

SCUOLA MEDIA "DURAZZO"

E.22

VIA ALDO CASOTTI N. 11A

RAPPORTO DI DIAGNOSI ENERGETICA

FONDO KYOTO - SCUOLA 3



Luglio/2018

COMUNE DI GENOVA
STRUTTURA DI STAFF - ENERGY MANAGER



COMUNE DI GENOVA



SCUOLA MEDIA “DURAZZO”

E.22

VIA ALDO CASOTTI N. 11A

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	Daniela Di Fazio Stefano Dotta Mauro Cornaglia Angela Baccaro Vincenzo Cuzzola	Sergio Ravera Daniela Di Fazio	Stefano Dotta	Prima Pubblicazione
B	26/07/2018	Daniela Di Fazio Stefano Dotta Mauro Cornaglia Angela Baccaro Vincenzo Cuzzola	Sergio Ravera Daniela Di Fazio	Stefano Dotta	Ultima Pubblicazione

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

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

INDICE

PAGINA

EXECUTIVE SUMMARY	5
1 INTRODUZIONE	7
1.1 PREMessa	7
1.2 SCOPO DELLA DIAGNOSI ENERGETICA	7
1.3 RIFERIMENTO E CONTATTI AUDITOR E PERSONALE COINVOLTO.....	8
1.4 IDENTIFICAZIONE DELL'EDIFICIO.....	8
1.5 METODOLOGIA DI LAVORO	9
1.6 STRUTTURA DEL REPORT	12
2 DATI DELL'EDIFICIO.....	13
2.1 INFORMAZIONI SUL SITO	13
2.2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE, SOCIO-ECONOMICO E DESTINAZIONE D'USO	13
2.3 VERIFICA DEI VINCOLI INTERFERENTI SULLE PARTI DELL'IMMOBILE INTERESSATE DAGLI 'INTERVENTI.....	14
2.4 MODALITÀ DI GESTIONE E MANUTENZIONE DI EDIFICI ED IMPIANTO.....	16
3 DATI CLIMATICI	18
3.1 DATI CLIMATICI DI RIFERIMENTO.....	18
3.2 DATI CLIMATICI REALI.....	19
3.3 ANALISI DELL'ANDAMENTO DEI DATI CLIMATICI E PROFILI ANNUALI DEI GRADI GIORNO	19
4 AUDIT EDIFICIO E IMPIANTI ELETTRICI E MECCANICI	21
4.1 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE DELL'INVOLUCRO EDILIZIO.....	21
4.1.1 <i>Involucro opaco</i>	21
4.1.2 <i>Involucro trasparente</i>	24
4.2 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO DI RISCALDAMENTO/ CLIMATIZZAZIONE INVERNALE.....	25
4.2.1 <i>Sottosistema di emissione</i>	25
4.2.2 <i>Sottosistema di regolazione</i>	26
4.2.3 <i>Sottosistema di distribuzione</i>	27
4.2.4 <i>Sottosistema di generazione</i>	29
4.3 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO PRODUZIONE ACQUA CALDA SANITARIA	30
4.4 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO ELETTRICO E PRINCIPALI UTENZE ELETTRICHE	31
4.5 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO ILLUMINAZIONE	32
5 CONSUMI RILEVATI	34
5.1 CONSUMI ENERGETICI STORICI PER CIASCUN VETTORE E CONNESSIONE ALLE RETI GAS NATURALE ED ELETTRICA.....	34
5.1.1 <i>Energia termica</i>	34
5.1.2 <i>Energia elettrica</i>	37
5.2 INDICATORI DI PERFORMANCE ENERGETICI ED AMBIENTALI	40
6 MODELLO DEL FABBISOGNO ENERGETICO.....	44
6.1 METODOLOGIA DI CALCOLO ADOTTATA E VALIDAZIONE DEI MODELLI DI CALCOLO	44
6.1.1 <i>Validazione del modello termico</i>	45
6.1.2 <i>Validazione del modello elettrico</i>	46
6.2 FABBISOGNI ENERGETICI.....	46
6.3 PROFILI ENERGETICI MENSILI.....	48
7 ANALISI DEI COSTI PRE-INTREVENTO.....	50
7.1 COSTI RELATIVI ALLA FORNITURA DEI VETTORI ENERGETICI	50
7.1.1 <i>Vettore termico</i>	50
7.1.2 <i>Vettore elettrico</i>	53
7.2 TARIFFE E PREZZI VETTORI ENERGETICI UTILIZZATI NELL'ANALISI.....	57
7.3 COSTI DI GESTIONE E MANUTENZIONE DI EDIFICIO ED IMPIANTI.....	57
7.4 BASELINE DEI COSTI.....	58
8 IDENTIFICAZIONE DELLE MISURE DI EFFICIENZA ENERGETICA	59

8.1	DESCRIZIONE, FATTIBILITÀ E PRESTAZIONI DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI	59
8.1.1	<i>Involucro edilizio</i>	59
8.1.1	<i>Impianto riscaldamento</i>	64
8.1.1	<i>Impianto produzione acqua calda sanitaria</i>	67
9	VALUTAZIONE ECONOMICO-FINANZIARIA.....	68
9.1	ANALISI DEI COSTI DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI CONSIDERATI FATTIBILI	68
9.2	ANALISI DI CONVENIENZA DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI CONSIDERATI FATTIBILI	73
9.3	IDENTIFICAZIONE DELLE SOLUZIONI INTEGRATE D’INTERVENTO E SCENARI D’INVESTIMENTO	80
9.3.1	<i>Scenario 1: Scenario ottimale TRS≤15 anni</i>	82
9.3.2	<i>Scenario 2: Scenario ottimale TRS≤25 anni</i>	87
10	CONCLUSIONI	94
10.1	RIASSUNTO DEGLI INDICI DI PERFORMANCE ENERGETICA	94
10.2	RIASSUNTO DEGLI SCENARI DI INVESTIMENTO E DEI PRINCIPALI RISULTATI	94
10.3	CONCLUSIONI E COMMENTI.....	A
	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		1875
Anno di ristrutturazione		2017
Zona climatica		D
Destinazione d'uso		E7 - Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli ed assimilabili
Superficie utile riscaldata	[m ²]	2.441,00
Superficie disperdente (S)	[m ²]	4.954,40
Volume lordo riscaldato (V)	[m ³]	15.804,21
Rapporto S/V	[1/m]	0,31
Superficie lorda aree interne (scaldate e non scaldate)	[m ²]	3.705,89
Superficie lorda aree esterne	[m ²]	2.981,80
Superficie lorda complessiva (aree interne ed esterne)	[m ²]	6.768,86
Tipologia generatore riscaldamento		Generatore tradizionale
Potenza totale impianto riscaldamento	[kW]	639
Potenza totale impianto raffrescamento	[kW]	[-]
Tipo di combustibile		Gas naturale
Tipologia generatore Acqua Calda sanitaria (ACS)		Boiler Elettrici
Emissioni CO2 di riferimento ⁽¹⁾	[t/anno]	65.1
Consumo di riferimento Gas Metano ⁽¹⁾	[kWh _{tit} /anno]	202331
Spesa annuale Gas Metano ⁽¹⁾	[€/anno]	15.477
Consumo di riferimento energia elettrica ⁽¹⁾	[kWh _{rel} /anno]	19.372
Spesa annuale energia elettrica ⁽¹⁾	[€/anno]	4.253

Nota (1): Valori di Baseline

Descrizione delle Misure di efficienza energetiche proposte:

- EEM 1: Realizzazione cappotto termico nella palestra
- EEM 2: Coibentazione della copertura della palestra
- EEM 3: Sostituzione degli infissi palestra e spogliatoi con altri aventi $U=1,66W/m^2K$
- EEM 4: Installazione impianto di termoregolazione
- EEM 5: Sostituzione del generatore di calore
- SCN1: Coibentazione pareti perimetrali esterne palestra, coibentazione copertura palestra, installazione di sistemi di termoregolazione, installazione di un nuovo generatore di calore
- SCN2: Sostituzione infissi palestra, coibentazione pareti perimetrali esterne palestra, coibentazione copertura palestra, installazione di sistemi di termoregolazione, installazione di un nuovo generatore di calore

Gli interventi proposti ed i relativi tempi di ritorno degli investimenti sono stati calcolati tenendo in considerazione un edificio con tutti i locali riscaldati. Durante il sopralluogo risultavano riscaldate solo alcune porzioni di edificio essendo stato recentemente ristrutturato. I dati occupazionali inseriti fanno riferimento alla reale occupazione dell'edificio rilevata nel dicembre 2017.

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 [€/ann o]	ΔC _{MO} [€/ann o]	ΔC _{MS} [€/ann o]	I ₀ [€]	n [anni]	TRS [anni]	TRA [anni]	VAN [€]	TIR [%]	IP [-]	DSCR	LLCR
EEM 1	9,6	9,7	1.893,1	0,0	0,0	-40.838	30	12,9	21,6	5.245>0	5,6	0,13	n/a	n/a
EEM 2	9,0	9,0	1.766,4	0,0	0,0	-38.968	30	13,7	22,7	4.140>0	5,3	0,11	n/a	n/a
EEM 3	7,5	7,5	1.476,2	0,0	0,0	-47.855	30	34,9	54,5	22.181<0	-1,1	-0,46	n/a	n/a
EEM 4	5,7	5,5	1.120,6	0,0	0,0	-8.963	15	12,8	17,8	1.443<0	1,2	-0,16	n/a	n/a
EEM 5	6,5	6,9	1.109	2.471	275	-45.714	15	6,7	8,8	11.856>0	8,9	0,26	n/a	n/a
SCN 1	25,4	26,5	3.910*	2.025	225	121.428	-	7	10,9	11.598	6,1	0,1	1,07	0,82
SCN 2	31,5	32,9	4.848*	2.025	225	169.283	-	8,8	13,8	35.483	7,2	0,21	1,02	1,04

*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

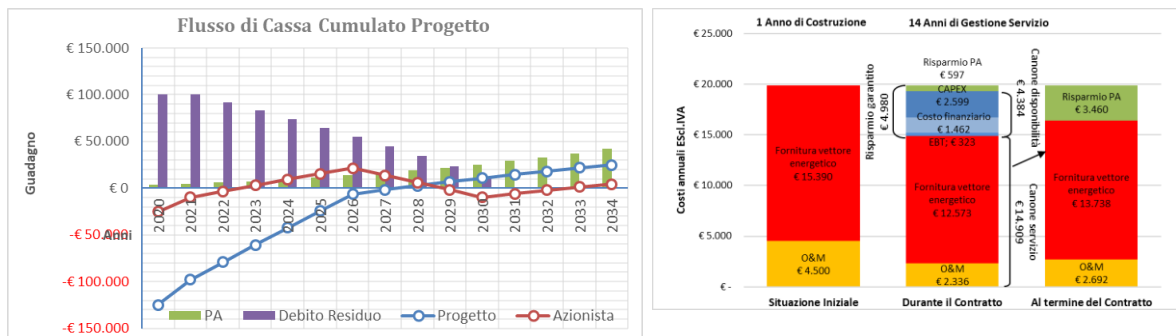
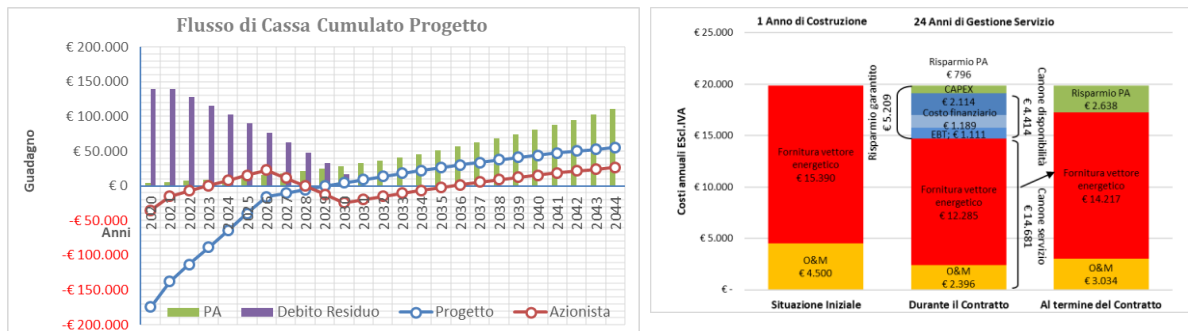


Figura 0.2 – Scenario 2: analisi finanziaria



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.

Figura 1.1 - Vista della facciata esposta a sud-ovest



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

1.2 SCOPO DELLA DIAGNOSI ENERGETICA

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

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

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

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

1.3 RIFERIMENTO E CONTATTI AUDITOR E PERSONALE COINVOLTO

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

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

Tabella 1.1 – Soggetti coinvolti nella realizzazione del processo di Audit

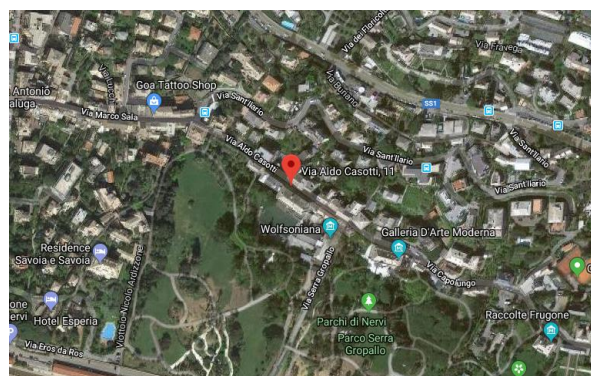
NOME E COGNOME	RUOLO	ATTIVITÀ SVOLTA
Daniela Di Fazio		Sopralluogo in sito
Mauro Cornaglia, Vincenzo Cuzzola		Elaborazione dei dati relativi ai consumi energetici
Daniela Di Fazio		Elaborazione dei dati geometrici ed alla creazione del modello energetico
Sergio Ravera	Responsabile involucro	Revisione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

1.4 IDENTIFICAZIONE DELL'EDIFICIO

L'immobile oggetto della DE, catastalmente individuato al NCEU a seguito dei controlli effettuati dalla società di Audit è risultato avere le seguenti coordinate catastali: Sezione NER F. 11 Mapp. 121 Sub. [-] è sito nel Comune di Genova e più precisamente nell'area del quartiere Nervi.

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

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		1875
Anno di ristrutturazione		2017
Zona climatica		D
Destinazione d'uso		[E7 - Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli ed assimilabili]
Superficie utile riscaldata	[m ²]	2.441,00
Superficie disperdente (S)	[m ²]	4.954,40
Volume lordo riscaldato (V)	[m ³]	15.804,21
Rapporto S/V	[1/m]	0,31
Superficie netta aree interne (scaldate e non scaldate)	[m ²]	2.624,74
Superficie lorda aree interne (scaldate e non scaldate)	[m ²]	3.705,89

Superficie lorda aree esterne	[m ²]	2.981,80
Superficie lorda complessiva (aree interne ed esterne)	[m ²]	6.768,86
Tipologia generatore riscaldamento		Generatore tradizionale
Potenza totale impianto riscaldamento	[kW]	639
Potenza totale impianto raffrescamento	[kW]	[-]
Tipo di combustibile		Gas naturale
Tipologia generatore Acqua Calda sanitaria (ACS)		Boiler Elettrici
Emissioni CO2 di riferimento ⁽¹⁾	[t/anno]	65.1
Consumo di riferimento Gas Metano ⁽¹⁾	[kWh _{th} /anno]	202331
Spesa annuale Gas Metano ⁽¹⁾	[€/anno]	15.477
Consumo di riferimento energia elettrica ⁽¹⁾	[kWh _{el} /anno]	19.372
Spesa annuale energia elettrica ⁽¹⁾	[€/anno]	4.253

Nota (1): Valori di Baseline

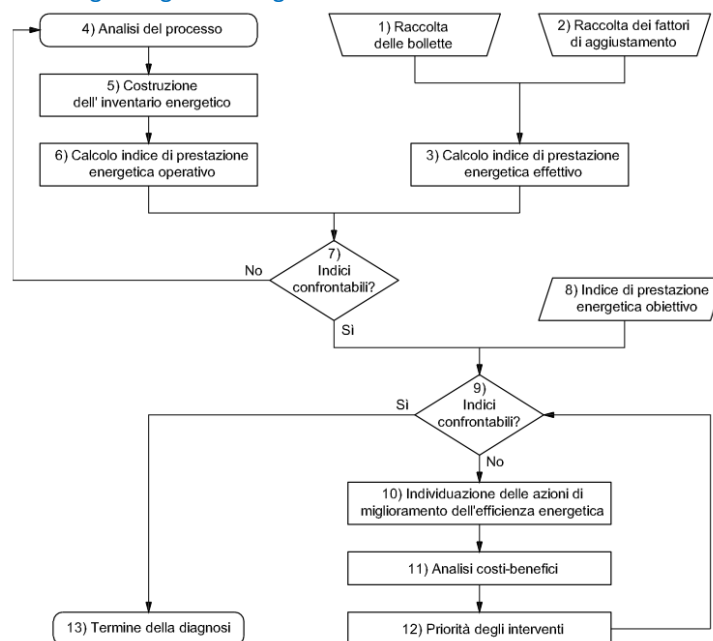
1.5 METODOLOGIA DI LAVORO

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 12/12/2017 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, Assital, 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 Genova Sant'Ilario 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;

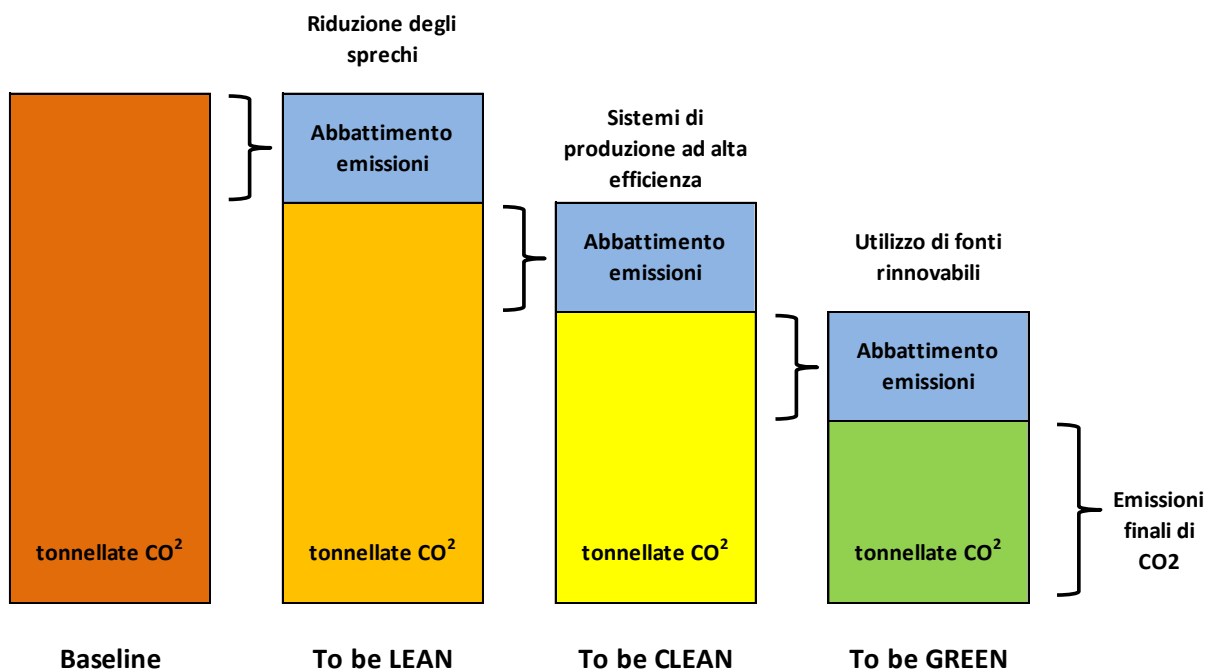
- k) Validazione del modello elaborato mediante il confronto con le baseline energetiche, al fine di ottenere uno scostamento inferiore al 5%;
- l) Analisi delle possibili EEM necessarie per la riqualificazione energetica del sistema edificio-impianto analizzando gli aspetti tecnici, energetici, ed ambientali.
- m) Simulazione del comportamento energetico dell'edificio a seguito dell'attuazione delle varie EEM proposte singolarmente, ed individuazione della nuova classe energetica raggiungibile;
- n) Definizione di due scenari ottimali a partire dalla combinazione delle singole EEM proposte al fine di conseguire un miglioramento del parametro di efficienza energetica dell'edificio superiore a due classi energetiche e tempi di ritorno inferiore 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 riqualificazioni degli impianti di generazione per la climatizzazione e, dopo, dall'installazione di tecnologie di generazione da fonti rinnovabili.

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

- TRS (Tempo di rientro semplice);

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

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

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

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

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

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

1.6 STRUTTURA DEL REPORT

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

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

2 DATI DELL'EDIFICIO

2.1 INFORMAZIONI SUL SITO

Lo strumento urbanistico vigente, il P.U.C approvato con DD n° 2015/118.0.0./18 con entrata in vigore il 3/12/2015, classifica l'edificio oggetto della DE in zona AC-US ambito di conservazione dell'impianto urbano storico che disciplina funzioni quali: residenze, strutture ricettive alberghiere, servizi privati, aree connettive urbane escluso le sale da gioco polivalenti, le sale scommesse, bagno e simili, uffici, artigianato minuto, esercizi di vicinato e medie strutture di vendita nei limiti dalla disciplina di settore.

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 Media Durazzo risale all'incirca al 1875 ed è stato recentemente ristrutturato nel tra il 2015 e il 2017, pertanto 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 necessario apportare varianti agli strumenti urbanistici né provvedere ad espropri o a variazioni di proprietà.

L'ipotesi di intervenire al fine di migliorarne l'efficienza energetica è innanzitutto volta ad una diminuzione delle emissioni di CO₂, la quale rientra negli obiettivi prefissati dal Comune di Genova all'interno del SEAP (Sustainable Energy Action Plan). Vista la tipologia di edificio e la recente ristrutturazione non si prevedono interventi sull'involucro edilizio. Fa eccezione la palestra, collegata al medesimo impianto di generazione del calore, con caratteristiche costruttive completamente diverse dall'edificio storico.

L'edificio ospitante il complesso scolastico oggetto

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

della DE è costituito complessivamente da sei piani fuori terra, nei quali si collocano le aule, l’aula magna, i bagni, la palestra e tutte le zone di distribuzione. L’edificio è stato oggetto di una recente ristrutturazione e della sostituzione dei serramenti esterni. Non sono stati forniti dalla Stazione Appaltante i dettagli dell’intervento di ristrutturazione. Si è proceduto, pertanto, facendo delle ipotesi sulla base dei dati rilevati. Dai consumi appare evidente che l’edificio è stato utilizzato in modo molto diverso nei 3 anni di riferimento considerati per la redazione della diagnosi energetica in quanto un anno presenta consumi dimezzati rispetto ai due precedenti. Da interviste fatte al personale scolastico è emerso che i serramenti erano già stati parzialmente sostituiti prima dell’intervento di ristrutturazione. Inoltre, durante il sopralluogo è emerso che molti dei locali della scuola non sono utilizzati. Infatti, i radiatori risultavano spenti in circa il 40% dei locali accessibili. Da queste premesse emerge che la diagnosi è il risultato di dati dedotti e non certi. 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. I dati riportati nella riguardano l’edificio rilevato (baseline 2) posteriore all’intervento di ristrutturazione, sul quale sono stati fatti i calcoli dei risparmi riguardanti gli interventi descritti.



Tabella 2.1 - Suddivisione in piani dell’edificio

PIANO	UTILIZZO	U.M.	SUPERFICIE LORDA COMPLESSIVA ⁽²⁾	SUPERFICIE UTILE RISCALDATA ⁽³⁾	SUPERFICIE UTILE RAFFRESCATA ⁽³⁾
Seminterrato	Spogliatoi, palestra scuola, corridoi di distribuzione, palestra esterna	[m ²]	1079,07	659,79	0,00
Terra	Ingresso, corridoi di distribuzione, aula magna, servizi	[m ²]	617,10	432,31	0,00
Primo	Aule, servizi, corridoi, scalone centrale	[m ²]	501,69	374,44	0,00
Secondo	Aule, servizi, corridoi	[m ²]	501,69	323,72	0,00
Terzo	Aule, servizi, corridoi	[m ²]	503,17	328,53	0,00
Quarto	Aule, servizi, corridoi	[m ²]	503,17	325,81	0,00
TOTALE		[m ²]	3.705,89	2.444,60	0,00

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

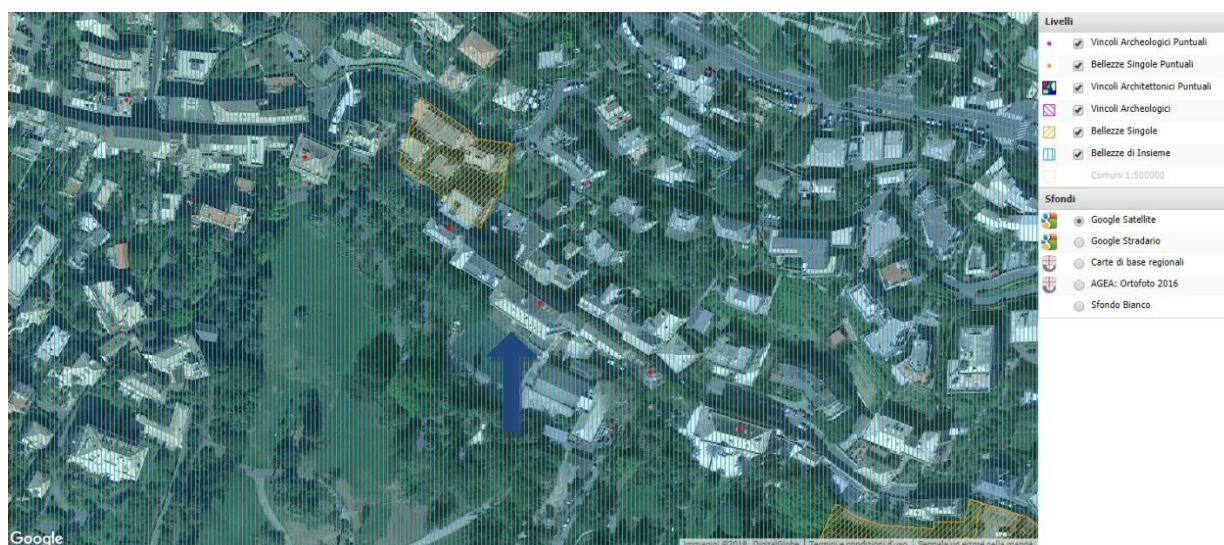
Nota (3): Superficie utile valutata ai fini della creazione del modello energetico

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

Dal punto di vista storico, l’edificio, già Grand Hotel Anglais in Genova/Nervi presenta interesse culturale in quanto l’edificio, risalente alla fine del XIX secolo, nonostante successive trasformazioni avvenute negli anni trenta del XX secolo, ha mantenuto intatti elementi tipici degli edifici alberghieri

di fine secolo, costituendo inoltre significativa testimonianza della tradizione turistica della delegazione di Nervi.

