

ASILO NIDO "LILLIPUT"

E1718

VIA BOLOGNA 21 - GENOVA

RAPPORTO DI DIAGNOSI ENERGETICA
FONDO KYOTO - SCUOLA 3



Aprile/2018

COMUNE DI GENOVA
STRUTTURA DI STAFF - ENERGY MANAGER



COMUNE DI GENOVA



INGEGNERIA QUALITÀ SERVIZI

ASILO NIDO "LILLIPUT"

E1718

VIA BOLOGNA 21 - GENOVA

RAPPORTO DI DIAGNOSI ENERGETICA

FONDO KYOTO - SCUOLA 3

Aprile/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

I.Q.S. Ingegneria, Qualità e Servizi S.r.l.

Via Pertini, 39 • 20060 • Bussero (MI)

T [+39 02 953 34 022](tel:+390295334022) ; F [+39 02 953 30 543](tel:+390295330543) ; info@iqssrl.eu ; <http://www.iqssrl.eu>

REGISTRO REVISIONI E PUBBLICAZIONI

Revisione	Data	Realizzazione	Revisione	Approvazione	Descrizione
A	02/03/2018	Ing. Vittoria Citterio	Ing. Elena Mazzucco	Ing. Fabio Gianola	Prima Pubblicazione
			Ing. Elisa Bezzone		
B	23/04/2018	Ing. Vittoria Citterio	Ing. Elena Mazzucco	Ing. Fabio Gianola	Revisione come richiesto dalla PA in data 10/04/2018
			Ing. Elisa Bezzone		
C	25/05/2018	Ing. Vittoria Citterio	Ing. Elena Mazzucco	Ing. Fabio Gianola	Revisione Figura 3.2
			Ing. Elisa Bezzone		
D	21/06/2018	Ing. Vittoria Citterio	Ing. Elena Mazzucco	Ing. Fabio Gianola	Revisione come richiesto dalla PA in data 20/06/2018
			Ing. Elisa Bezzone		

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

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

INDICE

PAGINA

EXECUTIVE SUMMARY	I
1 INTRODUZIONE	1
1.1 PREMessa	1
1.2 SCOPO DELLA DIAGNOSI ENERGETICA	1
1.3 RIFERIMENTO E CONTATTI AUDITOR E PERSONALE COINVOLTO.....	2
1.4 IDENTIFICAZIONE DELL'EDIFICIO.....	2
1.5 METODOLOGIA DI LAVORO	3
1.6 STRUTTURA DEL REPORT	6
2 DATI DELL'EDIFICIO.....	7
2.1 INFORMAZIONI SUL SITO	7
2.2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE, SOCIO-ECONOMICO E DESTINAZIONE D'USO	7
2.3 VERIFICA DEI VINCOLI INTERFERENTI SULLE PARTI DELL'IMMOBILE INTERESSATE DAGLI INTERVENTI.....	8
2.4 MODALITÀ DI GESTIONE E MANUTENZIONE DI EDIFICI ED IMPIANTO.....	9
3 DATI CLIMATICI	11
3.1 DATI CLIMATICI DI RIFERIMENTO.....	11
3.2 DATI CLIMATICI REALI.....	12
3.3 ANALISI DELL'ANDAMENTO DEI DATI CLIMATICI E PROFILI ANNUALI DEI GRADI GIORNO	12
4 AUDIT EDIFICIO E IMPIANTI ELETTRICI E MECCANICI	14
4.1 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE DELL'INVOLUCRO EDILIZIO	14
4.1.1 <i>Involucro opaco</i>	14
4.1.2 <i>Involucro trasparente</i>	15
4.2 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO DI RISCALDAMENTO/CLIMATIZZAZIONE INVERNALE.....	16
4.2.1 <i>Sottosistema di emissione</i>	16
4.2.2 <i>Sottosistema di regolazione</i>	17
4.2.3 <i>Sottosistema di distribuzione</i>	18
4.2.4 <i>Sottosistema di generazione</i>	19
4.3 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO PRODUZIONE ACQUA CALDA SANITARIA	20
4.4 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO DI RAFFRESCAMENTO/CLIMATIZZAZIONE ESTIVA	21
4.5 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO DI VENTILAZIONE MECCANICA	21
4.6 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO ELETTRICO E PRINCIPALI UTENZE ELETTRICHE	21
4.7 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO ILLUMINAZIONE	22
4.8 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE DI IMPIANTI DI PRODUZIONE ENERGIA ELETTRICA O COGENERAZIONE	22
5 CONSUMI RILEVATI	23
5.1.1 <i>Energia termica</i>	23
5.1.2 <i>Energia elettrica</i>	26
5.2 INDICATORI DI PERFORMANCE ENERGETICI ED AMBIENTALI	31
6 MODELLO DEL FABBISOGNO ENERGETICO.....	36
6.1 METODOLOGIA DI CALCOLO ADOTTATA E VALIDAZIONE DEI MODELLI DI CALCOLO	36
6.1.1 <i>Validazione del modello termico</i>	37
6.1.2 <i>Validazione del modello elettrico</i>	38
6.2 FABBISOGNI ENERGETICI.....	39
6.3 PROFILI ENERGETICI MENSILI.....	40
7 ANALISI DEI COSTI PRE-INTERVENTO	42
7.1 COSTI RELATIVI ALLA FORNITURA DEI VETTORI ENERGETICI	42
7.1.1 <i>Vettore termico</i>	42
7.1.2 <i>Vettore elettrico</i>	45
7.2 TARIFFE E PREZZI VETTORI ENERGETICI UTILIZZATI NELL'ANALISI.....	48
7.3 COSTI DI GESTIONE E MANUTENZIONE DI EDIFICIO ED IMPIANTI.....	49



7.4	BASELINE DEI COSTI.....	50
8	IDENTIFICAZIONE DELLE MISURE DI EFFICIENZA ENERGETICA	51
8.1	DESCRIZIONE, FATTIBILITÀ E PRESTAZIONI DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI	51
8.1.1	<i>Involucro edilizio.....</i>	<i>51</i>
8.1.2	<i>Impianto riscaldamento.....</i>	<i>56</i>
8.1.3	<i>Impianto produzione acqua calda sanitaria</i>	<i>59</i>
8.1.4	<i>Impianto di ventilazione e climatizzazione estiva.....</i>	<i>60</i>
8.1.5	<i>Impianto di illuminazione ed impianto elettrico.....</i>	<i>61</i>
8.1.6	<i>Impianto di generazione da fonti rinnovabili.....</i>	<i>62</i>
9	VALUTAZIONE ECONOMICO-FINANZIARIA.....	63
9.1	ANALISI DEI COSTI DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI CONSIDERATI FATTIBILI.....	63
9.2	ANALISI DI CONVENIENZA DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI CONSIDERATI FATTIBILI.....	73
9.3	IDENTIFICAZIONE DELLE SOLUZIONI INTEGRATE D’INTERVENTO E SCENARI D’INVESTIMENTO	81
9.3.1	<i>Scenario 1: EEM3 + EEM5.....</i>	<i>83</i>
9.3.2	<i>Scenario 2: EEM1+EEM2+EEM3.....</i>	<i>89</i>
10	CONCLUSIONI	95
10.1	RIASSUNTO DEGLI INDICI DI PERFORMANCE ENERGETICA	95
10.2	RIASSUNTO DEGLI SCENARI DI INVESTIMENTO E DEI PRINCIPALI RISULTATI	95
10.3	CONCLUSIONI E COMMENTI.....	95
	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	2
	ALLEGATO E – RELAZIONE DI DETTAGLIO DEI CALCOLI	5
	ALLEGATO F – CERTIFICATO CTI SOFTWARE	6
	ALLEGATO G – ATTESTATO DI PRESTAZIONE ENERGETICA	7
	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		1840
Anno di ristrutturazione		-
Zona climatica		[D]
Destinazione d'uso		E.7 Attività scolastiche a tutti i livelli ed assimilabili
Superficie utile riscaldata	[m ²]	545
Superficie disperdente (S)	[m ²]	1.163
Volume lordo riscaldato (V)	[m ³]	2.456
Rapporto S/V	[1/m]	0,47
Superficie lorda aree interne (scaldate e non scaldate)	[m ²]	760
Superficie lorda aree esterne	[m ²]	450
Superficie lorda complessiva (aree interne ed esterne)	[m ²]	1.221
Tipologia generatore riscaldamento		Generatore di calore standard a basamento
Potenza totale impianto riscaldamento	[kW]	103,5
Potenza totale impianto raffrescamento	[kW]	-
Tipo di combustibile		gas metano
Tipologia generatore Acqua Calda sanitaria (ACS)		Generatore di calore standard a basamento con accumulatore
Emissioni CO2 di riferimento ⁽¹⁾	[t/anno]	21,66
Consumo di riferimento Gas Metano ⁽¹⁾	[kWh _{rit} /anno]	66.544
Spesa annuale Gas Metano ⁽¹⁾	[€/anno]	5.513
Consumo di riferimento energia elettrica ⁽¹⁾	[kWh _{el} /anno]	17.596
Spesa annuale energia elettrica ⁽¹⁾	[€/anno]	3.851

Nota (1): Valori di Baseline

Descrizione delle Misure di efficienza energetica proposte:

- EEM 1: isolamento dall'esterno della copertura piana e a falda
- EEM 2: sostituzione dei serramenti e installazione valvole termostatiche
- EEM 3: sostituzione del sistema di generazione obsoleto con caldaia a condensazione ed installazione di valvole termostatiche
- EEM 4: installazione impianto solare termico per produzione ACS
- EEM 5: installazione di sorgenti luminose ad alta efficienza
- SCN 1: EEM3 + EEM5
- SCN 2: EEM1 + EEM2 + EEM3

E1718 – Asilo Nido Lilliput

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													
	% ΔE [%]	% ΔCO_2 [%]	ΔC_E [€/a]	ΔC_{MO} [€/a]	ΔC_{MS} [€/a]	I_0 [€]	TRS [anni]	TRA [anni]	n [anni]	VAN [€]	TIR [%]	IP [-]	DSCR	LLCR
EEM 1	27,6%	29,0%	2.580	0	0	15.671	7,9	10,9	30	9.166	10,0%	0,58	-	-
EEM 2	11,3%	11,9%	1.056	0	0	30.475	11,9	18,7	30	6.381	6,4%	0,21	-	-
EEM 3	15,0%	15,8%	1.402	677	76	17.134	3,8	4,4	15	21.047	21,6%	1,23	-	-
EEM 4	0,9%	0,9%	84	0	0	12.990	>15	>15	15	<0	-14,7%	0,56	-	-
EEM 5	5,0%	4,6%	469	0	0	9.076	>8	>8	8	<0	-4,4%	0,24	-	-
SCN 1	42,5%	44,8%	3.264	555	62	26.210	2,2	2,5	15	5.569	51,12%	0,21	1,35	1,05
SCN 2	32,2%	33,3%	2.474	555	62	62.157	2,9	3,3	25	7.309	32,67%	0,12	1,12	1,21

Figura 0.1 – Scenario 1: analisi finanziaria

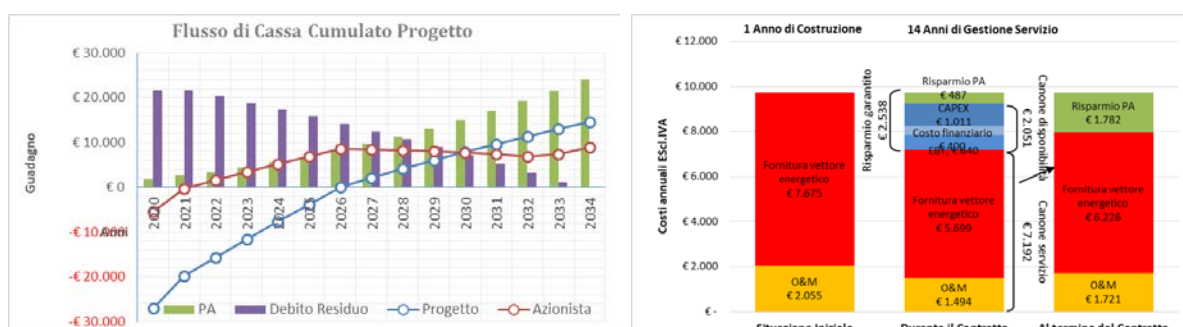


Figura 0.2 – Scenario 2: analisi finanziaria



Gli interventi analizzati coinvolgono sia l'involucro sia l'impianto nel rispetto dei vincoli dell'edificio oggetto di DE e gli scenari ottenuti sono stati condizionati dai requisiti imposti dalla committenza (salto superiore a due classi e tempi di ritorno rispettivamente inferiori a 15 e 25 anni).

Gli scenari prevedono interventi che coinvolgono sia l'involucro edilizio sia gli impianti termico ed elettrico. In particolare lo scenario 1 prevede un intervento sull'impianto termico e uno sull'impianto elettrico, lo scenario 2 prevede interventi sull'impianto termico e sull'involucro esterno.

In termini di sostenibilità finanziaria degli investimenti, si è cercato di individuare interventi che consentissero l'ottenimento di valori adeguati degli indici DSCR e LLCR (si veda Capitolo 9.3). I due scenari proposti presentano valori buoni di entrambi gli indici, solo il DSCR dello scenario 2 assume un valore inferiore alla soglia richiesta dalla committenza ma comunque superiore all'unità e ritenuto economicamente accettabile.

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

Figura 1.1 - Vista della facciata esposta a est



1.3 RIFERIMENTO E CONTATTI AUDITOR E PERSONALE COINVOLTO

La presente DE è stata eseguita dalla IQS S.r.l., il cui responsabile per il processo di audit è l'ing. Fabio Gianola soggetto certificato Esperto in Gestione dell'Energia (EGE) ai sensi della norma UNI CEI 11339.

In Tabella 1.1 sono riportati i nominativi di tutti i soggetti coinvolti nelle varie fasi di svolgimento della DE.

Tabella 1.1 – Soggetti coinvolti nella realizzazione del processo di Audit

NOME E COGNOME	RUOLO	ATTIVITÀ SVOLTA
Ing. Alessandro Cieli Ing. Vittoria Citterio		Sopralluogo in sito
Ing. Vittoria Citterio		Elaborazione dei dati relativi ai consumi energetici
Ing. Vittoria Citterio		Elaborazione dei dati geometrici ed alla creazione del modello energetico
Ing. Alessandro Cieli		Tecnico Termografico secondo livello: rilievo termografico ed elaborazione report termografico
Ing. Vittoria Citterio		Redazione report di diagnosi energetica
Ing. Elena Mazzucco	Responsabile involucro	Revisione report di diagnosi energetica
Ing. Elisa Bezzone	Responsabile impianti	Revisione report di diagnosi energetica
Ing. Fabio Gianola	EGE	Approvazione report di diagnosi energetica

1.4 IDENTIFICAZIONE DELL'EDIFICIO

L'immobile oggetto della DE, catastalmente individuato al NCEU, Sezione GEC, Foglio 15, Mapp. 9, Sub. 1 è sito nel Comune di Genova e più precisamente nel quartiere San Teodoro.

L'edificio è di proprietà del Comune di Genova ed è attualmente adibito ad asilo nido.

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		1840
Anno di ristrutturazione		-
Zona climatica		[D]
Destinazione d'uso		E.7 Attività scolastiche a tutti i livelli ed assimilabili
Superficie utile riscaldata	[m ²]	545
Superficie disperdente (S)	[m ²]	1.163
Volume lordo riscaldato (V)	[m ³]	2.456
Rapporto S/V	[1/m]	0,47
Superficie lorda aree interne (scaldate e non scaldate)	[m ²]	760

**E1718 – Asilo Nido Lilliput**

Superficie lorda aree esterne	[m ²]	450
Superficie lorda complessiva (aree interne ed esterne)	[m ²]	1.221
Tipologia generatore riscaldamento		Generatore di calore standard a basamento
Potenza totale impianto riscaldamento	[kW]	103,5
Potenza totale impianto raffrescamento	[kW]	-
Tipo di combustibile		gas metano
Tipologia generatore Acqua Calda sanitaria (ACS)		Generatore di calore standard a basamento con accumulo
Emissioni CO2 di riferimento ⁽¹⁾	[t/anno]	21,66
Consumo di riferimento Gas Metano ⁽¹⁾	[kWh _{th} /anno]	66.544
Spesa annuale Gas Metano ⁽¹⁾	[€/anno]	5.513
Consumo di riferimento energia elettrica ⁽¹⁾	[kWh _{el} /anno]	17.596
Spesa annuale energia elettrica ⁽¹⁾	[€/anno]	3.851

Nota (1): Valori di Baseline

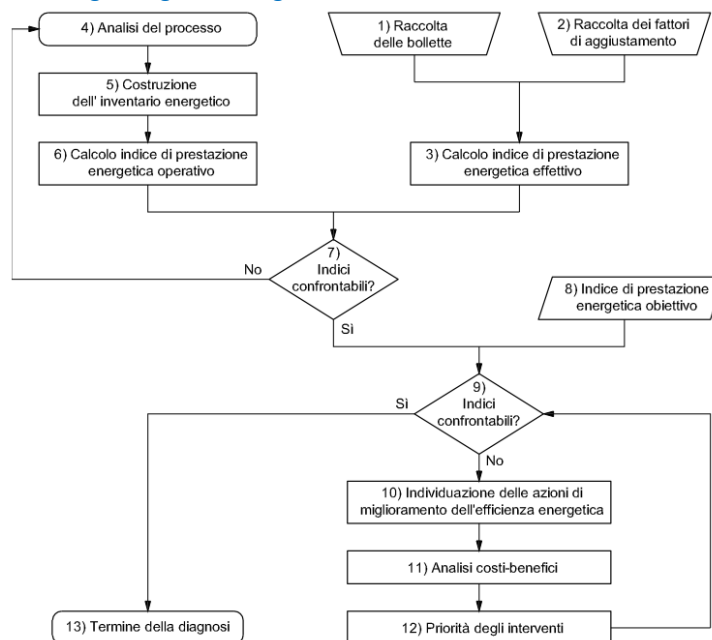
1.5 METODOLOGIA DI LAVORO

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

- a) Acquisizione della documentazione utile, fornita dalla PA, come riportato all' Allegato A – Elenco deocumentazione fornita dalla committenza
- 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 23/11/2017 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, Assistaal, 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 Termolog Epix8 in possesso di certificato di conformità rilasciato dal Comitato Termotecnico Italiano (CTI) Numero certificato 65 ai sensi del D.lgs. 192/05 e s.m.i. e riportato all'Allegato F – Certificato CTI Software;
- g) Analisi dei profili annuali di consumi e costi dei servizi energetici reali dell'edificio, comprensivi della fornitura dei vettori energetici sia elettrici che di gas e degli oneri di O&M, relativamente alle annualità 2014-2015-2016;
- h) Analisi dei dati climatici reali del sito ove è ubicato l'edificio con conseguente calcolo dei Gradi Giorno reali (GG_{real}), utilizzando le temperature esterne rilevate dalla stazione meteo dell'Università di Genova e riportati all'Allegato I – Dati climatici;
- i) Individuazione della “baseline termica” di riferimento (e relative emissioni di CO₂) tramite opportuna ripartizione del consumo di combustibile tra le varie utenze a servizio dell'edificio e destagionalizzazione dello stesso, utilizzando i relativi GG reali (GG_{real}), e conseguente normalizzazione secondo i GG di riferimento (GG_{rif});
- j) Individuazione della “baseline elettrica” di riferimento (e relative emissioni di CO₂) calcolata sulla media aritmetica dei valori relativi ai consumi elettrici reali per tre le annualità 2014, 2015, 2016;
- k) Validazione del modello elaborato mediante il confronto con le baseline energetiche, al fine di ottenere uno scostamento inferiore al 5%;

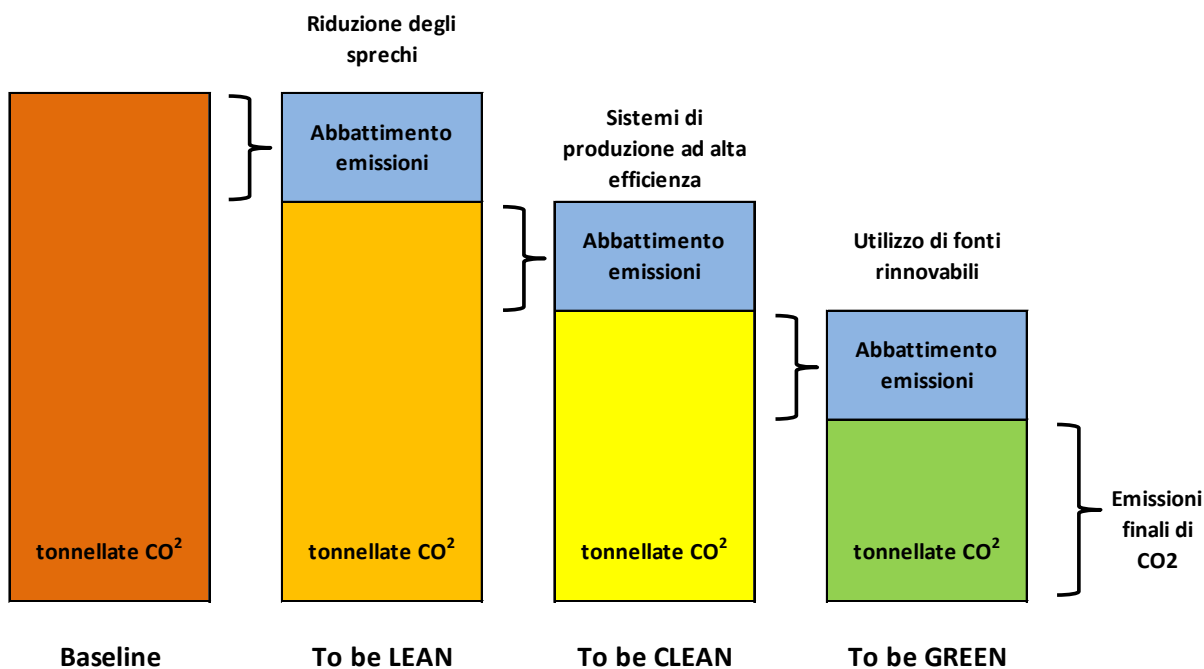
- l) Analisi delle possibili EEM necessarie per la riqualificazione energetica del sistema edificio-impianto analizzando gli aspetti tecnici, energetici, ed ambientali.
- m) Simulazione del comportamento energetico dell'edificio a seguito dell'attuazione delle varie EEM proposte singolarmente, ed individuazione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

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



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

Figura 1.4 - Principio della Gerarchia Energetica



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

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

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

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

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

- TRS (Tempo di rientro semplice);

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

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

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

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

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

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

1.6 STRUTTURA DEL REPORT

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

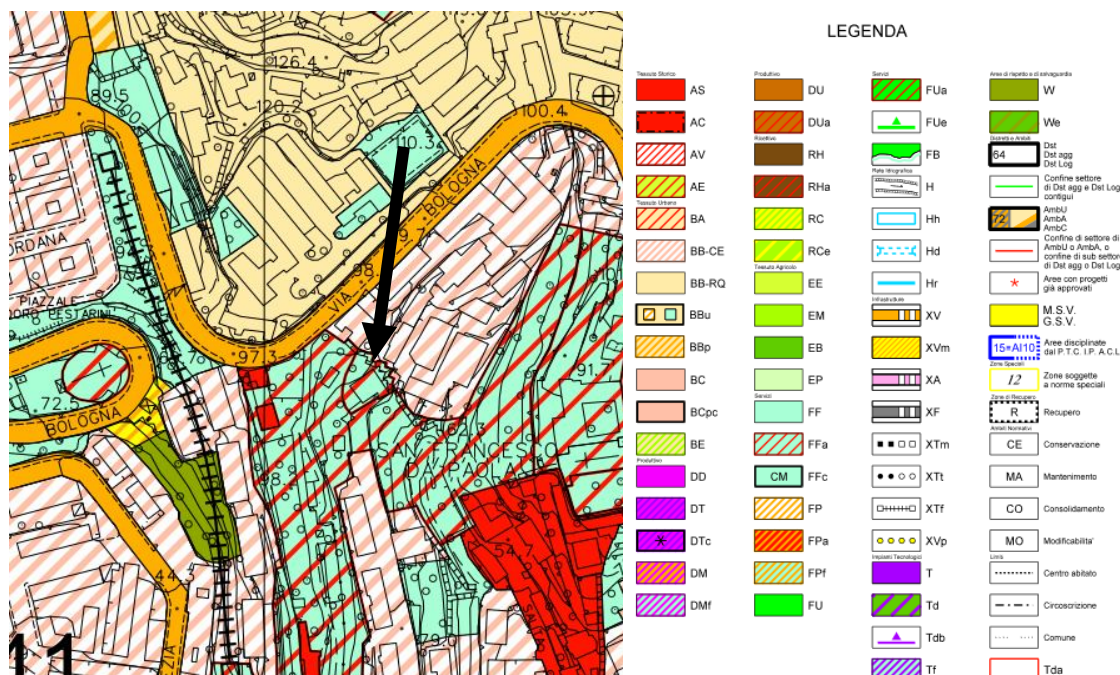
- Una prima parte nella quale sono descritti lo scopo ed i confini della DE e le metodologie di analisi adottate;
- Una seconda parte in cui sono riportate le informazioni dell'edificio rilevate in sede di sopralluogo e le valutazioni effettuate al fine di identificare le caratteristiche tecniche dei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

2 DATI DELL'EDIFICIO

2.1 INFORMAZIONI SUL SITO

Lo strumento urbanistico vigente, il P.U.C approvato con DD n° 2015/118.0.0./18 con entrata in vigore il 3/12/2015, classifica l'edificio oggetto della DE in zona FFa, zona destinata a "ambito soggetto a controllo ambientale". In tali ambiti, determinati in base alla presenza di rilevanti valori storico ambientali, gli interventi ammessi devono conformarsi alle norme progettuali della sottozona AS e, ove compreso nel centro antico, a quelle della sottozona AC. Per le attività agricole esistenti e in atto è consentito il consolidamento, applicando il regime della sottozona EE-CO.

Figura 2.1 - Particolare estratto dal Piano Urbanistico Comunale



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

L'edificio ove è ubicato l'asilo nido Lilliput risale all'incirca al 1840, è stato parzialmente ristrutturato (sostituzione generatore di calore nel 1997) e 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'edificio è frequentato giornalmente da circa 50 persone tra bambini e adulti. Si può pertanto affermare che la riqualificazione energetica dell'edificio potrebbe portare ad una maggiore valorizzazione socio-economica dell'edificio stesso e rappresentare un importante momento formativo sulle tematiche di efficienza energetica e protezione ambientale.

E1718 – Asilo Nido Lilliput

L'edificio ospitante il complesso scolastico oggetto della DE è costituito complessivamente da tre piani fuori terra e un piano seminterrato, nei quali si sviluppano le aule ed i locali accessori alla didattiche.

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

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

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



Tabella 2.1 - Suddivisione in piani dell'edificio

PIANO	UTILIZZO	U.M.	SUPERFICIE LORDA COMPLESSIVA ⁽²⁾	SUPERFICIE UTILE RISCALDATA ⁽³⁾	SUPERFICIE UTILE RAFFRESCATA ⁽³⁾
Seminterrato	Cucina, Refettorio e Centrale termica	[m ²]	211,68	166,00	0
Piano Terra	Aule insegnati e Palestra	[m ²]	191,28	145,00	0
Piano Primo	Aule e servizi	[m ²]	178,34	146,00	0
Piano Secondo	Aule e servizi	[m ²]	178,34	88,00	0
TOTALE		[m ²]	759,64	545,00	0,00

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

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

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

Come mostra la figura 2.3 che riporta un estratto dal portale della Regione Liguria (<http://geoportale.regione.liguria.it/geoviewer/pages/apps/vincoli/mappa.html>) l'edificio che ospita la scuola non risulta vincolato ma risulta appartenere ad un'area vincolata come BELLEZZE DI INSIEME che però non influisce su eventuali interventi sull'edificio.

Nell'analisi delle EEM non si è quindi resa necessaria l'identificazione delle possibili interferenze con i vincoli presenti, tuttavia si procede nella compilazione della tabella 2.2 per omogeneità con le altre relazioni.

Non si identificano inoltre interferenze con gli aspetti geologici, geotecnici, idraulici o idrogeologici della zona.

Figura 2.3 - Particolare estratto dalla carta dei vincoli

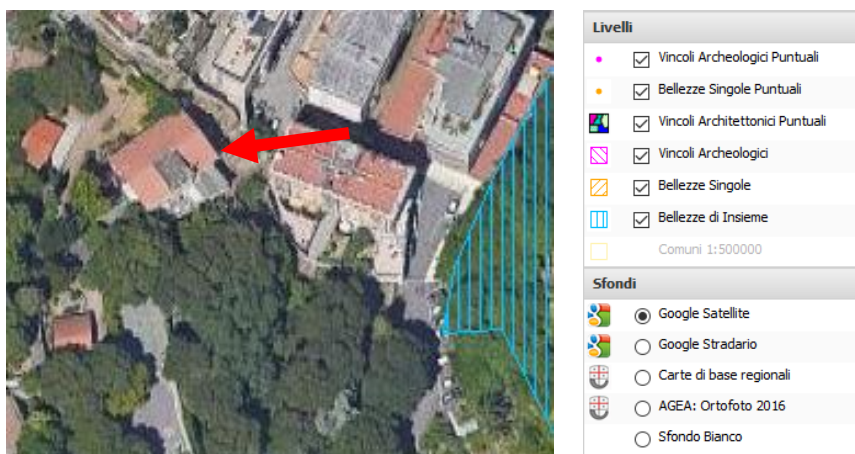


Tabella 2.2 - Misure di efficienza energetica individuate e valutazione delle interferenze con gli attuali vincoli

MISURA DI EFFICIENZA ENERGETICA	VINCOLO INTERESSATO	VALUTAZIONE INTERFERENZA ⁽⁴⁾	MISURA DI TUTELA DA ADOTTARE
EEM 1: sostituzione del sistema di generazione obsoleto con caldaia a condensazione ed installazione di valvole termostatiche	-		-
EEM 2: isolamento dall'esterno della copertura piana e a falda	-		-
EEM 3: sostituzione dei serramenti e installazione valvole termostatiche	-		-
EEM 4: installazione impianto solare termico per produzione ACS	-		-
EEM 5: installazione di sorgenti luminose ad alta efficienza	-		-

Nota (4): Legenda livelli di interferenza:

	Non perseguibile
	Perseguibile tramite adozione misure di tutela indicate
	Interferenza nulla

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 (7:15-17:30 da lunedì a venerdì), mentre i periodi di attivazione e spegnimento degli impianti sono stati forniti dal personale di gestione e manutenzione degli impianti presente durante il sopralluogo (6:00-18:00 da lunedì a venerdì).

Durante il sopralluogo il personale non era a conoscenza tuttavia delle temperature di settaggio del riscaldamento.

