

SCUOLA COMUNALE INFANZIA "CHIGHIZOLA"

E.102

VIA BARTOLOMEO CHIGHIZOLA N. 15-17-19 (15)

RAPPORTO DI DIAGNOSI ENERGETICA

FONDO KYOTO - SCUOLA 3



Luglio/2018

COMUNE DI GENOVA
STRUTTURA DI STAFF - ENERGY MANAGER



COMUNE DI GENOVA



ENVIRONMENT
PARK Parco Scientifico
Tecnologico per l'Ambiente

SCUOLA COMUNALE INFANZIA “CHIGHIZOLA” E.102

Via Bartolomeo Chighizola n. 15-17-19 (15)

RAPPORTO DI DIAGNOSI ENERGETICA

FONDO KYOTO - SCUOLA 3

Luglio/2018

COMUNE DI GENOVA

STRUTTURA DI STAFF - ENERGY MANAGER

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

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

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

Environment Park.S.p.A

Via Livorno n.60 – 10144 Torino - Italia

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

REGISTRO REVISIONI E PUBBLICAZIONI

Revisione	Data	Realizzazione	Revisione	Approvazione	Descrizione
A	15/05/ 2018	Stefano Dotta	Sergio Ravera	Stefano Dotta	Prima Pubblicazione
		Sergio Ravera	Daniela Di Fazio		
		Mauro Cornaglia			
		Baccaro Angela			
		Vincenzo Cuzzola			
B	23/07/ 2018	Stefano Dotta	Sergio Ravera	Stefano Dotta	Seconda Pubblicazione
		Sergio Ravera	Daniela Di Fazio		
		Mauro Cornaglia			
		Baccaro Angela			
		Vincenzo Cuzzola			

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

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

INDICE

PAGINA

EXECUTIVE SUMMARY	I
1 INTRODUZIONE	1
1.1 PREMessa	1
1.2 SCOPO DELLA DIAGNOSI ENERGETICA	1
1.3 RIFERIMENTO E CONTATTI AUDITOR E PERSONALE COINVOLTO.....	1
1.4 IDENTIFICAZIONE DELL’EDIFICIO.....	2
1.5 METODOLOGIA DI LAVORO	3
1.6 STRUTTURA DEL REPORT	6
2 DATI DELL’EDIFICIO.....	7
2.1 INFORMAZIONI SUL SITO	7
2.2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE, SOCIO-ECONOMICO E DESTINAZIONE D’USO	7
2.3 VERIFICA DEI VINCOLI INTERFERENTI SULLE PARTI DELL’IMMOBILE INTERESSATE DAGLI ’INTERVENTI.....	9
2.4 MODALITÀ DI GESTIONE E MANUTENZIONE DI EDIFICI ED IMPIANTO.....	10
3 DATI CLIMATICI	12
3.1 DATI CLIMATICI DI RIFERIMENTO.....	12
3.2 DATI CLIMATICI REALI.....	13
3.3 ANALISI DELL’ANDAMENTO DEI DATI CLIMATICI E PROFILI ANNUALI DEI GRADI GIORNO	13
4 AUDIT EDIFICIO E IMPIANTI ELETTRICI E MECCANICI	16
4.1 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE DELL’INVOLUCRO EDILIZIO	16
4.1.1 <i>Involucro opaco</i>	16
4.1.2 <i>Involucro trasparente</i>	18
4.2 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO DI RISCALDAMENTO/ CLIMATIZZAZIONE INVERNALE.....	19
4.2.1 <i>Sottosistema di emissione</i>	19
4.2.2 <i>Sottosistema di regolazione</i>	20
4.2.3 <i>Sottosistema di distribuzione</i>	20
4.2.4 <i>Sottosistema di generazione</i>	22
LE CARATTERISTICHE DEI SISTEMI DI GENERAZIONE SONO RIPORTATE NELLA TABELLA 4.8.	22
4.3 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO PRODUZIONE ACQUA CALDA SANITARIA	23
4.4 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO ELETTRICO E PRINCIPALI UTENZE ELETTRICHE	24
4.5 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO ILLUMINAZIONE	24
5 CONSUMI RILEVATI	27
5.1 CONSUMI ENERGETICI STORICI PER CIASCUN VETTORE E CONNESSIONE ALLE RETI GAS NATURALE ED ELETTRICA.....	27
5.1.1 <i>Energia termica</i>	27
5.1.2 <i>Energia elettrica</i>	31
5.2 INDICATORI DI PERFORMANCE ENERGETICI ED AMBIENTALI	34
6 MODELLO DEL FABBISOGNO ENERGETICO.....	38
6.1 METODOLOGIA DI CALCOLO ADOTTATA E VALIDAZIONE DEI MODELLI DI CALCOLO	38
6.1.1 <i>Validazione del modello termico</i>	39
6.1.2 <i>Validazione del modello elettrico</i>	40
6.2 FABBISOGNI ENERGETICI.....	40
6.3 PROFILI ENERGETICI MENSILI.....	43
7 ANALISI DEI COSTI PRE-INTREVENTO.....	46
7.1 COSTI RELATIVI ALLA FORNITURA DEI VETTORI ENERGETICI	46
7.1.1 <i>Vettore termico</i>	46
7.1.2 <i>Vettore elettrico</i>	51
7.2 TARIFFE E PREZZI VETTORI ENERGETICI UTILIZZATI NELL’ANALISI.....	54
7.3 COSTI DI GESTIONE E MANUTENZIONE DI EDIFICIO ED IMPIANTI.....	54



7.4	BASLINE DEI COSTI.....	55
8	IDENTIFICAZIONE DELLE MISURE DI EFFICIENZA ENERGETICA	57
8.1	DESCRIZIONE, FATTIBILITÀ E PRESTAZIONI DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI	57
8.1.1	<i>Involucro edilizio.....</i>	<i>57</i>
8.1.2	<i>Impianto riscaldamento.....</i>	<i>57</i>
8.1.3	<i>Impianto produzione acqua calda sanitaria</i>	<i>60</i>
8.1.4	<i>Impianto di illuminazione ed impianto elettrico</i>	<i>60</i>
9	VALUTAZIONE ECONOMICO-FINANZIARIA.....	63
9.1	ANALISI DEI COSTI DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI CONSIDERATI FATTIBILI	63
9.2	ANALISI DI CONVENIENZA DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI CONSIDERATI FATTIBILI	65
9.3	IDENTIFICAZIONE DELLE SOLUZIONI INTEGRATE D’INTERVENTO E SCENARI D’INVESTIMENTO	71
9.3.1	<i>Scenario 1: Scenario ottimale TRS≤15 anni</i>	<i>73</i>
9.3.2	<i>Scenario 2: Scenario ottimale TRS≤25 anni</i>	<i>79</i>
10	CONCLUSIONI	85
10.1	RIASSUNTO DEGLI INDICI DI PERFORMANCE ENERGETICA	85
10.2	RIASSUNTO DEGLI SCENARI DI INVESTIMENTO E DEI PRINCIPALI RISULTATI	85
10.3	CONCLUSIONI E COMMENTI.....	87
ALLEGATO A – ELENCO DOCUMENTAZIONE FORNITA DALLA COMMITTENZA.....		A
ALLEGATO B – ELABORATI		A
ALLEGATO C – REPORT DI INDAGINE TERMOGRAFICA		1
ALLEGATO D – REPORT RELATIVI AD ALTRE PROVE DIAGNOSTICHE STRUMENTALI		1
ALLEGATO E – RELAZIONE DI DETTAGLIO DEI CALCOLI		1
ALLEGATO F – CERTIFICATO CTI SOFTWARE		1
ALLEGATO G – ATTESTATO DI PRESTAZIONE ENERGETICA		1
ALLEGATO H – BOZZA DI APE SCENARI.....		1
ALLEGATO I – DATI CLIMATICI.....		1
ALLEGATO J – SCHEDE DI AUDIT.....		1
ALLEGATO K – SCHEDE ORE.....		1
ALLEGATO L – PIANO ECONOMICO FINANZIARIO SCENARI		1
ALLEGATO M – REPORT DI BENCHMARK.....		1
ALLEGATO N – CD-ROM		1

EXECUTIVE SUMMARY

Caratteristiche dell'edificio oggetto della DE

Tabella 0.1 - Tabella riepilogativa dei dati dell'edificio

PARAMENTO	U.M.	VALORE
Anno di costruzione edificio		1.850
Anno di ristrutturazione		nn
Zona climatica		D
Destinazione d'uso		E.7 (Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli ed assimilabili)
Superficie utile riscaldata	[m ²]	913.71
Superficie disperdente (S)	[m ²]	2.709.90
Volume lordo riscaldato (V)	[m ³]	6.641,15
Rapporto S/V	[1/m]	0,42
Superficie lorda aree interne (scaldate e non scaldate)	[m ²]	1.425,24
Superficie lorda aree esterne	[m ²]	2.125,13
Superficie lorda complessiva (aree interne ed esterne)	[m ²]	3.550,37
Tipologia generatore riscaldamento		Generatore tradizionale
Potenza totale impianto riscaldamento	[kW]	185
Potenza totale impianto raffrescamento	[kW]	-
Tipo di combustibile		Gas naturale
Tipologia generatore Acqua Calda sanitaria (ACS)		Boiler Elettrici e caldaia murale a gas
Emissioni CO2 di riferimento ⁽¹⁾	[t/anno]	55.6
Consumo di riferimento Gas Metano ⁽¹⁾	[kWh _{th} /anno]	86912
Spesa annuale Gas Metano ⁽¹⁾	[€/anno]	7.259
Consumo di riferimento energia elettrica ⁽¹⁾	[kWh _{el} /anno]	29.233
Spesa annuale energia elettrica ⁽¹⁾	[€/anno]	6.153

Nota (1): Valori di Baseline

Descrizione delle Misure di efficienza energetica proposte:

- EEM 1: Termoregolazione
- EEM2: Efficientamento impianto di illuminazione mediante trasformazione a LED
- EEM3: Efficientamento generatore di calore
- SCN1: Installazione di sistemi di termoregolazione, installazione di un nuovo generatore di calore
- SCN2: Installazione di sistemi di termoregolazione, installazione di un nuovo generatore di calore



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 _{M_s}	I ₀	n	TRS	TRA	VAN	TIR	IP	DSCR	LLCR
	[%]	[%]	[€/anno]	[€/anno]	[€/anno]	[€]	[anni]	[anni]	[anni]	[€]	[%]	[-]		
EEM 1	2,1	2,2	287	0	0	-3.284	15	11,1	15,6	-132<0	3,3	-0,04	[n/a]	[n/a]
EEM 2	6,4	6,31	856	0	0	-26.326	8	10,6	11,9	8.939<0	-8,6	-0,34	[n/a]	[n/a]
EEM 3	1,1	1,2	153	2.173	578	-16.945	15	3,9	4,4	17.504>0	20	1,03	[n/a]	[n/a]
SCN 1	4,3	4,4	575*	1.695*	451*	-20.228	-	2,1	2,4	3.969	53,3	19,6	1,3	0,99
SCN 2	4,3	4,4	575*	1.695*	451*	-20.228	-	2,05	2,3	4.864	59,7	24	1,4	0,9

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

Figura 0.1 – Scenario 1: analisi finanziaria

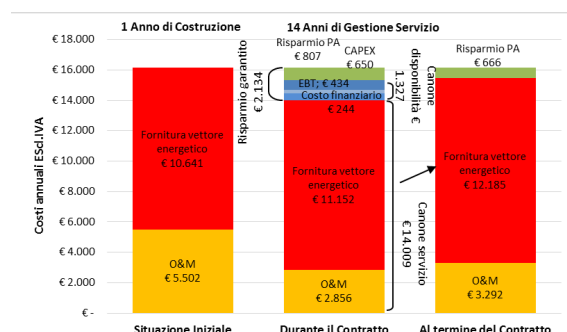
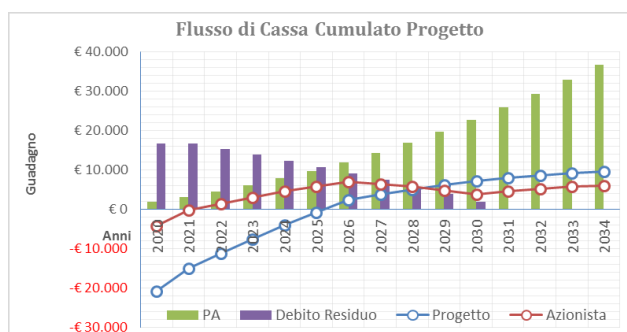
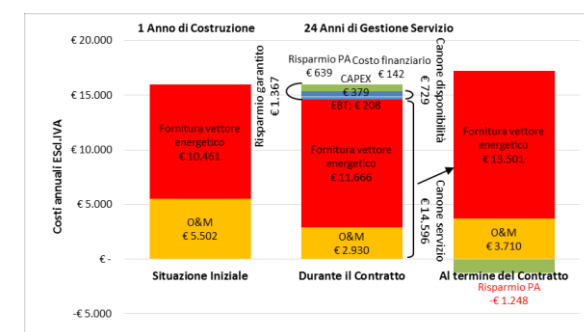
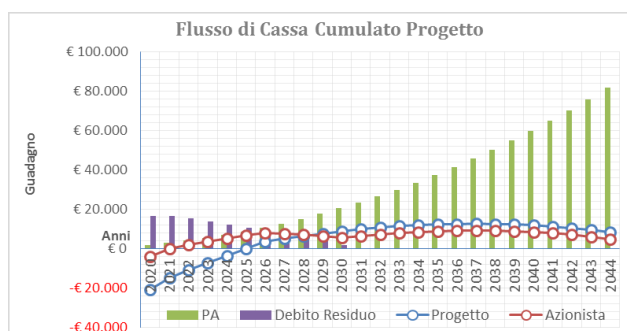


Figura 0.2 – Scenario 2: analisi finanziaria



1 INTRODUZIONE

1.1 PREMESSA

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

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

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

1.2 SCOPO DELLA DIAGNOSI ENERGETICA

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

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

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

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

1.3 RIFERIMENTO E CONTATTI AUDITOR E PERSONALE COINVOLTO

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

Figura 1.1 - Vista della facciata esposta a Nord-Est



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

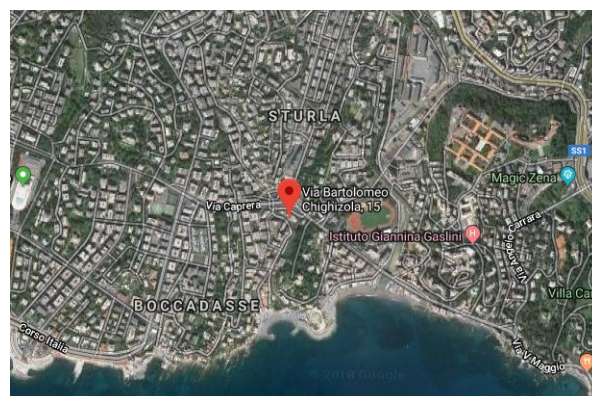
NOME E COGNOME	RUOLO	ATTIVITÀ SVOLTA
Stefano Dotta Mauro Cornaglia Vincenzo Cuzzola		Sopralluogo in sito
Mauro Cornaglia, Vincenzo Cuzzola		Elaborazione dei dati relativi ai consumi energetici
Stefano Dotta		Elaborazione dei dati geometrici ed alla creazione del modello energetico
Sergio Ravera	Responsabile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

1.4 IDENTIFICAZIONE DELL'EDIFICIO

L'immobile oggetto della DE, catastalmente individuato al NCEU a seguito dei controlli effettuati dalla società di Audit è risultato avere le seguenti coordinate catastali: Sezione GEB F. 73 Mapp. 1066 Sub. 0 è sito nel Comune di Genova e più precisamente nel quartiere Sturla.

L'edificio è di proprietà del Comune di Genova ed è attualmente adibito a Scuola Comunale d'infanzia.

Figura 1.2 – Ubicazione dell'edificio



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

Tabella 1.2 - Tabella riepilogativa dei dati dell'edificio

PARAMENTO	U.M.	VALORE
Anno di costruzione edificio		1.850
Anno di ristrutturazione		nn
Zona climatica		D
Destinazione d'uso		E.7 (Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli ed assimilabili)
Superficie utile riscaldata	[m ²]	913.71
Superficie disperdente (S)	[m ²]	2.709.90
Volume lordo riscaldato (V)	[m ³]	6.641,15
Rapporto S/V	[1/m]	0,42
Superficie netta aree interne (scaldate e non scaldate)	[m ²]	1.130,67
Superficie lorda aree interne (scaldate e non scaldate)	[m ²]	1.425,24
Superficie lorda aree esterne	[m ²]	2.125,1
Superficie lorda complessiva (aree interne ed esterne)	[m ²]	3.550,37

Tipologia generatore riscaldamento		Generatore tradizionale
Potenza totale impianto riscaldamento	[kW]	185
Potenza totale impianto raffrescamento	[kW]	[-]
Tipo di combustibile		Gas naturale
Tipologia generatore Acqua Calda sanitaria (ACS)		Boiler Elettrici e caldaia murale a gas
Emissioni CO2 di riferimento ⁽¹⁾	[t/anno]	55.6
Consumo di riferimento Gas Metano ⁽¹⁾	[kWh _{th} /anno]	86912
Spesa annuale Gas Metano ⁽¹⁾	[€/anno]	7.259
Consumo di riferimento energia elettrica ⁽¹⁾	[kWh _{el} /anno]	29.233
Spesa annuale energia elettrica ⁽¹⁾	[€/anno]	6.153

Nota (1): Valori di Baseline

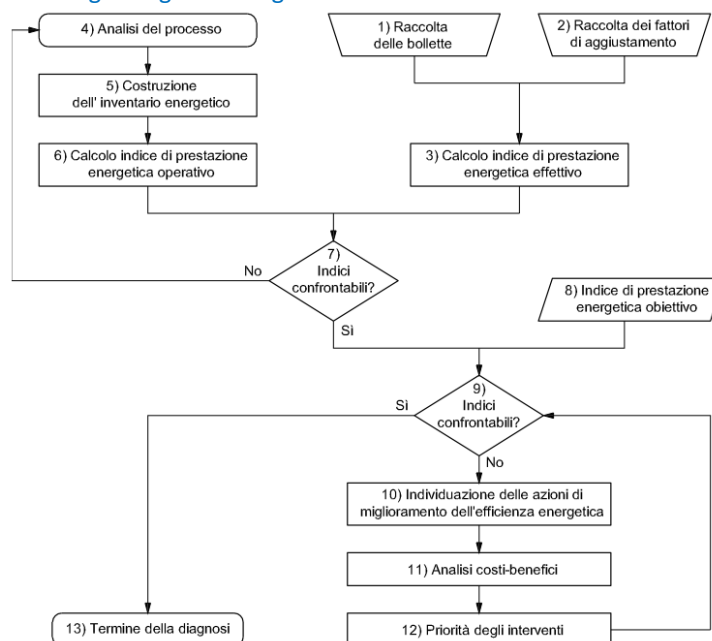
1.5 METODOLOGIA DI LAVORO

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

- Acquisizione della documentazione utile, fornita dalla PA, come riportato all' Allegato B – Elaborati;
- Analisi del quadro normativo di riferimento, incluso la verifica dei vincoli ambientali, storici, archeologici e paesaggistici interferenti sull'immobile interessato dall'intervento;
- Visita agli edifici, effettuata in data 21/11/2017 con verifica degli elaborati forniti e rilievo dei dati relativi alle caratteristiche degli elementi disperdenti ed impiantistici costituenti il sistema edificio-impianto;
- Visita alla centrale termica e/o frigorifera, con il supporto del personale incaricato della conduzione e manutenzione degli impianti e rilevamento dei dati utili;
- Preparazione e compilazione delle schede di Audit previste per la diagnosi di livello II di cui all'appendice A delle LGEE - Linee Guida per l'Efficienza Energetica negli Edifici - sett. 2013 - elaborato da AiCARR per Agesi, Assisital, Assopetroli e Assoenergia, e riportate all'Allegato J – Schede di audit;
- Elaborazione del comportamento termico ed elettrico dell'edificio, realizzata utilizzando il software commerciale EDILCLIMA Versione EC700 in possesso di certificato di conformità rilasciato dal Comitato Termotecnico Italiano (CTI) Certificato CTI N.73 ai sensi del D.lgs. 192/05 e s.m.i. e riportato all'Allegato F – Certificato CTI Software;
- Analisi dei profili annuali di consumi e costi dei servizi energetici reali dell'edificio, comprensivi della fornitura dei vettori energetici sia elettrici che di gas e degli oneri di O&M, relativamente alle annualità 2014-2015-2016;
- Analisi dei dati climatici reali del sito ove è ubicato l'edificio con conseguente calcolo dei Gradi Giorno reali (GG_{real}), utilizzando le temperature esterne rilevate dalla stazione meteo villa Cambiaso dell'Università di Genova e riportati all'Allegato I – Dati climatici;
- Individuazione della “baseline termica” di riferimento (e relative emissioni di CO₂) tramite opportuna ripartizione del consumo di combustibile tra le varie utenze a servizio dell'edificio e destagionalizzazione dello stesso, utilizzando i relativi GG reali (GG_{real}), e conseguente normalizzazione secondo i GG di riferimento (GG_{rif});
- Individuazione della “baseline elettrica” di riferimento (e relative emissioni di CO₂) calcolata sulla media aritmetica dei valori relativi ai consumi elettrici reali per tre le annualità 2014, 2015, 2016;
- Validazione del modello elaborato mediante il confronto con le baseline energetiche, al fine di ottenere uno scostamento inferiore al 5%;

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

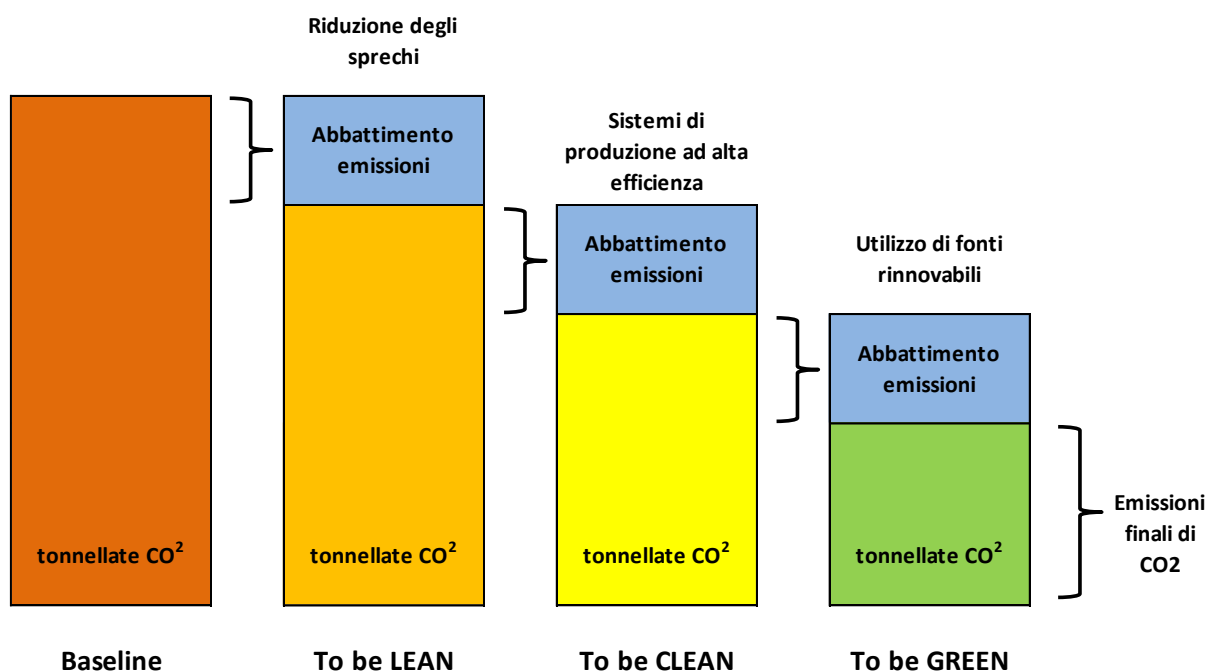
Figura 1.3 – Schema metodologia diagnosi energetica ai sensi della norma UNI CEI 16247



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

Figura 1.4

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



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

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

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

Per tanto, nel caso di soluzioni integrate, dapprima si è valutata la fattibilità di ridurre gli sprechi mediante misure sull'involucro e sulla domanda d'utenza (anche relativamente ai sistemi di emissione, regolazione, distribuzione, accumulo), partendo 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 riqualificazione energetica dell’edificio.

1.6 STRUTTURA DEL REPORT

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

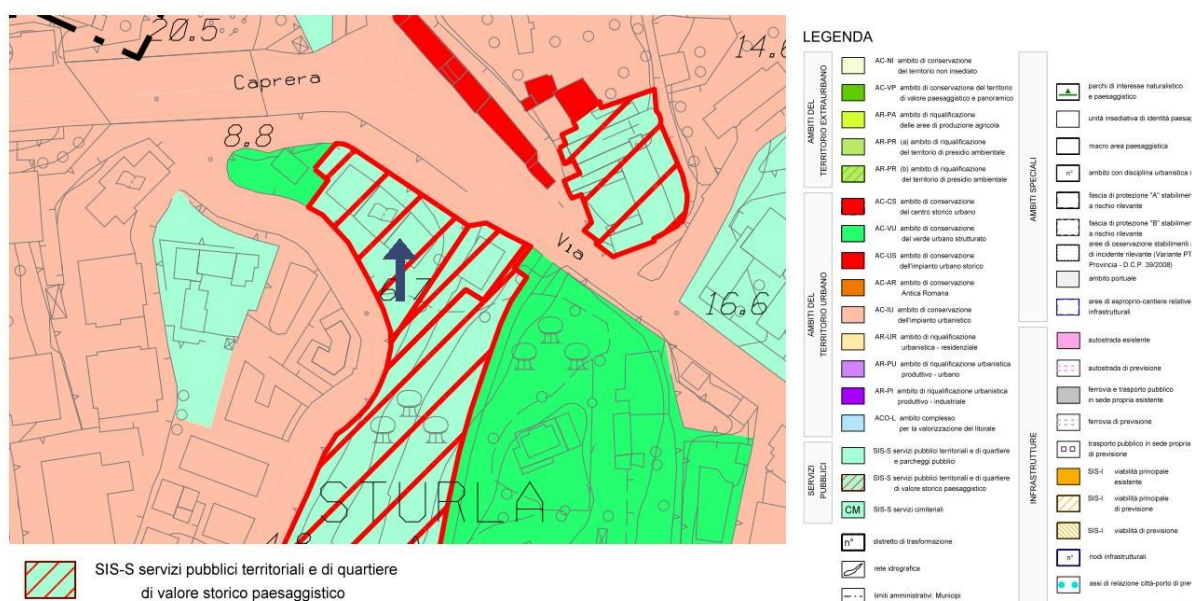
- Una prima parte nella quale sono descritti lo scopo ed i confini della DE e le metodologie di analisi adottate;
- Una seconda parte in cui sono riportate le informazioni dell’edificio rilevate in sede di sopralluogo e le valutazioni effettuate al fine di identificare le caratteristiche tecniche dei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

2 DATI DELL'EDIFICIO

2.1 INFORMAZIONI SUL SITO

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

Figura 2.1 - Particolare estratto dal Piano Urbanistico Comunale



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

L'edificio ove è ubicata la Scuola Comunale d'infanzia Chighizola risale all'incirca al 1850, ai sensi del DPR 412/93, attualmente ricade nella destinazione d'uso E.7 – Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli ed assimilabili.

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

La Scuola d'Infanzia “Chighizola” rappresenta per il Comune di Genova, uno degli edifici di maggior rilevanza storica, artistica e culturale della città, valore ribadito dal vincolo architettonico numero 00208861 che grava sull'edificio stesso. L'ipotesi di intervenire al fine di migliorarne l'efficienza energetica è innanzitutto volta ad una diminuzione delle emissioni di CO₂, la quale rientra negli obiettivi prefissati dal Comune di Genova all'interno del SEAP (Sustainable Energy Action Plan), ma può anche essere considerata di notevole interesse socio-culturale al fine della sensibilizzazione del pubblico alle tematiche di interesse ambientale ed energetico.

