

Asilo nido Centro infanzia

E1610

Calata Mandraccio 11

RAPPORTO DI DIAGNOSI ENERGETICA
FONDO KYOTO - SCUOLA 3



Agosto 2018

COMUNE DI GENOVA
STRUTTURA DI STAFF - ENERGY MANAGER



COMUNE DI GENOVA

N:ER

INGEGNERIA

**Asilo nido Centro infanzia
E1610
Calata Mandraccio 11**

RAPPORTO DI DIAGNOSI ENERGETICA

FONDO KYOTO - SCUOLA 3
Agosto 2018

COMUNE DI GENOVA
STRUTTURA DI STAFF - ENERGY MANAGER

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

NIER INGEGNERIA S.p.A.
Via Clodoveo Bonazzi 2
40013 – Castel Maggiore – Bologna
051/0391000

REGISTRO REVISIONI E PUBBLICAZIONI

Revisione	Data	Realizzazione	Revisione	Approvazione	Descrizione
A	30/06/2018	Ing. Loris Morichetti	Ing. Sarah Nicolini Ing Antonio Aprea	Ing. Fabio Coccia	Prima Pubblicazione
B	03/08/2018	Ing. Loris Morichetti	Ing. Sarah Nicolini Ing Antonio Aprea	Ing. Fabio Coccia	Prima Revisione

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

REGISTRO REVISIONI E PUBBLICAZIONI	3
INDICE.....	I
PAGINA.....	I
EXECUTIVE SUMMARY	I
CARATTERISTICHE DELL'EDIFICIO OGGETTO DELLA DE	I
TABELLA 0.1 - TABELLA RIEPILOGATIVA DEI DATI DELL'EDIFICIO	I
1 INTRODUZIONE	1
1.1 PREMessa	1
1.2 SCOPO DELLA DIAGNOSI ENERGETICA	1
1.3 RIFERIMENTO E CONTATTI AUDITOR E PERSONALE COINVOLTO.....	1
1.4 IDENTIFICAZIONE DELL'EDIFICIO.....	2
1.5 METODOLOGIA DI LAVORO	3
1.6 STRUTTURA DEL REPORT	6
2 DATI DELL'EDIFICIO.....	6
2.1 INFORMAZIONI SUL SITO	6
2.2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE, SOCIO-ECONOMICO E DESTINAZIONE D'USO	8
TABELLA 2.1 - SUDDIVISIONE IN PIANI DELL'EDIFICIO	8
2.3 VERIFICA DEI VINCOLI INTERFERENTI SULLE PARTI DELL'IMMOBILE INTERESSATE DAGLI 'INTERVENTI.....	9
2.4 MODALITÀ DI GESTIONE E MANUTENZIONE DI EDIFICI ED IMPIANTO.....	10
3 DATI CLIMATICI	12
3.1 DATI CLIMATICI DI RIFERIMENTO.....	12
I GG COSÌ CALCOLATI DEFINISCONO I GG_{RIF} AI FINI DEL PROCESSO DI NORMALIZZAZIONE DI CUI AL CAPITOLO	
5.1.1.....	12
TABELLA 3.2 – PROFILI MENSILI DEI GGRIF.....	12
3.2 DATI CLIMATICI REALI.....	13
3.3 ANALISI DELL'ANDAMENTO DEI DATI CLIMATICI E PROFILI ANNUALI DEI GRADI GIORNO	13
4 AUDIT EDIFICIO E IMPIANTI ELETTRICI E MECCANICI	15
4.1 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE DELL'INVOLUCRO EDILIZIO.....	15
4.1.1 <i>Involucro opaco</i>	15
TABELLA 4.1 – TRASMITTANZE TERMICHE DEI COMPONENTI DELL'INVOLUCRO OPACO.....	16
4.1.2 <i>Involucro trasparente</i>	16
4.2 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO DI RISCALDAMENTO/ CLIMATIZZAZIONE INVERNALE.....	17
4.2.1 <i>Sottosistema di emissione</i>	17
4.2.2 <i>Sottosistema di regolazione</i>	18
4.2.3 <i>Sottosistema di distribuzione</i>	19
IL RENDIMENTO COMPLESSIVO DEL SOTTOSISTEMA DI DISTRIBUZIONE È STATO ASSUNTO NELLA DE PARI AL	
99,2%.....	20
4.2.4 <i>Sottosistema di generazione</i>	20
4.3 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO PRODUZIONE ACQUA CALDA SANITARIA	21
4.4 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO DI RAFFRESCAMENTO/CLIMATIZZAZIONE ESTIVA	22
4.5 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO DI VENTILAZIONE MECCANICA	22
4.6 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO ELETTRICO E PRINCIPALI UTENZE ELETTRICHE.....	23
4.7 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO ILLUMINAZIONE	24
5 CONSUMI RILEVATI	24

5.1	CONSUMI ENERGETICI STORICI PER CIASCUN VETTORE E CONNESSIONE ALLE RETI GAS NATURALE ED ELETTRICA.....	24
5.1.1	<i>Energia termica</i>	25
5.1.2	<i>Energia elettrica</i>	27
IL PROFILO DI PRELIEVO MENSILE NELL'ANNO DI RIFERIMENTO EVIDENZIA L'INTERRUZIONE DELLE ATTIVITÀ DIDATTICHE DELL'ASILO NEL MESE DI AGOSTO.....		29
5.2	INDICATORI DI PERFORMANCE ENERGETICI ED AMBIENTALI	30
6	MODELLO DEL FABBISOGNO ENERGETICO.....	33
6.1	METODOLOGIA DI CALCOLO ADOTTATA E VALIDAZIONE DEI MODELLI DI CALCOLO	33
6.1.1	<i>Validazione del modello termico</i>	34
6.1.2	<i>Validazione del modello elettrico</i>	35
6.2	FABBISOGNI ENERGETICI.....	35
6.3	PROFILI ENERGETICI MENSILI.....	37
7	ANALISI DEI COSTI PRE-INTREVENTO	39
7.1	COSTI RELATIVI ALLA FORNITURA DEI VETTORI ENERGETICI	39
7.1.1	<i>Vettore termico</i>	39
7.1.2	<i>Vettore elettrico</i>	40
7.2	TARIFE E PREZZI VETTORI ENERGETICI UTILIZZATI NELL'ANALISI.....	40
7.3	COSTI DI GESTIONE E MANUTENZIONE DI EDIFICIO ED IMPIANTI.....	41
7.4	BASELINE DEI COSTI.....	41
TABELLA 7.6 – VALORI DI COSTO INDIVIDUATI PER IL CALCOLO DELLA BASELINE		41
8	IDENTIFICAZIONE DELLE MISURE DI EFFICIENZA ENERGETICA	43
8.1	DESCRIZIONE, FATTIBILITÀ E PRESTAZIONI DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI	43
8.1.1	<i>Impianto di climatizzazione</i>	43
EEM1: RISCALDAMENTO ED ACS MEDIANTE POMPA DI CALORE		43
DESCRIZIONE DEI LAVORI.....		43
PRESTAZIONI RAGGIUNGIBILI		43
8.1.2	<i>Impianto di produzione ACS</i>	45
8.1.3	<i>Impianto di illuminazione ed impianto elettrico</i>	45
EEM2: ILLUMINAZIONE CON LAMPADE LED		45
DESCRIZIONE DEI LAVORI.....		46
PRESTAZIONI RAGGIUNGIBILI		46
8.1.4	<i>Impianto di generazione da fonti rinnovabili</i>	47
EEM3: IMPIANTO FOTOVOLTAICO		47
DESCRIZIONE DEI LAVORI.....		48
PRESTAZIONI RAGGIUNGIBILI		48
EEM4: INSTALLAZIONE VALVOLE DI REGOLAZIONE SUI VENTILCONVETTORI E POMPA INVERTER		49
DESCRIZIONE DEI LAVORI.....		49
IL CIRCOLATORE SARÀ POSIZIONATO IN CENTRALE TERMICA, SUL CIRCUITO IDRAULICO DEDICATO ALL'ASILO NIDO. LA PRESENZA DELL'INVERTER CONSENTE DI REGOLARE LA PORTATA DI ACQUA DEL CIRCUITO IDRAULICO, IN RELAZIONE ALLE CONDIZIONI DI TEMPERATURA PRESENTI ALL'INTERNO DELLE ZONE TERMICHE.....		50
PRESTAZIONI RAGGIUNGIBILI		50
9	VALUTAZIONE ECONOMICO-FINANZIARIA.....	51
9.1	ANALISI DEI COSTI DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI CONSIDERATI FATTIBILI.....	51

EEM1: RISCALDAMENTO ED ACS MEDIANTE POMPA DI CALORE	51
EEM2: ILLUMINAZIONE CON LAMPADE LED	52
EEM3: IMPIANTO FOTOVOLTAICO	53
EEM4: TERMOREGOLAZIONE DEI VENTILCONVETTORI E POMPA INVERTER	53
9.2 ANALISI DI CONVENIENZA DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI CONSIDERATI FATTIBILI	54
EEM1: RISCALDAMENTO ED ACS MEDIANTE POMPA DI CALORE	55
I FLUSSI DI CASSA RAPPRESENTATIVI DELL'ANALISI SONO RIPORTATI NELLE FIGURA 9.1 E FIGURA 9.2	56
EEM2: ILLUMINAZIONE CON LAMPADE LED	56
I FLUSSI DI CASSA RAPPRESENTATIVI DELL'ANALISI SONO RIPORTATI NELLE FIGURA 9.3 E FIGURA 9.4	57
EEM3: IMPIANTO FOTOVOLTAICO	57
I FLUSSI DI CASSA RAPPRESENTATIVI DELL'ANALISI SONO RIPORTATI NELLE FIGURA 9.5 E FIGURA 9.6	58
EEM4: TERMOREGOLAZIONE E POMPA INVERTER	58
I FLUSSI DI CASSA RAPPRESENTATIVI DELL'ANALISI SONO RIPORTATI NELLE FIGURA 9.7 E FIGURA 9.8	58
SINTESI	59
9.3 IDENTIFICAZIONE DELLE SOLUZIONI INTEGRATE D'INTERVENTO E SCENARI D'INVESTIMENTO	60
9.3.1 <i>Scenario 1: [EEM2+EEM4]</i>	62
10 CONCLUSIONI	67
10.1 RIASSUNTO DEGLI INDICI DI PERFORMANCE ENERGETICA	67
10.2 RIASSUNTO DEGLI SCENARI DI INVESTIMENTO E DEI PRINCIPALI RISULTATI	68
10.3 RACCOMANDAZIONI	69
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		1992
Anno di ristrutturazione		-
Zona climatica		D
Destinazione d'uso		E.7 - Edifici adibiti ad attività scolastiche
Superficie utile riscaldata	[m ²]	237
Superficie disperdente (S)	[m ²]	637
Volume lordo riscaldato (V)	[m ³]	1238
Rapporto S/V	[1/m]	0.51
Superficie lorda aree interne (scaldate e non scaldate)	[m ²]	279
Superficie lorda aree esterne	[m ²]	-
Superficie lorda complessiva (aree interne ed esterne)	[m ²]	279
Tipologia generatore riscaldamento		Caldaia tradizionale, caldaia elettrica
Potenza totale impianto riscaldamento	[kW]	-
Potenza totale impianto raffrescamento	[kW]	-
Tipo di combustibile		Energia Elettrica
Tipologia generatore Acqua Calda sanitaria (ACS)		Boiler Elettrici
Emissioni CO2 di riferimento ⁽¹⁾	[t/anno]	7.6
Consumo di riferimento Gas Metano ⁽¹⁾	[kWh _{th} /anno]	6708
Spesa annuale Gas Metano ⁽¹⁾	[€/anno]	496
Consumo di riferimento energia elettrica ⁽¹⁾	[kWh _{el} /anno]	13358
Spesa annuale energia elettrica ⁽¹⁾	[€/anno]	2805

Nota (1): Valori di Baseline

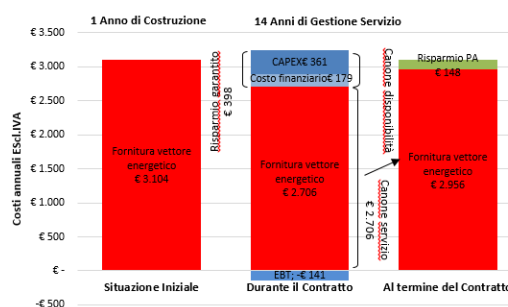
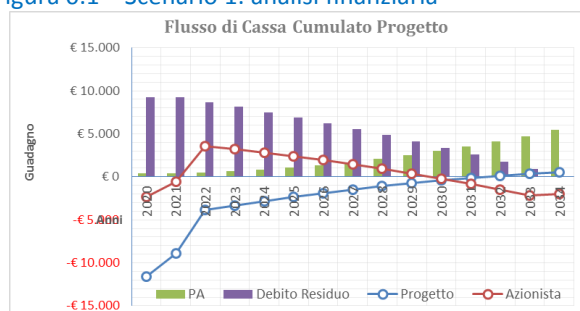
Descrizione delle Misure di efficienza energetica proposte:

- EEM 1: Sostituzione della caldaia con generatore a pompa di calore
- EEM 2: Illuminazione con lampade LED
- EEM 3: Installazione impianto fotovoltaico
- EEM4: Termoregolazione dei ventilconvettori e pompa ad inverter
- Scenario 1 [EEM2+EEM4]: sostituzione dei corpi illuminanti con moderne lampade a LED, e installazione di un sistema di termoregolazione agente sui ventilconvettori

Tabella 0.2 – Sintesi dei risultati della valutazione economico-finanziaria delle misure di efficienza energetica proposte e dello scenario ottimale, caso con incentivi

	CON INCENTIVI													
	%Δ _E	%Δ _{CO2}	ΔC _E	ΔC _{MO}	ΔC _{M s}	I ₀	TRS	TRA	n	VAN	TIR	IP	DSCR	LLCR
	[%]	[%]	[€/anno]	[€/anno]	[€/anno]	[€]	[anni]	[anni]	[anni]	[€]	[%]	[-]		
EEM 1	40.4	26.4	21.5	-	-	14958	16.4	24.2	-	-2673	1.6	-0.18	-	-
EEM 2	11.3	13.9	14.8	-	-	5505	5	6	-	2917≥0	14.7	0.53	-	-
EEM 3	19.1	23.6	25.2	-	-	13260	12.7	17.9	-	2842≥0	6.1	0.21	-	-
EEM 4	13.1	8	6.2	-	-	5730	11.9	16.1	-	-408	2.1	-0.07	-	-
SCN 1	24	21.3	20.4	-	-	11235	11	13	15	-2	9.02	-0.02	0.92	0.41

Figura 0.1 – Scenario 1: analisi finanziaria



Si fa notare che, viste le particolarità dell'edificio in questione, non è stato possibile proporre i due consueti scenari di efficientamento energetico. Ciò deriva da una condizione dell'asilo oggetto di DE piuttosto buona e dai consumi energetici dello stesso che sono limitati. In questa ottica, si proporrà nella DE un solo scenario di intervento, identificato come l'unico percorribile e sostenibile mediante un piano economico-finanziario di durata di 15 anni.

1 INTRODUZIONE

1.1 PREMESSA

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

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

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

1.2 SCOPO DELLA DIAGNOSI ENERGETICA

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

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

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

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

1.3 RIFERIMENTO E CONTATTI AUDITOR E PERSONALE COINVOLTO

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

Figura 1.1 - Vista della facciata esposta a Sud-Ovest.