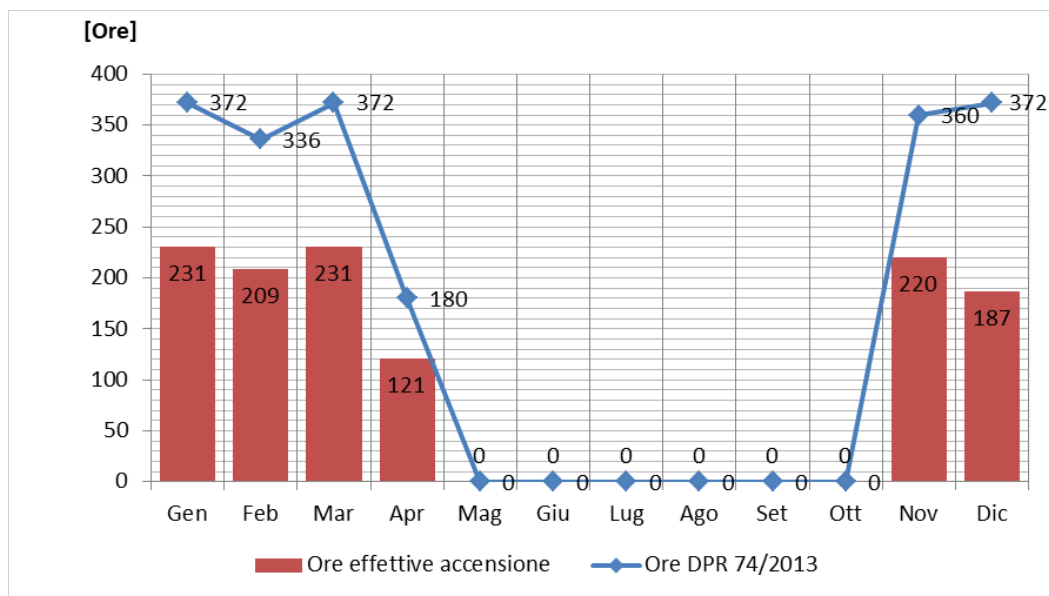
Nella Tabella 2.3 sono pertanto riportati gli orari di funzionamento dell'edificio e gli orari di funzionamento degli impianti termici.

Il calendario scolastico della Regione Liguria, riportato sul portale internet regionale, segna l'inizio delle lezioni a metà settembre e la fine a metà giugno. Si sono considerati i mesi di giugno e settembre completi in quanto i professori ed i maestri utilizzano l'edificio anche nelle prime settimane di settembre e nelle ultime di giugno per la preparazione/conclusione dell'anno scolastico.

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

PERIODO	GIORNI SETTIMENALI	ORARIO FUNZIONAMENTO EDIFICIO	ORARIO FUNZIONAMENTO IMPIANTO
Dal 1 Settembre al 30 Giugno	dal lunedì al venerdì	07:15-17:30	6:00-18:00

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



Dall’analisi effettuata è emerso che gli orari di funzionamento degli impianti non sono strettamente correlati agli orari di espletamento delle lezioni, ma dipendono anche dalla presenza di personale all’interno della struttura. Inoltre il riscaldamento risulta acceso, seppur per poco, anche prima e dopo che il personale è presente o ha lasciato la struttura stessa; risulterebbe pertanto un buon intervento ridefinire i momenti di accensione e spegnimento e magari in sede di sostituzione del generatore di calore effettuare una simulazione in dinamica per studiare la migliore combinazione di regolazione temporale del riscaldamento, temperature impostate ed impianto.

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 soggetti ad un contratto di Conduzione e Manutenzione (O&M), mentre la fornitura avviene tramite un contratto di fornitura del solo vettore energetico, stipulato direttamente dalla PA con la società di fornitura.

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 929 GG calcolati su 109 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	21	21	202	22%
Febbraio	28	10,5	28	266	19	19	181	19%
Marzo	31	11,1	31	276	21	21	187	20%
Aprile	30	15,3	15	71	20	11	56	6%
Maggio	31	18,7	-	-	21	-	-	-
Giugno	30	22,4	-	-	20	-	-	-
Luglio	31	24,6	-	-	20	-	-	-
Agosto	31	23,6	-	-	-	-	-	-
Settembre	30	22,2	-	-	20	-	-	-
Ottobre	31	18,2	-	-	21	-	-	-
Novembre	30	13,3	30	201	20	20	134	14%
Dicembre	31	10,0	31	310	15	17	170	18%
TOTALE	365	16,7	166	1421	220	109	929	100%

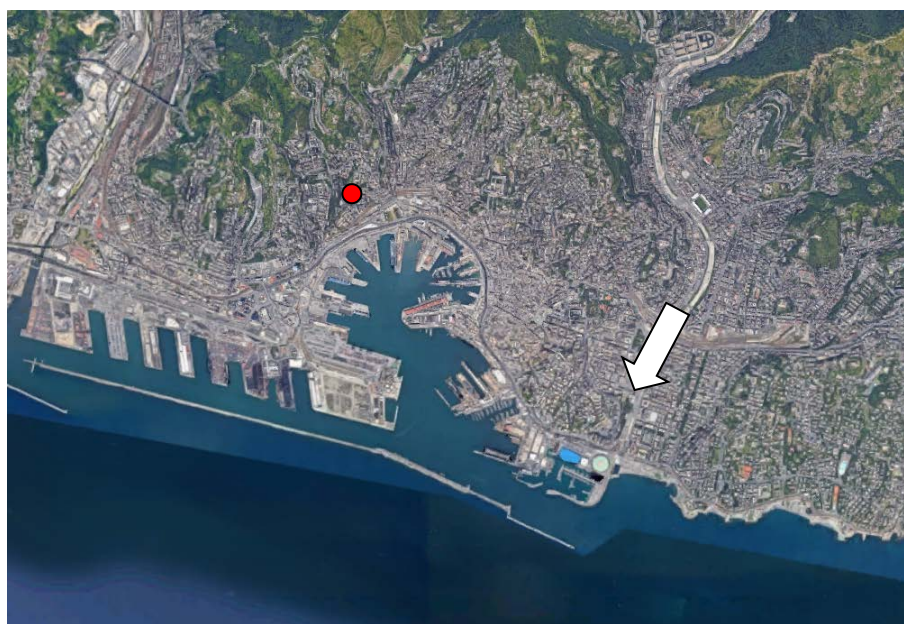
3.2 DATI CLIMATICI REALI

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

I dati climatici utilizzati sono stati rilevati dalla centralina meteo climatica Genova-Centro Funzionale-Foce (GECF).

Si è deciso di utilizzare come riferimento tale centralina in quanto è la stazione climatica con i dati disponibili per le tre annualità (2014-2015-2016) più vicina all'edificio oggetto di DE.

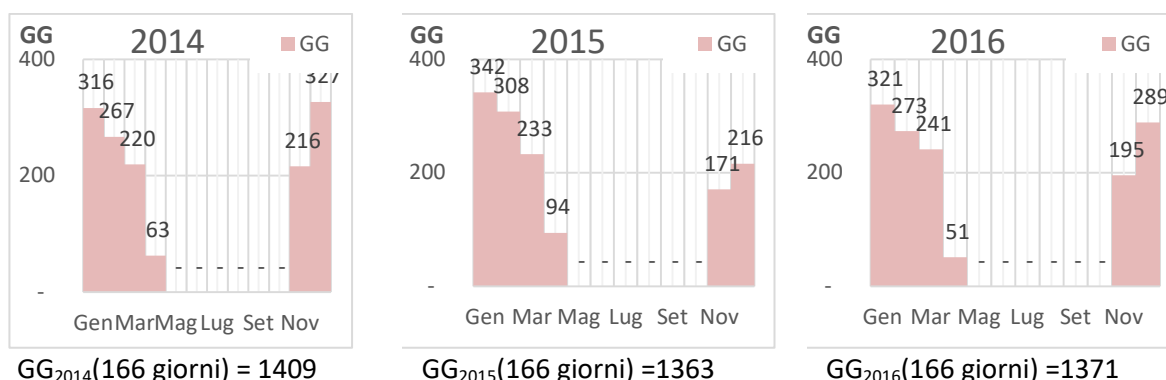
Figura 3.1 – Posizionamento della centralina meteo climatica (freccia bianca) rispetto all'edificio oggetto di DE (puntino rosso)



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

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

Figura 3.2 - Andamento mensile dei GG reali per il triennio di riferimento



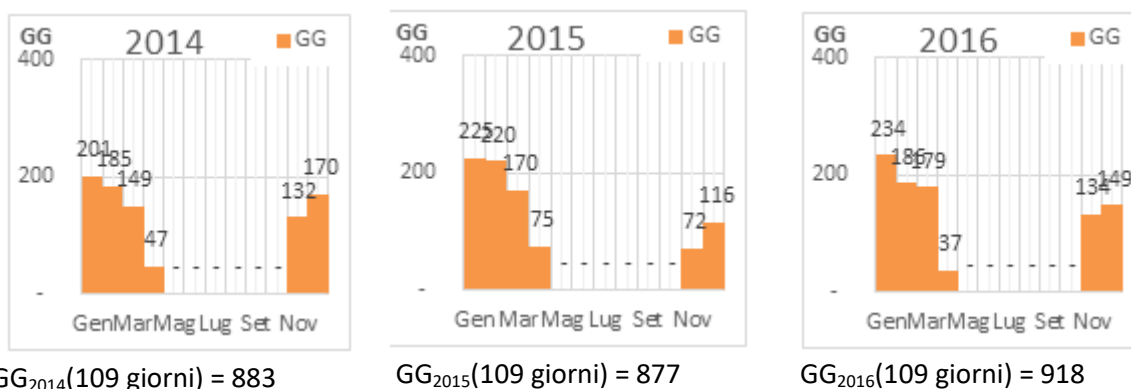
E1718 – Asilo Nido Lilliput

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 893 GG calcolati su 109 giorni effettivi di utilizzo dell'impianto di riscaldamento.

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

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

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



Come si può notare dai grafici sopra riportati, l'andamento dei GG risulta differente per il triennio. In particolar modo nel 2014 sono state registrate temperature vicine alla temperatura interna rispetto agli anni 2015 e 2016.

4 AUDIT EDIFICIO E IMPIANTI ELETTRICI E MECCANICI

4.1 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE DELL'INVOLUCRO EDILIZIO

4.1.1 Involucro opaco

L'edificio ha una struttura portante in mattoni e sassi.

L'involucro opaco verticale che costituisce l'edificio è composto da mattoni e sassi con rivestimento intonaco.

L'involucro opaco orizzontale invece si compone di due strutture differenti: una copertura a falda in latero cemento e tegole marsigliesi e una copertura piana in latero cemento con rivestimento in bitume.

Ai fini di un'identificazione più precisa delle caratteristiche dei componenti dell'involucro opaco si è proceduto, in sede di sopralluogo, alla realizzazione di un rilievo termografico eseguito tramite l'utilizzo di termo camera FLIR T335.

La realizzazione delle suddette indagini ha portato alle seguenti conclusioni:

- differente comportamento termico tra due differenti tipologie edilizie presenti in facciata, con evidenza di miglior comportamento termico della muratura intonacata
- dispersioni attraverso i telai dei serramenti.

Le specifiche degli strumenti di misura sono riportate all'Allegato D - Report relativi ad altre prove diagnostiche strumentali.

Figura 4.1 - Particolare della porzione di involucro – parete verticale opaca



Figura 4.2 - Particolare della copertura



Figura 4.3 – Rilievo termografico della parete



Immagine IR



Immagine visibile

I dettagli delle indagini diagnostiche effettuate sono riportate all'Allegato C – Report di indagine termografica.

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

Tabella 4.1 – Trasmittanze termiche dei componenti dell'involucro opaco

TIPO DI COMPONENTE	CODICE	SPESSORE	ISOLAMENTO	TRASMITTANZA TERMICA	STATO DI CONSERVAZIONE
		[cm]		[W/mqK]	
Copertura Piana	C1	20	Assente	2,35	Sufficiente
Copertura Inclinata	C2	20	Assente	2,35	Sufficiente
Parete verticale	M1	45	Assente	1,48	Buono
Pavimento	P1	30	Assente	1,46	Sufficiente

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

4.1.2 Involucro trasparente

L'involucro trasparente che costituisce l'edificio è composto prevalentemente da serramenti in legno e vetro singolo è stata sostituita solo una tipologia di serramento al piano terra con vetro doppio.

Lo stato di conservazione dei serramenti prevalenti è sufficiente.

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

- Rilievo termografico
- Indagine con spessivetro

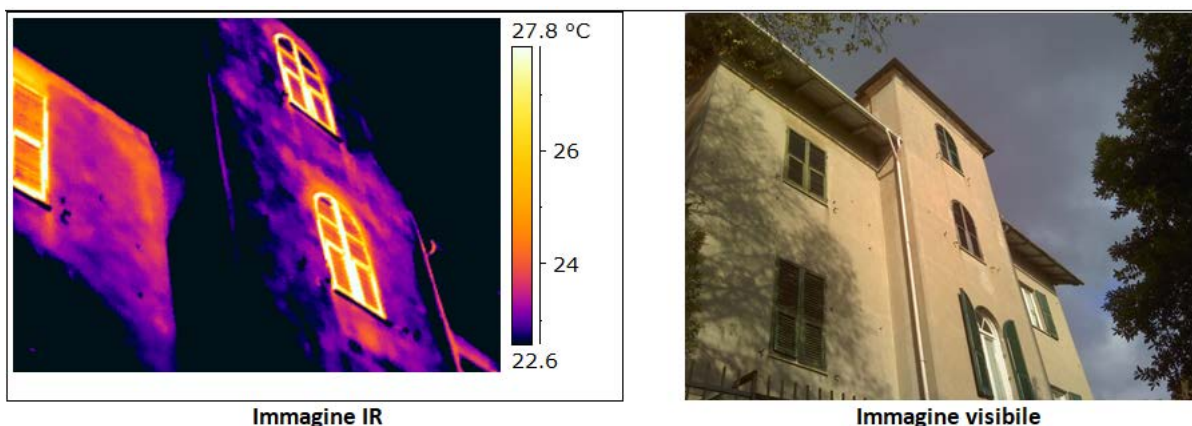
La realizzazione delle suddette indagini ha portato alle seguenti conclusioni:

- Serramenti con vetro singolo da 3 mm e una tipologia di vetro doppio da 6-16-4 mm.
- Dispersioni termiche dai telai all'intersezione tra telaio e muratura.

Figura 4.4 - Particolare dei serramenti



Figura 4.5 – Rilievo termografico dei serramenti



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

Tabella 4.2 – Trasmittanze termiche dei componenti dell'involucro trasparente

TIPO DI COMPONENTE	CODICE	DIMENSIONI [HXL] [cm]	TIPO TELAIO	TIPO VETRO	TRASMITTANZA TERMICA [W/mqK]	STATO DI CONSERVAZIONE
Serramento tipo 1	F01, F02, F03, F04, F06, F05, F08, F09, F10	120x180; 120x200; 80x60; 110x110; 130x210; 50x140; 150x220; 80x160; 130x280	legno	Vetro singolo	4,9	Sufficiente
Serramento tipo 2	F7	250x120	legno	Vetro doppio	2,8	Sufficiente

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

4.2 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO DI RISCALDAMENTO/CLIMATIZZAZIONE INVERNALE

L'impianto di riscaldamento degli ambienti è costituito da un impianto tradizionale con caldaia a basamento a gas metano e radiatori.

4.2.1 Sottosistema di emissione

Il sottosistema di emissione è costituito da radiatori senza valvole termostatiche.

Figura 4.6 - Particolare sistema di emissione



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

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

ZONA TERMICA	TIPOLOGIA DI TERMINALE	RENDIMENTO
Intero edificio	radiatori	92%

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

Tabella 4.4 - Riepilogo caratteristiche dei terminali di emissione installati

PIANO	TIPO DI INSTALLAZIONE	NUMERO	POTENZA TERMICA COMPLESSIVA ⁽¹⁾	POTENZA FRIGORIFERA COMPLESSIVA
			[kW]	[kW]
Seminterrato	Su parete interna/esterna non isolata	7	12,4	0,00
Terra	Su parete interna/esterna non isolata	8	12,8	0,00
Primo	Su parete interna/esterna non isolata	7	10,1	0,00
Secondo	Su parete interna/esterna non isolata	4	5,8	0,00
TOTALE		26	41,1	0,00

Nota (1): La potenza è stata verificata secondo la UNI 10200 che definisce un codice forma-materiale.

In sede di sopralluogo si sono verificati i dati delle check list fornite dalla PA e sono state prese le misure ulteriori richieste dalla UNI 10200 per il calcolo della potenza.

4.2.2 Sottosistema di regolazione

La regolazione della centrale termica è realizzata mediante valvola miscelatrice e valvole deviatrici, comandate dalla sonda climatica esterna e dalla sonda di temperatura sulla tubazione di mandata del generatore.

Non sono presenti termostati ambiente e il personale scolastico non è in possesso di informazioni sulle temperature impostate.

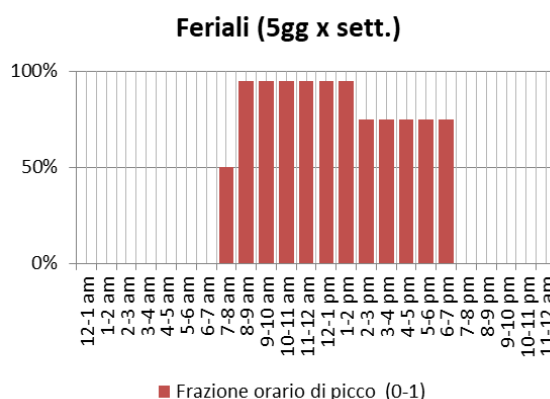
Figura 4.7 - Particolare della valvola miscelatrice



Figura 4.8 – Sonda di temperatura sulla tubazione di mandata



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



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

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

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

ZONA TERMICA	TIPO DI REGOLAZIONE	RENDIMENTO
Intero Edificio	Climatica	70%

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

4.2.3 Sottosistema di distribuzione

Il sottosistema di distribuzione è costituito da due pompe singole in funzionamento alternato.

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

Tabella 4.6 - Riepilogo caratteristiche pompe

NOME	SERVIZIO	PORTATA ⁽¹⁾ [m ³ /h]	PREVALENZA ⁽²⁾ [m]	POTENZA ASSORBITA ⁽³⁾ [W]
sigma EG01	circuito 1	2,20	6	300

Nota (1): Valori ricavati da dati di targa

Nota (2): Valori ricavati da dati di targa

Nota (3): Valori ricavati da dati di targa

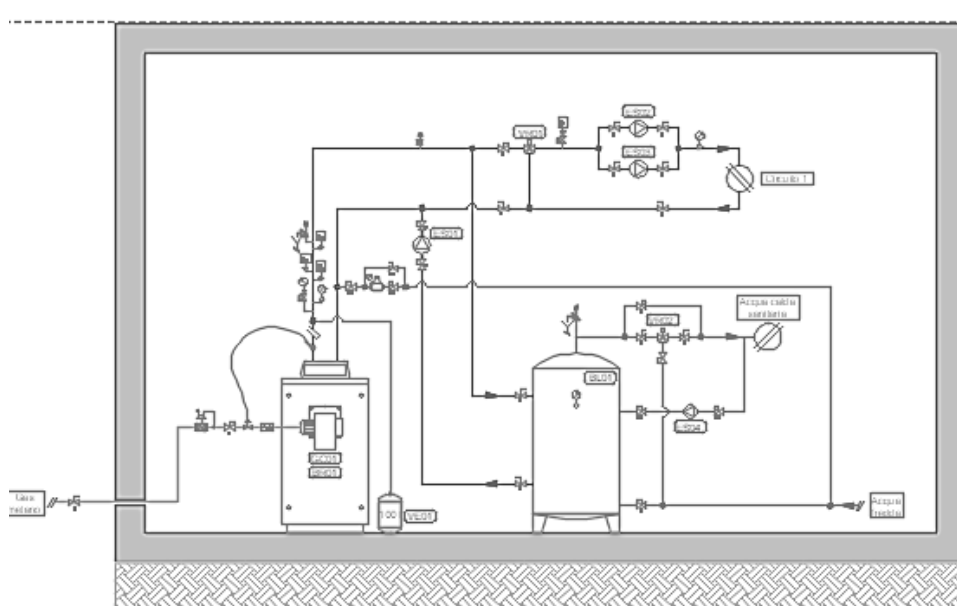
Le temperature del fluido termovettore all'interno del circuito primario sono riportate nella Tabella 4.7.

Tabella 4.7 – Temperature di mandata e ritorno del circuito primario

CIRCUITO		TEMPERATURA RILEVATA °C	TEMPERATURA CALCOLO ⁽⁵⁾ °C
Circuito 1	Mandata	Caldo	80
	Ritorno	Caldo	60

Nota: le temperature di mandata e ritorno del circuito primario rilevate in sede di sopralluogo non sono state acquisite e riportate in quanto nella data di esecuzione dello stesso, per via della temperatura esterna elevata, l'impianto non è mai andato a regime nel lasso del tempo di visita al fabbricato. Si tratta pertanto di valori non rappresentativi e non necessari al fine della modellizzazione del sistema

Figura 4.10 - Particolare dello schema di impianto (Fonte: 191-P00-002.dwg)



Il rendimento complessivo del sottosistema di distribuzione è stato assunto nella DE pari al 93% (riferimento normativo UNI 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 caldaia a basamento RIELLO 4RCT6 con bruciatore RIELLO Gulliver BS3.

Figura 4.11 - Generatore di calore – RIELLO 4RCT6



Figura 4.12 - Bruciatore RIELLO Gulliver BS3



Le caratteristiche dei sistemi di generazione sono riportate nella Tabella 4.8

Tabella 4.8 - Riepilogo caratteristiche centrale termica

Servizio	MARCA	MODELLO	ANNO DI COSTRUZIONE	POTENZA AL FOCOLARE [kW]	POTENZA TERMICA UTILE [kW]	RENDIMENTO ⁽⁷⁾	POTENZA ASSORBITA COMPLESSIVA [W]
Gen 1 Riscaldamento	RIELLO	4RTC6	-	114,8	103,5	0,9	350

Nota (7) rendimento da scheda tecnica.

Il rendimento complessivo del sottosistema di generazione, in regime di riscaldamento è stato assunto nella DE pari al 66%.

Il rendimento da scheda tecnica della caldaia in esame è pari al 90%.

Il rendimento della scheda tecnica è in linea con quello relativo alla prova fumi mentre il rendimento della modellazione energetica risulta il più basso dei tre.

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

4.3 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO PRODUZIONE ACQUA CALDA SANITARIA

La produzione di ACS è eseguita tramite lo stesso generatore a servizio del riscaldamento e prevede un sistema di accumulo in centrale termica.

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

Figura 4.13 – Particolare accumulo.



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

SOTTOSISTEMA DI EROGAZIONE	SOTTOSISTEMA DI DISTRIBUZIONE	SOTTOSISTEMA DI RICIRCOLO ⁽¹⁾	SOTTOSISTEMA DI ACCUMULO ⁽²⁾	SOTTOSISTEMA DI GENERAZIONE	RENDIMENTO GLOBALE MEDIO STAGIONALE ⁽³⁾
95%	89%	-	-	46%	55%

Nota (1): sottosistema non presente

Nota (2): sottosistema non presente

Nota (3): il rendimento globale medio stagionale comprende le perdite dovute alla rete elettrica nazionale. Fonte: modellazione energetica.

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 DI RAFFRESCAMENTO/CLIMATIZZAZIONE ESTIVA

Non presente

4.5 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO DI VENTILAZIONE MECCANICA

Non presente

4.6 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO ELETTRICO E PRINCIPALI UTENZE ELETTRICHE

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

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

Tabella 4.10 – Elenco e caratteristiche delle altre utenze elettriche

ZONATERMICA	DESCRIZIONE	NUMERO	POTENZA NOMINALE [W]	POTENZA COMPLESSIVA [W]	ORE ANNUE DI UTILIZZO [ore]
Z2	Cappa	1	250	250	1.000(4h x 250gg)
Z2	Frigorifero	1	70	70	8.760(24h x 365gg)
Z2	Congelatore	1	70	70	8.760(24h x 365gg)
Z2	Forno elettrico	1	800	800	250(1h x 250gg)
Z2	Forno microonde	1	1.000	1.000	83(0,33h x 250gg)
Z2	Macchinetta caffè	1	1.500	1.500	125(0,5h x 250gg)
Z2	Lavastoviglie	1	1.800	1.800	1.000(4h x 250gg)
Z2	Lavatrice	1	1.800	1.800	1.250(5h x 250gg)
Z2	Asciugatrice	1	1.800	1.800	1.250(5h x 250gg)
Z1	PC desktop	1	250	250	1000(4h x 250gg)
Z1	Stampante	1	300	300	250(1h x 250gg)
Z2	Montacarichi vivande	1	1.200	1.200	250(1h x 250gg)

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.

4.7 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO ILLUMINAZIONE

L'impianto di illuminazione è costituito da lampade fluorescenti.

Figura 4.14 - Particolare dei corpi illuminanti ubicati nelle aule



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

Tabella 4.11 – Elenco e caratteristiche dei corpi illuminanti

ZONATERMICA	DESCRIZIONE	NUMERO	POTENZA UNITARIA	POTENZA COMPLESSIVA
			[kW]	[kW]
Z1	fluorescente da 58 W	12	0,058	0,696
Z1	fluorescente da 18 W	6	0,018	0,108
Z1	fluorescente da 36 W	4	0,036	0,144
Z2	fluorescente da 58 W	4	0,058	0,232
Z3	fluorescente da 58 W	19	0,058	1,102
Z3	fluorescente da 18 W	2	0,018	0,036
Z3	fluorescente da 36 W	2	0,036	0,072
Z4	fluorescente da 58 W	17	0,058	0,986
Z4	fluorescente da 18 W	5	0,018	0,090
Z4	fluorescente da 36 W	2	0,036	0,072
Z5	fluorescente da 58 W	8	0,058	0,464
Z5	fluorescente da 18 W	2	0,018	0,036

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.

4.8 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE DI IMPIANTI DI PRODUZIONE ENERGIA ELETTRICA O COGENERAZIONE

Non presente

5 CONSUMI RILEVATI

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 è il Gas Metano per il triennio di riferimento.

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	DENSITÀ	PCI	FATTORE DI CONVERSIONE	PCI
	[kWh/kg]	[kWh/Sm ³]	[kWh/Nm ³]	[Sm ³ /Nm ³]	[kWh/Sm ³]
Metano	n/a	n/a	9,94 ⁽¹⁾	1,0549	9,42

Nota (1) Fonte: Prospetto B.19 UNI TS 11300-2:2014

La fornitura di Gas metano avviene tramite la presenza di 2 contatori:

- PDR 3270016245606: a servizio del sistema di riscaldamento e della produzione di ACS
- PDR 3270016245505: a servizio della cottura cibi nella cucina

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

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

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

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

PDR	Utilizzo	2014	2015	2016	2014	2015	2016
		[Sm ³]	[Sm ³]	[Sm ³]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
3270016245606	Riscaldamento e produzione acs	7.512	7.613	5.305	70.763	71.715	49.973
3270016245505	Cottura cibo cucina	590	635	1.034	5.558	5.979	9.745

Parallelamente all'analisi dei consumi storici forniti dalla società di distribuzione si è provveduto alla valutazione dei consumi fatturati nel triennio di riferimento (per il 2014 non sono disponibili fatture) La ripartizione dei consumi annuli di energia termica in consumi mensili verrà eseguita in modo proporzionale rispetto ai GGreali per il triennio di riferimento. I consumi così ripartiti sono riportati nella Tabella 5.3

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

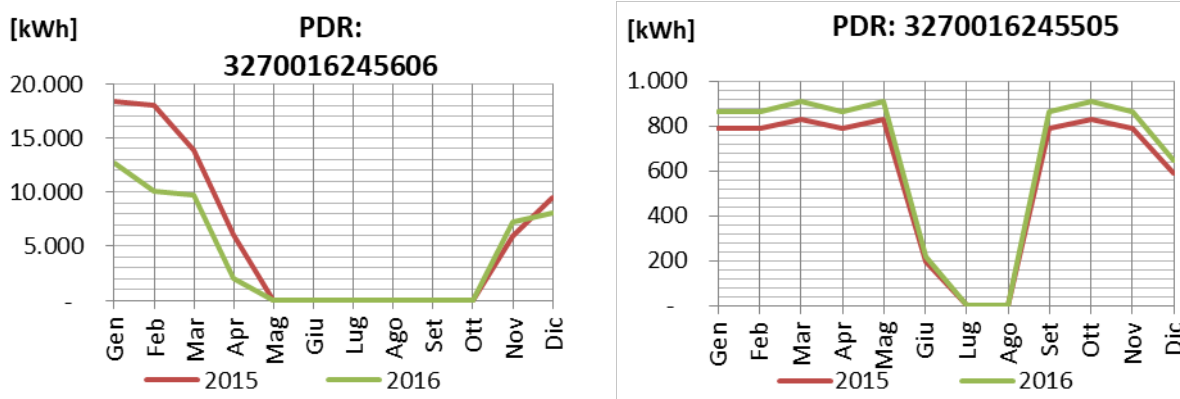
E1718 – Asilo Nido Lilliput

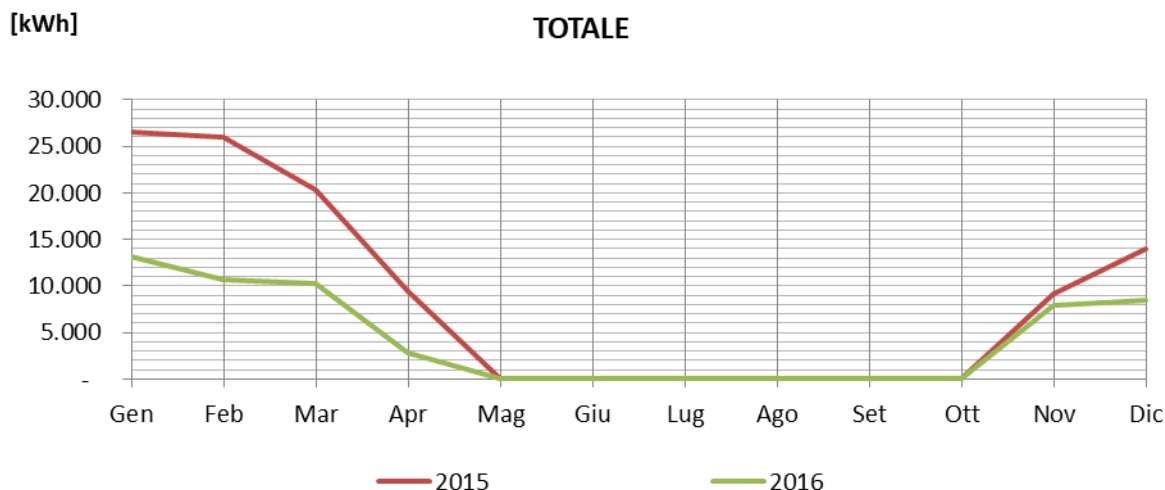
PDR: 3270016245606	2014	2015	2016	2014	2015	2016
Mese	[Sm ³]	[Sm ³]	[Sm ³]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gennaio	-	2.737	1.305	-	18.361	12.729
Febbraio	-	2.676	1.037	-	17.951	10.119
Marzo	-	2.067	997	-	13.867	9.727
Aprile	-	911	208	-	6.111	2.027
Maggio	-	-	-	-	-	-
Giugno	-	-	-	-	-	-
Luglio	-	-	-	-	-	-
Agosto	-	-	-	-	-	-
Settembre	-	-	-	-	-	-
Ottobre	-	-	-	-	-	-
Novembre	-	880	746	-	5.903	7.280
Dicembre	-	1.420	829	-	9.521	8.091
Totale	-	10.692	5.123	-	71.714	49.973

PDR: 3270016245505	2014	2015	2016	2014	2015	2016
Mese	[Sm ³]	[Sm ³]	[Sm ³]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gennaio	-	84	92	-	790	864
Febbraio	-	84	92	-	790	864
Marzo	-	88	96	-	829	907
Aprile	-	84	92	-	790	864
Maggio	-	88	96	-	829	907
Giugno	-	21	23	-	197	216
Luglio	-	-	-	-	-	-
Agosto	-	-	-	-	-	-
Settembre	-	84	92	-	790	864
Ottobre	-	88	96	-	829	907
Novembre	-	84	92	-	790	864
Dicembre	-	63	69	-	592	648
Totale	-	767	839	-	7.225	7.903

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

Figura 5.1 – Andamento mensile dei consumi termici fatturati





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

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

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

Dove:

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

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

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

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

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

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

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

\bar{Q}_{ALTRO} = Consumo termico reale per eventuali altri utilizzi dell'edificio, kWh/anno, valutato come la media dei consumi per altri usi, nel triennio di riferimento

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

E1718 – Asilo Nido Lilliput

ANNO	GG _{REAL} SU [109] GIORNI	GG _{RIF} SU [109] GIORNI	CONSUMO REALE RISC. [Smc]	CONSUMO REALE RISC. [kWh]	α_{rif}	CONSUMO NORMALIZZATO A [929] GG [kWh]	CONSUMO ACS [kWh]	CONSUMO ALTRO [kWh]
2014	883	929	6.329	59.617	68	62.722	11.146	0
2015	877	929	6.413	60.410	69	63.992	11.295	0
2016	918	929	4.469	42.102	46	42.606	7.872	0
Media	893	929	5.737	54.043	61	56.440	10.104	0

Come si può notare dai dati riportati il comportamento energetico dell'edificio, negli anni considerati, è stato caratterizzato da un andamento dei consumi costante nel 2014 e 2015 mentre nel 2016 i consumi si sono abbassati.