La Scuola d'Infanzia “Chighizola”, ospita ogni anno circa 148 bambini dai 3 ai 6 anni oltre che 7 tra educatrici e personale ATA, ed è rilevante inoltre sottolineare come la corretta gestione e manutenzione del sistema edificio – impianto, comporterebbe il miglioramento delle condizioni di

benessere percepite dagli utenti, nonché alla corretta manutenzione dell’edificio, al fine di preservarlo al meglio in quanto bene di interesse storico artistico.

Si può pertanto affermare che la riqualificazione energetica del “Chighizola” potrebbe portare ad una maggiore valorizzazione socio-economica della Scuola.

L’edificio ospitante il complesso scolastico oggetto della DE è costituito complessivamente da tre piani fuori terra di cui uno è un sottotetto quasi interamente non riscaldato, nei quali si sviluppano le varie attività collegate all’utilizzo scolastico della struttura.

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

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

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



Tabella 2.1 - Suddivisione in piani dell’edificio

PIANO	UTILIZZO	U.M.	SUPERFICIE LORDA COMPLESSIVA ⁽²⁾	SUPERFICIE UTILE RISCALDATA ⁽³⁾	SUPERFICIE UTILE RAFFRESCATA ⁽³⁾
Terra	atrio	[m ²]	58.58	39.96	0
Terra	Aule	[m ²]	400.18	324.87	0
Terra	WC	[m ²]	28.07	17.75	0
Terra	Disimpegni	[m ²]	23.47	16.52	0
Terra	Dispensa	[m ²]	33.33	23.73	0
Terra	Cucina	[m ²]	28.71	19.98	0
Terra	locale non riscaldato	[m ²]	18.82	0	0
Terra	locale non riscaldato	[m ²]	18.82	0	0
Terra	centrale termica	[m ²]	16.28	0	0
Primo	Magazzino	[m ²]	9.39	5.3	0
Primo	Uffici	[m ²]	23.88	19.22	0
Primo	Corridoi	[m ²]	17.50	13.34	0
Primo	Aule	[m ²]	234.86	179.21	0
Primo	WC	[m ²]	24.06	17.15	0
Primo	salone	[m ²]	227.16	195.56]	0
Vari	vano scale	[m ²]	50.06	44,12]	0
Sottotetto	Locale tecnico	[m ²]	7.16	0]	0
Sottotetto	locale non riscaldato	[m ²]	15.51	0]	0
Sottotetto	locale non riscaldato	[m ²]	15.51	0]	0
TOTALE		[m ²]	1425.24	913.71	0

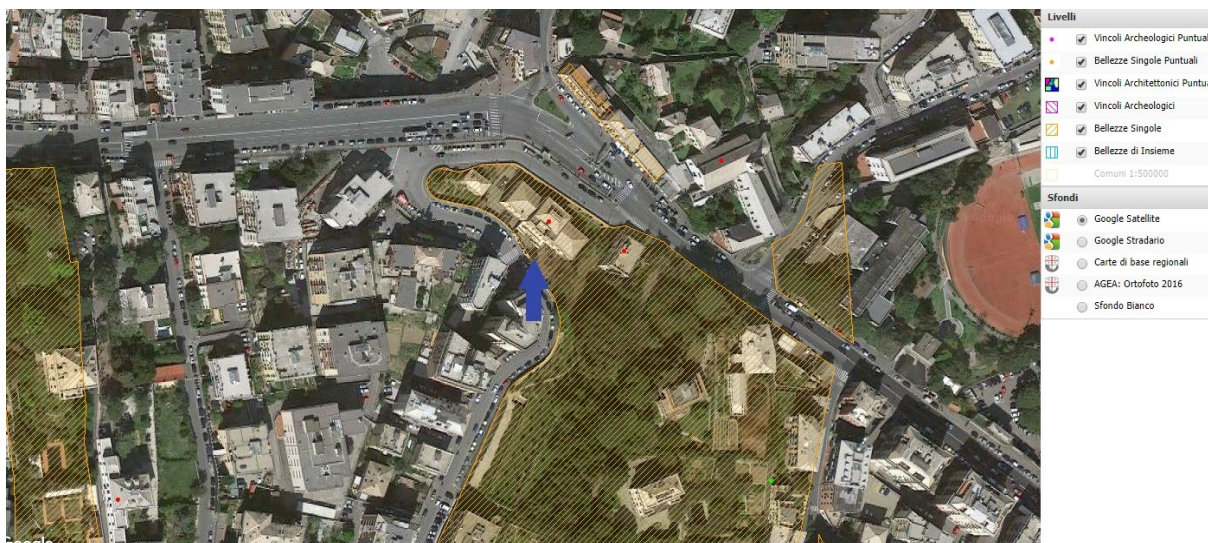
Nota (2): Superficie lorda comprensiva delle zone interne climatizzate e non climatizzate, valutate a partire dalle planimetrie progettuali, opportunamente verificate in fase di sopralluogo

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

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

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

Figura 2.3 - Particolare estratto dalla carta dei vincoli



Una verifica effettuata sul portale della Regione Liguria dedicato agli edifici vincolati (www.liguriavincoli.it). È stato individuato il vincolo architettonico numero 00208861 che identifica il bene come d'interesse particolarmente importante. Si attende la necessità di esplicitare il carattere storico-artistico a cura dello stesso Comune.

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

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

MISURA DI EFFICIENZA ENERGETICA	VINCOLO INTERESSATO	VALUTAZIONE INTERFERENZA ⁽⁴⁾	MISURA DI TUTELA DA ADOTTARE
EEM 1: installazione valvole termostatiche	architettonico		Mantenimento delle medesime posizione dei corpi radianti
EEM 2: sostituzione corpi illuminanti con nuovi a LED	architettonico		Previo parere della Soprintendenza ai beni architettonici

Nota (4): Legenda livelli di interferenza:

	Non perseguibile
	Perseguibile tramite adozione misure di tutela indicate
	Interferenza nulla

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

2.4 MODALITÀ DI GESTIONE E MANUTENZIONE DI EDIFICI ED IMPIANTO

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

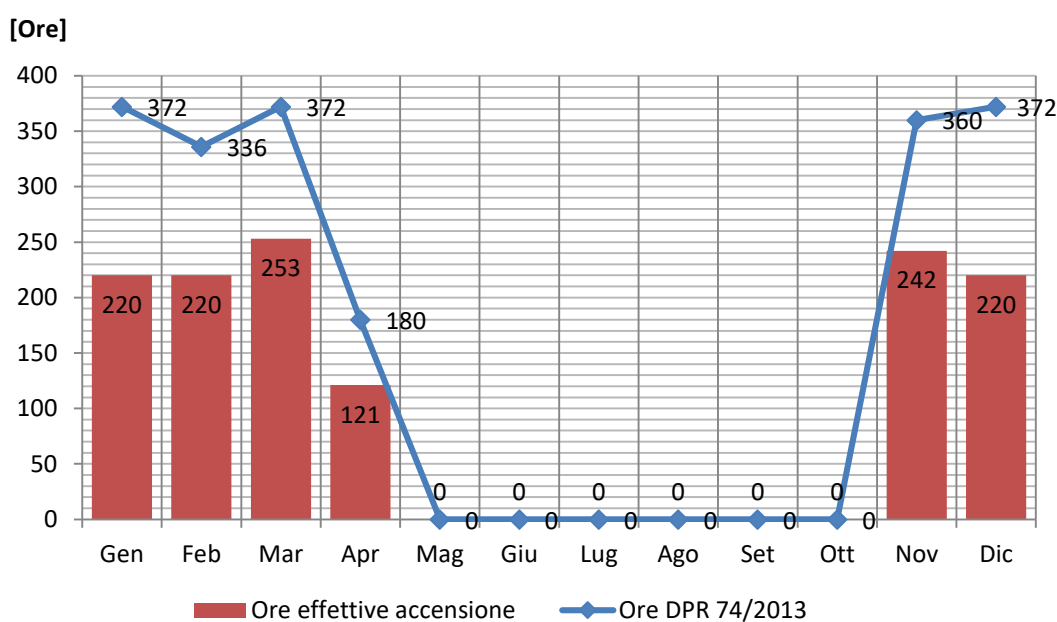
Gli orari di effettivo utilizzo dell’edificio sono stati ottenuti tramite colloquio col personale amministrativo e dirigente scolastica, mentre i periodi di attivazione e spegnimento degli impianti sono stati forniti dagli uffici preposti del Comune di Genova.

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

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

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

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



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

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

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



E102 – Scuola Comunale Infanzia “Chighizola”

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

3 DATI CLIMATICI

3.1 DATI CLIMATICI DI RIFERIMENTO

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

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

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

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

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

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

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

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

Tabella 3.2 – Profili mensili dei GG_{rif}

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

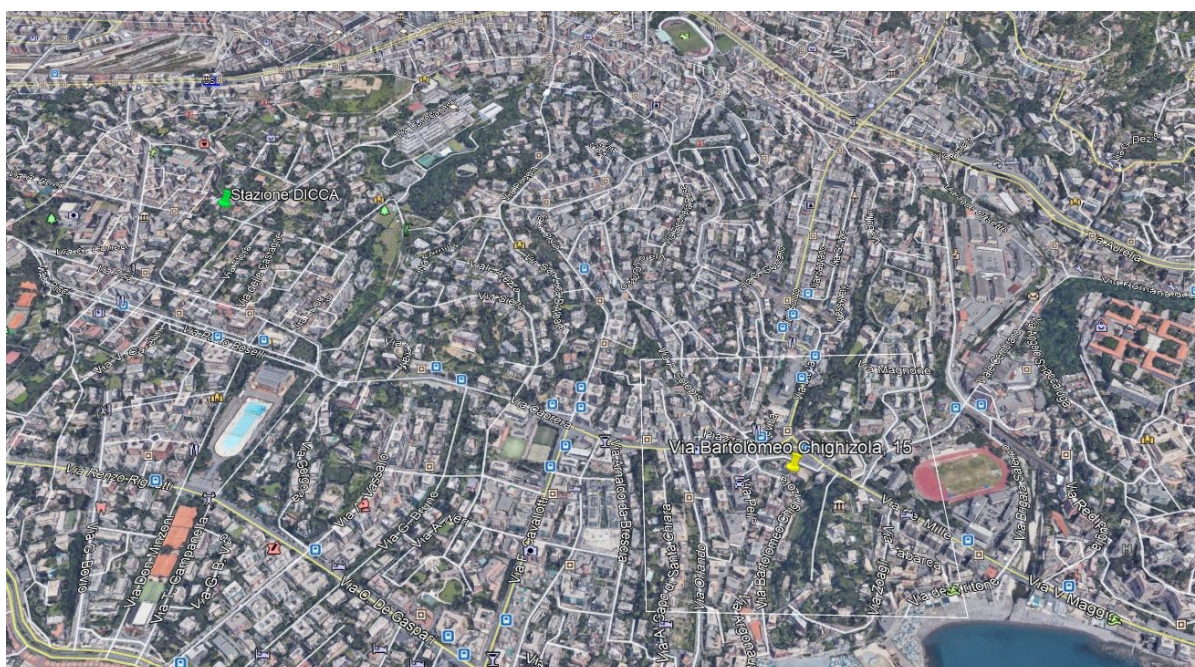
TOTALE	365	16,7	166	1421	223	116	989	100%
--------	-----	------	-----	------	-----	-----	-----	------

3.2 DATI CLIMATICI REALI

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

I dati climatici utilizzati sono stati rilevati dalla centralina meteo climatica installata presso il Laboratorio di Idraulica del Dipartimento di Ingegneria Civile, Chimica e Ambientale (44° 24'N 8° 58'E Altitudine 40 m), denominata Stazione Meteo villa Cambiaso, in quanto risulta essere la più vicina all’edificio oggetto della DE.

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



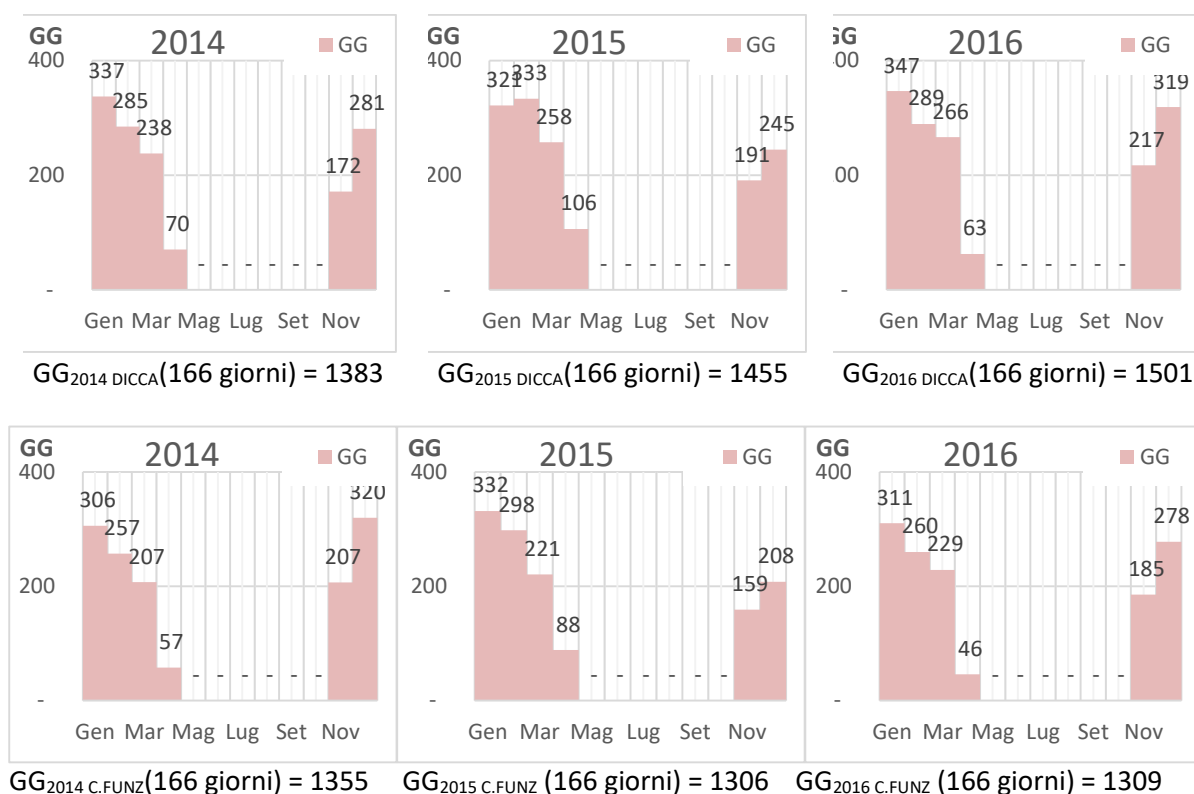
3.3 ANALISI DELL’ANDAMENTO DEI DATI CLIMATICI E PROFILI ANNUALI DEI GRADI GIORNO

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

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

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

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



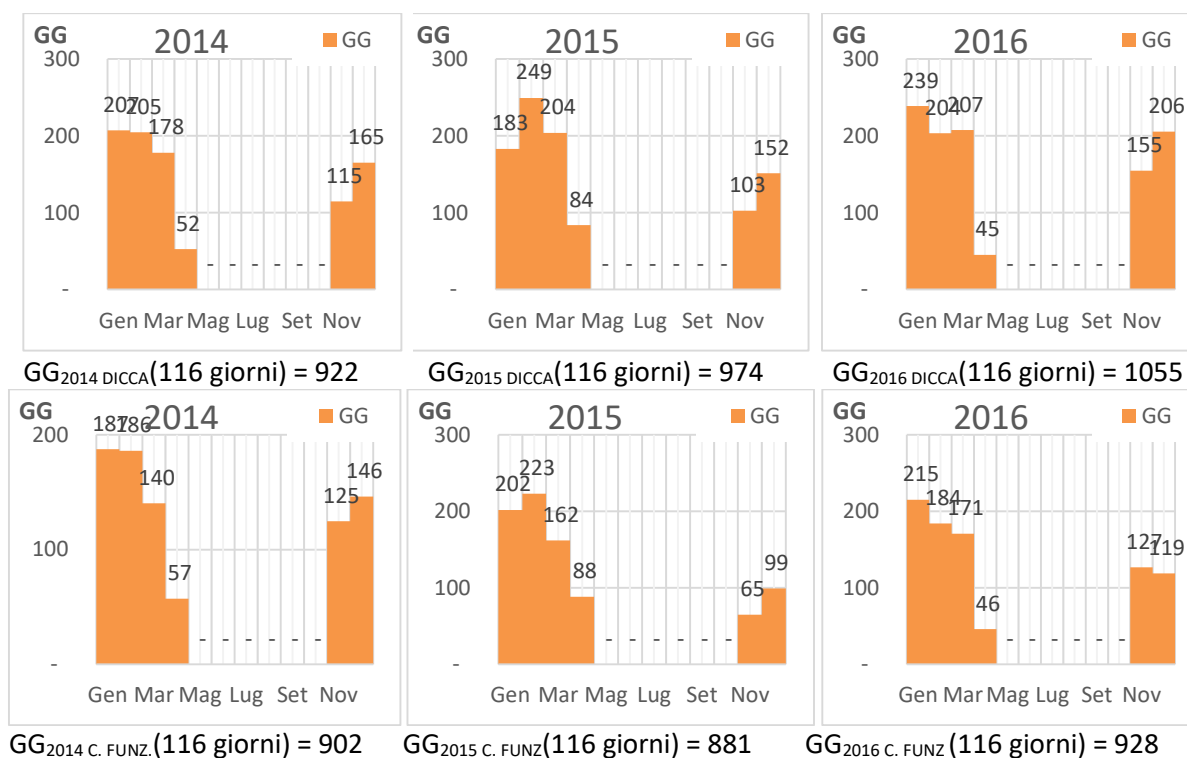
Dal confronto tra i GG calcolati sulla base delle temperature rilevate dalle due stazioni climatiche risulta che nell'anno 2014 la differenza è di 28 GG pari all'2% nel 2015 la differenza è di 149 GG pari allo 11.1% e nel 2016 la differenza è di 192 GG pari allo 14.6 %. Si ritiene pertanto che i dati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

Considerando che il profilo di utilizzo degli impianti di riscaldamento prevede alcuni giorni di mancata accensione dell'impianto, come riportato nella Tabella 2.3, i GG reali sono stati ricalcolati in funzione del numero di giorni effettivi di accensione dell'impianto termico, pertanto si è ottenuto un valore di 922, 974 e 1055 GG calcolati su 116 giorni effettivi di utilizzo dell'impianto di riscaldamento, riferiti rispettivamente agli anni 2014, 2015 e 2016.

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

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

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



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

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

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

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

4 AUDIT EDIFICIO E IMPIANTI ELETTRICI E MECCANICI

4.1 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE DELL'INVOLUCRO EDILIZIO

4.1.1 Involucro opaco

L'involucro edilizio opaco che costituisce l'edificio è sostanzialmente composto da murature portanti, in pietra e conglomerati debitamente intonacate e coperture a falda con struttura in legno non isolata. Gli orizzontamenti di separazione tra gli ambienti riscaldati del secondo piano dai sottotetti non isolati sono realizzati in canniccio e struttura di legno.

Figura 4.1 - Particolare della porzione di involucro sottotetto non riscaldato con particolari di parete copertura e solaio in canniccio



Va sottolineato, in riferimento all'involucro edilizio, che trattandosi di un edificio di valenza storica e soggetto a vincolo architettonico, non è possibile procedere a sostanziali interventi di efficientamento dell'involucro stesso.

Figura 4.2 - Particolare della facciata esposta a Sud Ovest



In base al periodo di costruzione si è potuto definire con approssimabile certezza la tecnologia costruttiva dell'edificio. Essendo in muratura portante ed in pietra locale si evidenzia come la valutazione termografica possa essere considerata poco efficace ai fini di un'identificazione più precisa delle caratteristiche dei componenti dell'involucro opaco. Difatti il comportamento termico è omogeneo per tutta la superficie, dovuto a spessori murali importanti e costanti per ogni piano che

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

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

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

Tabella 4.1 – Trasmittanze termiche dei componenti dell'involucro opaco

TIPO DI COMPONENTE	CODICE	SPESORE [cm]	ISOLAMENTO	TRASMITTANZA TERMICA [W/mqK]	STATO DI CONSERVAZIONE
Parete verticale	M1	84	Assente	0,902	Sufficiente
Parete verticale	M2	87,5	Assente	0,719	Sufficiente
Parete verticale	M3	30	Assente	1,293	Sufficiente
Parete verticale	M4	65	Assente	1,114	Sufficiente
Parete verticale	M5	26	Assente	1,453	Sufficiente
Parete verticale	M10	65	Assente	1,012	Sufficiente
Parete verticale	M11	65	Assente	1,012	Sufficiente
Parete verticale	M12	65	Assente	1,012	Sufficiente
Parete verticale	M14	27	Assente	0,751	Sufficiente
Parete verticale	M15	84	Assente	0,834	Sufficiente
Parete verticale	M16	84	Assente	0,834	Sufficiente
Parete verticale	M20	56	Assente	1,126	Sufficiente
Parete verticale	M21	27	Assente	0,704	Sufficiente
Pavimento su terreno	P1	63,5	Assente	0,302	Sufficiente
Pavimento su CT	P3	24	Assente	1,732	Sufficiente
Copertura	S1	37,5	Assente	1,064	Sufficiente
Solaio su sottotetto	S2	7,5	Assente	2,014	Sufficiente
Solaio su sottotetto	S3	7,5	Assente	2,014	Sufficiente
Copertura	S8	36	Assente	1,095	Sufficiente
Solaio su sottotetto	S9	7,5	Assente	2,014	Sufficiente
Solaio su locale non riscaldato	S11	5,5	Assente	1,978	Sufficiente
Copertura	S12	18	Assente	3,164	Sufficiente
Solaio su locale non riscaldato	S14	26	Assente	2,151	Sufficiente
Solaio su locale non riscaldato	S15	26	Assente	2,151	Sufficiente
Solaio su sottotetto	S16	7,5	Assente	2,014	Sufficiente

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

4.1.2 Involucro trasparente

L’involucro trasparente che costituisce l’edificio è composto da serramenti con telaio in ferro e vetri singoli.

Lo stato di conservazione degli stessi è molto scarso, pertanto si generano rilevanti infiltrazioni d’aria all’interno degli ambienti, causando elevati dispersioni termiche e creando un notevole disagio per gli utenti presenti all’interno dell’edificio.

Figura 4.3 - Particolare dei serramenti



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

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

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

Tabella 4.2 – Trasmittanze termiche dei componenti dell’involucro trasparente

TIPO DI COMPONENTE	CODICE	DIMENSIONI [HXL] [cm]	TIPO TELAIO	TIPO VETRO	TRASMITTANZA TERMICA [W/mqK]	STATO DI CONSERVAZIONE
Serramento verticale	F1	149x132	Ferro	Vetro singolo	5,898	Scarso
Serramento verticale	F2	287,5x160	Ferro	Vetro singolo	5,963	Scarso
Serramento verticale	F3	295x138,5	Ferro	Vetro singolo	6,078	Scarso
Serramento verticale	F5	280,3x157	Ferro	Vetro singolo	6,068	Scarso
Serramento verticale	F6	255,6x144	Ferro	Vetro singolo	5,860	Scarso
Serramento verticale	F7	212,9x163	Ferro	Vetro singolo	5,924	Scarso
Serramento verticale	F8	357,6x172	Ferro	Vetro singolo	6,032	Scarso
Serramento verticale	F9	208x127,9	Ferro	Vetro singolo	5,948	Scarso
Serramento verticale	F10	110,9x110,9	Ferro	Vetro singolo	5,863	Scarso

Serramento verticale	F11	47x82	Ferro	Vetro singolo	5,894	Scarso
----------------------	-----	-------	-------	---------------	-------	--------

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

4.2 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO DI RISCALDAMENTO/CLIMATIZZAZIONE INVERNALE

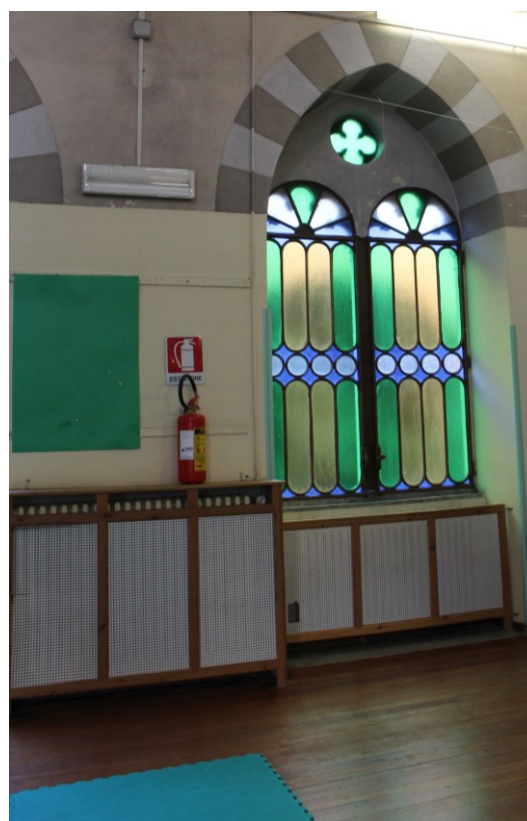
L'impianto di riscaldamento degli ambienti è costituito da una caldaia di tipo tradizionale, alimentata a metano ed asservita alla climatizzazione invernale dell'intero edificio.

4.2.1 Sottosistema di emissione

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

- Radiatori su parete esterna non isolata;

Figura 4.4 - Particolare dei radiatori installati sulle pareti esterne degli ambienti



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

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

ZONA TERMICA	TIPOLOGIA DI TERMINALE	RENDIMENTO
Scuola comunale infanzia “Chighizola”	Radiatori a parete	92%

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

Tabella 4.4 - Riepilogo caratteristiche dei terminali di emissione installati

PIANO	TIPO DI INSTALLAZIONE	NUMERO	POTENZA TERMICA UNITARIA	POTENZA TERMICA COMPLESSIVA	POTENZA FRIGORIFERA UNITARIA	POTENZA FRIGORIFERA COMPLESSIVA
-------	-----------------------	--------	--------------------------	-----------------------------	------------------------------	---------------------------------

		[kW]	[kW]	[kW]	[kW]
Terra	Incassato a parete	19	1.6	31.1	[-]
Primo	incassato a parete	25	2.2	54.9	[-]
TOTALE		44	1.9	86	[-]

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

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

4.2.2 Sottosistema di regolazione

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

Sono state rilevate valvole termostatiche installate ad alcuni terminali di emissione del primo piano dell'edificio.

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

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

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

ZONA TERMICA	TIPO DI REGOLAZIONE	RENDIMENTO
Scuola comunale infanzia “Chighizola”	Climatica	96%

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

4.2.3 Sottosistema di distribuzione

Il sottosistema di distribuzione è costituito dai seguenti elementi:

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

Circuito primario: è presente una pompa di circolazione gemellare di mandata dell'acqua calda al collettore.