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
Mara Pignataro Sarah Nicolini		Sopralluogo in sito
Loris Morichetti		Elaborazione dei dati relativi ai consumi energetici
Loris Morichetti		Elaborazione dei dati geometrici ed alla creazione del modello energetico
Loris Morichetti	Responsabile involucro	Revisione report di diagnosi energetica
Loris Morichetti	Responsabile impianti	Revisione report di diagnosi energetica
Fabio Coccia	EGE	Approvazione report di diagnosi energetica

1.4 IDENTIFICAZIONE DELL'EDIFICIO

L'immobile oggetto della DE, catastalmente individuato al NCEU Sezione Q, F. 82, Mapp. 702, Sub. 12 è sito nel Comune di Genova e più precisamente nell'area dell'Antica Darsena del Porto, in Calata Mandraccio.

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

Figura 1.2 – Ubicazione dell'edificio



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

Tabella 1.2 - Tabella riepilogativa dei dati dell'edificio

PARAMENTO	U.M.	VALORE
Anno di costruzione edificio		1992
Anno di ristrutturazione		-
Zona climatica		D
Destinazione d'uso		E.7 – Edifici adibiti ad attività scolastiche
Superficie utile riscaldata	[m ²]	237
Superficie disperdente (S)	[m ²]	637
Volume lordo riscaldato (V)	[m ³]	1238
Rapporto S/V	[1/m]	0.5
Superficie netta aree interne (scaldate e non scaldate)	[m ²]	237
Superficie lorda aree interne (scaldate e non scaldate)	[m ²]	279
Superficie lorda aree esterne	[m ²]	-
Superficie lorda complessiva (aree interne ed esterne)	[m ²]	279
Tipologia generatore riscaldamento		Caldaia tradizionale
Potenza totale impianto riscaldamento	[kW]	-
Potenza totale impianto raffrescamento	[kW]	-
Tipo di combustibile		Energia elettrica

Tipologia generatore Acqua Calda sanitaria (ACS)		Boiler elettrici
Emissioni CO ₂ di riferimento ⁽²⁾	[t/anno]	7.6
Consumo di riferimento Gas Metano ⁽²⁾	[kWh _{th} /anno]	6708
Spesa annuale Gas Metano ⁽²⁾	[€/anno]	496
Consumo di riferimento energia elettrica ⁽²⁾	[kWh _{el} /anno]	13358
Spesa annuale energia elettrica ⁽²⁾	[€/anno]	2805

Nota (2): Valori di Baseline

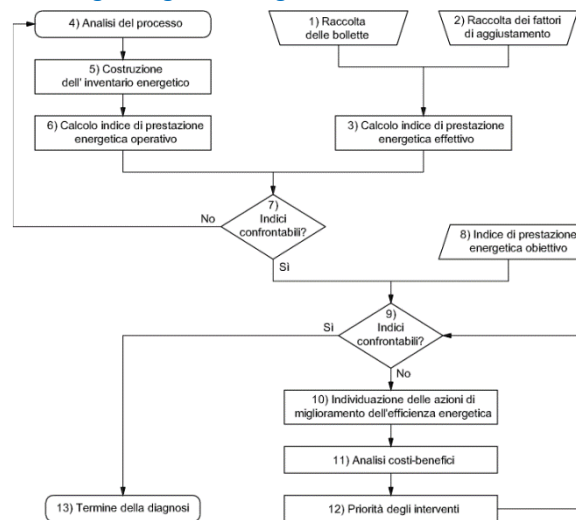
1.5 METODOLOGIA DI LAVORO

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

- a) Acquisizione della documentazione utile, fornita dalla PA, come riportato all'Allegato A – Elenco documentazione fornita dalla committenza; **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**
- b) Analisi del quadro normativo di riferimento, incluso la verifica dei vincoli ambientali, storici, archeologici e paesaggistici interferenti sull'immobile interessato dall'intervento;
- c) Visita agli edifici, effettuata in data 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;
- d) Visita alla centrale termica e/o frigorifera, con il supporto del personale incaricato della conduzione e manutenzione degli impianti e rilevamento dei dati utili;
- e) Preparazione e compilazione delle schede di Audit previste per la diagnosi di livello II di cui all'appendice A delle LGEE - Linee Guida per l'Efficienza Energetica negli Edifici - sett. 2013 - elaborato da AiCARR per Agesi, Assisat, Assopetroli e Assoenergia, e riportate all'Allegato J – Schede di audit;
- f) Elaborazione del comportamento termico ed elettrico dell'edificio, realizzata utilizzando il software commerciale Edilclima EC700 in possesso di certificato di conformità rilasciato dal Comitato Termotecnico Italiano (CTI) 73 ai sensi del D.lgs. 192/05 e s.m.i. e riportato all'Allegato F – Certificato CTI Software;
- g) Analisi dei profili annuali di consumi e costi dei servizi energetici reali dell'edificio, comprensivi della fornitura dei vettori energetici sia elettrici che di gas e degli oneri di O&M, relativamente alle annualità 2014-2015-2016;
- h) Analisi dei dati climatici reali del sito ove è ubicato l'edificio con conseguente calcolo dei Gradi Giorno reali (GG_{real}), utilizzando le temperature esterne rilevate dalla stazione meteo Centro funzionale e riportati all'Allegato I – Dati climatici;
- i) Individuazione della “baseline termica” di riferimento (e relative emissioni di CO₂) tramite opportuna ripartizione del consumo di combustibile tra le varie utenze a servizio dell'edificio e destagionalizzazione dello stesso, utilizzando i relativi GG reali (GG_{real}), e conseguente normalizzazione secondo i GG di riferimento (GG_{rif});
- j) Individuazione della “baseline elettrica” di riferimento (e relative emissioni di CO₂) calcolata sulla media aritmetica dei valori relativi ai consumi elettrici reali per tre le annualità 2014, 2015, 2016;
- k) Validazione del modello elaborato mediante il confronto con le baseline energetiche, al fine di ottenere uno scostamento inferiore al 5%;
- l) Analisi delle possibili EEM necessarie per la riqualificazione energetica del sistema edificio-impianto analizzando gli aspetti tecnici, energetici, ed ambientali.
- m) Simulazione del comportamento energetico dell'edificio a seguito dell'attuazione delle varie EEM proposte singolarmente, ed individuazione della nuova classe energetica raggiungibile;
- n) Definizione di due scenari ottimali a partire dalla combinazione delle singole EEM proposte al fine di conseguire un miglioramento del parametro di efficienza energetica dell'edificio

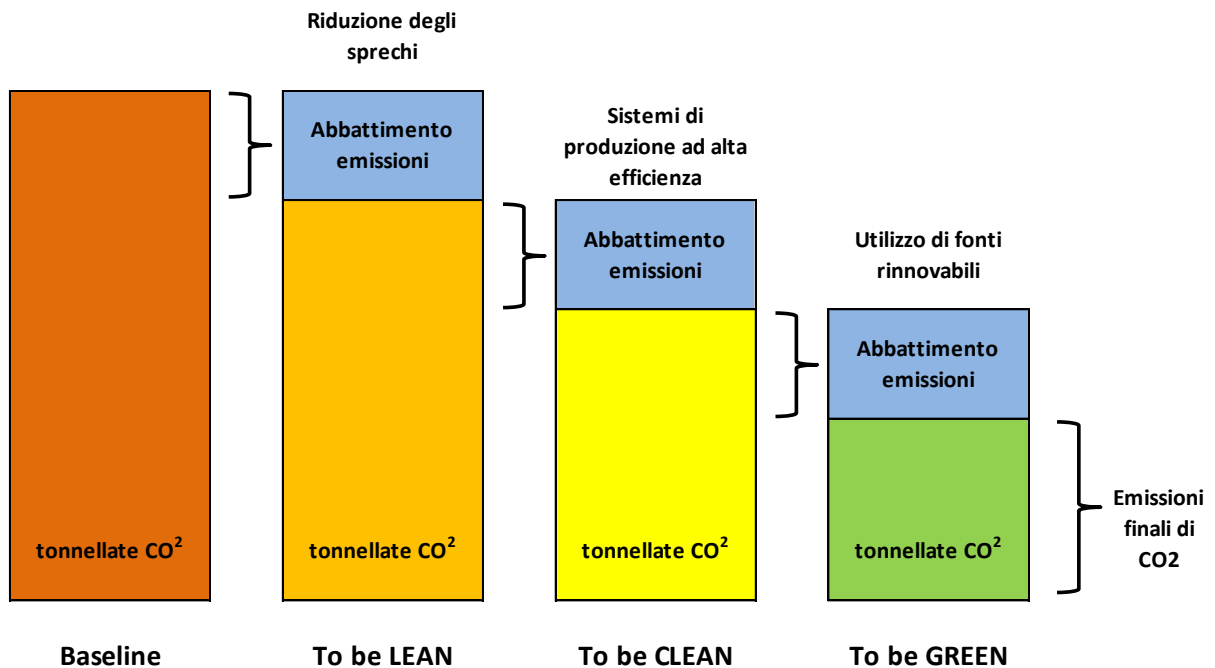
- superiore a due classi energetiche e tempi di ritorno inferiori uguale rispettivamente a 25 e a 15 anni.
- o) Analisi costi-benefici e di redditività finanziaria derivanti dalla realizzazione delle EEM previste singolarmente, con riferimento ai principali indicatori finanziari ed ai possibili sistemi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

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



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

Figura 1.4 - Principio della Gerarchia Energetica



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

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

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

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

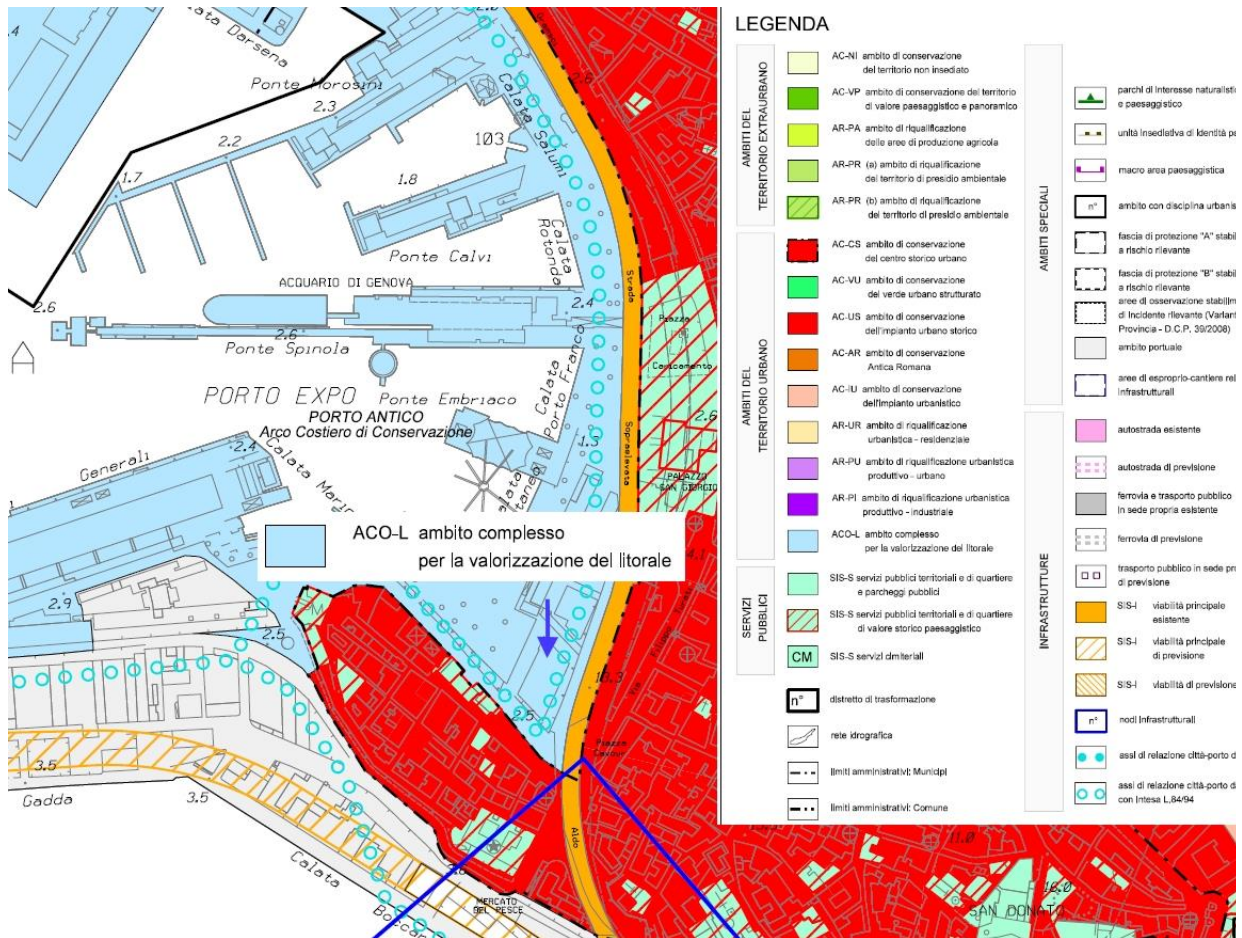
Lo strumento urbanistico vigente, il P.U.C approvato con DD n° 2015/118.0.0./18 con entrata in vigore il 3/12/2015, classifica l'edificio oggetto della DE in ambito ACO-L ambito complesso per la valorizzazione del litorale, avente come obiettivo la valorizzazione dei tratti di costa aventi rilevanza paesaggistica, naturalistica e ambientale, la riqualificazione dei tratti urbanizzati ed integrati nel tessuto storico della città, lo sviluppo della fruizione pubblica della costa e attiva del mare.

A Livello Paesaggistico Puntuale del PUC, l'edificio è inserito nell'Ambito del Paesaggio Costiero. L'obiettivo principale pianificatorio è quello di ottenere la riqualificazione della costa in base a

previsioni possibili di sviluppo sostenibile e, al tempo stesso, valorizzare le opportunità che gli interventi di riqualificazione possono offrire alla città, per un nuovo modello di sviluppo urbano che tenga conto dei caratteri paesistici di ogni singolo Ambito complesso per la valorizzazione del litorale, identificati per ogni Arco Costiero, così come individuati in cartografia del PUC e disciplinati nelle specifiche norme d'ambito, nel nostro caso *Porto Antico*.

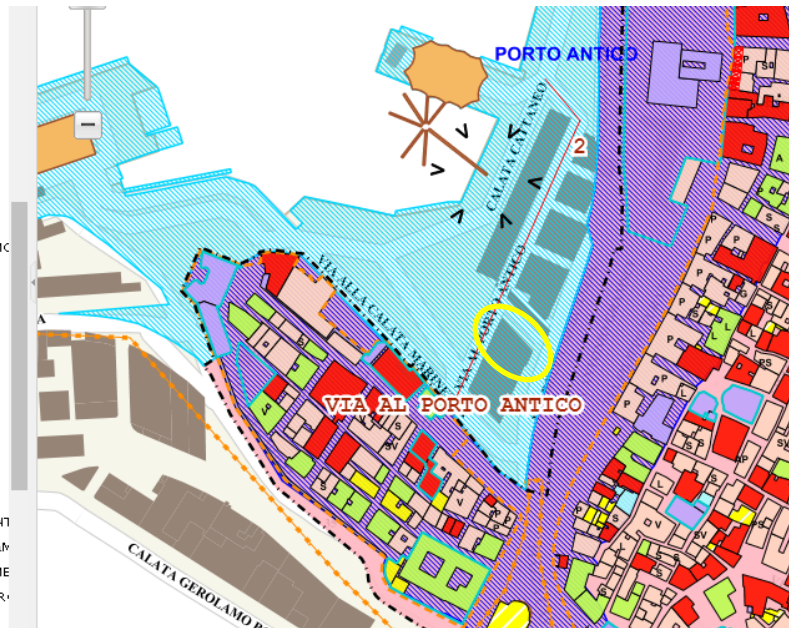
Per quanto riguarda le modalità d'intervento la disciplina è indicata nella scheda dell'ambito del Centro storico AC-CS.