Figura 2.3 - Particolare estratto dalla carta dei vincoli



È stata effettuata una verifica sul portale della Regione Liguria dedicato agli edifici vincolati (www.liguriavincoli.it). L'edificio è stato **riconosciuto bene di interesse Culturale** ai sensi dell'art. 10 comma 1 del D.Lgs. 22 gennaio 2004, n. 42 (Vincolo 00210826). Si segnala che l'immobile risulta situato nelle immediate adiacenze dell'antico tracciato costiero identificabile con la vi consolare Aurelia Nova, costruita nel 200 a.C. dal console C. Aurelio Cotta e ricalcata dalla successiva viabilità medievale e post-medievale. Pertanto, qualora in futuro si dovessero eseguire lavori sugli immobili che comportino scavi nell'area del sedime di pertinenza, La Soprintendenza Archeologica della Liguria dovrà essere contattata in anticipo al fine di predisporre sopralluoghi ed eventuali prescrizioni di tutela.

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: Realizzazione cappotto termico nella palestra	Archeologico		Verifica da parte della Soprintendenza Archeologica nel caso vengano effettuati degli scavi
EEM 2: Coibentazione copertura della palestra	-		-
EEM 3: Sostituzione degli infissi della palestra e degli spogliatoi della scuola	-		Previo parere favorevole della Soprintendenza dei beni Architettonici (intervento comunque già effettuato su gran parte dell'edificio)
EEM 4: Installazione impianto di termoregolazione	-		-
EEM 5: Sostituzione del generatore di calore su scenario a 15 anni	-		-
EEM 5: Sostituzione del generatore di calore su scenario a 25 anni	-		-

Nota (4): Legenda livelli di interferenza:

	Non perseguibile
	Perseguibile tramite adozione misure di tutela indicate
	Interferenza nulla

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

2.4 MODALITÀ DI GESTIONE E MANUTENZIONE DI EDIFICI ED IMPIANTO

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

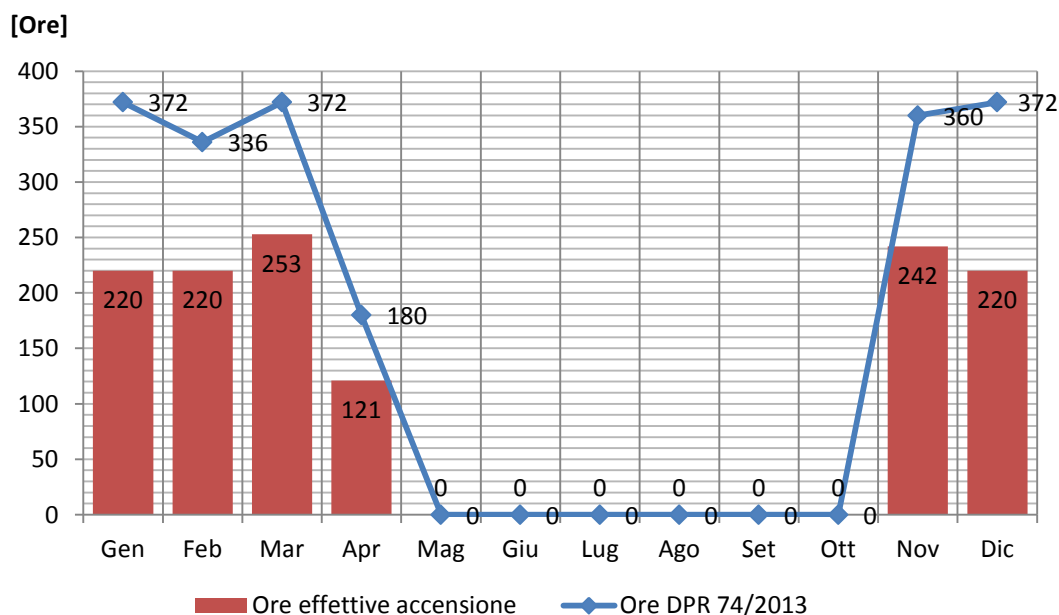
Gli orari di effettivo utilizzo dell’edificio sono stati ricavati tramite interviste al personale presente, mentre i periodi di attivazione e spegnimento degli impianti sono stati forniti dal Comune di Genova.

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.

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 988 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	54	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	988	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 Genova Sant'Ilario (44° 23' N 9° 3' E Altitudine 174 m).

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

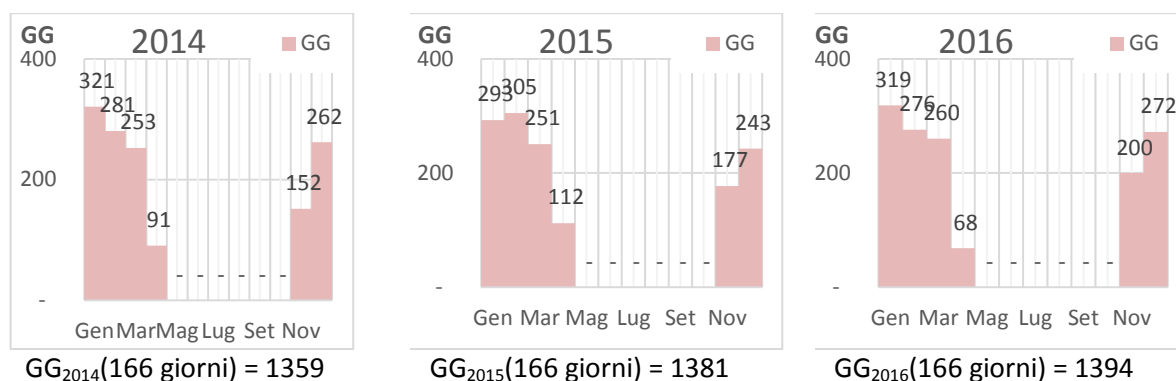
Figura 3.1 – Posizionamento della centralina meteo climatica rispetto all'edificio oggetto di DE



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

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

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

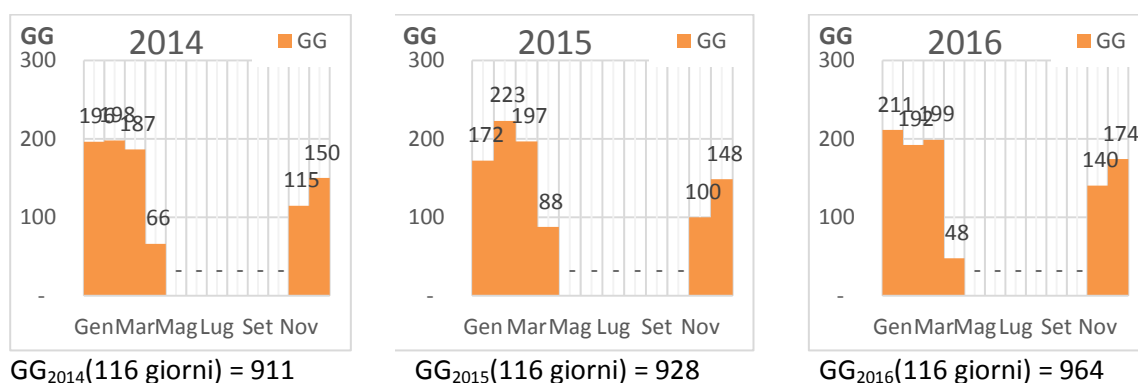


Considerando che il profilo di utilizzo degli impianti di riscaldamento prevede alcuni giorni di mancata accensione dell'impianto, come riportato nella Tabella 2.3, i GG reali sono stati ricalcolati in funzione del numero di giorni effettivi di accensione dell'impianto termico, pertanto si è ottenuto un valore di 911, 928 e 964 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



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 realizzato in muratura portante in pietra e laterizio. Fa eccezione la palestra esterna all'edificio, collegata al medesimo impianto, realizzata con muratura di tamponamento in laterizio a cassavuota con pilastri in CA. La copertura della palestra esterna è stata realizzata in legno con struttura reticolare in acciaio.

Tutti i solai dell'edificio principale sono stati realizzati in laterizio e legno (solaio verso sottotetto). Il volume dell'edificio è regolare e comprende il piano seminterrato dov'è collocata la palestra, dei bagni e gli spogliatoi. Una porzione del solaio verso sottotetto dell'edificio è stato recentemente coibentato con pannelli in lana di roccia con barriera a vapore in alluminio. Il volume riscaldato dell'edificio è stato recentemente modificato con un intervento iniziato nel 2015 e terminato nel 2017. La natura dell'intervento è stata solo dedotta in funzione delle planimetrie in possesso verificate in sede di sopralluogo. Non avendo avuto informazioni dettagliate sull'intervento di ristrutturazione dell'edificio si sono fatte delle ipotesi che, in sede di diagnosi energetica, ha creato la necessità di realizzare due modelli energetici relativamente allo stato di fatto dell'edificio: il primo per la “validazione del modello” al fine di confrontarlo con i consumi storici ipotizzando lo stato dell'edificio ante intervento. Si è pertanto creata la “baseline 1” con le caratteristiche dedotte dalle planimetrie del volume riscaldato precedente. La baseline 2 (contenente le informazioni aggiornate relativamente agli interventi ipotizzati in sede di sopralluogo relativi alla ristrutturazione dell'edificio) è stata successivamente realizzata ed utilizzata come punto di partenza per ipotizzare gli interventi migliorativi e l'analisi tecnico-economica.

Figura 4.1 - Particolare facciata interno cortile



Figura 4.2 - Particolare coibentazione solaio sottotetto



Va inoltre sottolineato, sempre in riferimento all’involucro edilizio, che trattandosi di un edificio di valenza storica e oggetto di un recente intervento architettonico (sostituzione degli infissi e sventramento di un volume dove erano localizzati i bagni per realizzare la scala antincendio, coibentazione di porzione di solaio verso sottotetto), non è possibile procedere a sostanziali interventi di efficientamento dell’involucro stesso. Può essere esclusa da questa considerazione la palestra esterna all’edificio ma riscaldata dalla medesima centrale termica.

Da quanto indicato dal personale della scuola le finestre dell’edificio sono state sostituite in data antecedente al 2014. Pertanto, nella baseline 1 sono state considerate nel modello energetico utilizzato per la validazione dei consumi.

Figura 4.3 - Particolare della facciata 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 e laterizio 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.

Per questa ragione non è stato necessario effettuare l’indagine termografica. 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	SPESSORE [cm]	ISOLAMENTO	TRASMITTANZA TERMICA [W/mqK]	STATO DI CONSERVAZIONE
Parete verticale	M1	50	Assente	1,366	Scadente
Parete verticale	M2	35	Assente	1,769	Scadente
Parete verticale	M3	69	Assente	1,060	Scadente

TIPO DI COMPONENTE	CODICE	SPESSORE [cm]	ISOLAMENTO	TRASMITTANZA TERMICA [W/mqK]	STATO DI CONSERVAZIONE
Parete verticale	M4	27	Assente	2,113	Scadente
Parete verticale	M6	27	Assente	2,113	Scadente
Parete verticale	M7	40	Assente	1,413	Scadente
Parete verticale	M8	60	Assente	1,072	Scadente
Parete verticale	M10	68	Assente	0,979	Scadente
Parete verticale	M11	15	Assente	1,765	Scadente
Parete verticale	M12	69	Assente	1,060	Scadente
Parete verticale	M13	20	Assente	2,509	Scadente
Parete verticale	M14	61	Assente	1,171	Scadente
Parete verticale	M15	76	Assente	0,980	Scadente
Parete verticale	M16	15	Assente	2,098	Scadente
Parete verticale	M17	40	Assente	1,611	Scadente
Parete verticale	M18	38,2	Assente	0,619	Scadente
Parete verticale	M19	74,2	Assente	0,472	Scadente
Parete verticale	M20	76	Assente	0,900	Scadente
Parete verticale	M21	13	Assente	1,837	Scadente
Parete verticale	M22	40	Assente	1,611	Scadente
Parete verticale	M500	45	Assente	1,043	Scadente
Copertura	S1	11,05	Presente	0,340	Buono
Copertura	S2	37,2	Assente	1,381	Sufficiente
Copertura	S3	37,2	Assente	1,381	Sufficiente
Copertura	S5	11,1	Assente	1,307	Scadente
Copertura	S6	25	Assente	1,408	Sufficiente
Copertura	S7	32	Assente	1,413	Sufficiente
Pavimento	P1	44,5	Assente	0,186	Sufficiente
Pavimento	P2	44,5	Assente	0,063	Sufficiente
Pavimento	P6	44,5	Assente	0,228	Sufficiente
Pavimento	P8	32	Assente	1,158	Sufficiente
Pavimento	P500	44,5	Assente	0,391	Sufficiente

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

4.1.2 Involucro trasparente

L’involucro trasparente che costituisce l’edificio è composto prevalentemente da serramenti in alluminio con vetrocamera e vetri bassoemissivi di recente sostituzione. Da quanto riferito dal personale scolastico i serramenti sono stati sostituiti prima del 2014.

Lo stato di conservazione degli stessi è buono. Nell’edificio sono comunque presenti dei serramenti non sostituiti in legno con vetro singolo e vetrocamera e serramenti in ferro con vetro singolo. Nel particolare caso della palestra (edificio distaccato rispetto a quello storico) i serramenti sono in ferro con vetro singolo.

Figura 4.2 - Particolare dei serramenti sostituiti



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
- Misuratore laser per le corrette verifiche dimensionali

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

Tabella 4.2 – Trasmittanze termiche dei componenti dell’involucro trasparente

TIPO DI COMPONENTE	CODICE	DIMENSIONI [HXL] [cm]	TIPO TELAIO	TIPO VETRO	TRASMITTANZA TERMICA [W/mqK]	STATO DI CONSERVAZIONE
Serramento verticale	W1	252x124	Alluminio	Vetro doppio	2,695	Buono
Serramento verticale	W2	261x124	Alluminio	Vetro doppio	2,644	Buono
Porta opaca REI	W3	214x145	Alluminio	-	2,829	Buono
Serramento verticale	W4	134x125	Alluminio	Vetro doppio	2,726	Buono
Serramento verticale	W6	162x188	Alluminio	Vetro doppio	2,677	Buono
Serramento verticale	W7	378x186	Alluminio	Vetro singolo	6,097	Buono
Serramento verticale	W8	268x108	Alluminio	Vetro singolo	6,090	Buono
Serramento verticale	W9	364x28	Legno	Vetro singolo	4,035	Scarso
Serramento verticale	W10	97x122	Legno	Vetro singolo	5,088	Scarso
Serramento verticale	W11	363x182	Alluminio	Vetro singolo	2,776	Buono
Serramento verticale	W12	104x54	Legno	Vetro singolo	4,824	Scarso
Serramento verticale	W13	366x181	Legno	Vetro doppio	2,941	Scadente
Serramento verticale	W14	272x115	Legno	Vetro doppio	3,334	Scadente
Serramento verticale	W15	140x64	Alluminio	Vetro doppio	3,331	Buono
Serramento verticale	W16	246x130	Alluminio	Vetro doppio	3,342	Buono
Serramento verticale	W100	350x123	Alluminio	Vetro doppio	3,194	Buono
Serramento verticale	W101	232x125	Alluminio	Vetro doppio	3,346	Buono
Serramento verticale	W102	242x98	Legno	Vetro singolo	4,699	Scadente
Serramento verticale	W103	115x98	Legno	Vetro singolo	4,555	Scadente

Serramento verticale	W200	344x123	Alluminio	Vetro doppio	3,191	Buono
Serramento verticale	W201	254x123	Alluminio	Vetro doppio	3,347	Buono
Serramento verticale	W202	232x125	Alluminio	Vetro doppio	3,346	Buono
Serramento verticale	W203	232x125	Alluminio	Vetro doppio	3,346	Buono
Serramento verticale	W204	259x176	Alluminio	Vetro doppio	3,389	Buono
Serramento verticale	W300	232x125	Alluminio	Vetro doppio	3,346	Buono
Serramento verticale	W500	95x189	Alluminio	Vetro singolo	5,901	Scarso
Serramento verticale	W501	95x189	Alluminio	Vetro singolo	5,901	Scarso
Porta opaca REI	W502	211x138	Alluminio	-	2,834	Buono
Serramento verticale	W503	216x131	Alluminio	Vetro doppio	2,697	Buono
Serramento verticale	W504	278x165	Alluminio	Vetro doppio	2,596	Buono
Serramento verticale	W505	62x180	Alluminio	Vetro doppio	3,245	Buono
Serramento verticale	W506	60x110	Alluminio	Vetro doppio	4,487	Buono
Serramento verticale	W507	279x148	Alluminio	Vetro singolo	6,248	Buono
Serramento verticale	W508	327x204	Legno	-	2,200	Sufficiente
Serramento verticale	W509	285x204	Metallo	Vetro singolo	5,994	Scarso
Serramento verticale	W510	120x204	Metallo	Vetro singolo	6,045	Scarso
Serramento verticale	W511	365x204	Metallo	Vetro singolo	5,968	Scarso
Serramento verticale	W512	253x154	Metallo	Vetro singolo	7,000	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 4.3 - 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 Media “Durazzo” e Liceo “King”	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	5	1,8	9,02	[-]	[-]
Primo	Incassato a parete	5	1,3	6,49	[-]	[-]
Secondo	Incassato a parete	21	1,23	25,8	[-]	[-]
Terzo	Incassato a parete	19	1,18	22,5	[-]	[-]
Quarto	Incassato a parete	20	1,7	33,8	[-]	[-]
TOTALE		70	1,4	97,6	[-]	[-]

Nota (4): La potenza termica di ciascun terminale è stata ottenuta secondo le disposizioni della norma EN 442-2, considerando un deltaT pari a 50 °C.

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

4.2.2 Sottosistema di regolazione

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

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

Figura 4.4 - Particolare del pannello di controllo di dell’impianto termico



Figura 4.5 – Orologio generale a servizio dell’impianto termico



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

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

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

ZONA TERMICA	TIPO DI REGOLAZIONE	RENDIMENTO
Scuola Media “Durazzo” e Liceo “King”	Climatica	96%

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

4.2.3 Sottosistema di distribuzione

Il sottosistema di distribuzione è costituito dai seguenti elementi:

- 1) Circuito primario di collegamento tra il sistema di generazione ed il collettore di mandata ai circuiti di distribuzione (fluido termovettore acqua);
- 2) Circuito secondario di mandata ai radiatori della scuola (fluido termovettore acqua);
- 3) Circuito secondario di mandata ai radiatori della palestra grande (fluido termovettore acqua);
- 4) Circuito secondario di mandata ai radiatori della palestra piccola (fluido termovettore acqua);
- 5) Pompa di circolazione gemellare (funzionamento alternato) asservita al circuito secondario dei radiatori della scuola;
- 6) Pompa di circolazione gemellare (funzionamento alternato) asservita al circuito secondario dei radiatori della palestra grande;
- 7) Pompa di circolazione gemellare (funzionamento alternato) asservita al circuito secondario dei radiatori della palestra piccola;

Circuito primario

Le temperature del fluido termovettore all’interno del circuito primario sono riportate nella Tabella 4.6.

Tabella 4.6 – Temperature di mandata e ritorno del circuito primario

CIRCUITO			TEMPERATURA RILEVATA ⁽⁵⁾	TEMPERATURA CALCOLO ⁽⁶⁾
			°C	°C
Primario	Mandata	Caldo	65	60
	Ritorno	Caldo	55	53

Nota (5): Valori ricavati in sede di sopralluogo

Nota (6): Valori utilizzati nel modello di calcolo

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.

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

- Circuito radiatori scuola;
- Circuito radiatori palestra grande;

- Circuito radiatori palestra piccola;

Le caratteristiche dei circolatori a servizio dei circuiti secondari sono riportate nella Tabella 4.7.

Tabella 4.7 - Riepilogo caratteristiche pompe circuito secondario

NOME		SERVIZIO	PORTATA ⁽⁷⁾ m ³ /h	PREVALENZA ⁽⁷⁾ kPa	POTENZA ASSORBITA ⁽⁸⁾ kW
Scuola Media “Durazzo” e Liceo “King”	Elettropompa gemellare Grundfos D65-60/2F	Mandata acqua calda a radiatori	42	58.8	0.49
Scuola Media “Durazzo” e Liceo “King”	Elettropompa gemellare Grundfos D65-60/2F	Mandata acqua calda a radiatori	42	58.8	0.49
Scuola Media “Durazzo” e Liceo “King”	Elettropompa gemellare Grundfos D65-60/2F	Mandata acqua calda a radiatori	42	58.8	0.49
TOTALE			126	176.4	1.47

Nota (7): Valori ricavati da dati di targa

Nota (8): Valori ricavati in sede di sopralluogo

Le temperature del fluido termovettore all'interno del circuito secondario sono riportate nella Tabella 4.8.

Tabella 4.8 – Temperature di mandata e ritorno del circuito secondario

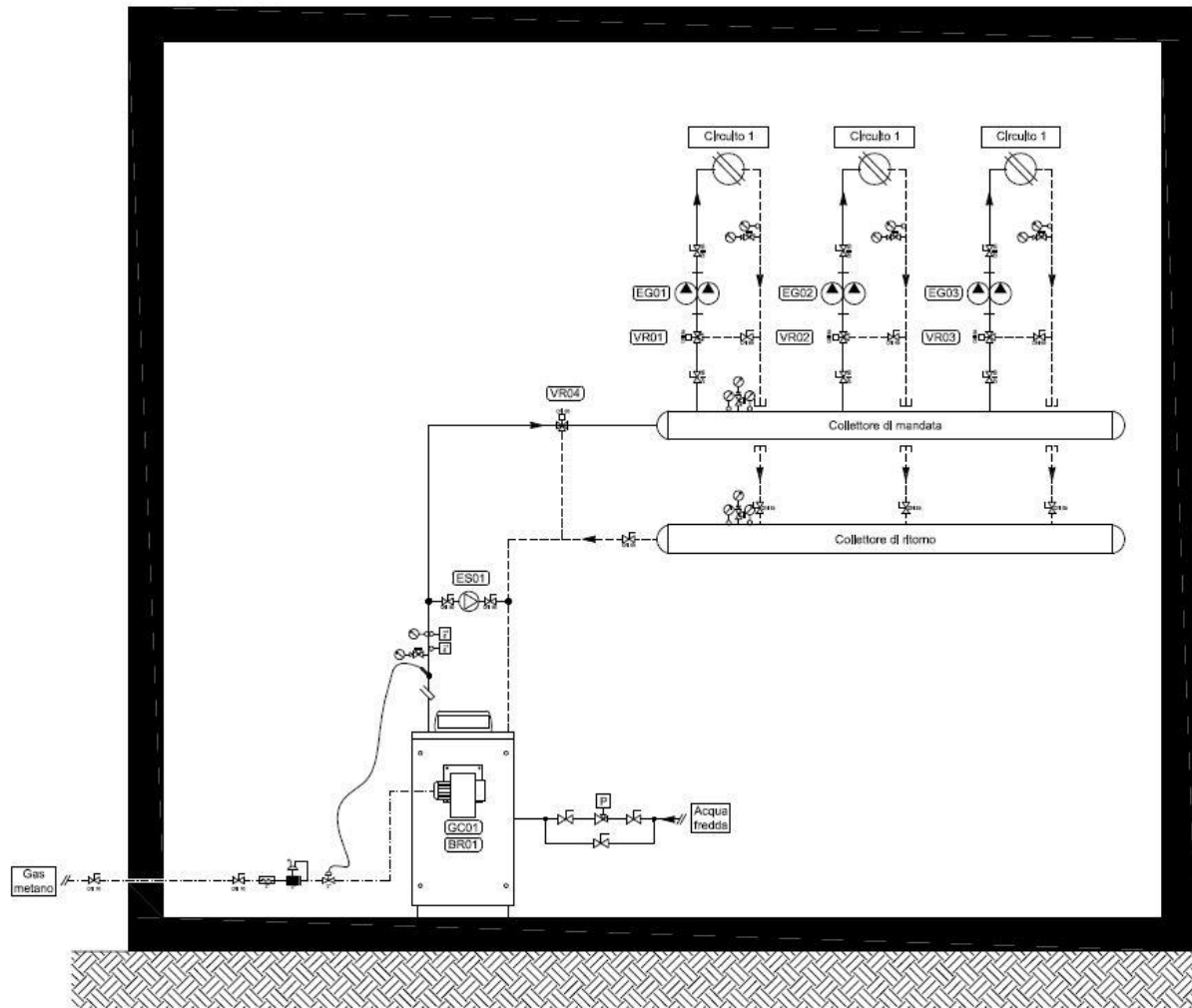
CIRCUITO			TEMPERATURA RILEVATA ⁽⁹⁾ °C	TEMPERATURA CALCOLO ⁽¹⁰⁾ °C
Scuola media “Strozzi”	Radiatori scuola	Mandata	65	58
Scuola media “Strozzi”	Radiatori scuola	Ritorno	55	51
Scuola media “Strozzi”	Radiatori palestra grande	Mandata	65	58
Scuola media “Strozzi”	Radiatori palestra grande	Ritorno	55	51
Scuola media “Strozzi”	Radiatori palestra piccola	Mandata	65	58
Scuola media “Strozzi”	Radiatori palestra piccola	Ritorno	55	51

Nota (9): Valori rilevati il giorno 12/12/2017 alle ore 13.00 con una temperatura esterna di circa 12°C

Nota (10): Valori utilizzati nel modello di calcolo

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 4.6 - Particolare dello schema di impianto [(Fonte: Tavola 225-S01-001-CENTRALE TERMICA.dwg)]



Il rendimento complessivo del sottosistema di distribuzione pari al 92% 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/Q C 639 con bruciatore bistadio Thermital TS 2.7 R.B.L.

Figura 4.7 - Particolare della caldaia Thermital THE/Q C 639

Figura 4.8 - Particolare del bruciatore Thermital TS 2.7 R.B.L



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

Tabella 4.9 - Riepilogo caratteristiche sistema di generazione

Gen	Servizio	MARCA	MODELLO	ANNO DI COSTRUZIONE	POTENZA AL FOCOLARE ⁽¹¹⁾	POTENZA TERMICA UTILE ⁽¹¹⁾	RENDIMENTO ⁽¹²⁾	POTENZA ASSORBITA COMPLESSIVA ⁽¹¹⁾
					[kW]	[kW]		[kW]
1	Riscaldamento	Thermital	THE/Q C 639	2006	639	587.9	94.8	1.4

Nota (11): Valore ricavato tramite letture dei dati di targa rilevati in sede di sopralluogo

Nota (12): il valore riportato nella prova fumi dell'impianto risulta superiore a quello calcolato attraverso il modello energetico dell'edificio. Tale scostamento tra i valori di rendimento è dovuto alle differenti condizioni ambientali in cui è stata effettuata la prova fumi rispetto a quelle di calcolo del modello

Il rendimento complessivo del sottosistema di generazione, in regime di riscaldamento è stato calcolato nella DE tramite UNI TS 11300-2 ed è pari al 88.5%.

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 sistemi autonomi, indipendenti

Figura 4.9 - Particolare di un boiler elettrico per la produzione di acqua calda sanitaria

dall'impianto termico centralizzato asservito al riscaldamento. Sono presenti infatti 4 bollitori elettrici ad accumulo installati all'interno dei servizi igienici con una potenza complessiva di 4.8 kW.



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

Tabella 4.10 – Rendimenti dell'impianto di produzione acqua calda sanitaria del boiler elettrico ad accumulo

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

Nota (10) 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, LIM, stampanti ed altri dispositivi elettrici.