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

Tabella 4.6 - Riepilogo caratteristiche pompe circuito primario

NOME	SERVIZIO	PORTATA ⁽⁶⁾ [m ³ /h]	PREVALENZA ⁽⁶⁾ [kPa]	POTENZA ASSORBITA ⁽⁷⁾ [kW]
Scuola comunale infanzia “Chighizola”	UMC 50-60 mandata acqua calda a radiatori	10	80	0.43

Nota (6): Valori ricavati da dati di targa

Nota (7): Valori ricavati in sede di sopralluogo

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

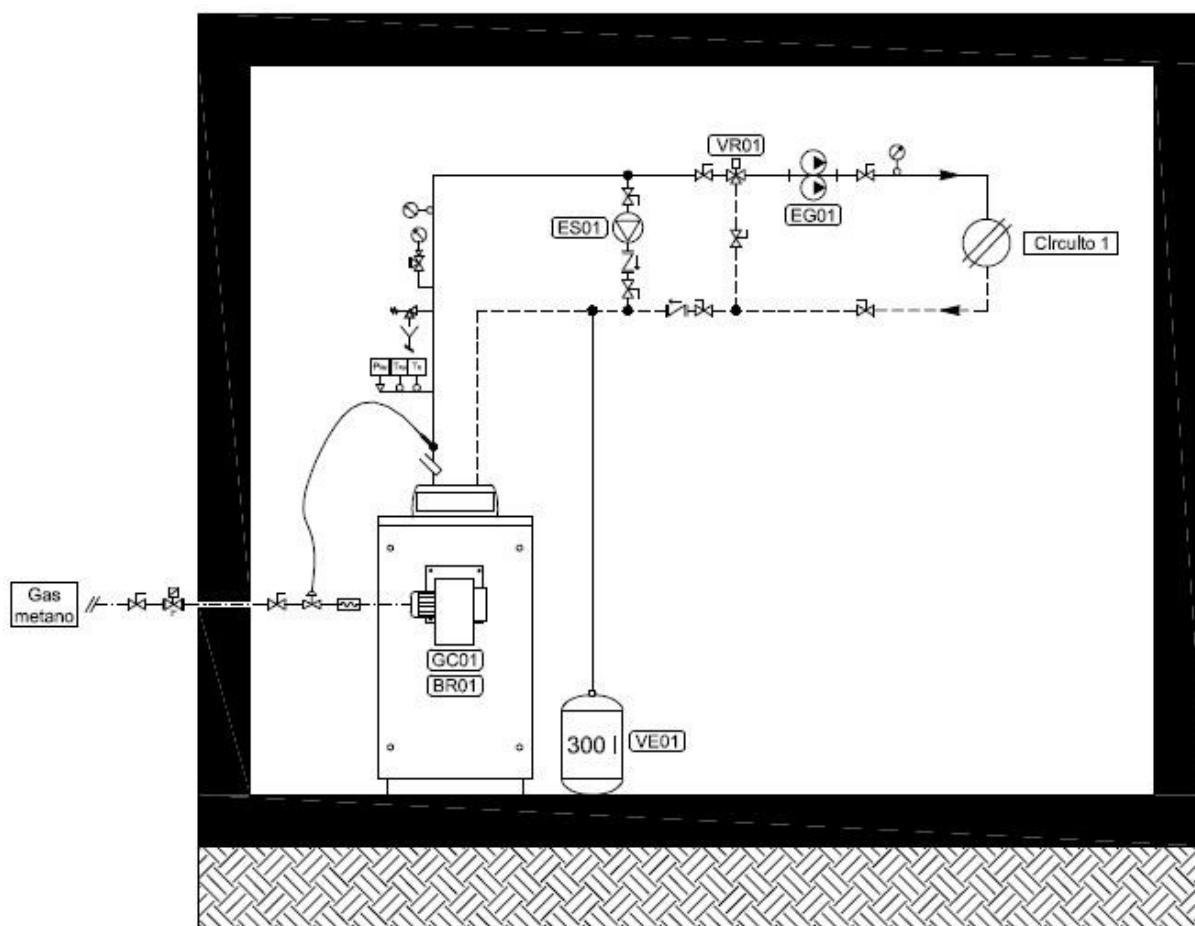
Tabella 4.7 – Temperature di mandata e ritorno del circuito primario

CIRCUITO			TEMPERATURA RILEVATA ⁽⁸⁾ °C	TEMPERATURA CALCOLO °C
Scuola comunale infanzia "Chighizola"	Mandata	Caldo	55	51
Scuola comunale infanzia "Chighizola"	Ritorno	Caldo	45	42

Nota (8): Valori rilevati il giorno 21/11/2017 alle ore 15.00, in orario di utilizzo della scuola, con una temperatura esterna di circa 12°C

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

Figura 4.5 - Particolare dello schema di impianto [(Fonte: Tavola 104-P00-006-CENTRALE TERMICA.dwg)]



Il rendimento complessivo del sottosistema di distribuzione pari al 99,9% è stato calcolato tramite la norma UNI TS 11300-2.

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

4.2.4 Sottosistema di generazione

Il sottosistema di generazione è costituito da una centrale termica dotata di un'unica caldaia di tipo tradizionale, alimentata a metano, di produzione Thermital modello THE/NG 150 con bruciatore bistadio R.B.L Gulliver BS4D.

Figura 4.6 - Particolare della caldaia Thermital THE/NG 150



Figura 4.7 - Particolare del bruciatore R.B.L Gulliver BS4D



Le caratteristiche dei sistemi di generazione sono riportate nella **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.8**.

Tabella 4.8 - Riepilogo caratteristiche sistema di generazione

Servizio	MARCA	MODELLO	ANNO DI COSTRUZIONE	POTENZA AL FOCOLARE ⁽⁹⁾ [kW]	POTENZA TERMICA UTILE ⁽⁹⁾ [kW]	RENDIMENTO ⁽¹⁰⁾ [-]	POTENZA ASSORBITA COMPLESSIVA ⁽⁹⁾ [kW]
Gen 1 Riscaldamento	Thermital	THE/NG 150	1985	185	168	[-]	0.53

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

Nota (10): Dato mancante causa assenza di libretto CT al momento del sopralluogo

Il rendimento complessivo del sottosistema di generazione, in regime di riscaldamento è stato calcolato nella DE tramite UNI TS 11300-2 ed è pari al 92.8%.

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

4.3 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO PRODUZIONE ACQUA CALDA SANITARIA

La produzione di acqua calda sanitaria è eseguita tramite impianti termici autonomi che consistono in 4 bollitori elettrici ad accumulo installati all'interno dei servizi igienici con una potenza complessiva di 5.4 kW e tramite una caldaia murale a gas da 29 kW asservita esclusivamente alla produzione di ACS per la cucina.

Figura 4.8 - Particolare di un boiler elettrico per la produzione di acqua calda sanitaria



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

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

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

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

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

Sottosistema di Erogazione	Sottosistema di Distribuzione	Sottosistema di Ricircolo	Sottosistema di Accumulo	Sottosistema di Generazione	Rendimento Globale medio stagionale
100%	92.6%	[-]	[-]	86.6%	76%

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

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

4.4 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO ELETTRICO E PRINCIPALI UTENZE ELETTRICHE

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

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

Tabella 4.11 – Elenco e caratteristiche delle altre utenze elettriche

LOCALE TERMICO	DESCRIZIONE	NUMERO	POTENZA NOMINALE [W]	POTENZA COMPLESSIVA [W]	ORE ANNUE DI UTILIZZO [ore]
Aule PT	Ventilatore a pale	9	70	630	720
Aule PT	PC	3	65	195	1512
Cucina PT	Frigo Zanussi	1	750 W	750	6048
Cucina PT	Freezer	1	0,762kWh/24h	[-]	6048
Aule P1	Ventilatore a pale	2	70	140	720

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

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

4.5 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO ILLUMINAZIONE

L’impianto di illuminazione è costituito da lampade a fluorescenza tubolari (neon).

Tale tipologia di corpi illuminanti sono installate a soffitto nelle zone di circolazione interna, aule, uffici e servizi igienici.

Figura 4.9 - Particolare dei corpi illuminanti ubicati nelle zone di circolazione interna



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

Tabella 4.12 – Elenco e caratteristiche dei corpi illuminanti

LOCALE TERMICO	DESCRIZIONE	NUMERO	POTENZA UNITARIA [W]	POTENZA COMPLESSIVA [W]
PT Atrio	Neon	6	36	216
PT Aula	Neon	4	36	144
PT Aula	Neon	4	36	144
PT Aula	Neon	12	36	432
PT Aula	Neon	12	36	432
PT Aula	Neon	12	36	432
PT WC	Neon	1	36	36
PT WC	Neon	1	36	36
PT Aula	Neon	4	36	144
PT Disimpegno	Neon	5	36	180
PT WC	Neon	1	36	36
PT Aula	Neon	4	36	144
PT Dispensa	Neon	4	36	144
PT Disimpegno	Neon	1	36	36
PT Cucina	Neon	4	36	144
PT Disimpegno	Neon	1	36	36
P1 Magazzino	Neon	2	18	36
P1 Ufficio	Neon	2	36	72
P1 Corridoio/Disimpegno	Neon	6	36	216
P1 Aula	Neon	4	36	144
P1 Aula	Neon	4	36	144
P1 Aula	Neon	4	36	144
P1 Aula	Neon	2	36	72
P1 Aula	Neon	2	36	72
WC	Neon	1	36	36
P1 Salone	Neon	16	36	576
P1 WC	Neon	1	36	36
P1 Aula	Neon	2	36	72
Vano Scala	Neon	4	36	144

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

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

Figura 4.10 - Particolare dei corpi illuminanti ubicati nel salone al primo piano

E102 – Scuola Comunale Infanzia “Chighizola”

illuminanti, che si presentano in buone condizioni.
Si è inoltre verificata la presenza di luci di emergenza nei diversi locali della struttura.



5 CONSUMI RILEVATI

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

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

I vettori energetici analizzati sono i seguenti:

- Gas metano;
- Gasolio;
- Energia elettrica.

5.1.1 Energia termica

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

PDR	Utilizzo	2014 [mc]	2015 [mc]	2016 [mc]	2014 [kWh]	2015 [kWh]	2016 [kWh]
3270050357703	Riscaldamento	3.310	6.977	7.242	83.712	65.724	68.220
3270036338454	Produzione ACS	1.185	1.672	1.584	11.163	15.754	14.917

Parallelamente all’analisi dei consumi storici forniti dalla società di distribuzione si è provveduto, esclusivamente per il PDR2, alla valutazione dei consumi fatturati nel triennio di riferimento. I consumi fatturati dalla società di fornitura sono riportati nella seconda parte della Tabella 5.3.

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

PDR: 3270050357703	2014	2015	2016	2014	2015	2016
Mese di riferimento	[mc]	[mc]	[mc]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gennaio	-	1.307	1.599	20.537	12.308	15.064
Febbraio	-	1.780	1.363	17.727	16.772	12.838
Marzo	-	1.674	1.598	17.725	15.766	15.052
Aprile	-	329	167	2.498	3.103	1.572
Maggio	-	-	-	-	-	-
Giugno	-	-	-	-	-	-
Luglio	-	-	-	-	-	-
Agosto	-	-	-	-	-	-
Settembre	-	-	-	-	-	-
Ottobre	-	-	-	-	-	-
Novembre	-	805	1.139	10.917	7.583	10.727
Dicembre	-	1.082	1.376	14.315	10.192	12.966
Totale	-	6.977	7.242	83.719	65.723	68.220
PDR: 03270036338454	2014	2015	2016	2014	2015	2016
Mese di riferimento	[mc]	[mc]	[mc]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gennaio	-	-	241	-	-	2.270
Febbraio	-	-	213	-	-	2.006
Marzo	-	425	393	-	4.000	3.702
Aprile	-	-	125	-	-	1.178
Maggio	-	-	97	-	-	914
Giugno	-	253	115	-	2.383	1.083
Luglio	-	56	83	-	528	782
Agosto	-	50	85	-	471	801
Settembre	-	63	70	-	593	659
Ottobre	-	79	94	-	744	885
Novembre	-	161	169	-	1.517	1.592
Dicembre	-	218	220	-	2.054	2.072
Totale	-	1.305	1.905	-	12.290	17.945

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

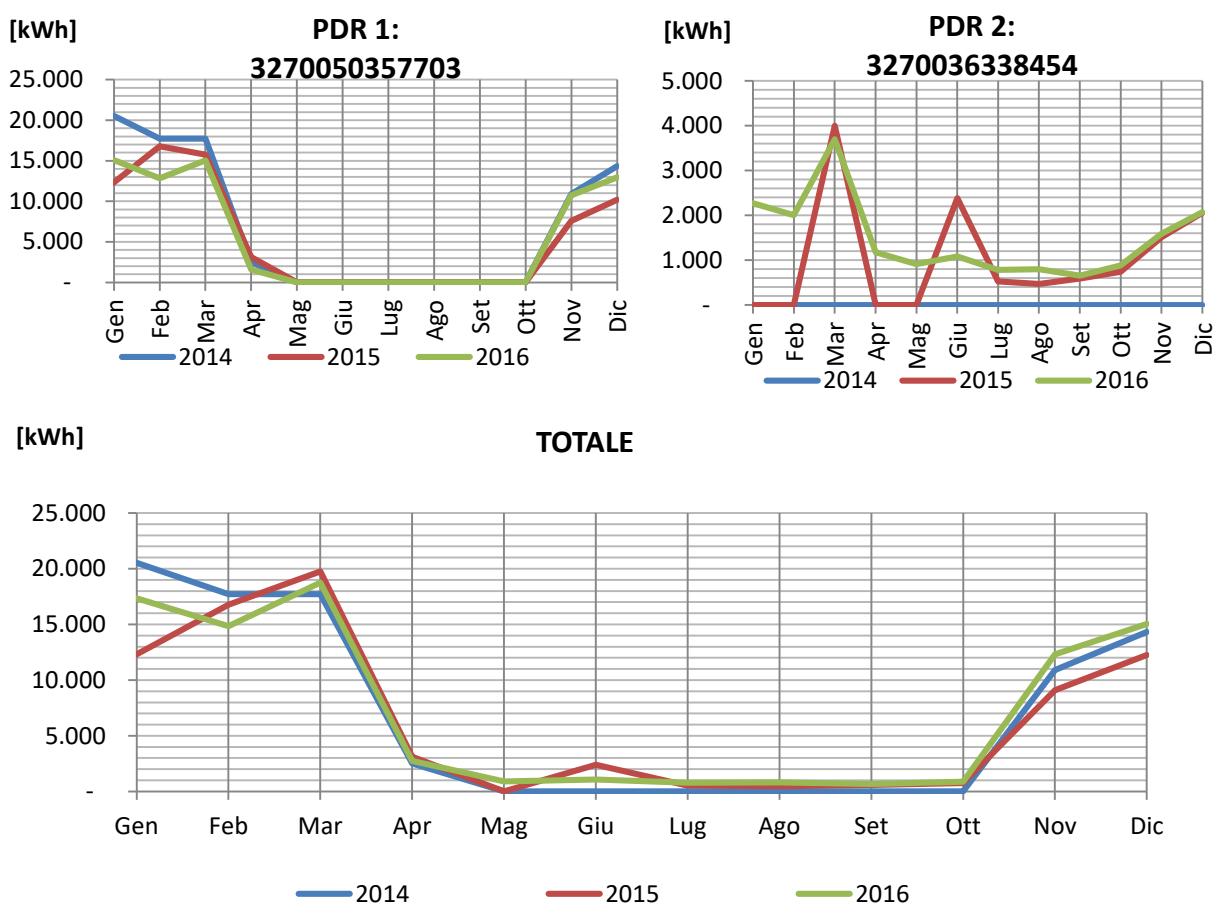
L’analisi dei consumi storici di Gas metano è stata effettuata, laddove possibile, in base alla disponibilità delle fatturazioni. L’esame del PDR 3270050357703 si basa sui m³ di gas rilevati dalla società di distribuzione in quanto la PA ha stipulato un contratto di Servizio Integrato Energia 3 (SIE3) con un soggetto terzo, comprensivo sia la fornitura del vettore energetico che la conduzione e manutenzione degli impianti. Il consumo disponibile è di tipo annuale e non è stato quindi possibile effettuare un’analisi puntuale mensile dei consumi, ma come specificato dalla stazione appaltante

“tali consumi dovranno essere riportati tra le varie mensilità in funzione dell’effettivo funzionamento stagionale degli impianti e dei Gradi Giorno reali”.

L’analisi del PDR 03270036338454 si basa sui m³ di gas rilevati dalla società di fornitura nel triennio di riferimento. Per il PDR2 non sono disponibili le fatture dell’anno 2014 e che i valori qui sopra inseriti fanno riferimento principalmente a letture stimate. Non sono state disposte, da parte dei fornitori, letture reali mensili (le uniche letture rilevate corrispondono ai cambi gestore nei mesi marzo/aprile e nel finale del 2016), per cui l’andamento proposto dalle tabelle e dai grafici non corrisponde con esattezza al reale consumo mensile.

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

Figura 5.1 – Andamento mensile dei consumi termici fatturati



Dall’analisi effettuata è emerso che il prelievo termico del triennio è influenzato da consumi stimati del PDR 2, con dei picchi isolati tra il 2015 e 2016. Ciò non rende attendibile il confronto ad un consumo “reale”. Il PDR1 è stato strutturato in base al periodo di funzionamento ed i Gradi Giorno.

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

Considerando che i consumi di gas metano a servizio degli impianti di riscaldamento degli ambienti sono soggetti a variazioni dovute all’andamento degli effettivi dati climatici che hanno caratterizzato il triennio di riferimento, si è reso necessario riportare tali consumi ad un comportamento normalizzato e non più strettamente dipendente dalle caratteristiche climatiche dell’anno a cui si

riferiscono, con lo scopo di ottenere un consumo destagionalizzato che possa poi essere utilizzato per effettuare la taratura del modello energetico di cui al capitolo 6.1.

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

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

Dove:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Tabella 5.4 – Normalizzazione dei consumi annuali di energia termica

ANNO	GG ^{REALI} SU 116 GIORNI	GG ^{RIF} SU 116 GIORNI	CONSUMO REALE RISC. [Smc]	CONSUMO REALE RISC. [kWh]	α_{rif}	CONSUMO NORMALIZZATO A 989 GG [kWh]	CONSUMO ACS [kWh]	CONSUMO ALTRO [kWh]
2014	922	989		83.728		89.832	11.163	-
2015	974	989	6.977	65.742	67,5	66.760	15.754	-
2016	1.055	989	7.242	68.239	64,7	63.984	14.917	-
Media	984	989		72.570	73,8	72.967	13.945	-

Per la presenza combinata di gasolio e metano nel 2014 è stata riportata in tabella la somma in kWh dei due vettori energetici. Come si può notare dai dati riportati il comportamento energetico dell'edificio, negli anni considerati, è stato caratterizzato da una generica diminuzione dei consumi: tale riduzione non è dovuta alla realizzazione di importanti interventi di efficientamento. Nel 2014 si è sostituito il vettore energetico convertendo la centrale termica da gasolio e metano. È possibile che queste riduzioni possano essere riconducibili ad un utilizzo diverso dei locali congiuntamente a fattori climatici.

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

Tabella 5.5 – Individuazione della Baseline termica

GRANDEZZA	VALORE
	[Kwh]
\bar{Q}_{ACS}	13.945
\bar{Q}_{ALTRO}	-
$\bar{a}_{rif} \times GG_{rif}$	72.967
$Q_{baseline}$	86.912

5.1.2 Energia elettrica

La fornitura di energia elettrica avviene tramite la presenza di 1 contatore il quale risulta a servizio del seguente utilizzo:

- Scuola elementare “Chighizola”;

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]
IT001E00098068	Scuola d’infanzia “Chighizola”	30.069	27.993	29.638	29.233
TOTALE		30.069	27.993	29.638	29.233

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-E102) e sono emerse le seguenti differenze:

2014 : 30.069 kWh (0%)

2015 : 30.018kWh (-7%)

2016 : 32.196 kWh (-9%)

Media : 30.761 kWh (-5%)

I consumi rilevati dalla fatturazione sono mediamente più bassi del 5% rispetto quelli rilevati dalla PA. In questi consumi sono stati presi in considerazione i conguagli presenti in fatture successive.

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

Si è pertanto definito un consumo $EE_{baseline}$ pari a 29.233 kWh, quello rilevato dall’Auditor nella fase di analisi della fatturazione.

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

POD: IT001E00098068	F1	F2	F3	TOTALE
Anno 2014	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gennaio	1.990	435	644	3.069
Febbraio	2.014	434	504	2.952

**E102 – Scuola Comunale Infanzia “Chighizola”**

Marzo	1.970	449	561	2.980
Aprile	1.650	363	549	2.562
Maggio	1.800	417	525	2.742
Giugno	1.290	335	552	2.177
Luglio	1.061	276	484	1.821
Agosto	277	176	397	850
Settembre	1.765	388	527	2.680
Ottobre	1.906	425	537	2.868
Novembre	1.757	416	615	2.788
Dicembre	1.587	399	594	2.580
Totale	19.067	4.513	6.489	30.069
POD: IT001E00098068	F1	F2	F3	TOTALE
Anno 2015	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gennaio	1.877	445	553	2.875
Febbraio	1.968	401	463	2.832
Marzo	1.597	356	477	2.430
Aprile	1.174	303	418	1.895
Maggio	1.569	380	548	2.497
Giugno	1.329	327	510	2.166
Luglio	1.113	280	492	1.885
Agosto	297	174	405	876
Settembre	1.243	314	520	2.077
Ottobre	1.947	479	529	2.955
Novembre	1.982	427	562	2.971
Dicembre	1.543	379	612	2.534
Totale	17.639	4.265	6.089	27.993
POD: IT001E00098068	F1	F2	F3	TOTALE
Anno 2016	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gennaio	1.782	435	621	2.838
Febbraio	2.033	422	497	2.952
Marzo	1.862	390	527	2.779
Aprile	1.649	400	480	2.529
Maggio	1.824	386	522	2.732
Giugno	1.351	337	527	2.215
Luglio	1.112	351	555	2.018
Agosto	356	185	396	937
Settembre	1.501	374	482	2.357
Ottobre	1.712	415	562	2.689
Novembre	1.959	415	563	2.937
Dicembre	1.646	412	597	2.655
Totale	18.787	4.522	6.329	29.638

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.

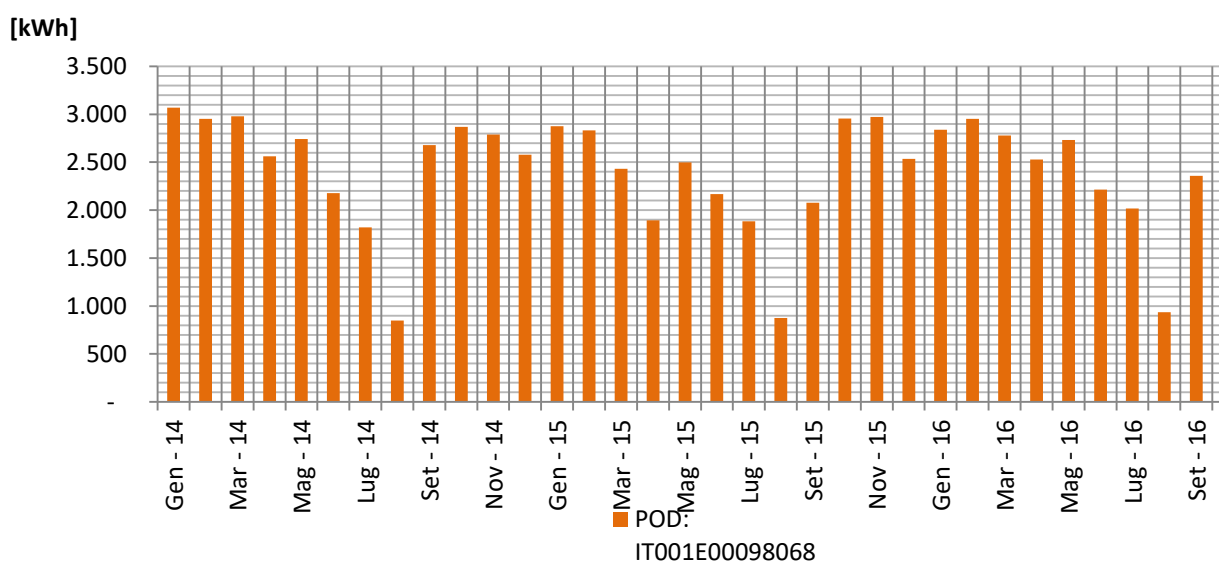
Tali valori sono riportati nella
Tabella 5.8.

Tabella 5.8 – Consumi mensili di Baseline

BASILINE	F1	F2	F3	TOTALE
	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gennaio	1.883	438	606	2.927
Febbraio	2.005	419	488	2.912
Marzo	1.810	398	522	2.730
Aprile	1.491	355	482	2.329
Maggio	1.731	394	532	2.657
Giugno	1.323	333	530	2.186
Luglio	1.095	302	510	1.908
Agosto	310	178	399	888
Settembre	1.503	359	510	2.371
Ottobre	1.855	440	543	2.837
Novembre	1.899	419	580	2.899
Dicembre	1.592	397	601	2.590
Totale	18.498	4.433	6.302	29.233

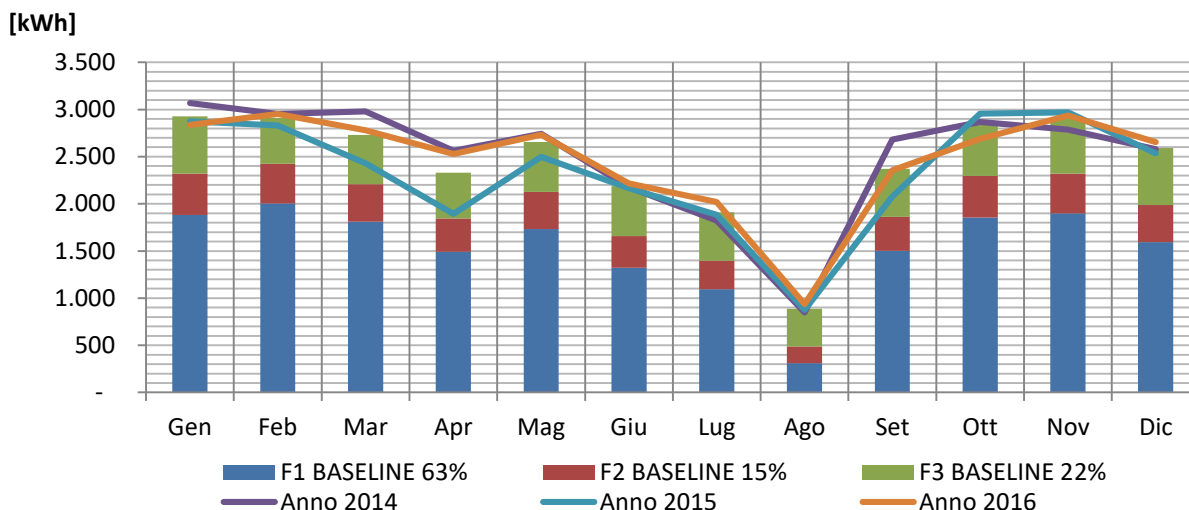
Il profilo così ottenuto è rappresentato nel grafico in Figura 5.2

Figura 5.2 – Profili mensili di Baseline riferimento



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

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



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

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

5.2 INDICATORI DI PERFORMANCE ENERGETICI ED AMBIENTALI

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

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

Tabella 5.9 - Fattori di emissione di CO₂.

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

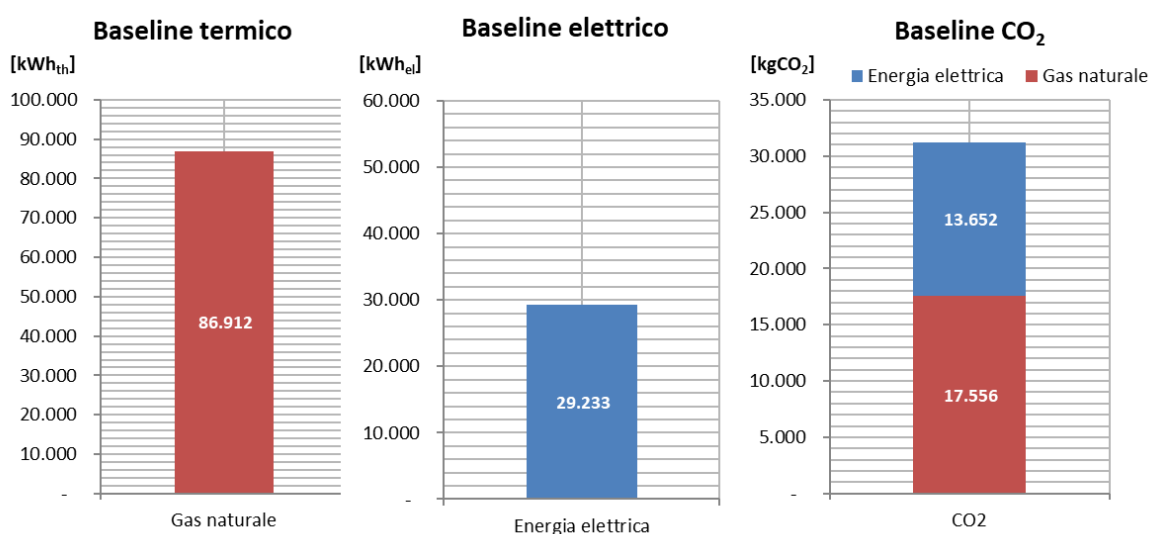
* da "Linee Guida Patto dei Sindaci" per anno 2010

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

Tabella 5.10 – Baseline delle emissioni di CO₂.

