

Scuola Elementare "Daneo"

E1389

Via della Concezione 2, Genova

RAPPORTO DI DIAGNOSI ENERGETICA

FONDO KYOTO - SCUOLA 3



Agosto 2018

COMUNE DI GENOVA
STRUTTURA DI STAFF - ENERGY MANAGER



COMUNE DI GENOVA

ATI:



(mandataria)



(mandante)

Scuola Elementare “Daneo”

E1389

Via della Concezione 2, Genova

RAPPORTO DI DIAGNOSI ENERGETICA

FONDO KYOTO - SCUOLA 3

Agosto 2018

COMUNE DI GENOVA

STRUTTURA DI STAFF - ENERGY MANAGER

Comune di Genova – Area Tecnica – Struttura di Staff Energy Manager
Via Di Francia 1 – 18° Piano Matitone – 16149 – Genova
Tel 010 5573560 – 5573855; energymanager@comune.genova.it; www.comune.genova.it

Energynet s.r.l.
Viale Muratori 201 – 41124 – Modena
Tel 059 211085 – info@energynet.it

More Energy s.r.l.
Via Ragazzi del '99 39 – 42124 - Reggio Emilia
Tel. 0522 516610 – info@more-energy.it

REGISTRO REVISIONI E PUBBLICAZIONI

Revisione	Data	Realizzazione	Revisione	Approvazione	Descrizione
A	03/08/2018	Emanuele Schiavone	Irene Paradisi Luigi Guerra	Saverio Magni	Prima Pubblicazione

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

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

INDICE

PAGINA

EXECUTIVE SUMMARY	I
1 INTRODUZIONE	1
1.1 PREMessa	1
1.2 SCOPO DELLA DIAGNOSI ENERGETICA	1
1.3 RIFERIMENTO E CONTATTI AUDITOR E PERSONALE COINVOLTO.....	2
1.4 IDENTIFICAZIONE DELL'EDIFICIO.....	2
1.5 METODOLOGIA DI LAVORO	3
1.6 STRUTTURA DEL REPORT	6
2 DATI DELL'EDIFICIO.....	7
2.1 INFORMAZIONI SUL SITO	7
2.2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE, SOCIO-ECONOMICO E DESTINAZIONE D'USO	7
2.3 VERIFICA DEI VINCOLI INTERFERENTI SULLE PARTI DELL'IMMOBILE INTERESSATE DAGLI 'INTERVENTI.....	8
2.4 MODALITÀ DI GESTIONE E MANUTENZIONE DI EDIFICI ED IMPIANTO.....	9
3 DATI CLIMATICI	11
3.1 DATI CLIMATICI DI RIFERIMENTO.....	11
3.2 DATI CLIMATICI REALI.....	12
3.3 ANALISI DELL'ANDAMENTO DEI DATI CLIMATICI E PROFILI ANNUALI DEI GRADI GIORNO	12
4 AUDIT EDIFICIO E IMPIANTI ELETTRICI E MECCANICI	14
4.1 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE DELL'INVOLUCRO EDILIZIO.....	14
4.1.1 <i>Involucro opaco</i>	14
4.1.2 <i>Involucro trasparente</i>	16
4.2 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO DI RISCALDAMENTO/ CLIMATIZZAZIONE INVERNALE.....	17
4.2.1 <i>Sottosistema di emissione</i>	18
4.2.2 <i>Sottosistema di regolazione</i>	19
4.2.3 <i>Sottosistema di distribuzione</i>	20
4.2.4 <i>Sottosistema di generazione</i>	21
4.3 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO PRODUZIONE ACQUA CALDA SANITARIA	23
4.4 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO DI RAFFRESCAMENTO/CLIMATIZZAZIONE ESTIVA	ERRORE. IL
SEGNALIBRO NON È DEFINITO.	
4.5 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO DI VENTILAZIONE MECCANICA	ERRORE. IL SEGNALIBRO NON È
DEFINITO.	
4.6 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO ELETTRICO E PRINCIPALI UTENZE ELETTRICHE	23
4.7 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO ILLUMINAZIONE	24
4.8 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE DI IMPIANTI DI PRODUZIONE ENERGIA ELETTRICA O COGENERAZIONE.....	ERRORE. IL
SEGNALIBRO NON È DEFINITO.	
5 CONSUMI RILEVATI	24
5.1 CONSUMI ENERGETICI STORICI PER CIASCUN VETTORE E CONNESSIONE ALLE RETI GAS NATURALE ED ELETTRICA.....	24
5.1.1 <i>Energia termica</i>	25
5.1.2 <i>Energia elettrica</i>	27
5.2 INDICATORI DI PERFORMANCE ENERGETICI ED AMBIENTALI	30
6 MODELLO DEL FABBISOGNO ENERGETICO.....	34
6.1 METODOLOGIA DI CALCOLO ADOTTATA E VALIDAZIONE DEI MODELLI DI CALCOLO	34
6.1.1 <i>Validazione del modello termico</i>	35
6.1.2 <i>Validazione del modello elettrico</i>	36
6.2 FABBISOGNI ENERGETICI.....	36
6.3 PROFILI ENERGETICI MENSILI.....	38
7 ANALISI DEI COSTI PRE-INTREVENTO	39
7.1 COSTI RELATIVI ALLA FORNITURA DEI VETTORI ENERGETICI	40



7.1.1	Vettore termico.....	40
7.1.2	Vettore elettrico.....	40
7.2	TARIFFE E PREZZI VETTORI ENERGETICI UTILIZZATI NELL'ANALISI.....	43
7.3	COSTI DI GESTIONE E MANUTENZIONE DI EDIFICIO ED IMPIANTI.....	44
7.4	BASELINE DEI COSTI.....	45
8	IDENTIFICAZIONE DELLE MISURE DI EFFICIENZA ENERGETICA	47
8.1	DESCRIZIONE, FATTIBILITÀ E PRESTAZIONI DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI	47
8.1.1	Involucro edilizio	47
8.1.2	Impianto riscaldamento.....	Errore. Il segnalibro non è definito.
8.1.3	Impianto produzione acqua calda sanitaria	Errore. Il segnalibro non è definito.
8.1.4	Impianto di ventilazione e climatizzazione estiva.....	Errore. Il segnalibro non è definito.
8.1.5	Impianto di illuminazione ed impianto elettrico	Errore. Il segnalibro non è definito.
8.1.6	Impianto di generazione da fonti rinnovabili.....	Errore. Il segnalibro non è definito.
9	VALUTAZIONE ECONOMICO-FINANZIARIA.....	47
9.1	ANALISI DEI COSTI DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI CONSIDERATI FATTIBILI.....	51
9.2	ANALISI DI CONVENIENZA DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI CONSIDERATI FATTIBILI.....	51
9.3	IDENTIFICAZIONE DELLE SOLUZIONI INTEGRATE D'INTERVENTO E SCENARI D'INVESTIMENTO.....	61
10	CONCLUSIONI	63
10.1	RIASSUNTO DEGLI INDICI DI PERFORMANCE ENERGETICA	63
10.2	RIASSUNTO DEGLI SCENARI DI INVESTIMENTO E DEI PRINCIPALI RISULTATI	63
10.3	CONCLUSIONI E COMMENTI.....	63
ALLEGATO A – ELENCO DOCUMENTAZIONE FORNITA DALLA COMMITTENZA.....		A
ALLEGATO B – ELABORATI		A
ALLEGATO C – REPORT DI INDAGINE TERMOGRAFICA		1
ALLEGATO D – REPORT RELATIVI AD ALTRE PROVE DIAGNOSTICHE STRUMENTALI		1
ALLEGATO E – RELAZIONE DI DETTAGLIO DEI CALCOLI		1
ALLEGATO F – CERTIFICATO CTI SOFTWARE		1
ALLEGATO G – ATTESTATO DI PRESTAZIONE ENERGETICA		1
ALLEGATO H – BOZZA DI APE SCENARI.....		1
ALLEGATO I – DATI CLIMATICI.....		1
ALLEGATO J – SCHEDE DI AUDIT.....		1
ALLEGATO K – SCHEDE ORE.....		1
ALLEGATO L – PIANO ECONOMICO FINANZIARIO SCENARI		1
ALLEGATO M – REPORT DI BENCHMARK.....		1
ALLEGATO N – CD-ROM		1

EXECUTIVE SUMMARY

Caratteristiche dell'edificio oggetto della DE

Tabella 0.1 - Tabella riepilogativa dei dati dell'edificio

PARAMENTO	U.M.	VALORE
Anno di costruzione edificio		1800
Anno di ristrutturazione		2008
Zona climatica		D
Destinazione d'uso	E.7 Edifici adibito ad attività scolastiche a tutti i livelli ed assimilabili	
Superficie utile riscaldata	[m ²]	1752
Superficie disperdente (S)	[m ²]	2777
Volume lordo riscaldato (V)	[m ³]	8572
Rapporto S/V	[1/m]	0,32
Superficie lorda aree interne (scaldate e non scaldate)	[m ²]	2462
Superficie lorda aree esterne	[m ²]	
Superficie lorda complessiva (aree interne ed esterne)	[m ²]	
Tipologia generatore riscaldamento		Caldaia a condensazione
Potenza totale impianto riscaldamento	[kW]	294
Potenza totale impianto raffrescamento	[kW]	-
Tipo di combustibile		Gas naturale
Tipologia generatore Acqua Calda sanitaria (ACS)		Boiler Elettrici
Emissioni CO2 di riferimento ⁽¹⁾	[t/anno]	30,24
Consumo di riferimento Gas Metano ⁽¹⁾	[kWh _{th} /anno]	82.518
Spesa annuale Gas Metano ⁽¹⁾	[€/anno]	6.230
Consumo di riferimento energia elettrica ⁽¹⁾	[kWh _{el} /anno]	29.057
Spesa annuale energia elettrica ⁽¹⁾	[€/anno]	6.678

Nota (1): Valori di Baseline

Descrizione delle Misure di efficienza energetica proposte:

- EEM 1: Isolamento interno delle pareti esterne
- EEM 2: Isolamento copertura e sottotetto
- EEM 3: sostituzione lampade con LED

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

	CON INCENTIVI											
	%Δ _E	%Δ _{CO2}	ΔC _E	ΔC _{MO}	ΔC _{MS}	I ₀	TRS	TRA	n	VAN	TIR	IP
	[%]	[%]	[€/anno]	[€/anno]	[€/anno]	[€]	[anni]	[anni]	[anni]	[€]	[%]	[-]
EEM 1	17,4%	14,0%	2.112	0	0	73.059	17,5	30,3	30	-749	3,8%	-0,01
EEM 2	19,5%	15,7%	2.367	0	0	36.873	8,6	10,8	30	20.718	10,7%	0,56
EEM 3	6,5%	12,2%	2.419	0	0	35.165	8,3	9,1	8	-4.367	-1,4%	-0,12



Non è stato possibile individuare scenari di soluzioni ottimali che rispettassero i requisiti richiesti, ovvero tempi di ritorno di 15 e 25 anni e miglioramento delle prestazioni energetiche dell'edificio di due classi energetiche.

Le cause sono dovute alla recente ristrutturazione dell'edificio, nella quale sono state sostituite le finestre, la caldaia e sono state installate le valvole termostatiche. Per questo motivo gli scenari da noi considerati sono stati ipotizzati intervenendo solo l'involucro opaco e l'impianto d'illuminazione, ma la loro combinazione non permette di ottenere indici Cover Ratio maggiori di 1.

1 INTRODUZIONE

1.1 PREMESSA

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

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

Figura 1.1 - Vista della facciata esposta a sud



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

1.2 SCOPO DELLA DIAGNOSI ENERGETICA

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

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

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

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

1.3 RIFERIMENTO E CONTATTI AUDITOR E PERSONALE COINVOLTO

La presente DE è stata eseguita da Energynet s.r.l., parte di ATI costituita da Energynet s.r.l. e More Energy s.r.l.. Il responsabile per il processo di audit dell'ATI è l'ing. Saverio Magni, soggetto certificato Esperto in Gestione dell'Energia (EGE) ai sensi della norma UNI CEI 11339.

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

Tabella 1.1 – Soggetti coinvolti nella realizzazione del processo di Audit

NOME E COGNOME	RUOLO	ATTIVITÀ SVOLTA
Scarcelli Silvia Lara Nuara	Tecnico del rilievo	Sopralluogo in sito
Lara Nuara	Tecnico dell'analisi preliminare	Elaborazione dei dati relativi ai consumi energetici
Emanuele Schiavone	Tecnico del calcolo energetico	Elaborazione dei dati geometrici ed alla creazione del modello energetico
Lara Nuara	Tecnico del report di diagnosi	Redazione report di diagnosi energetica
Irene Paradisi	Responsabile involucro	Revisione report di diagnosi energetica
Luigi Guerra	Responsabile impianti	Revisione report di diagnosi energetica
Saverio Magni	EGE	Approvazione report di diagnosi energetica

1.4 IDENTIFICAZIONE DELL'EDIFICIO

L'immobile oggetto della DE, catastalmente individuato al NCEU F. GEA 94 Mapp. 320,321 Sub. 0 è sito nel Comune di Genova e più precisamente in Via della Concezione 2.

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

Figura 1.2 – Ubicazione dell'edificio



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

Tabella 1.2 - Tabella riepilogativa dei dati dell'edificio

PARAMENTO	U.M.	VALORE
Anno di costruzione edificio		1800
Anno di ristrutturazione		2008
Zona climatica		D

Destinazione d'uso	E.7 Edifici adibito ad attività scolastiche a tutti i livelli ed assimilabili	
Superficie utile riscaldata	[m ²]	1752
Superficie disperdente (S)	[m ²]	2777
Volume lordo riscaldato (V)	[m ³]	8572
Rapporto S/V	[1/m]	0,32
Superficie lorda aree interne (scaldate e non scaldate)	[m ²]	2462
Superficie lorda aree esterne	[m ²]	
Superficie lorda complessiva (aree interne ed esterne)	[m ²]	
Tipologia generatore riscaldamento	Caldaia a condensazione	
Potenza totale impianto riscaldamento	[kW]	294
Potenza totale impianto raffrescamento	[kW]	-
Tipo di combustibile	Gas naturale	
Tipologia generatore Acqua Calda sanitaria (ACS)	Boiler Elettrici	
Emissioni CO ₂ di riferimento ⁽¹⁾	[t/anno]	30,24
Consumo di riferimento Gas Metano ⁽¹⁾	[kWh _{th} /anno]	82.518
Spesa annuale Gas Metano ⁽¹⁾	[€/anno]	6.230
Consumo di riferimento energia elettrica ⁽¹⁾	[kWh _{el} /anno]	29.057
Spesa annuale energia elettrica ⁽¹⁾	[€/anno]	6.678

Nota (1): Valori di Baseline

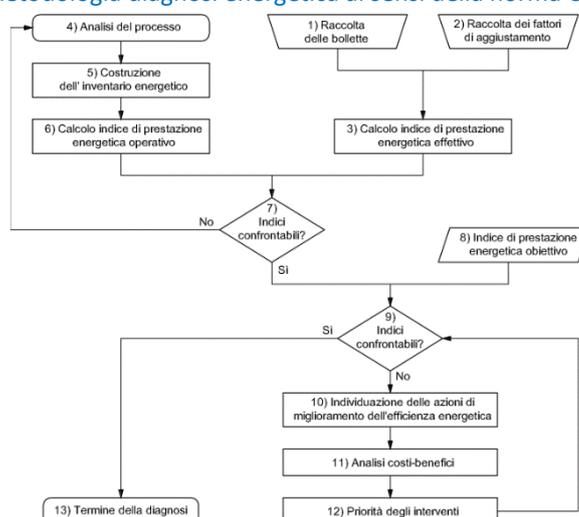
1.5 METODOLOGIA DI LAVORO

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 documentazione fornita dalla committenza; **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**
- b) Analisi del quadro normativo di riferimento, incluso la verifica dei vincoli ambientali, storici, archeologici e paesaggistici interferenti sull'immobile interessato dall'intervento;
- c) Visita agli edifici, effettuata in data 13/12/2017 con verifica degli elaborati forniti e rilievo dei dati relativi alle caratteristiche degli elementi disperdenti ed impiantistici costituenti il sistema edificio-impianto;
- d) Visita alla centrale termica e/o frigorifera, con il supporto del personale incaricato della conduzione e manutenzione degli impianti e rilevamento dei dati utili;
- e) Preparazione e compilazione delle schede di Audit previste per la diagnosi di livello II di cui all'appendice A delle LGEE - Linee Guida per l'Efficienza Energetica negli Edifici - sett. 2013 - elaborato da AiCARR per Agesi, Assistal, Assopetroli e Assoenergia, e riportate all'Allegato J – Schede di audit;
- f) Elaborazione del comportamento termico ed elettrico dell'edificio, realizzata utilizzando il software commerciale Edilclima EC700 versione 8.17.49 in possesso di certificato di conformità rilasciato dal Comitato Termotecnico Italiano (CTI) n. 73 ai sensi del D.lgs. 192/05 e s.m.i. e riportato all'Allegato F – Certificato CTI Software;
- 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 Genova – Centro Funzionale e riportati all'Allegato I – Dati climatici;

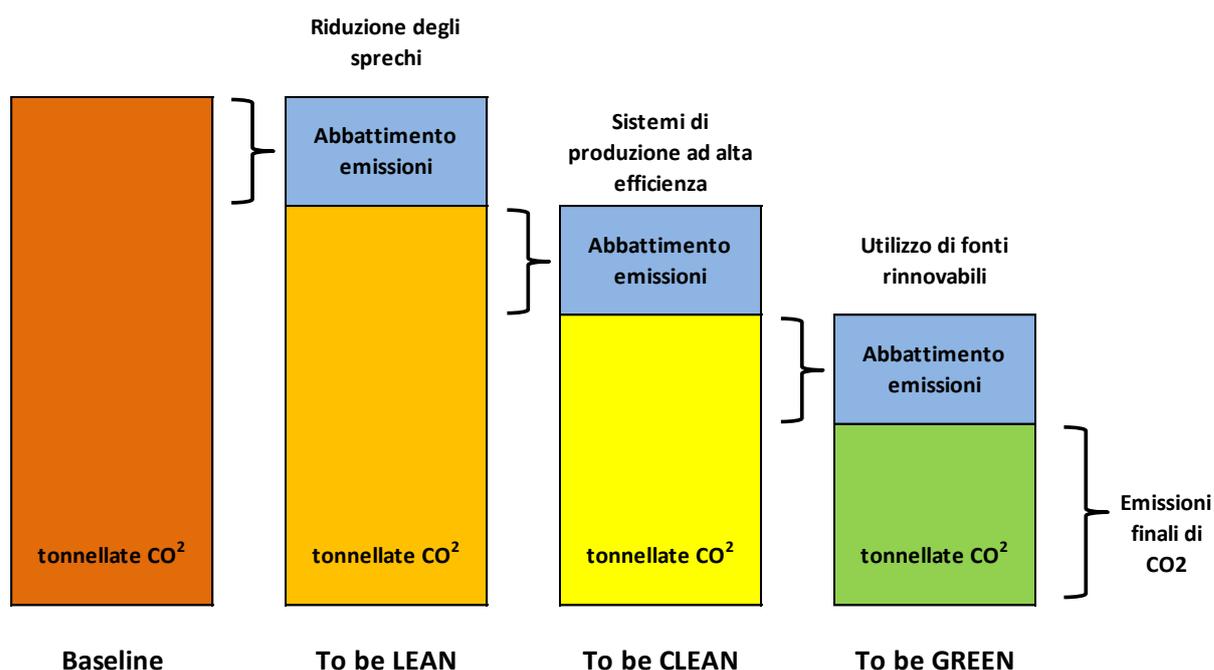
- i) Individuazione della “baseline termica” di riferimento (e relative emissioni di CO₂) tramite opportuna ripartizione del consumo di combustibile tra le varie utenze a servizio dell’edificio e destagionalizzazione dello stesso, utilizzando i relativi GG reali (GG_{real}), e conseguente normalizzazione secondo i GG di riferimento (GG_{rif});
- j) Individuazione della “baseline elettrica” di riferimento (e relative emissioni di CO₂) calcolata sulla media aritmetica dei valori relativi ai consumi elettrici reali per tre le annualità 2014, 2015, 2016;
- k) Validazione del modello elaborato mediante il confronto con le baseline energetiche, al fine di ottenere uno scostamento inferiore al 5%;
- l) Analisi delle possibili EEM necessarie per la riqualificazione energetica del sistema edificio-impianto analizzando gli aspetti tecnici, energetici, ed ambientali.
- m) Simulazione del comportamento energetico dell’edificio a seguito dell’attuazione delle varie EEM proposte singolarmente, ed individuazione della nuova classe energetica raggiungibile;
- n) Definizione di due scenari ottimali a partire dalla combinazione delle singole EEM proposte al fine di conseguire un miglioramento del parametro di efficienza energetica dell’edificio superiore a due classi energetiche e tempi di ritorno inferiori uguale rispettivamente a 25 e a 15 anni.
- o) Analisi costi-benefici e di redditività finanziaria derivanti dalla realizzazione delle EEM previste singolarmente, con riferimento ai principali indicatori finanziari ed ai possibili sistemi di incentivazione;
- p) Valutazione economico-finanziaria dei due scenari ottimali previsti, a partire dal “baseline di costi” e con riferimento ai principali indicatori finanziari e di sostenibilità finanziari ed ai possibili sistemi di incentivazione;
- q) Identificazione dell’eventuale canone applicabile nel caso di attuazione dello scenario ottimale attraverso un Energy Performance Contract, con lo scopo di analizzare il possibile interesse nella realizzazione degli interventi studiati, tramite l’intervento di una ESCo;
- r) Realizzazione di una relazione tecnica descrittiva di dettaglio dell’analisi effettuata (Rapporto di DE);
- s) Realizzazione di un report dei Benchmark.