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

Tabella 4.11 – Elenco e caratteristiche delle altre utenze elettriche

LOCALI TERMICI	DESCRIZIONE	NUMERO	POTENZA NOMINALE	POTENZA COMPLESSIVA	ORE ANNUE DI UTILIZZO
			[W]	[W]	[ore]
4_Piano 3 aule	LIM	1	155	155	824
4_Piano 3 aule	PC	16	65	1040	412
6_Corridoi piano 3	Stampante	2	550	1100	206
1_Piano 4 aule	LIM	2	155	310	824
1_Piano 4 aule	PC	2	65	130	824
7_Piano 2 aule	PC	1	65	65	824
10_Piano 1 aule	PC	2	65	130	824
4_Piano 3 aule	LIM	1	155	155	824
Locale Ascensore	Ascensore	1	Da installare	Da installare	n/d

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, come specificato nell'Allegato D – Report relativi ad altre prove diagnostiche strumentali.

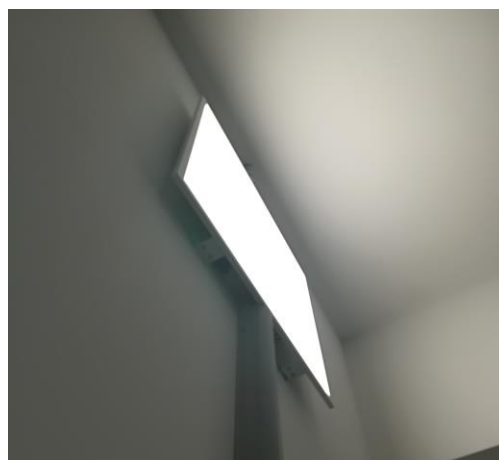
L'elenco delle altre utenze elettriche rilevate in sede di sopralluogo e delle relative caratteristiche tecniche è riportato nella Sezione 11 dell' Allegato J – Schede di audit.

4.5 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO ILLUMINAZIONE

L'impianto di illuminazione dell'edificio è stato oggetto di una recente riqualificazione. Infatti, sono stati sostituiti i vecchi corpi illuminanti con efficienti lampade a LED, ad eccezione delle palestra grande, in cui sono presenti 8 faretto alogeni.

Tali tipologie di corpi illuminanti sono installate a soffitto nelle zone di circolazione interna, aule, uffici, servizi igienici e palestra.

Figura 4.10 - Particolare dei corpi illuminanti ubicati nelle zone di circolazione interna dell'edificio



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

Tabella 4.12 – Elenco e caratteristiche dei corpi illuminanti

LOCALI TERMICI	DESCRIZIONE	NUMERO	POTENZA UNITARIA	POTENZA COMPLESSIVA
			[W]	[W]
1_Piano 4 aule	LED	82	18	1476
2_Piano 4 bagni	LED	14	18	252
3_Piano 4 corridoio disimpegno verso bagni	LED	18	18	324
4_Piano 3 aule	LED	76	18	1368
5_Piano 3 bagni	LED	20	18	360
6_Corridoi piano 3	LED	12	18	216
7_Piano 2 aule	LED	76	18	1368
8_Piano 2 magazzino deposito bagni	LED	20	18	360
9_Piano 2 corridoi	LED	12	18	216
10_Piano 1 aule	LED	86	18	1548
11_Piano 1 locali di servizio	LED	10	18	180
12_Piano 1 corridoi	LED	12	18	216
13_Piano terra aula magna	LED	18	18	324
14_Piano terra aule	LED	58	18	1044
15_Piano terra bagni	LED	10	18	180
16_Piano terra corridoi	LED	16	18	288
17_Piano seminterrato spogliatoi e bagni	LED	10(36W)+16(18W)	18-36W	648
18_Piano seminterrato palestra scuola	LED	18	36	648

19_Piano seminterrato corridoi di distribuzione	LED	6	36	216
20_Palestra 1	Faretti alogeni	8	200	1600
21_Scalone scuola	LED	20	18	360

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

Durante la fase di sopralluogo si è provveduto a rilevare anche lo stato di conservazione dei corpi illuminanti, che si presentano in buone condizioni.

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

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

Figura 4.11 - Particolare dei corpi illuminanti ubicati nella palestra



Figura 4.12 - Particolare dei corpi illuminanti ubicati nelle aule



5 CONSUMI RILEVATI

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

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

I vettori energetici analizzati sono i seguenti:

- Gas metano;
- Energia elettrica.

5.1.1 Energia termica

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

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

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

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

Nota (11) Fonte: Prospetto B.19 UNI TS 11300-2:2014

La fornitura di Gas metano avviene tramite la presenza di 1 contatori i quali risultano a servizio dei seguenti utilizzi:

- Centrale termica per il riscaldamento degli ambienti della scuola;

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

L'analisi dei consumi storici di Gas metano si basa sulla base di 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]
03270035212144	Riscaldamento	19.796	20.168	9.505	186.479	189.979	89.537

Parallelamente all'analisi dei consumi storici forniti dalla società di distribuzione si è provveduto alla valutazione dei consumi fatturati nel triennio di riferimento.

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

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

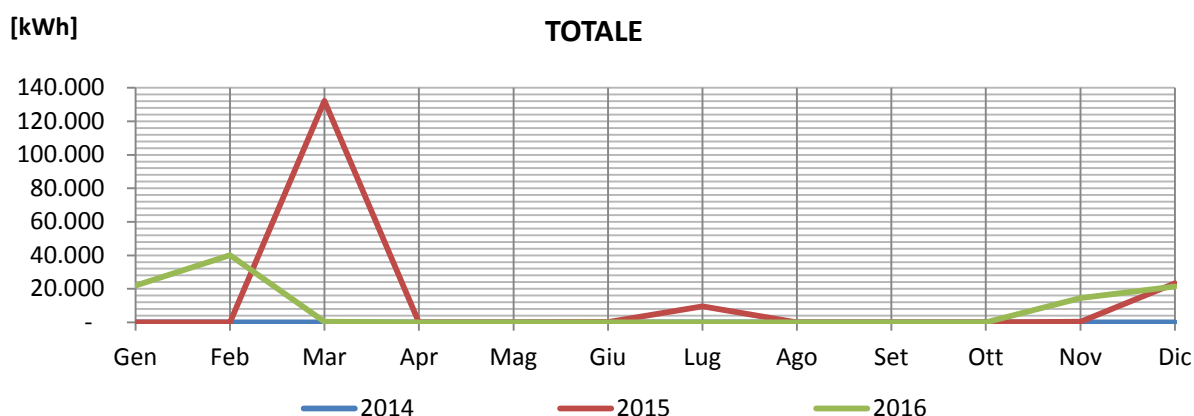
PDR: 03270035212144	2014	2015	2016	2014	2015	2016
Mese di riferimento	[mc]	[mc]	[mc]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gennaio	-	-	2.338	-	-	22.024
Febbraio	-	-	4.266	-	-	40.186
Marzo	-	14.044	35	-	132.294	330
Aprile	-	-	2	-	-	19
Maggio	-	-	1	-	-	9
Giugno	-	11	2	-	104	19
Luglio	-	1.021	2	-	9.618	19
Agosto	-	1	1	-	9	9
Settembre	-	2	-	-	19	-
Ottobre	-	-	-	-	-	-
Novembre	-	40	1.533	-	377	14.441
Dicembre	-	2.481	2.260	-	23.371	21.289
Totale	-	17.600	10.440	-	165.792	98.345

L'analisi dei consumi storici di Gas metano è stata effettuata, laddove possibile, in base alla disponibilità delle fatturazioni.

Il consumo si basa sui m³ di gas rilevati dalla società di fornitura nel triennio di riferimento. Per il PDR non sono disponibili le fatture dell'anno 2014 e che i valori qui sopra inseriti fanno riferimento principalmente a letture stimate. Inoltre nel passaggio tra i fornitori è stato rilevato una incongruenza sulla lettura del contore del gas per la quale il consumo post cessazione è risultato essere più alto di 21.128 Nmc di quello rilevato alla chiusura del contratto precedente. Non sono state disposte, da parte dei fornitori, periodiche letture reali mensili (le uniche letture rilevate corrispondono ai cambi gestore nei mesi marzo/aprile e quelle 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



Confrontando l'andamento dei consumi con i GG_{real} del triennio di riferimento si può notare che non c'è congruenza con i valori indicati dalla PA rispetto quelli rilevati da fatturazione. L'andamento del 2015 mostrato dal grafico non è assimilabile a quello di una stagione termica.

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 $\bar{\alpha}_{rif}$ come di seguito riportato:

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

Dove:

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

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

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

Tale consumo è stato valutato esclusivamente ad uso riscaldamento. L'acqua calda sanitaria utilizza un altro vettore energetico.

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

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

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	911	988	19.796	186.532	204,8	202.296	-	-
2015	928	988	20.168	190.037	204,9	202.365	-	-
Media	919	988	19.982	188.284	204,9	202.331	-	-

Come si può notare dai dati riportati il comportamento energetico dell'edificio, negli anni considerati per la validazione, è stato caratterizzato da un consumo pressoché costante. È stato escluso l'anno 2016 poiché l'edificio è stato sottoposto ad interventi di ristrutturazione.

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

Tabella 5.5:

Tabella 5.5 – Individuazione della Baseline termica

GRANDEZZA	VALORE
	[Kwh]
\bar{Q}_{ACS}	-
\bar{Q}_{ALTRO}	-
$\bar{a}_{rif} \times GG_{rif}$	202.331
$Q_{baseline}$	202.331

5.1.2 Energia elettrica

La fornitura di energia elettrica avviene tramite la presenza di 1 contatori i quali risultano a servizio dei seguenti utilizzi:

- Scuola media “Durazzo”.

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

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]
IT001E0009635	Scuola elementare 1	24.557	14.187	5.901	14.882
TOTALE		24.557	14.187	5.901	14.882

Tali consumi sono stati confrontati con i consumi annui elaborati e forniti dalla PA (identificati per l’edificio oggetto della DE all’interno del file kyotoBaseline-E22) e sono emerse le seguenti differenze:

2014 : 25.596 kWh (-4%)

2015 : 13.711 kWh (+3%)

2016 : 5.851 kWh (1%)

Media : 15.053 kWh (-1%)

I consumi rilevati dalla PA sono mediamente più bassi del 1% rispetto quelli rilevati da fatturazione. 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 19.372 kWh, quello rilevato dall’Auditor nella fase di analisi della fatturazione negli anni 2014 e 2015.

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

POD: IT001E00096535	F1	F2	F3	TOTALE
Anno 2014	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gennaio	1.803	717	582	3.102
Febbraio	1.628	648	526	2.802

Marzo	1.721	731	485	2.937
Aprile	1.364	572	484	2.420
Maggio	1.338	652	592	2.582
Giugno	813	548	587	1.948
Luglio	441	402	468	1.311
Agosto	578	365	330	1.273
Settembre	578	365	330	1.273
Ottobre	981	476	215	1.672
Novembre	922	434	260	1.616
Dicembre	927	457	237	1.621
Totale	13.094	6.367	5.096	24.557
POD: IT001E00096535	F1	F2	F3	TOTALE
Anno 2015	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gennaio	994	567	188	1.749
Febbraio	941	490	219	1.650
Marzo	1.098	509	361	1.968
Aprile	988	464	380	1.832
Maggio	757	383	353	1.493
Giugno	482	268	190	940
Luglio	133	196	125	454
Agosto	123	115	122	360
Settembre	482	296	215	993
Ottobre	141	471	197	809
Novembre	424	448	187	1.059
Dicembre	331	404	145	880
Totale	6.894	4.611	2.682	14.187
POD: IT001E00096535	F1	F2	F3	TOTALE
Anno 2016	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gennaio	317	359	208	884
Febbraio	432	394	143	969
Marzo	306	318	136	760
Aprile	259	341	91	691
Maggio	297	329	94	720
Giugno	165	146	87	398
Luglio	30	39	36	105
Agosto	15	34	19	68
Settembre	42	111	21	174
Ottobre	109	172	38	319
Novembre	131	210	65	406
Dicembre	141	217	49	407
Totale	2.244	2.670	987	5.901

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

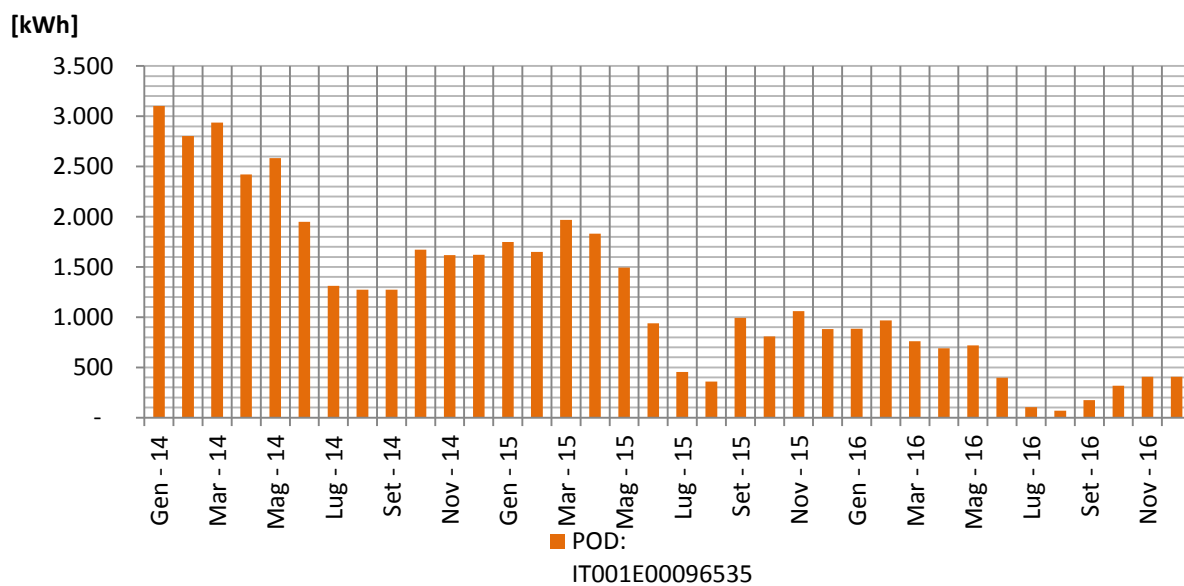
Tali valori sono riportati nella Tabella 5.8.

Tabella 5.8 – Consumi mensili di Baseline

BASELINE	F1	F2	F3	TOTALE
	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gennaio	1.038	548	326	1.912
Febbraio	1.000	511	296	1.807
Marzo	1.042	519	327	1.888
Aprile	870	459	318	1.648
Maggio	797	455	346	1.598
Giugno	487	321	288	1.095
Luglio	201	212	210	623
Agosto	239	171	157	567
Settembre	367	257	189	813
Ottobre	410	373	150	933
Novembre	492	364	171	1.027
Dicembre	466	359	144	969
Totale	7.411	4.549	2.922	14.882

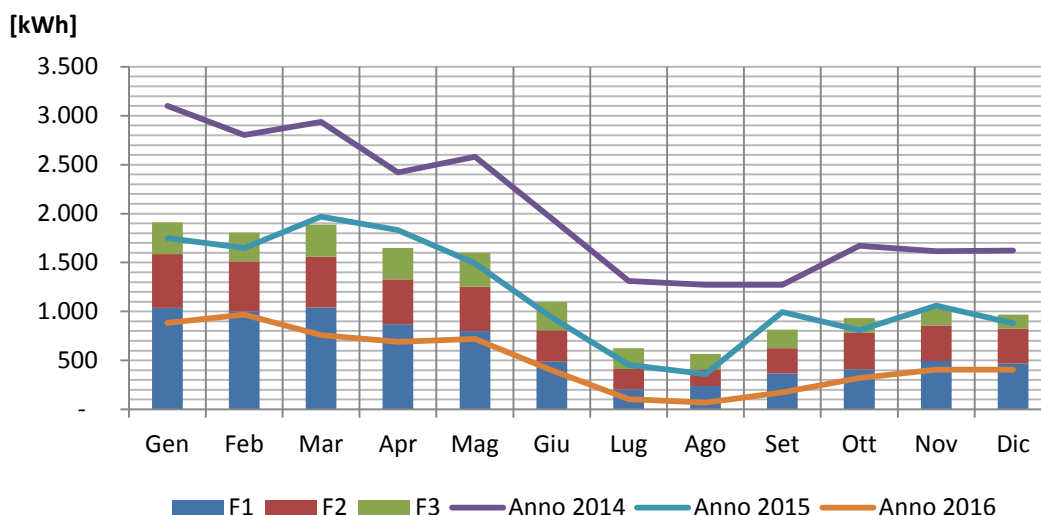
Il profilo così ottenuto è rappresentato nel grafico in Figura 5.2

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 anche se con differenze costanti visualizzate con le spezzate totalmente sovrapposte. I minimi consumi si hanno nei mesi estivi di luglio ed agosto quando l'attività della scuola è molto ridotta. Tale contributo può essere dovuto all'attività di segreteria e alla presenza di consumi in stand-by delle numerose apparecchiature presenti nella struttura, infatti le porzioni delle fasce orarie in F1, F2 ed E3 sono tra loro comparabili senza che una domini sulle altre così come accade invece negli altri mesi. In quest'ultimo caso il consumo maggiore si ha nella fascia diurna F1 la quale è sempre la componente prevalente. L'edificio, nell'ultimo anno, non presenta un consumo confrontabile con quello degli anni precedenti, probabilmente ad incidere sono stati gli interventi di ristrutturazione.

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

5.2 INDICATORI DI PERFORMANCE ENERGETICI ED AMBIENTALI

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

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

Tabella 5.9 - Fattori di emissione di CO₂.

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

Gasolio	* 0,267
Benzina	* 0,249

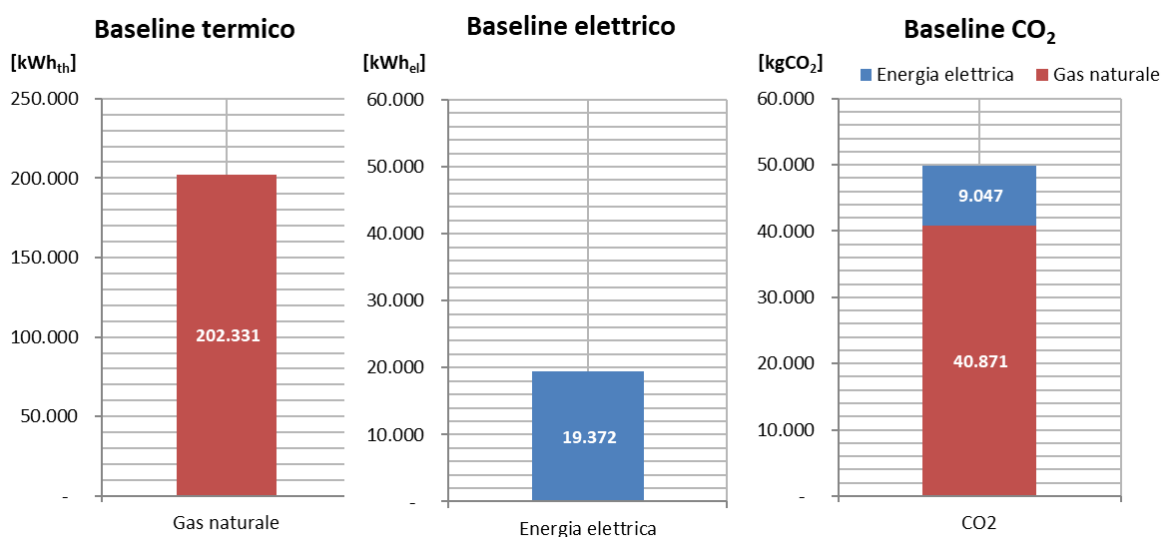
* da “Linee Guida Patto dei Sindaci” per anno 2010

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

Tabella 5.10 – Baseline delle emissioni di CO₂.

COMBUSTIBILE	CONSUMO DI BASELINE	FATTORE DI CONVERSIONE	[tCO ₂]
	[kWh]	[tCO ₂ /MWh]	
Gas naturale	202.331	0,202	40.871
Energia elettrica	19.372	0,467	9.047

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	2.441	m ²
FATTORE 1	Superficie netta complessiva delle aree interne (riscaldate e non riscaldate)	2.625	m ³

FATTORE 1 Volume lordo complessivo (aree interne riscaldate e non riscaldate) 17.292 m³

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	202.331	1,05	212.448	87,0	80,9	12,3	16,74	15,57	2,36
Energia elettrica	19.372	2,42	46.880	19,2	17,9	2,7	3,71	3,45	0,52
TOTALE			259.328	106	99	15	20	19	3

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	202.331	1,05	212.448	87,0	80,9	12,3	16,74	15,57	2,36
Energia elettrica	19.372	1,95	37.775	15,5	14,4	2,2	3,71	3,45	0,52
TOTALE			250.223	103	95	14	20	19	3

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

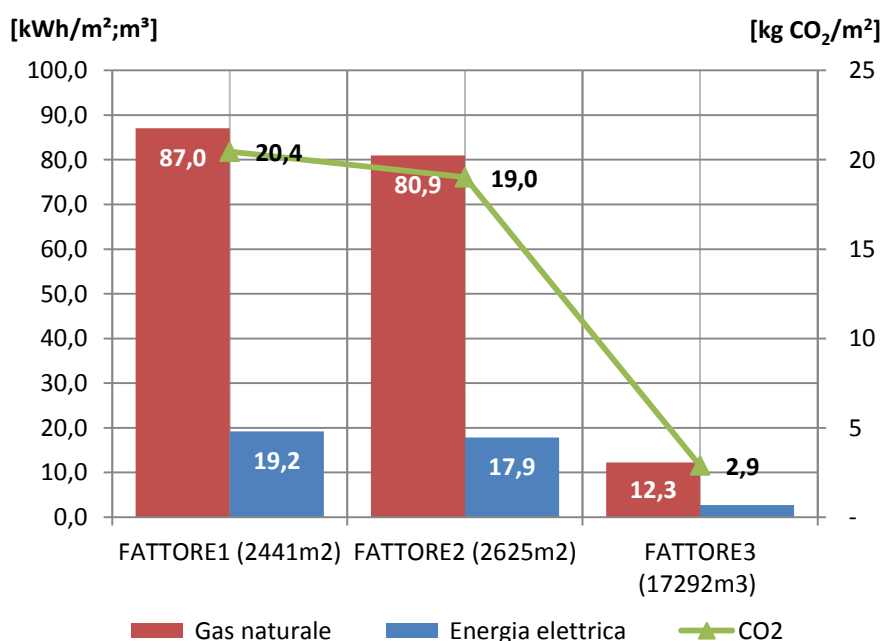
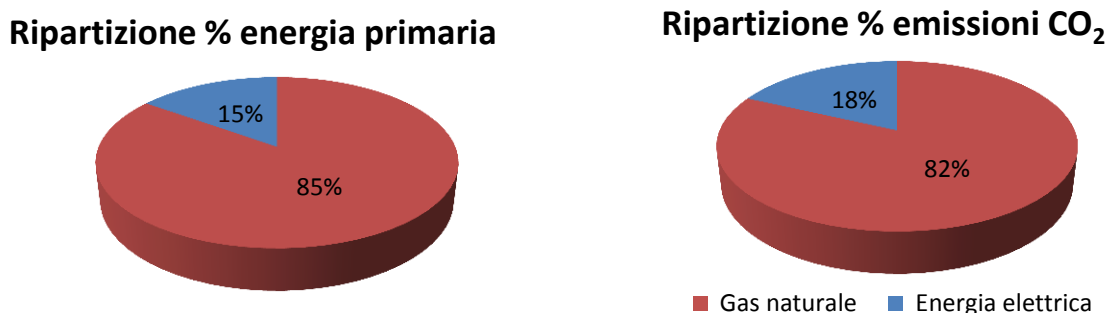


Figura 5.6 – Ripartizione % dei consumi specifici di energia primaria e delle relative emissioni di CO₂

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

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

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

La formula definita è sotto riportata:

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

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

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

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

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

Tabella 5.15 – Indicatori di performance energetici

COMBUSTIBILE	IEN _R			IEN _E		
	Wh/(m ³ GG anno)			Wh/(m ³ anno)		
	2014	2015	2016	2014	2015	2016
Gas Naturale	7,23	7,23	0,00	-	-	-
Energia elettrica	-	-	-	7,93	4,25	0,00

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 Buono per l'energia elettrica.