COMBUSTIBILE	CONSUMO DI BASELINE	FATTORE DI CONVERSIONE	
	[kWh]	[tCO ₂ /MWh]	[tCO ₂]
Gas naturale	86.912	0,202	17.556
Energia elettrica	29.233	0,467	13.652

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



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

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

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

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

Tabella 5.12 – Fattori di riparametrizzazione

PARAMETRO		VALORE	U.M.
FATTORE 1	Superficie netta riscaldata	914	m ²
FATTORE 1	Superficie netta complessiva delle aree interne (riscaldate e non riscaldate)	1.131	m ³
FATTORE 1	Volume lordo complessivo (aree interne riscaldate e non riscaldate)	4.501	m ³

Nella Tabella 5.13 e

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

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

VETTORE ENERGETICO	CONSUMO ENERGETICO DI BASELINE [kWh/anno]	FATTORE DI CONVERSIONE ENERGIA PRIMARIA TOTALE	CONSUMO DI ENERGIA PRIMARIA TOTALE [kWh/anno]	INDICATORI DI CONSUMO ENERGIA PRIMARIA TOTALE			INDICATORI AMBIENTALI		
				FATTORE 1 [kWh/m ²]	FATTORE 2 [kWh/m ²]	FATTORE 3 [kWh/m ³]	FATTORE 1 [Kg CO ₂ /m ²]	FATTORE 2 [Kg CO ₂ /m ²]	FATTORE 3 [Kg CO ₂ /m ³]
Gas naturale	86.912	1,05	91.258	99,9	80,7	20,3	19,21	15,53	3,90
Energia elettrica	29.233	2,42	70.745	77,4	62,6	15,7	14,94	12,07	3,03
TOTALE			162.002	177	143	36	34	28	7

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

VETTORE ENERGETICO	CONSUMO ENERGETICO DI BASELINE [kWh/anno]	FATTORE DI CONVERSIONE ENERGIA PRIMARIA NON RINN.	CONSUMO DI ENERGIA PRIMARIA NON RINN. [kWh/anno]	INDICATORI DI CONSUMO ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE			INDICATORI AMBIENTALI		
				FATTORE 1 [kWh/m ²]	FATTORE 2 [kWh/m ²]	FATTORE 3 [kWh/m ³]	FATTORE 1 [Kg CO ₂ /m ²]	FATTORE 2 [Kg CO ₂ /m ²]	FATTORE 3 [Kg CO ₂ /m ³]
Gas naturale	86.912	1,05	91.258	99,9	80,7	20,3	19,21	15,53	3,90
Energia elettrica	29.233	1,95	57.005	62,4	50,4	12,7	14,94	12,07	3,03
TOTALE			148.263	162	131	33	34	28	7

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

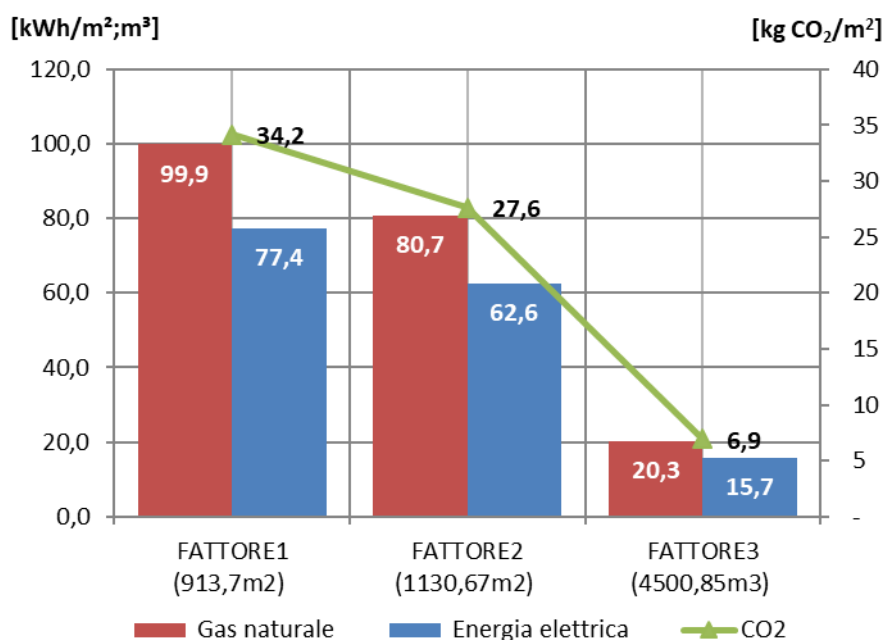
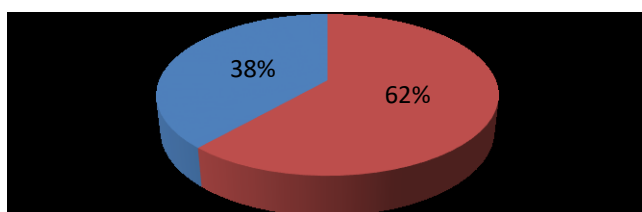
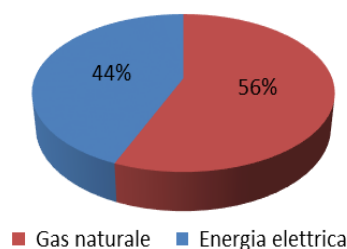


Figura 5.6 – Ripartizione % dei consumi specifici di energia primaria e delle relative emissioni di CO₂

Ripartizione % energia primaria



Ripartizione % emissioni CO₂



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

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

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

La formula definita è sotto riportata:

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

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

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

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

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

Tabella 5.15 – Indicatori di performance energetici

COMBUSTIBILE	IEN _R			IEN _E		
	Wh/(m ³ GG anno)			Wh/(m ³ anno)		
	2014	2015	2016	2014	2015	2016
Gas Naturale	9,33	6,93	6,64	-	-	-
Energia elettrica	-	-	-	24,38	24,34	26,10

E' stato quindi possibile effettuare un raffronto con le classi di merito riportate nelle suddette Linee Guida ENEA - FIRE, ottenendo mediamente classi di merito Buono per il riscaldamento ed Insufficiente per l'energia elettrica.

Si rimanda nell'allegato M il dettaglio riassuntivo di tutti gli indici di performance in condizioni standard ed adattati all'utenza.

6 MODELLO DEL FABBISOGNO ENERGETICO

6.1 METODOLOGIA DI CALCOLO ADOTTATA E VALIDAZIONE DEI MODELLI DI CALCOLO

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

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

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

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

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

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

INDICE DI PRESTAZIONE ENERGETICA		ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE	U.M.	ENERGIA PRIMARIA TOTALE	U.M.
Globale	EP _{gl}	254.37	kWh/mq anno	268.60	kWh/mq anno
Climatizzazione invernale	EP _H	180.45	kWh/mq anno	181.64	kWh/mq anno
Produzione di acqua calda sanitaria	EP _w	56.3	kWh/mq anno	65.1	kWh/mq anno
Ventilazione	EP _v	[-]	kWh/mq anno	[-]	kWh/mq anno
Raffrescamento	EP _c	[-]	kWh/mq anno	[-]	kWh/mq anno
Illuminazione artificiale	EP _L	17.6	kWh/mq anno	21.8	kWh/mq anno
Trasporto di persone e cose	EP _T	[-]	kWh/mq anno	[-]	kWh/mq anno
Emissioni equivalenti di CO2	CO _{2eq}	50,2	Kg/mq anno	53	Kg/mq anno

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

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

FONTE ENERGETICA UTILIZZATA	CONSUMO	ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE
	[Nm ³ /anno]	[kWh/anno]
Gas Naturale	15875	16668.8
	[kWh/anno]	[kWh/anno]
Energia Elettrica	29.233	57.005

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

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

Dove:

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

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

6.1.1 Validazione del modello termico

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

Si è quindi provveduto alla simulazione dei parametri reali di utilizzo dell’edificio considerando l’orario di funzionamento effettivo dell’impianto termico e gli indici di occupazione reali dell’edificio.

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

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

INDICE DI PRESTAZIONE ENERGETICA	ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE	U.M.	ENERGIA PRIMARIA TOTALE	U.M.	
Globale	EP_{gl}	154.47	kWh/mq anno	166.74	kWh/mq anno
Climatizzazione invernale	EP_H	90	kWh/mq anno	90.6	kWh/mq anno
Produzione di acqua calda sanitaria	EP_w	45.6	kWh/mq anno	52.8	kWh/mq anno
Ventilazione	EP_v	[-]	kWh/mq anno	[-]	kWh/mq anno
Raffrescamento	EP_c	[-]	kWh/mq anno	[-]	kWh/mq anno
Illuminazione artificiale	EP_L	18.8	kWh/mq anno	23.4	kWh/mq anno
Trasporto di persone e cose	EP_r	[-]	kWh/mq anno	[-]	kWh/mq anno
Emissioni equivalenti di CO2	CO_{2eq}	30.6	Kg/mq anno	33	Kg/mq anno

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

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

FORTE ENERGETICA UTILIZZATA	CONSUMO	ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE
	[Nm ³ /anno]	[kWh/anno]
Gas Naturale	9065	94611.4
	[kWh/anno]	[kWh/anno]
Energia Elettrica	29358	57248

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

$Q_{teorico}$ [kWh/anno]	$Q_{baseline}$ [kWh/anno]	Congruità [%]
90226	86912	4%

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

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

Tabella 6.5b – Validazione del modello energetico termico “CENTRO FUNZIONALE” (valutazione adattata all’utenza)

$Q_{teorico}$ [kWh/anno]	$Q_{baseline}$ [kWh/anno]	Congruità [%]
90226	86912	-3%

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

$EE_{teorico}$ [kWh/anno]	$EE_{baseline}$ [kWh/anno]	Congruità [%]
29358	29233	0.43%

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

6.2 FABBISOGNI ENERGETICI

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

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

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

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

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

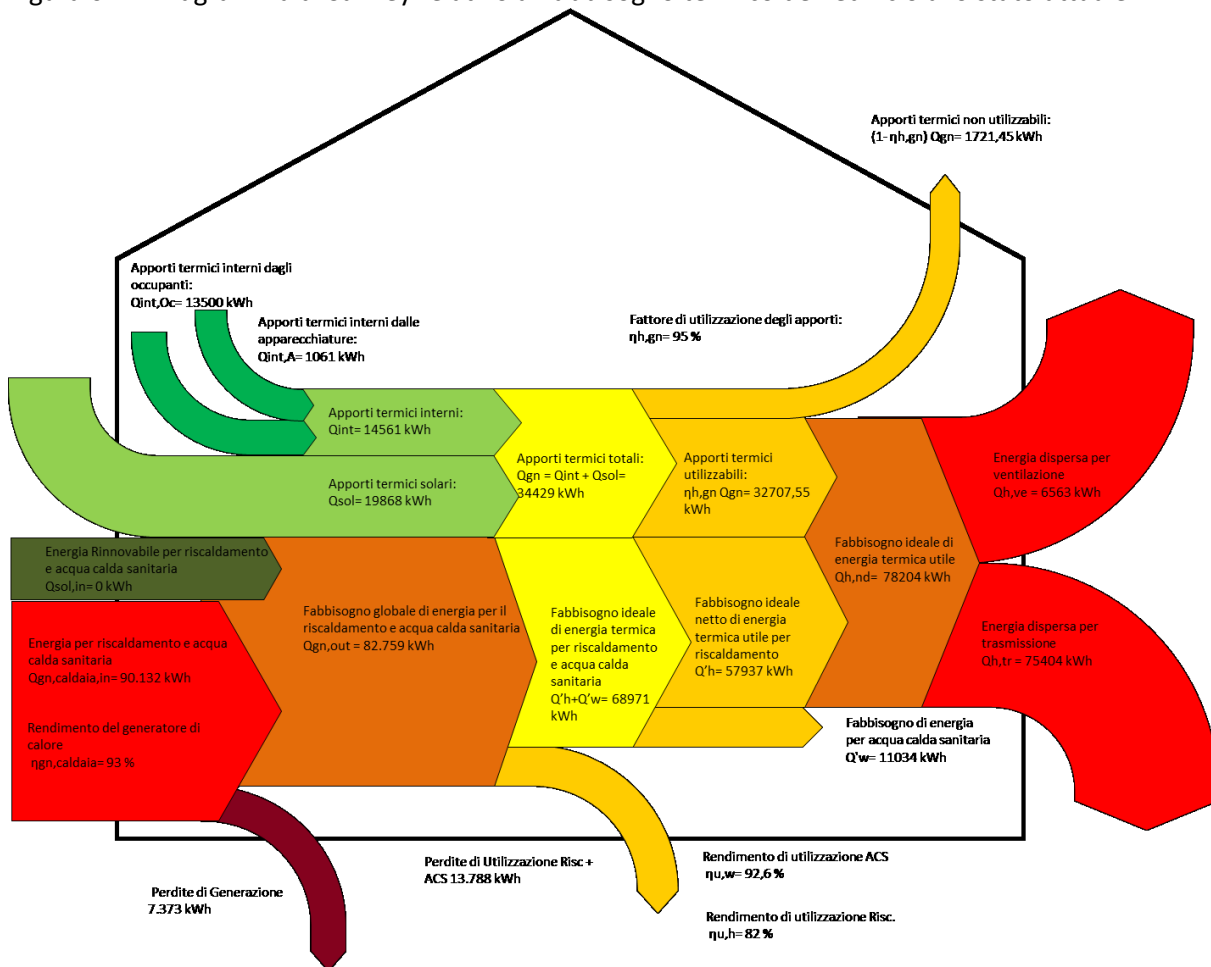
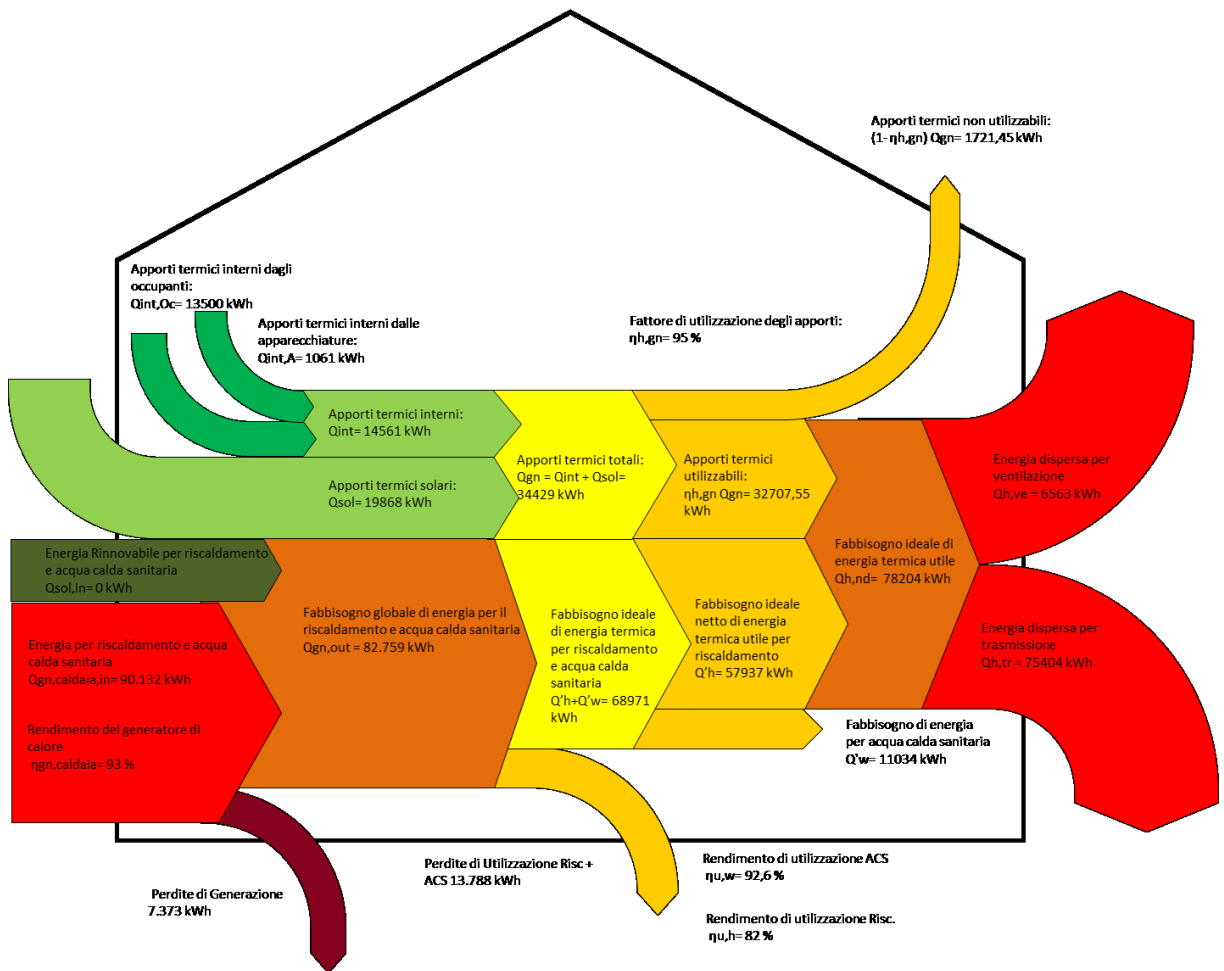
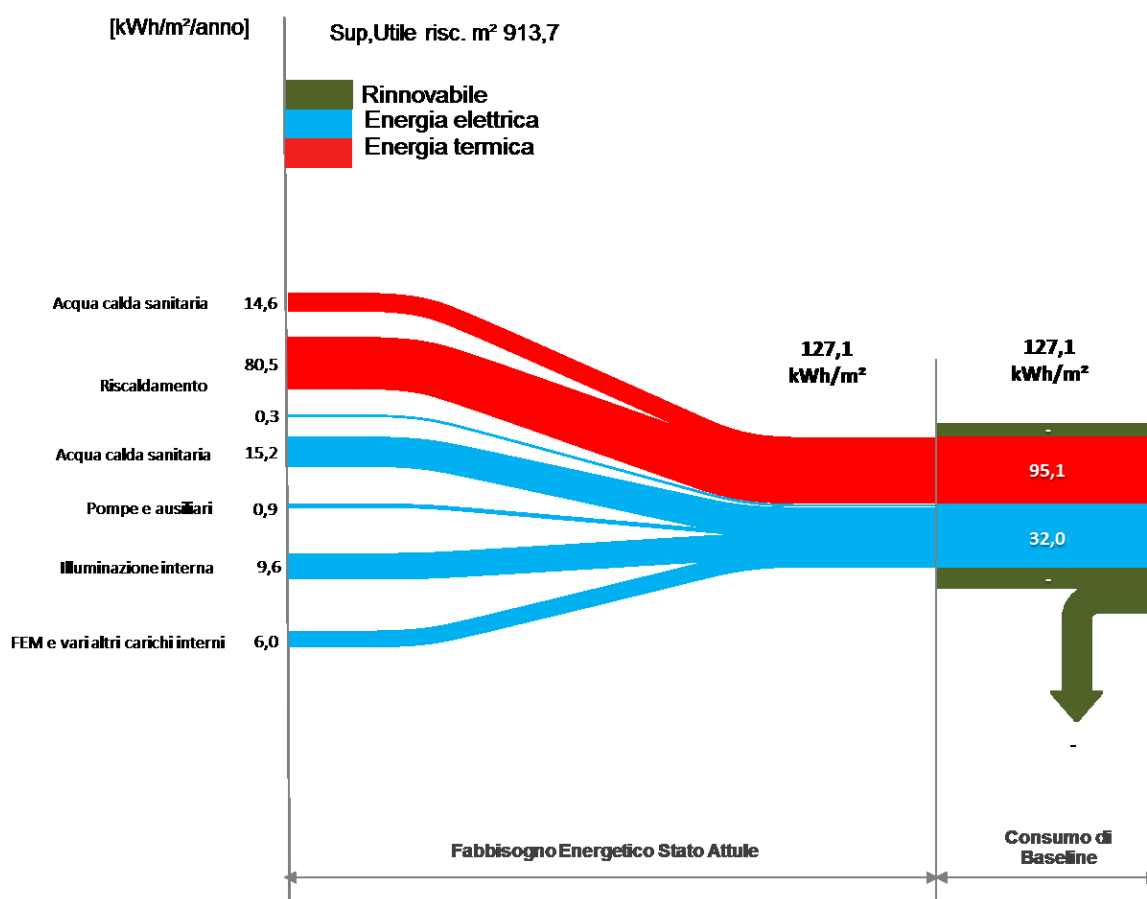


Figura 6.1 – Diagramma di Sankey relativo al fabbisogno termico dell’edificio allo stato attuale



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

Figura 6.2 – Bilancio energetico complessivo dell’edificio

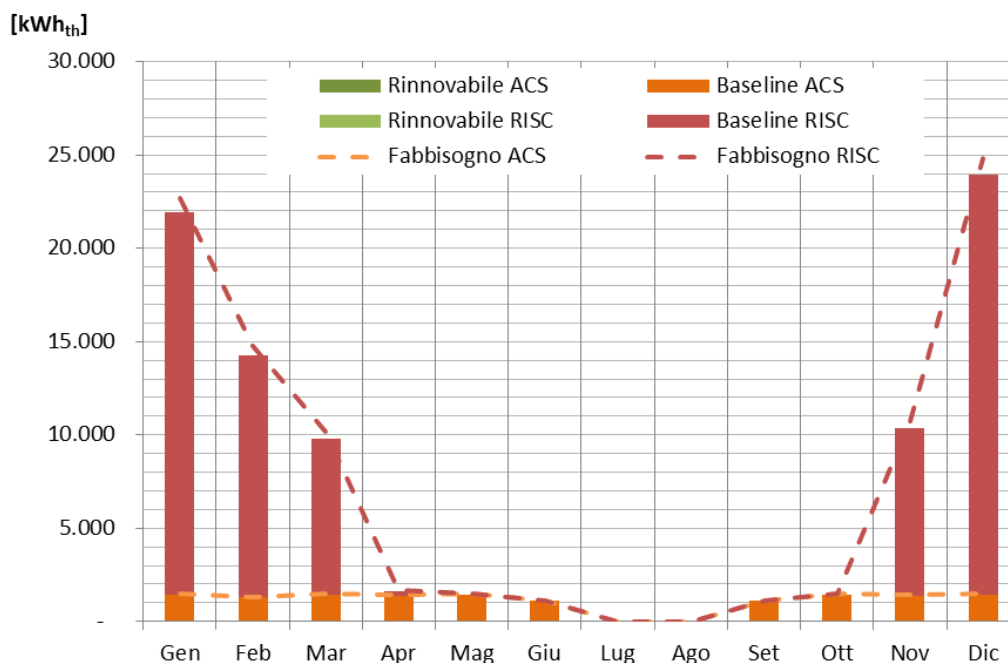


6.3 PROFILI ENERGETICI MENSILI

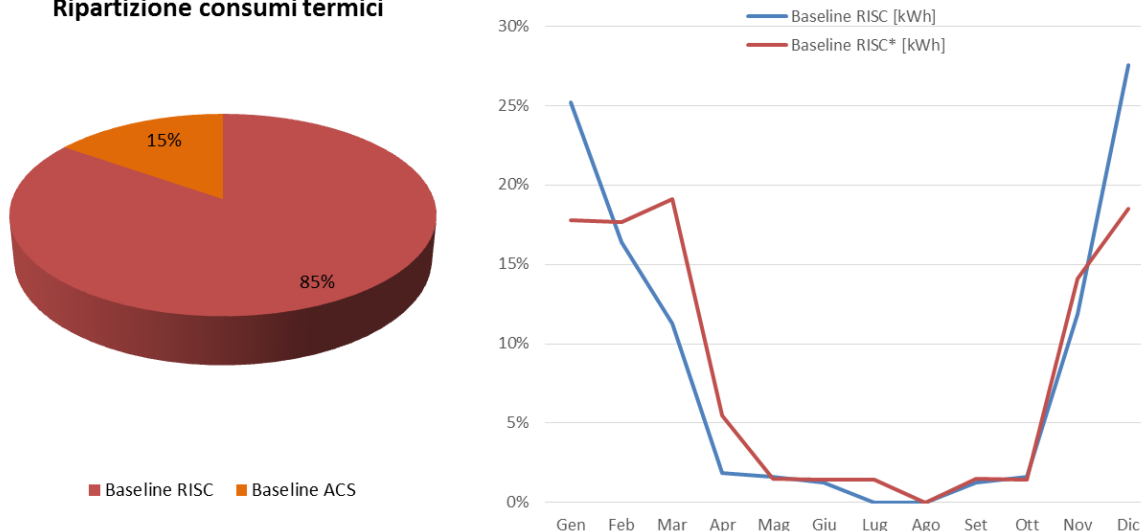
La creazione di un modello energetico consente di effettuare una più corretta ripartizione dei consumi energetici in funzione dei diversi utilizzi.

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

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



Ripartizione consumi termici

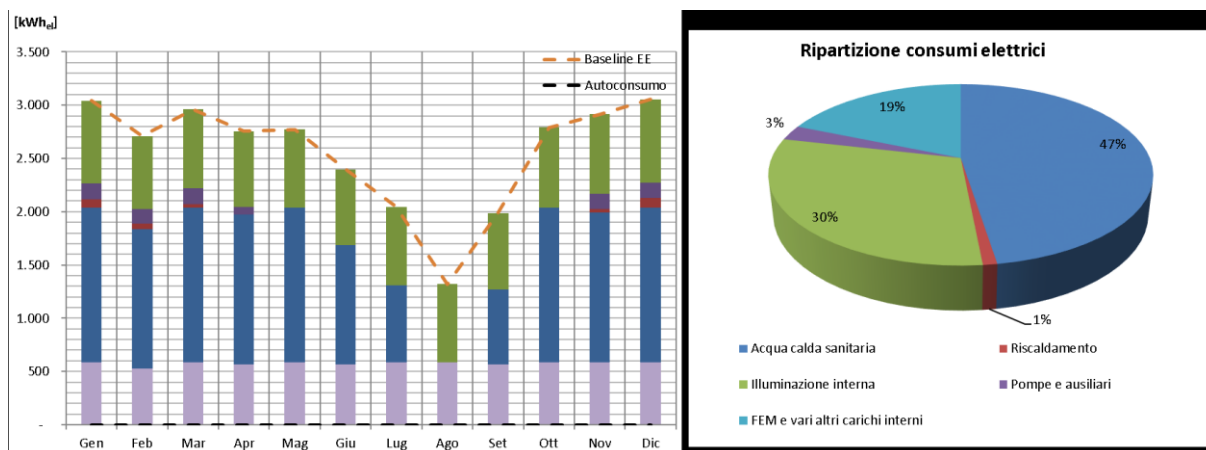


Si può notare come la maggior parte dei consumi termici sia da attribuirsi all'utilizzo per la climatizzazione invernale dei locali, pertanto, gli interventi migliorativi proposti andranno ad interessare principalmente i componenti asserviti a tale servizio.

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

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

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



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

7 ANALISI DEI COSTI PRE-INTREVENTO

7.1 COSTI RELATIVI ALLA FORNITURA DEI VETTORI ENERGETICI

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

7.1.1 Vettore termico

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

- PDR 1 – 3270050357703: contratto di Servizio Integrato Energia 3 (SIE3) stipulato dalla PA con un soggetto terzo, comprensivo sia la fornitura del vettore energetico che la conduzione e manutenzione degli impianti. Non è stato quindi possibile effettuare un'analisi dei costi di fatturazione del vettore energetico in quanto tali fatture non sono a disposizione della PA ;
- PDR 2 – 3270036338454: contratto di fornitura del solo vettore energetico, stipulato direttamente dalla PA con la società di fornitura. E' stato quindi possibile effettuare un'analisi di dettaglio dei costi fatturati e delle caratteristiche del contratto di fornitura.

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

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

PDR: 03270036338454	2014	2015	2016
Indirizzo di fornitura			
Dati di intestazione fattura		Via Bartolomeo Chighizola 15, 16147 Genova	Via Bartolomeo Chighizola 15, 16147 Genova
Società di fornitura		IREN MERCATO SPA	ENI
Inizio periodo fornitura		-	01/04/15
Fine periodo fornitura		31/03/14	31/03/16
Classe del contatore		Classe G010	Classe G0010
Tipologia di contratto		PUNTO DI RICONSEGNA PER SERVIZIO PUBBLICO	UTENZE CON ATTIVITA' DI SERVIZIO PUBBLICO
Opzione tariffaria (*)		-	-
Valore del coefficiente correttivo dei consumi		1,023328	1,023328
Potere calorifico inferiore convenzionale del combustibile		9,42 kWh/smc	9,42 kWh/smc
Prezzi di fornitura del combustibile (*) (IVA INCLUSA) [€/smc]		0,308	0,263

Nota (15) per fatturazioni non mensili la spesa economica mensile andrà calcolata suddividendo percentualmente la spesa aggregata in base ai valori di consumo energetico mensile.