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]
$\bar{Q}_{ACS}^{(1)}$	10.104
\bar{Q}_{ALTRO}	0,0
$\bar{\alpha}_{rif} \times GG_{rif}$	56.440
$Q_{baseline}$	66.544

Nota (1) Il valore relativo all'ACS è stato determinato utilizzando la % di energia termica per l'ACS elaborata dal software in condizioni adattate all'utenza.

5.1.2 Energia elettrica

La fornitura di energia elettrica avviene tramite la presenza di 1 contatore a servizio dell'intero edificio. L'effettiva ubicazione dei contatori è rappresentata nelle planimetrie riportate all' Allegato B – Elaborati.

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

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

Tali consumi annuali derivanti dall'analisi delle fatture elettriche sono riportati nella Tabella 5.6 con indicazione dei POD di riferimento.

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

POD	ZONA SERVITA	2014 [kWh]	2015 [kWh]	2016 [kWh]	MEDIA [kWh]
IT001E00122694	Intero edificio	17.584	17.817	17.387	17.596

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-E1718) e sono emerse le seguenti differenze:

- I consumi ricavati dalle fatture del 2014 sono uguali a quelli riportati nel file kyotoBaseline-E1718
- I consumi ricavati dalle fatture del 2015 sono molto simili a quelli riportati nel file kyotoBaseline- E1718
- I consumi ricavati dalle fatture del 2016 sono inferiori a quelli riportati nel file kyotoBaseline-E1718



E1718 – Asilo Nido Lilliput

Dati relativi a Kyoto Baseline: anno 2014 17.584 kWh; anno 2015 18.342 kWh; anno 2016 20.352 kWh.

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 17.596 kWh.

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

POD: IT001E00122694	F1	F2	F3	TOTALE
Anno 2014	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gen - 14	1268	355	326	1.949
Feb - 14	1197	349	267	1.813
Mar - 14	1200	380	304	1.884
Apr - 14	999	312	279	1.590
Mag - 14	1041	346	270	1.657
Giu - 14	773	284	285	1.342
Lug - 14	187	116	201	504
Ago - 14	120	99	202	421
Set - 14	982	324	245	1.551
Ott - 14	1058	315	266	1.639
Nov - 14	1084	282	296	1.662
Dic - 14	989	264	319	1.572
Totale	10.898	3.426	3.260	17.584
POD: IT001E00122694	F1	F2	F3	TOTALE
Anno 2015	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gen - 15	1316	314	334	1.964
Feb - 15	1361	314	271	1.946
Mar - 15	1384	335	297	2.016
Apr - 15	1054	264	307	1.625
Mag - 15	1053	325	301	1.679
Giu - 15	811	268	255	1.334
Lug - 15	158	112	210	480
Ago - 15	133	102	213	448
Set - 15	849	308	245	1.402
Ott - 15	1080	345	254	1.679
Nov - 15	1016	284	296	1.596
Dic - 15	1049	294	305	1.648
Totale	11.264	3.265	3.288	17.817
POD: IT001E00122694	F1	F2	F3	TOTALE
Anno 2016	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gen - 16	1154	324	317	1.795
Feb - 16	1322	372	292	1.986
Mar - 16	1171	339	240	1.750
Apr - 16	1035	328	231	1.594
Mag - 16	1073	322	243	1.638
Giu - 16	790	234	322	1.346
Lug - 16	112	85	158	355
Ago - 16	107	82	164	353
Set - 16	991	327	231	1.549

**E1718 – Asilo Nido Lilliput**

Ott - 16	1101	351	211	1.663
Nov - 16	1221	331	249	1.801
Dic - 16	996	300	261	1.557
Totale	11.073	3.395	2.919	17.387

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

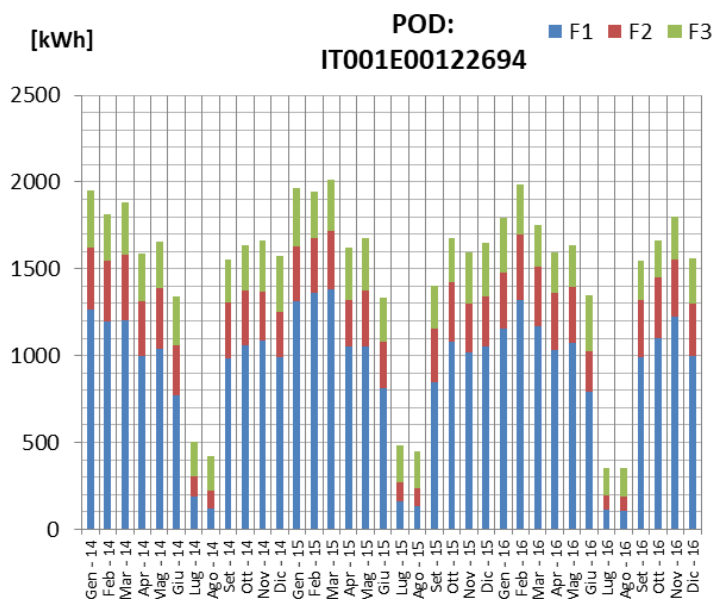
Tali valori sono riportati nella Tabella 5.8.

Tabella 5.8 – Consumi mensili di Baseline

BASELINE	F1	F2	F3	TOTALE
	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gennaio	1.246	331	326	1.903
Febbraio	1.293	345	277	1.915
Marzo	1.252	351	280	1.883
Aprile	1.029	301	272	1.603
Maggio	1.056	331	271	1.658
Giugno	791	262	287	1.341
Luglio	152	104	190	446
Agosto	120	94	193	407
Settembre	941	320	240	1.501
Ottobre	1.080	337	244	1.660
Novembre	1.107	299	280	1.686
Dicembre	1.011	286	295	1.592
Totale	11.078	3.362	3.156	17.596

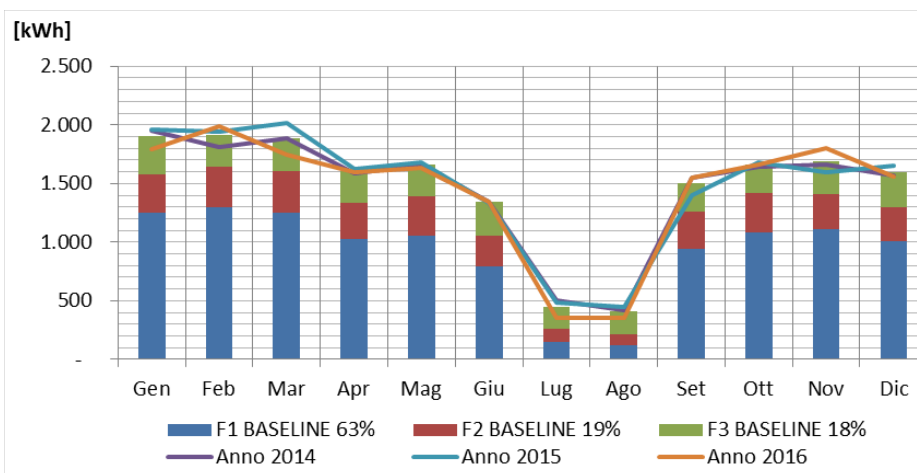
Il profilo così ottenuto è rappresentato nel grafico in Figura 5.2

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 elettrici reali ed i valori di Baseline per il triennio di riferimento



I profili di prelievo mensili nel triennio di riferimento presentano andamenti maggiori nei mesi invernali, durante i quali si utilizza maggiormente l'illuminazione, e più bassi per i mesi primaverili/autunnali. I consumi sono invece molto bassi durante i mesi estivi (luglio e agosto) di chiusura della scuola, periodo durante il quale la struttura viene utilizzata saltuariamente solo dal corpo docenti.

In considerazione del fatto che sul portale e-distribuzione sono presenti le letture dei contatori con potenza superiore a 55 kW, non è stato possibile effettuare l'analisi dei profili orari dei consumi elettrici del POD IT001E00122694.

Per questa ragione si è proceduto ad effettuare delle stime finalizzate alla verifica dei seguenti aspetti:

- compatibilità degli andamenti mensili deducibili dalla analisi delle letture riportate dal distributore con l'utilizzo delle utenze effettivamente presenti nell'edificio;

E1718 – Asilo Nido Lilliput

- adeguatezza della potenza impegnata del contatore.

La procedura utilizzata per le stime è la seguente:

- essendo il fabbricato non utilizzato per tutto il mese di agosto è possibile ipotizzare che i consumi di tale mese siano simili per ciascun giorno, ricavando quindi il consumo giornaliero dell'edificio in assenza di fruizione; è stato quindi possibile assumere per l'edificio oggetto di DE un consumo di base costante di circa 11,39 kWh/giorno;
- a partire da dati noti relativi ai profili di carico quarto-orari del mese di agosto di un edificio con caratteristiche analoghe, in termini di destinazione d'uso e tipologie di apparecchiature elettriche presenti, sono state individuate le percentuali di consumo di ciascun quarto d'ora rispetto al totale della giornata tipo del mese di agosto;
- proporzionando il consumo di base dell'edificio alle percentuali di cui sopra, è stato possibile stimare l'andamento del profilo di carico del giorno tipo del mese di agosto;
- per tutti gli altri mesi si è proceduto sottraendo al consumo mensile il consumo di tutti i giorni in cui l'edificio non è fruito (assumendo come consumo giornaliero il consumo di base sopra definito); il consumo residuo è stato ripartito per i giorni di fruizione del singolo mese ed infine è stato riproporzionato sul singolo quarto d'ora in funzione di percentuali di utilizzo rappresentative del fabbricato, tenendo conto della stagione e degli orari di occupazione;
- avendo così determinato per ciascun mese dell'anno il profilo di carico di un giorno tipo, è stato infine possibile individuare, per ciascun mese e per ciascuna fascia oraria di consumo, una stima dei profili di potenza massima.

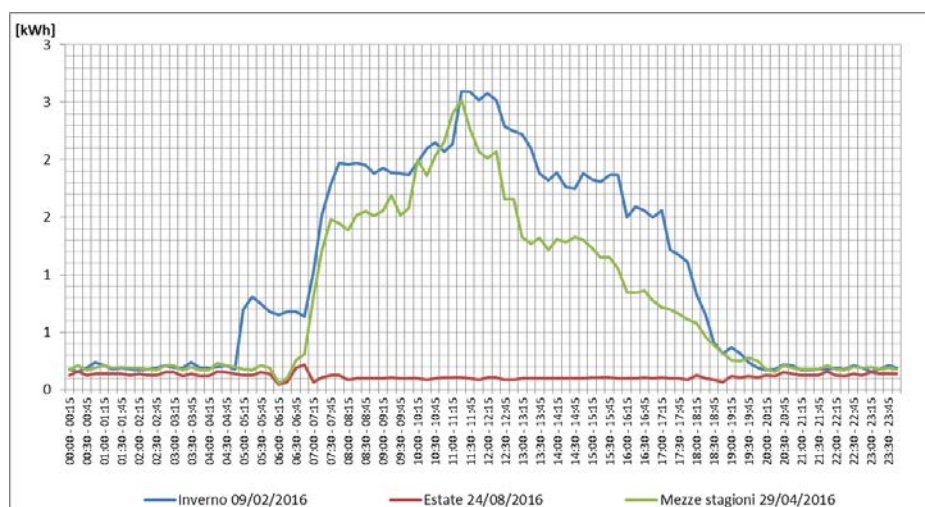
Nella tabella seguente si riporta l'analisi relativa a 3 giornate tipologiche.

Tabella 5.9 – Giornate valutate per l'analisi dei profili giornalieri di consumo elettrico

PROFILO	DATA	GIORNO DELLA SETTIMANA	PERIODO	TEMPERATURA ESTERNA MEDIA [°C]
Profilo 1	09/02/2016	Martedì	Periodo invernale	13,2
Profilo 2	24/08/2016	Mercoledì	Periodo di chiusura	28,2
Profilo 3	29/04/2016	Venerdì	Mezza stagione	16,2

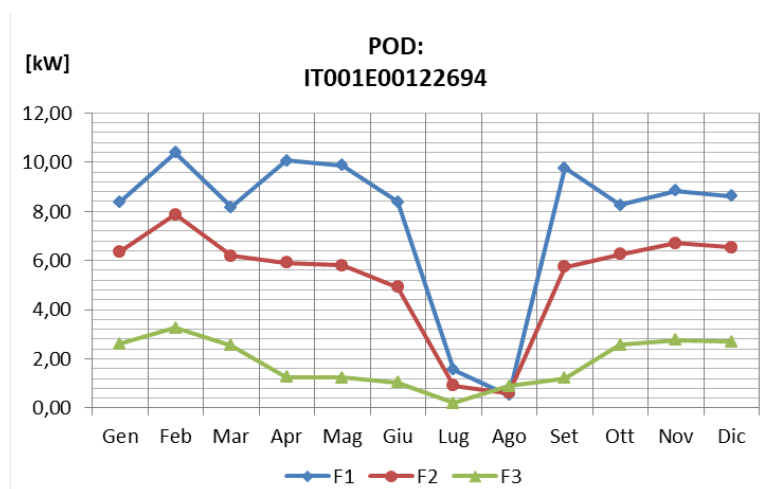
L'andamento dei profili giornalieri di consumo è riportato nei grafici a seguire.

Figura 5.4 – Profili giornalieri tipo dei consumi elettrici per il POD IT001E00122694



Dai grafici così ottenuti si rileva un andamento dei consumi di tipo “a campana”, dovuto ai limitati consumi dell’edificio durante il periodo di non utilizzo (dalla sera dopo le 18 fino al mattino alle 6), e all’entrata in funzione graduale delle varie utenze durante il giorno fino a raggiungere un picco di consumo nelle ore centrali della giornata. Fa eccezione l’andamento del giorno tipo estivo, nel quale i consumi diurni risultano analoghi a quelli notturni, essendo l’edificio non fruito in tale periodo. Si osserva inoltre come nelle mezze stagioni i consumi abbiano un andamento simile ma quantitativamente inferiore nelle ore pomeridiane, presumibilmente per via della maggiore disponibilità di luce naturale e della conseguente minore accensione del sistema di illuminazione interna. Tali andamenti risultano coerenti rispetto alle caratteristiche delle utenze rilevate in sede di sopralluogo ed i consumi notturni ed estivi sono compatibili con le poche utenze che rimangono costantemente in funzione, come il frigorifero.

Figura 5.5 – Profili di potenza giornalieri per il POD IT001E00122694



I profili di potenza giornalieri risultano coerenti con l’effettivo utilizzo dell’edificio e delle utenze elettriche presenti, essendo le fasce di maggiore e minore consumo rispettivamente la F1 e la F3 ed essendo il periodo invernale quello con la potenza assorbita superiore.

Il prelievo di potenza massima stimato è pari a 10,39 kW e si verifica nel mese di febbraio in fascia F1. Tale potenza richiesta risulta coerente con la potenza impegnata del contatore installato.

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 5.10 - Fattori di emissione di CO₂. Tabella 5.10.

Tabella 5.10 - Fattori di emissione di CO₂.

COMBUSTIBILE	FATTORE DI CONVERSIONE
	kgCO ₂ /kWh
Energia elettrica	* 0,467

E1718 – Asilo Nido Lilliput

Gas naturale	* 0,202
GPL	* 0,227
Olio combustibile	* 0,267
Gasolio	* 0,267
Benzina	* 0,249

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

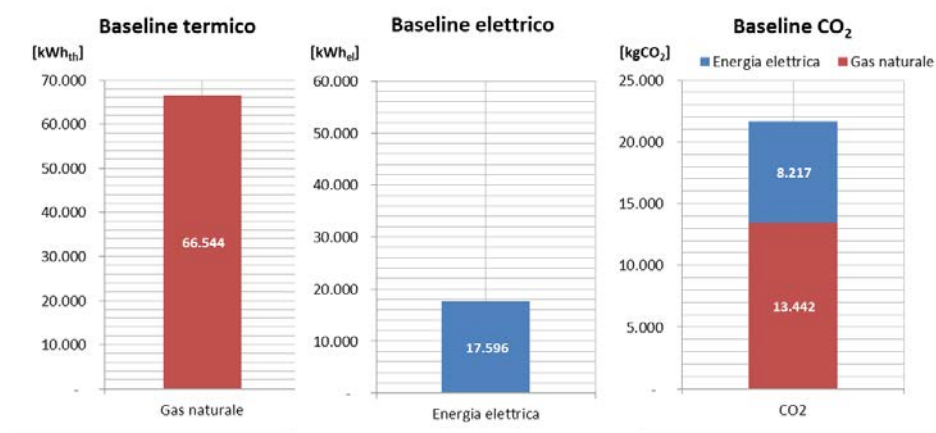
Applicando tali fattori di conversione è stato possibile valutare la Baseline delle emissioni di CO₂, come riportato nella Tabella 5.11 – Baseline delle emissioni di CO₂.

Tabella 5.11 – Baseline delle emissioni di CO₂.

COMBUSTIBILE	FATTORE DI CONVERSIONE	
	CONSUMO DI BASELINE [kWh]	[tCO ₂ /MWh]
Energia elettrica	17.596	0,467
Gas naturale	66.544	0,202

	FATTORE DI CONVERSIONE	
	[kWh]	[tCO ₂]
Energia elettrica	17.596	8,217
Gas naturale	66.544	13,442

Figura 5.6 – Rappresentazione grafica della Baseline dei consumi e delle emissioni di CO₂



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

E1718 – Asilo Nido Lilliput

Tabella 5.12 - 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
Gasolio	1,07	0	1,07

La valutazione degli indicatori di performance è stata effettuata parametrizzando i consumi reali di Baseline di cui al Capitolo 5, in funzione dei fattori riportati nella Tabella 5.13.

Tabella 5.13 – Fattori di riparametrizzazione

	PARAMETRO	VALORE	U.M.
FATTORE 1	Superficie netta riscaldata	545	m ²
FATTORE 2	Superficie netta complessiva delle aree interne (riscaldate e non riscaldate)	760	m ³
FATTORE 3	Volume lordo complessivo (aree interne riscaldate e non riscaldate)	2.456	m ³

Nella Tabella 5.14 e

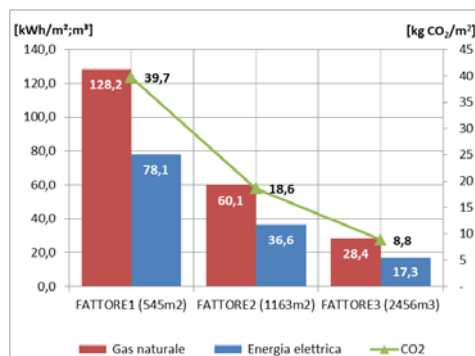
Tabella 5.15 sono riportati gli indicatori di performance valutati coerentemente con quanto riportato nella sezione 2.5 dell'Allegato J – Schede di audit.

Tabella 5.14 – Indicatori di performance calcolati con riferimento all'energia primaria totale

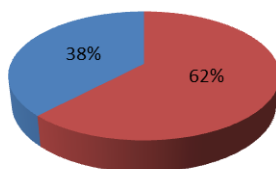
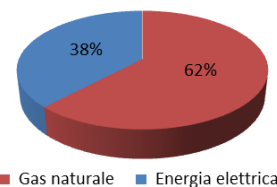
VETTORE ENERGETICO	CONSUMO ENERGETICO DI BASELINE	FATTORE DI CONVERSIONE ENERGIA PRIMARIA TOTALE	CONSUMO DI ENERGIA PRIMARIA TOTALE	INDICATORI DI CONSUMO ENERGIA PRIMARIA TOTALE			INDICATORI AMBIENTALI		
				FATTORE 1	FATTORE 2	FATTORE 3	FATTORE 1	FATTORE 2	FATTORE 3
	[kWh/anno]		[kWh/anno]	[kWh/m ²]	[kWh/m ²]	[kWh/m ³]	[Kg CO ₂ /m ²]	[Kg CO ₂ /m ²]	[Kg CO ₂ /m ³]
Gas naturale	66.544	1,05	69.871	21,8	21,1	4,7	4,19	4,06	0,91
Energia elettrica	17.596	2,42	42.582	13,3	12,9	2,9	2,56	2,48	0,55
TOTALE			112.454	35	34	8	7	7	1

Tabella 5.15 – Indicatori di performance calcolati con riferimento all'energia primaria non rinnovabile

VETTORE ENERGETICO	CONSUMO ENERGETICO DI BASELINE	FATTORE DI CONVERSIONE ENERGIA PRIMARIA NON RINN.	CONSUMO DI ENERGIA PRIMARIA NON RINN.	INDICATORI DI CONSUMO ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE			INDICATORI AMBIENTALI		
				FATTORE 1	FATTORE 2	FATTORE 3	FATTORE 1	FATTORE 2	FATTORE 3
	[kWh/anno]		[kWh/anno]	[kWh/m ²]	[kWh/m ²]	[kWh/m ³]	[Kg CO ₂ /m ²]	[Kg CO ₂ /m ²]	[Kg CO ₂ /m ³]
Gas naturale	66.544	1,05	69.871	21,8	21,1	4,7	4,19	4,06	0,91
Energia elettrica	17.596	1,95	34.312	10,7	10,4	2,3	2,56	2,48	0,55
TOTALE			104.183	32	31	7	7	7	1

Figura 5.7 – Indicatori di performance e relative emissioni di CO₂ valutati in funzione della superficie utile riscaldata

 Figura 5.8 – Ripartizione % dei consumi di energia primaria e delle relative emissioni di CO₂

Ripartizione % energia primaria


 Ripartizione % emissioni CO₂


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

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

- Fattore di forma dell'edificio, in funzione del 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 5.16 – 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	22,9	22,1	14,9	-	-	-
Energia elettrica	-	-	-	24,8	25,1	24,5

E' stato quindi possibile effettuare un raffronto con le classi di merito riportate nelle suddette Linee Guida ENEA - FIRE, ottenendo valori SUFFICIENTI per l'indice IEN_R del 2014 e 2015 e valore BUONO per il 2016 mentre l'indice IEN_E risulta INSUFFICIENTE per tutti e tre gli anni.

I dettagli dell'analisi degli indici di performance enregtici sono riportati nell'Allegato M Report di Benchmark.

6 MODELLO DEL FABBISOGNO ENERGETICO

6.1 METODOLOGIA DI CALCOLO ADOTTATA E VALIDAZIONE DEI MODELLI DI CALCOLO

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

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

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

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

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

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

INDICE DI PRESTAZIONE ENERGETICA		U.M.	ENERGIA PRIMARIA TOTALE	ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE
Globale non rinnovabile	EP _{gl,nren}	kWh/mq anno	404,06	392,71
Climatizzazione invernale	EP _H	kWh/mq anno	297,81	296,21
Produzione di acqua calda sanitaria	EP _w	kWh/mq anno	56,62	56,50
Ventilazione	EP _v	kWh/mq anno	-	-
Raffrescamento	EP _c	kWh/mq anno	-	-
Illuminazione artificiale	EP _L	kWh/mq anno	49,63	39,99
Trasporto di persone e cose	EP _T	kWh/mq anno	-	-
Emissioni equivalenti di CO2	CO _{2eq}	Kg/mq anno	89,30	89,30

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	U.M.	CONSUMO ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE
			[kWh/anno]
Gas Naturale	19.025,24	[m ³ /anno]	188.179
Energia Elettrica	13.174,38	[kWh/anno]	25.690

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

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

Dove:

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

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

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

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

FABBISOGNO	Corrispondenza UNI TS 11300 [kWhel]
Energia ausiliaria complessiva assorbita dal sottosistema di generazione per la produzione di ACS	$E_{W, aux, gn}$
Energia ausiliaria complessiva assorbita dal sottosistema di generazione per il riscaldamento	$E_{H, aux, gn}$
Fabbisogno di energia elettrica dell’impianto di ventilazione meccanica e dei terminali di emissione	$E_{ve,el} + E_{aux,e}$
Fabbisogno di energia elettrica per gli ausiliari di distribuzione (Riscaldamento e ACS)	$E_{W, aux, d} + E_{W, aux, d}$
Fabbisogno di energia elettrica per l’illuminazione interna dell’edificio	$E_{L,int}$
Fabbisogno di energia elettrica per gli ausiliari degli impianti di climatizzazione	$Q_{c,aux}$
Fabbisogno di energia elettrica per i sistemi di trasporto (+ eventuali altri carichi interni)	$E_T + E_{altro}^{(1)}$
Perdite al trasformatore	$E_{trasf}^{(1)}$
Energia elettrica esportata dall’impianto a fonti rinnovabili	$E_{exp,el}$

Nota (1) Tale contributo non è definito all’interno delle norme UNITS 11300 pertanto è stato valutato dall’Auditor sulla base del censimento delle utenze e del relativo tempo di utilizzo, rilevati in sede di sopralluogo.

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 le temperature medie reali di ogni mese, il profilo di utilizzo dell’edificio e le temperature interne rilevate durante il sopralluogo.

I valori effettivi di temperatura rilevati ed utilizzati all’interno della modellazione, e gli altri eventuali parametri che sono stati modificati rispetto alla condizione standard sono riportati nell’Allegato E – Relazione di dettaglio dei calcoli.

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

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

INDICE DI PRESTAZIONE ENERGETICA		U.M.	ENERGIA PRIMARIA TOTALE	ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE
Globale non rinnovabile	$EP_{gl,nren}$	kWh/mq anno	183,02	172,08
Climatizzazione invernale	EP_H	kWh/mq anno	113,16	111,92
Produzione di acqua calda sanitaria	EP_w	kWh/mq anno	20,22	20,17
Ventilazione	EP_v	kWh/mq anno	-	-
Raffrescamento	EP_c	kWh/mq anno	-	-
Illuminazione artificiale	EP_L	kWh/mq anno	49,63	39,99
Trasporto di persone e cose	EP_T	kWh/mq anno	-	-
Emissioni equivalenti di CO2	CO_{2eq}	Kg/mq anno	45,01	45,01

Nota: i fattori utilizzati per il calcolo della produzione di CO₂ dal software di modellazione energetica sono 0,227 kgCO₂/kWh per il gas metano e 0,200 kgCO₂/kWh per l’energia elettrica.

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

Gli indicatori di performance energetica ricavati dai consumi di baseline (Tabelle 5.13 e 5.14) e quelli ricavati dalla modellazione in modalità adattata all’utenza (Tabella 6.4) non sono congruenti in quanto non è possibile eseguire una validazione del modello elettrico mediante il software per la modellazione energetica.

Il metodo utilizzato per la validazione del modello elettrico è riportato al paragrafo 6.1.2 Validazione del modello elettrico.

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

FONTE ENERGETICA UTILIZZATA	CONSUMO	CONSUMO
	[mc/anno]	[kWh/anno]
Gas Naturale	6.987	65.817
Energia Elettrica	-	16.940

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

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

$Q_{teorico}$	$Q_{baseline}$	Congruità
[kWh /anno]	[kWh /anno]	[%]
65.817	66.544	-1,09

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.

Il dettaglio dei calcoli effettuati ai fini della definizione del modello elettrico è riportato nell'Allegato B – Elaborati.

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

$EE_{teorico}$	$EE_{baseline}$	Congruità
[kWh/anno]	[kWh/anno]	[%]
16.940	17.596	-3,87

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

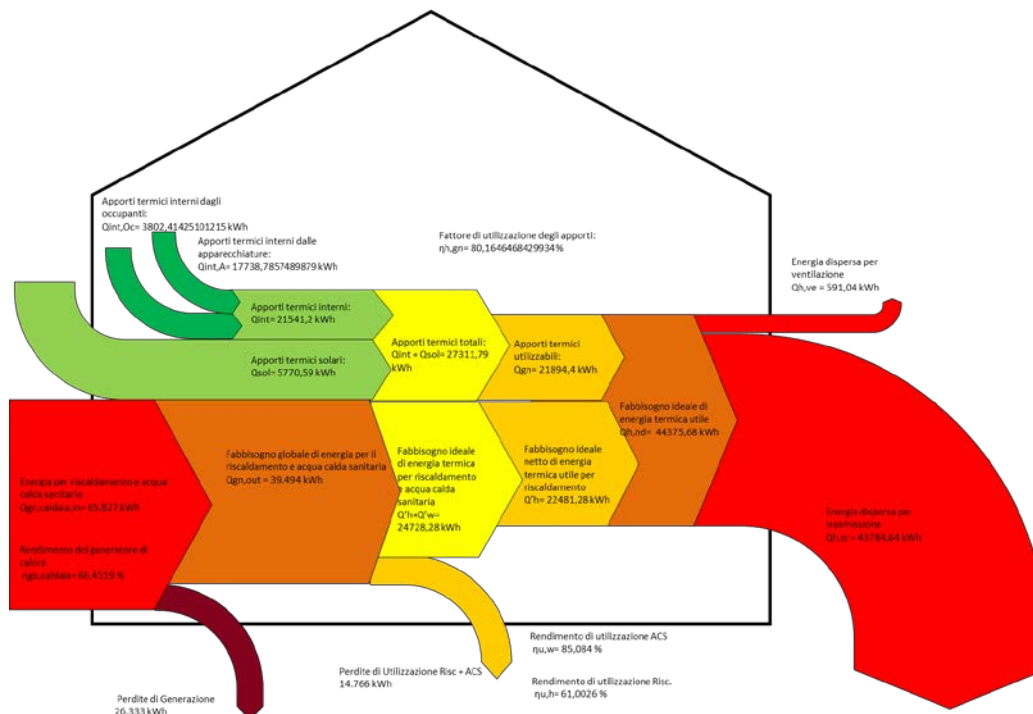
6.2 FABBISOGNI ENERGETICI

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

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

I risultati del bilancio energetico termico sono stati rappresentati nella forma di diagramma di Sankey riportato nella figura che segue.

