

SCUOLA MEDIA "STROZZI" - SUCCURSALE KING E.104

VIA VITTORINO ERA N. 1

RAPPORTO DI DIAGNOSI ENERGETICA
FONDO KYOTO - SCUOLA 3



Luglio/2018

COMUNE DI GENOVA
STRUTTURA DI STAFF - ENERGY MANAGER



COMUNE DI GENOVA



ENVIRONMENT
PARK Parco Scientifico
Tecnologico per l'Ambiente

SCUOLA MEDIA "STROZZI"- SUCCURSALE KING E.104

VIA VITTORINO ERA n. 1

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	Sergio Ravera	Sergio Ravera	Stefano Dotta	Prima Pubblicazione
		Stefano Dotta	Daniela Di Fazio		
		Mauro Cornaglia			
		Angela Baccaro			
		Vincenzo Cuzzola			
B	23/07/2018	Sergio Ravera	Sergio Ravera	Stefano Dotta	Seconda Pubblicazione
		Stefano Dotta	Daniela Di Fazio		
		Mauro Cornaglia			
		Angela Baccaro			
		Vincenzo Cuzzola			

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.....	1
1.4 IDENTIFICAZIONE DELL’EDIFICIO.....	2
1.5 METODOLOGIA DI LAVORO	3
1.6 STRUTTURA DEL REPORT	6
2 DATI DELL’EDIFICIO.....	7
2.1 INFORMAZIONI SUL SITO	7
2.2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE, SOCIO-ECONOMICO E DESTINAZIONE D’USO	7
2.3 VERIFICA DEI VINCOLI INTERFERENTI SULLE PARTI DELL’IMMOBILE INTERESSATE DAGLI ’INTERVENTI.....	9
2.4 MODALITÀ DI GESTIONE E MANUTENZIONE DI EDIFICI ED IMPIANTO.....	10
3 DATI CLIMATICI	12
3.1 DATI CLIMATICI DI RIFERIMENTO.....	12
3.2 DATI CLIMATICI REALI.....	13
3.3 ANALISI DELL’ANDAMENTO DEI DATI CLIMATICI E PROFILI ANNUALI DEI GRADI GIORNO	13
4 AUDIT EDIFICIO E IMPIANTI ELETTRICI E MECCANICI	16
4.1 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE DELL’INVOLUCRO EDILIZIO	16
4.1.1 <i>Involucro opaco</i>	16
4.1.2 <i>Involucro trasparente</i>	17
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>	22
4.2.4 <i>Sottosistema di generazione</i>	24
LE CARATTERISTICHE DEI SISTEMI DI GENERAZIONE SONO RIPORTATE NELLA TABELLA 4.8.	24
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	28
5.1 CONSUMI ENERGETICI STORICI PER CIASCUN VETTORE E CONNESSIONE ALLE RETI GAS NATURALE ED ELETTRICA.....	28
5.1.1 <i>Energia termica</i>	28
5.1.2 <i>Energia elettrica</i>	31
5.2 INDICATORI DI PERFORMANCE ENERGETICI ED AMBIENTALI	34
6 MODELLO DEL FABBISOGNO ENERGETICO.....	39
6.1 METODOLOGIA DI CALCOLO ADOTTATA E VALIDAZIONE DEI MODELLI DI CALCOLO	39
6.1.1 <i>Validazione del modello termico</i>	40
6.1.2 <i>Validazione del modello elettrico</i>	41
6.2 FABBISOGNI ENERGETICI.....	41
6.3 PROFILI ENERGETICI MENSILI.....	43
7 ANALISI DEI COSTI PRE-INTREVENTO	46
7.1 COSTI RELATIVI ALLA FORNITURA DEI VETTORI ENERGETICI	46
7.1.1 <i>Vettore termico</i>	46
7.1.2 <i>Vettore elettrico</i>	50



7.2	TARIFE E PREZZI VETTORI ENERGETICI UTILIZZATI NELL'ANALISI.....	53
7.3	COSTI DI GESTIONE E MANUTENZIONE DI EDIFICIO ED IMPIANTI.....	53
7.4	BASELINE DEI COSTI.....	54
8	IDENTIFICAZIONE DELLE MISURE DI EFFICIENZA ENERGETICA	56
8.1	DESCRIZIONE, FATTIBILITÀ E PRESTAZIONI DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI	56
8.1.1	<i>Involucro edilizio</i>	56
8.1.2	<i>Impianto riscaldamento</i>	60
8.1.3	<i>Impianto produzione acqua calda sanitaria</i>	63
8.1.4	<i>Impianto di illuminazione ed impianto elettrico</i>	63
8.1.5	<i>Impianto di generazione da fonti rinnovabili</i>	66
9	VALUTAZIONE ECONOMICO-FINANZIARIA.....	68
9.1	ANALISI DEI COSTI DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI CONSIDERATI FATTIBILI.....	68
9.2	ANALISI DI CONVENIENZA DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI CONSIDERATI FATTIBILI.....	75
9.3	IDENTIFICAZIONE DELLE SOLUZIONI INTEGRATE D'INTERVENTO E SCENARI D'INVESTIMENTO.....	84
9.3.1	<i>Scenario 1: Scenario ottimale TRS≤15 anni</i>	87
9.3.2	<i>Scenario 2: Scenario ottimale TRS≤25 anni</i>	92
10	CONCLUSIONI	98
10.1	RIASSUNTO DEGLI INDICI DI PERFORMANCE ENERGETICA	98
10.2	RIASSUNTO DEGLI SCENARI DI INVESTIMENTO E DEI PRINCIPALI RISULTATI	98
10.3	CONCLUSIONI E COMMENTI.....	100
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		1.973
Anno di ristrutturazione		nn
Zona climatica		D
Destinazione d'uso		E.7 edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli ed assimilabili
Superficie utile riscaldata	[m ²]	3.322
Superficie disperdente (S)	[m ²]	7.951
Volume lordo riscaldato (V)	[m ³]	17.803
Rapporto S/V	[1/m]	0,45
Superficie lorda aree interne (scaldate e non scaldate)	[m ²]	3.742
Superficie lorda aree esterne	[m ²]	1.333
Superficie lorda complessiva (aree interne ed esterne)	[m ²]	5.075
Tipologia generatore riscaldamento		Generatore tradizionale
Potenza totale impianto riscaldamento	[kW]	813
Potenza totale impianto raffrescamento	[kW]	[-]
Tipo di combustibile		Gas naturale
Tipologia generatore Acqua Calda sanitaria (ACS)		Generatore tradizionale (combinato con riscaldamento)
Emissioni CO2 di riferimento ⁽¹⁾	[t/anno]	111.1
Consumo di riferimento Gas Metano ⁽¹⁾	[kWh _{th} /anno]	251228 ⁽²⁾
Spesa annuale Gas Metano ⁽¹⁾	[€/anno]	26.283
Consumo di riferimento energia elettrica ⁽¹⁾	[kWh _{el} /anno]	45.764
Spesa annuale energia elettrica ⁽¹⁾	[€/anno]	9.518

Nota (1): Valori di Baseline

Nota (2): consumo relativo alle sole utenze scuola secondaria De Toni (ex scuola media Strozzi), utenze liceo “King” in carico alla Città Metropolitana

Descrizione delle Misure di efficienza energetica proposte:

- EEM 1: Isolamento a cappotto in EPS grigio con grafite sp=12cm
- EEM 2: Coibentazione copertura non calpestabile con poliuretano tra lamiera sigillate sp=8cm
- EEM 3: Sostituzione Infissi con altri aventi U=1,66W/m²k
- EEM 4: Installazione di sistemi di termoregolazione
- EEM 5: Efficientamento sistema d'illuminazione.
- EEM 6: Efficientamento impianto di generazione
- EEM 7: Installazione impianto fotovoltaico
- SCN1: Efficientamento impianto di generazione, Isolamento a cappotto.
- SCN2: Efficientamento impianto di generazione, Isolamento a cappotto, efficientamento sistema d'illuminazione.

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

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



EEM 1	25,4	26,4	9107	0	0	22291 0	30	12,7	20	34556≥0	5,9%	0,16	n/a	n/a
EEM 2	10,1	10,4	3599	0	0	19525 9	30	25,7	37,6	-40696 ≤0	0,8%	-0,21	n/a	n/a
EEM 3	27,4%	28,4	9800	0	0	48020 6	30	40,5	62,1	255.711 <0	-2,2	-0,53	n/a	n/a
EEM 4	25,6	26,4	4218	0	0	-9052	15	1,1	1,2	78.415> 0	87	8,66	n/a	n/a
EEM 5	24,5	24,3	8.764	0	0	114.90 7	8	6,9	9	13.166< 0	0,3	-0,11	n/a	n/a
EEM 6	23	23,8	8.217	4.200	1.116	-45.730	15	2,7	2,9	101.780 >0	33,1	2,23	n/a	n/a
EEM 7	8,4	7,4	1.160	4.200	1.116	-66.209	20	10,3	13,7	29.472> 0	8,2	0,45	n/a	n/a
SCN 1	35.1	36.1	9808.5 *	3276*	871*	27769 3	-	3,2	3,8	17.546	24,3	6,3	1,1	0,9
SCN 2	44.3	44.5	12383. 1*	3276*	871*	-39260 0	-	9	15,9	17.432	14	4,4	1	1,3

*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

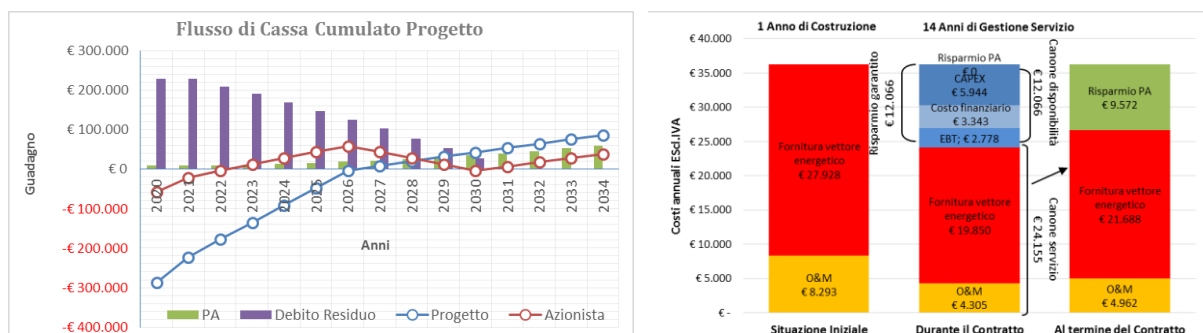
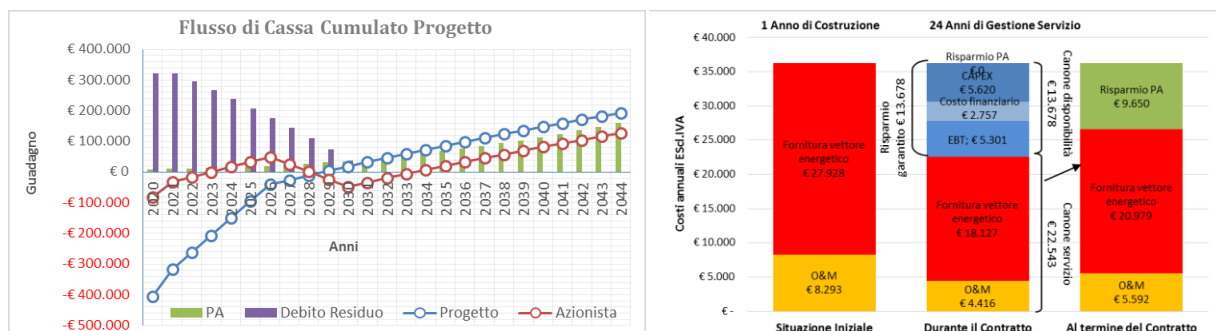


Figura 0.2 – Scenario 2: analisi finanziaria



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

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

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

1.2 SCOPO DELLA DIAGNOSI ENERGETICA

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

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

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

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

1.3 RIFERIMENTO E CONTATTI AUDITOR E PERSONALE COINVOLTO

La presente DE è stata eseguita dalla Società 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)

Figura 1.1 - Vista della facciata esposta a nord



ai sensi della norma UNI CEI 11339. In Tabella 1.1 sono riportati i nominativi di tutti i soggetti coinvolti nelle varie fasi di svolgimento della DE.

Tabella 1.1 – Soggetti coinvolti nella realizzazione del processo di Audit

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

1.4 IDENTIFICAZIONE DELL'EDIFICIO

L'immobile oggetto della DE, catastalmente individuato al NCEU a seguito dei controlli effettuati dalla società di Audit è risultato avere le seguenti coordinate catastali: Sezione A F. 81 Mapp. 712-789 (al posto di 191,201,265 indicato sul file Kyoto) Sub. [-] è sito nel Comune di Genova e più precisamente nell'area del quartiere Sturla.

L'edificio è di proprietà del Comune di Genova ed è attualmente adibito a Scuola Media “Strozzi” e Succursale King.

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		1.973
Anno di ristrutturazione		nn
Zona climatica		D
Destinazione d'uso		E.7 Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli ed assimilabili
Superficie utile riscaldata	[m ²]	3.322
Superficie disperdente (S)	[m ²]	7.950
Volume lordo riscaldato (V)	[m ³]	17.803
Rapporto S/V	[1/m]	0,45
Superficie netta aree interne (scaldate e non scaldate)	[m ²]	3.354
Superficie lorda aree interne (scaldate e non scaldate)	[m ²]	3.742
Superficie lorda aree esterne	[m ²]	1.333
Superficie lorda complessiva (aree interne ed esterne)	[m ²]	5.075
Tipologia generatore riscaldamento		Generatore tradizionale
Potenza totale impianto riscaldamento	[kW]	813
Potenza totale impianto raffrescamento	[kW]	[-]

Tipo di combustibile		Gas naturale
Tipologia generatore Acqua Calda sanitaria (ACS)		Generatore tradizionale (combinato con riscaldamento)
Emissioni CO ₂ di riferimento ⁽¹⁾	[t/anno]	111.1
Consumo di riferimento Gas Metano ⁽¹⁾	[kWh _{th} /anno]	251228 ⁽²⁾
Spesa annuale Gas Metano ⁽¹⁾	[€/anno]	26.283
Consumo di riferimento energia elettrica ⁽¹⁾	[kWh _{el} /anno]	45.764
Spesa annuale energia elettrica ⁽¹⁾	[€/anno]	9.518

Nota (1): Valori di Baseline

Nota (2): consumo relativo alle sole utenze scuola secondaria De Toni (ex scuola media Strozzi), utenze liceo “King” in carico alla Città Metropolitana

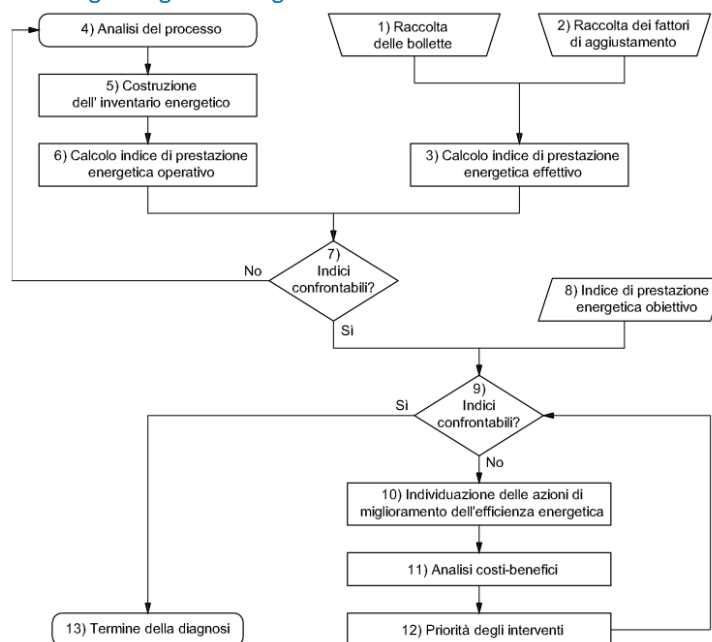
1.5 METODOLOGIA DI LAVORO

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

- a) Acquisizione della documentazione utile, fornita dalla PA, come riportato all’ Allegato B – Elaborati; **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**
- b) Analisi del quadro normativo di riferimento, incluso la verifica dei vincoli ambientali, storici, archeologici e paesaggistici interferenti sull’immobile interessato dall’intervento;
- c) Visita agli edifici, effettuata in data 21/11/2017 con verifica degli elaborati forniti e rilievo dei dati relativi alle caratteristiche degli elementi disperdenti ed impiantistici costituenti il sistema edificio-impianto;
- d) Visita alla centrale termica e/o frigorifera, con il supporto del personale incaricato della conduzione e manutenzione degli impianti e rilevamento dei dati utili;
- e) Preparazione e compilazione delle schede di Audit previste per la diagnosi di livello II di cui all’appendice A delle LGEE - Linee Guida per l’Efficienza Energetica negli Edifici - sett. 2013 - elaborato da AiCARR per Agesi, Assistal, Assopetroli e Assoenergia, e riportate all’Allegato J – Schede di audit;
- f) Elaborazione del comportamento termico ed elettrico dell’edificio, realizzata utilizzando il software commerciale EDILCLIMA 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;
- g) Analisi dei profili annuali di consumi e costi dei servizi energetici reali dell’edificio, comprensivi della fornitura dei vettori energetici sia elettrici che di gas e degli oneri di O&M, relativamente alle annualità 2014-2015-2016;
- h) Analisi dei dati climatici reali del sito ove è ubicato l’edificio con conseguente calcolo dei Gradi Giorno reali (GG_{real}), utilizzando le temperature esterne rilevate dalla Stazione Meteo villa Cambiaso dell’Università di Genova e riportati all’Allegato I – Dati climatici;
- i) Individuazione della “baseline termica” di riferimento (e relative emissioni di CO₂) tramite opportuna ripartizione del consumo di combustibile tra le varie utenze a servizio dell’edificio e destagionalizzazione dello stesso, utilizzando i relativi GG reali (GG_{real}), e conseguente normalizzazione secondo i GG di riferimento (GG_{rif});
- j) Individuazione della “baseline elettrica” di riferimento (e relative emissioni di CO₂) calcolata sulla media aritmetica dei valori relativi ai consumi elettrici reali per tre le annualità 2014, 2015, 2016;
- k) Validazione del modello elaborato mediante il confronto con le baseline energetiche, al fine di ottenere uno scostamento inferiore al 5%;
- l) Analisi delle possibili EEM necessarie per la riqualificazione energetica del sistema edificio-impianto analizzando gli aspetti tecnici, energetici, ed ambientali.

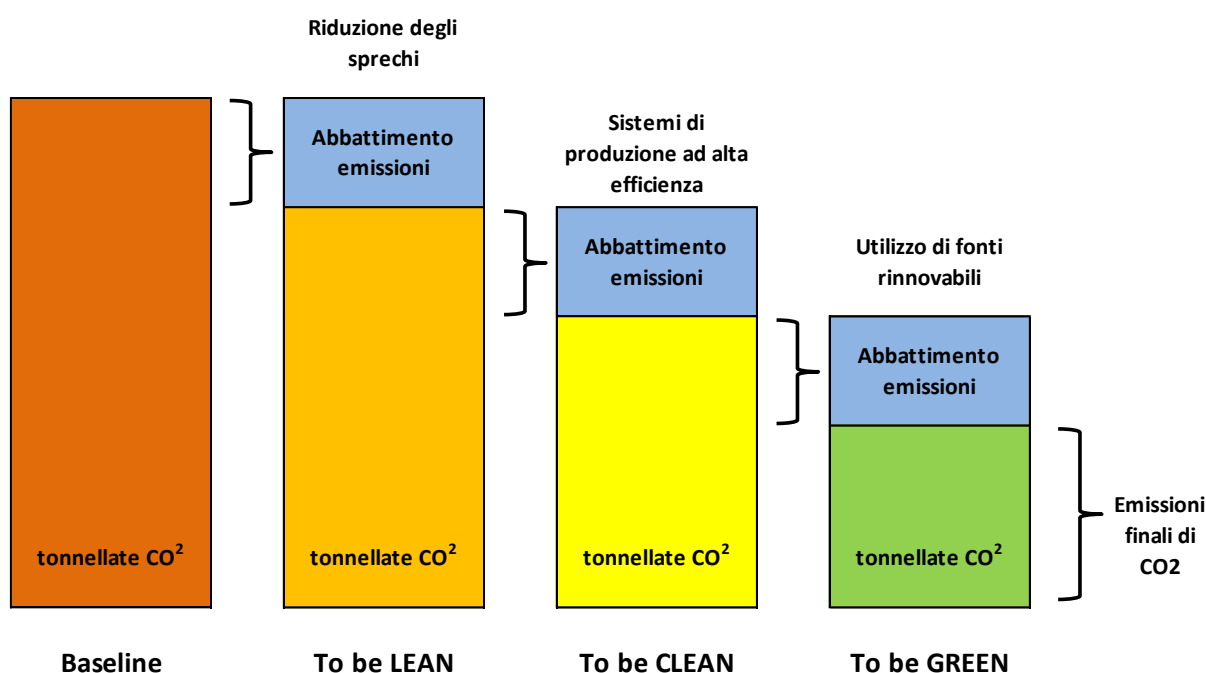
- m) Simulazione del comportamento energetico dell’edificio a seguito dell’attuazione delle varie EEM proposte singolarmente, ed individuazione della nuova classe energetica raggiungibile;
- n) Definizione di due scenari ottimali a partire dalla combinazione delle singole EEM proposte al fine di conseguire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

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



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

Figura 1.4 - Principio della Gerarchia Energetica, (fonte: London Plan 2011)



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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

1.6 STRUTTURA DEL REPORT

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

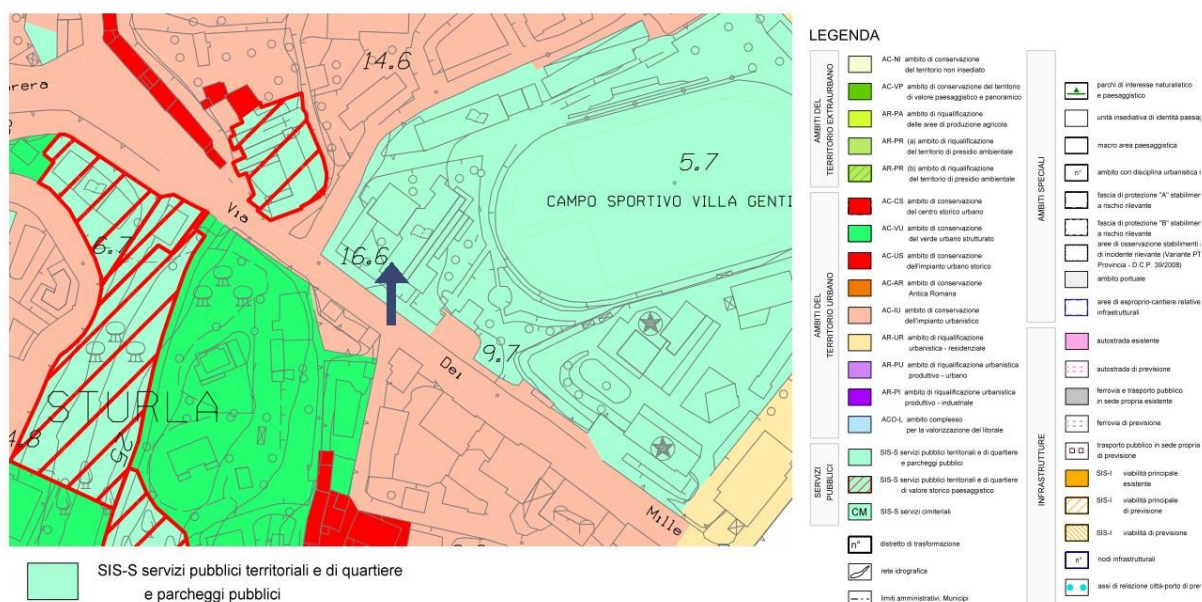
- Una prima parte nella quale sono descritti lo scopo ed i confini della DE e le metodologie di analisi adottate;
- Una seconda parte in cui sono riportate le informazioni dell'edificio rilevate in sede di sopralluogo e le valutazioni effettuate al fine di identificare le caratteristiche tecniche dei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

2 DATI DELL’EDIFICIO

2.1 INFORMAZIONI SUL SITO

Lo strumento urbanistico vigente, il P.U.C approvato con DD n° 2015/118.0.0/18 con entrata in vigore il 3/12/2015, classifica l’edificio oggetto della DE in zona SIS-S 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 è stato costruito nel 1973 e viene utilizzato per le attività scolastiche della Scuola Media “Strozzi”; una porzione dell’edificio è utilizzata come succursale del Liceo Scientifico “M.L. King”. Ai sensi del DPR 412/93, ricade nella destinazione d’uso E.7 - Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili.

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

L’ipotesi di intervenire al fine di migliorarne l’efficienza energetica dell’edificio è 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 collettivo al fine della sensibilizzazione l’utenza alle tematiche di interesse ambientale ed energetico.

È rilevante sottolineare come la corretta gestione e manutenzione del sistema edificio – impianto, comporterebbe il miglioramento delle condizioni di benessere percepite dall’utenza; la corretta manutenzione dell’edificio contribuirebbe a preservarlo al meglio in quanto bene di collettivo.

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

E102 – Scuola Comunale Infanzia “Chighizola”

della DE è costituito complessivamente da cinque piani riscaldati (di cui due interrati), nei quali si sviluppano le attività di formazione della struttura

(Google Earth)



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

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

Tabella 2.1 - Suddivisione in piani dell'edificio

PIANO	UTILIZZO	U.M.	SUPERFICIE LORDA COMPLESSIVA ⁽²⁾	SUPERFICIE UTILE RISCALDATA ⁽³⁾	SUPERFICIE UTILE RAFFRESCATA ⁽³⁾
Secondo Seminterrato	Palestra	[m ²]	190,0	158,0	
	Spogliatoio della Palestra	[m ²]	44,8	40,5	
	Varie	[m ²]	70,4	59,7	
Primo Seminterrato	Palestra	[m ²]	299,6	284,3	
	Spogliatoio della Palestra	[m ²]	46,8	38,8	
	Wc	[m ²]	44,4	32,4	
	Aule	[m ²]	192,3	165,2	
	Varie	[m ²]	167,7	142,5	
	Hall bassa	[m ²]	270,0	265,2	
	Hall alta	[m ²]	85,0	82,1	
Terra	Aule	[m ²]	187,9	168,7	
	Balconata	[m ²]	113,4	113,4	
	Ingresso	[m ²]	112,0	110,9	
	Servizi	[m ²]	44,32	32,4	
	Uffici	[m ²]	149,14	140,5	
	Servizi 2	[m ²]	79,0	70,6	
Primo	Aule sud-est	[m ²]	368,2	332,2	
	Servizi	[m ²]	69,4	57,1	
	Corridoi	[m ²]	113,1	105,4	
	Servizi 2	[m ²]	50,9	39,9	
	Aule nord-ovest	[m ²]	369,0	322,7	
Secondo	Aule	[m ²]	379,5	344,9	
	Servizi	[m ²]	21,2	13,7	
	Servizi 2	[m ²]	47,6	37,9	
	Corridoio	[m ²]	117,6	104,5	
	Scale Grandi	[m ²]	66,4	57,8	
NON RISC	Centrale termica	[m ²]	42,1		
TOTALE		[m ²]	3.742,4	3.321,9	

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

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

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

Quartiere della circoscrizione Levante e viene indicata tutta l'area urbana compresa tra corso Europa, via Orsini, la sponda destra dello Sturla, dal quale prende il nome, e il mare. Il quartiere nel corso del Novecento ha conosciuto un'impetuosa espansione edilizia, all'interno della quale sono tuttavia ancora riconoscibili i nuclei originari degli antichi borghi marinari. Il paesaggio è maggiormente caratterizzato da insediamenti residenziali che hanno sempre interessato oltre al fondovalle le parti di versante.

Figura 2.3 - Particolare estratto dalla carta dei vincoli



Una verifica effettuata sul portale della Regione Liguria dedicato agli edifici vincolati (www.liguriavincoli.it) non ha evidenziato alcun tipo di vincolo per l'edificio in oggetto di diagnosi.