Nota (16): con prezzo di fornitura s'intende soltanto la quota variabile del servizio di acquisto e vendita, sono escluse le imposte, i corrispettivi per il dispacciamento e lo sbilanciamento, per l'uso della rete, e il servizio di misura e ogni altra voce.

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

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

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

PDR: 03270050357703	QUOTA ENERGIA	ONERI DI SISTEMA PARTE FISSA	ONERI DI SISTEMA PARTE VARIABILE	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURATO	COSTO UNITARIO (IVA INCLUSA)
ANNO 2014	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[KWH]	[€/kWh]
Gennaio						1.759	20.537	0,086
Febbraio						1.519	17.727	0,086
Marzo						1.518	17.725	0,086
Aprile						214	2.498	0,086
Maggio						-	-	-
Giugno						-	-	-
Luglio						-	-	-
Agosto						-	-	-
Settembre						-	-	-
Ottobre						-	-	-
Novembre						935	10.917	0,086
Dicembre						1.226	14.315	0,086
Totale	-	-	-	-	-	7.172	83.719	0,086
PDR: 03270050357703	QUOTA ENERGIA	ONERI DI SISTEMA PARTE FISSA	ONERI DI SISTEMA PARTE VARIABILE	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURATO	COSTO UNITARIO (IVA INCLUSA)
ANNO 2015	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[KWH]	[€/kWh]
Gennaio						1.079	12.308	0,088
Febbraio						1.471	16.772	0,088
Marzo						1.382	15.766	0,088
Aprile						272	3.103	0,088
Maggio						-	-	-
Giugno						-	-	-
Luglio						-	-	-
Agosto						-	-	-
Settembre						-	-	-
Ottobre						-	-	-
Novembre						665	7.583	0,088
Dicembre						894	10.192	0,088
Totale	-	-	-	-	-	5.763	65.723	0,088
PDR: 03270050357703	QUOTA ENERGIA	ONERI DI SISTEMA PARTE FISSA	ONERI DI SISTEMA PARTE VARIABILE	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURATO	COSTO UNITARIO (IVA INCLUSA)
ANNO 2016	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[KWH]	[€/kWh]
Gennaio						1.316	15.064	0,087
Febbraio						1.122	12.838	0,087
Marzo						1.315	15.052	0,087
Aprile						137	1.572	0,087
Maggio						-	-	-
Giugno						-	-	-

Luglio	-	-	-
Agosto	-	-	-
Settembre	-	-	-
Ottobre	-	-	-
Novembre	937	10.727	0,087
Dicembre	1.133	12.966	0,087
Totale	-	-	-
	5.960	68.220	0,087

PDR: 03270036338454	QUOTA ENERGIA	ONERI DI SISTEMA PARTE FISSA	ONERI DI SISTEMA PARTE VARIABILE	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURATO	COSTO UNITARIO (IVA INCLUSA)
ANNO 2014	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[KWH]	[€/kWh]
Gennaio	-	-	-	-	-	-	-	-
Febbraio	-	-	-	-	-	-	-	-
Marzo	-	-	-	-	-	-	-	-
Aprile	-	-	-	-	-	-	-	-
Maggio	-	-	-	-	-	-	-	-
Giugno	-	-	-	-	-	-	-	-
Luglio	-	-	-	-	-	-	-	-
Agosto	-	-	-	-	-	-	-	-
Settembre	-	-	-	-	-	-	-	-
Ottobre	-	-	-	-	-	-	-	-
Novembre	-	-	-	-	-	-	-	-
Dicembre	-	-	-	-	-	-	-	-
Totale	-	-	-	-	-	-	-	0

PDR: 03270036338454	QUOTA ENERGIA	ONERI DI SISTEMA PARTE FISSA	ONERI DI SISTEMA PARTE VARIABILE	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURATO	COSTO UNITARIO (IVA INCLUSA)
ANNO 2015	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[KWH]	[€/kWh]
Gennaio	-	-	-	-	-	-	-	-
Febbraio	-	-	-	-	-	-	-	-
Marzo	182	71	60	69	47	428	4.000	0,107
Aprile	-	-	-	-	-	-	-	-
Maggio	-	-	-	-	-	-	-	-
Giugno	72	72	30	50	49	272	2.383	0,114
Luglio	15	24	7	11	12	69	528	0,131
Agosto	14	24	6	10	12	65	471	0,138
Settembre	17	24	8	12	13	74	593	0,125
Ottobre	22	24	9	15	16	86	744	0,116
Novembre	44	24	19	32	26	145	1.517	0,096
Dicembre	60	24	26	43	34	186	2.054	0,091
Totale	426	286	165	241	209	1.327	12.290	0,108

PDR: 03270036338454	QUOTA ENERGIA	ONERI DI SISTEMA PARTE FISSA	ONERI DI SISTEMA PARTE VARIABILE	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURATO	COSTO UNITARIO (IVA INCLUSA)
ANNO 2016	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[KWH]	[€/kWh]
Gennaio	61	28	20	32	17	158	2.270	0,070

E102 – Scuola Comunale Infanzia “Chighizola”

Febbraio	55	28	30	43	19	175	2.006	0,087
Marzo	109	83	-9	80	56	319	3.702	0,086
Aprile	25	27	15	24	20	112	1.178	0,095
Maggio	19	27	12	19	17	94	914	0,103
Giugno	23	27	14	23	19	105	1.083	0,097
Luglio	17	27	10	16	16	86	782	0,110
Agosto	18	27	11	17	16	88	801	0,109
Settembre	14	27	9	14	14	78	659	0,118
Ottobre	22	27	11	18	17	95	885	0,108
Novembre	40	27	19	33	26	145	1.592	0,091
Dicembre	52	27	24	45	33	181	2.072	0,087
Totale	454	381	168	365	270	1.637	17.945	0,091

PDR: 03270036338454	QUOTA ENERGIA	ONERI DI SISTEMA PARTE FISSA	ONERI DI SISTEMA PARTE VARIABILE	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURATO	COSTO UNITARIO (IVA INCLUSA)
ANNO 2016	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[KWH]	[€/kWh]
Conguaglio aprile energetic	8,02		4,94	7,83	4,5738	25,36	40,00	0,63
Conguaglio maggio energetic	5,81		3,71	5,88	3,388	18,79	30,00	0,63
Congualgio luglio	-4,37		-2,62	-4,11	-2,442	-13,54	-21,00	0,64
Conguaglio agosto	-4,69		-2,75	-4,3	-2,5828	-14,32	-22,00	0,65
Conguaglio Ottobre	2,61		1,25	2,15	1,3222	7,33	11,00	0,67
Conguaglio novembre	4,32		2,15	3,72	2,2418	12,43	19,00	0,65

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

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

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

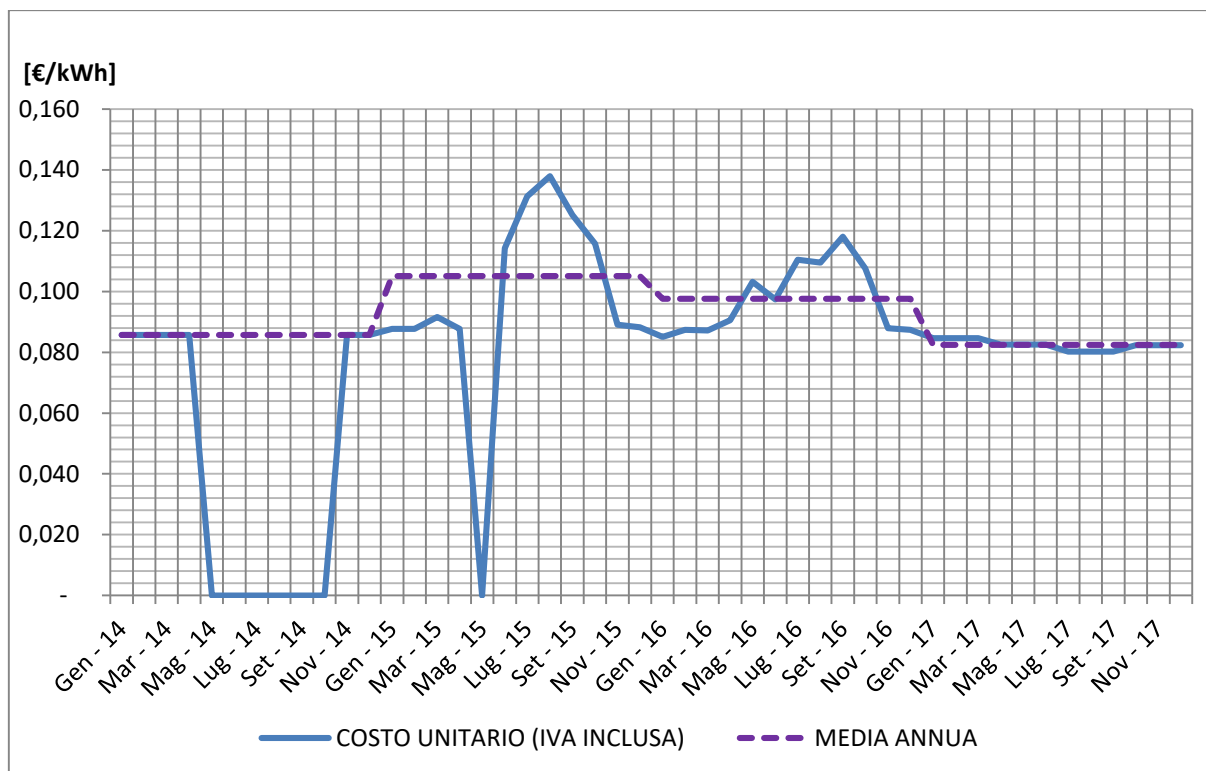
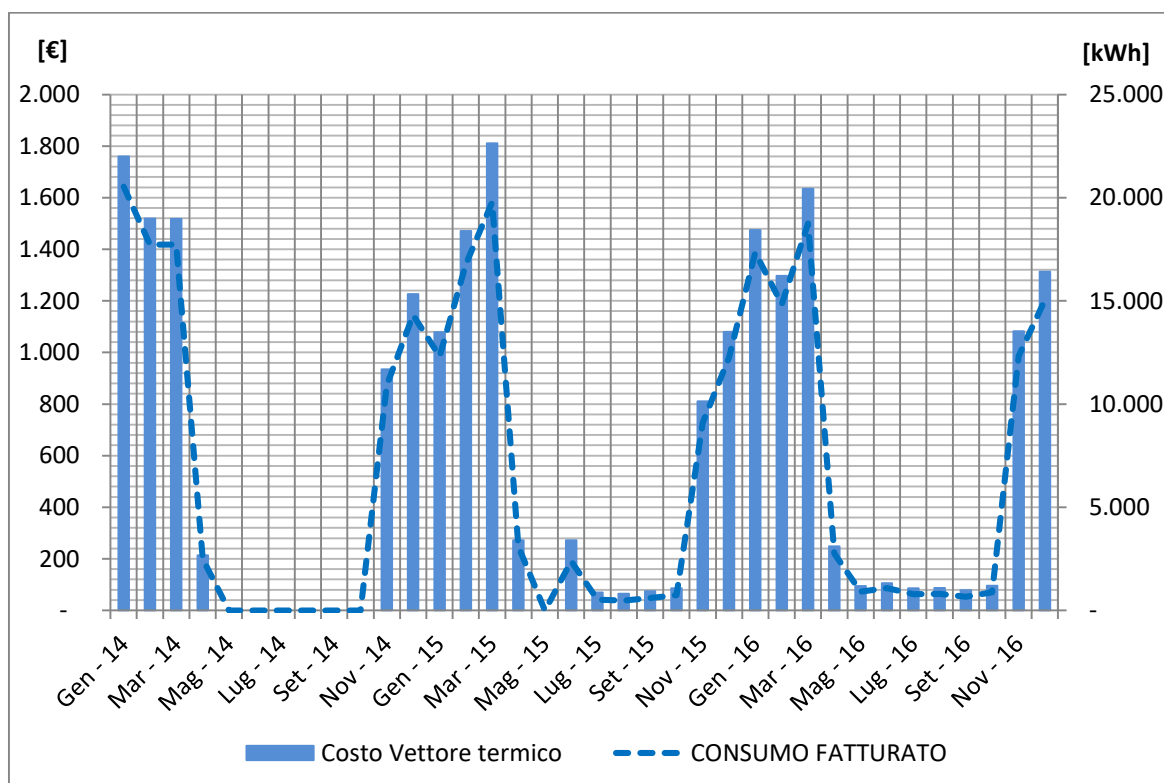


Figura 7.2 – Andamento dei consumi e dei costi dell'energia termica



Dall'analisi effettuata risulta evidente che l'andamento dei costi è oscillante con picchi nei mesi della stagione di riscaldamento, essendo questa la componente dominante che ha come costo medio definito a monte così come indicato dalla stazione appaltante attraverso l'uso del foglio di calcolo fornito "gas-Mtutela_Rev02". L'andamento energetico è stato ricostruito così come descritto e suggerito dalla PA, dipendente dalla temperatura esterna. Per il PDR 2 i mesi estivi più significativi sono quelli dell'anno 2016 per il quale erano disponibili le letture rilevate dal fornitore.

7.1.2 Vettore elettrico

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

- POD 1 – IT001E00098068: contratto di fornitura del vettore energetico, stipulato direttamente dalla PA con la società di fornitura. E' stato quindi possibile effettuare un'analisi di dettaglio dei costi fatturati e delle caratteristiche del contratto di fornitura.

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

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

POD: IT001E00098068	2014	2015	2016
Indirizzo di fornitura			
Dati di intestazione fattura	Via Bartolomeo Chighizola n. 15 Genova (GE)	Via Bartolomeo Chighizola n. 15 Genova (GE)	Via Bartolomeo Chighizola n. 15 Genova (GE)
Società di fornitura	Edison	Gala	Iren
Inizio periodo fornitura	01/10/13	01/04/15	01/04/16
Fine periodo fornitura	31/03/15	31/03/16	-
Potenza elettrica impegnata	30 kW	30 kW	30 kW
Potenza elettrica disponibile	30 kW	30 kW	30 kW
Tipologia di contratto	Forniture in BT (escluso IP)	380 V	BT, Allacciamento 380 V
Opzione tariffaria ⁽¹⁾	Trioraria	Trioraria	Trioraria
Prezzi del fornitura dell'energia elettrica ⁽²⁾ [€/kWh]	0,094	0,068	0,084

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

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

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

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

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

POD: IT001E00098068	QUOTA ENERGIA	ONERI DI SISTEMA PARTE FISSA	ONERI DI SISTEMA PARTE VARIABILE	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURATO	COSTO UNITARIO
Anno 2014	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[kWh]	[€/kWh]
Gennaio	179	30	251	31	49	545	2.513	0,217
Febbraio	230	38	287	37	59	781	3.508	0,223
Marzo	231	39	286	37	59	651	2.980	0,219
Aprile	197	45	260	32	53	588	2.562	0,230
Maggio	211	47	271	34	56	619	2.742	0,226
Giugno	164	37	224	27	45	499	2.177	0,229
Luglio	-	-	-	-	-	-	-	-

E102 – Scuola Comunale Infanzia “Chighizola”

Agosto	60	14	92	11	18	194	850	0,229
Settembre	205	43	266	34	55	602	2.680	0,224
Ottobre	219	42	288	36	58	643	2.868	0,224
Novembre		-						
Dicembre	188	38	270	32	53	581	2.580	0,225
Totale	1.883	372	2.495	311	506	5.704	28.248	0.202
POD: IT001E00098068	QUOTA ENERGIA	ONERI DI SISTEMA PARTE FISSA	ONERI DI SISTEMA PARTE VARIABILE	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURAT O	COSTO UNITARIO
Anno 2015	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]		[kWh]	[kWh]
Gennaio	204	38	283	36	56	617	2.875	0,215
Febbraio	193	37	280	35	55	601	2.832	0,212
Marzo	192	39	283	37	55	605	2.939	0,206
Aprile	87	24	182	24	32	348	1.895	0,184
Maggio	76	21	169	22	29	316	1.726	0,183
Giugno	73	22	170	22	29	315	1.738	0,181
Luglio	110	-	222	26	36	393	2.092	0,188
Agosto	157	-	313	38	51	558	3.020	0,185
Settembre	46	-	100	12	16	173	925	0,187
Ottobre	79	24	217	27	35	383	2.186	0,175
Novembre	125	-	315	38	48	525	3.041	0,173
Dicembre	134	-	316	38	49	537	3.054	0,176
Totale	1.477	205	2.847	354	488	5.372	28.323	0,190
POD: IT001E00098068	QUOTA ENERGIA	ONERI DI SISTEMA PARTE FISSA	ONERI DI SISTEMA PARTE VARIABILE	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURAT O	COSTO UNITARIO
Anno 2016	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]		[kWh]	[€/kWh]
Gennaio	108	-	221	30	36	395	2.418	0,163
Febbraio	109	-	295	38	44	486	3.006	0,162
Marzo	170	-	328	39	54	592	3.145	0,188
Aprile								-
Maggio	289	-	589	66	94	1.038	5.261	0,197
Giugno	132	-	263	28	42	465	2.215	0,210
Luglio	145	-	239	25	42	452	2.018	0,224
Agosto	59	-	163	12	23	258	937	0,275
Settembre	171	-	273	29	47	518	2.357	0,220
Ottobre	215	-	302	34	55	606	2.689	0,225
Novembre	259	-	321	37	61	674	2.937	0,229
Dicembre	223	-	299	33	55	610	2.655	0,230
Totale	1.881	-	3.294	107	555	6.093	29.638	0,206

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

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

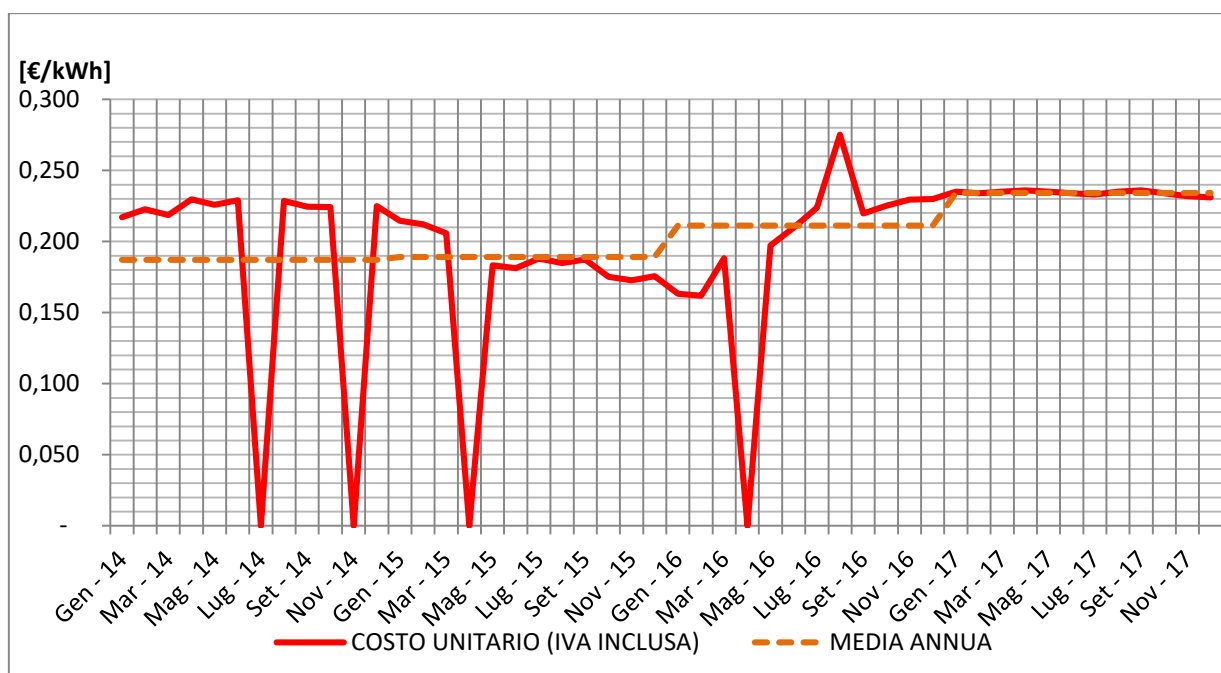
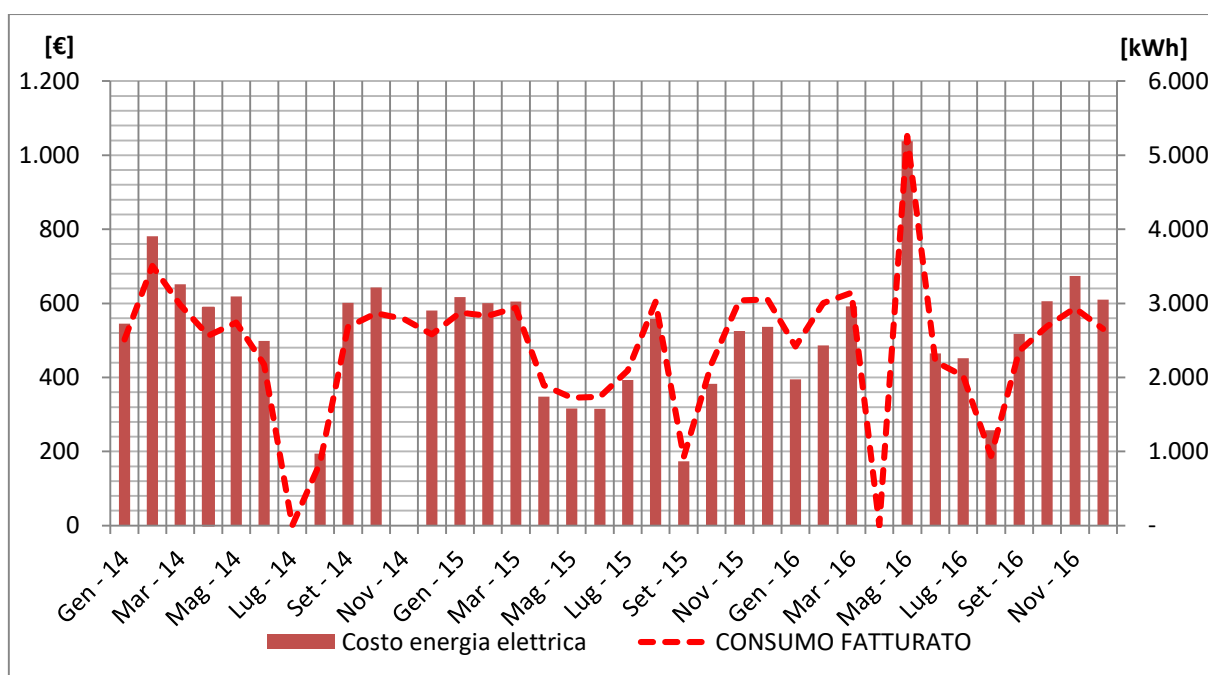


Figura 7.3 – Andamento dei consumi e dei costi dell’energia elettrica



Dall’analisi effettuata risulta evidente che per consumo fatturato s’intende quello indicato su ogni bolletta, che potrebbe contenere o meno conguagli anche di altri mesi. I reali consumi mensili (comprensivi dei conguagli posticipati) sono stati presi in considerazione nelle valutazioni energetiche dell’edificio descritte nel Capitolo 5. Nel primo grafico non sono presenti alcuni mesi per i quali o non erano presenti delle bollette (nel 2014 e 2015) oppure erano bollette bimestrali (piccolo mese Maggio 2016)

7.2 TARIFFE E PREZZI VETTORI ENERGETICI UTILIZZATI NELL'ANALISI

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

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

Tabella 7.5 - Sintesi dei consumi nel triennio di riferimento

ANNO	VETTORE TERMICO			VETTORE ELETTRICO			TOTALE
	[kWh]	[€]	[€/kWh]	[kWh]	[€]	[€/kWh]	[€]
2014	83.719	7.172	0,086	25.460	5.704	0,22	12.876
2015	78.013	7.090	0,091	28.323	5.372	0,19	12.461
2016	86.165	7.597	0,088	29.638	6.093	0,21	13.690
2017			0,084			0,229	
Media	82.089	7.343	0,090	28.981	5.732	0,198	13.076

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

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

Definizione		Valore	U.M.
Costo unitario dell'energia termica	Valore relativo all'ultimo anno a disposizione	CU _Q	0,084 [€/kWh]
Costo unitario dell'energia elettrica	Valore relativo all'ultimo anno a disposizione	CU _{EE}	0,229 [€/kWh]

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

7.3 COSTI DI GESTIONE E MANUTENZIONE DI EDIFICIO ED IMPIANTI

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

- L1-042-104: servizio SIE3

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

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

Nel caso di impianti oggetto di contratto di sola conduzione e manutenzione il costo della manutenzione ordinaria C_{MO} è stato assunto pari al valore del contratto (C_{SIE3}) come fornito all'interno del file kyotoBaseline-E102.

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

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

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

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

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

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

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

Definizione		Valore	U.M.
Costo per la gestione e manutenzione ordinaria	Corrispettivo annuale relativo al contratto O&M in essere	C_{MO}	4.347 [€/anno]
Costo per la manutenzione straordinaria	Media relativa a gli stessi anni considerati per il rilevamento dei consumi storici	C_{MS}	1.155 [€/anno]

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

Tali servizi prevedono il pagamento di un canone annuale da parte della PA pari a 12.762€ comprensivo della quota energia termica

7.4 BASELINE DEI COSTI

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

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

Per la componente energetica vale la seguente formula:

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

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

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

Ne risulta quindi un C_E pari a 13.412 € e un $C_{baseline}$ pari a 18.914 €

Figura 7.4 – Confronto tra i costi medi e di baseline

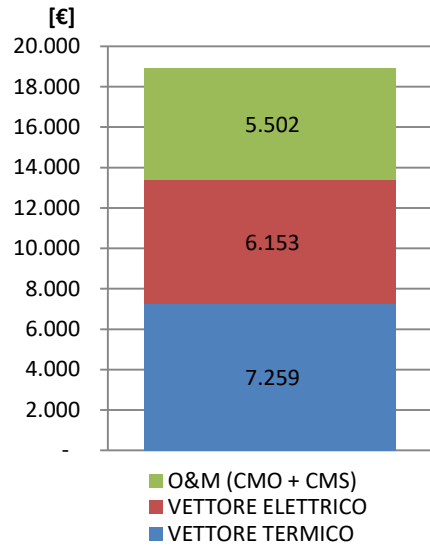
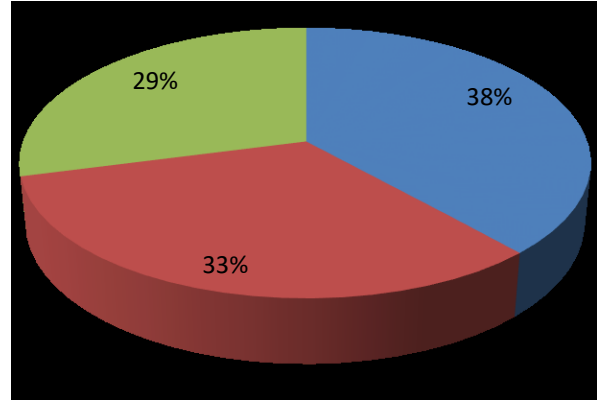


Figura 7.5 – Ripartizione costi di baseline



8 IDENTIFICAZIONE DELLE MISURE DI EFFICIENZA ENERGETICA

8.1 DESCRIZIONE, FATTIBILITÀ E PRESTAZIONI DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI

8.1.1 Involucro edilizio

A causa del vincolo architettonico gravante sull'edificio si è deciso di non simulare interventi di coibentazione delle pareti sia dall'esterno che dall'interno, inoltre i solai disperdenti su sottotetto sono realizzati in cannicciato e gesso e pertanto non adeguati a sostenere ulteriori pesi dovuti a eventuali pannelli isolanti, poiché le finestre sono particolarmente decorate non ne è stata prevista la loro sostituzione

8.1.2 Impianto riscaldamento

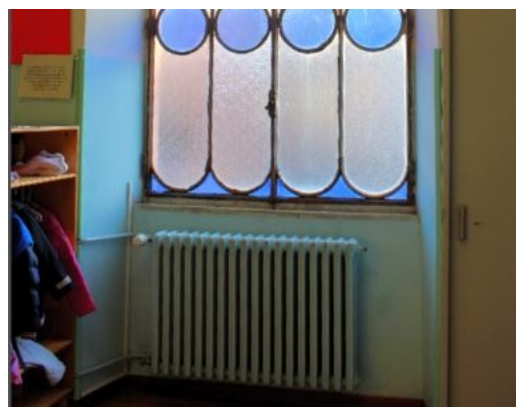
EEM1: Termoregolazione

Generalità

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

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

Figura 8.1 - Particolare della radiatore



Caratteristiche funzionali e tecniche

Il sistema di termoregolazione è composto di tre parti:

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

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

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

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

Descrizione dei lavori

Si prevede l'installazione di n°37 unità, una per ciascun radiatore presente nei diversi locali dell'edificio.

