

SCUOLA MATERNA STATALE "V.FABRIZI" E SCUOLA ELEMENTARE "FABRIZI"

E.77

VIA NICOLA FABRIZI N. 51

RAPPORTO DI DIAGNOSI ENERGETICA
FONDO KYOTO - SCUOLA 3



Luglio/2018

COMUNE DI GENOVA
STRUTTURA DI STAFF - ENERGY MANAGER



SCUOLA MATERNA STATALE “V.FABRIZI” E SCUOLA ELEMENTARE “FABRIZI”

E.77

VIA NICOLA FABRIZI 51

RAPPORTO DI DIAGNOSI ENERGETICA

FONDO KYOTO - SCUOLA 3

Luglio/2018

COMUNE DI GENOVA

STRUTTURA DI STAFF - ENERGY MANAGER

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

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

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

Environment Park.S.p.A

via Livorno n.60 – 10144 Torino - Italia

Tel: 011 2257536 – stefano.dotta@envipark.com

REGISTRO REVISIONI E PUBBLICAZIONI

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

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

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

INDICE

PAGINA

EXECUTIVE SUMMARY	I
1 INTRODUZIONE	1
1.1 PREMessa	1
1.2 SCOPO DELLA DIAGNOSI ENERGETICA	1
1.3 RIFERIMENTO E CONTATTI AUDITOR E PERSONALE COINVOLTO.....	2
1.4 IDENTIFICAZIONE DELL’EDIFICIO.....	2
1.5 METODOLOGIA DI LAVORO	3
1.6 STRUTTURA DEL REPORT	6
2 DATI DELL’EDIFICIO.....	7
2.1 INFORMAZIONI SUL SITO	7
2.2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE, SOCIO-ECONOMICO E DESTINAZIONE D’USO	7
2.3 VERIFICA DEI VINCOLI INTERFERENTI SULLE PARTI DELL’IMMOBILE INTERESSATE DAGLI ’INTERVENTI	9
2.4 MODALITÀ DI GESTIONE E MANUTENZIONE DI EDIFICI ED IMPIANTO	11
3 DATI CLIMATICI	13
3.1 DATI CLIMATICI DI RIFERIMENTO.....	13
3.2 DATI CLIMATICI REALI.....	14
3.3 ANALISI DELL’ANDAMENTO DEI DATI CLIMATICI E PROFILI ANNUALI DEI GRADI GIORNO	14
4 AUDIT EDIFICIO E IMPIANTI ELETTRICI E MECCANICI	17
4.1 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE DELL’INVOLUCRO EDILIZIO	17
4.1.1 <i>Involucro opaco</i>	17
4.1.2 <i>Involucro trasparente</i>	18
4.2 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO DI RISCALDAMENTO/ CLIMATIZZAZIONE INVERNALE.....	20
4.2.1 <i>Sottosistema di emissione</i>	20
4.2.2 <i>Sottosistema di regolazione</i>	21
4.2.3 <i>Sottosistema di distribuzione</i>	21
4.2.4 <i>Sottosistema di generazione</i>	23
4.3 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO PRODUZIONE ACQUA CALDA SANITARIA	24
4.4 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO ELETTRICO E PRINCIPALI UTENZE ELETTRICHE	25
4.5 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO ILLUMINAZIONE	26
5 CONSUMI RILEVATI	29
5.1 CONSUMI ENERGETICI STORICI PER CIASCUN VETTORE E CONNESSIONE ALLE RETI GAS NATURALE ED ELETTRICA.....	29
5.1.1 <i>Energia termica</i>	29
5.1.2 <i>Energia elettrica</i>	33
5.2 INDICATORI DI PERFORMANCE ENERGETICI ED AMBIENTALI	36
6 MODELLO DEL FABBISOGNO ENERGETICO.....	49
6.1 METODOLOGIA DI CALCOLO ADOTTATA E VALIDAZIONE DEI MODELLI DI CALCOLO	49
6.1.1 <i>Validazione del modello termico</i>	50
6.1.2 <i>Validazione del modello elettrico</i>	51
6.2 FABBISOGNI ENERGETICI.....	51
6.3 PROFILI ENERGETICI MENSILI.....	53
7 ANALISI DEI COSTI PRE-INTREVENTO.....	56
7.1 COSTI RELATIVI ALLA FORNITURA DEI VETTORI ENERGETICI	56
7.1.1 <i>Vettore termico</i>	56
7.1.2 <i>Vettore elettrico</i>	61
7.2 TARIFFE E PREZZI VETTORI ENERGETICI UTILIZZATI NELL’ANALISI	64
7.3 COSTI DI GESTIONE E MANUTENZIONE DI EDIFICIO ED IMPIANTI.....	64
7.4 BASELINE DEI COSTI.....	65
8 IDENTIFICAZIONE DELLE MISURE DI EFFICIENZA ENERGETICA	67



8.1	DESCRIZIONE, FATTIBILITÀ E PRESTAZIONI DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI	67
8.1.1	<i>Involucro edilizio</i>	67
8.1.2	<i>Impianto riscaldamento</i>	74
8.1.3	<i>Impianto produzione acqua calda sanitaria</i>	78
8.1.4	<i>Impianto di illuminazione ed impianto elettrico</i>	78
8.1.5	<i>Impianto di generazione da fonti rinnovabili</i>	80
9	VALUTAZIONE ECONOMICO-FINANZIARIA.....	82
9.1	ANALISI DEI COSTI DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI CONSIDERATI FATTIBILI	82
9.2	ANALISI DI CONVENIENZA DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI CONSIDERATI FATTIBILI	90
9.3	IDENTIFICAZIONE DELLE SOLUZIONI INTEGRATE D’INTERVENTO E SCENARI D’INVESTIMENTO	101
9.3.1	<i>Scenario 1: Scenario ottimale TRS≤15 anni:</i>	103
9.3.2	<i>Scenario 2: Scenario ottimale TRS≤25 anni:</i>	109
10	CONCLUSIONI	115
10.1	RIASSUNTO DEGLI INDICI DI PERFORMANCE ENERGETICA	115
10.2	RIASSUNTO DEGLI SCENARI DI INVESTIMENTO E DEI PRINCIPALI RISULTATI	115
10.3	CONCLUSIONI E COMMENTI.....	117
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		1.975
Anno di ristrutturazione		nn
Zona climatica		D
Destinazione d'uso		E.4.7 (Edifici Scolastici)
Superficie utile riscaldata	[m ²]	1.491,01
Superficie disperdente (S)	[m ²]	2.717,89
Volume lordo riscaldato (V)	[m ³]	6.409,60
Rapporto S/V	[1/m]	0,42
Superficie lorda aree interne (scaldate e non scaldate)	[m ²]	2.381,15
Superficie lorda aree esterne	[m ²]	3.911,50
Superficie lorda complessiva (aree interne ed esterne)	[m ²]	4.519,83
Tipologia generatore riscaldamento		Generatore di calore
Potenza totale impianto riscaldamento	[kW]	459
Potenza totale impianto raffrescamento	[kW]	-
Tipo di combustibile		Gas naturale
Tipologia generatore Acqua Calda sanitaria (ACS)		Boiler elettrici e generatore autonomo a gas
Emissioni CO ₂ di riferimento ⁽¹⁾	[t/anno]	65
Consumo di riferimento Gas Metano ⁽¹⁾	[kWh _{tt} /anno]	151013
Spesa annuale Gas Metano ⁽¹⁾	[€/anno]	12.087
Consumo di riferimento energia elettrica ⁽¹⁾	[kWh _{el} /anno]	26.817
Spesa annuale energia elettrica ⁽¹⁾	[€/anno]	5.653

Nota (1): Valori di Baseline

Descrizione delle Misure di efficienza energetica proposte:

- EEM 1: Isolamento a cappotto in EPS grigio con grafite sp=12cm
- EEM 2: Sostituzione Infissi con altri aventi U=1,66W/m²k
- EEM 3 Coibentazione estradosso solaio su sottotetto non riscaldato
- EEM 4 Insufflaggio intercapedine pareti esterne con fiocchi di cellulosa
- EEM 5: Installazione di sistemi di termoregolazione
- EEM 6: Installazione di sistemi di illuminazione a LED
- EEM 7: Installazione di un nuovo generatore di calore
- EEM 8 Installazione impianto fotovoltaico
- SCN1: Coibentazione estradosso solaio su sottotetto non riscaldato, Insufflaggio intercapedine pareti esterne con fiocchi di cellulosa, Installazione di sistemi di termoregolazione, Installazione di sistemi di illuminazione a LED, Installazione di un nuovo generatore di calore
- SCN2: Isolamento a cappotto in EPS grigio con grafite sp=12cm, Coibentazione estradosso solaio su sottotetto non riscaldato, Insufflaggio intercapedine pareti esterne con fiocchi di cellulosa, Installazione di sistemi di termoregolazione, Installazione di sistemi di illuminazione a LED, Installazione di un nuovo generatore di calore, Installazione impianto fotovoltaico

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

E77 – Scuola Materna Statale “V.Fabrizi” e Scuola Elementare “Fabrizi”

CON INCENTIVI														
	%Δ _E	%Δ _{CO} ₂	ΔC _E	ΔC _M _O	ΔC _M _S	I ₀	n	TRS	TRA	VAN	TIR	IP	DSCR	LLCR
	[%]	[%]	[€/anno]	[€/anno]	[€/anno]	[€]	[anni]	[anni]	[anni]	[€]	[%]	[-]		
EEM 1	14,3	14,9	2.607,9	0	0	-88.098	30	16,8	30,8	-2.410≤0	3,6	-0,03	[n/a]	[n/a]
EEM 2	20,1	20,9	3.654,7	0	0	168.386	30	38,6	59,6	-86.131≤0	-1,8	-0,51	[n/a]	[n/a]
EEM 3	10,1	10,6	1.846,8	0	0	21.281	30	6,5	8,6	19.138≥0	12,6	0,9	[n/a]	[n/a]
EEM 4	10,8	11,3	1.967,0	0	0	22.989	30	6,6	8,6	20.221≥0	12,4	0,88	[n/a]	[n/a]
EEM 5	2,3	2,4	416,3	0	0	-7.011	15	16,7	21,3	-2.135≤0	-1,6	-0,3	[n/a]	[n/a]
EEM 6	7,3	6,7	1.331,1	0	0	51.488	8	11,2	12,6	-19.371≤0	10,4	-0,38	[n/a]	[n/a]
EEM 7	2,8	2,9	344,9	2.613	695	35.861	15	4,9	6,6	18.704>0	13	0,52	[n/a]	[n/a]
EEM 8	42,8	40,2	3.564,7	2.613	695	52.967	20	7,7	9,6	34.242>0	11,1	0,65	[n/a]	[n/a]
SCN 1*	36,2	36,5	5015,4*	2.038*	542*	119.714	-	2,9	3,4	17.250	34	14	1,2	1,1
SCN 2*	75,1	74,6	10390,8*	2.038*	542*	260.779	-	15	20,3	7.091	11	2,7	1	1,5

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

Figura 0.1 – Scenario 1: analisi finanziaria

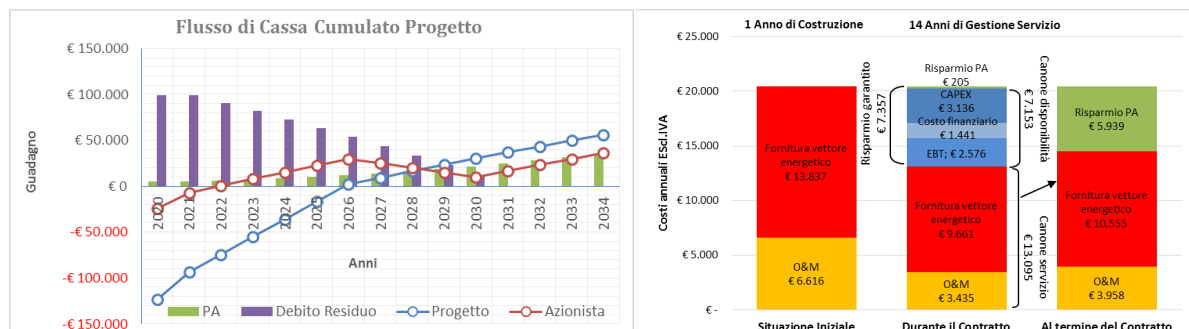
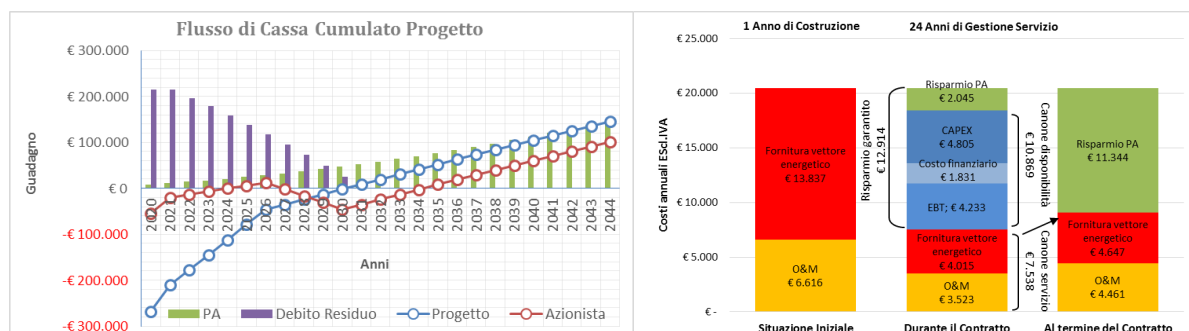


Figura 0.2 – Scenario 2: analisi finanziaria



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 gli attuali consumi, in quanto tali edifici risultano essere particolarmente energivori.

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

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

1.2 SCOPO DELLA DIAGNOSI ENERGETICA

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

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

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

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

Figura 1.1 - Vista della facciata esposta a Nord-Est



1.3 RIFERIMENTO E CONTATTI AUDITOR E PERSONALE COINVOLTO

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

Tabella 1.1 – Soggetti coinvolti nella realizzazione del processo di Audit

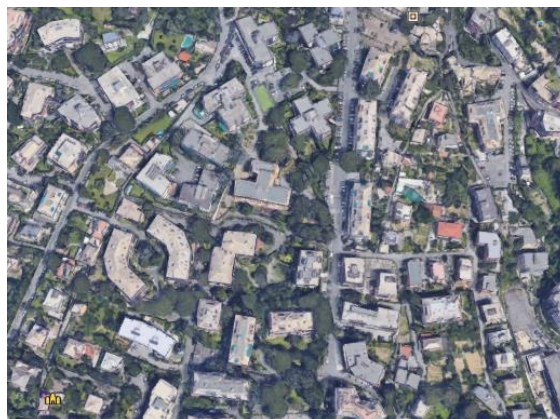
NOME E COGNOME	RUOLO	ATTIVITÀ SVOLTA
Stefano Dotta Mauro Cornaglia Vincenzo Cuzzola		Sopralluogo in sito
Mauro Cornaglia, Vincenzo Cuzzola		Elaborazione dei dati relativi ai consumi energetici
Stefano Dotta		Elaborazione dei dati geometrici ed alla creazione del modello energetico
Sergio Ravera	Responsabile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

1.4 IDENTIFICAZIONE DELL'EDIFICIO

L'immobile oggetto della DE, catastalmente individuato al NCEU Sezione G F.7 Mapp. 896 Sub. [-] è sito nel Comune di Genova e più precisamente nel quartiere Quarto dei mille.

L'edificio è di proprietà del Comune di Genova ed è attualmente adibito a Scuola materna statale e Scuola elementare.

Figura 1.2 – Ubicazione dell'edificio



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

Tabella 1.2 - Tabella riepilogativa dei dati dell'edificio

PARAMENTO	U.M.	VALORE
Anno di costruzione edificio		1.935]
Anno di ristrutturazione		nn
Zona climatica		D]
Destinazione d'uso		E.4.7 (Edifici scolastici)
Superficie utile riscaldata	[m ²]	1.491,01
Superficie disperdente (S)	[m ²]	2.717,89
Volume lordo riscaldato (V)	[m ³]	6.409,60
Rapporto S/V	[1/m]	0,42
Superficie netta aree interne (scaldate e non scaldate)	[m ²]	1.928,09
Superficie lorda aree interne (scaldate e non scaldate)	[m ²]	2.381,15
Superficie lorda aree esterne	[m ²]	3.911,50

Superficie lorda complessiva (aree interne ed esterne)	[m ²]	4.519,83
Tipologia generatore riscaldamento		Generatore di calore
Potenza totale impianto riscaldamento	[kW]	459
Potenza totale impianto raffrescamento	[kW]	[-]
Tipo di combustibile		Gas naturale
Tipologia generatore Acqua Calda sanitaria (ACS)		Boiler elettrici e generatore autonomo a gas
Emissioni CO ₂ di riferimento ⁽¹⁾	[t/anno]	65
Consumo di riferimento Gas Metano ⁽¹⁾	[kWh _{th} /anno]	151013
Spesa annuale Gas Metano ⁽¹⁾	[€/anno]	12.087
Consumo di riferimento energia elettrica ⁽¹⁾	[kWh _{el} /anno]	26.817
Spesa annuale energia elettrica ⁽¹⁾	[€/anno]	5.653

Nota (1): Valori di Baseline

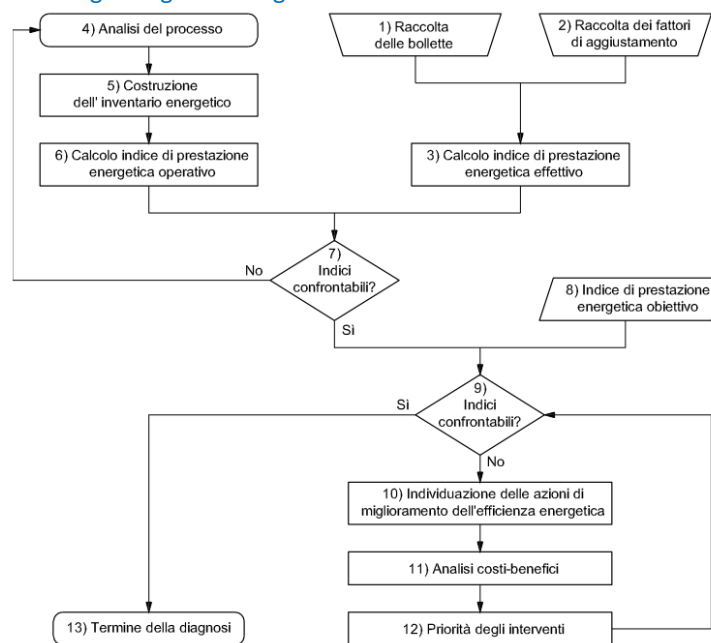
1.5 METODOLOGIA DI LAVORO

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

- Acquisizione della documentazione utile, fornita dalla PA, come riportato all' Allegato B – Elaborati;
- Analisi del quadro normativo di riferimento, incluso la verifica dei vincoli ambientali, storici, archeologici e paesaggistici interferenti sull'immobile interessato dall'intervento;
- Visita agli edifici, effettuata in data 24/11/2017 con verifica degli elaborati forniti e rilievo dei dati relativi alle caratteristiche degli elementi disperdenti ed impiantistici costituenti il sistema edificio-impianto;
- Visita alla centrale termica e/o frigorifera, con il supporto del personale incaricato della conduzione e manutenzione degli impianti e rilevamento dei dati utili;
- Preparazione e compilazione delle schede di Audit previste per la diagnosi di livello II di cui all'appendice A delle LGEE - Linee Guida per l'Efficienza Energetica negli Edifici - sett. 2013 - elaborato da AiCARR per Agesi, Assistal, Assopetroli e Assoenergia, e riportate all'Allegato J – Schede di audit;
- Elaborazione del comportamento termico ed elettrico dell'edificio, realizzata utilizzando il software commerciale EDILCLIMA Versione EC700 in possesso di certificato di conformità rilasciato dal Comitato Termotecnico Italiano (CTI) Certificato CTI N.73 ai sensi del D.lgs. 192/05 e s.m.i. e riportato all'Allegato F – Certificato CTI Software;
- Analisi dei profili annuali di consumi e costi dei servizi energetici reali dell'edificio, comprensivi della fornitura dei vettori energetici sia elettrici che di gas e degli oneri di O&M, relativamente alle annualità 2014-2015-2016;
- Analisi dei dati climatici reali del sito ove è ubicato l'edificio con conseguente calcolo dei Gradi Giorno reali (GG_{real}), utilizzando le temperature esterne rilevate dalla stazione meteo Villa Cambiaso dell'Università di Genova] e riportati all'Allegato I – Dati climatici;
- Individuazione della “baseline termica” di riferimento (e relative emissioni di CO₂) tramite opportuna ripartizione del consumo di combustibile tra le varie utenze a servizio dell'edificio e stagionalizzazione dello stesso, utilizzando i relativi GG reali (GG_{real}), e conseguente normalizzazione secondo i GG di riferimento (GG_{rif});
- 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;
- Validazione del modello elaborato mediante il confronto con le baseline energetiche, al fine di ottenere uno scostamento inferiore al 5%;
- Analisi delle possibili EEM necessarie per la riqualificazione energetica del sistema edificio-impianto analizzando gli aspetti tecnici, energetici, ed ambientali.

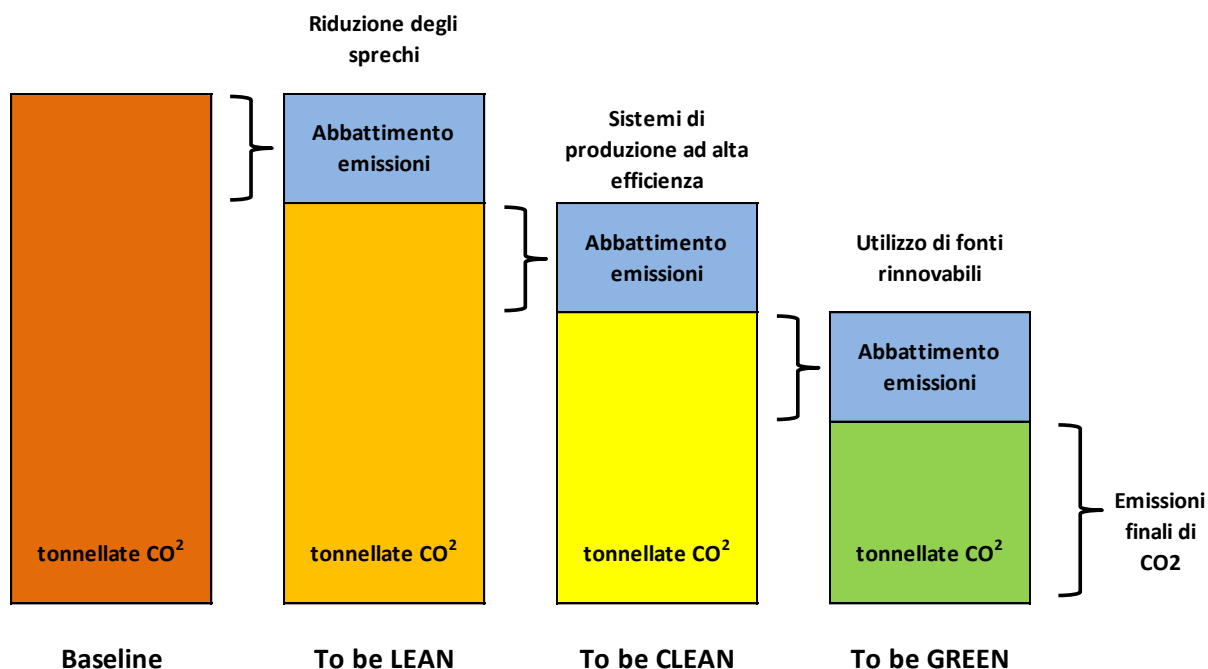
- m) Simulazione del comportamento energetico dell’edificio a seguito dell’attuazione delle varie EEM proposte singolarmente, ed individuazione della nuova classe energetica raggiungibile;
- n) Definizione di due scenari ottimali a partire dalla combinazione delle singole EEM proposte al fine di conseguire 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, (fonte: London Plan 2011)



Secondo tale modello possono essere definite delle strategie di intervento al fine di conseguire un efficace riduzione dei consumi energetici e conseguente abbattimento delle emissioni di CO₂, secondo tre livelli consequenziali:

- **To be Lean:** Utilizzo di EEM che limitino gli sprechi ed ottimizzino il funzionamento del sistema edificio-impianto (es: illuminazione a led, coibentazione strutture, efficientamento serramenti, termoregolazione, variazioni nelle modalità di utilizzo, ecc.);
- **To be Clean:** Aumento dell'efficienza dei sistemi di produzione in loco dell'energia tramite losfruttamento 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 gerarchica 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 energetica primario.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

1.6 STRUTTURA DEL REPORT

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

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

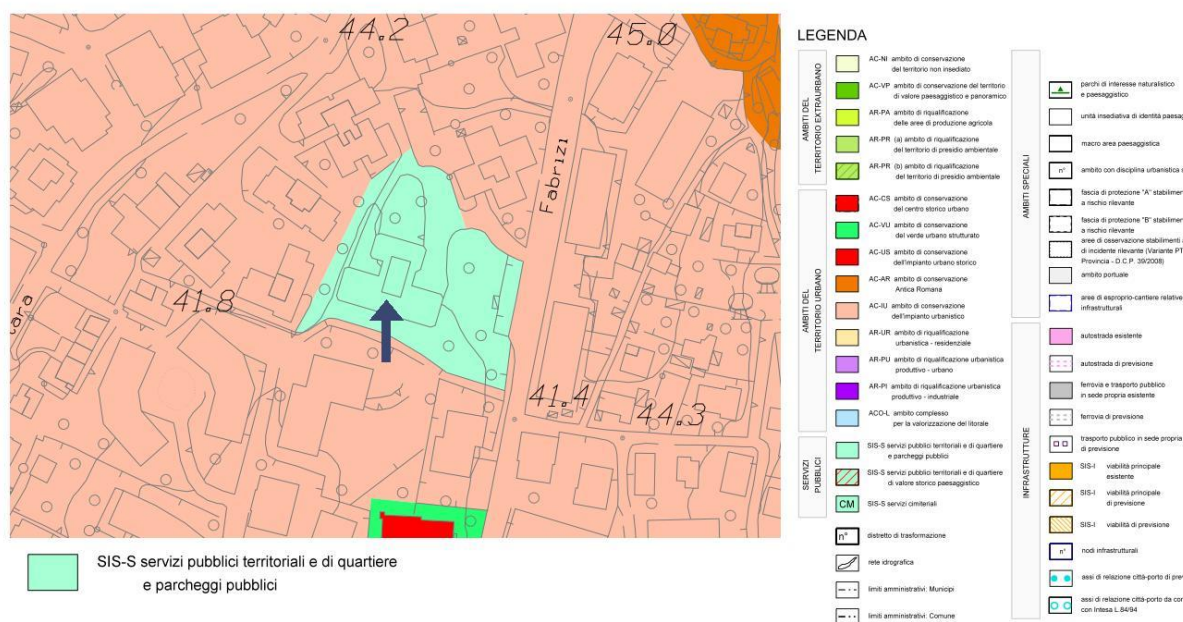


2 DATI DELL’EDIFICIO

2.1 INFORMAZIONI SUL SITO

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

Figura 2.1 - Particolare estratto dal Piano Urbanistico Comunale



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

L’edificio ove è ubicata la SCUOLA MATERNA STATALE “V.FABRIZI” E SCUOLA ELEMENTARE “FABRIZI” risale all’incirca al 1975 ed ai sensi del DPR 412/93, attualmente ricade nella destinazione d’uso E.7 - Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli ed assimilabili.

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

La SCUOLA MATERNA STATALE “V.FABRIZI” E SCUOLA ELEMENTARE “FABRIZI” rappresenta per il Comune di Genova, in quanto scuola uno edificio di rilevanza culturale della città. L’ipotesi di intervenire al fine di migliorarne l’efficienza energetica è innanzitutto volta ad una diminuzione delle emissioni di CO₂, la quale rientra negli obiettivi prefissati dal Comune di Genova all’interno del SEAP (Sustainable Energy Action Plan), ma può anche essere considerata di notevole interesse socio-culturale al fine della sensibilizzazione del pubblico alle tematiche di interesse ambientale ed energetico.

La SCUOLA MATERNA STATALE “V.FABRIZI” E SCUOLA ELEMENTARE “FABRIZI”, ogni anno, è utilizzata da circa 350 persone tra bambini insegnanti e personale ATA ed è rilevante inoltre sottolineare come la corretta gestione e manutenzione del sistema edificio – impianto, comporterebbe il miglioramento

delle condizioni di benessere percepite dagli utenti, nonché alla corretta manutenzione dell’edificio, al fine di preservarlo al meglio.

Si può pertanto affermare che la riqualificazione energetica della SCUOLA MATERNA STATALE “V.FABRIZI” E SCUOLA ELEMENTARE “FABRIZI” potrebbe portare ad una maggiore valorizzazione dell’edificio nel suo complesso.

L’edificio ospitante il complesso scolastico oggetto della DE è costituito complessivamente da tre piani fuori terra oltre ad un sottotetto non utilizzato, nei quali si sviluppano le varie arie attività collegate all’utilizzo scolastico della struttura.

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

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

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



Tabella 2.1 - Suddivisione in piani dell'edificio

PIANO	UTILIZZO	U.M.	SUPERFICIE LORDA COMPLESSIVA ⁽²⁾	SUPERFICIE UTILE RISCALDATA ⁽³⁾	SUPERFICIE UTILE RAFFRESCATA ⁽³⁾
Terra	refettorio/corridoio	m ²	249,67	219,84	0
Terra	Cucina	m ²	29,82	25,10	0
Terra	Deposito	m ²	19,06	11,22	0
Terra	sala medica	m ²	11,09	9,55	0
Terra	WC	m ²	35,86	31,67	0
Terra	Ufficio	m ²	21,41	18,38	0
Terra	Antibagno	m ²	5,89	4,89	0
Terra	Aule	m ²	183,57	164,13	0
Terra	centrale termica	m ²	25,76	0	0
Primo	atrio/corridoio	m ²	158,23	144,21	0
Primo	Aule	m ²	345,88	306,02	0
Primo	WC	m ²	43,08	34,23	0
Primo	Uffici	m ²	20,19	17,75	0
Primo	Antibagno	m ²	14,15	11,76	0
Secondo	palestra/atrio	m ²	183,55	169,53	0
Secondo	Aule	m ²	338,11	302,50	0
Secondo	Antibagni	m ²	14,15	11,76	0
Secondo	WC	m ²	37,97	28,17	0
Secondo	Magazzino	m ²	8,94	6,56	0
vari	Scale	m ²	26,97	24,47	0
sottotetto	locale non riscaldato	m ²	607,76	0	0
TOTALE		m²	2.381,15	1.491,01	0

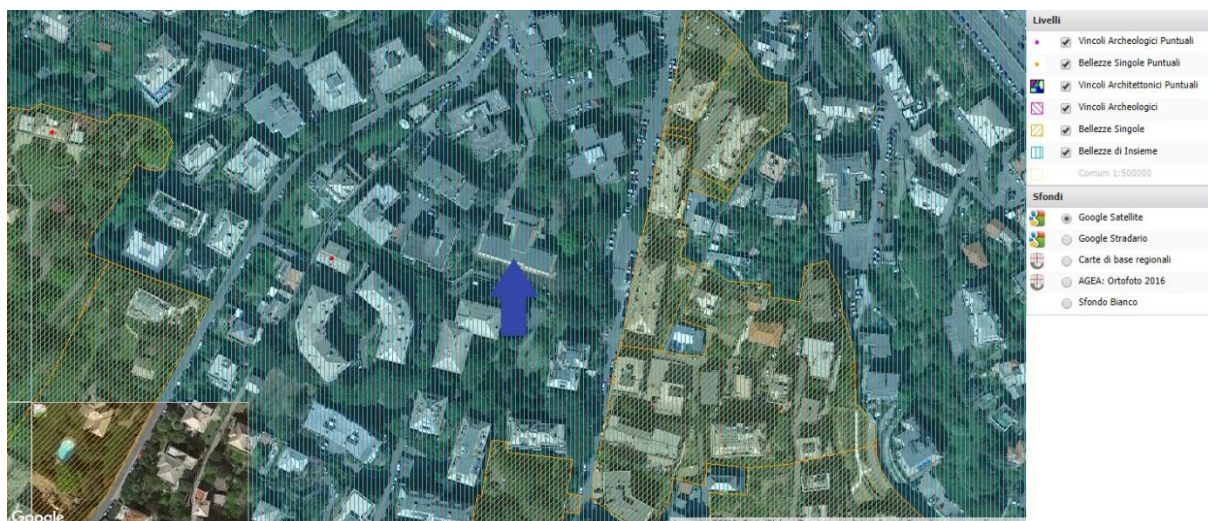
Nota (2): Superficie lorda comprensiva delle zone interne climatizzate e non climatizzate, valutate a partire dalle planimetrie progettuali, opportunamente verificate in fase di sopralluogo

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

[Il quartiere di Genova Quarto, comune autonomo fino al 1926, fu compreso nelle annessioni che portarono alla creazione della Grande Genova voluta dal regime. Anticamente denominato Quarto al Mare, il centro cambiò nome in Quarto dei Mille dopo la Spedizione dei Mille del 1860, in ricordo dell'impresa. Oggi il quartiere ha caratteristiche residenziali, ma fino a tutto l'Ottocento Quarto – come d'altronde Sturla e Quinto – conservava per lo più l'aspetto antico: ville con parco, piccoli borghi, chiese, vaste zone coltivate ad orto. Affacciato sul mar Ligure, è compreso tra i quartieri Sturla, Apparizione e Quinto.]

Figura 2.3 - Particolare estratto dalla carta dei vincoli



Una verifica effettuata sul portale della Regione Liguria dedicato agli edifici vincolati (www.liguriavincoli.it). [Sullo stabile insiste un vincolo di bellezza d’insieme (numero 070137) ma nessun vincolo architettonico.

Nell’analisi delle EEM pur non gravando nessun vincolo sull’edificio si sono comunque valutate possibili interferenze con il vincolo di bellezza d’insieme

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

MISURA DI EFFICIENZA ENERGETICA	VINCOLO INTERESSATO	VALUTAZIONE INTERFERENZA (4)	MISURA DI TUTELA DA ADOTTARE
EEM 1: Isolamento a cappotto in EPS grigio con grafite sp=12cm	nn		nn
EEM 2: Sostituzione Infissi con altri aventi U=1,66W/m2k	nn		nn
EEM 3 Coibentazione estradosso solaio su sottotetto non riscaldato	nn		nn
EEM 4 insuflaggio intercapedine pareti esterne con fiocchi di cellulosa	nn		nn
EEM 5: Installazione di sistemi di termoregolazione	nn		nn
EEM 6: Installazione di sistemi di illuminazione a LED	nn		nn
EEM 7: Installazione di un nuovo generatore di calore	nn		nn
EEM 8 Installazione impianto fotovoltaico	nn		nn

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.

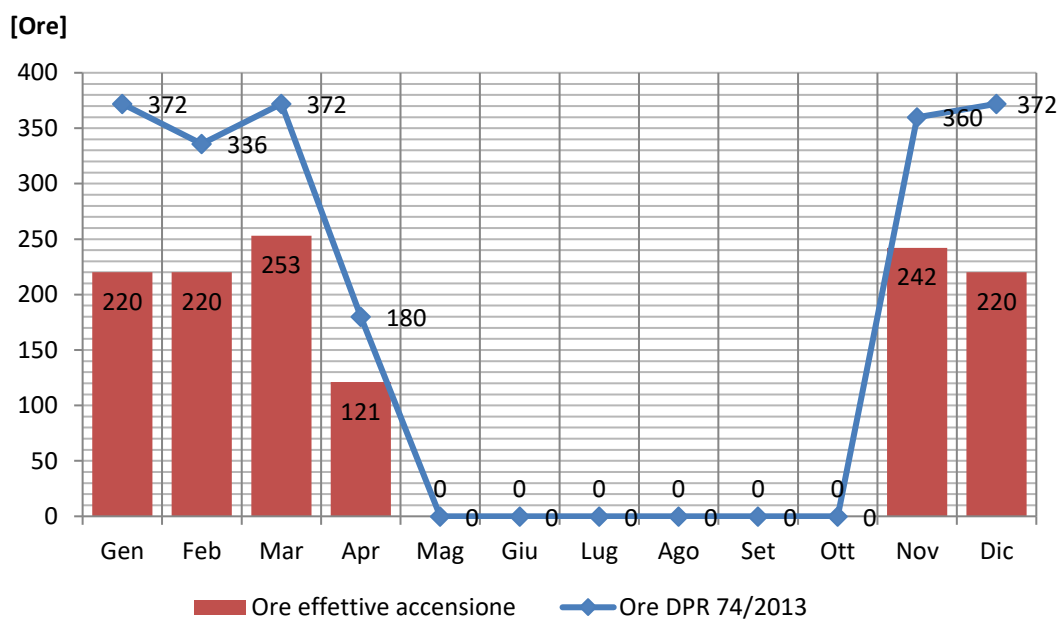
Gli orari di effettivo utilizzo dell’edificio sono stati ottenuti tramite colloquio col personale amministrativo e dirigente scolastica], mentre i periodi di attivazione e spegnimento degli impianti [sono stati forniti dagli uffici prepost del Comune di Genova.

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

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

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

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



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

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

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



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

3 DATI CLIMATICI

3.1 DATI CLIMATICI DI RIFERIMENTO

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

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

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

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

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

Considerando che il profilo di utilizzo degli impianti di riscaldamento prevede alcuni giorni di mancata accensione dell'impianto, come riportato nella Tabella 2.3, i GG sono stati ricalcolati in funzione del numero di giorni effettivi di accensione dell'impianto termico, pertanto si è ottenuto un valore di 989 GG calcolati su 116 giorni effettivi di utilizzo dell'impianto di riscaldamento.