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



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

Figura 1.4 - Principio della Gerarchia Energetica



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

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

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

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

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

- TRS (Tempo di rientro semplice);
- TRA (Tempo di rientro attualizzato);
- VAN (Valore attuale netto);

- TIR (Tasso interno di rendimento);
- IP (indice di profitto).

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

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

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

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

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

1.6 STRUTTURA DEL REPORT

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

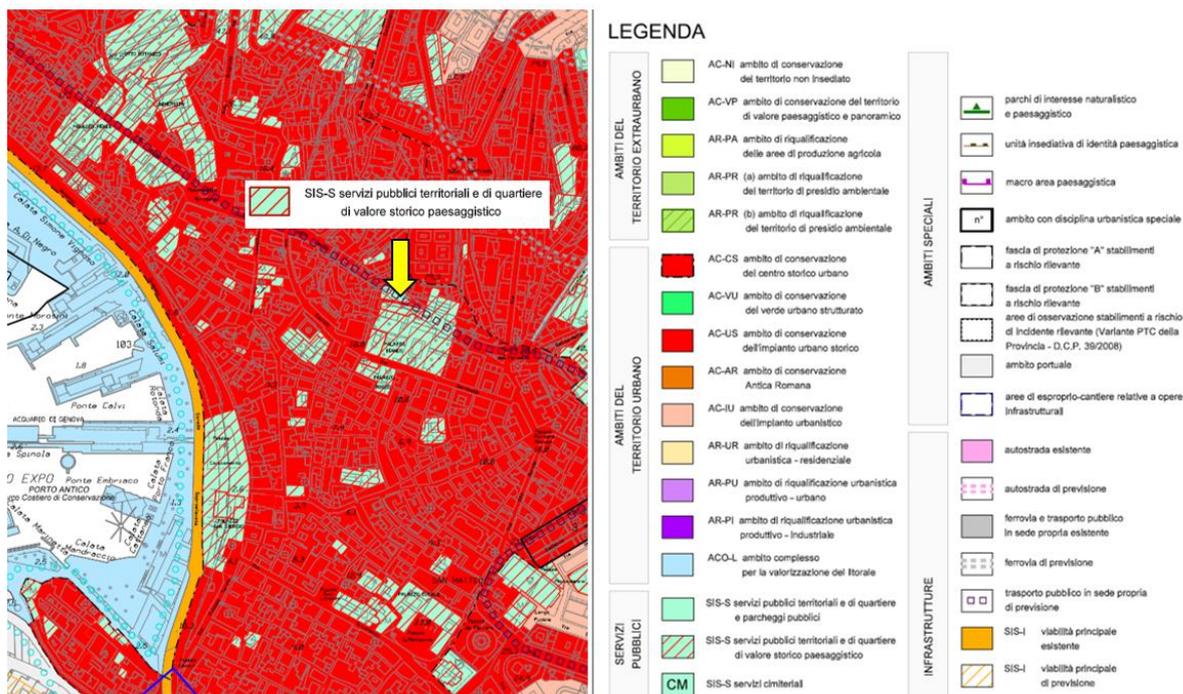
- Una prima parte nella quale sono descritti lo scopo ed i confini della DE e le metodologie di analisi adottate;
- Una seconda parte in cui sono riportate le informazioni dell'edificio rilevate in sede di sopralluogo e le valutazioni effettuate al fine di identificare le caratteristiche tecniche dei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

2 DATI DELL'EDIFICIO

2.1 INFORMAZIONI SUL SITO

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

Figura 2.1 - Particolare estratto dal Piano Urbanistico Comunale



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

L'edificio ove è ubicato l'edificio oggetto della DE risale all'incirca al '800, pertanto ai sensi del DPR 412/93, attualmente ricade nella destinazione d'uso E.7 Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili.

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

L'ipotesi di intervenire al fine di migliorarne l'efficienza energetica è innanzitutto volta ad una diminuzione delle emissioni di CO₂, la quale rientra negli obiettivi prefissati dal Comune di Genova all'interno del SEAP (Sustainable Energy Action Plan), ma può anche essere considerata di notevole interesse socio-culturale al fine della sensibilizzazione del pubblico alle tematiche di interesse ambientale ed energetico.

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

L’edificio ospitante il complesso scolastico oggetto della DE è costituito complessivamente da sei piani fuori terra, dove al loro interno sono presenti aule, cucina, mensa e servizi utili alle attività didattiche scolastiche.

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

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



Tabella 2.1 - Suddivisione in piani dell’edificio

PIANO	UTILIZZO	U.M.	SUPERFICIE LORDA COMPLESSIVA ⁽²⁾	SUPERFICIE UTILE RISCALDATA ⁽³⁾	SUPERFICIE UTILE RAFFRESCATA ⁽³⁾
Terra	Atrio, ingresso	[m ²]	213,30	126,18	
Primo	Refettorio, Cucina, Servizi	[m ²]	455,37	349,26	
Secondo	Aule, Palestra, Servizi, Corridoio	[m ²]	475,45	359,4	
Terzo	Scale	[m ²]	120,47	12,44	
Quarto	Aule, Servizi, Corridoi, Sala medica	[m ²]	477,85	366,57	
Quinto	Aule, Corridoi, Servizi, Laboratori	[m ²]	473,12	366,34	
Sesto	Biblioteca, servizi	[m ²]	250,30	172,00	
TOTALE		[m²]	2.462	1752	

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

L’edificio oggetto della DE presenta vincoli architettonici quali “Bellezze di Insieme”, come viene riportato nell’immagine seguente.

Figura 2.3 - Particolare estratto dalla carta dei vincoli

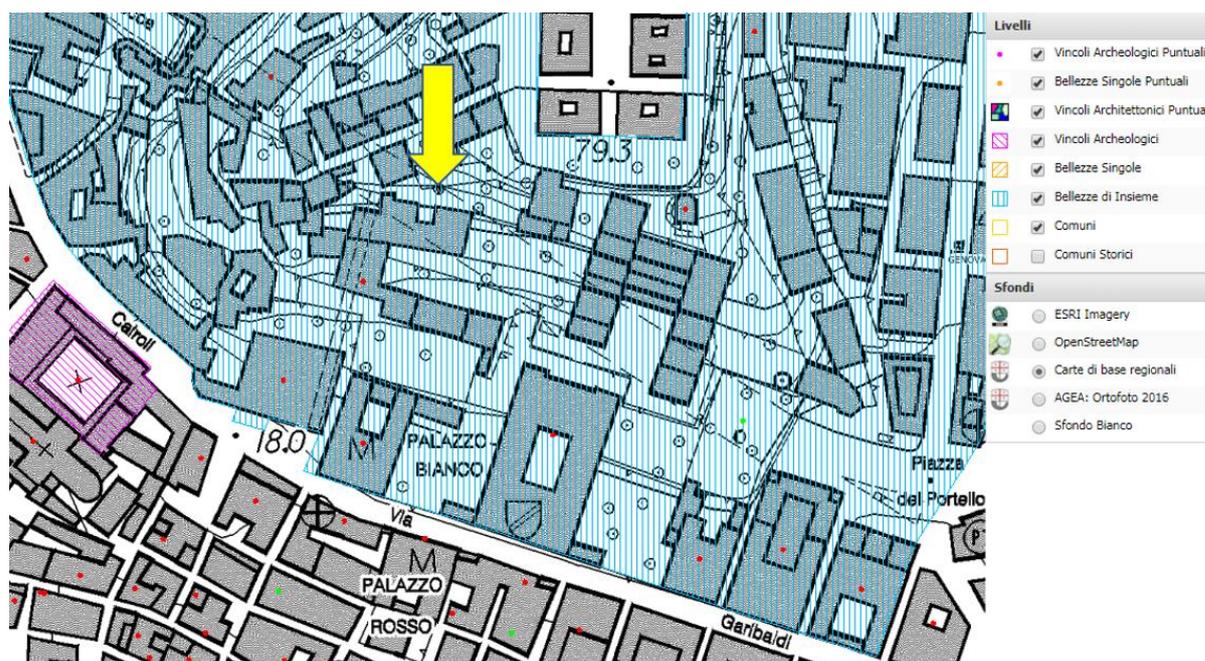


Tabella 2.2 - Misure di efficienza energetica individuate e valutazione delle interferenze con gli attuali vincoli

MISURA DI EFFICIENZA ENERGETICA	VINCOLO INTERESSATO	VALUTAZIONE INTERFERENZA ⁽⁴⁾	MISURA DI TUTELA DA ADOTTARE
EEM 1: Isolamento delle pareti esterne	Architettonico		Tramite isolamento interno e previo parere della a Soprintendenza per i beni architettonici e paesaggistici
EEM 2: Isolamento Coperture e sottotetto	Architettonico		Previo parere della a Soprintendenza per i beni architettonici e paesaggistici
EEM 5: Sostituzione lampade con LED	-		-

Nota (4): Legenda livelli di interferenza:

	Non perseguibile
	Perseguibile tramite adozione misure di tutela indicate
	Interferenza nulla

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

2.4 MODALITÀ DI GESTIONE E MANUTENZIONE DI EDIFICI ED IMPIANTO

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

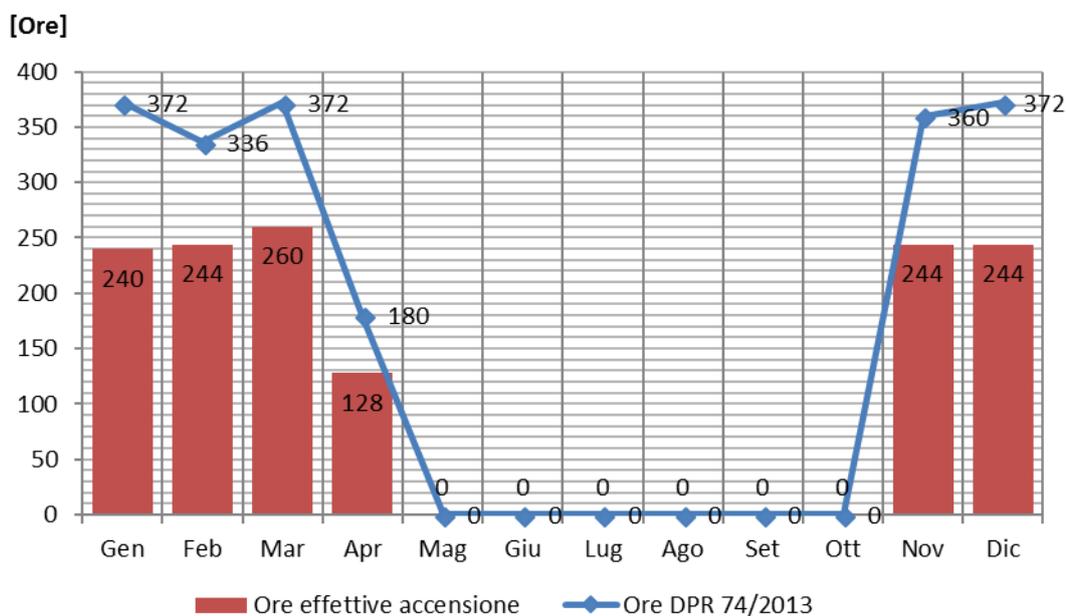
Gli orari di effettivo utilizzo dell'edificio sono stati ricavati tramite intervista al personale occupante la struttura (insegnanti e collaboratori), mentre i periodi di attivazione e spegnimento degli impianti sono stati ipotizzati in funzione dell'occupazione dell'edificio, in quanto non è stato possibile eseguire il sopralluogo in centrale termica.

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

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

PERIODO	GIORNI SETTIMENALI	ORARIO FUNZIONAMENTO EDIFICIO	ORARIO FUNZIONAMENTO IMPIANTO
Dal 1 Novembre al 15 Aprile	dal lunedì al venerdì	07.30 – 19.00	7.00 – 19.00
Dal 16 Aprile al 31 Luglio	dal lunedì al venerdì	07.30 – 19.00	-
Dal 1 Settembre al 31 Ottobre			

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



Dall’analisi effettuata è emerso che gli orari di funzionamento degli impianti non sono strettamente correlati agli orari di espletamento delle lezioni, ma dipendono anche dalla presenza di personale all’interno della struttura, pertanto, nonostante le lezioni scolastiche finiscano alle 16:20 lo spegnimento dell’impianto è stato stimato avvenga alle ore 19:00.

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

Ove presenti, all’interno del contratto di Servizio Energia sono stati inseriti la gestione, conduzione e manutenzione degli impianti di climatizzazione estiva.

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

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

3 DATI CLIMATICI

3.1 DATI CLIMATICI DI RIFERIMENTO

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

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

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

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

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

Considerando che il profilo di utilizzo degli impianti di riscaldamento prevede alcuni giorni di mancata accensione dell'impianto, come riportato nella Tabella 2.3, i GG sono stati ricalcolati in funzione del numero di giorni effettivi di accensione dell'impianto termico, pertanto si è ottenuto un valore di 885 GG calcolati su 113 giorni effettivi di utilizzo dell'impianto di riscaldamento.

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

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

Tabella 3.2 – Profili mensili dei GG_{rif}

Mese	GIORNI MENSILI	TEMPERATURA ESTERNA UNI 10349:2016 [°C]	GIORNI RISCALDAMENTO [g/m]	GG	GIORNI DI UTILIZZO [g/m]	GIORNI RISCALDAMENTO EFFETTIVI [g/m]	GG _{rif}	PROFILO DI INCIDENZA
Gennaio	31	10,4	31	298	20	20	192	20%
Febbraio	28	10,5	28	266	20	20	190	20%
Marzo	31	11,1	31	276	22	22	187	20%
Aprile	30	15,3	15	71	20	11	73	6%
Maggio	31	18,7	-	-	21	-	-	0%
Giugno	30	22,4	-	-	20	-	-	0%
Luglio	31	24,6	-	-	-	-	-	0%
Agosto	31	23,6	-	-	-	-	-	0%
Settembre	30	22,2	-	-	20	-	-	0%
Ottobre	31	18,2	-	-	22	-	-	0%
Novembre	30	13,3	30	201	20	20	134	14%
Dicembre	31	10,0	31	310	20	20	150	21%
TOTALE	365	16,7	166	1421	205	113	926	100%

3.2 DATI CLIMATICI REALI

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

I dati climatici utilizzati sono stati rilevati dalla centralina meteo climatica Genova-Centro Funzionale, sita in via Brigate Partigiane n°2, Genova.

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

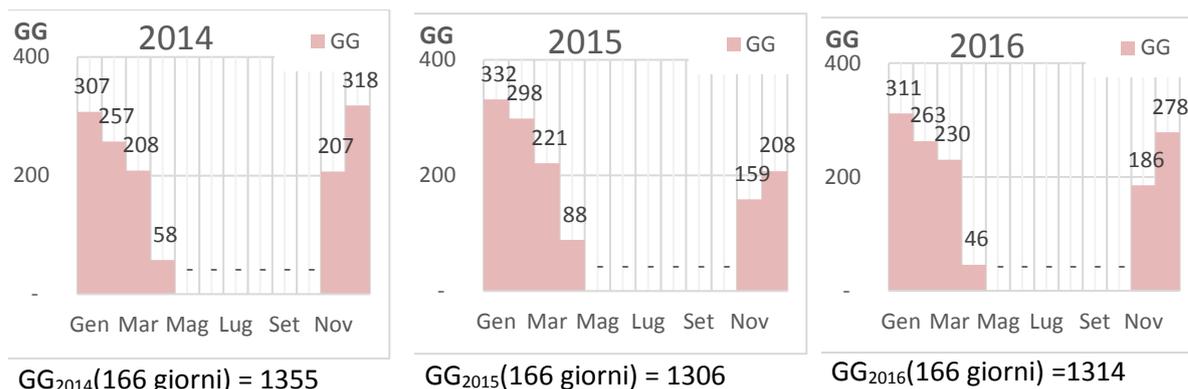
Figura 3.1 – Posizionamento della centralina meteo climatica rispetto all’edificio oggetto di DE



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

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

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

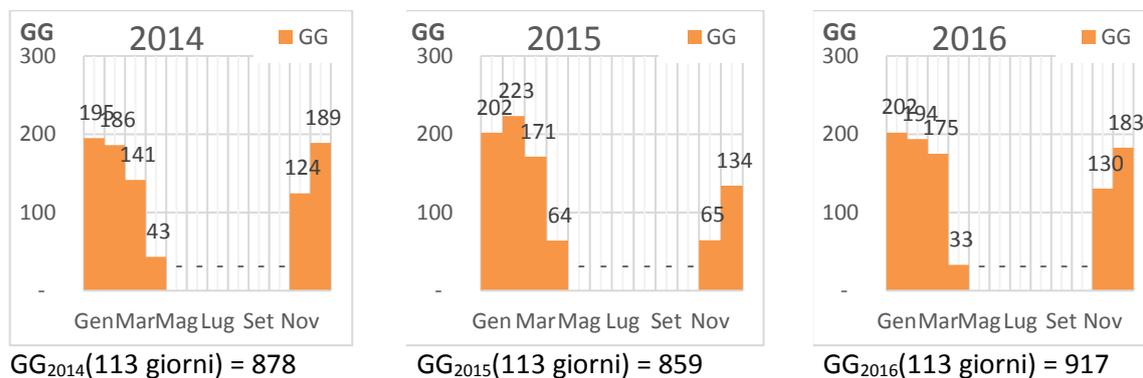


Considerando che il profilo di utilizzo degli impianti di riscaldamento prevede alcuni giorni di mancata accensione dell'impianto, come riportato nella Tabella 2.3, i GG reali sono stati ricalcolati in funzione del numero di giorni effettivi di accensione dell'impianto termico, pertanto si è ottenuto un valore di 885 GG calcolati su 115 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_{reali} ai fini del processo di normalizzazione di cui al capitolo 5.1.1.

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



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

4 AUDIT EDIFICIO E IMPIANTI ELETTRICI E MECCANICI

4.1 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE DELL'INVOLUCRO EDILIZIO

4.1.1 Involucro opaco

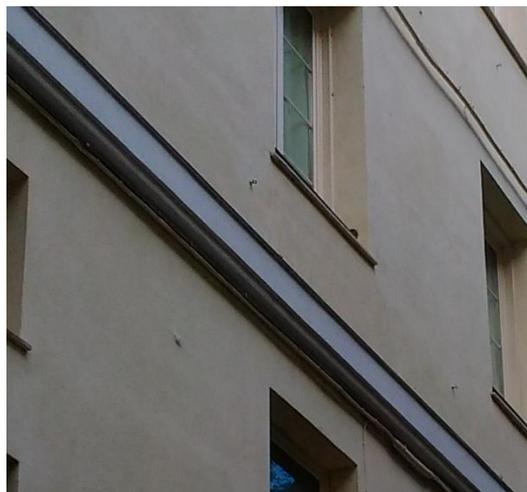
L'involucro edilizio opaco che costituisce l'edificio è sostanzialmente composto da una struttura in calcestruzzo armato con muratura di tamponamento in laterizio.

La copertura è a falde piane.

Figura 4.1 - Particolare della facciata



Figura 4.2 - Particolare della porzione di involucro



L'edificio, seppur costituito da quattro piani fuori terra, risulta essere ombreggiato per gran parte della giornata essendo molto vicino ai palazzi limitrofi. Ciò incide profondamente sul comportamento termico dell'edificio, infatti le zone più elevate sono fortemente influenzate dall'incidenza solare causando significative differenze di fabbisogni termici con gli ambienti ai piani più bassi.

Va inoltre sottolineato che non trattandosi di un edificio di valenza storica è possibile procedere a sostanziali interventi di efficientamento dell'involucro stesso.