Prestazioni raggiungibili

I miglioramenti ottenibili tramite l'attuazione della EEM1 sono riportati nella Tabella 8.1 e nella Figura 8.2.

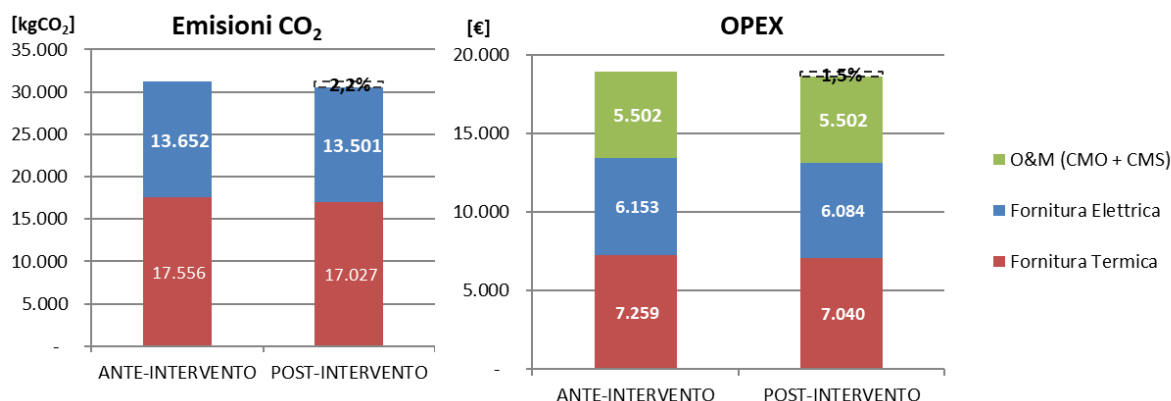
Tabella 8.1 – Risultati analisi EEM1 – Termoregolazione

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
EM1 Efficienza sottosistema di regolazione	[%]	96	99	-3,1%
$Q_{teorico}$	[kWh]	90.132	87.412	3,0%
$EE_{teorico}$	[kWh]	29.327	29.002	1,1%
$Q_{baseline}$	[kWh]	86.912	84.290	3,0%
$EE_{baseline}$	[kWh]	29.233	28.909	1,1%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	17.556	17.027	3,0%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	13.652	13.501	1,1%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	31.208	30.527	2,2%
Fornitura Termica, C_Q	[€]	7.259	7.040	3,0%
Fornitura Elettrica, C_{EE}	[€]	6.153	6.084	1,1%
Fornitura Energia, C_E	[€]	13.412	13.125	2,1%
C_{MO}	[€]	4.347	4.347	0,0%
C_{MS}	[€]	1.155	1.155	0,0%
O&M ($C_{MO} + C_{MS}$)	[€]	5.502	5.502	0,0%
OPEX	[€]	18.914	18.627	1,5%
Classe energetica	[-]	E	E	+0 classi

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

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

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



EEM3: Efficientamento generatore di calore

Generalità

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

sostituzione delle componenti su un nuovo generatore ipotizzando anche di usufruire, per i primi anni, della garanzia sul prodotto.

Caratteristiche funzionali e tecniche

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

La caldaia a gas installata ha una potenza nominale al focolare di 180 kW che risultano sovradimensionati data la volumetria dello stabile ed in base alla diagnosi energetica prodotta. In questa fase viene sostituita con una di pari potenza rimandando negli scenari a 15 e 25 anni l'installazione di un generatore con potenza inferiore, tenendo in considerazione la potenza complessiva dei terminali di emissione e il fattore di ripresa dell'edificio.

Descrizione dei lavori

L'intervento proposto prevede le seguenti operazioni:

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

Figura 8.3 - Particolare del generatore di calore attuale



Prestazioni raggiungibili

I miglioramenti ottenibili tramite l'attuazione della EEM3 sono riportati nella Tabella 8.2 e Figura 8.4.

Tabella 8.2 – Risultati analisi EEM3 – Sostituzione generatore di calore

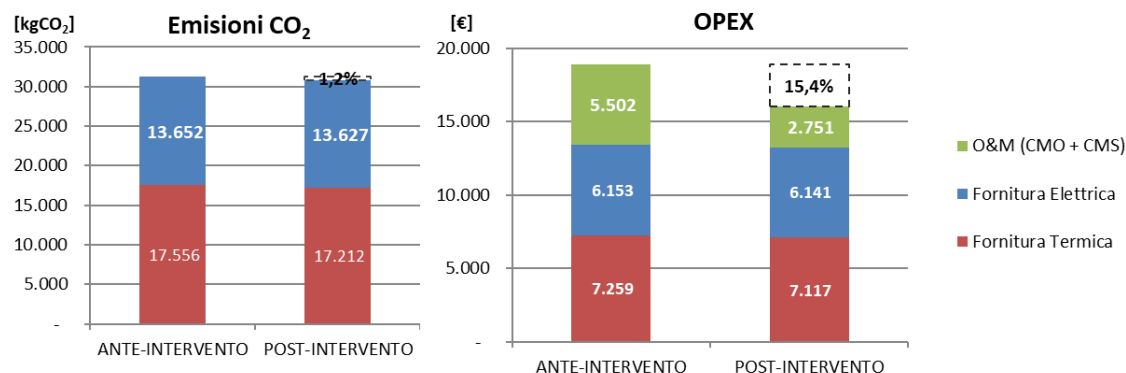
CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
EM3 Efficienza sottosistema di generazione	[%]	92,8	95,1	-2,5%
Q _{teorico}	[kWh]	90.132	88.367	2,0%
EE _{teorico}	[kWh]	29.327	29.274	0,2%
Q _{baseline}	[kWh]	86.912	85.210	2,0%
EE _{baseline}	[kWh]	29.233	29.181	0,2%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	17.556	17.212	2,0%

Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	13.652	13.627	0,2%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	31.208	30.840	1,2%
Fornitura Termica, C _Q	[€]	7.259	7.117	2,0%
Fornitura Elettrica, C _{EE}	[€]	6.153	6.141	0,2%
Fornitura Energia, C_E	[€]	13.412	13.259	1,1%
C _{MO}	[€]	4.347	2.173	50,0%
C _{MS}	[€]	1.155	578	50,0%
O&M (C _{MO} + C _{MS})	[€]	5.502	2.751	50,0%
OPEX	[€]	18.914	16.010	15,4%
Classe energetica	[-]	E	E	+0 classi

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

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

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



8.1.3 Impianto produzione acqua calda sanitaria

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

8.1.4 Impianto di illuminazione ed impianto elettrico

EEM2: Efficiamento impianto di illuminazione mediante trasformazione a LED

Generalità

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

Caratteristiche funzionali e tecniche

L'attuale sistema di illuminazione è costituito da tubi al neon con potenza variabile tra i 18 ed i 36 W. Si propone di efficientare tale sistema mediante l'installazione di lampade tubolari a LED in tutti i locali della struttura.

Le nuove lampade a LED, di potenza variabile tra i 13 ed i 22 W garantiscono prestazioni ed efficienza più elevate, oltre che una migliore qualità del livello di illuminamento.

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

Descrizione dei lavori

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

Figura 8.5 - Particolare di una lampada fluorescente attualmente installata



Prestazioni raggiungibili

I miglioramenti ottenibili tramite l’attuazione della EEM2 sono riportati nella Figura 8.2 e nella Figura 8.6.

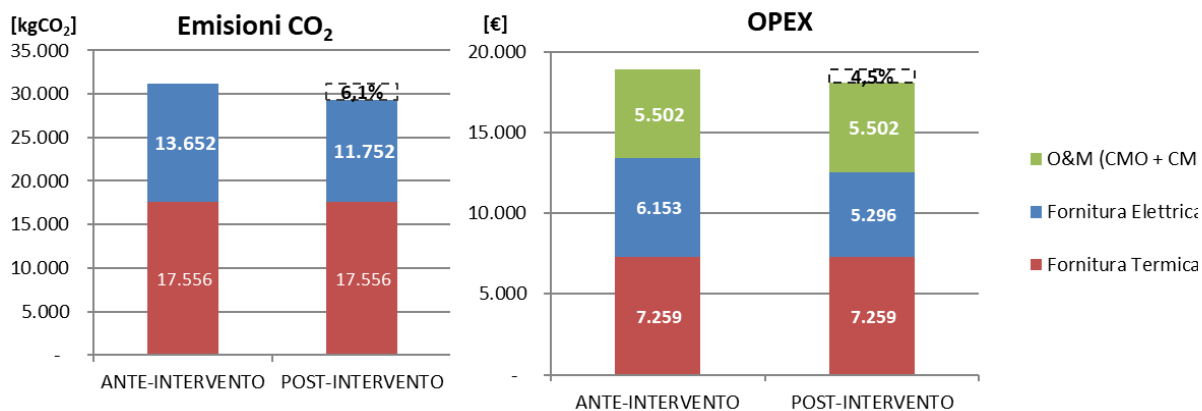
Tabella 8.3 – Risultati analisi EEM2 – Installazione Impianto Illuminazione LED

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
EM2	[-]	[-]	[-]	[-]
Q _{teorico}	[kWh]	90.132	90.132	0,0%
EE _{teorico}	[kWh]	29.327	25.246	13,9%
Q _{baseline}	[kWh]	86.912	86.912	0,0%
EE _{Baseline}	[kWh]	29.233	25.165	13,9%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	17.556	17.556	0,0%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	13.652	11.752	13,9%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	31.208	29.308	6,1%
Fornitura Termica, C _Q	[€]	7.259	7.259	0,0%
Fornitura Elettrica, C _{EE}	[€]	6.153	5.296	13,9%
Fornitura Energia, C_E	[€]	13.412	12.556	6,4%
C _{MO}	[€]	4.347	4.347	0,0%
C _{MS}	[€]	1.155	1.155	0,0%
O&M (C _{MO} + C _{MS})	[€]	5.502	5.502	0,0%
OPEX	[€]	18.914	18.058	4,5%
Classe energetica	[-]	E	E	+0 classi

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

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

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



9 VALUTAZIONE ECONOMICO-FINANZIARIA

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

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

9.1 ANALISI DEI COSTI DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI CONSIDERATI FATTIBILI

EEM1: Termoregolazione

Nella Tabella 9.1 è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 1, si ipotizza di realizzare un sistema di termoregolazione all'interno e per tutto l'edificio.

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

Tabella 9.1 – Analisi dei costi della EEM1:Termoregolazione

DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO SCONTATO DEL 10%		TOTALE (IVA ESCLUSA)	IVA	TOTALE (IVA INCLUSA)
				[€/n° o €/m ²]	[€]	[€]		[€]
Valvole micrometriche a squadra complete di testa termostatica con elemento sensibile a gas: Ø 20 mm	Prezzario Regione Liguria	37	cad	€	41,37	€ 37,61	€ 1.391,54	22%
Detentori in bronzo per tubi del diametro di: 20 mm a squadra	Prezzario Regione Liguria	37	cad	€	10,12	€ 9,20	€ 340,40	22%
Impianti Elettrici Idraulici Riscaldamento Installatore 4° cat. ex operaio specializzato	Prezzario Regione Liguria	25	h	€	31,88	€ 28,98	€ 714,88	22%
Costi per la sicurezza	-	3%	%				€ 73,40	22%
Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%				€ 171,28	22%
TOTALE (I₀ – EEM1)							€ 2.692	22%
Incentivi	[Conto termico]							
Durata incentivi								
Incentivo annuo								

EEM2: Efficientamento impianto di illuminazione mediante trasformazione a LED

Nella Tabella 9.2 è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 2, si ipotizza di sostituire i corpi illuminanti (lampade e plafoniere) di tutti gli elementi dell'edificio.

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

La tabella 5 delle regole applicative del D.M. 16 febbraio 2016 prevedono che gli incentivi per tale intervento siano il 40% della spesa ammissibile con un costo massimo ammissibile di 35 €/m² e di un valore massimo dell'incentivo non superiore ai 70.000 €. Nella Tabella 9.2 sono riportati i risultati della quantificazione dell'incentivo al 40%.

Tabella 9.2 – Analisi dei costi della EEM2: Impianto illuminazione LED

DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO SCONTATO DEL 10%	TOTALE (IVA ESCLUSA)	IVA	TOTALE (IVA INCLUSA)
				[€/n° o €/m ²]	[€]	[€]	[€]
Rimozione e smaltimento di corpo illuminante	Milano	126	cad	€ 5,21	€ 656,35	22%	€ 800,74
Plafoniera a tenuta stagna per installazione diretta a parete o a soffitto - monolampada led 4000K 2800 lm potenza 13 W - lunghezza 690 mm	Milano	2	cad	€ 89,96	€ 179,93	22%	€ 219,51
Lampade lineari a LED non dimmerabili 9 - 10W con durata >= 40000 h	Prezzario Regione Piemonte	2	cad	€ 26,10	€ 52,20	22%	€ 63,68
Plafoniera a tenuta stagna per installazione diretta a parete o a soffitto - monolampada led 4000K 2800 lm potenza 22 W - lunghezza 1300 mm	Milano	124	cad	€ 111,92	€ 13.877,85	22%	€ 16.930,98
Lampade lineari a LED non dimmerabili 19-20W con durata >= 40000 h	Prezzario Regione Piemonte	124	cad	€ 39,12	€ 4.850,65	22%	€ 5.917,80
Costi per la sicurezza	-	3%	%		€ 588,51	22%	€ 717,98
Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%		€ 1.373,19	22%	€ 1.675,29
TOTALE (I₀ – EEM2)					€ 21.579	22%	€ 26.326
Incentivi	[Conto termico]						€ 10.530,40
Durata incentivi							5
Incentivo annuo							€ 2.106,08

EEM3: Efficiamento generatore di calore

Nella Tabella 9.13 è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 3, si ipotizza di realizzare una sostituzione del generatore esistente e tradizionale con una caldaia a condensazione più efficiente.

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

La tabella 8 delle regole applicative del D.M. 16 febbraio 2016 prevedono che gli incentivi per tale intervento siano il 40% della spesa ammissibile con un costo massimo ammissibile di 130 €/kWt e di un valore massimo dell'incentivo non superiore ai 40.000 €. Nel caso in cui vengano previsti oltre all'isolamento termico delle superfici opache di tipologia 1.A la percentuale incentivata della spesa ammissibile è pari al 55%. Nella tabella 9.3 sono riportati i risultati della quantificazione dell'incentivo al 40%.

Tabella 9.3 – Analisi dei costi della EEM3: Sostituzione generatore di calore

DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO SCONTATO DEL 10%	TOTALE (IVA ESCLUSA)	IVA	TOTALE (IVA INCLUSA)
				[€/n° o €/m ²]	[€]	[€]	[€]
Rimozione generatore esistente - taglia caldaia esistente Pn > 116 e Pn <= 250	CCIAA RE	1		€ 1.297,18	€ 1.297,18	22%	€ 1.582,56
Caldaie a condensazione a basamento, corpo in lega di alluminio-silicio-magnesio con scambiatore primario a basso contenuto d'acqua, classe 5 NOx, rendimento energetico a 4 stelle in base alle direttive europee, bruciatore modulante con testata metallica ad irraggiamento, compreso il pannello di comando montato sul mantello di rivestimento, della potenza termica nominale di: 200 Kw circa	Prezzario Regione Liguria	1	cad	€ 9.228,75	€ 9.228,75	22%	€ 11.259,08

Sistema fumario prefabbricato a sezione circolare, con giunti maschio-femmina con profilo conico a elementi modulari a doppia parete acciaio inox (parete interna AISI316L e parete esterna AISI304), coibentazione 25mm in lana di roccia pressata, senza guarnizioni di tenuta Coppa di scarico condensa Ø 250 mm	Prezzario Regione Liguria	1	cad	€	211,60	€	211,60	22%	€	258,15
Sola posa in opera di bruciatore per caldaie, compresi la lavorazione della piastra di collegamento alla caldaia, la sola posa della rampa gas e del dispositivo di controllo tenuta valvola, i collegamenti elettrici, i collegamenti alla tubazione del combustibile a metano o gasolio: per generatori di calore da 101 Kw a 350 Kw	Prezzario Regione Liguria	1	cad	€	357,07	€	357,07	22%	€	435,63
Accessori per caldaie a condensazione: Tubi Ø 80mm della lunghezza 1 m	Prezzario Regione Liguria	8	cad	€	19,21	€	153,67	22%	€	187,48
Accessori per caldaie a condensazione: Kit scarichi separati per tubi Ø 80mm	Prezzario Regione Liguria	1	cad	€	25,87	€	25,87	22%	€	31,56
Sola posa in opera di accessori per impianti di termoregolazione compresi collegamenti elettrici: sonde in genere	Prezzario Regione Liguria	1	cad	€	109,64	€	109,64	22%	€	133,76
Sola posa in opera di accessori per impianti di termoregolazione compresi collegamenti elettrici: interruttore orologio da inserire in quadro elettrico	Prezzario Regione Liguria	1	cad	€	27,01	€	27,01	22%	€	32,95
Interruttore orario digitale modulare per la programmazione settimanale a due canali	Prezzario Regione Liguria	1	cad	€	133,40	€	133,40	22%	€	162,75
Sonde di temperatura e umidità: sola temperatura, per impianti civili e industriali per esterno	Prezzario Regione Liguria	1	cad	€	69,52	€	69,52	22%	€	84,81
Opere edili Operaio Qualificato	Prezzario Regione Liguria	7	h	€	31,28	€	218,97	22%	€	267,15
Impianti Elettrici Idraulici Riscaldamento Installatore 4° cat. ex operaio specializzato	Prezzario Regione Liguria	20	h	€	28,98	€	579,64	22%	€	707,16
Trasporto a discarica o a centro di riciclaggio di materiali di risulta provenienti da scavi e/o demolizioni, misurato su autocarro in partenza, esclusi gli eventuali oneri di discarica o smaltimento, eseguito con piccolo mezzo di trasporto con capacità di carico fino a 3 t. per ogni chilometro del tratto oltre i primi 5 km e fino al decimo km.	Prezzario Regione Liguria	50	m³km	€	4,29	€	214,55	22%	€	261,75
Costi per la sicurezza	-	3%	%			€	378,81	22%	€	462,14
Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%\			€	883,88	22%	€	1.078,33
TOTALE (I₀ – EEM3)						€	13.890	22%	€	16.945
Incentivi	[Conto termico]									6778,1
Durata incentivi										5
Incentivo annuo										€ 1.355,62

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’ I_0 , e il TRS.

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

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

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

EEM1: Termoregolazione

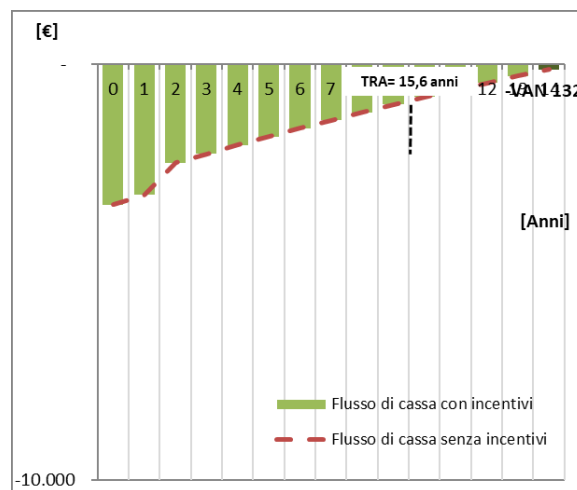
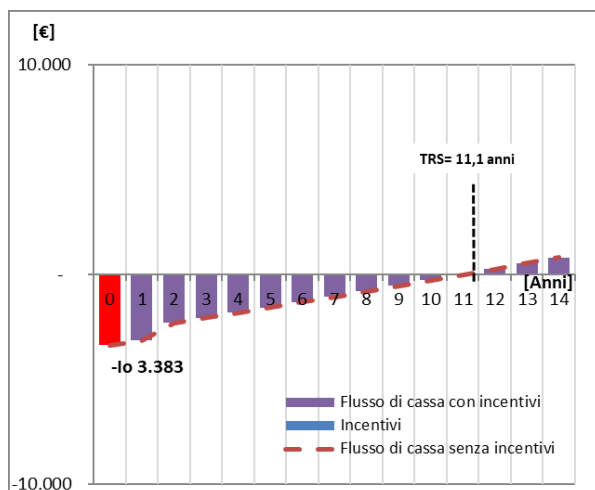
L’analisi di convenienza effettuata per la EEM 1 porta alla valutazione dei seguenti indici finanziari:

Tabella 9.4 – Risultati dell’analisi di convenienza della EEM1– Termoregolazione

PARAMETRO FINANZIARIO	U.M.	VALORE	
Investimento Iniziale	I_0	€	3.284
Oneri Finanziari % I_0	OF	[%]	3,0%
Aliquota IVA	%IVA	[%]	22,0%
Anno recupero erariale IVA	n_{IVA}	anni	3
Vita utile	n	anni	15
Incentivo annuo	B	€/anno	-
Durata incentivo	n_B	anni	5
Tasso di attualizzazione	i	[%]	3,5%
INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE CON INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS	11,1	11,1
Tempo di rientro attualizzato	TRA	15,6	15,6
Valore attuale netto	VAN	- 132	- 132
Tasso interno di rendimento	TIR	3,3%	3,3%
Indice di profitto	IP	-0,04	-0,04

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 della termoregolazione ha un TRS di 11,1 anni considerando che come singolo intervento non è previsto il contributo del Conto Termico, può essere preso in considerazione solamente se aggregato con la sostituzione del generatore (la sua voce di costo è ammissibile all’interno di quello totale del generatore). Tuttavia tale intervento è necessario per l’aumento delle percentuali di sovvenzione previste del conto termico laddove si preveda anche la coibentazione dell’involucro opaco e la sostituzione degli infissi.

EEM2: Efficiamento impianto di illuminazione mediante trasformazione a LED

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

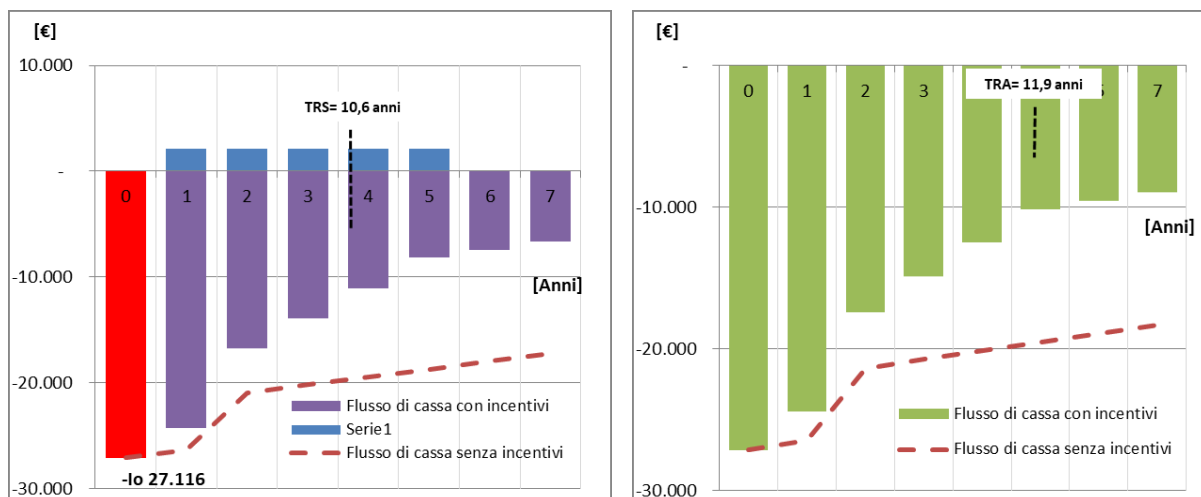
Tabella 9.5 – Risultati dell’analisi di convenienza della EEM2– LED

PARAMETRO FINANZIARIO	U.M.	VALORE	
Investimento Iniziale	Io	€	26.326
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	2.106
Durata incentivo	n _B	anni	5
Tasso di attualizzazione	i	[%]	3,5%
INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE CON INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS	21,9	10,6
Tempo di rientro attualizzato	TRA	24,6	11,9
Valore attuale netto	VAN	- 18.315	- 8.939
Tasso interno di rendimento	TIR	-24,5%	-8,6%
Indice di profitto	IP	-0,70	-0,34

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

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

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



Dall’analisi effettuata è emerso che l’intervento di sostituzione dei sistemi di illuminazione esistenti con nuovi a LED ha un TRS di 10,6 anni considerando di ottenere l’incentivo previsto dal Conto Termico pari al 40% dei costi. Pertanto tale intervento può essere preso in considerazione su scenari di medio periodo. Nel caso in cui non vi fossero incentivi a disposizione il tempo di ritorno risulta essere alto anche prendendo in considerazione scenari su lungo periodo in quanto il TRS è di 21,9 anni, di poco inferiore ai 25 anni. Tuttavia è necessario valutare il fatto che la vita utile di tali sistemi è di circa 8 anni e pertanto dovrebbe essere prevista una loro sostituzione su periodi superiori, in questo caso gli interventi potrebbero non essere più convenienti come è dimostrato dal valore del VAN negativo sia nel caso non incentivato che incentivato.

EEM3: Efficientamento generatore di calore

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

Tabella 9.6 – Risultati dell’analisi di convenienza della EEM3– Sostituzione del generatore

PARAMETRO FINANZIARIO	U.M.	VALORE	
Investimento Iniziale	I_0	€	16.945
Oneri Finanziari % I_0	OF	[%]	3,0%
Aliquota IVA	%IVA	[%]	22,0%
Anno recupero erariale IVA	n_{IVA}	anni	3
Vita utile	n	anni	15
Incentivo annuo	B	€/anno	1.356
Durata incentivo	n_B	anni	5
Tasso di attualizzazione	i	[%]	3,5%
INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE CON INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS	5,9	3,9
Tempo di rientro attualizzato	TRA	7,3	4,4
Valore attuale netto	VAN	11.469	17.504
Tasso interno di rendimento	TIR	13,5%	20,0%
Indice di profitto	IP	0,68	1,03

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

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

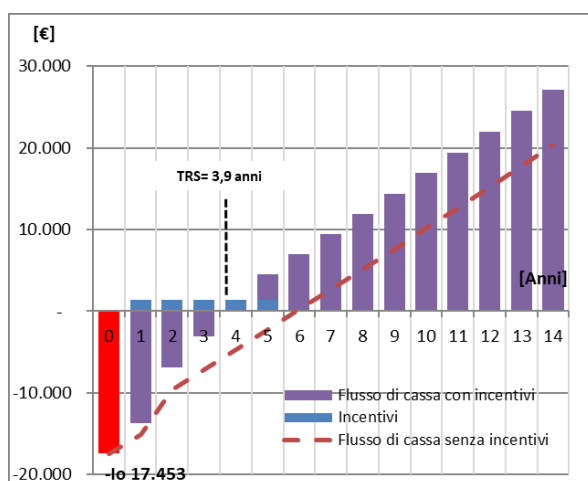
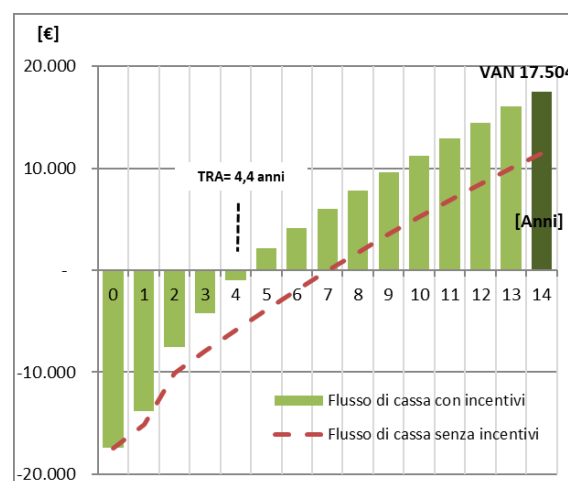


Figura 9.6 – EEM3: Flussi di Cassa Attualizzati, con e senza incentivi



Dall’analisi effettuata è emerso che l’intervento di sostituzione del generatore ha un TRS di 3,9 anni considerando di ottenere l’incentivo previsto dal Conto Termico pari al 40% dei costi (che aumenta fino al 55% purché nella strategia di efficientamento siano state prese in considerazione misure di coibentazione sull’involucro opaco). Nel caso in cui non vi fossero incentivi a disposizione il tempo di ritorno è comunque ancora sostenibile anche su un lungo periodo in quanto il TRS è solo di 5,9 anni. Pertanto tale intervento rientra su scenari di medio e lungo periodo. Si precisa che negli scenari l’intervento sarà costituito dell’unione di altri con tempi di ritorno maggiori la sua sostenibilità va comunque valutata nell’ambito dello scenario di riferimento.

