4.509	m ³

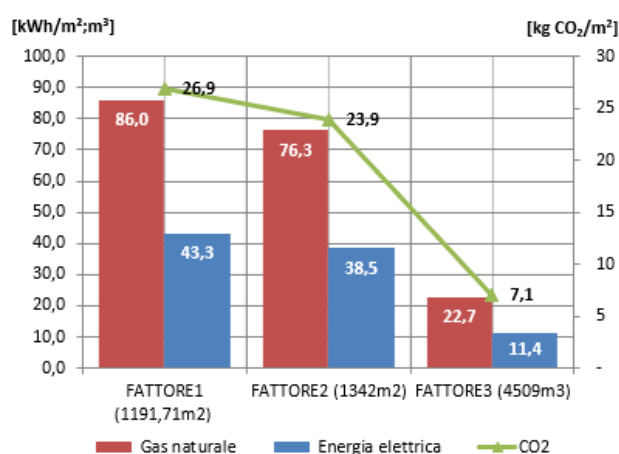
Nella Tabella 5.13 e Tabella 5.14 sono riportati gli indicatori di performance valutati coerentemente con quanto riportato nella sezione 2.5 dell’Allegato J – Schede di audit.

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

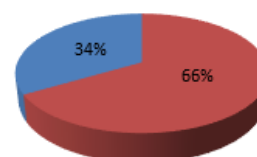
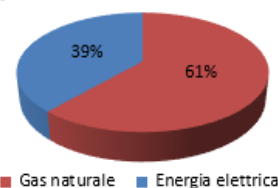
VETTORE ENERGETICO	CONSUMO ENERGETICO DI BASELINE [kWh/anno]	FATTORE DI CONVERSIONE ENERGIA PRIMARIA TOTALE	CONSUMO DI ENERGIA PRIMARIA TOTALE [kWh/anno]	INDICATORI DI CONSUMO ENERGIA PRIMARIA TOTALE			INDICATORI AMBIENTALI		
				FATTORE 1 [kWh/m ²]	FATTORE 2 [kWh/m ²]	FATTORE 3 [kWh/m ³]	FATTORE 1 [Kg CO ₂ /m ²]	FATTORE 2 [Kg CO ₂ /m ²]	FATTORE 3 [Kg CO ₂ /m ³]
Gas naturale	101.141	1,05	106.198	89,1	79,1	23,6	17,14	15,22	4,53
Energia elettrica	26.468	2,42	64.052	53,7	47,7	14,2	10,37	9,21	2,74
TOTALE			170.250	143	127	38	28	24	7

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	97.574	1,05	102.453	86,0	76,3	22,7	16,54	14,69	4,37
Energia elettrica	26.468	1,95	51.612	43,3	38,5	11,4	10,37	9,21	2,74
TOTALE			154.065	129	115	34	27	24	7

Figura 5.5 – Indicatori di performance e relative emissioni di CO₂ valutati in funzione della superficie utile riscaldataFigura 5.6 – Ripartizione % dei consumi di energia primaria e delle relative emissioni di CO₂

Ripartizione % energia primaria

Ripartizione % emissioni CO₂

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

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

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

La formula definita è sotto riportata:

$$IEN_R = \frac{\text{Consumo_annuo_riscaldamento} \times F_e \times F_h \times 1000}{GG \times V_{risc}}$$

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

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

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

$$IEN_E = \frac{\text{Consumo_energia_elettrica} \times F_h}{A_p}$$

Tabella 5.15 – 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	66,96	76,95	76,73	-	-	-
Energia elettrica	-	-	-	15,16	19,48	14,23

E' stato quindi possibile effettuare un raffronto con le classi di merito riportate nelle suddette Linee Guida ENEA - FIRE, ottenendo per il riscaldamento una classe insufficiente e per l'energia elettrica una classe sufficiente per il 2014 e il 2016 e una classe insufficiente per il 2015. Si veda dettaglio dei risultati nell'Allegato M.

6 MODELLO DEL FABBISOGNO ENERGETICO

6.1 METODOLOGIA DI CALCOLO ADOTTATA E VALIDAZIONE DEI MODELLI DI CALCOLO

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

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

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

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

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

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

INDICE DI PRESTAZIONE ENERGETICA		U.M.	ENERGIA PRIMARIA TOTALE	ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE
Globale non rinnovabile	EP _{gl,nren}	kWh/mq anno	266,68	250,48
Climatizzazione invernale	EP _H	kWh/mq anno	209,00	204,00
Produzione di acqua calda sanitaria	EP _w	kWh/mq anno	0,00	0,00
Ventilazione	EP _v	kWh/mq anno	0,00	0,00
Raffrescamento	EP _c	kWh/mq anno	0,00	0,00
Illuminazione artificiale	EP _L	kWh/mq anno	57,68	46,48
Trasporto di persone e cose	EP _{Tr}	kWh/mq anno	0,00	0,00
Emissioni equivalenti di CO2	CO _{2eq}	Kg/mq anno	59,70	56,07

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

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

FONTE ENERGETICA UTILIZZATA	CONSUMO	CONSUMO ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE
	[m ³ /anno]	[kWh/anno]
Gas Naturale		
Energia Elettrica		

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

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

Dove:

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

- $E_{baseline}$ è il consumo energetico reale di baseline dell'edificio assunto rispettivamente pari al $Q_{baseline}$ e a $EE_{baseline}$

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

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

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

6.1.1 Validazione del modello termico

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

Si è quindi provveduto alla simulazione dei parametri reali di utilizzo dell'edificio considerando:

- Ore e giorni reali di funzionamento dell'impianto
- Temperature reali esterne (GG reali) ed interne (uso sonda di temperatura interna)
- Indici di affollamento: valutato l'indice di affollamento in funzione del numero di persone presenti e della superficie occupata da persone
- Rendimento generatore: dal dato di progetto si passa al valore dichiarato da prova fumi
- Indice di affollamento: viene ridotto l'indice di affollamento ipotizzando di ridurre l'indice rispetto alle condizioni standard, dimezzando il numero delle persone presenti nell'istituto

Nella

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

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

INDICE DI PRESTAZIONE ENERGETICA		U.M.	ENERGIA PRIMARIA TOTALE	ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE
Globale non rinnovabile	$EP_{gl,nren}$	kWh/mq anno	74,91	70,36
Climatizzazione invernale	EP_H	kWh/mq anno	58,71	57,3
Produzione di acqua calda sanitaria	EP_w	kWh/mq anno	0	0
Ventilazione	EP_v	kWh/mq anno	0	0
Raffrescamento	EP_c	kWh/mq anno	0	0
Illuminazione artificiale	EP_L	kWh/mq anno	16,2	13,06
Trasporto di persone e cose	EP_T	kWh/mq anno	0	0
Emissioni equivalenti di CO2	CO_{2eq}	Kg/mq anno	16,77	15,75

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

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

FONTI ENERGETICHE UTILIZZATE	CONSUMO [mc/anno]	CONSUMO [kWh/anno]
Gas Naturale	7.090	66.808
Energia Elettrica	--	27.684

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)

$Q_{teorico}$ [kWh/anno]	$Q_{baseline}$ [kWh/anno]	Congruità [%]
93.198	97.574	5

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)

$EE_{teorico}$ [kWh/anno]	$EE_{baseline}$ [kWh/anno]	Congruità [%]
27.468	26.468	4

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

6.2 FABBISOGNI ENERGETICI

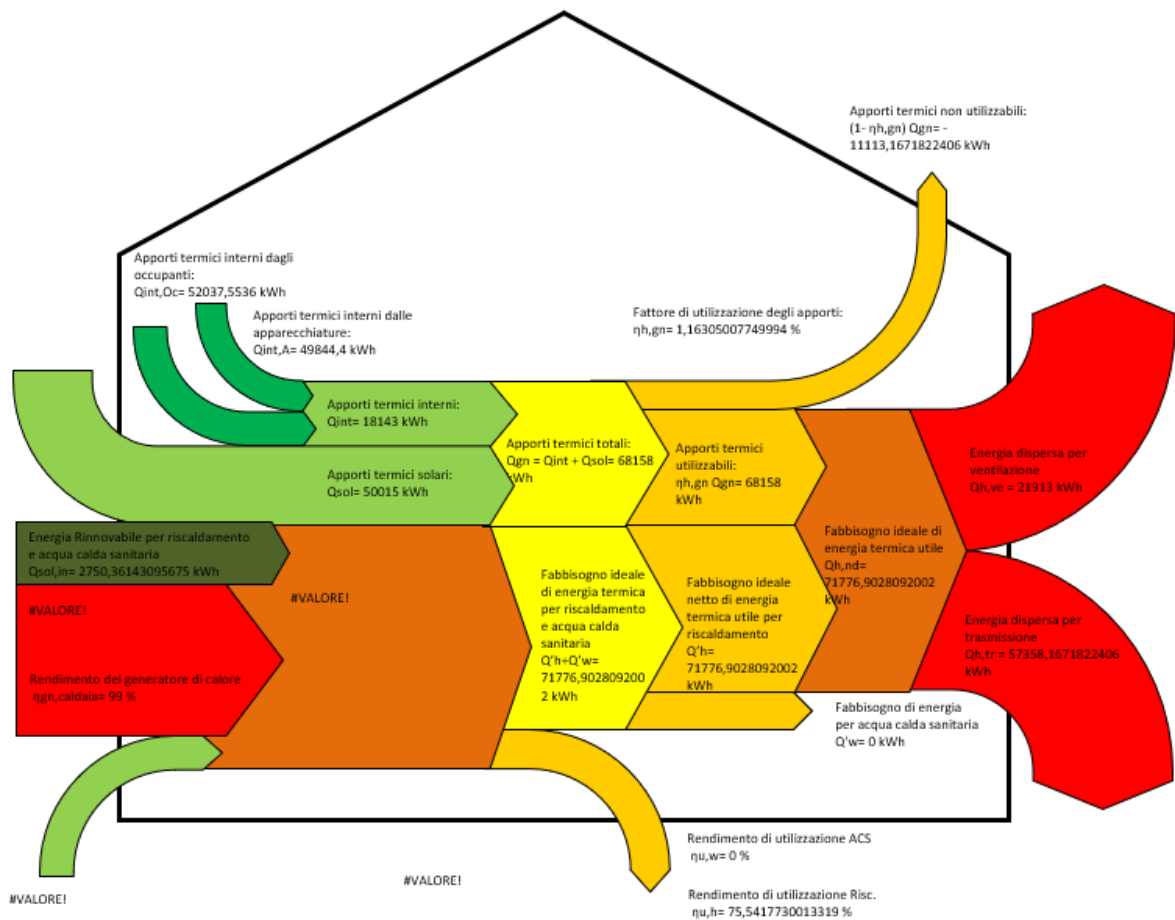
Al fine di valutare la prestazione energetica del sistema edificio-impianti si è reso necessario predisporre i risultati della modellazione energetica nella forma di un bilancio energetico che

descrive 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.

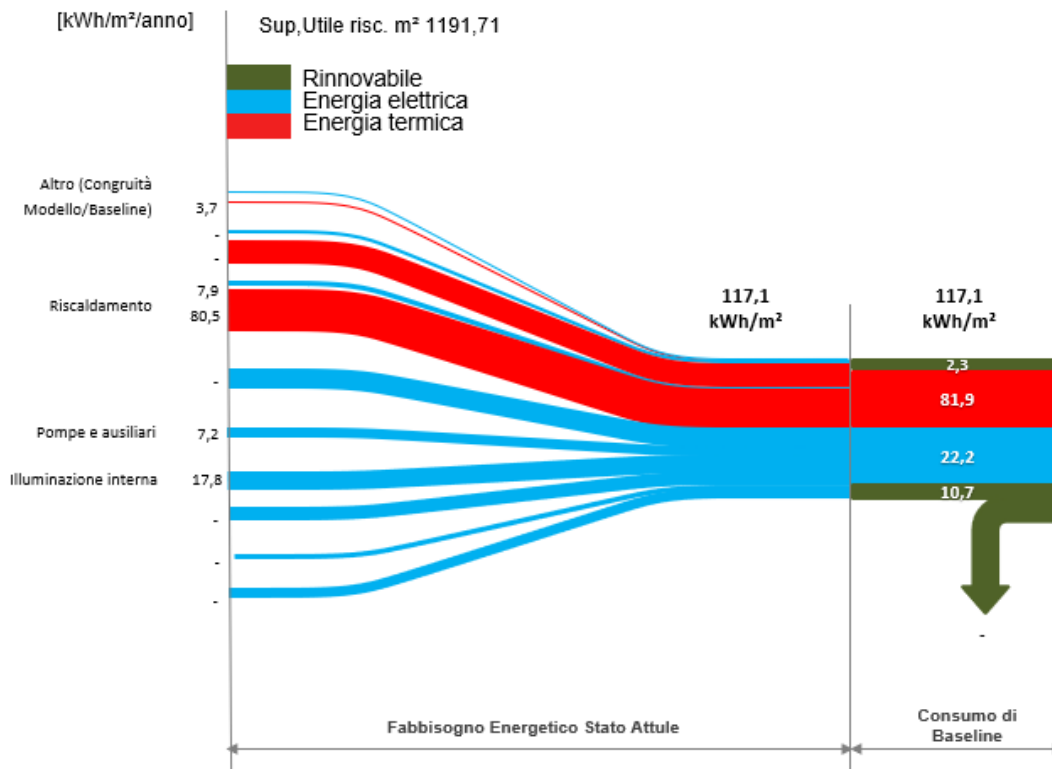
I risultati del bilancio energetico termico sono stati rappresentati nella forma di diagramma di Sankey riportato in Figura 6.1

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



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

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



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

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

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

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

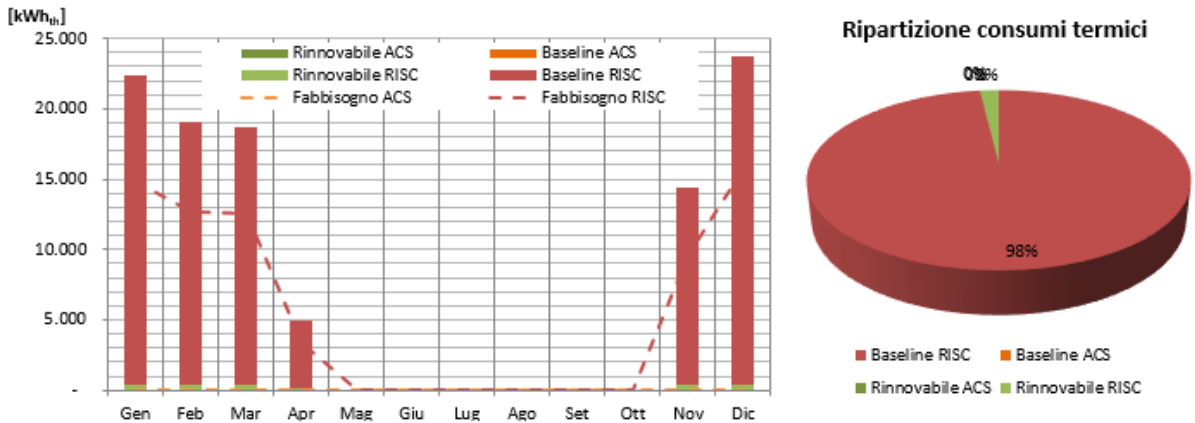
Dall’analisi del diagramma di Sankey relativo al bilancio energetico complessivo dell’edificio   possibile notare che la maggior richiesta di energia   relativa alla parte di energia termica (con una quota di rinnovabile molto bassa).

6.3 PROFILI ENERGETICI MENSILI

La creazione di un modello energetico consente di effettuare una pi  corretta ripartizione dei consumi energetici di Baseline in funzione dei diversi utilizzi presenti all’interno dell’edificio oggetto della DE. Tale profilo pu  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   riportato in Figura 6.3.