Figura 2.1 - Particolare estratto dal Piano Urbanistico Comunale



Livello Paes. Puntuale - ELEMENTI AREALI

- CORSO D'ACQUA
- UNITA INSEDIATIVA DI IDENTITA' PAESAGGISTICA
- CENTRO STORICO
- ANTICA ROMANA
- AREA DI RISPETTO DELLE EMERGENZE PAESAGGISTICHE
- PARCO GIARDINO VERDE STRUTTURATO
- ETICHETTA
- AMBITO DEL PAESAGGIO URBANO STRUTTURATO ANTICO
- AMBITO DEL PAESAGGIO URBANO STRUTTURATO CITTA' MODERNA
- STRUTTURA URBANA QUALIFICATA
- AMBITO DI PAESAGGIO COSTIERO
- AMBITO DI PAESAGGIO COSTIERO - ARCO COSTIERO
- LUOGO DI IDENTITA' PAESAGGISTICA
- PAESAGGIO AGRARIO
- VISIBILITA' DEI LUOGHI - PANORAMICITA' VISUALI
- PARCO DI INTERESSE NATURALISTICO E PAESAGGISTICO
- MACROAREA
- UNITA INSEDIATIVA DI IDENTITA' PAESAGGISTICA
- ACQUEDOTTO FASCIA DI RISPETTO - TRACCIATO CERTO
- ACQUEDOTTO FASCIA DI RISPETTO - TRACCIATO PRESUNTO
- ELEMENTO STORICO ARTISTICO ED EMERGENZA ESTETICA
- ELEMENTO STORICO ARTISTICO ED EMERGENZA ESTETICA
- LABEL AMBITO DI PAESAGGIO COSTIERO - ARCO COSTIERO



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

L'edificio ove è ubicato l'asilo nido Centro infanzia risale al 1992. L'asilo appartiene alla categoria E.7 - Edifici adibiti ad attività scolastiche o assimilabili.

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

L'Asilo nido Centro infanzia rappresenta uno degli edifici del porto antico di Genova. Esso fu costruito in occasione dell'EXPO tenutasi nel 1992, all'interno di un progetto di riqualificazione dell'area del porto, affidata a Renzo Piano. L'ipotesi di intervenire al fine di migliorarne l'efficienza energetica è innanzitutto volta ad una diminuzione delle emissioni di CO₂, la quale rientra negli obiettivi prefissati dal Comune di Genova all'interno del SEAP (Sustainable Energy Action Plan), ma può anche essere considerata di notevole interesse socio-culturale al fine della sensibilizzazione del pubblico alle tematiche di interesse ambientale ed energetico.

L'edificio ospitante il l'asilo oggetto della DE è costituito complessivamente da un piano fuori terra, nel quali si sviluppano le aree destinate all'aula dei bambini

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

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

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

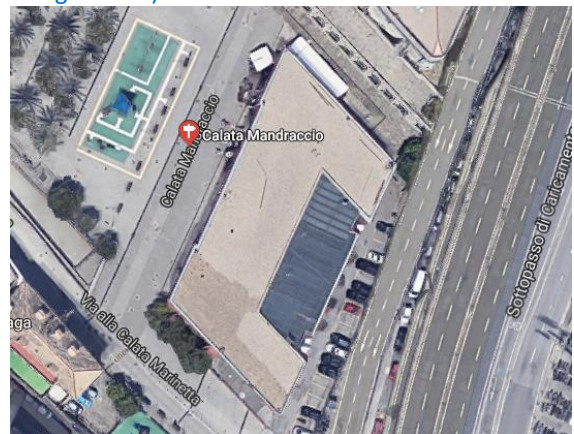


Tabella 2.1 - Suddivisione in piani dell'edificio

PIANO	UTILIZZO	U.M.	SUPERFICIE LORDA COMPLESSIVA ⁽³⁾	SUPERFICIE UTILE RISCALDATA ⁽⁴⁾	SUPERFICIE UTILE RAFFRESCATA ⁽⁴⁾
Interrato	Locale tecnico	[m ²]	-	-	-
Terra	Ingresso, vano scale	[m ²]	-	41	41
Ammezzato	Spogliatoio personale, servizi personale	[m ²]	-	27	-
Primo	Aula, servizi bambini, vano scale	[m ²]	-	168	168
TOTALE		[m ²]	-	237	209

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

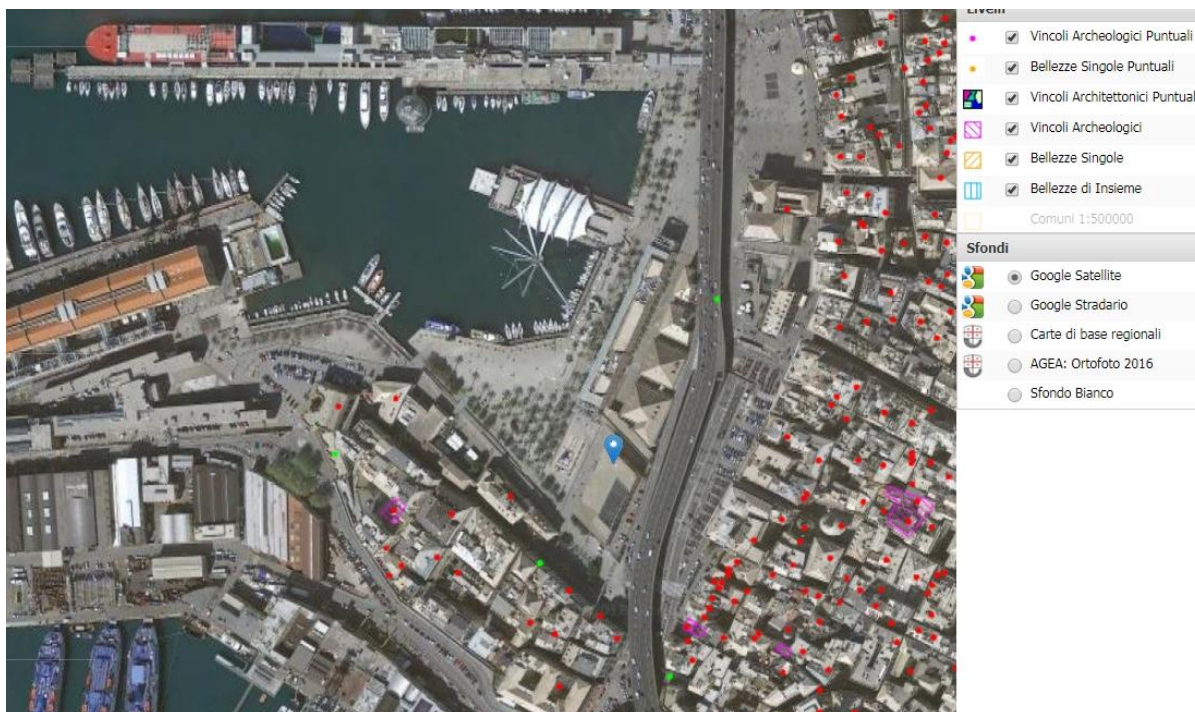
Nota (4): Superficie utile valutata ai fini della creazione del modello energetico

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

Il Porto antico è una parte del porto di Genova attualmente adibita a quartiere abitativo, centro turistico, culturale e di servizi divisa in due aree date in concessione dal demanio alle società Porto Antico di Genova S.p.A. e Marina Porto Antico S.p.A. ed un'area gestita direttamente dal Comune di Genova.

Il suo riadattamento è stato portato a termine nei primi anni novanta sulla superficie di quello che un tempo era il cuore dell'attività portuale e che era rimasto da molti decenni di fatto inutilizzato. L'edificio si trova nella circoscrizione del Centro Storico, Municipio Centro Est.

Figura 2.3 - Particolare estratto dalla carta dei vincoli



Dalla Cartografia del Piano Comunale dei beni paesaggistici soggetti a tutela, emerge che l'edificio rientra in zona sottoposta a vincolo paesaggistico ai sensi dell'art. 142 del D.Lgs. 42/2004, in quanto rientra nella fascia di 300 metri dalla linea di costa.

Dalla ricerca effettuata sul portale dei Vincoli Architettonici, Archeologici e Paesaggistici della Regione Liguria, non risultano invece vincoli architettonici puntuali sull'edificio.

L'edificio inoltre è inserito in zona soggetta a vincolo geomorfologico e idraulico areale di Tipologia B2 – Discariche dismesse e riporti antropici.

L'immobile rimane pertanto sottoposto a tutte le disposizioni di tutela contenute nel Codice dei Beni Culturali per quanto riguarda gli interventi sulle facciate e sugli spazi esterni, per i quali è necessaria richiesta di Autorizzazione Paesaggistica.

Poiché l'edificio è inserito nell'Ambito del Paesaggio Costiero (vedi par.2.1), le modalità d'intervento sono indicate nella scheda dell'ambito del Centro storico AC-CS, come richiesto nell'apposita scheda dell'Arco costiero *Porto Antico*, che in generale devono perseguire il mantenimento e la valorizzazione delle caratteristiche architettoniche degli edifici, dell'intorno e degli spazi liberi.

Nell'analisi delle EEM si è quindi resa necessaria l'identificazione delle possibili interferenze con le prescrizioni sugli interventi edilizi derivanti dal vincolo paesaggistico e dalla scheda d'ambito.

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

MISURA DI EFFICIENZA ENERGETICA	VINCOLO INTERESSATO	VALUTAZIONE INTERFERENZA ⁽⁵⁾	MISURA DI TUTELA DA ADOTTARE
EEM 1: Sostituzione caldaia con generatore a pompa di calore			
EEM 2: Sostituzione dei corpi illuminanti			
EEM 3: Installazione impianto fotovoltaico	Art. 142 D.Lgs. 42/04		
EEM 4: Termoregolazione e pompa ad inverter			

Nota (5): Legenda livelli di interferenza:

	Non perseguibile
	Perseguibile tramite adozione misure di tutela indicate
	Interferenza nulla

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

2.4 MODALITÀ DI GESTIONE E MANUTENZIONE DI EDIFICI ED IMPIANTO

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

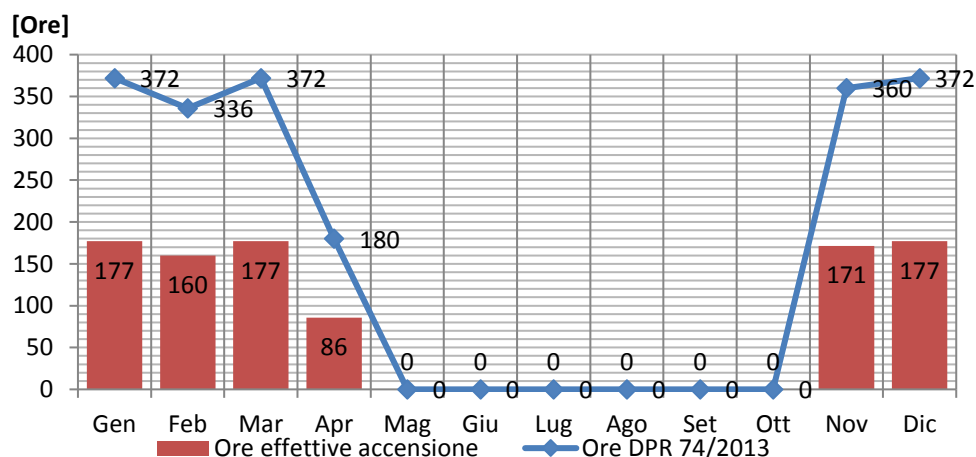
Gli orari di effettivo utilizzo dell'edificio sono stati forniti dal personale, mentre i periodi di attivazione e spegnimento degli impianti dai responsabili della centrale termica.

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

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

PERIODO	GIORNI SETTIMENALI	ORARIO FUNZIONAMENTO EDIFICIO	ORARIO FUNZIONAMENTO IMPIANTO
Dal 1 Novembre al 28 Febbraio	Dal lunedì al venerdì	7.30 – 13.30	6.30 – 13.30
	sabato e domenica	chiuso	6.30 – 13.30
Dal 1 Marzo al 30 Ottobre	Dal lunedì al venerdì	7.30 – 13.30	6.30 – 13.30

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



Dall'analisi effettuata è emerso che gli orari di funzionamento degli impianti non sono strettamente correlati agli orari di espletamento delle lezioni, ma dipendono anche dalla presenza di personale all'interno della struttura, infatti l'impianto è in funzione prima dell'ingresso dei bambini, poiché può essere presente il personale all'interno della struttura.

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.

All'interno del contratto di Servizio Energia sono stati inseriti la gestione, conduzione e manutenzione degli impianti di climatizzazione estiva. Tale contratto è stato stipulato a partire da Ottobre 2016 ed ha una durata di 6 anni.

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

3 DATI CLIMATICI

3.1 DATI CLIMATICI DI RIFERIMENTO

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

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

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

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

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

Considerando che il profilo di utilizzo degli impianti di riscaldamento prevede alcuni giorni di mancata accensione dell'impianto, come riportato nella Tabella 2.3, i GG sono stati ricalcolati in funzione del numero di giorni effettivi di accensione dell'impianto termico, pertanto si è ottenuto un valore di 926 GG calcolati su 111 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}

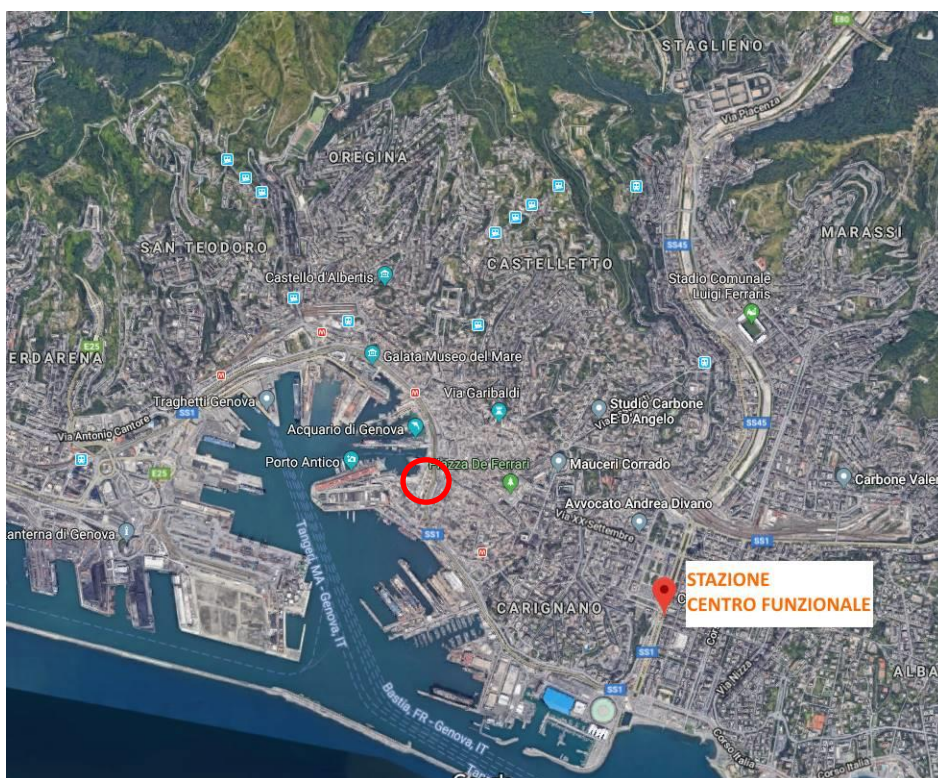
Mese	GIORNI MENSILI	TEMPERATURA ESTERNA UNI 10349:2016 [°C]	GIORNI RISCALDAMENTO [g/m]	GG	GIORNI DI UTILIZZO [g/m]	GIORNI RISCALDAMENTO EFFETTIVI [g/m]	GG _{rif}	PROFILO DI INCIDENZA
Gennaio	31	10,4	31	298	20	20	192	21%
Febbraio	28	10,5	28	266	20	20	190	21%
Marzo	31	11,1	31	276	21	21	187	20%
Aprile	30	15,3	15	71	20	15	73	8%
Maggio	31	18,7	-	-	21	-	-	-
Giugno	30	22,4	-	-	20	-	-	-
Luglio	31	24,6	-	-	20	-	-	-
Agosto	31	23,6	-	-	-	-	-	-
Settembre	30	22,2	-	-	20	-	-	-
Ottobre	31	18,2	-	-	21	-	-	-
Novembre	30	13,3	30	201	20	20	134	14%
Dicembre	31	10,0	31	310	15	15	150	16%
TOTALE	365	16,7	166	1421	218	111	926	100%

3.2 DATI CLIMATICI REALI

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

I dati climatici utilizzati sono stati rilevati dalla centralina meteo climatica Centro Funzionale. Si è deciso di utilizzare come riferimento tale centralina in quanto è ubicata in una zona limitrofa all'edificio oggetto della DE e ad un'altezza paragonabile.