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

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

Tabella 3.2 – Profili mensili dei GG_{rif}

Mese	GIORNI MENSILI	TEMPERATURA ESTERNA UNI 10349:2016 [°C]	GIORNI RISCALDAMENTO [g/m]	GG	GIORNI DI UTILIZZO [g/m]	GIORNI RISCALDAMENTO EFFETTIVI [g/m]	GG _{rif}	PROFILO DI INCIDENZA
Gennaio	31	10,4	31	298	20	20	192	19%
Febbraio	28	10,5	28	266	20	20	190	19%
Marzo	31	11,1	31	276	23	23	205	21%
Aprile	30	15,3	15	71	11	11	55	6%
Maggio	31	18,7	-	-	22	-	-	-
Giugno	30	22,4	-	-	21	-	-	-
Luglio	31	24,6	-	-	21	-	-	-
Agosto	31	23,6	-	-	-	-	-	-
Settembre	30	22,2	-	-	22	-	-	-
Ottobre	31	18,2	-	-	21	-	-	-
Novembre	30	13,3	30	201	22	22	147	15%
Dicembre	31	10,0	31	310	20	20	200	20%
TOTALE	365	16,7	166	1421	223	116	989	100%

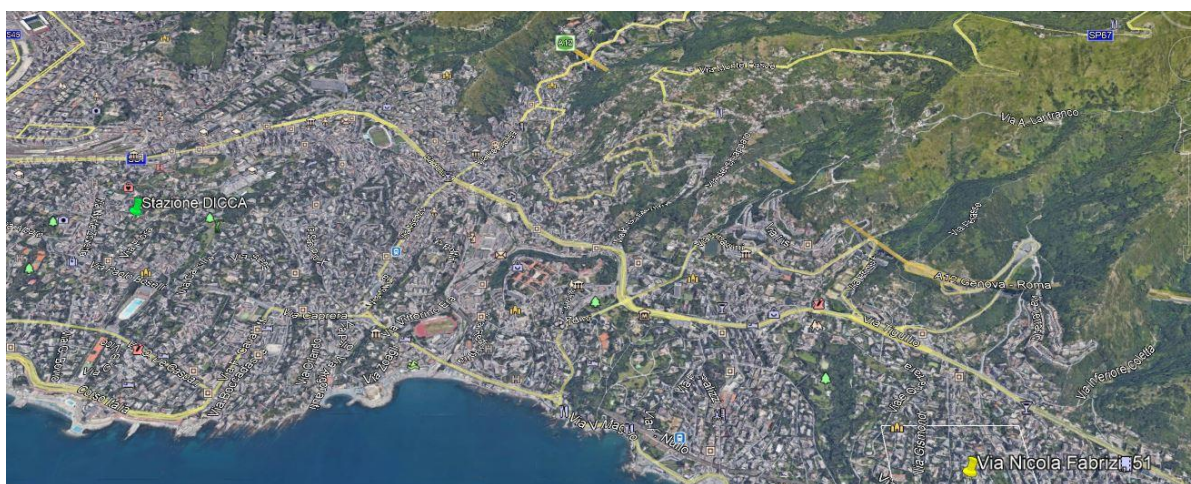
3.2 DATI CLIMATICI REALI

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

I dati climatici utilizzati sono stati rilevati dalla centralina meteo climatica installata presso il Laboratorio di Idraulica del Dipartimento di Ingegneria Civile, Chimica e Ambientale (44° 24'N 8° 58'E Altitudine 40 m), denominata Stazione Meteo villa Cambiaso.

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

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



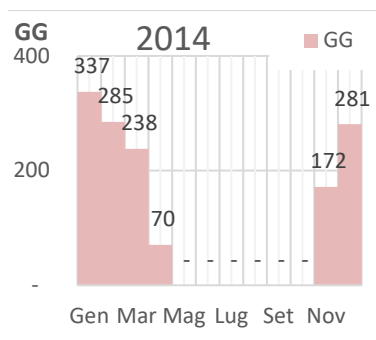
3.3 ANALISI DELL'ANDAMENTO DEI DATI CLIMATICI E PROFILI ANNUALI DEI GRADI GIORNO

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

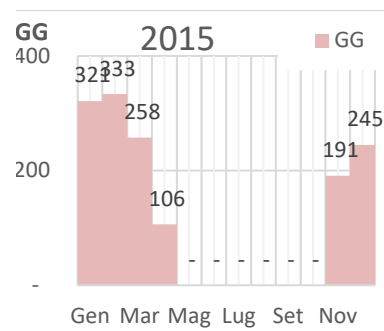
Durante la fase di revisione, la PA ha segnalato che tale stazione climatica potrebbe essere affetta da errori nella raccolta dei dati climatici anni 2015 e 2016. Per questa ragione si è verificata la congruità e l'attendibilità dei dati climatici confrontandoli con quelli rilevati dalla stazione ARPAL più vicina all'edificio stesso (CENTRO FUNZIONALE, 44° 24'N 8° 56'E Altitudine 30 m).

Nei grafici successivi si sono quindi confrontati i GG delle due stazioni meteo.

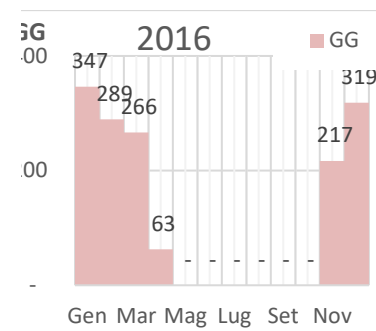
Figura 3.2 - Andamento mensile dei GG reali per il triennio di riferimento DICCA e CENTRO FUNZIONALE



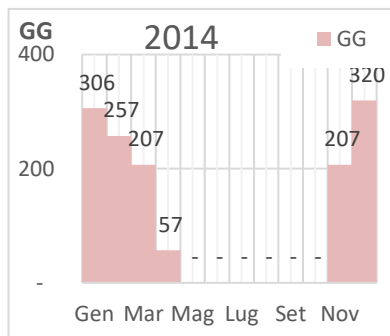
GG₂₀₁₄ DICCA(166 giorni) = 1383



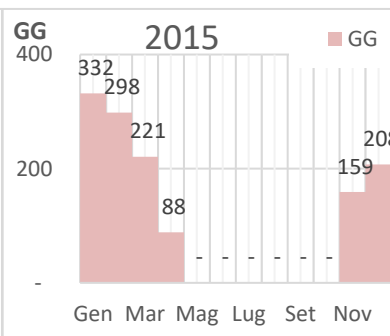
GG₂₀₁₅ DICCA(166 giorni) = 1455



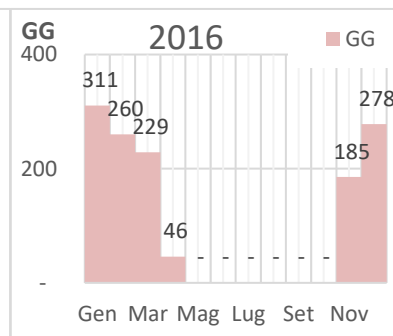
GG₂₀₁₆ DICCA(166 giorni) = 1501



GG₂₀₁₄ C.FUNZ(166 giorni) = 1355



GG₂₀₁₅ C.FUNZ (166 giorni) = 1306



GG₂₀₁₆ C.FUNZ (166 giorni) = 1309

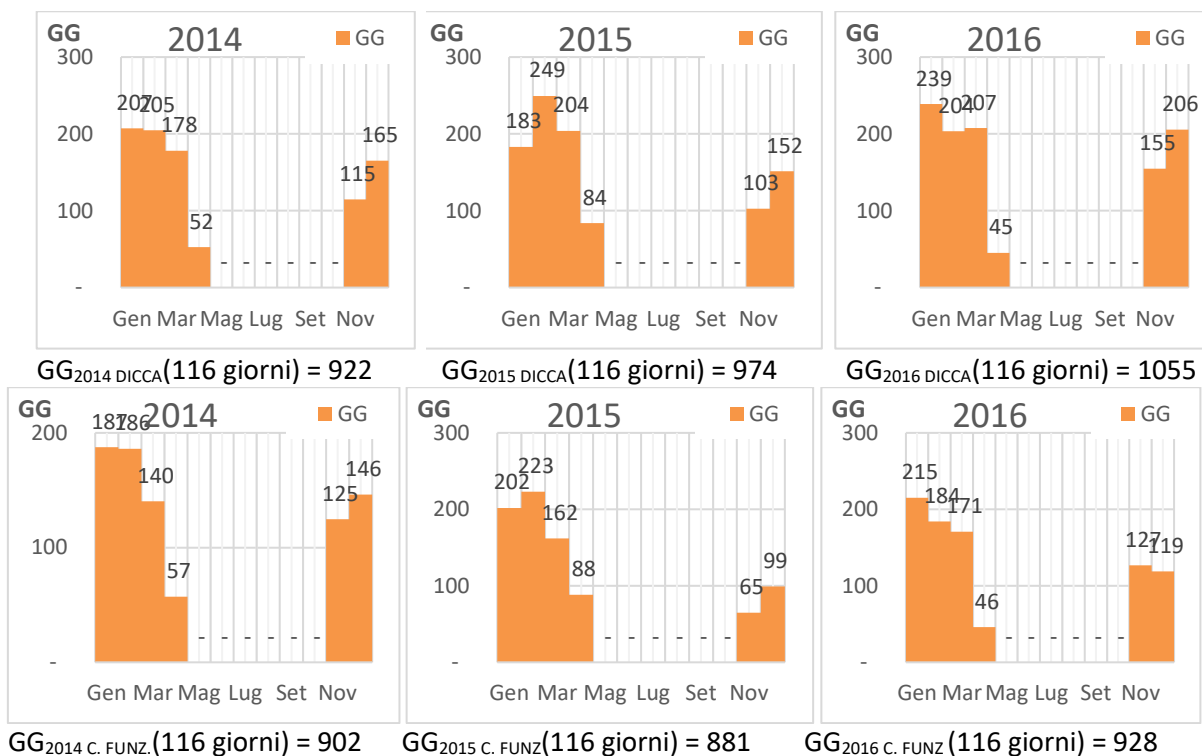
Dal confronto tra i GG calcolati sulla base delle temperature rilevate dalle due stazioni climatiche risulta che nell'anno 2014 la differenza è di 28 GG pari all'2% nel 2015 la differenza è di 149 GG pari allo 11.1% e nel 2016 la differenza è di 192 GG pari allo 14.6 %. Si ritiene pertanto che i dati climatici rilevati dalla stazione DICCA possano essere considerati attendibili nell'anno 2014 mentre risultano delle differenze abbastanza significative rispetto a quelli rilevati dalla stazione Centro Funzionale, negli anni 2015 e 2016, si rimanda, quindi, al paragrafo 6.1 relativo alla validazione del modello, la definitiva conferma della validità dell'utilizzo di tali dati climatici.

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 922, 974 e 1055 GG calcolati su 116 giorni effettivi di utilizzo dell'impianto di riscaldamento, riferiti rispettivamente agli anni 2014, 2015 e 2016.

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

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

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



Dal confronto tra i GG calcolati sulla base delle temperature rilevate dalle due stazioni climatiche risulta che nei 116 giorni di utilizzo nell'anno 2014 la differenza è di 20 GG pari all'2.1% nel 2015 la differenza è di 93 GG pari all'10.5% e nel 2016 la differenza è di 127 GG pari all'13.7%.

Si ritiene, pertanto che anche a seguito di questa ulteriore verifica i dati climatici rilevati dalla stazione DICCA possano essere considerati attendibili nell'anno 2014 mentre risultano delle differenze abbastanza significative rispetto a quelli rilevati dalla stazione Centro Funzionale, negli anni 2015 e 2016, si rimanda, quindi, al paragrafo 6.1 relativo alla validazione del modello, la definitiva conferma della validità dell'utilizzo di tali dati climatici.

Tabella 3.4 Confronto dei Gradi Giorno delle due stazioni climatiche: DICCA e CENTRO FUNZIONALE

	GG 2014	GG 2015	GG 2016
CENTRO FUNZIONALE	1535	1518	1518
DICCA	1594	1734	1803

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 stato realizzato nella prima metà del XX secolo con tecniche costruttive dell'epoca e dunque caratterizzato da un sistema strutturale puntuale di travi e pilastri in c.a. e tamponamenti in muratura a cassavuota. I solai sono in latero cemento coperture a falda con struttura in latero cemento.

Figura 4.1 - Particolare della porzione di involucro prospetto est



Va inoltre sottolineato, sempre in riferimento all'involucro edilizio, che non trattandosi di un edificio soggetto a particolari vincoli architettonici si è ritenuto corretto simulare interventi di efficientamento energetico dell'involucro opaco verticale.

Figura 4.2 - Particolare sotto tetto



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

- Rilievo termografico eseguito tramite l'utilizzo di termo camera FLIR ThermaCAM E45 secondo le seguenti modalità si sono misurate le condizioni climatiche esterne (Temperatura dell'aria e umidità relativa), rilevate le caratteristiche di emissività della superficie e la temperatura

riflessa sulla superficie. Ci si posiziona davanti all’oggetto e si effettua la foto congiuntamente con la misura della distanza.

La realizzazione delle suddette indagini ha portato alle seguenti conclusioni:

- In sede di sopralluogo è stata rilevata una temperatura esterna di poco inferiore a quella interna. Non si è potuto dunque raggiungere il delta termico minimo consigliato dalla norma UNI EN 13187:2000. Tali indagini eseguite in queste condizioni non hanno consentito di evidenziare difetti ed anomalie. Per le medesime ragioni non è stato possibile verificare il valore di trasmittanza termica dei componenti d’involucro mediante l’utilizzo di termoflussimetro. Pertanto per la determinazione della trasmittanza termica si è fatto riferimento alla UNI/TR 11552:2014 “Abaco delle strutture costituenti l’involucro opaco degli edifici. Parametri termofisici”.

Vi è comunque una certezza sulla tecnologia costruttiva dell’edificio rilevata in situ costituita da elementi puntuali in c.a. e tamponamenti a cassavuota in muratura.

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

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

Tabella 4.1 – Trasmittanze termiche dei componenti dell’involucro opaco

TIPO DI COMPONENTE	CODICE	SPESSORE	ISOLAMENTO	TRASMITTANZA TERMICA	STATO DI CONSERVAZIONE
		[cm]		[W/mqK]	
Parete verticale	M1	40	Assente	1,220	Sufficiente
Parete verticale	M2	18	Assente	2,035	Sufficiente
Parete verticale	M3	40	Assente	1,886	Sufficiente
Parete verticale	M4	10	Assente	2,309	Sufficiente
Parete verticale	M8	6	Assente	5,873	Sufficiente
Pavimento su terreno	P1	41,5	Assente	0,421	Sufficiente
Pavimento su centrale termica	P3	30	Assente	1,899	Sufficiente
Solaio su sottotetto	S1	22	Assente	2,047	Sufficiente

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

4.1.2 Involucro trasparente

Figura 4.3 - Particolare dei serramenti esistenti

L'involucro trasparente che costituisce l'edificio è composto principalmente da serramenti con telaio in alluminio e vetri singoli.



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

- Rilievo dettagliato di tutti i telai dei serramenti dell'edificio
- Misurazione diretta degli spessori dei vetri dei serramenti mediante spessivetro e misuratore laser per la corretta verifica dimensionale utilizzati in sede di sopralluoghi;
- Indisponibilità delle condizioni termiche ambientali alla realizzazione dell'indagine termografica che non hanno permesso la redazione del documento, così come descritto nel paragrafo dell'involucro opaco ed in modo più approfondito nell'Allegato C.

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

Tabella 4.2 – Trasmittanze termiche dei componenti dell'involucro trasparente

TIPO DI COMPONENTE	CODICE	DIMENSIONI [HXL] [cm]	TIPO TELAIO	TIPO VETRO	TRASMITTANZA TERMICA [W/mqK]	STATO DI CONSERVAZIONE
Serramento verticale	F1	184x94	Alluminio	Vetro singolo	6,016	Sufficiente
Serramento verticale	F1 senza tenda	184x94	Alluminio	Vetro singolo	6,016	Sufficiente
Serramento verticale	F2	184x184	Alluminio	Vetro singolo	6,079	Sufficiente
Serramento verticale	F3	94x306	Alluminio	Vetro singolo	6,070	Sufficiente
Serramento verticale	PF4	275x94	Alluminio	Vetro singolo	6,628	Sufficiente
Serramento verticale	PF4 senza tenda	275x94	Alluminio	Vetro singolo	6,628	Sufficiente
Serramento verticale	F5	187x95	Alluminio	Vetro singolo	6,130	Sufficiente
Serramento verticale	F5 senza tenda	187x95	Alluminio	Vetro singolo	6,130	Sufficiente
Serramento verticale	F6	96x376	Alluminio	Vetro singolo	6,104	Sufficiente
Serramento verticale	PF7	272x636	PVC	Vetro singolo	4,473	Sufficiente
Serramento verticale	F8	94x450	Alluminio	Vetro singolo	6,052	Sufficiente
Serramento verticale	F9	95x185	Alluminio	Vetro singolo	6,128	Sufficiente
Serramento verticale	F10	184x400	Alluminio	Vetro singolo	5,988	Sufficiente
Serramento verticale	F12	270x643	Alluminio	Vetro singolo	6,102	Sufficiente
Serramento verticale	F13	184x355	Alluminio	Vetro singolo	6,006	Sufficiente
Serramento verticale	PF14	270x90	PVC	Vetro singolo	6,126	Sufficiente
Serramento verticale	F15	93x96	Alluminio	Vetro singolo	6,221	Sufficiente
Serramento verticale	PF16	262x149	Alluminio	Vetro singolo	6,196	Sufficiente
Serramento verticale	PF17	271x402	PVC	Vetro singolo	4,569	Sufficiente

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

4.2 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO DI RISCALDAMENTO/CLIMATIZZAZIONE INVERNALE

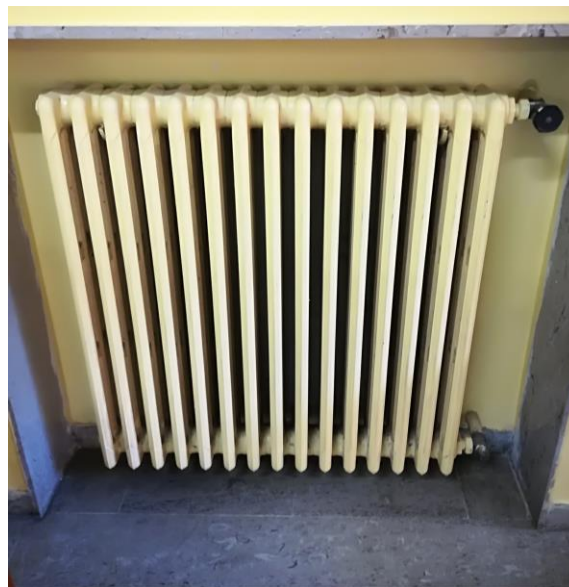
L'impianto di riscaldamento degli ambienti è costituito da una caldaia di tipo tradizionale, alimentata a metano ed asservita alla climatizzazione invernale dell'intero edificio.

4.2.1 Sottosistema di emissione

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

- Radiatori a parete

Figura 4.4 - Particolare dei radiatori installati nei locali dell'edificio scolastico



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

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

ZONA TERMICA	TIPOLOGIA DI TERMINALE	RENDIMENTO
Scuola Materna Statale “V.Fabrizi” e Scuola Elementare “Fabrizi”	Radiatori	90%

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

Tabella 4.4 - Riepilogo caratteristiche dei terminali di emissione installati

PIANO	TIPO DI INSTALLAZIONE	NUMERO	POTENZA TERMICA UNITARIA	POTENZA TERMICA COMPLESSIVA	POTENZA FRIGORIFERA UNITARIA	POTENZA FRIGORIFERA COMPLESSIVA
			[kW]	[kW]	[kW]	[kW]
Terra	Radiatore installato a parete	23	1.5	33.8	[-]	[-]
Primo	Radiatore installato a parete	27	1.5	41.7	[-]	[-]
Secondo	Radiatore installato a parete	29	1.9	54	[-]	[-]
TOTALE		79	1.6	129.5	[-]	[-]

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

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

4.2.2 Sottosistema di regolazione

La regolazione del funzionamento dell'impianto termico avviene attraverso l'impostazione degli orari di funzionamento e della curva climatica. La temperatura massima di mandata del sottosistema di generazione è fissata a 70°C.

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

Figura 4.5 - Particolare del pannello di controllo di dell'impianto termico



Figura 4.6 – Orologio a servizio dell'impianto termico



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 Materna Statale “V.Fabrizi” e Scuola Elementare “Fabrizi”	Climatica	96%

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

4.2.3 Sottosistema di distribuzione

Il sottosistema di distribuzione è costituito dai seguenti elementi:

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

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

Tabella 4.6 - Riepilogo caratteristiche pompe circuito primario

NOME		SERVIZIO	PORTATA ⁽⁶⁾ [m ³ /h]	PREVALENZA ⁽⁶⁾ [kPa]	POTENZA ASSORBITA ⁽⁷⁾ [kW]
Scuola Materna Statale “V.Fabrizi” e Scuola Elementare “Fabrizi”	Lowara FCG 80-12T	mandata acqua calda a radiatori (gemellare)	58	116	1.05

Nota (6): Valori ricavati da dati di targa

Nota (7): Valori ricavati in sede di sopralluogo

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

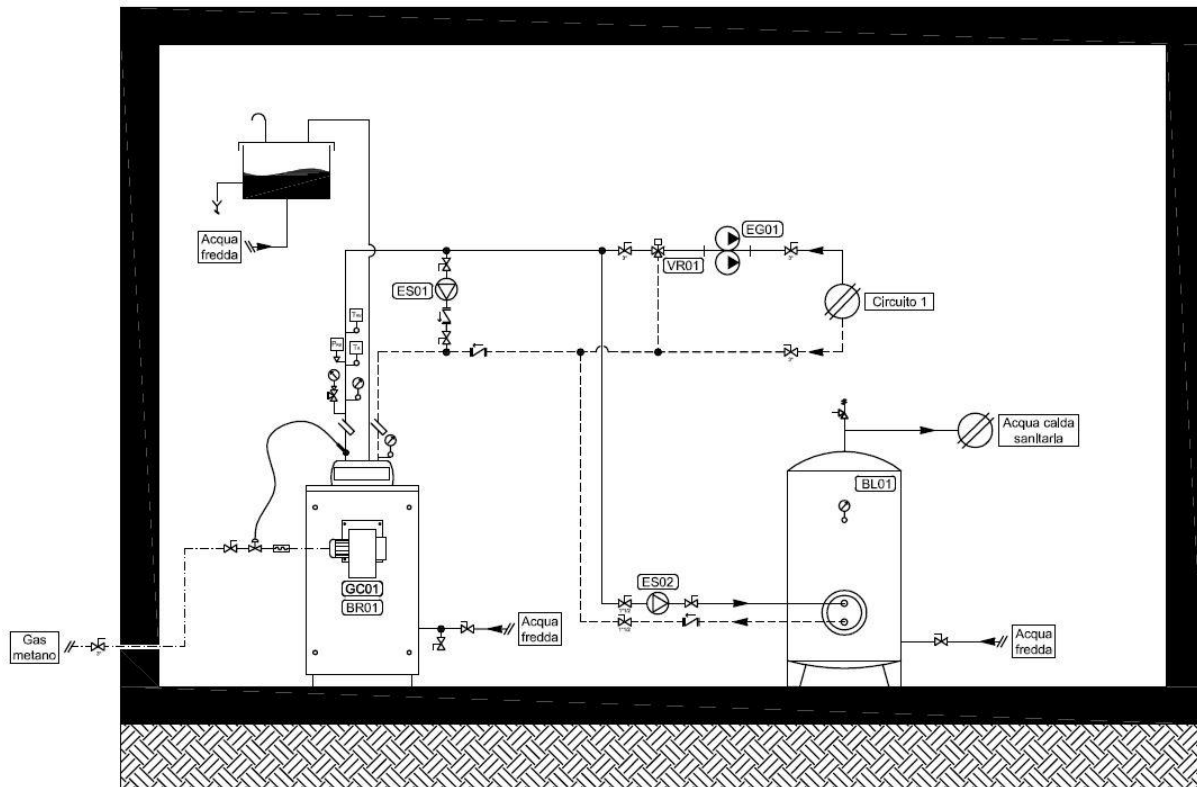
Tabella 4.7 – Temperature di mandata e ritorno del circuito primario

CIRCUITO			TEMPERATURA RILEVATA ⁽⁸⁾ °C	TEMPERATURA CALCOLO °C
Scuola Materna Statale “V.Fabrizi” e Scuola Elementare “Fabrizi”	Mandata	Caldo	55	54
Scuola Materna Statale “V.Fabrizi” e Scuola Elementare “Fabrizi”	Ritorno	Caldo	40	43

Nota (8): Valori rilevati il giorno 23/11/2017 alle ore 10.00, in orario di utilizzo della scuola, con una temperatura esterna di circa 10°C

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

Figura 4.7 - Particolare dello schema di impianto [(Fonte: Tavola 077-P00-011-CENTRALE TERMICA.dwg)]



Il rendimento complessivo del sottosistema di distribuzione pari al 95.6% è stato calcolato tramite la norma UNI TS 11300-2.

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

4.2.4 Sottosistema di generazione

Il sottosistema di generazione è costituito da una centrale termica dotata di un'unica caldaia di tipo tradizionale, alimentata a metano, di produzione Unical modello P420 con bruciatore bistadio Baltur TBG 45P-V.

Figura 4.8 - Particolare della caldaia Unical P420

Figura 4.9 - Particolare del bruciatore Baltur TBG 45P-V



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

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	Unical	P420	1997	459	420	93.6%	0.5

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

Nota (10): il valore riportato nella prova fumi dell'impianto risulta superiore a quello calcolato attraverso il modello energetico dell'edificio. Tale scostamento tra i valori di rendimento è dovuto alle differenti condizioni ambientali in cui è stata effettuata la prova fumi rispetto a quelle di calcolo del modello

Il rendimento complessivo del sottosistema di generazione, in regime di riscaldamento è stato calcolato nella DE tramite UNI TS 11300-2 ed è pari al 87.8%.

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

4.3 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO PRODUZIONE ACQUA CALDA SANITARIA

La produzione è eseguita tramite tre bollitori elettrici ad accumulo installati all'interno dei locali

Figura 4.10 - Particolare di un boiler elettrico per la produzione di acqua calda sanitaria

adibiti a servizi igienici con una potenza complessiva di 3.9 kW e di una caldaia murale a gas della potenza di 9 kW. Quest'ultima caldaia è adibita esclusivamente alla produzione di ACS per il locale della cucina.



I rendimenti caratteristici dei sottosistemi dell'impianto di produzione acqua calda sanitaria sono riportati nella Tabella 4.9 e Tabella 4.10.

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

Sottosistema di Erogazione	Sottosistema di Distribuzione	Sottosistema di Ricircolo	Sottosistema di Accumulo	Sottosistema di Generazione	Rendimento Globale medio stagionale
100%	92.6%	[-]	[-]	75%	28.7%

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

Tabella 4.10 – Rendimenti dell'impianto di produzione acqua calda sanitaria caldaia murale a gas

Sottosistema di Erogazione	Sottosistema di Distribuzione	Sottosistema di Ricircolo	Sottosistema di Accumulo	Sottosistema di Generazione	Rendimento Globale medio stagionale
100%	92.6%	[-]	[-]	89.1%	78.6%

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

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

4.4 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO ELETTRICO E PRINCIPALI UTENZE ELETTRICHE

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

Tali tipologie di utenze sono state raggruppate insieme ed identificate con la denominazione di forza elettromotrice (FEM) e sono riportate nella Tabella 4.11.

Tabella 4.11 – Elenco e caratteristiche delle altre utenze elettriche

LOCALE TERMICO	DESCRIZIONE	NUMERO	POTENZA	POTENZA	ORE ANNUE DI
			NOMINALE	COMPLESSIVA	
			[W]	[W]	[ore]
Ufficio P1	Stampante	1	550	550	412
Ufficio P1	Frigo piccolo	1	250	250	4944
Aula P2	Stampante	2	550	1100	412
Aula P2	Proiettore	1	150	150	412
Aula P2	PC	5	65	325	160
Sala medica PT	Stampante	1	550	550	206
Cucina PT	Frigo	1	750	750	4944
Cucina PT	Lavastoviglie	1	3500	3500	412

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

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

4.5 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO ILLUMINAZIONE

L'impianto di illuminazione è costituito da lampade a neon installate a soffitto nelle zone di circolazione interna, aule, uffici e servizi igienici.

Figura 4.11 - Particolare dei corpi illuminanti ubicati nelle aule



L'elenco e le caratteristiche dei corpi illuminanti sono riportate nella Tabella 4.12.

Tabella 4.12 – Elenco e caratteristiche dei corpi illuminanti

LOCALE TERMICO	DESCRIZIONE	NUMERO	POTENZA UNITARIA	POTENZA COMPLESSIVA
			[W]	[W]

Atrio/Corridoio P1	Neon	18	36	648
Aula P1	Neon	8	36	288
Aula P1	Neon	8	36	288
Aula P1	Neon	8	36	288
WC P1	Neon	4	36	144
WC P1	Neon	1	36	36
WC P1	Neon	2	18	36
Uffici P1	Neon	2	36	72
WC P1	Neon	2	36	72
Aula P1	Neon	8	36	288
Aula P1	Neon	8	36	288
Aula P1	Neon	8	36	288
Aula P1	Neon	8	36	288
Aula P1	Neon	8	36	288
WC P1	Neon	2	36	72
Palestra/atrio P2	Neon	18	36	648
Aula P2	Neon	8	36	288
Aula P2	Neon	8	36	288
WC P2	Neon	2	36	72
Aula P2	Neon	8	36	288
Aula P2	Neon	8	36	288
Aula P2	Neon	8	36	288
Aula P2	Neon	8	36	288
Aula P2	Neon	8	36	288
Aula P2	Neon	8	36	288
WC P2	Neon	2	36	72
WC P2	Neon	2	36	72
Magazzino P2	Neon	1	36	36
Refettorio/corridoio PT	Neon	7	36	252
Cucina PT	Neon	4	36	144
Deposito PT	Neon	1	36	36
Sala medica PT	Neon	4	36	144
WC PT	Neon	2	36	72
Ufficio PT	Neon	8	36	288
WC PT	Neon	2	36	72
Aula PT	Neon	8	36	288
Aula PT	Neon	8	36	288
Aula PT	Neon	8	36	288
Aula PT	Neon	8	36	288
WC PT	Neon	2	36	72
Scala	Neon	8	36	288

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

Durante la fase di sopralluogo si è provveduto a rilevare anche lo stato di conservazione dei corpi

Figura 4.12 - Particolare dei corpi illuminanti ubicati nei corridoi

illuminanti, che si presentano in buone condizioni e funzionanti ad eccezione di una lampada neon installata a soffitto nel corridoio del piano interrato.

Si è inoltre verificata la presenza di luci di emergenza nei diversi locali della struttura.



Figura 4.13 - Particolare dei corpi illuminanti ubicati nelle aree di circolazione interna



5 CONSUMI RILEVATI

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

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

I vettori energetici analizzati sono i seguenti:

- Gas metano;
- Gasolio;
- Energia elettrica.

5.1.1 Energia termica

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

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

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

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

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

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

- Centrale termica per il riscaldamento degli ambienti della scuola;
- Caldaia per la produzione di acqua calda sanitaria a servizio della mensa scolastica;

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

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

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

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

PDR	Utilizzo	2014 [mc]	2015 [mc]	2016 [mc]	2014 [kWh]	2015 [kWh]	2016 [kWh]
03270050383979	Riscaldamento	6.287	12.030	13.380	137.613	113.322	126.040
03270033360535	Produzione ACS	2.100	3.296	2.450	19.782	31.053	23.078

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

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

Tabella 5.3 - Consumi mensili di energia termica per il triennio di riferimento – – Dati ricavati da società di distribuzione (PDR1) e di fornitura (PDR2)

PDR: 03270050383979	2014	2015	2016	2014	2015	2016
Mese di riferimento	[mc]	[mc]	[mc]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gennaio	-	2.253	2.955	33.758	21.221	27.832
Febbraio	-	3.070	2.518	29.139	28.918	23.718
Marzo	-	2.886	2.952	29.135	27.185	27.810
Aprile	-	568	308	4.107	5.351	2.905
Maggio	-	-	-	-	-	-
Giugno	-	-	-	-	-	-
Luglio	-	-	-	-	-	-
Agosto	-	-	-	-	-	-
Settembre	-	-	-	-	-	-
Ottobre	-	-	-	-	-	-
Novembre	-	1.388	2.104	17.944	13.075	19.820
Dicembre	-	1.866	2.543	23.530	17.573	23.956
Totale	-	12.030	13.380	137.613	113.323	126.040
PDR: 03270033360535	2014	2015	2016	2014	2015	2016
Mese di riferimento	[mc]	[mc]	[mc]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gennaio	-	-	587	-	-	5.530
Febbraio	-	-	497	-	-	4.682
Marzo	-	1.263	457	-	11.895	4.305
Aprile	-	-	176	-	-	1.658
Maggio	-	-	60	-	-	565
Giugno	-	310	55	-	2.920	518
Luglio	-	48	51	-	452	480
Agosto	-	44	50	-	414	471
Settembre	-	63	55	-	593	518
Ottobre	-	64	61	-	603	575
Novembre	-	366	379	-	3.448	3.570
Dicembre	-	1.350	481	-	12.717	4.531
Totale	-	3.508	2.909	-	33.043	27.403

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

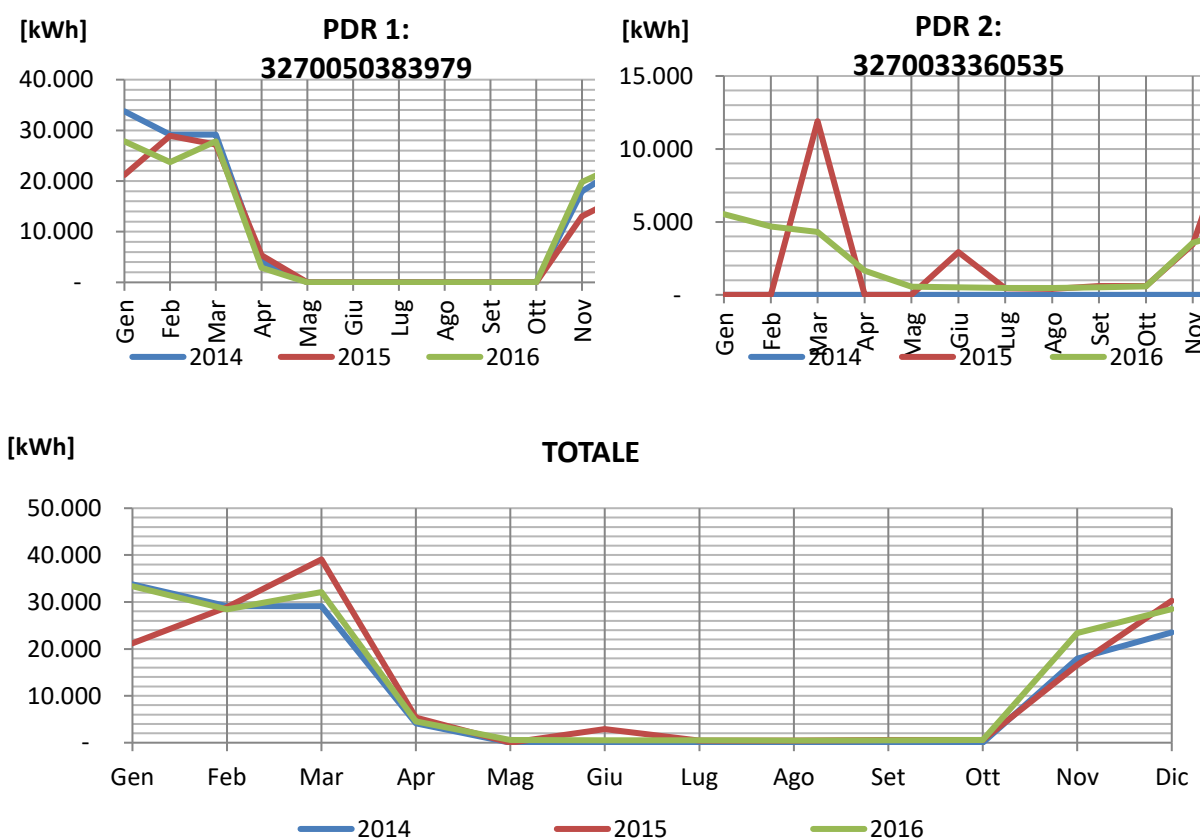
L’analisi dei consumi storici di Gas metano è stata effettuata in base alla disponibilità delle fatturazioni. L’esame del PDR 03270050383979 si basa sui m³ di gas rilevati dalla società di distribuzione in quanto la PA ha stipulato un contratto di Servizio Integrato Energia 3 (SIE3) con un soggetto terzo, comprensivo sia la fornitura del vettore energetico che la conduzione e manutenzione degli impianti. Il consumo disponibile è di tipo annuale e non è stato quindi possibile effettuare un’analisi puntuale mensile dei consumi, ma come specificato dalla stazione appaltante “tali consumi dovranno essere riportati tra le

varie mensilità in funzione dell’effettivo funzionamento stagionale degli impianti e dei Gradi Giorno reali”.

Il PDR 03270033360535 si basa sulla base dei m³ di gas rilevati dalla società di fornitura nel triennio di riferimento. Per il PDR2 non sono disponibili le fatture dell’anno 2014 e che i valori qui sopra inseriti fanno riferimento principalmente a letture stimate. Non sono state disposte, da parte dei fornitori, letture reali mensili (le uniche letture rilevate corrispondono ai cambi gestore nei mesi marzo/aprile e nel finale del 2016), per cui l’andamento proposto dalle tabelle e dai grafici non corrisponde complessivamente con esattezza al reale consumo mensile.