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}	149.3	kWh/mq anno	154.3	kWh/mq anno
Climatizzazione invernale	EP _H	129.8	kWh/mq anno	130	kWh/mq anno
Produzione di acqua calda sanitaria	EP _w	0.26	kWh/mq anno	0.32	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	19.3	kWh/mq anno	24	kWh/mq anno
Trasporto di persone e cose	EP _T	[-]	kWh/mq anno	[-]	kWh/mq anno
Emissioni equivalenti di CO ₂	CO _{2eq}	29.9	Kg/mq anno	31	Kg/mq anno

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

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

FONTE ENERGETICA UTILIZZATA	CONSUMO	ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE
	[Nm ³ /anno]	[kWh/anno]
Gas Naturale	26108	272486
	[kWh/anno]	[kWh/anno]
Energia Elettrica	22629	44127

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 a 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}	96.05	kWh/mq anno	99.53	kWh/mq anno
Climatizzazione invernale	EP_H	82.6	kWh/mq anno	82.83	kWh/mq anno
Produzione di acqua calda sanitaria	EP_w	0.22	kWh/mq anno	0.27	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	13.23	kWh/mq anno	16.42	kWh/mq anno
Trasporto di persone e cose	EP_T	[-]	kWh/mq anno	[-]	kWh/mq anno
Emissioni equivalenti di CO2	CO_{2eq}	23.7	Kg/mq anno	25.4	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	19.610	204.669
	[kWh/anno]	[kWh/anno]
Energia Elettrica	19.823	38.655

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

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

Q_{teorico} [kWh/anno]	Q_{baseline} [kWh/anno]	Congruità [%]
194.923	202.331	3,8%

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 [%]
19.823	19.372	2,3%

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

6.2 FABBISOGNI ENERGETICI

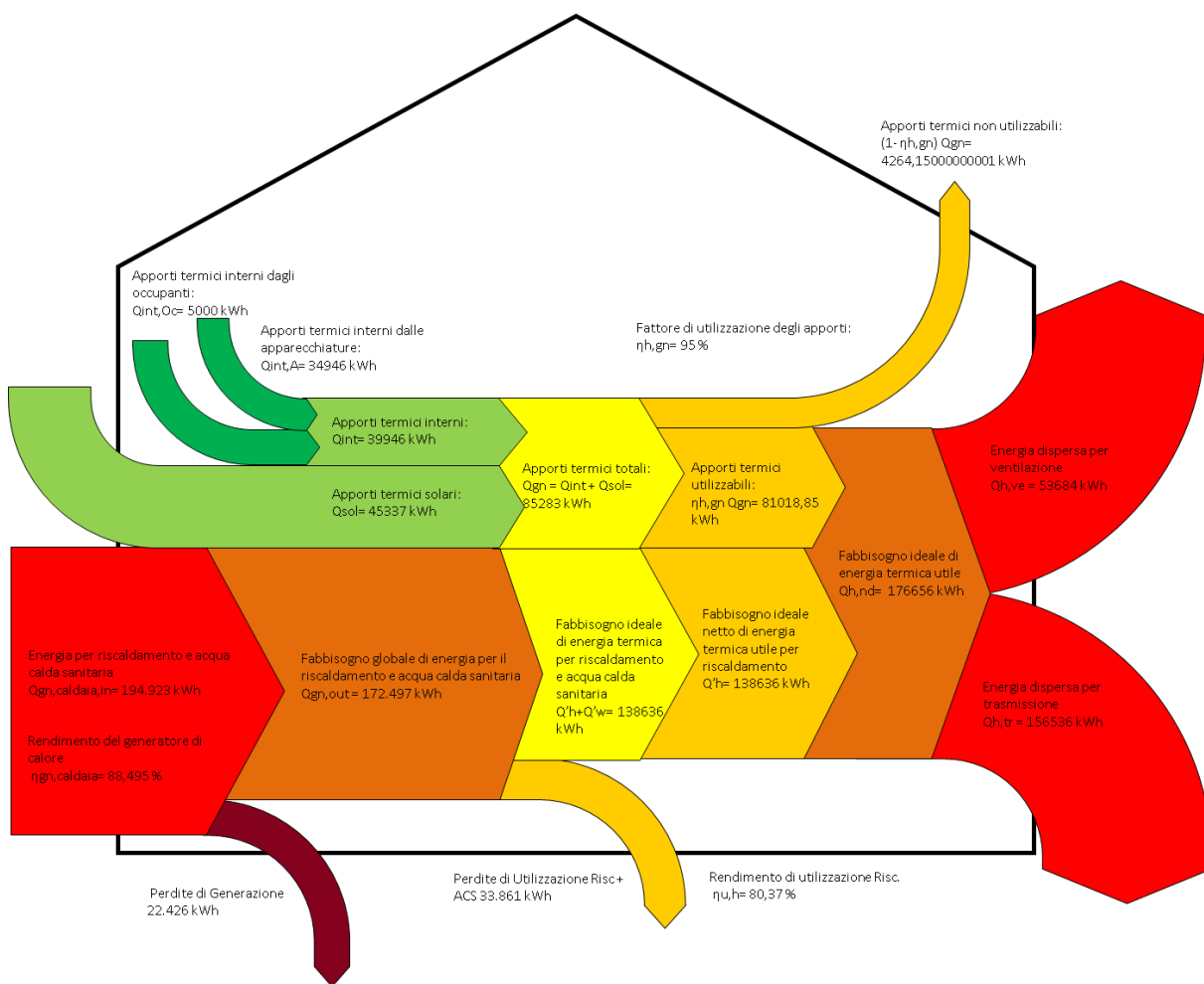
Al fine di valutare la prestazione energetica del sistema edificio-impianti si è reso necessario predisporre i risultati della modellazione energetica nella forma di un bilancio energetico che descriva l’andamento dei flussi energetici caratteristici dell’edificio in modo da valutare in maniera puntuale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

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

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

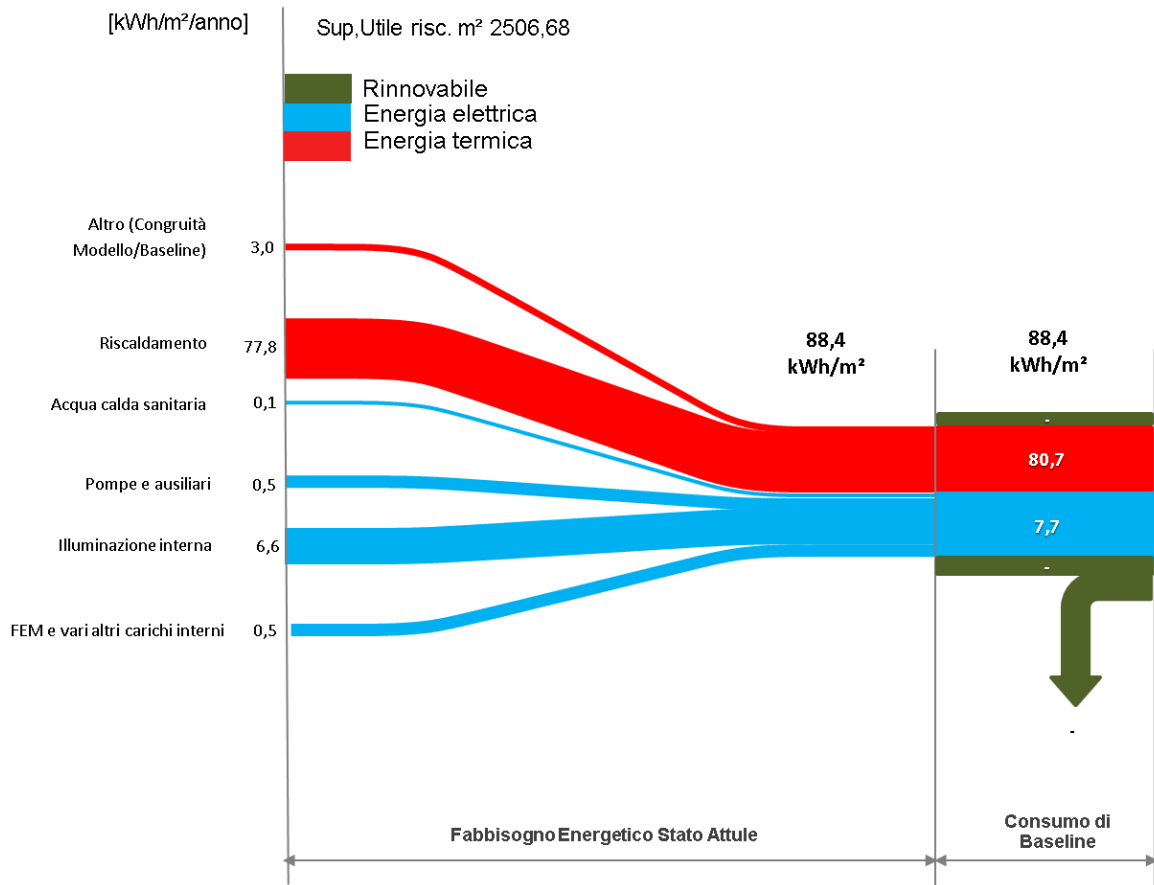
I risultati del bilancio energetico termico sono stati rappresentati nella forma di diagramma di Sankey riportato in Figura 6.1

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



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

Figura 6.2 – Bilancio energetico complessivo dell'edificio

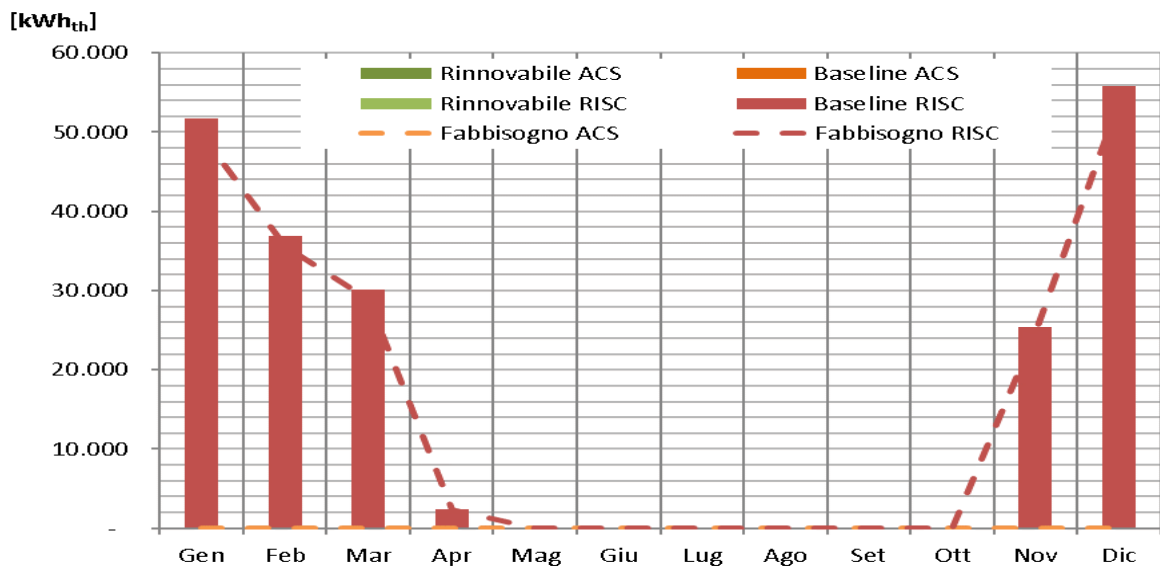


6.3 PROFILI ENERGETICI MENSILI

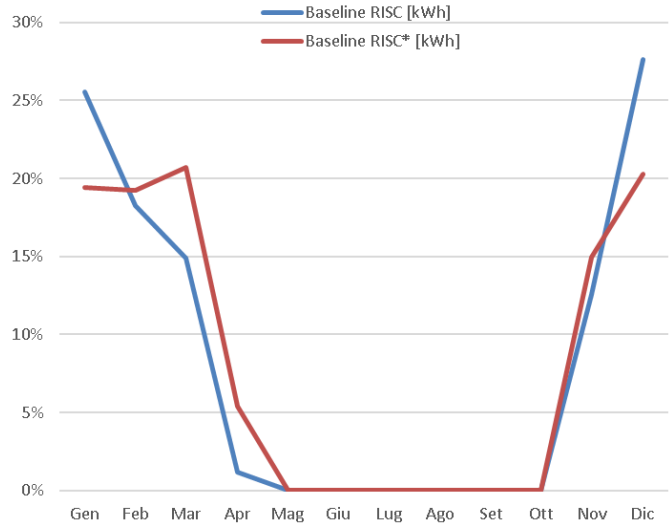
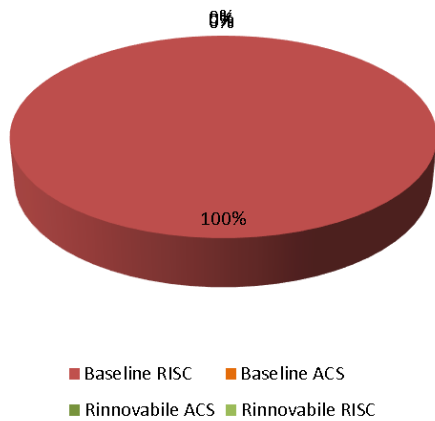
La creazione di un modello energetico consente di effettuare una più corretta ripartizione dei consumi energetici in funzione dei diversi utilizzi.

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

Figura 6.3 – Andamento mensile dei consumi termici ricavati dalla modellazione



Ripartizione consumi termici

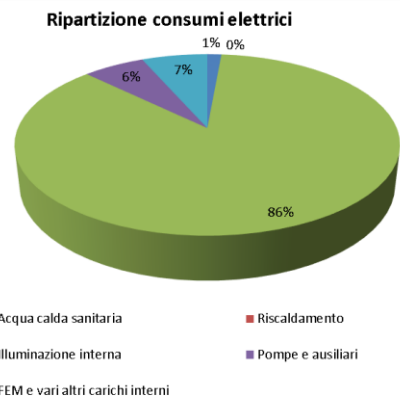
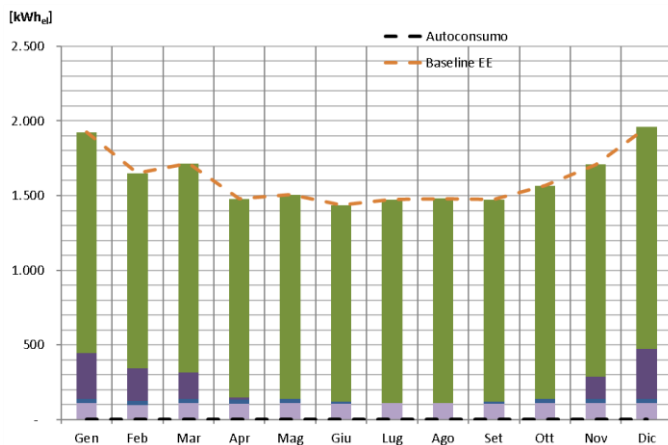


Si può notare come la totalità dei consumi termici sia da attribuirsi al servizio di climatizzazione dei locali, pertanto gli interventi migliorativi proposti, andranno ad interessare principalmente i componenti dell'impianto termico preposti a tale servizio.

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 mensile dei consumi elettrici ricavati dalla modellazione energetica, ripartiti tra i vari utilizzi



Si può notare come la maggior parte dei consumi sia da attribuirsi al servizio di illuminazione interna dell'edificio, pertanto gli interventi migliorativi proposti andranno ad interessare principalmente i componenti di tale sistema.

7 ANALISI DEI COSTI PRE-INTREVENTO

7.1 COSTI RELATIVI ALLA FORNITURA DEI VETTORI ENERGETICI

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

7.1.1 Vettore termico

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

- PDR 1 – 03270035212144 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: 03270035212144	2014	2015	2016
Indirizzo di fornitura			
Dati di intestazione fattura		Via Aldo Casotti 11 16167 Genova (GE)	Via Aldo Casotti 11 16167 Genova (GE)
Società di fornitura		IREN MERCATO SPA	ENI
Inizio periodo fornitura		-	01/04/15
Fine periodo fornitura		31/03/14	31/03/16
Classe del contatore		Classe generica per correttore volumetrico	Classe G0004
Tipologia di contratto		PUNTO DI RICONSEGNA PER SERVIZIO PUBBLICO	UTENZE CON ATTIVITA' DI SERVIZIO PUBBLICO
Opzione tariffaria (*)		-	-
Valore del coefficiente correttivo dei consumi		1,023328	1,023328
Potere calorifico inferiore convenzionale del combustibile		9,42 kWh/smc	9,42 kWh/smc
Prezzi di fornitura del combustibile (*) (IVA INCLUSA) [€/smc]		0,45	10,57

Nota (12) per fatturazioni non mensili la spesa economica mensile andrà calcolata suddividendo percentualmente la spesa aggregata in base ai valori di consumo energetico mensile.

Nota (13): 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 le informazioni dell'anno 2014 sono mancanti (non sono state fornite le fatture). Si nota che ogni anno in corrispondenza del passaggio da una stagione termica all'altra è cambiato il fornitore del metano modificando a sua volta il prezzo tariffario medio.

Nella

tabella

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

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

PDR: 03270035212144	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: 03270035212144	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	6.017	283	1.856	538	2.398	11.092	132.294	0,084
Aprile	-	-	-	-	-	-	-	-
Maggio	-	-	-	-	-	-	-	-
Giugno	3	12	1	2	4	22	104	0,212
Luglio	286	15	81	214	131	728	9.618	0,076
Agosto	0	4	0	0	1	5	9	0,575
Settembre	1	4	0	0	1	6	19	0,323
Ottobre	-	4	-	-	1	5	-	-
Novembre	11	8	4	8	6	37	377	0,098
Dicembre	683	4	232	525	317	1.761	23.371	0,075
Totale	7.002	333	2.174	1.289	2.859	13.657	165.792	0,082
PDR: 03270035212144	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	643	4	213	488	295	1.642	22.024	0,075
Febbraio	1.101	4	502	872	516	2.994	40.186	0,075
Marzo	9	4	4	7	5	29	330	0,089
Aprile	0	89	0	0	90	180	19	9,542
Maggio	0	89	0	0	20	109	9	11,578
Giugno	0	89	0	0	20	110	19	5,821
Luglio	0	89	0	0	20	110	19	5,822
Agosto	0	89	0	0	20	109	9	11,578

Settembre	-	-	-	-	-	-	-	-
Ottobre	-	-	-	-	-	-	-	-
Novembre	362	89	131	325	199	1.106	14.441	0,077
Dicembre	531	89	197	479	285	1.580	21.289	0,074
Totale	2.647	633	1.048	2.172	1.469	7.969	98.345	0,081

Nella colonna “Totale” del PDR sono stati tenuti in considerazione tutti gli arrotondamenti ed eventuali somme scomputabili indicate sulle bollette. La presenza minima di letture rilevate mensili dei consumi rende questa valutazione, almeno per il PDR, efficace relativamente alla stagione intesa come quella di riscaldamento piuttosto che annuale. Ci sono da segnalare delle anomalie nell’anno 2015 in corrispondenza del cambio gestore. Le letture di chiusura ed apertura contratto sono differenti. L’unica parte dell’anno capace di rispecchiare con buona approssimazione il reale prelievo è la seconda parte del 2016.

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

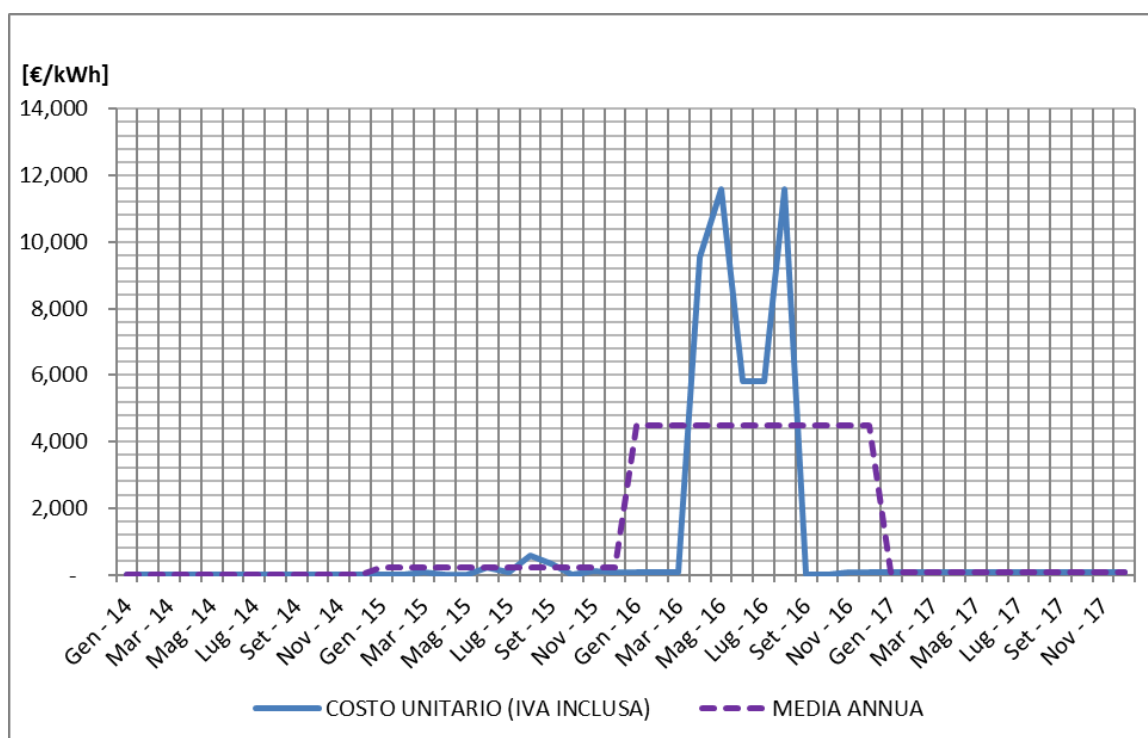
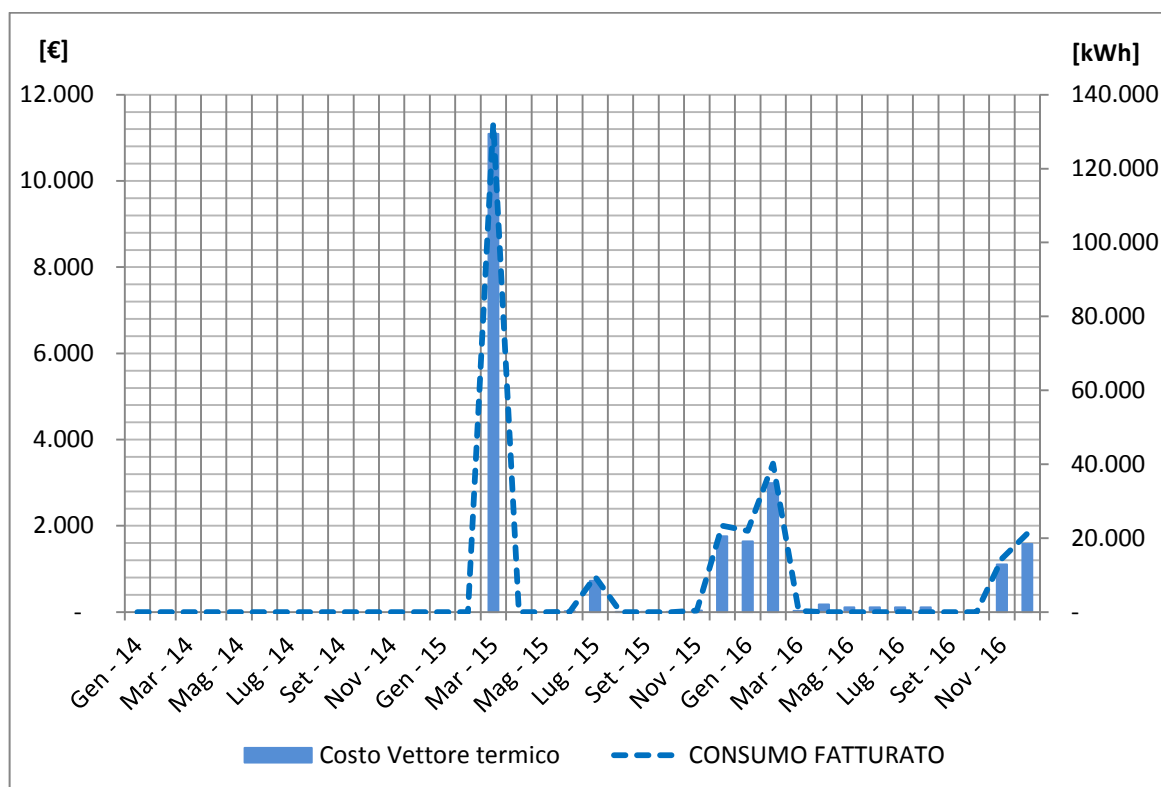


Figura 7.2 – Andamento dei consumi e dei costi dell’energia termica



Dall’analisi effettuata risulta evidente che l’andamento dei costi non segue il classico andamento di una stagione termica. È stata rilevata un’anomalia nel cambio gestore tra gli anni 2015-2016 in cui le letture rilevate nel passaggio si disconstavano di 21.128 metri cubi (vedi Marzo-15). Nella successiva gestione, quella del 2016, si sono disposte ripetute misurazioni dirette che hanno permesso di generare un consumo coerente con quello di una stagione termica. È da segnalare che nei mesi di basso consumo rilevato (nel 2016) i costi fissi fanno alzare quello unitario.

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 – IT001E00096535: 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: IT001E00096535	2014	2015	2016
Indirizzo di fornitura			
Dati di intestazione fattura	Via Aldo Casotti n. 11 Genova (GE)	Via Aldo Casotti n. 11 Genova (GE)	Via Aldo Casotti n. 11 Genova (GE)
Società di fornitura	Edison	Gala	Iren
Inizio periodo fornitura	41548	42095	42461
Fine periodo fornitura	42094	42460	-

Potenza elettrica impegnata	20 kW	18 kW	18 kW
Potenza elettrica disponibile	20 kW	20 kW	20 kW
Tipologia di contratto	Forniture in BT (escluso IP)		BT, Allacciamento 380 V
Opzione tariffaria ⁽¹⁾	Trioraria	Trioraria	Trioraria
Prezzi del fornitura dell'energia elettrica ⁽²⁾	0,083	0,071	0,100

Nota (12) per fatturazioni non mensili la spesa economica mensile andrà calcolata suddividendo percentualmente la spesa aggregata in base ai valori di consumo energetico mensile.

Nota (13): con prezzo di fornitura s'intende soltanto la quota variabile del servizio di acquisto e vendita, sono escluse le imposte, i corrispettivi per il dispacciamento e lo sbilanciamento, per l'uso della rete, e il servizio di misura e ogni altra voce.

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

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

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

POD: IT001E00096535	QUOTA ENERGIA	ONERI DI SISTEMA PARTE FISSA	ONERI DI SISTEM A PARTE VARIABI LE	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURAT O	COSTO UNITARIO
Anno 2014	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[kWh]	[€/kWh]
Gennaio	134	22	187	23	37	414	1.873	0,221
Febbraio	216	36	273	35	56	1134	5.160	0,220
Marzo	228	38	283	37	59	644	2.937	0,219
Aprile	186	42	249	30	51	560	2.420	0,231
Maggio	196	44	262	32	53	587	2.582	0,227
Giugno	144	34	213	24	41	441	1.948	0,226
Luglio					-			-
Agosto	132	30	192	23	38	416	1.873	0,222
Settembre	95	20	161	16	29	227	673	0,338
Ottobre	129	24	196	21	37	407	1.672	0,243
Novembre	122	24	191	20	36	393	1.616	0,243
Dicembre					-	0		-
Totale	1.580	315	2.206	262	436	5.222	22.754	0,230
POD: IT001E00096535	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	246	47	387	42	72	795	3.370	0,236
Febbraio	113	22	188	21	34	378	1.650	0,229
Marzo	104	21	183	20	33	360	1.580	0,228
Aprile	82	23	204	23	33	365	1.832	0,199
Maggio	43	13	143	13	21	232	1.039	0,224
Giugno	42	13	143	13	21	232	1.043	0,223
Luglio	40	-	127	10	18	195	811	0,240
Agosto	51	-	139	12	20	223	977	0,228

Settembre	17	-	92	5	11	125	370	0,337
Ottobre	33	11	144	12	20	220	974	0,226
Novembre	38	-	147	13	20	217	1.011	0,215
Dicembre	39	-	145	12	20	216	983	0,220
Totale	848	149	2.042	196	323	3.558	15.640	0,227
POD: IT001E00096535	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	35	-	124	10	17	186	834	0,223
Febbraio	38	-	103	12	15	169	959	0,176
Marzo	28	-	95	10	13	147	820	0,179
Aprile								-
Maggio	80	-	228	18	33	358	1.411	0,254
Giugno	24	-	90	5	12	131	398	0,329
Luglio	7	-	68	1	8	84	105	0,801
Agosto	7	-	67	1	8	83	102	0,812
Settembre	11	-	71	2	8	91	140	0,647
Ottobre	26	-	85	4	11	126	319	0,395
Novembre	35	-	92	5	13	144	406	0,355
Dicembre	34	-	92	5	13	144	407	0,353
Totale	324	-	1.115	74	151	1.662	5.901	0,282

POD: IT001E00096535	QUOTA ENERGIA	ONERI DI SISTEMA PARTE FISSA	ONERI DI SISTEMA PARTE VARIABILE	IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURAT O	COSTO UNITARIO
Anno 2016	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[kWh]	[€/kWh]
Cong. Marzo 1	-10	-	-20	-3	-3	-36	-256	-
Cong. Marzo 2	54	-	-	-	5	59	-	-

Inoltre nella colonna “Totale” del PDR2 sono stati tenuti in considerazione tutti gli arrotondamenti ed eventuali somme scomputabili indicate sulle bollette.