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

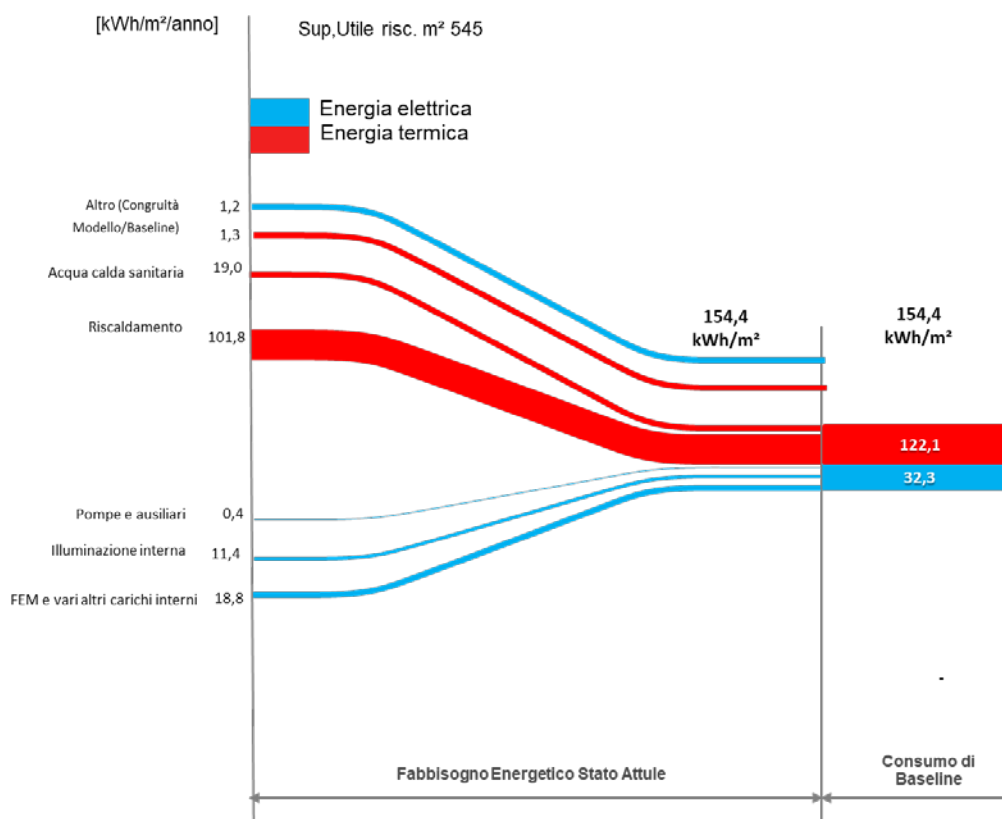


Dall'analisi del diagramma di Sankey relativo al fabbisogno termico dell'edificio è possibile notare che l'edificio oggetto di DE non presenta né energia recuperata nel sottosistema di generazione né energia termica da fonte rinnovabile. Il fattore di utilizzazione degli apporti gratuiti è 80,16% mentre i

rendimenti di utilizzazione del sistema di riscaldamento e produzione di acs sono rispettivamente 61% e 85%.

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

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



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

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

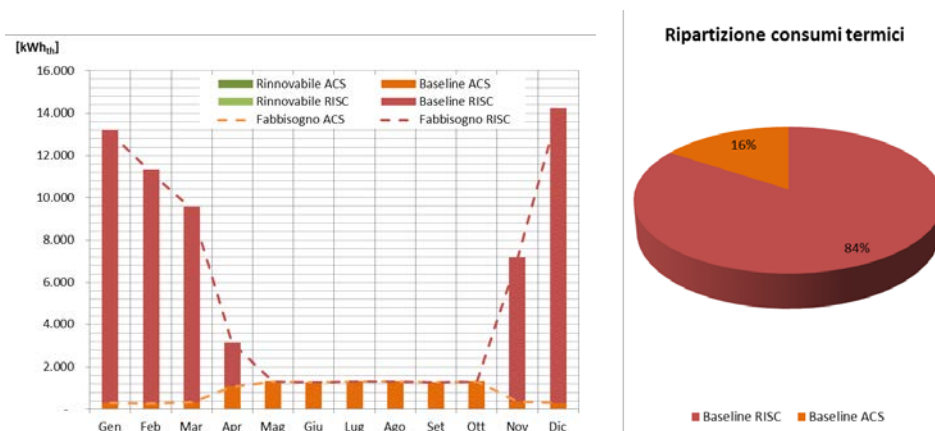
Nel caso in cui i consumi teorici ricavati dalla modellazione siano sovrastimati rispetto alla Baseline, i consumi specifici riportati nel diagramma vengono rappresentati come dei consumi normalizzati al baseline. Nel caso in cui, invece i consumi teorici siano inferiori rispetto alla Baseline il termine “Altro – Congruietà” rappresenta la differenza per eccesso tra i consumi specifici di Baseline ed i consumi teorici.

6.3 PROFILI ENERGETICI MENSILI

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

Il confronto tra i due profili è riportato in Figura 6.3

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



Si può notare come la maggioranza dei consumi termici sia da attribuirsi all'utilizzo per la climatizzazione dei locali, pertanto, gli interventi migliorativi proposti andranno ad interessare principalmente tale utilizzo.

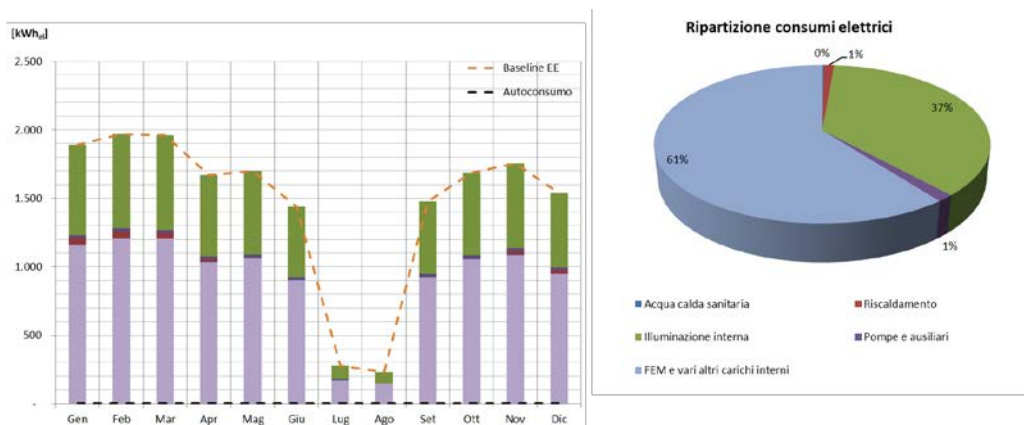
Anche relativamente all'analisi dei fabbisogni di energia elettrica, la ripartizione tra i vari utilizzi è stata effettuata in funzione degli esiti della modellazione.

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

Il dato di FEM è stato calcolato come prodotto tra la potenza elettrica complessiva delle apparecchiature elettriche e i relativi profili di utilizzo.

I risultati di tale valutazione sono riportati nella Figura 6.4

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



Si può notare come la maggior parte dei consumi sia da attribuirsi all'utilizzo FEM e altri carichi interni e all'impianto di illuminazione interna, pertanto, uno degli interventi migliorativi proposti andrà ad interessare l'impianto di illuminazione.

7 ANALISI DEI COSTI PRE-INTERVENTO

7.1 COSTI RELATIVI ALLA FORNITURA DEI VETTORI ENERGETICI

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

7.1.1 Vettore termico

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

- PDR 1 – 3270016245606: contratto O&M>35kW. E' stato quindi possibile effettuare un'analisi di dettaglio dei costi fatturati e delle caratteristiche del contratto di fornitura.
- PDR 2 – 3270016245505: contratto di fornitura del solo vettore energetico, stipulato direttamente dalla PA con la società di fornitura. In consumo non è stato considerato per il calcolo del Qbaseline.

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

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

PDR: 3270016245606	2014	2015	2016
Indirizzo di fornitura			
Dati di intestazione fattura	n/d	COMUNE DI GENOVA	COMUNE DI GENOVA
Società di fornitura	n/d	IREN MERCATO SPA - ENI S.P.A.	ENI S.P.A.- ENERGETIC S.p.A.
Inizio periodo fornitura	n/d	IREN MERCATO SPA 01/01/2015- ENI S.P.A. 01/04/2015	ENI SPA 01/01/2016- ENERGETIC S.p.A. 01/04/2016
Fine periodo fornitura	n/d	IREN MERCATO SPA 31/03/2015- ENI S.P.A. 31/12/2015	ENI SPA 01/01/2016- ENERGETIC S.p.A. 01/04/2016
Classe del contatore	n/d	CLASSE G0016	CONTATORE INTEGRATO Totalmente CORRETTO, CLASSE G16
Tipologia di contratto	n/d	Prodotto Consip 7 Gas - CODICE OFFERTA: oP1208	Prodotto per la gara CONSIP 8 Indiretti
Opzione tariffaria ⁽¹⁾	n/d	oP1208	Prodotto per la gara CONSIP 8 Indiretti
Valore del coefficiente correttivo dei consumi	n/d	1,023328	1,0
Potere calorifico inferiore convenzionale del combustibile	n/d	38, 19 MJ/MC	39,19 MJ/MC
Prezzi di fornitura del combustibile ⁽²⁾ (IVA INCLUSA)	n/d	0,05 €/kWh	0,09 €/kWh

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

Nota (2): con prezzo di fornitura s'intende soltanto la quota variabile del servizio di acquisto e vendita, sono escluse le imposte, i corrispettivi per il dispacciamento e lo sbilanciamento, per l'uso della rete, e il servizio di misura e ogni altra voce.

Nella tabella Tabella 7.2 si riporta l'andamento del costo del vettore termico nel triennio di riferimento (escluso l'anno 2014 di cui non sono disponibili fatture), suddiviso nelle varie componenti.

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

PDR: 3270016245606	QUOTA ENERGIA	ONERI DI SISTEMA	ONERI DI SISTEMA	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURATO	COSTO UNITARIO (IVA INCLUSA)
		PARTE FISSA	PARTE VARIABILE					
ANNO 2015	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[kWh]	[€/kWh]
Gen - 15	1.584	68	550	744	606	3.552	18.361	0,193
Feb - 15	-	-	-	-	-	-	17.951	-
Mar - 15	-	-	-	-	-	-	13.867	-
Apr - 15	223	72	73	166	117	651	6.111	0,107
Mag - 15	-	-	-	-	-	-	-	-
Giu - 15	-	-	-	-	-	-	-	-
Lug - 15	-	24	-	-	5	29	-	-
Ago - 15	-	24	-	-	5	29	-	-
Set - 15	-	24	-	-	5	29	-	-
Ott - 15	-	24	-	-	5	29	-	-
Nov - 15	191	24	64	147	94	519	5.903	0,088
Dic - 15	599	24	201	461	283	1.567	9.521	0,165
Totale	2.597	283	888	1.518	1.120	6.406	71.714	0,089
PDR: 3270016245606	QUOTA ENERGIA	ONERI DI SISTEMA	ONERI DI SISTEMA	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURATO	COSTO UNITARIO (IVA INCLUSA)
		PARTE FISSA	PARTE VARIABILE					
ANNO 2016	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[kWh]	[€/kWh]
Gen - 16	336	28	203	244	148	959	12.729	0,075
Feb - 16	157	28	52	126	80	443	10.119	0,044
Mar - 16	78	28	5	61	38	209	9.727	0,021
Apr - 16	2	27	1	2	7	39	2.027	0,019
Mag - 16	37	27	22	39	27	152	-	-
Giu - 16	35	27	21	38	27	148	-	-
Lug - 16	18	27	10	18	16	88	-	-
Ago - 16	17	27	10	18	16	88	-	-
Set - 16	17	27	10	17	16	87	-	-
Ott - 16	20	27	9	18	16	90	-	-
Nov - 16	205	27	95	184	112	624	7.280	0,086
Dic - 16	313	27	144	282	169	935	8.091	0,116
Totale	1.236	325	583	1.046	671	3.861	49.973	0,077

Dall'analisi effettuata risulta evidente che l'andamento dei costi segue il consumo di gas metano per riscaldamento e produzione di ACS.

E1718 – Asilo Nido Lilliput

Il calcolo della tariffa è stato effettuato considerando come tipologia di classe del contatore il range G10-G40.

Nella Tabella 7.3 si riporta l'andamento mensile del costo del vettore termico nell'anno 2017.

Tabella 7.3 Prezzo unitario mensile 2017

ANNO 2017	[€/kWh]
Gen - 17	0,085
Feb - 17	0,085
Mar - 17	0,085
Apr - 17	0,081
Mag - 17	0,081
Giu - 17	0,081
Lug - 17	0,081
Ago - 17	0,081
Set - 17	0,081
Ott - 17	0,083
Nov - 17	0,083
Dic - 17	0,083
Media, CuQ	0,0828

Nel grafico in Figura 7.1 è riportato l'andamento del costo unitario del vettore termico per le mensilità dell'anno 2017 per cui è stato possibile ricavare i costi unitari forniti da ARERA.

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

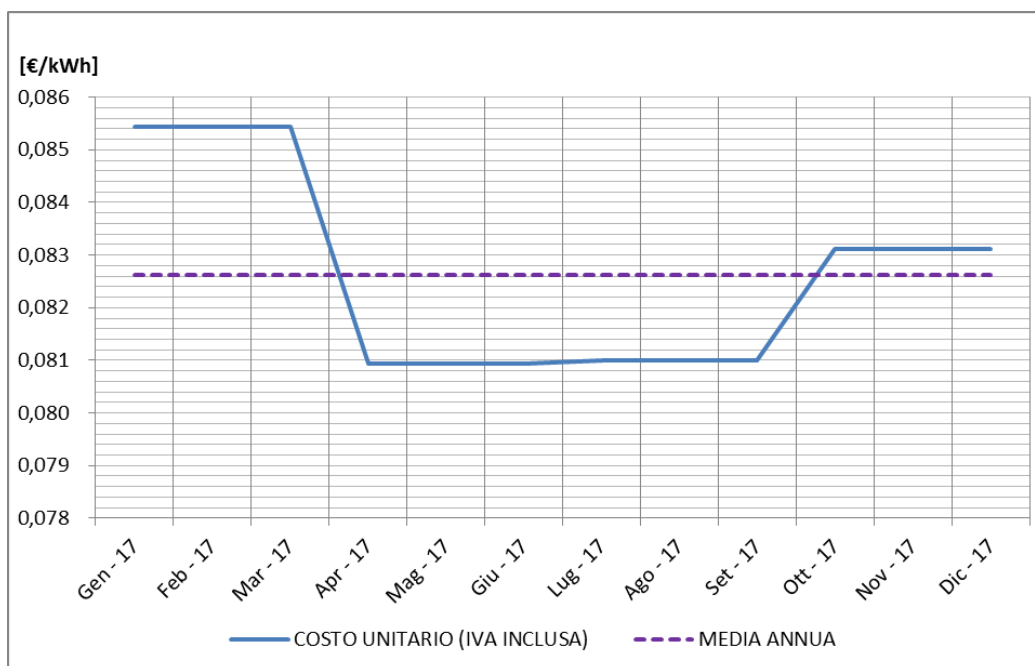
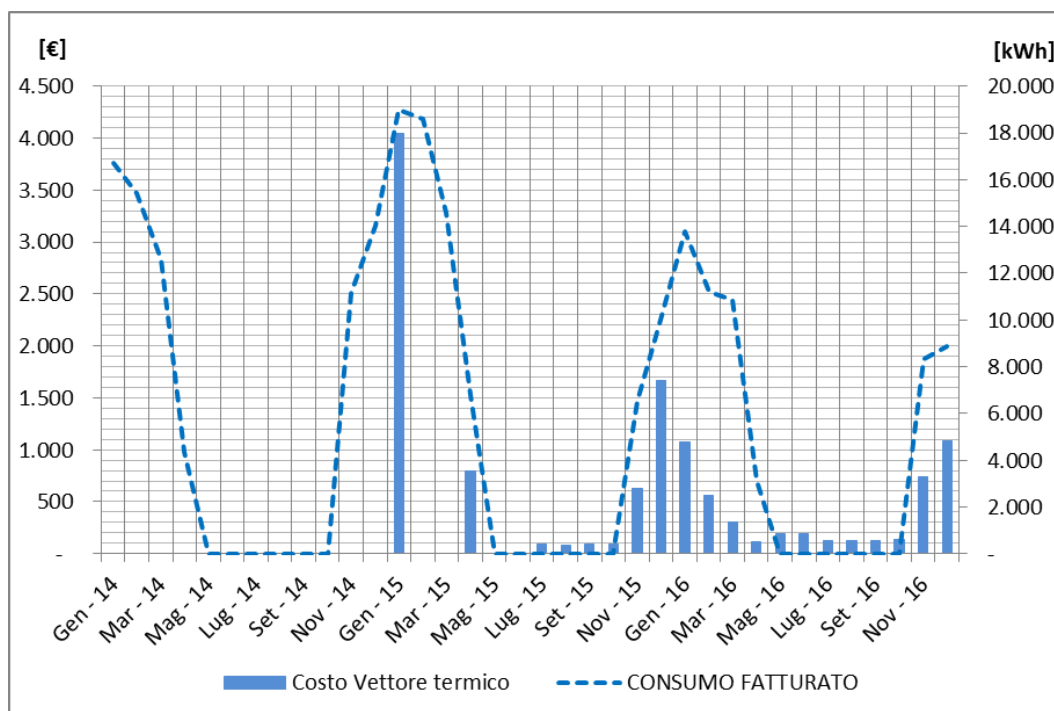


Figura 7.2 – Andamento dei consumi e dei costi dell'energia termica



7.1.2 Vettore elettrico

La fornitura del vettore elettrico riferito al POD IT001E00097053 avviene tramite un 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 7.4 si riportano le principali caratteristiche del contratto di fornitura del vettore termico per gli anni di riferimento.

Tabella 7.4 – Caratteristiche dei contratti di fornitura del vettore elettrico per il triennio di riferimento

POD: IT001E00122694	2014	2015	2016
Indirizzo di fornitura	VIA BOLOGNA 21 - GENOVA		
Dati di intestazione fattura	COMUNE DI GENOVA PATRIMONIO DEMANIO E SPORT VIA G. GARIBALDI, 9 - 16124 GENOVA	COMUNE DI GENOVA PATRIMONIO DEMANIO E SPORT VIA G. GARIBALDI, 9 - 16124 GENOVA	COMUNE DI GENOVA PATRIMONIO DEMANIO E SPORT VIA G. GARIBALDI, 9 - 16124 GENOVA
Società di fornitura	Edison Energia	Edison Energia + Gala	Gala + Iren
Inizio periodo fornitura	01/10/2013	01/10/2013 - 01/04/2015	01/04/2015 – 01/04/2016
Fine periodo fornitura	31/03/2015	31/03/2015 -31/03/2016	31/03/2016 – info non disponibile
Potenza elettrica impegnata	22 kW	20 kW	22 kW
Potenza elettrica disponibile	22 kW	22 kW	22 kW
Tipologia di contratto	BT	BT	BT
Opzione tariffaria ⁽¹⁾	Genova-2013-NEW	A6	CONSIP13 VERDE - L0390
Prezzi del fornitura dell'energia elettrica ⁽²⁾ [€/kWh]	0,07	0,08	0,09



E1718 – Asilo Nido Lilliput

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

Nota (2): con prezzo di fornitura s'intende soltanto la quota variabile del servizio di acquisto e vendita, sono escluse le imposte, i corrispettivi per il dispacciamento e lo sbilanciamento, per l'uso della rete, e il servizio di misura e ogni altra voce.

Nella Tabella 7.5 si riporta l'andamento del costo del vettore elettrico nel triennio di riferimento, suddiviso nelle varie componenti.

Tabella 7.5 – Andamento del costo del vettore elettrico nel triennio di riferimento

POD: IT001E00122694	VENDITA	DISPACCIAMENTO	RETE	ACCISE	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURATO	COSTO UNITARIO
Anno 2014	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[kWh]	[€/kWh]
Gennaio	95,67	15,80	149,23	16,76	0	61,04	338,50	1.949	0,17
Febbraio	197,75	23,45	289,01	30,26	0	118,90	659,37	1.813	0,36
Marzo	146,70	24,37	213,38	23,55	0	89,76	497,76	1.884	0,26
Aprile	123,84	27,86	194,23	19,88	0	80,48	446,29	1.590	0,28
Maggio	127,81	28,50	197,78	20,71	0	82,46	457,26	1.657	0,28
Giugno	86,20	23,10	172,82	16,78	0	65,76	364,66	1.342	0,27
Luglio	36,11	8,05	108,01	6,30	0	34,86	193,33	504	0,38
Agosto	29,36	6,72	101,17	5,26	0	31,35	173,86	421	0,41
Settembre	119,45	24,76	190,82	19,39	0	77,97	432,39	1.551	0,28
Ottobre	125,61	24,03	201,20	20,49	0	81,69	453,02	1.639	0,28
Novembre	125,49	24,38	205,12	20,78	0	82,67	458,44	1.662	0,28
Dicembre	115,20	23,07	196,56	19,65	0	77,99	432,47	1.572	0,28
Totale	1.329,19	254,09	2.219,33	219,81	0	884,93	4.907,35	17.584	0,28

POD: IT001E00122694	VENDITA	DISPACCIAMENTO	RETE	ACCISE	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURATO	COSTO UNITARIO
Anno 2015	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[kWh]	[€/kWh]
Gennaio	165,97	0,00	219,78	24,55	0,00	41,03	451,33	1.964	0,23
Febbraio	159,51	0,00	218,27	24,33	0,00	40,21	442,32	1.946	0,23
Marzo	159,47	0,00	224,00	25,20	0,00	40,87	449,54	2.016	0,22
Aprile	63,56	0,00	147,72	13,81	0,00	22,51	247,60	1.625	0,15
Maggio	63,41	0,00	150,25	14,23	0,00	22,79	250,68	1.679	0,15
Giugno	62,10	0,00	151,64	14,45	0,00	22,82	251,01	1.334	0,19
Luglio	86,45	0,00	148,41	13,53	0,00	24,84	273,23	480	0,57
Agosto	62,97	0,00	153,88	14,39	0,00	23,12	254,36	448	0,57
Settembre	-35,79	0,00	155,30	14,61	0,00	13,41	147,53	1.402	0,11
Ottobre	56,59	0,00	164,12	15,24	0,00	23,60	259,55	1.679	0,15
Novembre	119,03	0,00	165,05	15,38	0,00	29,95	329,41	1.596	0,21
Dicembre	244,10	0,00	42,25	28,08	0,00	25,79	340,22	1.648	0,21

E1718 – Asilo Nido Lilliput

Totale	1.207,37	0,00	1.940,67	217,80	0,00	330,93	3.696,77	17.817	0,21
POD: IT001E00122694	VENDITA	DISPACCIAMENTO	RETE	ACCISE	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURATO	COSTO UNITARIO
Anno 2016	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[kWh]	[€/kWh]
Gennaio	55,77	0,00	157,44	15,88	0,00	22,91	252,00	1.795	0,14
Febbraio	84,09	0,00	207,93	25,30	0,00	31,73	349,05	1.986	0,18
Marzo	187,56	0,00	239,65	27,97	0,00	45,52	500,70	1.750	0,29
Aprile	85,15	68,58	120,63	19,93	0,00	29,43	323,72	1.594	0,20
Maggio	93,30	69,00	123,63	20,48	0,00	30,64	337,05	1.638	0,21
Giugno	80,15	65,76	103,75	16,83	0,00	26,65	293,14	1.346	0,22
Luglio	24,78	55,97	36,22	4,44	0,00	12,14	133,55	355	0,38
Agosto	22,35	55,93	36,08	4,41	0,00	11,88	130,65	353	0,37
Settembre	21,42	55,71	34,52	4,13	0,00	11,58	127,36	1.549	0,08
Ottobre	225,97	82,84	208,62	36,02	0,00	55,35	608,80	1.663	0,37
Novembre	182,72	71,65	135,15	-2,39	0,00	38,71	425,84	1.801	0,24
Dicembre	500,12	69,15	118,47	19,46	0,00	70,72	777,92	1.557	0,50
Totale	1.563,38	594,59	1.522,09	192,46	0,00	387,25	4.259,77	17.387	0,24

Nota (1) per dicembre 2014, marzo 2015 e luglio 2016 non si sono trovati dati in fattura per cui i valori sono stati ricavati per raffronto/similitudine con i mesi precedenti

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

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

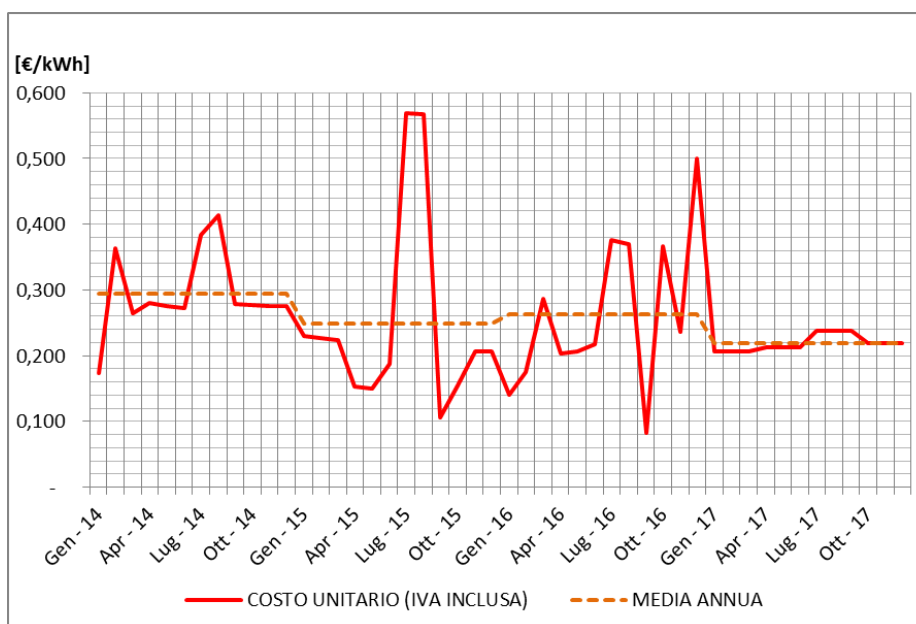
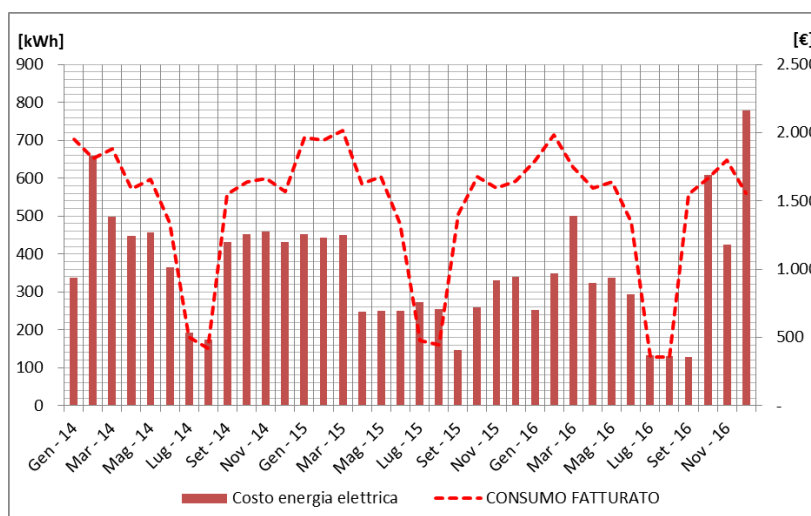


Figura 7.4 – Andamento dei consumi e dei costi dell'energia elettrica



Dall'analisi effettuata risulta evidente che l'andamento dei costi segue l'andamento dei consumi di energia elettrica.

7.2 TARIFFE E PREZZI VETTORI ENERGETICI UTILIZZATI NELL'ANALISI

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

Nella Tabella 7.6 sono sintetizzati i costi ed i consumi energetici precedentemente analizzati.

Tabella 7.6 - Sintesi dei consumi nel triennio di riferimento

ANNO	VETTORE TERMICO			VETTORE ELETTRICO		
	[kWh]	[€]	[€/kWh]	[kWh]	[€]	[€/kWh]
2014	70.763	n.d.	n.d.	17.584	4.907	0,28
2015	100.719	6.406	0,06	17.817	3.697	0,21
2016	48.259	3.861	0,08	17.387	4.260	0,24
Media	64.150	n.d.	n.d.	17.596	4.288	0,24

Nota: i valori di consumo termico 2014 indicati provengono dal file KyotoBaseline – E1718 poiché le fatture non sono disponibili, mentre per il 2015 e 2016 sono indicati quelli fatturati.

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

Tabella 7.3 – Valori di costo individuati per il calcolo della Baseline

Definizione		Valore	U.M.
Costo unitario dell'energia termica	Valore ARERA ridotto del 5%	Cu _Q	0,083 [€/kWh]
Costo unitario dell'energia elettrica	Valore ARERA ridotto del 5%	Cu _{EE}	0,219 [€/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:

- L1-042-191: servizio O&M>35kW

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

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

Tali servizi prevedono il pagamento di un canone annuale da parte della PA pari a 2.506,65€.

Nel caso di impianti non oggetto di fornitura di energia, il costo della manutenzione CM è pari al valore contrattuale della conduzione e manutenzione (CSIE3) come fornito all'interno del file kyotoBaseline-EXXXX. In questo caso i costi della manutenzione sono ripartiti in una quota ordinaria (CMO) e in una quota straordinaria (CMS) come segue:

$$CMS = 0.1 \times CM$$

$$CMO = 0.9 \times CM$$

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

$$CM = CSIE3 - CQ ;$$

e sono ripartiti in una quota ordinaria (CMO) e in una quota straordinaria (CMS) come segue:

$$CMS = 0.21 \times CM$$

$$CMO = 0.79 \times CM$$

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

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

Definizione		Valore	U.M.
Costo per la gestione e manutenzione ordinaria	Corrispettivo annuale relativo al contratto O&M in essere	CM _o	2.256 [€/anno]
Costo per la manutenzione straordinaria	Media relativa a gli stessi anni considerati per il rilevamento dei consumi storici	CM _s	251 [€/anno]

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

7.4 BASELINE DEI COSTI

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

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

Per la componente energetica vale la seguente formula:

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

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

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

Ne risulta quindi un C_E pari a 9.364 € e un $C_{baseline}$ pari a 11.871 €.

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

VETTORE TERMICO			VETTORE ELETTRICO				O&M ($C_{MO} + C_{MS}$)		TOTALE
$Q_{baseline}$	Cu_Q	C_Q	$EE_{baseline}$	Cu_{EE}	C_{EE}	C_M	C_{MO}	C_{MS}	$CQ+CEE+CM$
[kWh]	[€/kWh]	[€]	[kWh]	[€/kWh]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]
66.544	0,083	5.513	17.596	0,219	3.851	2.507	2.256	251	11.871

Figura 7.5 – Confronto tra i costi medi e di baseline

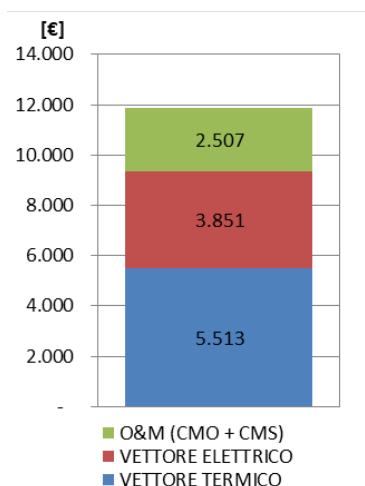
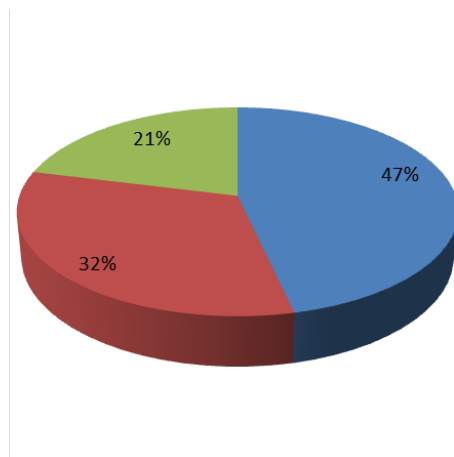


Figura 7.6 – Ripartizione costi di baseline



8 IDENTIFICAZIONE DELLE MISURE DI EFFICIENZA ENERGETICA

8.1 DESCRIZIONE, FATTIBILITÀ E PRESTAZIONI DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI

8.1.1 Involucro edilizio

EEM1: isolamento dall'esterno della copertura piana e copertura a falda

Generalità

La misura prevede la posa di uno strato di materiale isolante all'estradosso delle coperture al fine di raggiungere un valore di trasmittanza totale per la struttura orizzontale opaca conforme da quanto incentivabile attraverso il conto termico vigente.