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

Figura 5.1 – Andamento mensile dei consumi termici fatturati



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

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

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

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

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

Dove:

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

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

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

Tale consumo è stato valutato esclusivamente ad uso riscaldamento per il PDR1. L'acqua calda sanitaria utilizza sia un altro contatore gas che un altro vettore energetico.

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

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

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

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

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

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

Tabella 5.4 – Normalizzazione dei consumi annuali di energia termica

ANNO	GG ^{REALI} SU 116 GIORNI	GG ^{RIF} SU 116 GIORNI	CONSUMO REALE RISC. [Smc]	CONSUMO REALE RISC. [kWh]	α_{rif}	CONSUMO NORMALIZZATO A 989 GG [kWh]	CONSUMO ACS [kWh]	CONSUMO ALTRO [kWh]
2014	922	989		137.630		147.661	19.782	-
2015	974	989	12.030	113.355	116,3	115.109	31.053	-
2016	1.055	989	13.380	126.076	119,5	118.213	23.078	-
Media	984	989		125.687	127,7	126.375	24.638	-

Per la presenza combinata di gasolio e metano nel 2014 è stata riportata in tabella la somma in kWh dei due vettori energetici. Come si può notare dai dati riportati il comportamento energetico dell'edificio, negli anni considerati, è stato caratterizzato da una generica costanza dei consumi. Solamente nel 2014 il consumo è stato maggiore dovuto all'utilizzo del gasolio, vettore energetico sostituito convertendo la centrale termica da gasolio e metano. È possibile che questo andamento possa essere riconducibile ad un utilizzo diverso dei locali congiuntamente a fattori climatici.

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

Tabella 5.5 – Individuazione della Baseline termica

GRANDEZZA	VALORE
	[kwh]

\bar{Q}_{ACS}	24.638
\bar{Q}_{ALTRO}	-
$\bar{a}_{rif} \times GG_{rif}$	126.375
$Q_{baseline}$	151.013

5.1.2 Energia elettrica

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

- Scuola elementare “Fabrizi”;
- Scuola materna “Fabrizi”;

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 [kWh]	2015 [kWh]	2016 [kWh]	MEDIA [kWh]
IT001E00096614	Scuola elementare e materna “Fabrizi”	25.507	25.869	29.076	26.817
TOTALE		25.507	25.869	29.076	26.817

Tali consumi sono stati confrontati con i consumi annui elaborati e forniti dalla PA ed (identificati per l’edificio oggetto della DE all’interno del file kyotoBaseline-EXXXX_rev10) e sono emerse le seguenti differenze:

2014 : 27.535 kWh (-8%)

2015 : 28.849 kWh (-12%)

2016 : 31.127 kWh (-7%)

Media : 29.174 kWh (-9%)

I consumi rilevati dalla fatturazione sono mediamente più bassi del 9% rispetto quelli rilevati dalla PA. In questi consumi sono stati presi in considerazione i conguagli presenti in fatture successive.

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 26.817 kWh, quello rilevato dall’Auditor nella fase di analisi della fatturazione.

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

POD: IT001E00012345	F1	F2	F3	TOTALE
Anno 2014	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gennaio	2.389	266	380	3.035
Febbraio	2.449	276	276	3.001
Marzo	2.257	278	307	2.842

E77 – Scuola Materna Statale “V.Fabrizi” e Scuola Elementare “Fabrizi”

Aprile	1.643	225	276	2.144
Maggio	1.674	256	324	2.254
Giugno	1.023	161	231	1.415
Luglio	657	127	206	990
Agosto	401	105	195	701
Settembre	1.153	176	172	1.501
Ottobre	2.122	255	219	2.596
Novembre	2.052	240	309	2.601
Dicembre	1.899	229	299	2.427
Totale	19.719	2.594	3.194	25.507
POD: IT001E00012345	F1	F2	F3	TOTALE
Anno 2015	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gennaio	2.224	273	330	2.827
Febbraio	2.249	273	273	2.795
Marzo	1.672	215	243	2.130
Aprile	1.124	147	179	1.450
Maggio	1.933	283	339	2.555
Giugno	1.127	200	247	1.574
Luglio	656	184	266	1.106
Agosto	465	168	310	943
Settembre	1.313	231	307	1.851
Ottobre	2.384	307	297	2.988
Novembre	2.499	327	354	3.180
Dicembre	1.850	266	354	2.470
Totale	19.496	2.874	3.499	25.869
POD: IT001E00012345	F1	F2	F3	TOTALE
Anno 2016	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gennaio	2.278	307	411	2.996
Febbraio	2.411	325	326	3.062
Marzo	2.202	333	335	2.870
Aprile	1.754	332	363	2.449
Maggio	2.078	322	334	2.734
Giugno	1.115	267	362	1.744
Luglio	661	223	372	1.256
Agosto	599	233	418	1.250
Settembre	1.281	295	376	1.952
Ottobre	2.162	343	368	2.873
Novembre	2.508	355	375	3.238
Dicembre	1.766	361	525	2.652
Totale	20.815	3.696	4.565	29.076

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.

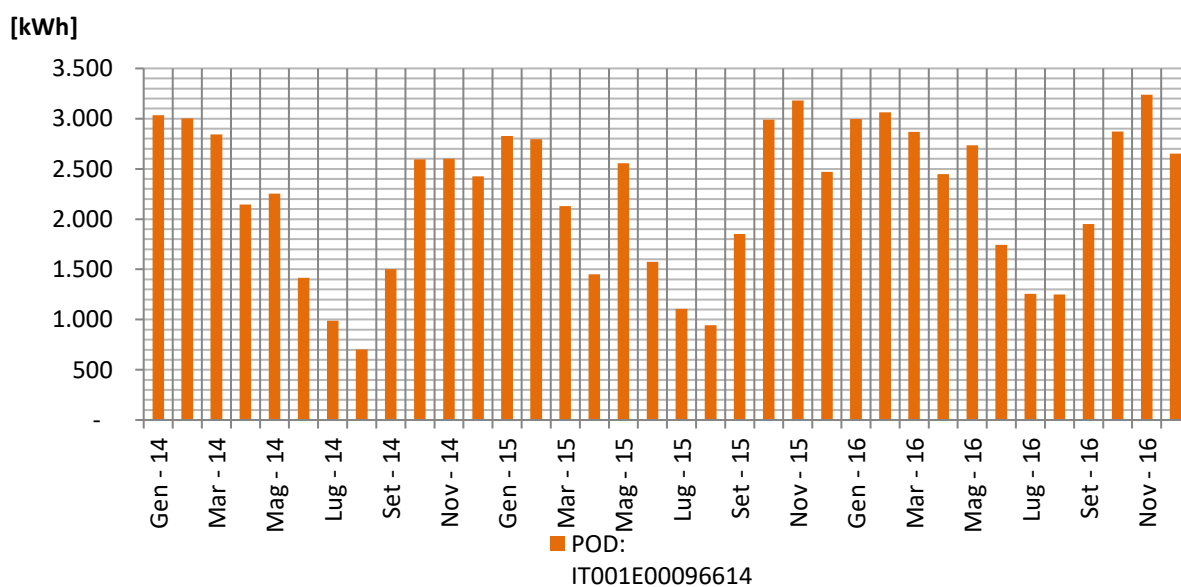
Tabella 5.8 – Consumi mensili di Baseline

BASELINE	F1	F2	F3	TOTALE
----------	----	----	----	--------

	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gennaio	2.297	282	374	2.953
Febbraio	2.370	291	292	2.953
Marzo	2.044	275	295	2.614
Aprile	1.507	235	273	2.014
Maggio	1.895	287	332	2.514
Giugno	1.088	209	280	1.578
Luglio	658	178	281	1.117
Agosto	488	169	308	965
Settembre	1.249	234	285	1.768
Ottobre	2.223	302	295	2.819
Novembre	2.353	307	346	3.006
Dicembre	1.838	285	393	2.516
Totale	20.010	3.055	3.753	26.817

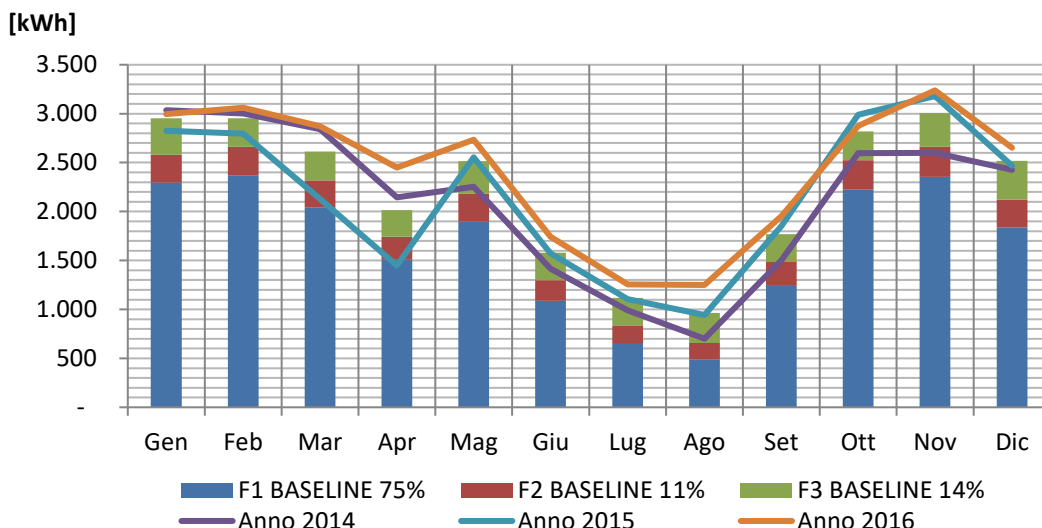
Il profilo così ottenuto è rappresentato nel grafico in Figura 5.2

Figura 5.2 – Profili mensili di Baseline riferimento



L'andamento dei consumi elettrici mensili nel triennio di riferimento e di Baseline è riportato nei grafici in Figura 5.3.

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



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

Non è stato possibile rappresentare i profili giornalieri dei consumi elettrici accedendo alle informazioni fornite dalla società di distribuzione dell'energia elettrica, in quanto il contatore installato nella scuola ha una potenza minore di 55 kW, soglia necessaria per questo tipo di analisi. Pertanto non è stato possibile analizzare i profili giornalieri rappresentativi nelle diverse condizioni di utilizzo dell'edificio e di funzionamento dell'impianto.

5.2 INDICATORI DI PERFORMANCE ENERGETICI ED AMBIENTALI

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

I fattori di emissione di CO₂ utilizzati sono riportati nella Tabella 5.9 - Fattori di emissione di CO₂. Tabella 5.9.

Tabella 5.9 - Fattori di emissione di CO₂.

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

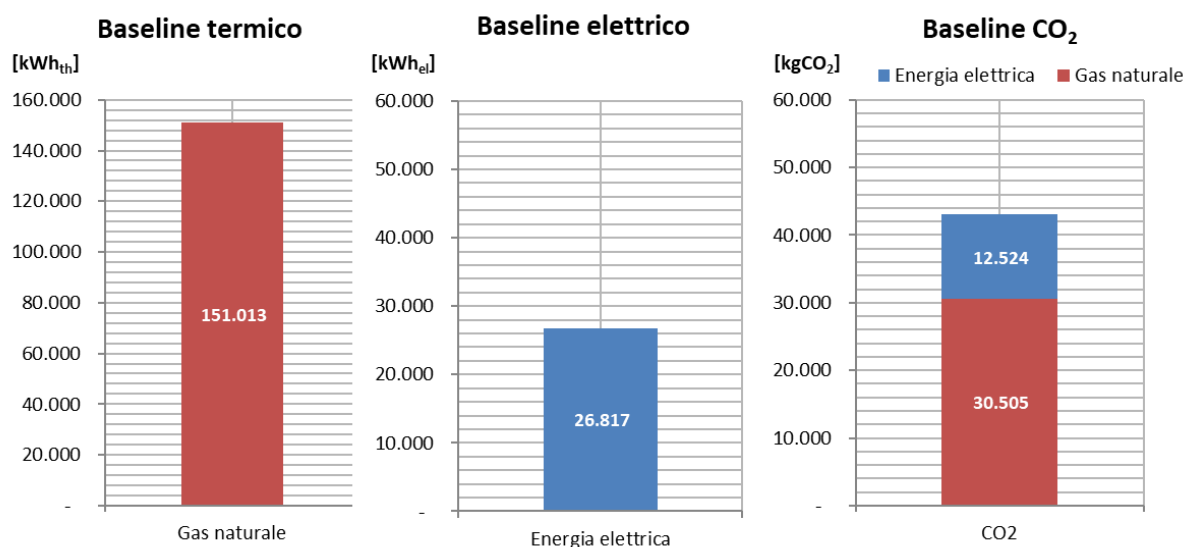
* da "Linee Guida Patto dei Sindaci" per anno 2010

Applicando tali fattori di conversione è stato possibile valutare la Baseline delle emissioni di CO₂, come riportato nella Tabella 5.10 – 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	151.013	0,202	30.505
Energia elettrica	26.817	0,467	12.524

Figura 5.4 – Rappresentazione grafica della Baseline delle emissioni di CO₂.



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

Tabella 5.11 - Fattori di conversione in energia primaria dei vettori energetici

COMBUSTIBILE	F _{P,ren}	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 Descrizione e prestazioni energetiche impianto di riscaldamento/ climatizzazione invernale

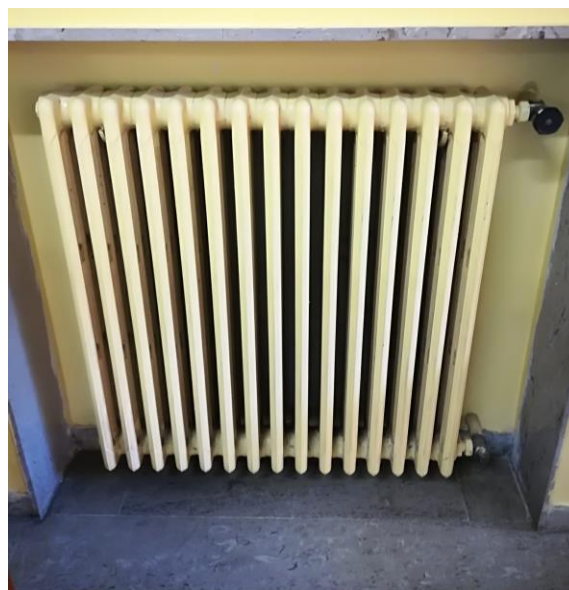
L’impianto di riscaldamento degli ambienti è costituito da una caldaia di tipo tradizionale, alimentata a metano ed asservita alla climatizzazione invernale dell’intero edificio.

5.2.1 Sottosistema di emissione

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

Figura 4.4 - Particolare dei radiatori installati nei locali dell’edificio scolastico

- Radiatori a 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

ZONA TERMICA	TIPOLOGIA DI TERMINALE	RENDIMENTO
Scuola Materna Statale “V.Fabrizi” e Scuola Elementare “Fabrizi”	Radiatori	90%

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

Tabella 4.4 - Riepilogo caratteristiche dei terminali di emissione installati

PIANO	TIPO DI INSTALLAZIONE	NUMERO	POTENZA TERMICA UNITARIA	POTENZA TERMICA COMPLESSIVA	POTENZA FRIGORIFERA UNITARIA	POTENZA FRIGORIFERA COMPLESSIVA
			[kW]	[kW]	[kW]	[kW]
Terra	Radiatore installato a parete	23	1.5	33.8	[-]	[-]
Primo	Radiatore installato a parete	27	1.5	41.7	[-]	[-]
Secondo	Radiatore installato a parete	29	1.9	54	[-]	[-]
TOTALE		79	1.6	129.5	[-]	[-]

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

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

5.2.2 Sottosistema di regolazione

La regolazione del funzionamento dell’impianto termico avviene attraverso l’impostazione degli orari di funzionamento e della curva climatica. La temperatura massima di mandata del sottosistema di generazione è fissata a 70°C.

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

Figura 4.5 - Particolare del pannello di controllo di dell'impianto termico



Figura 4.6 – Orologio a servizio dell'impianto termico



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 Materna Statale “V.Fabrizi” e Scuola Elementare “Fabrizi”	Climatica	96%

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.

5.2.3 Sottosistema di distribuzione

Il sottosistema di distribuzione è costituito dai seguenti elementi:

- 4) Circuito primario di collegamento tra il sistema di generazione ed i terminali di emissione (fluido termovettore acqua);
- 5) Pompa di circolazione gemellare (funzionamento alternato) asservita al circuito di mandata;
- 6) Valvola miscelatrice;

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

Tabella 4.6 - Riepilogo caratteristiche pompe circuito primario

NOME	SERVIZIO	PORTATA ⁽⁶⁾ [m ³ /h]	PREVALENZA ⁽⁶⁾ [kPa]	POTENZA ASSORBITA ⁽⁷⁾ [kW]
Scuola Materna Statale “V.Fabrizi” e	Lowara FCG 80-12T mandata acqua calda a radiatori (gemellare)	58	116	1.05

Scuola Elementare
“Fabrizi”

Nota (6): Valori ricavati da dati di targa

Nota (7): Valori ricavati in sede di sopralluogo

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

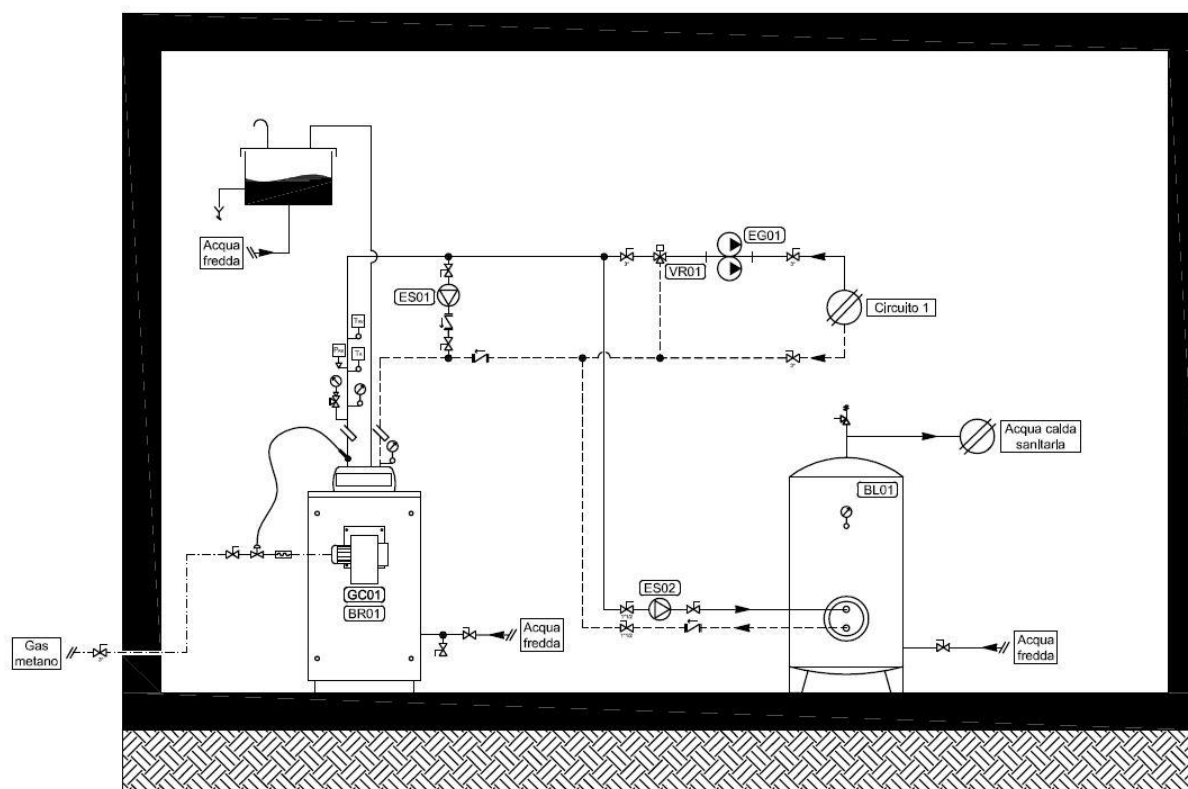
Tabella 4.7 – Temperature di mandata e ritorno del circuito primario

CIRCUITO		TEMPERATURA RILEVATA ⁽⁶⁾	TEMPERATURA CALCOLO	
		°C	°C	
Scuola Materna Statale “V.Fabrizi” e Scuola Elementare “Fabrizi”	Mandata	Caldo	55	54
Scuola Materna Statale “V.Fabrizi” e Scuola Elementare “Fabrizi”	Ritorno	Caldo	40	43

Nota (8): Valori rilevati il giorno 23/11/2017 alle ore 10.00, in orario di utilizzo della scuola, con una temperatura esterna di circa 10°C

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

Figura 4.7 - Particolare dello schema di impianto [(Fonte: Tavola 077-P00-011-CENTRALE TERMICA.dwg)]



Il rendimento complessivo del sottosistema di distribuzione pari al 95.6% è stato calcolato tramite la norma UNI TS 11300-2.

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.

5.2.4 Sottosistema di generazione

Il sottosistema di generazione è costituito da una centrale termica dotata di un'unica caldaia di tipo tradizionale, alimentata a metano, di produzione Unical modello P420 con bruciatore bistadio Baltur TBG 45P-V.

Figura 4.8 - Particolare della caldaia Unical P420



Figura 4.9 - Particolare del bruciatore Baltur TBG 45P-V



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

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	Unical	P420	1997	459	420	93.6%	0.5

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

Nota (10): il valore riportato nella prova fumi dell'impianto risulta superiore a quello calcolato attraverso il modello energetico dell'edificio. Tale scostamento tra i valori di rendimento è dovuto alle differenti condizioni ambientali in cui è stata effettuata la prova fumi rispetto a quelle di calcolo del modello

Il rendimento complessivo del sottosistema di generazione, in regime di riscaldamento è stato calcolato nella DE tramite UNI TS 11300-2 ed è pari al 87.8%.

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

5.3 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO PRODUZIONE ACQUA CALDA SANITARIA

La produzione è eseguita tramite tre bollitori elettrici ad accumulo installati all'interno dei locali adibiti a servizi igienici con una potenza complessiva di 3.9 kW e di una caldaia murale a gas della potenza di 9 kW. Quest'ultima caldaia è adibita esclusivamente alla produzione di ACS per il locale della cucina.

Figura 4.10 - Particolare di un boiler elettrico per la produzione di acqua calda sanitaria



I rendimenti caratteristici dei sottosistemi dell'impianto di produzione acqua calda sanitaria sono riportati nella Tabella 4.9 e Tabella 4.10.

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

Sottosistema di Erogazione	Sottosistema di Distribuzione	Sottosistema di Ricircolo	Sottosistema di Accumulo	Sottosistema di Generazione	Rendimento Globale medio stagionale
100%	92.6%	[-]	[-]	75%	28.7%

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

Tabella 4.10 – Rendimenti dell'impianto di produzione acqua calda sanitaria caldaia murale a gas

Sottosistema di Erogazione	Sottosistema di Distribuzione	Sottosistema di Ricircolo	Sottosistema di Accumulo	Sottosistema di Generazione	Rendimento Globale medio stagionale
100%	92.6%	[-]	[-]	89.1%	78.6%

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

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

5.4 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO ELETTRICO E PRINCIPALI UTENZE ELETTRICHE

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

Tali tipologie di utenze sono state raggruppate insieme ed identificate con la denominazione di forza elettromotrice (FEM) e sono riportate nella Tabella 4.11.

Tabella 4.11 – Elenco e caratteristiche delle altre utenze elettriche

LOCALE TERMICO	DESCRIZIONE	NUMERO	POTENZA NOMINALE [W]	POTENZA COMPLESSIVA [W]	ORE ANNUE DI UTILIZZO [ore]
Ufficio P1	Stampante	1	550	550	412
Ufficio P1	Frigo piccolo	1	250	250	4944
Aula P2	Stampante	2	550	1100	412
Aula P2	Proiettore	1	150	150	412
Aula P2	PC	5	65	325	160
Sala medica PT	Stampante	1	550	550	206
Cucina PT	Frigo	1	750	750	4944
Cucina PT	Lavastoviglie	1	3500	3500	412

Ai fini di un’identificazione più precisa del funzionamento dei componenti impiantistici si è proceduto, in sede di sopralluogo, al rilevamento dei dati di targa dei singoli dispositivi e all’intervista dell’utenza per meglio comprenderne le modalità di utilizzo. Non si è ritenuto necessario procedere con attività diagnostiche degli impianti elettrici data la tipologia e l’uso degli stessi.

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.

5.5 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO ILLUMINAZIONE

Figura 4.11 - Particolare dei corpi illuminanti ubicati nelle aule

L’impianto di illuminazione è costituito da lampade a neon installate a soffitto nelle zone di circolazione interna, aule, uffici e servizi igienici.



L’elenco e le caratteristiche dei corpi illuminanti sono riportate nella Tabella 4.12.

Tabella 4.12 – Elenco e caratteristiche dei corpi illuminanti

LOCALE TERMICO	DESCRIZIONE	NUMERO	POTENZA UNITARIA [W]	POTENZA COMPLESSIVA [W]
Atrio/Corridoio P1	Neon	18	36	648
Aula P1	Neon	8	36	288
Aula P1	Neon	8	36	288
Aula P1	Neon	8	36	288
WC P1	Neon	4	36	144
WC P1	Neon	1	36	36
WC P1	Neon	2	18	36
Uffici P1	Neon	2	36	72
WC P1	Neon	2	36	72
Aula P1	Neon	8	36	288
Aula P1	Neon	8	36	288
Aula P1	Neon	8	36	288
Aula P1	Neon	8	36	288
Aula P1	Neon	8	36	288
WC P1	Neon	2	36	72
Palestra/atrio P2	Neon	18	36	648
Aula P2	Neon	8	36	288
Aula P2	Neon	8	36	288
WC P2	Neon	2	36	72
Aula P2	Neon	8	36	288
Aula P2	Neon	8	36	288
Aula P2	Neon	8	36	288
Aula P2	Neon	8	36	288
Aula P2	Neon	8	36	288
WC P2	Neon	2	36	72
WC P2	Neon	2	36	72
Magazzino P2	Neon	1	36	36
Refettorio/corridoio PT	Neon	7	36	252
Cucina PT	Neon	4	36	144
Deposito PT	Neon	1	36	36

Sala medica PT	Neon	4	36	144
WC PT	Neon	2	36	72
Ufficio PT	Neon	8	36	288
WC PT	Neon	2	36	72
Aula PT	Neon	8	36	288
Aula PT	Neon	8	36	288
Aula PT	Neon	8	36	288
Aula PT	Neon	8	36	288
WC PT	Neon	2	36	72
Scala	Neon	8	36	288

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

Durante la fase di sopralluogo si è provveduto a rilevare anche lo stato di conservazione dei corpi illuminanti, che si presentano in buone condizioni e funzionanti ad eccezione di una lampada neon installata a soffitto nel corridoio del piano interrato.

Si è inoltre verificata la presenza di luci di emergenza nei diversi locali della struttura.

Figura 4.12 - Particolare dei corpi illuminanti ubicati nei corridoi



Figura 4.13 - Particolare dei corpi illuminanti ubicati nelle aree di circolazione interna



CONSUMI RILEVATI 4.2, in funzione dei fattori riportati nella Tabella 5.12.

Tabella 5.12 – Fattori di riparametrizzazione

PARAMETRO		VALORE	U.M.
FATTORE 1	Superficie netta riscaldata	1.491	m ²
FATTORE 1	Superficie netta complessiva delle aree interne (riscaldate e non riscaldate)	1.928	m ³
FATTORE 1	Volume lordo complessivo (aree interne riscaldate e non riscaldate)	6.401	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	FATTORE DI CONVERSIONE ENERGIA PRIMARIA TOTALE	CONSUMO DI ENERGIA PRIMARIA TOTALE	INDICATORI DI CONSUMO ENERGIA PRIMARIA TOTALE			INDICATORI AMBIENTALI		
				FATTORE 1	FATTORE 2	FATTORE 3	FATTORE 1	FATTORE 2	FATTORE 3
	[kWh/anno]		[kWh/anno]	[kWh/m ²]	[kWh/m ²]	[kWh/m ³]	[Kg CO ₂ /m ²]	[Kg CO ₂ /m ²]	[Kg CO ₂ /m ³]
Gas naturale	151.013	1,05	158.564	106,3	82,2	24,8	20,46	15,82	4,77
Energia elettrica	26.817	2,42	64.898	43,5	33,7	10,1	8,40	6,50	1,96
TOTALE			223.462	150	116	35	29	22	7

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

VETTORE ENERGETICO	CONSUMO ENERGETICO DI BASELINE	FATTORE DI CONVERSIONE ENERGIA PRIMARIA NON RINN.	CONSUMO DI ENERGIA PRIMARIA NON RINN.	INDICATORI DI CONSUMO ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE			INDICATORI AMBIENTALI		
				FATTORE 1	FATTORE 2	FATTORE 3	FATTORE 1	FATTORE 2	FATTORE 3
	[kWh/anno]		[kWh/anno]	[kWh/m ²]	[kWh/m ²]	[kWh/m ³]	[Kg CO ₂ /m ²]	[Kg CO ₂ /m ²]	[Kg CO ₂ /m ³]
Gas naturale	151.013	1,05	158.564	106,3	82,2	24,8	20,46	15,82	4,77
Energia elettrica	26.817	1,95	52.294	35,1	27,1	8,2	8,40	6,50	1,96
TOTALE			210.857	141	109	33	29	22	7

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

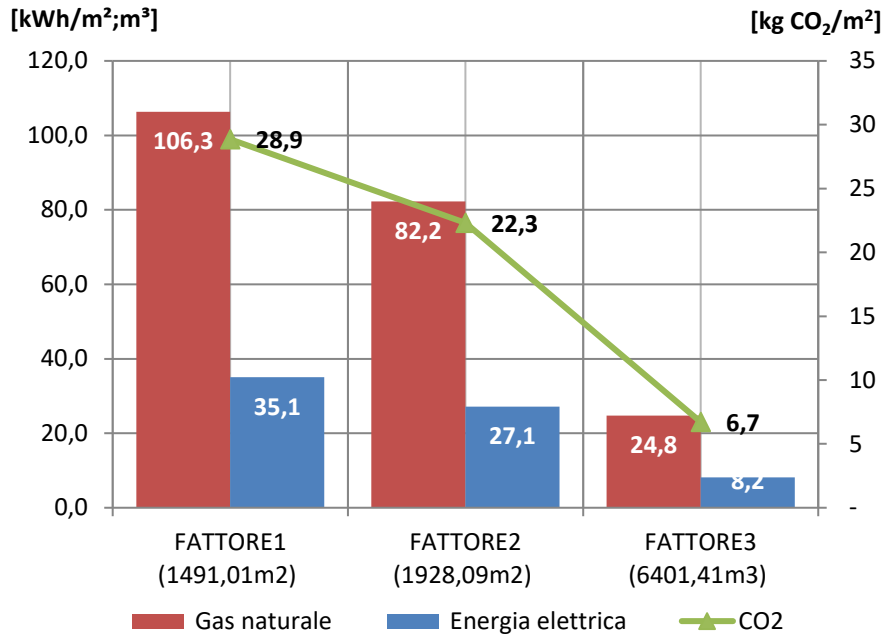
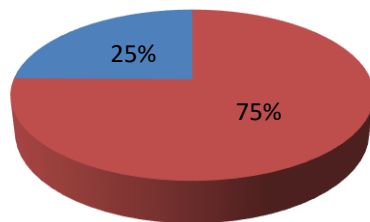
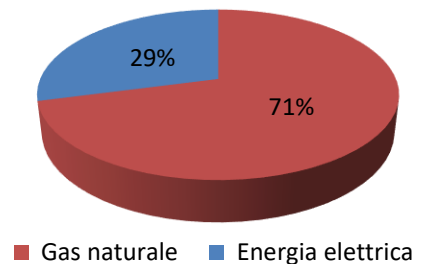


Figura 5.6 – Ripartizione % dei consumi specifici di energia primaria e delle relative emissioni di CO₂

Ripartizione % energia primaria



Ripartizione % emissioni CO₂



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

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

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

La formula definita è sotto riportata:

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

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

- Superficie lorda ai piani dell'edificio A_p ;

- Fattore F_h relativo all'orario di occupazione, così come precedentemente
La formula per il calcolo dell'indice è la seguente:

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

Tabella 5.15 – 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	13,22	10,31	10,58	-	-	-
Energia elettrica	-	-	-	15,05	15,87	17,13

E' stato quindi possibile effettuare un raffronto con le classi di merito riportate nelle suddette Linee Guida ENEA - FIRE, ottenendo mediamente classi di merito Sufficiente per il riscaldamento ed Insufficiente per l'energia elettrica. Si rimanda nell'allegato M il dettaglio riassuntivo di tutti gli indici di performance in condizioni standard ed adattati all'utenza.

6 MODELLO DEL FABBISOGNO ENERGETICO

6.1 METODOLOGIA DI CALCOLO ADOTTATA E VALIDAZIONE DEI MODELLI DI CALCOLO

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

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

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

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

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

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

INDICE DI PRESTAZIONE ENERGETICA		ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE	U.M.	ENERGIA PRIMARIA TOTALE	U.M.
Globale	EP _{gl}	211.3	kWh/mq anno	220.4	kWh/mq anno
Climatizzazione invernale	EP _H	156.4	kWh/mq anno	157.7	kWh/mq anno
Produzione di acqua calda sanitaria	EP _w	36.1	kWh/mq anno	39.3	kWh/mq anno
Ventilazione	EP _v	[-]	kWh/mq anno	[-]	kWh/mq anno
Raffrescamento	EP _c	[-]	kWh/mq anno	[-]	kWh/mq anno
Illuminazione artificiale	EP _L	18.8	kWh/mq anno	23.4	kWh/mq anno
Trasporto di persone e cose	EP _T	[-]	kWh/mq anno	[-]	kWh/mq anno
Emissioni equivalenti di CO ₂	CO _{2eq}	42.2	Kg/mq anno	44	Kg/mq anno

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

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

FONTE ENERGETICA UTILIZZATA	CONSUMO	ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE
	[Nm ³ /anno]	[kWh/anno]
Gas Naturale	24827	259119
	[kWh/anno]	[kWh/anno]
Energia Elettrica	28706	55977

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

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

Dove:

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

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

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

Nella

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

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

INDICE DI PRESTAZIONE ENERGETICA		ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE	U.M.	ENERGIA PRIMARIA TOTALE	U.M.
Globale	EP_{gl}	140.8	kWh/mq anno	148.2	kWh/mq anno
Climatizzazione invernale	EP_H	95.8	kWh/mq anno	96.4	kWh/mq anno
Produzione di acqua calda sanitaria	EP_w	27.5	kWh/mq anno	30	kWh/mq anno
Ventilazione	EP_v	[-]	kWh/mq anno	[-]	kWh/mq anno
Raffrescamento	EP_c	[-]	kWh/mq anno	[-]	kWh/mq anno
Illuminazione artificiale	EP_L	17.5	kWh/mq anno	21.8	kWh/mq anno
Trasporto di persone e cose	EP_T	[-]	kWh/mq anno	[-]	kWh/mq anno
Emissioni equivalenti di CO2	CO_{2eq}	27.5	Kg/mq anno	29	Kg/mq anno

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

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

FONTE ENERGETICA UTILIZZATA	CONSUMO	ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE
	[Nm ³ /anno]	[kWh/anno]
Gas Naturale	15784	164737
	[kWh/anno]	[kWh/anno]

Energia Elettrica	27631	57496
-------------------	-------	-------

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

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

$Q_{teorico}$	$Q_{baseline}$	Congruità
[kWh/anno]	[kWh/anno]	[%]
156893	151013	3.7%

Così come già indicato nel paragrafo 3.3 si è proceduto con un’ulteriore verifica della validità dei dati climatici della stazione DICCA attraverso una seconda validazione del modello utilizzando i GG ottenuti con i dati climatici della stazione ARPAL CENTRO FUNZIONALE.

Anche in questo caso il modello risulta validato confermando la correttezza del modello e dei dati climatici presi a riferimento.