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



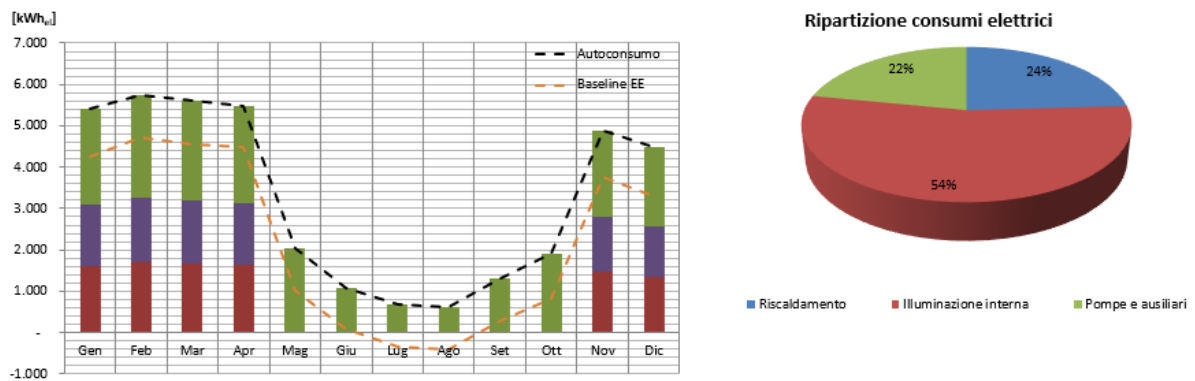
Si può notare come la maggior parte dei consumi termici sia da attribuirsi al riscaldamento.

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

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

I risultati di tale valutazione sono riportati nella Figura 6.4.

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



Si può notare come la maggior parte dei consumi sia da attribuirsi all’illuminazione interna, pari circa al 54%.

7 ANALISI DEI COSTI PRE-INTREVENTO

7.1 COSTI RELATIVI ALLA FORNITURA DEI VETTORI ENERGETICI

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

7.1.1 Vettore termico

La fornitura del vettore termico avviene tramite un contratto unico per il PDR presente all'interno dell'edificio, come di seguito elencato:

- PDR 1 – 3270037756809: contratto di Servizio Integrato Energia 3 (SIE3) stipulato dalla PA con un soggetto terzo, comprensivo sia la fornitura del vettore energetico che la conduzione e manutenzione degli impianti. Non è stato quindi possibile effettuare un'analisi dei costi di fatturazione del vettore energetico in quanto tali fatture non sono a disposizione della PA ;
- PDR 2 – 3270004349686: contratto di fornitura del solo vettore energetico, stipulato direttamente dalla PA con la società di fornitura. Non è stato comunque possibile effettuare un'analisi di dettaglio dei costi fatturati in quanto sono stati forniti solo i consumi..

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

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

PDR: 3270004349686	2015	2016
Indirizzo di fornitura	VIA MARTIRI DEL TURCHINO 40	
Dati di intestazione fattura	COMUNE DI GENOVA 16124 GENOVA (GE) VIA DI FRANCIA 1	COMUNE DI GENOVA 16124 GENOVA (GE) VIA GARIBALDI 9
Società di fornitura	ENI spa	Energetic spa
Inizio periodo fornitura	01-04-2015	01-04-2016
Fine periodo fornitura	01-04-2016	-
Classe del contatore	G0010	G0010
Tipologia di contratto	UTENZE CON ATTIVITA' DI SERVIZIO PUBBLICO	Punto di riconsegna per usi diversi
Opzione tariffaria (*)		-
Valore del coefficiente correttivo dei consumi	1,023	1,023
Potere calorifico inferiore convenzionale del combustibile	9,42	9,42

Prezzi di fornitura del combustibile (*) (IVA INCLUSA)

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

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

Dalle informazioni riportate nella tabella si può desumere che il fornitore è stato sostituito tra il 2015 e il 2016.

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

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

PDR: 3270037756809	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						-	4.889	-
Feb - 15						-	-	-
Mar - 15						-	-	-
Apr - 15						-	132	-
Mag - 15						-	122	-
Giu - 15						-	132	-
Lug - 15						-	66	-
Ago - 15						-	57	-
Set - 15						-	85	-
Ott - 15						-	85	-
Nov - 15						-	424	-
Dic - 15						-	641	-
Totale	-	-	-	-	-	-	6.632	-
PDR: 3270037756809	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						-	688	-
Feb - 16						-	575	-
Mar - 16						-	528	-
Apr - 16						-	1.149	-
Mag - 16						-	311	-
Giu - 16						-	292	-
Lug - 16						-	264	-
Ago - 16						-	264	-
Set - 16						-	292	-
Ott - 16						-	330	-
Nov - 16						-	1.762	-
Dic - 16						-	1.912	-
Totale	-	-	-	-	-	-	8.365	-

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

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

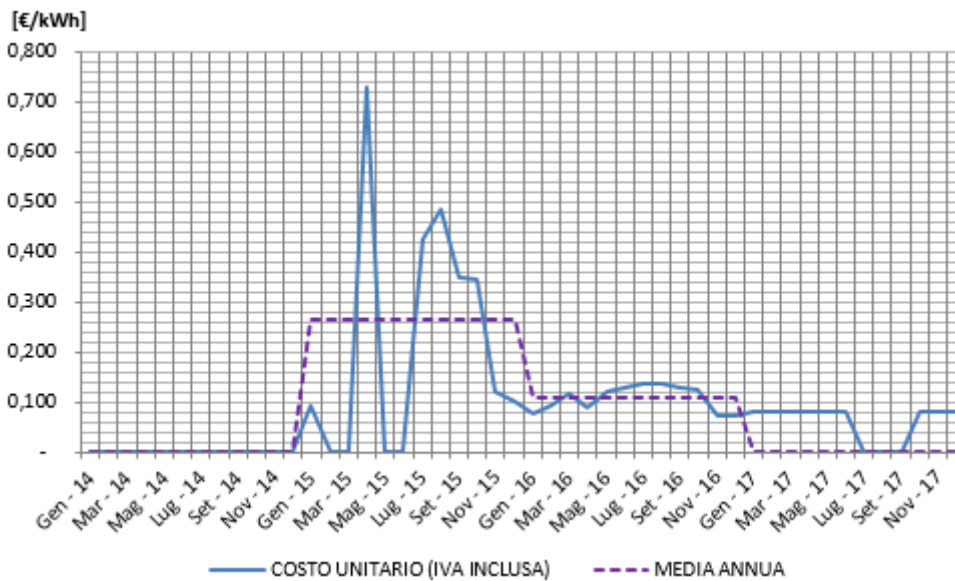
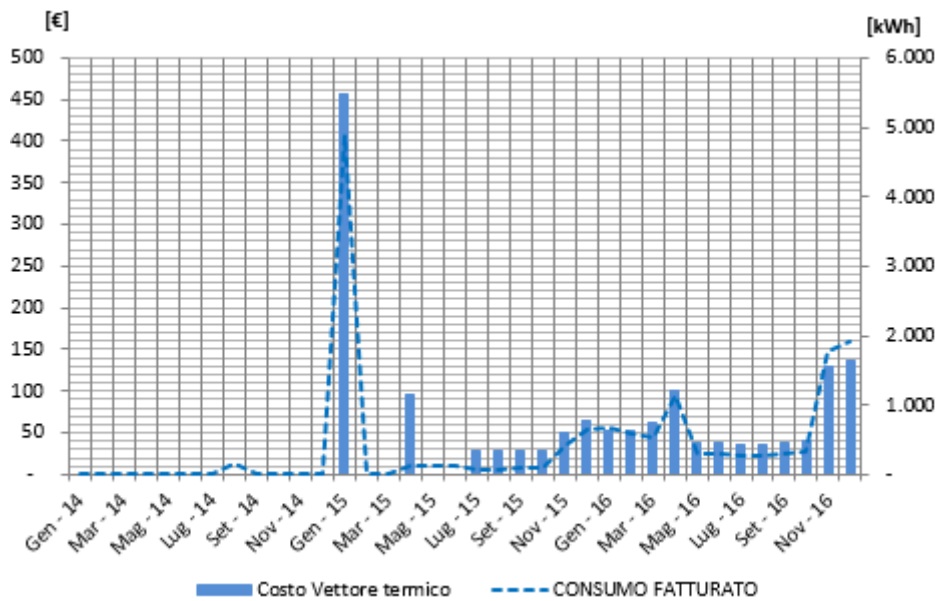


Figura 7.2 – Andamento dei consumi e dei costi dell'energia termica



7.1.2 Vettore elettrico

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

- POD 1 – IT001E00096431: contratto di fornitura del vettore energetico, stipulato direttamente dalla PA con la società di fornitura. E' stato quindi possibile effettuare un'analisi di dettaglio dei costi fatturati e delle caratteristiche del contratto di fornitura.

Nella Tabella 7.3 si riportano le principali caratteristiche del contratto di fornitura del vettore termico per gli anni di riferimento.

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

POD: IT001E00096431	2014	2015	2016
Indirizzo di fornitura	VIA MARTIRI DEL TURCHINO 40		
Dati di intestazione fattura	COMUNE DI GENOVA 16124 GENOVA (GE) VIA DI FRANCIA 1		
Società di fornitura	EDISON spa	GALA spa	IREN spa
Inizio periodo fornitura	01-10-2013	Aprile 2015	Aprile 2016
Fine periodo fornitura	Aprile 2015	Aprile 2016	-
Potenza elettrica impegnata	27,50	27,50	27,50
Potenza elettrica disponibile	27,50	27,50	27,50
Tipologia di contratto	Forniture in BT (escluso IP)	Utenza Altri Usi	Altri usi
Opzione tariffaria ⁽¹⁾	-	-	-
Prezzi del fornitura dell'energia elettrica ⁽²⁾	12	15	15

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.

Dalle informazioni riportate nella tabella si può desumere che il fornitore è stato sostituito nel corso degli anni e che la potenza elettrica disponibile e impegnata sono rimaste costanti nel tempo.

Nella

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

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

POD: IT001E00096431	QUOTA ENERGIA	ONERI DI SISTEMA PARTE FISSA	ONERI DI SISTEMA PARTE VARIABILE	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURATO	COSTO UNITARIO (IVA INCLUSA)
ANNO 2014	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[KWH]	[€/kWh]
Gen - 14		12	- 12		-	-	2.700	-
Feb - 14	228	12	225	31	50	546	2.506	0,218
Mar - 14	225	12	220	31	49	537	2.479	0,217
Apr - 14	200	12	200	26	44	483	2.114	0,228
Mag - 14	180	12	181	24	40	437	1.933	0,226
Giu - 14	117	12	125	16	27	297	1.278	0,233
Lug - 14	82	12	86	11	19	211	771	0,273
Ago - 14	47	12	47	7	11	124	543	0,229
Set - 14	125	12	137	17	29	320	1.358	0,236
Ott - 14	191	12	200	26	43	473	2.107	0,224
Nov - 14	206	12	221	29	47	515	2.304	0,224
Dic - 14		12	- 12		-	-	2.519	-
Totale	1.601	145	1.618	219	358	3.942	22.612	0,174
POD: IT001E00096431	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	255	12	276	39	-	581	3.122	0,186
Feb - 15	235	12	267	37	55	605	2.965	0,204
Mar - 15	214	13	286	39	55	607	2.780	0,218
Apr - 15	193	14	306	41	-	553	3.260	0,170
Mag - 15	140	14	244	31	-	428	2.461	0,174
Giu - 15	76	14	160	17	-	267	1.375	0,194
Lug - 15	32	14	101	7	-	154	597	0,259
Ago - 15	30	14	100	7	-	151	576	0,262
Set - 15	69	14	176	19	-	278	1.554	0,179
Ott - 15	109	14	252	30	-	405	2.387	0,170
Nov - 15	138	14	310	39	-	501	3.086	0,162
Dic - 15	141	14	318	40	-	514	3.190	0,161
Totale	1.631	162	2.796	345	110	5.045	27.353	0,184
POD: IT001E00096431	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	146	14	299	40	-	500	3.232	0,155
Feb - 16	142	14	313	43	-	512	3.418	0,150
Mar - 16	135	14	298	41	-	487	3.336	0,146
Apr - 16	531	439		76	105	1.151	3.268	0,352
Mag - 16						-	2.822	-
Giu - 16	176	115		19	31	341	1.513	0,225
Lug - 16	150	78		12	24	264	967	0,273

Ago - 16	134	69		11	21	236	842	0,280
Set - 16	219	135		20	37	412	1.811	0,227
Ott - 16	308	193		33	53	587	2.650	0,222
Nov - 16	355	211		33	60	659	2.911	0,226
Dic - 16	318	194		33	55	600	2.668	0,225
Totale	2.614	1.478	910	361	386	5.749	29.438	0,195

Per l'anno 2014 non sono stati forniti i dati di gennaio e dicembre, mentre per il 2016 gli oneri di sistema parte fissa e parte variabile non sono stati forniti suddivisi.

Nel grafico in Figura 7.3 è riportato l'andamento del costo unitario del vettore elettrico nel triennio di riferimento e per le mensilità dell'anno 2017 per cui è stato possibile ricavare i costi unitari forniti dall'AEEGSI.

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

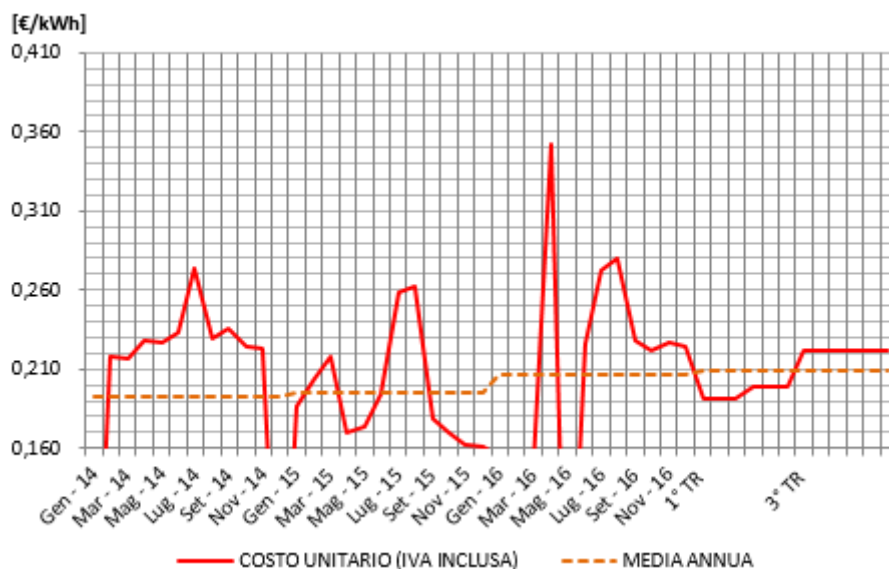
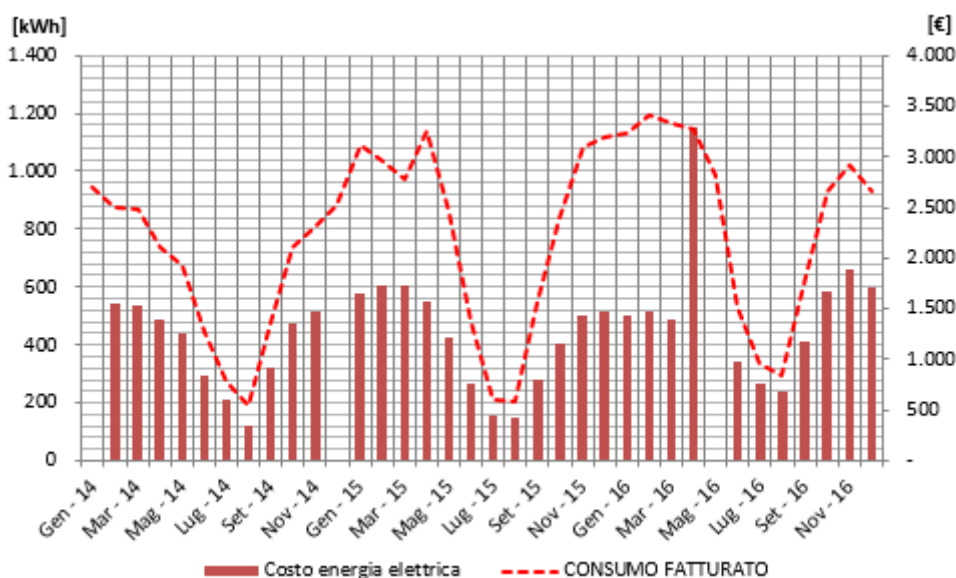


Figura 7.4 – Andamento dei consumi e dei costi dell'energia elettrica



Dall'analisi effettuata risulta evidente che l'andamento dei costi ha un picco nel periodo di aprile 2016, probabilmente dovuto al fatto che sono stati fatturati due mesi contemporaneamente.