Il sistema comporta l'applicazione al di sopra della struttura esistente, di un nuovo strato isolante, di un nuovo manto impermeabile ed infine di una eventuale protezione del manto stesso.

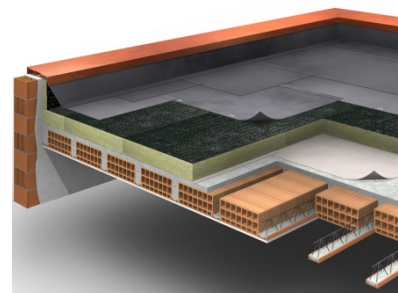
Figura 8.1 - Particolare copertura su cui intervenire.



Caratteristiche funzionali e tecniche

Questo tipo di soluzione prevede che l'elemento di tenuta sia posto al di sopra dell'elemento termoisolante realizzando così una copertura continua. È molto importante in questo caso la scelta della membrana impermeabile in quanto, essendo a contatto con gli agenti atmosferici, deve resistere con successo alle sollecitazioni termiche e meccaniche (vento).

La protezione dell'elemento termoisolante dall'umidità proveniente dagli ambienti sottostanti mediante barriera al vapore consente al materiale coibente di mantenere le sue caratteristiche di resistenza alla trasmissione del calore.



Lana di roccia ad alta resistenza meccanica, conduttività termica λ **0,037 W/mK**, 150 kg/m^3

Spessore isolante: 14 cm

Descrizione dei lavori

L'intervento è così articolato:

- verifica della planarità della superficie destinata a ricevere la barriera al vapore ed eliminazione di eventuali asperità;
- posa della barriera al vapore;
- posa a secco dei pannelli isolanti in un unico strato sfalsati, avendo cura di accostarli perfettamente fra loro per non creare ponti termici in corrispondenza dei giunti: si utilizzano, per questo, pannelli con bordi perimetrali a battente;
- stesura dello strato di separazione costituito da un tessuto non tessuto in poliestere
- posa del manto impermeabile
- posa di un eventuale strato di protezione della membrana impermeabile

Prestazioni raggiungibili

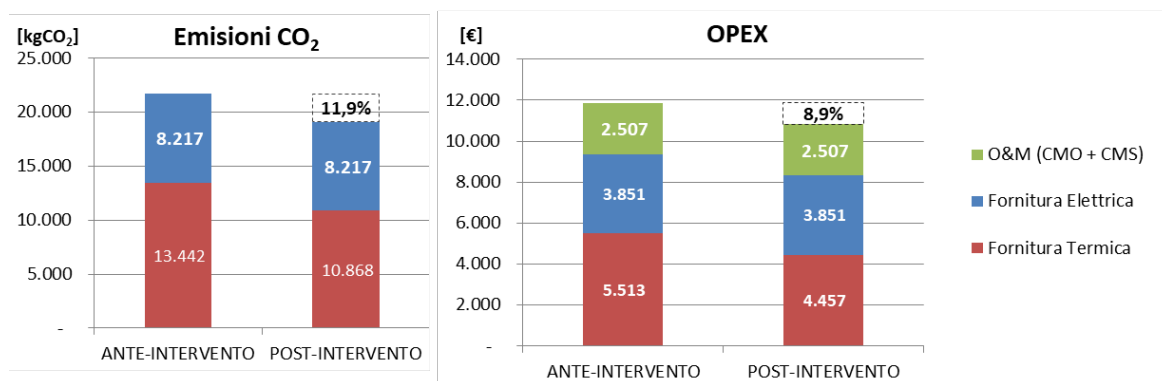
I miglioramenti ottenibili tramite l'attuazione della EEM1 sono riportati nella Tabella 8.1.

Tabella 8.1 – Risultati analisi EEM1: isolamento dall'esterno della copertura piana e copertura a falda

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE
EEM1 Trasmittanza	[W/m ² K]	2,35	0,22	90,6%
Q _{teorico}	[kWh]	65.827	53.220	19,2%
EE _{teorico}	[kWh]	16.940	16.940	0,0%
Q _{baseline}	[kWh]	66.544	53.800	19,2%
EE _{Baseline}	[kWh]	17.596	17.596	0,0%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	13.442	10.868	19,2%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	8.217	8.217	0,0%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	21.659	19.085	11,9%
Fornitura Termica, C _Q	[€]	5.513	4.457	19,2%
Fornitura Elettrica, C _{EE}	[€]	3.851	3.851	0,0%
Fornitura Energia, C_E	[€]	9.364	8.308	11,3%
C _{MO}	[€]	2.256	2.256	0,0%
C _{MS}	[€]	251	251	0,0%
O&M (C _{MO} + C _{MS})	[€]	2.507	2.507	0,0%
OPEX	[€]	11.871	10.815	8,9%
Classe energetica	[-]	E	D	+1 classe

Nota (1) I fattori di emissione per il calcolo delle emissioni di CO₂ sono: 0,202 [kgCO₂/kWh] per il vettore termico e 0,476 [kgCO₂/kWh]. I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,083 [€/kWh] per il vettore termico e 0,219 [€/kWh]

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



EEM2: sostituzione dei serramenti e installazione di valvole termostatiche

Generalità

La misura prevede la sostituzione di tutti i serramenti a vetro singolo e l'installazione delle valvole termostatiche sui radiatori.

Figura 8.3 - Particolare serramenti da sostituire.



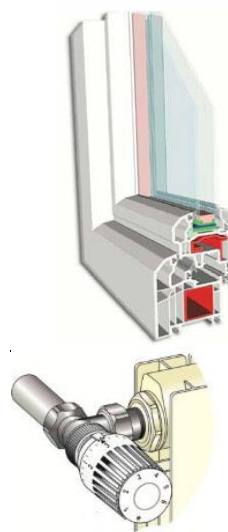
Caratteristiche funzionali e tecniche

L'intervento permette la diminuzione delle dispersioni attraverso i serramenti e gli spifferi esistenti e un netto miglioramento del confort interno e della sicurezza.

Serramenti in pvc vetro doppio basso emissivo con trasmittanza complessiva pari a 1,5 W/m²K.

Infissi in pvc con sistema a giunto aperto, permeabilità all'aria secondo norma EN 12207, tenuta alla pioggia battente secondo norma EN 12208, resistenza al vento secondo la norma EN 12210.

Vetrocamera costituito da due lastre antieffrazione e anticaduta; una lastra è rifinita con uno speciale trattamento basso-emissivo che garantisce un elevato isolamento termico. L'intercapedine tra i vetri è riempita con argon.



La valvola termostatica è una valvola la cui apertura è proporzionale alla differenza fra la temperatura impostata dall'utente sul sensore di temperatura chiamato testa termostatica e la temperatura ambiente misurata.

Lo scopo della valvola termostatica è mantenere la temperatura ambiente pari a quella impostata sulla testa termostatica, perciò quando la temperatura ambiente è uguale alla temperatura impostata, la valvola regola in chiusura.

Descrizione dei lavori

SERRAMENTI

Inserire nell'opera muraria un'apposita controcassa, su misura da progetto. Successivamente effettuare l'installazione del serramento completo di ferramenta, guarnizioni e vetro per garantire il corretto isolamento termico e acustico.

Il piano di separazione tra clima ambiente e clima esterno sarà realizzato in modo da garantire la protezione del giunto dal clima ambiente. Il rispetto di questo requisito viene assicurato dall'esecuzione in forma di barriera al vapore (nastri di tenuta, sigillanti, membrane impermeabili).

Grazie alla sigillatura esterna, il piano di protezione dagli agenti atmosferici nella zona di raccordo correrà sulla superficie esterna della costruzione.

I fissaggi dovranno trasmettere all'edificio, con la necessaria sicurezza, tutte le forze che agiscono a livello della finestra, tenendo conto dei movimenti che intervengono nella zona di raccordo. Nella fase di progettazione valutare le condizioni della struttura esistente, il rilevamento delle forze agenti nella zona di raccordo e dei movimenti che interessano tale zona. A seguito di tale analisi verranno scelti i punti e gli elementi di fissaggio.

L'installazione del profilo tramite viti autofilettanti in acciaio, garantirà il diretto fissaggio tra i componenti edilizi, aumentato ulteriormente dall'inserimento di schiuma poliuretanica negli spazi rimanenti, materiale che permette il continuo assestamento del serramento.

VALVOLE TERMOSTATICHE

Fasi di installazione:

1. Scollegamento del radiatore dal vecchio corpo valvola esistente e dal circuito di riscaldamento.
2. Eliminazione dei raccordi dai tubi del circuito.
3. Montaggio della nuova valvola sul tubo di mandata, e del nuovo detentore sul tubo di ritorno.
4. Montaggio dei nuovi codoli di raccordo alle estremità.
5. Ricollegamento del radiatore ai tubi del circuito

Prestazioni raggiungibili

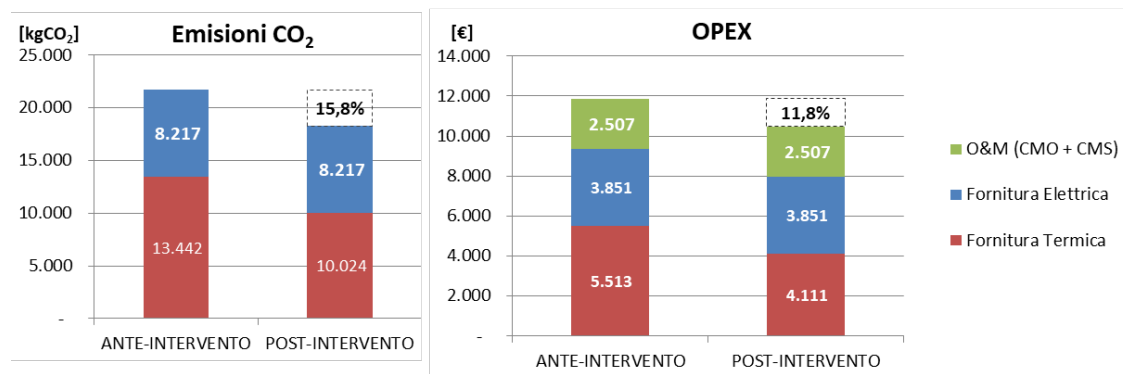
I miglioramenti ottenibili tramite l'attuazione della EEM2 sono riportati nella Tabella 8.2.

Tabella 8.2 – Risultati analisi EEM2: sostituzione dei serramenti e installazione di valvole termostatiche

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE
EEM2 Trasmittanza	[W/m ² K]	4,7	1,5	68,1%
Q _{teorico}	[kWh]	65.827	49.091	25,4%
EE _{teorico}	[kWh]	16.940	16.940	0,0%
Q _{baseline}	[kWh]	66.544	49.625	25,4%
EE _{Baseline}	[kWh]	17.596	17.596	0,0%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	13.442	10.024	25,4%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	8.217	8.217	0,0%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	21.659	18.242	15,8%
Fornitura Termica, C _Q	[€]	5.513	4.111	25,4%
Fornitura Elettrica, C _{EE}	[€]	3.851	3.851	0,0%
Fornitura Energia, C_E	[€]	9.364	7.963	15,0%
C _{MO}	[€]	2.256	2.256	0,0%
C _{MS}	[€]	251	251	0,0%
O&M (C _{MO} + C _{MS})	[€]	2.507	2.507	0,0%
OPEX	[€]	11.871	10.469	11,8%
Classe energetica	[-]	E	D	+1 classe

Nota (1) I fattori di emissione per il calcolo delle emissioni di CO₂ sono: 0,202 [kgCO₂/kWh] per il vettore termico e 0,476 [kgCO₂/kWh]

I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,083 [€/kWh] per il vettore termico e 0,219 [€/kWh]

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

8.1.2 Impianto riscaldamento

EEM3: sostituzione del generatore di calore obsoleto con caldaia a condensazione e installazione di valvole termostatiche

Generalità

Il miglioramento delle prestazioni energetiche del sottosistema di generazione e regolazione dell'impianto termico si può ottenere intervenendo con la sostituzione del generatore di calore di tipo tradizionale con un nuovo generatore a condensazione omologato quattro stelle e contestuale installazione di circolatori ad inverter in classe "A", di un sistema di regolazione primario efficiente e di valvole termostatiche su ciascun corpo scaldante.

La caldaia a condensazione- omologata quattro stelle - garantirà temperature di mandata compatibili con la temperatura esterna di progetto riferita al comune di Genova e con il sistema di distribuzione ed emissione esistenti.

Per migliorare la distribuzione del calore si prevede la sostituzione dei vecchi circolatori esistenti con nuove elettropompe ad inverter a portata variabile.

La regolazione della temperatura nel sistema di distribuzione secondaria avverrà grazie a valvole miscelatrici comandate da servomotori modulanti gestite dalla centralina climatica della caldaia.

Su ciascun corpo scaldante verranno sostituite le valvole ed i detentori per permettere l'installazione di testine di termoregolazione a bassa inerzia.

Caratteristiche funzionali e tecniche

La caldaia a condensazione da installarsi sarà del tipo a grande accumulo per limitare il numero di accensioni ed il pendolamento dell'impianto termico. Vista la vetustà dell'impianto termico si provvederà all'installazione di uno scambiatore di calore a pacco alettato smontabile. Si creerà quindi un circuito primario con circolatore ad inverter gestito con un segnale 0-10 dalla centralina di comando installata a bordo della caldaia. Tale pompa garantirà la circolazione dell'acqua primaria tra la caldaia e lo scambiatore mantenendo costante la differenza di temperatura tra mandata e ritorno al variare del carico termico.

La temperatura e gli orari di funzionamento dei circuiti di distribuzione secondari verranno gestite da una centralina climatica che, in funzione della temperatura esterna agirà sui servomotori delle valvole miscelatrici regolando le temperature dei vari circuiti in funzione delle temperature di mandata rilevate.

L'utilizzo degli inverter per la modulare la velocità di rotazione sulle pompe di circolazione consentirà di modificare l'effettiva portata dei circuiti in funzione dei carichi termici e delle prestazioni attese. Tale soluzione consentirà primariamente di ridurre i consumi energetici dei motori di pertinenza in presenza di carichi parziali. L'installazione di un inverter su ogni circolatore permetterà all'impianto di adattarsi alla curva di carico termico richiesta. La logica con cui si opererà sarà quella di parzializzare i dispositivi in funzione dell'effettivo carico termico, inserendo valvole e sonde per la gestione automatica: tale soluzione risulta di estremo vantaggio specialmente nel corso delle stagioni intermedie.

Così facendo, si otterrà un considerevole risparmio energetico dovuto alla minore potenza assorbita dalle apparecchiature installate.

Figura 8.5 – Sistema di generazione obsoleto da sostituire



Descrizione dei lavori

I lavori consisteranno nello smantellamento del generatore di calore, delle pompe, delle valvole miscelatrici e della relativa componentistica elettrica. Successivamente verrà installato il nuovo generatore di calore con lo scambiatore e realizzato il circuito primario. Allo scambiatore verranno successivamente collegati i circuiti secondari dotati dei nuovi circolatori e delle nuove valvole miscelatrici. A completamento verranno installati i dispositivi di controllo (termometri, manometri), regolazione (servomotori, sonde) e sicurezza (vasi di espansione, ecc.).

Terminata l'installazione idraulica si provvederà al cablaggio elettrico delle varie apparecchiature e delle centraline di regolazione. La fase terminale comporterà la regolazione, il controllo di funzionamento e l'ottimizzazione del sistema.



Prestazioni raggiungibili

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

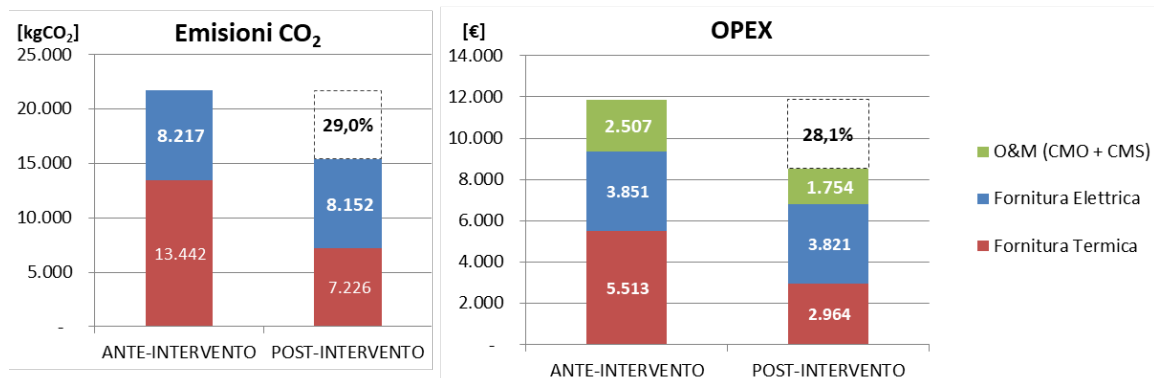
Tabella 8.3 – Risultati analisi EEM3: sostituzione del generatore di calore obsoleto con caldaia a condensazione e installazione di valvole termostatiche

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE
EEM3 Rendimento di generazione	[%]	67%	83%	-24,8%
$Q_{teorico}$	[kWh]	65.827	35.385	46,2%
$EE_{teorico}$	[kWh]	16.940	16.806	0,8%
$Q_{baseline}$	[kWh]	66.544	35.771	46,2%
$EE_{baseline}$	[kWh]	17.596	17.457	0,8%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	13.442	7.226	46,2%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	8.217	8.152	0,8%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	21.659	15.378	29,0%
Fornitura Termica, C_Q	[€]	5.513	2.964	46,2%
Fornitura Elettrica, C_{EE}	[€]	3.851	3.821	0,8%
Fornitura Energia, C_e	[€]	9.364	6.784	27,6%
C_{MO}	[€]	2.256	1.579	30,0%
C_{MS}	[€]	251	175	30,2%
O&M ($C_{MO} + C_{MS}$)	[€]	2.507	1.754	30,0%
OPEX	[€]	11.871	8.538	28,1%
Classe energetica	[-]	E	D	+1 classe

Nota (1) I fattori di emissione per il calcolo delle emissioni di CO₂ sono: 0,202 [kgCO₂/kWh] per il vettore termico e 0,476 [kgCO₂/kWh]. I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,083 [€/kWh] per il vettore termico e 0,219 [€/kWh]

Nota (2) La riduzione del 30% del costo di manutenzione è dovuto alla minore spesa per le riparazioni e i controlli.

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



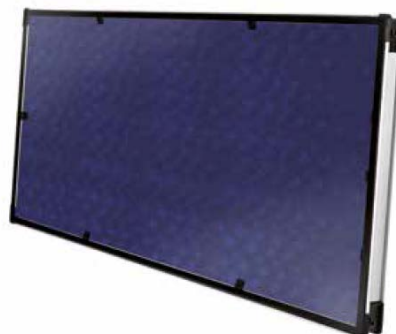
8.1.3 Impianto produzione acqua calda sanitaria

EEM4: installazione di impianto solare termico per la produzione di ACS

Generalità

Realizzazione di un impianto solare termico per la produzione di ACS avente n.4 moduli a collettori piani e superficie assorbente 2,26 m².

Figura 8.7 – Particolare impianto solare termico



Caratteristiche funzionali e tecniche

Massa a vuoto	Kg		46
Pressione d'esercizio	bar		6
Diametro tubi collettore	mm		18
Quantità liquido collettore	l		2,5
Assorbimento	%		95
Emissione	%		5
Superficie di apertura	m ²		2,26
Superficie assorbente	m ²		2,24
T stagnazione	°C		193
		AREA DI APERTURA	AREA ASSORBITORE
η_0		0,81	0,82
k_1	W/m ² K	3,02	3,06
k_2	W/m ² K ²	0,017	0,017

Descrizione dei lavori

Installazione di tutte le componenti costituenti l'impianto solare: pannelli, circuito solare alla centrale termica con relativa pompa di circolazione, accumulo idoneo all'integrazione solare, centralina di controllo, vaso di espansione, valvole di sicurezza.

Prestazioni raggiungibili

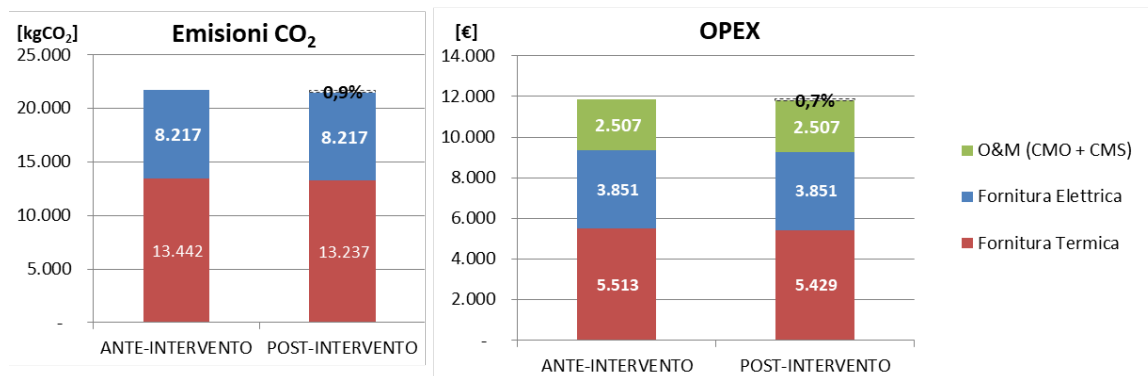
I miglioramenti ottenibili tramite l'attuazione della EEM4 sono riportati nella Tabella 8.4.

Tabella 8.4 – Risultati analisi EEM4

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE
EEM4 Produzione impianto	[kWh/anno]	0	1580	-100,0%
$Q_{teorico}$	[kWh]	65.827	64.826	1,5%
$EE_{teorico}$	[kWh]	16.940	16.940	0,0%
$Q_{baseline}$	[kWh]	66.544	65.532	1,5%
$EE_{Baseline}$	[kWh]	17.596	17.596	0,0%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	13.442	13.237	1,5%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	8.217	8.217	0,0%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	21.659	21.455	0,9%
Fornitura Termica, C_Q	[€]	5.513	5.429	1,5%
Fornitura Elettrica, C_{EE}	[€]	3.851	3.851	0,0%
Fornitura Energia, C_E	[€]	9.364	9.280	0,9%
C_{MO}	[€]	2.256	2.256	0,0%
C_{MS}	[€]	251	251	0,0%
O&M ($C_{MO} + C_{MS}$)	[€]	2.507	2.507	0,0%
OPEX	[€]	11.871	11.787	0,7%
Classe energetica	[-]	E	E	stessa classe

Nota (1) I fattori di emissione per il calcolo delle emissioni di CO₂ sono: 0,202 [kgCO₂/kWh] per il vettore termico e 0,476 [kgCO₂/kWh]
I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,083 [€/kWh] per il vettore termico e 0,219 [€/kWh]

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



8.1.4 Impianto di ventilazione e climatizzazione estiva

Nessuna EEM prevista perché l'impianto di ventilazione e climatizzazione estiva non è presente.

8.1.5 Impianto di illuminazione ed impianto elettrico

EEM5: installazione di sorgenti luminose ad alta efficienza

Generalità

Il miglioramento delle prestazioni energetiche dell'impianto di illuminazione si può ottenere sostituendo le attuali lampade fluorescenti con lampade a led.

L'intervento interessa tutte le lampade della scuola e comporta la sostituzione degli apparecchi esistenti con nuovi apparecchi dotati di lampade a led.

Figura 8.9 - Particolare impianto illuminazione su cui intervenire.



Caratteristiche funzionali e tecniche

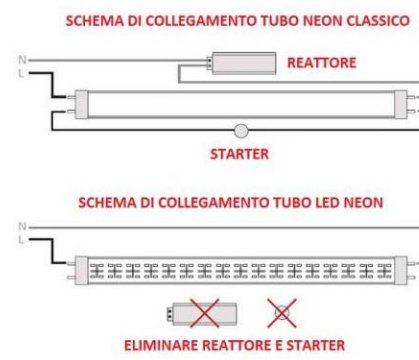
Alcuni dei vantaggi che si possono ottenere grazie all'utilizzo della tecnologia a led sono i seguenti:

- Risparmio energetico: il consumo dei led è provato nettamente inferiore alle tecnologie tradizionali.
- Durata del ciclo di vita: la durata media di una lampada a LED viene stimata da laboratori specializzati intorno alle 60.000 ore (ovvero 13 anni con un funzionamento di 12 ore/giorno); tale ciclo di vita stimato è tuttavia conservativo; di fatto si stima che può facilmente raggiungere oltre le 80000 – 100000 ore (ovvero fino a 23 anni con un uso di 12 ore al giorno). Per fare un confronto con le lampade al sodio ad alta pressione queste hanno una durata di 4000 – 5000 ore (tradotto dagli 11 ai 14 mesi sempre con un uso di 12 ore/giorno) e dopo 3000 ore subiscono una riduzione del 40% del flusso luminoso.
- Qualità della luce: i LED emettono luce bianca che consente di far risaltare in modo ottimale i colori.
- Efficienza luminosa: l'efficienza luminosa di una sorgente di luce è il rapporto tra il flusso luminoso e la potenza in ingresso ed è espressa in lumen/watt. La tecnologia a LED proposta ha una efficienza luminosa che va da **90 lm/W** per il modello standard a **150 lm/W**.
- Salubrità e rischio inquinamento: i LED non contengono gas nocivi alla salute e le emissioni di raggi ultravioletti che possono essere dannose per l'uomo in caso di lunghe esposizioni sono nulle.

Per effettuare la sostituzione di un tubo neon classico con tubo led bisogna applicare due modifiche, in quanto il LED richiede una tensione di 220V diretti:

- eliminare lo STARTER
- eliminare il REATTORE connettendo tutti e due i fili sullo stesso morsetto

In questo caso si prevede la sostituzione dell'INTERA PLAFONIERA, cioè andando a sostituire la vecchia plafoniera per tubi neon con un prodotto già privo di alimentatore e starter dotato di apposita certificazione.



Prestazioni raggiungibili

I miglioramenti ottenibili tramite l'attuazione della EEM5 sono riportati nella Tabella 8.4.

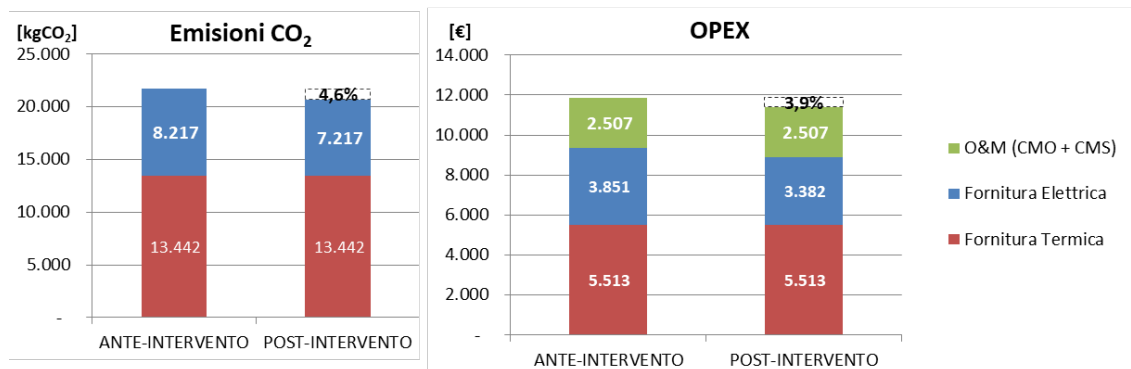
Tabella 8.4 – Risultati analisi EEM5

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE
EEM5 Efficienza luminosa	[lm/W]	84,0	150,0	-78,6%
$Q_{teorico}$	[kWh]	65.827	65.827	0,0%
$EE_{teorico}$	[kWh]	16.940	14.878	12,2%
$Q_{baseline}$	[kWh]	66.544	66.544	0,0%
$EE_{Baseline}$	[kWh]	17.596	15.454	12,2%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	13.442	13.442	0,0%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	8.217	7.217	12,2%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	21.659	20.659	4,6%
Fornitura Termica, C_Q	[€]	5.513	5.513	0,0%
Fornitura Elettrica, C_{EE}	[€]	3.851	3.382	12,2%
Fornitura Energia, C_E	[€]	9.364	8.895	5,0%
C_{MO}	[€]	2.256	2.256	0,0%
C_{MS}	[€]	251	251	0,0%
O&M ($C_{MO} + C_{MS}$)	[€]	2.507	2.507	0,0%
OPEX	[€]	11.871	11.402	3,9%
Classe energetica	[-]	E	E	stessa classe

Nota (1) I fattori di emissione per il calcolo delle emissioni di CO₂ sono: 0,202 [kgCO₂/kWh] per il vettore termico e 0,476 [kgCO₂/kWh]

I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,083 [€/kWh] per il vettore termico e 0,219 [€/kWh]

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



8.1.6 Impianto di generazione da fonti rinnovabili

Nessuna EEM prevista, in quanto non sussistono le condizioni per la realizzazione di un impianto a fonti rinnovabili.

9 VALUTAZIONE ECONOMICO-FINANZIARIA

9.1 ANALISI DEI COSTI DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI CONSIDERATI FATTIBILI

EEM1: isolamento dall'esterno delle coperture

Nella

Tabella 9.1 è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 2, che consiste nell'isolamento dell'esterno delle coperture.

La realizzazione di tale intervento consentirebbe l'ottenimento degli incentivi previsti dal conto termico 2.0, i quali possono essere quantificati in un incentivo complessivo di 6.269 euro.

Tabella 9.1– Stima dell'incentivo da Conto Termico

STIMA INCENTIVO CONTO TERMICO	
Percentuale spesa ammissibile	40%
Costo massimo ammissibile	200 €/m ²
Valore massimo incentivo	400.000 €

Tabella 9.1– Analisi dei costi della EEM1- isolamento dall'esterno delle coperture

DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO [€/n° o €/m ²]	PREZZO UNITARIO SCONTATO	TOTALE (IVA ESCLUSA) [€]	IVA [€]	TOTALE (IVA INCLUSA) [€]
Posa isolamento termo-acustico superfici orizzontali (coperture e simili)	Prezziario Regione Liguria voce: 25.A44.A50.010	64,4	mq	6,55	5,95	383,47	22%	467,84
Membrana elastoplastomerica munita di adesivo incorporata	Prezziario Regione Liguria voce: PR.A18.A25.039	64,4	mq	5,67	5,15	331,95	22%	404,98
Pannelli rigidi in lana di roccia della densità di 150 kg/mc e lambda pari a 0,037 W/mK	Prezziario Regione Liguria voce: PR.A17.Y04.010	901,6	mq cm	2,00	1,82	1.639,27	22%	1.999,91
Ponteggio: nolo, montaggio e smontaggio per il primo mese	Prezziario Regione Liguria voce: 95.B10.S10.010	64,4	mq	14,03	12,75	821,39	22%	1.002,10
Posa isolamento termo-acustico superfici inclinate (coperture e simili)	Prezziario Regione Liguria voce: 25.A44.A60.010	76,66	mq	8,89	8,08	619,55	22%	755,85
Membrana elastoplastomerica munita di adesivo incorporata	Prezziario Regione Liguria voce: PR.A18.A25.039	76,66	mq	5,67	5,15	395,15	22%	482,08
Pannelli rigidi in lana di roccia della densità di 150 kg/mc e lambda pari a 0,037 W/mK	Prezziario Regione Liguria voce: PR.A17.Y04.010	1073,24	mq cm	2,00	1,82	1.951,35	22%	2.380,64
Ponteggio: nolo, montaggio e smontaggio per il primo mese	Prezziario Regione Liguria voce: -	434	mq	14,03	12,75	5.535,47	22%	6.753,28

95.B10.S10.010

Costi per la sicurezza	-	3%	%	350,33	22%	427,40
Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%	817,43	22%	997,27
TOTALE (I₀ – EEM1)				12.845,37	22%	15.671.35
Incentivi	Conto termico 2.0					6.269
Durata incentivi						5 anni
Incentivo annuo						1.254

EEM2: sostituzione dei serramenti e installazione delle valvole termostatiche

Nella **Errore**. L'origine riferimento non è stata trovata. è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 3, che consiste nella sostituzione del sistema di generazione obsoleto con caldaia a condensazione e installazione di valvole termostatiche.