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

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

MISURA DI EFFICIENZA ENERGETICA	VINCOLO INTERESSATO	VALUTAZIONE INTERFERENZA ⁽⁴⁾	MISURA DI TUTELA DA ADOTTARE
EEM 1: Isolamento a cappotto in EPS grigio con grafite sp=12cm	nn		nn
EEM 2: Coibentazione copertura non calpestabile con poliuretano espanso tra lamiera sigillate sp=8cm	nn		nn
EEM 3: Sostituzione Infissi con altri aventi U=1,66W/m2k	nn		nn

Nota (5): Legenda livelli di interferenza:

	Non perseguibile
	Perseguibile tramite adozione misure di tutela indicate
	Interferenza nulla

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

2.4 MODALITÀ DI GESTIONE E MANUTENZIONE DI EDIFICI ED IMPIANTO

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

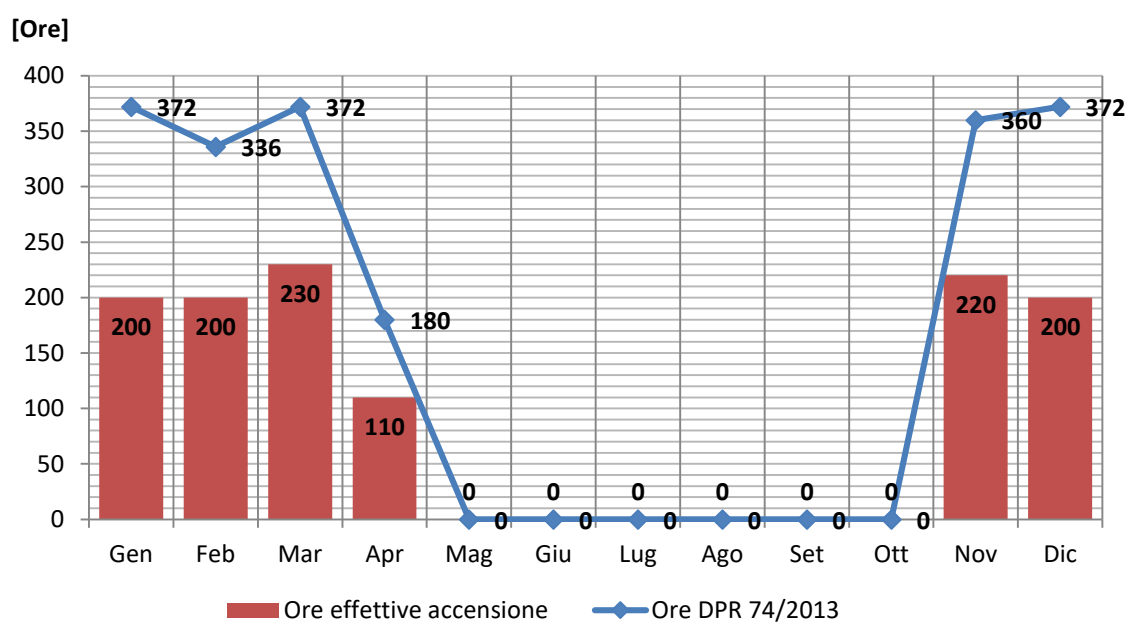
Gli orari di effettivo utilizzo dell’edificio sono stati ottenuti tramite colloquio col personale amministrativo e dirigente scolastica, mentre i periodi di attivazione e spegnimento degli impianti sono stati forniti dagli uffici preposti del Comune di Genova.

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

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

PERIODO	GIORNI SETTIMANALI	ORARIO FUNZIONAMENTO EDIFICIO	ORARIO FUNZIONAMENTO IMPIANTO
Dal 1 Novembre al 15 Aprile	Dal lunedì al venerdì	7.30-14.30	6.30 – 16.30
Dal 16 Aprile al 30 Ottobre	Dal lunedì al venerdì	7.30-14.30	[-]

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.



E102 – Scuola Comunale Infanzia “Chighizola”

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}

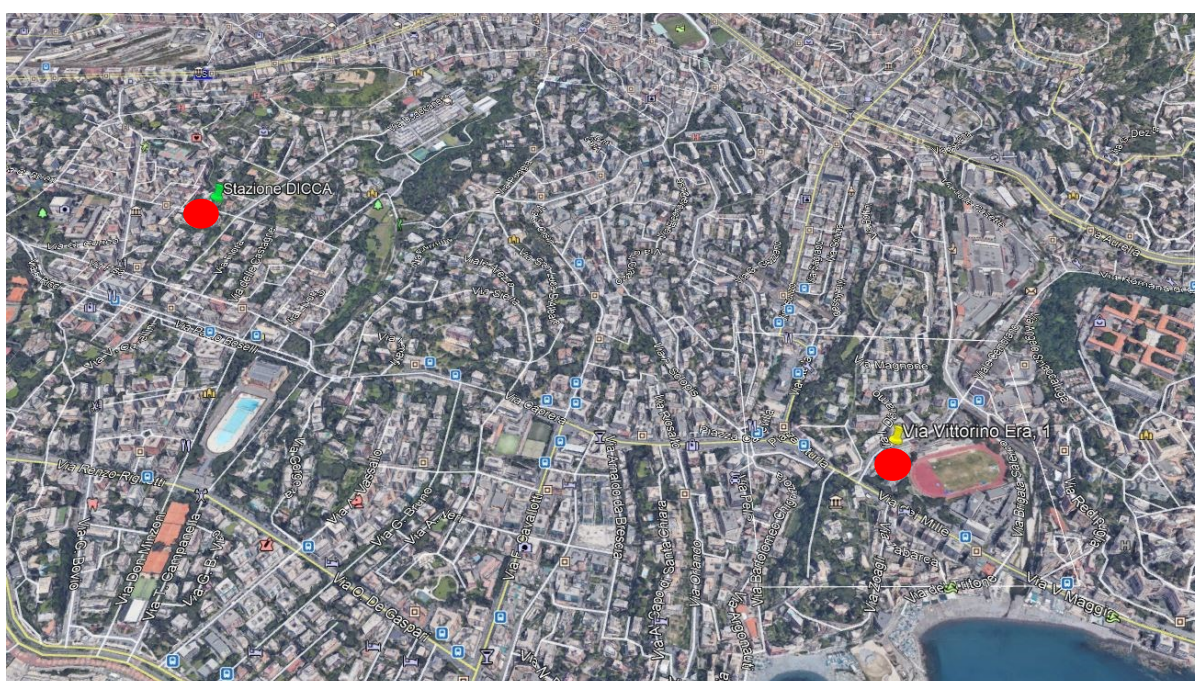
Mese	GIORNI MENSILI	TEMPERATURA ESTERNA UNI 10349:2016 [°C]	GIORNI RISCALDAMENTO [g/m]	GG	GIORNI DI UTILIZZO [g/m]	GIORNI RISCALDAMENTO EFFETTIVI [g/m]	GG _{rif}	PROFILO DI INCIDENZA
Gennaio	31	10,4	31	298	20	20	192	19%
Febbraio	28	10,5	28	266	20	20	190	19%
Marzo	31	11,1	31	276	23	23	205	21%
Aprile	30	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 della temperatura esterna media oraria del sito effettivamente rilevata, con lo scopo di creare una normalizzazione dei consumi in funzione delle caratteristiche climatiche della zona.

I dati climatici utilizzati sono stati rilevati dalla centralina meteo climatica 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 in quanto risulta essere la più vicina all’edificio oggetto della DE.

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



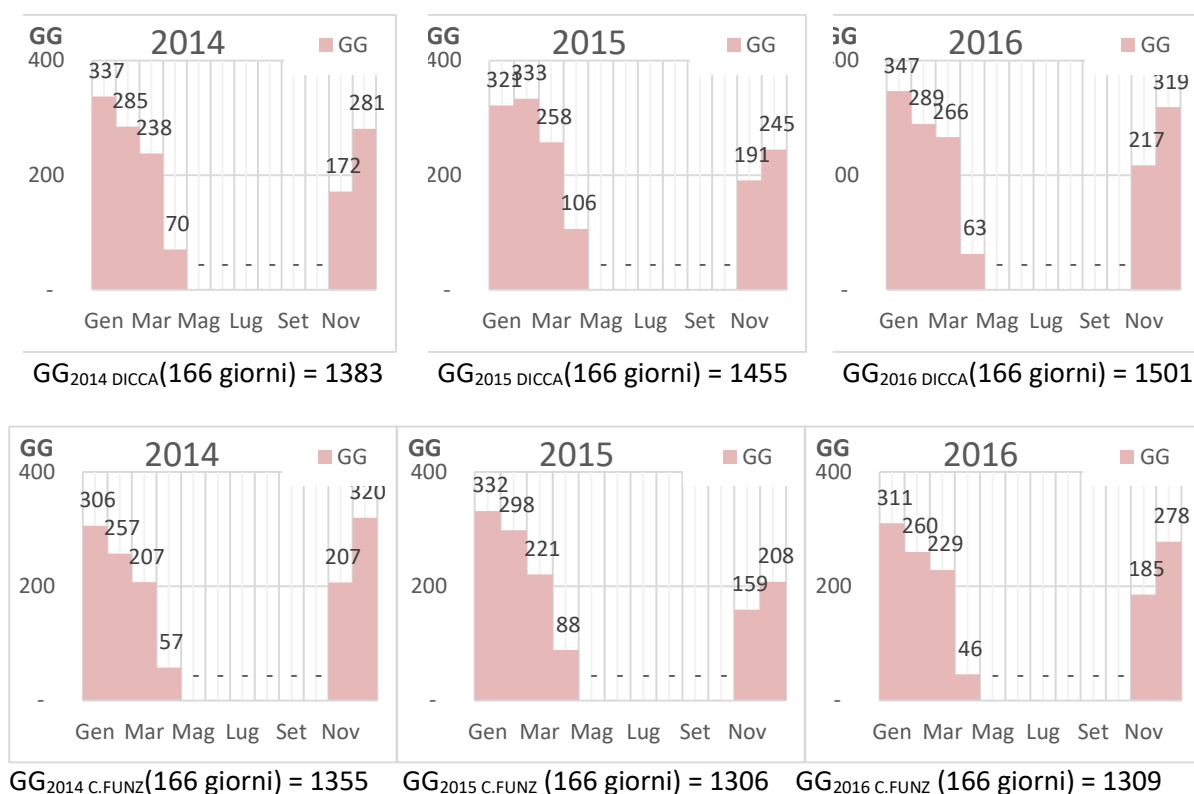
3.3 ANALISI DELL’ANDAMENTO DEI DATI CLIMATICI E PROFILI ANNUALI DEI GRADI GIORNO

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



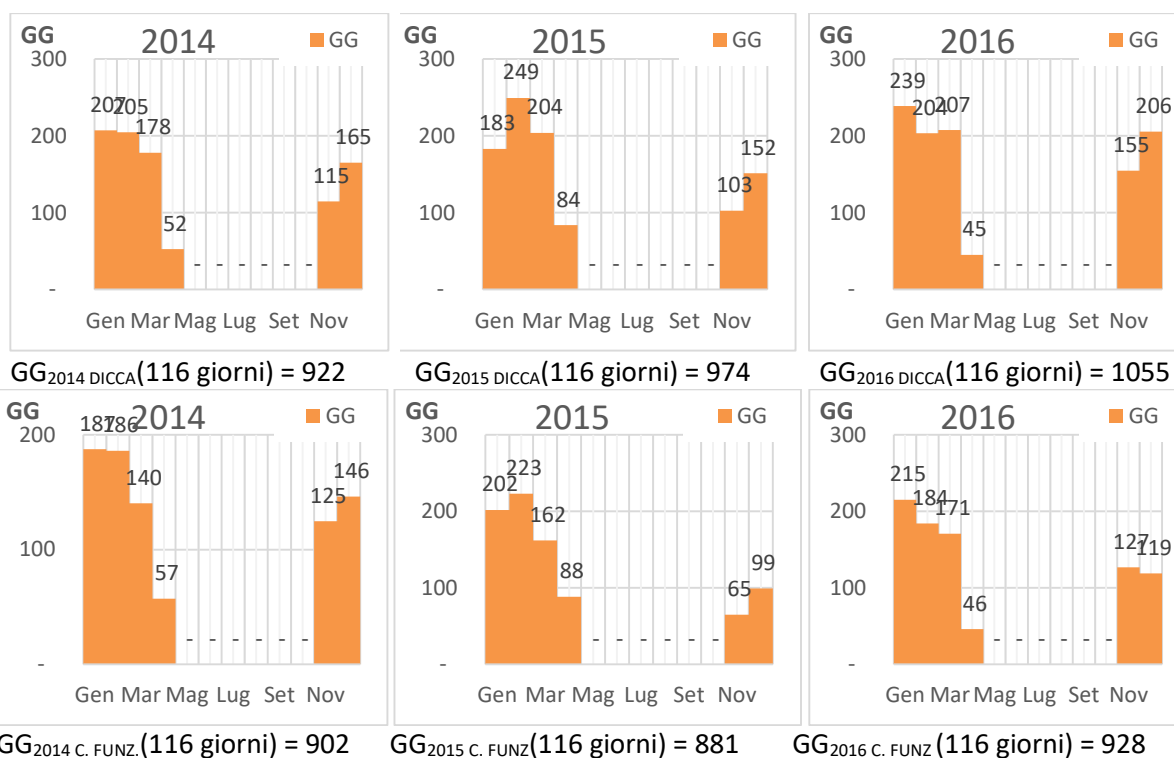
Dal confronto tra i GG calcolati sulla base delle temperature rilevate dalle due stazioni climatiche risulta che nell'anno 2014 la differenza è di 28 GG pari all'2% nel 2015 la differenza è di 149 GG pari allo 11.1% e nel 2016 la differenza è di 192 GG pari allo 14.6 %. Si ritiene pertanto che i dati 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 caratterizzato da una struttura portante a pilastri in cemento armato e tamponamenti esterni caratterizzati da strati e tipologie di materiali differenti sui lati interno ed esterno. La parte esterna dei muri è costituita da setti in cemento armato; quella interna da una muratura in laterizi. Il sopralluogo ha evidenziato numerose irregolarità nelle superfici esterne dei muri ove il degrado delle strutture ha intaccato alcune porzioni di cemento portando alla luce i ferri delle armature interne. I muri esterni talvolta si rastremano in corrispondenza degli spazi sottofinestra per ospitare i terminali di erogazione. I solai disperdenti sono in laterocemento comprese le coperture piane talvolta finite all'estradosso con guaina impermeabilizzante e talvolta con pavimentazione in corrispondenza dei terrazzi.

Figura 4.1 - Particolare della muratura esterna



Va inoltre sottolineato, sempre in riferimento all'involucro edilizio, che pur non trattandosi di un edificio di valenza storica, si ritiene possibile procedere ad importanti interventi di efficientamento dell'involucro stesso nonostante la forma complessa del fabbricato ed il suo sviluppo irregolare nei piani.

Figura 4.2 - Particolare degli orizzontamenti e della struttura portante su corridoio di distribuzione



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”.

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

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

Tabella 4.1 – Trasmittanze termiche dei componenti dell’involucro opaco

TIPO DI COMPONENTE	CODICE	SPESSORE [cm]	ISOLAMENTO	TRASMITTANZA TERMICA [W/mqK]	STATO DI CONSERVAZIONE
Parete verticale	M1	31	Assente	2,0	Scarso
	M2	24	Assente	2,6	Scarso
	M3	51	Assente	2,4	Scarso
	M4	31	Assente	0,3	Scarso
	M5	31	Assente	2,0	Scarso
	M6	51	Assente	2,4	Scarso
	M7	15	Assente	1,5	Scarso
	M8	33	Assente	3,1	Scarso
Pavimento	P1	44	Assente	0,1	Buono
	P2	45	Assente	0,3	Buono
	P3	36	Assente	1,2	Buono
Copertura	S1	36	Assente	1,3	Buono
	S2	37	Assente	1,3	Buono
	S3	36	Assente	1,3	Buono

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

4.1.2 Involucro trasparente

L’involucro trasparente che costituisce l’edificio è [Figura 4.3 - Particolare dei serramenti](#)

caratterizzato da serramenti di ampie superfici vetrate con telaio in alluminio e vetro singolo. Il sopralluogo ha evidenziato numerosissime tipologie di serramento (per dimensioni); alcune superfici vetrate sono in U-glass. Una minima parte dei serramenti ha il vetro doppio (come documentato di seguito). Le perdite per trasmissione totali dell’edificio risultano fortemente condizionate dai numerosissimi serramenti presenti che si presentano con uno stato di conservazione scarso. Si generano rilevanti infiltrazioni d’aria all’interno degli ambienti, causando elevati dispersioni termiche e creando un notevole disagio per gli utenti presenti all’interno dell’edificio.



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

- Rilievo dettagliato di tutti i telai dei serramenti dell’edificio
- Misurazione diretta degli spessori dei vetri dei serramenti mediante misuratore laser (spessivetro) utilizzato 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 [LXH] [cm]	TIPO TELAIO	TIPO VETRO	TRASMITTANZA TERMICA [W/mqK]	STATO DI CONSERVAZIONE
Serramento verticale	W1	200x280	Alluminio	Vetro singolo	6,026	Scarso
Serramento verticale	W2	142x280	Alluminio	Vetro singolo	6,077	Scarso
Serramento verticale	W3	30x280	Alluminio	U-glass	6,000	Scarso
Serramento verticale	W4	296x160	Alluminio	Vetro singolo	6,106	Scarso
Serramento verticale	W5	34X345	Alluminio	U-glass	6,000	Scarso
Serramento verticale	W6	34X166	Alluminio	U-glass	6,000	Scarso
Serramento verticale	W7	298X220	Alluminio	Vetro singolo	6,072	Scarso
Serramento verticale	W8	178X345	Alluminio	Vetro singolo	6,001	Scarso
Serramento verticale	W9	300X160	Alluminio	Vetro singolo	6,060	Scarso
Serramento verticale	W10	270X160	Alluminio	Vetro singolo	6,161	Scarso
Serramento verticale	W11	190X180	Alluminio	U-glass	6,000	Scarso
Serramento verticale	W12	1230X225	Alluminio	U-glass	6,000	Scarso
Serramento verticale	W13	80X295	Alluminio	U-glass	6,000	Scarso
Serramento verticale	W14	276X295	Alluminio	U-glass	6,000	Scarso
Serramento verticale	W15	205X207	Alluminio	Vetro doppio	5,800	Buono
Serramento verticale	W16	305X207	Alluminio	Vetro doppio	5,889	Buono
Serramento verticale	W17	594X30	Alluminio	Vetro singolo	5,982	Scarso
Serramento verticale	W18	410X30	Alluminio	Vetro singolo	5,986	Scarso
Serramento verticale	W19	196X295	Alluminio	U-glass	6,000	Scarso

*E104 – Scuola Media “Strozzi” e Succursale King*

Serramento verticale	W20	597X295	Alluminio	U-glass	6,000	Scarso
Serramento verticale	W21	106X302	Alluminio	U-glass	6,000	Scarso
Serramento verticale	W22	93X295	Alluminio	U-glass	6,000	Scarso
Serramento verticale	W23	58X89	Alluminio	Vetro singolo	6,056	Scarso
Serramento verticale	W24	80X89	Alluminio	Vetro singolo	6,001	Scarso
Serramento verticale	W25	195X295	Alluminio	U-glass	6,000	Scarso
Serramento verticale	W26	1223X345	Alluminio	U-glass	6,000	Scarso
Serramento verticale	W27	104X295	Alluminio	U-glass	6,000	Scarso
Serramento verticale	W28	500X30	Alluminio	Vetro singolo	5,984	Scarso
Serramento verticale	W29	71X330	Alluminio	U-glass	6,000	Scarso
Serramento verticale	W30	95X330	Alluminio	U-glass	6,000	Scarso
Serramento verticale	W31	600X345	Alluminio	U-glass	6,000	Scarso
Serramento verticale	W32	83X187	Alluminio	U-glass	6,000	Scarso
Serramento verticale	W33	29X112	Alluminio	Vetro singolo	6,672	Scarso
Serramento verticale	W34	595X220	Alluminio	Vetro singolo	6,073	Scarso
Serramento verticale	W35	102X292	Alluminio	U-glass	6,000	Scarso
Serramento verticale	W36	205X210	Alluminio	Vetro doppio	5,776	Buono
Serramento verticale	W37	305X210	Alluminio	Vetro doppio	5,865	Buono
Serramento verticale	W38	103X43	Alluminio	Vetro singolo	6,109	Scarso
Serramento verticale	W39	87X43	Alluminio	Vetro singolo	6,127	Scarso
Serramento verticale	W40	213X56	Alluminio	Vetro singolo	5,993	Scarso
Serramento verticale	W41	207x56	Alluminio	Vetro singolo	5,995	Scarso
Serramento verticale	W42	161x56	Alluminio	Vetro singolo	6,009	Scarso
Serramento verticale	W43	297x134	Alluminio	Vetro singolo	6,149	Scarso
Serramento verticale	W44	195x134	Alluminio	Vetro singolo	6,235	Scarso
Serramento verticale	W45	600x230	Alluminio	Vetro doppio	4,668	Scarso
Serramento verticale	W46	288x230	Alluminio	Vetro singolo	5,931	Scarso
Serramento verticale	W47	205x230	Alluminio	Vetro singolo	5,940	Scarso
Serramento verticale	W48	86x268	Alluminio	Vetro singolo	6,135	Scarso
Serramento verticale	W49	252x277	Alluminio	U-glass	6,000	Scarso
Serramento verticale	W50	205X145	Alluminio	Vetro doppio	5,484	Buono
Serramento verticale	W51	305X145	Alluminio	Vetro doppio	5,603	Buono
Serramento verticale	W52	577x713	Alluminio	Vetro singolo	5,887	Scarso
Serramento verticale	W53	593x200	Alluminio	Vetro singolo	6,044	Scarso
Serramento verticale	W54	165x58	Alluminio	Vetro singolo	6,000	Scarso
Serramento verticale	W55	104x58	Alluminio	Vetro singolo	6,038	Scarso
Serramento verticale	W56	65x58	Alluminio	Vetro singolo	6,100	Scarso
Serramento verticale	W57	150x290	Alluminio	Vetro singolo	6,056	Scarso
Serramento verticale	W58	400x60	Alluminio	Vetro singolo	6,194	Scarso
Serramento verticale	W59	145x60	Alluminio	Vetro singolo	6,002	Scarso
Serramento verticale	W60	98x60	Alluminio	Vetro singolo	6,038	Scarso
Serramento verticale	W61	335x284	Alluminio	Vetro singolo	7,000	Scarso
Serramento verticale	W62	455x567	Alluminio	Vetro singolo	5,795	Scarso
Serramento verticale	W63	685x567	Alluminio	Vetro singolo	5,791	Scarso
Serramento verticale	W64	565x125	Alluminio	U-glass	6,000	Scarso
Serramento verticale	W65	535x125	Alluminio	U-glass	6,000	Scarso
Lucernario	W80	88x88	Alluminio	Vetro singolo	6,524	Scarso
Lucernario	W81	70x70	Alluminio	Vetro singolo	6,542	Scarso
Serramento verticale	W101	100x60	Alluminio	Vetro singolo	6,208	Scarso

Serramento verticale	W103	300x60	Alluminio	Vetro singolo	6,158	Scarso
Serramento verticale	W200	177x87	Alluminio	Vetro singolo	6,245	Scarso

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 ed alla produzione di acqua calda sanitaria.

4.2.1 Sottosistema di emissione

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

- Radiatori su parete esterna non isolata;
- Ventilconvettori;
- Aerotermi ad acqua;

E' necessario sottolineare che al momento del sopralluogo gli aerotermi adibiti al riscaldamento della palestra non risultavano funzionanti, e dalle interviste effettuate è emerso che negli ultimi anni venivano mantenuti spenti.

Figura 4.4 - Particolare dei radiatori installati sulle pareti esterne degli ambienti e nelle aree di circolazione interna



Figura 4.5 – Particolare dei ventilconvettori installati nell'atrio centrale posta al primo piano interrato



Figura 4.6 - Particolare degli aerotermi installati nella palestra



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 media “Strozzi”	Radiatori a parete	92%
Scuola media “Strozzi”	Ventilconvettori	93%
Scuola media “Strozzi”	Aerotermi	94%

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 TERMINALE	TIPO DI INSTALLAZIONE	NUMERO	POTENZA TERMICA UNITARIA	POTENZA TERMICA COMPLESSIVA
				[kW]	[kW]
Interrato	Radiatore	Incassato a parete	23	1.6	36.87
Interrato	Ventilconvettore	Incassato a parete	7	7.6	53.32
Interrato	Aeroterma	Installato a soffitto	3	19	57.15
Terra	Radiatore	Incassato a parete	23	1.7	39.63
Terra	Ventilconvettore	Incassato a parete	4	7,6	30.4
Primo	Radiatore	Incassato a parete	32	2	64.47
Secondo	Radiatore	Incassato a parete	24	2.15	51.68
TOTALE			116	2.86	333.52

Nota (6): 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 4.7 - Particolare del pannello di controllo di dell’impianto termico

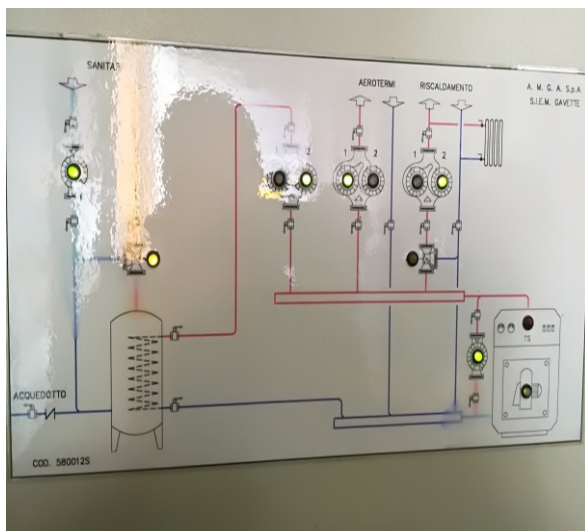
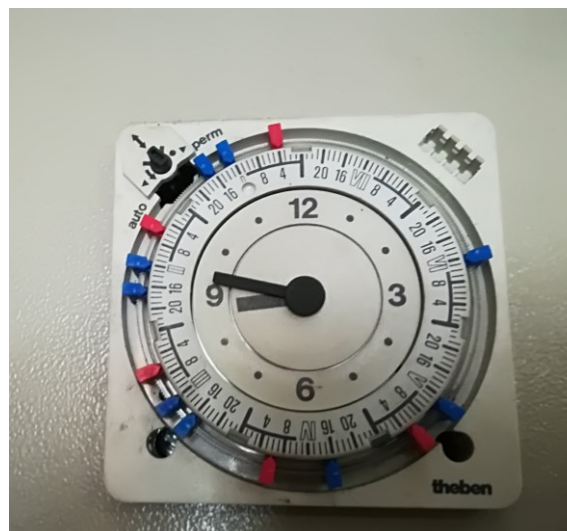


Figura 4.8 - Orologio generale a servizio dell’impianto termico



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 media “Strozzi”	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 il collettore di mandata ai circuiti di distribuzione (fluido termovettore acqua);
- 2) Circuito secondario di mandata ai radiatori e ventilconvettori (fluido termovettore acqua);
- 3) Circuito secondario di mandata agli aerotermi (fluido termovettore acqua);
- 4) Circuito secondario asservito alla distribuzione dell’acqua calda sanitaria;
- 5) Pompa di circolazione gemellare (funzionamento alternato) asservita al circuito secondario dei radiatori e ventilconvettori;
- 6) Pompa di circolazione gemellare (funzionamento alternato) asservita al circuito secondario degli aerotermi;
- 7) Pompa di circolazione gemellare (funzionamento alternato) asservita al circuito ACS;

Circuito secondario: sono presenti tre pompe di circolazione gemellari per ciascuna mandata dei tre circuiti secondari così denominati:

- Circuito radiatori e ventilconvettori;
- Circuito Aerotermi;
- Circuito ACS;

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

Tabella 4.6 - Riepilogo caratteristiche pompe circuito secondario

	NOME	SERVIZIO	PORTATA ⁽⁷⁾	PREVALENZA ⁽⁷⁾	POTENZA ASSORBITA ⁽⁸⁾
			m ³ /h	kPa	kW
Scuola media “Strozzi”	Elettropompa gemellare Lowara FCG 80-12T	Mandata acqua calda a radiatori e ventilconvettori	58	113.75	1.05
Scuola media “Strozzi”	Elettropompa gemellare Lowara FCG 50-8T	Mandata acqua calda agli aerotermi	23	75.51	0.51
Scuola media “Strozzi”	Elettropompa gemellare Lowara FCG 40-7T	Mandata acqua calda per servizio ACS	16	68.64	0.41

TOTALE	97	257.9	1.97
---------------	-----------	--------------	-------------

Nota (7): Valori ricavati da dati di targa

Nota (8): Valori ricavati in sede di sopralluogo

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

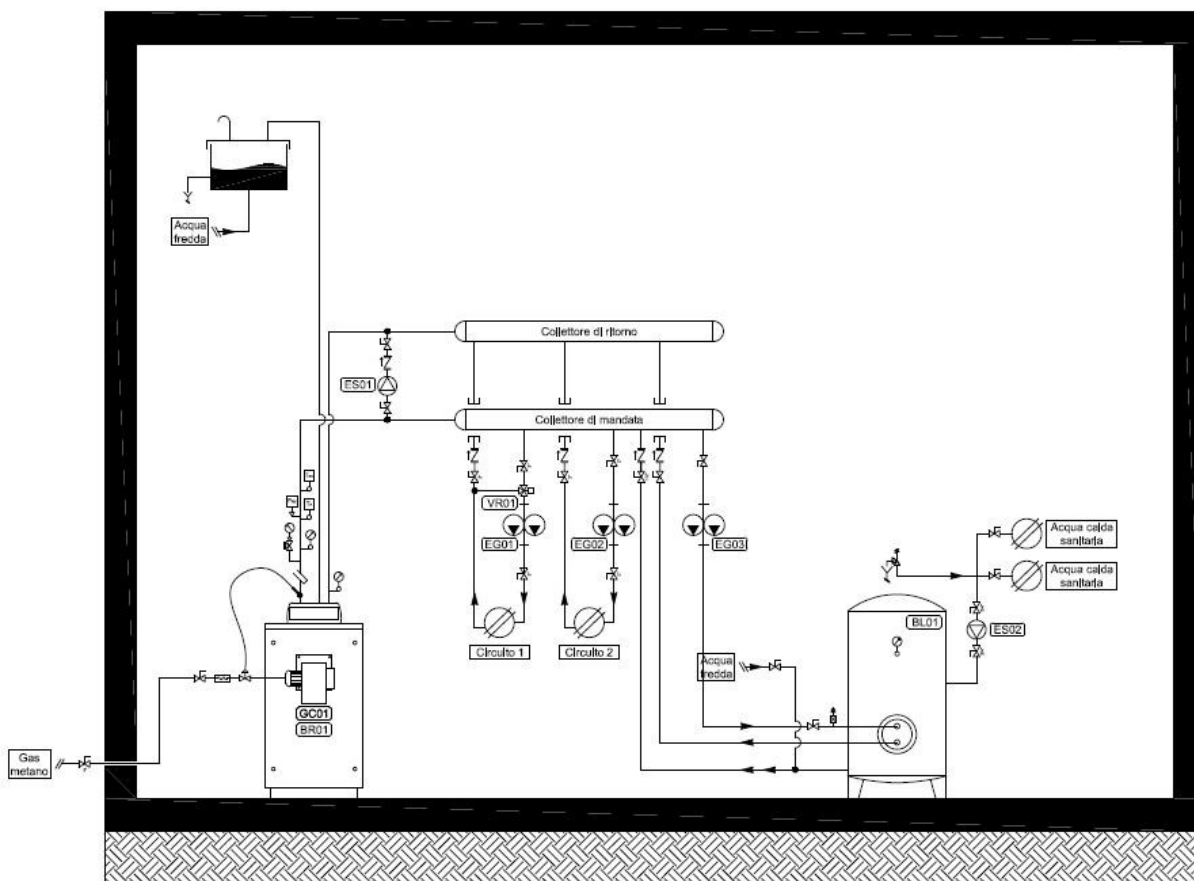
Tabella 4.7 – Temperature di mandata e ritorno del circuito secondario

CIRCUITO	TEMPERATURA RILEVATA ⁽⁹⁾	TEMPERATURA CALCOLO		
			°C	°C
Scuola media “Strozzi”	Radiatori	Mandata	60	53
Scuola media “Strozzi”	Radiatori	Ritorno	50	39
Scuola media “Strozzi”	Aerotermi	Mandata	60	70
Scuola media “Strozzi”	Aerotermi	Ritorno	50	60
Scuola media “Strozzi”	ACS	Mandata	60	60
Scuola media “Strozzi”	ACS	Ritorno	50	40

Nota (9): Valori rilevati il giorno 21/11/2017 alle ore 11.00, in orario di utilizzo della scuola, con una temperatura esterna di circa 12°C

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

Figura 4.9 - Particolare dello schema di impianto [(Fonte: Tavola 107-S01-001-CENTRALE TERMICA.dwg)]



Il rendimento complessivo del sottosistema di distribuzione pari al 93,1% 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 ICI Caldaie modello Rex 75 con bruciatore bistadio Baltur TBG 120P.