7.2 TARIFFE E PREZZI VETTORI ENERGETICI UTILIZZATI NELL'ANALISI

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

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

Tabella 7.5 – Sintesi dei consumi nel triennio di riferimento

ANNO	VETTORE TERMICO			VETTORE ELETTRICO			TOTALE
	[€]	[kWh]	[€/kWh]	[€]	[kWh]	[€/kWh]	[€]
2014	-	141	-	3.942	22.612	0,174	3.942
2015	781	6.632	0,118	5.045	27.353	0,184	5.826
2016	761	8.365	0,091	5.749	29.438	0,195	6.510
2017	-	-	0,0813	-	-	0,206	-
Media	771	5.046	0,097	4.912	26.468	0,190	5.426

Ai fini del calcolo della Baseline dei costi si sono pertanto assunti i valori di riportati nella Tabella 7.6.

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

Definizione		Valore	U.M.
Costo unitario dell'energia termica	Valore relativo all'ultimo anno a disposizione	C _{Uq}	0,0813 [€/kWh]
Costo unitario dell'energia elettrica	Valore relativo all'ultimo anno a disposizione	C _{UE}	0,206 [€/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:

- L042-000-xxx L1-042-059: 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 15.046,92 €.

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

Tabella 7.7 – Valori di costo 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	CM _o 13.541	[€/anno]
Costo per la manutenzione straordinaria	Media relativa a gli stessi anni considerati per il rilevamento dei consumi storici	CM _s 1.505	[€/anno]

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

7.4 BASELINE DEI COSTI

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

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

Per la componente energetica vale la seguente formula:

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

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

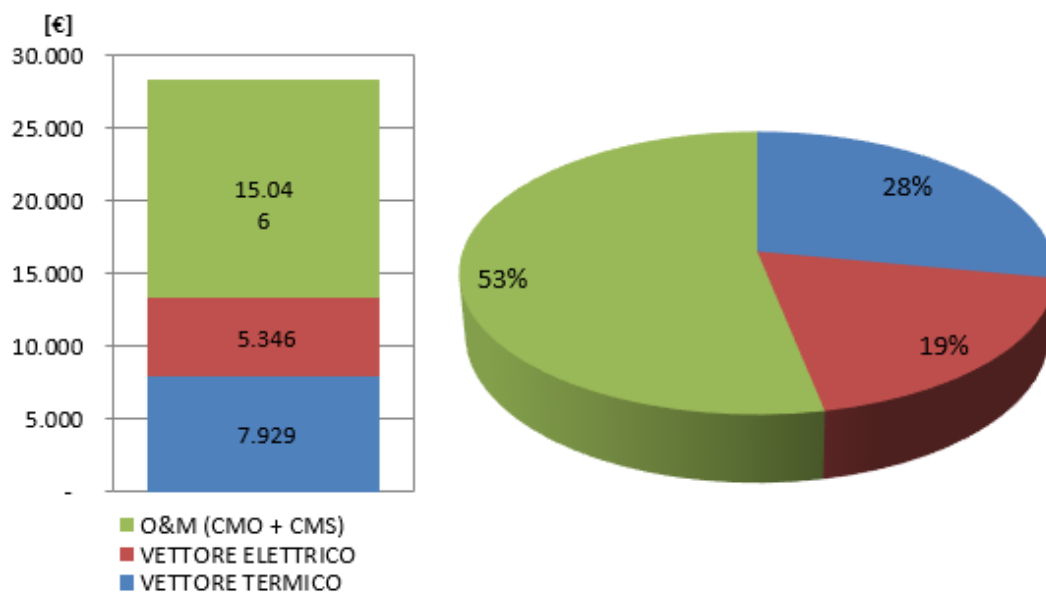
$$C_{baseline} = C_E + C_{MO} + C_{MS}$$

Ne risulta quindi un C_E pari a € 5.445 e un C_{baseline} pari a € 28.710.

Tabella 7.8 – 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]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]
97.574	0,081	7.929	26.468	0,202	5.346	15.046	13.541	1.505	28.321

Figura 7.5 – Baseline dei costi e loro ripartizione



8 IDENTIFICAZIONE DELLE MISURE DI EFFICIENZA ENERGETICA

8.1 DESCRIZIONE, FATTIBILITÀ E PRESTAZIONI DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI

8.1.1 Involucro edilizio

EEM1: Cappotto esterno

Generalità

La misura prevede la realizzazione di un cappotto esterno in polistirene espanso additivato con grafite (valore di conduttività pari a $0,031 \text{ W/m}^{\circ}\text{K}$) al fine di ridurre la trasmittanza termica di parete, protetto da una lastra in cartongesso.

La realizzazione del cappotto, migliorando la trasmittanza termica di parete, consente di ridurre l'energia termica dispersa per trasmissione ed un miglioramento delle condizioni di comfort termico

Caratteristiche funzionali e tecniche

La parete verticale, mediante la realizzazione di un cappotto termico, raggiungerà un valore di trasmittanza termica inferiore a $0,32 \text{ W/m}^2\text{K}$, così come stabilito dal DM 26 giugno 2015 per gli interventi di riqualificazione energetica nella zona climatica D a partire dal 2021.

Descrizione dei lavori

La posa deve essere effettuata da personale tecnico specializzato che rilasci una garanzia di conformità di installazione del prodotto rispetto alle specifiche tecniche, con garanzia decennale. Tutti i prodotti utilizzati dovranno essere corredati da Dichiarazione di Prestazione con marcatura CE.

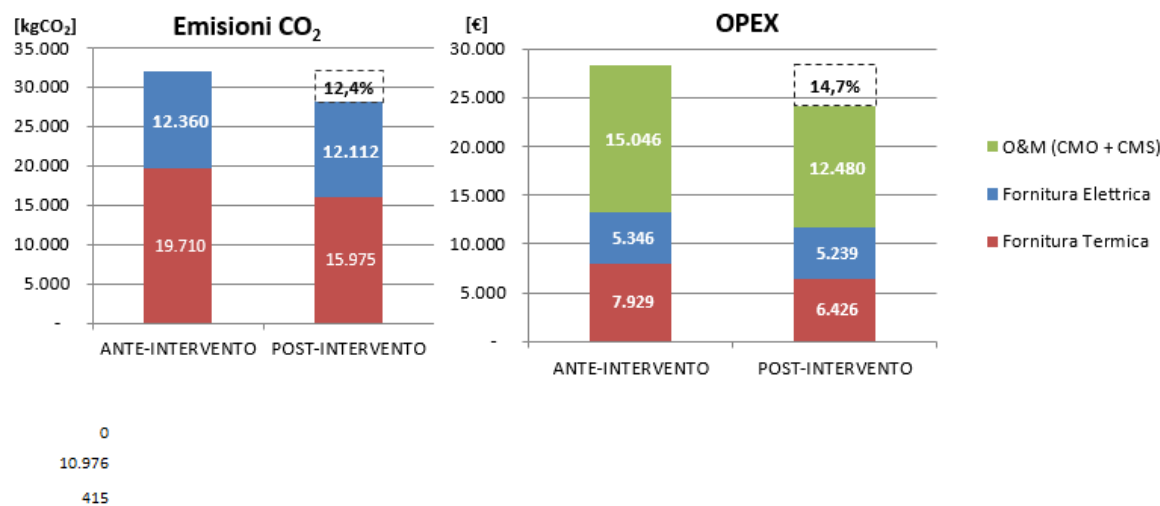
Prestazioni raggiungibili

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

Tabella 8.1 – Risultati analisi EEM1 – cappotto esterno

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
EM1 trasmittanza	[W/m ² K]	2,3	0,3	87,0%
Q _{teorico}	[kWh]	93.198	75.539	18,9%
EE _{teorico}	[kWh]	27.468	26.915	2,0%
Q _{baseline}	[kWh]	97.574	79.087	18,9%
EE _{baseline}	[kWh]	26.468	25.935	2,0%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	19.710	15.975	18,9%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	12.360	12.112	2,0%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	32.070	28.087	12,4%
Fornitura Termica, C _Q	[€]	7.929	6.426	18,9%
Fornitura Elettrica, C _{EE}	[€]	5.346	5.239	2,0%
Fornitura Energia, C_E	[€]	13.275	11.665	12,1%
C _{MO}	[€]	13.541	10.976	18,9%
C _{MS}	[€]	1.505	1.505	0,0%
O&M (C _{MO} + C _{MS})	[€]	15.046	12.480	17,1%
OPEX	[€]	28.321	24.146	14,7%
Classe energetica	[-]	E	E	+0 classi

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



EEM2: Rifacimento copertura

Generalità

La misura prevede la realizzazione di un isolamento termico in polistirene espanso ad alta densità (EPS, valore di conduttività pari a $0,033 \text{ W/m}^\circ\text{K}$) al fine di ridurre la trasmittanza termica della copertura.

La realizzazione dell'isolamento, migliorando la trasmittanza termica della copertura, consente di ridurre l'energia termica dispersa per trasmissione ed un miglioramento delle condizioni di comfort termico.

Caratteristiche funzionali e tecniche

La copertura, mediante la realizzazione di un isolamento termico, raggiungerà un valore di trasmittanza termica pari a $0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$, così come stabilito dal DM 26 giugno 2015 per gli interventi di riqualificazione energetica nella zona climatica D a partire dal 2021. A protezione dell'isolamento termico e per garantire l'impermeabilità della copertura, verrà realizzata una doppia guaina bituminosa, la più esterna delle quali avrà un valore di riflettanza solare non inferiore a 0,76, così come stabilito dal DM 11 ottobre 2017, in tema di criteri ambientali minimi per gli edifici pubblici.

Descrizione dei lavori

La posa deve essere effettuata da personale tecnico specializzato che rilasci una garanzia di conformità di installazione del prodotto rispetto alle specifiche tecniche, con garanzia decennale. Tutti i prodotti utilizzati dovranno essere corredati da Dichiarazione di Prestazione con marcatura CE.

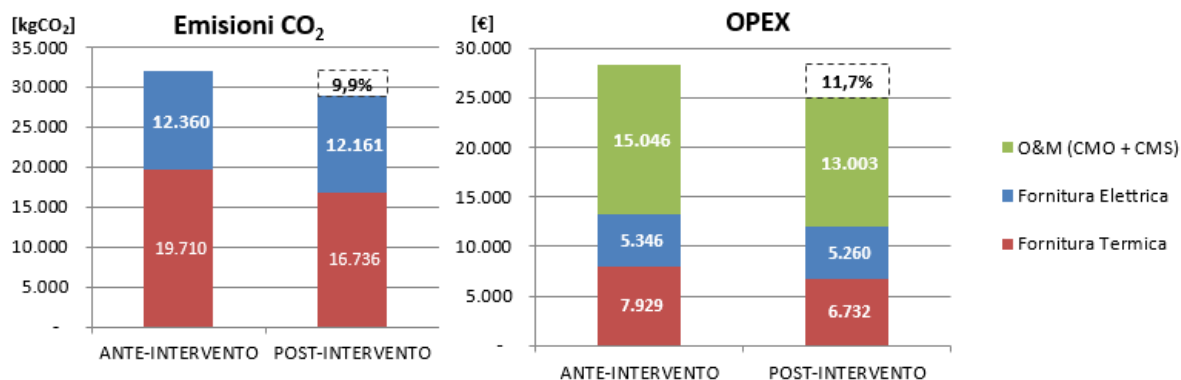
Prestazioni raggiungibili

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

Tabella 8.2 – Risultati analisi EEM2 – COPERTURA

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
EM2 trasmittanza	[W/m²K]	1,68	0,26	84,5%
Q _{teorico}	[kWh]	93.198	79.135	15,1%
EE _{teorico}	[kWh]	27.468	27.025	1,6%
Q _{baseline}	[kWh]	97.574	82.851	15,1%
EE _{Baseline}	[kWh]	26.468	26.041	1,6%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	19.710	16.736	15,1%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	12.360	12.161	1,6%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	32.070	28.897	9,9%
Fornitura Termica, C _Q	[€]	7.929	6.732	15,1%
Fornitura Elettrica, C _{EE}	[€]	5.346	5.260	1,6%
Fornitura Energia, C_E	[€]	13.275	11.993	9,7%
C _{MO}	[€]	13.541	11.498	15,1%
C _{MS}	[€]	1.505	1.505	0,0%
O&M (C _{MO} + C _{MS})	[€]	15.046	13.003	13,6%
OPEX	[€]	28.321	24.995	11,7%
Classe energetica	[-]	E	E	+0 classi

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



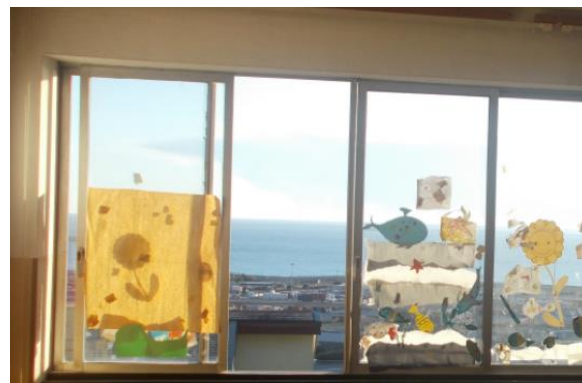
EEM3: sostituzione serramenti

Generalità

La misura prevede la sostituzione dei serramenti esistenti con nuovi serramenti in PVC, al fine di ridurre la trasmittanza termica degli stessi.

La posa di nuovi serramenti, migliorando la trasmittanza termica degli infissi, consente di ridurre l'energia termica dispersa per trasmissione, un miglioramento delle condizioni di comfort termico e, con l'utilizzo di vetri stratificati, una significativa riduzione del rumore esterno.

Figura 8.3 – Serramento



Caratteristiche funzionali e tecniche

I nuovi serramenti raggiungeranno un valore di trasmittanza termica inferiore a $1,40 \text{ W/m}^2\text{K}$, così come stabilito dal DM 26 giugno 2015 per gli interventi di riqualificazione energetica nella zona climatica D a partire dal 2021.

Il serramento avrà un doppio vetro, costituito da due lastre stratificate, livello di sicurezza 2(B)2 secondo norma UNI EN 12600 ed un valore di trasmissione solare inferiore o uguale a 0,35, così come stabilito dal DM 26 giugno 2015.

Descrizione dei lavori

La posa deve essere effettuata da personale tecnico specializzato che rilasci una garanzia di conformità di installazione del prodotto rispetto alle specifiche tecniche, con garanzia decennale. Tutti i prodotti utilizzati dovranno essere corredati da Dichiarazione di Prestazione con marcatura CE.

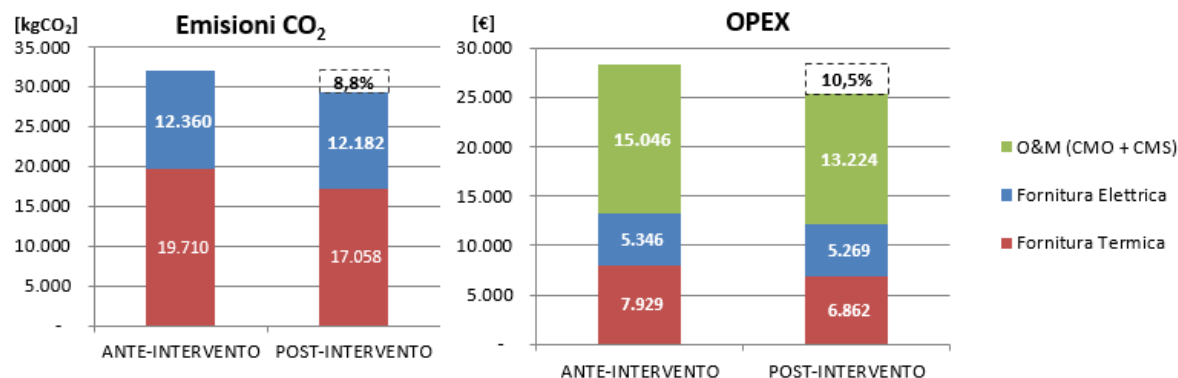
Prestazioni raggiungibili

I miglioramenti ottenibili tramite l'attuazione della EEM3 sono riportati nella Tabella 8.3 e Figura 8.4

Tabella 8.3 – Risultati analisi EEM3 – sostituzione serramenti

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
EM3 trasmittanza	[W/m ² K]	5	1,3	74,0%
Q _{teorico}	[kWh]		93.198	80.658 13,5%
EE _{teorico}	[kWh]		27.468	27.071 1,4%
Q _{baseline}	[kWh]		97.574	84.445 13,5%
EE _{Baseline}	[kWh]		26.468	26.085 1,4%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]		20 431	17 682 13,5%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	12.360	12.182	1,4%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	32.070	29.240	8,8%
Fornitura Termica, C _Q	[€]	7.929	6.862	13,5%
Fornitura Elettrica, C _{EE}	[€]	5.346	5.269	1,4%
Fornitura Energia, C_E	[€]	13.275	12.131	8,6%
C _{MO}	[€]	13.541	11.719	13,5%
C _{MS}	[€]	1.505	1.505	0,0%
O&M (C _{MO} + C _{MS})	[€]	15.046	13.224	12,1%
OPEX	[€]	28.321	25.355	10,5%
Classe energetica	[-]	E	E	+0 classi

Figura 8.4 – EEM3: Riduzione dei costi operativi e delle emissioni di CO2 a partire dalla baseline



8.1.2 Impianto riscaldamento

EEM6: Valvole termostatiche e pompe a giri variabili

Generalità

La misura prevede l'installazione di valvole termostatiche sui radiatori e installazione di inverter sulle pompe di circolazione.