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

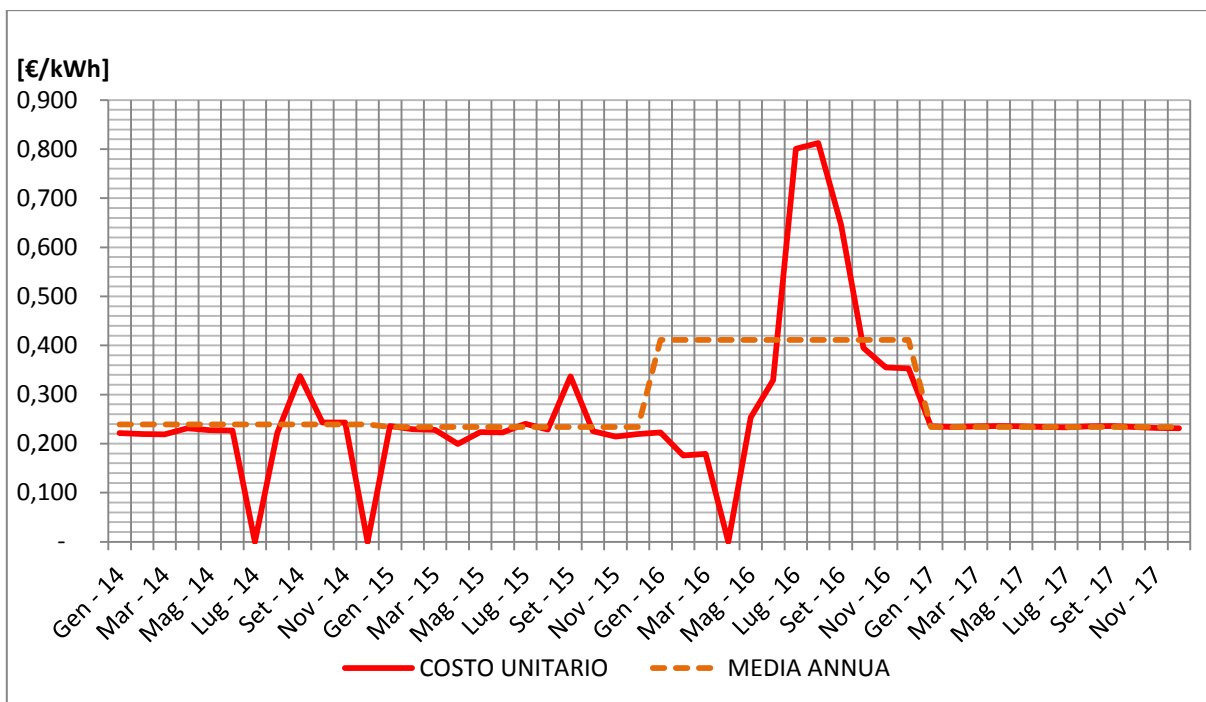
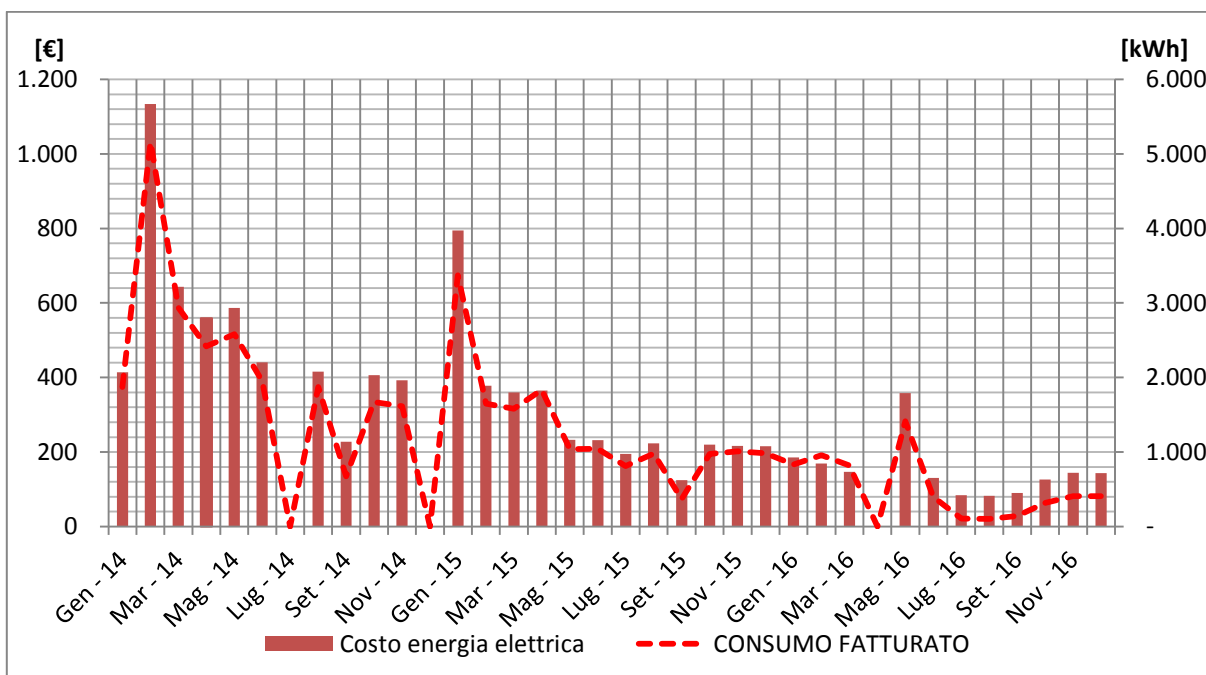


Figura 7.3 – Andamento dei consumi e dei costi dell’energia elettrica



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. Per alcuni mesi dell’anno 2014 non sono state rilevate le fatture.

Dall’analisi risulta che alti costi unitari si hanno in corrispondenza del mese di settembre in corrispondenza di tutti e tre gli anni in cui si raggiungono i minimi consumi a fronte di un alto costo di servizi di rete. Il consumo fatturato segue una tendenza decrescente raggiungendo i minimi nell’anno 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	-	-	-	22.754	5.222	0,23	5.222
2015	165.792	13.657	0,082	15.640	3.558	0,23	17.215
2016	98.345	7.969	0,081	5.901	1.662	0,28	9.631
2017			0,076			0,220	
Media	132.068	10.813	0,082	10.771	2.610	0,255	13.423

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	C _{UQ}	0,076 [€/kWh]
Costo unitario dell'energia elettrica	Valore relativo all'ultimo anno a disposizione	C _{UEE}	0,220 [€/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:

- L1-042-255: servizio di conduzione e manutenzione caldaia con potenza > 35 kW

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 non oggetto di fornitura di energia, il costo della manutenzione C_M è pari al valore contrattuale della conduzione e manutenzione (C_{SIE3}) come fornito all'interno del file kyotoBaseline-E22. Da tale tabulato il costo è pari a zero, per cui è stato ipotizzato un costo di manutenzione che potesse essere in linea con altri casi simili.

In questo caso i costi della manutenzione sono ripartiti in una quota ordinaria (C_{MO}) e in una quota straordinaria (C_{MS}) come segue:

$$C_{MS} = 0.1 \times C_M$$

$$C_{MO} = 0.9 \times C_M$$

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

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

Definizione		Valore	U.M.
Costo per la gestione e manutenzione ordinaria	Corrispettivo annuale relativo al contratto O&M in essere	C_{MO}	4.941 [€/anno]
Costo per la manutenzione straordinaria	Media relativa a gli stessi anni considerati per il rilevamento dei consumi storici	C_{MS}	549 [€/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 5.490 per la sola quota (ipotizzata perché assente) di manutenzione.

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 20.967 € e un $C_{baseline}$ pari a 25.221 €

Figura 7.4 – Confronto tra i costi medi e di baseline

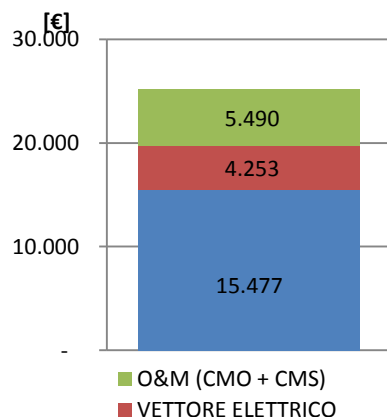
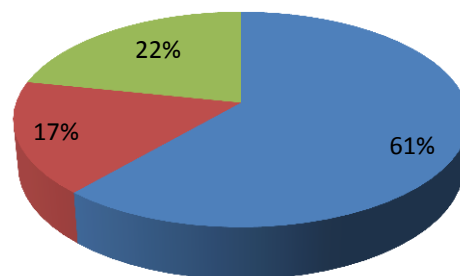


Figura 7.5 – Ripartizione costi di baseline



8 IDENTIFICAZIONE DELLE MISURE DI EFFICIENZA ENERGETICA

8.1 DESCRIZIONE, FATTIBILITÀ E PRESTAZIONI DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI

8.1.1 Involucro edilizio

EEM1: Isolamento a cappotto in EPS grigio con grafite sp=10cm

Generalità

La misura prevede di coibentare la palestra collegata alla medesima centrale termica mediante la posa del cappotto termico in polistirene EPS grigio con grafite (sp=12cm).

L'intervento riguarderebbe un volume non vincolato e non di pregio.

L'efficientamento delle pareti consente di ridurre considerevolmente le dispersioni dell'involucro opaco, portando anche al miglioramento alle condizioni di comfort termico.

Figura 8.1 - Particolare di una facciata della palestra



Caratteristiche funzionali e tecniche

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

Descrizione dei lavori

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

Durante la posa dovranno essere rispettate alcune condizioni minime:

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

Le fasi di posa prevedono:

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

Prestazioni raggiungibili

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

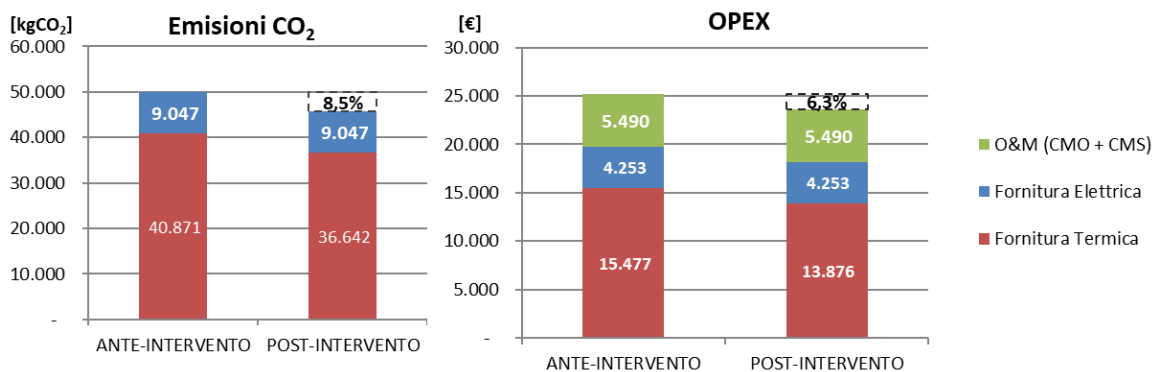
[Tabella 8.1 – Risultati analisi EEM1 – Cappotto termico palestra](#)

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
EM1 – trasmittanza termica	[W/m ² K]	1,043	0,247	76,3%
Q _{teorico}	[kWh]	165.133	148.046	10,3%
EE _{teorico}	[kWh]	19.823	19.823	0,0%
Q _{baseline}	[kWh]	202.331	181.395	10,3%
EE _{Baseline}	[kWh]	19.372	19.372	0,0%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	40.871	36.642	10,3%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	9.047	9.047	0,0%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	49.918	45.689	8,5%
Fornitura Termica, C _Q	[€]	15.477	13.876	10,3%
Fornitura Elettrica, C _{EE}	[€]	4.253	4.253	0,0%
Fornitura Energia, C_E	[€]	19.731	18.129	8,1%
C _{MO}	[€]	4.941	4.941	0,0%
C _{MS}	[€]	549	549	0,0%
O&M (C _{MO} + C _{MS})	[€]	5.490	5.490	0,0%
OPEX	[€]	24.231	22.629	6,6%
Classe energetica	[-]	G	G	+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: 0,076 [€/kWh] per il vettore termico gas naturale e 0,220 [€/kWh] per il vettore elettrico – elettricità IVA inclusa.

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



EEM2: Coibentazione copertura palestra

Generalità

La misura prevede di coibentare la copertura della palestra attraverso la posa di pannelli in lamiera precoibentata con poliuretano espanso.

Caratteristiche funzionali e tecniche

L'utilizzo di pannelli precoibentati in lamiera consente di realizzare la coibentazione e la posa nuovo manto di copertura contemporaneamente senza snaturare la tipologia di copertura attualmente presente. I pannelli, una volta posati, consentiranno sia di ridurre i consumi energetici sia di risolvere i problemi legati alle infiltrazioni d'acqua presenti. Questo tipo di scelta consente di ridurre i costi dell'intervento e di mantenere l'attuale aspetto della copertura.

Descrizione dei lavori

Figura 8.3 – Vista della copertura inclinata della

palestra

Prima di procedere alla rimozione del manto di copertura esistente dovrà essere verificata la natura del materiale attualmente presente in copertura.

La posa dei pannelli in lamiera precoibentata prevede le seguenti lavorazioni.

- posa del sottocolmo per il successivo ancoraggio dei pannelli in lamiera e realizzazione delle opere di lattoneria necessarie in corrispondenza dei canali di gronda ed in corrispondenza degli ancoraggi con le murature perimetrali (murature fronte cortile e in adiacenza all’edificio restrostante)
- posa dei pannelli precoibentati con sormonto di almeno 20cm di lamiera tra i diversi pannelli
- fissaggio dei pannelli alla struttura sottostante esistente con l’utilizzo di viti zincate autopercoranti con guarnizioni di tenuta di lunghezza idonea e variabile in funzione della profondità del fissaggio
- realizzazione di idonee sigillature con materiale siliconico corrispondenza dei rivetti utilizzati per il fissaggio
- rimozione dello strato protettivo adesivo della lamiera.

**Prestazioni raggiungibili**

I miglioramenti ottenibili tramite l’attuazione della EEM2 sono riportati nella Tabella 8.1 e nella Figura 8.24.

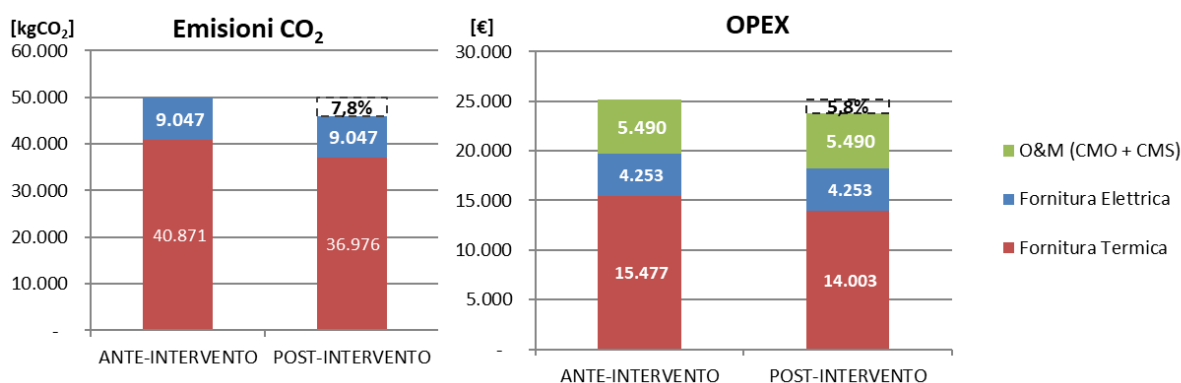
Tabella 8.2 – Risultati analisi EEM2 – Coibentazione copertura palestra

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
EM2 – trasmittanza termica	[W/m²K]	1,298	0,19	85,4%
Q _{teorico}	[kWh]	165.133	149.398	9,5%
EE _{teorico}	[kWh]	19.823	19.823	0,0%
Q _{baseline}	[kWh]	202.331	183.052	9,5%
EE _{baseline}	[kWh]	19.372	19.372	0,0%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	40.871	36.976	9,5%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	9.047	9.047	0,0%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	49.918	46.023	7,8%
Fornitura Termica, C _Q	[€]	15.477	14.003	9,5%
Fornitura Elettrica, C _{EE}	[€]	4.253	4.253	0,0%
Fornitura Energia, C_E	[€]	19.731	18.256	7,5%
C _{MO}	[€]	4.941	4.941	0,0%
C _{MS}	[€]	549	549	0,0%
O&M (C _{MO} + C _{MS})	[€]	5.490	5.490	0,0%
OPEX	[€]	24.231	22.756	6,1%
Classe energetica	[-]	G	G	+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: 0,076 [€/kWh] per il vettore termico gas naturale e 0,220 [€/kWh] per il vettore elettrico – elettricità IVA inclusa.

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



EEM3: Sostituzione infissi (palestra e zona spogliatoi)

Generalità

Si ipotizza di sostituire i serramenti esistenti con altri aventi $U_w=1,66 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ e telaio in alluminio.

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

Figura 8.5 - Particolare serramento in metallo esistente



Caratteristiche funzionali e tecniche

La sostituzione dei serramenti migliorerà l'efficienza energetica complessiva oltre a garantire una migliore percezione del comfort ambientale all'interno dei locali dove non è ancora stato eseguito l'intervento.

Descrizione dei lavori

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

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

- isolamento termico (analisi della presenza di isoterme critiche sulla superficie interna del sistema di posa in opera oggetto di verifica; analisi della temperatura media mensile minima per cui non sussistono le condizioni per la formazione di muffe sulla superficie interna dell'edificio in prossimità del giunto primario e/o secondario unicamente dipendente dal sistema di posa in opera; analisi del ponte termico lineare);
- isolamento acustico;
- permeabilità all'aria;
- resistenza meccanica al carico del vento e ai carichi propri;
- resistenza all'effrazione;

- durabilità e manutenibilità;
- composti organici volatili (VOC / COV) indoor e sostenibilità;
- comportamento termo-igrometrico e traspirabilità del giunto;
- requisiti base dei materiali di sigillatura e riempimento;
- compatibilità tra tipologie di sigillanti fluidi e substrati;
- prestazioni degli accessori e componenti.

Prestazioni raggiungibili

I miglioramenti ottenibili tramite l’attuazione della EEM3 sono riportati nella Tabella 8.1 e nella Figura 8.2.

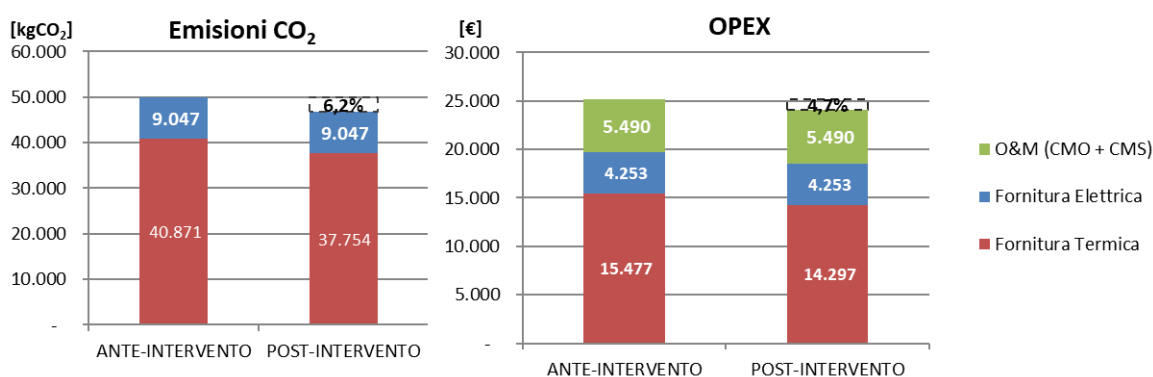
Tabella 8.3– Risultati analisi EEM3 – Sostituzione infissi della palestra e spogliatoi

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
EM3 [Trasmittanza termica]	[W/m ² K]	5,8	1,66	71,4%
Q _{teorico}	[kWh]	165.133	152.539	7,6%
EE _{teorico}	[kWh]	19.823	19.823	0,0%
Q _{baseline}	[kWh]	202.331	186.900	7,6%
EE _{Baseline}	[kWh]	19.372	19.372	0,0%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	40.871	37.754	7,6%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	9.047	9.047	0,0%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	49.918	46.801	6,2%
Fornitura Termica, C _Q	[€]	15.477	14.297	7,6%
Fornitura Elettrica, C _{EE}	[€]	4.253	4.253	0,0%
Fornitura Energia, C_E	[€]	19.731	18.550	6,0%
C _{MO}	[€]	4.941	4.941	0,0%
C _{MS}	[€]	549	549	0,0%
O&M (C _{MO} + C _{MS})	[€]	5.490	5.490	0,0%
OPEX	[€]	24.231	23.050	4,9%
Classe energetica	[-]	G	G	+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: 0,076 [€/kWh] per il vettore termico gas naturale e 0,220 [€/kWh] per il vettore elettrico – elettricità IVA inclusa.

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



8.1.1 Impianto riscaldamento

EEM4: Termoregolazione

Generalità

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

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

Figura 8.7 - Particolare 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°101 unità, una per ciascun radiatore presente nei diversi locali dell'edificio.

Prestazioni raggiungibili

I miglioramenti ottenibili tramite l'attuazione della EEM4 sono riportati nella Tabella 8.1 e nella Figura 8.2.

Tabella 8.4– Risultati analisi EEM4 – Installazione impianto di termoregolazione

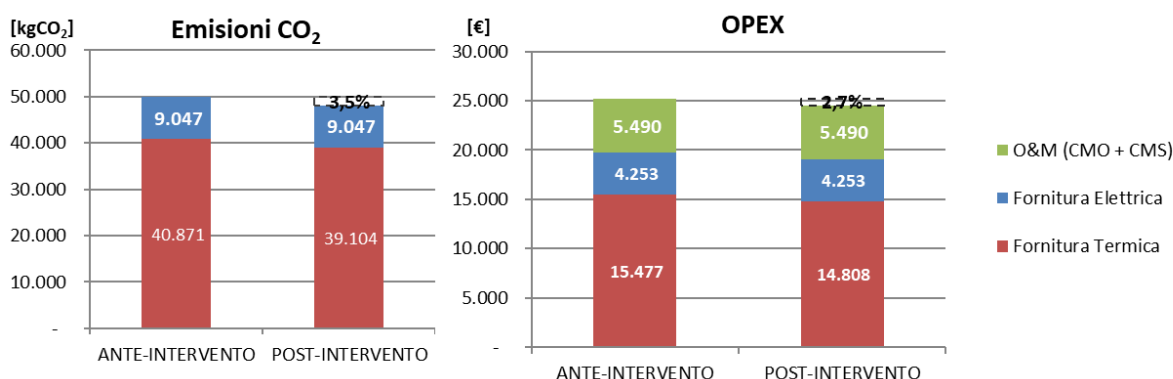
CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
EEM 4				
$Q_{teorico}$	[kWh]	165.133	157.996	4,3%
$EE_{teorico}$	[kWh]	19.823	19.823	0,0%
$Q_{baseline}$	[kWh]	202.331	193.586	4,3%
$EE_{Baseline}$	[kWh]	19.372	19.372	0,0%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	40.871	39.104	4,3%

Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	9.047	9.047	0,0%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	49.918	48.151	3,5%
Fornitura Termica, C _Q	[€]	15.477	14.808	4,3%
Fornitura Elettrica, C _{EE}	[€]	4.253	4.253	0,0%
Fornitura Energia, C_E	[€]	19.731	19.062	3,4%
C _{MO}	[€]	4.941	4.941	0,0%
C _{MS}	[€]	549	549	0,0%
O&M (C _{MO} + C _{MS})	[€]	5.490	5.490	0,0%
OPEX	[€]	24.231	23.562	2,8%
Classe energetica	[-]	G	F	+1 classi

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

I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,076 [€/kWh] per il vettore termico gas naturale e 0,220 [€/kWh] per il vettore elettrico – elettricità IVA inclusa.

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



EEM5: 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.

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

Descrizione dei lavori

L'intervento proposto prevede le seguenti operazioni:

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

Figura 8.9 - Particolare del generatore di calore attuale



Prestazioni raggiungibili

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

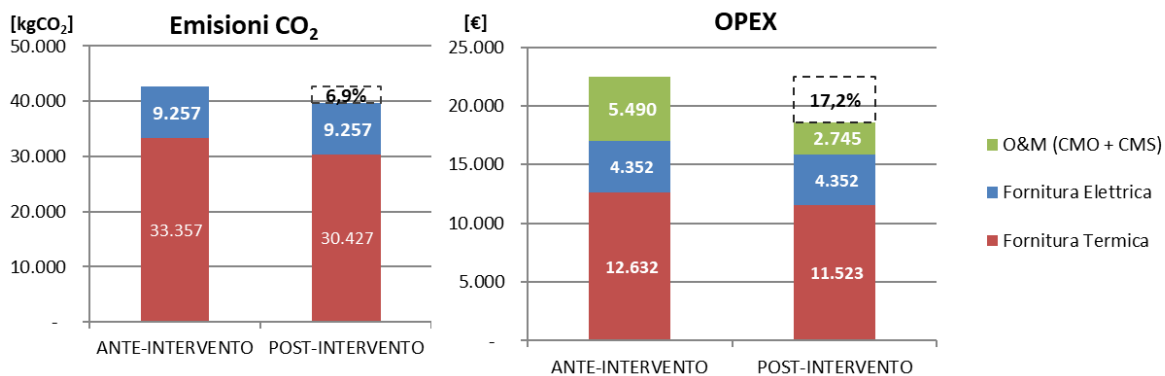
Tabella 8.5 – Risultati analisi EEM5 – Sostituzione del generatore di calore

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
EM5		89,20%	95,90%	-7,5%
$Q_{teorico}$	[kWh]	165.133	150.631	8,8%
$EE_{teorico}$	[kWh]	19.823	19.823	0,0%
$Q_{baseline}$	[kWh]	165.133	150.631	8,8%
$EE_{baseline}$	[kWh]	19.823	19.823	0,0%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	33.357	30.427	8,8%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	9.257	9.257	0,0%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	42.614	39.685	6,9%
Fornitura Termica, C_Q	[€]	12.632	11.523	8,8%
Fornitura Elettrica, C_{EE}	[€]	4.352	4.352	0,0%
Fornitura Energia, C_E	[€]	16.984	15.875	6,5%
C_{MO}	[€]	4.941	2.471	50,0%
C_{MS}	[€]	549	275	50,0%
O&M ($C_{MO} + C_{MS}$)	[€]	5.490	2.745	50,0%
OPEX	[€]	21.484	18.125	15,6%
Classe energetica	[-]	F	F	+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: 0,076 [€/kWh] per il vettore termico gas naturale e 0,220 [€/kWh] per il vettore elettrico – elettricità IVA inclusa.

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



8.1.1 Impianto produzione acqua calda sanitaria

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

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 provincie limitrofe. Le fonti alternative utilizzate sono state: Prezzario Regionale Piemonte, Milano e Camera di Commercio di Reggio Emilia.

9.1 ANALISI DEI COSTI DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI CONSIDERATI FATTIBILI

EEM1: Realizzazione cappotto termico nella palestra

Nella Tabella 9.1 è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 1, che consiste nella realizzazione di un cappotto termico in polistirene espanso con grafite di 10cm di spessore solo nella palestra collegata alla medesima centrale termica.