La realizzazione di tale intervento consentirebbe l'ottenimento degli incentivi previsti dal conto termico 2.0, i quali possono essere quantificati in un incentivo complessivo di 11.200 euro.

Tabella 9.2– Stima dell'incentivo da Conto Termico

STIMA INCENTIVO CONTO TERMICO	
Percentuale spesa ammissibile	40%
Costo massimo ammissibile	450€/m ²
Valore massimo incentivo	100.000 €

Tabella 9.4– Analisi dei costi della EEM2 - sostituzione dei serramenti e installazione delle valvole termostatiche

DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO [€/n° o €/m ²]	PREZZO UNITARIO SCONTATO	TOTALE (IVA ESCLUSA) [€]	IVA [€]	TOTALE (IVA INCLUSA) [€]
Smontaggio e recupero delle parti riutilizzabili, incluso accantonamento nell'ambito del cantiere, di serramenti in legno (misura minima 2,00 m ²)	Prezziario Regione Liguria - voce: 25.A05.H01.110	62,22	mq	10,15	9,23	574,12	22%	700,43
Finestra o portafinestra in PVC apertura ad una o due ante	Prezziario Regione Liguria - voce: PR.A23.A30.010	62,22	mq	328,90	299,00	18.603,78	22%	22.696,61
Posa serramento	Prezziario Regione Liguria - voce: 25.A80.A30.010	62,22	mq	47,62	43,29	2.693,56	22%	3.286,14
Costi per la sicurezza	-	3%	%			€ 656,14	22%	€ 800,50
Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%			€ 1.531,00	22%	€ 1.867,82
TOTALE (I₀ – EEM2)						24.058,61	22%	29.351,50
Incentivi	Conto termico 2.0							11.200
Durata incentivi								5 anni
Incentivo annuo								2.240

EEM3: sostituzione del generatore di calore obsoleto con caldaia a condensazione e installazione di valvole termostatiche

Nella Tabella 9. è riportata l’analisi dei costi relativi alle EEM 1, che consiste nella sostituzione del generatore di calore obsoleto con caldaia a condensazione e installazione di valvole termostatiche

La realizzazione di tale intervento consentirebbe l’ottenimento degli incentivi previsti dal conto termico 2.0, i quali possono essere quantificati in un incentivo complessivo di 5.408 euro.

Tabella 9.5– Stima dell’incentivo da Conto Termico

STIMA INCENTIVO CONTO TERMICO	
Percentuale spesa ammissibile	40%
Costo massimo ammissibile	130 €/kW
Valore massimo incentivo	40.000 €

Tabella 9.6– Analisi dei costi della EEM3 - sostituzione del generatore di calore obsoleto con caldaia a condensazione e installazione di valvole termostatiche

DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO	PREZZO UNITARIO SCONTATO	TOTALE (IVA ESCLUSA)	IVA	TOTALE (IVA INCLUSA)
				[€/n° o €/m ²]		[€]	[€]	[€]
Caldaia a cond., in lega alluminio-silicio-magnesio, 113Kw	Prezziario Regione Liguria - voce: PR.C76.B10.005	1	cad	7.969,50	7.245,00	7.245,00	22%	8.838,90
Sistema fumario prefabbricato a sezione circolare, con giunti maschio-femmina con profilo conico a elementi modulari a doppia parete acciaio inox (parete interna AISI316L e parete esterna AISI304), coibentazione 25mm in lana di roccia pressata, senza guarnizioni di tenuta Coppa di scarico condensa Ø 300 mm	Prezziario Regione Liguria PR.C84.C05.520	1	cad	253,00	230,00	230,00	22%	280,60
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 101 Kw a 350 Kw	Prezziario Regione Liguria PR.C10.B10.120	1	cad	392,78	357,07	357,07	22%	435,63
Accessori per caldaie a condensazione: Tubi Ø 80mm della lunghezza 1 m	Prezziario Regione Liguria PR.C76.A30.020	5	cad	21,13	19,21	96,05	22%	117,18
Accessori per caldaie a condensazione: Kit scarichi separati per tubi	Prezziario Regione Liguria PR.C76.A30.015	2	cad	28,46	25,87	51,75	22%	63,13



E1718 – Asilo Nido Lilliput

Ø 80mm

Sola posa in opera di accessori per impianti di termoregolazione compresi collegamenti elettrici: sonde in genere	Prezziario Regione Liguria 40.F10.H10.030	1	cad	120,60	109,64	109,64	22%	133,76
Sola posa in opera di accessori per impianti di termoregolazione compresi collegamenti elettrici: interruttore orologio da inserire in quadro elettrico	Prezziario Regione Liguria 40.F10.H10.040	1	cad	29,71	27,01	27,01	22%	32,95
Interruttore orario digitale modulare per la programmazione settimanale a due canali	Prezziario Regione Liguria PR.C74.C10.010	1	cad	146,74	133,40	133,40	22%	162,75
Opere edili Operaio Qualificato	Prezziario Regione Liguria RU.M01.A01.030	15	h	34,41	31,28	469,23	22%	572,46
Impianti Elettrici Idrulici Riscaldamento Installatore 4° cat. ex operaio specializzato	Prezziario Regione Liguria RU.M01.E01.020	30	h	31,88	28,98	869,45	22%	1.060,73
Trasporto a scarica 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 scarica 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.	Prezziario Regione Liguria 20.A15.B10.015	100	m³km	4,72	4,29	429,09	22%	523,49
Valvole micrometriche a squadra complete di testa termostatica con elemento sensibile a gas: Ø 15 mm	Prezziario Regione Liguria PR.C17.A15.010	26	cad	35,42	32,20	837,20	22%	1.021,38
Circolatori per impianti di riscaldamento e condizionamento a velocità variabile, regolate elettronicamente, classe di protezione IP44, classe energetica A, 230V, del tipo: versione gemellare con attacchi flangiati, Ø 50, PN6-10, prevalenza da 1 a 8 m, portata da 1 a 13 m³/h	Prezziario Regione Liguria PR.C47.H10.125	1	cad	€ 2.031,27	€ 1.846,61	€ 1.846,61	22%	2.252,86
Sola posa in opera di pompe e/o circolatori singoli o gemellari per fluidi caldi o freddi, compreso bulloni, guarnizioni e il collegamento alla linea elettrica, escluse le flange. Per attacchi del diametro nominale di: maggiore di 40 mm fino a 65 mm	Prezziario Regione Liguria 40.E10.A10.020	1	cad	€ 50,06	€ 45,51	€ 45,51	22%	55,52

**E1718 – Asilo Nido Lilliput**

Interruttore automatico magnetotermico con potere di interruzione 4,5KA bipolare fino a 32 A - 230 V	Prezziario Regione Liguria PR.E40.B05.210	1	cad	€ 22,69	€ 20,63	€ 20,63	22%	25,17
Costi per la sicurezza	-	3%	%			€ 383,03	22%	€ 467,30
Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%			€ 893,73	22%	€ 1.090,36
TOTALE (I₀ – EEM3)						14.044,39	22%	17.134,16
Incentivi	Conto termico 2.0							5.408
Durata incentivi								5 anni
Incentivo annuo								1.082

**EEM4: installazione di impianto solare termico per la produzione di ACS**

Nella Tabella 9. è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 4, che consiste nella installazione di impianto solare termico per la produzione di ACS.

La realizzazione di tale intervento consentirebbe l'ottenimento degli incentivi previsti dal conto termico 2.0, i quali possono essere quantificati in un incentivo complessivo di circa 3.492 euro.

Tabella 9.7– Stima dell'incentivo da Conto Termico

STIMA INCENTIVO CONTO TERMICO	
Percentuale spesa ammissibile	-
Costo massimo ammissibile	-
Valore massimo incentivo	-

Tabella 9.8 – Analisi dei costi della EEM4 – installazione di impianto solare termico per la produzione di ACS

DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO	PREZZO UNITARIO SCONTATO	TOTALE		TOTALE
						(IVA ESCLUSA)	IVA	(IVA INCLUSA)
				[€/n° o €/m ²]		[€]	[€]	[€]
Collettore solare piano certificato EN12975 di dimensioni esterne varie, colori standard scuro, superficie trattata superficialmente, piastra captante in rame e/o altre leghe similari, vetro solare temperato antiriflesso resistente alla grandine e agli agenti atmosferici, completo di telaio di contenimento e vasca di alloggiamento, dotato di attacchi e/o elementi fissanti, con possibilità di variazione inclinazione di posa. Compreso il trasporto e la fornitura al piano di lavoro, nonché tutte le movimentazioni varie nell'ambito di cantiere. Completo di ogni elemento di fissaggio quali bulloni, viteria, staffe, tiranti, piccole opere di complemento. Compreso il trasporto in quota e l'assistenza muraria. Esclusa la realizzazione della rete distributiva, da computarsi a parte.	Prezziario Comune di Milano - voce: 1M.04.015.0010	9,2	mq	987,17	897,43	8.256,33	22%	10.072,72
Vasi d'espansione a membrana atossica per impianti sanitari,	Prezziario Comune di Milano - voce: 1M.04.020.0010.c	1	pz	173,05	157,32	157,32	22%	191,93

**E1718 – Asilo Nido Lilliput**

conformi alla direttiva
PED 97/23/CE,
condizioni d'esercizio
massime 99 °C e 4
bar.

Circolatori singoli PN6 con motore a 3 velocità, alimentazione elettrica a 220 V - 1f - 50 Hz - 2 poli	Prezziario Comune di Milano - voce: 1M.04.030.0010.a	1	pz	171,07	155,52	155,52	22%	189,73
Pompe in linea singole PN16 con motore alimentato a 380 V - 3f - 50 Hz - 4 poli	Prezziario Comune di Milano - voce: 1M.04.030.0050.a	1	pz	556,85	506,23	506,23	22%	617,60
Serbatoi inerziali verticali per acqua calda, in acciaio nero con verniciatura esterna antiruggine, condizioni d'esercizio massime 6 bar e 99 °C, completi di coibentazione in poliuretano espanso da 100 mm con guscio in PVC termoformato.	Prezziario Comune di Milano - voce: 1M.04.040.0010.a	1	pz	664,22	603,84	603,84	22%	736,68
Sicurezza	-	3%	%		€ 290,38		22%	€ 354,26
Progettazione	-	7%	%		€ 677,55		22%	€ 826,61
TOTALE (I₀ – EEM4)					10.647,15		22%	12.989,53
Incentivi	Conto termico 2.0							3.492
Durata incentivi								2 anni
Incentivo annuo								1.746

**EEM5: installazione di sorgenti luminose ad alta efficienza**

Nella Tabella 9. è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 5, che consiste nella installazione di sorgenti luminose ad alta efficienza.

La realizzazione di tale intervento consentirebbe l'ottenimento degli incentivi previsti dal conto termico 2.0, i quali possono essere quantificati in un incentivo complessivo di circa 3.630 euro.

Tabella 9.9– Stima dell'incentivo da Conto Termico

STIMA INCENTIVO CONTO TERMICO	
Percentuale spesa ammissibile	40%
Costo massimo ammissibile	35 €/m ²
Valore massimo incentivo	70.000 €

Tabella 9.10 – Analisi dei costi della EEM5 – installazione sorgenti luminose ad alta efficienza

DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO [€/n° o €/m ²]	PREZZO UNITARIO SCONTATO	TOTALE (IVA ESCLUSA) [€]	IVA [€]	TOTALE (IVA INCLUSA) [€]
Rimozione e smaltimento di corpo illuminante	Prezziario Comune di Milano - voce: 1E.02.070.0020	58	cad	5,73	5,21	302,13	22%	368,60
Plafoniera per installazione a soffitto o a sospensione lampada led 4000K 3700lm potenza 31 W - modulo da 300x1200 mm	Prezziario Comune di Milano - voce: 1E.06.060.0120.a	1	cad	260,87	237,15	237,15	22%	289,33
Plafoniera a tenuta stagna per installazione diretta a parete o a soffitto - monolampada led 4000K 2800 lm potenza 29 W - lunghezza 1600 mm	Prezziario Comune di Milano - voce: 1E.06.060.0140.c	11	cad	139,50	126,82	1.395,00	22%	1.701,90
Plafoniera a tenuta stagna per installazione diretta a parete o a soffitto - monolampada led 4000K 1600 lm potenza 13 W - lunghezza 690 mm	Prezziario Comune di Milano - voce: 1E.06.060.0140.a	5	cad	96,24	87,49	437,45	22%	533,69
Plafoniera a tenuta stagna per installazione diretta a parete o a soffitto - bilampada led 4000K 7500 lm potenza 56 W - lunghezza 1600 mm	Prezziario Comune di Milano - voce: 1E.06.060.0140.f	25	cad	183,70	167,00	4.175,00	22%	5.093,50
Lampade a led corpo ceramico, temperatura di colore 2700° K - potenza 6 W	Prezziario Comune di Milano - voce: 1E.06.060.0180.b	16	cad	14,85	13,50	216,00	22%	263,52
Costi per la sicurezza	-	3%	%			€	22%	€

*E1718 – Asilo Nido Lilliput*

				202,88		247,52
Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%	€ 473,39	22%	€ 577,54
TOTALE (I₀ – EEM5)				7.439,01	22%	9.075,59
Incentivi	Conto termico 2.0					3.630
Durata incentivi						5 anni
Incentivo annuo						726

9.2 ANALISI DI CONVENIENZA DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI CONSIDERATI FATTIBILI

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

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

Gli indicatori economici d'investimento utilizzati sono:

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

Essi sono così definiti:

1) Tempo di ritorno semplice (TRS):

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

Dove:

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

2) Tempo di ritorno attualizzato (TRA):

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

Dove:

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

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

Dove:

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

3) Valore Attuale Netto (VAN) del progetto:

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

Dove:

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

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

5) Indice di Profitto (IP):

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

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

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

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

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

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

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

EEM1: isolamento dall'esterno delle coperture

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

PARAMETRO FINANZIARIO		U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	I_0	€	15.671
Oneri Finanziari % I_0	OF	[%]	3,0%
Aliquota IVA	%IVA	[%]	22,0%
Anno recupero erariale IVA	n_{IVA}	anni	3
Vita utile	n	anni	30
Incentivo annuo	B	€/anno	1.254
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	14,1	7,9
Tempo di rientro attualizzato	TRA	20,8	10,9
Valore attuale netto	VAN	3.584	9.166
Tasso interno di rendimento	TIR	5,9%	10,0%
Indice di profitto	IP	0,23	0,58

I flussi di cassa rappresentativi dell'analisi sono riportati nelle figure che seguono.

Figura 9.1 – EEM1: Flussi di cassa con e senza incentivi

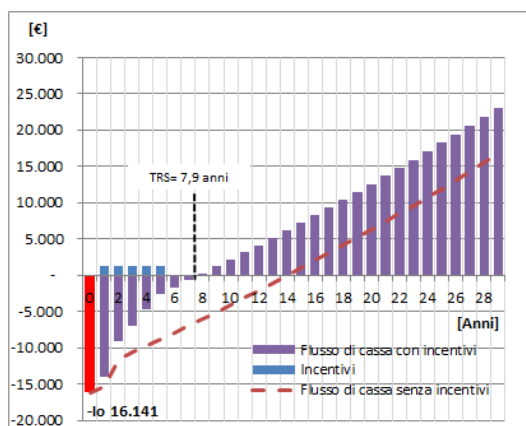
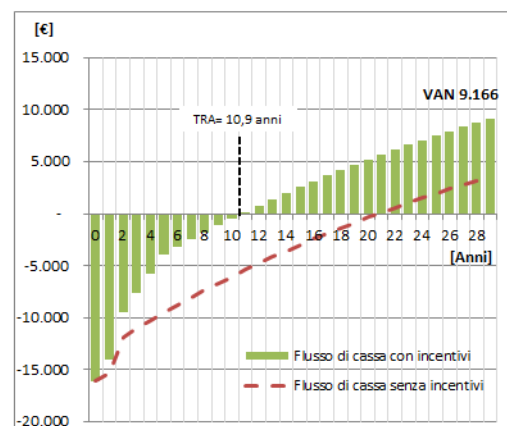


Figura 9.2 – EEM1: Flussi di cassa attualizzati con e senza incentivi



Dall'analisi effettuata è emerso che la EEM1 risulta economicamente vantaggiosa e prioritaria per il miglioramento dell'efficienza del sistema edificio-impianto e del comfort degli utenti.

EEM2: sostituzione dei serramenti e installazione di valvole termostatiche

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

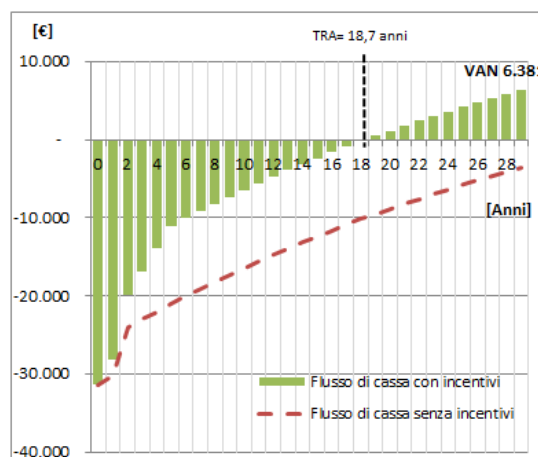
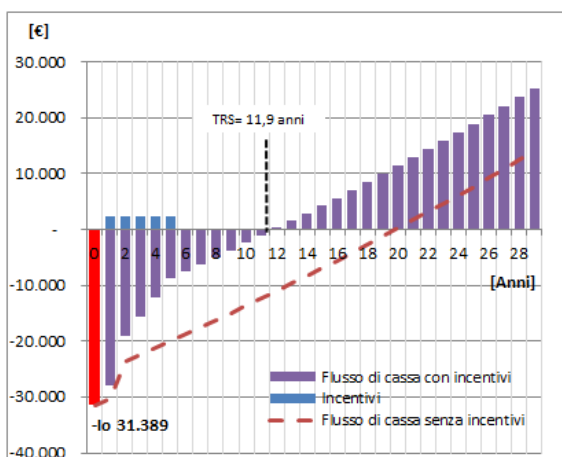
PARAMETRO FINANZIARIO		U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	I_0	€	30.475
Oneri Finanziari % I_0	OF	[%]	3,0%
Aliquota IVA	%IVA	[%]	22,0%
Anno recupero erariale IVA	n_{IVA}	anni	3
Vita utile	n	anni	30
Incentivo annuo	B	€/anno	2.240
Durata incentivo	n_B	anni	5
Tasso di attualizzazione	i	[%]	3,5%

INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE CON INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS	19,9	11,9
Tempo di rientro attualizzato	TRA	>30	18,7
Valore attuale netto	VAN	<0	6.381
Tasso interno di rendimento	TIR	2,9%	6,4%
Indice di profitto	IP	-0,12	0,21

I flussi di cassa rappresentativi dell'analisi sono riportati nelle figure che seguono.

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 la EEM2 non risulta particolarmente vantaggiosa dal punto di vista economico sebbene la sostituzione dei serramenti dell'edificio oggetto di DE è da ritenere prioritario per il miglioramento dell'efficienza del sistema edificio-impianto e del comfort degli utenti.

EEM3: sostituzione del generatore di calore obsoleto con caldaia a condensazione e installazione di valvole termostatiche

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

Tabella 9.7 – Risultati dell'analisi di convenienza della EEM3

PARAMETRO FINANZIARIO		U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	I_0	€	17.134
Oneri Finanziari % I_0	OF	[%]	3,0%
Aliquota IVA	%IVA	[%]	22,0%
Anno recupero erariale IVA	n_{IVA}	anni	3
Vita utile	n	anni	15
Incentivo annuo	B	€/anno	1.082
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	5,3	3,8
Tempo di rientro attualizzato	TRA	6,0	4,4
Valore attuale netto	VAN	16.232	21.047
Tasso interno di rendimento	TIR	16,6%	21,6%
Indice di profitto	IP	0,95	1,23

I flussi di cassa rappresentativi dell'analisi sono riportati nelle figure che seguono.

Figura 9.5 – EEM3: Flussi di cassa con e senza incentivi

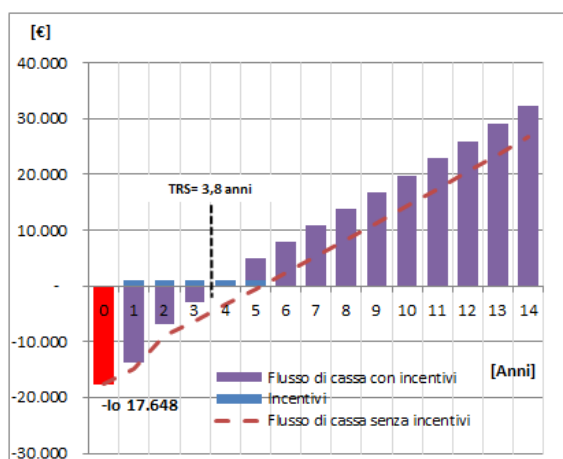
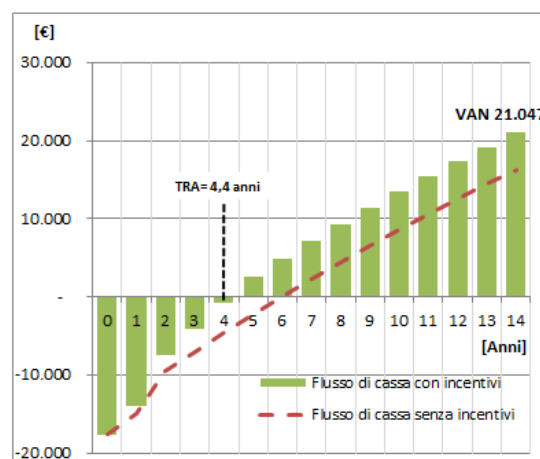


Figura 9.6 – EEM3: Flussi di cassa attualizzati con e senza incentivi



Dall'analisi effettuata è emerso che la EEM3 risulta economicamente vantaggiosa e prioritaria per il miglioramento dell'efficienza del sistema edificio-impianto e del comfort degli utenti.

EEM4: installazione impianto solare termico per la produzione di ACS

L'analisi di convenienza effettuata per la EEM 4 porta alla valutazione dei seguenti indici finanziari:
 Tabella 9.10 – Risultati dell'analisi di convenienza della EEM4

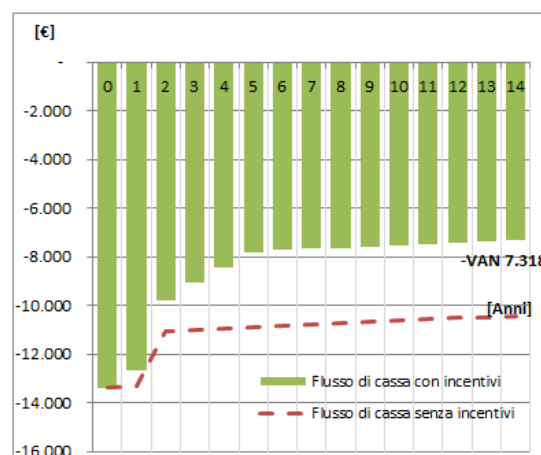
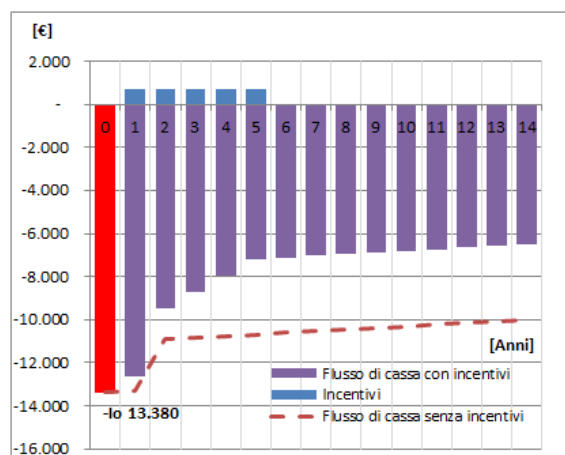
PARAMETRO FINANZIARIO		U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	I_0	€	12.990
Oneri Finanziari % I_0	OF	[%]	3,0%
Aliquota IVA	%IVA	[%]	22,0%
Anno recupero erariale IVA	n_{IVA}	anni	3
Vita utile	n	anni	15
Incentivo annuo	B	€/anno	698
Durata incentivo	n_B	anni	5
Tasso di attualizzazione	i	[%]	3,5%

INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE CON INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS	>15	>15
Tempo di rientro attualizzato	TRA	>15	>15
Valore attuale netto	VAN	<0	<0
Tasso interno di rendimento	TIR	-20,9%	-14,8%
Indice di profitto	IP	-0,80	-0,56

I flussi di cassa rappresentativi dell'analisi sono riportati nelle figure che seguono.

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 la EEM4 non risulta economicamente vantaggiosa sebbene l'installazione del solare termico porti un contributo significativo alla produzione di ACS per l'edificio oggetto di DE.

EEM5: installazione di sorgenti luminose ad alta efficienza

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

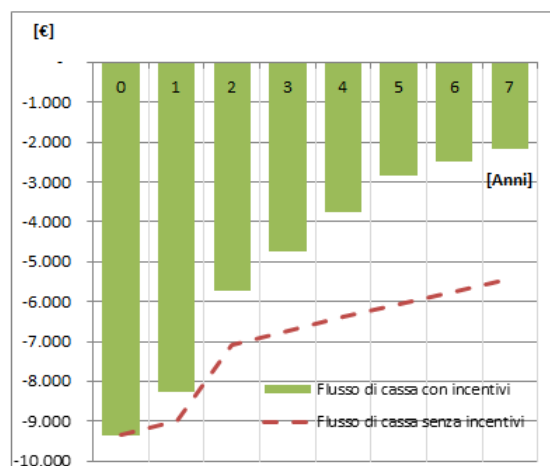
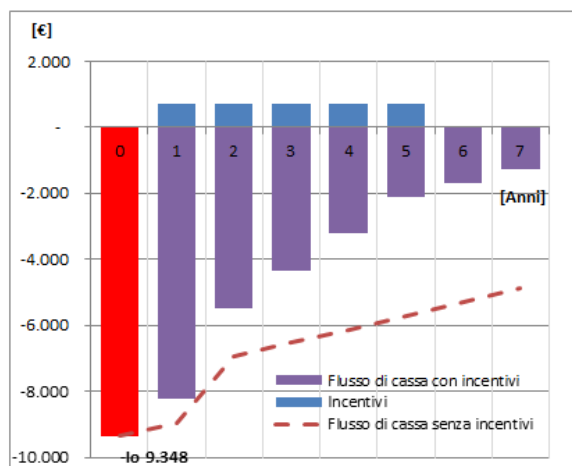
Tabella 9.11 – Risultati dell'analisi di convenienza della EEM5

PARAMETRO FINANZIARIO		U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	I_0	€	9.076
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	726
Durata incentivo	n_B	anni	5
Tasso di attualizzazione	i	[%]	3,5%
INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE CON INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS	>8	>8
Tempo di rientro attualizzato	TRA	>8	>8
Valore attuale netto	VAN	<0	<0
Tasso interno di rendimento	TIR	-18,2%	-4,4%
Indice di profitto	IP	-0,60	-0,24

I flussi di cassa rappresentativi dell'analisi sono riportati nelle figure che seguono.

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 la EEM5 non risulta economicamente vantaggiosa seppur, considerando una vita utile maggiore (per i LED anche 20 anni), i tempi di ritorno sarebbero più che ragionevoli.

Sintesi

La sintesi della valutazione economico – finanziaria delle EEM proposte è riportata in Tabella 9.3 e in Tabella 9.4.

Tabella 9.3 – Sintesi dei risultati della valutazione economico-finanziaria, caso senza incentivi

SENZA INCENTIVI												
	% Δ_E [%]	% Δ_{CO_2} [%]	ΔC_E [€/anno]	ΔC_{MO} [€/anno]	ΔC_{MS} [€/anno]	I_0 [€]	TRS [anni]	TRA [anni]	anni [-]	VAN [€]	TIR [%]	IP [-]
EEM 1	27,6%	29,0%	2.580	0	0	15.671	14,1	20,8	30	3.584	5,9%	0,23
EEM 2	11,3%	11,9%	1.056	0	0	30.475	19,9	>30	30	<0	2,9%	-0,12
EEM 3	15,0%	15,8%	1.402	677	76	17.134	5,3	6,0	15	16.232	16,6%	0,95
EEM 4	0,9%	0,9%	84	0	0	12.990	>15	>15	15	<0	-20,9%	-0,80
EEM 5	5,0%	4,6%	469	0	0	9.076	>8	>8	8	<0	-18,2%	-0,60

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

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

Dall'analisi dei risultati emerge che gli interventi con minor risparmio energetico e un tempo di ritorno superiore alla vita utile dell'intervento risultano essere EEM4, EEM5 e con minor valenza anche EEM2. Le altre EEM posso considerarsi singolarmente vantaggiose, in particolar modo EEM3. Gli interventi sull'involucro sono quelli da preferire nell'ottica di un vero efficientamento dell'edificio.

Tabella 9.4 – Sintesi dei risultati della valutazione economico-finanziaria, caso con incentivi

CON INCENTIVI												
	% Δ_E [%]	% Δ_{CO_2} [%]	ΔC_E [€/anno]	ΔC_{MO} [€/anno]	ΔC_{MS} [€/anno]	I_0 [€]	TRS [anni]	TRA [anni]	anni [-]	VAN [€]	TIR [%]	IP [-]
EEM 1	27,6%	29,0%	2.580	0	0	15.671	7,9	10,9	30	9.166	10,0%	0,58
EEM 2	11,3%	11,9%	1.056	0	0	30.475	11,9	18,7	30	6.381	6,4%	0,21
EEM 3	15,0%	15,8%	1.402	677	76	17.134	3,8	4,4	15	21.047	21,6%	1,23
EEM 4	0,9%	0,9%	84	0	0	12.990	>15	>15	15	<0	-14,7%	-0,56
EEM 5	5,0%	4,6%	469	0	0	9.076	>8	>8	8	<0	-4,4%	-0,24

Dall'analisi dei risultati emerge che anche con la presenza degli incentivi le EEM4 e EEM5 risultano non convenienti. Quanto detto per il caso senza incentivi vale anche qua per le altre EEM.

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

A seguito dell'analisi delle singole misure di efficienza energetica è stata possibile la definizione di due scenari ottimali a partire dalla combinazione delle singole EEM proposte, 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 ottimali 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 intendono accettabili le soluzioni che verificano i seguenti scenari economici:

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

Il primo scenario ottimale, con tempi di ritorno del capitale investito maggiore, permetterà la formulazione di soluzioni 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:

E1718 – Asilo Nido Lilliput

- 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: [EEM3 + EEM5]:** Tale scenario consiste nel cambio di sistema di generazione e regolazione in favore di una soluzione con caldaia a condensazione e installazione delle valvole termostatiche unitamente all'installazione di sorgenti luminose efficienti.
- **Scenario 2: [EEM1 + EEM2 + EEM3]:** Tale scenario consiste nell'isolamento dall'esterno della copertura, un cambio di sistema di generazione e regolazione in favore di una soluzione con caldaia a condensazione e installazione delle valvole termostatiche e nella sostituzione dei serramenti.