Figura 4.10 - Particolare della caldaia ICI Caldaie Rex 75



Figura 4.11 - Particolare del bruciatore Baltur TBG 120P



Le caratteristiche dei sistemi di generazione sono riportate nella Tabella 4.78.

Tabella 4.8 - Riepilogo caratteristiche sistema di generazione

	Servizio	MARCA	MODELLO	ANNO DI COSTRUZIONE	POTENZA AL FOCOLARE ⁽¹²⁾	POTENZA TERMICA UTILE ⁽¹²⁾	RENDIMENTO ⁽¹³⁾	POTENZA ASSORBITA COMPLESSIVA ⁽¹³⁾
					[kW]	[kW]		[kW]
Gen 1	Riscaldamento	ICI Caldaie	Rex 75	2006	813	750	93.6	0.2

Nota (12): Valore ricavato tramite letture dei dati di targa rilevati in sede di sopralluogo

Nota (13): 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 84%.

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

4.3 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO PRODUZIONE ACQUA CALDA SANITARIA

La produzione di acqua calda sanitaria è eseguita tramite un bollitore elettrico ad accumulo

Figura 4.12 - Particolare del boiler elettrico per la produzione di acqua calda sanitaria e serbatoio ad

installato all'interno dei servizi igienici con una potenza di 1.2 kW e dall'impianto centralizzato asservito anche al servizio di climatizzazione invernale dell'edificio.

Quest'ultimo impianto alimenta un serbatoio di accumulo della capacità di 600 l.



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

Tabella 4.9 – Rendimenti dell'impianto di produzione acqua calda sanitaria del boiler elettrico ad accumulo

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

Nota (14) 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 dell'impianto centralizzato

Sottosistema di Erogazione	Sottosistema di Distribuzione	Sottosistema di Ricircolo	Sottosistema di Accumulo	Sottosistema di Generazione	Rendimento Globale medio stagionale
100%	92.6%	[-]	10.3%	89.7%	88.5%

Nota (14) Valori di rendimento dei sottosistemi dell'impianto di produzione di ACS calcolati secondo UNI TS 11300-2

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

4.4 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO ELETTRICO E PRINCIPALI UTENZE ELETTRICHE

Le utenze sottese all'impianto elettrico, oltre a quelle precedentemente descritte, sono costituite essenzialmente da utenze locali quali PC, proiettori, stampanti ed altri dispositivi elettrici.

Tali tipologie di utenze sono state raggruppate insieme ed identificate con la denominazione di forza elettromotrice (FEM) e sono riportate nella **Errore. L'autoriferimento non è valido per un segnalibro..**

Tabella 4.11 – Elenco e caratteristiche delle altre utenze elettriche

LOCALI TERMICI	DESCRIZIONE	NUMERO	POTENZA NOMINALE	POTENZA COMPLESSIVA	ORE ANNUE DI UTILIZZO
			[W]	[W]	[ore]
Varie 1ss	PC	1	65	65	252
Varie 1ss	Proiettore	1	155	155	206
Hall 1ss bassa	PC	1	65	65	1260
Hall 1ss bassa	Stampante	2	550	1100	504

Hall 1ss bassa	Distributore bevande	3	490	1470	6048
Aule P1 se	LIM	4	155	620	1030
Aule P1 no	LIM	5	155	775	1030
Aule P1 no	PC	15	65	975	206
Aule P1 no	Stampante	4	550	2200	206
Aule P2	LIM	8	155	1240	1030
Locale ascensore	Ascensore	1	[-]	[-]	[-]

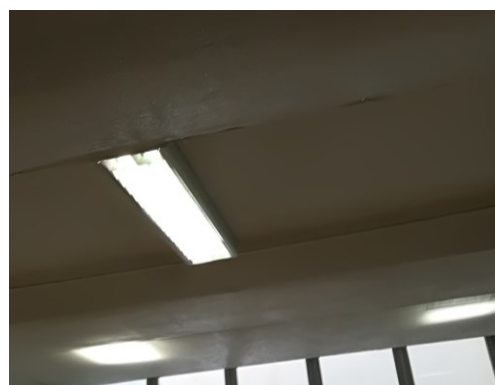
Ai fini di un'identificazione più precisa del funzionamento dei componenti impiantistici si è proceduto, in sede di sopralluogo, al rilevamento dei dati di targa dei singoli dispositivi e all'intervista dell'utenza per meglio comprenderne le modalità di utilizzo. Non si è ritenuto necessario procedere 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 al neon tubolari in tutti i locali ad eccezione della palestra in cui sono presenti 6 faretti alogeni. Tali tipologie di corpi illuminanti sono installate a soffitto nelle zone di circolazione interna, aule, uffici, servizi igienici e palestra.

Figura 4.13 - Particolare dei corpi illuminanti ubicati nei locali dell'edificio



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

Tabella 4.12 – Elenco e caratteristiche dei corpi illuminanti

LOCALI TERMICI	DESCRIZIONE	NUMERO	POTENZA UNITARIA	POTENZA COMPLESSIVA
			[W]	[W]
PALESTRA 2SS	Neon	29	36	1044
SPOGLIATOI PAL 2SS	Neon	6	36	216
VARIE 2SS	Neon	1	36	36
PALESTRA 1SS	Faretti alogeni	6	150	900
AULE 1SS	Neon	55(36W)+16(18W)	18-36W	2268
SPOGLIATOI PAL 1SS	Neon	10	36	360
WC 1SS	Neon	3(36W)+4(18W)	18-36	180
varie 1ss	Neon	25(36W)+1(18W)	18-36	918
aule pt	Neon	32	36	1152
balconata pt	Neon	30	36	1080
ingresso pt	Neon	20	36	720
servizi pt	Neon	3*36W+4*8W	8-36W	140
uffici pt	Neon	43	36	1548
servizi 2 pt	Neon	2*36W+3*8W	8-36W	96
aule p1 se	Neon	80	36	2880

servizi p1	Neon	11	36	396
corridoi p1	Neon	24	36	864
servizi 2 p1	Neon	11	36	396
aule p1 no	Neon	48	36	1728
aule p2	Neon	64	36	2304
servizi p2	Neon	9	36	324
servizi 2 p2	Neon	9	36	324
corridoio p2	Neon	19	36	684
scale grandi	Neon	10	36	360

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. Tramite colloquio col personale didattico si è poi definito la reale modalità di utilizzo di tali sistemi e l'orario di funzionamento.

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

Figura 4.14 - Particolare dei corpi illuminanti ubicati nel vano scala



Figura 4.15 - Particolare dei corpi illuminanti ubicati nella zona hall



5 CONSUMI RILEVATI

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

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

I vettori energetici analizzati sono i seguenti:

- Gas metano;
- Energia elettrica.

5.1.1 Energia termica

Il vettore termico utilizzato per la climatizzazione invernale e produzione di ACS è il Gas Metano. I consumi termici analizzati sono relativi alle sole utenze della scuola secondaria “De Toni” per cui la PA ha messo a disposizione le baseline di consumo. Le utenze afferenti al Liceo “King” sono invece in carico alla Città Metropolitana e non disponibili.

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

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

- Centrale termica per il riscaldamento degli ambienti della scuola;

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

L'analisi dei consumi storici di Gas metano si basa sui 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]
03270049249177	Riscaldamento	28.789	23.877	26.872	271.192	224.922	253.134

Parallelamente all'analisi dei consumi storici forniti dalla società di distribuzione alla PA, si è provveduto a ricostruire i consumi mensili.

I consumi ricostruiti nelle modalità indicate dalla stazione appaltante sono riportati nella Tabella 5.3.

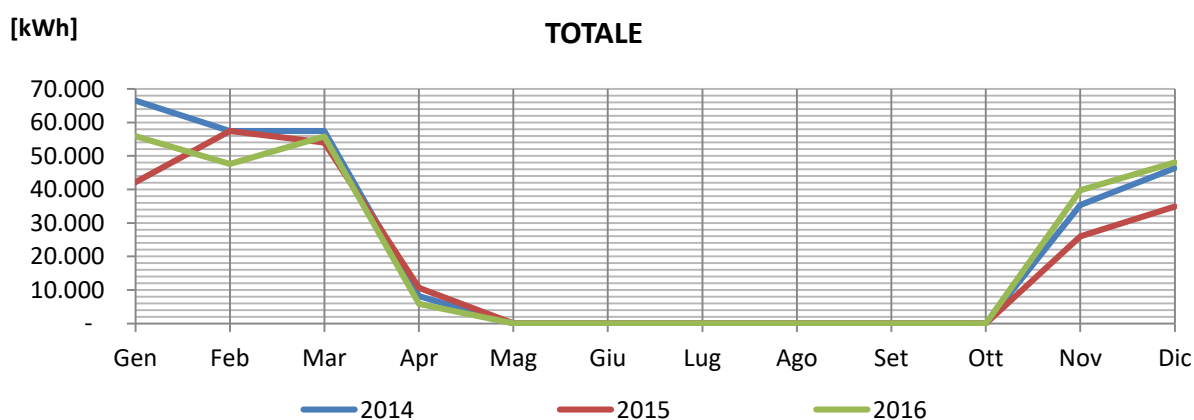
Tabella 5.3 - Consumi mensili di energia termica per il triennio di riferimento

PDR: 03270049249177	2014	2015	2016	2014	2015	2016
Mese di riferimento	[mc]	[mc]	[mc]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gennaio	7.062	4.471	5.934	66.526	42.120	55.897
Febbraio	6.096	6.093	5.057	57.424	57.397	47.635
Marzo	6.095	5.728	5.929	57.416	53.956	55.852
Aprile	859	1.127	619	8.093	10.620	5.834
Maggio	-	-	-	-	-	-
Giugno	-	-	-	-	-	-
Luglio	-	-	-	-	-	-
Agosto	-	-	-	-	-	-
Settembre	-	-	-	-	-	-
Ottobre	-	-	-	-	-	-
Novembre	3.754	2.755	4.226	35.363	25.950	39.805
Dicembre	4.923	3.703	5.107	46.371	34.879	48.112
Totale	28.789	23.877	26.872	271.192	224.921	253.134

L’analisi dei consumi storici di Gas metano 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”.

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

Figura 5.1 – Andamento mensile dei consumi termici



Confrontando l’andamento dei consumi con i GG_{real} del triennio di riferimento si può notare che si ha un comportamento proporzionale a quella che è la variazione di temperatura rilevata negli anni di analisi (la struttura del calcolo si basa sulla loro variazione nei mesi della stagione termica). Non

risulta essere però molto significativo in termini di reale consumo non essendo disponibili le fatturazioni.

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. L’acqua calda sanitaria utilizza un altro vettore energetico.

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

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

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

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

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

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

Tabella 5.4 – Normalizzazione dei consumi annuali di energia termica

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	28.789	271.270	294,2	291.085	-	-
2015	974	989	23.877	224.986	230,9	228.468	-	-
2016	1.055	989	26.872	253.207	239,9	237.416	-	-
Media	984	989	26.513	249.821	253,9	251.228	-	-

Come si può notare dai dati riportati il comportamento energetico dell’edificio, negli anni considerati, è stato caratterizzato da una generica oscillazione dei consumi: tale comportamento non è dovuto alla realizzazione di interventi di efficientamento (in sede di sopralluogo sono state rilevate condizioni d’involucro allo stato originale e l’impianto non è di recente sostituzione). Dalle interviste

al personale è risultato che in passato i locali dell’interrato sono stati chiusi conseguentemente ad un allagamento e si è riscontrato un malfunzionamento al sistema di emissione (areotermi) della palestra. È possibile che queste, congiuntamente ad un utilizzo diverso dei locali negli anni percenti, possano essere le concause tali da generare un abbassamento dei consumi.

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

Tabella 5.5 –Individuazione della Baseline termica

GRANDEZZA	VALORE
	[Kwh]
\bar{Q}_{ACS}	-
\bar{Q}_{ALTRO}	-
$\bar{a}_{rif} \times GG_{rif}$	251.228
$Q_{baseline}$	251.228

5.1.2 Energia elettrica

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

- Scuola media “Strozzi”;
- Succursale King;

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

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

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

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

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

POD	ZONA SERVITA	2014	2015	2016	MEDIA
		[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
IT001E00122710	Scuola media “Strozzi”	48.475	43.761	45.055	45.764
TOTALE		48.475	43.761	45.055	45.764

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-E104) e sono emerse le seguenti differenze :

2014 : 56.998 kWh (-18%)

2015 : 48.069 kWh (-10%)

2016 : 48.419 kWh (-7%)

Media : 51.162 kWh (-12%)

I consumi rilevati da fatturazione sono mediamente più bassi del 12% rispetto quelli dichiarati 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 45.764 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: IT001E00122710	F1	F2	F3	TOTALE
Anno 2014	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gennaio	3.766	969	1.476	6.211
Febbraio	3.583	932	1.156	5.671
Marzo	3.225	896	1.145	5.266
Aprile	2.516	729	1.083	4.328
Maggio	2.467	709	960	4.136
Giugno	1.367	468	751	2.586
Luglio	439	283	500	1.222
Agosto	357	301	587	1.245
Settembre	1.873	533	710	3.116
Ottobre	3.120	782	918	4.820
Novembre	3.162	766	1.082	5.010
Dicembre	3.091	702	1.071	4.864
Totale	28.966	8.070	11.439	48.475
POD: IT001E00122710	F1	F2	F3	TOTALE
Anno 2015	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gennaio	3.304	809	1.148	5.261
Febbraio	3.396	775	933	5.104
Marzo	2.552	685	926	4.163
Aprile	1.744	551	763	3.058
Maggio	2.605	682	902	4.189
Giugno	1.555	462	675	2.692
Luglio	459	259	455	1.173
Agosto	320	241	504	1.065
Settembre	1.621	472	726	2.819
Ottobre	3.221	711	739	4.671
Novembre	3.446	741	958	5.145
Dicembre	2.816	606	999	4.421
Totale	27.039	6.994	9.728	43.761
POD: IT001E00122710	F1	F2	F3	TOTALE
Anno 2016	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gennaio	3.137	710	1.051	4.898
Febbraio	3.457	825	1.062	5.344
Marzo	3.147	761	1.075	4.983
Aprile	2.616	672	889	4.177
Maggio	2.827	636	897	4.360
Giugno	1.441	535	824	2.800
Luglio	504	374	708	1.586
Agosto	540	406	798	1.744
Settembre	1.666	425	544	2.635
Ottobre	2.762	605	678	4.045

E104 – Scuola Media “Strozzi” e Succursale King

Novembre	3.218	647	761	4.626
Dicembre	2.413	615	829	3.857
Totale	27.728	7.211	10.116	45.055

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.

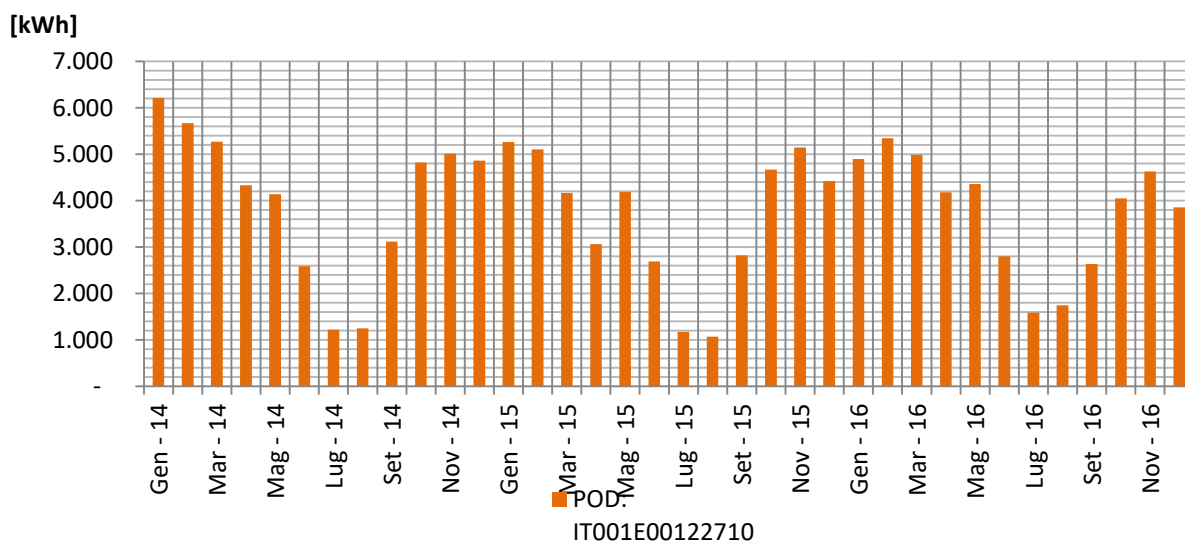
Tali valori sono riportati nella Tabella 5.8.

Tabella 5.8 – Consumi mensili di Baseline

BASELINE	F1	F2	F3	TOTALE
	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gennaio	3.402	829	1.225	5.457
Febbraio	3.479	844	1.050	5.373
Marzo	2.975	781	1.049	4.804
Aprile	2.292	651	912	3.854
Maggio	2.633	676	920	4.228
Giugno	1.454	488	750	2.693
Luglio	467	305	554	1.327
Agosto	406	316	630	1.351
Settembre	1.720	477	660	2.857
Ottobre	3.034	699	778	4.512
Novembre	3.275	718	934	4.927
Dicembre	2.773	641	966	4.381
Totale	27.911	7.425	10.428	45.764

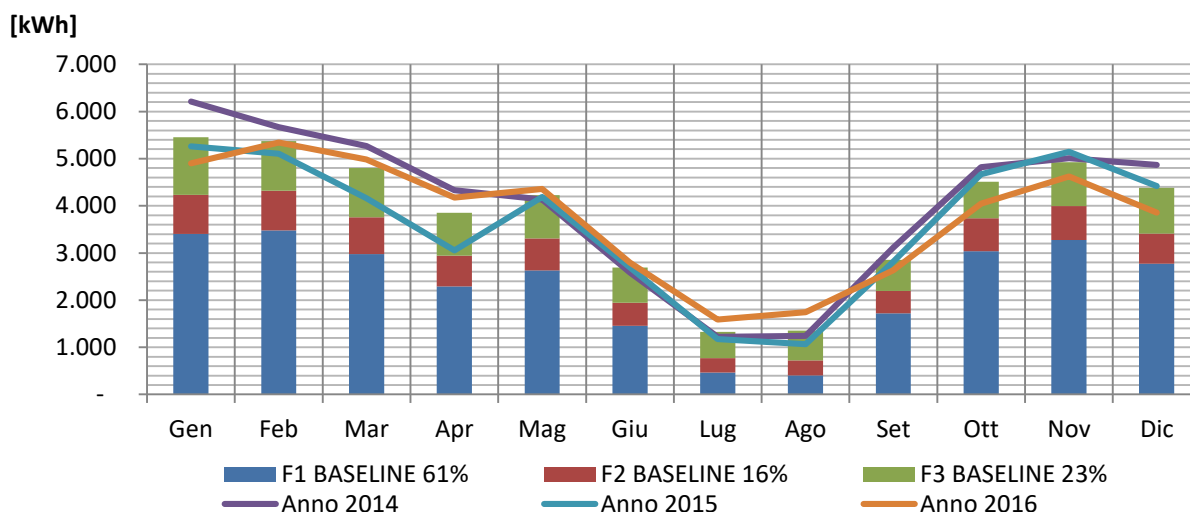
Il profilo così ottenuto è rappresentato nel grafico in Figura 5.2

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

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.

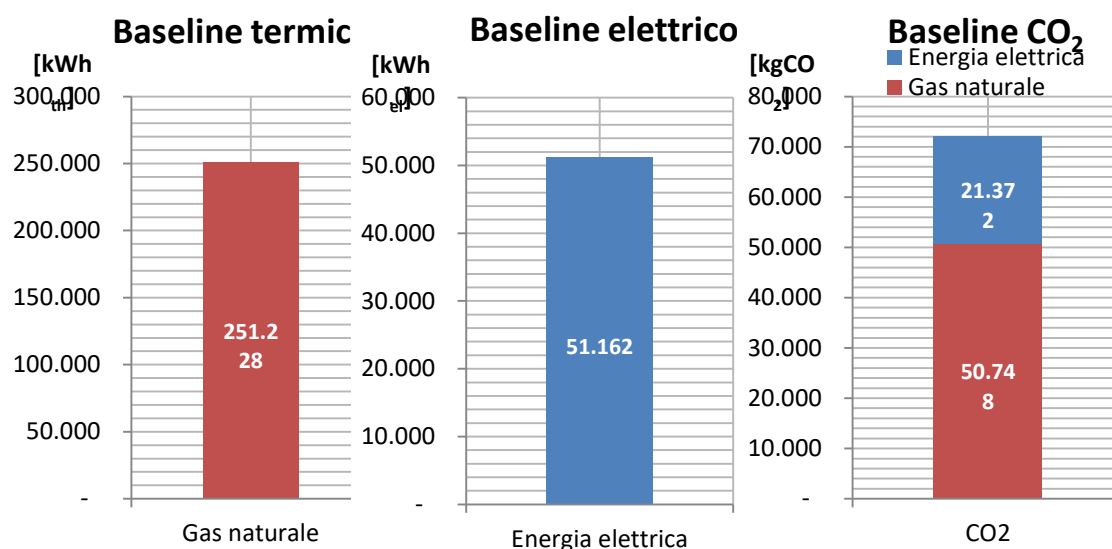
COMBUSTIBILE	FATTORE DI CONVERSIONE
	tCO ₂ /MWh
Energia elettrica	* 0,467
Gas naturale	* 0,202

* 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	251.228	0,202	50.748
Energia elettrica	45.764	0,467	21.372

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,nren}	F _{P,ren}	F _{P,tot}
Gas naturale	1,05	0	1,05
Energia elettrica da rete	1,95	0,47	2,42

La valutazione degli indicatori di performance è stata effettuata parametrizzando i consumi reali di Baseline di cui al Capitolo CONSUMI RILEVATI5, in funzione dei fattori riportati nella Tabella 5.12.

Tabella 5.12 – Fattori di riparametrizzazione

PARAMETRO		VALORE	U.M.
FATTORE 1	Superficie netta riscaldata	3322	m ²
FATTORE 2	Superficie netta complessiva delle aree interne (riscaldate e non riscaldate)	3354	m ³
FATTORE 3	Volume lordo complessivo (aree interne riscaldate e non riscaldate)	17980	m ³

Nella Tabella 5.13 e

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

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

VETTORE ENERGETICO	CONSUMO ENERGETICO DI BASELINE [kWh/anno]	FATTORE DI CONVERSIONE ENERGIA PRIMARIA TOTALE	CONSUMO DI ENERGIA PRIMARIA TOTALE [kWh/anno]	INDICATORI DI CONSUMO ENERGIA PRIMARIA TOTALE			INDICATORI AMBIENTALI		
				FATTORE 1 [kWh/m ²]	FATTORE 2 [kWh/m ²]	FATTORE 3 [kWh/m ³]	FATTORE 1 [Kg CO ₂ /m ²]	FATTORE 2 [Kg CO ₂ /m ²]	FATTORE 3 [Kg CO ₂ /m ³]
Gas naturale	251.228	1,05	263.789	79,4	78,6	14,7	15,28	15,13	2,82
Energia elettrica	45.764	2,42	110.748	33,3	33,0	6,2	6,43	6,37	1,19
TOTALE			374.537	113	112	21	22	22	4

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

VETTORE ENERGETICO	CONSUMO ENERGETICO DI BASELINE [kWh/anno]	FATTORE DI CONVERSIONE ENERGIA PRIMARIA NON RINN.	CONSUMO DI ENERGIA PRIMARIA NON RINN. [kWh/anno]	INDICATORI DI CONSUMO ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE			INDICATORI AMBIENTALI		
				FATTORE 1 [kWh/m ²]	FATTORE 2 [kWh/m ²]	FATTORE 3 [kWh/m ³]	FATTORE 1 [Kg CO ₂ /m ²]	FATTORE 2 [Kg CO ₂ /m ²]	FATTORE 3 [Kg CO ₂ /m ³]
Gas naturale	251.228	1,05	263.789	79,4	78,6	14,7	15,28	15,13	2,82
Energia elettrica	45.764	1,95	89.239	26,9	26,6	5,0	6,43	6,37	1,19
TOTALE			353.028	106	105	20	22	22	4

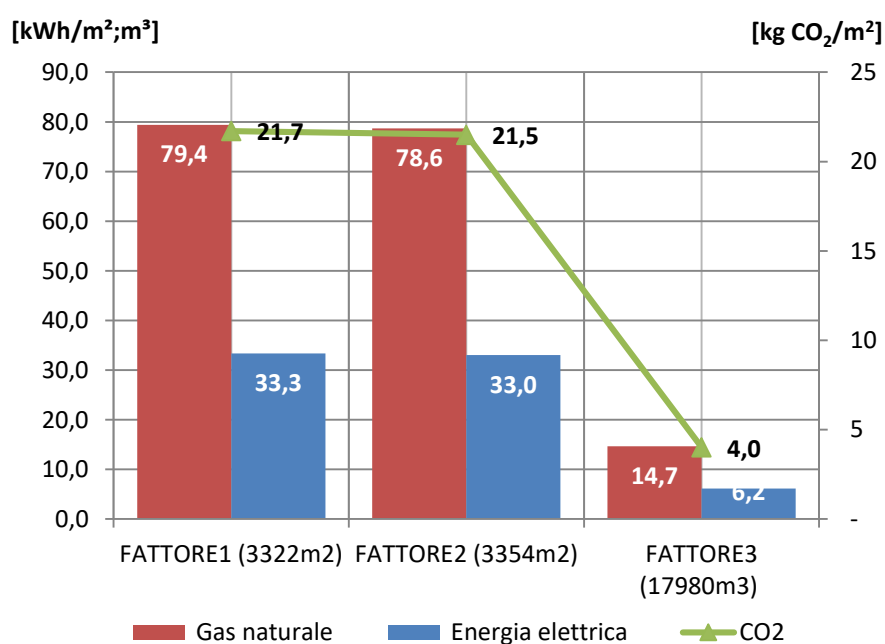
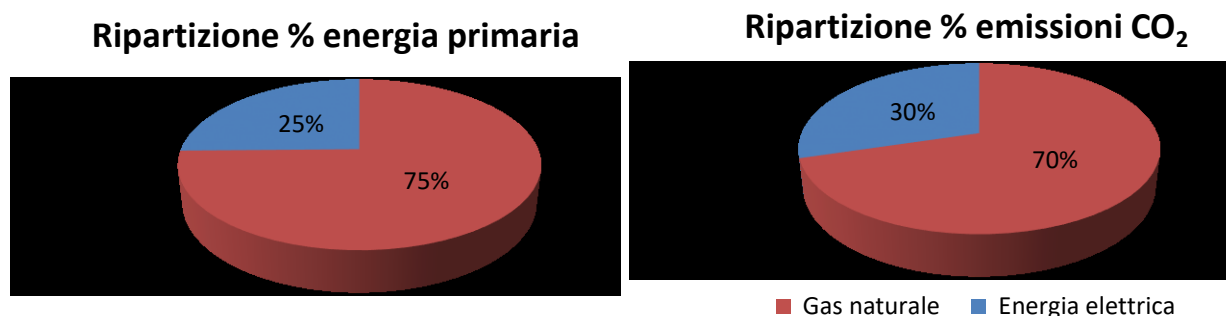
Figura 5.5 – Indicatori di performance e relative emissioni di CO₂ valutati in funzione della superficie utile riscaldata

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

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	14,48	11,37	11,81	-	-	-
Energia elettrica	-	-	-	15,02	12,67	12,76

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}	270.30	kWh/mq anno	275.76	kWh/mq anno
Climatizzazione invernale	EP _H	250.09	kWh/mq anno	215.19	kWh/mq anno
Produzione di acqua calda sanitaria	EP _w	2.13	kWh/mq anno	2.13	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	17.04	kWh/mq anno	21.15	kWh/mq anno
Trasporto di persone e cose	EP _T	1.03	kWh/mq anno	1.28	kWh/mq anno
Emissioni equivalenti di CO ₂	CO _{2eq}	53.9	Kg/mq anno	55	Kg/mq anno

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

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

FONTE ENERGETICA UTILIZZATA	CONSUMO	ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE
	[Nm ³ /anno]	[kWh/anno]
Gas Naturale	78824	822684
	[kWh/anno]	[kWh/anno]
Energia Elettrica	38577	75224

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 6.53 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}	128.2	kWh/mq anno	133.3	kWh/mq anno
Climatizzazione invernale	EP_H	108	kWh/mq anno	108.7	kWh/mq anno
Produzione di acqua calda sanitaria	EP_w	2.13	kWh/mq anno	2.13	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	17.04	kWh/mq anno	21.15	kWh/mq anno
Trasporto di persone e cose	EP_T	1.03	kWh/mq anno	1.28	kWh/mq anno
Emissioni equivalenti di CO2	CO_{2eq}	25	Kg/mq anno	26	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)

FORTE ENERGETICA UTILIZZATA	CONSUMO	ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE
	[Nm ³ /anno]	[kWh/anno]
Gas Naturale	34039	355265
	[kWh/anno]	[kWh/anno]
Energia Elettrica	47457	92541

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.