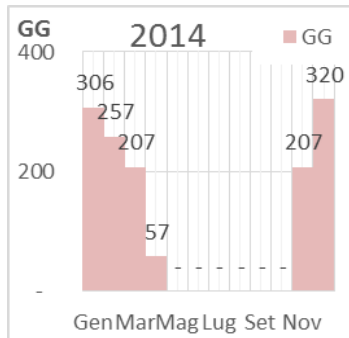
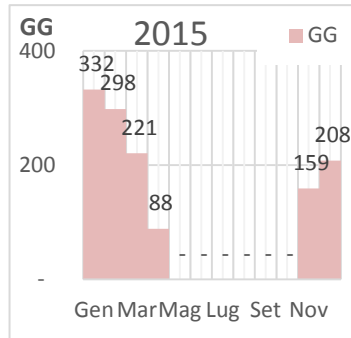
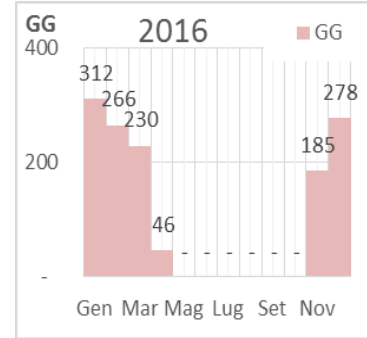
Figura 3.1 – Posizionamento della centralina meteo climatica rispetto all'edificio oggetto di DE



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 l'anno di riferimento 2015, 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

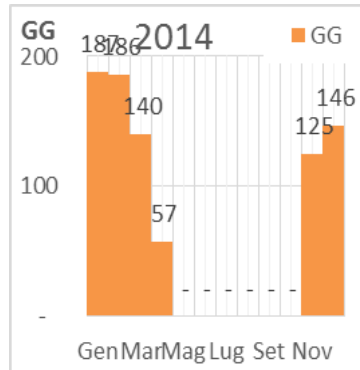
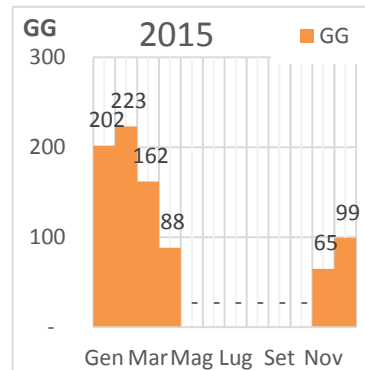
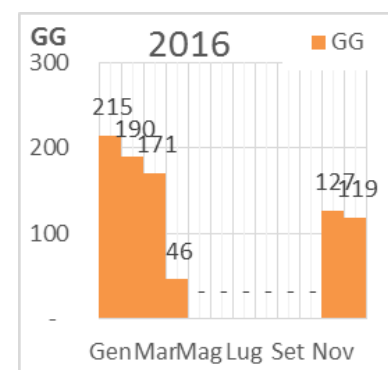
GG₂₀₁₄(166 giorni) = 1355GG₂₀₁₅(166 giorni) = 1306GG₂₀₁₆(166 giorni) = 1316

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 839 GG calcolati su 111 giorni effettivi di utilizzo dell'impianto di riscaldamento.

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

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

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

GG₂₀₁₄(111 giorni) = 842GG₂₀₁₅(111 giorni) = 839GG₂₀₁₆(111giorni) = 867

Come si può notare dai grafici sopra riportati, l'andamento dei GG non è costante e subisce variazioni nel periodo considerato e si attesta molto al di sotto dei GG sia di norma che del funzionamento a 166 giorni

4 AUDIT EDIFICIO E IMPIANTI ELETTRICI E MECCANICI

4.1 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE DELL'INVOLUCRO EDILIZIO

4.1.1 Involucro opaco

L'involucro edilizio opaco che costituisce l'edificio è sostanzialmente composto da pareti esterne presumibilmente isolate, un soffitto a terrazzo e un pavimento rivolto verso ambienti non riscaldati, vista la presenza di un piano interrato. Sono presenti delle pareti divisorie interne, anch'esse verso ambienti non riscaldati e alcune solette intermedie tra i tre diversi livelli. La struttura rivolge le pareti esterne verso sud-est e verso sud-ovest. Gli infissi sono caratterizzati da telai in alluminio e vetri doppi.

Figura 4.1 - Particolare della porzione di involucro delle pareti esterne.



Questa soluzione realizzativa incide profondamente sul comportamento termico dell'edificio andando a garantire una discreta performance termica complessiva dell'immobile.

Figura 4.2 - Particolare della facciata esposta a sud-est.

Va inoltre sottolineato, sempre in riferimento all'involucro edilizio, che essendo le pareti esterne e il soffitto, presumibilmente isolati, non è possibile pensare ad un intervento migliorativo che passi attraverso l'installazione di un cappotto isolante. Si può pensare di agire sulla potenza delle illuminazioni installate o sulla qualità degli infissi.



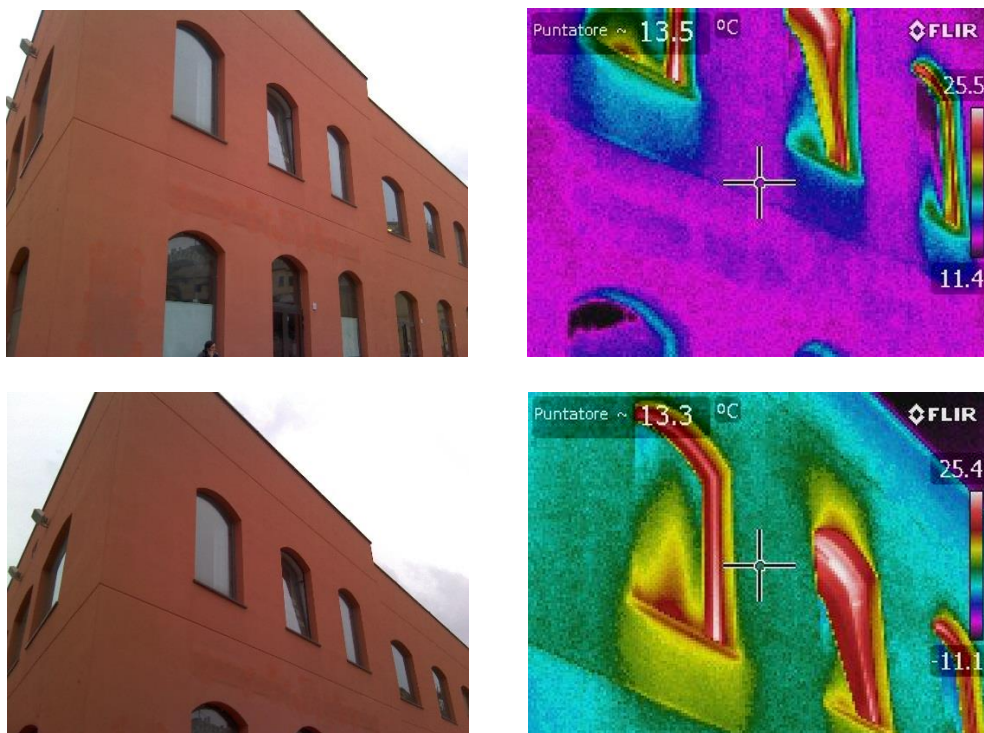
Ai fini di un'identificazione più precisa delle caratteristiche dei componenti dell'involucro opaco si è proceduto, in sede di sopralluogo, alla realizzazione delle seguenti indagini diagnostiche:

- Rilievo termografico eseguito tramite l'utilizzo di termo camera FLIR E40
- Indagine visiva delle strutture

La realizzazione delle suddette indagini ha portato alle seguenti conclusioni:

- Non sono state rilevate particolari discontinuità esterne nella struttura
- La differenza di colore tra la parete esterna e le aperture trasparenti, evidenziata dalla termografia, fa pensare che la parete esterna sia dotata di uno strato isolante.

Figura 4.3 – Rilievo termografico della parete esposta a Sud-Est



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

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

Tabella 4.1 – Trasmittanze termiche dei componenti dell'involucro opaco

TIPO DI COMPONENTE	CODICE	SPESORE [cm]	ISOLAMENTO	TRASMITTANZA TERMICA [W/m ² K]	STATO DI CONSERVAZIONE
Soffitto a terrazzo	S2	34	Presente	0.7	Buono
Parete esterna	M3	53	Presente	0.58	Buono
Soletta interpiano	S1	32	Assente	1.34	Buono
Parete divisoria	M2	21	Presente	0.60	Buono
Pavimento su cantina	P1	39	Presente	0.39	Buono

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

4.1.2 Involucro trasparente

L'involucro trasparente che costituisce l'edificio è composto da serramenti con telaio in alluminio e vetri doppi.

Lo stato di conservazione degli stessi è buono ed essi garantiscono una discreta prestazione termica.

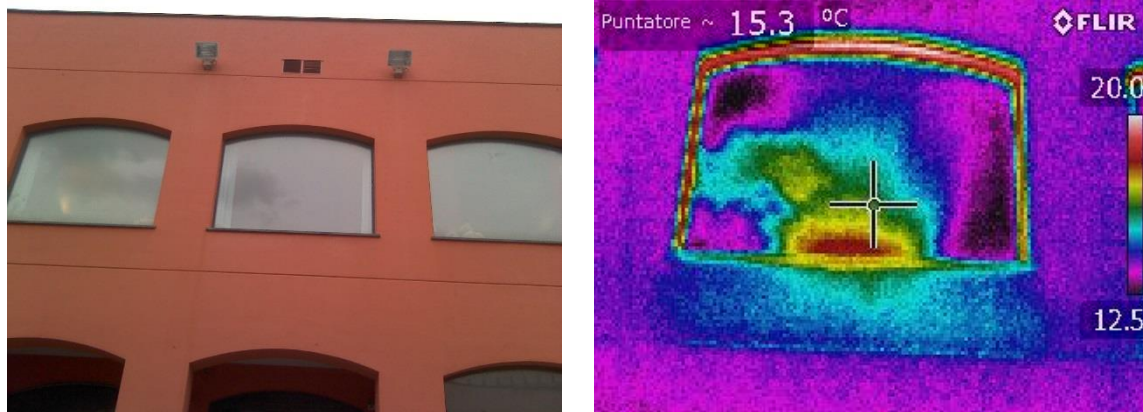
Figura 4.4 - Particolare dei serramenti



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

- Rilievo termografico eseguito tramite l'utilizzo di termo camera FLIR E40
- Indagine visiva delle strutture

Figura 4.5 – Rilievo termografico dei serramenti



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

Tabella 4.2 – Trasmittanze termiche dei componenti dell'involucro trasparente

TIPO DI COMPONENTE	CODICE	DIMENSIONI [HXL] [cm]	TIPO TELAIO	TIPO VETRO	TRASMITTANZA TERMICA [W/mqK]	STATO DI CONSERVAZIONE
Serramento grande	W2	160X250	Alluminio	Vetro doppio	2.4	Buono
Serramento piccolo	W1	310X250	Alluminio	Vetro doppio	2.8	Buono
Lucernario	W3	170X270	Alluminio	Vetro doppio	2.1	Buono

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

4.2 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO DI RISCALDAMENTO/CLIMATIZZAZIONE INVERNALE

L'impianto di riscaldamento degli ambienti è di tipo centralizzato e utilizza una caldaia tradizionale alimentata a gas metano.

4.2.1 Sottosistema di emissione

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

Figura 4.6 - Particolare dei fancoils installati nella struttura

- Fancoils a parete;

E' necessario sottolineare che al momento del sopralluogo, la climatizzazione invernale del piano ammezzato non veniva effettuata mediante lo stesso impianto centralizzato, in quanto nel suddetto ambiente non sono presenti fancoils. Si utilizzano invece dei termoconvettori elettrici situati nei servizi igienici.



Figura 4.7 – Particolare dei termoconvettori installati nel piano ammezzato



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

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

ZONA TERMICA	TIPOLOGIA DI TERMINALE	RENDIMENTO
Zona riscaldata-asilo	Ventilconvettori	95%
Piano ammezzato	Stufa elettrica	100%

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]
Primo	Fancoil su parete esterna	4	3	12	5	20

Nota (6): non disponibili schede tecniche e/o dati di targa dei terminali di emissione. I valori di potenza sono stati estratti dal software di calcolo. Essendo la struttura presumibilmente isolata, la potenza impiegata per la climatizzazione estiva risulta maggiore di quella invernale.

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 viene effettuata in centrale termica, utilizzando una regolazione climatica sulla caldaia, basata sulla temperatura esterna. Inoltre ogni fancoil installato

offre la possibilità di variare il regime di funzionamento, andando a variare la portata di aria calda o fredda tra tre livelli prestabiliti.

Non sono presenti, al momento del rilievo, dei termostati ambiente per il controllo di zona.

Figura 4.8 - Profilo di funzionamento invernale dell'impianto per la zona termica "Amezzato".

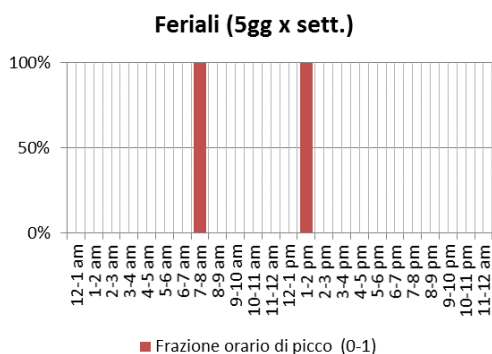
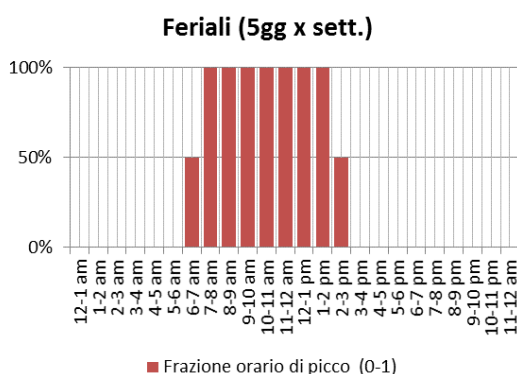


Figura 4.9 - Profilo di funzionamento invernale dell'impianto per la zona termica "Zona riscaldata-asilo"



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 riscaldata-asilo	climatica	65
Amezzato	climatica	70

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

4.2.3 Sottosistema di distribuzione

Il sottosistema di distribuzione è costituito da un circuito primario di collegamento tra le caldaie situate in centrale termica ed i terminali di tipo ventilconvettori (fluido termovettore acqua). Il circuito alimenta i terminali anche nel periodo estivo, infatti i ventilconvettori svolgono anche il servizio di raffrescamento. In sede di sopralluogo non è stato possibile determinare la presenza di una pompa dedicata al circuito dell'asilo oggetto di diagnosi.