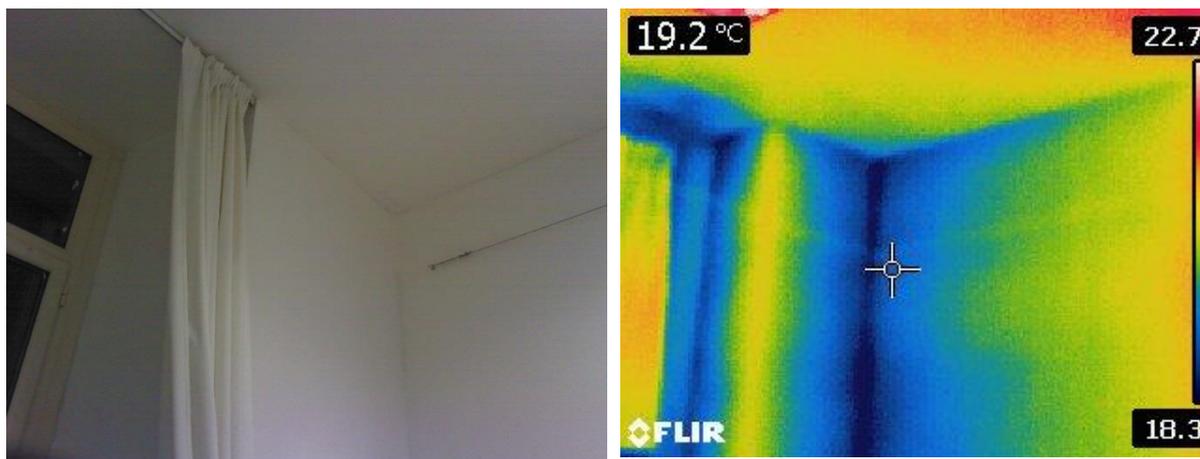
Ai fini di un'identificazione più precisa delle caratteristiche dei componenti dell'involucro opaco si è proceduto, in sede di sopralluogo, alla realizzazione delle seguenti indagini diagnostiche:

- Rilievo termografico eseguito tramite l'utilizzo di termo camera FLIR E50
- Analisi visiva e fotografica delle componenti strutturali

La realizzazione delle suddette indagini ha portato alle seguenti conclusioni:

- Muratura di tamponamento in laterizio
- Soffitto spiovente con blocchi di laterizio + travetti in calcestruzzo

Figura 4.3 – Rilievo termografico della parete



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

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

Tabella 4.1 – Trasmittanze termiche dei componenti dell’involucro opaco

TIPO DI COMPONENTE	CODICE	SPESSORE [cm]	ISOLAMENTO	TRASMITTANZA TERMICA [W/m ² K]	STATO DI CONSERVAZIONE
Parete verticale	M1	Vedere allegato E	Assente	Vedere allegato E	Buono
Parete verticale	M2	Vedere allegato E	Assente	Vedere allegato E	Buono
Parete verticale	M3	Vedere allegato E	Assente	Vedere allegato E	Buono
Parete verticale	M4	Vedere allegato E	Assente	Vedere allegato E	Buono
Parete verticale	M5	Vedere allegato E	Assente	Vedere allegato E	Buono
Parete verticale	M6	Vedere allegato E	Assente	Vedere allegato E	Buono
Parete verticale	M7	Vedere allegato E	Assente	Vedere allegato E	Buono
Parete verticale	M8	Vedere allegato E	Assente	Vedere allegato E	Buono
Parete verticale	M10	Vedere allegato E	Assente	Vedere allegato E	Buono
Parete verticale	M11	Vedere allegato E	Assente	Vedere allegato E	Buono
Parete verticale	M12	Vedere allegato E	Assente	Vedere allegato E	Buono
Parete verticale	M13	Vedere allegato E	Assente	Vedere allegato E	Buono
Parete verticale	M14	Vedere allegato E	Assente	Vedere allegato E	Buono
Parete verticale	M15	Vedere allegato E	Assente	Vedere allegato E	Buono
Parete verticale	M16	Vedere allegato E	Assente	Vedere allegato E	Buono
Parete verticale	M17	Vedere allegato E	Assente	Vedere allegato E	Buono
Parete verticale	M18	Vedere allegato E	Assente	Vedere allegato E	Buono
Parete verticale	M19	Vedere allegato E	Assente	Vedere allegato E	Buono
Parete verticale	M20	Vedere allegato E	Assente	Vedere allegato E	Buono
Parete verticale	M21	Vedere allegato E	Assente	Vedere allegato E	Buono
Parete verticale	M22	Vedere allegato E	Assente	Vedere allegato E	Buono
Parete verticale	M23	Vedere allegato E	Assente	Vedere allegato E	Buono
Parete verticale	M24	Vedere allegato E	Assente	Vedere allegato E	Buono
Parete verticale	M25	Vedere allegato E	Assente	Vedere allegato E	Buono
Parete verticale	M26	Vedere allegato E	Assente	Vedere allegato E	Buono
Pavimento	P1	Vedere allegato E	Assente	Vedere allegato E	Buono

Pavimento	P2	Vedere allegato E	Assente	Vedere allegato E	Buono
Pavimento	P3	Vedere allegato E	Assente	Vedere allegato E	Buono
Soffitto	S1	Vedere allegato E	Assente	Vedere allegato E	Buono
Soffitto	S2	Vedere allegato E	Assente	Vedere allegato E	Buono
Soffitto	S3	Vedere allegato E	Assente	Vedere allegato E	Buono
Soffitto	S4	Vedere allegato E	Assente	Vedere allegato E	Buono

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

4.1.2 Involucro trasparente

L'involucro trasparente che costituisce l'edificio è composto prevalentemente da serramenti con telaio in legno e vetri singoli o doppi.

Lo stato di conservazione degli stessi è buono in quanto sostituiti circa dieci anni fa durante la ristrutturazione dell'edificio.

Figura 4.4 - Particolare dei serramenti



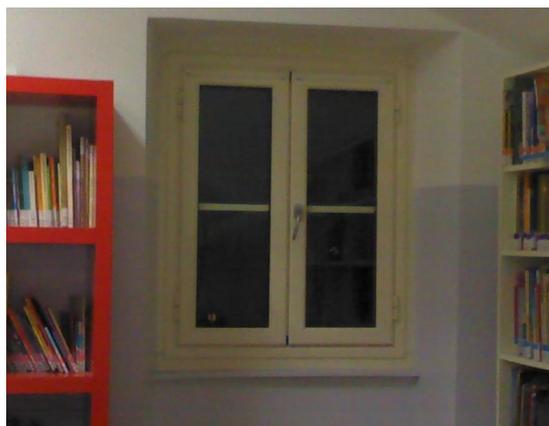
Ai fini di un'identificazione più precisa delle caratteristiche dei componenti dell'involucro opaco si è proceduto, in sede di sopralluogo, alla realizzazione delle seguenti indagini diagnostiche:

- Rilievo termografico eseguito tramite l'utilizzo di termo camera FLIR E50
- Analisi visiva
- Intervista agli occupanti l'edificio

La realizzazione delle suddette indagini ha portato alle seguenti conclusioni:

- Serramenti con telaio in legno e vetro singolo
- Serramenti con telaio in legno e vetro doppio

Figura 4.5 – Rilievo termografico dei serramenti



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

Tabella 4.2 – Trasmittanze termiche dei componenti dell'involucro trasparente

TIPO DI COMPONENTE	CODICE	DIMENSIONI [HXL] [cm]	TIPO TELAIO	TIPO VETRO	TRASMITTANZA TERMICA [W/mqK]	STATO DI CONSERVAZIONE
Serramento verticale	W1	Vedere allegato E	Legno	Vedere allegato E	Vedere allegato E	Buono
Serramento verticale	W2	Vedere allegato E	Legno	Vedere allegato E	Vedere allegato E	Buono
Serramento verticale	W3	Vedere allegato E	Legno	Vedere allegato E	Vedere allegato E	Buono
Serramento verticale	W4	Vedere allegato E	Legno	Vedere allegato E	Vedere allegato E	Buono
Serramento verticale	W5	Vedere allegato E	Legno	Vedere allegato E	Vedere allegato E	Buono
Serramento verticale	W6	Vedere allegato E	Legno	Vedere allegato E	Vedere allegato E	Buono
Serramento verticale	W7	Vedere allegato E	Legno	Vedere allegato E	Vedere allegato E	Buono
Serramento verticale	W8	Vedere allegato E	Legno	Vedere allegato E	Vedere allegato E	Buono
Serramento verticale	W9	Vedere allegato E	Legno	Vedere allegato E	Vedere allegato E	Buono
Serramento verticale	W10	Vedere allegato E	Legno	Vedere allegato E	Vedere allegato E	Buono
Serramento verticale	W11	Vedere allegato E	Legno	Vedere allegato E	Vedere allegato E	Buono
Serramento verticale	W12	Vedere allegato E	Legno	Vedere allegato E	Vedere allegato E	Buono
Serramento verticale	W13	Vedere allegato E	Legno	Vedere allegato E	Vedere allegato E	Buono
Serramento verticale	W14	Vedere allegato E	Legno	Vedere allegato E	Vedere allegato E	Buono
Serramento verticale	W15	Vedere allegato E	Legno	Vedere allegato E	Vedere allegato E	Buono
Serramento verticale	W16	Vedere allegato E	Legno	Vedere allegato E	Vedere allegato E	Buono
Serramento verticale	W17	Vedere allegato E	Legno	Vedere allegato E	Vedere allegato E	Buono
Serramento verticale	W18	Vedere allegato E	Legno	Vedere allegato E	Vedere allegato E	Buono

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

4.2 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO DI RISCALDAMENTO/CLIMATIZZAZIONE INVERNALE

L'impianto di riscaldamento degli ambienti è costituito da radiatori a parete, con distribuzione a colonne montanti e generazione mediante caldaia a condensazione funzionante a gas naturale.

4.2.1 Sottosistema di emissione

Il sottosistema di emissione è costituito da radiatori in ghisa installati in prevalenza in nicchie su pareti esterne.

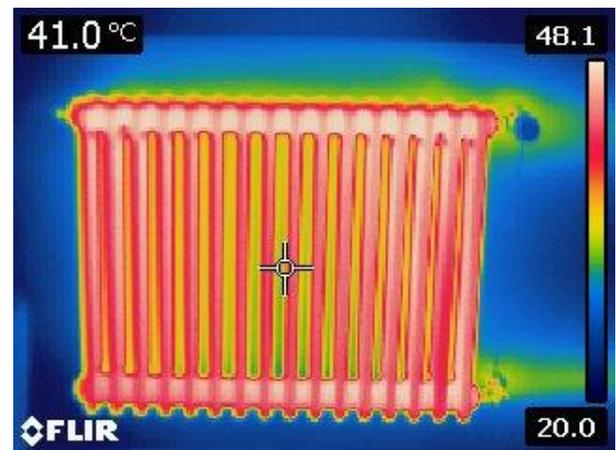
Figura 4.6 - Particolare radiatori



Figura 4.7 – Rilievo termografico dei radiatori



Figura 4.8 - Rilievo termografico dei radiatori



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

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

ZONA TERMICA	TIPOLOGIA DI TERMINALE	RENDIMENTO
Zona 1	Radiatori in ghisa	87,4%

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

Tabella 4.4 - Riepilogo caratteristiche dei terminali di emissione installati

PIANO	TIPO DI INSTALLAZIONE	NUMERO	POTENZA TERMICA MEDIA	POTENZA TERMICA COMPLESSIVA
			[kW]	[kW]
Terra	Radiatori su parete esterna	12	1,00	12,05
Primo	Radiatori su parete esterna	3	0,45	1,34
Secondo	Radiatori su parete esterna	20	1,69	33,79
Terzo	Radiatori su parete esterna			
Quarto	Radiatori su parete esterna	29	0,85	24,76
Quinto	Radiatori su parete esterna	24	0,92	22,15
Sesto	Radiatori su parete esterna	24	1,28	30,82

TOTALE

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

4.2.2 Sottosistema di regolazione

La regolazione del funzionamento dell'impianto avviene per singolo ambiente + climatica con banda proporzionale 2°C attraverso valvole termostatiche installate sui radiatori

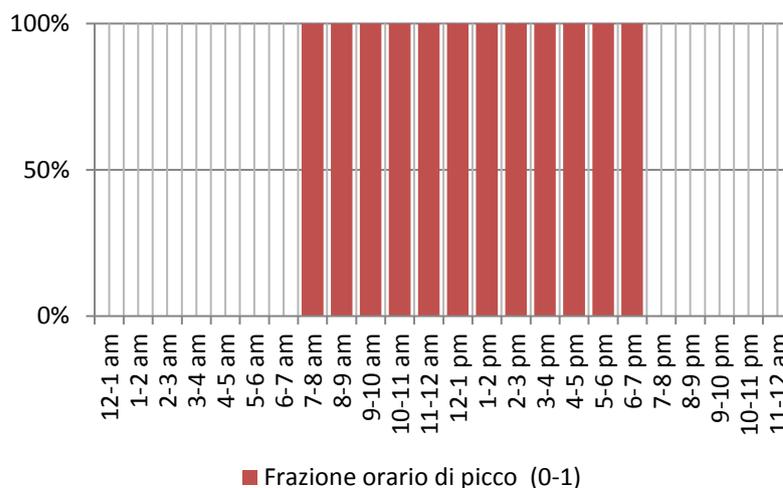
Figura 4.9 – Particolare di una valvola termostatica installata sui radiatori



L'impianto opera dal lunedì al venerdì dalle ore 7:00 alle ore 19:00.

Figura 4.10 - Profilo di funzionamento invernale dell'impianto

Feriali (5gg x sett.)



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

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

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

ZONA TERMICA	TIPO DI REGOLAZIONE	RENDIMENTO
Scuola Daneo	Per singolo ambiente	95%

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 tre circuiti di collegamento tra la caldaia ed i terminali di emissione di vari edifici, il quale è servito da una pompa gemellare.

- Circuito A: mandata e ritorno dalla caldaia all’edificio E1389 tramite pompa di circolazione EVO PLUS 80-340.65.M
- Circuito B: mandata e ritorno dalla caldaia verso edifici adiacenti all’edificio E1389 tramite pompa di circolazione GUNDFOS LP 100-125/130 AFA BDUF
- Circuito c: mandata e ritorno dalla caldaia verso edifici adiacenti all’edificio E1389 tramite pompa di circolazione GUNDFOS MAGNA 65-120F

Le caratteristiche dei circolatori a servizio del circuito A che serve la Scuola Daneo sono riportate nella Tabella 4.6.

Tabella 4.6 - Riepilogo caratteristiche pompe circuito primario

NOME	SERVIZIO	PORTATA	PREVALENZA	POTENZA ASSORBITA ⁽⁷⁾	
		[m ³ /h]	[kPa]	[kW]	
Pompa di circolazione	EVO PLUS 80-340.65.M	mandata acqua calda ai terminali	36/0 ⁽⁷⁾	78,45 ⁽⁷⁾	0,46

Nota (7): Valori ricavati da dati di targa

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

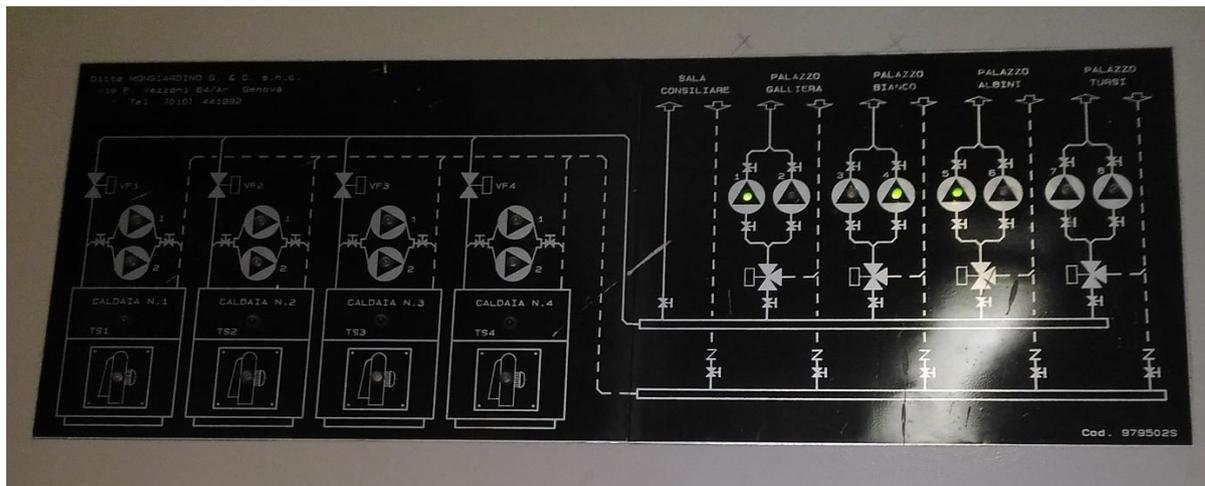
Tabella 4.7 – Temperature di mandata e ritorno del circuito primario

CIRCUITO			TEMPERATURA RILEVATA	TEMPERATURA CALCOLO ⁽⁸⁾
			°C	°C
Scuola Daneo	Mandata	Caldo	n.d. ⁽⁹⁾	75
	Ritorno	Caldo	n.d. ⁽⁹⁾	70

Nota (8): Valori utilizzati nel modello di calcolo

Nota (9): Valore non rilevato causa isolamento tubazioni

Figura 4.11 - Particolare dello schema di impianto



Il rendimento complessivo del sottosistema di distribuzione, in accordo con la normativa UNI/TS 11300-2 prospetto 15, è stato assunto nella DE pari a 91.9%.

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 condensazione Serie MDL mod. da 70 a 300 alimentata a gas metano. La caldaia serve, oltre al circuito di distribuzione dell'edificio E1389, anche circuiti di riscaldamento di altri edifici limitrofi.

Figura 4.12 - Particolare del generatore di calore

Figura 4.13 - Particolare del generatore di calore



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

Tabella 4.8 - Riepilogo caratteristiche del sistema di generazione

Servizio	MARCA	MODELLO	ANNO DI COSTRUZIONE	POTENZA AL FOCOLARE [kW]	POTENZA TERMICA UTILE [kW]	RENDIMENTO	POTENZA ASSORBITA COMPLESSIVA [kW]
Gen 1 Riscaldamento	Ravasio	MDL - 300	2017	60-300	300	98%	1,5

Il rendimento complessivo del sottosistema di generazione, in regime di riscaldamento è stato assunto nella DE pari al 99,6%. Tale valore, essendo dipendente dal carico e quindi dalle temperature esterne, risulta essere leggermente diverso da quello indicato nella scheda tecnica a potenza nominale. Si specifica inoltre che non è stato possibile fare confronti con il rendimento da prova fumi poiché non disponibile.

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

4.3 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO PRODUZIONE ACQUA CALDA SANITARIA

Il consumo di acqua calda sanitaria è relativamente ridotto data la destinazione d'uso dell'edificio.

La produzione è eseguita tramite 5 bollitori elettrici ad accumulo installati localmente nei servizi igienici a ad uso del personale.

Figura 4.14 - Particolare di un boiler elettrico per la produzione di acqua calda sanitaria



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

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

SOTTOSISTEMA DI EROGAZIONE	SOTTOSISTEMA DI DISTRIBUZIONE	SOTTOSISTEMA DI RICIRCOLO	SOTTOSISTEMA DI ACCUMULO	SOTTOSISTEMA DI GENERAZIONE	RENDIMENTO GLOBALE MEDIO STAGIONALE
100%	92,6%	-	-	75%	28,7%

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

4.4 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO ELETTRICO E PRINCIPALI UTENZE ELETTRICHE

Le utenze sottese all'impianto elettrico, oltre a quelle precedentemente descritte, sono costituite essenzialmente da utenze locali quali 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

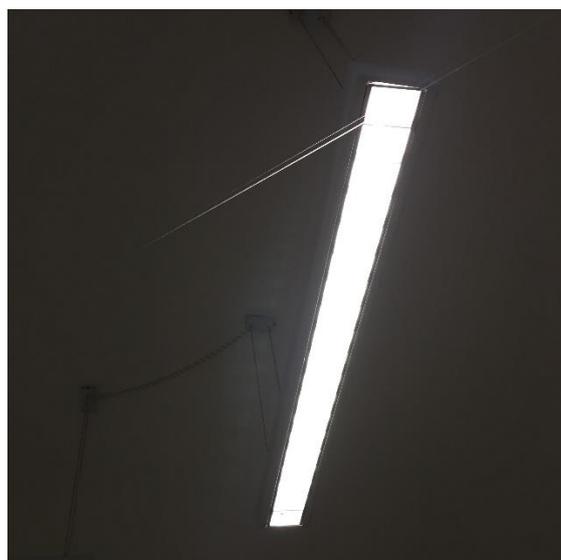
ZONATERMICA	DESCRIZIONE	NUMERO	POTENZA NOMINALE [W]	POTENZA COMPLESSIVA [W]	ORE ANNUE DI UTILIZZO [ore]
Scuola Daneo	PC aula inf	10	200	2000	1.218
Scuola Daneo	PC	7	200	1400	1.218
Scuola Daneo	Lim	3	300	900	1.218
Scuola Daneo	Tv	1	200	200	1.218
Scuola Daneo	Server	1	300	300	1.218
Scuola Daneo	Macchina caffè	1	1000	1000	609

Scuola Daneo	Fotocopiatrice	1	700	700	812
Scuola Daneo	Stampante	2	300	600	609
Scuola Daneo	Lavastoviglie	1	2000	2000	203
Scuola Daneo	Scaldavivande	3	2000	6000	305
Scuola Daneo	Proiettore	1	300	300	609
Scuola Daneo	Ascensore	1	4000	4000	280

4.5 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO ILLUMINAZIONE

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

Figura 4.15 - Particolare dei corpi illuminanti ubicati all’interno dell’edificio.