Nel caso analizzato la $Q_{baseline}$ è riferita esclusivamente al consumo relativo alle utenze della scuola secondaria “De Toni” per le quali la PA ha reso disponibili i consumi dei tre anni analizzati 2014-2015-

2016. Non è stato invece possibile analizzare i dati di consumo delle utenze afferenti al Liceo “King” in carico alla Città Metropolitana. Pertanto, la validazione del modello si è ottenuta confrontando il dato di consumo destagionalizzato relativo alla scuola media “De Toni” con il dato di consumo calcolato dal modello energetico per la zona termica “Scuola media Strozzi”, costituita dai locali termici della scuola secondaria.

Tabella 6.5a – Validazione del modello energetico termico “Dicca” (valutazione adattata all’utenza)

Q_{teorico}	Q_{baseline}	Congruità
[kWh/anno]	[kWh/anno]	[%]
262495	251228	4.3%

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 6.6b – Validazione del modello energetico termico “Centro Funzionale” (valutazione adattata all’utenza)

Q_{teorico}	Q_{baseline}	Congruità
[kWh/anno]	[kWh/anno]	[%]
262495	251228	-4.1%

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]	[%]
47457	45764	3.6%

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

6.2 FABBISOGNI ENERGETICI

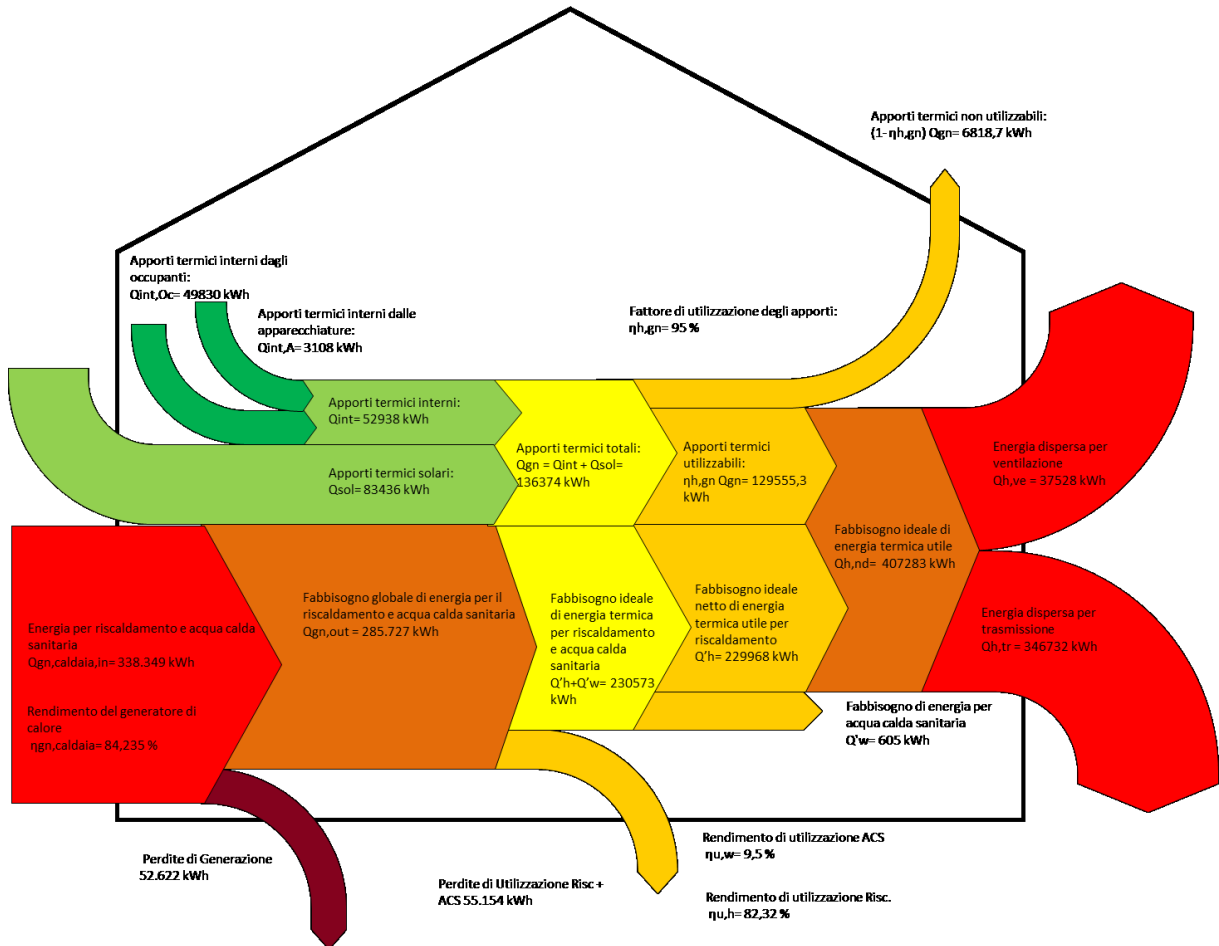
Al fine di valutare la prestazione energetica del sistema edificio-impianti si è reso necessario predisporre i risultati della modellazione energetica nella forma di un bilancio energetico che descriva l’andamento dei flussi energetici caratteristici dell’edificio in modo da valutare in maniera puntuale 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.

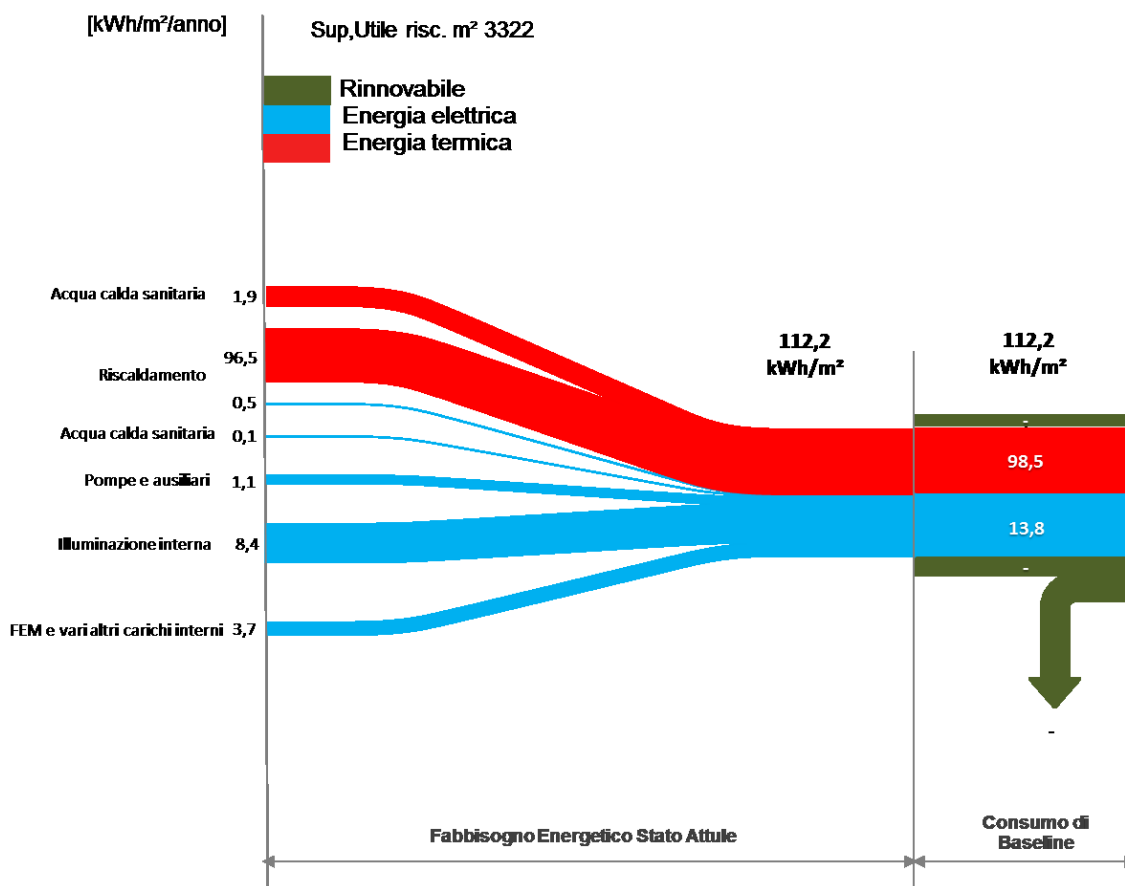
I risultati del bilancio energetico termico sono stati rappresentati nella forma di diagramma di Sankey riportato in Figura 6.1

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

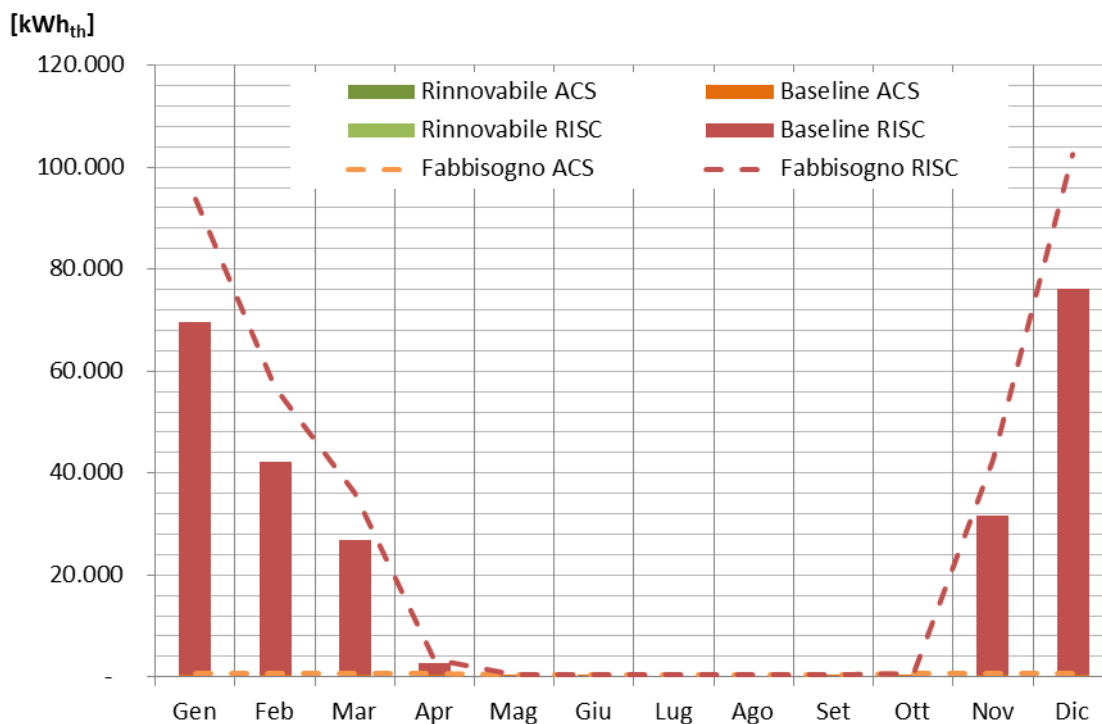


6.3 PROFILI ENERGETICI MENSILI

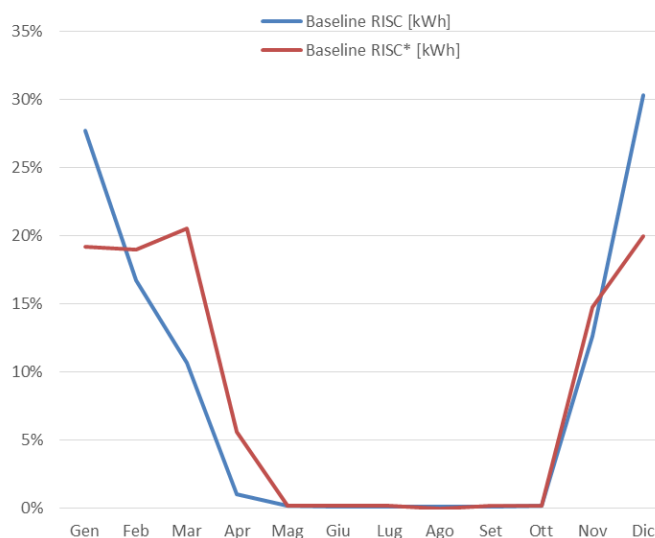
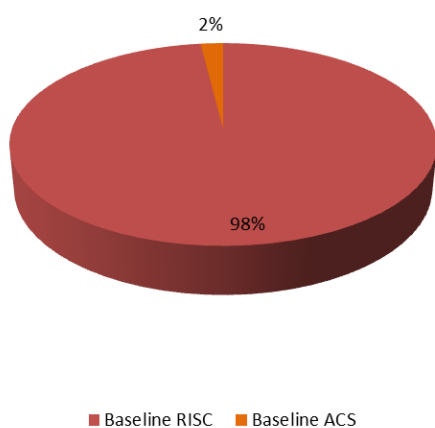
La creazione di un modello energetico consente di effettuare una più corretta ripartizione dei consumi energetici in funzione dei diversi utilizzi.

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

Figura 6.3 – Andamento mensile dei consumi termici ricavati dalla modellazione



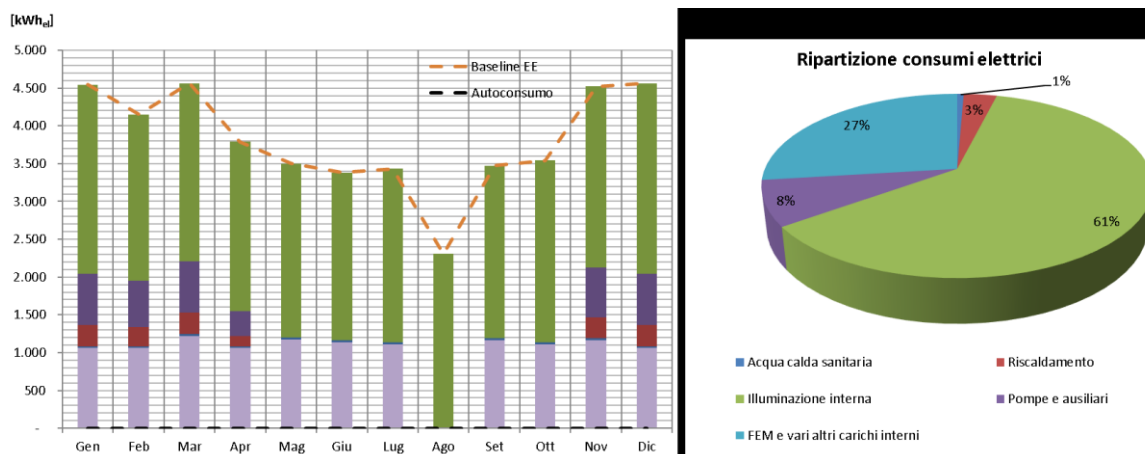
Ripartizione consumi termici



Si può notare come la maggior parte dei consumi termici sia da attribuirsi al servizio di climatizzazione dei locali, pertanto gli interventi migliorativi proposti andranno ad interessare principalmente i componenti dell’impianto termico preposti a tale servizio.

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

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



Si può notare come la maggior parte dei consumi sia da attribuirsi al servizio di illuminazione interna dell'edificio e di acqua calda sanitaria, pertanto gli interventi migliorativi proposti andranno ad interessare principalmente i componenti di 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 un contratto per il PDR presente all'interno dell'edificio, come di seguito elencato:

- PDR 1 – 3270049249177: 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 ;

Nella tabella Tabella 7.1 si riporta l'andamento del costo del vettore termico nel triennio di riferimento, suddiviso nelle varie componenti.

Tabella 7.1 – Andamento del costo del vettore termico nel triennio di riferimento

PDR: 03270049249177	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						5.346	66.526	0,080
Febbraio						4.615	57.424	0,080
Marzo						4.614	57.416	0,080
Aprile						650	8.093	0,080
Maggio						-	-	-
Giugno						-	-	-
Luglio						-	-	-
Agosto						-	-	-
Settembre						-	-	-
Ottobre						-	-	-
Novembre						2.842	35.363	0,080
Dicembre						3.726	46.371	0,080
Totale	-	-	-	-	-	21.793	271.192	0,080
PDR: 03270049249177	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						3.403	42.120	0,081
Febbraio						4.637	57.397	0,081
Marzo						4.359	53.956	0,081
Aprile						858	10.620	0,081
Maggio						-	-	-
Giugno						-	-	-
Luglio						-	-	-

Agosto	-	-	-	-	-	-	-	-
Settembre	-	-	-	-	-	-	-	-
Ottobre	-	-	-	-	-	-	-	-
Novembre	2.096	25.950	0,081					
Dicembre	2.818	34.879	0,081					
Totale	18.170	224.921	0,081					
PDR: 03270049249177	QUOTA ENERGIA	ONERI DI SISTEMA PARTE FISSA	ONERI DI SISTEMA PARTE VARIABILE	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURATO	4.459
ANNO 2016	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[KWH]	[€/kWh]
Gennaio						4.498	55.897	0,080
Febbraio						3.833	47.635	0,080
Marzo						4.494	55.852	0,080
Aprile						469	5.834	0,080
Maggio						-	-	-
Giugno						-	-	-
Luglio						-	-	-
Agosto						-	-	-
Settembre						-	-	-
Ottobre						-	-	-
Novembre						3.203	39.805	0,080
Dicembre						3.871	48.112	0,080
Totale	-	-	-	-	-	20.369	253.134	0,080

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.

Nel

grafico

in



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

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

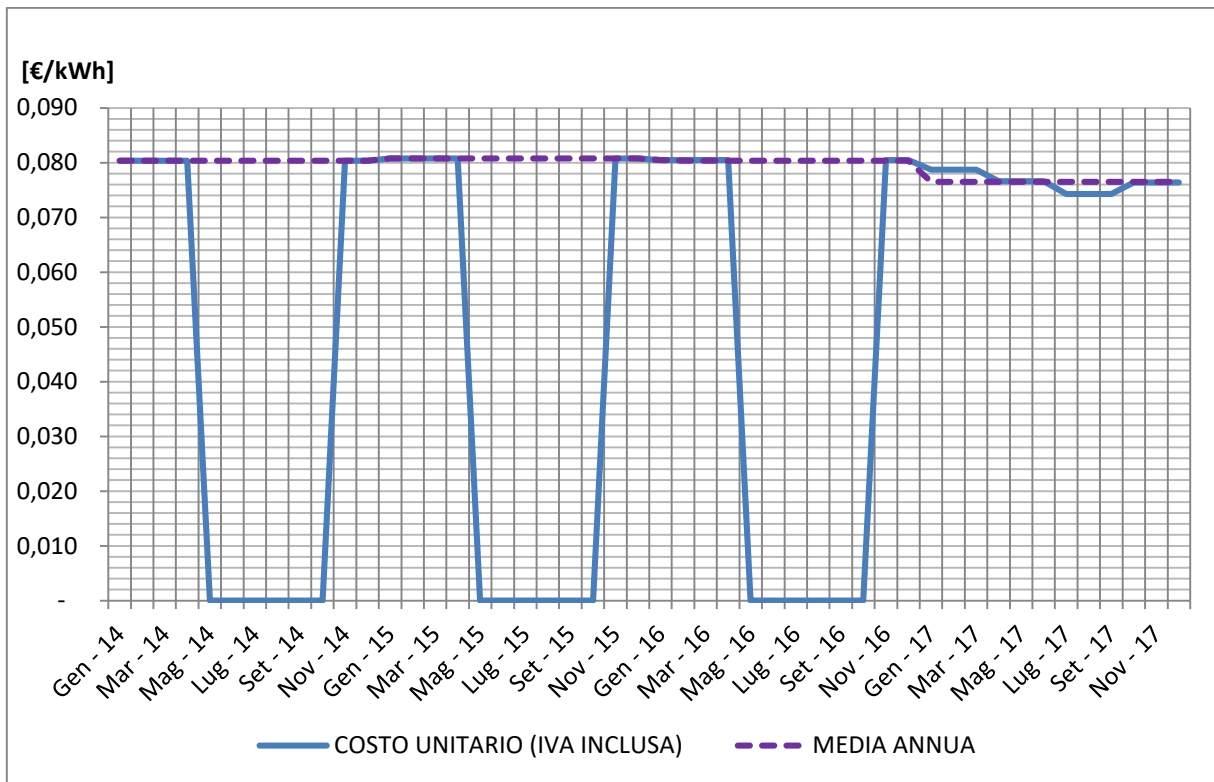
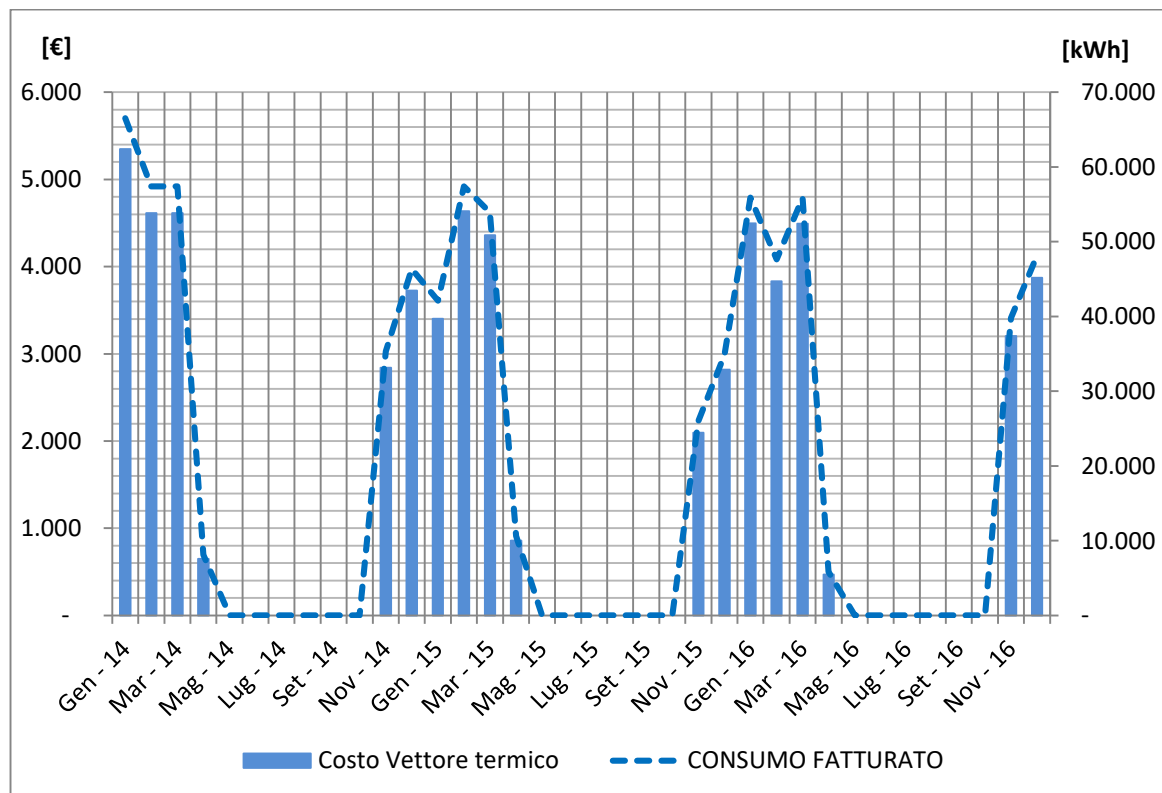


Figura 7.2 – Andamento dei consumi e dei costi dell’energia termica



Dall’analisi effettuata risulta evidente che l’andamento dei costi è oscillante con picchi nei mesi della stagione di riscaldamento, essendo questa l’unica componente. Come già detto tale consumo non è reale ma è ricostruito secondo le indicazioni della PA e riportati tra le varie mensilità in funzione

dell'effettivo funzionamento stagionale e dei GG reali. Anche il costo medio è stato fornito dall'elaborazione dei fogli di calcolo disponibili.

7.1.2 Vettore elettrico

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

- POD 1 – IT001E00122710: 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 7.2 si riportano le principali caratteristiche del contratto di fornitura del vettore termico per gli anni di riferimento.

Tabella 7.2 – Caratteristiche dei contratti di fornitura del vettore elettrico per il triennio di riferimento

POD: IT001E00122710	2014	2015	2016
Indirizzo di fornitura			
Dati di intestazione fattura	Via Dei Mille n. 16 Genova (GE)	Via Dei Mille n. 16 Genova (GE)	Via Dei Mille n. 16 Genova (GE)
Società di fornitura	Edison	Gala	Iren
Inizio periodo fornitura	01/10/13	01/04/15	01/04/16
Fine periodo fornitura	31/03/15	31/03/16	-
Potenza elettrica impegnata	28 kW	25 kW	25 kW
Potenza elettrica disponibile	28 kW	28 kW	28 kW
Tipologia di contratto	Forniture in BT (escluso IP)	380 V	BT, Allacciamento 380 V
Opzione tariffaria ⁽¹⁶⁾	Trioraria	Trioraria	Trioraria
Prezzi del fornitura dell'energia elettrica ⁽¹⁷⁾ [€/kWh]	0,085	0,069	0,082

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

Nota (17): con prezzo di fornitura s'intende soltanto la quota variabile del servizio di acquisto e vendita, sono escluse le imposte, i corrispettivi per il dispacciamento e lo sbilanciamento, per l'uso della rete, e il servizio di misura e ogni altra voce.

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

Nella Tabella 7.3 si riporta l'andamento del costo del vettore elettrico nel triennio di riferimento, suddiviso nelle varie componenti.