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

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

Tabella 9.1 – Analisi dei costi della EEM1: Realizzazione cappotto termico nella palestra

DESCRIZIONE	FONTI PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO scontato 10% [€/n° o €/m ²]	TOTALE (IVA ESCLUSA) [€]	IVA [€]	TOTALE (IVA INCLUSA) [€]
Pannello in polietilene espanso sintetizzato (EPS), esenti da CFC o HCFC densità compresa tra mc euroclasse di resistenza al fuoco, marchiatura CE lambda pari a 0,033 W/mK, per isolamento termico di pareti e solai	Prezzario Regione Liguria	4849,5	m2cm	€ 0,64	€ 3.086,05	22%	€ 3.764,98
Solo posa si isolamento termico-acustico su superfici verticali eseguito con pannelli isolanti..... Compreso il fissaggio con chiodi di materiale plastico e la sigilatura dei giunti ..	Prezzario Regione Liguria	484,95	m2	€ 9,84	€ 4.770,14	22%	€ 5.819,58
Malta premiscelata Rivestimento minerale per rasature armate /cappotto termico idr/m2orepellente, impermeabile e traspirante in sacchi . Resa per mano 1,8 kg.	Prezzario Regione Liguria	484,95	kg	€ 0,75	€ 361,51	22%	€ 441,04
Collante cementizio per murature in cemento cellulare espanso.	Prezzario Regione Liguria	242,475	kg	€ 0,45	€ 108,01	22%	€ 131,77
Ponteggiature "di facciata", in elementi metallici prefabbricati e/o "giunto-tubo", compreso il montaggio e lo smontaggio finale, i piani di lavoro, idonea segnaletica, impianto di messa a terra, compresi gli eventuali oneri di progettazione, escluso: mantovane, illuminazione notturna e reti di protezione - Montaggio, smontaggio e noleggio per il primo mese di utilizzo.	Prezzario Regione Liguria	484,95	m2	€ 12,98	€ 6.295,53	22%	€ 7.680,55



E22 – Scuola Media “Durazzo”

Scrostamento intonaco fino al vivo della muratura, esterno, su muratura di mattoni o calcestruzzo	Prezzario Regione Liguria	484,95	m2	€ 6,60	€ 3.200,67	22%	€ 3.904,82
Intonaco esterno in malta a base di calce idraulica strato aggrappante a base di calce idraulica naturale NHL 3,5 (EN459-1) e sabbie calcaree classificate, spessore 5 mm circa.	Prezzario Regione Liguria	484,95	m2	€ 4,37	€ 2.120,55	22%	€ 2.587,08
Impalcature per interni, realizzate con cavalletti, trabattelli, strutture tubolari, misurate in proiezione orizzontale, piani di lavoro per altezza da 2,00 a 4,00 metri.	Prezzario Regione Liguria	0	m2	€ 19,25	€ -	22%	€ -
Rasatura armata con malta preconfezionata a base minerale eseguita a due riprese fresco su fresco rifinita a frattazzo, con interposta rete in fibra di vetro o in poliestere compresa pulizia e preparazione del supporto con una mano di apposito primer. per rivestimento di intere campiture con rete in fibra di vetro 4x4 da 150 gr/mq, spessore totale circa mm 4.	Prezzario Regione Liguria	484,95	m2	€ 21,63	€ 10.488,15	22%	€ 12.795,54
Intonaco interno in malta cementizia strato aggrappante a base di cemento portland, sabbie classificate ed additivi specifici spessore 5 mm circa.	Prezzario Regione Liguria	0	m2	€ 4,36	€ -	22%	€ -
Costi per la sicurezza	-	3%	%		€ 912,92	22%	€ 1.113,76
Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%		€ 2.130,14	22%	€ 2.598,77
TOTALE (I₀ – EEM1)					€ 33.474	22%	€ 40.838
Incentivi	[Conto termico]						€ 16.335,15
Durata incentivi							5
Incentivo annuo							€ 3.267,03

EEM2: Coibentazione copertura della palestra

Nella Tabella 9.1 è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 2, che consiste nella coibentazione della copertura della palestra con l'utilizzo lamiera precoibentata di 10cm di spessore.

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

La tabella 5 delle regole applicative del D.M. 16 febbraio 2016 prevedono che gli incentivi per tale intervento siano il 40% della spesa ammissibile con un costo massimo ammissibile di 200 €/m² e di un valore massimo dell'incentivo non superiore ai 400.000 €. Nel caso in cui vengano previsti oltre all'isolamento termico delle superfici opache almeno un intervento a scelta tra le tipologie 1.C, 2A, 2.B, 2.C, 2.E, la percentuale incentivata della spesa ammissibile è pari al 55%. Nella tabella 9.1 sono riportati i risultati della quantificazione dell'incentivo al 40%.

Tabella 9.2– Analisi dei costi della EEM2: Coibentazione copertura della palestra

DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO SCONTATO	TOTALE (IVA ESCLUSA)	IVA	TOTALE (IVA INCLUSA)
				10%	[€]	[€]	[€]
				[€/n° o €/m ₂]	[€]	[€]	[€]
Realizzazione di copertura in lastre isolanti a profilo grecato od ondulato in lamiera di acciaio zincato protetta nella faccia superiore da un rivestimento anticorrosivo a base di asfaltoplastico stabilizzato, spessore minimo mm 1.8, e da una lamina di alluminio gofrato, titolo 99.5, e nella faccia inferiore da un	Prezzario Regione Piemonte	389,52	m2	€ 67,27	€ 26.204,07	22%	€ 31.968,97



E22 – Scuola Media “Durazzo”

primer bituminoso termostabile e da una lamina di alluminio come sopra, comprese sovrapposizioni, gruppi di fissaggio, pezzi speciali
Compresa la listellatura, con finitura superficiale al naturale

Pannello in polistirene espanso sintetizzato (EPS), esenti da CFC o HCFC, densità compresa tra 18-28 kg/m³ euroclasse E di resistenza al fuoco, marchiatura CE lambda pari a 0.033 W/mK, per isolamento termico di pareti e solai. spessore 4-5-6-8-10-12-14-16 cm per ogni cm

Prezziario Regione Liguria

3895,2

m2cm

€ 0,64

€ 2.478,76

22%

€ 3.024,09

Ponteggiature "di facciata", in elementi metallici prefabbricati e/o "giunto-tubo", compreso il montaggio e lo smontaggio finale, i piani di lavoro, idonea segnaletica, impianto di messa a terra, compresi gli eventuali oneri di progettazione, escluso: mantovane, illuminazione notturna e reti di protezione - Montaggio, smontaggio e noleggio per il primo mese di utilizzo.

Prezziario Regione Liguria

30

m2

€ 12,98

€ 389,45

22%

€ 475,13

Costi per la sicurezza

-

3%

%

€ 860,49

22%

€ 1.049,79

Costi progettazione (in % su importo lavori)

-

7%

%

€ 2.007,80

22%

€ 2.449,51

TOTALE (I₀ – EEM2)**€ 31.941****22%****€ 38.968**

Incentivi

[Conto termico]

€ 15.587,00

Durata incentivi

5

Incentivo annuo

€ 3.117,40

Nella quantificazione dei costi relativi all'intervento non sono stati considerati la rimozione e lo smaltimento della copertura esistente in quanto, nel caso in cui venga eseguito l'intervento, dovranno essere fatti gli opportuni accertamenti sulla natura del materiale esistente.

EEM3: Sostituzione degli infissi della palestra e degli spogliatoi

Nella Tabella 9.1 è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 3, che consiste nella sostituzione degli infissi della palestra e di alcuni non sostituiti nella zona spogliatoi della scuola.

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

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

Tabella 9.3– Analisi dei costi della EEM3: Sostituzione degli infissi della palestra e degli spogliatoi della scuola

DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO SCONTATO 10%	TOTALE (IVA ESCLUSA)	IVA	TOTALE (IVA INCLUSA)
				[€/n° o €/m ²]	[€]	[€]	[€]
Rimozione senza recupero di serramenti in legno o metallo compresa rimozione telaio a murare per misurazioni minima 2 mq	Prezziario Regione Liguria	95,11	m2	€ 27,37	€ 2.603,42	22%	€ 3.176,17
Finestra o portafinestra in	Prezziario Regione	95,11	m2	€ 299,00	€ 28.437,89	22%	€ 34.694,23

**E22 – Scuola Media “Durazzo”**

alluminio verniciato completa di vetrocamera, telaio a taglio termico con valore massimo di trasmittanza U=2,8 W/m ² K, controtelaio escluso, minimo di misurazione per serramento m ² 1,5 apertura ad una o due ante o a vasistas	Liguria							
solo posa in opera di finestra o portafinestra in alluminio, pvc, legno acciaio esclusa la fornitura e posa di controtelaio in acciaio	Prezziario Regione Liguria	95,11	m2	€ 44,12	€ 4.196,08	22%	€ 5.119,22	
Controtelaio per finestre, portefinestre e simili, in legno.	Prezziario Regione Liguria	39,0097424	m	€ 6,90	€ 269,17	22%	€ 328,38	
Trasporto eseguito con autocarro, motocarro o simili, della portata fino a 1000 kg, di materiali di risulta da scavi e/o demolizioni, per ogni km del tratto entro i primi 5. Misurato in banco	Prezziario Regione Liguria	14,2665	m3	€ 10,70	€ 152,65	22%	€ 186,23	
Costi per la sicurezza	-	3%	%		€ 1.069,78	22%	€ 1.305,13	
Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%		€ 2.496,14	22%	€ 3.045,30	
TOTALE (I₀ – EEM3)					€ 39.225	22%	€ 47.855	
Incentivi	[Conto termico]							
Durata incentivi								
Incentivo annuo								

EEM4: Installazione impianto di termoregolazione

Nella Tabella 9.1 è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 3, 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 9.4– Analisi dei costi della EEM4: Installazione impianto di termoregolazione

DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO SCONTATO	TOTALE (IVA ESCLUSA)	IVA	TOTALE (IVA INCLUSA)	
				10%	[€]	[€]	[€]	
				[€/n° o €/m ²]	[€]	[€]	[€]	
Valvole micrometriche a squadra complete di testa termostatica con elemento sensibile a gas: Ø 20 mm	Prezziario Regione Liguria	101	cad	€ 37,61	€ 3.798,52	22%	€ 4.634,19	
Detentori in bronzo per tubi del diametro di: 20 mm a squadra	Prezziario Regione Liguria	101	cad	€ 9,20	€ 929,20	22%	€ 1.133,62	
Impianti Elettrici Idraulici Riscaldamento Installatore 4° cat. ex operaio specializzato	Prezziario Regione Liguria	67	h	€ 28,98	€ 1.951,44	22%	€ 2.380,76	
Costi per la sicurezza	-	3%	%		€ 200,37	22%	€ 244,46	
Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%		€ 467,54	22%	€ 570,40	
TOTALE (I₀ – EEM4)					€ 7.347	22%	€ 8.963	
Incentivi	[Conto termico]							0
Durata incentivi								0
Incentivo annuo								0

EEM5: Efficientamento generatore di calore

Nella Tabella 9.1 è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 5, si ipotizza di realizzare una sostituzione del generatore esistente e tradizionale con una caldaia a condensazione più efficiente.



E22 – Scuola Media “Durazzo”

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 prevede 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 9.5 sono riportati i risultati della quantificazione dell’incentivo al 40%.

Tabella 9.5– Analisi dei costi della EEM5: Sostituzione generatore di calore

DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO SCONTATO 10% [€/n° o €/m ²]	TOTALE (IVA ESCLUSA) [€]	IVA [€]	TOTALE (IVA INCLUSA) [€]
Rimozione generatore esistente - taglia caldaia esistente Pn > 116 e Pn <= 250	CCIAA RE	1		€ 3.697,50	€ 3.697,50	22%	€ 4.510,95
Caldaie a condensazione a basamento, corpo in lega di alluminio-silicio-magnesio con scambiatore primario a basso contenuto d'acqua, classe 5 NOx, rendimento energetico a 4 stelle in base alle direttive europee, bruciatore modulante con testata metallica ad irraggiamento, compreso il pannello di comando montato sul mantello di rivestimento, della potenza termica nominale di: 396 Kw circa	Prezzario Regione Liguria	1	cad	€ 28.203,75	€ 28.203,75	22%	€ 34.408,58
Sistema fumario prefabbricato a sezione circolare, con giunti maschio-femmina con profilo conico a elementi modulari a doppia parete acciaio inox (parete interna AISI316L e parete esterna AISI304), coibentazione 25mm in lana di roccia pressata, senza guarnizioni di tenuta Coppa di scarico condensa Ø 250 mm	Prezzario Regione Liguria	1	cad	€ 211,60	€ 211,60	22%	€ 258,15
Sola posa in opera di bruciatore per caldaie, compresi la lavorazione della piastra di collegamento alla caldaia, la sola posa della rampa gas e del dispositivo di controllo tenuta valvola, i collegamenti elettrici, i collegamenti alla tubazione del combustibile a metano o gasolio: per generatori di calore da 351 Kw a 700 Kw	Prezzario Regione Liguria	1	cad	€ 419,17	€ 419,17	22%	€ 511,39
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	Prezzario Regione Liguria	50	m³km	€ 4,29	€ 214,55	22%	€ 261,75

**E22 – Scuola Media “Durazzo”**

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.

Costi per la sicurezza	-	3%	%	€ 1.021,93	22%	€	1.246,75
Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%	€ 2.384,50	22%	€	2.909,09
TOTALE (I₀ – EEMS)				€ 37.471	22%	€	45.714
Incentivi	[Conto termico]					€	18.285,71
Durata incentivi							5
Incentivo annuo						€	3.657,14

9.2 ANALISI DI CONVENIENZA DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI CONSIDERATI FATTIBILI

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

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

Gli indicatori economici d’investimento utilizzati sono:

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

Essi sono così definiti:

1) Tempo di ritorno semplice (TRS):

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

Dove:

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

2) Tempo di ritorno attualizzato (TRA):

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

Dove:

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

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

Dove:

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

3) Valore Attuale Netto (VAN) del progetto:

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

Dove:

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

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

5) Indice di Profitto (IP):

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

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

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

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

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

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

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

EEM1: Realizzazione cappotto termico della palestra

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

Tabella 9.6 – Risultati dell'analisi di convenienza della EEM1– Realizzazione cappotto termico nella palestra

PARAMETRO FINANZIARIO	U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	I_0	€ 40.838
Oneri Finanziari % I_0	OF	[%] 3,0%
Aliquota IVA	%IVA	[%] 22,0%
Anno recupero erariale IVA	n_{IVA}	anni 3
Vita utile	n	anni 30
Incentivo annuo	B	€/anno 3.267

Durata incentivo	n_b	anni	5
Tasso di attualizzazione	i	[%]	3,5%
INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE CON INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS	22,9	12,9
Tempo di rientro attualizzato	TRA	38,5	21,6
Valore attuale netto	VAN	-	9.245
Tasso interno di rendimento	TIR	1,8%	5,6%
Indice di profitto	IP	-0,23	0,13

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

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

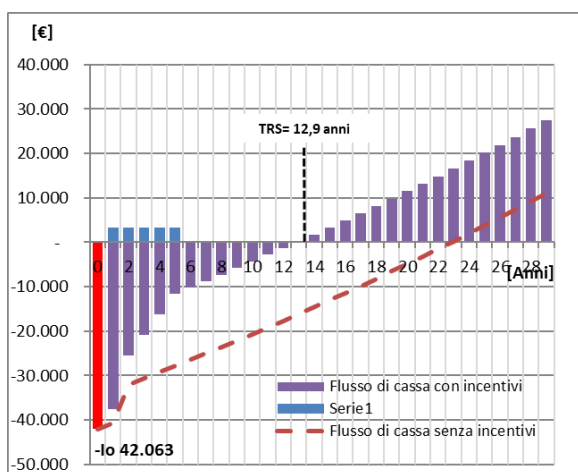
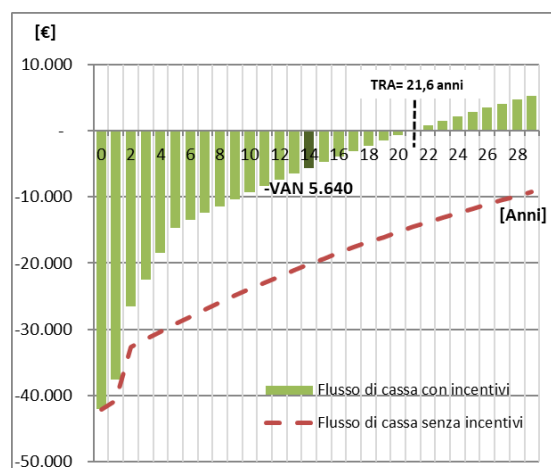


Figura 9.2 – EEM1: Flussi di Cassa Attualizzati, con e senza incentivi



Dall'analisi effettuata è emerso che l'intervento di cappottatura delle facciate verticali della palestra ha un TRS di 12,9 anni considerando di ottenere l'incentivo previsto dal Conto Termico pari al 40% dei costi, pertanto, tale intervento può essere preso in considerazione anche su scenari di medio periodo. Nel caso in cui non vi fossero incentivi a disposizione il tempo di ritorno è comunque ancora sostenibile soltanto su un lungo periodo in quanto il TRS è di 21,6 anni.

EEM2: Coibentazione copertura della palestra

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

Tabella 9.7 – Risultati dell'analisi di convenienza della EEM2– Coibentazione della copertura della palestra

PARAMETRO FINANZIARIO	U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	I_0	€ 38.968
Oneri Finanziari % I_0	OF	[%] 3,0%
Aliquota IVA	%IVA	[%] 22,0%
Anno recupero erariale IVA	n_{IVA}	anni 3
Vita utile	n	anni 30
Incentivo annuo	B	€/anno 3.117
Durata incentivo	n_b	anni 5
Tasso di attualizzazione	i	[%] 3,5%
INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI
		VALORE CON INCENTIVI



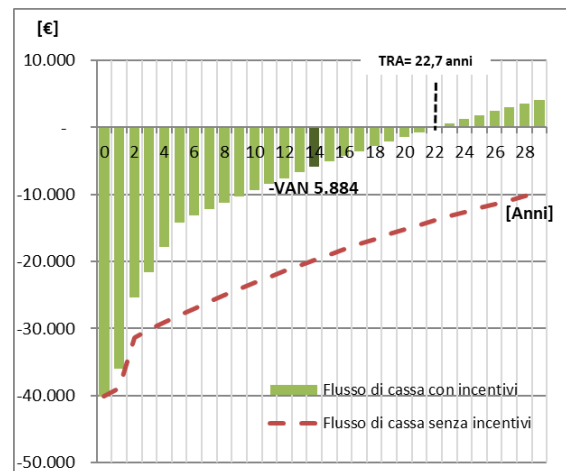
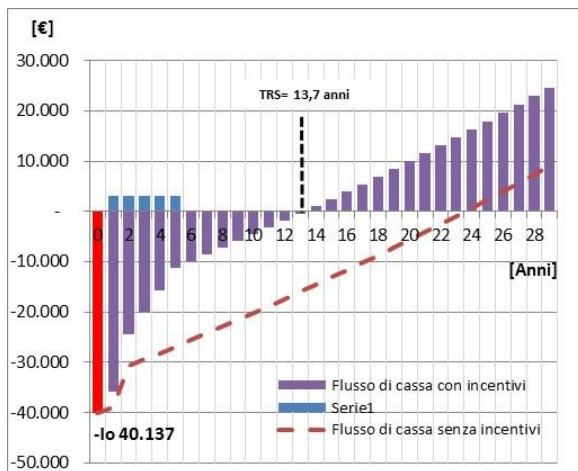
E22 – Scuola Media “Durazzo”

Tempo di rientro semplice	TRS	23,6	13,7
Tempo di rientro attualizzato	TRA	39,6	22,7
Valore attuale netto	VAN	-	4.140
Tasso interno di rendimento	TIR	1,5%	5,3%
Indice di profitto	IP	-0,25	0,11

I flussi di cassa rappresentativi dell’analisi sono riportati nelle **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.3** e **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.4**.

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

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



Dall’analisi effettuata è emerso che l’intervento di cappottatura delle facciate verticali esterne ha un TRS di 13,7 anni considerando di ottenere l’incentivo previsto dal Conto Termico pari al 40% dei costi,. pertanto tale intervento può essere preso in considerazione anche su scenari di medio periodo. Nel caso in cui non vi fossero incentivi a disposizione il tempo di ritorno è comunque ancora sostenibile soltanto su un lungo periodo in quanto il TRS è di 22,7 anni.

EEM3: Sostituzione degli infissi della palestra e degli spogliatoi della scuola

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

Tabella 9.8 – Risultati dell’analisi di convenienza della EEM3 – Sostituzione degli infissi della palestra e degli spogliatoi della scuola

PARAMETRO FINANZIARIO	U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	I ₀	€ 47.855
Oneri Finanziari %I ₀	OF	[%] 3,0%
Aliquota IVA	%IVA	[%] 22,0%
Anno recupero erariale IVA	n _{IVA}	anni 3
Vita utile	n	anni 30
Incentivo annuo	B	€/anno -
Durata incentivo	n _B	anni 5
Tasso di attualizzazione	i	[%] 3,5%
INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS	34,9
		34,9



E22 – Scuola Media “Durazzo”

Tempo di rientro attualizzato	TRA	54,5	54,5
Valore attuale netto	VAN	- 22.181	- 22.181
Tasso interno di rendimento	TIR	-1,1%	-1,1%
Indice di profitto	IP	-0,46	-0,46

I flussi di cassa rappresentativi dell’analisi sono riportati nelle **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.5** e **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.6**.

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

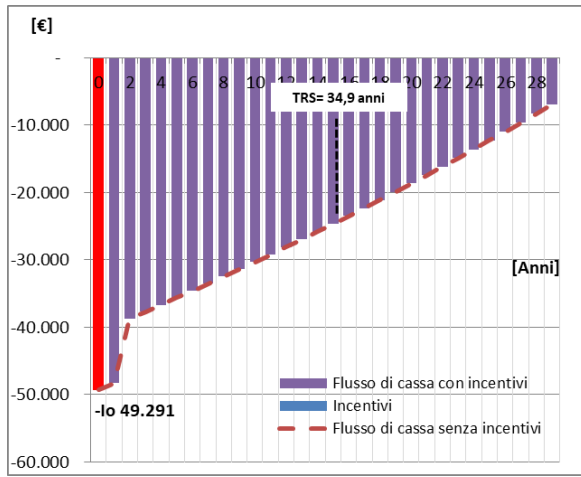
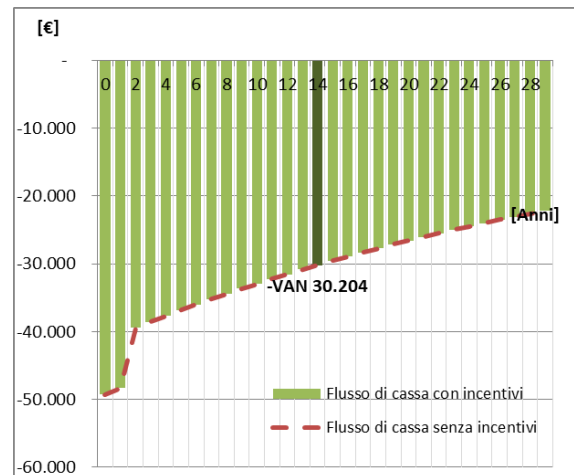


Figura 9.6 – EEM3: Flussi di Cassa Attualizzati, con e senza incentivi



Dall’analisi effettuata è emerso che l’intervento di sostituzione degli infissi ha un TRS di 34,9 anni non considerando di ottenere l’incentivo previsto dal Conto Termico pari al 40% dei costi. Tale intervento non può essere preso in considerazione neanche su scenari di lungo periodo.

EEM4: Termoregolazione

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

Tabella 9.9 – Risultati dell’analisi di convenienza della EEM4– Installazione impianto di termoregolazione

PARAMETRO FINANZIARIO	U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	I₀	€ 8.963
Oneri Finanziari % _{I₀}	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 12,8	12,8
Tempo di rientro attualizzato	TRA 17,8	17,8
Valore attuale netto	VAN - 1.443	- 1.443
Tasso interno di rendimento	TIR 1,2%	1,2%
Indice di profitto	IP -0,16	-0,16

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

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

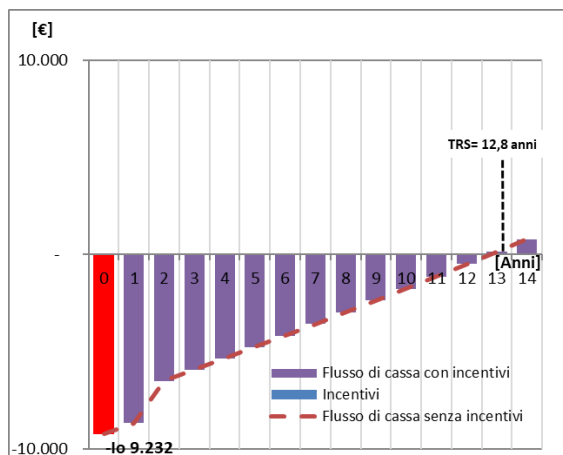
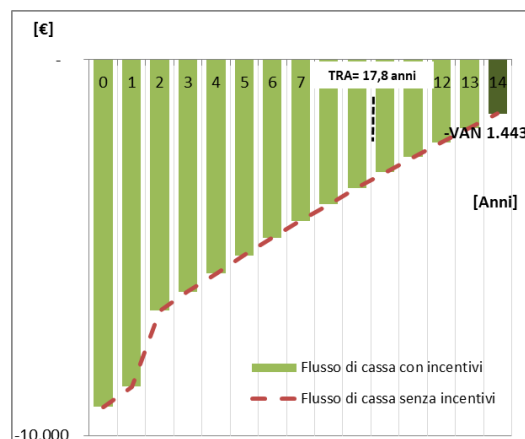


Figura 9.8 – EEM4: Flussi di Cassa Attualizzati, con e senza incentivi



Dall'analisi effettuata è emerso che l'intervento della termoregolazione ha un TRS di 12,8 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.

EEM5: Efficiemmento generatore di calore

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

Tabella 9.10 – Risultati dell'analisi di convenienza della EEM5 – Sostituzione del generatore di calore

PARAMETRO FINANZIARIO	U.M.	VALORE	
Investimento Iniziale	I_0	€ 45.714	
Oneri Finanziari % i_0	OF	[%] 3,0%	
Aliquota IVA	%IVA	[%] 22,0%	
Anno recupero erariale IVA	n_{IVA}	anni 3	
Vita utile	n	anni 15	
Incentivo annuo	B	€/anno 3.657	
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	11,8	6,7
Tempo di rientro attualizzato	TRA	16,6	8,8
Valore attuale netto	VAN	- 4.425	11.856
Tasso interno di rendimento	TIR	2,4%	8,9%
Indice di profitto	IP	-0,10	0,26

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

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

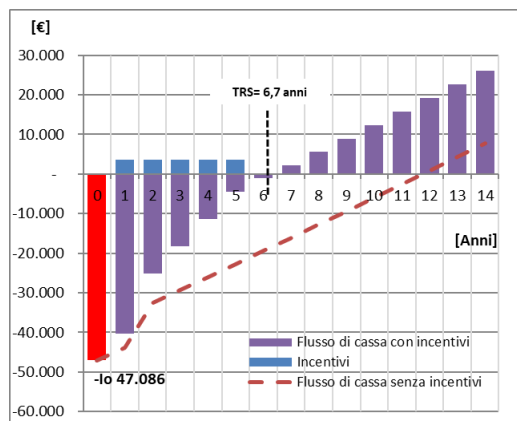
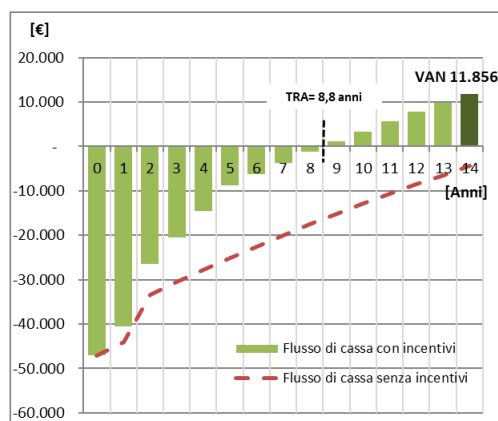


Figura 9.10 – EEM5: Flussi di Cassa Attualizzati, con e senza incentivi



Dall’analisi effettuata è emerso che l’intervento di sostituzione del generatore ha un TRS di 6,7 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 il tempo di ritorno è sostenibile su un medio/lungo periodo in quanto il TRS è di 11,8 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 9.11 e Dall’analisi dei risultati emerge che senza incentivi solo l’inserimento di un sistema di termoregolazione e la sostituzione del generatore di calore ormai obsoleto sono sostenibili sul medio/breve periodo, in particolare gli interventi sull’involucro hanno tempi di ritorno semplice superiori ai 20 anni. Questo dipende anche dal fatto che l’edificio è stato recentemente ristrutturato prevedendo anche interventi che garantiscono risparmi di energia (coibentazione del solaio verso sottotetto, sostituzione estesa a quasi tutto l’edificio dei serramenti esterni, modifica delle volumetrie riscaldate).