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

$Q_{teorico}$	$Q_{baseline}$	Congruità
[kWh/anno]	[kWh/anno]	[%]
156893	151013	-3.5%

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)

$EE_{teorico}$	$EE_{baseline}$	Congruità
[kWh/anno]	[kWh/anno]	[%]
27631	26817	2.95%

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

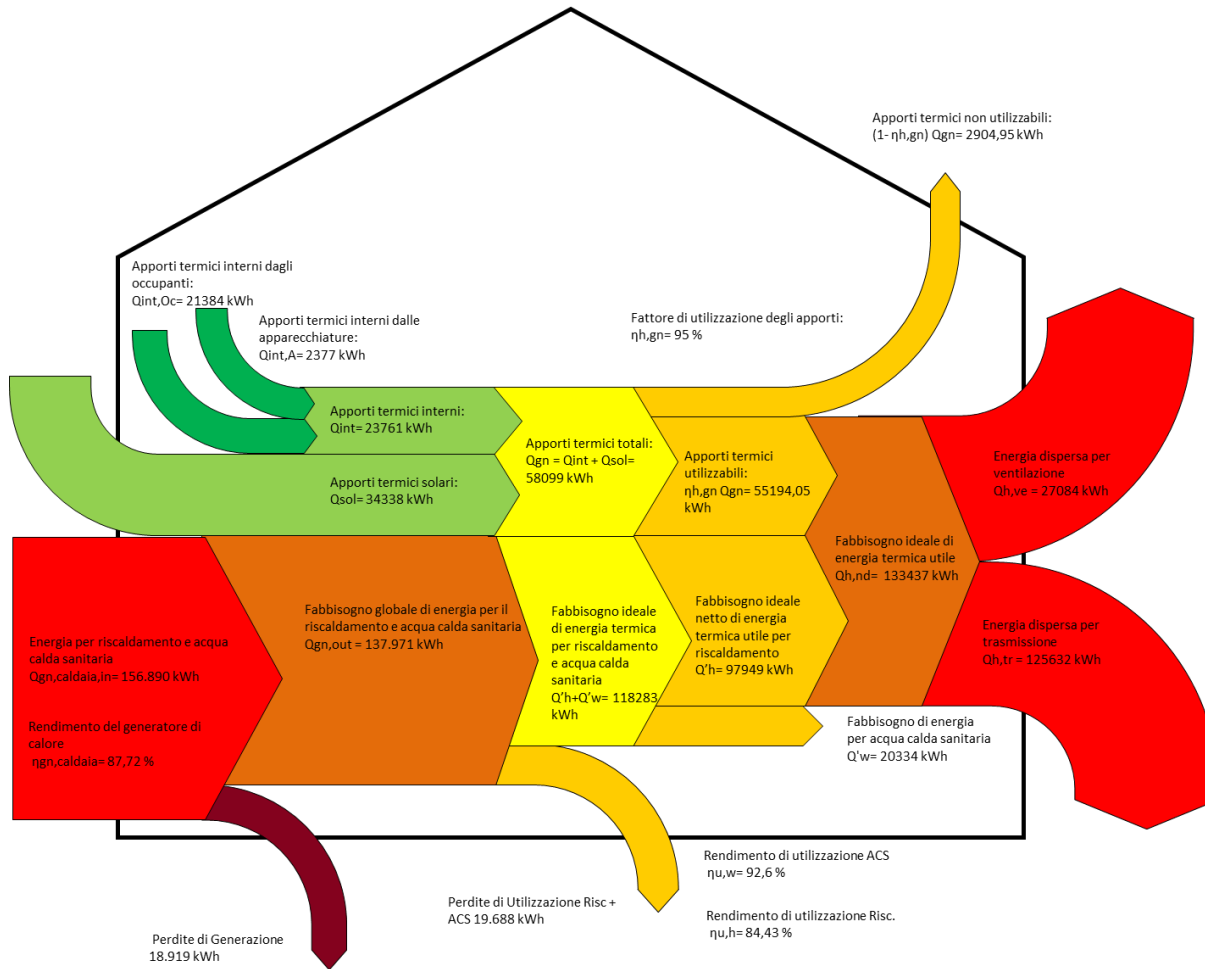
6.2 FABBISOGNI ENERGETICI

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

A conclusione della procedura di calcolo del fabbisogno di energia primaria, i risultati del bilancio energetico sono quindi stati rappresentati mediante diagrammi di Sankey. I valori rappresentati a bilancio sono valori indicizzati in kWh/(m² anno), sulla base delle superfici utili delle zone riscaldate e/o climatizzate.

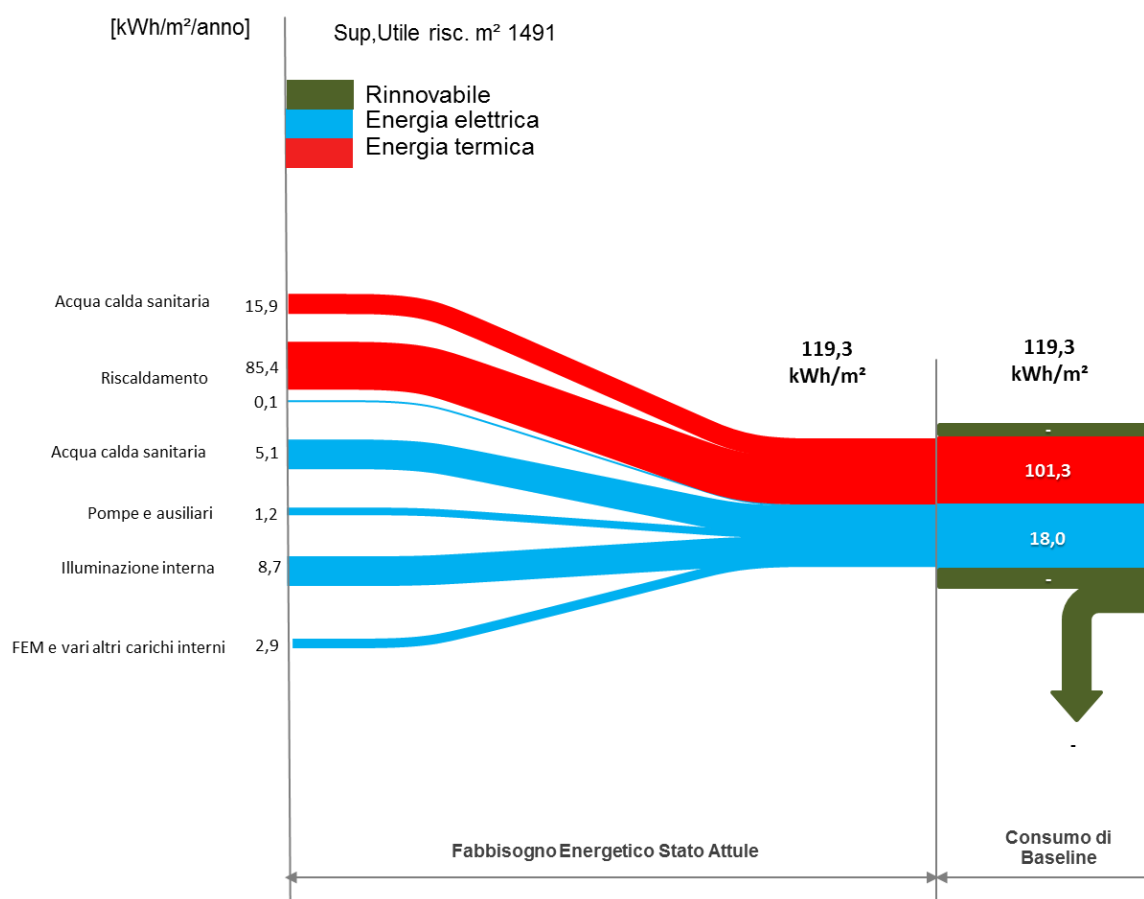
I risultati del bilancio energetico termico sono stati rappresentati nella forma di diagramma di Sankey riportato in Figura 6.1

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



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

Figura 6.2 – Bilancio energetico complessivo dell’edificio

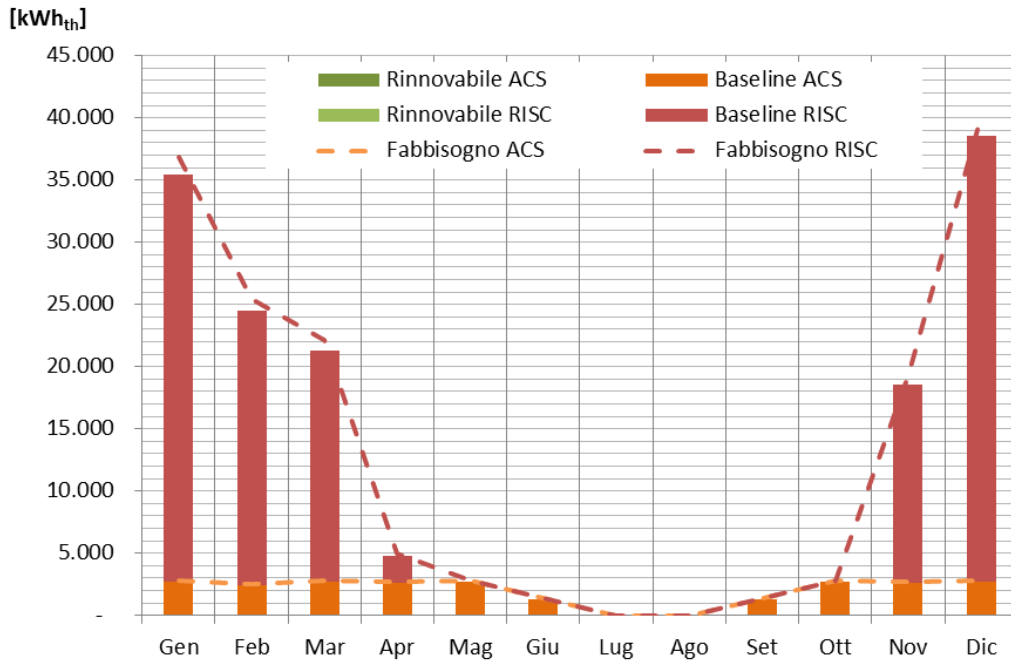


6.3 PROFILI ENERGETICI MENSILI

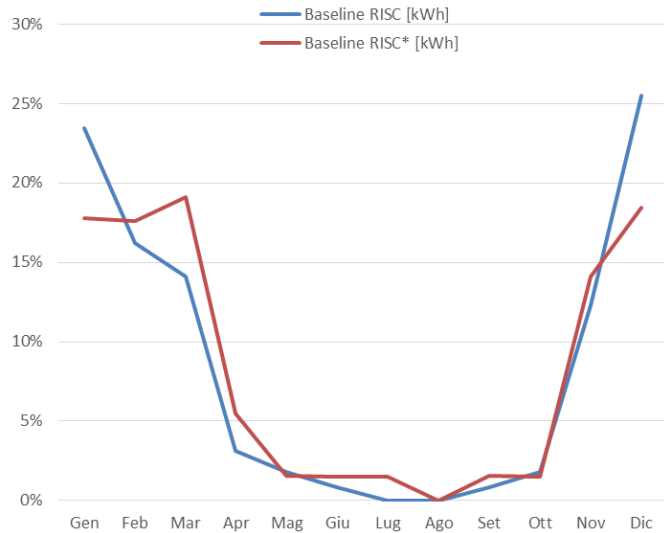
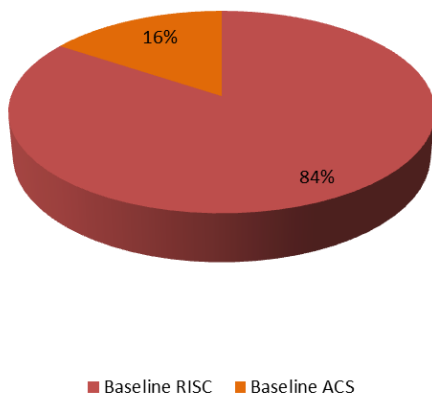
La creazione di un modello energetico consente di effettuare una più corretta ripartizione dei consumi energetici in funzione dei diversi utilizzi.

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

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



Ripartizione consumi termici

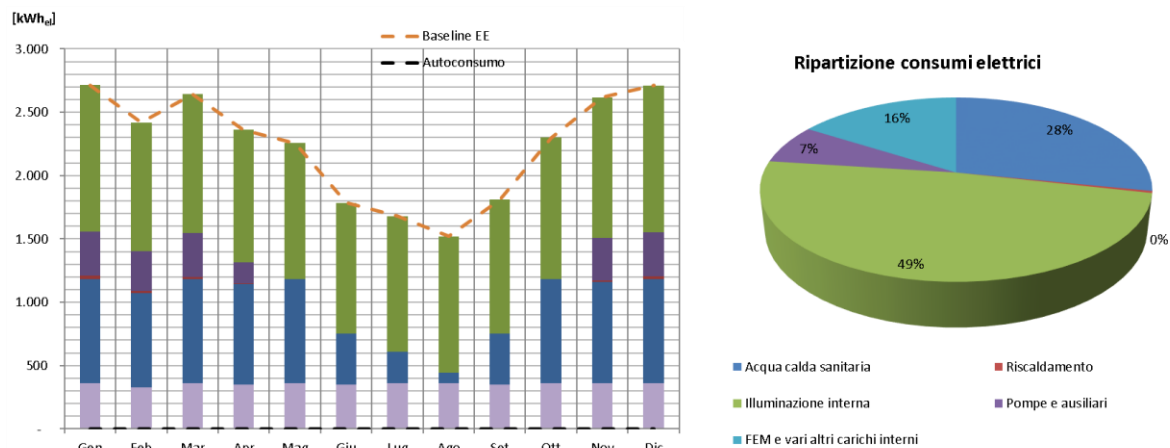


Si può notare come la maggior parte dei consumi termici sia da attribuirsi all'utilizzo per la climatizzazione invernale dei locali, pertanto, gli interventi migliorativi proposti andranno ad interessare principalmente i componenti asserviti a tale servizio.

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

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

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



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

7 ANALISI DEI COSTI PRE-INTREVENTO

7.1 COSTI RELATIVI ALLA FORNITURA DEI VETTORI ENERGETICI

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

7.1.1 Vettore termico

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

- PDR 1 – 03270050383979: 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 – 03270033360535: contratto di fornitura del solo vettore energetico, stipulato direttamente dalla PA con la società di fornitura. E' stato quindi possibile effettuare un'analisi di dettaglio dei costi fatturati e delle caratteristiche del contratto di fornitura.

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

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

PDR: 03270033360535	2014	2015	2016
Indirizzo di fornitura			
Dati di intestazione fattura		Via Nicola Fabrizi 53 16148 Genova (GE)	Via Nicola Fabrizi 53 16148 Genova (GE)
Società di fornitura		IREN MERCATO SPA	ENI
Inizio periodo fornitura		-	01/04/15
Fine periodo fornitura		31/03/14	31/03/16
Classe del contatore		CLASSE G004	CLASSE G0004
Tipologia di contratto		PUNTO DI RICONSEGNA PER SERVIZIO PUBBLICO	UTENZE CON ATTIVITA' DI SERVIZIO PUBBLICO
Opzione tariffaria (*)			
Valore del coefficiente correttivo dei consumi		1,023328	1,023328
Potere calorifico inferiore convenzionale del combustibile		9,42 kWh/smc	9,42 kWh/smc
Prezzi di fornitura del combustibile (*) (IVA INCLUSA)	-	0,260	0,239

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

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

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

PDR: 03270050383979	QUOTA ENERGIA	ONERI DI SISTEMA PARTE FISSA	ONERI DI SISTEMA PARTE VARIABILE	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURATO	COSTO UNITARIO (IVA INCLUSA)
ANNO 2014	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[KWh]	[€/kWh]
Gennaio						2.788	33.758	0,083
Febbraio						2.407	29.139	0,083
Marzo						2.406	29.135	0,083
Aprile						339	4.107	0,083
Maggio						-	-	-
Giugno						-	-	-
Luglio						-	-	-
Agosto						-	-	-
Settembre						-	-	-
Ottobre						-	-	-
Novembre						1.482	17.944	0,083
Dicembre						1.943	23.530	0,083
Totale	-	-	-	-	-	11.365	137.613	0,083
PDR: 03270050383979	QUOTA ENERGIA	ONERI DI SISTEMA PARTE FISSA	ONERI DI SISTEMA PARTE VARIABILE	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURATO	COSTO UNITARIO (IVA INCLUSA)
ANNO 2015	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[KWh]	[€/kWh]
Gennaio						1.773	21.221	0,084
Febbraio						2.416	28.918	0,084
Marzo						2.271	27.185	0,084
Aprile						447	5.351	0,084
Maggio						-	-	-
Giugno						-	-	-
Luglio						-	-	-
Agosto						-	-	-
Settembre						-	-	-
Ottobre						-	-	-
Novembre						1.092	13.075	0,084
Dicembre						1.468	17.573	0,084
Totale	-	-	-	-	-	9.468	113.323	0,084
PDR: 03270050383979	QUOTA ENERGIA	ONERI DI SISTEMA PARTE FISSA	ONERI DI SISTEMA PARTE VARIABILE	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURATO	COSTO UNITARIO (IVA INCLUSA)
ANNO 2016	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[KWh]	[€/kWh]
Gennaio						2.310	27.832	0,083
Febbraio						1.969	23.718	0,083
Marzo						2.309	27.810	0,083
Aprile						241	2.905	0,083
Maggio						-	-	-
Giugno						-	-	-
Luglio						-	-	-
Agosto						-	-	-

Settembre	-	-	-
Ottobre	-	-	-
Novembre	1.645	19.820	0,083
Dicembre	1.989	23.956	0,083
Totale	-	-	-
	10.463	126.040	0,083

PDR: 03270033360535	QUOTA ENERGIA	ONERI DI SISTEMA PARTE FISSA	ONERI DI SISTEMA PARTE VARIABILE	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURATO	COSTO UNITARIO (IVA INCLUSA)
ANNO 2014	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[KWH]	[€/kWh]
Gennaio	-	-	-	-	-	-	-	-
Febbraio	-	-	-	-	-	-	-	-
Marzo	-	-	-	-	-	-	-	-
Aprile	-	-	-	-	-	-	-	-
Maggio	-	-	-	-	-	-	-	-
Giugno	-	-	-	-	-	-	-	-
Luglio	-	-	-	-	-	-	-	-
Agosto	-	-	-	-	-	-	-	-
Settembre	-	-	-	-	-	-	-	-
Ottobre	-	-	-	-	-	-	-	-
Novembre	-	-	-	-	-	-	-	-
Dicembre	-	-	-	-	-	-	-	-
Totale	-	-	-	-	-	-	-	-

PDR: 03270033360535	QUOTA ENERGIA	ONERI DI SISTEMA PARTE FISSA	ONERI DI SISTEMA PARTE VARIABILE	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURATO	COSTO UNITARIO (IVA INCLUSA)
ANNO 2015	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[KWH]	[€/kWh]
Gennaio	-	-	-	-	-	-	-	-
Febbraio	-	-	-	-	-	-	-	-
Marzo	541	11	188	233	172	1.145	11.895	0,096
Aprile	-	-	-	-	-	-	-	-
Maggio	-	-	-	-	-	-	-	-
Giugno	88	12	37	61	43	241	2.920	0,082
Luglio	13	4	6	10	7	40	452	0,087
Agosto	12	4	5	9	7	37	414	0,089
Settembre	17	4	7	13	9	51	593	0,085
Ottobre	18	4	7	14	9	52	603	0,086
Novembre	101	4	42	78	49	274	3.448	0,079
Dicembre	372	35	125	286	180	999	12.717	0,079
Totale	1.162	77	418	704	477	2.837	33.043	0,086

PDR: 03270033360535	QUOTA ENERGIA	ONERI DI SISTEMA PARTE FISSA	ONERI DI SISTEMA PARTE VARIABILE	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURATO	COSTO UNITARIO (IVA INCLUSA)
ANNO 2016	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[KWH]	[€/kWh]
Gennaio	147	4	67	101	40	359	5.530	0,065
Febbraio	128	4	60	97	64	352	4.682	0,075
Marzo	118	4	55	89	58	324	4.305	0,075

E77 – Scuola Materna Statale “V.Fabrizi” e Scuola Elementare “Fabrizi”

Aprile	35	3	22	34	21	114	1.658	0,069
Maggio	12	3	7	12	7	41	565	0,073
Giugno	11	3	7	11	7	38	518	0,073
Luglio	11	3	6	10	7	36	480	0,075
Agosto	10	3	6	10	6	35	471	0,075
Settembre	11	3	6	12	7	39	518	0,076
Ottobre	14	3	7	13	8	45	575	0,078
Novembre	89	3	41	80	47	261	3.570	0,073
Dicembre	113	3	53	102	59	329	4.531	0,073
Totale	701	34	337	571	331	1.974	27.403	0,072

PDR: 03270033360535	QUOTA ENERGIA	ONERI DI SISTEMA PARTE FISSA	ONERI DI SISTEMA PARTE VARIABILE	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURATO	COSTO UNITARIO (IVA INCLUSA)
ANNO 2016	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[KWH]	[€/kWh]
Conguaglio Aprile Energetic	39,86		24,57	38,97	22,75	102,23	199,00	0,51
Conguaglio Maggio Energetic	13,92		8,65	13,70	7,98	44,25	70,00	0,63
Conguaglio Giugno Energetic	12,55		7,78	12,33	7,19	39,85	63,00	0,63
Conguaglio Luglio Energetic	11,88		6,78	12,50	6,86	38,02	57,00	0,67
Conguaglio Agosto Energetic	11,72		6,70	12,87	6,88	38,17	57,00	0,67
Conguaglio Settembre Energetic	1,24		0,73	1,27	0,71	3,95	6,00	0,66
Conguaglio Ottobre Energetic	2,11		0,98	1,91	1,10	6,10	9,00	0,68
Conguaglio Aprile Energetic	39,86		24,57	38,97	22,75	102,23	199,00	0,51

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

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

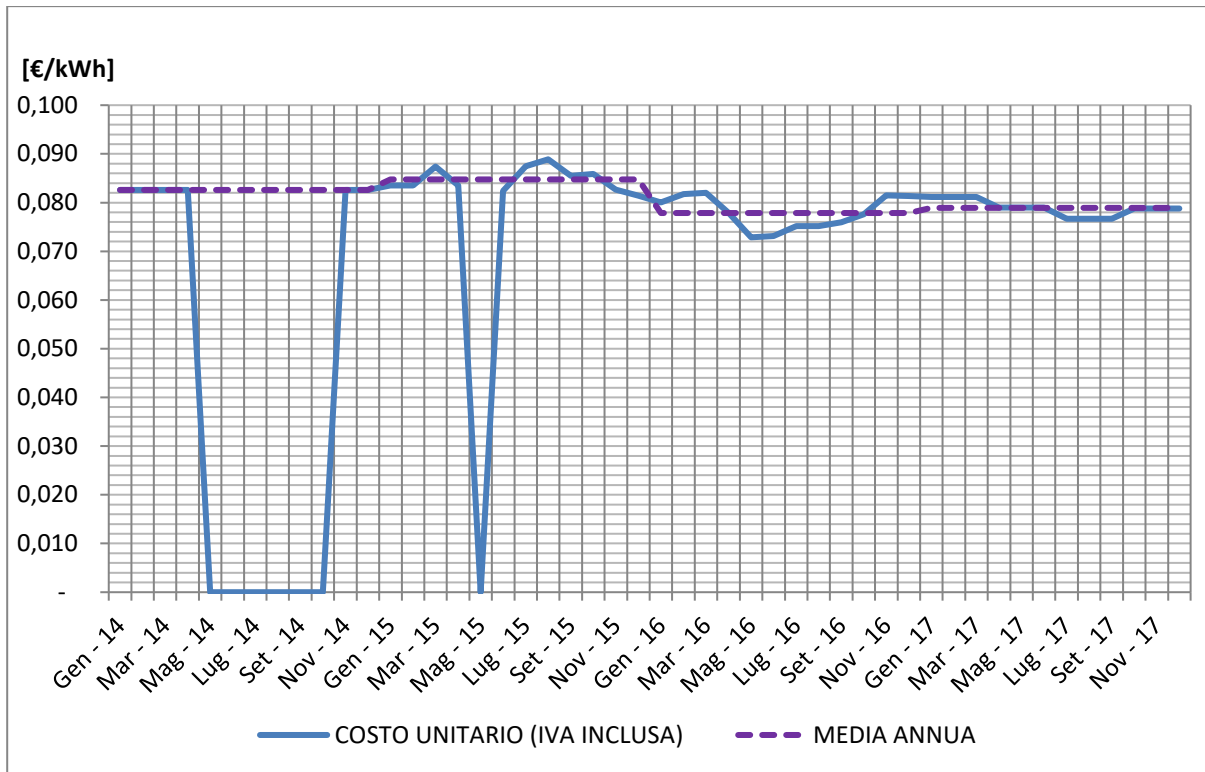
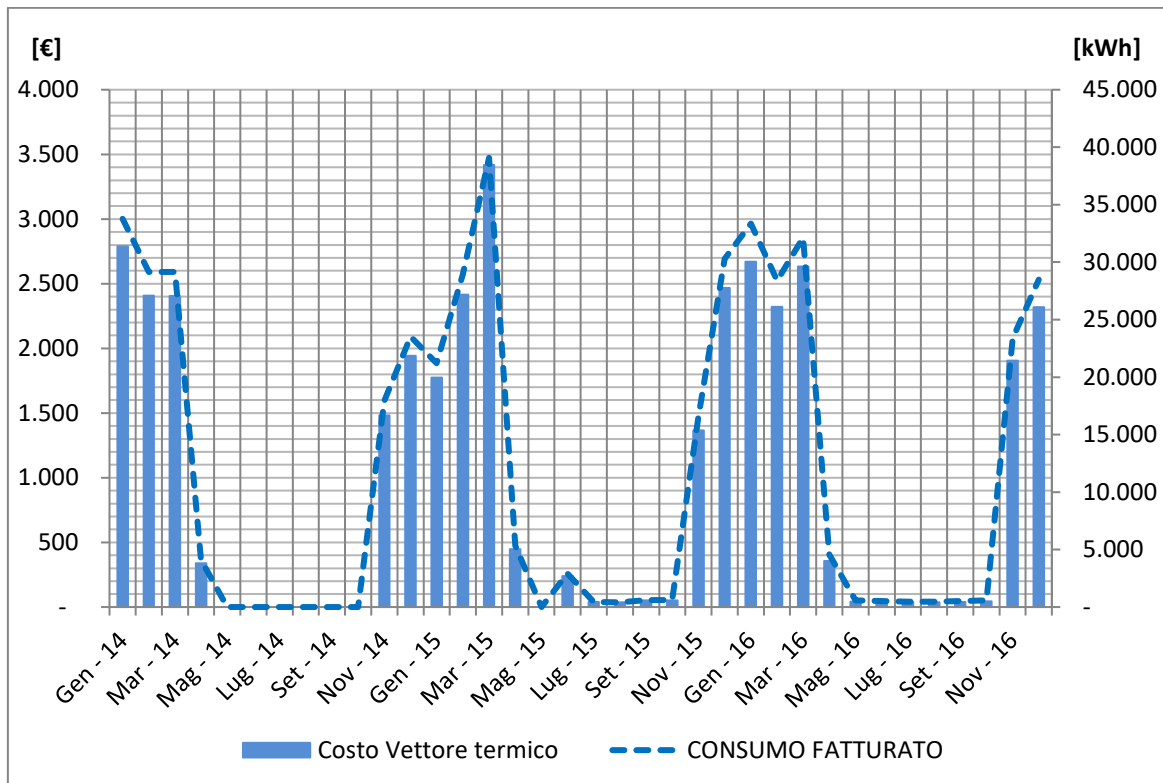


Figura 7.2 – Andamento dei consumi e dei costi dell’energia termica



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

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

7.1.2 Vettore elettrico

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

- POD 1 – IT001E00096614: 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: IT001E00096614	2014	2015	2016
Indirizzo di fornitura			
Dati di intestazione fattura	Via Nicola Fabrizi n. 1 Genova (GE)	Via Nicola Fabrizi n. 1 Genova (GE)	Via Nicola Fabrizi n. 1 Genova (GE)
Società di fornitura	Edison	Gala	Iren
Inizio periodo fornitura	01/10/13	01/04/15	01/04/16
Fine periodo fornitura	31/03/15	31/03/16	-
Potenza elettrica impegnata	20 kW	20 kW	20 kW
Potenza elettrica disponibile	20 kW	20 kW	20 kW
Tipologia di contratto	Forniture in BT (escluso IP)	380 V	BT, Allacciamento 380 V
Opzione tariffaria ⁽¹⁾	Trioraria	Trioraria	Trioraria
Prezzi del fornitura dell’energia elettrica ⁽²⁾	0,096	0,069	0,085

Nota (17) per fatturazioni non mensili la spesa economica mensile andrà calcolata suddividendo percentualmente la spesa aggregata in base ai valori di consumo energetico mensile.

Nota (18): con prezzo di fornitura s’intende soltanto la quota variabile del servizio di acquisto e vendita, sono escluse le imposte, i corrispettivi per il dispacciamento e lo sbilanciamento, per l’uso della rete, e il servizio di misura e ogni altra voce.

Dalle informazioni riportate nella tabella si può desumere che per la fornitura dell’elettricità varia il gestore di anno in anno modificando a sua volta il prezzo tariffario medio.

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

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

POD: IT001E00096614	QUOTA ENERGIA	ONERI DI SISTEMA PARTE FISSA	ONERI DI SISTEMA PARTE VARIABILE	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURAT O	COSTO UNITARIO
Anno 2014	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[kWh]	[€/kWh]
Gennaio	121	20	173	21	33	355	1.690	0,210
Febbraio	240	39	302	38	62	997	4.346	0,229
Marzo	226	37	287	36	59	644	2.842	0,226
Aprile	169	38	241	27	47	523	2.144	0,244
Maggio	177	39	249	28	49	541	2.254	0,240

E77 – Scuola Materna Statale “V.Fabrizi” e Scuola Elementare “Fabrizi”

Giugno	110	24	166	18	32	350	1.415	0,247
Luglio	-	-	-	-	-	-	-	-
Agosto	52	11	91	9	16	180	701	0,257
Settembre	118	24	183	19	34	377	1.501	0,251
Ottobre	205	38	282	32	56	613	2.596	0,236
Novembre	201	38	281	33	55	607	2.601	0,234
Dicembre	-	-	-	-	-	-	-	-
Totale	1.618	308	2.255	259	444	5.188	25.507	0,203
POD: IT001E00096614	QUOTA ENERGIA	ONERI DI SISTEMA PARTE FISSA	ONERI DI SISTEMA PARTE VARIABILE	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURAT O	COSTO UNITARIO
Anno 2015	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]		[kWh]	[€/kWh]
Gennaio	389	73	561	66	120	1.198	5.254	0,228
Febbraio	196	37	291	35	56	615	2.795	0,220
Marzo	210	41	317	39	61	669	3.128	0,214
Aprile	65	18	174	18	28	303	1.450	0,209
Maggio	78	23	205	23	33	362	1.843	0,197
Giugno	74	23	203	23	32	355	1.817	0,195
Luglio	67	-	163	17	25	271	1.336	0,203
Agosto	104	-	206	25	34	369	2.007	0,184
Settembre	49	-	118	13	18	198	1.023	0,194
Ottobre	66	21	218	23	33	360	1.865	0,193
Novembre	124	-	331	38	49	542	3.049	0,178
Dicembre	141	-	355	41	54	590	3.290	0,179
Totale	1.563	235	3.142	361	541	5.832	28.857	0,202
POD: IT001E00096614	QUOTA ENERGIA	ONERI DI SISTEMA PARTE FISSA	ONERI DI SISTEMA PARTE VARIABILE	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURAT O	COSTO UNITARIO
Anno 2016	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]		[kWh]	[€/kWh]
Gennaio	96	-	228	27	35	387	2.192	0,176
Febbraio	139	-	331	42	51	562	3.291	0,171
Marzo	-	-	-	-	-	-	-	-
Aprile	-	-	-	-	-	-	-	-
Maggio	285	-	539	65	89	978	5.183	0,189
Giugno	104	-	203	22	33	362	1.744	0,207
Luglio	90	-	164	16	27	296	1.256	0,236
Agosto	78	-	161	15	25	279	1.216	0,229
Settembre	144	-	224	25	39	429	1.986	0,216
Ottobre	234	-	294	36	56	621	2.873	0,216
Novembre	292	-	323	40	65	717	3.238	0,221
Dicembre	224	-	276	33	53	587	2.652	0,221
Totale	1.687	-	2.742	321	474	5.217	25.631	0,204

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

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

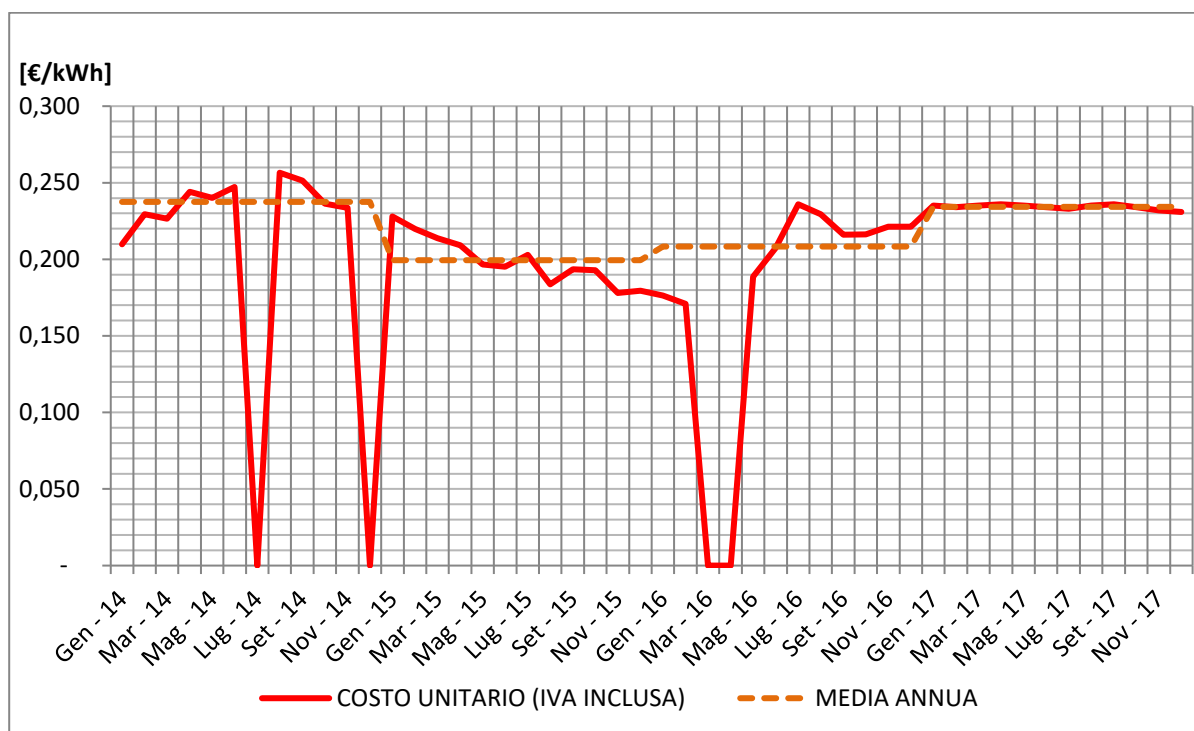
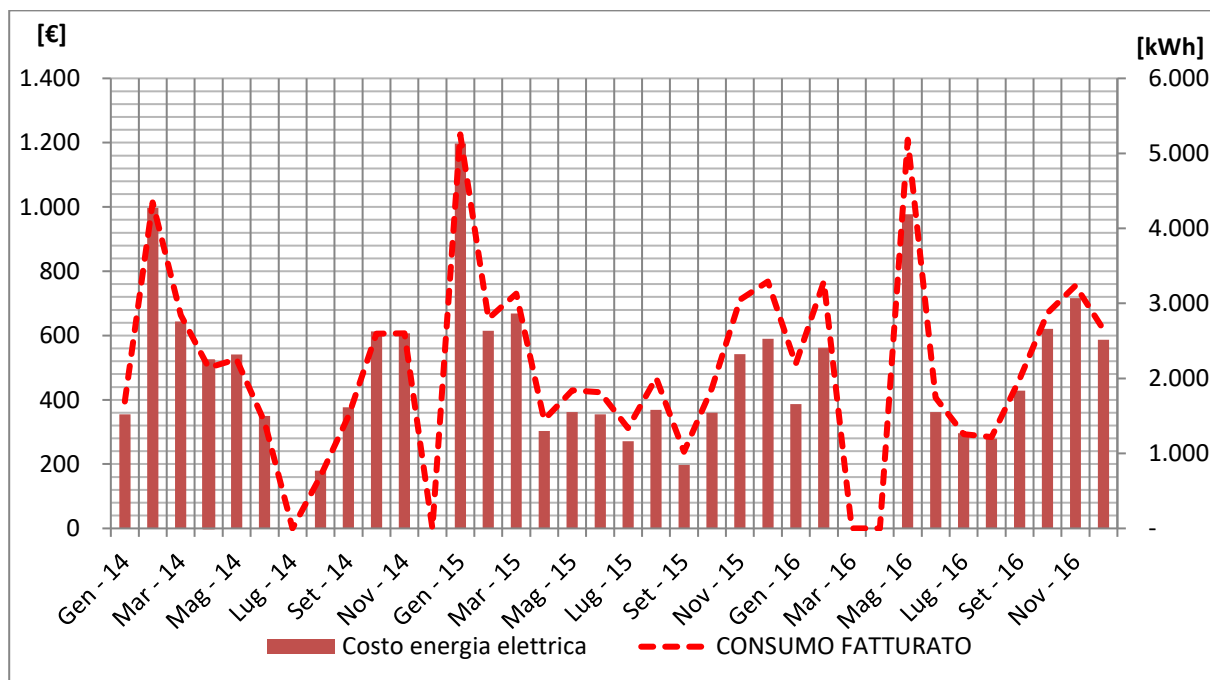


Figura 7.3 – Andamento dei consumi e dei costi dell’energia elettrica



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

Dall’analisi risulta che alti costi unitari si hanno in corrispondenza dei mesi estivi in cui si raggiungono i minimi consumi a fronte di un alto costo di servizi di rete. Nel primo grafico non sono presenti alcuni mesi per i quali o non erano presenti delle bollette (nel 2014 e 2015) oppure erano bollette bimestrali (picco mese Maggio 2016)

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	137.613	11.365	0,0826	22.090	5.188	0,23	16.553
2015	146.366	12.305	0,0841	28.857	5.832	0,20	18.137
2016	153.442	12.437	0,0811	25.631	5.217	0,20	17.655
2017			0,080			0,211	
Media	149.904	12.371	0,083	25.526	5.412	0,21	17.448

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	Cu _Q	0,080 [€/kWh]
Costo unitario dell'energia elettrica	Valore relativo all'ultimo anno a disposizione	Cu _{EE}	0,211 [€/kWh]

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

7.3 COSTI DI GESTIONE E MANUTENZIONE DI EDIFICIO ED IMPIANTI

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

- L1-042-077: 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.

Nel caso di impianti oggetto di contratto di sola conduzione e manutenzione il costo della manutenzione ordinaria C_{MO} è stato assunto pari al valore del contratto (C_{SIE3}) come fornito all'interno del file kyotoBaseline-E77.