Caratteristiche funzionali e tecniche

La misura prevede l'installazione di valvole termostatiche sui radiatori e installazione di inverter sulle pompe di circolazione.

Descrizione dei lavori

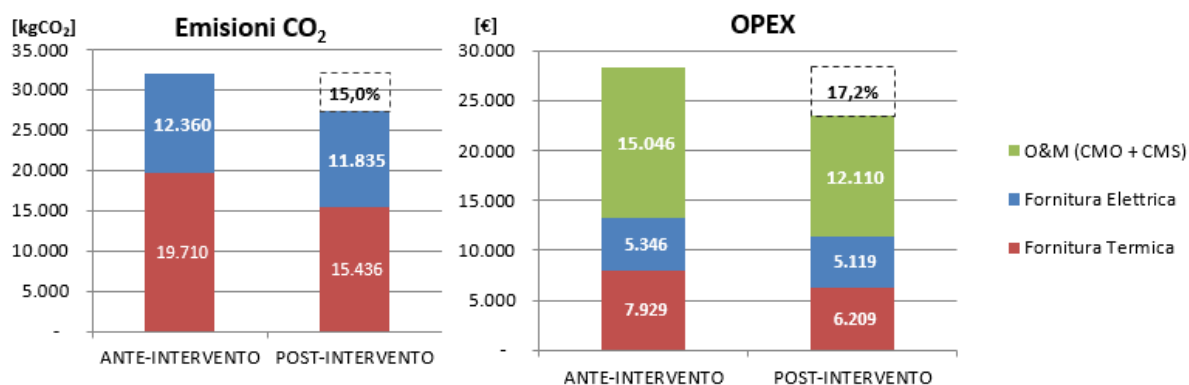
L'installazione delle valvole e degli inverter deve essere effettuata da personale tecnico specializzato che rilasci una garanzia di conformità di installazione del prodotto rispetto alle specifiche tecniche, con garanzia decennale. Si prevede tale attività nella stagione estiva.

Prestazioni raggiungibili

I miglioramenti ottenibili tramite l'attuazione della EEM6 sono riportati nella Tabella 8.4 e nella Figura 8.5

Tabella 8.4 – Risultati analisi EEM6 – valvole termostatiche e pompe a giri variabili

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
EM6 rendimento di regolazione	-	73	99,5	36,3%
$Q_{teorico}$	[kWh]	93.198	72.989	21,7%
$EE_{teorico}$	[kWh]	27.468	26.300	4,3%
$Q_{baseline}$	[kWh]	97.574	76.416	21,7%
$EE_{Baseline}$	[kWh]	26.468	25.342	4,3%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	19.710	15.436	21,7%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	12.360	11.835	4,3%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	32.070	27.271	15,0%
Fornitura Termica, C_Q	[€]	7.929	6.209	21,7%
Fornitura Elettrica, C_{EE}	[€]	5.346	5.119	4,3%
Fornitura Energia, C_E	[€]	13.275	11.328	14,7%
C_{MO}	[€]	13.541	10.605	21,7%
C_{MS}	[€]	1.505	1.505	0,0%
O&M ($C_{MO} + C_{MS}$)	[€]	15.046	12.110	19,5%
OPEX	[€]	28.321	23.438	17,2%
Classe energetica	[-]	E	E	+0 classi

Figura 8.5 – EEM6: Riduzione dei costi operativi e delle emissioni di CO₂ a partire dalla baseline

8.1.1 Impianto di illuminazione ed impianto elettrico

EEM4: Sostituzione lampade

Generalità

La misura preveda la sostituzione dei corpi illuminanti nelle aule, corridoi, servizi igienici e aule del personale.

Figura 8.6 – Particolare di un corpo illuminante



Caratteristiche funzionali e tecniche

Verranno installati corpi illuminanti a led, con accensione e spegnimento automatico con sensore di presenza nei corridoi e nei bagni. Nelle aule ci sarà la possibilità di regolare manualmente l'illuminazione. Sarà installato un orologio per lo spegnimento automatico di tutti i corpi durante le ore notturne (tranne le luci di emergenza).

Descrizione dei lavori

La posa deve essere effettuata da personale tecnico specializzato che rilasci una garanzia di conformità di installazione del prodotto rispetto alle specifiche tecniche, con garanzia decennale. Tutti i prodotti utilizzati dovranno essere corredati da Dichiarazione di Prestazione con marcatura CE.

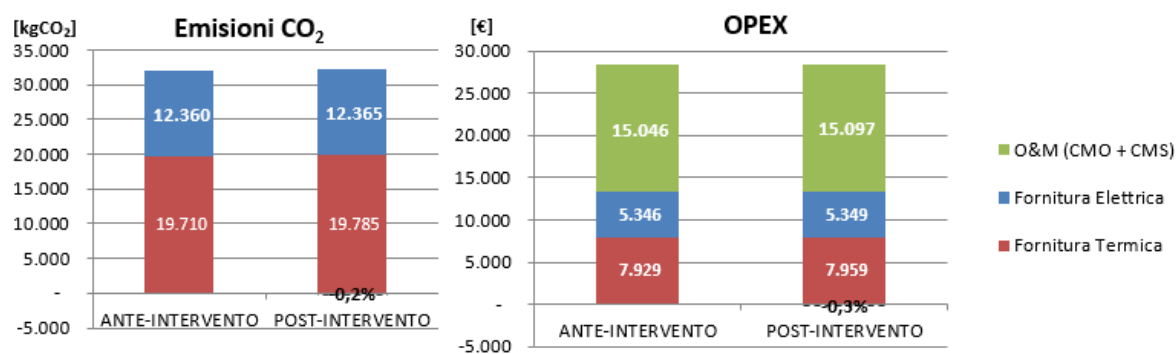
Prestazioni raggiungibili

I miglioramenti ottenibili tramite l'attuazione della EEM6 sono riportati nella Tabella 8.5 e nella Figura 8.7.

Tabella 8.5 – Risultati analisi EEM4 – sostituzione corpi illuminanti

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
EM5 Potenza elettrica	Watt	13130	2766	78,9%
Q _{teorico}	[kWh]	93.198	93.551	-0,4%
EE _{teorico}	[kWh]	27.468	27.479	0,0%
Q _{baseline}	[kWh]	97.574	97.944	-0,4%
EE _{Baseline}	[kWh]	26.468	26.478	0,0%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	19.710	19.785	-0,4%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	12.360	12.365	0,0%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	32.070	32.150	-0,2%
Fornitura Termica, C _Q	[€]	7.929	7.959	-0,4%
Fornitura Elettrica, C _{EE}	[€]	5.346	5.349	0,0%
Fornitura Energia, C_E	[€]	13.275	13.307	-0,2%
C _{MO}	[€]	13.541	13.593	-0,4%
C _{MS}	[€]	1.505	1.505	0,0%
O&M (C _{MO} + C _{MS})	[€]	15.046	15.097	-0,3%
OPEX	[€]	28.321	28.405	-0,3%
Classe energetica	[-]	E	F	-1 classi

Figura 8.7 – EEM4: Riduzione dei costi operativi e delle emissioni di CO2 a partire dalla baseline



9 VALUTAZIONE ECONOMICO-FINANZIARIA

9.1 ANALISI DEI COSTI DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI CONSIDERATI FATTIBILI

EEM1: cappotto esterno

Nella Tabella 9.1 è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 1, che consiste nell'isolamento esterno dell'involucro opaco.

La realizzazione di tale intervento consentirebbe l'ottenimento degli incentivi previsti dal conto termico 2.0, i quali possono essere quantificati come di seguito descritto Allegato II *Metodologia di calcolo degli incentivi* nel Decreto 16 febbraio 2016 Aggiornamento della disciplina per l'incentivazione di interventi di piccole dimensioni per l'incremento dell'efficienza energetica e per la produzione di energia termica da fonti rinnovabili:

Tabella 5 - Coefficienti di calcolo dell'incentivo per tecnologia e corrispondente valore massimo dell'incentivo

Tipologia di intervento		Percentuale incentivata della spesa ammissibile (% spesa)	Costo massimo ammissibile (C_{max})	Valore massimo dell'incentivo (I_{max}) [€]
Articolo 4, comma 1, lettera a)	<i>i.</i> Strutture opache orizzontali: isolamento coperture			$(i+ii+iii) \leq 400.000$
	Esterno	40 (*) (**)	200 €/m ²	
	Interno	40 (*) (**)	100 €/m ²	
	Copertura ventilata	40 (*) (**)	250 €/m ²	
	<i>ii.</i> Strutture opache orizzontali: isolamento pavimenti			
	Esterno	40 (*) (**)	120 €/m ²	
	Interno	40 (*) (**)	100 €/m ²	
	<i>iii.</i> Strutture opache verticali: isolamento pareti perimetrali			
	Esterno	40 (*) (**)	100 €/m ²	
Articolo 4, comma 1, lettera b)	<i>i.</i> Sostituzione di chiusure trasparenti, comprensive di infissi, se installate congiuntamente a sistemi di termoregolazione o valvole termostatiche ovvero in presenza di detti sistemi al momento dell'intervento.	40 (**)	350 €/m ² per le zone climatiche A, B e C	75.000
			450 €/m ² per le zone climatiche D, E e F	100.000
Articolo 4, comma 1, lettera c)	<i>i.</i> Installazione di generatore di calore a condensazione con $P_{n\ int} \leq 35\ kW_t$	40 (**)	160 €/kW _t	3.000

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	7854,9	m2cm	€ 3,49	€ 3,17	€ 24 921,46	22%	€ 30 404,18
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	785,49	kg	€ 0,82	€ 0,75	€ 585,55	22%	€ 714,37
Collante cementizio per murature in cemento cellulare espanso.	Prezzario Regione Liguria	392,745	kg	€ 0,49	€ 0,45	€ 174,95	22%	€ 213,44
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	785,49	m2	€ 14,28	€ 12,98	€ 10 197,09	22%	€ 12 440,45
Scrostamento intonaco fino al vivo della muratura, esterno, su muratura di mattoni o calcestruzzo	Prezzario Regione Liguria	785,49	m2	€ 7,26	€ 6,60	€ 5 184,23	22%	€ 6 324,77
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	785,49	m2	€ 4,81	€ 4,37	€ 3 434,73	22%	€ 4 190,37
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	785,49	m2	€ 23,79	€ 21,63	€ 16 988,01	22%	€ 20 725,37
Costi per la sicurezza	-	3%	%			€ 1 844,58	22%	€ 2 250,39
Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%			€ 4 304,02	22%	€ 5 250,91
TOTALE (I₀ – EEM1)						€ 67 635	22%	€ 82 514
Incentivi	[Conto termico]							€ 33 005,69
Durata incentivi								5
Incentivo annuo								€ 6 601,14

EEM2: isolamento copertura

Nella Tabella 9.2 è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 2, che consiste nel rifacimento copertura.

La realizzazione di tale intervento consentirebbe l'ottenimento degli incentivi previsti dal conto termico 2.0, i quali possono essere quantificati come di seguito descritto Allegato II *Metodologia di calcolo degli incentivi* nel Decreto 16 febbraio 2016 Aggiornamento della disciplina per l'incentivazione di interventi di piccole dimensioni per l'incremento dell'efficienza energetica e per la produzione di energia termica da fonti rinnovabili:

Tabella 5 - Coefficienti di calcolo dell'incentivo per tecnologia e corrispondente valore massimo dell'incentivo

Tipologia di intervento		Percentuale incentivata della spesa ammissibile (% spesa)	Costo massimo ammissibile (C_{max})	Valore massimo dell'incentivo (I_{max}) [€]
Articolo 4, comma 1, lettera a)	<i>i.</i> Strutture opache orizzontali: isolamento coperture			$(i+ii+iii) \leq 400.000$
	Esterno	40 (*) (**)	200 €/m ²	
	Interno	40 (*) (**)	100 €/m ²	
	Copertura ventilata	40 (*) (**)	250 €/m ²	
	<i>ii.</i> Strutture opache orizzontali: isolamento pavimenti			
	Esterno	40 (*) (**)	120 €/m ²	
	Interno	40 (*) (**)	100 €/m ²	
	<i>iii.</i> Strutture opache verticali: isolamento pareti perimetrali			
	Esterno	40 (*) (**)	100 €/m ²	
	Interno	40 (*) (**)	80 €/m ²	
Articolo 4, comma 1, lettera b)	<i>i.</i> Sostituzione di chiusure trasparenti, comprensive di infissi, se installate congiuntamente a sistemi di termoregolazione o valvole termostatiche ovvero in presenza di detti sistemi al momento dell'intervento.	40 (**)	350 €/m ² per le zone climatiche A, B e C	75.000
			450 €/m ² per le zone climatiche D, E e F	100.000
Articolo 4, comma 1, lettera c)	<i>i.</i> Installazione di generatore di calore a condensazione con $P_{n, int} \leq 35$ kWt	40 (**)	160 €/kW _t	3.000

Tabella 9.2 – Analisi dei costi della EEM2 – isolamento copertura

DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO PREZZARIO	PREZZO UNITARIO SCONTATO	TOTALE (IVA ESCLUSA)	IVA	TOTALE (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	6468	m2cm	€ 3,49	€ 3,17	€ 20 521,20	22%	€ 25 035,86
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	462	kg	€ 0,82	€ 0,75	€ 344,40	22%	€ 420,17
Collante cementizio per murature in cemento cellulare espanso.	Prezzario Regione Liguria	231	kg	€ 0,49	€ 0,45	€ 102,90	22%	€ 125,54
Impalcature per interni, realizzate con cavalletti, trabattelli, strutture tubolari, misurate in proiezione orizzontale, piani di lavoro per altezza da 2,00 a 4,00 metri.	Prezzario Regione Liguria	11,55	m2	€ 21,17	€ 19,25	€ 222,29	22%	€ 271,19
Intonaco interno in malta cementizia strato aggrappante a base di cemento portland, sabbie classificate ed additivi specifici spessore 5 mm circa.	Prezzario Regione Liguria	462	m2	€ 4,80	€ 4,36	€ 2 016,00	22%	€ 2 459,52
Costi per la sicurezza	-	3%	%			€ 635,72	22%	€ 775,58
Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%			€ 1 483,35	22%	€ 1 809,69
TOTALE (I₀ – EEM1)						€ 25 326	22%	€ 30 898
Incentivi	[Conto termico]							€ 12 359,02
Durata incentivi								5
Incentivo annuo								€ 2 471,80

EEM3: sostituzione serramenti

Nella Tabella 9.3 è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 3, che consiste nella sostituzione dei serramenti.