Tabella 9.12.

Tabella 9.11 – Sintesi dei risultati della valutazione economico-finanziaria, caso senza incentivi

	SENZA INCENTIVI										
	% ΔE [%]	% Δ_{CO_2} [%]	ΔC_E [€/anno]	ΔC_{MO} [€/anno]	ΔC_{MS} [€/anno]	I_0 [€]	TRS [anni]	TRA [anni]	VAN [€]	TIR [%]	IP [-]
EEM 1	8,1	8,5	1.602	0,0	0,0	-40.838	22,9	38,5	-9.299<0	1,8	-0,23
EEM 2	7,5	7,8	1.475	0,0	0,0	-38.968	23,6	39,6	-9.738<0	1,5	-0,25
EEM 3	6	6,2	1.180	0,0	0,0	-47.855	34,9	54,5	-22.181<0	-1,1	-0,46
EEM 4	3,4	3,5	669	0,0	0,0	-8.963	12,8	17,8	1.443<0	1,2	-0,16
EEM 5	6,5	6,9	1.109	2.471	275	-45.714	11,8	16,6	-4.425<0	2,4	-0,10

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

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

Dall'analisi dei risultati emerge che senza incentivi solo l'inserimento di un sistema di termoregolazione e la sostituzione del generatore di calore ormai obsoleto sono sostenibili sul medio/breve periodo, in particolare gli interventi sull'involucro hanno tempi di ritorno semplice superiori ai 20 anni. Questo dipende anche dal fatto che l'edificio è stato recentemente ristrutturato prevedendo anche interventi che garantiscono risparmi di energia (coibentazione del solaio verso sottotetto, sostituzione estesa a quasi tutto l'edificio dei serramenti esterni, modifica delle volumetrie riscaldate).

Tabella 9.12 – Sintesi dei risultati della valutazione economico-finanziaria, caso con incentivi

	CON INCENTIVI										
	$\% \Delta_E$ [%]	$\% \Delta_{CO_2}$ [%]	Δ_{CE} [€/anno]	Δ_{CMO} [€/anno]	Δ_{CMS} [€/anno]	I_0 [€]	TRS [anni]	TRA [anni]	VAN [€]	TIR [%]	IP [-]
EEM 1	9,6	9,7	1.893,1	0,0	0,0	-40.838	12,9	21,6	5.245>0	5,6	0,13
EEM 2	9,0	9,0	1.766,4	0,0	0,0	-38.968	13,7	22,7	4.140>0	5,3	0,11
EEM 3	7,5	7,5	1.476,2	0,0	0,0	-47.855	34,9	54,5	-22.181<0	-1,1	-0,46
EEM 4	5,7	5,5	1.120,6	0,0	0,0	-8.963	12,8	17,8	1.443<0	1,2	-0,16
EEM 5	6,5	6,9	1.109	2.471	275	-45.714	6,7	8,8	11.856>0	8,9	0,26

Dall'analisi dei risultati emerge che grazie agli incentivi previsti dal Conto Termico del D.M. del 16 febbraio 2016 tutti gli interventi simulati, a parte quello riguardante la sostituzione dei serramenti, raggiungono dei tempi di ritorno semplici inferiori ai 15 anni. In queste condizioni sono pertanto ipotizzabili aggregazioni di interventi sostenibili economicamente sia se venissero finanziati direttamente dal Comune di Genova sia attraverso il coinvolgimento di ESCo con FTT. Si segnala, inoltre, che interventi aggregati sull'intero sistema edificio impianti consentono di aumentare la percentuale di contribuzione relativa al meccanismo incentivante del Conto Termico, migliorando ulteriormente la sostenibilità economica.

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

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

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

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



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

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

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

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

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

Dove:

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

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

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

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

Essi sono così definiti:

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

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

Dove:

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

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

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

Dove:

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

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

Nell'ambito della riqualificazione energetica degli edifici scolastici, il presente rapporto di DE sarà inoltre fondamentale per dotare la Pubblica Amministrazione (PA) di un'analisi tecnico-economica di dettaglio delle EEM identificate all'interno degli scenari ottimali, con lo scopo di consentire l'individuazione dei possibili strumenti di finanziamento delle stesse, sia tramite finanziamento proprio, sia tramite proposte di *Energy Performance Contract (EPC)* da parte di Società di Servizi Energetici (*Energy Service Company – ESCO*) abbinate all'istituto del Finanziamento Tramite Terzi (FTT). In tale ambito trova espressione l'applicazione del Partenariato Pubblico Privato (PPP). Al fine di effettuare concretamente un'analisi finanziaria preliminare e verificare quindi gli aspetti di convenienza economica e sostenibilità finanziari degli scenari ottimali è stato presentato un modello semplificato di Piano Economico Finanziario (PEF) indicativo per ogni scenario. Infine, si è proceduto all'identificazione dell'eventuale canone applicabile nel caso di attuazione dello scenario ottimale attraverso la partecipazione di ESCO secondo lo schema di *Energy Performance Contract (EPC)*.

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

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

9.3.1 Scenario 1: Scenario ottimale TRS≤15 anni

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

- EEM 1: Coibentazione pareti perimetrali esterne palestra
- EEM 2: Coibentazione copertura palestra
- EEM 4: Installazione di sistemi di termoregolazione
- EEM 5: Installazione di un nuovo generatore di calore

Tabella 9.13 – Combinazione di EEM proposta per lo scenario 1

VOCE INVESTIMENTO	TOTALE (IVA ESCLUSA)	IVA AI 22%	TOTALE (IVA INCLUSA)
	[€]	[€]	[€]

**E22 – Scuola Media “Durazzo”**

EEM1 Fornitura & Posa	30431	6695	37125
EEM2 Fornitura & Posa	29072	6396	35468
EEM4 Fornitura & Posa	6679	1469	8149
EEM5 Fornitura & Posa	24336	5354	29690
Costi per la sicurezza	2716	597	3313
Costi per la progettazione	6336	1394	7730
TOTALE (I₀)	99570	21905	121428
VOCE MANUTENZIONE	C_{MO} (IVA INCLUSA)	C_{MS} (IVA INCLUSA)	C_M (IVA INCLUSA)
	[€]	[€]	[€]
EEM1 O&M	0	0	0
EEM2 O&M	0	0	0
EEM4 O&M	0	0	0
EEM5 O&M	2025	225	2250
TOTALE (C_M)	2025	225	2250
VOCE INCENTIVO	DESCRIZIONE	TOTALE (IVA INCLUSA)	
		[€]	
Incentivi	Conto termico	66785	
Durata incentivi		5	
Incentivo annuo		13357	

Nota (13): Incentivo calcolato secondo regole applicative del D.M. 16 febbraio 2016 previste dal conto termico 2.0. Per tali interventi la quota incentivabile della spesa ammissibile è pari al 55%.

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

Figura 9.11 – SCN1: Diagramma di Sankey relativo al fabbisogno termico post intervento

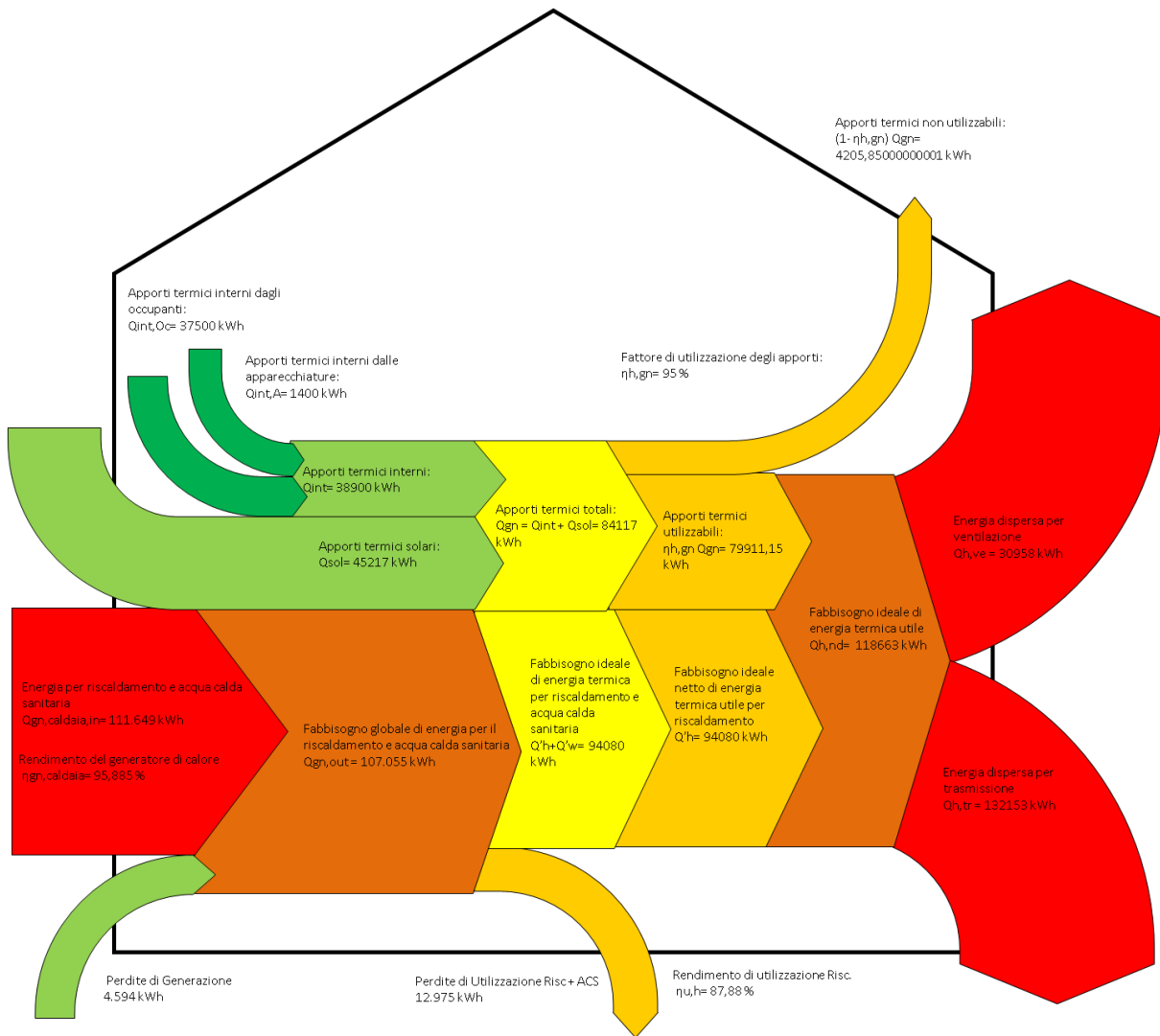
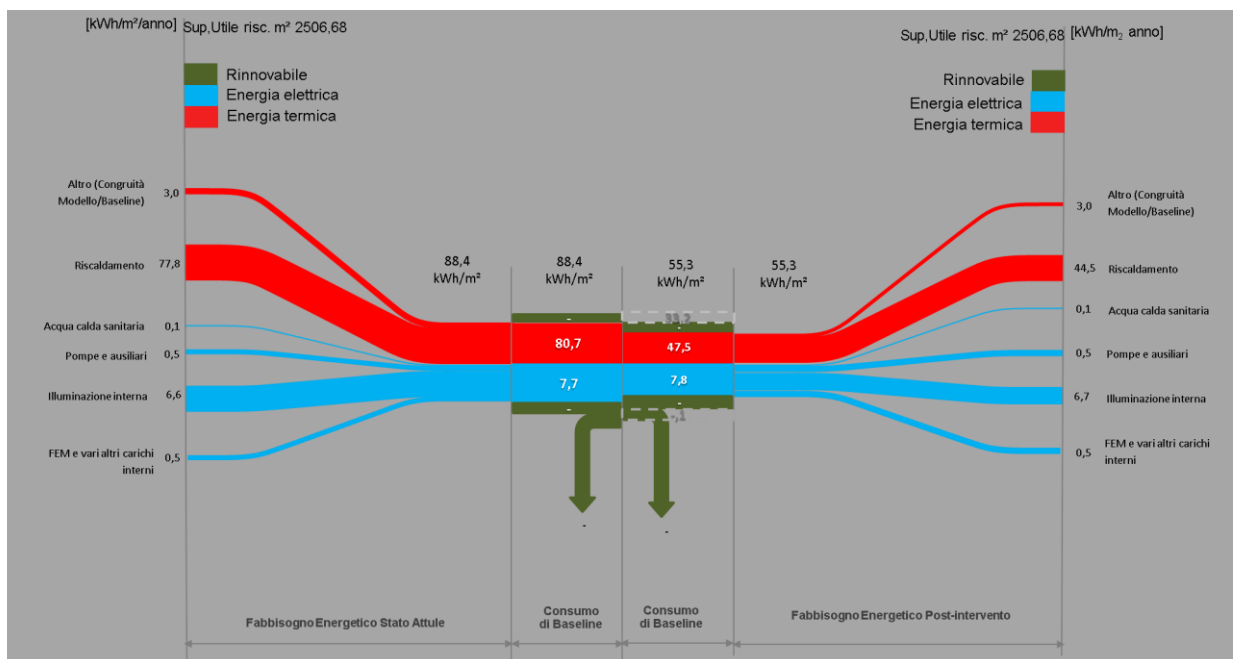


Figura 9.12 – SCN1: Bilancio energetico complessivo dell’edificio post intervento



I miglioramenti ottenibili tramite l'attuazione dello Scenario 1 sono riportati nella Tabella 9.14 e nella Figura 9.13

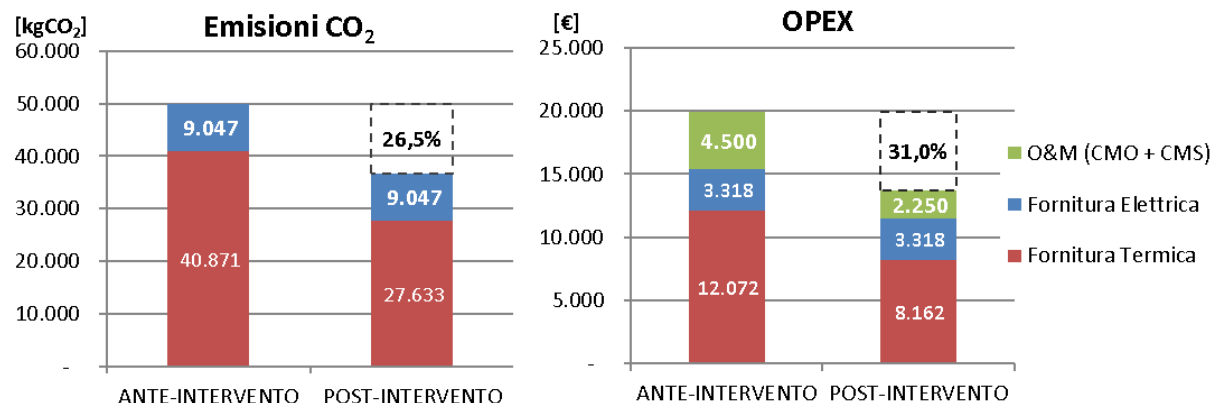
Tabella 9.14 – Risultati analisi SCN1 – Scenario ottimale TRS≤15 anni

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE %
EM1 [Trasmittanza termica]	[W/m²K]	1,043	0,247	76,3%
EM2 [Trasmittanza termica]	[W/m²K]	1,298	0,19	85,4%
EM4 [Efficienza sottosistema di regolazione]	[%]	96%	99%	-3,1%
EM5 [Efficienza sottosistema di generazione]	[%]	89,20%	95,90%	-7,5%
Q _{teorico}	[kWh]	165.133	111.646	32,4%
EE _{teorico}	[kWh]	19.823	19.823	0,0%
Q _{baseline}	[kWh]	202.331	136.795	32,4%
EE _{Baseline}	[kWh]	19.372	19.372	0,0%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	40.871	27.633	32,4%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	9.047	9.047	0,0%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	49.918	36.679	26,5%
Fornitura Termica, C _Q	[€]	12.072	8.162	32,4%
Fornitura Elettrica, C _{EE}	[€]	3.318	3.318	0,0%
Fornitura Energia, C_E	[€]	15.390	11.480	25,4%
C _{MO}	[€]	4.050	2.025	50,0%
C _{MS}	[€]	450	225	50,0%
O&M (C _{MO} + C _{MS})	[€]	4.500	2.250	50,0%
OPEX	[€]	19.890	13.730	31,0%
Classe energetica	[-]	G	F	+1 classi

Nota (14) 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: 0,06 [€/kWh] per il vettore termico gas naturale e 0,171 [€/kWh] per il vettore elettrico.

Figura 9.13 - SCN1: Riduzione dei costi operativi (OPEX) e delle emissioni di CO₂ a partire dalla baseline



E' stato quindi possibile presentare un modello semplificato di Piano Economico Finanziario (PEF) indicativo, i cui calcoli di dettaglio sono riportati all'Allegato L – Piano Economico Finanziario scenari. I risultati dell'analisi sono riportati nella Tabella 9.15, Tabella 9.16 e Tabella 9.17 e nelle successive figure.



Tabella 9.15 – 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	€ 121.428
Oneri Finanziari (costi indiretti)	%Of	3,00%
Costi d'Investimento indiretti, IVA incl.	Of	€ 3.643
Costi d'Investimento (diretti+Indiretti) , IVA incl.	CAPEX	€ 125.071
%CAPEX a Debito	D	80,0%
%CAPEX a Equity	E	20,00%
Debito	I_D	€ 100.057
Equity	I_E	€ 25.014
Fattore di annualità Debito	FA_D	8,30
Rata annua debito	q_D	€ 12.052
Costo finanziamento,(D+INT _D)	$q_D * n_D$	€ 120.524
Costi per interessi debito, INT _D	$INT_D = q_D * n_D - D$	€ 20.467

Tabella 9.16 – Parametri Economici dell’analisi di redditività dello SCN1

PARAMETRI ECONOMICI		
Costo annuo energia pre-intervento, IVA escl.	CE0	€ 15.390
Costo annuo O&M pre-intervento, IVA escl.	CM0	€ 4.500
Spesa PA pre-intervento (Baseline)	CBaseline	€ 19.890
Altri costi di gestione ESCo post-intervento, IVA escl.	CAItr0	€ -
Riduzione% costi fornitura Energia	%ΔCE	25,4%
Riduzione% costi O&M	%ΔCM	50,0%
Obiettivo riduzione spesa PA	%CBaseline	3,0%
Risparmio annuo PA garantito	45,6%	€ 4.980
Risparmio annuo PA immediato durante la gestione	Risp.IM	€ 597
Risparmio PA durante la concessione	14%	€ 41.904
Risparmio annuo PA al termine della concessione	Risp.Term.	€ 7.370
N° di Canoni annuali	anni	14
Utile lordo della ESCO	%CAPEX	3,61%
Costo Contrattuale ESCO €/anno IVA escl.	CESCO	€ 323



E22 – Scuola Media “Durazzo”

Costi FTT €/anno IVA escl.	CFTT	€	1.462
Costi CAPEX €/anno IVA escl.	CCAPEX	€	2.599
Canone O&M €/anno	CnM	€	2.336
Canone Energia €/anno	CnE	€	12.573
Canone Servizi €/anno IVA escl.	CnS	€	14.909
Canone Disponibilità €/anno IVA escl.	CnD	€	4.384
Canone Totale €/anno IVA escl.	Cn	€	19.293
Aliquota IVA %	IVA		22%
Rimborso erariale IVA	RIVA	€	21.897
Ricavi da Incentivi, esenti d'IVA	RB	€	66.785
Durata Incentivi, anni	nB		5
Inizio erogazione Incentivi, anno			2022

Tabella 9.17 – 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.	8,40
Tempo di Ritorno Attualizzato T.R.A., anni	T.R.A.	14,71
Valore Attuale Netto, VAN = VA - Io	VAN > 0	€ 550
Tasso interno di rendimento del progetto	TIR > WACC	4,11%
Indice di Profitto	IP	0,45%
INDICATORI DI REDDITIVITA DELLA ESCO PRE-IMPOSTE		
Tempo di Ritorno Semplice, Spb = Io / FC, Anni	T.R.S.	9,84
Tempo di Ritorno Attualizzato T.R.A., anni	T.R.A.	9,87
Valore Attuale Netto, VAN = VA - Io	VAN > 0	€ 1.243
Tasso interno di rendimento dell'azionista	TIR > ke	13,34%
Debit Service Cover Ratio	DSCR < 1,3	1,069
Loan Life Cover Ratio	LLLCR < 1	0,821
Indice di Profitto Azionista	IP	1,02%

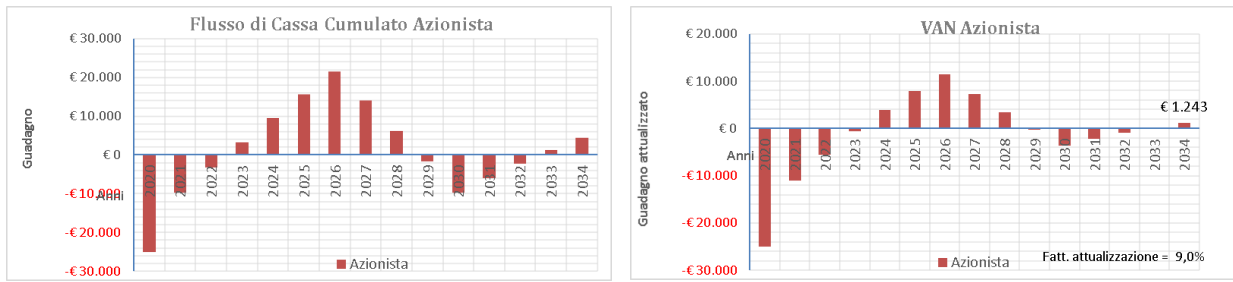
Figura 9.14 –SCN1: Flussi di cassa del progetto



Figura 9.15 – SCN1: Flussi di cassa dell'azionista



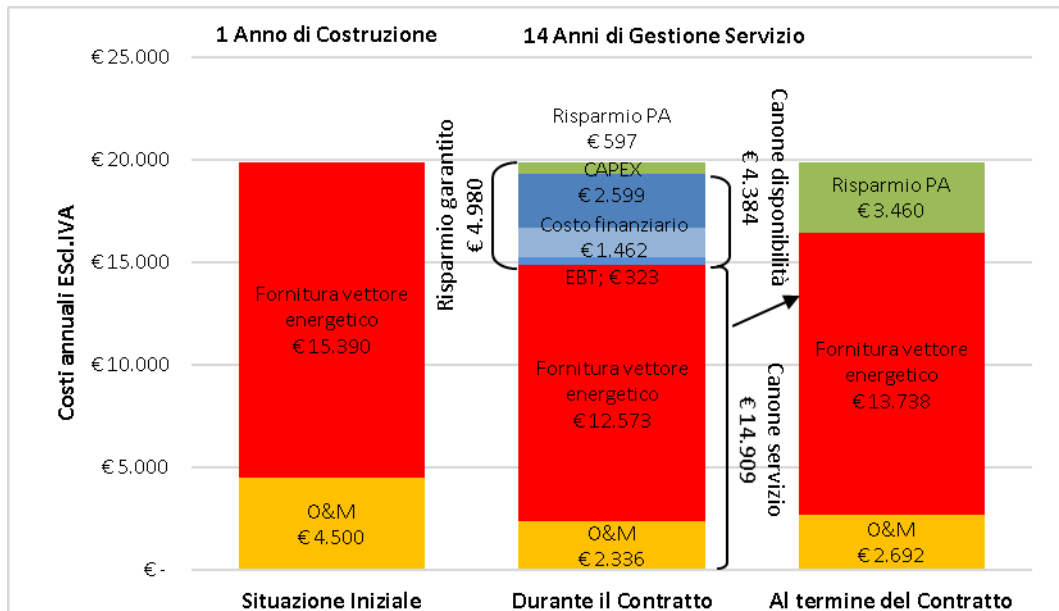
E22 – Scuola Media “Durazzo”



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 9.16.

Figura 9.16 – 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: Coibentazione pareti perimetrali esterne palestra
- EEM 2: Coibentazione copertura palestra
- EEM 3: Sostituzione infissi palestra
- EEM 4: Installazione di sistemi di termoregolazione
- EEM 5: Installazione di un nuovo generatore di calore

Tabella 9.18 – Combinazione di EEM proposta per lo scenario 2

VOCE INVESTIMENTO	TOTALE (IVA ESCLUSA)	IVA AL 22%	TOTALE (IVA INCLUSA)
	[€]	[€]	[€]
EEM1 Fornitura & Posa	30431	6695	37125
EEM2 Fornitura & Posa	29072	6396	35468
EEM3 Fornitura & Posa	35659	7845	43504

**E22 – Scuola Media “Durazzo”**

EEM4 Fornitura & Posa	6679	1469	8149
EEM5 Fornitura & Posa	24336	5354	29690
Costi per la sicurezza	3785	833	4618
Costi per la progettazione	8832	1943	10776
TOTALE (I₀)	138795	30535	169283
VOCE MANUTENZIONE	C_{MO} (IVA INCLUSA)	C_{MS} (IVA INCLUSA)	C_M (IVA INCLUSA)
	[€]	[€]	[€]
EEM1 O&M	0	0	0
EEM2 O&M	0	0	0
EEM3 O&M	0	0	0
EEM4 O&M	0	0	0
EEM5 O&M	2025	225	2250
TOTALE (C_M)	2025	225	2250
VOCE INCENTIVO	DESCRIZIONE	TOTALE (IVA INCLUSA)	
		[€]	
Incentivi	Conto termico	93105	
Durata incentivi		5	
Incentivo annuo		18621	

Nota (15): Incentivo calcolato secondo regole applicative del D.M. 16 febbraio 2016 previste dal conto termico 2.0. Per tali interventi la quota incentivabile della spesa ammissibile è pari al 55%.