L’elenco e le caratteristiche dei corpi illuminanti è riportato nella Tabella 4.11.

Tabella 4.11 – Elenco e caratteristiche dei corpi illuminanti

ZONATERMICA	DESCRIZIONE	NUMERO	POTENZA UNITARIA [W]	POTENZA COMPLESSIVA [W]
Scuola Daneo	1X36	3	36	108
Scuola Daneo	1X58	26	58	1508
Scuola Daneo	2X18	55	36	1980
Scuola Daneo	2X36	5	72	360
Scuola Daneo	2X58	6	116	696
Scuola Daneo	4X18	133	72	9576

5 CONSUMI RILEVATI

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

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

I vettori energetici analizzati sono i seguenti:

- Gas metano;

- Energia elettrica;

5.1.1 Energia termica

Il vettore termico utilizzato per la climatizzazione invernale della struttura è il Gas Metano.

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

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

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

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

La fornitura di Gas metano avviene tramite la presenza di un contatore il quale è risultato a servizio del seguente utilizzo:

- Centrale termica per il riscaldamento degli ambienti della Scuola elementare “Daneo” degli ambienti di altri edifici nelle vicinanze dell’edificio oggetto della DE.

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

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

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

PDR	Utilizzo	2014 [Sm ³]	2015 [Sm3]	2016 [Sm3]	2014 [kWh]	2015 [kWh]	2016 [kWh]
Da inserire	Riscaldamento	141.531	163.219	174.109	1.333.222	1.537.523	1.640.107

È stato ipotizzato che i consumi della scuola “Daneo” corrispondono all’8 % dei consumi totali, come illustrato nella Tabella 5.3.

Tabella 5.3 - Consumi annuali di energia termica per il triennio di riferimento riferiti all’edificio E1389

PDR	Utilizzo	2014 [Sm ³]	2015 [Sm3]	2016 [Sm3]	2014 [kWh]	2015 [kWh]	2016 [kWh]
	Riscaldamento	11.322	13.057	13.929	106.658	123.002	131.209

Confrontando l’andamento ei consumi con i GG_{real} del triennio di riferimento si può notare che l’andamento dei dati di consumo segue quello dei GG_{real}.

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

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

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

Dove:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Tabella 5.4 – Normalizzazione dei consumi annuali di energia termica

ANNO	GG _{REALI} SU 113 GIORNI	GG _{RIF} SU 113 GIORNI	CONSUMO REALE RISC. [Smc]	CONSUMO REALE RISC. [kWh]	α_{rif}	CONSUMO NORMALIZZATO A 885 GG [kWh]
2014	878	971	11.322	106.658	121,5	117.955
2015	859	971	13.058	123.002	143,2	139.039
2016	917	971	13.929	131.209	143,1	138.935
Media	885	971	12.770	120.289	135,97	132.028

Come si può notare dai dati, l'andamento dei consumi è stato fortemente influenzato dalle temperature esterne medie mensili rilevate nel triennio di riferimento.

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

Tabella 5.5 – Individuazione della Baseline termica

GRANDEZZA	VALORE
	[Kwh]
\bar{Q}_{ACS}	
\bar{Q}_{ALTRO}	
$\bar{a}_{rif} \times GG_{rif}$	132.028
$Q_{baseline}$	132.028

5.1.2 Energia elettrica

La fornitura di energia elettrica avviene tramite la presenza di un contatore a servizio della scuola elementare “Daneo”.

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

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

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

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

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

POD	ZONA SERVITA	2014	2015	2016	MEDIA
		[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
IT001E02222659	Scuola Daneo	26.027	29.349	31.795	29.057

Tali consumi sono stati confrontati con i consumi annui elaborati e forniti dalla PA ed identificati per l’edificio oggetto della DE all’interno del file kyotoBaseline-EXXXX ed è emerso uno scostamento del valore medio dei consumi del triennio di circa il 7%.

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 41.592 kWh.

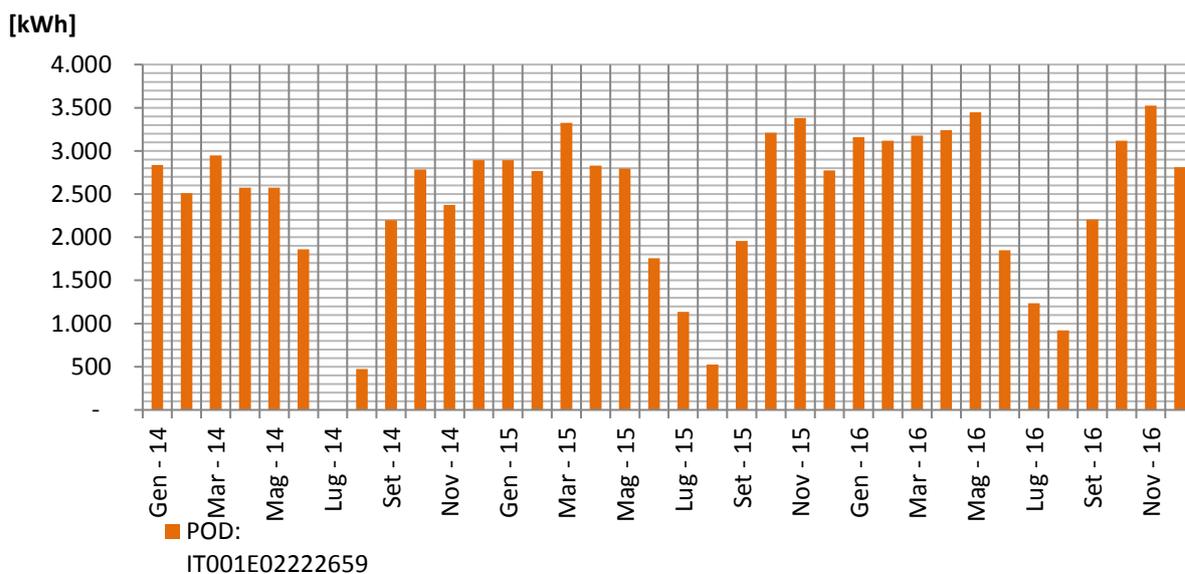
Tabella 5.7 – Consumi mensili di energia elettrica suddivisi per fasce, per il triennio di riferimento

POD: IT001E02222659	F1	F2	F3	TOTALE
2014	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gennaio	2.242	258	336	2.836
Febbraio	1.923	278	310	2.511
Marzo	2.211	373	364	2.948
Aprile	1.965	264	344	2.573
Maggio	1.927	297	350	2.574
Giugno	1.214	256	392	1.862
Luglio	-	-	-	-
Agosto	159	112	203	474
Settembre	1.513	292	393	2.198
Ottobre	2.152	283	351	2.786
Novembre	1.808	222	343	2.373
Dicembre	2.240	276	376	2.892
Totale	19.354	2.911	3.762	26.027
POD: IT001E02222659	F1	F2	F3	TOTALE
2015	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gennaio	2.240	276	376	2.892
Febbraio	2.182	267	319	2.768
Marzo	2.672	285	367	3.324
Aprile	2.245	252	331	2.828
Maggio	2.179	268	350	2.797
Giugno	1.197	230	330	1.757

Luglio	607	210	320	1.137
Agosto	175	112	239	526
Settembre	1.542	181	235	1.958
Ottobre	2.560	289	360	3.209
Novembre	2.654	300	427	3.381
Dicembre	2.104	256	412	2.772
Totale	22.357	2.926	4.066	29.349
POD: IT001E02222659	F1	F2	F3	TOTALE
2016	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gennaio	2.427	289	441	3.157
Febbraio	2.424	302	391	3.117
Marzo	2.370	331	475	3.176
Aprile	2.514	305	419	3.238
Maggio	2.678	317	451	3.446
Giugno	1.178	257	414	1.849
Luglio	605	251	380	1.236
Agosto	315	214	392	921
Settembre	1.523	285	398	2.206
Ottobre	2.369	314	434	3.117
Novembre	2.712	348	463	3.523
Dicembre	2.068	333	408	2.809
Totale	23.183	3.546	5.066	31.795

Si riporta nella Figura 5.1 il profilo elettrico reale relativo all’utenza elettrica per il triennio di riferimento.

Figura 5.1 – Confronto tra i profili elettrici reali relativi a ciascun POD per il triennio di riferimento



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

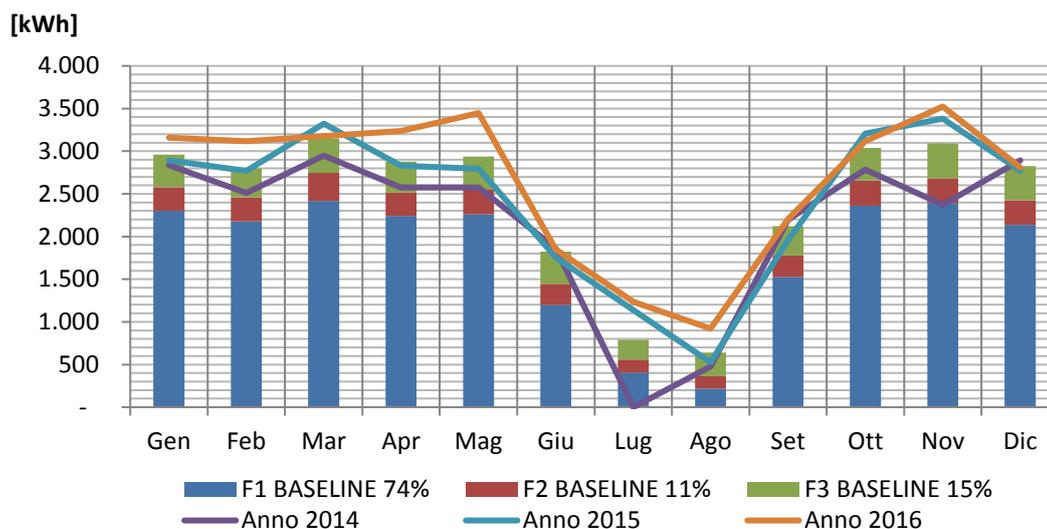
Tali valori sono riportati nella Tabella 5.8.

Tabella 5.8 – Consumi mensili di Baseline

BASELINE	F1	F2	F3	TOTALE
	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gennaio	2.303	274	384	2.962
Febbraio	2.176	282	340	2.799
Marzo	2.418	330	402	3.149
Aprile	2.241	274	365	2.880
Maggio	2.261	294	384	2.939
Giugno	1.196	248	379	1.823
Luglio	404	154	233	791
Agosto	216	146	278	640
Settembre	1.526	253	342	2.121
Ottobre	2.360	295	382	3.037
Novembre	2.391	290	411	3.092
Dicembre	2.137	288	399	2.824
Totale	21.631	3.128	4.298	29.057

L'andamento dei consumi elettrici mensili nel triennio di riferimento e di Baseline è riportato nei grafici in Figura 5.2.

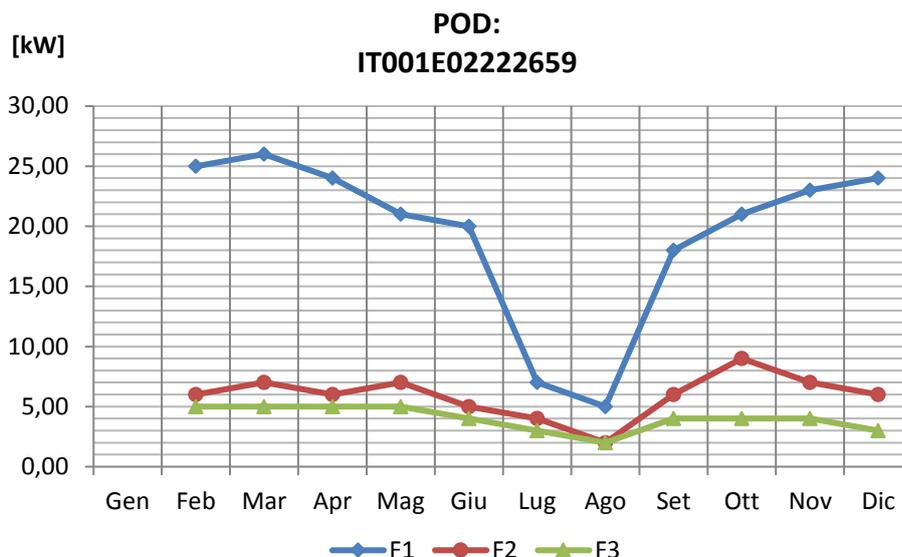
Figura 5.2 – Confronto tra i profili mensili elettrici reali e i valori di Baseline per il triennio di riferimento



I profili di prelievo mensili nel triennio di riferimento presentano andamenti in accordo con l'occupazione della struttura. Sono presenti consumi anche nei mesi estivi, probabilmente dovuti alla presenza dei collaboratori scolastici.

È stato inoltre possibile rappresentare i profili di potenza massimi mensili (per il periodo Febbraio 2017 -Dicembre 2017) accedendo alle informazioni fornite dalla società di distribuzione dell'energia elettrica.

Figura 5.3 – Profili di potenza giornalieri per il POD IT001E02222659



Il prelievo di potenza massima è pari a 26 kW e si verifica nel mese di Marzo. Tale potenza richiesta risulta coerente con la potenza massima erogata dal contatore installato.

Tali profili risultano coerenti con l'effettivo utilizzo dell'edificio e delle utenze elettriche presenti.

5.2 INDICATORI DI PERFORMANCE ENERGETICI ED AMBIENTALI

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

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

Tabella 5.9 - Fattori di emissione di CO₂.

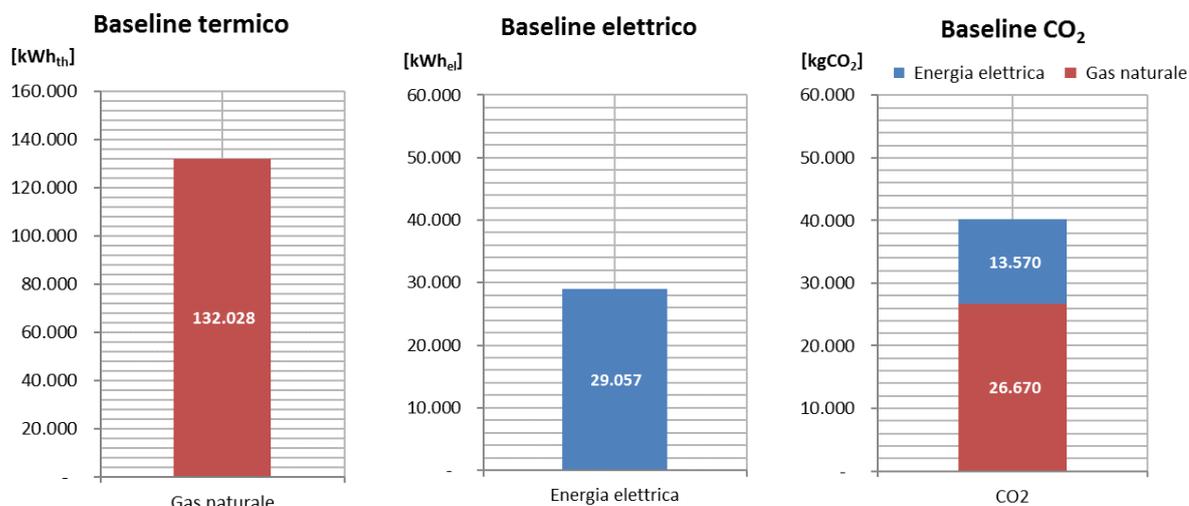
COMBUSTIBILE	FATTORE DI CONVERSIONE
	kgCO ₂ /kWh
Energia elettrica	* 0,467
Gas naturale	* 0,202
GPL	* 0,227
Olio combustibile	* 0,267
Gasolio	* 0,267
Benzina	* 0,249

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

Applicando tali fattori di conversione è stato possibile valutare la Baseline delle emissioni di CO₂, come riportato nella Tabella 5.10 – Baseline delle emissioni di CO₂. Tabella 5.10 e nella Figura 5.4

Tabella 5.10 – Baseline delle emissioni di CO₂.

COMBUSTIBILE	CONSUMO DI BASELINE	FATTORE DI CONVERSIONE	
	[kWh]	[tCO ₂ /MWh]	[tCO ₂]
Energia elettrica	29.057,00	* 0,467	13,57
Gas naturale	82.517,65	* 0,202	16,67

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

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

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

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

La valutazione degli indicatori di performance è stata effettuata parametrizzando i consumi reali di Baseline di cui al Capitolo 5, in funzione dei fattori riportati nella Tabella 5.12.

Tabella 5.12 – Fattori di riparametrizzazione

PARAMETRO		VALORE	U.M.
FATTORE 1	Superficie netta riscaldata	1.752	m ²
FATTORE 1	Superficie netta complessiva delle aree interne (riscaldate e non riscaldate)	1.856	m ²
FATTORE 1	Volume lordo complessivo (aree interne riscaldate e non riscaldate)	8.988	m ³

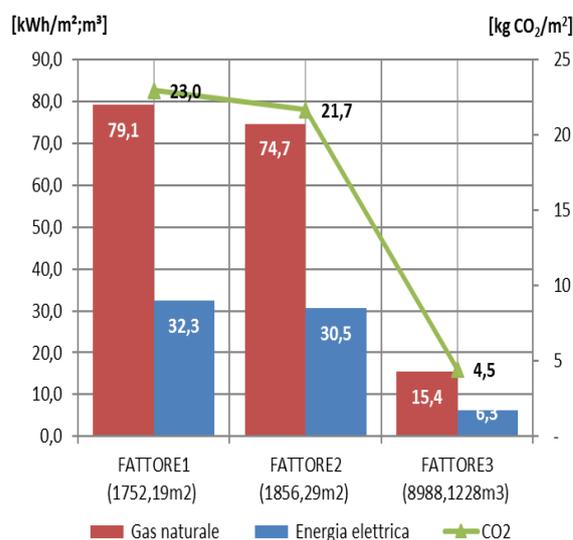
Nella Tabella 5.13 e Tabella 5.14 sono riportati gli indicatori di performance valutati coerentemente con quanto riportato nella sezione 2.5 dell’Allegato J – Schede di audit.

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

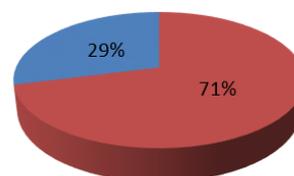
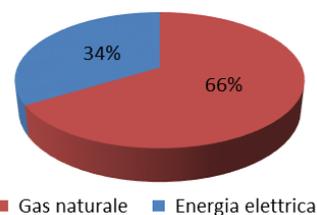
VETTORE ENERGETICO	CONSUMO ENERGETICO DI BASELINE	FATTORE DI CONVERSIONE ENERGIA PRIMARIA TOTALE	CONSUMO DI ENERGIA PRIMARIA TOTALE	INDICATORI DI CONSUMO ENERGIA PRIMARIA TOTALE			INDICATORI AMBIENTALI		
				FATTORE 1	FATTORE 2	FATTORE 3	FATTORE 1	FATTORE 2	FATTORE 3
	[kWh/anno]		[kWh/anno]	[kWh/m ²]	[kWh/m ²]	[kWh/m ³]	[Kg CO ₂ /m ²]	[Kg CO ₂ /m ²]	[Kg CO ₂ /m ³]
Gas naturale	132.028	1,05	138.630	79,1	74,7	15,4	15,22	14,37	2,97
Energia elettrica	29.057	2,42	70.318	40,1	37,9	7,8	7,74	7,31	1,51
TOTALE			208.948	119	113	23	23	22	4

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

VETTORE ENERGETICO	CONSUMO ENERGETICO DI BASELINE [kWh/anno]	FATTORE DI CONVERSIONE ENERGIA PRIMARIA NON RINN.	CONSUMO DI ENERGIA PRIMARIA NON RINN. [kWh/anno]	INDICATORI DI CONSUMO ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE			INDICATORI AMBIENTALI		
				FATTORE 1 [kWh/m ²]	FATTORE 2 [kWh/m ²]	FATTORE 3 [kWh/m ²]	FATTORE 1 [Kg CO ₂ /m ²]	FATTORE 2 [Kg CO ₂ /m ²]	FATTORE 3 [Kg CO ₂ /m ²]
Gas naturale	132.028	1,05	138.630	79,1	74,7	15,4	15,22	14,37	2,97
Energia elettrica	29.057	1,95	56.661	32,3	30,5	6,3	7,74	7,31	1,51
TOTALE			195.291	111	105	22	23	22	4

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

Ripartizione % energia primaria

Ripartizione % emissioni CO₂

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

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

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

La formula definita è sotto riportata:

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

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

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

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

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

Tabella 5.15 – Indicatori di performance energetici

COMBUSTIBILE	IEN _R			IEN _E		
	Wh/(m ³ GG anno)			Wh/(m ³ anno)		
	2014	2015	2016	2014	2015	2016
Gas Naturale	7,6	8,8	9,4	-	-	-
Energia elettrica	-	-	-	8456	9535	10330

È stato quindi possibile effettuare un raffronto con le classi di merito riportate nelle suddette Linee Guida ENEA - FIRE, ottenendo una buona classe di merito per quanto riguarda il riscaldamento e una sufficiente classe di merito per il consumo di energia elettrica.