Tabella 7.3 – Andamento del costo del vettore elettrico nel triennio di riferimento

POD: IT001E00122710	QUOTA ENERGIA	ONERI DI SISTEMA PARTE FISSA	ONERI DI SISTEMA PARTE VARIABILE	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURAT O	COSTO UNITARIO
Anno 2014	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€/kWh]
Gennaio	369	61	449	65	94	1.047	5.175	0,202
Febbraio	437	73	518	71	110	1.486	6.707	0,221
Marzo	404	68	488	66	103	1.128	5.266	0,214
Aprile	329	76	427	54	89	976	4.328	0,225
Maggio	315	71	412	52	85	932	4.136	0,225

E104 – Scuola Media “Strozzi” e Succursale King

Giugno	193	44	272	32	54	590	2.586	0,228
Luglio	-	-	-	-	-	-	-	-
Agosto	87	20	183	16	31	336	1.245	0,270
Settembre	236	50	331	39	66	721	3.116	0,231
Ottobre	367	71	480	60	98	1.075	4.820	0,223
Novembre	374	73	496	63	101	1.107	5.010	0,221
Dicembre	-	-	-	-	-	-	-	-
Totale	3.109	608	4.054	517	829	9.397	42.389	0,222
POD: IT001E00122710	QUOTA ENERGIA	ONERI DI SISTEMA PARTE FISSA	ONERI DI SISTEMA PARTE VARIABILE	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURAT O	COSTO UNITARIO
Anno 2015	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]		[€/kWh]
Gennaio	725	140	977	127	197	2.165	10.125	0,214
Febbraio	346	68	483	64	96	1.057	5.104	0,207
Marzo	357	73	515	69	101	1.114	5.511	0,202
Aprile	142	38	304	38	52	574	3.058	0,188
Maggio	133	37	301	38	51	559	3.012	0,186
Giugno	125	37	297	37	50	547	2.972	0,184
Luglio	120	-	270	29	42	461	2.329	0,198
Agosto	133	-	305	32	47	516	2.521	0,205
Settembre	55	-	174	14	24	266	1.104	0,241
Ottobre	105	32	307	36	48	528	2.883	0,183
Novembre	194	-	481	59	73	808	4.736	0,171
Dicembre	233	-	528	66	83	910	5.312	0,171
Totale	2.667	425	4.941	608	864	9.506	48.667	0,195
POD: IT001E00122710	QUOTA ENERGIA	ONERI DI SISTEMA PARTE FISSA	ONERI DI SISTEMA PARTE VARIABILE	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURAT O	COSTO UNITARIO
Anno 2016	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]		[€/kWh]
Gennaio	152	-	328	43	52	575	3.418	0,168
Febbraio	237	-	516	69	82	905	5.549	0,163
Marzo	247	-	590	78	91	1.006	6.258	0,161
Aprile	-	-	-	-	-	-	-	-
Maggio	467	-	824	107	140	1.538	8.537	0,180
Giugno	165	-	296	35	50	547	2.800	0,195
Luglio	111	-	202	20	33	366	1.586	0,230
Agosto	97	-	198	19	31	346	1.535	0,225
Settembre	205	-	300	36	54	590	2.844	0,207
Ottobre	327	-	397	51	77	852	4.045	0,211
Novembre	410	-	444	58	91	997	4.626	0,216
Dicembre	324	-	381	48	75	829	3.857	0,215
Totale	2.744	-	4.477	563	777	8.551	45.055	0,190
POD: IT001E00122710	QUOTA ENERGIA	ONERI DI SISTEMA PARTE FISSA	ONERI DI SISTEMA PARTE VARIABILE	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURAT O	COSTO UNITARIO
Anno 2016	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]		[kWh]	[€/kWh]

E104 – Scuola Media “Strozzi” e Succursale King

Cong. Marzo 1	6,42	31,68	2,05	4,02	44,17	164,00	0,27
Cong. Marzo 2	255,22	-	-	25,52	280,74	-	-

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

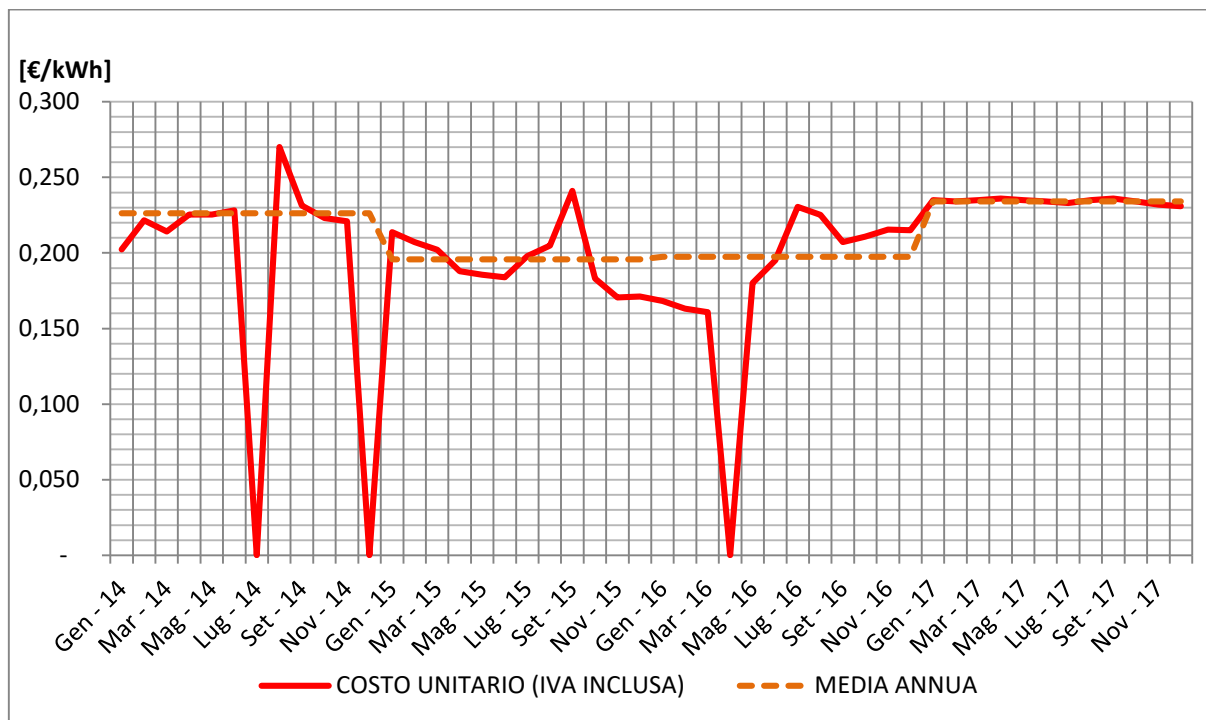
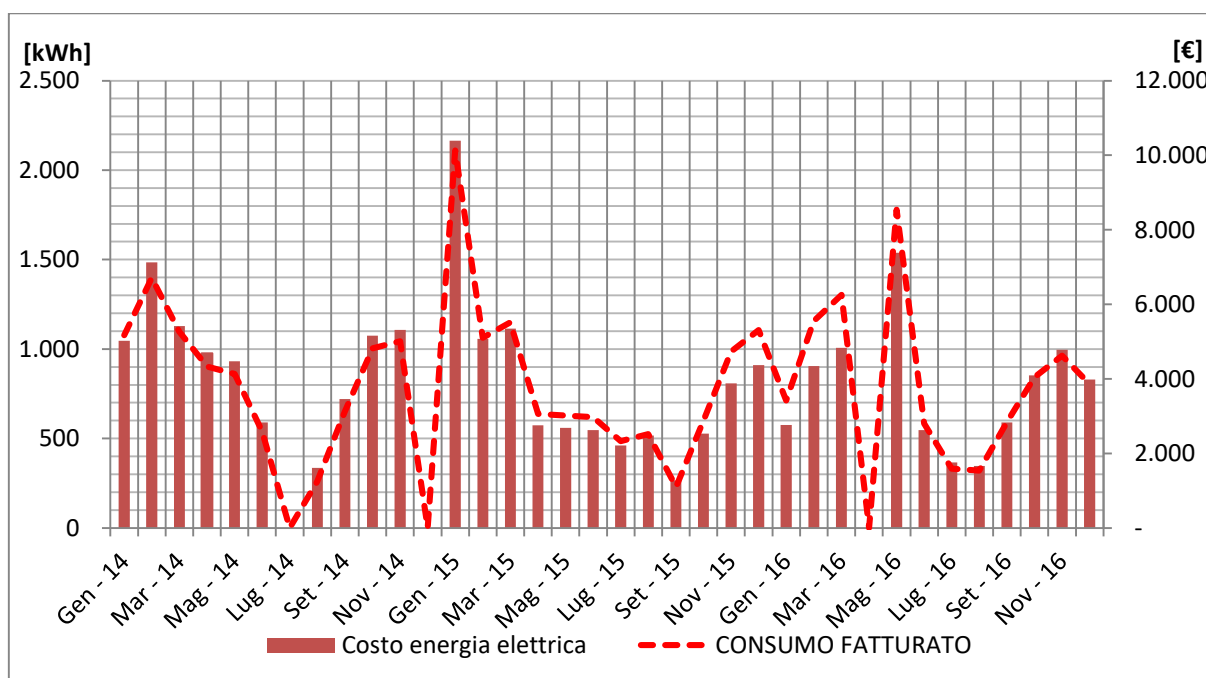


Figura 7.3 – Andamento dei consumi e dei costi dell’energia elettrica



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. 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 (mese Maggio 2016).

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.

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 7.4 sono sintetizzati i costi ed i consumi energetici precedentemente analizzati.

Tabella 7.4 - Sintesi dei consumi nel triennio di riferimento

ANNO	VETTORE TERMICO			VETTORE ELETTRICO			TOTALE
	[kWh]	[€]	[€/kWh]	[kWh]	[€]	[€/kWh]	[€]
2014	271.192	21.793	0,080	42.389	9.397	0,22	31.190
2015	224.921	18.170	0,081	48.667	9.506	0,20	27.676
2016	253.134	20.369	0,080	45.055	8.551	0,19	28.920
2017			0,078			0,208	
Media	239.028	19.270	0,080	45.370	9.151	0,204	29.262

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

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

Definizione		Valore	U.M.
Costo unitario dell’energia termica	Valore relativo all’ultimo anno a disposizione	C _{Uq}	0,078 [€/kWh]
Costo unitario dell’energia elettrica	Valore relativo all’ultimo anno a disposizione	C _{UEE}	0,208 [€/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:

- L1-042-107: 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 su cui è attivo il Servizio A all'interno del vigente contratto SIE3, i costi di manutenzione C_M sono stimati come segue:

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

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

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

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

Ai fini del calcolo della Baseline dei costi si sono pertanto assunti i valori di riportati nella **Errore. L'autoriferimento non è valido per un segnalibro.**

Tabella 7.6 – 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} 8.399	[€/anno]
Costo per la manutenzione straordinaria	Media relativa a gli stessi anni considerati per il rilevamento dei consumi storici	C_{MS} 2.233	[€/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 36.915 € comprensivo della quota di energia termica.

7.4 BASELINE DEI COSTI

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

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

Per la componente energetica vale la seguente formula:

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

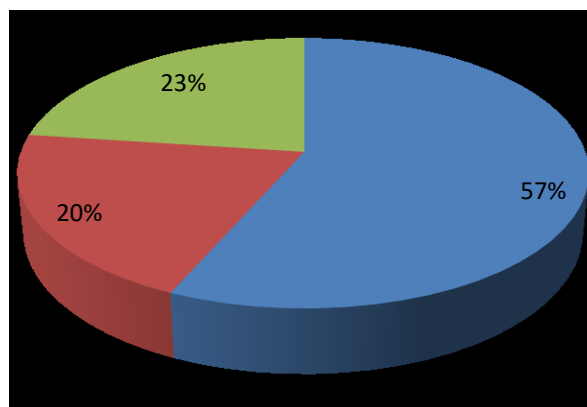
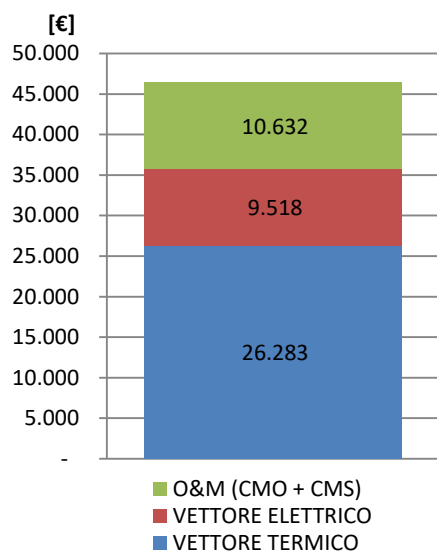
La Baseline dei Costi per il sistema edificio/impianti pre-intervento è pertanto uguale a:

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

Ne risulta quindi un C_E pari a 35.801€ e un $C_{baseline}$ pari a 46.433€.

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: Coibentazione pareti verticali attraverso la realizzazione del cappotto termico in EPS grigio sp=12cm.

Generalità

La misura prevede di coibentare tutte le pareti dell'edificio mediante la posa del cappotto termico in polistirene EPS grigio con grafite (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 delle facciate delle aule su cortile interno



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 attualmente presenta le quasi tutte le facciate degradate.

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.

Prestazioni raggiungibili

I miglioramenti ottenibili tramite l'attuazione della EEM1 sono riportati nella Tabella 8.1 e nella **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**

Tabella 8.1 – Risultati analisi EEM1 – Coibentazione pareti verticali attraverso la realizzazione del cappotto termico in EPS grigio sp=12cm

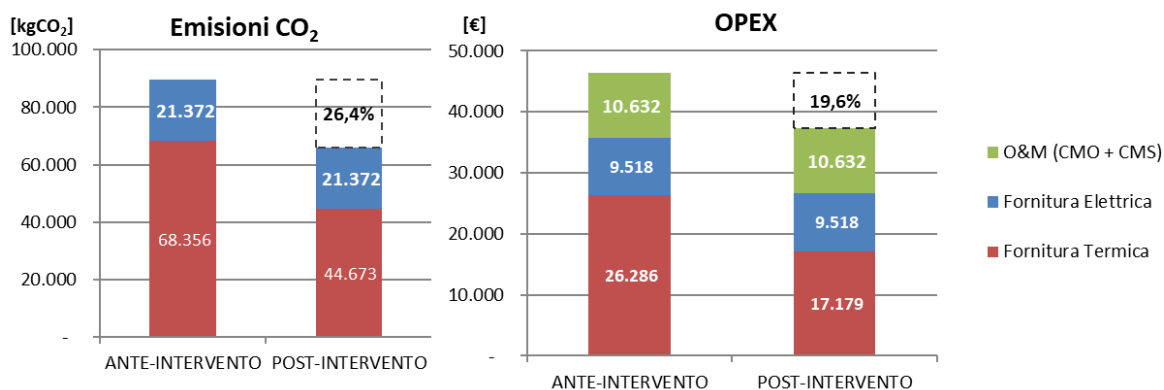
CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
Trasmittanza termica	[W/m ² K]	1,85	0,236	87,2%
Q _{teorico}	[kWh]	338.349	221.125	34,6%
EE _{teorico}	[kWh]	47.457	47.457	0,0%
Q _{baseline}	[kWh]	338.394	221.155	34,6%
EE _{baseline}	[kWh]	45.764	45.764	0,0%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	68.356	44.673	34,6%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	21.372	21.372	0,0%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	89.727	66.045	26,4%
Fornitura Termica, C _Q	[€]	26.286	17.179	34,6%
Fornitura Elettrica, C _{EE}	[€]	9.518	9.518	0,0%

Fornitura Energia, C _e	[€]	35.805	26.698	25,4%
C _{MO}	[€]	8.399	8.399	0,0%
C _{MS}	[€]	2.233	2.233	0,0%
O&M (C _{MO} + C _{MS})	[€]	10.632	10.632	0,0%
OPEX	[€]	46.437	37.329	19,6%
Classe energetica	[-]	G	F	+1 classe

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: 0,078 [€/kWh] per il vettore termico gas naturale e 0,208 [€/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: Coibentazione coperture della scuola e della palestra con poliuretano tra lamiera sigillate sp=8cm

Generalità

La misura prevede di coibentare le coperture della scuola e della palestra mediante la posa di poliuretano tra lamiera sigillate.

L'efficientamento delle coperture 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 (in particolare di quelli con solai superiori disperdenti) della scuola e della palestra di pertinenza.

Figura 8.3- Particolare dei solai disperdenti



Caratteristiche funzionali e tecniche

L'intervento di efficientamento energetico e garantirà una migliore percezione del comfort ambientale all'interno degli ambienti dell'edificio.

Descrizione dei lavori

La posa dell'isolante deve essere effettuata da personale tecnico specializzato che rilasci una garanzia di conformità di installazione del prodotto rispetto alle specifiche tecniche.

Prestazioni raggiungibili

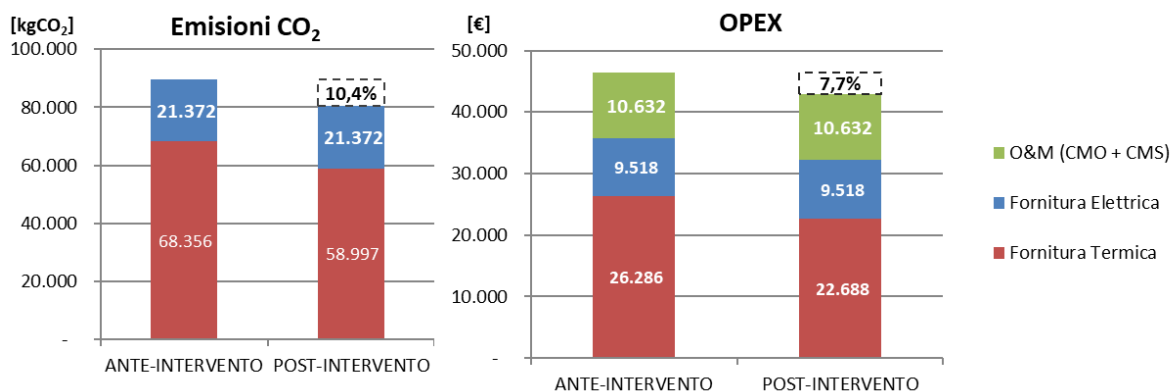
I miglioramenti ottenibili tramite l'attuazione della EEM2 sono riportati nella Tabella 8.2 e nella Figura 8.4.

Tabella 8.2 – Risultati analisi EEM2 – Coibentazione coperture della scuola e della palestra con poliuretano tra lamiere sigillate sp=8cm

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
Trasmittanza del componente	[W/m²K]	1,23	0,21	82,9%
Q _{teorico}	[kWh]	338.349	292.027	13,7%
EE _{teorico}	[kWh]	47.457	47.457	0,0%
Q _{baseline}	[kWh]	338.394	292.066	13,7%
EE _{Baseline}	[kWh]	45.764	45.764	0,0%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	68.356	58.997	13,7%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	21.372	21.372	0,0%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	89.727	80.369	10,4%
Fornitura Termica, C _Q	[€]	26.286	22.688	13,7%
Fornitura Elettrica, C _{EE}	[€]	9.518	9.518	0,0%
Fornitura Energia, C_E	[€]	35.805	32.206	10,1%
C _{MO}	[€]	8.399	8.399	0,0%
C _{MS}	[€]	2.233	2.233	0,0%
O&M (C _{MO} + C _{MS})	[€]	10.632	10.632	0,0%
OPEX	[€]	46.437	42.838	7,7%
Classe energetica	[-]	G	F	+1 classe

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: 0,078 [€/kWh] per il vettore termico gas naturale e 0,208 [€/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: Sostituzione infissi esistenti degradati con altri aventi $U_w=1,66 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$.

Generalità

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

Figura 8.5 - Particolare dei serramenti esistenti

L'efficiamento 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 di risolvere il problema delle infiltrazioni di umidità all'interno dell'edificio e delle elevate perdite per ventilazione.



Caratteristiche funzionali e tecniche

Gli infissi a seguito dei lavori risulteranno efficienti sotto l'aspetto energetico e garantiranno una migliore percezione del comfort ambientale da parte degli utilizzatori.

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.

Prestazioni raggiungibili

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

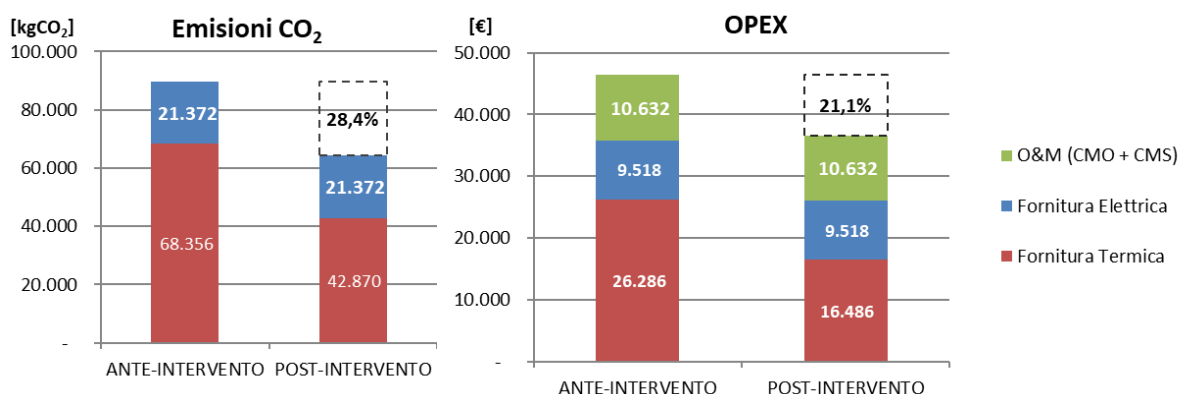
Figura 8.6.

Tabella 8.3 – Risultati analisi EEM3 – Sostituzione infissi esistenti degradati con altri aventi $U_w=1,66 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
Trasmittanza del componente	[W/m ² K]	5,5	1,66	69,8%
Q _{teorico}	[kWh]	338.349	212.199	37,3%
EE _{teorico}	[kWh]	47.457	47.457	0,0%
Q _{baseline}	[kWh]	338.394	212.227	37,3%
EE _{Baseline}	[kWh]	45.764	45.764	0,0%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	68.356	42.870	37,3%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	21.372	21.372	0,0%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	89.727	64.242	28,4%
Fornitura Termica, C _Q	[€]	26.286	16.486	37,3%
Fornitura Elettrica, C _{EE}	[€]	9.518	9.518	0,0%
Fornitura Energia, C_E	[€]	35.805	26.004	27,4%
C _{MO}	[€]	8.399	8.399	0,0%
C _{MS}	[€]	2.233	2.233	0,0%
O&M (C _{MO} + C _{MS})	[€]	10.632	10.632	0,0%
OPEX	[€]	46.437	36.636	21,1%
Classe energetica	[-]	G	F	+1 classe

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: 0,078 [€/kWh] per il vettore termico gas naturale e 0,208 [€/kWh] per il vettore elettrico – elettricità IVA inclusa.

Figura 8.6 – EEM3: Riduzione dei costi operativi e delle emissioni di CO₂ a partire dalla baseline

8.1.2 Impianto riscaldamento

EEM4: 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 8.7 - Particolare dei radiatori esistenti



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°102 unità, una per ciascun radiatore presente nei diversi locali dell'edificio.

Prestazioni raggiungibili

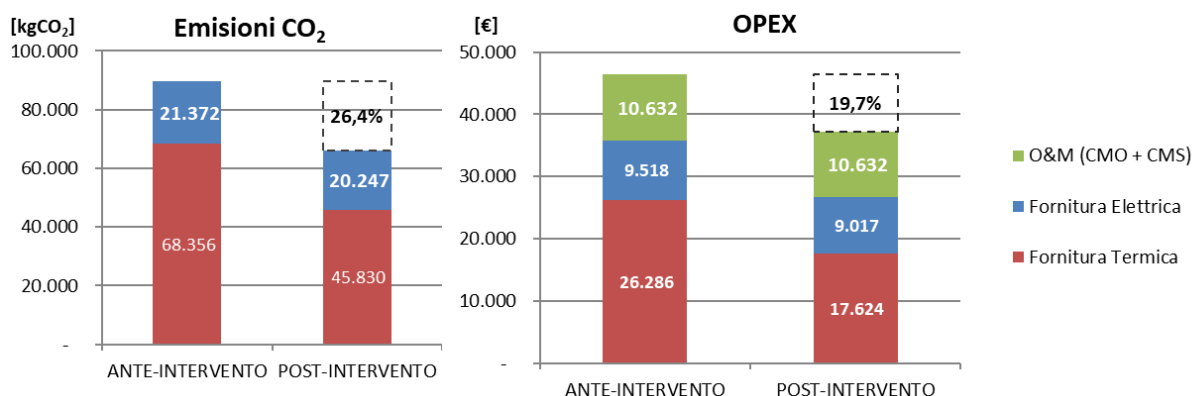
I miglioramenti ottenibili tramite l'attuazione della EEM4 sono riportati nella Tabella 8.4 e nella Figura 8.8.

Tabella 8.4 – Risultati analisi EEM4 – Termoregolazione

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
EM4 [Efficienza sottosistema di regolazione]	[%]	96%	99%	-3,1%
Q _{teorico}	[kWh]	338.349	226.851	33,0%
EE _{teorico}	[kWh]	47.457	44.959	5,3%
Q _{baseline}	[kWh]	338.394	226.881	33,0%
EE _{baseline}	[kWh]	45.764	43.355	5,3%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	68.356	45.830	33,0%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	21.372	20.247	5,3%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	89.727	66.077	26,4%
Fornitura Termica, C _Q	[€]	26.286	17.624	33,0%
Fornitura Elettrica, C _{EE}	[€]	9.518	9.017	5,3%
Fornitura Energia, C_E	[€]	35.805	26.641	25,6%
C _{MO}	[€]	8.399	8.399	0,0%
C _{MS}	[€]	2.233	2.233	0,0%
O&M (C _{MO} + C _{MS})	[€]	10.632	10.632	0,0%
OPEX	[€]	46.437	37.273	19,7%
Classe energetica	[-]	G	F	+1 classe

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

I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,078 [€/kWh] per il vettore termico e : 0,209 [€/kWh] per il vettore elettrico

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

EEM6: 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.

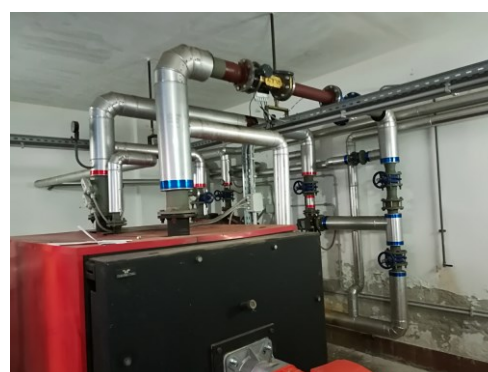
La caldaia a gas installata ha una potenza nominale al focolare di 813 kW che risultano sovradimensionati data la volumetria dello stabile ed in base alla diagnosi energetica prodotta. In questa fase viene sostituita con una di pari potenza rimandando negli scenari a 15 e 25 anni l'installazione di un generatore con potenza inferiore, tenendo in considerazione la potenza complessiva dei terminali di emissione e il fattore di ripresa dell'edificio.

Descrizione dei lavori

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.

Figura 8.9 - Particolare del generatore di calore attuale



Prestazioni raggiungibili

I miglioramenti ottenibili tramite l'attuazione della EEM6 sono riportati nella Tabella 8.5 e **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**

Tabella 8.5 – Risultati analisi EEM6- Efficienzamento generatore di calore

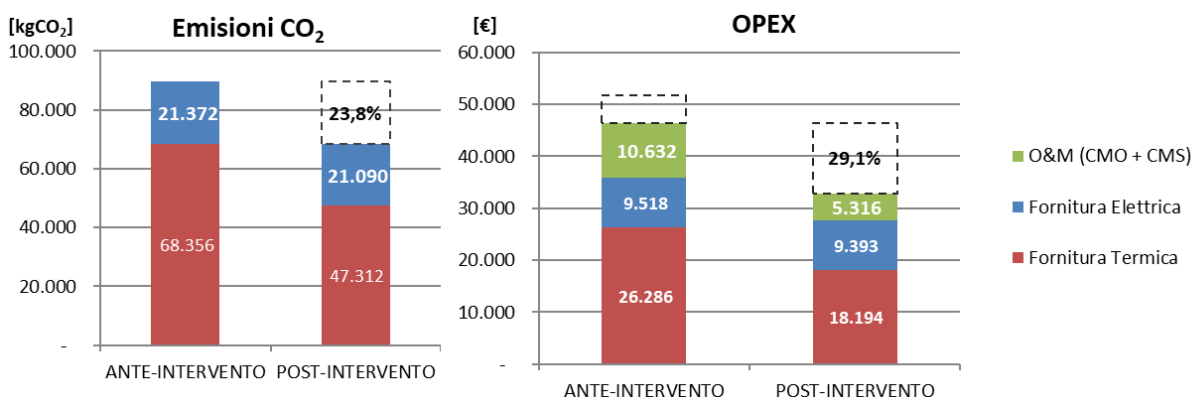
CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
EM6 Efficienza sottosistema di generazione	[%]	85,10%	92,80%	-9,0%
Q _{teorico}	[kWh]	338.349	234.186	30,8%
EE _{teorico}	[kWh]	47.457	46.832	1,3%
Q _{baseline}	[kWh]	338.394	234.218	30,8%
EE _{Baseline}	[kWh]	45.764	45.161	1,3%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	68.356	47.312	30,8%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	21.372	21.090	1,3%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	89.727	68.402	23,8%
Fornitura Termica, C _Q	[€]	26.286	18.194	30,8%
Fornitura Elettrica, C _{EE}	[€]	9.518	9.393	1,3%

Fornitura Energia, C_e	[€]	35.805	27.587	23,0%
C _{MO}	[€]	8.399	4.200	50,0%
C _{MS}	[€]	2.233	1.116	50,0%
O&M (C _{MO} + C _{MS})	[€]	10.632	5.316	50,0%
OPEX	[€]	46.437	32.903	29,1%
Classe energetica	[-]	E	E	+0 classe

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

I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,078 [€/kWh] per il vettore termico e : 0,209 [€/kWh] per il vettore elettrico

Figura 8.10 – EEM6: 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 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

EEM5: 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 variabili tra 18 W e 60 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 variabili tra 13 W e 36 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 8.11 - Particolare di una lampada fluorescente attualmente installata



Prestazioni raggiungibili

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

Figura 8.12 – EEM5: Riduzione dei costi operativi e delle emissioni di CO2 a partire dalla baseline

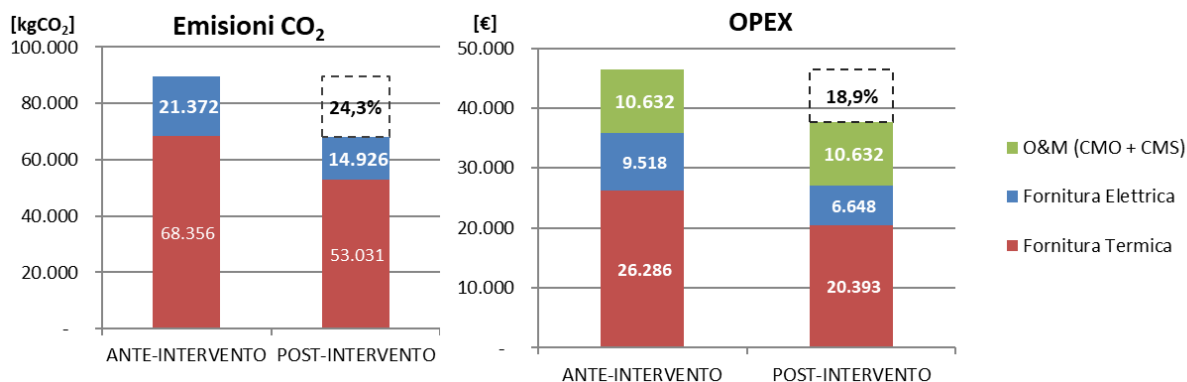
Tabella 8.6 – Risultati analisi EEM5 – Efficientamento impianto di illuminazione mediante trasformazione a LED

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
EM5	[-]	[-]	[-]	[-]
Q _{teorico}	[kWh]	338.349	262.496	22,4%
EE _{teorico}	[kWh]	47.457	33.144	30,2%
Q _{baseline}	[kWh]	338.394	262.531	22,4%
EE _{Baseline}	[kWh]	45.764	31.961	30,2%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	68.356	53.031	22,4%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	21.372	14.926	30,2%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	89.727	67.957	24,3%
Fornitura Termica, C _Q	[€]	26.286	20.393	22,4%
Fornitura Elettrica, C _{EE}	[€]	9.518	6.648	30,2%
Fornitura Energia, C_E	[€]	35.805	27.041	24,5%
C _{MO}	[€]	8.399	8.399	0,0%
C _{MS}	[€]	2.233	2.233	0,0%
O&M (C _{MO} + C _{MS})	[€]	10.632	10.632	0,0%
OPEX	[€]	46.437	37.673	18,9%
Classe energetica	[-]	G	G	+0 classe

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

I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,078 [€/kWh] per il vettore termico e : 0,209 [€/kWh] per il vettore elettrico

Figura 8.12 – EEM5: Riduzione dei costi operativi e delle emissioni di CO2 a partire dalla baseline



8.1.5 Impianto di generazione da fonti rinnovabili

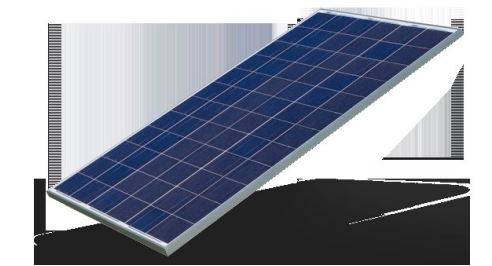
EEM7: Utilizzo di generazione da fonti rinnovabili – installazione di un impianto fotovoltaico

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 8.13 – 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 20 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 EEM7 sono riportati nella Tabella 8.7 e nella

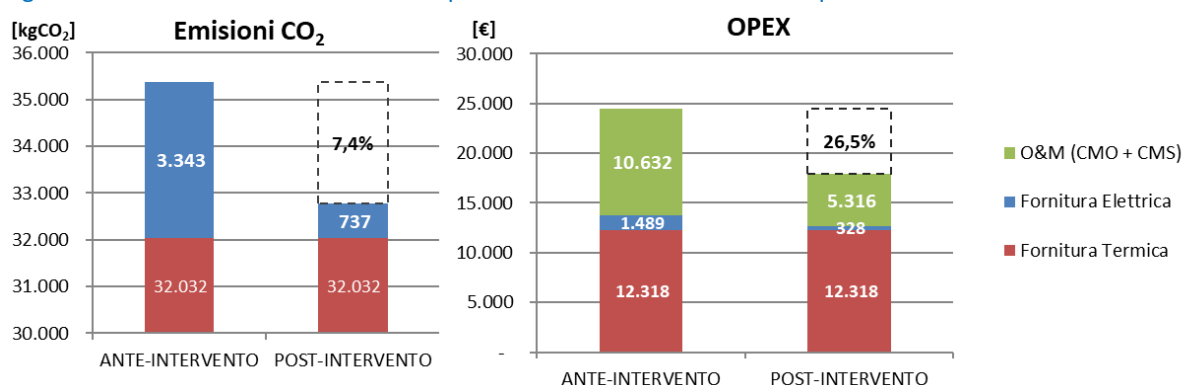
Figura 8.12 – EEM5: Riduzione dei costi operativi e delle emissioni di CO₂ a partire dalla baseline per lo scenario a 25 anni.