9.3.1 Scenario 1: EEM3 + EEM5

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

- EEM3: sostituzione sistema di generazione obsoleto con caldaia a condensazione e installazione valvole termostatiche
- EEM5. Installazione di sorgenti luminose efficienti

Tabella 9.5 – Combinazione di EEM proposta per lo scenario 1

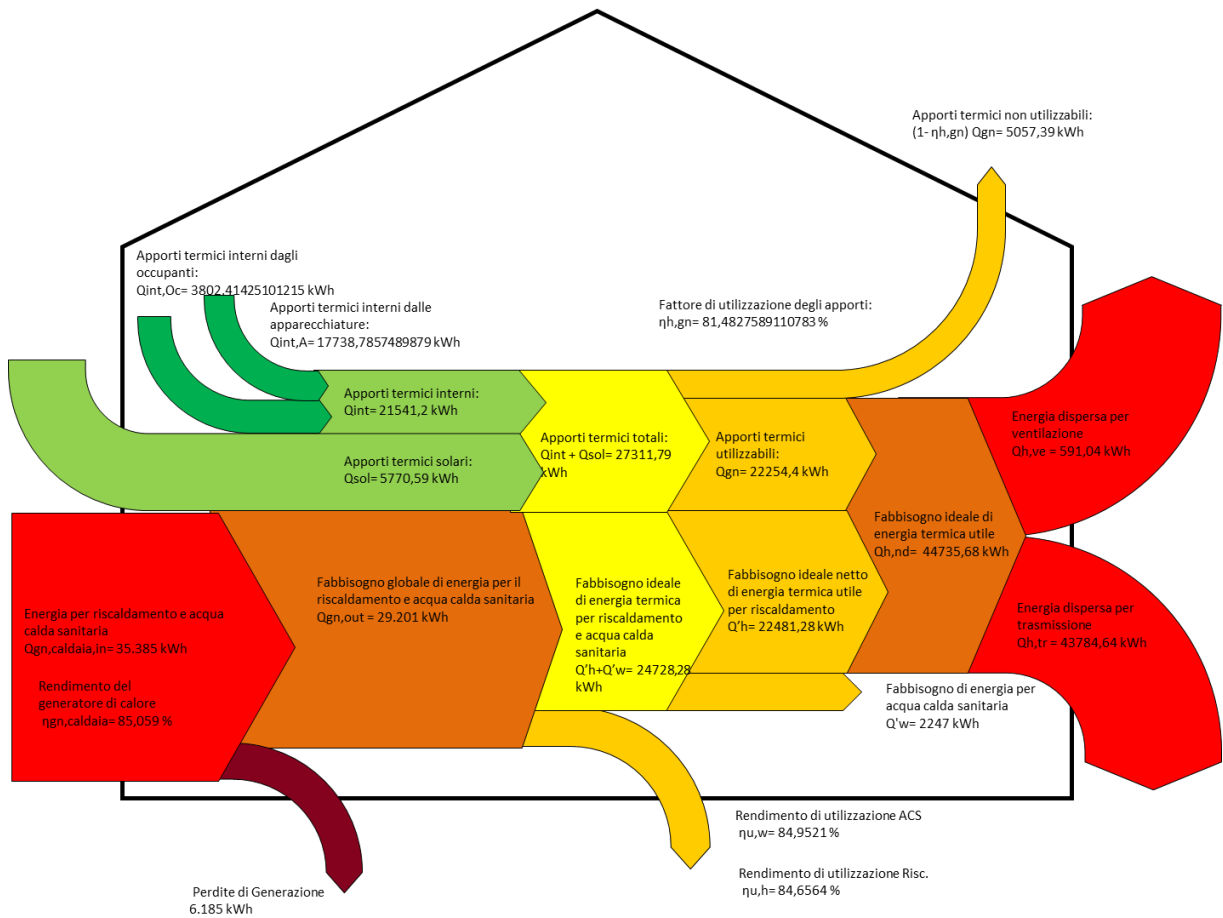
VOCE INVESTIMENTO	TOTALE (IVA ESCLUSA)	IVA AL 22%	TOTALE (IVA INCLUSA)
	[€]	[€]	[€]
EEM3 Fornitura & Posa	12.768	2.809	15.577
EEM5 Fornitura & Posa	6.763	1.488	8.251
Costi per la sicurezza	586	128	714
Costi per la progettazione	1.367	301	1.668
TOTALE (I₀)	21.484	4.726	26.210
VOCE MANUTENZIONE	C _{Mo} (IVA INCLUSA)	C _{MS} (IVA INCLUSA)	C _M (IVA INCLUSA)
	[€]	[€]	[€]
EEM3 O&M	1.579	175	1.754
EEM5 O&M	-	-	-
TOTALE (C_M)	1.579	175	1.754
VOCE INCENTIVO	DESCRIZIONE	TOTALE (IVA INCLUSA)	
		[€]	
Incentivi	Conto termico	8.114	
Durata incentivi		5	
Incentivo annuo		1.623	

Tabella 9.6– Stima dell'incentivo da Conto Termico

STIMA INCENTIVO CONTO TERMICO	
Percentuale spesa ammissibile per ognuno degli interventi	40%
Costo massimo ammissibile per EEM1	130 €/kW
Costo massimo ammissibile per EEM2	35 €/m ²
Valore massimo incentivo EEM1	40.000 €
Valore massimo incentivo EEM2	70.000 €

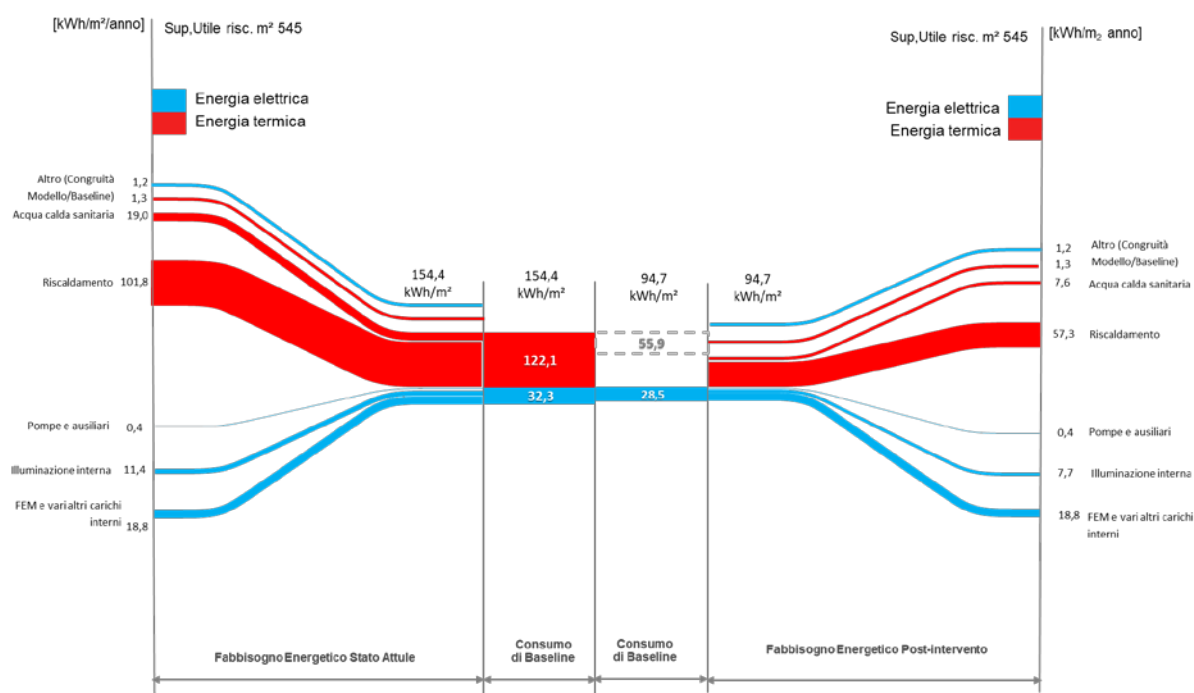
A seguito della modellazione dei due scenari ottimali è stato possibile rappresentare i risultati del bilancio energetico termico nella forma di diagramma di Sankey relativo alle situazioni post-intervento.

Figura 9.11 – Scenario 1: Diagramma di Sankey relativo al fabbisogno termico post intervento



Dall'analisi dei diagrammi di Sankey relativo al fabbisogno termico dell'edificio post intervento è possibile notare che non è presente energia recuperata nel sottosistema di generazione (nonostante sia stata valutata la sostituzione della vecchia caldaia con una a condensazione). È presente invece energia termica da fonte rinnovabile. Il fattore di utilizzazione degli apporti gratuiti è 81,5% mentre i rendimenti di utilizzazione del sistema di riscaldamento e produzione di acs sono rispettivamente 85% e 84,6%.

Figura 9.12 – Scenario 1: Bilancio energetico complessivo dell'edificio post intervento



I miglioramenti ottenibili tramite l'attuazione dello Scenario 1 sono riportati nella Tabella 9.7 e nella Figura 9.13

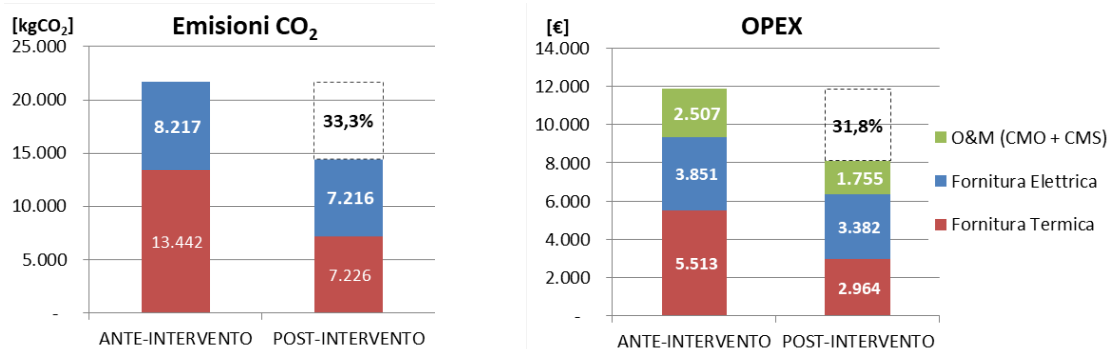
Tabella 9.7 – Risultati analisi SCN1

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE %
EM3 [Rendimento di generazione]	[-]	67%	83%	-24,8%
EM5 [Efficienza luminosa]	[lm/W]	84	150	-78,6%
$Q_{teorico}$	[kWh]	65.827	35.385	46,2%
$EE_{teorico}$	[kWh]	16.940	14.876	12,2%
$Q_{baseline}$	[kWh]	66.544	35.771	46,2%
$EE_{baseline}$	[kWh]	17.596	15.452	12,2%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	13.442	7.226	46,2%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	8.217	7.216	12,2%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	21.659	14.442	33,3%
Fornitura Termica, C_Q	[€]	5.513	2.964	46,2%
Fornitura Elettrica, C_{EE}	[€]	3.851	3.382	12,2%
Fornitura Energia, C_E	[€]	9.364	6.345	32,2%
C_{MO}	[€]	2.256	1.579	30,0%
C_{MS}	[€]	251	175	30,0%
O&M ($C_{MO} + C_{MS}$)	[€]	2.507	1.755	30,0%
OPEX	[€]	11.871	8.100	31,8%
Classe energetica	[-]	E	D	+1 classe

Nota (1) I fattori di emissione per il calcolo delle emissioni di CO₂ sono: 0,202 [kgCO₂/kWh] per il vettore termico e 0,476 [kgCO₂/kWh]

I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,083 [€/kWh] per il vettore termico e 0,219 [€/kWh]

E1718 – Asilo Nido Lilliput

 Figura 9.13 - 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 9.8, Tabella 9.9 e Tabella 9.10 e nelle successive figure.

Tabella 9.8 – Parametri finanziari dell'analisi di redditività dello SCN1

PARAMETRI FINANZIARI		
Anni Costruzione	n_i	1
Anni Gestione Servizio	n_s	14
Anni Concessione	n	15
Anno inizio Concessione	n_0	2020
Anni dell'ammortamento	n_A	10
Saggio Cassa Deposito e Prestiti	k_{CdP}	2,00%
Costo Capitale Azienda	WACC	4,00%
$k_{progetto} = \text{Max}(WACC; k_{CdP})$	$k_{progetto}$	4,00%
Inflazione ISTAT	f	0,50%
deriva dell'inflazione	f'	0,70%
%, interessi debito	k_D	3,82%
%, interessi equity	k_E	9,00%
Aliquota IRES	IRES	24,0%
Aliquota IRAP	IRAP	3,9%
Aliquota fiscale	τ	27,90%
Anni debito (finanziamento)	n_D	12,5
Anni Equity	n_E	14
Costi d'Investimento diretti, IVA incl.	I_0	€ 26.210
Oneri Finanziari (costi indiretti)	$\%Of$	3,00%
Costi d'Investimento indiretti, IVA incl.	Of	€ 786
Costi d'Investimento (diretti+Indiretti) , IVA incl.	CAPEX	€ 26.996
%CAPEX a Debito	D	80,0%
%CAPEX a Equity	E	20,00%
Debito	I_D	€ 21.597
Equity	I_E	€ 5.399
Fattore di annualità Debito	FA_D	9,93
Rata annua debito	q_D	€ 2.175
Costo finanziamento,(D+INT _D)	$q_D * n_D$	€ 27.192
Costi per interessi debito, INT _D	INT_D=q_D*n_D-D	€ 5.595

E1718 – Asilo Nido Lilliput

Tabella 9.9 – Parametri Economici dell'analisi di redditività dello SCN1

PARAMETRI ECONOMICI			
Costo annuo energia pre-intervento, IVA escl.	C_{E0}	€	7.675
Costo annuo O&M pre-intervento, IVA escl.	C_{M0}	€	2.055
Spesa PA pre-intervento (Baseline)	$C_{Baseline}$	€	9.730
Altri costi di gestione ESCo post-intervento, IVA escl.	C_{Altro}	€	-
Riduzione% costi fornitura Energia	$\% \Delta C_E$		32,2%
Riduzione% costi O&M	$\% \Delta C_M$		30,0%
Obiettivo riduzione spesa PA	$\% C_{Baseline}$		5,0%
Risparmio annuo PA garantito	45,6%	€	2.538
Risparmio annuo PA immediato durante la gestione	Risp.IM	€	487
Risparmio PA durante la concessione	14%	€	24.011
Risparmio annuo PA al termine della concessione	Risp.Term.	€	3.695
N° di Canoni annuali	anni		14
Utile lordo della ESCO	%CAPEX		33,21%
Costo Contrattuale ESCO €/anno IVA escl.	C_{ESCO}	€	640
Costi FTT €/anno IVA escl.	C_{FTT}	€	400
Costi CAPEX €/anno IVA escl.	C_{CAPEX}	€	1.011
Canone O&M €/anno	CnM	€	1.494
Canone Energia €/anno	CnE	€	5.699
Canone Servizi €/anno IVA escl.	CnS	€	7.192
Canone Disponibilità €/anno IVA escl.	CnD	€	2.051
Canone Totale €/anno IVA escl.	Cn	€	9.244
Aliquota IVA %	IVA		22%
Rimborso erariale IVA	R_{IVA}	€	4.726
Ricavi da Incentivi, esenti d'IVA	R_B	€	8.114
Durata Incentivi, anni	n_B		5
Inizio erogazione Incentivi, anno			2022

Tabella 9.10 – 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.		7,02
Tempo di Ritorno Attualizzato T.R.A., anni	T.R.A.		9,05
Valore Attuale Netto, VAN = VA - Io	VAN > 0	€	6.667
Tasso interno di rendimento del progetto	TIR > WACC		8,91%
Indice di Profitto	IP		25,44%
INDICATORI DI REDDITIVITA DELLA ESCO PRE-IMPOSTE			
Tempo di Ritorno Semplice, Spb = Io / FC, Anni	T.R.S.		2,17
Tempo di Ritorno Attualizzato T.R.A., anni	T.R.A.		2,46
Valore Attuale Netto, VAN = VA - Io	VAN > 0	€	5.569
Tasso interno di rendimento dell'azionista	TIR > ke		51,12%
Debit Service Cover Ratio	DSCR > 1,3		1,350
Loan Life Cover Ratio	LLCR > 1		1,049
Indice di Profitto Azionista	IP		21,25%

E1718 – Asilo Nido Lilliput

Figura 9.14 –SCN1: Flussi di cassa del progetto

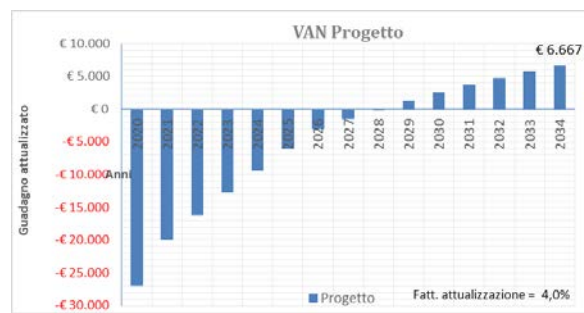
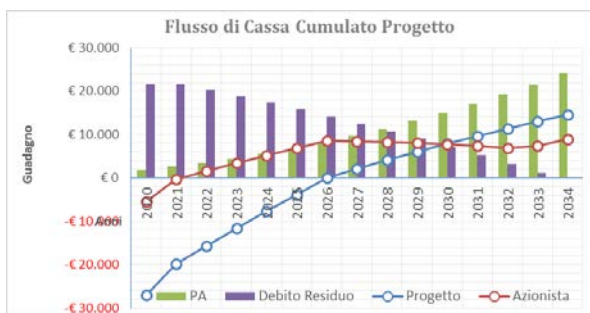


Figura 9.15 – SCN1: Flussi di cassa dell'azionista

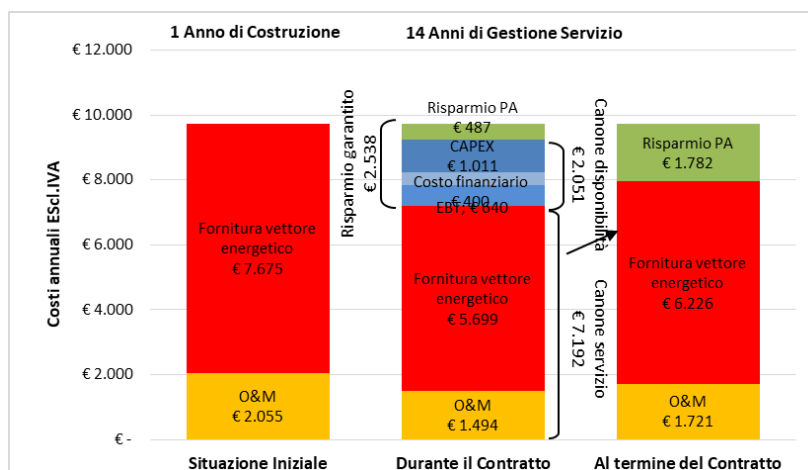


Si può quindi constatare che lo Scenario 1 risulti rientrare in un tempo di ritorno semplice inferiore ai 15 anni, anche senza considerare gli incentivi previsti dal Conto Termico. Il risparmio energetico e di emissioni di CO₂ risulta rispettivamente di 32,2% e 33,3%.

Come premesso nell'Executive Summary, in termini di sostenibilità finanziaria degli investimenti, si è cercato di individuare interventi che consentissero l'ottenimento di valori adeguati degli indici DSCR e LLCR. In questo caso gli indici finanziari sono buoni (DSCR > 1,3 e LLCR > 1) ma non si verifica il doppio salto di classe energetica richiesto come plus dalla committenza.

Infine si è provveduto all'identificazione del possibile canone applicabile nel caso di attuazione dello scenario ottimale attraverso la partecipazione di ESCO secondo lo schema di EPC descritto in Figura 9.16.

Figura 9.16 – Scenario 1: Schema di Energy Performance Contract



9.3.2 Scenario 2: EEM1+EEM2+EEM3

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

- EEM1: isolamento dall'esterno copertura piana
- EEM2: sostituzione serramenti e installazione valvole termostatiche
- EEM3: sostituzione sistema di generazione obsoleto con caldaia a condensazione e installazione valvole termostatiche

Tabella 9.11 – Combinazione di EEM proposta per lo scenario 2

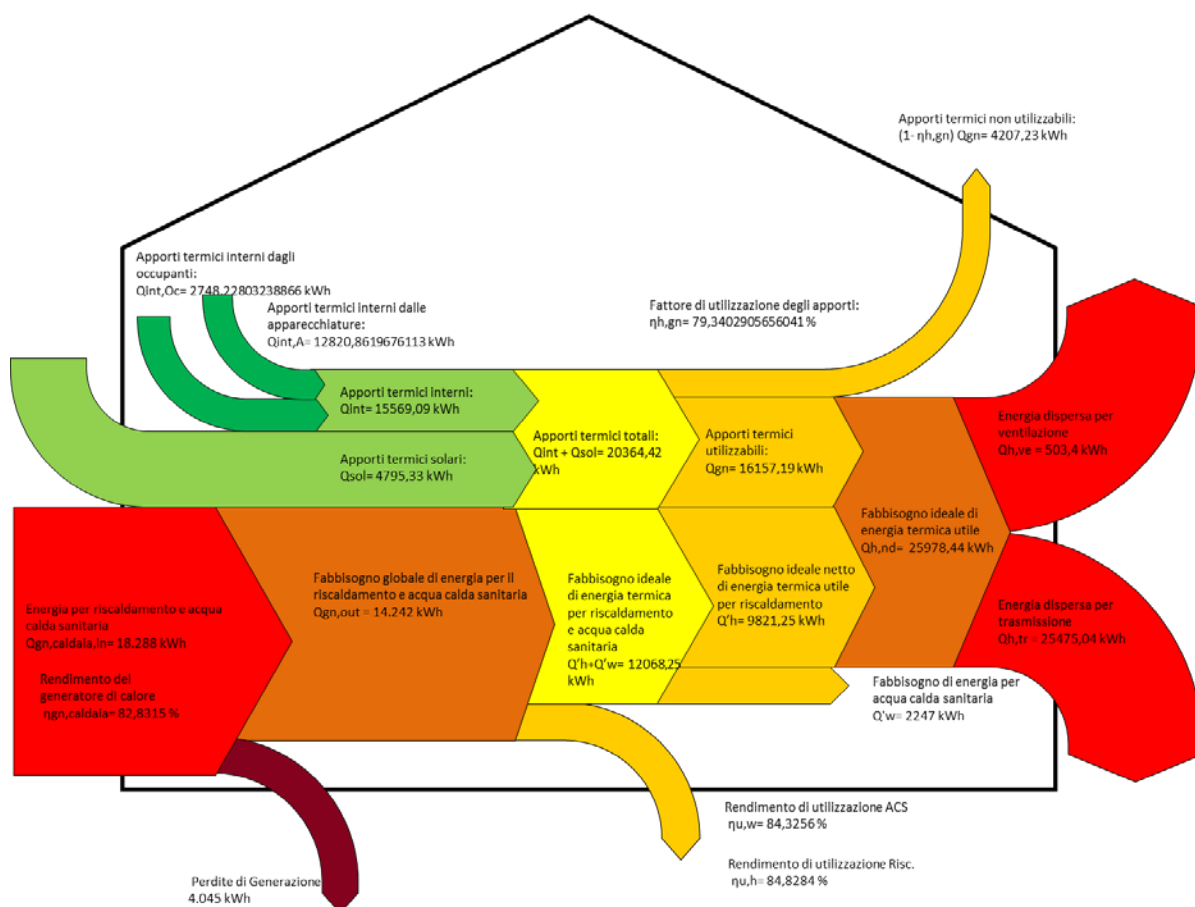
VOCE INVESTIMENTO	TOTALE (IVA ESCLUSA)	IVA AL 22%	TOTALE (IVA INCLUSA)
	[€]	[€]	[€]
EEM1 Fornitura & Posa	11.678	2.569	14.247
EEM2 Fornitura & Posa	21.871	4.812	26.683
EEM3 Fornitura & Posa	12.768	2.809	15.577
Costi per la sicurezza	1.390	305	1.695
Costi per la progettazione	3.242	713	3.955
TOTALE (I₀)	50.949	11.208	62.157
VOCE MANUTENZIONE	C _{MO} (IVA INCLUSA)	C _{MS} (IVA INCLUSA)	C _M (IVA INCLUSA)
	[€]	[€]	[€]
EEM1 O&M	-	-	-
EEM2 O&M	-	-	-
EEM3 O&M	1.579	175	1.754
TOTALE (C_M)	1.579	175	1.754
VOCE INCENTIVO	DESCRIZIONE	TOTALE (IVA INCLUSA)	
		[€]	
Incentivi	Conto termico	27.733	
Durata incentivi		5	
Incentivo annuo		5.547	

Tabella 9.12– Stima dell'incentivo da Conto Termico

STIMA INCENTIVO CONTO TERMICO	
Percentuale spesa ammissibile per ognuno degli interventi	55%
Costo massimo ammissibile per EEM1	200 €/m ²
Costo massimo ammissibile per EEM2	450 €/m ²
Costo massimo ammissibile per EEM3	130 €/kWt
Valore massimo incentivo EEM1	400.000 €
Valore massimo incentivo EEM2	100.000 €
Valore massimo incentivo EEM3	40.000 €

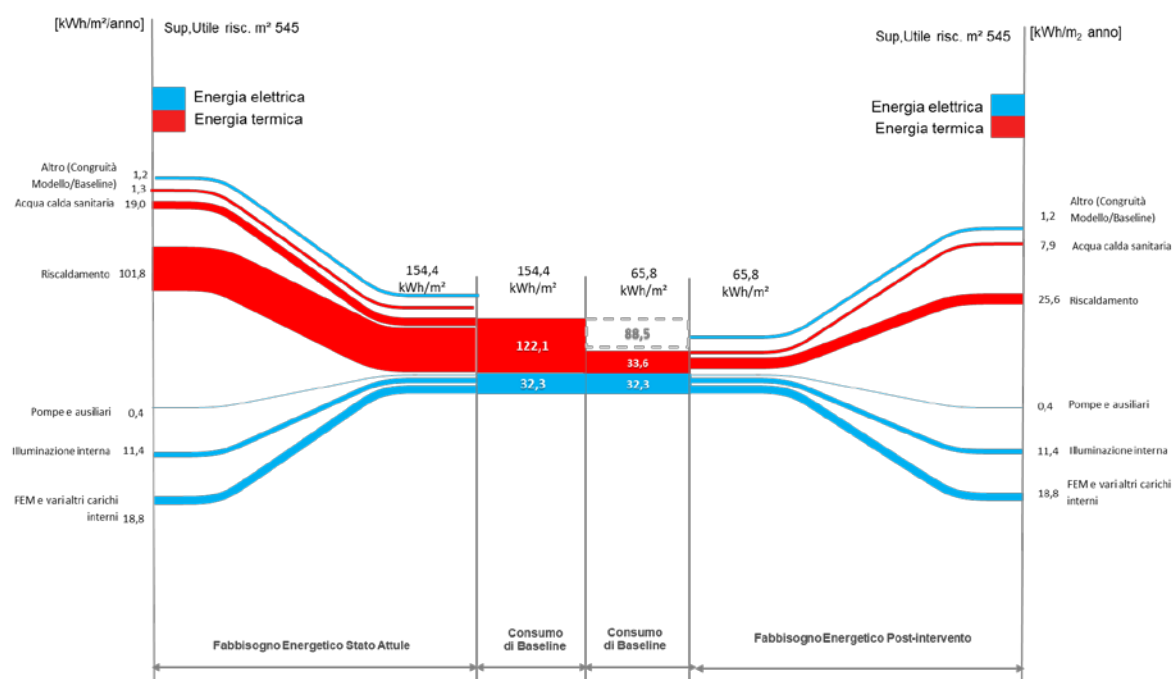
A seguito della modellazione dei due scenari ottimali è stato possibile rappresentare i risultati del bilancio energetico termico nella forma di diagramma di sankey relativo alle situazioni post-intervento.

Figura 9.17 – Scenario 2: Diagramma di Sankey relativo al fabbisogno termico post intervento



Dall'analisi dei diagrammi di Sankey relativo al fabbisogno termico dell'edificio post intervento è possibile notare che non è presente ne energia recuperata nel sottosistema di generazione (nonostante sia stata valutata la sostituzione della vecchia caldaia con una a condensazione) ne energia termica da fonte rinnovabile. Il fattore di utilizzazione degli apporti gratuiti è 79% mentre i rendimenti di utilizzazione del sistema di riscaldamento e produzione di acs sono rispettivamente 85% e 84%.

Figura 9.18 – Scenario 2: Bilancio energetico complessivo dell'edificio post intervento



I miglioramenti ottenibili tramite l'attuazione dello Scenario 2 sono riportati nella Tabella 9.13 e nella Figura 9.13

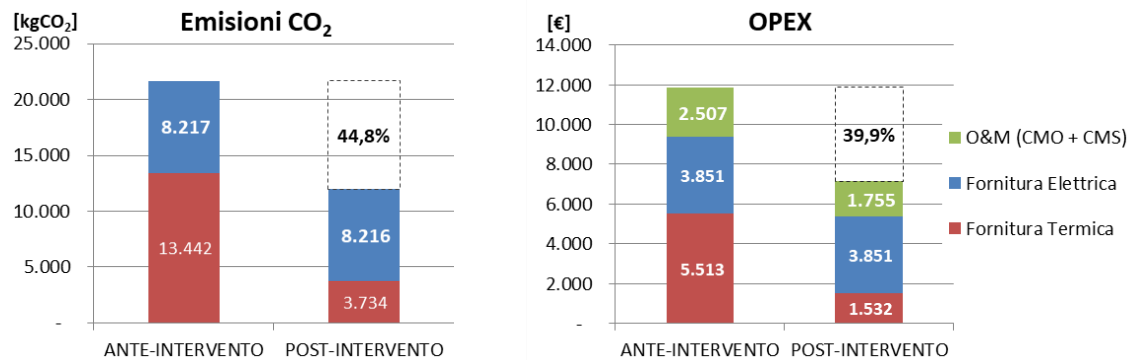
Tabella 9.13 – Risultati analisi SCN2

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE %
EM1 [Rendimento di generazione]	[-]	67%	83%	-24,8%
EM2 [Trasmittanza]	[W/m²K]	2,35	0,22	90,6%
EM3 [Trasmittanza]	[W/m²K]	4,7	1,5	68,1%
Q _{teorico}	[kWh]	65.827	18.288	72,2%
EE _{teorico}	[kWh]	16.940	16.938	0,0%
Q _{baseline}	[kWh]	66.544	18.487	72,2%
EE _{baseline}	[kWh]	17.596	17.594	0,0%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	13.442	3.734	72,2%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	8.217	8.216	0,0%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	21.659	11.951	44,8%
Fornitura Termica, C _Q	[€]	5.513	1.532	72,2%
Fornitura Elettrica, C _{EE}	[€]	3.851	3.851	0,0%
Fornitura Energia, C_E	[€]	9.364	5.382	42,5%
C _{MO}	[€]	2.256	1.579	30,0%
C _{MS}	[€]	251	175	30,0%
O&M (C _{MO} + C _{MS})	[€]	2.507	1.755	30,0%
OPEX	[€]	11.871	7.137	39,9%
Classe energetica	[-]	E	C	+2 classi

Nota (1) I fattori di emissione per il calcolo delle emissioni di CO₂ sono: 0,202 [kgCO₂/kWh] per il vettore termico e 0,476 [kgCO₂/kWh]

I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,083 [€/kWh] per il vettore termico e 0,219 [€/kWh]

E1718 – Asilo Nido Lilliput

 Figura 9.19 - 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 9.8, Tabella 9.9 e Tabella 9.10 e nelle successive figure.