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

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

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

$$\begin{aligned} C_{MS} &= 0.21 \times C_M \\ C_{MO} &= 0.79 \times C_M \end{aligned}$$

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

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

Definizione		Valore	U.M.
Costo per la gestione e manutenzione ordinaria	Corrispettivo annuale relativo al contratto O&M in essere	C_{MO} 5.227	[€/anno]
Costo per la manutenzione straordinaria	Media relativa a gli stessi anni considerati per il rilevamento dei consumi storici	C_{MS} 1.389	[€/anno]

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

Tali servizi prevedono il pagamento di un canone annuale da parte della PA pari a 6.616€ per la quota di manutenzione mentre 18.703 € comprensivo della quota di energia.

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:

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

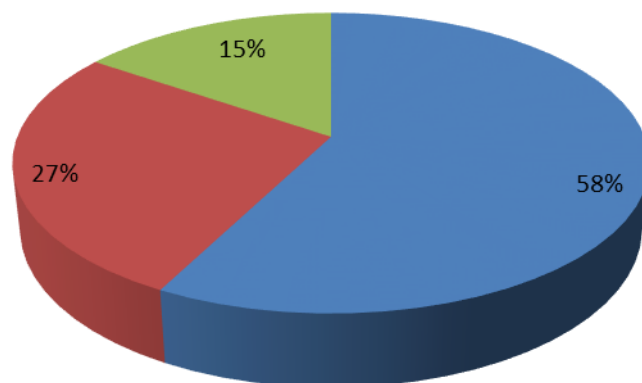
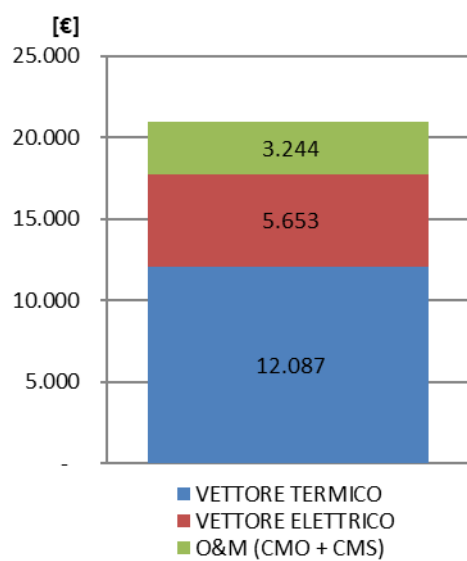
La Baseline dei Costi per il sistema edificio/impianti pre-intervento è pertanto uguale a:

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

Ne risulta quindi un C_E pari a 17.739 € e un $C_{baseline}$ pari a 24.356 €

Figura 7.4 – Confronto tra i costi medi e di baseline

Figura 7.5 – Ripartizione costi di baseline



8 IDENTIFICAZIONE DELLE MISURE DI EFFICIENZA ENERGETICA

8.1 DESCRIZIONE, FATTIBILITÀ E PRESTAZIONI DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI

8.1.1 Involucro edilizio

EEM1: isolamento a cappotto in EPS grigio con graffite sp. = 12 cm

Generalità

La misura prevede di coibentare tutte le pareti dell'edificio mediante la posa del cappotto termico in polistirene EPS grigio con graffite (sp=12cm).

L'efficientamento delle pareti consente di ridurre considerevolmente le dispersioni dell'involucro opaco, portando anche al miglioramento delle condizioni di comfort termico invernale ed estivo di tutti i locali della scuola e della palestra di pertinenza

Figura 8.1 - Particolare della facciata esistente



Caratteristiche funzionali e tecniche

Le murature a seguito dei lavori risulteranno efficienti sotto l'aspetto energetico e garantiranno una migliore percezione del comfort ambientale all'interno degli ambienti adiacenti. Il cappotto contribuirà inoltre a garantire un miglioramento dell'estetica del fabbricato che a seguito dell'intervento si presenterà con delle facciate completamente rinnovate

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.

Durante la posa dovranno essere rispettate alcune condizioni minime:

- la posa in opera dovrà essere effettuata a temperature dell'aria e del supporto comprese tra +5°C e +30°C
- le superfici devono essere pulite ed in caso contrario si dovrà procedere alla rimozione di polvere, sporco, tracce di disarmante, parti sfarinanti ed incoerenti, ecc. mediante lavaggio con acqua pulita a bassa pressione (max 200 bar)
- Verificare la planarità del supporto ed eventualmente livellare con malta d'intonaco o in alternativa con intonaco premiscelato impastato con miscela e acqua in rapporto 1:3. In corrispondenza di sporgenze specifiche, tipo cordoli in cls o elementi di laterizio fuori piombo, asportare le parti in eccesso

Le fasi di posa prevedono:

- FASE 1 Partenza con realizzazione della zoccolatura
- FASE 2 stesura del collante
- FASE 3 posa del pannello isolante
- FASE 4 tassellatura
- FASE 5 esecuzione spigoli ed angoli
- FASE 6 rasatura con rete

Prestazioni raggiungibili

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

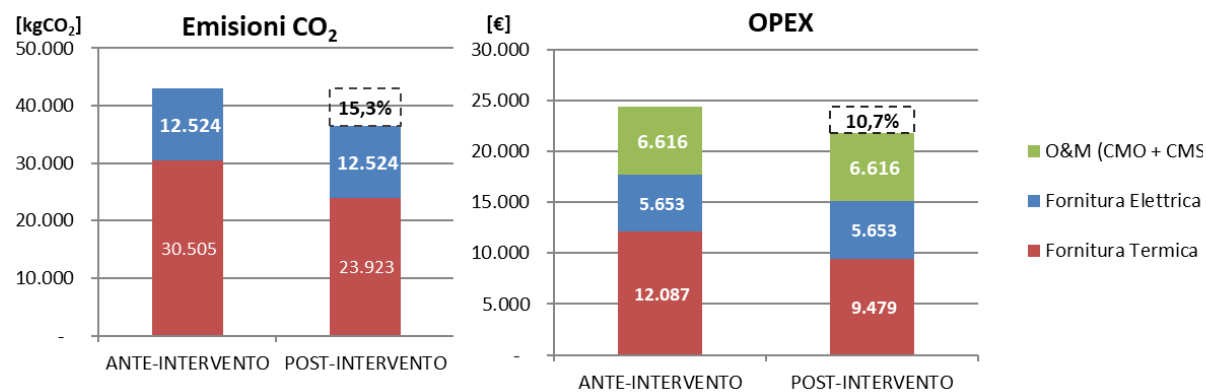
Tabella 8.1 – Risultati analisi EEM1

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
EEM1 Trasmittanza termica	[W/m ² K]	1,329	0,223	83,2%
Q _{teorico}	[kWh]	156.890	123.037	21,6%
EE _{teorico}	[kWh]	27.631	27.631	0,0%
Q _{baseline}	[kWh]	151.013	118.429	21,6%
EE _{baseline}	[kWh]	26.817	26.817	0,0%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	30.505	23.923	21,6%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	12.524	12.524	0,0%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	43.028	36.446	15,3%
Fornitura Termica, C _Q	[€]	12.087	9.479	21,6%
Fornitura Elettrica, C _{EE}	[€]	5.653	5.653	0,0%
Fornitura Energia, C_E	[€]	17.739	15.132	14,7%
C _{MO}	[€]	5.227	5.227	0,0%
C _{MS}	[€]	1.389	1.389	0,0%
O&M (C _{MO} + C _{MS})	[€]	6.616	6.616	0,0%
OPEX	[€]	24.356	21.748	10,7%
Classe energetica	[-]	E	E	0 classi

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

I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,080 [€/kWh] per il vettore termico gas naturale e 0,211 [€/kWh] per il vettore elettrico – elettricità IVA inclusa.

Figura 8.2 – EEM1: Riduzione dei costi operativi e delle emissioni di CO₂ a partire dalla baseline



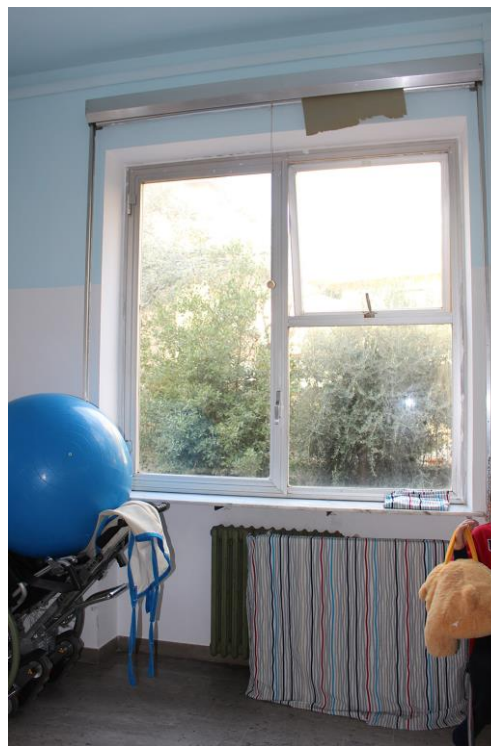
EEM2: Sostituzione Infissi con altri aventi $U=1,66W/m^2k$

Generalità

Si ipotizza di realizzare una sostituzione dei serramenti esistenti con altri aventi $U_w=1,66 W/(m^2K)$.

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

Figura 8.3- Particolare dei serramenti esistenti



Caratteristiche funzionali e tecniche

La sostituzione dei serramenti migliorerà l'efficienza energetica dell'intero edificio oltre a garantirà una migliore percezione del comfort ambientale all'interno di tutti i locali della scuola.

Descrizione dei lavori

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

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

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

Prestazioni raggiungibili

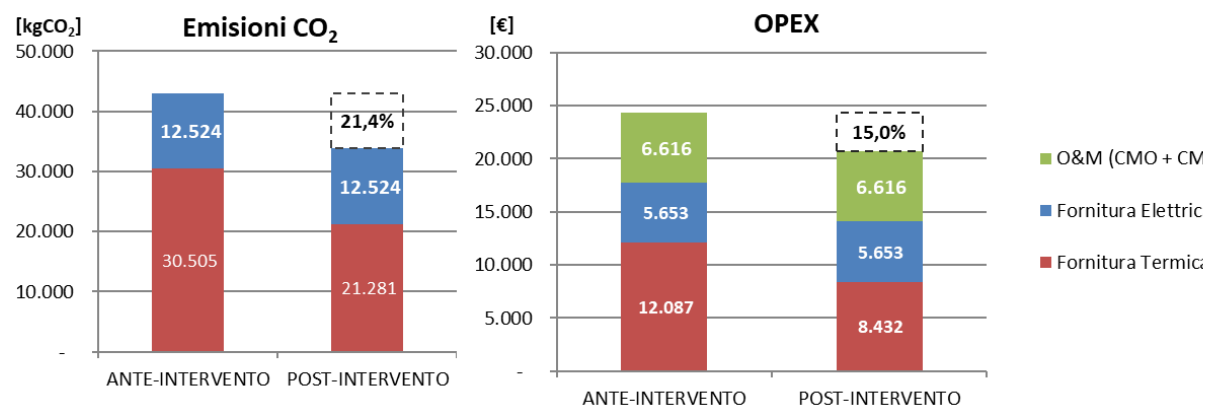
I miglioramenti ottenibili tramite l'attuazione della EEM2 sono riportati nella Tabella 8.1

Tabella 8.2– Risultati analisi EEM2

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
EEM2 Trasmittanza termica	[W/m ² K]	5,99	1,66	72,3%
Q _{teorico}	[kWh]	156.890	109.449	30,2%
EE _{teorico}	[kWh]	27.631	27.631	0,0%
Q _{baseline}	[kWh]	151.013	105.350	30,2%
EE _{baseline}	[kWh]	26.817	26.817	0,0%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	30.505	21.281	30,2%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	12.524	12.524	0,0%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	43.028	33.804	21,4%
Fornitura Termica, C _t	[€]	12.087	8.432	30,2%
Fornitura Elettrica, C _{EE}	[€]	5.653	5.653	0,0%
Fornitura Energia, C_E	[€]	17.739	14.085	20,6%
C _{MO}	[€]	5.227	5.227	0,0%
C _{MS}	[€]	1.389	1.389	0,0%
O&M (C _{MO} + C _{MS})	[€]	6.616	6.616	0,0%
OPEX	[€]	24.356	20.701	15,0%
Classe energetica	[-]	E	D	+1 classi

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

I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,080 [€/kWh] per il vettore termico gas naturale e 0,211 [€/kWh] per il vettore elettrico – elettricità IVA inclusa.

Figura 8.4– EEM2: Riduzione dei costi operativi e delle emissioni di CO₂ a partire dalla baseline

EEM3: Coibentazione estradosso solaio su sottotetto non riscaldato

Generalità

La misura prevede di coibentare il solaio su sottotetto mediante la posa di pannelli in lana di roccia $sp=16cm$.

L'efficientamento del solaio piano consente di ridurre le dispersioni dell'involucro opaco, portando anche al miglioramento delle condizioni di comfort termico invernale ed estivo.

La posa di pannelli in lana di roccia rigidi consentirà di rendere calpestabile ed ispezionabile il sottotetto

Figura 8.5- Particolare del solaio



Caratteristiche funzionali e tecniche

L'orizzontamento a seguito dei lavori risulterà efficiente sotto l'aspetto energetico e garantirà una migliore percezione del comfort ambientale all'interno degli ambienti adiacenti alla struttura in oggetto.

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.

I lavori consistono nella Fornitura e posa in opera dell'isolamento termo-acustico posato sul solaio su sottotetto non riscaldato. L'isolamento è previsto mediante pannelli rigidi in lana di roccia spessore 160 mm.

Le attività di posa dovranno essere le seguenti:

- Pulire l'estradosso del solaio su sottotetto dalla presenza di oggetti
- Posare sulla struttura portante i pannelli in lana di roccia, lo strato isolante deve essere posato con la superficie rivestita con carta kraft bitumata rivolta verso l'ambiente riscaldato e cioè verso il basso.

Prestazioni raggiungibili

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

Tabella 8.3– Risultati analisi EEM3

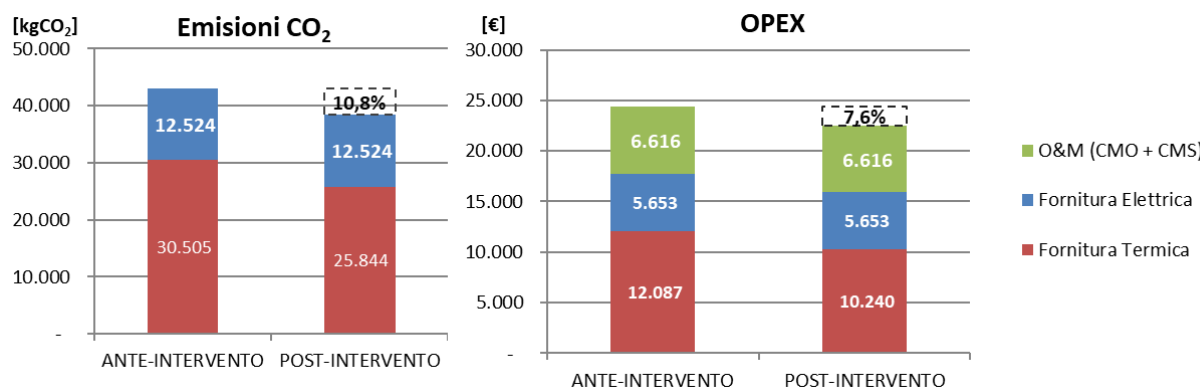
CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
EEM3 Trasmittanza termica	[W/m ² K]	2,047	0,203	90,1%
Q _{teorico}	[kWh]	156.890	132.918	15,3%

EE _{teorico}	[kWh]	27.631	27.631	0,0%
Q _{baseline}	[kWh]	151.013	127.939	15,3%
EE _{Baseline}	[kWh]	26.817	26.817	0,0%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	30.505	25.844	15,3%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	12.524	12.524	0,0%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	43.028	38.367	10,8%
Fornitura Termica, C _Q	[€]	12.087	10.240	15,3%
Fornitura Elettrica, C _{EE}	[€]	5.653	5.653	0,0%
Fornitura Energia, C_E	[€]	17.739	15.893	10,4%
C _{MO}	[€]	5.227	5.227	0,0%
C _{MS}	[€]	1.389	1.389	0,0%
O&M (C _{MO} + C _{MS})	[€]	6.616	6.616	0,0%
OPEX	[€]	24.356	22.509	7,6%
Classe energetica	[-]	E	E	+0 classi

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

I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,080 [€/kWh] per il vettore termico gas naturale e 0,211 [€/kWh] per il vettore elettrico – elettricità IVA inclusa.

Figura 8.6– EEM2: Riduzione dei costi operativi e delle emissioni di CO₂ a partire dalla baseline



EEM4: insuflaggio intercapedine pareti esterne con fiocchi di cellulosa

Generalità

Il modello energetico che è stato realizzato sull'edificio in oggetto, ha ipotizzato l'esistenza di intercapedini non coibentate. Tale ipotesi è stata formulata non potendo direttamente ispezionare i muri con metodo invasivo.

L'ipotesi prevede l'insuflaggio di fiocchi di cellulosa nelle intercapedini dei muri verticali disperdenti.

Figura 8.7- Particolare delle murature



Caratteristiche funzionali e tecniche

I muri verticali a seguito dei lavori risulteranno maggiormente efficienti sotto l'aspetto energetico e garantiranno una migliore percezione del comfort ambientale all'interno dei locali oggetto d'intervento.

Descrizione dei lavori

L'insufflaggio delle intercapedini deve essere effettuato da personale tecnico specializzato che rilasci una garanzia di conformità di installazione del prodotto rispetto alle specifiche tecniche.

In particolare dovranno essere svolte le seguenti lavorazioni

- Ispezionare l'intercapedine da isolare per verificare lo stato del paramento esterno e del paramento interno. L'insufflaggio non è adatto in caso di intonaco danneggiato (es. crepe) o di significativa presenza di infiltrazioni d'acqua o umidità di risalita. Ispezionare in più punti l'interno dell'intercapedine da isolare con un endoscopio, al fine di verificare lo spessore dell'intercapedine e di verificare l'eventuale presenza di ostruzioni (es. pilastri, calcinacci, ecc.): in prossimità di qualsiasi tipo di ostruzione è necessario incrementare adeguatamente il numero di fori per garantire uniformità di applicazione.
- Verificare che eventuali discontinuità dell'intercapedine (infissi, cassonetti delle tapparelle, fori di ventilazione, ecc) siano sigillate e, in caso contrario, procedere alla sigillatura delle stesse prima di applicare.
- Forare la parete dall'esterno
- Utilizzare una macchina per insufflaggio.
- La macchina per insufflaggio deve essere testata prima di ogni cantiere, al fine di assicurare la corretta densità di installazione. Utilizzare un'apposita scatola test, realizzata in accordo con lo standard EN 14064-2: effettuare diverse prove di installazione per impostare i parametri corretti.
- Realizzare l'isolamento termo-acustico mediante l'impiego di fiocchi di cellulosa
- Posizionare l'iniettore in un foro alla base e all'estremità laterale della parete. Dopo avere riempito questo foro proseguire lungo tutta la fila inferiore e successivamente passare alla fila superiore, fino ad arrivare alla fila superiore della parete.
- Una volta terminato l'insufflaggio procedere alla chiusura dei fori e all'eventuale tinteggiatura

Prestazioni raggiungibili

I miglioramenti ottenibili tramite l'attuazione della EEM4 sono riportati nella Tabella 8.1

Tabella 8.4– Risultati analisi EEM4

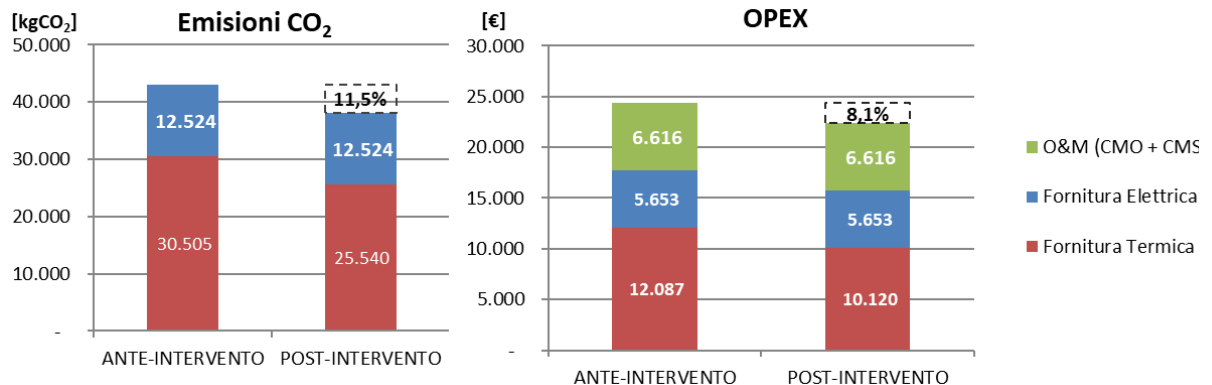
CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
EEM4 Trasmittanza termica	[W/m ² K]	1,22	0,231	81,1%
Q _{teorico}	[kWh]	156.890	131.357	16,3%
EE _{teorico}	[kWh]	27.631	27.631	0,0%
Q _{baseline}	[kWh]	151.013	126.437	16,3%
EE _{baseline}	[kWh]	26.817	26.817	0,0%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	30.505	25.540	16,3%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	12.524	12.524	0,0%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	43.028	38.064	11,5%
Fornitura Termica, C _q	[€]	12.087	10.120	16,3%
Fornitura Elettrica, C _{EE}	[€]	5.653	5.653	0,0%
Fornitura Energia, C_E	[€]	17.739	15.772	11,1%
C _{MO}	[€]	5.227	5.227	0,0%

C _{MS}	[€]	1.389	1.389	0,0%
O&M (C _{MO} + C _{MS})	[€]	6.616	6.616	0,0%
OPEX	[€]	24.356	22.389	8,1%
Classe energetica	[-]	E	E	+0 classi

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

I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,080 [€/kWh] per il vettore termico gas naturale e 0,211 [€/kWh] per il vettore elettrico – elettricità IVA inclusa.

Figura 8.8 – EEM4: Riduzione dei costi operativi e delle emissioni di CO₂ a partire dalla baseline



8.1.2 Impianto riscaldamento

EEM5: Termoregolazione

Generalità

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

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

Figura 8.9 - Particolare della radiatore



Caratteristiche funzionali e tecniche

Il sistema di termoregolazione è composto di tre parti:

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

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

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

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

Descrizione dei lavori

Si prevede l’installazione di n°79 unità, una per ciascun radiatore presente nei diversi locali dell’edificio.

Prestazioni raggiungibili

I miglioramenti ottenibili tramite l’attuazione della EEM5 sono riportati nella Tabella 8.1 e nella Figura 8.2.

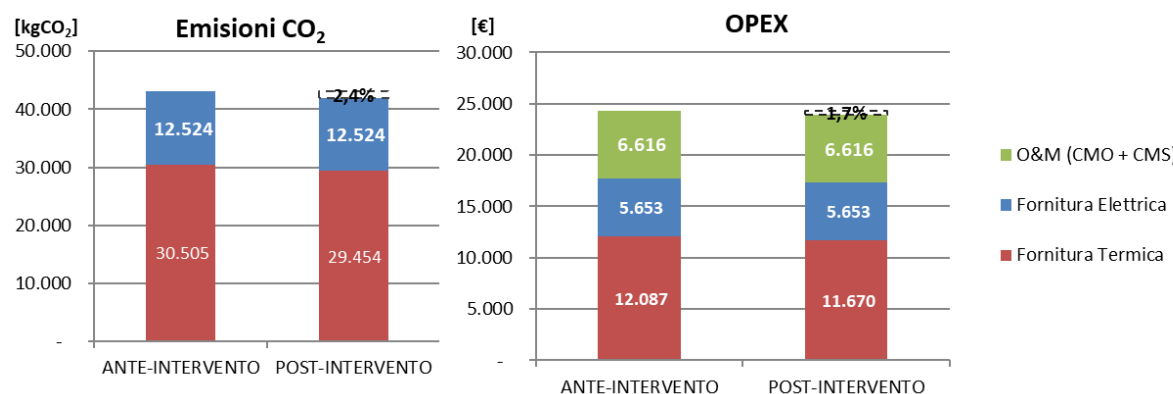
Tabella 8.5 – Risultati analisi EEM5 – Termoregolazione

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
EM5 Efficienza sottosistema di regolazione	[%]	5,7	2	64,9%
Q _{teorico}	[kWh]	156.890	151.486	3,4%
EE _{teorico}	[kWh]	27.631	27.631	0,0%
Q _{baseline}	[kWh]	151.013	145.811	3,4%
EE _{Baseline}	[kWh]	26.817	26.817	0,0%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	30.505	29.454	3,4%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	12.524	12.524	0,0%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	43.028	41.978	2,4%
Fornitura Termica, C _Q	[€]	12.087	11.670	3,4%
Fornitura Elettrica, C _{EE}	[€]	5.653	5.653	0,0%
Fornitura Energia, C_E	[€]	17.739	17.323	2,3%
C _{MO}	[€]	5.227	5.227	0,0%
C _{MS}	[€]	1.389	1.389	0,0%
O&M (C _{MO} + C _{MS})	[€]	6.616	6.616	0,0%
OPEX	[€]	24.356	23.939	1,7%
Classe energetica	[-]	E	E	+2 classi

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

I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,080 [€/kWh] per il vettore termico gas naturale e 0,211 [€/kWh] per il vettore elettrico – elettricità IVA inclusa.

Figura 8.10 – EEM5: Riduzione dei costi operativi e delle emissioni di CO₂ a partire dalla baseline



EEM7: Efficientamento generatore di calore

Generalità

Il miglioramento delle prestazioni energetiche del sottosistema di generazione si può ottenere mediante la sostituzione del generatore attuale, ormai obsoleto, con un generatore più efficiente. Si propone, pertanto, la rimozione dell'attuale caldaia e l'installazione di una caldaia a gas metano a condensazione con elevata efficienza. Nella fase degli scenari tale intervento viene applicato già con misure “to be Lean”. In particolar modo le strategie in “to be Clean” così create sono impostate in previsione degli scenari a 15 e 25 anni perché includono nella fase “to be Lean” opportunità d'intervento differenti in funzione dei loro tempi di ritorno. Si è ipotizzata una riduzione del 50% dei costi di manutenzioni dovuti alla ridotta necessità di ricorrere alla sostituzione delle componenti su un nuovo generatore ipotizzando anche di usufruire, per i primi anni, della garanzia sul prodotto.

Caratteristiche funzionali e tecniche

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

La caldaia a gas installata ha una potenza nominale al focolare di 460 kW che risultano sovradimensionati data la volumetria dello stabile ed in base alla diagnosi energetica prodotta. In questa fase viene sostituita con una di pari potenza rimandando negli scenari a 15 e 25 anni l'installazione di un generatore con potenza inferiore, tenendo in considerazione la potenza complessiva dei terminali di emissione e il fattore di ripresa dell'edificio.

Descrizione dei lavori

Figura 8.11 - Particolare del generatore di calore attuale

L'intervento proposto prevede le seguenti operazioni:

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



Prestazioni raggiungibili

I miglioramenti ottenibili tramite l'attuazione della EEM7 sono riportati nella Tabella 8.6 e Figura 8.12.

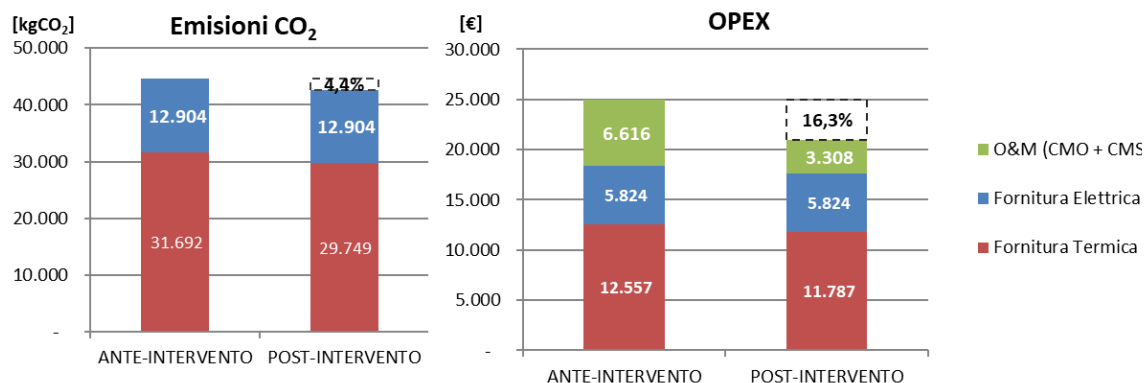
Tabella 8.6 – Risultati analisi EEM7 – Sostituzione generatore di calore

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
EM3 Efficienza sottosistema di generazione	[%]			
$Q_{teorico}$	[kWh]	156.890	147.271	6,1%
$EE_{teorico}$	[kWh]	27.631	27.631	0,0%
$Q_{baseline}$	[kWh]	156.890	147.271	6,1%
$EE_{baseline}$	[kWh]	27.631	27.631	0,0%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	31.692	29.749	6,1%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	12.904	12.904	0,0%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	44.595	42.652	4,4%
Fornitura Termica, C_Q	[€]	12.557	11.787	6,1%
Fornitura Elettrica, C_{EE}	[€]	5.824	5.824	0,0%
Fornitura Energia, C_E	[€]	18.381	17.611	4,2%
C_{MO}	[€]	5.227	2.613	50,0%
C_{MS}	[€]	1.389	695	50,0%
O&M ($C_{MO} + C_{MS}$)	[€]	6.616	3.308	50,0%
OPEX	[€]	24.998	20.920	16,3%
Classe energetica	[-]	A1	A1	+0 class

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

I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,084 [€/kWh] per il vettore termico gas naturale e 0,211 [€/kWh] per il vettore elettrico – elettricità IVA inclusa

Figura 8.12 – EEM7: Riduzione dei costi operativi e delle emissioni di CO₂ a partire dalla baseline



8.1.3 Impianto produzione acqua calda sanitaria

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

8.1.4 Impianto di illuminazione ed impianto elettrico

EEM6: Efficientamento impianto di illuminazione mediante trasformazione a LED

Generalità

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

Caratteristiche funzionali e tecniche

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

Le nuove lampade a LED, di potenza di 22 W garantiscono prestazioni ed efficienza più elevate, oltre che una migliore qualità del livello di illuminamento.

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

Descrizione dei lavori

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

Figura 8.13 - Particolare di una lampada fluorescente attualmente installata



Prestazioni raggiungibili

I miglioramenti ottenibili tramite l’attuazione della EEM6 sono riportati nella Tabella 8.7 e nella Figura 8.14.

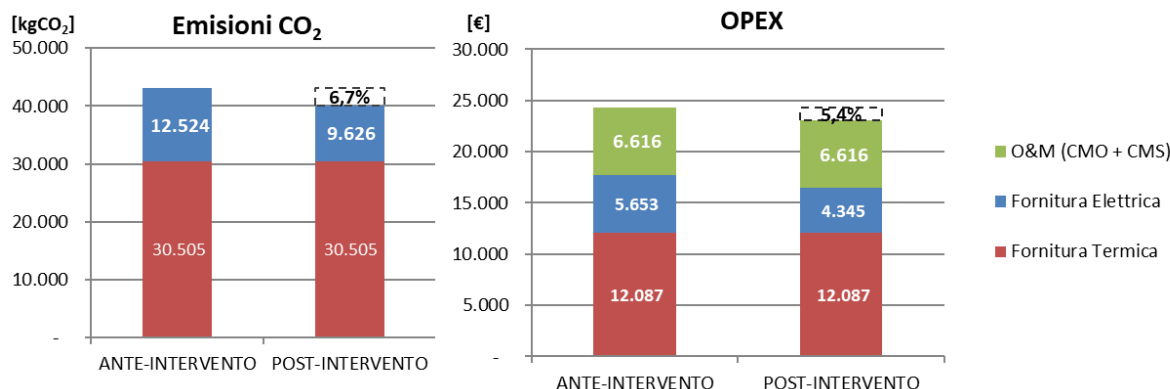
Tabella 8.7 – Risultati analisi EEM6 – Installazione Impianto Illuminazione LED

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
EM1 [Parametro caratteristico dell'intervento]	[W/m²K]	5,7	2	64,9%
Q _{teorico}	[kWh]	156.890	156.890	0,0%
EE _{teorico}	[kWh]	27.631	21.237	23,1%
Q _{baseline}	[kWh]	151.013	151.013	0,0%
EE _{baseline}	[kWh]	26.817	20.612	23,1%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	30.505	30.505	0,0%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	12.524	9.626	23,1%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	43.028	40.130	6,7%
Fornitura Termica, C _Q	[€]	12.087	12.087	0,0%
Fornitura Elettrica, C _{EE}	[€]	5.653	4.345	23,1%
Fornitura Energia, C_E	[€]	17.739	16.431	7,4%
C _{MO}	[€]	5.227	5.227	0,0%
C _{MS}	[€]	1.389	1.389	0,0%
O&M (C _{MO} + C _{MS})	[€]	6.616	6.616	0,0%
OPEX	[€]	24.356	23.048	5,4%
Classe energetica	[-]	E	F	+2 classi

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

I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,080 [€/kWh] per il vettore termico gas naturale e 0,211 [€/kWh] per il vettore elettrico – elettricità IVA inclusa.

Figura 8.14 – EEM2: Riduzione dei costi operativi e delle emissioni di CO2 a partire dalla baseline



8.1.5 Impianto di generazione da fonti rinnovabili

EEM8: Utilizzo di generazione da fonti rinnovabili – installazione di un impianto fotovoltaico

Generalità

La misura prevede l'installazione di moduli fotovoltaici sulla copertura dell'edificio. Si è tenuto conto dell'esposizione e dell'effettiva superficie utile disponibile al netto delle ombre dei corpi (alberi o strutture murali) disposti in prossimità.

Tale intervento è stato ipotizzato per lo scenario a 25 anni proposto nell'intervento della sostituzione del generatore.

Figura 8.15 – Esempio di un modulo fotovoltaico



Caratteristiche funzionali e tecniche

Il dimensionamento e l'installazione dell'impianto fotovoltaico consente di coprire i consumi elettrici dell'edificio. Come si è visto l'assorbimento maggiore è nelle ore diurne, momento in cui è possibile ottenere anche la massima produzione (unica variabile sarebbe poi l'aspetto climatico). La potenza disponibile è stata ipotizzata secondo alcune caratteristiche al contorno quali l'orientamento, l'inclinazione dei pannelli e le superfici disponibili. La massima potenza nominale si ottiene con un'esposizione diretta del pannello al Sole, con un irraggiamento nominale di 1000 Watt/metro quadro, 25°C di temperatura, posizione perpendicolare ai raggi del sole, e assenza di ombreggiamenti. Nella realtà i pannelli producono energia anche in condizioni di luce indiretta e con irraggiamento inferiore, ma in misura molto minore.

Nell'edificio in questione si è ipotizzato di installare un impianto fotovoltaico di 16 kWp.

Descrizione dei lavori

La posa comprende un modulo fotovoltaico a struttura rigida in silicio monocristallino/policristallino comprensivo dei sostegni alla struttura del tetto. Ad esso sono associati un inverter bidirezionale, filtri e controllore di isolamento ed un quadro di controllo.

Prestazioni raggiungibili

I miglioramenti ottenibili tramite l'attuazione della EEM8 sono riportati nella Tabella 8.8 e nella Figura 8.2.

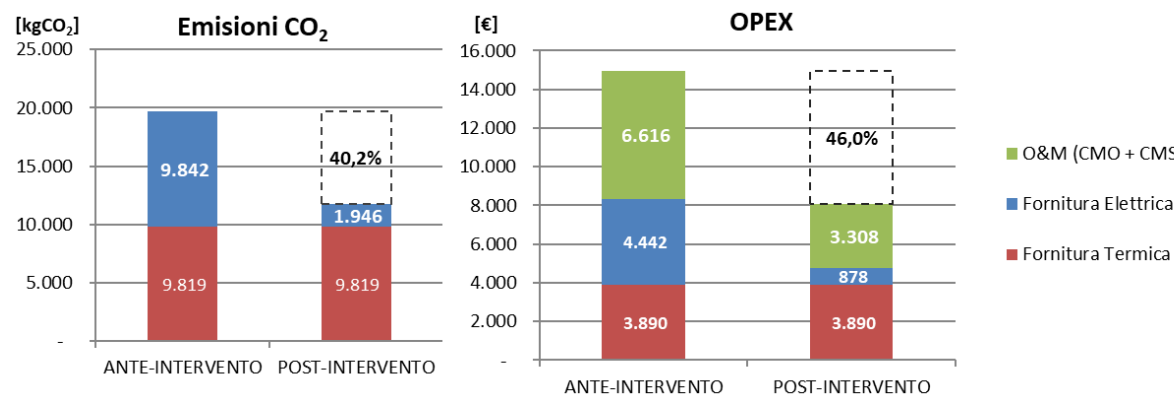
Tabella 8.8 – Risultati analisi EEM8 – Installazione impianto fotovoltaico 16 kWp

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
EM6 Riduzione consumo energia elettrica	[kWh]	21.075	4.167	80,2%
Q _{teorico}	[kWh]	48.607	48.607	0,0%
EE _{teorico}	[kWh]	21.075	4.167	80,2%
Q _{baseline}	[kWh]	48.607	48.607	0,0%
EE _{Baseline}	[kWh]	21.075	4.167	80,2%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	9.819	9.819	0,0%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	9.842	1.946	80,2%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	19.661	11.765	40,2%
Fornitura Termica, C _Q	[€]	3.890	3.890	0,0%
Fornitura Elettrica, C _{EE}	[€]	4.442	878	80,2%
Fornitura Energia, C_E	[€]	8.333	4.769	42,8%
C _{MO}	[€]	5.227	2.613	50,0%
C _{MS}	[€]	1.389	695	50,0%
O&M (C _{MO} + C _{MS})	[€]	6.616	3.308	50,0%
OPEX	[€]	14.949	8.077	46,0%
Classe energetica	[-]	A1	A3	+2 classi

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

I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,08 [€/kWh] per il vettore termico gas naturale e 0,211 [€/kWh] per il vettore elettrico – elettricità IVA inclusa.