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 ⁽⁶⁾		TEMPERATURA CALCOLO
			°C
Circuito Asilo nido	Mandata	Caldo	45
	Ritorno	Caldo	40

Nota (7): Valori utilizzati nel modello di calcolo. In fase di sopralluogo non è stato possibile rilevare le temperature di funzionamento dei circuiti di distribuzione. Non si conoscono quindi le temperature rilevate, che comunque non entrano in gioco nella modellazione. Si utilizzano infatti le temperature di progetto.

Per quanto riguarda le temperature del fluido termovettore caldo si è considerato, in mancanza di dati certi rilevati, un salto termico nei ventilconvettori di circa 5 °C. La temperatura di mandata è stata considerata di 45°C, in linea con un le usuali temperature di lavoro di tali terminali.

Il rendimento complessivo del sottosistema di distribuzione è stato assunto nella DE pari al 99,2%.

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 tre caldaie situate in centrale termica dell'edificio, che servono non soltanto l'edificio Mandraccio, ma anche un'altra palazzina. Di conseguenza le potenze di tali generatori sono molto più elevate di quelle necessarie al riscaldamento del solo Asilo nido Centro Infanzia: in fase di sopralluogo, si è infatti rilevata la presenza di tre bruciatori di potenza massima 1.000 kW ciascuno.

Figura 4.10 - Particolare del bruciatore di caldaia



Figura 4.11 - Particolare delle caldaie di CT



Si sottolinea che, secondo quanto rilevato in sede di sopralluogo, i generatori di calore non sono mai tutti attivi simultaneamente. Infatti una delle caldaie risulta in manutenzione al momento del sopralluogo. Le altre due non lavorano mai in simultanea, ma soltanto una fa fronte al carico di esercizio. Tuttavia, non è stato possibile reperire dati di targa e/o schede tecniche di dettaglio; non è stato possibile altresì determinare precisamente gli edifici serviti da ciascuno dei tre generatori.

Le caratteristiche dei sistemi di generazione sono riportate nella Tabella 4.7

Tabella 4.7 - Riepilogo caratteristiche sistemi di generazione

Servizio	MARCA	MODELLO	ANNO DI COSTRUZIONE	POTENZA AL FOCOLARE [kW]	POTENZA TERMICA UTILE [kW]	RENDIMENTO	POTENZA ASSORBITA COMPLESSIVA [kW]
Gen 1 Riscaldamento	-	-	2009	n.d.	n.d.	93	-
Gen 2 Riscaldamento	-	-	2009	n.d.	n.d.	93	-
Gen 3 Riscaldamento	-	-	2009	n.d.	n.d.	93	-

Nota (8): i dati inseriti in tabella 4.7 sono stati ricavati dal modello.

Il rendimento complessivo del sottosistema di generazione, in regime di riscaldamento è stato assunto nella DE pari al 93%. Non sono state rese disponibili le prove fumi effettuate sugli impianti.

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

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

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

Sono presenti complessivamente n°2 boiler elettrici, uno situato nel piano ammezzato e l'altro situato nel piano primo. Entrambi sono collocati all'interno dei locali destinati ai servizi igienici.

Figura 4.12 - Particolare di un boiler elettrico per la produzione di acqua calda sanitaria



I rendimenti caratteristici dei sottosistemi dell'impianto di produzione acqua calda sanitaria sono riportati nella Tabella 4.8.

Tabella 4.8 – Rendimenti dell'impianto di produzione acqua calda sanitaria

SOTTOSISTEMA DI EROGAZIONE	SOTTOSISTEMA DI DISTRIBUZIONE	SOTTOSISTEMA DI RICIRCOLO	SOTTOSISTEMA DI ACCUMULO	SOTTOSISTEMA DI GENERAZIONE	RENDIMENTO GLOBALE MEDIO STAGIONALE
100	92.6	-	77.8	75	22.3

Nota (9): Il rendimento medio stagionale riportato in tabella è tratto da Edilclima e fa riferimento all'energia primaria utilizzata dai boiler elettrici.

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

4.4 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO DI RAFFRESCAMENTO/CLIMATIZZAZIONE ESTIVA

La climatizzazione in regime estivo è effettuata grazie alla presenza di gruppi frigoriferi posizionati nella centrale termica dell'edificio Mandraccio, al servizio non solo dell'asilo oggetto di DE, ma anche di altri edifici limitrofi.

Figura 4.13 - Particolare dei gruppi frigoriferi di centrale termica



I rendimenti caratteristici dei sottosistemi dell'impianto di climatizzazione estiva sono riportati nella tabella Tabella 4.9.

Tabella 4.9 – Rendimenti dell'impianto di climatizzazione estiva

Sottosistema di Emissione	Sottosistema di Regolazione	Sottosistema di Distribuzione	Sottosistema di Accumulo	Sottosistema di Generazione	Rendimento Globale medio stagionale
98	90	100	-	300	134

Nota (10): rendimenti ricavati dalla modellazione tramite Edilclima.

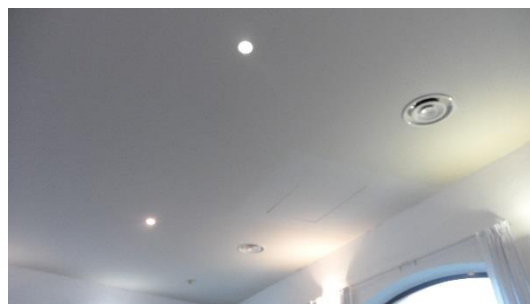
L'elenco dei componenti dell'impianto di climatizzazione estiva rilevati in sede di sopralluogo e delle relative caratteristiche tecniche è riportato nella Sezione 11 dell' Allegato J – Schede di audit.

4.5 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO DI VENTILAZIONE MECCANICA

La ventilazione meccanica controllata è effettuata grazie alla presenza di bocchette di estrazione che si occupano di aspirare aria dall'interno del locale

Figura 4.14 - Particolare di un sistema di ventilazione meccanica controllata per la sola estrazione dell'aria dall'ambiente

in modo che essa possa essere sostituita da aria rinnovata. L'aria di rinnovo entra nel locale attraverso le infiltrazioni.



L'elenco dei componenti dell'impianto di ventilazione meccanica controllata rilevati in sede di sopralluogo e delle relative caratteristiche tecniche è riportato nella Sezione 8 dell' Allegato J – Schede di audit.

4.6 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO ELETTRICO E PRINCIPALI UTENZE ELETTRICHE

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

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

Tabella 4.10 – Elenco e caratteristiche delle altre utenze elettriche

ZONATERMICA	DESCRIZIONE	NUMERO	POTENZA NOMINALE [W]	POTENZA COMPLESSIVA [W]	ORE ANNUE DI UTILIZZO [ore]
Zona riscaldata-asilo	Stampante	1	300	300	400
Zona riscaldata-asilo	PC	1	200	200	1000
Zona riscaldata-asilo	Ascensore	1	-	-	-

In fase di sopralluogo è stato riferito dal personale che lavora all'interno dell'edificio che sono normalmente presenti soltanto i dispositivi riportati nella tabella soprastante. Inoltre il loro utilizzo è piuttosto contenuto.

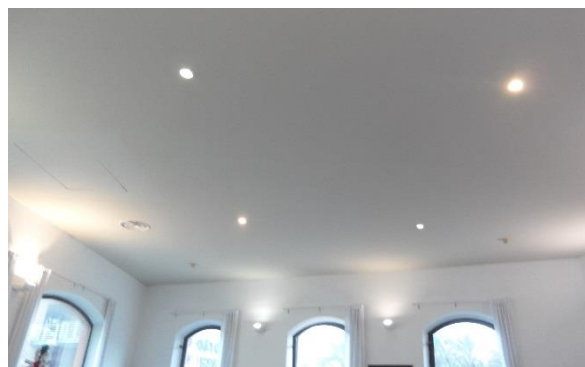
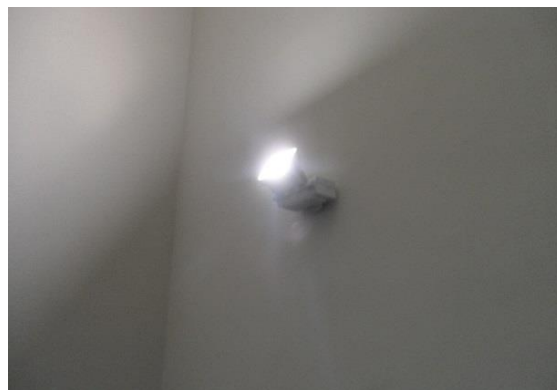
L'elenco delle altre utenze elettriche rilevate in sede di sopralluogo e delle relative caratteristiche tecniche è riportato nella Sezione 11 dell' Allegato J – Schede di audit.

4.7 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO ILLUMINAZIONE

L'impianto di illuminazione è costituito da lampade di diverse tipologie, ovvero faretto incassati nel soffitto e lampade e riflettori. Le principali tipologie di corpi illuminanti sono di seguito elencati:

- Faretto incassati, installati nella zone interne;
- Lampade riflettenti installate sulle pareti

Figura 4.15 - Particolare dei corpi illuminanti ubicati nell'asilo oggetto di DE



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

Tabella 4.11 – Elenco e caratteristiche dei corpi illuminanti

ZONATERMICA	DESCRIZIONE	NUMERO	POTENZA UNITARIA [W]	POTENZA COMPLESSIVA [W]
Zona riscaldata-asilo	Faretto incassato	15	80	1200
Zona riscaldata-asilo	Lampada riflettente	12	150	1800
Ammezzato	Faretto incassato	8	80	640

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.

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 solo anno 2015, poiché si è in possesso soltanto di un consuntivo di spesa complessivo del suddetto anno. Pertanto i consumi mensili sono stati ricavati per la parte termica sulla base dei Gradi Giorno del periodo analizzato e per la parte elettrica in base ai dati di modellazione.

I vettori energetici analizzati sono i seguenti:

- Gas metano;
- Energia elettrica;

5.1.1 Energia termica

Il vettore termico utilizzato per la climatizzazione invernale di parte della struttura è il Gas Metano. Tale parte si identifica nella zona “Zona riscaldata-asilo”. La parte restante, cioè il piano “Ammezzato”. Viene riscaldato utilizzando energia elettrica, poiché

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 ⁽¹⁰⁾	1,0549	9,42
Gasolio	11,87 ⁽¹¹⁾	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 contatori relativi all’intera centrale termica, che come abbiamo anticipato, serve diversi edifici. Da intervista emerge che la ripartizione dei consumi viene fatta successivamente dal gestore dell’impianto sulla base dei millesimi di proprietà. Il servizio connesso all’utilizzo di Metano è quello del riscaldamento della zona termica “Zona riscaldata-asilo”.

L’analisi dei consumi di Gas metano si basa sulla base dei m³ di gas rilevati dalla società di distribuzione nell’anno di riferimento.

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

PDR	Utilizzo	2014	2015	2016	2014	2015	2016
		[Sm ³]	[Sm ³]	[Sm ³]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
	Riscaldamento	-	645	-	-	6076	-

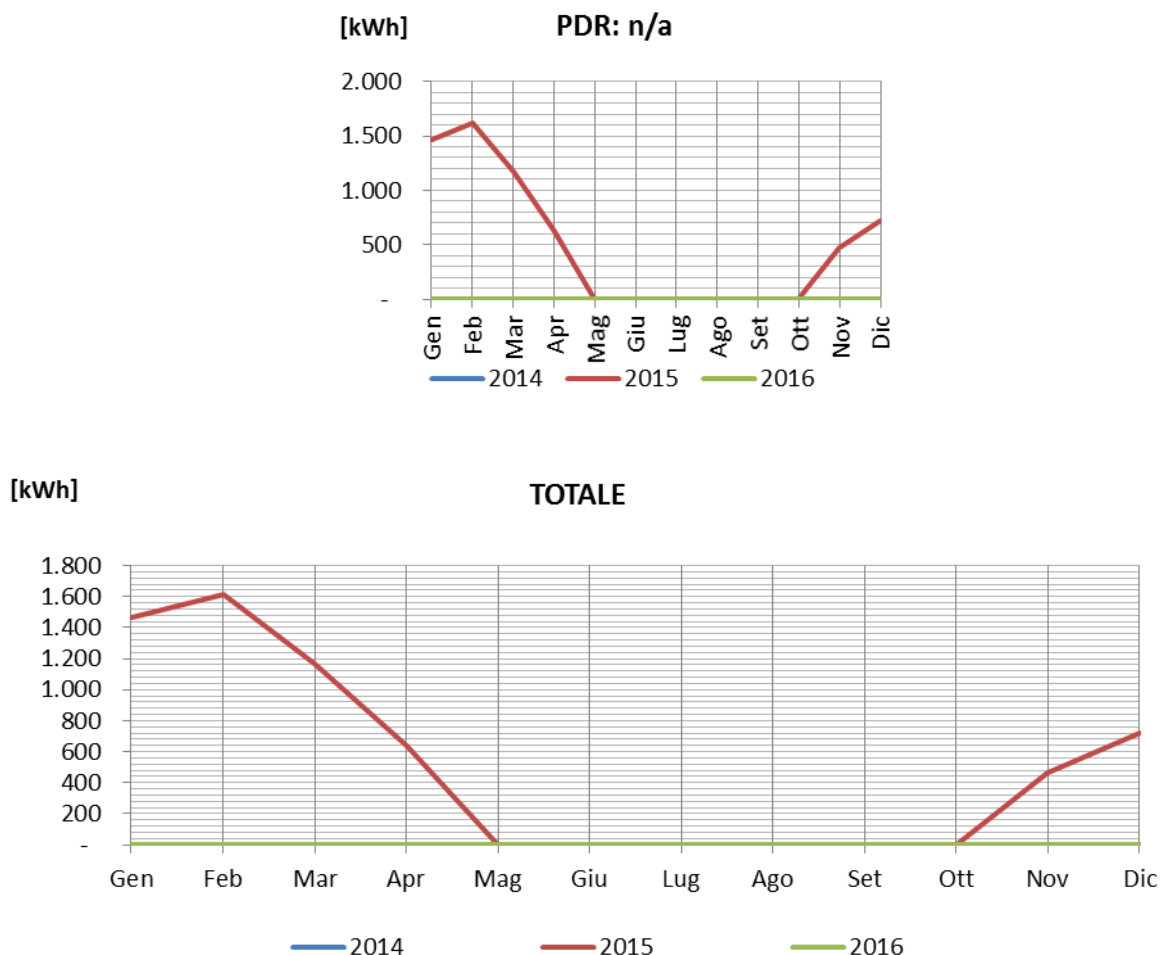
Tabella 5.3 - Consumi mensili di energia termica per il triennio di riferimento – Dati fatturati da società di fornitura

PDR: n/a	2014	2015	2016	2014	2015	2016
Mese	[Sm ³]	[Sm ³]	[Sm ³]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gennaio	-	155	-	-	1.463	-
Febbraio	-	172	-	-	1.616	-
Marzo	-	124	-	-	1.171	-
Aprile	-	68	-	-	639	-
Maggio	-	-	-	-	-	-
Giugno	-	-	-	-	-	-
Luglio	-	-	-	-	-	-
Agosto	-	-	-	-	-	-
Settembre	-	-	-	-	-	-
Ottobre	-	-	-	-	-	-

Novembre	-	50	-	-	468	-
Dicembre	-	76	-	-	718	-
Totale	-	645	-	-	6076	-

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

Figura 5.1 – Andamento mensile dei consumi termici fatturati



Dall'analisi effettuata è emerso che il prelievo termico dell'anno 2015 è caratterizzato da un valore minimo pari a zero e un valore di massimo prelievo pari a circa 1800 Smc. Confrontando l'andamento dei consumi con i GG_{real} dell'anno 2015 si può notare che esso rispecchia la distribuzione mensile dei gradi giorno invernali del periodo considerato.