Tabella 9.14 – Parametri finanziari dell'analisi di redditività dello SCN2

PARAMETRI FINANZIARI		
Anni Costruzione	n_i	1
Anni Gestione Servizio	n_s	24
Anni Concessione	n	25
Anno inizio Concessione	n_0	2020
Anni dell'ammortamento	n_A	10
Saggio Cassa Deposito e Prestiti	k_{CdP}	2,00%
Costo Capitale Azienda	WACC	4,00%
$k_{progetto} = \text{Max}(WACC; k_{CdP})$	$k_{progetto}$	4,00%
Inflazione ISTAT	f	0,50%
deriva dell'inflazione	f'	0,70%
%, interessi debito	k_D	3,82%
%, interessi equity	k_E	9,00%
Aliquota IRES	IRES	24,0%
Aliquota IRAP	IRAP	3,9%
Aliquota fiscale	τ	27,90%
Anni debito (finanziamento)	n_D	13
Anni Equity	n_E	24
Costi d'Investimento diretti, IVA incl.	I_0	€ 62.157
Oneri Finanziari (costi indiretti)	%Of	3,00%
Costi d'Investimento indiretti, IVA incl.	Of	€ 1.865
Costi d'Investimento (diretti+Indiretti) , IVA incl.	CAPEX	€ 64.022
%CAPEX a Debito	D	80,0%
%CAPEX a Equity	E	20,00%
Debito	I_D	€ 51.217
Equity	I_E	€ 12.804
Fattore di annualità Debito	FA_D	10,24
Rata annua debito	q_D	€ 5.004
Costo finanziamento,(D+INT _D)	$q_D * n_D$	€ 65.053
Costi per interessi debito, INT _D	INT_D=q_D*n_D-D	€ 13.835

Tabella 9.15 – Parametri Economici dell’analisi di redditività dello SCN2

PARAMETRI ECONOMICI		
Costo annuo energia pre-intervento, IVA escl.	C_{E0}	€ 7.675
Costo annuo O&M pre-intervento, IVA escl.	C_{M0}	€ 2.055
Spesa PA pre-intervento (Baseline)	$C_{Baseline}$	€ 9.730
Altri costi di gestione ESCo post-intervento, IVA escl.	C_{Altro}	€ -
Riduzione% costi fornitura Energia	$\% \Delta C_E$	42,5%
Riduzione% costi O&M	$\% \Delta C_M$	30,0%
Obiettivo riduzione spesa PA	$\% C_{Baseline}$	5,0%
Risparmio annuo PA garantito	45,6%	€ 3.056
Risparmio annuo PA immediato durante la gestione	Risp.IM	€ 487
Risparmio PA durante la concessione	14%	€ 57.663
Risparmio annuo PA al termine della concessione	Risp.Term.	€ 5.230
N° di Canoni annuali	anni	24
Utile lordo della ESCO	$\% CAPEX$	35,52%
Costo Contrattuale ESCO €/anno IVA escl.	C_{ESCO}	€ 948
Costi FTT €/anno IVA escl.	C_{FTT}	€ 576
Costi CAPEX €/anno IVA escl.	C_{CAPEX}	€ 1.045
Canone O&M €/anno	CnM	€ 1.532
Canone Energia €/anno	CnE	€ 5.143
Canone Servizi €/anno IVA escl.	CnS	€ 6.674
Canone Disponibilità €/anno IVA escl.	CnD	€ 2.569
Canone Totale €/anno IVA escl.	Cn	€ 9.244
Aliquota IVA %	IVA	22%
Rimborso erariale IVA	R_{IVA}	€ 11.209
Ricavi da Incentivi, esenti d'IVA	R_B	€ 27.733
Durata Incentivi, anni	n_B	5
Inizio erogazione Incentivi, anno		2022

Tabella 9.16 – 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.	9,06
Tempo di Ritorno Attualizzato T.R.A., anni	T.R.A.	13,80
Valore Attuale Netto, $VAN = VA - Io$	$VAN > 0$	€ 11.611
Tasso interno di rendimento del progetto	$TIR > WACC$	6,89%
Indice di Profitto	IP	18,68%
INDICATORI DI REDDITIVITA DELLA ESCO PRE-IMPOSTE		
Tempo di Ritorno Semplice, $Spb = Io / FC$, Anni	T.R.S.	2,85
Tempo di Ritorno Attualizzato T.R.A., anni	T.R.A.	3,29
Valore Attuale Netto, $VAN = VA - Io$	$VAN > 0$	€ 7.309
Tasso interno di rendimento dell'azionista	$TIR > ke$	32,67%
Debit Service Cover Ratio	$DSCR < 1,3$	1,119
Loan Life Cover Ratio	$LLCR > 1$	1,208
Indice di Profitto Azionista	IP	11,76%

Figura 9.20 –SCN2: Flussi di cassa del progetto



Figura 9.21 – SCN2: Flussi di cassa dell'azionista

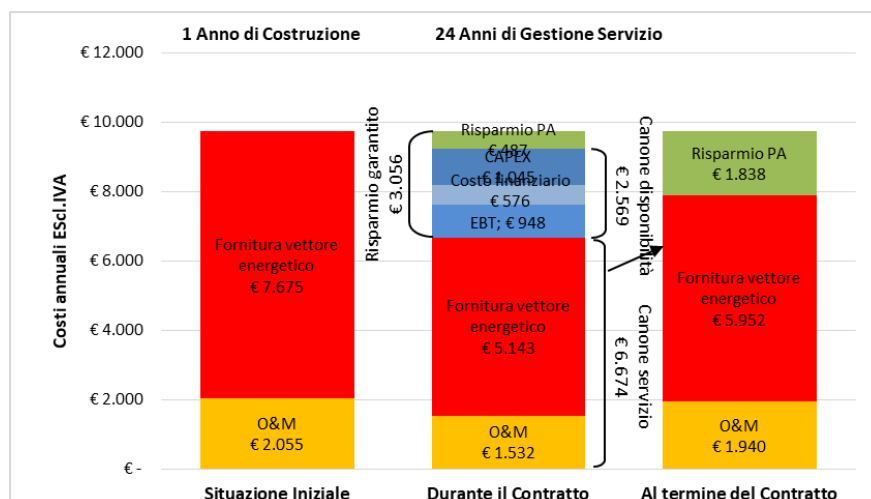


Si può quindi constatare che lo Scenario 2 risulti rientrare in un tempo di ritorno semplice inferiore ai 25 anni solo considerando gli incentivi previsti dal Conto Termico con un notevole risparmio energetico e di emissioni di CO₂, rispettivamente pari al 42,5% e 44,8%

Come premesso nell'Executive Summary, in termini di sostenibilità finanziaria degli investimenti, si è cercato di individuare interventi che consentissero l'ottenimento di valori adeguati degli indici DSCR e LLCR. Lo scenario SCN2 presenta dei buoni valori per entrambi gli indici, seppur il DSCR risulta maggiore di 1 ma inferiore a 1,3. Questo scenario consente, però, anche il doppio salto di classe energetica richiesto dalla committenza.

Infine si è provveduto all'identificazione del possibile canone applicabile nel caso di attuazione dello scenario ottimale attraverso la partecipazione di ESCO secondo lo schema di EPC descritto in Figura 9.22

Figura 9.22 – Scenario 2: Schema di Energy Performance Contract



10 CONCLUSIONI

10.1 RIASSUNTO DEGLI INDICI DI PERFORMANCE ENERGETICA

La classe di merito che si ottiene confrontando gli indici di performance energetica dell'edificio oggetto di analisi con la classificazione riportata nelle Linee Guida ENEA – FIRE porta a un giudizio SUFFICIENTE per l'indice IEN_R del 2014 e 2015 e giudizio BUONO per il 2016 mentre l'indice IEN_E risulta INSUFFICIENTE per tutti e tre gli anni.

COMBUSTIBILE	IEN_R			IEN_E		
	Wh/(m ³ GG anno)			Wh/(m ³ anno)		
	2014	2015	2016	2014	2015	2016
Gas Naturale	22,9	22,1	14,9	-	-	-
Energia elettrica	-	-	-	24,8	25,1	24,5

10.2 RIASSUNTO DEGLI SCENARI DI INVESTIMENTO E DEI PRINCIPALI RISULTATI

L'analisi di sostenibilità finanziaria dei due scenari ha dato come risultato ottimale, in termini di salto di classe energetica, tempo di ritorno e remunerabilità dell'investimento, lo Scenario 1.

Di seguito si riassumono i risultati dello scenario sopra citato.

	SENZA INCENTIVI												
	$\% \Delta_E$ [%]	$\% \Delta_{CO_2}$ [%]	ΔC_E [€/anno]	ΔC_{MO} [€/anno]	ΔC_{MS} [€/anno]	I_0 [€]	TRS [anni]	TRA [anni]	VAN [€]	TIR [%]	IP [-]	DSCR	LLCR
SCN 1	42,5%	44,8%	3.264	555	62	26.210	10,0	>15	<0	6,35%	0,0	1,12	0,94
	CON INCENTIVI												
	$\% \Delta_E$ [%]	$\% \Delta_{CO_2}$ [%]	ΔC_E [€/anno]	ΔC_{MO} [€/anno]	ΔC_{MS} [€/anno]	I_0 [€]	TRS [anni]	TRA [anni]	VAN [€]	TIR [%]	IP [-]	DSCR	LLCR
SCN 1	42,5%	44,8%	3.264	555	62	26.210	2,2	2,5	5.569	51,12%	0,21	1,35	1,05

10.3 CONCLUSIONI E COMMENTI

L'analisi dei consumi di energia termica ed elettrica e dei possibili scenari di intervento dell'edificio oggetto di DE ha portato alle seguenti conclusioni:

- gli impianti per la produzione e la distribuzione di energia presentano bassi rendimenti;
- è stata constatata la presenza di elevate dispersioni di calore attraverso l'involucro;
- non è stato constatato un discomfort termoigrometrico degli ambienti.

Si ritiene prioritario intervenire sul miglioramento delle prestazioni degli impianti energetici; tuttavia, l'edificio otterrebbe dei giovamenti anche intervenendo sull'involucro (copertura e serramenti) e sull'impianto elettrico.

Si sottolinea che gli scenari SCN1 e SCN2 sono stati definiti cercando di rispettare le richieste della committenza (salto superiore a due classi e tempi di ritorno rispettivamente inferiori a 15 e 25 anni) prediligendo però la buona fattibilità economica anche laddove venisse a mancare il doppio salto di classe energetica.

Si propone l'attuazione di un Piano di Misure e Verifiche (PMV) in accordo con il protocollo EVO (Efficiency Valuation Organization) per accertare i risparmi energetici conseguiti dopo l'implementazione delle raccomandazioni.

Per poter massimizzare i benefici delle EEM proposte, si suggerisce la realizzazione di campagne di sensibilizzazione degli utenti finali volte a:



E1718 – Asilo Nido Lilliput

- favorire un uso più razionale dell'energia incrementando la consapevolezza delle proprie azioni sul risparmio energetico
- migliorare la gestione dei sistemi di regolazione, come ad esempio le valvole termostatiche, attraverso l'informazione agli utenti circa il loro funzionamento;

ALLEGATO A – ELENCO DOCUMENTAZIONE FORNITA DALLA COMMITTENZA

	Titolo	Data	Nome file
01	TAVOLA DI INQUADRAMENTO COMPLESSO/EDIFICIO	10/1997	E01718
02	TAVOLA PIANO 1 EDIFICIO	10/1997	PIAN1
03	TAVOLA PIANO SEMINTERRATO 1 EDIFICIO	10/1997	PIAN1SS
04	TAVOLA PIANO 2 EDIFICIO	10/1997	PIAN2
05	TAVOLA PIANO COPERTURA EDIFICIO	10/1997	PIANC
06	TAVOLA PIANO TERRA EDIFICIO	10/1997	PIANT
07	SCHEDA CENTRALE TERMICA	09/2017	191-P00-002
08	CENSIMENTO PIANO TERRA	09/2017	L1-042-191-P00
09	CENSIMENTO PIANO 1	09/2017	L1-042-191-P01
10	CENSIMENTO PIANO 2	09/2017	L1-042-191-P02
11	CENSIMENTO PIANO SEMINTERRATO 1	09/2017	L1-042-191-S01
12	CENSIMENTO PIANO TERRA-CHECKLIST	08/2017	L1-042-191-P00-Checklist
13	CENSIMENTO PIANO 1-CHECKLIST	08/2017	L1-042-191-P01-Checklist
14	CENSIMENTO PIANO 2-CHECKLIST	08/2017	L1-042-191-P02-Checklist
15	CENSIMENTO PIANO SEMINTERRATO 1-CHECKLIST	08/2017	L1-042-191-S01-Checklist
16	FATTURA DEL 06/03/2014	-	5700065502
17	FATTURA DEL 20/03/2014	-	5700098231
18	FATTURA DEL 23/04/2014	-	5700134947
19	FATTURA DEL 27/05/2014	-	5700176175
20	FATTURA DEL 23/06/2014	-	5700214999
21	FATTURA DEL 21/07/2014	-	5700248920
22	FATTURA DEL 22/09/2014	-	5700320256
23	FATTURA DEL 14/10/2014	-	5700345638
24	FATTURA DEL 17/11/2014	-	5700397633
25	FATTURA DEL 12/12/2014	-	5700411615
26	FATTURA DEL 24/02/2015	-	5700448338
27	FATTURA DEL 14/10/2014	-	5700345888
28	FATTURA DEL 13/11/2014	-	5700373864
29	FATTURA DEL 12/12/2014	-	5700411636
30	FATTURA DEL 24/02/2015	-	5700448440
31	FATTURA DEL 06/03/2015	-	5700493164
32	FATTURA DEL 17/03/2015	-	5700544358
33	FATTURA DEL 13/04/2015	-	5750082011
34	FATTURA DEL 17/03/2015	-	5700544358
35	FATTURA DEL 13/04/2015	-	5750082011
36	FATTURA DEL 07/05/2015	-	E000140853
37	FATTURA DEL 11/03/2016	-	E000163938
38	FATTURA DEL 03/06/2015	-	E000175681
39	FATTURA DEL 02/09/2015	-	E000337531
40	FATTURA DEL 11/03/2016	-	E000163938
41	FATTURA DEL 01/07/2015	-	E000234074
42	FATTURA DEL 03/08/2015	-	E000281529
43	FATTURA DEL 11/03/2016	-	E000163938
44	FATTURA DEL 02/10/2015	-	E000386685
45	FATTURA DEL 03/08/2015	-	E000281529
46	FATTURA DEL 02/09/2015	-	E000337531
47	FATTURA DEL 11/03/2016	-	E000163938
48	FATTURA DEL 02/10/2015	-	E000386685
49	FATTURA DEL 02/09/2015	-	E000337531
50	FATTURA DEL 11/03/2016	-	E000163938
51	FATTURA DEL 02/10/2015	-	E000386685
52	FATTURA DEL 11/03/2016	-	E000163938
53	FATTURA DEL 02/11/2015	-	E000432872
54	FATTURA DEL 01/12/2015	-	E000483591



E1718 – Asilo Nido Lilliput

55	FATTURA DEL 02/01/2016	-	E000018566
56	FATTURA DEL 11/03/2016	-	E000163938
57	FATTURA DEL 01/12/2015	-	E000483591
58	FATTURA DEL 02/01/2016	-	E000018566
59	FATTURA DEL 02/02/2016	-	E000084153
60	FATTURA DEL 11/03/2016	-	E000163938
61	FATTURA DEL 02/01/2016	-	E000018566
62	FATTURA DEL 02/02/2016	-	E000084153
63	FATTURA DEL 11/03/2016	-	E000163938
64	FATTURA DEL 16/06/2016	-	E000310254
65	FATTURA DEL 03/03/2016	-	E000150599
66	FATTURA DEL 03/03/2016	-	E000150599
67	FATTURA DEL 02/02/2016	-	E000084154
68	FATTURA DEL 01/04/2016	-	E000194182
69	FATTURA DEL 17/06/2016	-	E000334613
70	FATTURA DEL 02/05/2016	-	E000238246
71	FATTURA DEL 17/06/2016	-	E000334613
72	FATTURA DEL 03/03/2016	-	E000150599
73	FATTURA DEL 01/04/2016	-	E000194182
74	FATTURA DEL 01/04/2016	-	E000194182
75	FATTURA DEL 02/05/2016	-	E000238246
76	FATTURA DEL 01/06/2016	-	E000278563
77	FATTURA DEL 17/06/2016	-	E000334613
78	FATTURA DEL 28/06/2016	-	011640025277
79	FATTURA DEL 13/10/2016	-	011640048520
80	FATTURA DEL 28/06/2016	-	011640060831
81	FATTURA DEL 25/07/2016	-	011640074904
82	FATTURA DEL 24/08/2016	-	011640125737
83	FATTURA DEL 26/09/2016	-	011640100079
84	FATTURA DEL 19/12/2016	-	011740039680
85	FATTURA DEL 15/11/2016	-	011740023046
86	FATTURA DEL 25/08/2015	-	20151862
87	FATTURA DEL 15/07/2015	-	P150008978
88	FATTURA DEL 18/08/2015	-	P150012621
89	FATTURA DEL 16/09/2015	-	P150018601
90	FATTURA DEL 16/10/2015	-	P150032785
91	FATTURA DEL 16/11/2015	-	P150041248
92	FATTURA DEL 17/08/2015	-	20151215
93	FATTURA DEL 16/12/2015	-	P150044516
94	FATTURA DEL 19/01/2016	-	P160003352
95	FATTURA DEL 25/08/2015	-	20151863
96	FATTURA DEL 15/07/2015	-	P150008978
97	FATTURA DEL 18/08/2015	-	P150012621
98	FATTURA DEL 16/09/2015	-	P150018601
991 00	FATTURA DEL 16/10/2015	-	P150032785
101	FATTURA DEL 16/11/2015	-	P150041248
102	FATTURA DEL 17/08/2015	-	20151216
103	FATTURA DEL 16/12/2015	-	P150044516
104	FATTURA DEL 19/01/2016	-	P160003352
105	FATTURA DEL 16/02/2016	-	P160009906
106	FATTURA DEL 16/03/2016	-	P160022665
107	FATTURA DEL 15/04/2016	-	P160028442
108	FATTURA DEL 06/05/2016	-	EX15064/2016
109	FATTURA DEL 18/05/2016	-	P160036697
110	FATTURA DEL 10/06/2016	-	EX19105/2016
111	FATTURA DEL 04/07/2016	-	EX22891/2016
112	FATTURA DEL 08/08/2016	-	EX26898/2016

*E1718 – Asilo Nido Lilliput*

113	FATTURA DEL 05/09/2016	EX31008/2016
114	FATTURA DEL 06/10/2016	EX33532/2016
115	FATTURA DEL 14/11/2016	EX38842/2016
116	FATTURA DEL 12/12/2016	EX43771/2016
117	FATTURA DEL 10/01/2017	EX03009/2017
118	FATTURA DEL 16/02/2016	P160009906
119	FATTURA DEL 16/03/2016	P160022665
120	FATTURA DEL 15/04/2016	P160028442
121	FATTURA DEL 06/05/2016	EX15064/2016
122	FATTURA DEL 8/05/2016	P160036697
123	FATTURA DEL 10/06/2016	EX19105/2016
124	FATTURA DEL 04/07/2016	EX22891/2016
125	FATTURA DEL 08/08/2016	EX26898/2016
126	FATTURA DEL 05/09/2016	EX31008/2016
127	FATTURA DEL 06/10/2016	EX33532/2016
128	FATTURA DEL 14/11/2016	EX38842/2016
129	FATTURA DEL 12/12/2016	EX43771/2016
130	FATTURA DEL 10/01/2017	EX03009/2017

ALLEGATO B – ELABORATI

	Titolo	Data	Nome file
01	ALLEGATO B – ELABORATI P00	03/2018	DE_Lotto.2-E1718_revA-AllegatoB-ElaboratoPlanimetricoP0
02	ALLEGATO B – ELABORATI P01	03/2018	DE_Lotto.2-E1718_revA-AllegatoB-ElaboratoPlanimetricoP1
03	ALLEGATO B – ELABORATI P02	03/2018	DE_Lotto.2-E1718_revA-AllegatoB-ElaboratoPlanimetricoP2
04	ALLEGATO B – ELABORATI S01	03/2018	DE_Lotto.2-E1718_revA-AllegatoB-ElaboratoPlanimetricoP3
05	ALLEGATO B – ANALISI FATTURE EE	03/2018	DE_Lotto.2-E1718_revA-AllegatoB-AnalisiFattureFornituraElettrica
06	ALLEGATO B – ANALISI FATTURE GAS	03/2018	DE_Lotto.2-E1718_revA-AllegatoB-AnalisiFattureFornituraGas
07	ALLEGATO B- DEFINIZIONE DEL MODELLO ELETTRICO	04/2018	DE_Lotto.2-E1718_revA-AllegatoB-DefinizioneDelModelloElettrico
08	ALLEGATO B –DETTAGLIO DEI CALCOLI DELLE SINGOLE EEM	04/2018	E1718 Grafici_Template_rev13

ALLEGATO C – REPORT DI INDAGINE TERMOGRAFICA

	Titolo	Data	Nome file
01	ALLEGATO C – REPORT DI INDAGINE TERMOGRAFICA	03/2018	DE_Lotto.2-E1718_revA-AllegatoC-ReportDiIndagineTermografica

ALLEGATO D – REPORT RELATIVI AD ALTRE PROVE DIAGNOSTICHE STRUMENTALI

Il presente allegato è finalizzato ad illustrare l'utilizzo o motivare il mancato utilizzo degli strumenti di diagnostica strumentale dichiarati nella Proposta Tecnica (Relazione illustrativa sulla metodologia di lavoro e gestione della commessa).

RISORSE STRUMENTALI DEDICATE ALL'APPALTO

Le risorse strumentali in dotazione dedicate all'appalto, descritte nel suddetto documento, sono di seguito elencate.

N.	Strumento
01	DISTANZIOMETRO LASER LEICA Disto A2
02	SPESSIVETRO MERLIN GLAZER GMGlass
03	LUXMETRO DELTA-OHM HD 2102.2
04	TERMOFLUSSIMETRO EXTRATECH THERMOZIG SN20/21/22/23/24
05	TERMOCAMERA FLIR T335
06	TERMOIGROMETRO EXTECH MO297
07	Centralina Microclimatica DELTA-OHM HD 32.3
08	PINZA AMPEROMETRICA FLUKE 345

STRUMENTAZIONE E CAMPAGNE DI MISURA

MISURE METRICHE

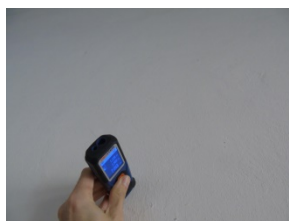
Distanziometro e bindella metrica

Durante i sopralluoghi ci si è avvalsi di metro laser e bindella metrica al fine di verificare le misure planimetriche del fabbricato e rilevare le dimensioni dei serramenti, le quote e gli spessori dei componenti edilizi.

A seconda del tipo di misura da rilevare è stato utilizzato il primo o il secondo strumento, sulla base della praticità di impiego.

Tali strumenti, per loro natura, non producono un output ma restituiscono valori da leggere istantaneamente; ad ogni modo il modello tridimensionale dell'edificio elaborato con il software di calcolo è da considerarsi come il risultato delle misure effettuate, riproducendo fedelmente tutte le caratteristiche plani-volumetriche reali.

Di seguito si riporta una fotografia che documenta l'utilizzo degli strumenti durante il sopralluogo presso l'edificio oggetto di DE.



Spessivetro

Durante i sopralluoghi ci si è avvalsi di uno spessivetro al fine di rilevare le caratteristiche dimensionali dei vetri.

Analogamente alle altre misure metriche, lo strumento, per sua natura, non produce un output ma restituisce valori da visualizzare istantaneamente; gli esiti delle misure sono riportati nel paragrafo 4.1.2.

Di seguito si riporta una fotografia che documenta l'utilizzo dello strumento durante il sopralluogo presso l'edificio oggetto di DE.



MISURE ILLUMINOTECNICHE

Durante il sopralluogo non sono stati rilevate palesi situazioni di inadeguatezza del livello di illuminamento e non sono state riscontrate segnalazioni di particolari criticità in merito da parte degli utenti intervistati. Non essendo l'illuminamento un parametro di input della modellazione energetica e non essendo la progettazione illuminotecnica ambito del presente lavoro, si è ritenuto non necessario, stante l'assenza di anomalie, un approfondimento diagnostico attraverso l'utilizzo di un luxmetro.

ANALISI TERMOGRAFICA

Si veda ALLEGATO C – REPORT DI INDAGINE TERMOGRAFICA.

RILIEVO TERMOFLUSSIMETRO

Metodi di calcolo e misura della trasmittanza

L'acquisizione dei dati necessari per la diagnosi energetica di un edificio esistente risulta spesso problematica a causa delle difficoltà di reperimento dei dati progettuali. Per questo motivo, in assenza di informazioni precise, risulta indispensabile effettuare delle misure strumentali sul campo. Per quanto concerne la valutazione della trasmittanza termica dell'involucro edilizio si procede tenendo conto dei seguenti possibili scenari:

Condizione	Metodo
Stratigrafia della struttura nota (sono disponibili i disegni aggiornati del progetto architettonico o della relazione di legge 10/91)	La trasmittanza viene calcolata in accordo con la norma UNI EN ISO 6946
Stratigrafia della struttura non nota ma edificio riconducibile ad una determinata tipologia edilizia di cui si conoscono le stratigrafie	La trasmittanza viene stimata avvalendosi di opportuni abachi di riferimento (ES: raccomandazioni CTI, norma UNI / TS 11300)
Stratigrafia della struttura non nota	Si esegue un foro nella struttura (endoscopio o carotaggio) per determinare la stratigrafia e si procede al calcolo in accordo con la norma UNI EN ISO 6946 Si determina la trasmittanza mediante misura in opera (termoflussimetria) in accordo con la norma ISO 9869

Nel caso non sia possibile determinare la stratigrafia della struttura o non siano note le proprietà termofisiche dei materiali utilizzati, il rilievo termoflussimetrico risulta essere l'unica metodologia di indagine non invasiva.

Stima della trasmittanza della muratura dell'edificio oggetto di audit

Nel caso in esame le strutture del fabbricato sono riconducibili a tipologie edilizie di cui si conoscono le stratigrafie, grazie alla ridondanza di informazioni a disposizione:

Tipo di informazione	Dettaglio
Informazioni reperite sull'edificio	Epoca costruttiva
Evidenze di sopralluogo	Riscontro acustico (suono pieno/vuoto) Spessori murari rilevati con bindella metrica
Rilievo termografico	Osservazione diretta della trama muraria attraverso la tecnica della termografia attiva Osservazione indiretta della composizione muraria attraverso l'analisi dei ponti termici caratteristici della tipologia edilizia

RILIEVI TERMOIGROMETRICI

Durante il sopralluogo sono state effettuate misure di temperatura e umidità relativa sia all'esterno sia all'interno degli ambienti, aventi le seguenti finalità:

- 1) individuazione di eventuali anomalie legate al comfort termoigrometrico;
- 2) individuazione di eventuali anomalie legate alla regolazione degli impianti termici;
- 3) quantificazione dei parametri di settaggio della termocamera.

Per quanto concerne i primi due punti, le misurazioni istantanee effettuate tramite il termoigrometro sono risultate congruenti con quanto dichiarato dagli utenti, pertanto non si è ritenuto necessario procedere all'installazione della centralina climatica per acquisire dati in continuo.

Per l'ultimo punto, il termoigrometro rappresenta infine l'unico strumento idoneo, in quanto la termocamera richiede come dati di input i valori di temperatura e umidità relativa registrati istantaneamente al momento del rilievo.

Di seguito si riporta la fotografia che documenta l'utilizzo del termoigrometro durante il sopralluogo presso l'edificio oggetto di DE.



MISURE ELETTRICHE

Durante il sopralluogo è stato effettuato un censimento di dettaglio di tutte le utenze elettriche presenti all'interno del fabbricato. Ove possibile sono stati rilevati i dati di targa riportanti la potenza o l'assorbimento nominale. Tali dati sono stati utilizzati, congiuntamente agli orari di utilizzo, per stimare il consumo annuo di ciascuna utenza. Per le apparecchiature sprovviste di targa non è stato ad ogni modo necessario effettuare rilievi strumentali, infatti, trattandosi di dispositivi di comune utilizzo nelle scuole è stato possibile avvalersi di valori di letteratura e/o derivanti dall'esperienza pregressa in attività svolte in edifici aventi una dotazione analoga.

ALLEGATO E – RELAZIONE DI DETTAGLIO DEI CALCOLI

	Titolo	Data	Nome file
01	ALLEGATO E – RELAZIONE DI DETTAGLIO DEI CALCOLI	04/2018	DE_Lotto.2-E1718_revA-AllegatoE-RelazioneDiCalcolo
02	ALLEGATO E – EXCEL DETTAGLIO DEI CALCOLI	04/2018	DE_Lotto.2-E1718_revA-AllegatoE-DettagliDiCalcolo

ALLEGATO F – CERTIFICATO CTI SOFTWARE

	Titolo	Data	Nome file
01	ALLEGATO F – CERTIFICATO CTI SOFTWARE	03/2017	DE_Lotto.2-E1718_revA-AllegatoF-CertificatoDiConformita

ALLEGATO G – ATTESTATO DI PRESTAZIONE ENERGETICA

	Titolo	Data	Nome file
01	ALLEGATO G – ATTESTATO DI PRESTAZIONE ENERGETICA	02/2018	DE_Lotto.2-E1718_revA-AllegatoG-ApeStatoDiFatto

ALLEGATO H – BOZZA DI APE SCENARI

	Titolo	Data	Nome file
01	ALLEGATO H – BOZZA DI APE SCENARIO 1	04/2018	DE_Lotto.2-E1718_revA-AllegatoH-ApeScenario1
02	ALLEGATO H – BOZZA DI APE SCENARIO 2	04/2018	DE_Lotto.2-E1718_revA-AllegatoH-ApeScenario2

ALLEGATO I – DATI CLIMATICI

	Titolo	Data	Nome file
01	ALLEGATO I – DATI CLIMATICI	04/2018	DE_Lotto.2-E1718_revA-AllegatoI-Dati climatici

ALLEGATO J – SCHEDE DI AUDIT

	Titolo	Data	Nome file
01	ALLEGATO J – SCHEDE DI AUDIT	04/2018	DE_Lotto.2-E1718_revA-AllegatoJ-SchedaAudit

ALLEGATO K – SCHEDE ORE

	Titolo	Data	Nome file
01	ALLEGATO K – SCHEDE ORE	03/2018	DE_Lotto.2-E1718_revA-AllegatoK-SchedeOre

ALLEGATO L – PIANO ECONOMICO FINANZIARIO SCENARI

	Titolo	Data	Nome file
01	ALLEGATO L – PEF SCENARI CON INCENTIVI	04/2018	DE_Lotto.2-E1718_revA-AllegatoL-AnalisiPEF_CON INCENTIVI
02	ALLEGATO L – PEF SCENARI SENZA INCENTIVI	04/2018	DE_Lotto.2-E1718_revA-AllegatoL-AnalisiPEF_SENZA INCENTIVI

ALLEGATO M – REPORT DI BENCHMARK

	Titolo	Data	Nome file
01	ALLEGATO M – REPORT DI BENCHMARK	04/2018	DE_Lotto.2-E1718_revA-AllegatoM-ReportDiBenchmark

ALLEGATO N – CD-ROM