Figura 8.16 – EEM8: Riduzione dei costi operativi e delle emissioni di CO₂ a partire dalla baseline



9 VALUTAZIONE ECONOMICO-FINANZIARIA

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

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

9.1 ANALISI DEI COSTI DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI CONSIDERATI FATTIBILI

EEM1: isolamento a cappotto in EPS grigio con graffite sp. 12 cm

Nella **Errore. L'autoriferimento non è valido per un segnalibro.** è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 1, che consiste nella coibentazione delle pareti esterne dell'edificio mediante la posa del cappotto termico in polistirene EPS grigio con grafite (sp=12cm).

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

La tabella 5 delle regole applicative del D.M. 16 febbraio 2016 prevedono che gli incentivi per tale intervento siano il 40% della spesa ammissibile con un costo massimo ammissibile di 100 €/m² e di un valore massimo dell'incentivo non superiore ai 400.000 €. Nel caso in cui vengano previsti oltre all'isolamento termico delle superfici opache almeno un intervento a scelta tra le tipologie 1.C, 2A, 2.B, 2.C, 2.E, la percentuale incentivata della spesa ammissibile è pari al 55%. Nella tabella 9.1 sono riportati i risultati della quantificazione dell'incentivo al 40%

Tabella 9.1 – Analisi dei costi della EEM1

DESCRIZIONE	FORTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO SCONTATO DEL 10% [€/n° o €/m ²]	TOTALE (IVA ESCLUSA) [€]	IVA [€]	TOTALE (IVA INCLUSA) [€]
Pannello in polietilene espanso sintetizzato (EPS), esenti da CFC o HCFC densità compresa tra mc euroclasse di resistenza al fuoco, marchiatura CE lambda pari a 0,033 W/mK, per isolamento termico di pareti e solai	Prezzario Regione Liguria	12304,356	m2cm	€ 0,64	€ 7.830,04	22%	€ 9.552,65
Solo posa si isolamento termico-acustico su superfici verticali eseguito con pannelli isolanti..... Compreso il fissaggio con chiodi di materiale plastico e la sigilatura dei giunti ..	Prezzario Regione Liguria	1025,363	m2	€ 9,84	€ 10.085,84	22%	€ 12.304,73
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	1025,36	kg	€ 0,75	€ 764,36	22%	€ 932,52
Collante cementizio per murature in cemento cellulare espanso.	Prezzario Regione Liguria	512,68	kg	€ 0,45	€ 228,38	22%	€ 278,62
Ponteggiature "di facciata", in elementi metallici prefabbricati e/o "giunto-tubo", compreso il montaggio e lo smontaggio finale, i piani di lavoro, idonea segnaletica, impianto di messa a terra, compresi gli eventuali oneri di progettazione, escluso: mantovane, illuminazione notturna e reti di protezione - Montaggio, smontaggio e noleggio per il primo mese di utilizzo.	Prezzario Regione Liguria	1025,363	m2	€ 12,98	€ 13.311,08	22%	€ 16.239,51
Scrostamento intonaco fino al vivo della muratura, esterno, su	Prezzario Regione Liguria	1025,363	m2	€ 6,60	€ 6.767,40	22%	€ 8.256,22

muratura di mattoni o calcestruzzo							
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	1025,363	m2	€ 4,37	€ 4.483,63	22%	€ 5.470,03
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	1025,363	m2	€ 21,63	€ 22.175,81	22%	€ 27.054,48
Costi per la sicurezza	-	3%	%		€ 1.969,40	22%	€ 2.402,66
Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%		€ 4.595,26	22%	€ 5.606,21
TOTALE (I₀ – EEM1)					€ 72.211	22%	€ 88.098
Incentivi	[Conto termico]						€ 35.239,06
Durata incentivi							5
Incentivo annuo							€ 7.047,81

EEM2: Sostituzione Infissi con altri aventi $U=1,66W/m^2K$

Nella EEM1: isolamento a cappotto in EPS grigio con graffite sp. 12 cm

Nella **Errore**. L'autoverificamento non è valido per un segnalibro. è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 1, che consiste nella coibentazione delle pareti esterne dell'edificio mediante la posa del cappotto termico in polistirene EPS grigio con grafite (sp=12cm).

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

La tabella 5 delle regole applicative del D.M. 16 febbraio 2016 prevedono che gli incentivi per tale intervento siano il 40% della spesa ammissibile con un costo massimo ammissibile di 100 €/m² e di un valore massimo dell'incentivo non superiore ai 400.000 €. Nel caso in cui vengano previsti oltre all'isolamento termico delle superfici opache almeno un intervento a scelta tra le tipologie 1.C, 2A, 2.B, 2.C, 2.E, la percentuale incentivata della spesa ammissibile è pari al 55%. Nella tabella 9.1 sono riportati i risultati della quantificazione dell'incentivo al 40%

Tabella 9.1 è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 2, che consiste nella sostituzione dei serramenti esistenti con altri aventi $U_w=1,66 W/(m^2K)$.

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

La tabella 7 delle regole applicative del D.M. 16 febbraio 2016 prevedono che gli incentivi per tale intervento siano il 40% della spesa ammissibile con un costo massimo ammissibile di 450 €/m² e di un valore massimo dell'incentivo non superiore ai 100.000 €. Tali incentivi sono erogabili solo nel caso in cui vengano installati, congiuntamente ai serramenti, sistemi di termoregolazione. Nel caso in cui vengano previsti oltre all'isolamento termico delle superfici opache almeno un intervento a scelta tra le tipologie 1.C, 2A, 2.B, 2.C, 2.E, la percentuale incentivata della spesa ammissibile è pari al 55%. Nella tabella 9.2 sono riportati i risultati della quantificazione senza l'incentivo, esso sarà poi calcolato solamente nelle misure di efficienza congiunte degli scenari a medio/lungo termine, che prevederanno il 40% oppure il 55%.

Tabella 9.2– Analisi dei costi della EEM2

DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO SCONTATO DEL 10%	TOTALE (IVA ESCLUSA)	IVA	TOTALE (IVA INCLUSA)
				[€/n° o €/m ²]	[€]	[€]	[€]
Rimozione senza recupero di serramenti in legno o metallo compresa rimozione telaio a murare per misurazioni minima 2 mq	Prezziario Regione Liguria	335,85	m2	€ 27,37	€ 9.193,13	22%	€ 11.215,62
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	335,85	m2	€ 299,00	€ 100.419,15	22%	€ 122.511,36
solo posa in opera di finestra o portafinestra in alluminio, pvc, legno acciaio esclusa la fornitura e posa di controtelaio in acciaio	Prezziario Regione Liguria	335,85	m2	€ 44,12	€ 14.817,09	22%	€ 18.076,85
Controtelaio per finestre, portefinestre e simili, in legno.	Prezziario Regione Liguria	73,30484295	m	€ 6,90	€ 505,80	22%	€ 617,08
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	50,3775	m3	€ 10,70	€ 539,04	22%	€ 657,63
Costi per la sicurezza	-	3%	%		€ 3.764,23	22%	€ 4.592,36
Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%		€ 8.783,20	22%	€ 10.715,50
TOTALE (I₀ – EEM2)					€ 138.022	22%	€ 168.386
Incentivi	[Conto termico]						
Durata incentivi							
Incentivo annuo							

EEM3: Coibentazione estradosso solaio su sottotetto non riscaldato

Nella Tabella 9.3 è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 3, che consiste nella coibentazione dell'estradosso del solaio disperdente su sottotetto non riscaldato attraverso la posa di pannelli in lana di roccia sp. 16 cm

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

La tabella 5 delle regole applicative del D.M. 16 febbraio 2016 prevedono che gli incentivi per tale intervento siano il 40% della spesa ammissibile con un costo massimo ammissibile di 100 €/m² e di un valore massimo dell'incentivo non superiore ai 400.000 €. Nel caso in cui vengano previsti oltre all'isolamento termico delle superfici opache almeno un intervento a scelta tra le tipologie 1.C, 2A, 2.B, 2.C, 2.E, la percentuale incentivata della spesa ammissibile è pari al 55%. Nella tabella 9.3 sono riportati i risultati della quantificazione dell'incentivo al 40%

Tabella 9.3– Analisi dei costi della EEM3

DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO SCONTATO DEL 10%	TOTALE (IVA ESCLUSA)	IVA	TOTALE (IVA INCLUSA)
				[€/n° o €/m ²]	[€]	[€]	[€]
Pannelli rigidi di lana di roccia della densità di 100 kg/m ³ e lambda pari a 0,037 W/mK, per l'isolamento termoacustico di pareti e solai trattata con resine termoindurenti, euroclasse A1 spessore 7-9-12-14-16 cm per ogni cm	Prezziario Regione Liguria	9755,04	m2	€ 1,35	€ 13.213,65	22%	€ 16.120,65
solo posa di isolamento termoacustico su superfici orizzontali	Prezziario Regione Liguria	609,69	m2	€ 4,34	€ 2.643,84	22%	€ 3.225,48

eseguito in rotoli di materiale isolante di qualsiasi spessore posti in opera mediante fissaggio con chiodi di materiale plastico con giunti convenientemente fissati accostati e nastrati con nastro adesivo plastificato

Costi per la sicurezza	-	3%	%	€ 475,72	22%	€ 580,38
Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%	€ 1.110,02	22%	€ 1.354,23
TOTALE (I₀ – EEM3)				€ 17.443	22%	€ 21.281
Incentivi	[Conto termico]					€ 8.512,30
Durata incentivi						5
Incentivo annuo						€ 1.702,46

EEM4: insufflaggio intercapedine pareti esterne con fiocchi di cellulosa

Nella EEM1: **isolamento a cappotto in EPS grigio con graffite sp. 12 cm**

Nella **Errore**. L'atoriferimento non è valido per un segnalibro. è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 1, che consiste nella coibentazione delle pareti esterne dell'edificio mediante la posa del cappotto termico in polistirene EPS grigio con grafite (sp=12cm).

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

La tabella 5 delle regole applicative del D.M. 16 febbraio 2016 prevedono che gli incentivi per tale intervento siano il 40% della spesa ammissibile con un costo massimo ammissibile di 100 €/m² e di un valore massimo dell'incentivo non superiore ai 400.000 €. Nel caso in cui vengano previsti oltre all'isolamento termico delle superfici opache almeno un intervento a scelta tra le tipologie 1.C, 2A, 2.B, 2.C, 2.E, la percentuale incentivata della spesa ammissibile è pari al 55%. Nella tabella 9.1 sono riportati i risultati della quantificazione dell'incentivo al 40%

Tabella 9.1 è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 4, che consiste nella coibentazione delle pareti esterne dell'edificio mediante l'insufflaggio di fiocchi di cellulosa

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

La tabella 5 delle regole applicative del D.M. 16 febbraio 2016 prevedono che gli incentivi per tale intervento siano il 40% della spesa ammissibile con un costo massimo ammissibile di 100 €/m² e di un valore massimo dell'incentivo non superiore ai 400.000 €. Nel caso in cui vengano previsti oltre all'isolamento termico delle superfici opache almeno un intervento a scelta tra le tipologie 1.C, 2A, 2.B, 2.C, 2.E, la percentuale incentivata della spesa ammissibile è pari al 55%. Nella tabella 9.4 sono riportati i risultati della quantificazione dell'incentivo al 40%

Tabella 9.4– Analisi dei costi della EEM4

DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO SCONTATO DEL 10%	TOTALE (IVA ESCLUSA)	IVA	TOTALE (IVA INCLUSA)
				[€/n° o €/m ²]	[€]	[€]	[€]
Fibra di cellulosa in fiocchi prodotta da pura carta di giornale, con procedimento asciutto, sciolta per iniezione; resistente al fuoco (classe 1), esente da sostanze tossiche e nocive. Lambda = 0,040 W/mK. Per pareti, densità 55 - 65 Kg/m ³	Prezziario Regione Piemonte	129,6778	m3	€ 91,30	€ 11.839,58	22%	€ 14.444,29
Insufflaggio di materiale isolante sfuso all'interno di intercapedini murarie mediante appositi ugelli. Compreso il carico, lo scarico, il trasporto, il deposito a qualsiasi	Prezziario Regione Piemonte	129,6778	m3	€ 40,80	€ 5.290,85	22%	€ 6.454,84

piano del fabbricato, il nolo del macchinario per l'insufflaggio, la formazione dei fori necessari per la messa in opera ed esclusa la chiusura. Escluso il montaggio di eventuali ponteggi. Da misurarsi in opera con la sola deduzione dei vuoti superiori a 2,00 m², compresi gli sfridi e ogni onere necessario per dare l'opera finita a perfetta regola d'arte. Densità minima di 50 kg/m³. (esclusa la fornitura del materiale isolante). In fibra

Costi per la sicurezza	-	3%	%	€ 513,91	22%	€ 626,97
Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%	€ 1.199,13	22%	€ 1.462,94
TOTALE (I₀ – EEM4)				€ 18.843	22%	€ 22.989
Incentivi	[Conto termico]					€ 9.195,62
Durata incentivi						5
Incentivo annuo						€ 1.839,12

EEM5: installazione di sistemi di termoregolazione

Nella EEM1: isolamento a cappotto in EPS grigio con graffite sp. 12 cm

Nella **Errore**. L'autoriferimento non è valido per un segnalibro. è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 1, che consiste nella coibentazione delle pareti esterne dell'edificio mediante la posa del cappotto termico in polistirene EPS grigio con grafite (sp=12cm).

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

La tabella 5 delle regole applicative del D.M. 16 febbraio 2016 prevedono che gli incentivi per tale intervento siano il 40% della spesa ammissibile con un costo massimo ammissibile di 100 €/m² e di un valore massimo dell'incentivo non superiore ai 400.000 €. Nel caso in cui vengano previsti oltre all'isolamento termico delle superfici opache almeno un intervento a scelta tra le tipologie 1.C, 2A, 2.B, 2.C, 2.E, la percentuale incentivata della spesa ammissibile è pari al 55%. Nella tabella 9.1 sono riportati i risultati della quantificazione dell'incentivo al 40%

Tabella 9.1 è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 5, , si ipotizza di realizzare installare un sistema di termoregolazione all'interno e per tutto l'edificio.

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

Tabella 9.5– Analisi dei costi della EEM5: installazione di sistemi di termoregolazione

DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO SCONTATO DEL 10%	TOTALE (IVA ESCLUSA)	IVA	TOTALE (IVA INCLUSA)
				[€/n° o €/m ²]	[€]	[€]	[€]
Valvole micrometriche a squadra complete di testa termostatica con elemento sensibile a gas: Ø 20 mm	Prezzario Regione Liguria	79	cad	€ 37,61	€ 2.971,12	22%	€ 3.624,76
Detentori in bronzo per tubi del diametro di: 20 mm a squadra	Prezzario Regione Liguria	79	cad	€ 9,20	€ 726,80	22%	€ 886,70
Impianti Elettrici Idraulici Riscaldamento Installatore 4° cat. ex operaio specializzato	Prezzario Regione Liguria	53	h	€ 28,98	€ 1.526,38	22%	€ 1.862,18
Costi per la sicurezza	-	3%	%		€ 156,73	22%	€ 191,21
Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%		€ 365,70	22%	€ 446,15
TOTALE (I₀ – EEM5)					€ 5.747	22%	€ 7.011

Incentivi	[Conto termico]	0
Durata incentivi		0
Incentivo annuo		0

EEM6: Installazione di sistemi di illuminazione a LED

Nella EEM1: **isolamento a cappotto in EPS grigio con graffite sp. 12 cm**

Nella **Errore. L'autoriferimento non è valido per un segnalibro.** è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 1, che consiste nella coibentazione delle pareti esterne dell'edificio mediante la posa del cappotto termico in polistirene EPS grigio con grafite (sp=12cm).

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

La tabella 5 delle regole applicative del D.M. 16 febbraio 2016 prevedono che gli incentivi per tale intervento siano il 40% della spesa ammissibile con un costo massimo ammissibile di 100 €/m² e di un valore massimo dell'incentivo non superiore ai 400.000 €. Nel caso in cui vengano previsti oltre all'isolamento termico delle superfici opache almeno un intervento a scelta tra le tipologie 1.C, 2A, 2.B, 2.C, 2.E, la percentuale incentivata della spesa ammissibile è pari al 55%. Nella tabella 9.1 sono riportati i risultati della quantificazione dell'incentivo al 40%

Tabella 9.1 è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 6, si ipotizza di sostituire i corpi illuminanti (lampade e plafoniere) di tutti gli elementi dell'edificio.

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

La tabella 5 delle regole applicative del D.M. 16 febbraio 2016 prevedono che gli incentivi per tale intervento siano il 40% della spesa ammissibile con un costo massimo ammissibile di 35 €/m² e di un valore massimo dell'incentivo non superiore ai 70.000 €. Nella **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**6 sono riportati i risultati della quantificazione dell'incentivo al 40%.

Tabella 9.6 – Analisi dei costi della EEM6: installazione di sistemi di illuminazione a LED

DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO SCONTATO DEL 10%	TOTALE (IVA ESCLUSA)	IVA	TOTALE (IVA INCLUSA)
				[€/n° o €/m ²]	[€]		[€]
Rimozione e smaltimento di corpo illuminante	Milano	246	cad	€ 5,21	€ 1.281,44	22%	€ 1.563,35
Plafoniera a tenuta stagna per installazione diretta a parete o a soffitto - monolampada led 4000K 2800 lm potenza 13 W - lunghezza 690 mm	Milano	2	cad	€ 89,96	€ 179,93	22%	€ 219,51
Lampade lineari a LED non dimmerabili 9 - 10W con durata >= 40000 h	Prezzario Regione Piemonte	2	cad	€ 26,10	€ 52,20	22%	€ 63,68
Plafoniera a tenuta stagna per installazione diretta a parete o a soffitto - monolampada led 4000K 2800 lm potenza 22 W - lunghezza 1300 mm	Milano	244	cad	€ 111,92	€ 27.308,04	22%	€ 33.315,80
Lampade lineari a LED non dimmerabili 19-20W con durata >= 40000 h	Prezzario Regione Piemonte	244	cad	€ 39,12	€ 9.544,84	22%	€ 11.644,70
Costi per la sicurezza	-	3%	%		€ 1.150,99	22%	€ 1.404,21
Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%		€ 2.685,65	22%	€ 3.276,49
TOTALE (I₀ – EEM6)					€ 42.203	22%	€ 51.488
Incentivi	[Conto termico]						€ 20.595,10
Durata incentivi							5
Incentivo annuo							€ 4.119,02

EEM7: Installazione di un nuovo generatore di calore

Nella EEM1: isolamento a cappotto in EPS grigio con graffite sp. 12 cm

Nella **Errore**. L'autoriferimento non è valido per un segnalibro. è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 1, che consiste nella coibentazione delle pareti esterne dell'edificio mediante la posa del cappotto termico in polistirene EPS grigio con graffite (sp=12cm).

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

La tabella 5 delle regole applicative del D.M. 16 febbraio 2016 prevedono che gli incentivi per tale intervento siano il 40% della spesa ammissibile con un costo massimo ammissibile di 100 €/m² e di un valore massimo dell'incentivo non superiore ai 400.000 €. Nel caso in cui vengano previsti oltre all'isolamento termico delle superfici opache almeno un intervento a scelta tra le tipologie 1.C, 2A, 2.B, 2.C, 2.E, la percentuale incentivata della spesa ammissibile è pari al 55%. Nella tabella 9.1 sono riportati i risultati della quantificazione dell'incentivo al 40%

Tabella 9.1 è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 7, si ipotizza di realizzare una sostituzione del generatore esistente e tradizionale con una caldaia a condensazione più efficiente.

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

La tabella 8 delle regole applicative del D.M. 16 febbraio 2016 prevedono che gli incentivi per tale intervento siano il 40% della spesa ammissibile con un costo massimo ammissibile di 130 €/kWt e di un valore massimo dell'incentivo non superiore ai 40.000 €. Nel caso in cui vengano previsti oltre all'isolamento termico delle superfici opache di tipologia 1.A la percentuale incentivata della spesa ammissibile è pari al 55%. Nella tabella 9.6 sono riportati i risultati della quantificazione dell'incentivo al 40%.

Tabella 9.7 – Analisi dei costi della EEM7: installazione di nuovo generatore di calore

DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO SCONTATO DEL 10% [€/n° o €/m ²]	TOTALE (IVA ESCLUSA) [€]	IVA [€]	TOTALE (IVA INCLUSA) [€]
Caldaie a condensazione a basamento, corpo in lega di alluminio-silicio-magnesio con scambiatore primario a basso contenuto d'acqua, classe 5 NOx, rendimento energetico a 4 stelle in base alle direttive europee, bruciatore modulante con testata metallica ad irraggiamento, compreso il pannello di comando montato sul mantello di rivestimento, della potenza termica nominale di: 200 Kw circa	Prezzario Regione Liguria	1	cad	2594,36364	€ 2.594,36	22%	€ 3.165,12
Sistema fumario prefabbricato a sezione circolare, con giunti maschio-femmina con profilo conico a elementi modulari a doppia parete acciaio inox (parete interna AISI316L e parete esterna AISI304), coibentazione 25mm in lana di roccia pressata, senza guarnizioni di tenuta Coppa di scarico condensa Ø 250 mm	Prezzario Regione Liguria	1	cad	€ 21.965,00	€ 21.965,00	22%	€ 26.797,30
Sola posa in opera di bruciatore per caldaie, compresi la lavorazione della piastra di collegamento alla caldaia, la sola posa della rampa gas e del dispositivo di controllo tenuta valvola, i collegamenti elettrici, i	Prezzario Regione Liguria	1	cad	€ 211,60	€ 211,60	22%	€ 258,15

collegamenti alla tubazione del combustibile a metano o gasolio: per generatori di calore da 101 Kw a 350 Kw										
Accessori per caldaie a condensazione: Tubi Ø 80mm della lunghezza 1 m	Prezzario Regione Liguria	8	cad	€	419,17	€	419,17	22%	€	511,39
Accessori per caldaie a condensazione: Kit scarichi separati per tubi Ø 80mm	Prezzario Regione Liguria	1	cad	€	19,21	€	153,67	22%	€	187,48
Sola posa in opera di accessori per impianti di termoregolazione compresi collegamenti elettrici: sonde in genere	Prezzario Regione Liguria	1	cad	€	25,87	€	25,87	22%	€	31,56
Sola posa in opera di accessori per impianti di termoregolazione compresi collegamenti elettrici: interruttore orologio da inserire in quadro elettrico	Prezzario Regione Liguria	1	cad	€	109,64	€	109,64	22%	€	133,76
Interruttore orario digitale modulare per la programmazione settimanale a due canali	Prezzario Regione Liguria	1	cad	€	27,01	€	27,01	22%	€	32,95
Sonde di temperatura e umidità: sola temperatura, per impianti civili e industriali per esterno	Prezzario Regione Liguria	1	cad	€	133,40	€	133,40	22%	€	162,75
Opere edili Operaio Qualificato	Prezzario Regione Liguria	7	h	€	69,52	€	69,52	22%	€	84,81
Impianti Elettrici Idraulici Riscaldamento Installatore 4° cat. ex operaio specializzato	Prezzario Regione Liguria	20	h	€	31,28	€	218,97	22%	€	267,15
Trasporto a discarica o a centro di riciclaggio di materiali di risulta provenienti da scavi e/o demolizioni, misurato su autocarro in partenza, esclusi gli eventuali oneri di discarica o smaltimento, eseguito con piccolo mezzo di trasporto con capacità di carico fino a 3 t. per ogni chilometro del tratto oltre i primi 5 km e fino al decimo km.	Prezzario Regione Liguria	50	m³km	€	28,98	€	579,64	22%	€	707,16
Costi per la sicurezza	-	3%	%	€	4,29	€	214,55	22%	€	261,75
Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%			€	801,67	22%	€	978,04
TOTALE (I₀ – EEM7)						€	1.870,57	22%	€	2.282,09
Incentivi	[Conto termico]					€	29.395	22%	€	35.861
Durata incentivi										€ 14.344,58
Incentivo annuo										5

EEM8: Installazione impianto fotovoltaico

Nella EEM1: **isolamento a cappotto in EPS grigio con graffite sp. 12 cm**

Nella **Errore**. L'autoriferimento non è valido per un segnalibro. è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 1, che consiste nella coibentazione delle pareti esterne dell'edificio mediante la posa del cappotto termico in polistirene EPS grigio con grafite (sp=12cm).

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

La tabella 5 delle regole applicative del D.M. 16 febbraio 2016 prevedono che gli incentivi per tale intervento siano il 40% della spesa ammissibile con un costo massimo ammissibile di 100 €/m² e di un valore massimo dell'incentivo non superiore ai 400.000 €. Nel caso in cui vengano previsti oltre all'isolamento termico delle superfici opache almeno un intervento a scelta tra le tipologie 1.C, 2A, 2.B, 2.C, 2.E, la percentuale incentivata della spesa ammissibile è pari al 55%. Nella tabella 9.1 sono riportati i risultati della quantificazione dell'incentivo al 40%

Tabella 9.1 è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 8, si ipotizza di installare impianto da fonti rinnovabili quale un sistema fotovoltaico.

La realizzazione di tale intervento non consente l'ottenimento degli incentivi dal conto termico 2.0. Per questo il costo potrà essere ammortizzato solamente dal risparmio energetico ottenibile o per altre procedure finanziarie da definire in un secondo momento con la stazione appaltante.

Tabella 9.8 – Analisi dei costi della EEM8: installazione impianto fotovoltaico

DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO SCONTATO DEL 10% [€/n° o €/m ²]	TOTALE (IVA ESCLUSA) [€]	IVA [€]	TOTALE (IVA INCLUSA) [€]
Fornitura e posa di impianto fotovoltaico costituito da:							
1. Modulo fotovoltaico a struttura rigida in silicio monocristallino/policristallino (compreso: sostegno e struttura per qualsiasi tipo di tetto in materiale anticorrosivo inossidabile; cablaggi, condutture, connettori e scatole IP 65, diodi di bypass, involucri in classe II con struttura sandwich e telaio anodizzato).							
2. Inverter bidirezionale, filtri e controllore di isolamento.							
3. Quadro di parallelo inverter.							
4. Oneri relativi a tutte le pratiche documentali e fiscali necessarie.							
5. Dichiarazioni di conformità, garanzie, manuale.							
Sono comprese nel prezzo le assistenze murarie							
Con potenza complessiva per singolo impianto: da 7 a 20 kWp							
	Prezzario Regione Lombardia	16	kWp	€ 2.466,80	€ 39.468,80	22%	€ 48.151,94
Costi per la sicurezza	-	3%	%		€ 1.184,06	22%	€ 1.444,56
Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%		€ 2.762,82	22%	€ 3.370,64
TOTALE (I₀ – EEM8)					€ 43.416	22%	€ 52.967
Incentivi	[Conto termico]						0
Durata incentivi							0
Incentivo annuo							0

9.2 ANALISI DI CONVENIENZA DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI CONSIDERATI FATTIBILI

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

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

Gli indicatori economici d'investimento utilizzati sono:

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

Essi sono così definiti:

- 1) Tempo di ritorno semplice (TRS):

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

Dove:

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

2) Tempo di ritorno attualizzato (TRA):

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

Dove:

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

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

Dove:

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

3) Valore Attuale Netto (VAN) del progetto:

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

Dove:

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

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

5) Indice di Profitto (IP):

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

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

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

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

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

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

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

EEM1: Isolamento a cappotto in EPS grigio con graffite sp. 12 cm

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

Tabella 9.9 – Risultati dell'analisi di convenienza della EEM1– isolamento a cappotto in EPS grigio con graffite sp. 12 cm.

PARAMETRO FINANZIARIO	U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	I_0	€ 88.098
Oneri Finanziari % I_0	OF	3,0%
Aliquota IVA	%IVA	22,0%
Anno recupero erariale IVA	n_{IVA}	3
Vita utile	n	30
Incentivo annuo	B	€/anno 7.048
Durata incentivo	n_B	5
Tasso di attualizzazione	i	3,5%

INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO	VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE CON INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS 30,1	16,8
Tempo di rientro attualizzato	TRA 47,8	30,8
Valore attuale netto	VAN -33.786	-2.410
Tasso interno di rendimento	TIR 0,0%	3,6%
Indice di profitto	IP -0,38	-0,03

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

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

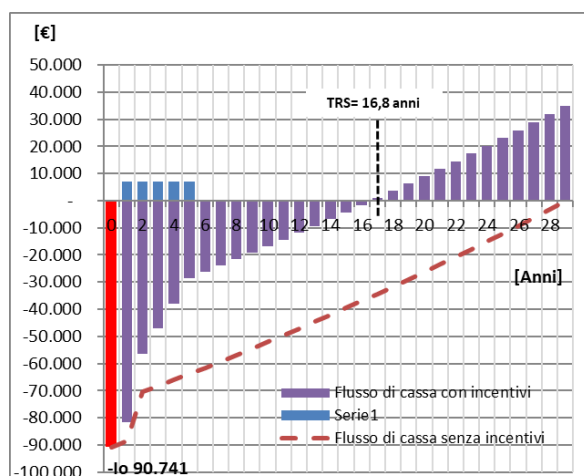
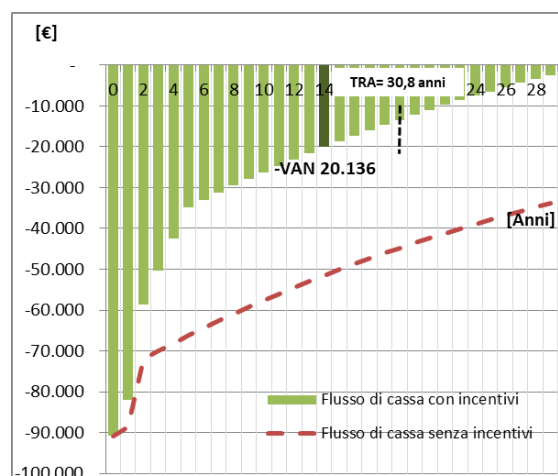


Figura 9.2 – EEM1: Flussi di Cassa Attualizzati, con e senza incentivi



Dall'analisi effettuata è emerso che l'intervento di cappottatura delle facciate verticali esterne ha un TRS di 16,8 anni considerando di ottenere l'incentivo previsto dal Conto Termico pari al 40% dei costi, pertanto tale intervento può essere preso in considerazione soltanto su scenari di lungo periodo. Nel caso in cui non vi fossero incentivi a disposizione il tempo di ritorno è molto alto in quanto il TRS è di 30,1 anni non risultando particolarmente conveniente considerando soltanto gli aspetti energetici anche su lunghi periodi

EEM2: Sostituzione Infissi con altri aventi U=1,66W/m2K

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

Tabella 9.10– Risultati dell'analisi di convenienza della EEM2– Sostituzione Infissi con altri aventi U=1,66W/m2K

PARAMETRO FINANZIARIO	U.M.	VALORE	
Investimento Iniziale	I_0	€	168.386
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	-
Durata incentivo	n_B	anni	5
Tasso di attualizzazione	i	[%]	3,5%
INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE CON INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS	38,6	38,6
Tempo di rientro attualizzato	TRA	59,6	59,6
Valore attuale netto	VAN	- 86.131	- 86.131
Tasso interno di rendimento	TIR	-1,8%	-1,8%
Indice di profitto	IP	-0,51	-0,51

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

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

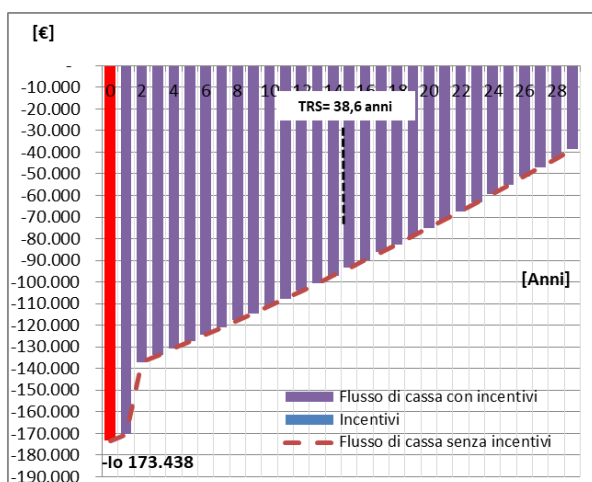
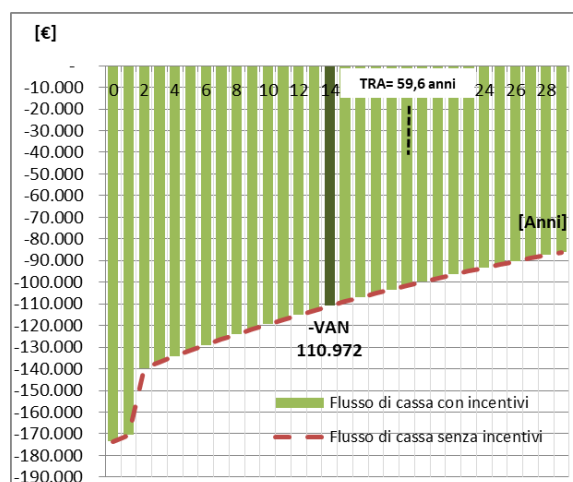


Figura 9.4– EEM2: Flussi di Cassa Attualizzati, con e senza incentivi



Dall'analisi effettuata è emerso che l'intervento di sostituzione dei serramenti ha un TRS di 38,6 anni considerando di non ottenere l'incentivo previsto dal Conto Termico pari al 40% dei costi, pertanto tale intervento non risulta particolarmente conveniente considerando soltanto gli aspetti energetici anche su lunghi periodi.

EEM3: Coibentazione estradosso solaio su sottotetto non riscaldato

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

Tabella 9.11– Risultati dell'analisi di convenienza della EEM3– Coibentazione estradosso solaio su sottotetto non riscaldato

PARAMETRO FINANZIARIO	U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	I_0	€ 21.281
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 1.702
Durata incentivo	n_B	anni 5
Tasso di attualizzazione	i	[%] 3,5%

INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO	VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE CON INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS 11,2	6,5
Tempo di rientro attualizzato	TRA 15,0	8,6
Valore attuale netto	VAN 11.559	19.138
Tasso interno di rendimento	TIR 8,3%	12,6%
Indice di profitto	IP 0,54	0,90

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

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

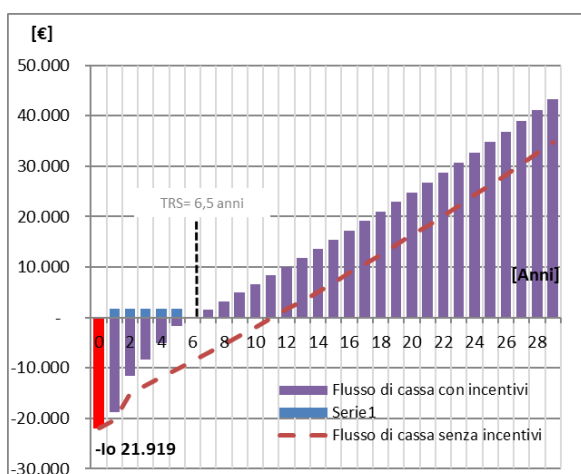
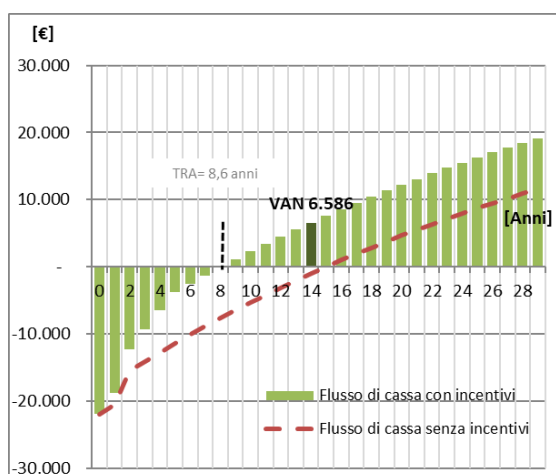


Figura 9.6 – EEM3: Flussi di Cassa Attualizzati, con e senza incentivi



Dall'analisi effettuata è emerso che l'intervento di coibentazione del sottotetto ha un TRS di 11,2 anni considerando di ottenere l'incentivo previsto dal Conto Termico pari al 40% dei costi, pertanto tale intervento può essere preso in considerazione anche su scenari di breve periodo. Nel caso in cui non vi fossero incentivi a disposizione il tempo di ritorno è comunque ancora sostenibile su scenari di medio periodo in quanto il TRS è di 8,6 anni.