Nell'Allegato M è possibile trovare un riepilogo degli indici sopra calcolati di tutti gli edifici del Lotto 8.

6 MODELLO DEL FABBISOGNO ENERGETICO

6.1 METODOLOGIA DI CALCOLO ADOTTATA E VALIDAZIONE DEI MODELLI DI CALCOLO

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

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

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

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

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

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

INDICE DI PRESTAZIONE ENERGETICA		U.M.	ENERGIA PRIMARIA TOTALE	ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE
Globale	EP _{gl}	kWh/mq anno	128,86	120,90
Climatizzazione invernale	EP _H	kWh/mq anno	87,90	87,90
Produzione di acqua calda sanitaria	EP _w	kWh/mq anno	1,57	1,27
Illuminazione artificiale	EP _L	kWh/mq anno	26,28	21,18
Trasporto di persone e cose	EP _T	kWh/mq anno	1,55	1,25
Emissioni equivalenti di CO ₂	CO _{2eq}	Kg/mq anno	24,81	

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)

FORTE ENERGETICA UTILIZZATA	CONSUMO [kWh/anno]	CONSUMO ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE [kWh/anno]
Gas Naturale	105.104	110.359
Energia Elettrica	29.656	57.829

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

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

Dove:

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

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

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

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

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

Nota (*) Tale contributo non è definito all'interno delle norme UNITS 11300 pertanto è stato valutato dall'Auditor sulla base dei dati di targa

6.1.1 Validazione del modello termico

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

Si è quindi provveduto alla simulazione dei parametri reali di utilizzo dell'edificio adattando tutti i parametri sulla base delle informazioni raccolte durante il sopralluogo.

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

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

INDICE DI PRESTAZIONE ENERGETICA		U.M.	ENERGIA PRIMARIA TOTALE	ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE
Globale	EP_{gl}	kWh/mq anno	120,21	112,19
Climatizzazione invernale	EP_H	kWh/mq anno	78,93	78,93
Produzione di acqua calda sanitaria	EP_w	kWh/mq anno	1,57	1,27
Illuminazione artificiale	EP_L	kWh/mq anno	26,58	21,42
Trasporto di persone e cose	EP_T	kWh/mq anno	1,55	1,25
Emissioni equivalenti di CO ₂	CO_{2eq}	Kg/mq anno	23,15	

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

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

FONTE ENERGETICA UTILIZZATA	CONSUMO	CONSUMO ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE
	[kWh/anno]	[kWh/anno]
Gas Naturale	131.714	138.300
Energia Elettrica	29.885	58.276

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]	[%]
131.714	132.028,25	-0,24%

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

6.1.2 Validazione del modello elettrico

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

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

$EE_{teorico}$	$EE_{baseline}$	Congruità
[kWh/anno]	[kWh/anno]	[%]
29.885	29.057	2,8%

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

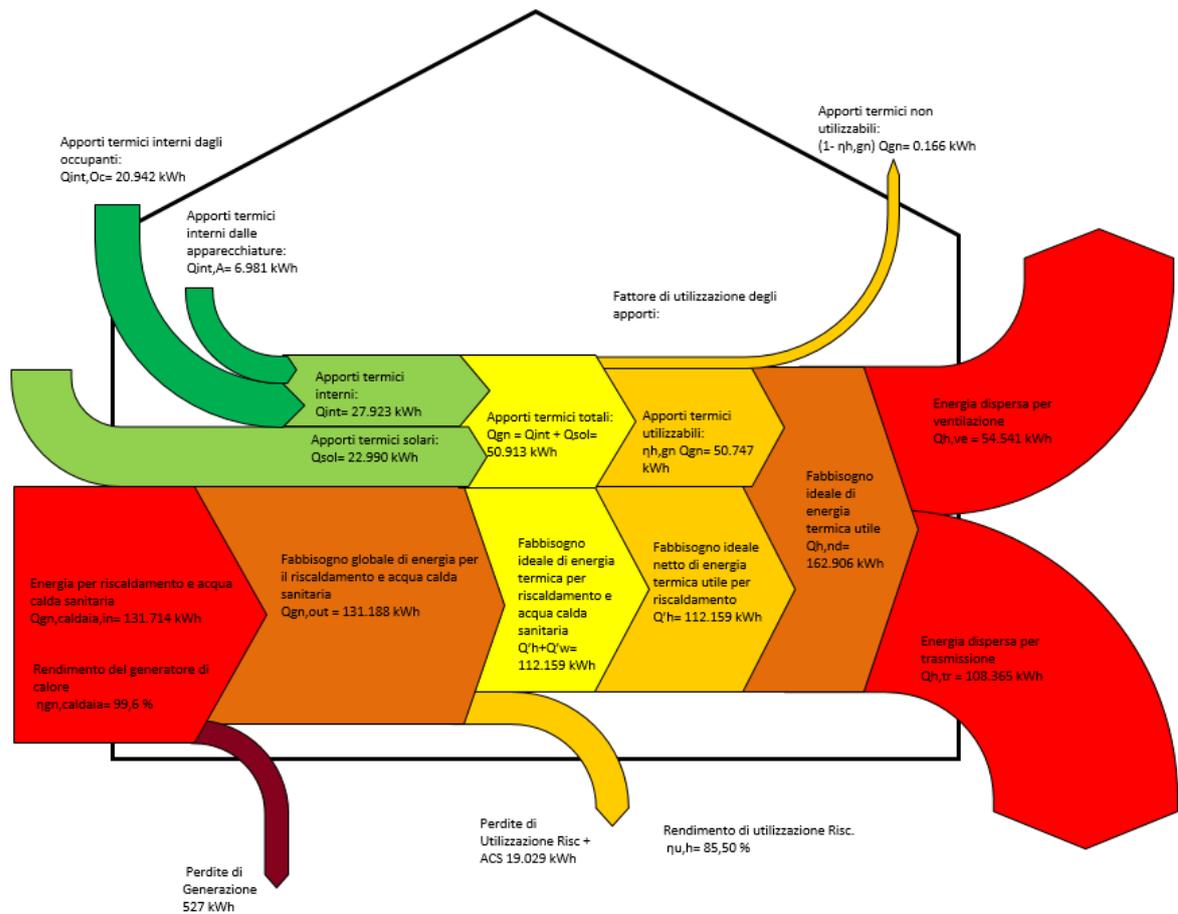
6.2 FABBISOGNI ENERGETICI

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

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

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

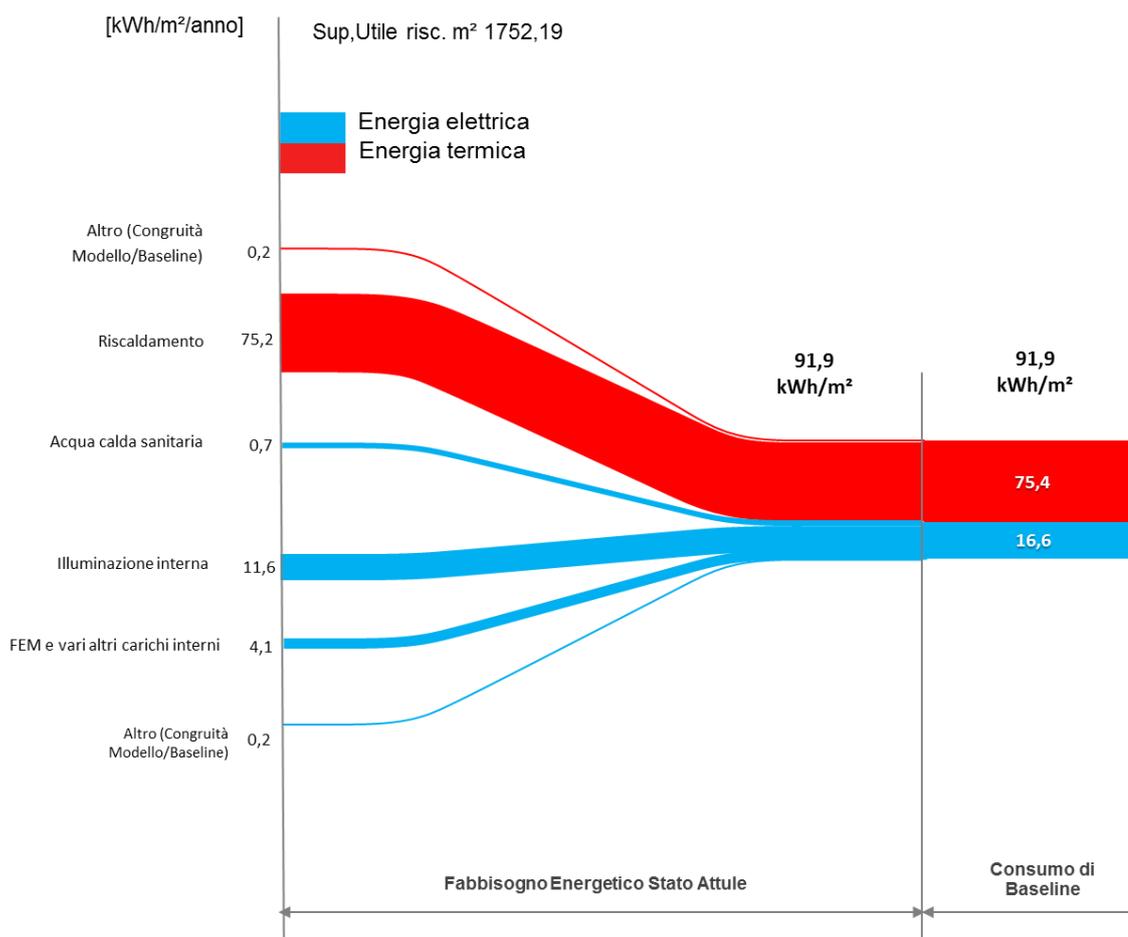
Figura 6.1 – Diagramma di Sankey relativo al fabbisogno termico dell’edificio allo stato attuale



Dal diagramma si evince che il fabbisogno ideale di energia termica utile è dovuto principalmente alla dispersione per trasmissione.

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

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



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

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

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

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

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

6.3 PROFILI ENERGETICI MENSILI

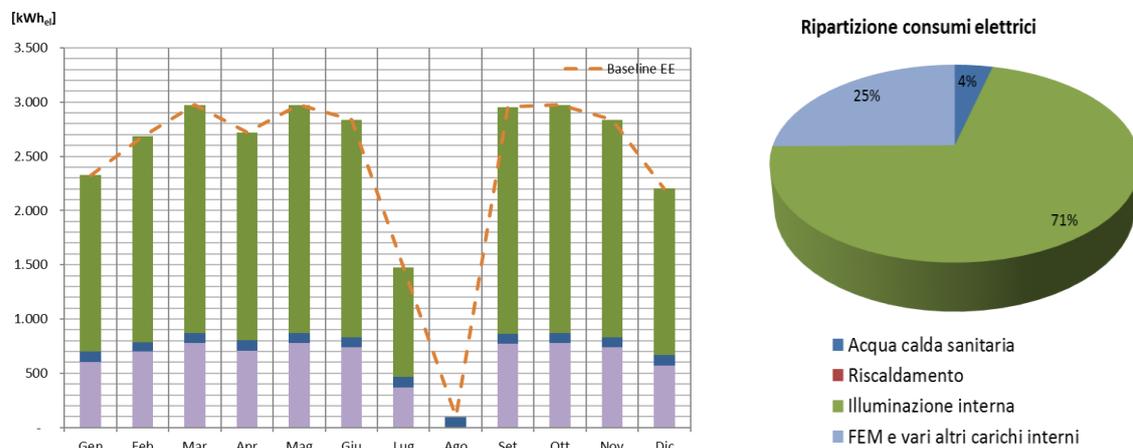
La creazione di un modello energetico consente di effettuare una pi  corretta ripartizione dei consumi energetici di Baseline in funzione dei diversi utilizzi presenti all’interno dell’edificio oggetto della DE. Tale profilo pu  essere confrontato con il profilo mensile del che si otterrebbe tramite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

I consumi energetici termici di Baseline dell’edificio oggetto della DE sono interamente dovuti al riscaldamento degli ambienti; per l’analisi dei fabbisogni di energia elettrica, invece, la ripartizione tra i vari utilizzi   stata effettuata in funzione degli esiti della modellazione.

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

I risultati di tale valutazione sono riportati nella Figura 6.3.

Figura 6.3 – Andamento mensile dei consumi elettrici ricavati dalla modellazione energetica, ripartiti tra i vari utilizzi



Si può notare come la maggior parte dei consumi sia da attribuirsi all’illuminazione interna, pertanto tra gli interventi migliorativi proposti, si valuterà anche l’ipotesi di sostituzione delle lampade esistenti con lampade a LED.

7 ANALISI DEI COSTI PRE-INTREVENTO

7.1 COSTI RELATIVI ALLA FORNITURA DEI VETTORI ENERGETICI

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

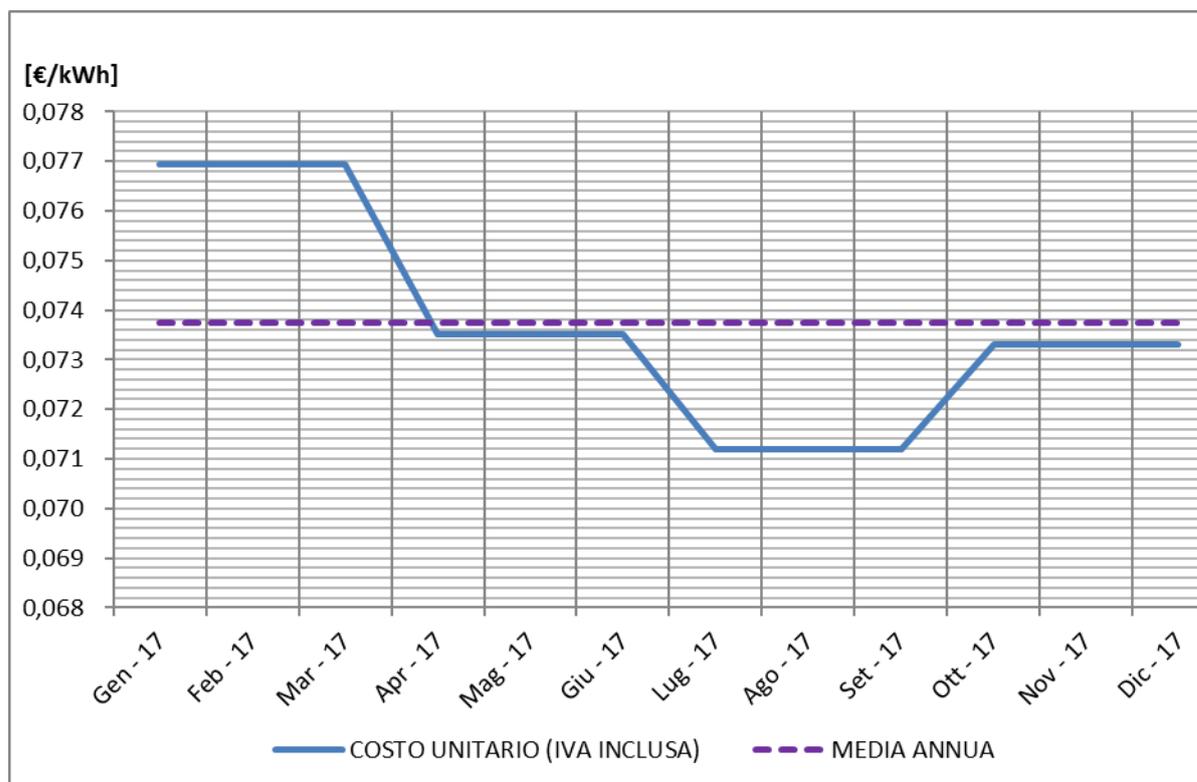
7.1.1 Vettore termico

La fornitura del vettore termico avviene tramite un contratto di Servizio Integrato Energia 3 (SIE3) stipulato dalla PA con un soggetto terzo, comprensivo sia la fornitura del vettore energetico che la conduzione e manutenzione degli impianti. Non è stato quindi possibile effettuare un'analisi dei costi di fatturazione del vettore energetico in quanto tali fatture non sono a disposizione della PA.

Per le forniture di gas metano gestite tramite il Contratto di Servizio Energia SIE3, non essendo disponibile la fatturazione, è stato considerato il costo unitario del vettore termico definito dall'Autorità per l'energia elettrica il gas e il sistema idrico (AEEGSI).

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

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



7.1.2 Vettore elettrico

La fornitura del vettore elettrico avviene tramite contratto di fornitura del vettore energetico, stipulato direttamente dalla PA con la società di fornitura. È stato quindi possibile effettuare un'analisi di dettaglio dei costi fatturati e delle caratteristiche del contratto di fornitura.

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

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

POD: IT001E0222659	Gennaio2014- Marzo2015	Aprile2015-Marzo2016	Aprile2016- Dicembre2016
Indirizzo di fornitura			
Dati di intestazione fattura	Comune di Genova, Via di Francia 1 16124 Genova	Comune di Genova- Direzione Patrimonio, Via di Francia 1 16124 Genova	Comune di Genova, Via di Garibaldi 9 16124 Genova Codice ufficio WOQ6PS
Società di fornitura	Edison	GALA	Iren
Inizio periodo fornitura	01/10/2013	01/04/2015	01/04/2016.
Fine periodo fornitura	31/03/2015	31/03/2016	n.d.
Potenza elettrica impegnata	30 kW	30 kW	30 kW
Potenza elettrica disponibile	30 kW	30 kW	30 kW
Tipologia di contratto	Forniture in BT (escluso IP)	Utenza altri usi	Altri usi
Opzione tariffaria ⁽⁹⁾	-	BTA6	-
Prezzi del fornitura dell'energia elettrica ⁽¹⁰⁾	0,078810 €/kWh ⁽¹¹⁾	0,039430 €/ kWh ⁽¹²⁾	0,032470€/ kWh ⁽¹²⁾

Nota (9) per fatturazioni non mensili la spesa economica mensile andrà calcolata suddividendo percentualmente la spesa aggregata in base ai valori di consumo energetico mensile.

Nota (10): con prezzo di fornitura s'intende soltanto la quota variabile del servizio di acquisto e vendita, sono escluse le imposte, i corrispettivi per il dispacciamento e lo sbilanciamento, per l'uso della rete, e il servizio di misura e ogni altra voce.