Tabella 8.7 – Risultati analisi EEM7 – Installazione impianto fotovoltaico 20 kWp scenario 25 anni

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
-	-	-	-	-
Q _{teorico}	[kWh]	158.573	158.573	0,0%
EE _{teorico}	[kWh]	32.467	7.158	78,0%
Q _{baseline}	[kWh]	158.573	158.573	0,0%
EE _{Baseline}	[kWh]	7.158	1.578	78,0%
Emiss. CO ₂ Termico	[kgCO ₂]	32.032	32.032	0,0%
Emiss. CO ₂ Elettrico	[kgCO ₂]	3.343	737	78,0%
Emiss. CO₂ TOT	[kgCO₂]	35.374	32.769	7,4%
Fornitura Termica, C _Q	[€]	12.318	12.318	0,0%
Fornitura Elettrica, C _{EE}	[€]	1.489	328	78,0%
Fornitura Energia, C_E	[€]	13.807	12.646	8,4%
C _{MO}	[€]	8.399	4.200	50,0%
C _{MS}	[€]	2.233	1.116	50,0%
O&M (C _{MO} + C _{MS})	[€]	10.632	5.316	50,0%
OPEX	[€]	24.439	17.962	26,5%
Classe energetica	[-]	F	F	+0 classe

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: 0,078 [€/kWh] per il vettore termico gas naturale e 0,208 [€/kWh] per il vettore elettrico – elettricità IVA inclusa.

 Figura 8.14 – EEM7: 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: Cappotto in EPS grigio (sp=12cm)

Nella **Errore. L'autoriferimento non è valido per un segnalibro.** è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 1, che consiste nella realizzazione di un cappotto in EPS grigio sp=12 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 9.1 sono riportati i risultati della quantificazione dell'incentivo al 40%

Tabella 9.1 – Analisi dei costi della EEM1: Cappotto in EPS grigio sp=12cm

DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO SCONTATO DEL 10%	TOTALE (IVA ESCLUSA)	IVA	TOTALE (IVA INCLUSA)
				[€/n° o €/m ²]	[€]	[€]	[€]
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	31133,28	m2cm	€ 0,64	€ 19.812,09	22%	€ 24.170,75
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	2594,44	m2	€ 9,84	€ 25.519,86	22%	€ 31.134,22
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	2594,44	kg	€ 0,75	€ 1.934,04	22%	€ 2.359,53
Collante cementizio per murature in cemento cellulare espanso.	Prezzario Regione Liguria	1297,22	kg	€ 0,45	€ 577,85	22%	€ 704,98
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	2594,44	m2	€ 12,98	€ 33.680,55	22%	€ 41.090,27

E104 – Scuola Media “Strozzi” e Succursale King

Scrostamento intonaco fino al vivo della muratura, esterno, su muratura di mattoni o calcestruzzo	Prezzario Regione Liguria	2594,44	m2	€ 6,60	€ 17.123,30	22%	€ 20.890,43
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	2594,44	m2	€ 4,37	€ 11.344,78	22%	€ 13.840,63
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 compressa 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	2594,44	m2	€ 21,63	€ 56.110,66	22%	€ 68.455,01
Costi per la sicurezza	-	3%	%		€ 4.983,09	22%	€ 6.079,37
Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%		€ 11.627,22	22%	€ 14.185,21
TOTALE (Io – EEM1)					€ 182.713	22%	€ 222.910
Incentivi	[Conto termico]						€ 89.164,16
Durata incentivi							5
Incentivo annuo							€ 17.832,83

EEM2: Coibentazione copertura in poliuretano tra lamiera sigillate (sp=8cm).

Nella Tabella 9.2 è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 2, che consiste nella coibentazione copertura in poliuretano tra lamiere sigillate di spessore 8 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 200 €/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 9.2 – Analisi dei costi della EEM2: Coibentazione copertura in poliuretano tra lamiere sigillate sp=8cm

DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO SCONTATO DEL 10%	TOTALE (IVA ESCLUSA)	IVA	TOTALE (IVA INCLUSA)
				[€/n° o €/m ²]	[€]	[€]	[€]
Realizzazione di copertura in lastre isolanti a profilo grecato od ondulato in lamiera di acciaio zincato protetta nella faccia superiore da un rivestimento anticorrosivo a base di asfaltoplastico stabilizzato, spessore minimo mm 1.8, e da una lamina di alluminio gofrato, titolo 99.5, e nella faccia inferiore da un primer bituminoso termostabile e da una lamina di alluminio come sopra, comprese sovrapposizioni, gruppi di fissaggio, pezzi speciali Compresa la listellatura, con finitura superficiale al naturale	Prezzario Regione Piemonte	2010,66	m2	€ 67,27	€ 135.262,58	22%	€ 165.020,35
Pannello in polistirene espanso sintetizzato (EPS), esenti da CFC o HCFC, densità compresa tra 18-28 kg/m ³ euroclasse E di resistenza al fuoco, marchiatura CE lambda pari a 0.033 W/mK, per isolamento termico di pareti e solai. spessore	Prezzario Regione Liguria	16085,28	m2cm	€ 0,64	€ 10.236,09	22%	€ 12.488,03

4-5-6-8-10-12-14-16 cm per ogni cm							
Costi per la sicurezza	-	3%	%	€	4.364,96	22%	€ 5.325,25
Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%	€	10.184,91	22%	€ 12.425,59
TOTALE (I₀ – EEM2)				€	160.049	22%	€ 195.259
Incentivi	[Conto termico]						€ 78.103,69
Durata incentivi							5
Incentivo annuo							€ 15.620,74

EEM3: Sostituzione infissi con altri aventi U=1,66W/m2k

Nella Nella Errore. **L'autoriferimento non è valido per un segnalibro.** è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 1, che consiste nella realizzazione di un cappotto in EPS grigio sp=12 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 9.1 sono riportati i risultati della quantificazione dell'incentivo al 40%

Tabella 9.1 è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 3, che consiste nella sostituzione degli infissi.

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

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

Tabella 9.3– Analisi dei costi della EEM3: Sostituzione infissi con altri aventi U=1,66W/m2k

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	959,36	m2	€ 27,37	€ 26.260,30	22%	€ 32.037,57
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	959,36	m2	€ 299,00	€ 286.848,64	22%	€ 349.955,34
solo posa in opera di finestra o portafinestra in alluminio, pvc, legno acciaio esclusa la fornitura e	Prezziario Regione Liguria	959,36	m2	€ 44,12	€ 42.325,22	22%	€ 51.636,77

posa di controtelaio in acciaio

Controtelaio per finestre, portefinestre e simili, in legno.	Prezziario Regione Liguria	123,8941	m	€ 6,90	€ 854,87	22%	€ 1.042,94
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	143,904	m3	€ 10,70	€ 1.539,77	22%	€ 1.878,52
Costi per la sicurezza	-	3%	%		€ 10.734,86	22%	€ 13.096,53
Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%		€ 25.048,02	22%	€ 30.558,58
TOTALE (I₀ – EEM3)					€ 393.612	22%	€ 480.206
Incentivi	[Conto termico]						
Durata incentivi							
Incentivo annuo							

EEM4: Termoregolazione

Nella Nella Errore. **L'autoriferimento non è valido per un segnalibro.** è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 1, che consiste nella realizzazione di un cappotto in EPS grigio sp=12 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 9.1 sono riportati i risultati della quantificazione dell'incentivo al 40%

Tabella 9.1 è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 4, 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 9.4 – Analisi dei costi della EEM4: Installazione impianto 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	Prezziario Regione Liguria	102	cad	€ 37,61	€ 3.836,13	22%	€ 4.680,08
Detentori in bronzo per tubi del diametro di: 20 mm a squadra	Prezziario Regione Liguria	102	cad	€ 9,20	€ 938,40	22%	€ 1.144,85
Impianti Elettrici Idrraulici Riscaldamento Installatore 4° cat. ex operaio specializzato	Prezziario Regione Liguria	68	h	€ 28,98	€ 1.970,76	22%	€ 2.404,33
Costi per la sicurezza	-	3%	%		€ 202,36	22%	€ 246,88
Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%		€ 472,17	22%	€ 576,05
TOTALE (I₀ – EEM4)					€ 7.420	22%	€ 9.052
Incentivi	[Conto termico]						
Durata incentivi							
Incentivo annuo							

EEM5: Efficientamento impianto di illuminazione mediante trasformazione a LED

Nella Nella Errore. **L'autoriferimento non è valido per un segnalibro.** è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 1, che consiste nella realizzazione di un cappotto in EPS grigio sp=12 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 9.1 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 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 Tabella 9.5 sono riportati i risultati della quantificazione dell'incentivo al 40%.

Tabella 9.5– Analisi dei costi della EEM5: Installazione impianto di illuminazione LED

DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO SCONTATO DEL 10%	TOTALE (IVA ESCLUSA)	IVA	TOTALE (IVA INCLUSA)	
				[€/n° o €/m ²]	[€]	[€]	[€]	
Rimozione e smaltimento di corpo illuminante	Milano	581	cad	€ 5,21	€ 3.026,48	22%	€ 3.692,31	
Plafoniera a tenuta stagna per installazione diretta a parete o a soffitto - monolampada led 4000K 2800 lm potenza 13 W - lunghezza 690 mm	Milano	158	cad	€ 89,96	€ 14.214,25	22%	€ 17.341,39	
Lampade lineari a LED non dimmerabili 9 - 10W con durata >= 40000 h	Prezzario Regione Piemonte	158	cad	€ 26,10	€ 4.123,80	22%	€ 5.031,04	
Plafoniera a tenuta stagna per installazione diretta a parete o a soffitto - monolampada led 4000K 2800 lm potenza 22 W - lunghezza 1300 mm	Milano	414	cad	€ 111,92	€ 46.334,13	22%	€ 56.527,64	
Lampade lineari a LED non dimmerabili 19-20W con durata >= 40000 h	Prezzario Regione Piemonte	414	cad	€ 39,12	€ 16.194,93	22%	€ 19.757,81	
Plafoniera a tenuta stagna per installazione diretta a parete o a soffitto - monolampada led 4000K 2800 lm potenza 29 W - lunghezza 1600 mm	Milano	9	cad	€ 126,82	€ 1.141,36	22%	€ 1.392,46	
Lampade lineari a LED non dimmerabili 34W con durata >= 40000 h	Prezzario Regione Piemonte	9	cad	€ 65,45	€ 589,01	22%	€ 718,59	
Costi per la sicurezza	-	3%	%		€ 2.568,72	22%	€ 3.133,84	
Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%		€ 5.993,68	22%	€ 7.312,29	
TOTALE (I₀ – EEM5)					€ 94.186	22%	€ 114.907	
Incentivi	[Conto termico]							€ 45.962,94
Durata incentivi								5
Incentivo annuo								€ 9.192,59

EEM6: Efficienzamento generatore di calore

Nella Nella Errore. **L'autoriferimento non è valido per un segnalibro.** è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 1, che consiste nella realizzazione di un cappotto in EPS grigio sp=12 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 9.1 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 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 9.6 – Analisi dei costi della EEM6: Sostituzione generatore di calore

DESCRIZIONE	FORTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO SCONTATO DEL 10%	TOTALE (IVA ESCLUSA)	IVA	TOTALE (IVA INCLUSA)
				[€/n° o €/m ²]	[€]	[€]	[€]
Rimozione generatore esistente - taglia caldaia esistente Pn > 500 e Pn <= 700	CCIAA RE	1	cad	€ 3.697,50	€ 3.697,50	22%	€ 4.510,95
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: 590 Kw circa	Prezzario Regione Liguria	1	cad	€ 28.203,75	€ 28.203,75	22%	€ 34.408,58
Sistema fumario prefabbricato a sezione circolare, con giunti maschio-femmina con profilo conico a elementi modulari a doppia parete acciaio inox (parete interna AISI316L e parete esterna AISI304), coibentazione 25mm in lana di roccia pressata, senza guarnizioni di tenuta Coppa di scarico condensa Ø 250 mm	Prezzario Regione Liguria	1	cad	€ 211,60	€ 211,60	22%	€ 258,15
Sola posa in opera di bruciatore per caldaie, compresi la lavorazione della piastra di collegamento alla caldaia, la sola posa della rampa gas e del dispositivo di controllo tenuta valvola, i collegamenti elettrici, i collegamenti alla tubazione del combustibile a metano o gasolio: per generatori di calore da 351 Kw a 700 Kw	Prezzario Regione Liguria	1	cad	€ 419,17	€ 419,17	22%	€ 511,39

E104 – Scuola Media “Strozzi” e Succursale King

Accessori per caldaie a condensazione: Tubi Ø 80mm della lunghezza 1 m	Prezzario Regione Liguria	7	cad	€	19,21	€	134,46	22%	€	164,05
Accessori per caldaie a condensazione: Kit scarichi separati per tubi Ø 80mm	Prezzario Regione Liguria	1	cad	€	25,87	€	25,87	22%	€	31,56
Sola posa in opera di accessori per impianti di termoregolazione compresi collegamenti elettrici: sonde in genere	Prezzario Regione Liguria	1	cad	€	109,64	€	109,64	22%	€	133,76
Sola posa in opera di accessori per impianti di termoregolazione compresi collegamenti elettrici: interruttore orologio da inserire in quadro elettrico	Prezzario Regione Liguria	1	cad	€	27,01	€	27,01	22%	€	32,95
Interruttore orario digitale modulare per la programmazione settimanale a due canali	Prezzario Regione Liguria	1	cad	€	133,40	€	133,40	22%	€	162,75
Sonde di temperatura e umidità: sola temperatura, per impianti civili e industriali per esterno	Prezzario Regione Liguria	1	cad	€	69,52	€	69,52	22%	€	84,81
Opere edili Operaio Qualificato	Prezzario Regione Liguria	8	h	€	31,28	€	250,25	22%	€	305,31
Impianti Elettrici Idraulici Riscaldamento Installatore 4° cat. ex operaio specializzato	Prezzario Regione Liguria	20	h	€	28,98	€	579,64	22%	€	707,16
Trasporto a discarica o a centro di riciclaggio di materiali di risulta provenienti da scavi e/o demolizioni, misurato su autocarro in partenza, esclusi gli eventuali oneri di discarica o smaltimento, eseguito con piccolo mezzo di trasporto con capacità di carico fino a 3 t. per ogni chilometro del tratto oltre i primi 5 km e fino al decimo km.	Prezzario Regione Liguria	50	m³km	€	4,29	€	214,55	22%	€	261,75
Costi per la sicurezza	-	3%	%			€	1.022,29	22%	€	1.247,19
Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%			€	2.385,35	22%	€	2.910,12
TOTALE (I₀ – EEM6)						€	33.787	22%	€	45.730
Incentivi	[Conto termico]									€ 18.292,19
Durata incentivi										5
Incentivo annuo										€ 3.658,44

EEM7: Installazione Impianto Fotovoltaico

Nella Nella Errore. **L'autoriferimento non è valido per un segnalibro.** è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 1, che consiste nella realizzazione di un cappotto in EPS grigio sp=12 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 EEM 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 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 9.7 – Analisi dei costi della EEM7: Installazione Impianto Fotovoltaico

DESCRIZIONE	FORTE PREZZO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO	TOTALE	IVA	TOTALE
-------------	--------------	----------	------	--------	--------	-----	--------

UTILIZZATO			UNITARIO SCONTATO DEL 10%	(IVA ESCLUSA)	(IVA INCLUSA)	
			[€/n° o €/m ²]	[€]	[€]	[€]
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, involucro in classe II con struttura sandwich e telaio anodizzato).						
Prezzario Regione Lombardia	20	kWp	2.466,80 €	€ 49.336,00	22%	€ 60.189,92
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						
Costi per la sicurezza	-	3%	%	€ 1.480,08	22%	€ 1.805,70
Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%	€ 3.453,52	22%	€ 4.213,29
TOTALE (I₀ – EEM7)				€ 54.270	22%	€ 66.209
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):

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

Dove:

- I₀ è il valore dell'investimento iniziale;

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

2) Tempo di ritorno attualizzato (TRA):

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

Dove:

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

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

Dove:

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

3) Valore Attuale Netto (VAN) del progetto:

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

Dove:

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

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

5) Indice di Profitto (IP):

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

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

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

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

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

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

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

EEM1: Cappotto in EPS grigio (sp=12cm)

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

Tabella 9.8 – Risultati dell'analisi di convenienza della EEM1– Cappotto esterno in EPS grigio (sp=12cm)

PARMETRO FINANZIARIO	U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	I_0	€ 222.910
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 17.833
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 22,1	12,7
Tempo di rientro attualizzato	TRA 37,3	20,0
Valore attuale netto	VAN - 44.832	34.556
Tasso interno di rendimento	TIR 2,1%	5,9%
Indice di profitto	IP -0,20	0,16

I flussi di cassa rappresentativi dell'analisi sono riportati nelle **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** e Figura 9.2.

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

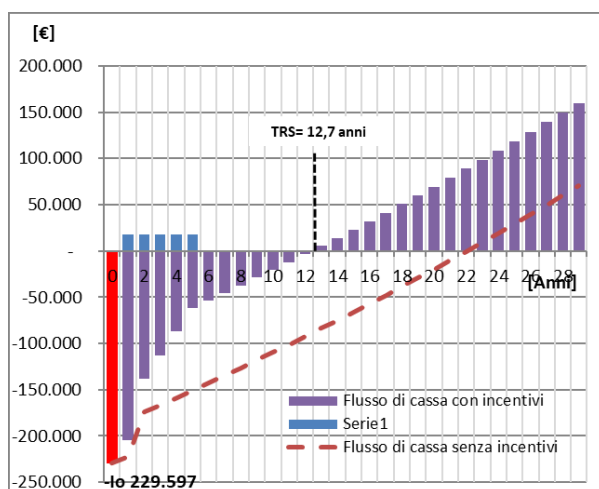
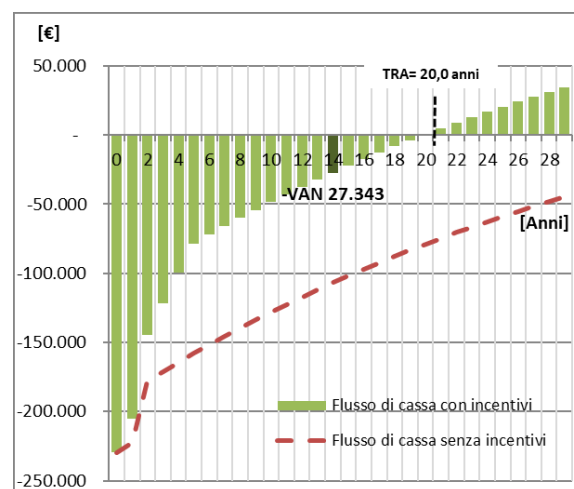


Figura 9.2 – EEM1: Flussi di Cassa Attualizzati, con e senza incentivi



Dall'analisi effettuata è emerso che l'intervento di cappottatura delle facciate verticali esterne ha un TRS di 12,7 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 medio periodo. Nel caso in cui non vi fossero incentivi a disposizione il tempo di ritorno è comunque ancora sostenibile soltanto su un lungo periodo in quanto il TRS è di 22,1 anni.

EEM2: Coibentazione copertura in poliuretano tra lamiera sigillate sp=8cm

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

Tabella 9.9 – Risultati dell’analisi di convenienza della EEM2– Copertura

PARMETRO FINANZIARIO	U.M.	VALORE	
Investimento Iniziale	I_0	€	195.259
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	15.621
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	43,7	25,7
Tempo di rientro attualizzato	TRA	66,4	37,6
Valore attuale netto	VAN	- 110.237	- 40.696
Tasso interno di rendimento	TIR	-2,7%	0,8%
Indice di profitto	IP	-0,56	-0,21

I flussi di cassa rappresentativi dell’analisi sono riportati nelle Figura 9.3 e Figura 9.4.

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

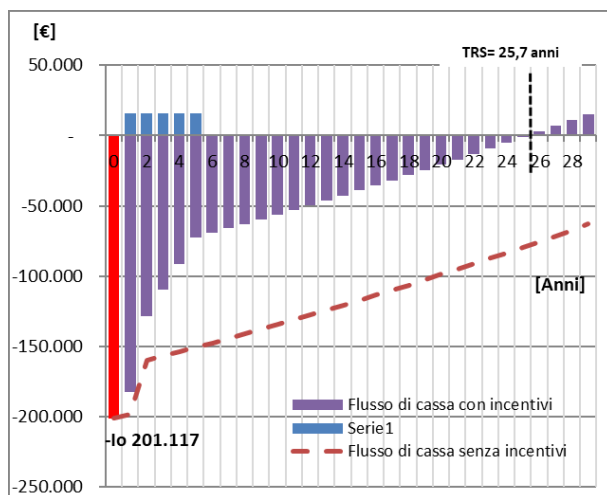
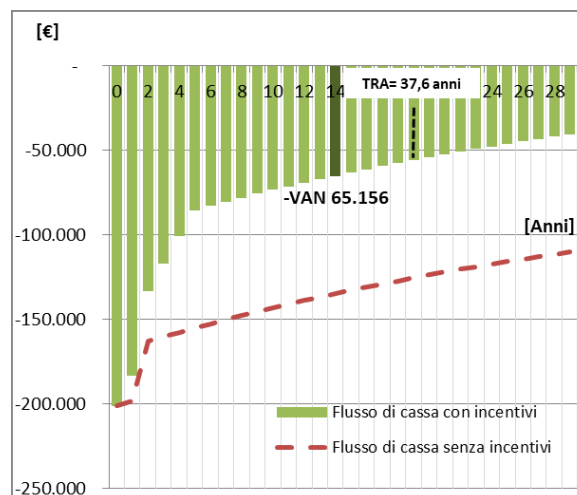


Figura 9.4 – EEM2: Flussi di Cassa Attualizzati, con e senza incentivi



Dall’analisi effettuata è emerso che l’intervento di coibentazione della copertura ha un TRS di 25,7 anni considerando di ottenere l’incentivo previsto dal Conto Termico pari al 40% dei costi, pertanto tale intervento non può essere preso in considerazione anche su scenari di lungo periodo. Nel caso in cui non vi fossero incentivi a disposizione il tempo di ritorno è di 43,7 anni.

EEM3: Sostituzione infissi con altri aventi $U=1,66W/m^2k$

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

Tabella 9.10 – Risultati dell’analisi di convenienza della EEM3– Serramenti

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

E104 – Scuola Media “Strozzi” e Succursale King

Investimento Iniziale	I_0	€	480.206
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	40,5	40,5
Tempo di rientro attualizzato	TRA	62,1	62,1
Valore attuale netto	VAN	- 255.711	- 255.711
Tasso interno di rendimento	TIR	-2,2%	-2,2%
Indice di profitto	IP	-0,53	-0,53

I flussi di cassa rappresentativi dell'analisi sono riportati nelle **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** e Figura 9.2.

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

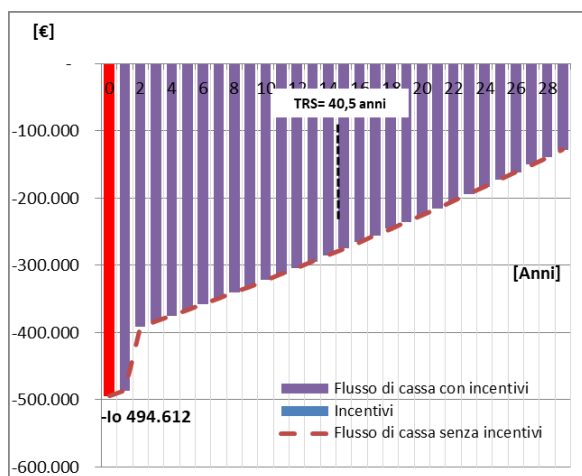
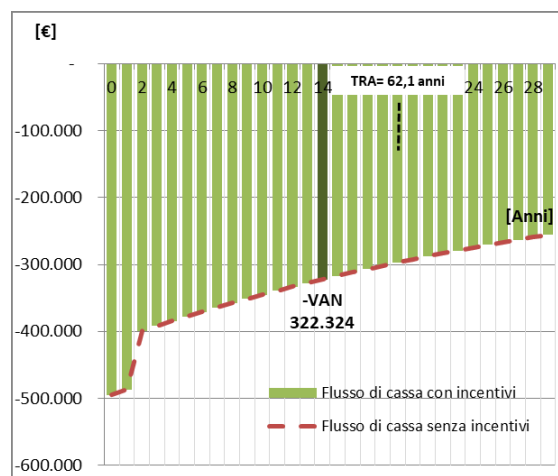


Figura 9.6 – EEM3: Flussi di Cassa Attualizzati, con e senza incentivi



Dall'analisi effettuata è emerso che l'intervento di sostituzione degli infissi ha un TRS di 40,5 anni non considerando di ottenere l'incentivo previsto dal Conto Termico pari al 40% dei costi. Tale intervento non può essere preso in considerazione neanche su scenari di lungo periodo.