EEM4: insufflaggio intercapedine pareti esterne con fiocchi di cellulosa

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

Tabella 9.12– Risultati dell'analisi di convenienza della EEM4– Insufflaggio intercapedine pareti esterne con fiocchi di cellulosa

PARAMETRO FINANZIARIO	U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	I ₀	€ 22.989
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 1.839
Durata incentivo	n _B	anni 5
Tasso di attualizzazione	i	[%] 3,5%

INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO	VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE CON INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS 11,3	6,6
Tempo di rientro attualizzato	TRA 15,5	8,6
Valore attuale netto	VAN 12.033	20.221
Tasso interno di rendimento	TIR 8,1%	12,4%
Indice di profitto	IP 0,52	0,88

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

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

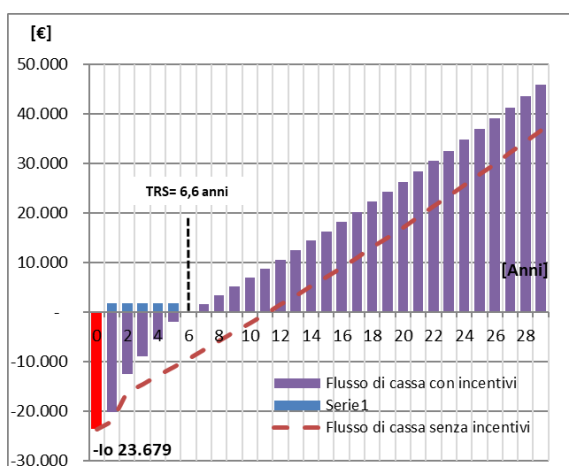
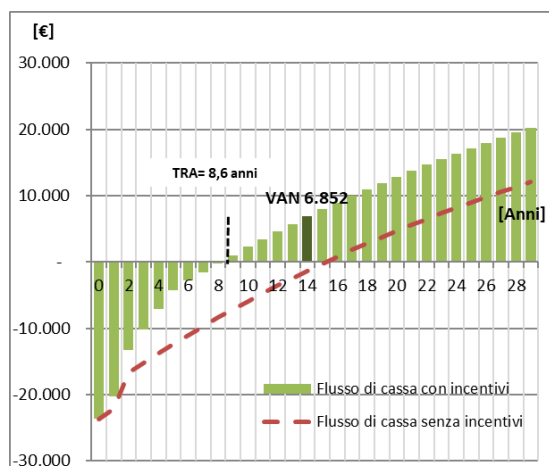


Figura 9.8 – EEM4: Flussi di Cassa Attualizzati, con e senza incentivi



Dall'analisi effettuata è emerso che l'intervento di coibentazione delle pareti esterne tramite insufflaggio di cellulosa ha un TRS di 6,6 anni considerando di ottenere l'incentivo previsto dal Conto Termico pari al 40% dei costi, pertanto tale intervento può essere preso in considerazione anche su scenari di breve periodo. Nel caso in cui non vi fossero incentivi a disposizione il tempo di ritorno è comunque ancora sostenibile su scenari di medio periodo in quanto il TRS è di 11,3 anni

EEM5: Installazione di sistemi di termoregolazione

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

Tabella 9.13– Risultati dell’analisi di convenienza della EEM5– Installazione di sistemi di termoregolazione

PARAMETRO FINANZIARIO	U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	I_0	€ 7.011
Oneri Finanziari % I_0	OF	[%] 3,0%
Aliquota IVA	%IVA	[%] 22,0%
Anno recupero erariale IVA	n_{IVA}	anni 3
Vita utile	n	anni 15
Incentivo annuo	B	€/anno -
Durata incentivo	n_B	anni 5
Tasso di attualizzazione	i	[%] 3,5%
INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO	VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE CON INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS	16,7
Tempo di rientro attualizzato	TRA	21,3
Valore attuale netto	VAN	-2.135
Tasso interno di rendimento	TIR	-1,6%
Indice di profitto	IP	-0,30

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

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

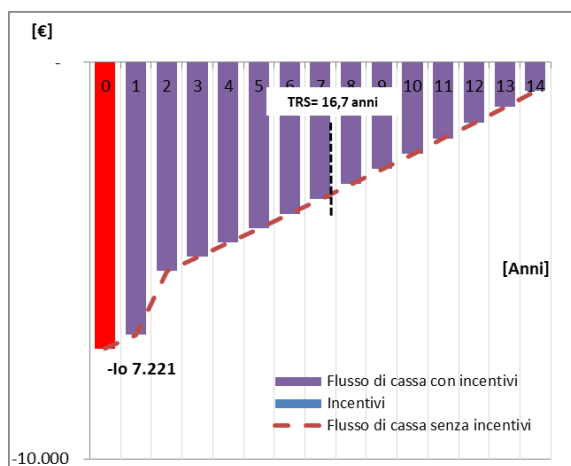
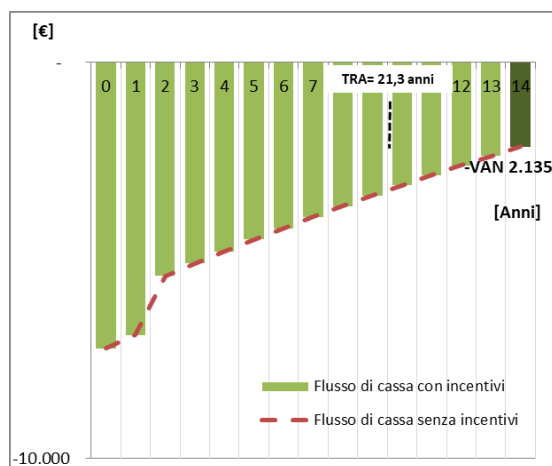


Figura 9.10 – EEM5: Flussi di Cassa Attualizzati, con e senza incentivi



Dall’analisi effettuata è emerso che l’intervento di installazione di sistemi di termoregolazione quali valvole termostatiche ha un TRS di 16,7 anni senza considerare incentivi in quanto se realizzato da solo non consente di ottenerne. La sola installazione delle valvole risulta di per se sostenibile su lunghi periodi, inoltre tale intervento è necessario per l’aumento delle percentuali di sovvenzione previste del conto termico laddove si preveda la sostituzione del generatore o la sostituzione degli infissi.

EEM6: Installazione di sistemi di illuminazione a LED

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

Tabella 9.14– Risultati dell’analisi di convenienza della EEM6– Installazione di sistemi di illuminazione a LED

PARAMETRO FINANZIARIO	U.M.	VALORE	
Investimento Iniziale	I_0	€	51.488
Oneri Finanziari % I_0	OF	[%]	3,0%
Aliquota IVA	%IVA	[%]	22,0%
Anno recupero erariale IVA	n_{IVA}	anni	3
Vita utile	n	anni	8
Incentivo annuo	B	€/anno	4.119
Durata incentivo	n_B	anni	5
Tasso di attualizzazione	i	[%]	3,5%
INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE CON INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS	24,7	11,2
Tempo di rientro attualizzato	TRA	27,7	12,6
Valore attuale netto	VAN	- 37.708	- 19.371
Tasso interno di rendimento	TIR	-27,5%	-10,4%
Indice di profitto	IP	-0,73	-0,38

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

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

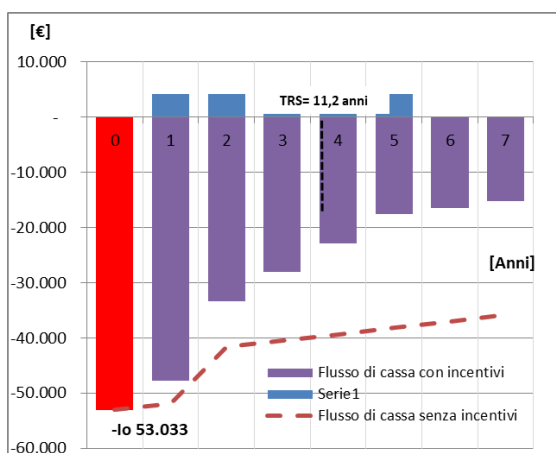
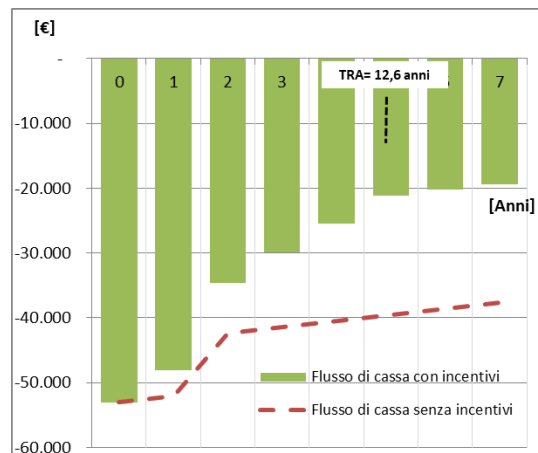


Figura 9.12– EEM6: Flussi di Cassa Attualizzati, con e senza incentivi



Dall’analisi effettuata è emerso che l’intervento di sostituzione dei sistemi di illuminazione esistenti con nuovi a LED ha un TRS di 11,2 anni considerando di ottenere l’incentivo previsto dal Conto Termico pari al 40% dei costi, pertanto tale intervento può essere preso in considerazione su scenari di medio periodo. Nel caso in cui non vi fossero incentivi a disposizione il tempo di ritorno risulta essere troppo alto anche prendendo in considerazione scenari su lungo periodo in quanto il TRS è di 24,7 anni. È necessario, infatti, valutare il fatto che la vita utile di tali sistemi è di circa 8 anni e pertanto dovrebbe essere prevista una loro sostituzione su periodi superiori, in questo caso gli interventi potrebbero non essere più convenienti come è dimostrato dal valore del VAN negativo

EEM7: installazione di un nuovo generatore di calore

L'analisi di convenienza effettuata per la EEM 7 porta alla valutazione dei seguenti indici finanziari:

Tabella 9.15– Risultati dell'analisi di convenienza della EEM7– Installazione di un nuovo generatore di calore

PARAMETRO FINANZIARIO	U.M.	VALORE	
Investimento Iniziale	I_0	€ 35.861	
Oneri Finanziari % I_0	OF	[%] 3,0%	
Aliquota IVA	%IVA	[%] 22,0%	
Anno recupero erariale IVA	n_{IVA}	anni 3	
Vita utile	n	anni 15	
Incentivo annuo	B	€/anno 2.869	
Durata incentivo	n_B	anni 5	
Tasso di attualizzazione	i	[%] 3,5%	
INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO	VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE CON INCENTIVI	
Tempo di rientro semplice	TRS	8,9	4,9
Tempo di rientro attualizzato	TRA	11,5	6,6
Valore attuale netto	VAN	5.932	18.704
Tasso interno di rendimento	TIR	6,6%	13,0%
Indice di profitto	IP	0,17	0,52

I flussi di cassa rappresentativi dell'analisi sono riportati nelle Figura 9.13 e Figura 9.2.

Figura 9.13–EEM7: Flussi di Cassa, con e senza incentivi

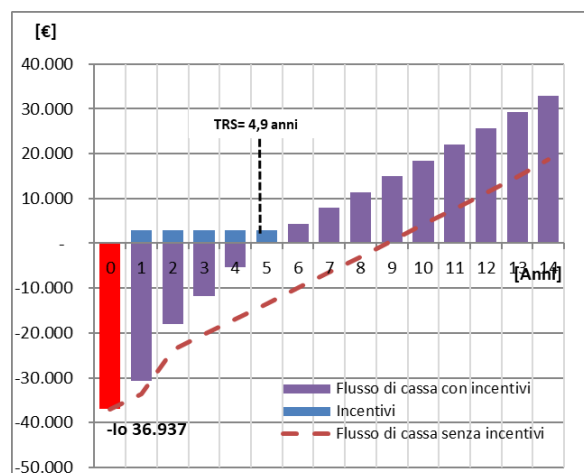
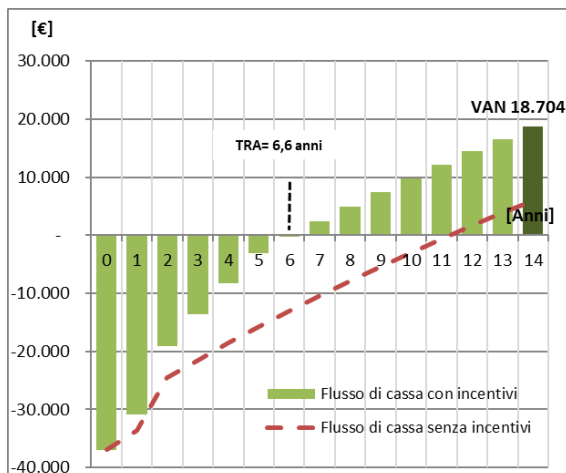


Figura 9.14– EEM7: Flussi di Cassa Attualizzati, con e senza incentivi



Dall'analisi effettuata è emerso che l'intervento sostituzione del generatore a seguito degli interventi “to be lean” ha un TRS di 4.9 anni considerando di ottenere l'incentivo previsto dal Conto Termico pari al 55% dei costi, previsto nel caso di interventi aggregati con altri che prevedono l'efficientamento energetico dell'involucro, tale intervento può, quindi, essere preso in considerazione anche su scenari di breve periodo. Nel caso in cui non vi fossero incentivi a disposizione il tempo di ritorno è comunque ancora sostenibile su brevi periodi in quanto il TRS è di 8.9 anni. Pertanto tale intervento rientra su scenari di medio e lungo periodo. Si precisa che negli scenari l'intervento sarà costituito dell'unione di altri con tempi di ritorno maggiori la sua sostenibilità va comunque valutata nell'ambito dello scenario di riferimento.

EEM8: Installazione impianto fotovoltaico scenario 25 anni

L'analisi di convenienza effettuata per la EEM 8 porta alla valutazione dei seguenti indici finanziari:

Tabella 9.16– Risultati dell'analisi di convenienza della EEM8– Fotovoltaico scenario 25 anni

PARAMETRO FINANZIARIO	U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	I ₀	€ 52.967
Oneri Finanziari %I ₀	OF	[%] 3,0%
Aliquota IVA	%IVA	[%] 22,0%
Anno recupero erariale IVA	n _{IVA}	anni 3
Vita utile	n	anni 20
Incentivo annuo	B	€/anno -
Durata incentivo	n _B	anni 5
Tasso di attualizzazione	i	[%] 3,5%
INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO	VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE CON INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS	7,7
Tempo di rientro attualizzato	TRA	9,6
Valore attuale netto	VAN	34.242
Tasso interno di rendimento	TIR	11,1%
Indice di profitto	IP	0,65

I flussi di cassa rappresentativi dell'analisi sono riportati nelle Figura 9.15 e Figura 9.2.

Figura 9.15–EEM8: Flussi di Cassa, con e senza incentivi

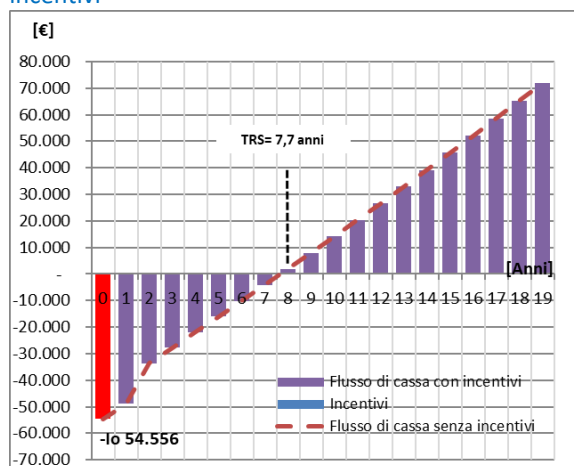
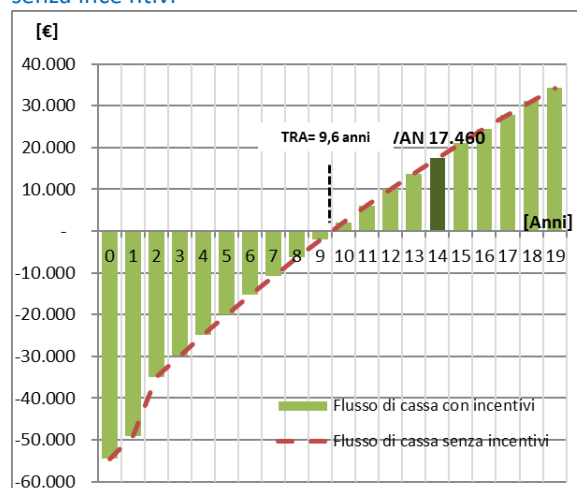


Figura 9.16– EEM8: Flussi di Cassa Attualizzati, con e senza incentivi



Dall'analisi effettuata è emerso che l'intervento di installazione dell'impianto fotovoltaico a seguito degli interventi “to be lean” e “to be clean” ha un TRS di 7.7 anni senza considerare incentivi attualmente non disponibili, L'intervento risulta pertanto sostenibile anche si medi periodi Si precisa che essendo l'intervento conseguente ad altri con tempi di ritorno maggiori la sua sostenibilità va comunque valutata nell'ambito dello scenario di riferimento

Sintesi

La sintesi della valutazione economico – finanziaria delle EEM proposte è riportata nelle Tabella 9. e Dall’analisi dei risultati emerge che senza incentivi solo pochi interventi (coibentazione solaio su sottotetto, insufflaggio materiale isolante nelle intercapedini murarie, sostituzione generatore e installazione impianto FV) sono sostenibili sul medio/breve periodo, in particolare gli interventi sull’involucro come il cappotto termico e la sostituzione degli infissi hanno tempi di ritorno semplice superiori ai 30 anni

Tabella 9..

Tabella 9.18 – Sintesi dei risultati della valutazione economico-finanziaria, caso senza incentivi

	SENZA INCENTIVI										
	% Δ_E [%]	% Δ_{CO_2} [%]	ΔC_E [€/anno]	ΔC_{MO} [€/anno]	ΔC_{MS} [€/anno]	I_0 [€]	TRS [anni]	TRA [anni]	VAN [€]	TIR [%]	IP [-]
EEM 1	14,7	15,3	2.607,9	0	0	88.098	30,1	47,8	-33.786 ≥ 0	0	-0,38
EEM 2	20,6	21,9	3.654,7	0	0	168.386	38,6	59,6	-86.131 ≤ 0	-1,8	-0,51
EEM 3	10,4	10,8	1.846,8	0	0	21.281	11,2	15,0	11.559 ≥ 0	8,3	0,54
EEM 4	11,1	11,5	1.967,0	0	0	22.989	11,3	15,5	12.033 ≥ 0	8,1	0,52
EEM 5	2,3	2,4	416,3	0	0	7.011	16,7	21,3	-2.135 ≤ 0	-1,6	-0,30
EEM 6	7,4	6,7	1.308,1	0	0	51.488	24,5	27,7	- 37.708 ≤ 0	-27,5	-0,73
EEM 7	4,2	4,4	770	2.613	695	35.861	8,9	11,5	5.932 > 0	6,6	0,17
EEM 8	42,8	40,2	3.564,7	2.613	695	52.967	7,7	9,6	34.242 > 0	11,1	0,65
SCN 1 15 anni	36,2	36,5	5.015	1281	341	119.714	17,8	22,6	- 41.615 ≤ 0	-2,5	-0,35
SCN 2 25 anni	75,1	74,6	10.390	1281	341	260.779	20	31,5	- 55.748 ≤ 0	1,6	-0,21

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

- % Δ_E è il valore percentuale di riduzione dei consumi energetici rispetto al baseline energetico complessivo (termico + elettrico);
- % Δ_{CO_2} è il valore percentuale di riduzione delle emissioni di CO2 rispetto al baseline dell’emissioni complessivo (termico + elettrico);
- ΔC_E è il risparmio economico annuo attribuibile alla riduzione dei consumi energetici (termico + elettrico); assume valori positivi;
- ΔC_{MO} è la variazione di costo annuo attribuibile al nuovo costo per la gestione e la manutenzione ordinaria; assume valori positivi per un decremento e valori negativi per un incremento;
- ΔC_{MS} è la variazione di costo annuo attribuibile al nuovo costo previsto per la manutenzione straordinaria; assume valori positivi per un decremento e valori negativi per un incremento;
- I_0 è il valore dell’investimento iniziale per la realizzazione dell’intervento; assume valori negativi;

Dall’analisi dei risultati emerge che senza incentivi solo pochi interventi (coibentazione solaio su sottotetto, insufflaggio materiale isolante nelle intercapedini murarie, sostituzione generatore e installazione impianto FV) sono sostenibili sul medio/breve periodo, in particolare gli interventi sull’involucro come il cappotto termico e la sostituzione degli infissi hanno tempi di ritorno semplice superiori ai 30 anni

Tabella 9.19 – Sintesi dei risultati della valutazione economico-finanziaria, caso con incentivi

	CON INCENTIVI										
	% Δ_E [%]	% Δ_{CO_2} [%]	ΔC_E [€/anno]	ΔC_{MO} [€/anno]	ΔC_{MS} [€/anno]	I_0 [€]	TRS [anni]	TRA [anni]	VAN [€]	TIR [%]	IP [-]
EEM 1	14,3	14,9	2.607,9	0	0	88.098	16,8	30,8	-2.410 ≤ 0	3,6	-0,03
EEM 2	20,1	20,9	3.654,7	0	0	168.386	38,6	59,6	-86.131 ≤ 0	-1,8	-0,51
EEM 3	10,1	10,6	1.846,8	0	0	21.281	6,5	8,6	19.138 ≥ 0	12,6	0,9
EEM 4	10,8	11,3	1.967,0	0	0	22.989	6,6	8,6	20.221 ≥ 0	12,4	0,88
EEM 5	2,3	2,4	416,3	0	0	7.011	16,7	21,3	-2.135 ≤ 0	-1,6	-0,3
EEM 6	7,3	6,7	1.331,1	0	0	51.488	11,2	12,6	-19.371 ≤ 0	-10,4	-0,38
EEM 7	2,8	2,9	344,9	2.613	695	35.861	4,9	6,6	18.704 > 0	13	0,52

EEM 8	42,8	40,2	3.564,7	2.613	695	52.967	7,7	9,6	34.242>0	11,1	0,65
SCN 1 15 anni*	35,4	35,8	5.038*	1281	341	117.973	7,9	11,8	9.860≥0	5,8	0,08
SCN 2 25 anni*	74,7	74,2	10.618*	1281	341	259.038	11	17	38.869≥0	6,1	0,15

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

Dall’analisi dei risultati emerge che grazie agli incentivi previsti dal Conto Termico del D.M. del 16 febbraio 2016 tutti gli interventi simulati a parte quello riguardante la sostituzione dei serramenti raggiungono dei tempi di ritorno semplici inferiori ai 17 anni. In queste condizioni sono pertanto ipotizzabili aggregazioni di interventi sostenibili economicamente sia se venissero finanziati direttamente dal Comune di Genova sia attraverso il coinvolgimento di ESCo con FTT. Si segnala inoltre che interventi aggregati sull’intero sistema edificio impianti consentono di aumentare la percentuale di contribuzione relativa al meccanismo incentivante del Conto Termico, migliorando ulteriormente la sostenibilità economica.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Dove:

- Kd è costo del debito, sarà ipotizzato pari a 3.82%
- Ke è il costo dell’equity, ossia il rendimento atteso dall’investitore, sarà ipotizzato pari a 9.00%
- D è il Debito, pari a 80% di I₀

- E è l'Equity, pari a 20% di I_0
- $\frac{D}{D+E}$ è la leva finanziaria, sarà quindi pari a 80%
- τ è l'aliquota fiscale, posta pari al 27.9% essendo la somma dell'aliquota IRES, pari al 24%, e quella IRAP pari al 3,9%.

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

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

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

Essi sono così definiti:

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

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

Dove:

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

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

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

Dove:

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

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

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

proprio, sia tramite proposte di *Energy Performance Contract* (EPC) da parte di Società di Servizi Energetici (*Energy Service Company* – ESCO) abbinata all’istituto del Finanziamento Tramite Terzi (FTT). In tale ambito trova espressione l’applicazione del Partenariato Pubblico Privato (PPP).

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

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

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

- **Scenario 1: Scenario ottimale TRS≤15 anni:** Tale scenario consiste nella realizzazione di interventi di efficientamento dell’involucro termico (sottotetto e isufflaggio) e del sistema impiantistico (termico, illuminazione interna)
- **Scenario 2: Scenario ottimale TRS≤25 anni:** Tale scenario consiste nella realizzazione di interventi di efficientamento dell’involucro termico (sottotetto e cappotto) e del sistema impiantistico (termico, illuminazione interna) oltre che l’installazione di impianti FER

9.3.1 Scenario 1: Scenario ottimale TRS≤15 anni:

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

EEM 3 Coibentazione estradosso solaio su sottotetto non riscaldato
 EEM 4 Insufflaggio intercapedine pareti esterne con fiocchi di cellulosa
 EEM 5: Installazione di sistemi di termoregolazione
 EEM 6: Installazione di sistemi di illuminazione a LED
 EEM 7: Installazione di un nuovo generatore di calore

Tabella 9.20 – Combinazione di EEM proposta per lo scenario 1

VOCE INVESTIMENTO	TOTALE (IVA ESCLUSA)	IVA AI 22%	TOTALE (IVA INCLUSA)
	[€]	[€]	[€]
EEM3 Fornitura & Posa	15.857	3.489	19.346
EEM4 Fornitura & Posa	17.130	3.769	20.899
EEM5 Fornitura & Posa	5.224	1.149	6.374
EEM6 Fornitura & Posa	38.366	8.441	46.807
EEM7 Fornitura & Posa	12627	2778	15405
Costi per la sicurezza	2676	589	3265
Costi per la progettazione	6244	1374	7618
TOTALE (I₀)	98125	21589	119714
VOCE MANUTENZIONE	C _{Mo} (IVA INCLUSA)	C _{Mis} (IVA INCLUSA)	C _M (IVA INCLUSA)
	[€]	[€]	[€]
EEM3 O&M	0	0	0
EEM4 O&M	0	0	0
EEM5 O&M	0	0	0
EEM6 O&M	0	0	0
EEM7 O&M	2.613	695	3.308
TOTALE (C_M)	2.613	695	3.308
VOCE INCENTIVO	DESCRIZIONE	TOTALE (IVA INCLUSA)	

		[€]
Incentivi	Conto termico	57813
Durata incentivi		5
Incentivo annuo		11563

Nota (19): Incentivo calcolato secondo regole applicative del D.M. 16 febbraio 2016 previste dal conto termico 2.0. Per tali interventi la quota incentivabile della spesa ammissibile è pari al 55%, ad eccezione dell'EEM6 per cui la quota incentivabile è pari al 40%.

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

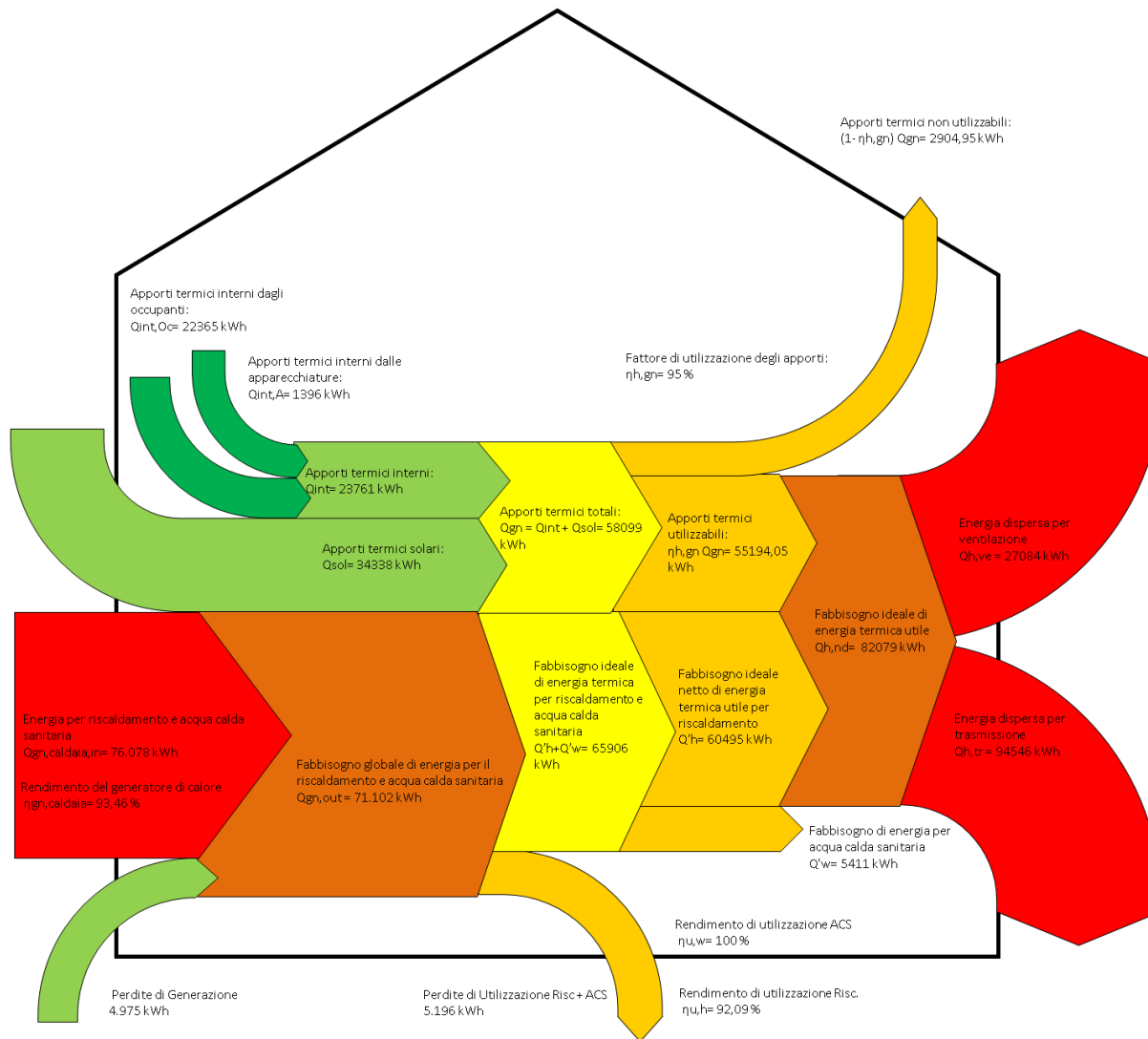
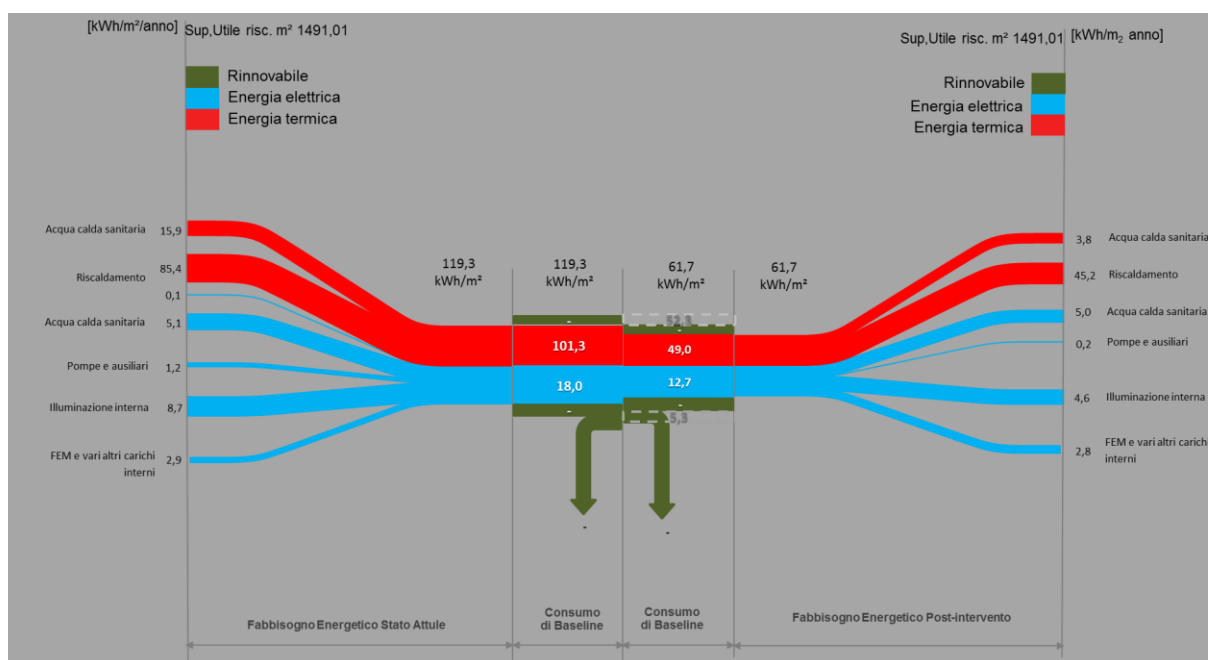


Figura 9.20 – SCN1: Bilancio energetico complessivo dell’edificio post intervento



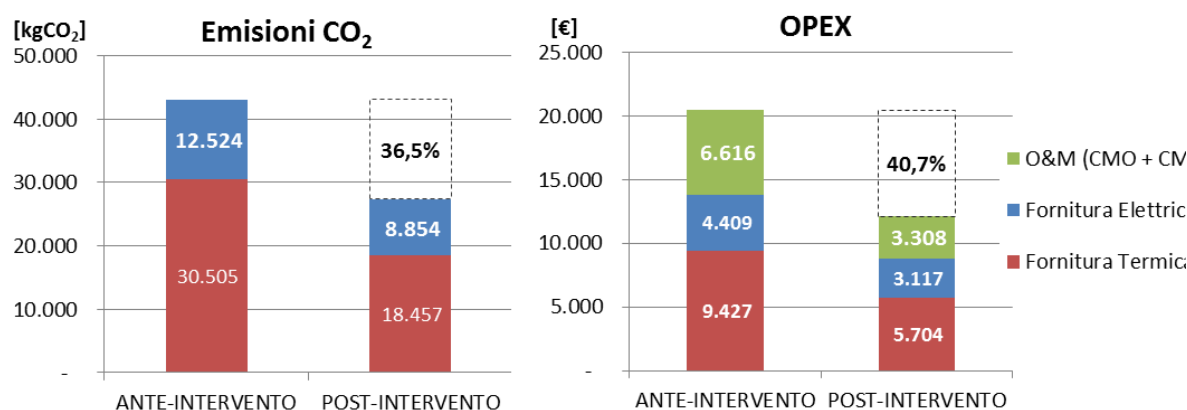
I miglioramenti ottenibili tramite l'attuazione dello Scenario 1 sono riportati nella Tabella 9. e nella Figura 9.