Nota (11) Corrispettivo unitario relativo alla fascia F1 del mese di Gennaio

Nota (12) Corrispettivo unitario relativo alla fascia F1 del mese di Aprile

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

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

POD: IT001E02222 659	QUOTA ENERGIA	ONERI DI SISTEMA	ONERI DI SISTEMA	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURATO	COSTO UNITARIO (IVA INCLUSA)
	FISSA	PARTE FISSA	PARTE VARIABILE					
ANNO 2014	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[KWH]	[€/kWh]
Gen - 14	247	14	291	35	59	647	2.836	0,228
Feb - 14	199	14	275	31	52	570	2.511	0,227
Mar - 14	233	16	311	37	60	657	2.948	0,223
Apr - 14	203	15	297	32	55	601	2.573	0,234
Mag - 14	202	15	291	32	54	594	2.574	0,231
Giu - 14	142	11	219	23	40	435	1.862	0,234
Lug - 14	-	-	-	-	-	-	-	-
Ago - 14	34	3	63	6	11	117	474	0,247
Set - 14	169	13	256	27	46	511	2.198	0,233
Ott - 14	217	16	313	35	58	638	2.786	0,229
Nov - 14	182	15	288	30	51	565	2.373	0,238

Dic - 14	200	15	307	33	56	611	2.892	0,211
Totale	2.027	146	2.911	323	541	5.947	26.027	0,228
POD: IT001E02222 659	QUOTA ENERGIA	ONERI DI SISTEMA	ONERI DI SISTEMA	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURATO	COSTO UNITARIO
		PARTE FISSA	PARTE VARIABILE					(IVA INCLUSA)
ANNO 2015	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[KWH]	[€/kWh]
Gen - 15	210	13	319	36	58	636	2.892	0,220
Feb - 15	193	14	313	35	55	609	2.768	0,220
Mar - 15	223	15	372	42	65	717	3.324	0,216
Apr - 15	127	16	314	35	49	541	2.828	0,191
Mag - 15	120	17	310	35	48	530	2.797	0,189
Giu - 15	74	18	205	22	32	350	1.757	0,199
Lug - 15	47	19	119	14	20	219	1.137	0,193
Ago - 15	22	20	47	7	10	106	526	0,201
Set - 15	69	21	224	24	34	372	1.958	0,190
Ott - 15	111	22	347	40	52	572	3.209	0,178
Nov - 15	118	23	364	42	55	601	3.381	0,178
Dic - 15	95	24	318	35	47	518	2.772	0,187
Totale	1.407	222	3.251	367	525	5.772	29.349	0,197
POD: IT001E02222 659	QUOTA ENERGIA	ONERI DI SISTEMA	ONERI DI SISTEMA	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURATO	COSTO UNITARIO
		PARTE FISSA	PARTE VARIABILE					(IVA INCLUSA)
ANNO 2016	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[KWH]	[€/kWh]
Gen - 16	187	14	344	39	59	644	3.157	0,204
Feb - 16	140	14	338	39	53	584	3.117	0,187
Mar - 16	130	14	341	40	52	577	3.176	0,182
Apr - 16	118	14	378	40	55	606	3.238	0,187
Mag - 16	139	14	398	43	59	654	3.446	0,190
Giu - 16	80	14	271	23	39	427	1.849	0,231
Lug - 16	62	14	197	15	29	317	1.236	0,257
Ago - 16	39	14	167	12	23	255	921	0,277
Set - 16	113	14	293	28	45	493	2.206	0,224
Ott - 16	204	14	366	39	62	685	3.117	0,220
Nov - 16	317	14	395	44	77	847	3.523	0,240
Dic - 16	197	14	347	35	59	653	2.809	0,232
Totale	1.724	172	3.837	397	613	6.743	31.795	0,212

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

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

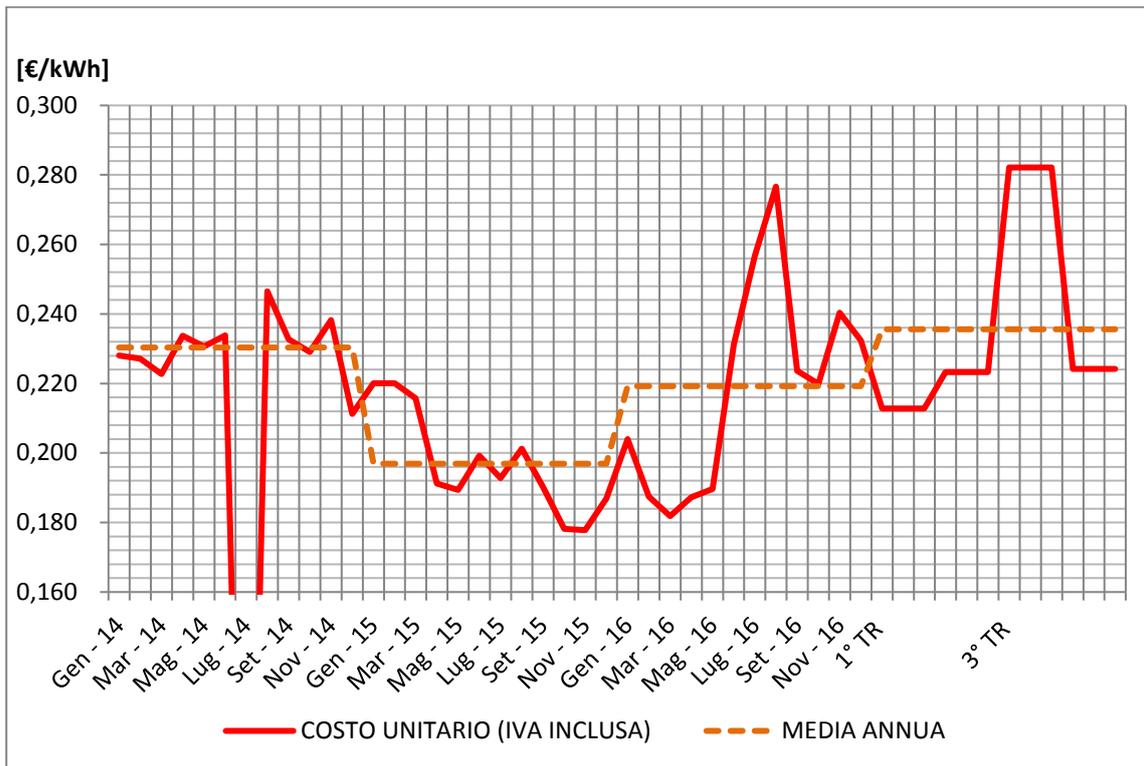
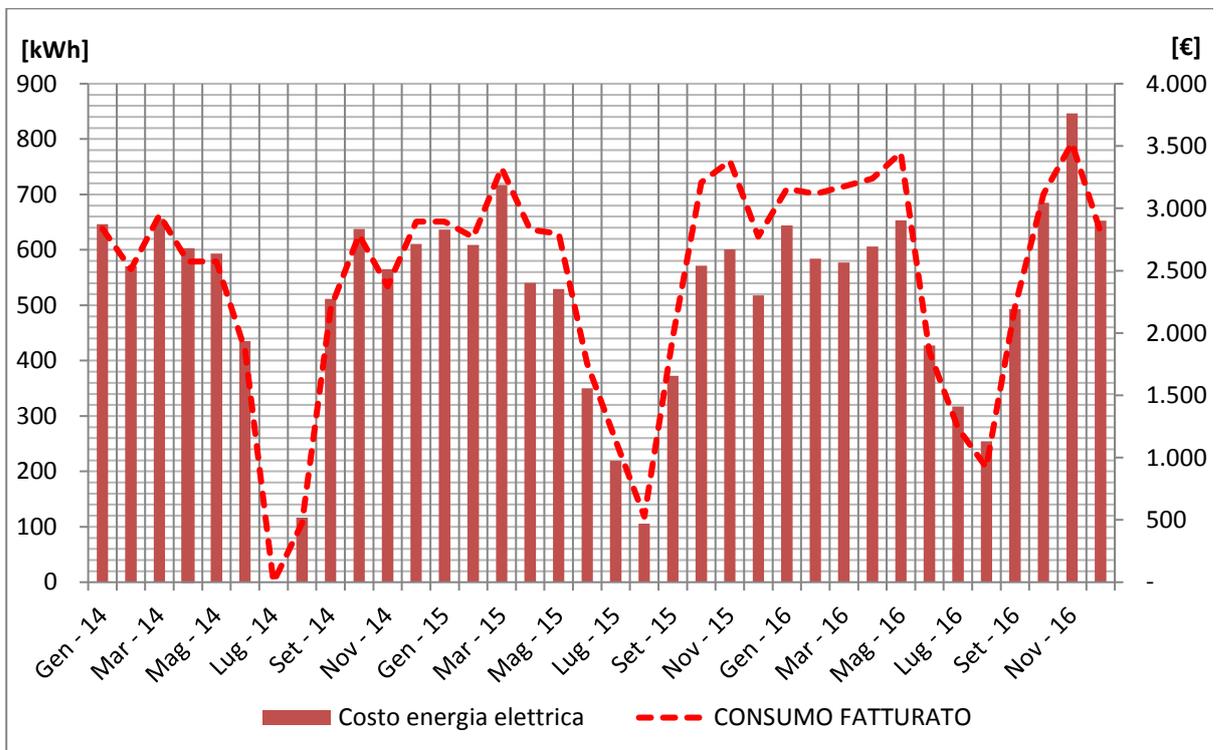


Figura 7.3 – Andamento dei consumi e dei costi dell’energia elettrica



Dall’analisi effettuata risulta evidente che l’andamento dei costi segue l’andamento dell’occupazione dei locali durante l’anno.

Si evidenzia che tra i dati forniti dalla Committenza non sono presenti i dati di fatturazione del mese di Luglio 2014.

7.2 TARIFFE E PREZZI VETTORI ENERGETICI UTILIZZATI NELL'ANALISI

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

Nella Tabella 7.3 sono sintetizzati i costi ed i consumi energetici precedentemente analizzati.

Tabella 7.3 – Sintesi dei consumi nel triennio di riferimento

ANNO	VETTORE TERMICO			VETTORE ELETTRICO		
	[kWh]	[€]	[€/kWh]	[kWh]	[€]	[€/kWh]
2014	106.658	n.d.	n.d.	26.027	5.947	0,228
2015	123.002	n.d.	n.d.	29.349	5.772	0,197
2016	131.209	n.d.	n.d.	31.795	6.743	0,212
2017	n.d.	n.d.	0,075	n.d.	n.d.	0,230

Ai fini del calcolo della Baseline dei costi si sono pertanto assunti i valori di riportati nella Tabella 7.4.

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

Definizione		Valore	U.M.
Costo unitario dell'energia termica	Valore relativo all'ultimo anno a disposizione	C _Q	0,075 [€/kWh]
Costo unitario dell'energia elettrica	Valore relativo all'ultimo anno a disposizione	C _{EE}	0,230 [€/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 all'impianto:

- L1-042-129: servizio SIE3

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

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

Tali servizi prevedono il pagamento di un canone annuale da parte della PA pari a € 21.699,8.

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

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

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

$$C_{MS} = 0,21 \times C_M$$

$$C_{MO} = 0,79 \times C_M$$

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

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

Definizione		Valore	U.M.
Costo per la gestione e manutenzione ordinaria	Corrispettivo annuale relativo al contratto O&M in essere	C_{MO} 9.270	[€/anno]
Costo per la manutenzione straordinaria	Media relativa a gli stessi anni considerati per il rilevamento dei consumi storici	C_{MS} 2464	[€/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:

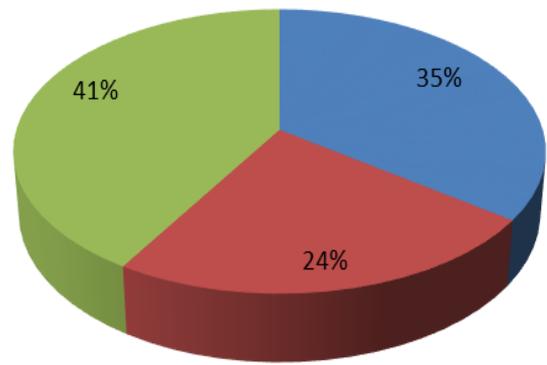
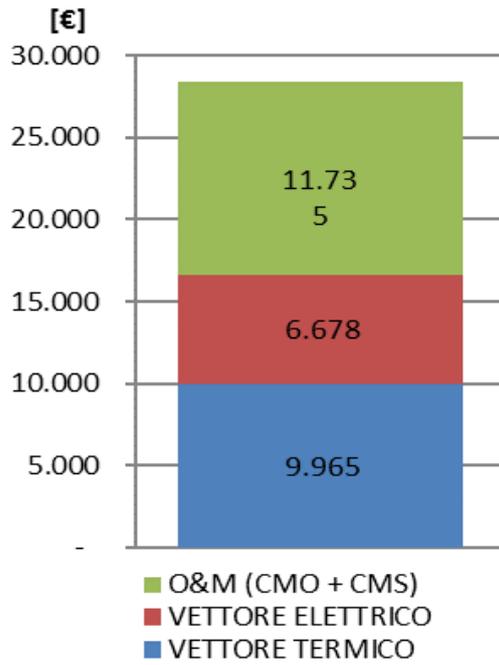
$$C_{baseline} = C_E + C_{MO} + C_{MS}$$

Ne risulta quindi un C_E pari a € 16.643 e un $C_{baseline}$ pari a € 28.378.

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

VETTORE TERMICO			VETTORE ELETTRICO				O&M ($C_{MO} + C_{MS}$)		TOTALE
$Q_{baseline}$	Cu_Q	C_Q	$EE_{baseline}$	Cu_{EE}	C_{EE}	C_M	C_{MO}	C_{MS}	$C_Q + C_{EE} + C_M$
[kWh]	[€/kWh]	[€]	[kWh]	[€/kWh]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]
132.028	0,075	9.965	29.057	0,230	6.678	11.735	9.270	2.464	28.378

Figura 7.4 – Baseline dei costi e loro ripartizione



8 IDENTIFICAZIONE DELLE MISURE DI EFFICIENZA ENERGETICA

8.1 DESCRIZIONE, FATTIBILITÀ E PRESTAZIONI DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI

8.1.1 Involucro edilizio

EEM1: Isolamento dall'interno delle pareti perimetrali esterne

Generalità

La misura prevede l'applicazione tramite incollaggio di pannelli isolanti sulla superficie interna delle pareti perimetrali. L'intervento migliora la prestazione termica dell'edificio, di conseguenza le condizioni di comfort e permette di ridurre i consumi energetici.

Il sistema è completato con intonaco di finitura.

Caratteristiche funzionali e tecniche

Si è scelto di utilizzare un pannello isolante in Silicato di Calcio, permeabile al vapore, antincendio, traspirabile, incombustibile (classe 0) e con conducibilità pari a 0,045 W/m K. Gli spessori utilizzati permettono di raggiungere una trasmittanza tale da poter accedere agli incentivi del Conto termico.

Descrizione dei lavori

La posa deve essere svolta da addetti specializzati.

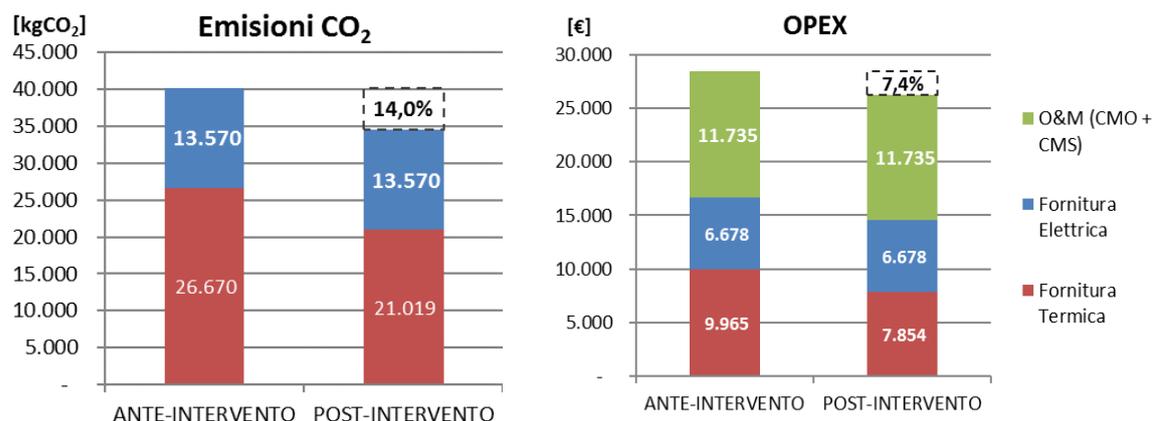
I lavori prevedono l'installazione di impalcature per interni nei locali interessati.

Prestazioni raggiungibili

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

Tabella 8.1 – Risultati analisi EEM1 – isolamento dall'interno delle pareti perimetrali

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
EEM1 Trasmittanza	[W/m ² K]	vd allegato E	< 0,26	
Q _{teorico}	[kWh]	131.714	103.806	21,2%
EE _{teorico}	[kWh]	28.764	28.764	0,0%
Q _{baseline}	[kWh]	132.028	104.053	21,2%
EE _{baseline}	[kWh]	29.057	29.057	0,0%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	26.670	21.019	21,2%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	13.570	13.570	0,0%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	40.239	34.588	14,0%
Fornitura Termica, C _Q	[€]	9.965	7.854	21,2%
Fornitura Elettrica, C _{EE}	[€]	6.678	6.678	0,0%
Fornitura Energia, C_E	[€]	16.643	14.531	12,7%
C _{MO}	[€]	9.270	9.270	0,0%
C _{MS}	[€]	2.464	2.464	0,0%
O&M (C _{MO} + C _{MS})	[€]	11.735	11.735	0,0%
OPEX	[€]	28.378	26.266	7,4%
Classe energetica	[-]	C	C	+0 classi

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

EEM2: Isolamento delle coperture

Generalità

La misura prevede l'isolamento con pannelli isolanti delle coperture delle due palestre e del solaio di copertura del terzo piano.

Caratteristiche funzionali e tecniche

Si è scelto di applicare pannelli in XPS con conducibilità pari a 0,038 W/m K per l'isolamento della copertura del sesto piano con tetto a falde e pannelli in lana di vetro con conducibilità pari a 0,032 W/m K sull'estradosso del solaio di copertura del quinto piano.

Gli spessori utilizzati permettono di raggiungere una trasmittanza tale da poter accedere agli incentivi del Conto termico.

Descrizione dei lavori

La posa deve essere svolta da addetti specializzati.

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

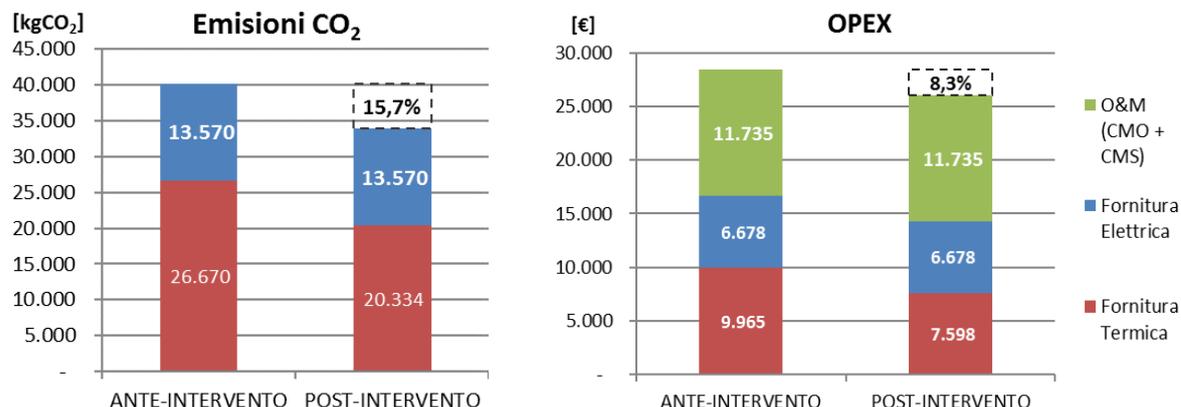
Prestazioni raggiungibili

I miglioramenti ottenibili tramite l'attuazione della EEM2 sono riportati nella Tabella 8.2 Tabella 8.1 e nella Figura 8.2.

Tabella 8.2 – Risultati analisi EEM2 – isolamento della copertura a falde e sottotetto

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
EEM2 Trasmittanza	[W/m ² K]	vd allegato E	< 0,22	
Q _{teorico}	[kWh]	131.714	100.425	23,8%
EE _{teorico}	[kWh]	28.764	28.764	0,0%
Q _{baseline}	[kWh]	132.028	100.664	23,8%
EE _{Baseline}	[kWh]	29.057	29.057	0,0%
Emiss. CO ₂ Termico	[kgCO ₂]	26.670	20.334	23,8%
Emiss. CO ₂ Elettrico	[kgCO ₂]	13.570	13.570	0,0%
Emiss. CO₂ TOT	[kgCO₂]	40.239	33.904	15,7%
Fornitura Termica, C _Q	[€]	9.965	7.598	23,8%
Fornitura Elettrica, C _{EE}	[€]	6.678	6.678	0,0%
Fornitura Energia, C_E	[€]	16.643	14.276	14,2%
C _{MO}	[€]	9.270	9.270	0,0%

C_{MS}	[€]	2.464	2.464	0,0%
O&M ($C_{MO} + C_{MS}$)	[€]	11.735	11.735	0,0%
OPEX	[€]	28.378	26.010	8,3%
Classe energetica	[-]	C	C	+0 classi

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

EEM3: Installazione lampade LED a basso consumo

Generalità

Si prevede la sostituzione delle pre-esistenti sorgenti luminose con sorgenti luminose a LED più efficienti nel rispetto dei livelli di illuminamento preesistenti.

Una maggiore efficienza luminosa consente di ridurre i consumi di energia elettrica e di aumentare la vita utile dei singoli corpi illuminanti.