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

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

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

Dove:

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

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

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

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

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

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.

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 [111] GIORNI	GG ^{RIF} SU [111] GIORNI	CONSUMO REALE RISC. [Smc]	CONSUMO REALE RISC. [kWh]	α_{rif}	CONSUMO NORMALIZZATO A [926] GG [kWh]	CONSUMO ACS [kWh]	CONSUMO ALTRO [kWh]
2014	-	-	-	-	-	-	-	-
2015	839	926	645	6076	7.2	6708	-	-
2016	-	-	-	-	-	-	-	-
Media	839	926	645	6076	7.2	6708	-	-

Avendo a disposizione i dati dei consumi per il solo anno 2015, non è possibile effettuare un confronto rispetto agli anni 2014 e 2016.

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}	-
$\bar{\alpha}_{rif} \times GG_{rif}$	6708
	-
$Q_{baseline}$	6708

5.1.2 Energia elettrica

Per il caso in esame non si è a conoscenza del numero identificativo del POD, ma si possiede soltanto un consuntivo di spesa relativo all'anno 2015, da cui è stata effettuato il calcolo dei consumi elettrici dell'asilo.

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]

n/a	Asilo nido Centro infanzia	-	13358	-	13358
TOTALE		-	13358	-	Ebaseline = 13358

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 precisa che in questo caso non avendo a disposizione i consumi degli anni 2014 e 2016 il valore di Baseline si ottiene tenendo conto dei soli consumi relativi al 2015. Non è stato possibile pertanto un confronto con dati di baseline forniti dalla Committenza.

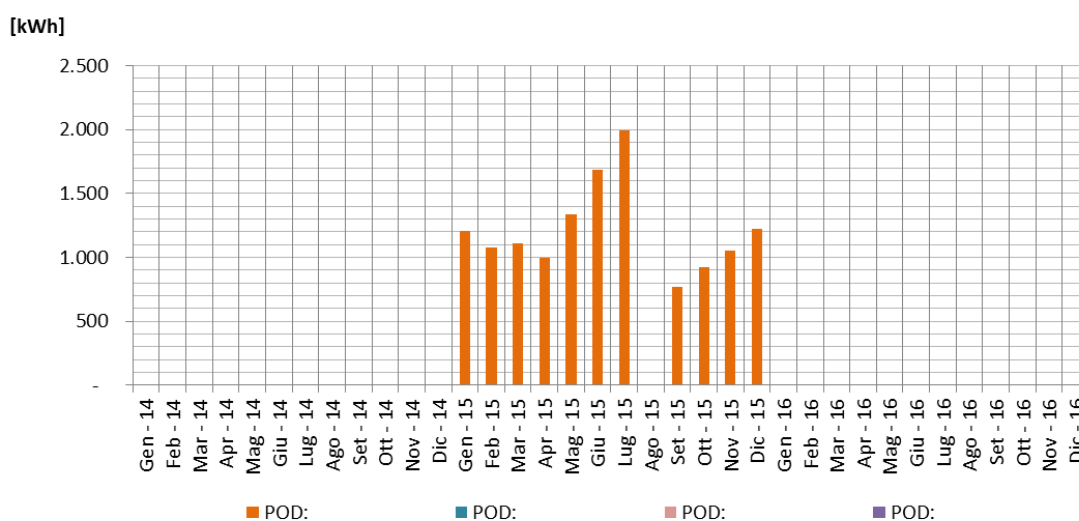
Si è pertanto definito un consumo $EE_{baseline}$ pari a 13040 kWh.

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

POD:	F1	F2	F3	TOTALE
Anno 2015	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gen - 15	-	-	-	1238
Feb - 15	-	-	-	1105
Mar - 15	-	-	-	1138
Apr - 15	-	-	-	1035
Mag - 15	-	-	-	1376
Giu - 15	-	-	-	1709
Lug - 15	-	-	-	1831
Ago - 15	-	-	-	0
Set - 15	-	-	-	629
Ott - 15	-	-	-	958
Nov - 15	-	-	-	1079
Dic - 15	-	-	-	1259
Totale	-	-	-	13358

Considerando che non si conosce l'identificativo del POD, e non si dispone della ripartizione dei consumi per fascia oraria, è stata compilata soltanto la colonna dei totali di energia elettrica per tutti i servizi.

Figura 5.2 – Confronto tra i profili elettrici reali relativi a ciascun POD per il triennio di riferimento



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

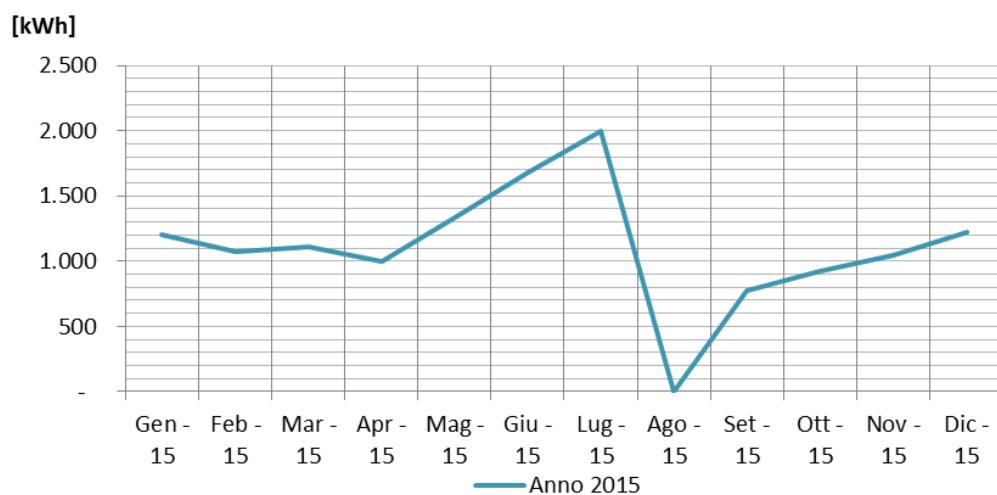
Tali valori sono riportati nella Tabella 5.8. Nel caso in esame i consumi di Baseline sono gli stessi che si sono riscontrati nel 2015, poiché non si dispone dei dati relativi al 2014 e 2016.

Tabella 5.8 – Consumi mensili di Baseline

BASELINE	F1	F2	F3	TOTALE
	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gennaio	-	-	-	1206
Febbraio	-	-	-	1076
Marzo	-	-	-	1109
Aprile	-	-	-	995
Maggio	-	-	-	1334
Giugno	-	-	-	1681
Luglio	-	-	-	1993
Agosto	-	-	-	0
Settembre	-	-	-	772
Ottobre	-	-	-	920
Novembre	-	-	-	1049
Dicembre	-	-	-	1224
Totale	-	-	-	13358

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

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



Il profilo di prelievo mensile nell'anno di riferimento evidenzia l'interruzione delle attività didattiche dell'asilo nel mese di agosto.

5.2 INDICATORI DI PERFORMANCE ENERGETICI ED AMBIENTALI

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

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

Tabella 5.9 - Fattori di emissione di CO₂.

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

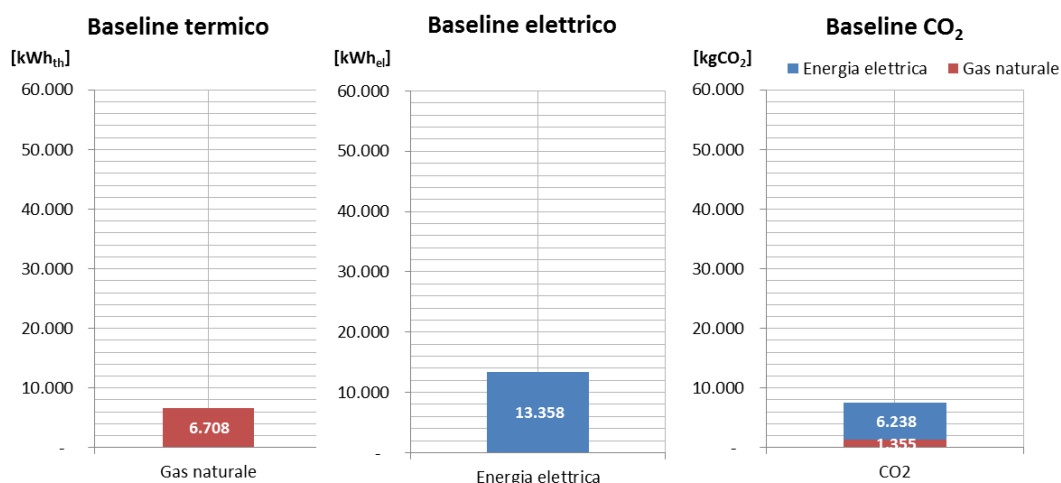
* da "Linee Guida Patto dei Sindaci" per anno 2010

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

Tabella 5.10 – Baseline delle emissioni di CO₂.

COMBUSTIBILE	CONSUMO DI BASELINE	FATTORE DI CONVERSIONE	
	[kWh]	[tCO ₂ /MWh]	[tCO ₂]
[Energia elettrica]	13358	* 0,467	6.2
[Gas naturale]	6708	* 0,202	1.4

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



Ai fini del calcolo degli indici di performance è necessario effettuare la conversione dei consumi di baseline in energia primaria, utilizzando i fattori di conversione indicati dal Decreto Interministeriale

26 giugno 2015 “Applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici” nell’Allegato 1-Tabella 1.

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

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

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

Tabella 5.12 – Fattori di riparametrizzazione

PARAMETRO		VALORE	U.M.
FATTORE 1	Superficie netta riscaldata	237	m ²
FATTORE 2	Superficie netta complessiva delle aree interne (riscaldate e non riscaldate)	237	m ²
FATTORE 3	Volume lordo complessivo (aree interne riscaldate e non riscaldate)	1238	m ³

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

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

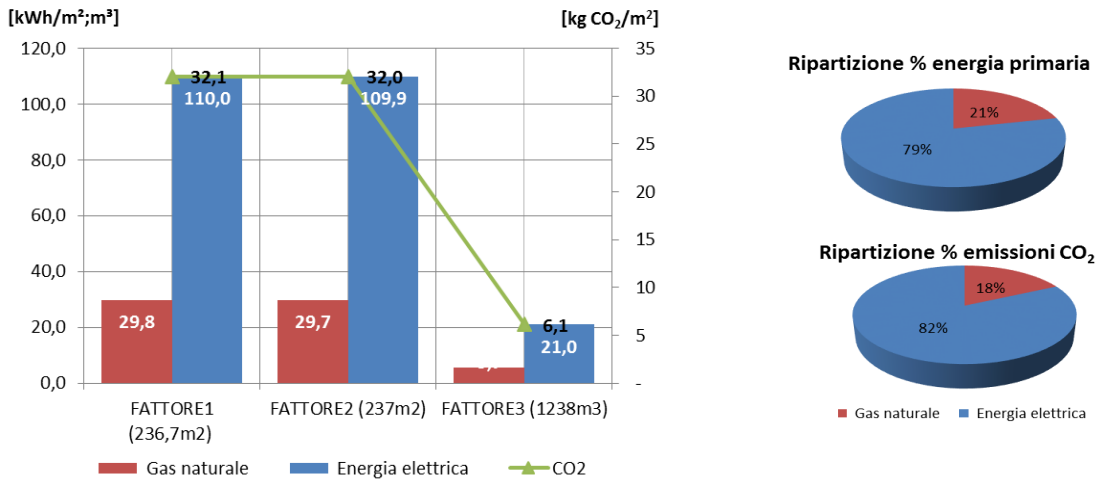
VETTORE ENERGETICO	CONSUMO ENERGETICO DI BASELINE	FATTORE DI CONVERSIONE ENERGIA PRIMARIA TOTALE	CONSUMO DI ENERGIA PRIMARIA TOTALE	INDICATORI DI CONSUMO ENERGIA PRIMARIA TOTALE			INDICATORI AMBIENTALI		
				FATTORE 1	FATTORE 2	FATTORE 3	FATTORE 1	FATTORE 2	FATTORE 3
	[kWh/anno]		[kWh/anno]	[kWh/m ²]	[kWh/m ²]	[kWh/m ³]	[Kg CO ₂ /m ²]	[Kg CO ₂ /m ²]	[Kg CO ₂ /m ³]
Gas naturale	6708	1,05	7.043	29,8	29,7	5,7	5,72	5,72	1,09
Energia elettrica	13.358	2,42	32.326	136,6	136,4	26,1	26,35	26,32	5,04
TOTALE	20066		39369	166	166	32	32	32	6

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

VETTORE ENERGETICO	CONSUMO ENERGETICO DI BASELINE	FATTORE DI CONVERSIONE ENERGIA PRIMARIA NON RINN.	CONSUMO DI ENERGIA PRIMARIA NON RINN.	INDICATORI DI CONSUMO ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE			INDICATORI AMBIENTALI		
				FATTORE 1	FATTORE 2	FATTORE 3	FATTORE 1	FATTORE 2	FATTORE 3
	[kWh/anno]		[kWh/anno]	[kWh/m ²]	[kWh/m ²]	[kWh/m ³]	[Kg CO ₂ /m ²]	[Kg CO ₂ /m ²]	[Kg CO ₂ /m ³]
Gas naturale	6708	1,05	7043	29,8	29,7	5,7	5,72	5,72	1,09
Energia elettrica	13.358	1,95	26048	110,0	109,9	21,0	26,35	26,32	5,04
TOTALE	20066		33091	139.8	139.6	26.7	32.1	32.1	6.1

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

Figura 5.6 – Ripartizione % dei consumi 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/(m³ GG anno)			Wh/(m² anno)		
	2014	2015	2016	2014	2015	2016
Gas Naturale	-	4.2	-	-	-	-
Energia elettrica	-	-	-	-	52.7	-
Valutazione	-	Buono	-	-	Insufficiente	-

Per effettuare una valutazione riassuntiva degli indicatori di performance energetica e un confronto rispetto agli altri edifici del lotto, si faccia riferimento all'Allegato M – Report di benchmark.