Sintesi

La sintesi della valutazione economico – finanziaria delle EEM proposte è riportata nelle Tabella 9.7 e Dall’analisi dei risultati emerge che senza incentivi la quasi totalità degli interventi ha un VAN negativo con tempi di ritorno relativamente bassi, fatta eccezione per l’intervento di sostituzione del generatore di calore.

Tabella 9.8.

Tabella 9.7 – Sintesi dei risultati della valutazione economico-finanziaria, caso senza incentivi

	SENZA INCENTIVI										
	% Δ_E [%]	% Δ_{CO_2} [%]	ΔC_E [€/anno]	ΔC_{MO} [€/anno]	ΔC_{MS} [€/anno]	I_0 [€]	TRS [anni]	TRA [anni]	VAN [€]	TIR [%]	IP [-]
EEM 1	2,1	2,2	287	0	0	-3.284	11,1	15,6	-132<0	3,3	-0,04
EEM 2	6,4	6,31	856	0	0	-26.326	21,9	24,6	18.315<0	-24,5	-0,7
EEM 3	1,1	1,2	153	2.173	578	-16.945	5,9	7,3	11.469>0	13,5	0,68

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

- % Δ_E è il valore percentuale di riduzione dei consumi energetici rispetto al baseline energetico complessivo (termico + elettrico);
- % Δ_{CO_2} è il valore percentuale di riduzione delle emissioni di CO2 rispetto al baseline dell’emissioni complessivo (termico + elettrico);
- ΔC_E è il risparmio economico annuo attribuibile alla riduzione dei consumi energetici (termico + elettrico); assume valori positivi;

- Δ_{CMO} è la variazione di costo annuo attribuibile al nuovo costo per la gestione e la manutenzione ordinaria; assume valori positivi per un decremento e valori negativi per un incremento;
- Δ_{CMS} è la variazione di costo annuo attribuibile al nuovo costo previsto per la manutenzione straordinaria; assume valori positivi per un decremento e valori negativi per un incremento;
- I_0 è il valore dell'investimento iniziale per la realizzazione dell'intervento; assume valori negativi;

Dall'analisi dei risultati emerge che senza incentivi la quasi totalità degli interventi ha un VAN negativo con tempi di ritorno relativamente bassi, fatta eccezione per l'intervento di sostituzione del generatore di calore.

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

	CON INCENTIVI										
	% ΔE [%]	% Δ_{CO2} [%]	ΔC_E [€/anno]	ΔC_{MO} [€/anno]	ΔC_{MS} [€/anno]	I_0 [€]	TRS [anni]	TRA [anni]	VAN [€]	TIR [%]	IP [-]
EEM 1	2,1	2,2	287	0	0	-3.284	11,1	15,6	-132<0	3,3	-0,04
EEM 2	6,4	6,31	856	0	0	-26.326	10,6	11,9	-8.939<0	-8,6	-0,34
EEM 3	1,1	1,2	153	2.173	578	-16.945	3,9	4,4	17.504>0	20	1,03

Dall'analisi dei risultati emerge che grazie agli incentivi previsti dal Conto Termico del D.M. del 16 febbraio 2016 gli interventi simulati lato impiantistico (tranne la sostituzione dei corpi illuminanti) raggiungono dei tempi di ritorno semplici di ben inferiori ai 25 anni e con VAN positivi. In queste condizioni sono pertanto ipotizzabili aggregazioni di interventi sostenibili economicamente sia se venissero finanziati direttamente dal Comune di Genova sia attraverso il coinvolgimento di ESCO con FTT. Si segnala inoltre che sono possibili limitati interventi aggregati sull'intero sistema edificio impianti per data la presenza del vincolo architettonico che non consente di coibentare l'involucro opaco e trasparente. Per questa ragione non è possibile sfruttare l'incremento della percentuale d'incentivo dal 40% al 55% che avrebbe potuto far convenire ulteriormente gli scenari.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Dove:

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

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

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

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

Essi sono così definiti:

1) Debt Service Cover Ratio (DSCR):

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

Dove:

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

2) Loan Life Cover Ratio (LLCR):

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

Dove:

- s è il periodo di valutazione dell'indicatore;
- $s+m$ è l'ultimo periodo di rimborso del debito;
- FCO_n è il flusso di cassa per il servizio del debito;
- D è il debito residuo (outstanding) al periodo t-esimo;

- i è il tasso di attualizzazione dei flussi di cassa;
- R è l'eventuale riserva a servizio del debito accumulata al periodo di valutazione (*Debt Reserve*).

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

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

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

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

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

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

9.3.1 Scenario 1: Scenario ottimale TRS≤15 anni

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

EEM 1: Installazione di sistemi di termoregolazione

EEM 3: Installazione di un nuovo generatore di calore

Tabella 9.9 – Combinazione di EEM proposta per lo scenario 1

VOCE INVESTIMENTO	TOTALE (IVA ESCLUSA)	IVA Al 22%	TOTALE (IVA INCLUSA)
	[€]	[€]	[€]
EEM1 Fornitura & Posa	2447	538	2985
EEM3 Fornitura & Posa	12627	2778	15405
Costi per la sicurezza	452	99,5	552
Costi per la progettazione	1055	232	1287
TOTALE (I₀)	16581	3648	20229
VOCE MANUTENZIONE	C _{MO} (IVA INCLUSA)	C _{MS} (IVA INCLUSA)	C _M (IVA INCLUSA)
	[€]	[€]	[€]
EEM1 O&M	0	0	0
EEM3 O&M	2.173	578	2.751
TOTALE (C_M)	2.173	578	2.751

VOCE INCENTIVO	DESCRIZIONE	TOTALE (IVA INCLUSA)
		[€]
Incentivi	Conto termico	8092
Durata incentivi		5
Incentivo annuo		1618

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

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

Figura 9.7 – SCN1: Diagramma di Sankey relativo al fabbisogno termico post intervento

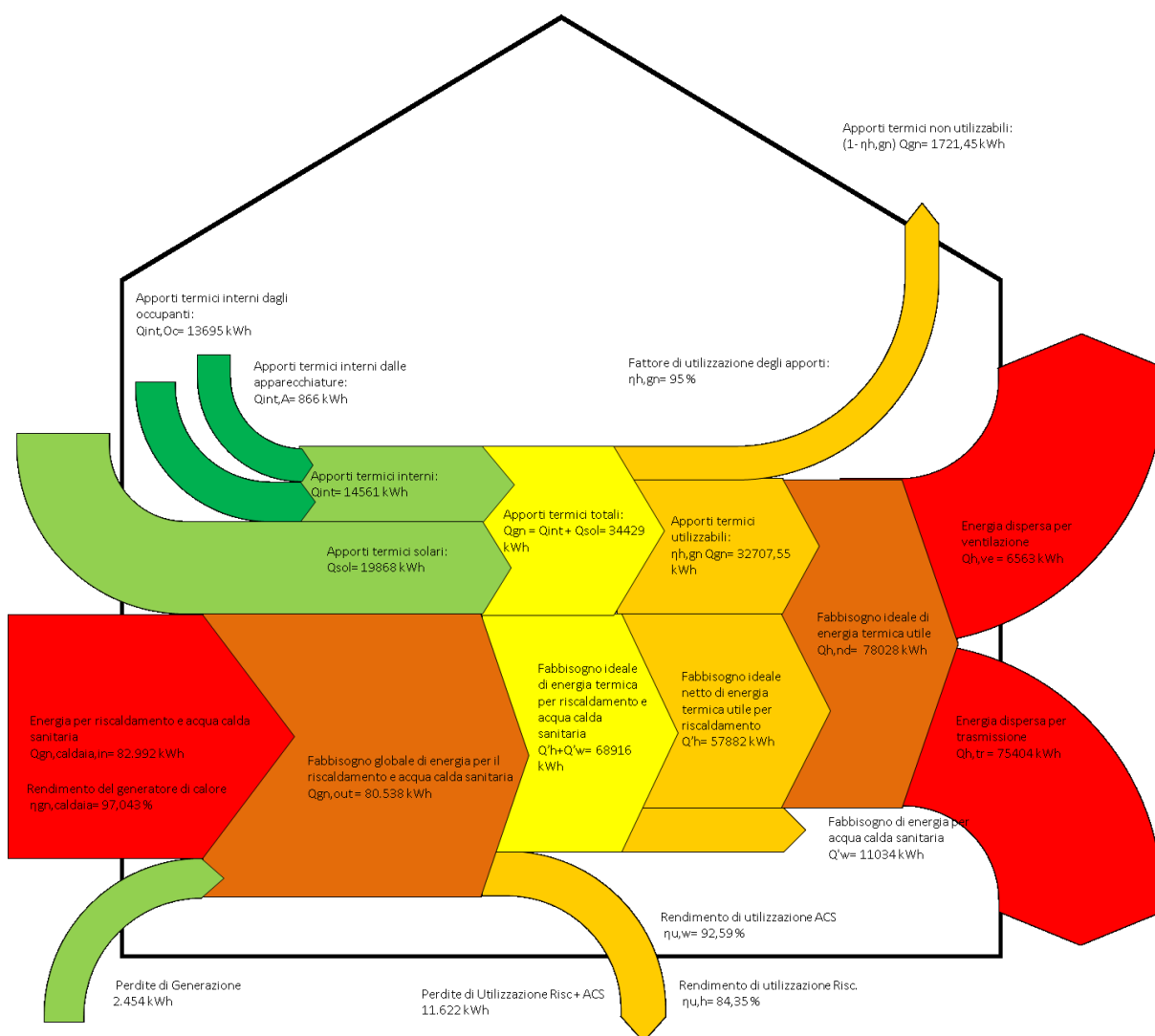
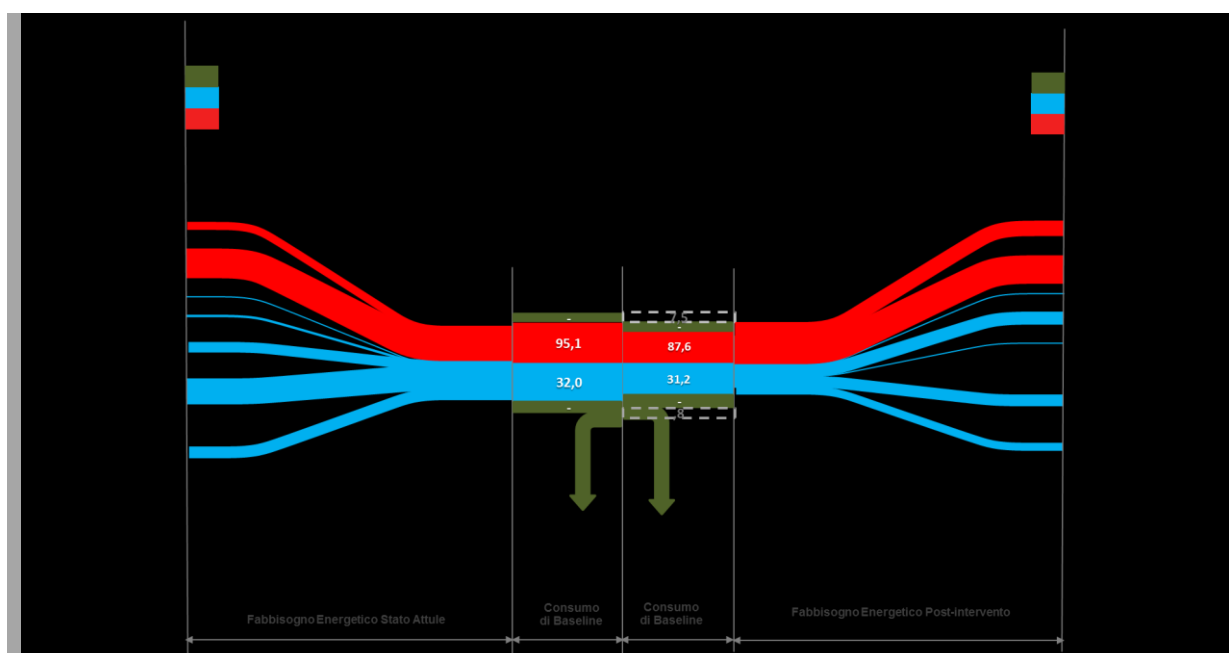


Figura 9.8 – SCN1: Bilancio energetico complessivo dell'edificio post intervento



I miglioramenti ottenibili tramite l’attuazione dello Scenario 1 sono riportati nella Tabella 9.10 e nella Figura 9.9

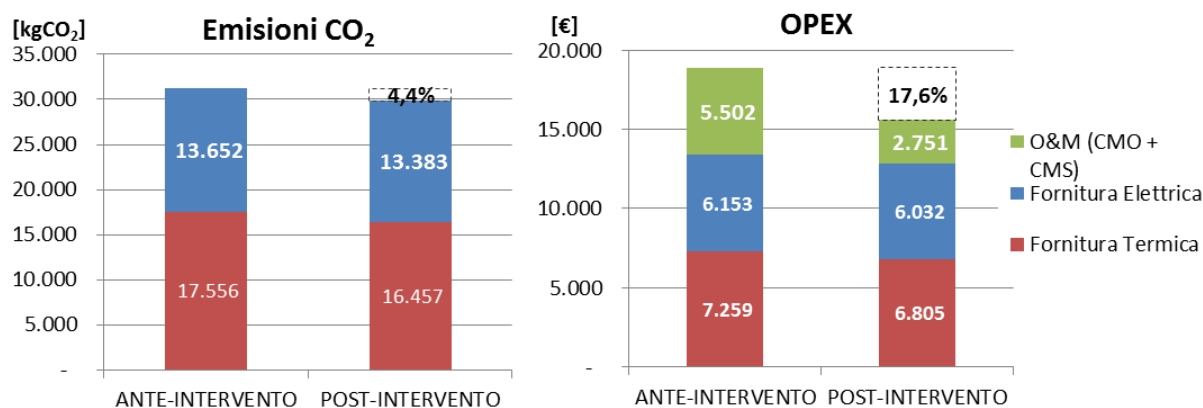
Tabella 9.10 – Risultati analisi SCN1 – Scenario ottimale TRS≤15 anni

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE %
EM1 [Efficienza sottosistema di regolazione]	[%]	96%	99%	-3,1%
EM3 [Efficienza sottosistema di generazione]	[%]	93%	97%	-4,5%
$Q_{teorico}$	[kWh]	90.132	84.490	6,3%
$EE_{teorico}$	[kWh]	29.327	28.750	2,0%
$Q_{baseline}$	[kWh]	86.912	81.472	6,3%
$EE_{baseline}$	[kWh]	29.233	28.658	2,0%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	17.556	16.457	6,3%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	13.652	13.383	2,0%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	31.208	29.841	4,4%
Fornitura Termica, C_q	[€]	7.259	6.805	6,3%
Fornitura Elettrica, C_{EE}	[€]	6.153	6.032	2,0%
Fornitura Energia, C_e	[€]	13.412	12.837	4,3%
C_{MO}	[€]	4.347	2.173	50,0%
C_{MS}	[€]	1.155	578	50,0%
O&M ($C_{MO} + C_{MS}$)	[€]	5.502	2.751	50,0%
OPEX	[€]	18.914	15.588	17,6%
Classe energetica	[-]	D	D	+0 classi

Nota (20) I fattori di emissione per il calcolo delle emissioni di CO₂ sono: 0,202 [kgCO₂/kWh] per il vettore termico gas naturale e 0,467 [kgCO₂/kWh] per il vettore elettrico- elettricità.

I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,065 [€/kWh] per il vettore termico gas naturale e 0,164 [€/kWh] per il vettore elettrico.

Figura 9.9 - SCN1: Riduzione dei costi operativi (OPEX) e delle emissioni di CO₂ a partire dalla baseline



E' stato quindi possibile presentare un modello semplificato di Piano Economico Finanziario (PEF) indicativo, i cui calcoli di dettaglio sono riportati all' Allegato L – Piano Economico Finanziario scenari. I risultati dell'analisi sono riportati nella Tabella 9.11, Tabella 9.12 e Tabella 9.13 e nelle successive figure.

Tabella 9.11 – Parametri finanziari dell'analisi di redditività dello SCN1– Scenario ottimale TRS≤15 anni

PARAMETRI FINANZIARI		
Anni Costruzione	n_i	1
Anni Gestione Servizio	n_s	14
Anni Concessione	n	15
Anno inizio Concessione	n_0	2020
Anni dell'ammortamento	n_A	10
Saggio Cassa Deposito e Prestiti	k_{CdP}	2,00%
Costo Capitale Azienda	WACC	4,00%
$k_{progetto} = \text{Max}(WACC; k_{CdP})$	$k_{progetto}$	4,00%
Inflazione ISTAT	f	0,50%
deriva dell'inflazione	f'	0,70%
%, interessi debito	k_D	3,82%
%, interessi equity	k_E	9,00%
Aliquota IRES	IRES	24,0%
Aliquota IRAP	IRAP	3,9%
Aliquota fiscale	τ	27,90%
Anni debito (finanziamento)	n_D	10
Anni Equity	n_E	14
Costi d'Investimento diretti, IVA incl.	I_0	€ 20.229
Oneri Finanziari (costi indiretti)	%Of	3,00%
Costi d'Investimento indiretti, IVA incl.	Of	€ 607
Costi d'Investimento (diretti+Indiretti) , IVA incl.	CAPEX	€ 20.836
%CAPEX a Debito	D	80,0%
%CAPEX a Equity	E	20,00%
Debito	I_D	€ 16.669
Equity	I_E	€ 4.167
Fattore di annualità Debito	FA _D	8,30
Rata annua debito	q_D	€ 2.008
Costo finanziamento,(D+INT _D)	$q_D * n_D$	€ 20.078
Costi per interessi debito, INT _D	$INT_D = q_D * n_D - D$	€ 3.410

Tabella 9.12 – Parametri Economici dell’analisi di redditività dello SCN1

PARAMETRI ECONOMICI			
Costo annuo energia pre-intervento, IVA escl.	C_{E0}	€	10.641
Costo annuo O&M pre-intervento, IVA escl.	C_{M0}	€	5.502
Spesa PA pre-intervento (Baseline)	$C_{Baseline}$	€	16.143
Altri costi di gestione ESCo post-intervento, IVA escl.	C_{Altro}	€	-
Riduzione% costi fornitura Energia	$\% \Delta C_E$		4,3%
Riduzione% costi O&M	$\% \Delta C_M$		50,0%
Obiettivo riduzione spesa PA	$\% C_{Baseline}$		5,0%
Risparmio annuo PA garantito	45,6%	€	2.134
Risparmio annuo PA immediato durante la gestione	Risp.IM	€	807
Risparmio PA durante la concessione	14%	€	36.637
Risparmio annuo PA al termine della concessione	Risp.Term.	€	3.839
N° di Canoni annuali	anni		14
Utile lordo della ESCO	%CAPEX		29,15%
Costo Contrattuale ESCO €/anno IVA escl.	C_{ESCO}	€	434
Costi FTT €/anno IVA escl.	C_{FTT}	€	244
Costi CAPEX €/anno IVA escl.	C_{CAPEX}	€	650
Canone O&M €/anno	C_{nM}	€	2.856
Canone Energia €/anno	C_{nE}	€	11.152
Canone Servizi €/anno IVA escl.	C_{nS}	€	14.009
Canone Disponibilità €/anno IVA escl.	C_{nD}	€	1.327
Canone Totale €/anno IVA escl.	C_n	€	15.336
Aliquota IVA %	IVA		22%
Rimborso erariale IVA	R_{IVA}	€	3.648
Ricavi da Incentivi, esenti d'IVA	R_B	€	8.092
Durata Incentivi, anni	n_B		5
Inizio erogazione Incentivi, anno			2022

Tabella 9.13 – Risultati dell’analisi di redditività e sostenibilità finanziaria della SCN1

INDICATORI DI REDDITIVITA DEL PROGETTO PRE-IMPOSTE			
Tempo di Ritorno Semplice, Spb = Io / FC, Anni	T.R.S.		6,25
Tempo di Ritorno Attualizzato T.R.A., anni	T.R.A.		7,26
Valore Attuale Netto, VAN = VA - Io	VAN > 0	€	4.605
Tasso interno di rendimento del progetto	TIR > WACC		9,25%
Indice di Profitto	IP		22,76%
INDICATORI DI REDDITIVITA DELLA ESCO PRE-IMPOSTE			
Tempo di Ritorno Semplice, Spb = Io / FC, Anni	T.R.S.		2,15
Tempo di Ritorno Attualizzato T.R.A., anni	T.R.A.		2,40
Valore Attuale Netto, VAN = VA - Io	VAN > 0	€	3.969
Tasso interno di rendimento dell'azionista	TIR > ke		53,28%
Debit Service Cover Ratio	DCSR > 1,3		1,302
Loan Life Cover Ratio	LLLCR < 1		0,995
Indice di Profitto Azionista	IP		19,62%

Figura 9.10 –SCN1: Flussi di cassa del progetto

E102 – Scuola Comunale Infanzia “Chighizola”

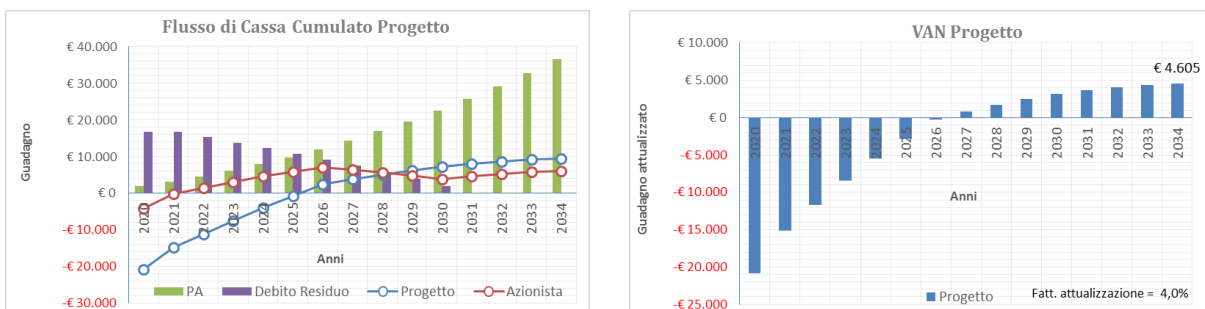


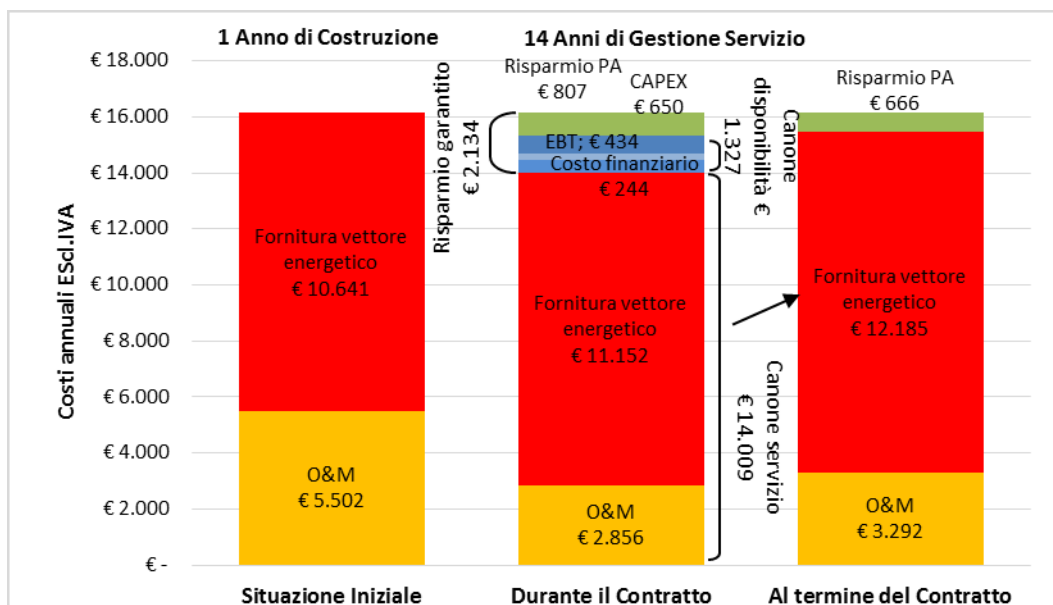
Figura 9.11 – SCN1: Flussi di cassa dell'azionista



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

Infine si è provveduto all’identificazione del possibile canone applicabile nel caso di attuazione dello scenario ottimale con incentivi attraverso la partecipazione di ESCO secondo lo schema di EPC descritto in Figura 9.12.

Figura 9.12 – Scenario 1: Schema di Energy Performance Contract



9.3.2 Scenario 2: Scenario ottimale TRS≤25 anni

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

EEM 1: Installazione di sistemi di termoregolazione

EEM 3: Installazione di un nuovo generatore di calore

Tabella 9.14 – Combinazione di EEM proposta per lo scenario 2

VOCE INVESTIMENTO	TOTALE (IVA ESCLUSA)	IVA AI 22%	TOTALE (IVA INCLUSA)
	[€]	[€]	[€]
EEM1 Fornitura & Posa	2447	538	2985
EEM3 Fornitura & Posa	12627	2778	15405
Costi per la sicurezza	452	99,5	552
Costi per la progettazione	1055	232	1287
TOTALE (I₀)	16581	3648	20229
VOCE MANUTENZIONE	C _{Mo} (IVA INCLUSA)	C _{Ms} (IVA INCLUSA)	C _M (IVA INCLUSA)
	[€]	[€]	[€]
EEM1 O&M	0	0	0
EEM3 O&M	1264	336	1600
TOTALE (C_M)	1264	336	1600
VOCE INCENTIVO	DESCRIZIONE	TOTALE (IVA INCLUSA)	
		[€]	
Incentivi	Conto termico	8092	
Durata incentivi		5	
Incentivo annuo		1618	

Nota (21): Incentivo calcolato secondo regole applicative del D.M. 16 febbraio 2016 previste dal conto termico 2.0. Per tali interventi la quota incentivabile della spesa ammissibile è pari al 40%.