EEM4: Termoregolazione

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

Tabella 9.11 – Risultati dell'analisi di convenienza della EEM4– Termoregolazione

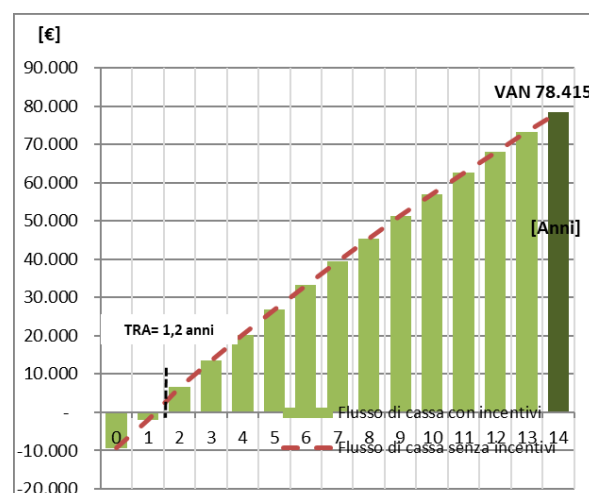
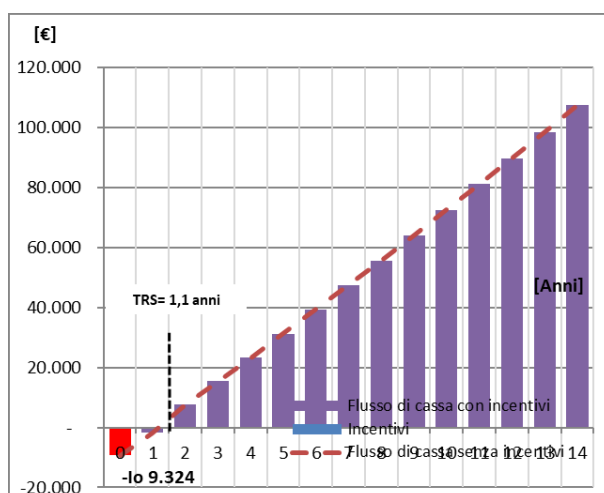
PARAMETRO FINANZIARIO	U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	I_0	€ 9.052
Oneri Finanziari % I_0	OF	[%] 3,0%
Aliquota IVA	%IVA	[%] 22,0%
Anno recupero erariale IVA	n_{IVA}	anni 3

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	1,1	1,1
Tempo di rientro attualizzato	TRA	1,2	1,2
Valore attuale netto	VAN	78.415	78.415
Tasso interno di rendimento	TIR	87,0%	87,0%
Indice di profitto	IP	8,66	8,66

I flussi di cassa rappresentativi dell’analisi sono riportati nelle **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** 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 della termoregolazione ha un TRS di 1,1 anni considerando che come singolo intervento non è previsto il contributo del Conto Termico, pertanto tale intervento può essere preso in considerazione solamente se aggregato con la sostituzione del generatore, la sua voce di costo è ammissibile all’interno di quello totale del generatore. Tuttavia tale intervento è necessario per l’aumento delle percentuali di sovvenzione previste del conto termico laddove si preveda anche la coibentazione dell’involucro opaco e la sostituzione degli infissi.

EEM5: Efficientamento impianto di illuminazione mediante trasformazione a LED

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

Tabella 9.12 – Risultati dell’analisi di convenienza della EEM5– Efficientamento sistema di illuminazione

PARAMETRO FINANZIARIO	U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	I ₀	€ 114.907
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 9.193

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	12,9	6,9
Tempo di rientro attualizzato	TRA	14,7	9,0
Valore attuale netto	VAN	- 54.040	- 13.116
Tasso interno di rendimento	TIR	-12,0%	0,3%
Indice di profitto	IP	-0,47	-0,11

I flussi di cassa rappresentativi dell'analisi sono riportati nelle **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** e Figura 9.210.

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

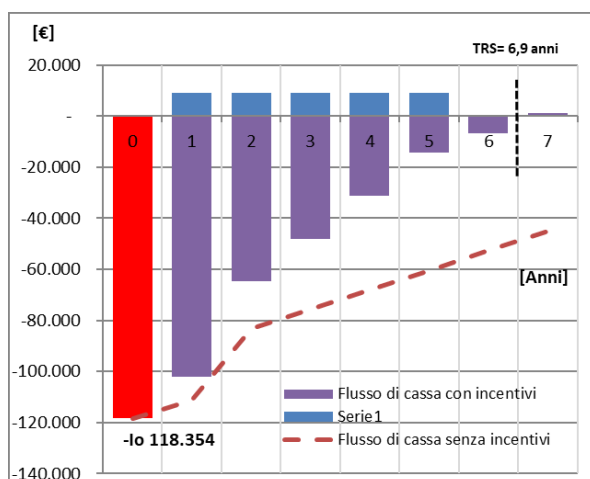
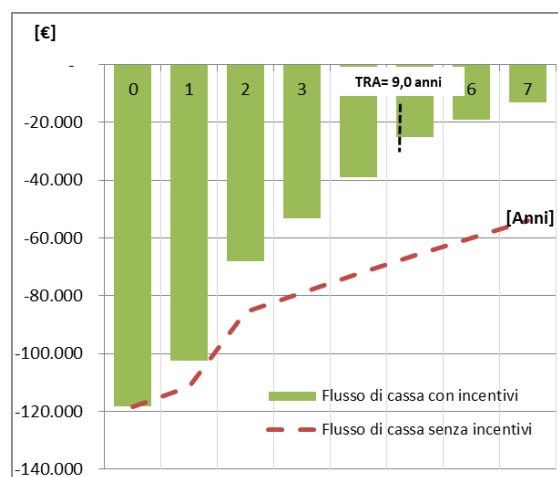


Figura 9.10 – EEM5: Flussi di Cassa Attualizzati, con e senza incentivi



Dall'analisi effettuata è emerso che l'intervento di sostituzione dei sistemi di illuminazione esistenti con nuovi a LED ha un TRS di 6,9 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 12,9 anni. Tuttavia è necessario valutare il fatto che la vita utile di tali sistemi è di circa 8 anni e pertanto dovrebbe essere prevista una loro sostituzione su periodi superiori, in questo caso gli interventi potrebbero non essere più convenienti come è dimostrato dal valore del VAN negativo sia nel caso non incentivato che incentivato.

EEM6: Efficiamento sistema di generazione

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

Tabella 9.13 – Risultati dell'analisi di convenienza della EEM6– Efficiamento sistema di generazione

PARAMETRO FINANZIARIO	U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	I_0	€ 45.730
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	3.658
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	3,5	2,7
Tempo di rientro attualizzato	TRA	3,9	2,9
Valore attuale netto	VAN	85.493	101.780
Tasso interno di rendimento	TIR	26,5%	33,1%
Indice di profitto	IP	1,87	2,23

I flussi di cassa rappresentativi dell'analisi sono riportati nelle **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**1 e Figura 9.2.

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

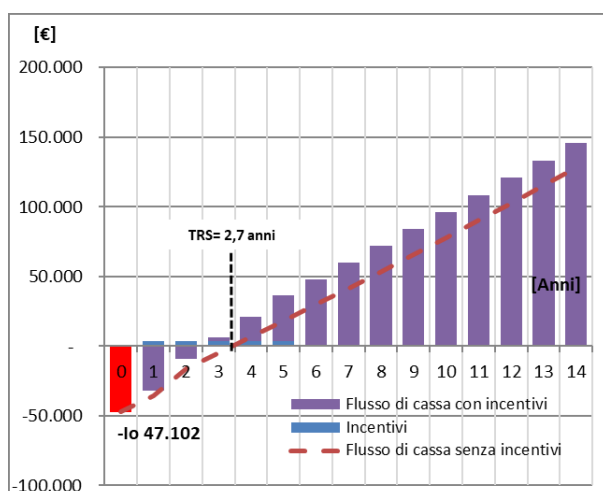
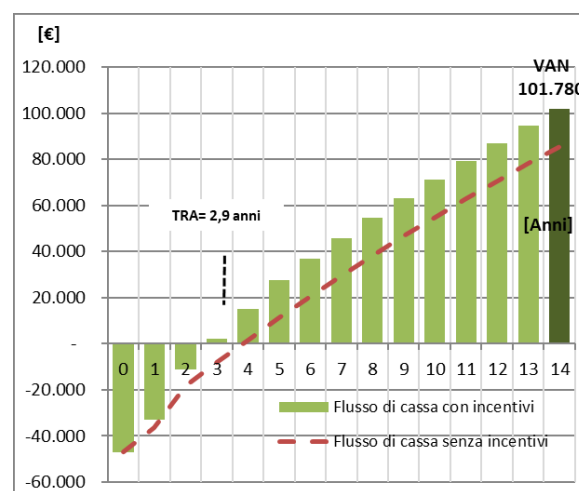


Figura 9.12 – EEM6: Flussi di Cassa Attualizzati, con e senza incentivi



Dall'analisi effettuata è emerso che l'intervento di sostituzione del generatore ha un TRS di 3,3 anni considerando di ottenere l'incentivo previsto dal Conto Termico pari al 40% dei costi (che aumenta fino al 55% purché nella strategia di efficientamento siano state prese in considerazione misure di coibentazione sull'involucro opaco). Nel caso in cui non vi fossero incentivi a disposizione il tempo di ritorno è comunque ancora sostenibile su un lungo periodo in quanto il TRS è di 4,6 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.

EEM7: Fotovoltaico

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

Tabella 9.14 – Risultati dell'analisi di convenienza della EEM7– Fotovoltaico

PARAMETRO FINANZIARIO	U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	I₀	€ 66.209
Oneri Finanziari %I ₀	OF	[%] 3,0%

Aliquota IVA	%IVA	[%]	22,0%
Anno recupero erariale IVA	n _{IVA}	anni	3
Vita utile	n	anni	25
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	10,3	10,3
Tempo di rientro attualizzato	TRA	13,7	13,7
Valore attuale netto	VAN	29.472	29.472
Tasso interno di rendimento	TIR	8,2%	8,2%
Indice di profitto	IP	0,45	0,45

I flussi di cassa rappresentativi dell'analisi sono riportati nelle **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.5** e Figura 9.2.

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

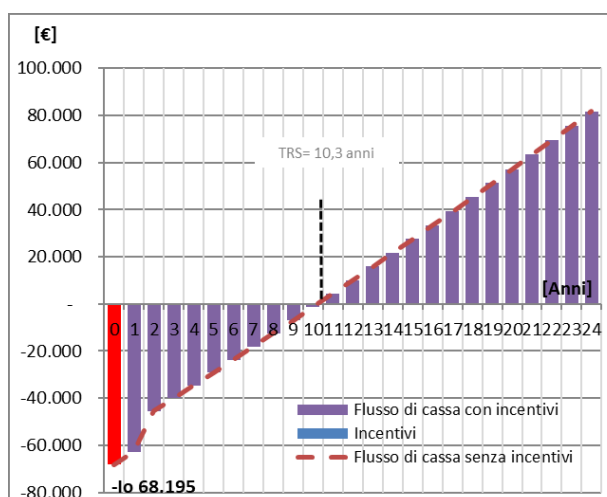
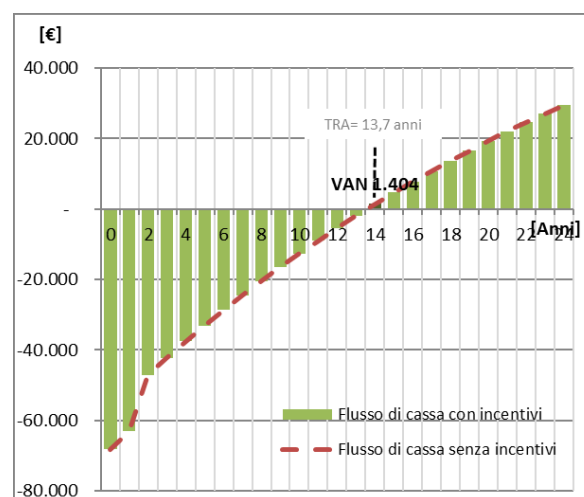


Figura 9.14 – EEM7: Flussi di Cassa Attualizzati, con e senza incentivi



Dall'analisi effettuata è emerso che l'intervento installazione di un impianto fotovoltaico ha un TRS di 20,2 anni senza incentivi dal Conto Termico. Per questo non c'è alcuna differenza tra lo scenario senza e con incentivo. La valutazione economica risultante non consente di ottenere un risparmio energetico a fronte della spesa necessaria per l'intervento.

Sintesi

La sintesi della valutazione economico – finanziaria delle EEM proposte è riportata nelle Tabella 9.15 e Tabella 9.16.

Tabella 9.15 – Sintesi dei risultati della valutazione economico-finanziaria, caso senza incentivi

	SENZA INCENTIVI										
	%Δ _E [%]	%Δ _{CO2} [%]	ΔC _E [€/anno]	ΔC _{MO} [€/anno]	ΔC _{MS} [€/anno]	I ₀ [€]	TRS [anni]	TRA [anni]	VAN [€]	TIR [%]	IP [-]
EEM 1	25,4	26,4	9107	0	0	-222910	22.1	37.3	-44832≤0	2.1%	-0.2
EEM 2	10,1	10,4	3599	0	0	-195259	43.7	66.4	110237≤0	-2.7%	-0,56

EEM 3	27,4%	28,4	9800	0	0	-480206	40.5	62.1	-	255711≤0	-2.2%	-0.53
EEM 4	25,6	26,4	4218	0	0	-9052	1.1	1.2	78415≥0		87%	8.66
EEM 5	24,5	24,3	8.764	0	0	-	114.907	12.9	14.7	-54.040≤0	-12%	-0.47
EEM 6	23	23,8	8.217	4.200	1.116	-45.730	3,5	3,9	85.493>0		26,5	1,87
EEM7	8,4	7,4	1.160	4.200	1.116	-66.209	10,3	13,7	29.472>0		8,2	0,45

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

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

Dall'analisi dei risultati emerge che senza incentivi solo gli interventi di termoregolazione e sostituzione del generatore sono sostenibili sul medio/breve periodo, tutti gli altri interventi nell'ambito della categoria “to be clean” hanno tempi di ritorno semplice superiori ai 20 anni.

Tabella 9.16 – Sintesi dei risultati della valutazione economico-finanziaria, caso con incentivi

	CON INCENTIVI										
	$\% \Delta_E$ [%]	$\% \Delta_{CO_2}$ [%]	Δ_{CE} [€/anno]	Δ_{CMO} [€/anno]	Δ_{CMS} [€/anno]	I_0 [€]	TRS [anni]	TRA [anni]	VAN [€]	TIR [%]	IP [-]
EEM 1	25,4	26,4	9107	0	0	-222910	12.7	20	34556≥0	5.9%	0.16
EEM 2	10,1	10,4	3599	0	0	-195259	25.7	37.6	-40696 ≤0	0.8%	-0.21
EEM 3	27,4%	28,4	9800	0	0	-480206	40,5	62,1	-	-2,2	-0,53
EEM 4	25,6	26,4	4218	0	0	-9052	1,1	1,2	78.415>0	87	8,66
EEM 5	24,5	24,3	8.764	0	0	-114.907	6,9	9	-	0,3	-0,11
EEM 6	23	23,8	8.217	4.200	1.116	-45.730	2,7	2,9	101.780> 0	33,1	2,23
EEM7	8,4	7,4	1.160	4.200	1.116	-66.209	10,3	13,7	29.472>0	8,2	0,45

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 quelli riguardanti la coibentazione della copertura e la sostituzione degli infissi raggiungono dei tempi di ritorno semplici inferiori ai 20 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 paramento 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, $TRS \leq 15$ anni;
- Scenario ottimale 2, (SCN2), per il quale è verificato un tempo di ritorno semplice, $TRS \leq 25$ anni.

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

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

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

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

Dove:

- Kd è costo del debito, sarà ipotizzato pari a 3.82%
- Ke è il costo dell'equity, ossia il rendimento atteso dall'investitore, sarà ipotizzato pari a 9.00%
- D è il Debito, pari a 80% di I_0
- E è l'Equity, pari a 20% di I_0
- $\frac{D}{D+E}$ è la leva finanziaria, sarà quindi pari a 80%
- τ è l'aliquota fiscale, posta pari al 27.9% essendo la somma dell'aliquota IRES, pari al 24%, e quella IRAP pari al 3,9%.

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

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

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

Essi sono così definiti:

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

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

Dove:

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

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

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

Dove:

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

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

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

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

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

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

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

9.3.1 Scenario 1: Scenario ottimale TRS≤15 anni

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

EEM 1: Cappotto in EPS grigio sp=12cm

EEM 4: Installazione di sistemi di termoregolazione

EEM 6: Installazione di un nuovo generatore di calore

Tabella 9.17 – Combinazione di EEM proposta per lo scenario 1

VOCE INVESTIMENTO	TOTALE (IVA ESCLUSA)	IVA AI 22%	TOTALE (IVA INCLUSA)
	[€]	[€]	[€]
EEM1 Fornitura & Posa	166103	36542,7	202645,8
EEM4 Fornitura & Posa	6745,3	1484	8229,3
EEM6 Fornitura & Posa	34076	7497	41573
Costi per la sicurezza	6208	1366	7573
Costi per la progettazione	14485	3187	17671
TOTALE (I₀)	227617	50076	277693
VOCE MANUTENZIONE	C _{MO} (IVA INCLUSA)	C _{MS} (IVA INCLUSA)	C _M (IVA INCLUSA)
	[€]	[€]	[€]
EEM1 O&M	0	0	0
EEM4 O&M	0	0	0
EEM6 O&M	1570	417	1.988
TOTALE (C_M)	1570	417	1988
VOCE INCENTIVO	DESCRIZIONE	TOTALE (IVA INCLUSA)	
		[€]	
Incentivi	Conto termico	152.731	
Durata incentivi		5	
Incentivo annuo		30.546	

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%.

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

Figura 9.15 – SCN1: Diagramma di Sankey relativo al fabbisogno termico post intervento

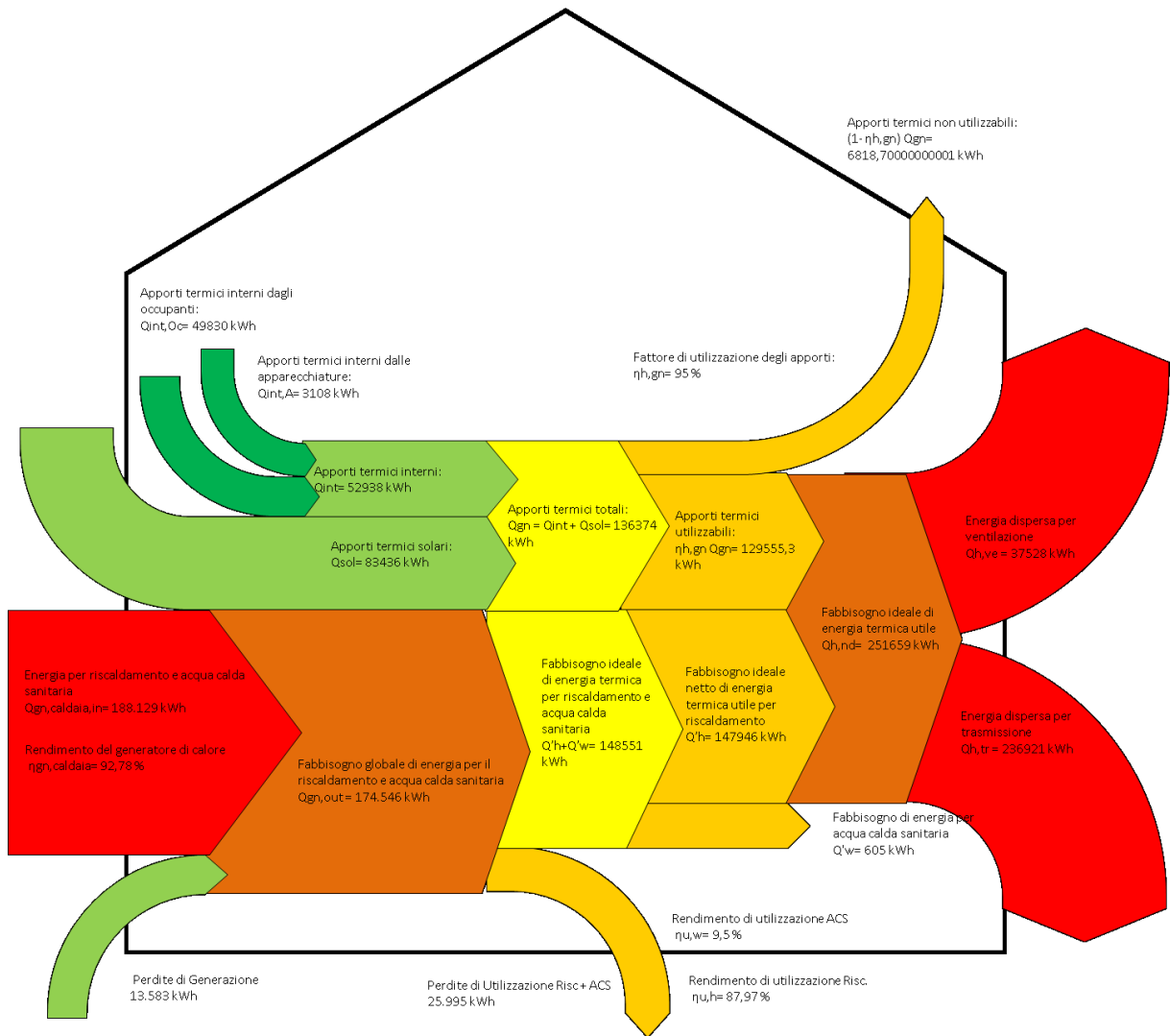
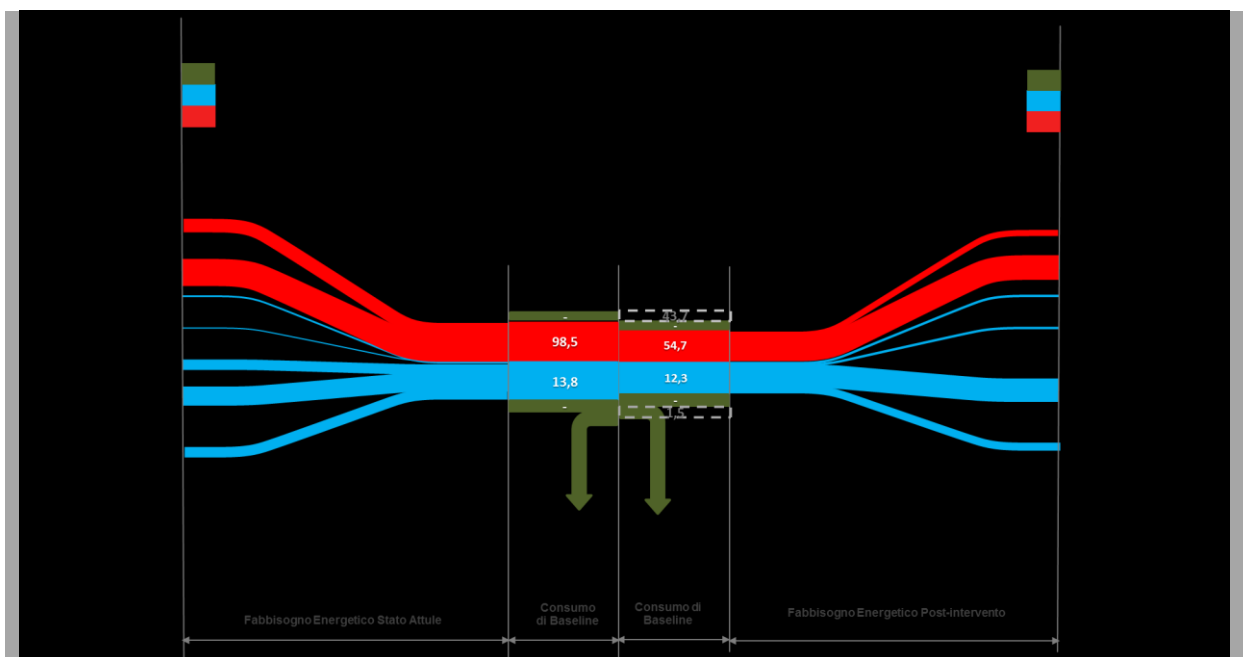


Figura 9.16 – SCN1: Bilancio energetico complessivo dell’edificio post intervento

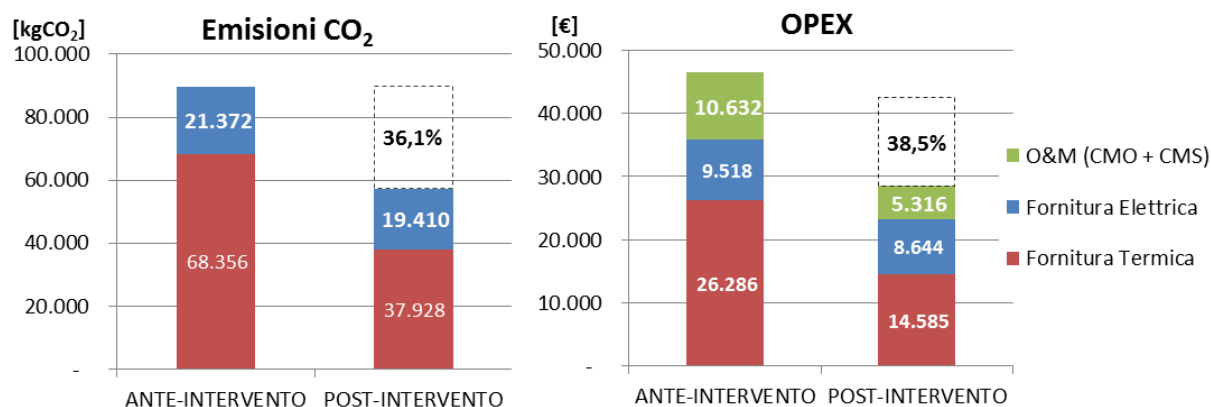


I miglioramenti ottenibili tramite l'attuazione dello Scenario 1 sono riportati nella Tabella 9.18 e nella Figura 9.17

Tabella 9.18 – Risultati analisi SCN1 – Scenario ottimale TRS≤15 anni

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE %
EM1 [Parametro caratteristico dell'intervento]	[W/m²K]	1,85	0,236	87,2%
EM4 [Efficienza sottosistema di regolazione]	[%]	96,00%	99,00%	-3,1%
EM6 [Efficienza sottosistema di generazione]	[%]	85,10%	92,80%	-9,0%
Q _{teorico}	[kWh]	338.349	187.737	44,5%
EE _{teorico}	[kWh]	47.457	43.100	9,2%
Q _{baseline}	[kWh]	338.394	187.762	44,5%
EE _{baseline}	[kWh]	45.764	41.562	9,2%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	68.356	37.928	44,5%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	21.372	19.410	9,2%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	89.727	57.337	36,1%
Fornitura Termica, C _Q	[€]	26.286	14.585	44,5%
Fornitura Elettrica, C _{EE}	[€]	9.518	8.644	9,2%
Fornitura Energia, C_E	[€]	27.928	18.119	35,1%
C _{MO}	[€]	8.399	4.200	50,0%
C _{MS}	[€]	2.233	1.116	50,0%
O&M (C _{MO} + C _{MS})	[€]	10.632	5.316	50,0%
OPEX	[€]	36.221	22.266	38,5%
Classe energetica	[-]	E	E	+0 classe

Figura 9.17 - 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 9.19, Tabella 9.20 e Tabella 9.21 e nelle successive figure.