6 MODELLO DEL FABBISOGNO ENERGETICO

6.1 METODOLOGIA DI CALCOLO ADOTTATA E VALIDAZIONE DEI MODELLI DI CALCOLO

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

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

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

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

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

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

INDICE DI PRESTAZIONE ENERGETICA		U.M.	ENERGIA PRIMARIA TOTALE	ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE
Globale non rinnovabile	EP _{gl,nren}	kWh/mq anno	235	199
Climatizzazione invernale	EP _H	kWh/mq anno	55	54
Produzione di acqua calda sanitaria	EP _w	kWh/mq anno	32.6	26.2
Ventilazione	EP _v	kWh/mq anno	27	21.7
Raffrescamento	EP _c	kWh/mq anno	29.3	23.6
Illuminazione artificiale	EP _L	kWh/mq anno	79	63.5
Trasporto di persone e cose	EP _T	kWh/mq anno	12	9.6
Emissioni equivalenti di CO2	CO _{2eq}	Kg/mq anno		44.8

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	CONSUMO ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE
	[Nmc/anno] [kWh/anno]	[kWh/anno]
Gas Naturale	998	1048
Energia Elettrica	18561	36194

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

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

Dove:

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

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

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

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

FABBISOGNO	Corrispondenza UNI TS 11300 [kWhel]
Energia ausiliaria complessiva assorbita dal sottosistema di generazione per la produzione di ACS	$E_{W, aux, gn}$
Energia ausiliaria complessiva assorbita dal sottosistema di generazione per il riscaldamento	$E_{H,aux, gn}$
Fabbisogno di energia elettrica dell’impianto di ventilazione meccanica e dei terminali di emissione	$E_{ve,el} + E_{aux,e}$
Fabbisogno di energia elettrica per gli ausiliari di distribuzione (Riscaldamento e ACS)	$E_{W, aux, d} + E_{W, aux, d}$
Fabbisogno di energia elettrica per l’illuminazione interna dell’edificio	$E_{L,int}$
Fabbisogno di energia elettrica per gli ausiliari degli impianti di climatizzazione	$Q_{c,aux}$
Fabbisogno di energia elettrica per i sistemi di trasporto (+ eventuali altri carichi interni)	$E_T + E_{altro}^{(12)}$
Perdite al trasformatore	$E_{trasf}^{(12)}$
Energia elettrica esportata dall’impianto a fonti rinnovabili	$E_{exp,el}$

Nota (12) Tale contributo non è definito all’interno delle norme UNITS 11300 pertanto è stato valutato dall’Auditor ipotizzando un profilo di consumo in base alle attrezzature ed agli impianti presenti.

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 gli orari di funzionamento dell’utenza e degli impianti.

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

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

INDICE DI PRESTAZIONE ENERGETICA		U.M.	ENERGIA PRIMARIA TOTALE	ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE
Globale non rinnovabile	$EP_{gl,nren}$	kWh/mq anno	164	138.6
Climatizzazione invernale	EP_H	kWh/mq anno	40.5	38.4
Produzione di acqua calda sanitaria	EP_w	kWh/mq anno	33	26.6
Ventilazione	EP_v	kWh/mq anno	23.9	19.2
Raffrescamento	EP_c	kWh/mq anno	27	21.7

Illuminazione artificiale	EP _L	kWh/mq anno	28	22.6
Trasporto di persone e cose	EP _T	kWh/mq anno	10.5	8.5
Emissioni equivalenti di CO ₂	CO _{2eq}	Kg/mq anno		31.9

Gli indici di prestazione energetica sopra riportati corrispondono ad un quantitativo annuo di vettore energetico consumato, riportato nella Tabella 6.5. Tali indici sono coerenti con quelli calcolati in precedenza derivanti dai valori di baseline.

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

FONTE ENERGETICA UTILIZZATA	CONSUMO	CONSUMO
	[Nmc/anno]	[kWh/anno]
Gas Naturale	675	6708
Energia Elettrica	-	13055

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

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

$Q_{teorico}$	$Q_{baseline}$	Congruità
[kWh/anno]	[kWh/anno]	[%]
6660	6708	1 %

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

6.1.2 Validazione del modello elettrico

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

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

$EE_{teorico}$	$EE_{baseline}$	Congruità
[kWh/anno]	[kWh/anno]	[%]
13055	13358	2.3 %

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

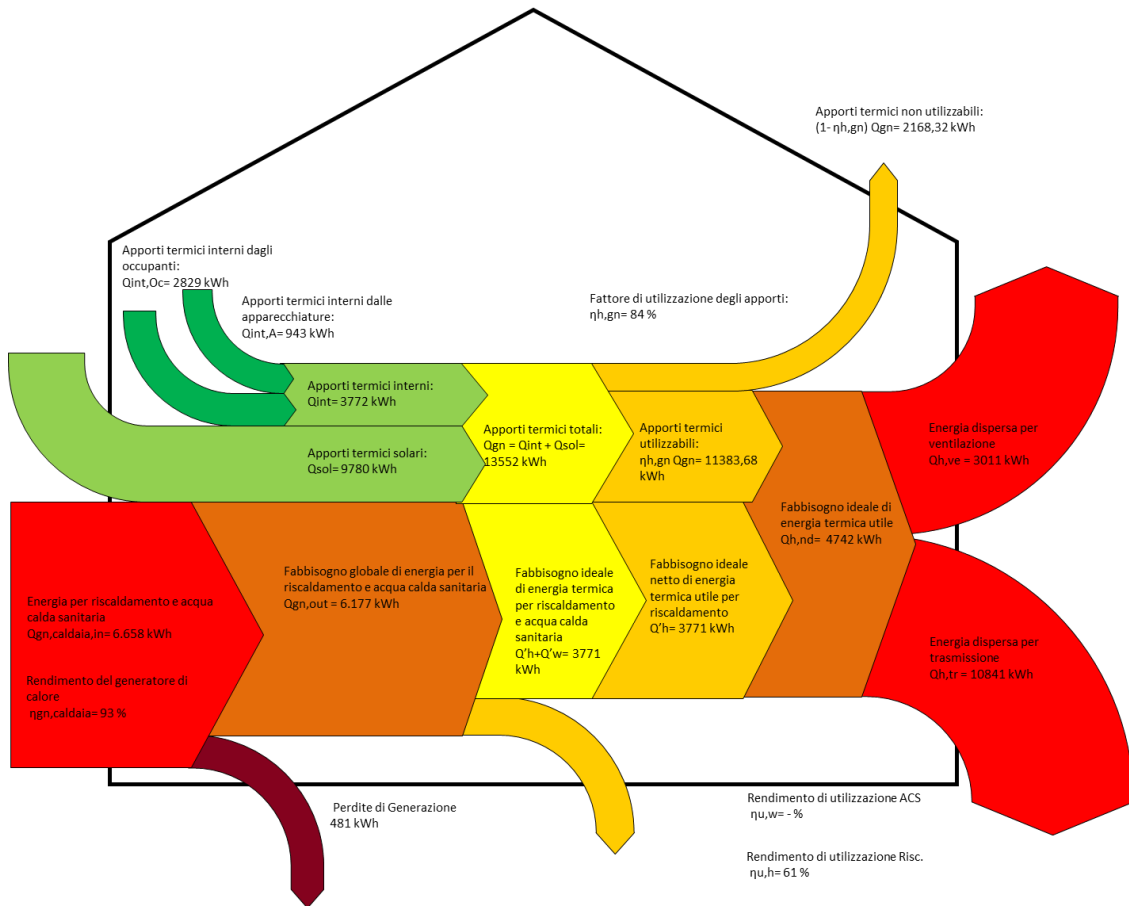
6.2 FABBISOGNI ENERGETICI

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

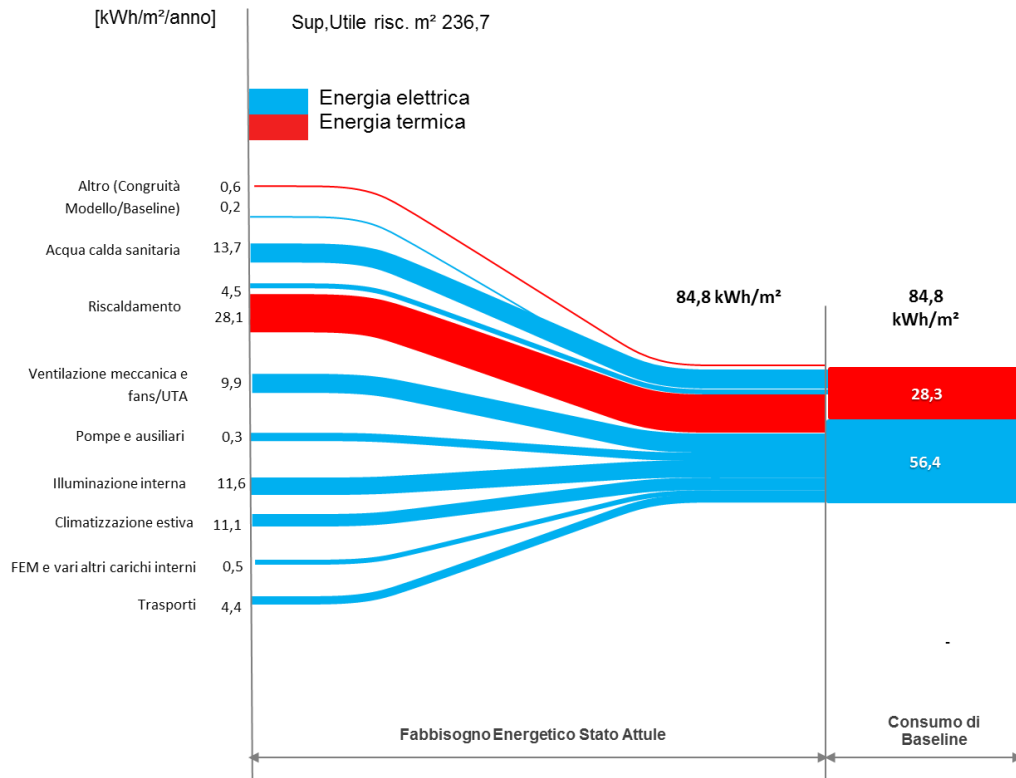
Figura 6.1 – Diagramma di Sankey relativo al fabbisogno termico dell'edificio allo stato attuale



Dall'analisi del diagramma di Sankey relativo al fabbisogno termico dell'edificio è possibile notare che il termine principale di dispersione è quello relativo alla trasmissione del calore attraverso l'involucro.

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

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



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

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

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

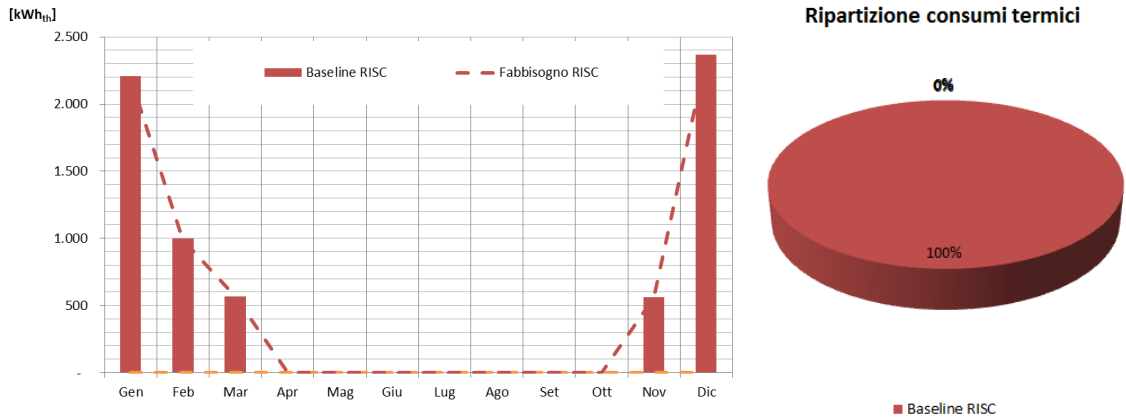
Nel caso in cui, invece i consumi teorici siano inferiori rispetto alla Baseline il termine “Altro – Congruità” rappresenta la differenza per eccesso tra i consumi specifici di Baseline ed i consumi teorici.

6.3 PROFILI ENERGETICI MENSILI

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

Il confronto tra i due profili è riportato in Figura 6.3.

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



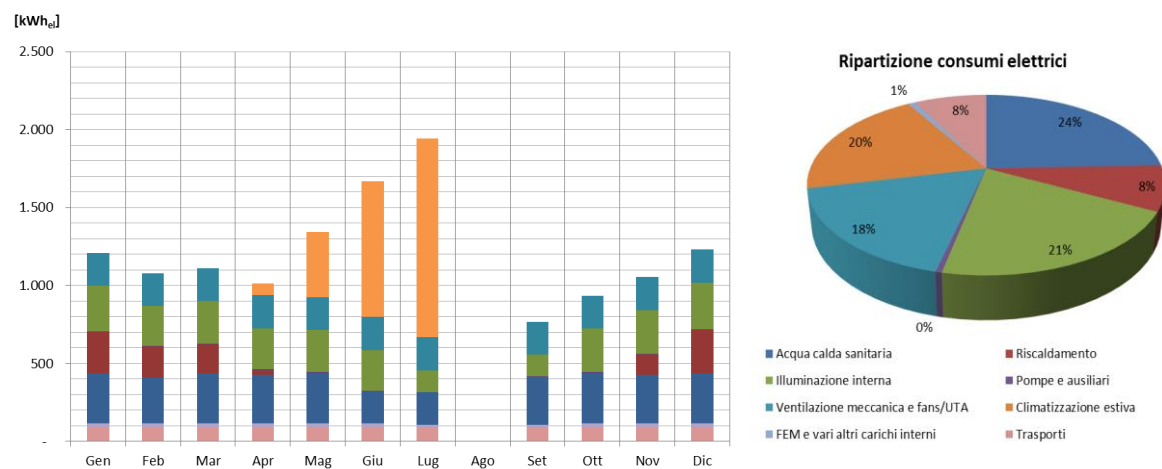
Si può notare come la maggior parte dei consumi termici sia da attribuirsi all'utilizzo per la climatizzazione invernale dei locali, pertanto gli interventi migliorativi proposti, andranno ad interessare principalmente tali componenti.

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

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

I risultati di tale valutazione sono riportati nella Figura 6.4.

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



Si può notare come la maggior parte dei consumi elettrici sia da attribuire all'utilizzo per la climatizzazione estiva dei locali, all'illuminazione interna ed alla produzione di acqua calda sanitaria. Si può pensare quindi di intervenire con interventi migliorativi sull'illuminazione e sulla produzione di acqua calda sanitaria, che attualmente risulta prodotta con boiler elettrici, cioè dispositivi poco prestanti dal punto di vista energetico.

I fattori di carico utilizzati per il calcolo della FEM sono contenuti nel file DE_Lotto.1-E1610_revA-AllegatoB-Grafici_Template.

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 la società che si occupa di del funzionamento e della manutenzione di diverse centrali termiche all'interno del porto antico di Genova. Ciò che si ha a disposizione in fase di diagnosi è soltanto un consuntivo di spesa dell'anno 2015, in cui si evidenzia la spesa per complessiva in gas metano relativa all'utenza "Asilo nido Centro infanzia".

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: n/a	2014	2015	2016
Indirizzo di fornitura			
Dati di intestazione fattura	-	-	-
Società di fornitura	-	-	-
Inizio periodo fornitura	-	-	-
Fine periodo fornitura	In corso	In corso	In corso
Classe del contatore	-	-	-
Tipologia di contratto	-	-	-
Opzione tariffaria ⁽¹³⁾	-	-	-
Valore del coefficiente correttivo dei consumi	-	-	-
Potere calorifico inferiore convenzionale del combustibile	9.94 [kWh/Smc]	9.94 [kWh/Smc]	9.94 [kWh/Smc]
Prezzi di fornitura del combustibile ⁽¹⁴⁾ (IVA INCLUSA)	-	0.77 [€/Smc]	-

Nota (13) per fatturazioni non mensili la spesa economica mensile andrà calcolata suddividendo percentualmente la spesa aggregata in base ai valori di consumo energetico mensile.