La realizzazione di tale intervento consentirebbe l'ottenimento degli incentivi previsti dal conto termico 2.0, i quali possono essere quantificati come di seguito descritto Allegato II *Metodologia di calcolo degli incentivi* nel Decreto 16 febbraio 2016 Aggiornamento della disciplina per l'incentivazione di interventi di piccole dimensioni per l'incremento dell'efficienza energetica e per la produzione di energia termica da fonti rinnovabili:

Tabella 5 - Coefficienti di calcolo dell'incentivo per tecnologia e corrispondente valore massimo dell'incentivo

Tipologia di intervento		Percentuale incentivata della spesa ammissibile (% spesa)	Costo massimo ammissibile (C _{max})	Valore massimo dell'incentivo (I _{max}) [€]
Articolo 4, comma 1, lettera a)	<i>i.</i> Strutture opache orizzontali: isolamento coperture			$(i+ii+iii) \leq 400.000$
	Esterno	40 (*) (**)	200 €/m ²	
	Interno	40 (*) (**)	100 €/m ²	
	Copertura ventilata	40 (*) (**)	250 €/m ²	
	<i>ii.</i> Strutture opache orizzontali: isolamento pavimenti			
	Esterno	40 (*) (**)	120 €/m ²	
	Interno	40 (*) (**)	100 €/m ²	
	<i>iii.</i> Strutture opache verticali: isolamento pareti perimetrali			
	Esterno	40 (*) (**)	100 €/m ²	
	Interno	40 (*) (**)	80 €/m ²	
Articolo 4, comma 1, lettera b)	<i>i.</i> Sostituzione di chiusure trasparenti, comprensive di infissi, se installate congiuntamente a sistemi di termoregolazione o valvole termostatiche ovvero in presenza di detti sistemi al momento dell'intervento.	40 (**)	350 €/m ² per le zone climatiche A, B e C	75.000
			450 €/m ² per le zone climatiche D, E e F	100.000
Articolo 4, comma 1, lettera c)	<i>i.</i> Installazione di generatore di calore a condensazione con $P_{n\text{int}} \leq 35 \text{ kWt}$	40 (**)	160 €/kW _t	3.000

Tabella 9.3 – Analisi dei costi della EEM3 – sostituzione serramenti

DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO PREZZARIO	PREZZO UNITARIO SCONTATO	TOTALE	IVA	TOTALE
				[€/n° o €/m ²]	[€/n° o €/m ²]	(IVA ESCLUSA) [€]	[%]	(IVA INCLUSA) [€]
Smontaggio e recupero delle parti riutilizzabili, incluso accantonamento nell'ambito del cantiere, di: serramenti in acciaio, PVC, alluminio, compreso telaio (misura minima 2,00 m ²)	Prezziario Regione Liguria	59	m2	€ 39,61	€ 36,01	€ 2 124,54	22%	€ 2 591,93
Finestra o portafinestra in PVC completa di vetrocamera, qualità media, con valore massimo di trasmittanza U=2,8 W/m ² K, controtelaio escluso, misurazione minima per serramento m ² 1,0 apertura ad una o due ante o a vasistas	Prezziario Regione Liguria	59	m2	€ 328,90	€ 299,00	€ 17 641,00	22%	€ 21 522,02
Controtelaio per finestre, portefinestre e simili, in legno.	Prezziario Regione Liguria	30,72458	m	€ 7,59	€ 6,90	€ 212,00	22%	€ 258,64
Trasporto eseguito con autocarro, motocarro o simili, della portata fino a 1000 kg, di materiali di risulta da scavi e/o demolizioni, per ogni km del tratto entro i primi 5. Misurato in banco	Prezziario Regione Liguria	8,85	m3	€ 11,77	€ 10,70	€ 94,70	22%	€ 115,53
Costi per la sicurezza	-	3%	%			€ 602,17	22%	€ 734,64
Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%			€ 1 405,06	22%	€ 1 714,17
TOTALE (I₀ – EEM1)						€ 22 079	22%	€ 26 937
Incentivi	[Conto termico]							€ 10 774,77
Durata incentivi								5
Incentivo annuo								€ 2 154,95

EEM4: sostituzione lampade con lampade a led

Nella Tabella 9.4 è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 5, che consiste nella sostituzione di copri illuminanti con lampade a led.

La realizzazione di tale intervento consentirebbe l'ottenimento degli incentivi previsti dal conto termico 2.0, i quali possono essere quantificati come di seguito descritto Allegato II *Metodologia di calcolo degli incentivi* nel Decreto 16 febbraio 2016 Aggiornamento della disciplina per l'incentivazione di interventi di piccole dimensioni per l'incremento dell'efficienza energetica e per la produzione di energia termica da fonti rinnovabili:

Tabella 5 - Coefficienti di calcolo dell'incentivo per tecnologia e corrispondente valore massimo dell'incentivo

Tipologia di intervento		Percentuale incentivata della spesa ammissibile (% spesa)	Costo massimo ammissibile (C_{max})	Valore massimo dell'incentivo (I_{max}) [€]
Articolo 4, comma 1, lettera a)	<i>i.</i> Strutture opache orizzontali: isolamento coperture			$(i+ii+iii) \leq 400.000$
	Esterno	40 (*) (**)	200 €/m ²	
	Interno	40 (*) (**)	100 €/m ²	
	Copertura ventilata	40 (*) (**)	250 €/m ²	
	<i>ii.</i> Strutture opache orizzontali: isolamento pavimenti			
	Esterno	40 (*) (**)	120 €/m ²	
	Interno	40 (*) (**)	100 €/m ²	
	<i>iii.</i> Strutture opache verticali: isolamento pareti perimetrali			
	Esterno	40 (*) (**)	100 €/m ²	
	Interno	40 (*) (**)	80 €/m ²	
Articolo 4, comma 1, lettera b)	<i>i.</i> Sostituzione di chiusure trasparenti, comprensive di infissi, se installate congiuntamente a sistemi di termoregolazione o valvole termostatiche ovvero in presenza di detti sistemi al momento dell'intervento.	40 (**)	350 €/m ² per le zone climatiche A, B e C	75.000
			450 €/m ² per le zone climatiche D, E e F	100.000
Articolo 4, comma 1, lettera c)	<i>i.</i> Installazione di generatore di calore a condensazione con $P_{n, int} \leq 35$ kWt	40 (**)	160 €/kW _t	3.000

	ii. Installazione di generatore di calore a condensazione con $P_{n\text{int}} > 35 \text{ kWt}$	40 (**)	130 €/kWt	40.000
Articolo 4, comma 1, lettera d)	Installazione di sistemi di schermatura e/o ombreggiamento fissi, anche integrati, o mobili	40	150 €/m ²	30.000
	Installazione di meccanismi automatici di regolazione e controllo delle schermature	40	30 €/m ²	5.000
Articolo 4, comma 1, lettera e)	i. Trasformazione degli edifici esistenti in “edifici a energia quasi zero NZEB” – zona climatica A, B, C	65	500 €/m ²	1.500.000
	i. Trasformazione degli edifici esistenti in “edifici a energia quasi zero NZEB” – zona climatica D, E, F	65	575 €/m ²	1.750.000
Articolo 4, comma 1, lettera f)	i. Sostituzione di corpi illuminanti comprensivi di lampade per l’illuminazione degli interni e delle pertinenze esterne - installazione di lampade ad alta efficienza	40	15 €/m ²	30.000
	ii. Sostituzione di corpi illuminanti comprensivi di lampade per l’illuminazione degli interni e delle pertinenze esterne - installazione di lampade a led	40	35 €/m ²	70.000
Articolo 4, comma 1, lettera g)	Installazione di tecnologie di <i>building automation</i>	40	25 €/m ²	50.000

Tabella 9.4 – Analisi dei costi della EEM4 – SOSTITUZIONE LAMPADE

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	1	cad	€ 156,66	€ 142,42	€ 142,42	22%	€ 173,75
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	49	cad	€ 98,61	€ 89,65	€ 4 392,63	22%	€ 5 359,01
Costi per la sicurezza	-	3%	%			€ 136,05	22%	€ 165,98
Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%			€ 317,45	22%	€ 387,29
TOTALE (I₀ – EEM1)						€ 4 989	22%	€ 6 086
Incentivi	Conto termico							€ 2 434,41
Durata incentivi								5
Incentivo annuo								€ 486,88

EEM5: valvole termostatiche e pompe a giri variabili

Nella Tabella 9.5 è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 5, che consiste nell'installazione di valvole termostatiche e pompe a giri variabili.

La realizzazione di tale intervento consentirebbe l'ottenimento degli incentivi previsti dal conto termico 2.0, i quali possono essere quantificati come di seguito descritto Allegato II *Metodologia di calcolo degli incentivi* nel Decreto 16 febbraio 2016 Aggiornamento della disciplina per l'incentivazione di interventi di piccole dimensioni per l'incremento dell'efficienza energetica e per la produzione di energia termica da fonti rinnovabili:

Tabella 5 - Coefficienti di calcolo dell'incentivo per tecnologia e corrispondente valore massimo dell'incentivo

Tipologia di intervento		Percentuale incentivata della spesa ammissibile (% spesa)	Costo massimo ammissibile (C_{max})	Valore massimo dell'incentivo (I_{max}) [€]
Articolo 4, comma 1, lettera a)	<i>i.</i> Strutture opache orizzontali: isolamento coperture			$(i+ii+iii) \leq 400.000$
	Esterno	40 (*) (**)	200 €/m ²	
	Interno	40 (*) (**)	100 €/m ²	
	Copertura ventilata	40 (*) (**)	250 €/m ²	
	<i>ii.</i> Strutture opache orizzontali: isolamento pavimenti			
	Esterno	40 (*) (**)	120 €/m ²	
	Interno	40 (*) (**)	100 €/m ²	
	<i>iii.</i> Strutture opache verticali: isolamento pareti perimetrali			
	Esterno	40 (*) (**)	100 €/m ²	
	Interno	40 (*) (**)	80 €/m ²	
Articolo 4, comma 1, lettera b)	<i>i.</i> Sostituzione di chiusure trasparenti, comprensive di infissi, se installate congiuntamente a sistemi di termoregolazione o valvole termostatiche ovvero in presenza di detti sistemi al momento dell'intervento.	40 (**)	350 €/m ² per le zone climatiche A, B e C	75.000
			450 €/m ² per le zone climatiche D, E e F	100.000
Articolo 4, comma 1, lettera c)	<i>i.</i> Installazione di generatore di calore a condensazione con $P_{n, int} \leq 35$ kWt	40 (**)	160 €/kW _t	3.000

	ii. Installazione di generatore di calore a condensazione con $P_{n\text{int}} > 35 \text{ kWt}$	40 (**)	130 €/kWt	40.000
Articolo 4, comma 1, lettera d)	Installazione di sistemi di schermatura e/o ombreggiamento fissi, anche integrati, o mobili	40	150 €/m ²	30.000
	Installazione di meccanismi automatici di regolazione e controllo delle schermature	40	30 €/m ²	5.000
Articolo 4, comma 1, lettera e)	i. Trasformazione degli edifici esistenti in “edifici a energia quasi zero NZEB” – zona climatica A, B, C	65	500 €/m ²	1.500.000
	i. Trasformazione degli edifici esistenti in “edifici a energia quasi zero NZEB” – zona climatica D, E, F	65	575 €/m ²	1.750.000
Articolo 4, comma 1, lettera f)	i. Sostituzione di corpi illuminanti comprensivi di lampade per l’illuminazione degli interni e delle pertinenze esterne - installazione di lampade ad alta efficienza	40	15 €/m ²	30.000
	ii. Sostituzione di corpi illuminanti comprensivi di lampade per l’illuminazione degli interni e delle pertinenze esterne - installazione di lampade a led	40	35 €/m ²	70.000
Articolo 4, comma 1, lettera g)	Installazione di tecnologie di <i>building automation</i>	40	25 €/m ²	50.000

Tabella 9.5 – Analisi dei costi della EEM5 – VALVOLE TERMOSTATICHE E POMPE A GIRI VARIABILI

DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO	PREZZO UNITARIO	TOTALE	IVA	TOTALE
				PREZZARIO	SCONTATO	(IVA ESCLUSA)	[%]	(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	41	cad	€ 35,42	€ 32,20	€ 1 320,20	22%	€ 1 610,64
Circolatori per impianti di riscaldamento e condizionamento a velocità variabile, regolate elettronicamente, classe di protezione IP44, classe energetica A, 230V, del tipo: versione gemellare con attacchi flangiati, Ø 80, PN6, prevalenza da 1 a 12 m, portata da 1 a 58 m ³ /h	Prezzario Regione Liguria	3	cad	€ 4 587,21	€ 4 170,19	€ 12 510,57	22%	€ 15 262,90
Sola posa in opera di pompe e/o circolatori singoli o gemellari per fluidi caldi o freddi, compreso bulloni, guarnizioni e il collegamento alla linea elettrica, escluse le flange. Per attacchi del diametro nominale di: maggiore di 80 mm fino a 100 mm	Prezzario Regione Liguria	3	cad	€ 97,34	€ 88,49	€ 265,47	22%	€ 323,88
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	23	h	€ 31,88	€ 28,98	€ 656,92	22%	€ 801,44
Costi per la sicurezza	-	3%	%			€ 443,21	22%	€ 540,72
Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%			€ 1 034,17	22%	€ 1 261,68
TOTALE (I₀ – EEM1)						€ 16 251	22%	€ 19 826
Incentivi	Conto termico							€ 7 930,57
Durata incentivi								5
Incentivo annuo								€ 1 586,11

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: cappotto interno

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

Tabella 9.6 – Risultati dell'analisi di convenienza della EEM1– cappotto interno

PARMETRO FINANZIARIO		U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	I_0	€	86 306
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	6 905
Durata incentivo	n_B	anni	5
Tasso di attualizzazione	i	[%]	4,0%

INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE CON INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS	20,6	11,6
Tempo di rientro attualizzato	TRA	38,9	20,8
Valore attuale netto	VAN	- 20.420	9.473
Tasso interno di rendimento	TIR	2,5%	6,4%
Indice di profitto	IP	-0,24	0,11

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

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

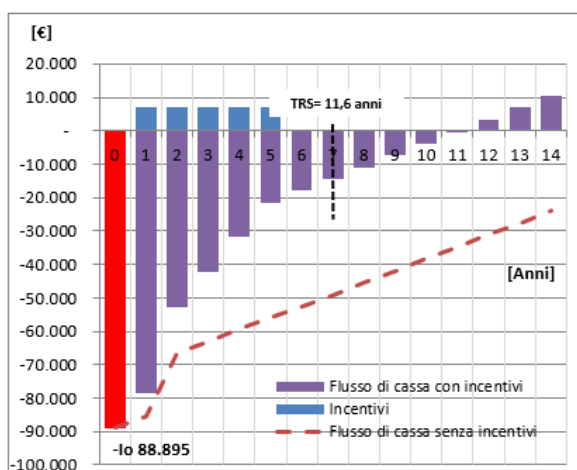
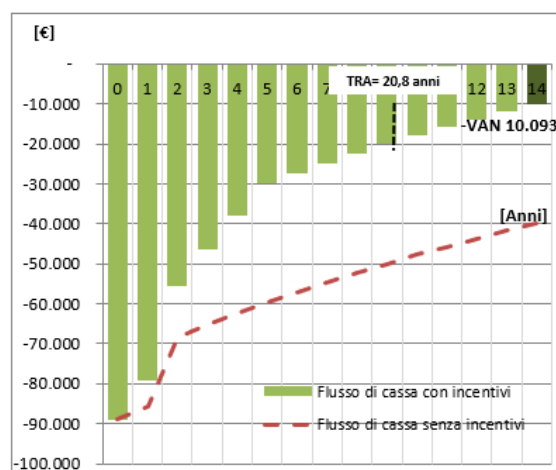


Figura 9.2 – EEM1: Flussi di Cassa Attualizzati, con e senza incentivi



Dall'analisi effettuata è emerso che l'intervento non risulta conveniente se attuato mediante incentivi; lo diventa con incentivi (TRS < 15 anni) con VAN positivo.