Tabella 9.19 – Parametri finanziari dell'analisi di redditività dello SCN1– Scenario ottimale TRS≤15 anni

PARAMETRI FINANZIARI		
Anni Costruzione	n _i	1

E104 – Scuola Media “Strozzi” e Succursale King

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	€ 277.242
Oneri Finanziari (costi indiretti)	%Of	3,00%
Costi d'Investimento indiretti, IVA incl.	Of	€ 8.317
Costi d'Investimento (diretti+Indiretti) , IVA incl.	CAPEX	€ 285.559
%CAPEX a Debito	D	80,0%
%CAPEX a Equity	E	20,00%
Debito	I_D	€ 228.447
Equity	I_E	€ 57.112
Fattore di annualità Debito	FA_D	8,30
Rata annua debito	q_D	€ 27.518
Costo finanziamento, (D+INT _D)	$q_D * n_D$	€ 275.178
Costi per interessi debito, INT _D	$INT_D = q_D * n_D - D$	€ 46.730

Tabella 9.20 – Parametri Economici dell'analisi di redditività dello SCN1

PARAMETRI ECONOMICI		
Costo annuo energia pre-intervento, IVA escl.	C_{E0}	€ 27.928
Costo annuo O&M pre-intervento, IVA escl.	C_{M0}	€ 8.293
Spesa PA pre-intervento (Baseline)	$C_{Baseline}$	€ 36.221
Altri costi di gestione ESCo post-intervento, IVA escl.	C_{Altro}	€ -
Riduzione% costi fornitura Energia	% ΔC_E	35,1%
Riduzione% costi O&M	% ΔC_M	50,0%
Obiettivo riduzione spesa PA	% $C_{Baseline}$	0,0%
Risparmio annuo PA garantito	45,6%	€ 12.066
Risparmio annuo PA immediato durante la gestione	Risp.IM	€ -
Risparmio PA durante la concessione	14%	€ 59.322
Risparmio annuo PA al termine della concessione	Risp.Term.	€ 16.691
N° di Canoni annuali	anni	14
Utile lordo della ESCO	%CAPEX	13,60%
Costo Contrattuale ESCO €/anno IVA escl.	C_{ESCO}	€ 2.778
Costi FTT €/anno IVA escl.	C_{FTT}	€ 3.343
Costi CAPEX €/anno IVA escl.	C_{CAPEX}	€ 5.944
Canone O&M €/anno	C_{nM}	€ 4.305

E104 – Scuola Media “Strozzi” e Succursale King

Canone Energia €/anno	CnE	€	19.850
Canone Servizi €/anno IVA escl.	CnS	€	24.155
Canone Disponibilità €/anno IVA escl.	CnD	€	12.066
Canone Totale €/anno IVA escl.	Cn	€	36.221
Aliquota IVA %	IVA		22%
Rimborso erariale IVA	R_{IVA}	€	50.076
Ricavi da Incentivi, esenti d'IVA	R_B	€	152.731
Durata Incentivi, anni	n_B		5
Inizio erogazione Incentivi, anno			2022

Tabella 9.21 – Risultati dell’analisi di redditività e sostenibilità finanziaria della SCN1

INDICATORI DI REDDITIVITA DEL PROGETTO PRE-IMPOSTE		
Tempo di Ritorno Semplice, Spb = Io / FC, Anni	T.R.S.	7,38
Tempo di Ritorno Attualizzato T.R.A., anni	T.R.A.	11,60
Valore Attuale Netto, VAN = VA - Io	VAN > 0	€ 22.066
Tasso interno di rendimento del progetto	TIR > WACC	5,74%
Indice di Profitto	IP	7,95%
INDICATORI DI REDDITIVITA DELLA ESCO PRE-IMPOSTE		
Tempo di Ritorno Semplice, Spb = Io / FC, Anni	T.R.S.	3,27
Tempo di Ritorno Attualizzato T.R.A., anni	T.R.A.	3,81
Valore Attuale Netto, VAN = VA - Io	VAN > 0	€ 17.546
Tasso interno di rendimento dell'azionista	TIR > ke	24,28%
Debit Service Cover Ratio	DSCR < 1,3	1,125
Loan Life Cover Ratio	LLLCR < 1	0,954
Indice di Profitto Azionista	IP	6,32%

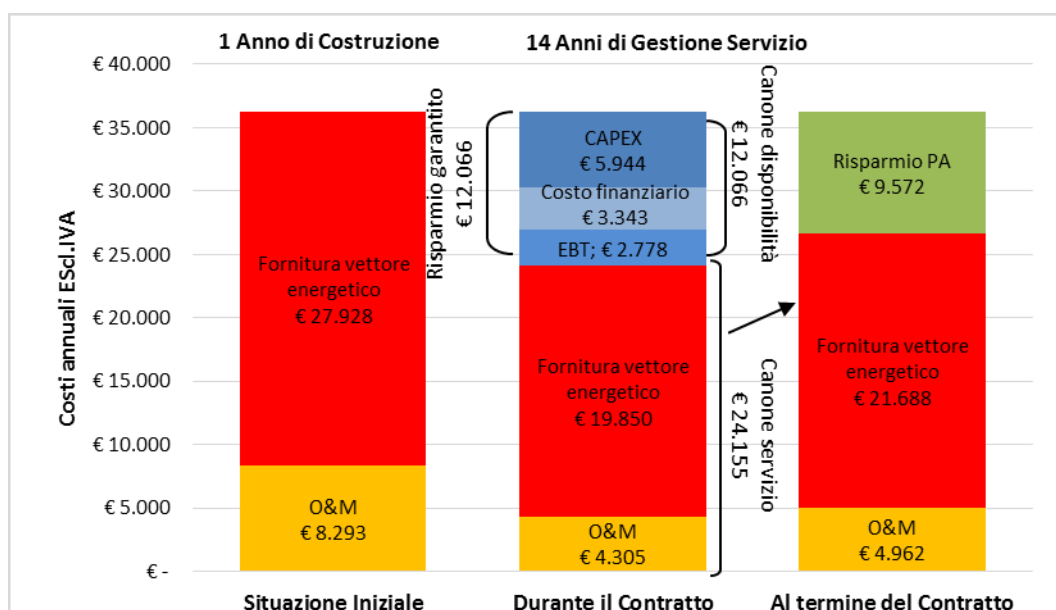
Figura 9.18 –SCN1: Flussi di cassa del progetto

Figura 9.19 – SCN1: Flussi di cassa dell'azionista


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

Infine si è provveduto all'identificazione del possibile canone applicabile nel caso di attuazione dello scenario ottimale con incentivi attraverso la partecipazione di ESCO secondo lo schema di EPC descritto in Figura 9.20.

Figura 9.20 – 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: Cappotto in EPS grigio sp=12cm

EEM 4: Installazione di sistemi di termoregolazione

EEM 5: Efficientamento sistema di illuminazione mediante trasformazione a LED

EEM 6: Installazione di un nuovo generatore di calore

Tabella 9.22 – Combinazione di EEM proposta per lo scenario 2

VOCE INVESTIMENTO	TOTALE (IVA ESCLUSA)	IVA Al 22%	TOTALE (IVA INCLUSA)
	[€]	[€]	[€]
EEM1 Fornitura & Posa	166103	36542,7	202645,8
EEM4 Fornitura & Posa	6745,3	1484	8229,3
EEM5 Fornitura & Posa	85624	18837	104461
EEM6 Fornitura & Posa	34076	7497	41573
Costi per la sicurezza	8.776	1931	10707
Costi per la progettazione	20478	4505	24984
TOTALE (I₀)	321803	70797	392600
VOCE MANUTENZIONE	C _{MO} (IVA INCLUSA)	C _{MS} (IVA INCLUSA)	C _M (IVA INCLUSA)
	[€]	[€]	[€]
EEM1 O&M	0	0	0

E104 – Scuola Media “Strozzi” e Succursale King

EEM4 O&M	0	0	0
EEM5 O&M	0	0	0
EEM6 O&M	1570	417	1.988
TOTALE (C_M)	1570	417	1988
VOCE INCENTIVO	DESCRIZIONE	TOTALE (IVA INCLUSA)	
		[€]	
Incentivi	Conto termico	198694	
Durata incentivi		5	
Incentivo annuo		39738	

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%.

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

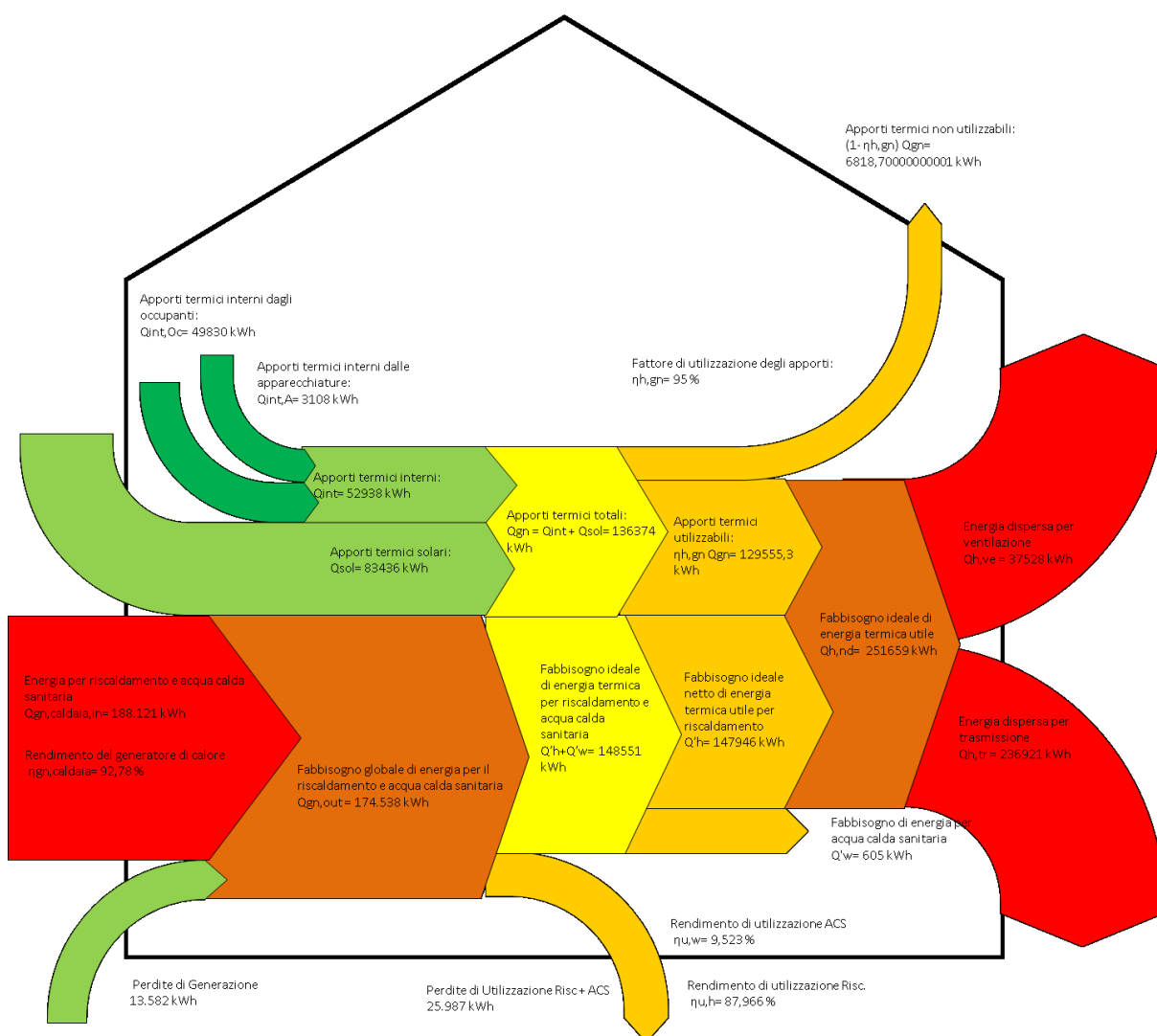
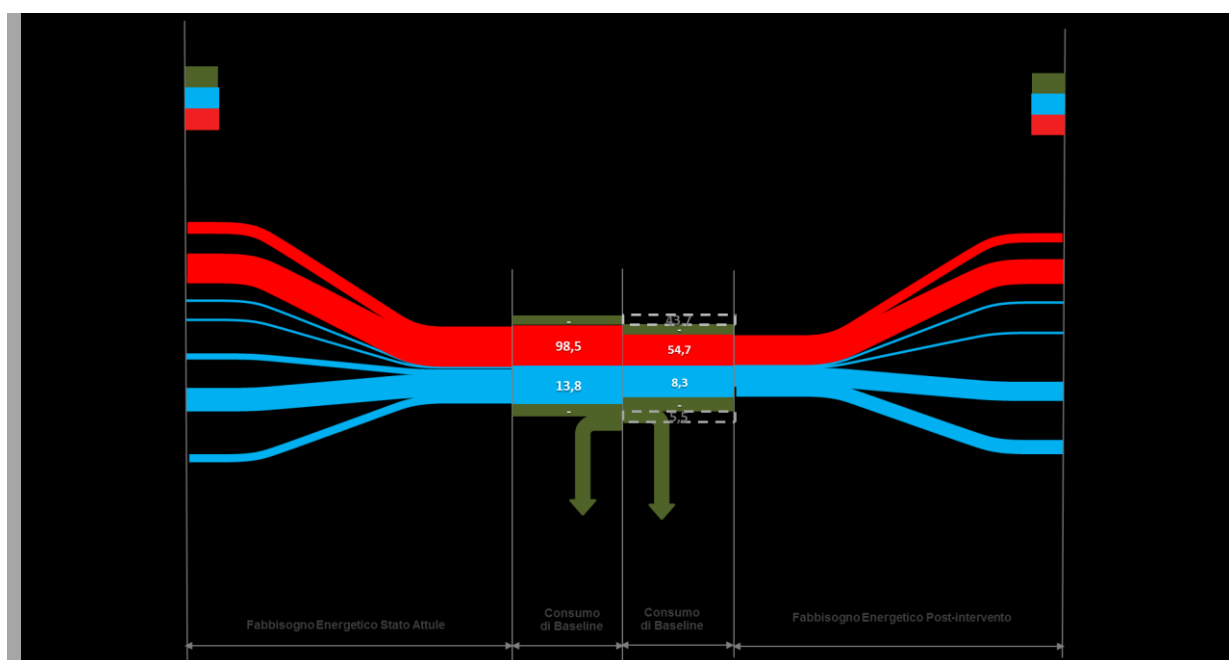


Figura 9.22 – SCN2: Bilancio energetico complessivo dell’edificio post intervento

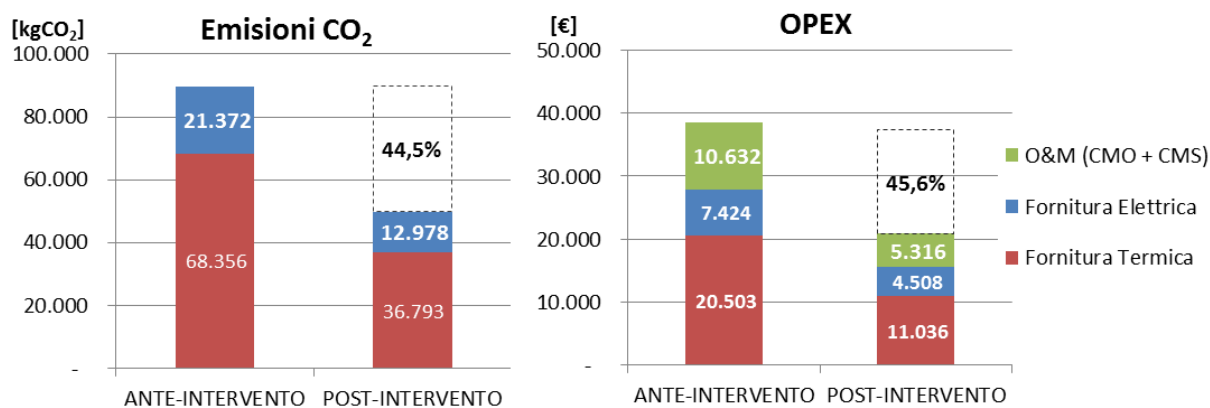


I miglioramenti ottenibili tramite l’attuazione dello Scenario 2 sono riportati nella Tabella 9.188 e nella Figura 9.17

Tabella 9.23 – Risultati analisi SCN2 – Scenario ottimale TRS \leq 25 anni

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE %
EM1 [Parametro caratteristico dell'intervento]	[W/m ² K]	1,85	0,236	87,2%
EM4 [Efficienza sottosistema di regolazione]	[%]	96,00%	99,00%	-3,1%
EM5	[-]	[-]	[-]	[-]
EM6 [Efficienza sottosistema di generazione]	[%]	85,10%	92,80%	-9,0%
Q _{teorico}	[kWh]	338.349	182.121	46,2%
EE _{teorico}	[kWh]	47.457	28.818	39,3%
Q _{baseline}	[kWh]	338.394	182.145	46,2%
EE _{baseline}	[kWh]	45.764	27.790	39,3%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	68.356	36.793	46,2%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	21.372	12.978	39,3%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	89.727	49.771	44,5%
Fornitura Termica, C _Q	[€]	20.503	11.036	46,2%
Fornitura Elettrica, C _{EE}	[€]	7.424	4.508	39,3%
Fornitura Energia, C_E	[€]	27.928	15.545	44,3%
C _{MO}	[€]	8.399	4.200	50,0%
C _{MS}	[€]	2.233	1.116	50,0%
O&M (C _{MO} + C _{MS})	[€]	10.632	5.316	50,0%
OPEX	[€]	36.221	19.691	45,6%
Classe energetica	[-]	F	F	+0 classe

Figura 9.23 – 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 9.19, Tabella 9.20 e Tabella 9.21 e nelle successive figure.

Tabella 9.24 – 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	€ 392.600
Oneri Finanziari (costi indiretti)	%Of	3,00%
Costi d'Investimento indiretti, IVA incl.	Of	€ 11.778
Costi d'Investimento (diretti+Indiretti) , IVA incl.	CAPEX	€ 404.378
%CAPEX a Debito	D	80,0%
%CAPEX a Equity	E	20,00%
Debito	I_D	€ 323.502
Equity	I_E	€ 80.876
Fattore di annualità Debito	FA_D	8,30
Rata annua debito	q_D	€ 38.968
Costo finanziamento,(D+INT _D)	$q_D * n_D$	€ 389.677
Costi per interessi debito, INT _D	INT_D=q_D*n_D-D	€ 66.175

Tabella 9.25 – Parametri Economici dell’analisi di redditività dello SCN2

PARAMETRI ECONOMICI		
Costo annuo energia pre-intervento, IVA escl.	C_{E0}	€ 27.928
Costo annuo O&M pre-intervento, IVA escl.	C_{M0}	€ 8.293
Spesa PA pre-intervento (Baseline)	$C_{Baseline}$	€ 36.221
Altri costi di gestione ESCo post-intervento, IVA escl.	C_{Altro}	€ -
Riduzione% costi fornitura Energia	$\% \Delta C_E$	44,3%
Riduzione% costi O&M	$\% \Delta C_M$	50,0%
Obiettivo riduzione spesa PA	$\% C_{Baseline}$	0,0%
Risparmio annuo PA garantito	45,6%	€ 13.678
Risparmio annuo PA immediato durante la gestione	Risp.IM	€ -
Risparmio PA durante la concessione	14%	€ 161.010
Risparmio annuo PA al termine della concessione	Risp.Term.	€ 22.277
N° di Canoni annuali	anni	24
Utile lordo della ESCO	$\% CAPEX$	31,46%
Costo Contrattuale ESCO €/anno IVA escl.	C_{ESCO}	€ 5.301
Costi FTT €/anno IVA escl.	C_{FTT}	€ 2.757
Costi CAPEX €/anno IVA escl.	C_{CAPEX}	€ 5.620
Canone O&M €/anno	C_{nM}	€ 4.416
Canone Energia €/anno	C_{nE}	€ 18.127
Canone Servizi €/anno IVA escl.	C_{nS}	€ 22.543
Canone Disponibilità €/anno IVA escl.	C_{nD}	€ 13.678
Canone Totale €/anno IVA escl.	C_n	€ 36.221
Aliquota IVA %	IVA	22%
Rimborso erariale IVA	R_{IVA}	€ 70.797
Ricavi da Incentivi, esenti d'IVA	R_B	€ 198.694
Durata Incentivi, anni	n_B	5
Inizio erogazione Incentivi, anno		2022

Tabella 9.26 – 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.	9,72
Tempo di Ritorno Attualizzato T.R.A., anni	T.R.A.	16,03
Valore Attuale Netto, VAN = VA - Io	VAN > 0	€ 49.060
Tasso interno di rendimento del progetto	TIR > WACC	6,00%
Indice di Profitto	IP	12,50%
INDICATORI DI REDDITIVITA DELLA ESCO PRE-IMPOSTE		
Tempo di Ritorno Semplice, Spb = Io / FC, Anni	T.R.S.	9,06
Tempo di Ritorno Attualizzato T.R.A., anni	T.R.A.	15,92
Valore Attuale Netto, VAN = VA - Io	VAN < 0	€ 17.432
Tasso interno di rendimento dell'azionista	TIR < ke	13,95%
Debit Service Cover Ratio	DSCR < 1,3	1,041
Loan Life Cover Ratio	LLCR > 1	1,312
Indice di Profitto Azionista	IP	4,44%

Figura 9.24 –SCN2: Flussi di cassa del progetto

E104 – Scuola Media “Strozzi” e Succursale King



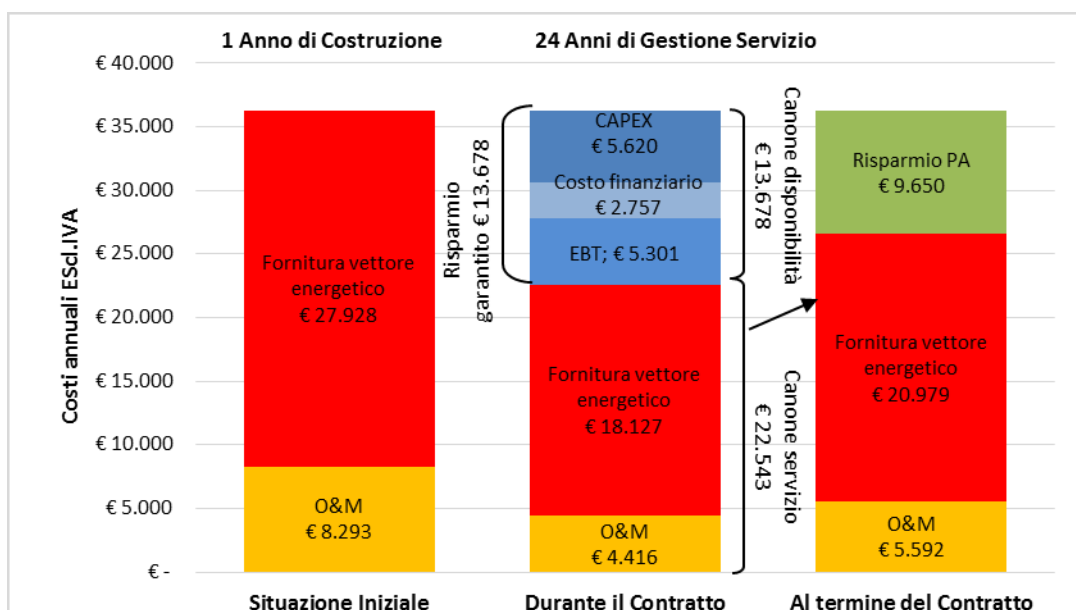
Figura 9.25 – SCN2: Flussi di cassa dell'azionista



Dall'analisi effettuata è emerso che nel suo complesso lo scenario risulta conveniente secondo gli indicatori di redditività del progetto ma non conveniente secondo quelli predisposti per una ESCO. Si segnala un periodo di criticità nei flussi di cassa dell'azionista tra l'ottavo ed il quindicesimo 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 9.20.

Figura 9.26 – Scenario 2: Schema di Energy Performance Contract



10 CONCLUSIONI

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

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

riassunto degli indici di performance energetica

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

10.1 RIASSUNTO DEGLI INDICI DI PERFORMANCE ENERGETICA

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

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

INDICE DI PRESTAZIONE ENERGETICA	U.M.	ANTE INTERVENTO		SCN1		SCN2		
		ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE	ENERGIA PRIMARIA TOTALE	ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE	ENERGIA PRIMARIA TOTALE	ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE	ENERGIA PRIMARIA TOTALE	
Globale non rinnovabile	EP _{gl}	kWh/mq anno	128.2	133.3	77,71	82,13	67,83	70,30
Climatizzazione invernale	EP _H	kWh/mq anno	108	108.7	57,58	57,65	55,83	55,9
Produzione di acqua calda sanitaria	EP _w	kWh/mq anno	2.13	2.13	2.05	2,05	2,03	2,03
Ventilazione	EP _v	kWh/mq anno	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]
Raffrescamento	EP _c	kWh/mq anno	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]
Illuminazione artificiale	EP _L	kWh/mq anno	17.04	21.15	17,04	21,15	8,94	11,09
Trasporto di persone e cose	EP _T	kWh/mq anno	1.03	1.28	1,03	1,28	1,03	1,28
Emissioni equivalenti di CO ₂	CO _{2eq}	Kg/mq anno	25	26	15.8	16,20	12,8	13,93

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: Coibentazione copertura non calpestabile con poliuretano tra lamiera sigillate sp=8cm

EEM 3: Sostituzione Infissi con altri aventi $U=1,66W/m^2k$

EEM 4: Installazione di sistemi di termoregolazione

EEM 5: Installazione di sistemi di illuminazione a LED

Gli interventi “to be clean” simulati sono stati:

EEM 6: Installazione di un nuovo generatore di calore

Gli interventi “to be green” sono stati:

EEM 7 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 1: Cappotto in EPS grigio sp=12cm

EEM 4: Installazione di sistemi di termoregolazione

EEM 6: Installazione di un nuovo generatore di calore

Interventi previsti nello scenario a 25 anni:

EEM 1: Cappotto in EPS grigio sp=12cm

EEM 4: Installazione di sistemi di termoregolazione

EEM 5: Efficientamento sistema di illuminazione mediante trasformazione a LED

EEM 6: Installazione di un nuovo generatore di calore

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

CON INCENTIVI														
		% ΔE	% ΔCO_2	ΔC_E	ΔC_{MO}	ΔC_{MS}	I_0	TRS	TRA	VAN	TIR	IP	DSCR	LLCR
	priorità	[%]	[%]	[€/anno]	[€/anno]	[€/anno]	[€]	[anni]	[anni]	[€]	[%]	[-]		
EEM 1	3	25,4	26,4	9107	0	0	-222910	12,7	20	34556 ≥ 0	25,4	26,4	n/a	n/a
EEM 2	4	10,1	10,4	3599	0	0	-195259	25,7	37,6	40696 ≤ 0	10,1	10,4	n/a	n/a
EEM 3	5	27,4%	28,4	9800	0	0	-480206	40,5	62,1	255.71 $1 < 0$	27,4%	28,4	n/a	n/a
EEM 4	1	25,6	26,4	4218	0	0	-9052	1,1	1,2	78.415 > 0	25,6	26,4	n/a	n/a
EEM 5	2	24,5	24,3	8.764	0	0	114.907	6,9	9	13.166 < 0	24,5	24,3	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	% ΔCO_2	ΔC_E	ΔC_{MO}	ΔC_{MS}	I_0	TRS	TRA	VAN	TIR	IP	DSCR	LLCR
		[%]	[%]	[€/anno]	[€/anno]	[€/anno]	[€]	[anni]	[anni]	[€]	[%]	[-]		

EEM 6	23	23,8	8.217	4.200	1.116	-45.730	2,7	2,9	101.78 0>0	33,1	2,23	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	% ΔCO_2	ΔC_E	ΔC_{MO}	ΔC_{MS}	I_0	TRS	TRA	VAN	TIR	IP	DSCR	LLCR	
[%]	[%]	[€/anno]	[€/anno]	[€/anno]	[€]	[anni]	[anni]	[€]	[%]	[-]			
EEM 7	8,4	7,4	1.160	4.200	1.116	-66.209	10,3	13,7	29.472 >0	8,2	0,45	8,4	7,4

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	% ΔCO_2	ΔC_E	ΔC_{MO}	ΔC_{MS}	I_0	TRS	TRA	VAN	TIR	IP	DSCR	LLCR	
[%]	[%]	[€/anno]	[€/anno]	[€/anno]	[€]	[anni]	[anni]	[€]	[%]	[-]			
SCN 1	35.1	36.1	9808.5 *	3276*	871*	-277693	3,2	3,8	17.546	24,3	6,3	1,1	0,9
SCN 2	44.3	44.5	12383. 1*	3276*	871*	-392600	9	15,9	17.432	14	4,4	1	1,3

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

10.3 CONCLUSIONI E COMMENTI

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

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

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

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

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

Si suggerisce inoltre di prevedere la creazione di una commissione paritetica costituita da tre esperti, uno in rappresentanza del Comune di Genova uno della Esco ed uno esterno, i cui ruoli potranno 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)



E104 – Scuola Media “Strozzi” e Succursale King

- 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 E00104, PIAN1, PIAN2, PIAN1SS, PIAN2SS PIANC, PIAN1
		02_Termici 107-S01-001-CENTRALE TERMICA, L1-042- 107-P00, L1-042-107-P01, L1-042-107-P02, L1-042-107-S01, L1-042-107-P00-Checklist, L1-042-107-P01-Checklist, L1-042-107-P02- Checklist, L1-042-107-S01-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	5700065497, 5700098222, 5700134953, 5700176198, 5700214976, 5700248943 5700291175, 5700345592, 5700411925 5700373692, 5700492869, 5700492869
03_Consumi (Bollette elettricità 2015)	24.07.2018	5700492869, 5700544104, 5750082199 E000140845, E000163930, E000175673, E000337523, E000234066, E000281521, E000386677, E000163930, E000386677, E000432864, E000483583, E000018558 E000084137, E000310246, E000150591
03_Consumi (Bollette elettricità 2016)	24.07.2018	E000150591, E000084138, E000194174 E000334605, E000334605, E000150591, E000194174, E000194174, E000238238, E000278555, E000334605, 011640025275, 011640087945, 011640025275, 011640048519, 011640060830, 011640074903, 011640126639, 011740042570, 011640100078, 011740001581

ALLEGATO B – ELABORATI

Titolo	Data	Nome file
Allegato B Elaborati	27.07.18	
Tavola con indicazione di impianti e zone termiche (dwg, PDF)		DE_Lotto.9.E104_Elaborati_1SS
		DE_Lotto.9.E104_Elaborati_2SS
		DE_Lotto.9.E104_Elaborati_C
		DE_Lotto.9.E104_Elaborati_P1
		DE_Lotto.9.E104_Elaborati_P2
		DE_Lotto.9.E104_Elaborati_T
Planimetria catastale		DE_Lotto.9-E102_Elaborati_Plan_Catastale.pdf
Foto Sopralluogo		
File Grafici		DE_Lotto.9-E104-AllegatoB-Grafici

ALLEGATO C – REPORT DI INDAGINE TERMOGRAFICA

Titolo	Data	Nome file
Allegato C E211	14.05.18	Allegato C E104.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_E104.doc

ALLEGATO E – RELAZIONE DI DETTAGLIO DEI CALCOLI

Titolo	Data	Nome file
ALLEGATO E Relazione di dettaglio dei calcoli	14.05.18	DE_E104_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_E104_APE_Baseline.rtf

ALLEGATO H – BOZZA DI APE SCENARI

Titolo	Data	Nome file
APE SCENARIO 15 ANNI	14/05/18	DE_E104_APE_SCN15anni_ - APE2015.rtf
APE SCENARIO 25 ANNI	14/05/18	DE_E104_APE_SCN25anni_ APE2015.rtf

ALLEGATO I – DATI CLIMATICI

Titolo	Data	Nome file
ALLEGATO I Dati climatici	14.05.18	GG_Lotto.9-E104.xls

ALLEGATO J – SCHEDE DI AUDIT

Titolo	Data	Nome file
ALLEGATO J Schede Audit	14.05.18	E 104_Scheda Audit_Template_rev2.xls

ALLEGATO K – SCHEDE ORE

Titolo	Data	Nome file
ALLEGATO K Schede ORE	14.05.18	Schede ORE_E 104.doc

ALLEGATO L – PIANO ECONOMICO FINANZIARIO SCENARI

Titolo	Data	Nome file
ANALISI PEF E104	14/05/18	E104_AnalisiPEF.xlsx

ALLEGATO M – REPORT DI BENCHMARK

Titolo	Data	Nome file
ALLEGATO M Report di Benchmark	14.05.18	Lotto.9_benchmark E104.doc

ALLEGATO N – CD-ROM