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

Figura 9.17 – SCN2: Diagramma di Sankey relativo al fabbisogno termico post intervento

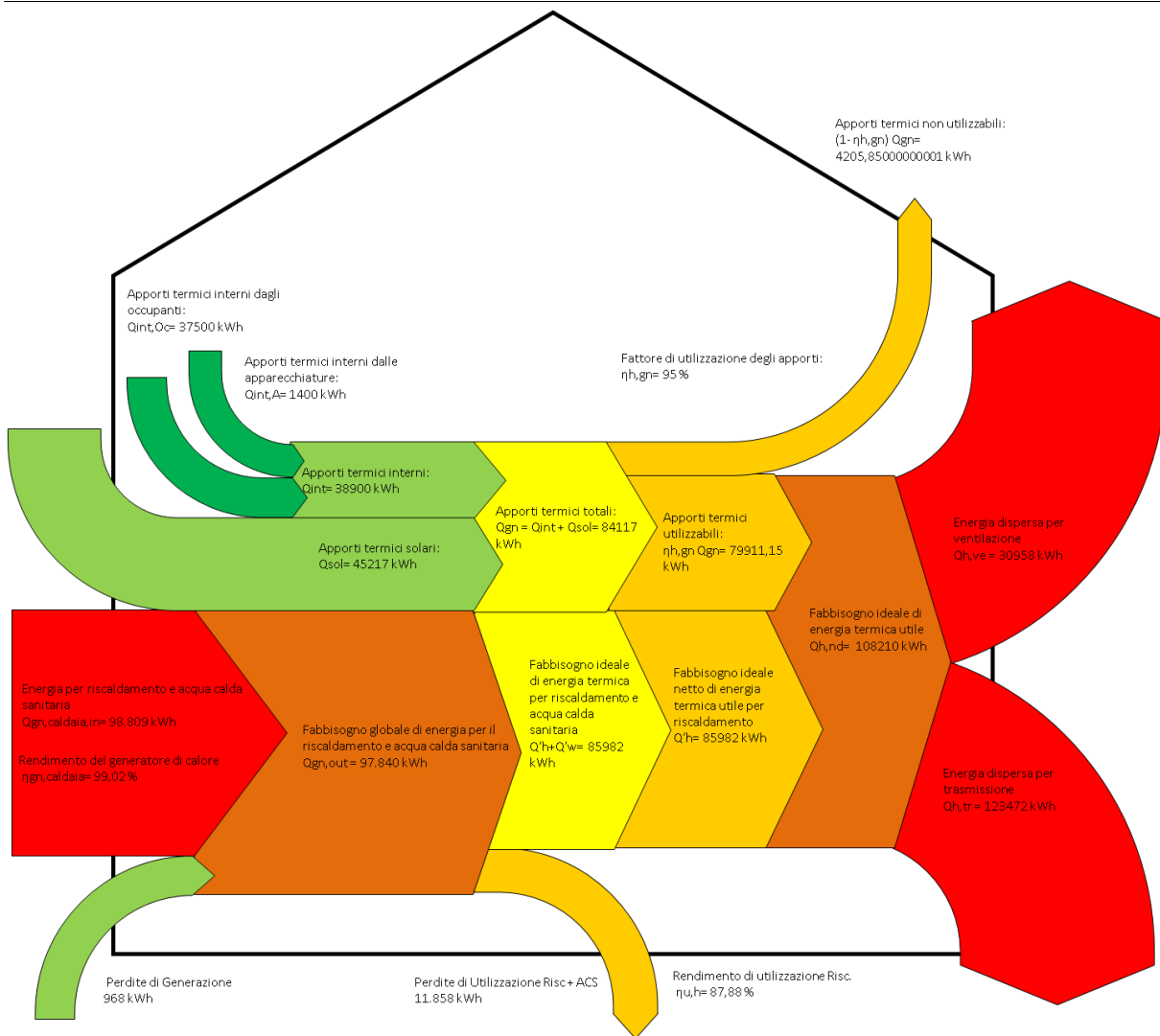
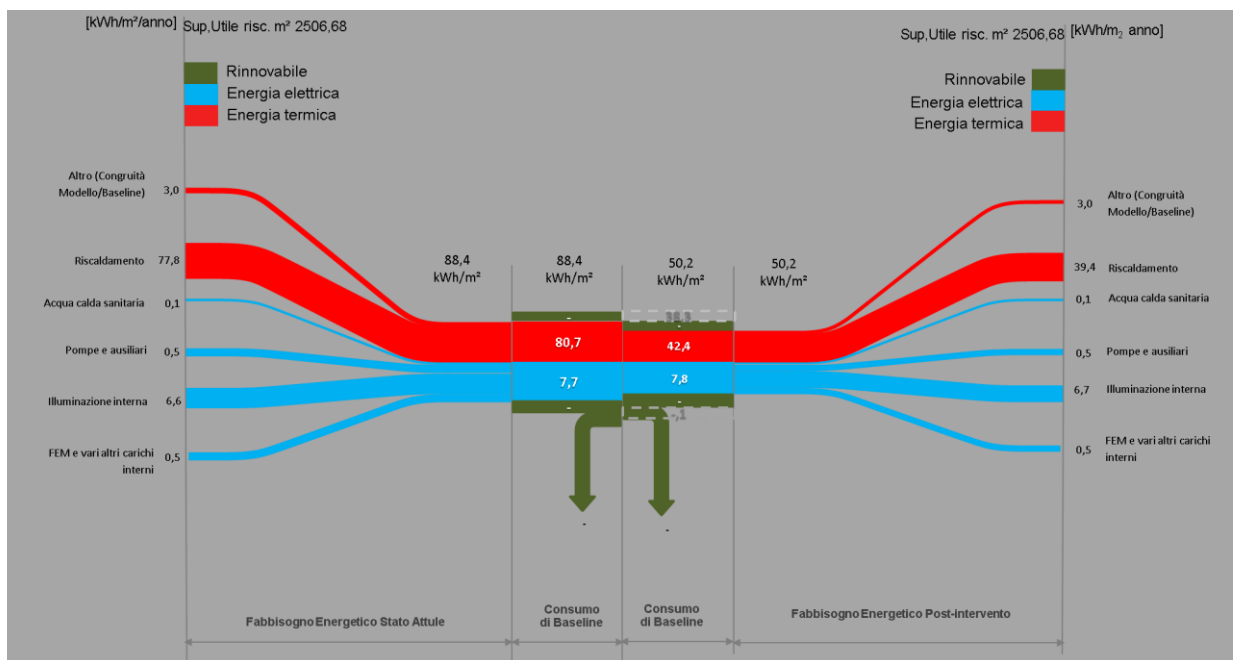


Figura 9.18 – SCN2: Bilancio energetico complessivo dell’edificio post intervento



I miglioramenti ottenibili tramite l’attuazione dello Scenario 1 sono riportati nella Tabella 9.14 e nella Figura 9.13

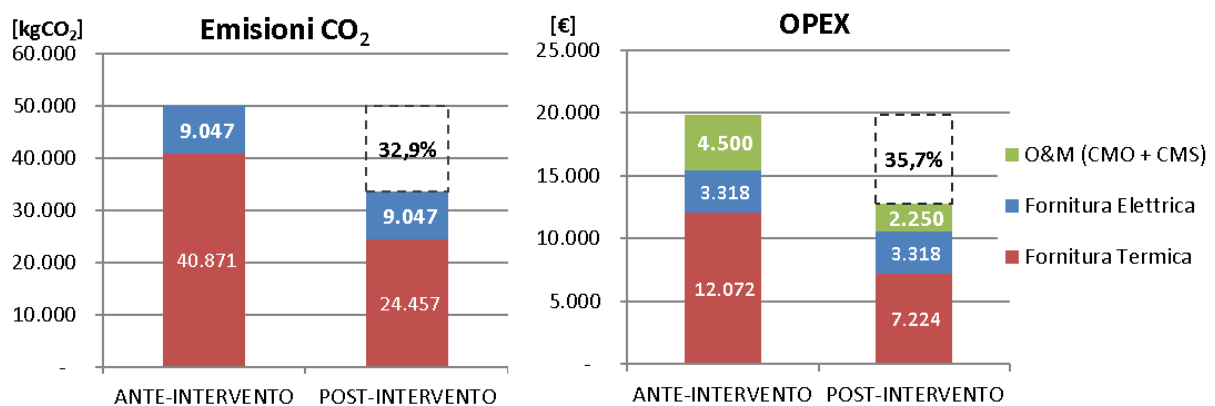
Tabella 9.19 – Risultati analisi SCN2 – Scenario ottimale TRS_{≤25} anni

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE %
EM1 [Trasmittanza termica]	[W/m ² K]	1,043	0,247	76,3%
EM2 [Trasmittanza termica]	[W/m ² K]	1,298	0,19	85,4%
EM3 [Trasmittanza termica]	[W/m ² K]	5,8	1,66	71,4%
EM4 [Efficienza sottosistema di regolazione]	[%]	96%	99%	-3,1%
EM5 [Efficienza sottosistema di generazione]	[%]	89,20%	95,90%	-7,5%
Q _{teorico}	[kWh]	165.133	98.814	40,2%
EE _{teorico}	[kWh]	19.823	19.823	0,0%
Q _{baseline}	[kWh]	202.331	121.072	40,2%
EE _{Baseline}	[kWh]	19.372	19.372	0,0%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	40.871	24.457	40,2%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	9.047	9.047	0,0%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	49.918	33.503	32,9%
Fornitura Termica, C _Q	[€]	12.072	7.224	40,2%
Fornitura Elettrica, C _{EE}	[€]	3.318	3.318	0,0%
Fornitura Energia, C_E	[€]	15.390	10.542	31,5%
C _{MO}	[€]	4.050	2.025	50,0%
C _{MS}	[€]	450	225	50,0%
O&M (C _{MO} + C _{MS})	[€]	4.500	2.250	50,0%
OPEX	[€]	19.890	12.792	35,7%
Classe energetica	[-]	G	E	+2 classi

Nota (16) 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: 0,06 [€/kWh] per il vettore termico gas naturale e 0,171 [€/kWh] per il vettore elettrico.

Figura 9.19 – 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 9.15, Tabella 9.16 e Tabella 9.17 e nelle successive figure.

Tabella 9.20 – 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	€ 169.283
Oneri Finanziari (costi indiretti)	%Of	3,00%
Costi d'Investimento indiretti, IVA incl.	Of	€ 5.078
Costi d'Investimento (diretti+Indiretti) , IVA incl.	CAPEX	€ 174.361
%CAPEX a Debito	D	80,0%
%CAPEX a Equity	E	20,00%
Debito	I_D	€ 139.489
Equity	I_E	€ 34.872
Fattore di annualità Debito	FA_D	8,30
Rata annua debito	q_D	€ 16.802
Costo finanziamento, $(D+INT_D)$	$q_D * n_D$	€ 168.022
Costi per interessi debito, INT_D	$INT_D = q_D * n_D - D$	€ 28.533

Tabella 9.21 – Parametri Economici dell’analisi di redditività dello SCN2

PARAMETRI ECONOMICI		
Costo annuo energia pre-intervento, IVA escl.	CE0	€ 15.390
Costo annuo O&M pre-intervento, IVA escl.	CM0	€ 4.500
Spesa PA pre-intervento (Baseline)	CBaseline	€ 19.890
Altri costi di gestione ESCo post-intervento, IVA escl.	CAItro	€ -
Riduzione% costi fornitura Energia	% Δ CE	31,5%
Riduzione% costi O&M	% Δ CM	50,0%
Obiettivo riduzione spesa PA	%CBaseline	4,0%
Risparmio annuo PA garantito	45,6%	€ 5.209
Risparmio annuo PA immediato durante la gestione	Risp.IM	€ 796
Risparmio PA durante la concessione	14%	€ 110.665
Risparmio annuo PA al termine della concessione	Risp.Term.	€ 9.572
N° di Canoni annuali	anni	24
Utile lordo della ESCO	%CAPEX	15,29%



E22 – Scuola Media “Durazzo”

Costo Contrattuale ESCO €/anno IVA escl.	CESCO	€	1.111
Costi FTT €/anno IVA escl.	CFTT	€	1.189
Costi CAPEX €/anno IVA escl.	CCAPEX	€	2.114
Canone O&M €/anno	CnM	€	2.396
Canone Energia €/anno	CnE	€	12.285
Canone Servizi €/anno IVA escl.	CnS	€	14.681
Canone Disponibilità €/anno IVA escl.	CnD	€	4.414
Canone Totale €/anno IVA escl.	Cn	€	19.094
Aliquota IVA %	IVA		22%
Rimborso erariale IVA	RIVA	€	30.526
Ricavi da Incentivi, esenti d'IVA	RB	€	93.105
Durata Incentivi, anni	nB		5
Inizio erogazione Incentivi, anno			2022

Tabella 9.22 – 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.	10,09
Tempo di Ritorno Attualizzato T.R.A., anni	T.R.A.	19,77
Valore Attuale Netto, VAN = VA - Io	VAN > 0	€ 6.458
Tasso interno di rendimento del progetto	TIR > WACC	4,70%
Indice di Profitto	IP	3,81%
INDICATORI DI REDDITIVITA DELLA ESCO PRE-IMPOSTE		
Tempo di Ritorno Semplice, Spb = Io / FC, Anni	T.R.S.	16,14
Tempo di Ritorno Attualizzato T.R.A., anni	T.R.A.	22,58
Valore Attuale Netto, VAN = VA - Io	VAN > 0	€ 488
Tasso interno di rendimento dell'azionista	TIR > ke	9,43%
Debit Service Cover Ratio	DSCR < 1,3	1,017
Loan Life Cover Ratio	LLCR > 1	1,045
Indice di Profitto Azionista	IP	0,29%

Figura 9.20 –SCN2: Flussi di cassa del progetto

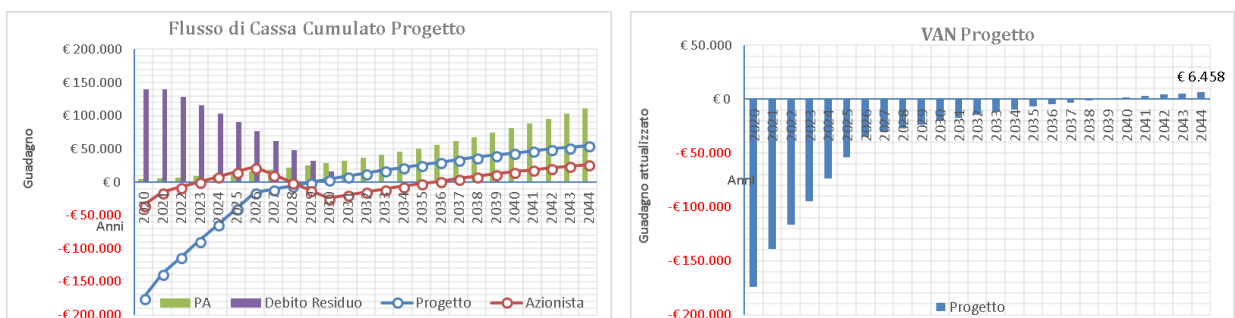
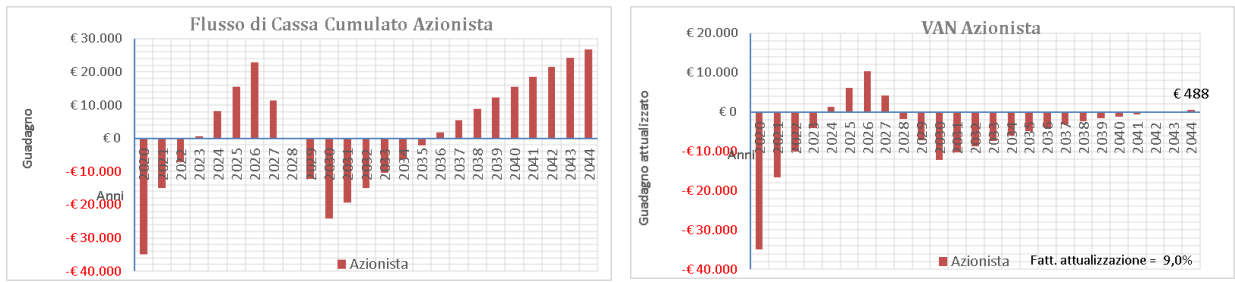


Figura 9.21 – SCN2: Flussi di cassa dell'azionista



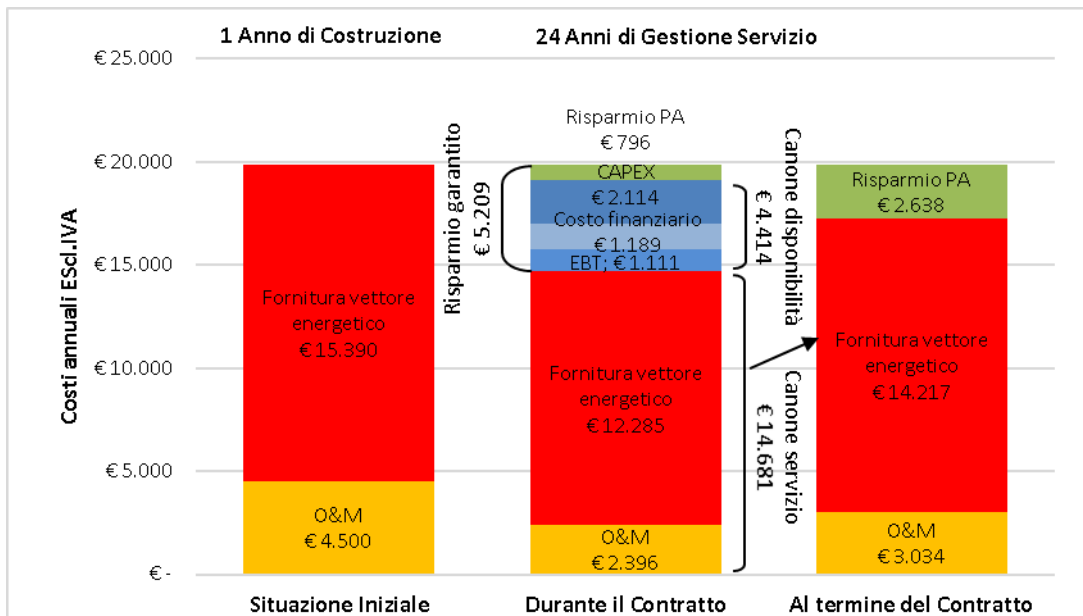
E22 – Scuola Media “Durazzo”



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

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

Figura 9.22 – Scenario 2: Schema di Energy Performance Contract



10 CONCLUSIONI

10.1 RIASSUNTO DEGLI INDICI DI PERFORMANCE ENERGETICA

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

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

INDICE DI PRESTAZIONE ENERGETICA	U.M.	ANTE INTERVENTO		SCN1		SCN2		
		ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE	ENERGIA PRIMARIA TOTALE	ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE	ENERGIA PRIMARIA TOTALE	ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE	ENERGIA PRIMARIA TOTALE	
Globale non rinnovabile	EP _{gl}	kWh/m q anno	96.05	99.53	68.43	72.07	56.65	60.06
Climatizzazione invernale	EP _H	kWh/m q anno	82.6	82.83	54.64	54.95	42.84	42.92
Produzione di acqua calda sanitaria	EP _w	kWh/m q anno	0.22	0.27	0.22	0.28	0.22	0.28
Ventilazione	EP _v	kWh/m q anno	-	-	-	-	-	-
Raffrescamento	EP _c	kWh/m q anno	-	-	-	-	-	-
Illuminazione artificiale	EP _L	kWh/m q anno	13.23	16..42	13.57	16.84	13.57	16.84
Trasporto di persone e cose	EP _T	kWh/m q anno	-	-	-	-	-	-
Emissioni equivalenti di CO ₂	CO _{2eq}	Kg/mq anno	23.7	25.4	11	14	8	12

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: Realizzazione cappotto termico nella palestra

EEM 2: Coibentazione della copertura della palestra

EEM 3: Sostituzione degli infissi palestra e spogliatoi con altri aventi $U=1,66W/m^2K$

EEM 4: Installazione impianto di termoregolazione

Gli interventi “to be clean” simulati sono stati:

EEM 5: 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: Realizzazione cappotto termico nella palestra
- EEM 2: Coibentazione della copertura della palestra
- EEM 4: Installazione impianto di termoregolazione
- EEM 5: Efficientamento sistema di generatore

Interventi previsti nello scenario a 25 anni:

- EEM 1: Realizzazione cappotto termico nella palestra
- EEM 2: Coibentazione della copertura della palestra
- EEM 3: Sostituzione degli infissi palestra e spogliatoi con altri aventi $U=1,66W/m^2K$
- EEM 4: Installazione impianto di termoregolazione
- EEM 5: 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	€	%	-		
1	EEM 1	9,6	9,7	1.893,1	0,0	0,0	-40.838	12,9	21,6	5.245>0	5,6	0,13	n/a	n/a
3	EEM 2	9,0	9,0	1.766,4	0,0	0,0	-38.968	13,7	22,7	4.140>0	5,3	0,11	n/a	n/a
4	EEM 3	7,5	7,5	1.476,2	0,0	0,0	-47.855	34,9	54,5	22.181<0	-1,1	-0,46	n/a	n/a
2	EEM 4	5,7	5,5	1.120,6	0,0	0,0	-8.963	12,8	17,8	1.443<0	1,2	-0,16	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 5	6,5	6,9	1.109	2.471	275	-45.714	6,7	8,8	11.856>0	8,9	0,26	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	25,4	26,5	3.910*	2.025*	225*	-121.428	7	10,9	11.598	6,1	0,1	1,07	0,82
	SCN 2	31,5	32,9	4.848*	2.025*	225*	-169.283	8,8	13,8	35.483	7,2	0,21	1,02	1,04

*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, It, mc, ecc.). Se il risparmio ottenuto sarà minore rispetto a quello previsto da contratto il valore economico dell'extra consumo dovrà essere rimborsato dalla ESCo alla pubblica amministrazione secondo procedure stabilite dal contratto stesso. Se il risparmio è più alto rispetto al previsto il valore economico dell'extra-risparmio sarà diviso tra la ESCo e la P.A. proprietaria dell'edificio in accordo con la metodologia definita dal contratto (es. 70%-30%)

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

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

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

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

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

ALLEGATO A – ELENCO DOCUMENTAZIONE FORNITA DALLA COMMITTENZA

Titolo	Data	Nome file
01_Planimetrie	08.11.17	01_Involucro E00088, PIAN1, PIAN1SS, PIAN2, PIAN3, PIAN4, PIAN5, PIANC, PIAN7 02_Termici: Disegni:225-S01-001-CENTRALE TERMICA, L1-042-225-P00, L1-042-225-P01, L1-042- 225-P02, L1-042-225-P03, L1-042-225-P04, L1-042-225-S01 Checklist, L1-042-225-P00- Checklist, L1-042- 225-P01- Checklist, L1-042-225-P02- Checklist, L1-042-225-P03- Checklist, L1-042- 225-P04- Checklist, L1-042-225-S01 03_Elettrici. vuoto
02_Manutenzioni	08.11.17	01_Involucro vuoto 02_Termici: vuoto 03_Elettrici. vuoto 04_FER. vuoto
Bollette gas 2014	19.07.18	20141121836, 20141121834
Bollette gas 2015	19.07.18	20151713, P150007518, P150015576 P150019771, P150032667, P150037967 P150048624, P160003881
Bollette gas 2016	19.07.18	P160012671, P160023980, P160031417 EX15066/2016, P160041242, EX19107/2016 EX22893/2016, EX26900/2016, EX31010/2016, EX33534/2016, EX38844/2016, EX43773/2016 EX03011/2017
Bollette elettricità 2014	19.07.18	5700065497, 5700098222, 5700134953 5700176198, 5700214976, 5700248943 5700291175, 5700345592, 5700373692 5700411925, 5700492869, 5700492869
Bollette elettricità 2015	19.07.18	5700492869, 5700544104, 5750082199 5700544104, E000140845 E000163930, E000175673, E000337523, E000234066, E000281521, E000386677, E000337523, E000163930, E000432864, E000483583, E000018558, E000084137, E000163930, E000310246, E000150591
Bollette elettricità 2016	19.07.18	E000150591, E000084138, E000194174 E000334605, E000238238, E000334605 E000150591, E000194174, E000194174 E000238238, E000278555, E000334605 011640025275, 011640087942, 011640025275, 011640048519 011640060830, 011640074903 011640126636, 011740042570 011640100078, 011740001581
Tabella riepilogativa scuole	19.07.18	kyotoBaseline-E22_rev10.xls

ALLEGATO B – ELABORATI

Titolo	Data	Nome file
Allegato B Elaborati	14.05.18	
Tavola con indicazione di impianti e zone termiche (dwg, PDF)		DE_Lotto.9-E22_Elaborati_1P
		DE_Lotto.9-E22_Elaborati_1SS
		DE_Lotto.9-E22_Elaborati_1SSA
		DE_Lotto.9-E22_Elaborati_2P
		DE_Lotto.9-E22_Elaborati_3P
		DE_Lotto.9-E22_Elaborati_4P
		DE_Lotto.9-E22_Elaborati_5P
		DE_Lotto.9-E22_Elaborati_C
		DE_Lotto.9-E22_Elaborati_T
	Planimetria catastale	
Foto Sopralluogo		
File Grafici		DE_Lotto.9-E22-AllegatoB-Grafici

ALLEGATO C – REPORT DI INDAGINE TERMOGRAFICA

Titolo	Data	Nome file
Allegato C E22	14.05.18	Allegato C E22.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_E22.doc

ALLEGATO E – RELAZIONE DI DETTAGLIO DEI CALCOLI

[Allegare la relazione di calcolo rilasciata dal software utilizzato, comprensiva di dati di input inseriti nel modello e di output risultanti dalla simulazione.]

Titolo	Data	Nome file
ALLEGATO E Relazione di dettaglio dei calcoli	14.05.18	DE_E22_Baseline – Calcoli.RTF
Allegato E Modello elettrico		DE_Lotto.9-E22-Modello elettrico.xlsx

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_E22_APE_Baseline.RTF

ALLEGATO H – BOZZA DI APE SCENARI

Titolo	Data	Nome file
APE SCENARIO 15 ANNI	14/05/18	E22_Caldaia+VT+Cappotto+copertura 15ANNI - APE2015.RTF
APE SCENARIO 25 ANNI	14/05/18	E22_Caldaia+VT+Cappotto+copertura+serr.2 5ANNI - APE2015.RTF

ALLEGATO I – DATI CLIMATICI

Titolo	Data	Nome file
ALLEGATO I Dati climatici	14.05.18	GG_Lotto.9-E22.xlsx

ALLEGATO J – SCHEDE DI AUDIT

Titolo	Data	Nome file
ALLEGATO J Schede Audit	14.05.18	E 22_Scheda Audit_Template_rev2.xls

ALLEGATO K – SCHEDE ORE

Titolo	Data	Nome file
ALLEGATO K Schede ORE	14.05.18	Schede ORE_E 22.doc

ALLEGATO L – PIANO ECONOMICO FINANZIARIO SCENARI

Titolo	Data	Nome file
ANALISI PEF E13	14/05/18	E22_AnalisiPEF.xlsx

ALLEGATO M – REPORT DI BENCHMARK

Titolo	Data	Nome file
ALLEGATO M Report di Benchmark	14.05.18	Lotto.9_benchmark E22.doc

ALLEGATO N – CD-ROM