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

Figura 9.13 – SCN2: Diagramma di Sankey relativo al fabbisogno termico post intervento

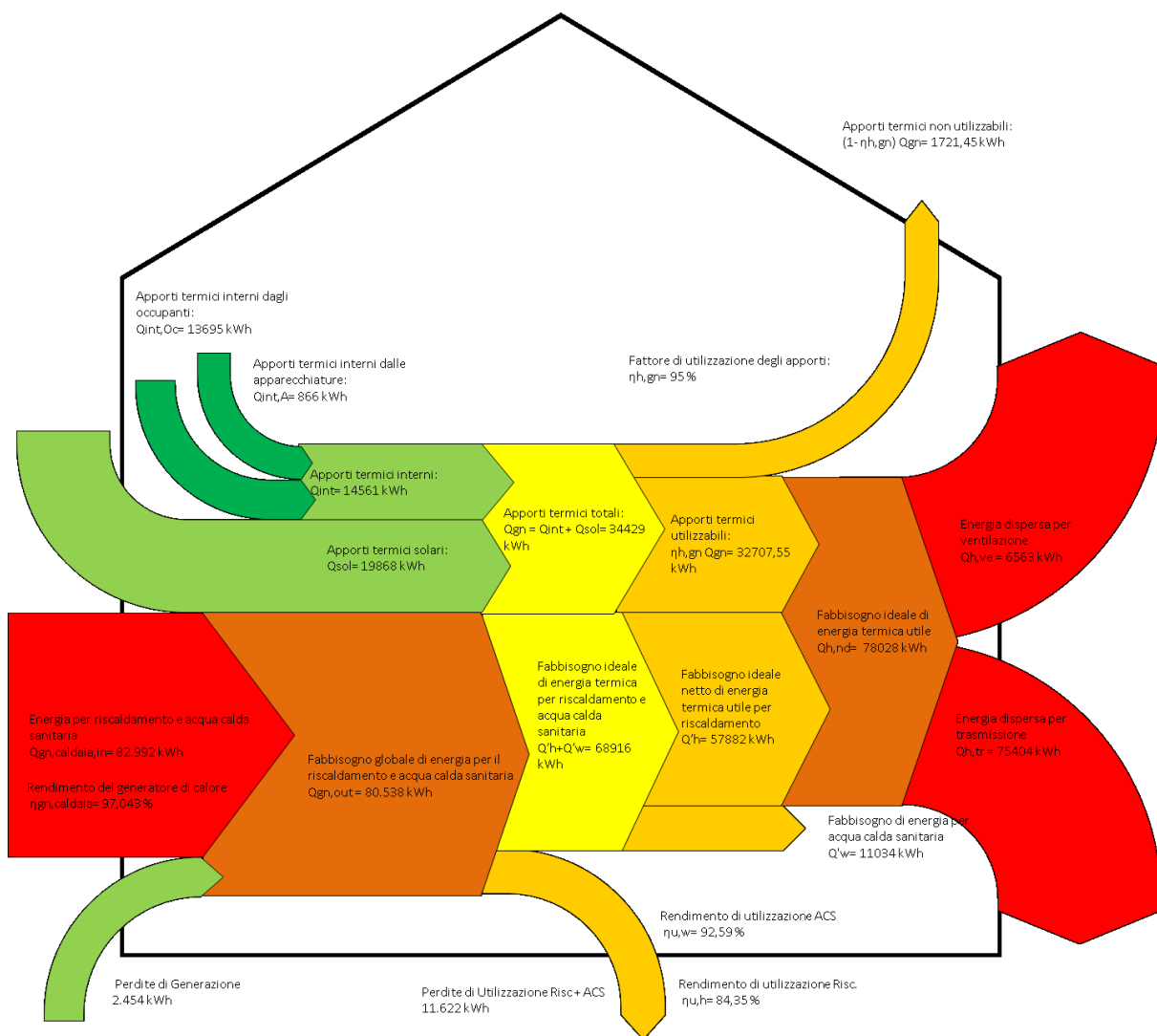
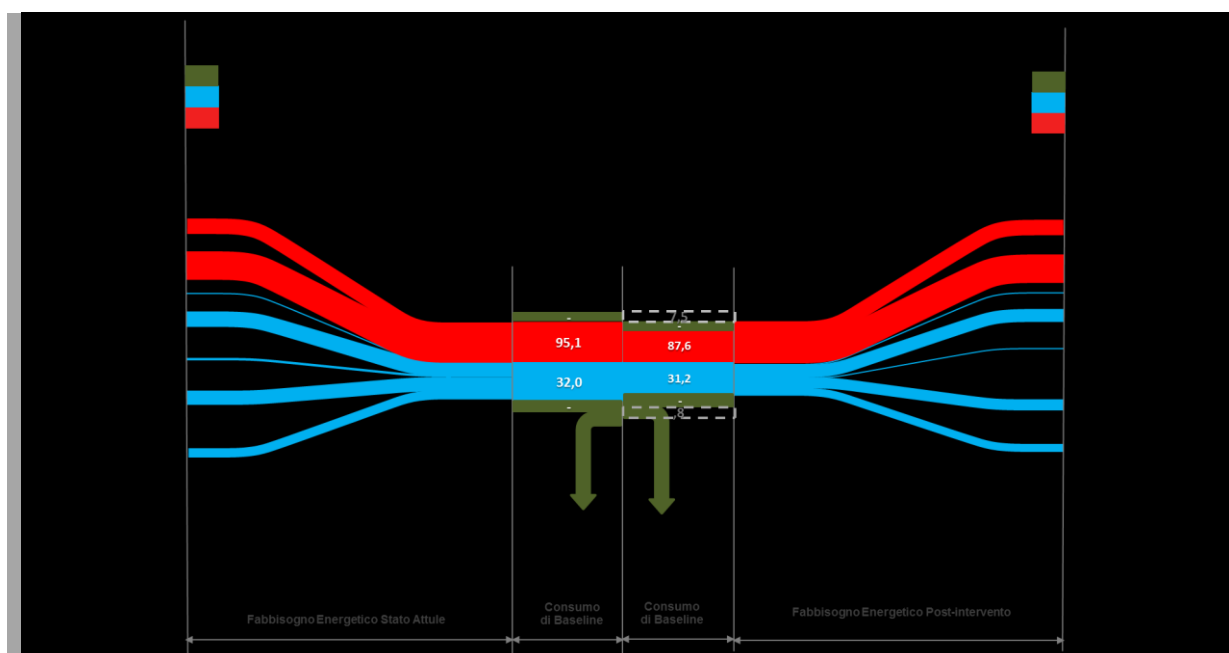


Figura 9.14 – SCN2: Bilancio energetico complessivo dell’edificio post intervento



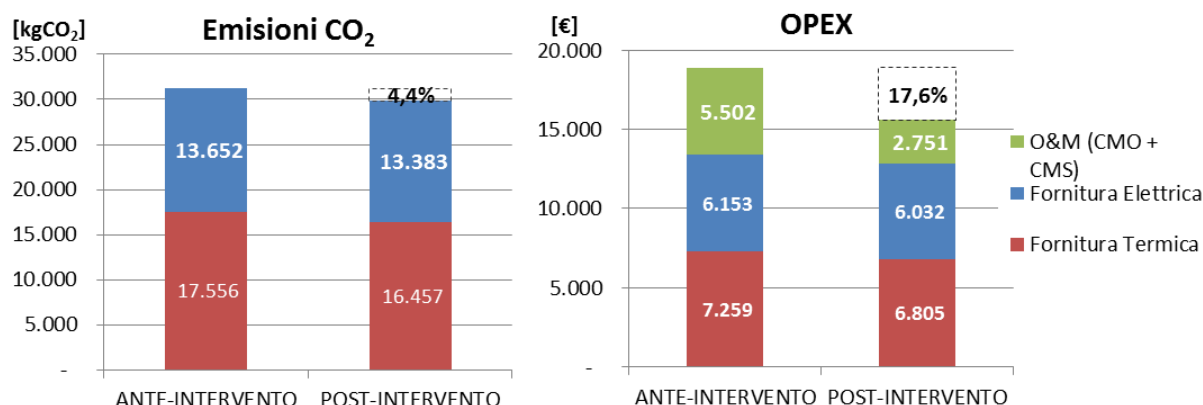
I miglioramenti ottenibili tramite l’attuazione dello Scenario 1 sono riportati nella Tabella 9.10 e nella Figura 9.9

Tabella 9.15 – Risultati analisi SCN2 – Scenario ottimale TRS \leq 25 anni

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE %
EM1 [Efficienza sottosistema di regolazione]	[%]	96%	99%	-3,1%
EM3 [Efficienza sottosistema di generazione]	[%]	93%	97%	-4,5%
$Q_{teorico}$	[kWh]	90.132	84.490	6,3%
$EE_{teorico}$	[kWh]	29.327	28.750	2,0%
$Q_{baseline}$	[kWh]	86.912	81.472	6,3%
$EE_{baseline}$	[kWh]	29.233	28.658	2,0%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	17.556	16.457	6,3%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	13.652	13.383	2,0%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	31.208	29.841	4,4%
Fornitura Termica, C_Q	[€]	7.259	6.805	6,3%
Fornitura Elettrica, C_{EE}	[€]	6.153	6.032	2,0%
Fornitura Energia, C_E	[€]	13.412	12.837	4,3%
C_{MO}	[€]	4.347	2.173	50,0%
C_{MS}	[€]	1.155	578	50,0%
O&M ($C_{MO} + C_{MS}$)	[€]	5.502	2.751	50,0%
OPEX	[€]	18.914	15.588	17,6%
Classe energetica	[-]	D	D	+0 classi

Nota (22) I fattori di emissione per il calcolo delle emissioni di CO₂ sono: 0,202 [kgCO₂/kWh] per il vettore termico gas naturale e 0,467 [kgCO₂/kWh] per il vettore elettrico- elettricità.

I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,065 [€/kWh] per il vettore termico gas naturale e 0,164 [€/kWh] per il vettore elettrico.

Figura 9.15 – SCN2: Riduzione dei costi operativi (OPEX) e delle emissioni di CO₂ a partire dalla baseline

E' stato quindi possibile presentare un modello semplificato di Piano Economico Finanziario (PEF) indicativo, i cui calcoli di dettaglio sono riportati all'Allegato L – Piano Economico Finanziario scenari. I risultati dell'analisi sono riportati nella Tabella 9.11, Tabella 9.12 e Tabella 9.13 e nelle successive figure.

Tabella 9.16 – Parametri finanziari dell'analisi di redditività dello SCN2– Scenario ottimale TRS≤25 anni

PARAMETRI FINANZIARI		
Anni Costruzione	n_i	1
Anni Gestione Servizio	n_s	24
Anni Concessione	n	25
Anno inizio Concessione	n_0	2020
Anni dell'ammortamento	n_A	10
Saggio Cassa Deposito e Prestiti	k_{CdP}	2,00%
Costo Capitale Azienda	WACC	4,00%
$k_{progetto} = \text{Max}(WACC; k_{CdP})$	$k_{progetto}$	4,00%
Inflazione ISTAT	f	0,50%
deriva dell'inflazione	f'	0,70%
%, interessi debito	k_D	3,82%
%, interessi equity	k_E	9,00%
Aliquota IRES	IRES	24,0%
Aliquota IRAP	IRAP	3,9%
Aliquota fiscale	τ	27,90%
Anni debito (finanziamento)	n_D	10
Anni Equity	n_E	24
Costi d'Investimento diretti, IVA incl.	I_0	€ 20.229
Oneri Finanziari (costi indiretti)	%Of	3,00%
Costi d'Investimento indiretti, IVA incl.	Of	€ 607
Costi d'Investimento (diretti+Indiretti) , IVA incl.	CAPEX	€ 20.836
%CAPEX a Debito	D	80,0%
%CAPEX a Equity	E	20,00%
Debito	I_D	€ 16.669
Equity	I_E	€ 4.167
Fattore di annualità Debito	FA _D	8,30
Rata annua debito	q_D	€ 2.008
Costo finanziamento,(D+INT _D)	$q_D * n_D$	€ 20.078
Costi per interessi debito, INT _D	INT _D = $q_D * n_D - D$	€ 3.410

Tabella 9.17 – Parametri Economici dell’analisi di redditività dello SCN2

PARAMETRI ECONOMICI			
Costo annuo energia pre-intervento, IVA escl.	C_{E0}	€	10.461
Costo annuo O&M pre-intervento, IVA escl.	C_{M0}	€	5.502
Spesa PA pre-intervento (Baseline)	$C_{Baseline}$	€	15.963
Altri costi di gestione ESCo post-intervento, IVA escl.	C_{Altro}	€	-
Riduzione% costi fornitura Energia	$\% \Delta C_E$		4,3%
Riduzione% costi O&M	$\% \Delta C_M$		50,0%
Obiettivo riduzione spesa PA	$\% C_{Baseline}$		4,0%
Risparmio annuo PA garantito	45,6%	€	1.367
Risparmio annuo PA immediato durante la gestione	Risp.IM	€	639
Risparmio PA durante la concessione	14%	€	81.740
Risparmio annuo PA al termine della concessione	Risp.Term.	€	4.317
N° di Canoni annuali	anni		24
Utile lordo della ESCO	%CAPEX		23,94%
Costo Contrattuale ESCO €/anno IVA escl.	C_{ESCO}	€	208
Costi FTT €/anno IVA escl.	C_{FTT}	€	142
Costi CAPEX €/anno IVA escl.	C_{CAPEX}	€	379
Canone O&M €/anno	C_{nM}	€	2.930
Canone Energia €/anno	C_{nE}	€	11.666
Canone Servizi €/anno IVA escl.	C_{nS}	€	14.596
Canone Disponibilità €/anno IVA escl.	C_{nD}	€	729
Canone Totale €/anno IVA escl.	C_n	€	15.324
Aliquota IVA %	IVA		22%
Rimborso erariale IVA	R_{IVA}	€	3.648
Ricavi da Incentivi, esenti d'IVA	R_B	€	8.092
Durata Incentivi, anni	n_B		5
Inizio erogazione Incentivi, anno			2022

Tabella 9.18 – Risultati dell’analisi di redditività e sostenibilità finanziaria della SCN2

INDICATORI DI REDDITIVITA DEL PROGETTO PRE-IMPOSTE			
Tempo di Ritorno Semplice, $Spb = Io / FC$, Anni	T.R.S.		5,98
Tempo di Ritorno Attualizzato T.R.A., anni	T.R.A.		6,77
Valore Attuale Netto, $VAN = VA - Io$	VAN < 0	€	5.043
Tasso interno di rendimento del progetto	#NUM!		10,55%
Indice di Profitto	IP		24,93%
INDICATORI DI REDDITIVITA DELLA ESCO PRE-IMPOSTE			
Tempo di Ritorno Semplice, $Spb = Io / FC$, Anni	T.R.S.		2,05
Tempo di Ritorno Attualizzato T.R.A., anni	T.R.A.		2,27
Valore Attuale Netto, $VAN = VA - Io$	VAN > 0	€	4.864
Tasso interno di rendimento dell'azionista	TIR < ke		59,65%
Debit Service Cover Ratio	DSCR < 1,3		1,373
Loan Life Cover Ratio	LLLCR < 1		0,919
Indice di Profitto Azionista	IP		24,04%

E102 – Scuola Comunale Infanzia “Chighizola”

Figura 9.16 –SCN2: Flussi di cassa del progetto

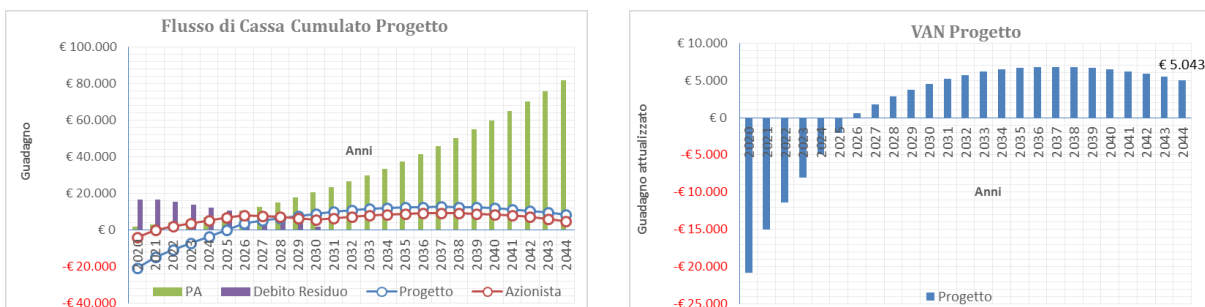
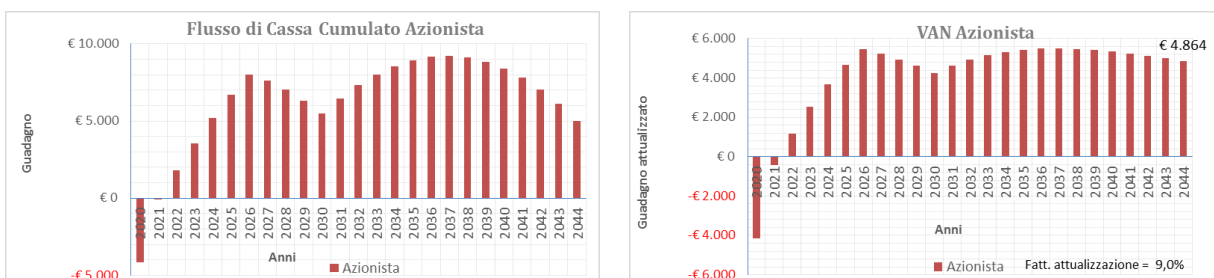


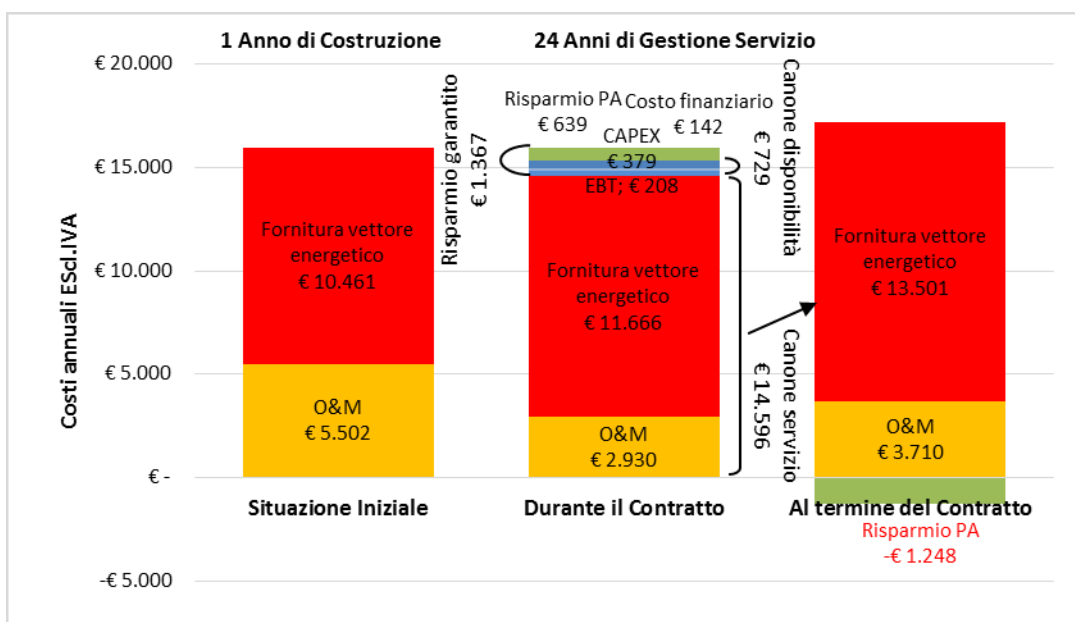
Figura 9.17 – SCN2: Flussi di cassa dell'azionista



Dall’analisi effettuata è emerso che nel suo complesso lo scenario su 25 anni non risulta conveniente. Probabilmente come dimostrato dal valore degli indicatori economici raggiunti, il valore complessivo dell’investimento non giustifica il coinvolgimento di una ESCO e di un soggetto finanziatore, pertanto il risparmio fornito dall’intervento non è in grado di compensare gli oneri finanziari previsti nel PEF.

Infine si è provveduto all’identificazione del possibile canone applicabile nel caso di attuazione dello scenario ottimale con incentivi attraverso la partecipazione di ESCO secondo lo schema di EPC descritto in Figura 9.12.

Figura 9.18 – Scenario 2: Schema di Energy Performance Contract



10 CONCLUSIONI

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

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

riassunto degli indici di performance energetica

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

10.1 RIASSUNTO DEGLI INDICI DI PERFORMANCE ENERGETICA

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

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

INDICE DI PRESTAZIONE ENERGETICA	U.M.	ANTE INTERVENTO		SCN1		SCN2		
		ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE	ENERGIA PRIMARIA A TOTALE	ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE	ENERGIA PRIMARIA TOTALE	ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE	ENERGIA PRIMARIA TOTALE	
Globale non rinnovabile	EP _{gl}	kWh/m ² q anno	154.47	166.74	146,46	158,36	146,46	158,36
Climatizzazione invernale	EP _H	kWh/m ² q anno	90	90.6	82,07	82,26	82,07	82,26
Produzione di acqua calda sanitaria	EP _w	kWh/m ² q anno	45.6	52.8	45,55	7,16	45,55	7,16
Ventilazione	EP _v	kWh/m ² q anno	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]
Raffrescamento	EP _c	kWh/m ² q anno	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]
Illuminazione artificiale	EP _L	kWh/m ² q anno	18.8	23.4	18,84	4,54	18,84	4,54
Trasporto di persone e cose	EP _T	kWh/m ² q anno	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]
Emissioni equivalenti di CO ₂	CO _{2eq}	Kg/mq anno	30.6	33	28	31	28	31

10.2 RIASSUNTO DEGLI SCENARI DI INVESTIMENTO E DEI PRINCIPALI RISULTATI

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

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

Gli interventi “to be lean” simulati sono stati:

EEM 1: Termoregolazione

EEM 2: Efficientamento impianto di illuminazione mediante trasformazione a LED

Gli interventi “to be clean” simulati sono stati:

EEM 3: Efficientamento sistema di generatore

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

Interventi previsti nello scenario a 15 anni:

- EEM 1: Termoregolazione
- EEM 3: Efficientamento sistema di generatore

Interventi previsti nello scenario a 25 anni:

- EEM 1: Termoregolazione
- EEM 3: Efficientamento sistema di generatore

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

		CON INCENTIVI												
		% Δ _E	% Δ _{CO2}	ΔC_E	ΔC_{MO}	ΔC_{MS}	I_0	TRS	TRA	VAN	TIR	IP	DSC R	LLCR
priorità		%	%	€/anno	€/anno	€/anno	€	anni	anni	€	%	-		
4	EEM 1	2,1	2,2	287	0	0	-3.284	11,1	15,6	-132<0	3,3	-0,04	[n/a]	[n/a]
1	EEM 2	6,4	6,31	856	0	0	-26.326	10,6	11,9	-8.939<0	-8,6	-0,34	[n/a]	[n/a]

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

		CON INCENTIVI												
		% Δ _E	% Δ _{CO2}	ΔC_E	ΔC_{MO}	ΔC_{MS}	I_0	TRS	TRA	VAN	TIR	IP	DSC R	LLCR
priorità		%	%	€/anno	€/anno	€/anno	€	anni	anni	€	%	-		
EEM 3	1,1	1,2	153	2.173	578	-16.945	3,9	4,4	17.504>0	20	1,03	[n/a]	[n/a]	

Tabella 10.4 – Sintesi dei risultati della valutazione economico-finanziaria delle misure di efficienza energetica scenari di intervento a 15 e 25 anni, caso con incentivi

		CON INCENTIVI												
		% Δ _E	% Δ _{CO2}	ΔC_E	ΔC_{MO}	ΔC_{MS}	I_0	TRS	TRA	VAN	TIR	IP	DSC R	LLCR
priorità		%	%	€/anno	€/anno	€/anno	€	anni	anni	€	%	-		
SCN 1	4,3	4,4	575*	1.695*	451*	-20.228	2,1	2,4	3.969	53,3	19,6	1,3	0,99	
SCN 2	4,3	4,4	575*	1.695*	451*	-20.228	2,05	2,3	4.864	59,7	24	1,4	0,9	

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

10.3 CONCLUSIONI E COMMENTI

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

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

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

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

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

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

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

ALLEGATO A – ELENCO DOCUMENTAZIONE FORNITA DALLA COMMITTENZA

Titolo	Data	Nome file
01_Planimetrie	08.11.17	01_Involucro E00102, PIAN1, PIAN1SS, PIAN2, PIAN1, PIANTC
		02_Termici 104_MAT COPM CHIGHIZOLA, 104-P00-006- CENTRALE TERMICA, L1-042-104-P00, L1- 042-104-P01, L1-042-104-P00-Checklist, L1- 042-104-P01-Checklist
		03_Elettrici vuoto
02_Manutenzioni	08.11.17	01_Involucro vuoto
		02_Termici vuoto
		03_Elettrici vuoto
		04_FER vuoto
03_Consumi (Bollette elettricità 2014)	23.07.18	5700065499, 5700098221, 5700134954 5700176200, 5700214973, 5700248946 5700291259, 5700345571, 5700411457 5700373395, 5700477402, 5700477402
03_Consumi (Bollette elettricità 2015)	23.07.18	5700510846, 5750081986, 5700544221 E000140843, E000163928, E000175671, E000337521, E000234064, E000281519, E000163928, E000386675, E000432862, E000483581, E000018556, E000084133, E000310244, E000150589
03_Consumi (Bollette elettricità 2016)	23.07.18	E000150589, E000084134, E000194172 E000334603, E000238236, E000334603 E000150589, E000194172, E000194172 E000238236, E000278553, E000334603 011640087946, 011640025275, 011640048519, 011640074903, 011640126640, 011740042571 011640100078, 011740001581
03_Consumi (Bollette gas 2014)	23.07.18	20141121745
03_Consumi (Bollette gas 2015)	23.07.18	20151883, P150007518, P150015576 P150019771, P150032667, P150037967 P150048624, P160003881
03_Consumi (Bollette gas 2016)	23.07.18	P160012671, P160023980, P160031417 EX15066/2016, P160041242, EX19107/2016 EX22893/2016, P160053190, EX26900/2016 EX31010/2016, EX33534/2016, EX38844/2016, EX43773/2016, EX03011/2017
Tabella riepilogativa scuole	19.07.18	kyotoBaseline-E102_rev10.xls

ALLEGATO B – ELABORATI

Titolo	Data	Nome file
Allegato B Elaborati	27.07.18	
Tavola con indicazione di impianti e zone termiche (dwg, PDF)		DE_Lotto.9.E102_Elaborati_C
		DE_Lotto.9.E102_Elaborati_P1
		DE_Lotto.9.E102_Elaborati_P2
		DE_Lotto.9.E102_Elaborati_T
Planimetria catastale		DE_Lotto.9- E102_Elaborati_Plan_Catastale.pdf
Foto Sopralluogo		
File Grafici		DE_Lotto.9-E102-AllegatoB-Grafici

ALLEGATO C – REPORT DI INDAGINE TERMOGRAFICA

Titolo	Data	Nome file
Allegato C E102	14.05.18	Allegato C E102.doc

ALLEGATO D – REPORT RELATIVI AD ALTRE PROVE DIAGNOSTICHE STRUMENTALI

Titolo	Data	Nome file
ALLEGATO D Report relativi ad altre prove diagnostiche strumentali	14.05.18	Lotto.9_Report prove diagnostiche strumentali_E102.doc

ALLEGATO E – RELAZIONE DI DETTAGLIO DEI CALCOLI

Titolo	Data	Nome file
ALLEGATO E Relazione di dettaglio dei calcoli	14.05.18	DE_E102_Baseline – Calcoli.rtf

ALLEGATO F – CERTIFICATO CTI SOFTWARE

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

ALLEGATO G – ATTESTATO DI PRESTAZIONE ENERGETICA

Titolo	Data	Nome file
APE STATO DI FATTO	14/05/18	DE_E102_APE_Baseline.rtf

ALLEGATO H – BOZZA DI APE SCENARI

Titolo	Data	Nome file
APE SCENARIO 15 ANNI	14/05/18	DE_E102_APE_SCN15anni_ - APE2015.rtf
APE SCENARIO 25 ANNI	14/05/18	DE_E102_APE_SCN25anni_ APE2015.rtf

ALLEGATO I – DATI CLIMATICI

Titolo	Data	Nome file
ALLEGATO I Dati climatici	14.05.18	GG_Lotto.9-E102..xls

ALLEGATO J – SCHEDE DI AUDIT

Titolo	Data	Nome file
ALLEGATO J Schede Audit	14.05.18	E 102_Scheda Audit_Template_rev2.xls

ALLEGATO K – SCHEDE ORE

Titolo	Data	Nome file
ALLEGATO K Schede ORE	14.05.18	Schede ORE_E 102.doc

ALLEGATO L – PIANO ECONOMICO FINANZIARIO SCENARI

Titolo	Data	Nome file
ANALISI PEF E102	14/05/18	E102_AnalisiPEF.xlsx

ALLEGATO M – REPORT DI BENCHMARK

Titolo	Data	Nome file
ALLEGATO M Report di Benchmark	14.05.18	Lotto.9_benchmark E102.doc

ALLEGATO N – CD-ROM