Caratteristiche funzionali e tecniche

Si sostituiscono le sorgenti luminose seguenti:

- Lampade fluorescenti 2x36W con lampade LED da 36 W;
- Lampade fluorescenti 1x36W con lampade LED da 20 W;
- Lampade fluorescenti 2x58W con lampade LED da 48 W;
- Lampade fluorescenti 1x58W con lampade LED da 25 W;

Prestazioni raggiungibili

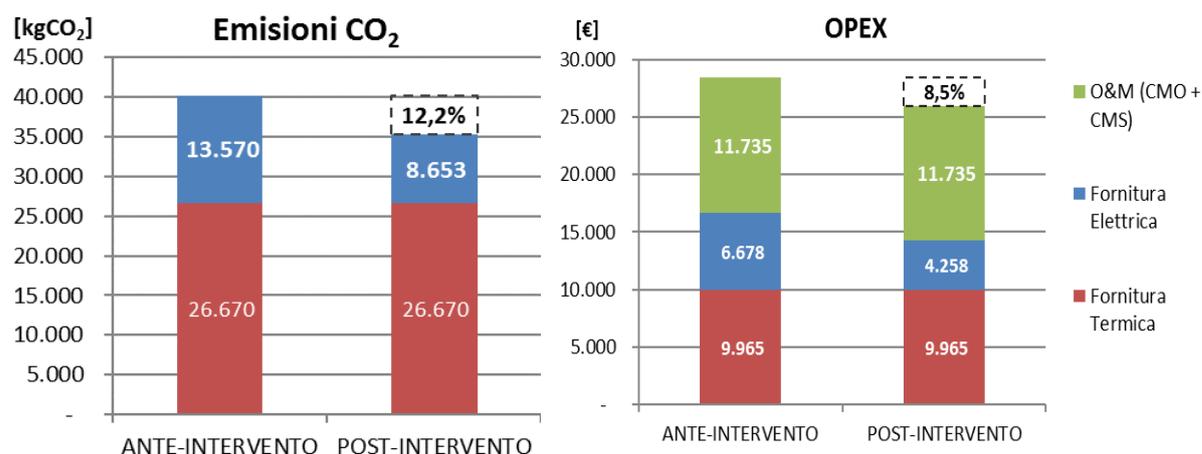
I miglioramenti ottenibili tramite l'attuazione della EEM5 sono riportati nella Tabella 8.3 Tabella 8.1 e nella Figura 8.3.

Tabella 8.3 – Risultati analisi EEM3 – installazione lampade LED

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
$Q_{teorico}$	[kWh]	131.714	131.714	0,0%
$EE_{teorico}$	[kWh]	28.764	18.343	36,2%
$Q_{baseline}$	[kWh]	132.028	132.028	0,0%
$EE_{baseline}$	[kWh]	29.057	18.530	36,2%
Emiss. CO ₂ Termico	[kgCO ₂]	26.670	26.670	0,0%
Emiss. CO ₂ Elettrico	[kgCO ₂]	13.570	8.653	36,2%
Emiss. CO₂ TOT	[kgCO₂]	40.239	35.323	12,2%
Fornitura Termica, C_q	[€]	9.965	9.965	0,0%

Fornitura Elettrica, C _{EE}	[€]	6.678	4.258	36,2%
Fornitura Energia, C_E	[€]	16.643	14.224	14,5%
C _{MO}	[€]	9.270	9.270	0,0%
C _{MS}	[€]	2.464	2.464	0,0%
O&M (C _{MO} + C _{MS})	[€]	11.735	11.735	0,0%
OPEX	[€]	28.378	25.958	8,5%
Classe energetica	[-]	C	C	+0 classi

Figura 8.3 – EEM3: Riduzione dei costi operativi e delle emissioni di CO₂ a partire dalla baseline



Interventi non presi in considerazione

10 anni fa la scuola Daneo è stata ristrutturata e per questo motivo non sono stati considerati interventi sull'impianto di riscaldamento e sugli infissi, inoltre non è stato previsto nessun intervento sulla sostituzione dei generatori di ACS in quanto il suo consumo è relativamente ridotto data la destinazione d'uso dell'edificio.

9 VALUTAZIONE ECONOMICO-FINANZIARIA

9.1 ANALISI DEI COSTI DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI CONSIDERATI FATTIBILI

EEM1: Isolamento delle pareti perimetrali esterne

Nella Tabella 9.1 è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 1.

La realizzazione di tale intervento consentirebbe l'ottenimento degli incentivi previsti dal conto termico 2.0, i quali sono stati quantificati come descritto dagli Allegati 1 e 2 del Decreto MISE del 16/05/2016.

In particolare, l'intervento di isolamento delle strutture opache verticali dall'interno, di cui all'articolo 4, comma 1, lettera a), prevede una percentuale incentivata della spesa pari al 40%, un costo massimo ammissibile pari a 80 €/mq e un valore massimo dell'incentivo pari a 400.000 €.

La durata dell'incentivo è stata stimata pari ad un anno, come previsto dall'Art. 7, comma 5 del Decreto MISE del 16/05/2016.

Tabella 9.1 – Analisi dei costi della EEM1 – Isolamento delle pareti perimetrali dall'interno

DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO	PREZZO	TOTALE	IVA	TOTALE	
				UNITARIO PREZZARIO	UNITARIO SCONTATO	(IVA ESCLUSA)	[%]	(IVA INCLUSA)	
				[€/m ² cm]	[€/m ² cm]	[€]	[%]	[€]	
PR.A17.D01.010	Isolanti di origine minerale. Pannelli in silicato di calcio, per l'isolamento termoacustico a cappotto di facciate e soffitti; permeabili al vapore, antincendio, traspirabili, incombustibili (classe 0). Lambda = 0,045 W/mK spessore da 6 a 20 cm per ogni cm	Prezzario Regione Liguria	14.824	m2cm	€ 3,49	€ 3,17	€ 47.032,18	22%	€ 57.379,26
PR.A02.A20.600	Malta premiscelata Rivestimento minerale per rasature armate /cappotto termico idr/m2orepellente, impermeabile e traspirante in sacchi . Resa per mano 1,8 kg.	Prezzario Regione Liguria	1274,46	kg	€ 0,82	€ 0,75	€ 950,05	22%	€ 1.159,06
PR.A02.A25.010	Collante cementizio per murature in cemento cellulare espanso.	Prezzario Regione Liguria	637,23	kg	€ 0,49	€ 0,45	€ 283,86	22%	€ 346,31
95.B10.S20.020	Impalcature per interni, realizzate con cavalletti, trabattelli, strutture tubolari, misurate in proiezione orizzontale, piani di lavoro per altezza da 2,00 a 4,00 metri.	Prezzario Regione Liguria	31,86	m2	€ 21,17	€ 19,25	€ 613,19	22%	€ 748,09
20.A54.B10.010	Intonaco interno in malta cementizia strato aggrappante a base di cemento portland, sabbie classificate ed additivi specifici spessore 5 mm circa.	Prezzario Regione Liguria	1274,46	m2	€ 4,80	€ 4,36	€ 5.561,28	22%	€ 6.784,76
Costi per la sicurezza		-	3%	%			€ 1.633,22	22%	€ 1.992,52

Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%	€	22%	€
				3.810,84		4.649,22
TOTALE (I₀ – EEM1)				€	22%	€
				59.885		73.059
Incentivi	[Conto termico]					€
						29.223,69
Durata incentivi						1

EEM2: Isolamento coperture

Nelle Tabella 9.2 e Tabella 9.3 è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 2.

La realizzazione di tale intervento consentirebbe l'ottenimento degli incentivi previsti dal conto termico 2.0, i quali sono stati quantificati come descritto dagli Allegati 1 e 2 del Decreto Mise del 16/05/2016.

In particolare, l'intervento di isolamento delle strutture opache orizzontali, di cui all'articolo 4, comma 1, lettera a), prevede una percentuale incentivata della spesa pari al 40%, un costo massimo ammissibile pari a 200 €/mq per l'isolamento dall'esterno della copertura e di 100 €/mq per l'isolamento del sottotetto e un valore massimo dell'incentivo pari a 400.000 €.

La durata dell'incentivo è stata stimata pari ad un anno, come previsto dall'Art. 7, comma 5 del Decreto Mise del 16/05/2016.

- **Isolamento sottotetto:**

Tabella 9.2 – Analisi dei costi della EEM 2 – Isolamento del sottotetto

DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO PREZZARIO	PREZZO UNITARIO SCONTATO	TOTALE (IVA ESCLUSA)	IVA	TOTALE (IVA INCLUSA)	
				[€/n° o €/m ²]	[€/n° o €/m ²]	[€]	[%]	[€]	
PR.A17.Z02.010	Fornitura materiale isolante (materassino lana vetro 0.032 W/mK)	Prezziario Regione Liguria	122,35	m2	€ 13,27	€ 12,06	€ 1.475,99	22%	€ 1.800,70
PR.A17.Z02.010	Fornitura materiale isolante (materassino lana vetro 0.032 W/mK)	Prezziario Regione Liguria	122,35	m2	€ 10,83	€ 9,85	€ 1.204,59	22%	€ 1.469,60
25.A44.050.020	Posa in opera materiale isolante	Prezziario Regione Liguria	122,35	m2	€ 7,84	€ 7,13	€ 872,02	22%	€ 1.063,87
	Costi per la sicurezza	-	3%	%		€ 106,58	22%	€ 130,03	
	Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%		€ 248,68	22%	€ 303,39	
TOTALE (I₀ – EEM2)						€ 3.908	22%	€ 4.768	
Incentivi	[Conto termico]							€ 1.907,04	

- **Isolamento copertura a falde:**

Tabella 9.3 – Analisi dei costi della EEM2 – Isolamento copertura a falde

DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO PREZZARIO	PREZZO UNITARIO SCONTATO	TOTALE (IVA ESCLUSA)	IVA	TOTALE (IVA INCLUSA)
				[€/n° o €/m ²]	[€/n° o €/m ²]	[€]	[%]	[€]

25.A05.A40.020	Preparazione copertura	Prezziario Regione Liguria	264,6	mq	€ 8,54	€ 7,76	€ 2.054,26	22%	€ 2.506,19
PR.A18.A25.120	Fornitura materiale impermeabilizzante	Prezziario Regione Liguria	264,6	mq	€ 5,11	€ 4,65	€ 1.229,19	22%	€ 1.499,61
25.A48.A30.015	Posa in opera materiale impermeabilizzante	Prezziario Regione Liguria	264,6	mq	€ 15,08	€ 13,71	€ 3.627,43	22%	€ 4.425,46
PR.A17.U03.010	Fornitura materiale isolante (EPS 0.033 W/mK - spessore 4-5-6-7-8-10-12-14 cm)	Prezziario Regione Liguria	264,6	mq	€ 11,20	€ 10,18	€ 2.694,11	22%	€ 3.286,81
25.A44.060.010	Posa in opera materiale isolante	Prezziario Regione Liguria	264,6	mq	€ 9,06	€ 8,24	€ 2.179,34	22%	€ 2.658,80
25.A51.A10.010	Fornitura e posa in opera copertura in tegole	Prezziario Regione Liguria	264,6	mq	€ 42,37	€ 38,52	€ 10.191,91	22%	€ 12.434,13
95.B10.S10.010	Ponteggiature "di facciata", in elementi metallici prefabbricati e/o "giunto-tubo", compreso il montaggio e lo smontaggio finale, i piani di lavoro, idonea segnaletica, impianto di messa a terra, compresi gli eventuali oneri di progettazione, escluso: mantovane, illuminazione notturna e reti di protezione - Montaggio, smontaggio e noleggio per il primo mese di utilizzo.	Prezziario Regione Liguria	150	m2	€ 14,28	€ 12,98	€ 1.947,27	22%	€ 2.375,67
	Costi per la sicurezza	-	3%	%			717,70516	22%	€ 875,60
	Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%			1674,6454	22%	€ 2.043,07
TOTALE (I₀ – EEM2)							€ 26.316	22%	€ 32.105
Incentivi		[Conto termico]							€ 12.842,14

EEM3: Installazione LED

Nella Tabella 9.4 è riportata l'analisi dei costi relativi alla EEM 3.

La realizzazione di tale intervento consentirebbe l'ottenimento degli incentivi previsti dal conto termico 2.0, i quali sono stati quantificati come descritto dagli Allegati 1 e 2 del Decreto MISE del 16/05/2016.

In particolare, l'intervento di sostituzione di corpi illuminanti con lampade a LED, di cui all'articolo 4, comma 1, lettera f), prevede una percentuale incentivata della spesa pari al 40%, un costo massimo ammissibile pari a 35 €/mq e un valore massimo dell'incentivo pari a 70.000 €.

La durata dell'incentivo è stata stimata pari ad un anno, come previsto dall'Art. 7, comma 5 del Decreto MISE del 16/05/2016.

Tabella 9.4 – Analisi dei costi della EEM4 – Installazione LED

DESCRIZIONE	FORTE PREZZO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO PREZZARIO	PREZZO UNITARIO SCONTATO	TOTALE (IVA ESCLUSA)	IVA	TOTALE (IVA INCLUSA)
-------------	--------------	----------	------	---------------------------	--------------------------	----------------------	-----	----------------------

		UTILIZZATO			[€/n° o €/m ²]	[€/n° o €/m ²]	[€]	[%]	[€]
04516 1b	Plafoniera stagna rettangolare, corpo in policarbonato autoestinguente, schermo in policarbonato autoestinguente trasparente prismaticizzato internamente, per installazione a parete, plafone o a sospensione, apparecchio con grado di protezione IP 66, lampade LED temperatura di colore 4000 K, alimentazione 230 V c.a.: bilampada: lunghezza 1.300 mm, 36 W, 5.830 lm	DEI Imp. Ele. 2017	138	cad	€ 156,66	€ 142,42	€ 19.653,71	22%	€ 23.977,53
04512 9b	Apparecchio ad incasso con corpo in alluminio, lampada led temperatura di colore 3000 K, alimentatore incorporato, riflettore in alluminio cromato, classe di isolamento 1, grado di protezione IP 23, alimentazione 230 V 50 Hz, classe energetica A, apertura del fascio 95°: potenza 20 W, equivalente a 36 W fluorescente, Ø 190 mm	DEI Imp. Ele. 2017	58	cad	€ 98,61	€ 89,65	€ 5.199,44	22%	€ 6.343,31
04516 1c	Plafoniera stagna rettangolare, corpo in policarbonato autoestinguente, schermo in policarbonato autoestinguente trasparente prismaticizzato internamente, per installazione a parete, plafone o a sospensione, apparecchio con grado di protezione IP 66, lampade LED temperatura di colore 4000 K, alimentazione 230 V c.a.: bilampada: lunghezza 1.600 mm, 48 W, 7.780 lm	DEI Imp. Ele. 2017	6	cad	€ 185,06	€ 168,24	€ 1.009,42	22%	€ 1.231,49
04308 4g	Lampada a led, alimentazione 230 V c.a.: tubolari T8, attacco G13, fascio luminoso 270°: potenza 25 W, temperatura di colore 4000 K o 6500 K, 2.200 lm, lunghezza 1.500 mm		26	cad	€ 20,15	€ 18,32	€ 476,27	22%	€ 581,05
	Costi per la sicurezza	-	3%	%			€ 745,59	22%	€ 909,63
	Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%			€ 1.739,72	22%	€ 2.122,46
TOTALE (I₀ – EEM3)							€ 28.824	22%	€ 35.165
Incentivi	[Conto termico]								€ 14.066,19
Durata incentivi									1

9.2 ANALISI DI CONVENIENZA DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI CONSIDERATI FATTIBILI

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

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

Gli indicatori economici d'investimento utilizzati sono:

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

Essi sono così definiti:

1) Tempo di ritorno semplice (TRS):

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

Dove:

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

2) Tempo di ritorno attualizzato (TRA):

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

Dove:

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

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

Dove:

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

3) Valore Attuale Netto (VAN) del progetto:

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

Dove:

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

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

5) Indice di Profitto (IP):

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

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

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

I risultati dell’analisi economica tramite flussi di cassa sono poi stati rappresentati mediante tipici grafici a farfalla, dal quale è possibile evincere i flussi di cassa cumulati di progetto, l’investimento capitale iniziale, l’I₀, 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 delle pareti perimetrali esterne

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

Tabella 9.5 – Risultati dell’analisi di convenienza della EEM1– isolamento delle pareti perimetrali esterne

PARAMETRO FINANZIARIO		U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	I ₀	€	73.059
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	29.224
Durata incentivo	n _B	anni	1
Tasso di attualizzazione	i	[%]	3,5%
INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE CON INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS	30,7	17,5
Tempo di rientro attualizzato	TRA	48,7	30,3
Valore attuale netto	VAN	- 28.849	- 749
Tasso interno di rendimento	TIR	-0,2%	3,8%
Indice di profitto	IP	-0,39	-0,01

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

Figura 9.2

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

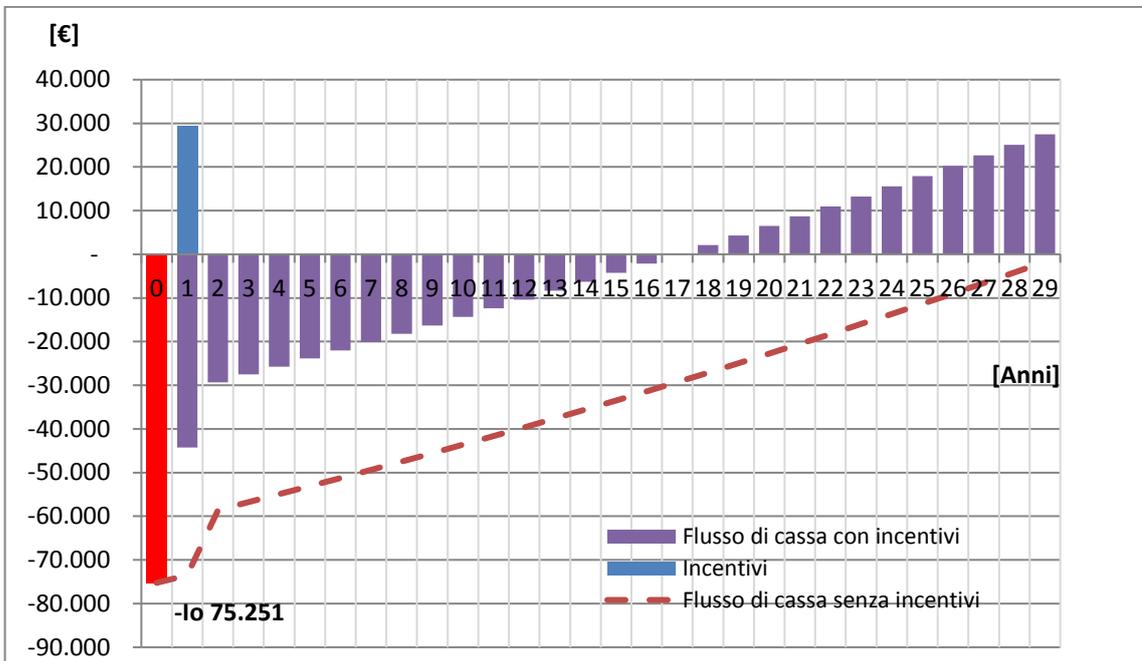
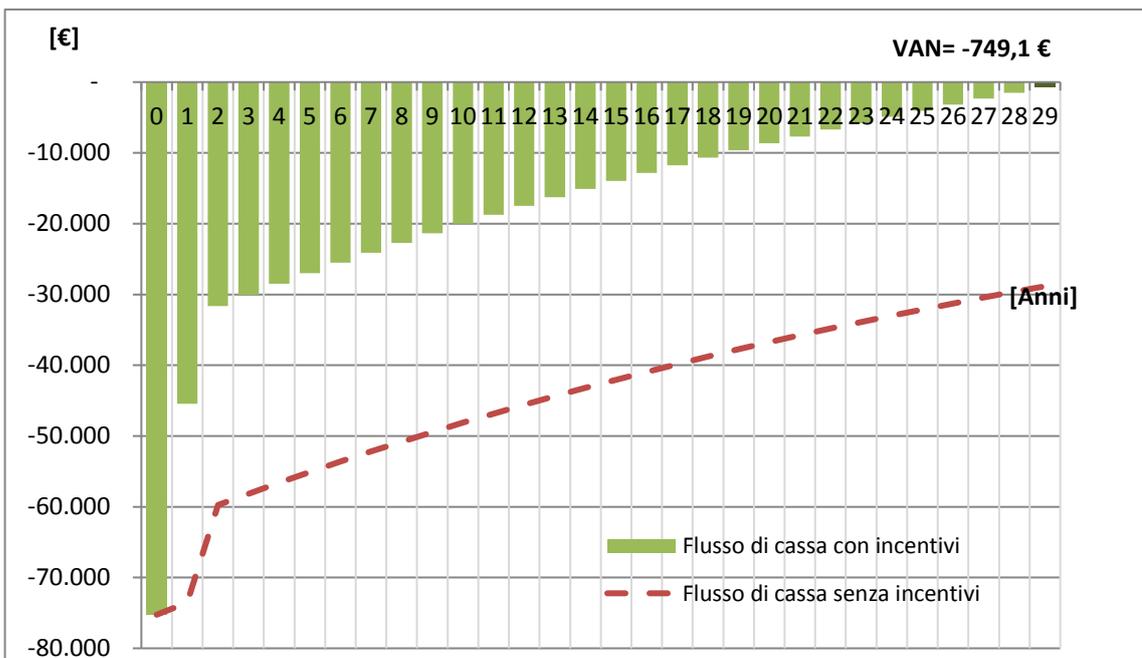


Figura 9.2 – EEM1: Flussi di Cassa Attualizzati, con e senza incentivi



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

EEM2: isolamento delle coperture

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

Tabella 9.6 – Risultati dell'analisi di convenienza della EEM2– isolamento delle coperture