Tabella 9.21 – Risultati analisi SCN1 – Scenario ottimale TRS≤15 anni

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE %
EM3 [Trasmittanza termica]	[W/m ² K]	2,047	0,2	90,2%
EM4 [Trasmittanza termica]	[W/m ² K]	1,159	0,21	81,9%
EM5 [Efficienza sottosistema di regolazione]	[%]	96%	99%	-3,1%
EM6	[-]	[-]	[-]	[-]
EM7 [Efficienza sottosistema di generazione]	[%]	87,8	95,5	-8,8%
Q _{teorico}	[kWh]	156.890	94.927	39,5%
EE _{teorico}	[kWh]	27.631	19.534	29,3%
Q _{baseline}	[kWh]	151.013	91.371	39,5%
EE _{baseline}	[kWh]	26.817	18.959	29,3%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	30.505	18.457	39,5%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	12.524	8.854	29,3%
Emiss. CO2 Totale	[kgCO₂]	43.028	27.311	36,5%
Fornitura Termica, C _Q	[€]	9.427	5.704	39,5%
Fornitura Elettrica, C _{EE}	[€]	4.409	3.117	29,3%
Fornitura Energia, C_E	[€]	13.837	8.821	36,2%
Costo Manutenzione Ordinaria, C _{MO}	[€]	5.227	2.613	50,0%
Costo Manutenzione Straordinaria, C _{MS}	[€]	1.389	695	50,0%
Costo per O&M (C _M = C _{MO} + C _{MS})	[€]	6.616	3.308	50,0%
OPEX	[€]	20.453	12.129	40,7%
Classe energetica	[-]	E	D	+1 classi

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

I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,062 [€/kWh] per il vettore termico e 0,164 [€/kWh] per il vettore elettrico

Figura 9.21 - SCN1: Riduzione dei costi operativi (OPEX) e delle emissioni di CO₂ a partire dalla baseline

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

Tabella 9.22 – Parametri finanziari dell'analisi di redditività dello SCN1– Scenario ottimale TRS≤15 anni

PARAMETRI FINANZIARI		
Anni Costruzione	n_i	1
Anni Gestione Servizio	n_s	14
Anni Concessione	n	15
Anno inizio Concessione	n_0	2020
Anni dell'ammortamento	n_A	10
Saggio Cassa Deposito e Prestiti	k_{CdP}	2,00%
Costo Capitale Azienda	WACC	4,00%
$k_{progetto} = \text{Max}(WACC; k_{CdP})$	$k_{progetto}$	4,00%
Inflazione ISTAT	f	0,50%
deriva dell'inflazione	f'	0,70%
%, interessi debito	k_D	3,82%
%, interessi equity	k_E	9,00%
Aliquota IRES	IRES	24,0%
Aliquota IRAP	IRAP	3,9%
Aliquota fiscale	τ	27,90%
Anni debito (finanziamento)	n_D	10
Anni Equity	n_E	14
Costi d'Investimento diretti, IVA incl.	I_0	€ 119.714
Oneri Finanziari (costi indiretti)	%Of	3,00%
Costi d'Investimento indiretti, IVA incl.	Of	€ 3.591
Costi d'Investimento (diretti+Indiretti) , IVA incl.	CAPEX	€ 123.305
%CAPEX a Debito	D	80,0%
%CAPEX a Equity	E	20,00%
Debito	I_D	€ 98.644
Equity	I_E	€ 24.661
Fattore di annualità Debito	FA_D	8,30
Rata annua debito	q_D	€ 11.882
Costo finanziamento,(D+INT _D)	$q_D * n_D$	€ 118.823
Costi per interessi debito, INT _D	$INT_D = q_D * n_D - D$	€ 20.178

Tabella 9.23 – Parametri Economici dell’analisi di redditività dello SCN1

PARAMETRI ECONOMICI			
Costo annuo energia pre-intervento, IVA escl.	C_{E0}	€	13.837
Costo annuo O&M pre-intervento, IVA escl.	C_{M0}	€	6.616
Spesa PA pre-intervento (Baseline)	$C_{Baseline}$	€	20.453
Altri costi di gestione ESCo post-intervento, IVA escl.	C_{Altro}	€	-
Riduzione% costi fornitura Energia	$\% \Delta C_E$		36,2%
Riduzione% costi O&M	$\% \Delta C_M$		50,0%
Obiettivo riduzione spesa PA	$\% C_{Baseline}$		1,0%
Risparmio annuo PA garantito	45,6%	€	7.357
Risparmio annuo PA immediato durante la gestione	Risp.IM	€	205
Risparmio PA durante la concessione	14%	€	35.387
Risparmio annuo PA al termine della concessione	Risp.Term.	€	9.959
N° di Canoni annuali	anni		14
Utile lordo della ESCO	%CAPEX		29,24%
Costo Contrattuale ESCO €/anno IVA escl.	C_{ESCO}	€	2.576
Costi FTT €/anno IVA escl.	C_{FTT}	€	1.441
Costi CAPEX €/anno IVA escl.	C_{CAPEX}	€	3.136
Canone O&M €/anno	C_{nM}	€	3.435
Canone Energia €/anno	C_{nE}	€	9.661
Canone Servizi €/anno IVA escl.	C_{nS}	€	13.095
Canone Disponibilità €/anno IVA escl.	C_{nD}	€	7.153
Canone Totale €/anno IVA escl.	C_n	€	20.248
Aliquota IVA %	IVA		22%
Rimborso erariale IVA	R_{IVA}	€	21.588
Ricavi da Incentivi, esenti d'IVA	R_b	€	57.813
Durata Incentivi, anni	n_b		5
Inizio erogazione Incentivi, anno			2022

Tabella 9.24 – Risultati dell’analisi di redditività e sostenibilità finanziaria della SCN1

INDICATORI DI REDDITIVITA DEL PROGETTO PRE-IMPOSTE			
Tempo di Ritorno Semplice, $Spb = I_0 / FC$, Anni	T.R.S.		6,88
Tempo di Ritorno Attualizzato T.R.A., anni	T.R.A.		9,41
Valore Attuale Netto, $VAN = VA - I_0$	VAN > 0	€	23.391
Tasso interno di rendimento del progetto	TIR > WACC		7,95%
Indice di Profitto	IP		19,54%
INDICATORI DI REDDITIVITA DELLA ESCO PRE-IMPOSTE			
Tempo di Ritorno Semplice, $Spb = I_0 / FC$, Anni	T.R.S.		2,92
Tempo di Ritorno Attualizzato T.R.A., anni	T.R.A.		3,36
Valore Attuale Netto, $VAN = VA - I_0$	VAN > 0	€	17.250
Tasso interno di rendimento dell'azionista	TIR > k_e		34,02%
Debit Service Cover Ratio	DSCR < 1,3		1,217
Loan Life Cover Ratio	LLLCR < 1		1,176
Indice di Profitto Azionista	IP		14,41%

Figura 9.22 –SCN1: Flussi di cassa del progetto

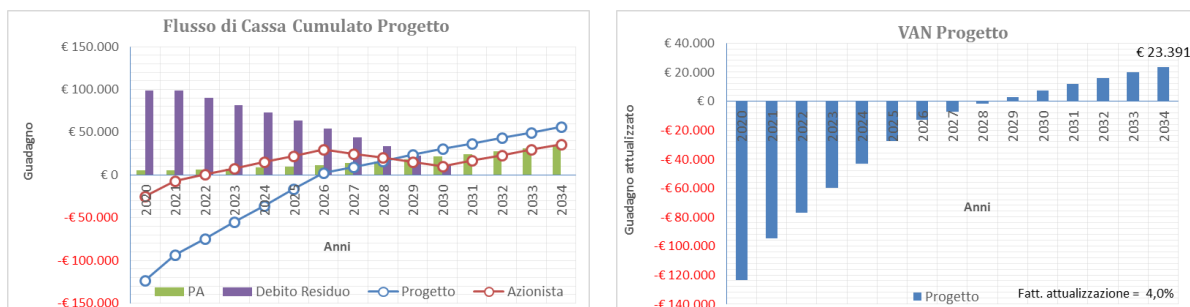


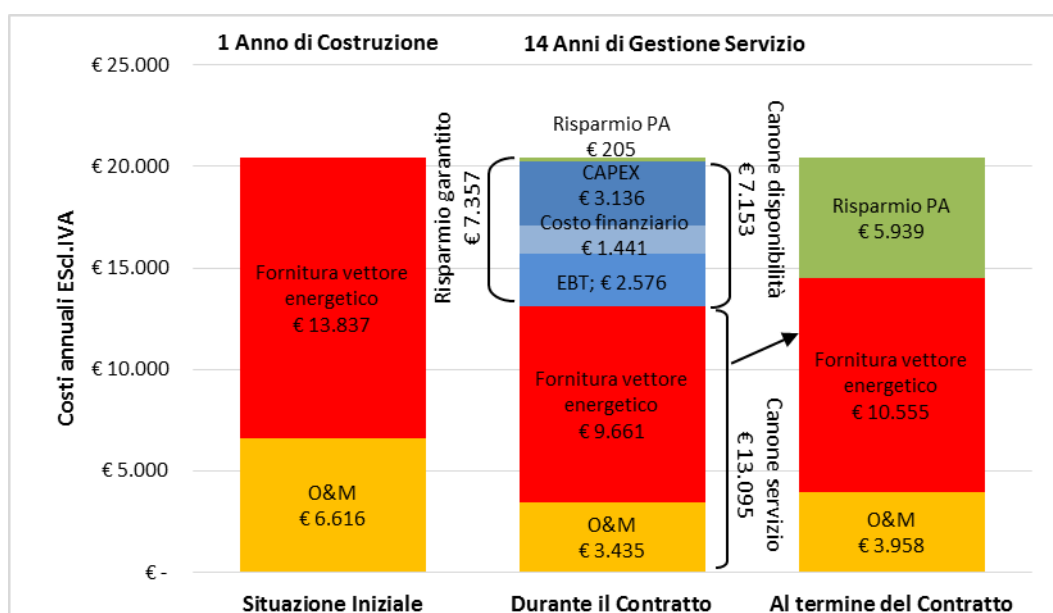
Figura 9.23 – SCN1: Flussi di cassa dell'azionista



Dall’analisi effettuata è emerso che nel suo complesso lo scenario risulta conveniente come dimostrato dal valore degli indicatori economici raggiunti.

Infine si è provveduto all’identificazione del possibile canone applicabile nel caso di attuazione dello scenario ottimale con incentivi attraverso la partecipazione di ESCO secondo lo schema di EPC descritto in Figura 9..

Figura 9.24 – Scenario 1: Schema di Energy Performance Contract



9.3.2 Scenario 2: Scenario ottimale TRS≤25 anni:

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

- EEM 1: Isolamento a cappotto in EPS grigio con grafite sp=12cm
- EEM 3 Coibentazione estradosso solaio su sottotetto non riscaldato
- EEM 4 Insufflaggio intercapedine pareti esterne con fiocchi di cellulosa
- EEM 5: Installazione di sistemi di termoregolazione
- EEM 6: Installazione di sistemi di illuminazione a LED
- EEM 7: Installazione di un nuovo generatore di calore
- EEM 8 Installazione impianto fotovoltaico

Tabella 9.25 – Combinazione di EEM proposta per lo scenario 2

VOCE INVESTIMENTO	TOTALE (IVA ESCLUSA) [€]	IVA AI 22% [€]	TOTALE (IVA INCLUSA) [€]
EEM1 Fornitura & Posa	65.647	14.442	80.089
EEM3 Fornitura & Posa	15.857	3.489	19.346
EEM4 Fornitura & Posa	17.130	3.769	20.899
EEM5 Fornitura & Posa	5.224	1.149	6.374
EEM6 Fornitura & Posa	38.366	8.441	46.807
EEM7 Fornitura & Posa	12627	2778	15405
EEM8 Fornitura & Posa	39.469	8.683	48.152
Costi per la sicurezza	5830	1283	7112
Costi per la progettazione	13602	2993	16595
TOTALE (I₀)	213.752	47.026	260.779
VOCE MANUTENZIONE	C _{Mo} (IVA INCLUSA) [€]	C _{Ms} (IVA INCLUSA) [€]	C _M (IVA INCLUSA) [€]
EEM1 O&M	0	0	0
EEM3 O&M	0	0	0
EEM4 O&M	0	0	0
EEM5 O&M	0	0	0
EEM6 O&M	0	0	0
EEM7 O&M	2.613	695	3.308
EEM8 O&M	0	0	0
TOTALE (C_M)	2.613	695	3.308
VOCE INCENTIVO	DESCRIZIONE	TOTALE (IVA INCLUSA) [€]	
Incentivi	Conto termico	106267	
Durata incentivi		5	
Incentivo annuo		21253	

Nota (20): Incentivo calcolato secondo regole applicative del D.M. 16 febbraio 2016 previste dal conto termico 2.0. Per tali interventi la quota incentivabile della spesa ammissibile è pari al 55%, ad eccezione dell'EEM6 ed EEM8 per cui la quota incentivabile è pari al 40%.

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

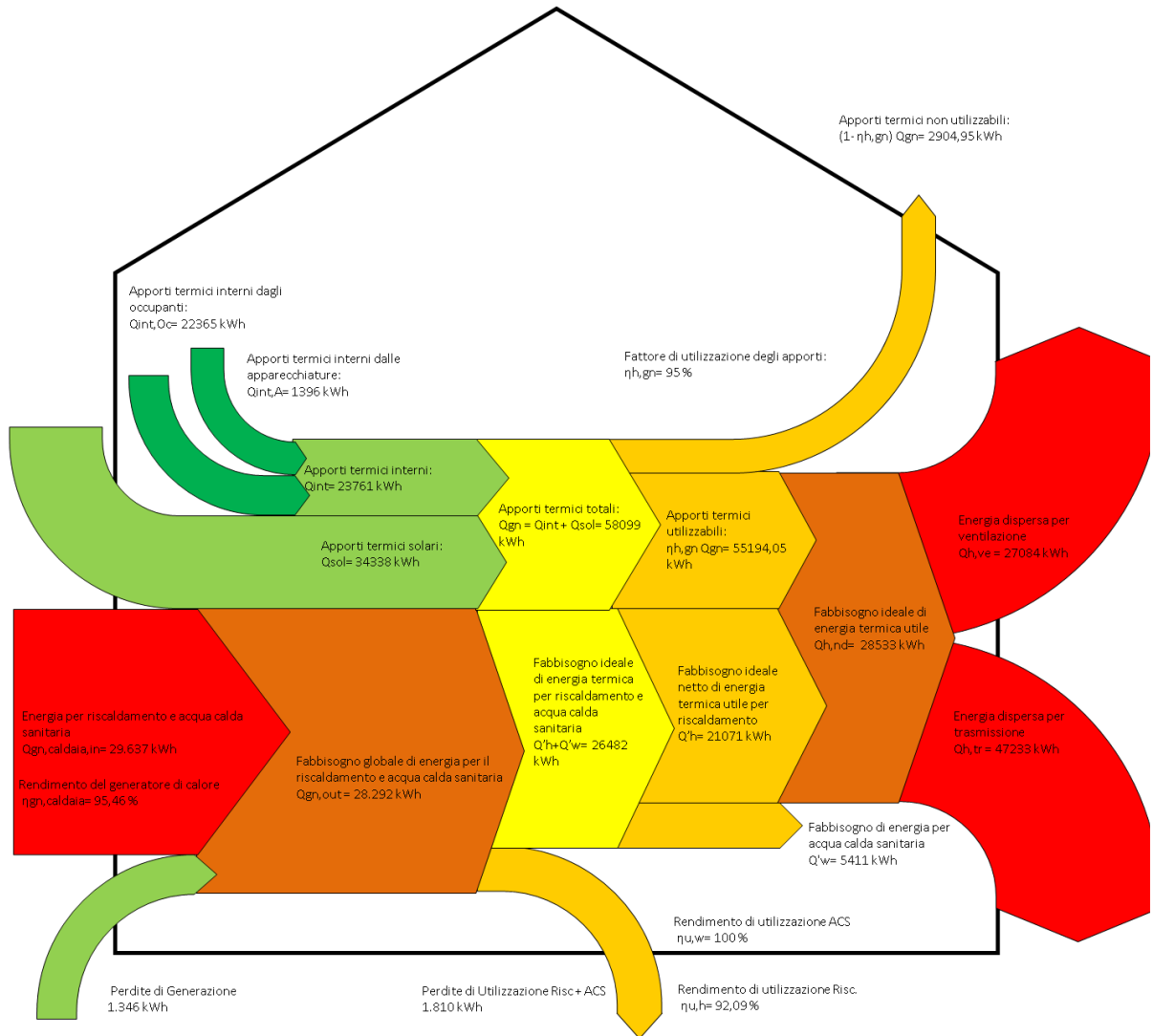
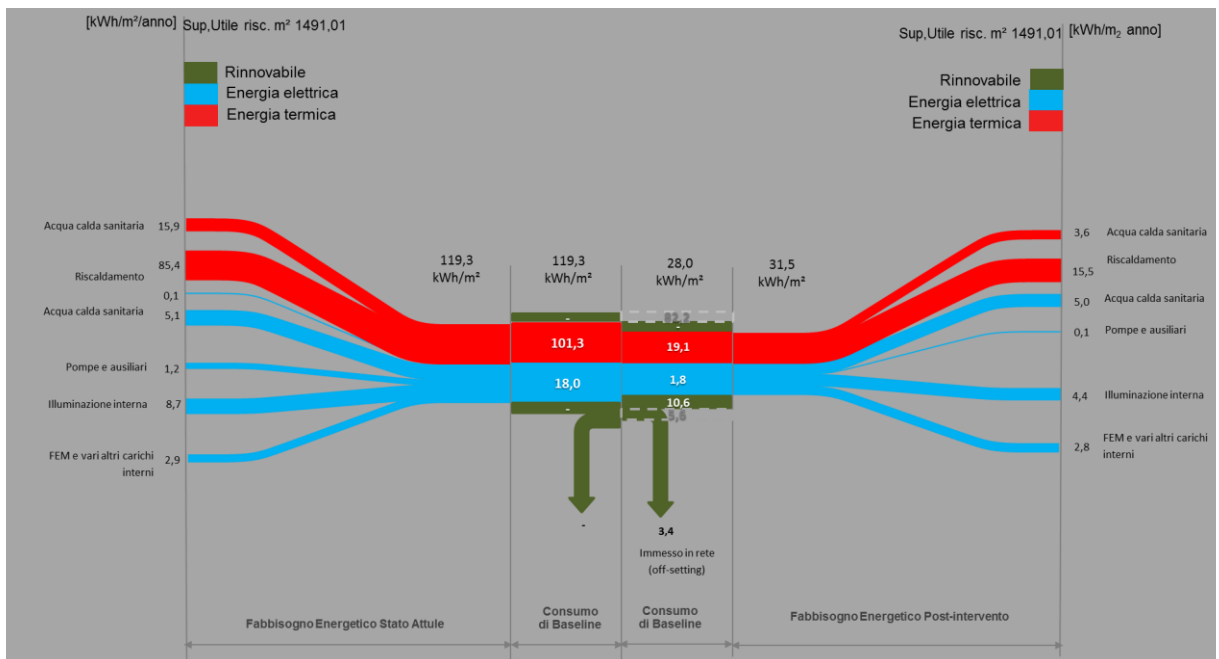


Figura 9.26 – SCN2: Bilancio energetico complessivo dell’edificio post intervento



I miglioramenti ottenibili tramite l'attuazione dello Scenario 1 sono riportati nella Tabella 9. e nella Figura 9.

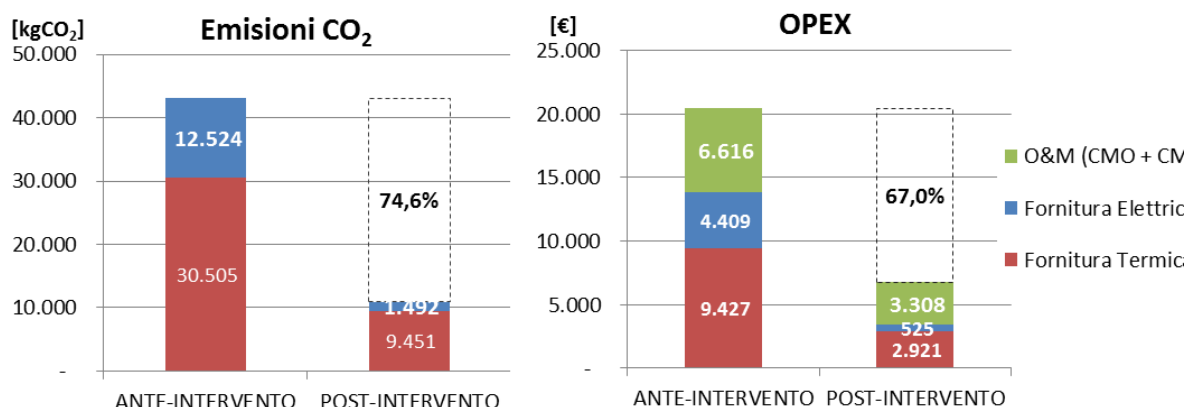
Tabella 9.26 – Risultati analisi SCN2 – Scenario ottimale TRS_{≤25} anni

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE %
EM1 [Trasmittanza termica]	[W/m ² K]	1,159	0,23	80,2%
EM3 [Trasmittanza termica]	[W/m ² K]	2,047	0,2	90,2%
EM4 [Trasmittanza termica]	[W/m ² K]	1,159	0,21	81,9%
EM5 [Efficienza sottosistema di regolazione]	[%]	96%	99%	-3,1%
EM6	[-]	[-]	[-]	[-]
EM7 [Efficienza sottosistema di generazione]	[%]	87,8	95,5	-8,8%
EM8	[-]	[-]	[-]	[-]
Q _{teorico}	[kWh]	156.890	48.607	69,0%
EE _{teorico}	[kWh]	27.631	3.291	88,1%
Q _{baseline}	[kWh]	151.013	46.786	69,0%
EE _{baseline}	[kWh]	26.817	3.194	88,1%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	30.505	9.451	69,0%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	12.524	1.492	88,1%
Emiss. CO2 Totale	[kgCO₂]	43.028	10.942	74,6%
Fornitura Termica, C _Q	[€]	9.427	2.921	69,0%
Fornitura Elettrica, C _{EE}	[€]	4.409	525	88,1%
Fornitura Energia, C_E	[€]	13.837	3.446	75,1%
Costo Manutenzione Ordinaria, C _{MO}	[€]	5.227	2.613	50,0%
Costo Manutenzione Straordinaria, C _{MS}	[€]	1.389	695	50,0%
Costo per O&M (C _M = C _{MO} + C _{MS})	[€]	6.616	3.308	50,0%
OPEX	[€]	20.453	6.754	67,0%
Classe energetica	[-]	E	A3	+6 classi

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

I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,062 [€/kWh] per il vettore termico e 0,164 [€/kWh] per il vettore elettrico

Figura 9.27 – 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 9.27 – Parametri finanziari dell'analisi di redditività dello SCN2– Scenario ottimale TRS≤25 anni

PARAMETRI FINANZIARI		
Anni Costruzione	n_i	1
Anni Gestione Servizio	n_s	24
Anni Concessione	n	25
Anno inizio Concessione	n_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	24
Costi d'Investimento diretti, IVA incl.	I_o	€ 260.779
Oneri Finanziari (costi indiretti)	%Of	3,00%
Costi d'Investimento indiretti, IVA incl.	Of	€ 7.823
Costi d'Investimento (diretti+Indiretti) , IVA incl.	CAPEX	€ 268.602
%CAPEX a Debito	D	80,0%
%CAPEX a Equity	E	20,00%
Debito	I_D	€ 214.882
Equity	I_E	€ 53.720
Fattore di annualità Debito	FA _D	8,30
Rata annua debito	q_D	€ 25.884
Costo finanziamento,(D+INT _D)	$q_D * n_D$	€ 258.837
Costi per interessi debito, INT _D	INT _D = $q_D * n_D - D$	€ 43.955

Tabella 9.28 – Parametri Economici dell'analisi di redditività dello SCN2

PARAMETRI ECONOMICI		
Costo annuo energia pre-intervento, IVA escl.	C_{E0}	€ 13.837
Costo annuo O&M pre-intervento, IVA escl.	C_{MO}	€ 6.616
Spesa PA pre-intervento (Baseline)	$C_{Baseline}$	€ 20.453
Altri costi di gestione ESCo post-intervento, IVA escl.	C_{Altro}	€ -
Riduzione% costi fornitura Energia	% ΔC_E	75,1%
Riduzione% costi O&M	% ΔC_M	50,0%
Obiettivo riduzione spesa PA	% $C_{Baseline}$	10,0%
Risparmio annuo PA garantito	45,6%	€ 12.914
Risparmio annuo PA immediato durante la gestione	Risp.IM	€ 2.045
Risparmio PA durante la concessione	14%	€ 147.790

Risparmio annuo PA al termine della concessione	Risp.Term.	€	18.474
N° di Canoni annuali	anni		24
Utile lordo della ESCO	%CAPEX		37,82%
Costo Contrattuale ESCO €/anno IVA escl.	C_{ESCO}	€	4.233
Costi FTT €/anno IVA escl.	C_{FTT}	€	1.831
Costi CAPEX €/anno IVA escl.	C_{CAPEX}	€	4.805
Canone O&M €/anno	CnM	€	3.523
Canone Energia €/anno	CnE	€	4.015
Canone Servizi €/anno IVA escl.	CnS	€	7.538
Canone Disponibilità €/anno IVA escl.	CnD	€	10.869
Canone Totale €/anno IVA escl.	Cn	€	18.407
Aliquota IVA %	IVA		22%
Rimborso erariale IVA	R_{IVA}	€	47.026
Ricavi da Incentivi, esenti d'IVA	R_B	€	106.267
Durata Incentivi, anni	n_B		5
Inizio erogazione Incentivi, anno			2022

Tabella 9.217 – Risultati dell’analisi di redditività e sostenibilità finanziaria della SCN2

INDICATORI DI REDDITIVITA DEL PROGETTO PRE-IMPOSTE		
Tempo di Ritorno Semplice, Spb = Io / FC, Anni	T.R.S.	11,19
Tempo di Ritorno Attualizzato T.R.A., anni	T.R.A.	17,38
Valore Attuale Netto, VAN = VA - Io	VAN > 0	€ 35.157
Tasso interno di rendimento del progetto	TIR > WACC	5,93%
Indice di Profitto	IP	13,48%
INDICATORI DI REDDITIVITA DELLA ESCO PRE-IMPOSTE		
Tempo di Ritorno Semplice, Spb = Io / FC, Anni	T.R.S.	15,22
Tempo di Ritorno Attualizzato T.R.A., anni	T.R.A.	20,32
Valore Attuale Netto, VAN = VA - Io	VAN > 0	€ 7.091
Tasso interno di rendimento dell'azionista	TIR > ke	11,06%
Debit Service Cover Ratio	DSCR < 1,3	1,007
Loan Life Cover Ratio	LLCR > 1	1,493
Indice di Profitto Azionista	IP	2,72%

Figura 9.28 –SCN2: Flussi di cassa del progetto

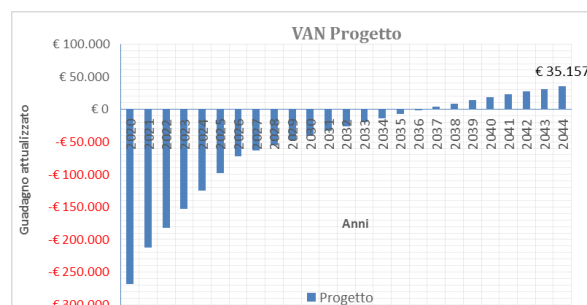
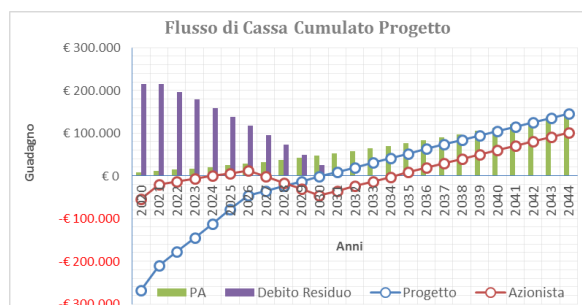


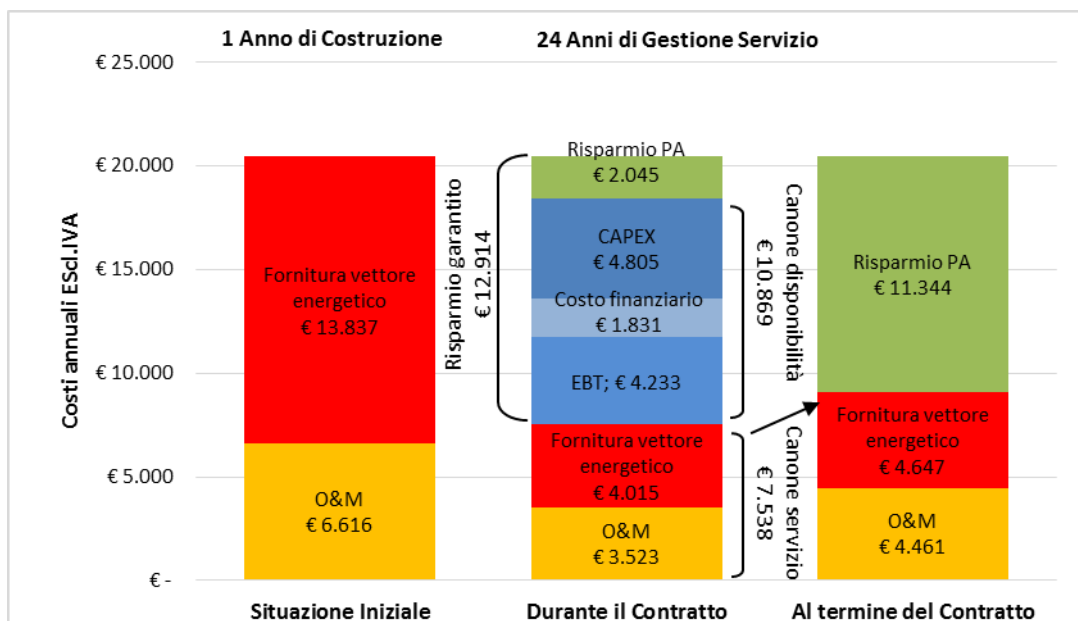
Figura 9.29 – SCN2: Flussi di cassa dell'azionista



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

Infine si è provveduto all’identificazione del possibile canone applicabile nel caso di attuazione dello scenario ottimale con incentivi attraverso la partecipazione di ESCO secondo lo schema di EPC descritto in Figura 9..

Figura 9.30 – Scenario 2: Schema di Energy Performance Contract



10 CONCLUSIONI

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

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

riassunto degli indici di performance energetica

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

10.1 RIASSUNTO DEGLI INDICI DI PERFORMANCE ENERGETICA

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

Tabella 10.1 – Indicatori di performance energetica ricavati dalla modellazione (valutazione in modalità adattata all'utenza) e degli scenari SCN1 e SCN2

INDICE DI PRESTAZIONE ENERGETICA	U.M.		ANTE INTERVENTO		SCN1		SCN2	
			ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE	ENERGIA PRIMARIA TOTALE	ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE	ENERGIA PRIMARIA TOTALE	ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE	ENERGIA PRIMARIA TOTALE
Globale non rinnovabile	EP _{gl}	kWh/mq anno	140.8	148.2	86.6	91.4	38.5	50.2
Climatizzazione invernale	EP _H	kWh/mq anno	95.8	96.4	49.9	50	16.9	17
Produzione di acqua calda sanitaria	EP _w	kWh/mq anno	27.5	30	27.5	30	19.3	24
Ventilazione	EP _v	kWh/mq anno	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]
Raffrescamento	EP _c	kWh/mq anno	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]
Illuminazione artificiale	EP _L	kWh/mq anno	17.5	21.8	9.1	11.3	2.2	9.15
Trasporto di persone e cose	EP _T	kWh/mq anno	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]
Emissioni equivalenti di CO2	CO _{2eq}	Kg/mq anno	27.5	29	17	18	6	8

10.2 RIASSUNTO DEGLI SCENARI DI INVESTIMENTO E DEI PRINCIPALI RISULTATI

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

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

Gli interventi “to be lean” simulati sono stati:

- EEM 1: Isolamento a cappotto in EPS grigio con grafite sp=12cm
- EEM 2: Sostituzione Infissi con altri aventi $U=1,66W/m^2k$
- EEM 3 Coibentazione estradosso solaio su sottotetto non riscaldato
- EEM 4 Insufflaggio intercapedine pareti esterne con fiocchi di cellulosa
- EEM 5: Installazione di sistemi di termoregolazione
- EEM 6: Installazione di sistemi di illuminazione a LED

Gli interventi “to be clean” simulati sono stati:

- EEM 7: Installazione di un nuovo generatore di calore

Gli interventi to be green sono stati:

- EEM 8 Installazione impianto fotovoltaico

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

Interventi previsti nello scenario a 15 anni:

- EEM 3 Coibentazione estradosso solaio su sottotetto non riscaldato
- EEM 4 Insufflaggio intercapedine pareti esterne con fiocchi di cellulosa
- EEM 5: Installazione di sistemi di termoregolazione
- EEM 6: Installazione di sistemi di illuminazione a LED
- EEM 7: Installazione di un nuovo generatore di calore

Interventi previsti nello scenario a 25 anni:

- EEM 1: Isolamento a cappotto in EPS grigio con grafite sp=12cm
- EEM 3 Coibentazione estradosso solaio su sottotetto non riscaldato
- EEM 4 Insufflaggio intercapedine pareti esterne con fiocchi di cellulosa
- EEM 5: Installazione di sistemi di termoregolazione
- EEM 6: Installazione di sistemi di illuminazione a LED
- EEM 7: Installazione di un nuovo generatore di calore
- EEM 8 Installazione impianto fotovoltaico

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

	CON INCENTIVI												
	% ΔE	% Δ_{CO2}	ΔC_E	ΔC_{MO}	ΔC_{MS}	I_0	TRS	TRA	VAN	TIR	IP	DSCR	LLCR
	[%]	[%]	[€/anno]	[€/anno]	[€/anno]	[€]	[anni]	[anni]	[€]	[%]	[-]		
EEM 1	14.7	15.3	2.607,9	0	0	88.098	16,8	30,8	-2.410 \leq 0	3,6	-0.03	[n/a]	[n/a]
EEM 2	20.6	21.4	3.654,7	0	0	168386	38.6	59.6	-86131 \leq 0	-1.8	-0.51	[n/a]	[n/a]
EEM 3	10.4	10.8	1.846,8	0	0	21.281	6,5	8,6	19.138 \geq 0	12,6	0,9	[n/a]	[n/a]
EEM 4	11.1	11.5	1.967,0	0	0	22.989	6,6	8,6	20.221 \geq 0	12,4	0,88	[n/a]	[n/a]
EEM 5	2,3	2,4	416,3	0	0	7.011	16,7	21,3	-2.135 \leq 0	-1,6	-0,3	[n/a]	[n/a]
EEM 6	7.4	6,7	1308.1	0	0	51.488	11.2	12.6	-19.371 \leq 0	-10,4	-0,38	[n/a]	[n/a]

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

CON INCENTIVI												
% ΔE	% Δ_{CO2}	ΔC_E	ΔC_{MO}	ΔC_{MS}	I_0	TRS	TRA	VAN	TIR	IP	DSCR	LLCR

	[%]	[%]	[€/ann o]	[€/ann o]	[€/ann o]	[€]	[anni]	[anni]	[€]	[%]	[-]		
EEM 7	4.2	4.4	769.8	1281	341	35861	8	11.7	9592	6	0.1	[n/a]	[n/a]

Tabella 10.4 – Sintesi dei risultati della valutazione economico-finanziaria delle misure di efficienza energetica To be green, caso con incentivi

	CON INCENTIVI												
	% ΔE	% Δ_{CO2}	ΔC_E	ΔC_{MO}	ΔC_{MS}	I_0	TRS	TRA	VAN	TIR	IP	DSCR	LLCR
	[%]	[%]	[€/ann o]	[€/ann o]	[€/ann o]	[€]	[anni]	[anni]	[€]	[%]	[-]		
EEM 8	42,8	40,2	3.564, 7	2.613	695	35.861	4,9	6,6	18.704 >0	13	0,52	[n/a]	[n/a]

Tabella 10.5 – Sintesi dei risultati della valutazione economico-finanziaria delle misure di efficienza energetica scenari di intervento a 15 e 25 anni, caso con incentivi

	CON INCENTIVI												
	% ΔE	% Δ_{CO2}	ΔC_E	ΔC_{MO}	ΔC_{MS}	I_0	TRS	TRA	VAN	TIR	IP	DSCR	LLCR
	[%]	[%]	[€/ann o]	[€/ann o]	[€/ann o]	[€]	[anni]	[anni]	[€]	[%]	[-]		
SCN 1*	36.2	36.5	5015.4 *	2.038*	542*	119.71 4	2,9	3,4	17.250	34	14	1,2	1,1
SCN 2*	75.1	74.6	10390. 8*	2.038*	542*	260.77 9	15	20,3	7.091	11	2,7	1	1,5

10.3 CONCLUSIONI E COMMENTI

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

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

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

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

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

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

- Raccolta dati dai meter (ESCo expert)

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

ALLEGATO A – ELENCO DOCUMENTAZIONE FORNITA DALLA COMMITTENZA

Titolo	Data	Nome file
01_Planimetrie	08.11.17	01_Involucro E00077, PIAN1, PIAN2, PIAN3, PIANC, PIAN
		02_Termici 077-P00-011-CENTRALE TERMICA, L1-042-077-P00, L1-042-077-P01, L1-042-077-P02, L1-042-077-P02, L1-042-077-P00-Checklist, L1-042-077-P01-Checklist, L1-042-077-P02-Checklist
		03_Elettrici vuoto
02_Manutenzioni	08.11.17	01_Involucro vuoto
		02_Termici vuoto
		03_Elettrici vuoto
		04_FER vuoto
03_Consumi (Bollette elettricità 2014)	24.07.2018	5700065495, 5700098218, 5700134957 5700176145, 5700214975, 5700248944 5700291206, 5700345541, 5700411327 5700373449, 5700493139, 5700493139
03_Consumi (Bollette elettricità 2015)	24.07.2018	5700493139, 5700544142, 5750081967 E000140844, E000163929, E000175672, E000337522, E000234065, E000281520 E000386676, E000386676, E000432863, E000483582, E000018557, E000483582, E000018557, E000084135, E000310245, E000150590
03_Consumi (Bollette elettricità 2016)	24.07.2018	E000150590, E000084136, E000218120 E000218121, E000334604, E000238237 E000218121, E000334604, E000150590 E000238237, E000278554, E000334604 E000238237, 011640025275, 011640087942 011640025275, 011640048519, 011640060830, 011640074903, 011640126637, 011740042570 011640100078, 011740001581
03_Consumi (Bollette gas 2014)	24.07.2018	20141121807
03_Consumi (Bollette gas 2015)	24.07.2018	20151686, P150007518, P150015576 P150019771, P150032667, P150037967 P150048624, P160003881
03_Consumi (Bollette gas 2016)	24.07.2018	P160012671, P160023980, P160031417 EX15066/2016, P160041242, EX19107/2016 EX22893/2016, P160053190, EX26900/2016 EX31010/2016, EX33534/2016, EX38844/2016, EX43773/2016 EX03011/2017

ALLEGATO B – ELABORATI

Titolo	Data	Nome file
Tavola con indicazione di impianti e zone termiche (dwg, PDF)		DE_Lotto.9-E77_Elaborati_PT
		DE_Lotto.9-E77_Elaborati_P1
		DE_Lotto.9-E77_Elaborati_P2
		DE_Lotto.9-E77_Elaborati_P3
		DE_Lotto.9-E77_Elaborati_P1SS
		DE_Lotto.9-E84_Elaborati_PC
Foto Sopralluogo		
File Grafici		DE_Lotto.9-E84-AllegatoB-Grafici

ALLEGATO C – REPORT DI INDAGINE TERMOGRAFICA

Titolo	Data	Nome file
Allegato C E77	14.05.18	Allegato C E77.doc

ALLEGATO D – REPORT RELATIVI AD ALTRE PROVE DIAGNOSTICHE STRUMENTALI

Titolo	Data	Nome file
ALLEGATO D Report relativi ad altre prove diagnostiche strumentali	14.05.18	Lotto.9_Report prove diagnostiche strumentali_E77.doc

ALLEGATO E – RELAZIONE DI DETTAGLIO DEI CALCOLI

Titolo	Data	Nome file
ALLEGATO E Relazione di dettaglio dei calcoli	14.05.18	DE_E77_Baseline – Calcoli.rtf

ALLEGATO F – CERTIFICATO CTI SOFTWARE

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

ALLEGATO G – ATTESTATO DI PRESTAZIONE ENERGETICA

Titolo	Data	Nome file
APE STATO DI FATTO	14/05/18	DE_E77_APE_Baseline.rtf

ALLEGATO H – BOZZA DI APE SCENARI

Titolo	Data	Nome file
APE SCENARIO 15 ANNI	14/05/18	E77_15 anni_Caldaia+VT+LED+insufflaggio+sottotetto_APE - APE2015.RTF
APE SCENARIO 25 ANNI	14/05/18	E77_25 anni_Caldaia+VT+LED+insufflaggio+sottotetto+cappotto_FV_APE - APE2015

ALLEGATO I – DATI CLIMATICI

Titolo	Data	Nome file
ALLEGATO I Dati climatici	14.05.18	GG_Lotto.9-E77.xls

ALLEGATO J – SCHEDE DI AUDIT

Titolo	Data	Nome file
ALLEGATO J Schede Audit	14.05.18	E 77_Scheda Audit_Template_rev2.xls

ALLEGATO K – SCHEDE ORE

Titolo	Data	Nome file
ALLEGATO K Schede ORE	14.05.18	Schede ORE_E 77.doc

ALLEGATO L – PIANO ECONOMICO FINANZIARIO SCENARI

Titolo	Data	Nome file
ANALISI PEF E77	14/05/18	E77_AnalisiPEF.xlsx

ALLEGATO M – REPORT DI BENCHMARK

Titolo	Data	Nome file
ALLEGATO M Report di Benchmark	14.05.18	Lotto.9_benchmark E77.doc



ALLEGATO N – CD-ROM