EEM2: rifacimento copertura

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

Tabella 9.7 – Risultati dell'analisi di convenienza della EEM2– copertura

PARAMETRO FINANZIARIO		U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	I₀	€	38 379
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	3 070
Durata incentivo	n_B	anni	5
Tasso di attualizzazione	i	[%]	4,0%

INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE CON INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS	11,7	6,6
Tempo di rientro attualizzato	TRA	18,6	9,6
Valore attuale netto	VAN	10.044	23.336
Tasso interno di rendimento	TIR	7,4%	11,8%
Indice di profitto	IP	0,26	0,61

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

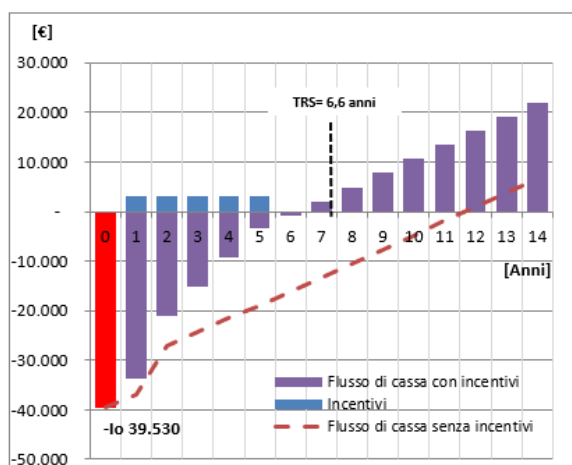
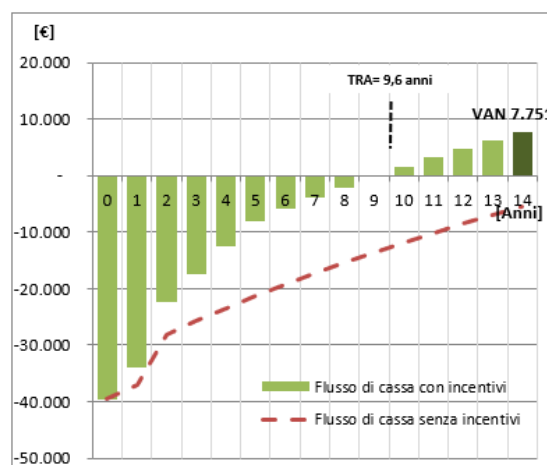


Figura 9.4 – EEM2: Flussi di Cassa Attualizzati, con e senza incentivi



Dall'analisi effettuata è emerso che l'intervento risulta conveniente sia se attuato mediante incentivi che senza (TRS < 15 anni) con VAN positivo.

EEM3 – SOSTITUZIONE SERRAMENTI

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

Tabella 9.8 – Risultati dell'analisi di convenienza della EEM3 – SOSTITUZIONE SERRAMENTI

PARAMETRO FINANZIARIO		U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	I₀	€	31 023
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	2 482
Durata incentivo	n_B	anni	5
Tasso di attualizzazione	i	[%]	4,0%

INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE CON INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS	10,7	5,8
Tempo di rientro attualizzato	TRA	15,9	8,6
Valore attuale netto	VAN	11.735	22.480
Tasso interno di rendimento	TIR	8,4%	12,9%
Indice di profitto	IP	0,38	0,72

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

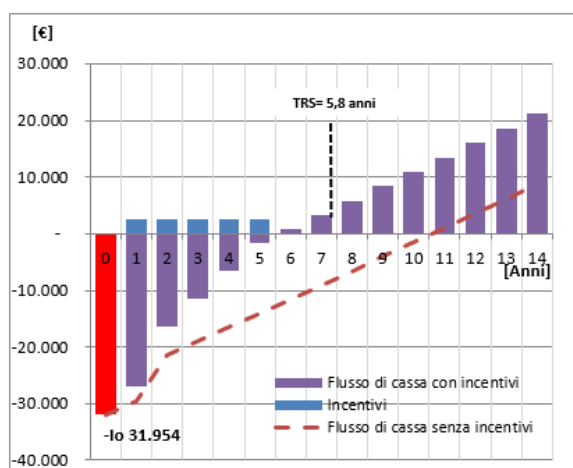
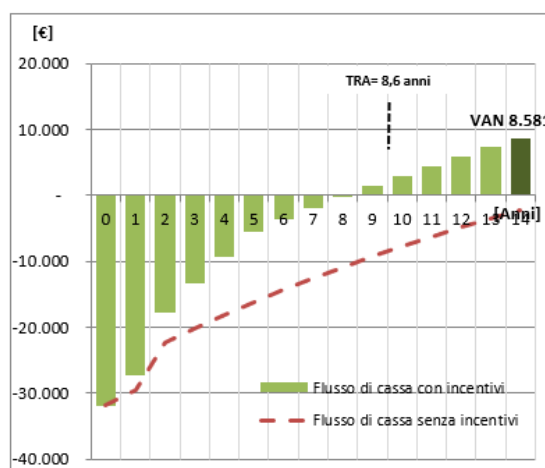


Figura 9.6 – EEM3: Flussi di Cassa Attualizzati, con e senza incentivi



Dall'analisi effettuata è emerso che l'intervento risulta conveniente sia se attuato mediante incentivi che senza (TRS < 15 anni) con VAN positivo.

EEM4 – SOTITUZIONE ILLUMINAZIONE

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

Tabella 9.8 – Risultati dell'analisi di convenienza della EEM4 – SOTITUZIONE ILLUMINAZIONE

PARAMETRO FINANZIARIO	U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	I_0	€ 6 086
Oneri Finanziari % I_0	OF	3,0%
Aliquota IVA	%IVA	22,0%
Anno recupero erariale IVA	n_{IVA}	3
Vita utile	n	10
Incentivo annuo	B	€/anno 487
Durata incentivo	n_B	5
Tasso di attualizzazione	i	4,0%

INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE CON INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS	71,1	18,9
Tempo di rientro attualizzato	TRA	76,0	21,4
Valore attuale netto	VAN	- 15.842	- 9.708
Tasso interno di rendimento	TIR	-----	-21,7%
Indice di profitto	IP	-0,89	-0,55

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

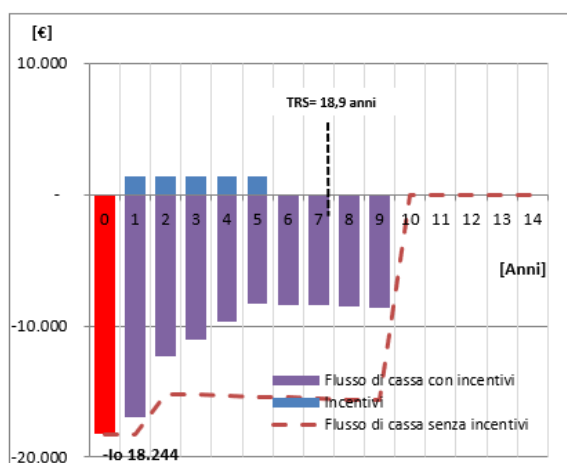
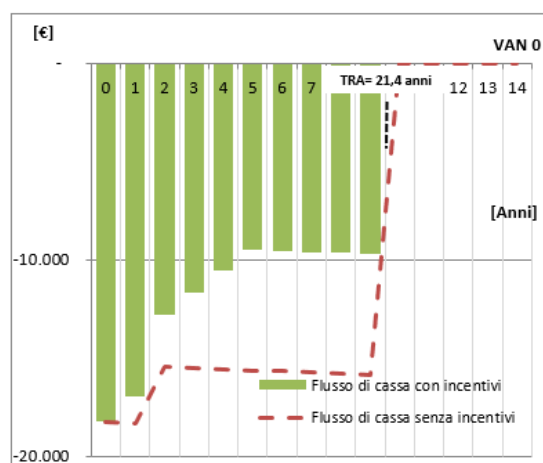


Figura 9.8 – EEM4: Flussi di Cassa Attualizzati, con e senza incentivi



Dall'analisi effettuata è emerso che l'intervento risulta poco conveniente sia se attuato mediante incentivi che senza (TRS > 15 anni) con VAN negativo.

EEM5 – VALVOLE TERMOSTATICHE E POMPE A GIRI VARIABILI

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

Tabella 9.9 – Risultati dell'analisi di convenienza della EEM5 – VALVOLE TERMOSTATICHE E POMPE A GIRI VARIABILI

PARAMETRO FINANZIARIO		U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	I_0	€	37 378
Oneri Finanziari % I_0	OF	[%]	3,0%
Aliquota IVA	%IVA	[%]	22,0%
Anno recupero erariale IVA	n_{IVA}	anni	3
Vita utile	n	anni	15
Incentivo annuo	B	€/anno	1 417
Durata incentivo	n_B	anni	5
Tasso di attualizzazione	i	[%]	4,0%

INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE CON INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS	7,8	6,4
Tempo di rientro attualizzato	TRA	10,6	8,0
Valore attuale netto	VAN	8.337	14.472
Tasso interno di rendimento	TIR	8,6%	11,5%
Indice di profitto	IP	0,22	0,39

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

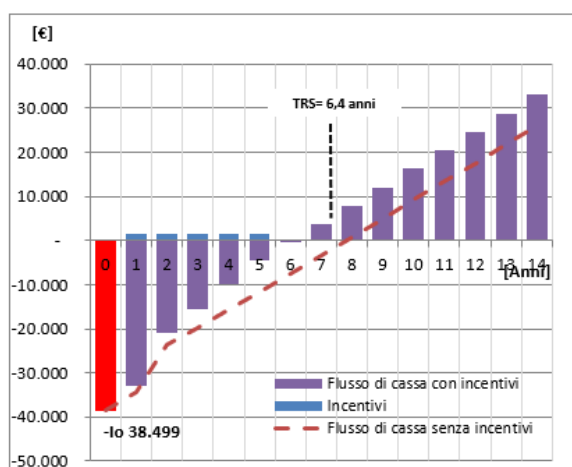
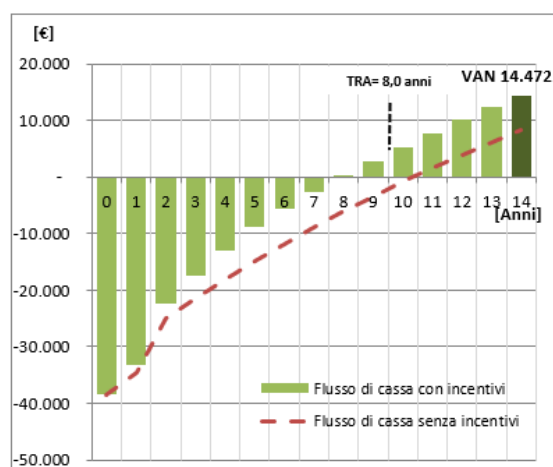


Figura 9.10 – EEM5: Flussi di Cassa Attualizzati, con e senza incentivi



Dall'analisi effettuata è emerso che l'intervento risulta conveniente sia se attuato mediante incentivi che senza (TRS < 15 anni) con VAN positivo.

Sintesi

La sintesi della valutazione economico – finanziaria delle EEM proposte è riportata nelle Tabella 9. e Tabella 9..

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

SENZA 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	18.9	12.4	1.609	2.565	0	86.306	20.6	38.9	30	-20.420	2.5	-0.24
EEM 2	15.1	9.9	1.282	2.043	0	38.379	11.7	18.6	30	10.044	7.4	0.26
EEM 3	13.5	8.8	1.144	1.822	0	31.023	10.7	15.9	30	11.735	8.4	0.38
EEM 4	-0.4	-0.2	32	52	0	17.713	71.1	76.0	10	-15.842	---	-0.89
EEM 5	21.7	15.0	1.946	2.936	0	37.378	7.8	10.6	15	8.337	8.6	0.22

Oltre agli indicatori finanziari precedentemente descritti, i parametri elencati in tabella sono i seguenti:

- % ΔE è il valore percentuale di riduzione dei consumi energetici rispetto al baseline energetico complessivo (termico + elettrico);
- % Δ_{CO2} 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 tutti gli altri risultano convenienti.

Tabella 9.11 – 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	18.9	12.4	1.609	2.565	0	86.306	11.6	20.8	30	9.473	6.4	0.11
EEM 2	15.1	9.9	1.282	2.043	0	38.379	6.6	9.6	30	23.336	11.8	0.61
EEM 3	13.5	8.8	1.144	1.822	0	31.023	5.8	8.6	30	22.480	12.9	0.72
EEM 4	-0.4	-0.2	32	52	0	17.713	18.9	21.4	10	-9.708	-21.7	-0.55
EEM 5	21.7	15.0	1.946	2.936	0	37.378	6.4	8.0	15	14.472	11.5	0.39

Dall'analisi dei risultati emerge che tutti gli altri risultano convenienti.

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

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) abbinate all'istituto del Finanziamento Tramite Terzi (FTT). In tale ambito trova espressione l'applicazione del Partenariato Pubblico Privato (PPP).

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

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

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

- **Scenario 1: 15 anni:** Tale scenario consiste nella realizzazione di cappotto esterno, rifacimento copertura, sostituzione corpi illuminanti e valvole termostatiche e pompe a giri variabili.

9.3.1 Scenario 1: Tale scenario consiste nella realizzazione di cappotto esterno, rifacimento copertura, sostituzione corpi illuminanti e valvole termostatiche e pompe a giri variabili

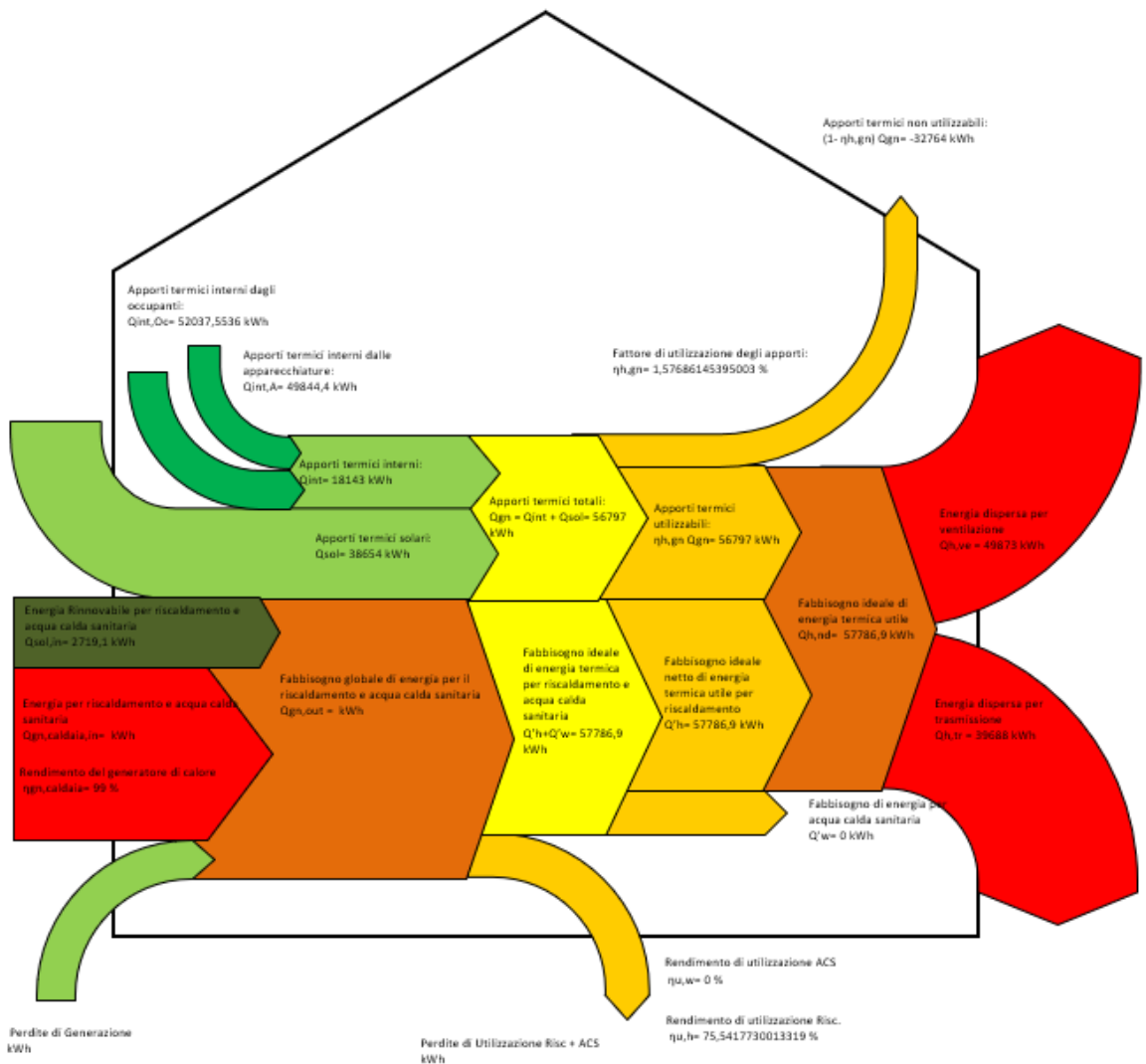
La realizzazione dello scenario 1 consiste nella combinazione delle EEM di seguito elencate:

Tabella 9.12 – Combinazione di EEM proposta per lo scenario 1

VOCE INVESTIMENTO	TOTALE (IVA ESCLUSA)	IVA AI 22%	TOTALE (IVA INCLUSA)
	[€]	[€]	[€]
EEM1 Fornitura & Posa	64.313	14.149	78.462
EEM2 Fornitura & Posa	28.826	6.342	35.168
EEM3 Fornitura & Posa	23.117	5.086	28.203
EEM4 Fornitura & Posa	13.291	2.924	16.215
EEM5 Fornitura & Posa	27.853	6.128	33.980
Costi per la sicurezza	4.616	1.015	5.632
Costi per la progettazione	10.772	2.369	13.141
TOTALE (I₀)	172.788	38.013	210.801
VOCE MANUTENZIONE	C _{Mo} (IVA INCLUSA)	C _{Ms} (IVA INCLUSA)	C _M (IVA INCLUSA)
	[€]	[€]	[€]
SCN 2	4.209	719	4.928
TOTALE (C_M)	4.209	719	4.928
VOCE INCENTIVO	DESCRIZIONE	TOTALE (IVA INCLUSA)	
		[€]	
Incentivi	Conto termico	76.453	
Durata incentivi		5	
Incentivo annuo		15.290	

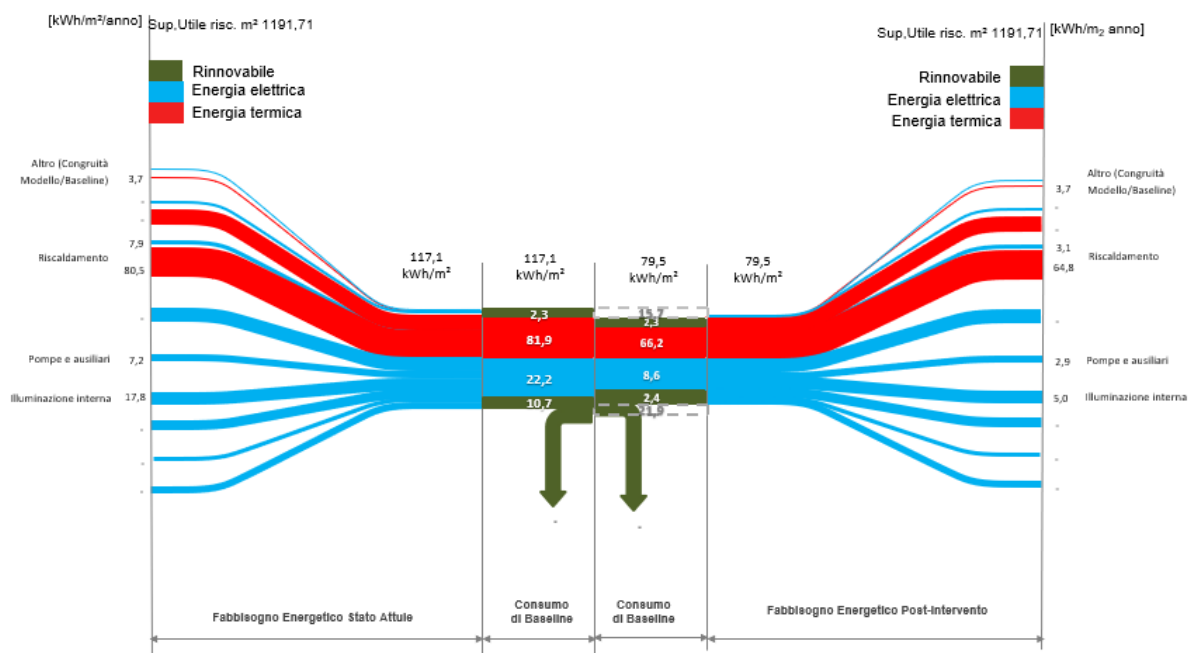
A seguito della modellazione dei due scenari ottimali è stato possibile rappresentare i risultati del bilancio energetico termico nella forma di diagramma di sankey relativo alle situazioni post-intervento.

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



Dall'analisi dei diagrammi di Sankey relativo al fabbisogno termico dell'edificio post intervento è possibile notare una diminuzione degli apporti termici utilizzabili, dovuto ad una riduzione degli apporti termici solari. Un aumento della quota rinnovabile e in generale una diminuzione del fabbisogno ideale di energia termica utile.

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



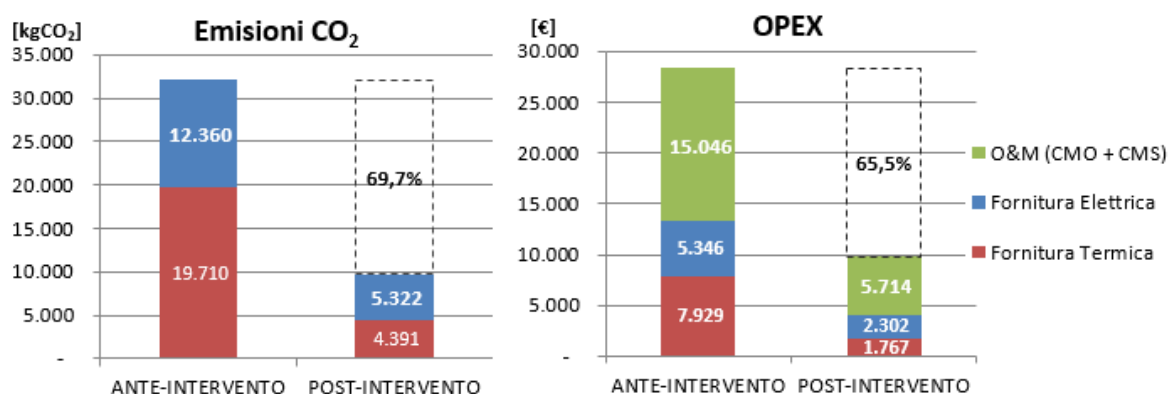
I miglioramenti ottenibili tramite l’attuazione dello Scenario 1 sono riportati nelle tabelle successive.

Tabella 9.13 – Risultati analisi SCN1 – Tale scenario consiste nella realizzazione di cappotto esterno, rifacimento copertura, sostituzione corpi illuminanti e valvole termostatiche e pompe a giri variabili

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE %
EM1 trasmittanza	[W/m ² K]	2,3	0,3	87,0%
EM2 trasmittanza	[W/m ² K]	1,68	0,26	84,5%
EM3 trasmittanza	[W/m ² K]	5	1,3	74,0%
EM4 Potenza elettrica	WATT	13130	2766	78,9%
EM5 rendimento di regolazione	-	73	99,5	36,3%
Q _{teorico}	[kWh]	93.198	20.764	77,7%
EE _{teorico}	[kWh]	27.468	11.827	56,9%
Q _{baseline}	[kWh]	97.574	21.739	77,7%
EE _{Baseline}	[kWh]	26.468	11.396	56,9%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	19.710	4.391	77,7%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	12.360	5.322	56,9%
Emiss. CO2 Totale	[kgCO₂]	32.070	9.713	69,7%
Fornitura Termica, C _Q	[€]	7.929	1.767	77,7%
Fornitura Elettrica, C _{EE}	[€]	5.346	2.302	56,9%
Fornitura Energia, C_E	[€]	13.275	4.068	69,4%
Costo Manutenzione Ordinaria, C _{MO}	[€]	13.541	4.209	68,9%
Costo Manutenzione Straordinaria, C _{MS}	[€]	1.505	1.505	0,0%
Costo per O&M (C _M = C _{MO} + C _{MS})	[€]	15.046	5.714	62,0%
OPEX	[€]	28.321	9.782	65,5%
Classe energetica	[-]	G	B	+4 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 per vettore elettrico

I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,074 [€/kWh] per il vettore termico e 0,206 per vettore elettrico.

 Figura 9.13 – SCN2: Riduzione dei costi operativi (OPEX) e delle emissioni di CO₂ a partire dalla baseline


E' stato quindi possibile presentare un modello semplificato di Piano Economico Finanziario (PEF) indicativo, i cui calcoli di dettaglio sono riportati all'Allegato L – Piano Economico Finanziario scenari. I risultati dell'analisi sono riportati nella Tabella 9.,

Tabella 9. e Tabella 9. e nelle successive figure.

Tabella 9.14 – Parametri finanziari dell'analisi di redditività dello SCN1– Tale scenario consiste nella realizzazione di cappotto esterno, rifacimento copertura, sostituzione corpi illuminanti e valvole termostatiche e pompe a giri variabili

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	€ 210 799
Oneri Finanziari (costi indiretti)	%Of	3,00%
Costi d'Investimento indiretti, IVA incl.	Of	€ 6 324
Costi d'Investimento (diretti+Indiretti) , IVA incl.	CAPEX	€ 217 123
%CAPEX a Debito	D	80,0%
%CAPEX a Equity	E	20,00%
Debito	I_D	€ 173 698
Equity	I_E	€ 43 425
Fattore di annualità Debito	FA_D	8,30
Rata annua debito	q_D	€ 20 923
Costo finanziamento, (D+INT _D)	$q_D * n_D$	€ 209 230
Costi per interessi debito, INT _D	INT_D=$q_D * n_D - D$	€ 35 531

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

PARAMETRI ECONOMICI			
Costo annuo energia pre-intervento, IVA escl.	C_{E0}	€	13 664
Costo annuo O&M pre-intervento, IVA escl.	C_{M0}	€	15 046
Spesa PA pre-intervento (Baseline)	$C_{Baseline}$	€	28 710
Altri costi di gestione ESCo post-intervento, IVA escl.	C_{Altro}	€	-
Riduzione% costi fornitura Energia	$\% \Delta C_E$		62,3%
Riduzione% costi O&M	$\% \Delta C_M$		67,0%
Obiettivo riduzione spesa PA	$\% C_{Baseline}$		5,0%
Risparmio annuo PA garantito	45,6%	€	17 913
Risparmio annuo PA immediato durante la gestione	Risp.IM	€	1 436
Risparmio PA durante la concessione	14%	€	67 914
Risparmio annuo PA al termine della concessione	Risp.Term.	€	22 248
N° di Canoni annuali	anni		14
Utile lordo della ESCO	$\% CAPEX$		42,60%
Costo Contrattuale ESCO €/anno IVA escl.	C_{ESCO}	€	6 607
Costi FTT €/anno IVA escl.	C_{FTT}	€	2 538
Costi CAPEX €/anno IVA escl.	C_{CAPEX}	€	7 333
Canone O&M €/anno	C_{nM}	€	5 155
Canone Energia €/anno	C_{nE}	€	5 641
Canone Servizi €/anno IVA escl.	C_{nS}	€	10 797
Canone Disponibilità €/anno IVA escl.	C_{nD}	€	16 478
Canone Totale €/anno IVA escl.	C_n	€	27 275
Aliquota IVA %	IVA		22%
Rimborso erariale IVA	R_{IVA}	€	38 013
Ricavi da Incentivi, esenti d'IVA	R_B	€	76 453
Durata Incentivi, anni	n_B		5
Inizio erogazione Incentivi, anno			2022

Tabella 9.16 – Risultati dell'analisi di redditività e sostenibilità finanziaria della SCN1

INDICATORI DI REDDITIVITA DEL PROGETTO PRE-IMPOSTE			
Tempo di Ritorno Semplice, Spb = Io / FC, Anni	T.R.S.		7,09
Tempo di Ritorno Attualizzato T.R.A., anni	T.R.A.		9,19
Valore Attuale Netto, VAN = VA - Io	VAN > 0	€	59 559
Tasso interno di rendimento del progetto	TIR > WACC		9,17%
Indice di Profitto	IP		28,25%
INDICATORI DI REDDITIVITA DELLA ESCO PRE-IMPOSTE			
Tempo di Ritorno Semplice, Spb = Io / FC, Anni	T.R.S.		2,82
Tempo di Ritorno Attualizzato T.R.A., anni	T.R.A.		3,29
Valore Attuale Netto, VAN = VA - Io	VAN > 0	€	41 024
Tasso interno di rendimento dell'azionista	TIR > ke		35,64%
Debit Service Cover Ratio	DSCR < 1,3		1,276
Loan Life Cover Ratio	LLCR > 1		1,438
Indice di Profitto Azionista	IP		19,46%

Figura 9.14 –SCN1: Flussi di cassa del progetto

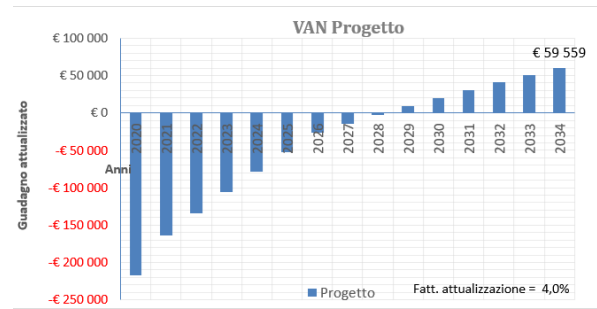
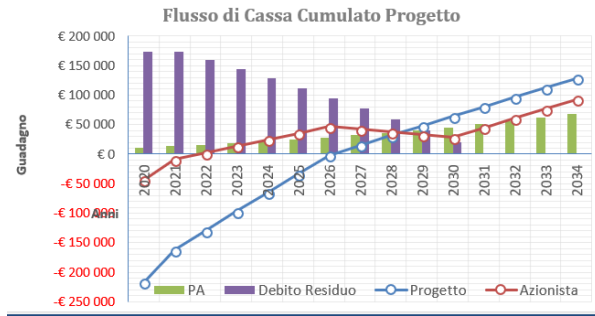
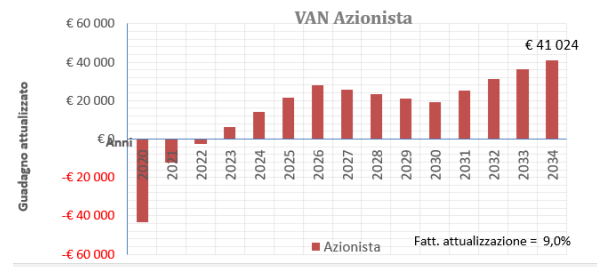
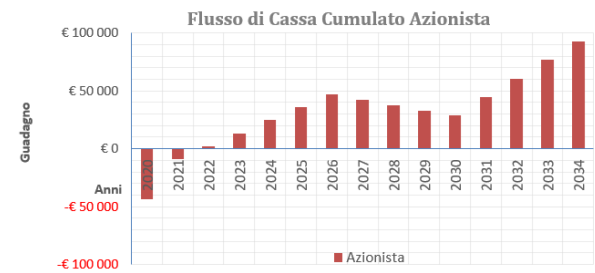


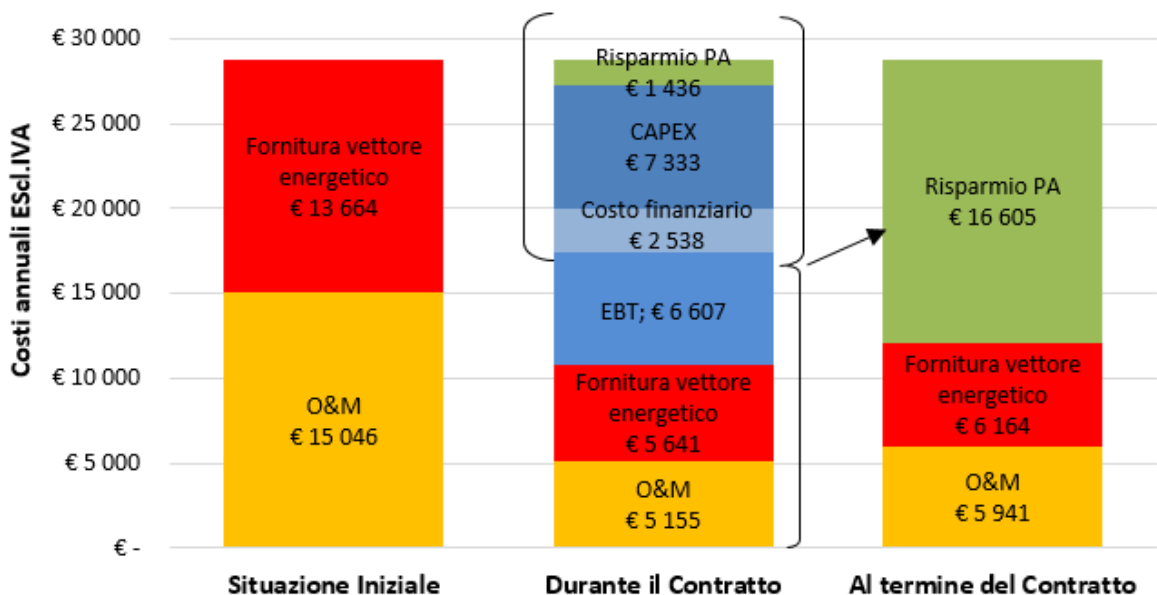
Figura 9.15 – SCN1: Flussi di cassa dell'azionista