PARAMETRO FINANZIARIO		U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	I_0	€	36.873
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	14.749
Durata incentivo	n_B	anni	1
Tasso di attualizzazione	i	[%]	3,5%
INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE CON INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS	14,7	8,6
Tempo di rientro attualizzato	TRA	22,5	10,8
Valore attuale netto	VAN	6.536	20.718
Tasso interno di rendimento	TIR	5,5%	10,7%
Indice di profitto	IP	0,18	0,56

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

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

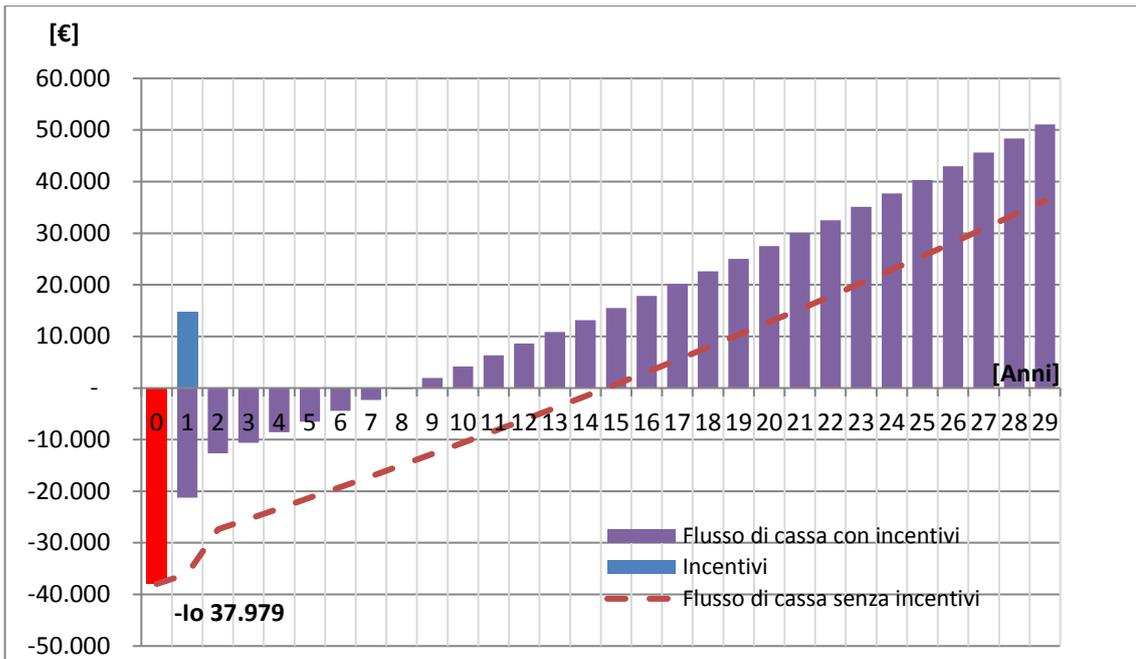
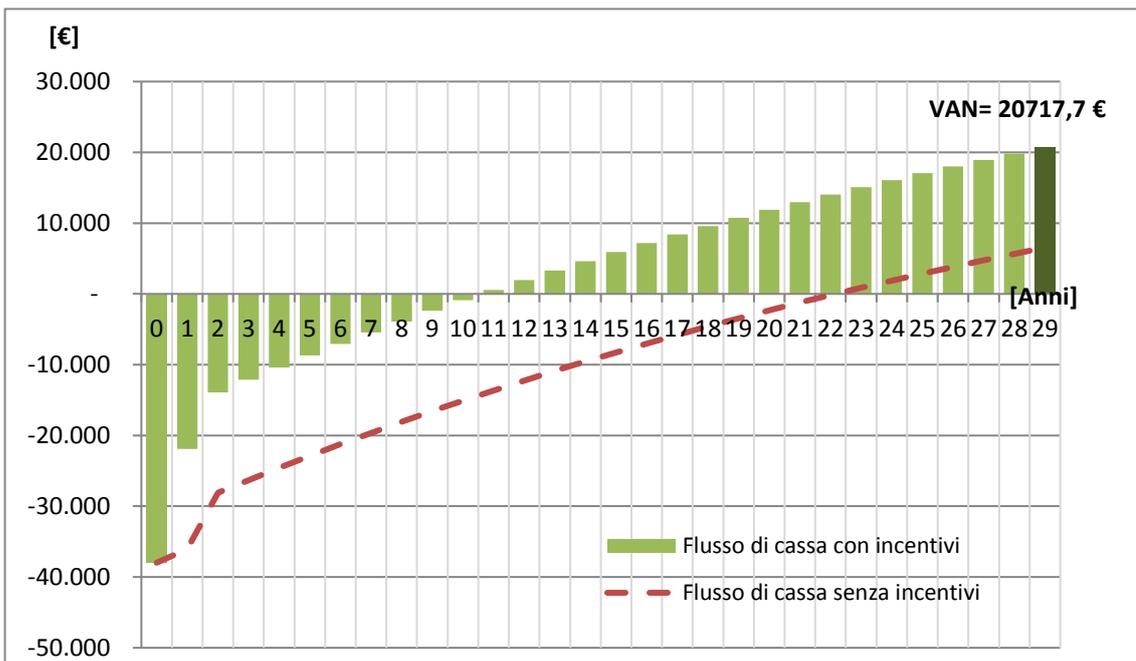


Figura 9.4 – EEM2: Flussi di Cassa Attualizzati, con e senza incentivi



Dall’analisi effettuata è emerso che l’intervento singolo risulta essere economicamente conveniente anche nel caso senza incentivi da Conto termico.

EEM6: installazione delle lampade LED

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

Tabella 9.7 – Risultati dell’analisi di convenienza della EEM6– installazione lampade LED

PARAMETRO FINANZIARIO	U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	Io	€ 35.165
Oneri Finanziari %Io	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	14.066
Durata incentivo	n _B	anni	1
Tasso di attualizzazione	i	[%]	3,5%
INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE CON INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS	13,9	8,3
Tempo di rientro attualizzato	TRA	15,8	9,1
Valore attuale netto	VAN	- 17.892	- 4.367
Tasso interno di rendimento	TIR	-13,8%	-1,4%
Indice di profitto	IP	-0,51	-0,12

I flussi di cassa rappresentativi dell'analisi sono riportati nelle seguenti figure:

Figura 9.5 – EEM6: Flussi di Cassa, con e senza incentivi

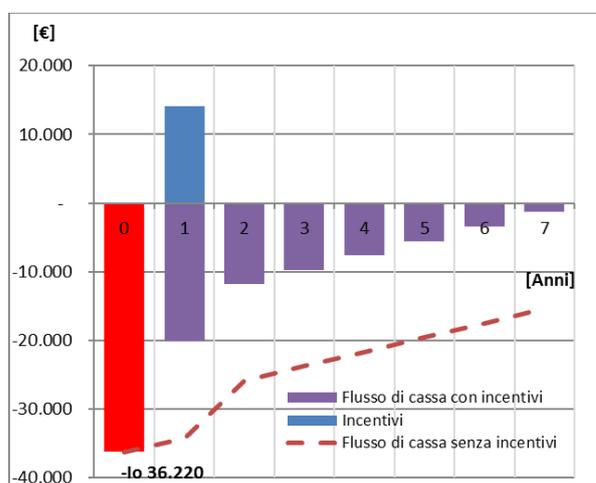
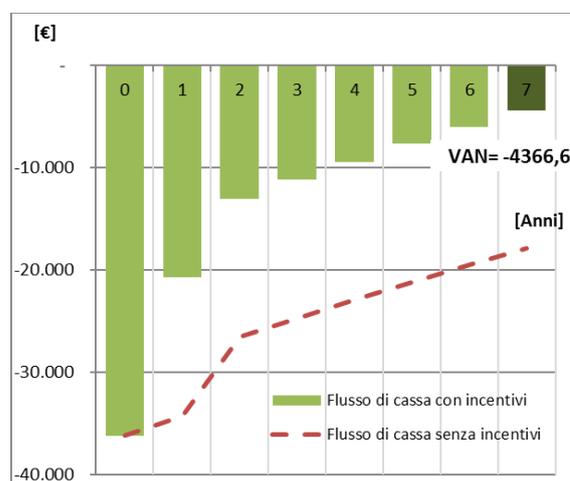


Figura 9.6 – EEM6: Flussi di Cassa Attualizzati, con e senza incentivi



Dall'analisi effettuata è emerso che per l'intervento singolo di sostituzione delle lampade, gli elevati costi di investimento non consentono di ottenere un tempo di ritorno minore della vita utile. Tale intervento, pertanto, non risulta essere economicamente conveniente.

Sintesi

La sintesi della valutazione economico – finanziaria delle EEM proposte è riportata nelle Tabella 9.8 e Tabella 9.9.

Tabella 9.8 – Sintesi dei risultati della valutazione economico-finanziaria, caso senza incentivi

	SENZA INCENTIVI											
	%Δ _E [%]	%Δ _{CO2} [%]	ΔC _E [€/anno]	ΔC _{MO} [€/anno]	ΔC _{MS} [€/anno]	I ₀ [€]	TRS [anni]	TRA [anni]	n [anni]	VAN [€]	TIR [%]	IP [-]
EEM 1	17,4%	14,0%	2.112	0	0	73.059	30,7	48,7	30	-28.849	-0,2%	-0,39
EEM 2	19,5%	15,7%	2.367	0	0	36.873	14,7	22,5	30	6.536	5,5%	0,18
EEM 3	6,5%	12,2%	2.419	0	0	35.165	13,9	15,8	8	-17.892	-13,8%	-0,51

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);

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

Tabella 9.9 – Sintesi dei risultati della valutazione economico-finanziaria, caso con incentivi

	CON INCENTIVI											
	$\% \Delta_E$ [%]	$\% \Delta_{CO_2}$ [%]	Δ_{CE} [€/anno]	Δ_{CMO} [€/anno]	Δ_{CMS} [€/anno]	I_0 [€]	TRS [anni]	TRA [anni]	n [anni]	VAN [€]	TIR [%]	IP [-]
EEM 1	17,4%	14,0%	2.112	0	0	73.059	17,5	30,3	30	-749	3,8%	-0,01
EEM 2	19,5%	15,7%	2.367	0	0	36.873	8,6	10,8	30	20.718	10,7%	0,56
EEM 3	6,5%	12,2%	2.419	0	0	35.165	8,3	9,1	8	-4.367	-1,4%	-0,12

Dall'analisi dei risultati emerge che, nel caso con incentivi, solo l'isolamento della copertura risulta economicamente conveniente.

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

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

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

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

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

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

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

Nella formulazione del Piano Economico-Finanziario indicativo degli scenari ottimali, si è assunto che i capitali per la realizzazione degli interventi siano resi disponibili da un privato, con una ripartizione dell'investimento al 20% tramite mezzi propri (equity) ed all'80% tramite finanziamento terzi (debito).

Nel calcolo del VAN di Progetto il tasso di attualizzazione i usato coincide con il WACC (costo medio ponderato del capitale) ed è posto pari al 4%, sulla base della seguente equazione:

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

Dove:

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

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

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

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

Essi sono così definiti:

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

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

Dove:

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

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

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

Dove:

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

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

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

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

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

10 CONCLUSIONI

10.1 RIASSUNTO DEGLI INDICI DI PERFORMANCE ENERGETICA

	EPgl,nren	EPH	EPw	EPL	CLASSE
	[kWh/m ² anno]				
STATO DI FATTO	120,21	78,93	1,55	26,58	D
EEM 1	103,48	62,21	1,55	26,58	D
EEM 2	101,45	60,18	1,55	26,58	D
EEM 3	120,21	78,93	1,55	13,77	D

10.2 RIASSUNTO DEGLI SCENARI DI INVESTIMENTO E DEI PRINCIPALI RISULTATI

	CON INCENTIVI											
	%ΔE	%ΔCO ₂	ΔC _E	ΔC _{MD}	ΔC _{MS}	I ₀	TRS	TRA	n	VAN	TIR	IP
	[%]	[%]	[€/anno]	[€/anno]	[€/anno]	[€]	[anni]	[anni]	[anni]	[€]	[%]	[-]
EEM 1	17,4%	14,0%	2.112	0	0	73.059	17,5	30,3	30	-749	3,8%	-0,01
EEM 2	19,5%	15,7%	2.367	0	0	36.873	8,6	10,8	30	20.718	10,7%	0,56
EEM 3	6,5%	12,2%	2.419	0	0	35.165	8,3	9,1	8	-4.367	-1,4%	-0,12

10.3 CONCLUSIONI E COMMENTI

Si sono valutate diverse possibilità di intervento in base alla loro fattibilità tecnica ed economica, in rispetto delle norme attualmente vigenti e di eventuali vincoli presenti sull'edificio oggetto di studio e non sono state individuate soluzioni ottimali che rispettassero i requisiti richiesti, ovvero tempi di



ritorno di 15 e 25 anni e miglioramento delle prestazioni energetiche dell'edificio di due classi energetiche.

Le cause sono dovute alla recente ristrutturazione dell'edificio, nella quale sono state sostituite le finestre, la caldaia e sono state installate le valvole termostatiche. Per questo motivo gli scenari da noi considerati sono stati ipotizzati intervenendo solo l'involucro opaco e l'impianto d'illuminazione, ma la loro combinazione non permette di ottenere indici Cover Ratio maggiori di 1.

ALLEGATO A – ELENCO DOCUMENTAZIONE FORNITA DALLA COMMITTENZA

Titolo	Data	Nome file
	30/11/2017	DE_Lotto.8-E1389_revA-AllegatoA-.pdf
	14/10/1997	DE_Lotto.8-E1389_revA-AllegatoA-E01389.dwg
	30/11/2017	DE_Lotto.8-E1389_revA-AllegatoA-generale.pdf
	10/10/2017	DE_Lotto.8-E1389_revA-AllegatoA-L1-042-011_01_Relazione Tecnico Illustrativa.pdf
	10/10/2017	DE_Lotto.8-E1389_revA-AllegatoA-L1-042-011_02_Relazione Gas.pdf
	10/10/2017	DE_Lotto.8-E1389_revA-AllegatoA-L1-042-011_03_Relazione INAIL.pdf
	10/10/2017	DE_Lotto.8-E1389_revA-AllegatoA-L1-042-011_04_Relazione Fumi.pdf
	18/09/2017	DE_Lotto.8-E1389_revA-AllegatoA-L1-042-011_05_IM-PR-01.pdf
	18/09/2017	DE_Lotto.8-E1389_revA-AllegatoA-L1-042-011_06_IM-PR-02.pdf
	18/09/2017	DE_Lotto.8-E1389_revA-AllegatoA-L1-042-011_07_IM-PR-03.pdf
	18/09/2017	DE_Lotto.8-E1389_revA-AllegatoA-L1-042-011_08_IS-PR-01.pdf
	08/09/2017	DE_Lotto.8-E1389_revA-AllegatoA-L1-042-129-P00.dwg
	05/07/2017	DE_Lotto.8-E1389_revA-AllegatoA-L1-042-129-P00-Checklist.xlsx
	08/09/2017	DE_Lotto.8-E1389_revA-AllegatoA-L1-042-129-P01.dwg
	05/07/2017	DE_Lotto.8-E1389_revA-AllegatoA-L1-042-129-P01-Checklist.xlsx
	08/09/2017	DE_Lotto.8-E1389_revA-AllegatoA-L1-042-129-P02.dwg
	05/07/2017	DE_Lotto.8-E1389_revA-AllegatoA-L1-042-129-P02-Checklist.xlsx
	08/09/2017	DE_Lotto.8-E1389_revA-AllegatoA-L1-042-129-P03.dwg
	05/07/2017	DE_Lotto.8-E1389_revA-AllegatoA-L1-042-129-P03-Checklist.xlsx
	08/09/2017	DE_Lotto.8-E1389_revA-AllegatoA-L1-042-129-P04.dwg
	05/07/2017	DE_Lotto.8-E1389_revA-AllegatoA-L1-042-129-P04-Checklist.xlsx
	08/09/2017	DE_Lotto.8-E1389_revA-AllegatoA-L1-042-129-P05.dwg
	05/07/2017	DE_Lotto.8-E1389_revA-AllegatoA-L1-042-129-P05-Checklist.xlsx
	14/10/1997	DE_Lotto.8-E1389_revA-AllegatoA-PIAN1.dwg
	14/10/1997	DE_Lotto.8-E1389_revA-AllegatoA-PIAN2.dwg
	14/10/1997	DE_Lotto.8-E1389_revA-AllegatoA-PIAN3.dwg
	14/10/1997	DE_Lotto.8-E1389_revA-AllegatoA-PIAN4.dwg
	14/10/1997	DE_Lotto.8-E1389_revA-AllegatoA-PIAN5.dwg
	14/10/1997	DE_Lotto.8-E1389_revA-AllegatoA-PIAN6.dwg
	14/10/1997	DE_Lotto.8-E1389_revA-AllegatoA-PIANC.dwg
	14/10/1997	DE_Lotto.8-E1389_revA-AllegatoA-PIANT.dwg
	03/08/2018	DE_Lotto.8-E1389_revA-AllegatoA-Tabulato consumi EE.xlsx

ALLEGATO B – ELABORATI

Titolo	Descrizione	Data	Nome file
Grafici Template		3/06/2018	DE_Lotto.8-E1389_revA-AllegatoB-Grafici_Template.xlsx
Modello	Modello dell'edificio	3/06/2018	DE_Lotto.8-E1389_revA-AllegatoB-E664.E0001
Contestualizzazione geografica e climatica		3/06/2018	DE_LOTTO.8-E1389_REVA-ALLEGATOB-CONTESTO GEOGRAFICO E URBANO.dwg
Planimetrie 1 200		3/06/2018	DE_LOTTO.8-E1389_REVA-ALLEGATOB-PLANIMETRIE.dwg
Diagramma blocchi impianto elettrico		3/06/2018	DE_LOTTO.8-E1389_REVA-ALLEGATOB-SCHEMA BLOCCHI QE.dwg
Planimetrie zone termiche		3/06/2018	DE_LOTTO.8-E1389_REVA-ALLEGATOB-ZONE TERMICHE.dwg



ALLEGATO C – REPORT DI INDAGINE TERMOGRAFICA

Titolo	Data	Nome file
Report termografico dell'edificio E1389	03/08/2018	DE_Lotto.8-E1389_revA-AllegatoC-Report termografico.docx



ALLEGATO D – REPORT RELATIVI AD ALTRE PROVE DIAGNOSTICHE STRUMENTALI

[Allegare il report descrittivo delle altre indagini diagnostiche eventualmente effettuate (termo-flussimetria, endoscopia, ecc.)]

Titolo	Data	Nome file



ALLEGATO E – RELAZIONE DI DETTAGLIO DEI CALCOLI

Titolo	Data	Nome file
Relazione di calcolo Edilclima	03/08/2018	DE_Lotto.8-E1389_revA-AllegatoE-Relazione calcolo Edilclima.RTF



ALLEGATO F – CERTIFICATO CTI SOFTWARE

Titolo	Data	Nome file
Certificazione di conformità del software	03/08/2018	DE_Lotto.8-E1389_revA-AllegatoF-CertCTI.pdf

ALLEGATO G – ATTESTATO DI PRESTAZIONE ENERGETICA

Titolo	Data	Nome file
Attestato di prestazione energetica	03/08/2018	DE_Lotto.8-E1389_revA- AllegatoG_25117_2018_8042.pdf
Attestato di prestazione energetica	03/08/2018	DE_Lotto.8-E1389_revA- AllegatoG_25117_2018_8042.xlm

ALLEGATO H – BOZZA DI APE SCENARI

Titolo	Data	Nome file

ALLEGATO I – DATI CLIMATICI

Titolo	Data	Nome file
Dati Climatici-Calcolo Gradi Giorno	03/08/2018	DE_Lotto.8-E1389_revA-Allegatol-GG.xlsx

ALLEGATO J – SCHEDE DI AUDIT

Titolo	Data	Nome file
Schede di audit	03/08/2018	DE_Lotto.8-E1389_revA-AllegatoJ-Scheda Audit_Template.xlsx



ALLEGATO K – SCHEDE ORE

Titolo	Data	Nome file
Schede Opportunità di risparmio energetico	03/08/2018	DE_Lotto.8-E1389revA-AllegatoK-Schede ORE.pdf

ALLEGATO L – PIANO ECONOMICO FINANZIARIO SCENARI

Titolo	Data	Nome file



ALLEGATO M – REPORT DI BENCHMARK

	Titolo	Data	Nome file
	Report di Benchmark	03/08/2018	DE_Lotto.8-E1389_revA-AllegatoM-Benchmark.xlsx



ALLEGATO N – CD-ROM

[Allegare CD-ROM o altro supporto di archiviazione digitale contenente tutta la documentazione relativa al Rapporto di Diagnosi Energetica e suoi allegati, in formato WORD, EXCEL e PDF con firma digitale certificata per gli elaborati documentali e formato DWG compatibile con i più diffusi software CAD per gli elaborati grafici.]