Dall’analisi effettuata è emerso che lo scenario risulta conveniente per TRS < 15 anni

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

Figura 9.16 – Scenario 1: Schema di Energy Performance Contract



10 CONCLUSIONI

10.1 RIASSUNTO DEGLI INDICI DI PERFORMANCE ENERGETICA

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

INDICE DI PRESTAZIONE ENERGETICA		U.M.	ENERGIA PRIMARIA TOTALE	ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE
Globale non rinnovabile	EP _{gl,nren}	kWh/mq anno	266,68	250,48
Climatizzazione invernale	EP _H	kWh/mq anno	209,00	204,00
Produzione di acqua calda sanitaria	EP _w	kWh/mq anno	0,00	0,00
Ventilazione	EP _v	kWh/mq anno	0,00	0,00
Raffrescamento	EP _c	kWh/mq anno	0,00	0,00
Illuminazione artificiale	EP _L	kWh/mq anno	57,68	46,48
Trasporto di persone e cose	EP _T	kWh/mq anno	0,00	0,00
Emissioni equivalenti di CO2	CO _{2eq}	Kg/mq anno	59,70	56,07

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

INDICE DI PRESTAZIONE ENERGETICA		U.M.	ENERGIA PRIMARIA TOTALE	ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE
Globale non rinnovabile	EP _{gl,nren}	kWh/mq anno	74,91	70,36
Climatizzazione invernale	EP _H	kWh/mq anno	58,71	57,3
Produzione di acqua calda sanitaria	EP _w	kWh/mq anno	0	0
Ventilazione	EP _v	kWh/mq anno	0	0
Raffrescamento	EP _c	kWh/mq anno	0	0
Illuminazione artificiale	EP _L	kWh/mq anno	16,2	13,06
Trasporto di persone e cose	EP _T	kWh/mq anno	0	0
Emissioni equivalenti di CO2	CO _{2eq}	Kg/mq anno	16,77	15,75

10.2 RIASSUNTO DEGLI SCENARI DI INVESTIMENTO E DEI PRINCIPALI RISULTATI

Descrizione delle Misure di efficienza energetica proposte:

- EEM 1: CAPPOTTO INTERNO
- EEM 2: COPERTURA
- EEM 3: SOSTITUZIONE SERRAMENTI
- EEM 4: SOSTITUZIONE LAMPADE
- EEM 5: VALVOLE TERMOSTATICHE E POMPE A GIRI VARIABILI

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

	SENZA INCENTIVI											
	%Δ _E	%Δ _{CO2}	ΔC _E	ΔC _{MO}	ΔC _{MS}	I ₀	TRS	TRA	n	VAN	TIR	IP
	[%]	[%]	[€/anno]	[€/anno]	[€/anno]	[€]	[anni]	[anni]	[anni]	[€]	[%]	[-]
EEM 1	18.9	12.4	1.609	2.565	0	86.306	20.6	38.9	30	-20.420	2.5	-0.24
EEM 2	15.1	9.9	1.282	2.043	0	38.379	11.7	18.6	30	10.044	7.4	0.26
EEM 3	13.5	8.8	1.144	1.822	0	31.023	10.7	15.9	30	11.735	8.4	0.38
EEM 4	-0.4	-0.2	32	52	0	17.713	71.1	76.0	10	-15.842	---	-0.89
EEM 5	21.7	15.0	1.946	2.936	0	37.378	7.8	10.6	15	8.337	8.6	0.22

Dall'analisi dei risultati emerge che gli interventi EEM2, EEM 3 ed EEM 5 risultano convenienti anche senza incentivi.

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

	CON INCENTIVI													
	% ΔE [%]	% Δ_{CO2} [%]	ΔC_E [€/anno]	ΔC_{MO} [€/anno]	ΔC_{MS} [€/anno]	I_0 [€]	TRS [anni]	TRA [anni]	n [anni]	VAN [€]	TIR [%]	IP [-]	DSCR	LLCR
EEM 1	18.9	12.4	1.609	2.565	0	86.306	11.6	20.8	30	9.473	6.4	0.11	n/a	n/a
EEM 2	15.1	9.9	1.282	2.043	0	38.379	6.6	9.6	30	23.336	11.8	0.61	n/a	n/a
EEM 3	13.5	8.8	1.144	1.822	0	31.023	5.8	8.6	30	22.480	12.9	0.72	n/a	n/a
EEM 4	-0.4	-0.2	32	52	0	17.713	18.9	21.4	10	-9.708	-	-0.55	n/a	n/a
EEM 5	21.7	15.0	1.946	2.936	0	37.378	6.4	8.0	15	14.472	11.5	0.39	n/a	n/a
SCN 1	77.7	69.7	9.206	9.332	0	210.799	2.82	3.29	30	41.024	35.6	19.5	1.276	1.438

Dall'analisi dei risultati emerge che gli interventi EEM 1, EEM2, EEM 3 ed EEM risultano convenienti in presenza di incentivi.

Si sono quindi individuati i seguenti scenari, che forniscano i maggiori vantaggi in termini di riduzione dei costi e consumi energetici, sostituzione serramenti:

- **Scenario 1 15 anni:** Tale scenario consiste nella realizzazione di cappotto esterno, rifacimento copertura, sostituzione corpi illuminanti e valvole termostatiche e pompe a giri variabili.

Dall'analisi effettuata è emerso che lo scenario risulta conveniente per TRS < 15 anni.

10.3 CONCLUSIONI E COMMENTI

L'immobile oggetto di analisi si presenta come un edificio molto grande e tenuto in condizioni buone. L'impianto di riscaldamento è stato recentemente cambiato e si trova in buone condizioni (non valutato come intervento). L'emissione avviene mediante radiatori privi di termoregolazione che riscaldano ambienti in cui, in fase di sopralluogo, molto caldi (temperature interne > 24 gradi a gennaio) e, nonostante le temperature elevate, l'impianto di riscaldamento era attivo. I serramenti, proprio a causa di questa esposizione al sole nelle ore più calde della giornate, andrebbero sostituiti (intervento prioritario consigliato).

ALLEGATO A – ELENCO DOCUMENTAZIONE FORNITA DALLA COMMITTENZA

Titolo	Data	Nome file
Consumi energia elettrica – fatture 2014 – 2015 - 2016	16/11/2017	01_EE.pdf
Consumi gas – fatture 2015 - 2016	16/11/2017	02_Gas.pdf
Planimetrie Involucro	16/11/2017	E00846.dwg
Planimetrie Involucro	16/11/2017	PIAN1.dwg
Planimetrie Involucro	16/11/2017	PIAN1SS.dwg
Planimetrie Involucro	16/11/2017	PIAN2.dwg
Planimetrie Involucro	16/11/2017	PIANC.dwg
Planimetrie Involucro	16/11/2017	PIANT.dwg
Planimetrie termici - disegni	16/11/2017	059-P00-001-CENTRALE TERMICA_SOTTOCENTRALE TERMICA.dwg
Planimetrie termici - disegni	16/11/2017	L1-042-059-P00.dwg
Planimetrie termici - disegni	16/11/2017	L1-042-059-P01.dwg
Planimetrie termici - disegni	16/11/2017	L1-042-059-P02.dwg
Planimetrie termici - check list	16/11/2017	L1-042-059-P00-Checklist
Planimetrie termici - check list	16/11/2017	L1-042-059-P01-Checklist
Planimetrie termici - check list	16/11/2017	L1-042-059-P02-Checklist

ALLEGATO B – ELABORATI

Titolo	Descrizione	Data	Nome file
Elaborati fotografici	Report fotografico rilievo	19/06/2018	DE_Lotto.7-E846_rev.01 - Allegato B - E846 FOTO SOPRALLUOGO
Planimetria scala 1:100 - 1:200 con individuazione delle diverse zone termiche, degli spazi riscaldati e non riscaldati e delle diverse destinazioni d'uso	Planimetria scala 1:100 - 1:200 con individuazione delle diverse zone termiche, degli spazi riscaldati e non riscaldati e delle diverse destinazioni d'uso	04/08/2018	DE_Lotto.7-E846_rev.01 - Allegato B - L1-042-059-P00.dwg
Planimetria scala 1:100 - 1:200 con individuazione delle diverse zone termiche, degli spazi riscaldati e non riscaldati e delle diverse destinazioni d'uso	Planimetria scala 1:100 - 1:200 con individuazione delle diverse zone termiche, degli spazi riscaldati e non riscaldati e delle diverse destinazioni d'uso	04/08/2018	DE_Lotto.7-E846_rev.01 - Allegato B - L1-042-059-P01.dwg
Planimetria scala 1:100 - 1:200 con individuazione delle diverse zone termiche, degli spazi riscaldati e non riscaldati e delle diverse destinazioni d'uso	Planimetria scala 1:100 - 1:200 con individuazione delle diverse zone termiche, degli spazi riscaldati e non riscaldati e delle diverse destinazioni d'uso	04/08/2018	DE_Lotto.7-E846_rev.01 - Allegato B - L1-042-059-P02.dwg
Estratto di mappa	Estratto di mappa	23/07/2018	DE_Lotto.7-E846_rev.01 - Allegato B - DOC_1167497650
Individuazione posizione impianto	Individuazione posizione impianto	26/07/2018	DE_Lotto.7-E846_rev.01 - Allegato B - E846 - POSIZIONE IMPIANTO
Elaborati fotografici	Report fotografico rilievo	09/04/2018	DE_Lotto.7-E846_rev.01 - Allegato B - E846 FOTO SOPRALLUOGO 1
Elaborati fotografici	Report fotografico rilievo	09/04/2018	DE_Lotto.7-E846_rev.01 - Allegato B - E846 FOTO SOPRALLUOGO 2
Schema a blocchi impianto termico	Schema a blocchi impianto termico	23/07/2018	DE_Lotto.7-E846_rev.01 - Allegato B - E846 Schema a blocchi impianto termico
Schema a blocchi elettrico	Schema a blocchi elettrico	26/07/2018	DE_Lotto.7-E846_rev.01 - Allegato B - EL E846 schema a blocchi elettrico
Planimetria scala 1:100 - 1:200 con individuazione delle diverse zone termiche, degli spazi riscaldati e non riscaldati e delle diverse destinazioni d'uso	Planimetria scala 1:100 - 1:200 con individuazione delle diverse zone termiche, degli spazi riscaldati e non riscaldati e delle diverse destinazioni d'uso	04/08/2018	DE_Lotto.7-E846_rev.01 - Allegato B - L1-042-059-P00.dwg
Planimetria scala 1:100 - 1:200 con individuazione delle diverse zone termiche, degli spazi riscaldati e non riscaldati e delle diverse destinazioni d'uso	Planimetria scala 1:100 - 1:200 con individuazione delle diverse zone termiche, degli spazi riscaldati e non riscaldati e delle diverse destinazioni d'uso	04/08/2018	DE_Lotto.7-E846_rev.01 - Allegato B - L1-042-059-P01.dwg
Planimetria scala 1:100 - 1:200 con individuazione delle diverse zone termiche, degli spazi riscaldati e non riscaldati e delle diverse destinazioni d'uso	Planimetria scala 1:100 - 1:200 con individuazione delle diverse zone termiche, degli spazi riscaldati e non riscaldati e delle diverse destinazioni d'uso	04/08/2018	DE_Lotto.7-E846_rev.01 - Allegato B - L1-042-059-P02.dwg

ALLEGATO C – REPORT DI INDAGINE TERMOGRAFICA

Titolo	Data	Nome file
Report di indagine termografica	03/08/2018	DE_Lotto.7-E846_rev.01 - Allegato C - Report di indagine termografica

ALLEGATO D – REPORT RELATIVI AD ALTRE PROVE DIAGNOSTICHE STRUMENTALI

Titolo	Data	Nome file
Report relativi ad altre prove diagnostiche strumentali	04/08/2018	DE_Lotto.7-E846_rev.01 - Allegato D - REPORT INDAGINI DIAGNOSTICHE

ALLEGATO E – RELAZIONE DI DETTAGLIO DEI CALCOLI

Titolo	Data	Nome file
Elenco completo radiatori	19/06/2018	DE_Lotto.7-E846_rev.01 - Allegato E - Mappatura termosifoni E846
Ponti termici di dettaglio intervento di miglioramento	15/06/2018	DE_Lotto.7-E846_rev.01 - Allegato E - Ponti termici E846 riqualif
Ponti termici di dettaglio stato di fatto	03/06/2018	DE_Lotto.7-E846_rev.01 - Allegato E - Ponti termici E846
Raccolta dati stato rilievo	18/06/2018	DE_Lotto.7-E846_rev.01 - Allegato E - Raccolta Dati E846
Schema energetico	19/06/2018	DE_Lotto.7-E846_rev.01 - Allegato E - Schema energetico - E846
Serramenti di dettaglio intervento di miglioramento	13/06/2018	DE_Lotto.7-E846_rev.01 - Allegato E - Serramenti E846 riqualif
Serramenti di dettaglio stato di fatto	03/05/2018	DE_Lotto.7-E846_rev.01 - Allegato E - Serramenti E846
Stratigrafie di dettaglio intervento di miglioramento	13/06/2018	DE_Lotto.7-E846_rev.01 - Allegato E - Stratigrafie E846 riqualif
Stratigrafie di dettaglio stato di fatto	03/05/2018	DE_Lotto.7-E846_rev.01 - Allegato E - Stratigrafie E846

ALLEGATO F – CERTIFICATO CTI SOFTWARE

Titolo	Data	Nome file
Certificato CTI software	03/07/2017	DE_Lotto.7-E846_rev.01 ALLEGATO F Certificato80-Tepsrl

ALLEGATO G – ATTESTATO DI PRESTAZIONE ENERGETICA

Titolo	Data	Nome file
Attestato di Prestazione Energetica	19/06/2018	DE_Lotto.7-E846_rev.01 ALLEGATO G - 23115_2018_732

ALLEGATO H – BOZZA DI APE SCENARI

Titolo	Data	Nome file
Bozza APE scenari cappotto	14/06/2018	DE_Lotto.7-E846_rev.01 - Allegato H - E846_cappotto_esterno
Bozza APE scenari copertura	14/06/2018	DE_Lotto.7-E846_rev.01 - Allegato H - E846_copertura
Bozza APE scenari sostituzione apparecchi illuminanti	14/06/2018	DE_Lotto.7-E846_rev.01 - Allegato H - E846_LED
Bozza APE scenari sostituzione serramenti	14/06/2018	DE_Lotto.7-E846_rev.01 - Allegato H - E846_serramenti
Bozza APE scenari valvole e pompe	14/06/2018	DE_Lotto.7-E846_rev.01 - Allegato H - E846_valvole

ALLEGATO I – DATI CLIMATICI

Titolo	Data	Nome file
Dati Climatici	03/08/2018	DE_Lotto.7-E846_rev.01 - Allegato I - GG_Lotto.7-E846.Rev01

ALLEGATO J – SCHEDE DI AUDIT

Titolo	Data	Nome file
Schede di Audit	03/08/2018	DE_Lotto.7-E846_rev.01 - Allegato J - E 846_Scheda Audit_Template_rev.1

ALLEGATO K – SCHEDE ORE

Titolo	Data	Nome file
Schede ORE	03/08/2018	DE_Lotto.7-E846_rev.01 - Allegato K - E846 - Scheda ore

ALLEGATO L – PIANO ECONOMICO FINANZIARIO SCENARI

Titolo	Data	Nome file
Piano Economico Finanziario Scenari	04/08/2018	DE_LOTTO.7-E846_ALLEGATO L - AnalisiPEF_rev06

ALLEGATO M – REPORT DI BENCHMARK

Titolo	Data	Nome file
Report di Benchmark	25/08/2018	DE_Lotto.7-E846_rev.01 Allegato M - Benchmark_Rev02.doc
Report di Benchmark	04/08/2018	DE_Lotto.7-E846_rev.01 Allegato M - Benchmark_Rev02.pdf
Report di Benchmark	25/07/2018	DE_Lotto.7-E846_rev.01 Allegato M - Benchmark_Rev03.xls



ALLEGATO N – CD-ROM