Nota (14): con prezzo di fornitura s'intende soltanto la quota variabile del servizio di acquisto e vendita, sono escluse le imposte, i corrispettivi per il dispacciamento e lo sbilanciamento, per l'uso della rete, e il servizio di misura e ogni altra voce.

Nella Tabella 7.2 si riporta l'andamento del costo del vettore termico nell'anno di riferimento, suddiviso nelle varie componenti. Non è stato possibile analizzare il costo unitario degli anni 2014 e 2016 in quanto non in possesso dei dati di consumo.

Tabella 7.2 – Andamento del costo del vettore termico nell'anno di riferimento

PDR: n/a	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	-	-	-	-	-	121	156	0.775
Febbraio	-	-	-	-	-	133	172	0.775
Marzo	-	-	-	-	-	97	125	0.775
Aprile	-	-	-	-	-	51	67	0.741
Maggio	-	-	-	-	-	-	-	0.741
Giugno	-	-	-	-	-	-	-	0.741
Luglio	-	-	-	-	-	-	-	0.733

Agosto	-	-	-	-	-	-	-	0.733
Settembre	-	-	-	-	-	-	-	0.733
Ottobre	-	-	-	-	-	-	-	0.753
Novembre	-	-	-	-	-	38	50	0.753
Dicembre	-	-	-	-	-	58	75	0.753
Totale	-	-	-	-	-	496	645	0.77

Per le forniture di gas metano non essendo disponibile la fatturazione, è stato considerato il costo unitario del vettore termico definito dall’Autorità di regolazione per energia reti e ambiente (ARERA).

7.1.2 Vettore elettrico

La fornitura del vettore elettrico avviene tramite la stessa società che gestisce le utenze legate al Porto Antico di Genova. Anche in questo caso non si dispone della fatturazione relativa ai consumi elettrici dell’asilo. È presente soltanto un consuntivo che evidenzia la spesa totale in energia elettrica. Nella Tabella 7.3 si riportano le principali caratteristiche del contratto di fornitura del vettore termico per gli anni di riferimento.

Tabella 7.3 – Andamento del costo del vettore elettrico nell’anno di riferimento

POD:	QUOTA ENERGIA	ONERI DI SISTEMA		IMPOSTE	IVA	TOTALE	CONSUMO FATTURATO	COSTO UNITARIO (IVA INCLUSA)
		PARTE FISSA	PARTE VARIABILE					
ANNO 2015	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[KWH]	[€/kWh]
Gen – 15	-	-	-	-	-	314	1238	0.25
Feb – 15	-	-	-	-	-	276	1105	0.25
Mar – 15	-	-	-	-	-	275	1138	0.24
Apr – 15	-	-	-	-	-	204	1035	0.2
Mag – 15	-	-	-	-	-	266	1376	0.19
Giu – 15	-	-	-	-	-	329	1709	0.19
Lug – 15	-	-	-	-	-	357	1831	0.19
Ago – 15	-	-	-	-	-	0	0	0
Set – 15	-	-	-	-	-	129	629	0.2
Ott – 15	-	-	-	-	-	175	958	0.18
Nov – 15	-	-	-	-	-	199	1079	0.18
Dic – 15	-	-	-	-	-	284	1259	0.23
Totale	-	-	-	-	-	2805.3	13358	0.21

7.2 TARIFFE E PREZZI VETTORI ENERGETICI UTILIZZATI NELL’ANALISI

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

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

Tabella 7.4 – Sintesi dei consumi nel triennio di riferimento

ANNO	VETTORE TERMICO	VETTORE ELETTRICO	TOTALE
------	-----------------	-------------------	--------

	[kWh]	[€]	[€/kWh]	[kWh]	[€]	[€/kWh]	[€]
2014	-	-	-	-	-	-	-
2015	6076	496	0.08	13358	2805	0.21	3302
2016	-	-	-	-	-	-	-
2017	-	-	-	-	-	-	-
Media	6076	496	0.08	13358	2805	0.21	3302

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

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

Definizione		Valore	U.M.
Costo unitario dell'energia termica	Valore relativo all'ultimo anno a disposizione	C _{uQ}	0.08 [€/kWh]
Costo unitario dell'energia elettrica	Valore relativo all'ultimo anno a disposizione	C _{uEE}	0.21 [€/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 manutenzione dell'impianto termico dell'edificio Mandraccio non riguarda unicamente l'asilo nido Centro Infanzia, poiché la centrale termica serve anche altri edifici. Di conseguenza non si hanno i dati necessari a suddividere i costi di manutenzione tra i vari utenti. Non si considereranno quindi i costi di manutenzione nel seguito.

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:

$$C_E = Q_{baseline} \times C_{uQ} + EE_{baseline} \times C_{uEE}$$

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

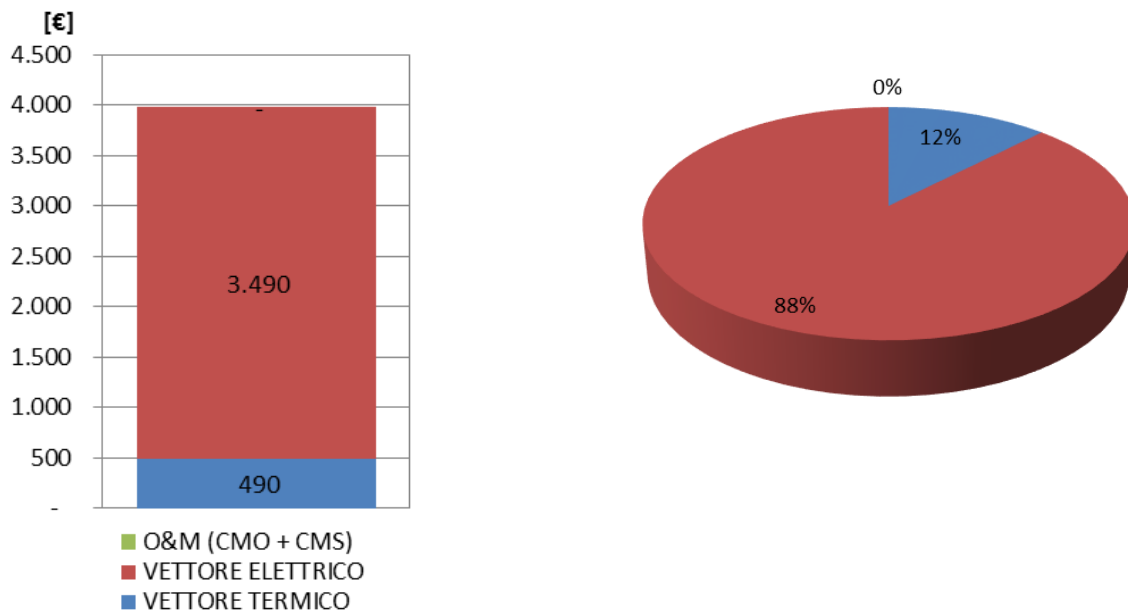
$$C_{baseline} = C_E + C_{MO} + C_{MS}$$

Ne risulta quindi un C_E pari a € 3976 e un C_{baseline} pari allo stesso C_E, poiché, come anticipato, non si conoscono le spese di manutenzione.

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

VETTORE TERMICO			VETTORE ELETTRICO				O&M (C _{MO} + C _{MS})		TOTALE
Q _{baseline}	C _{uQ}	C _Q	EE _{baseline}	C _{uEE}	C _{EE}	C _M	C _{MO}	C _{MS}	C _Q +C _{EE} +C _M
[kWh]	[€/kWh]	[€]	[kWh]	[€/kWh]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]
6708	0.073	490	13358	0,261	3486	-	-	-	3976

Figura 7.1 – Baseline dei costi e loro ripartizione



8 IDENTIFICAZIONE DELLE MISURE DI EFFICIENZA ENERGETICA

8.1 DESCRIZIONE, FATTIBILITÀ E PRESTAZIONI DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI

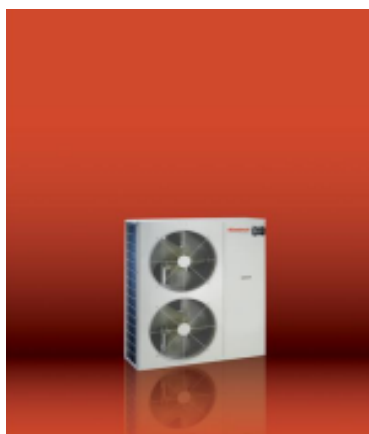
8.1.1 Impianto di climatizzazione

EEM1: Riscaldamento ed ACS mediante pompa di calore

Generalità

La misura prevede l'installazione di un nuovo generatore per l'impianto di climatizzazione invernale, nonché per la generazione di acqua calda sanitaria. L'utilizzo del generatore di calore consente di eliminare il consumo di gas metano, con vantaggi sulle emissioni di anidride carbonica.

Figura 8.1 – Particolare del generatore scelto



Caratteristiche funzionali e tecniche

La pompa di calore installata dovrà essere in grado di soddisfare il fabbisogno invernale di energia termica. Attualmente i terminali di emissione presenti, ovvero i ventilconvettori, sono collegati ad una caldaia centralizzata mediante un apposito circuito idraulico servito da una pompa di circolazione dedicata.

Descrizione dei lavori

La pompa di calore potrebbe essere posizionata in ambiente interno, ad esempio nella centrale termica dell'edificio Mandraccio, o in alternativa sul tetto della struttura. In entrambi i casi è necessario prevedere il collegamento idraulico tra l'acqua tecnica in uscita dalle PdC e il circuito dei ventilconvettori presenti nell'asilo. L'intervento non prevede infatti di sostituire tali terminali di emissione.

Prestazioni raggiungibili

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

Tabella 8.1 – Risultati analisi EEM1 – Riscaldamento ed ACS mediante pompa di calore

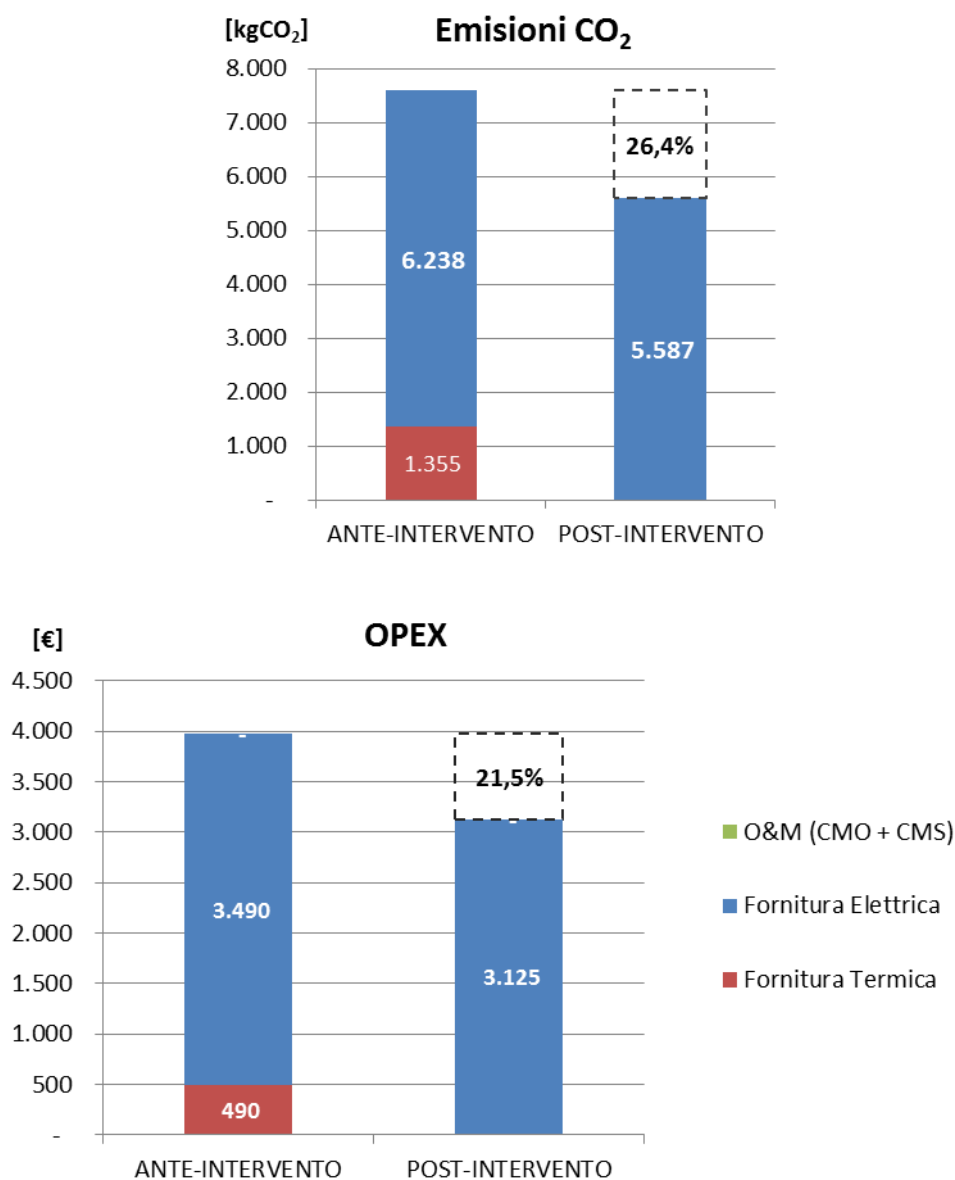
CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
$\eta_{H,gen,ut}$	-	94	339	-
$\eta_{H,g,p,tot}$	-	62	62	-
$\eta_{w,gen,ut}$	-	75	365	-
$\eta_{w,g,p,tot}$	-	22	51	-
$Q_{teorico}$	[kWh]	6.658	-	100,0%
$EE_{teorico}$	[kWh]	13.287	11.899	10,4%
$Q_{baseline}$	[kWh]	6.708	-	100,0%
$EE_{baseline}$	[kWh]	13.358	11.963	10,4%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	1.355	-	100,0%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	6.238	5.587	10,4%

Emiss. CO2 TOT	[kgCO ₂]	7.593	5.587	26,4%
Fornitura Termica, C _Q	[€]	490	-	100,0%
Fornitura Elettrica, C _{EE}	[€]	3.490	3.125	10,4%
Fornitura Energia, C_E	[€]	3.979	3.125	21,5%
C _{MO}	[€]	-	-	-
C _{MS}	[€]	-	-	-
O&M (C _{MO} + C _{MS})	[€]	-	-	-
OPEX	[€]	3.979	3.125	21,5%
Classe energetica	[-]	D	B	

Nota (15) I fattori di emissione per il calcolo delle emissioni di CO₂ sono: 0,202 [kgCO₂/kWh] per il vettore termico e 0.467 per l'elettrico.

I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,073 [€/kWh] per il vettore termico e 0.26 €/kWh per il vettore elettrico.

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



La misura descritta non è risultata essere sostenibile in termini finanziari, tuttavia i grafici appena riportati nel report mostrano gli effetti dell'intervento sulle emissioni di anidride carbonica e sulla riduzione dei consumi.

8.1.2 Impianto di produzione ACS

Gli interventi migliorativi relativi all'impianto di produzione di ACS sono da considerarsi integrati nella misura EEM1 relativa all'installazione di una pompa di calore a servizio riscaldamento e produzione di ACS.

8.1.3 Impianto di illuminazione ed impianto elettrico

EEM2: Illuminazione con lampade LED

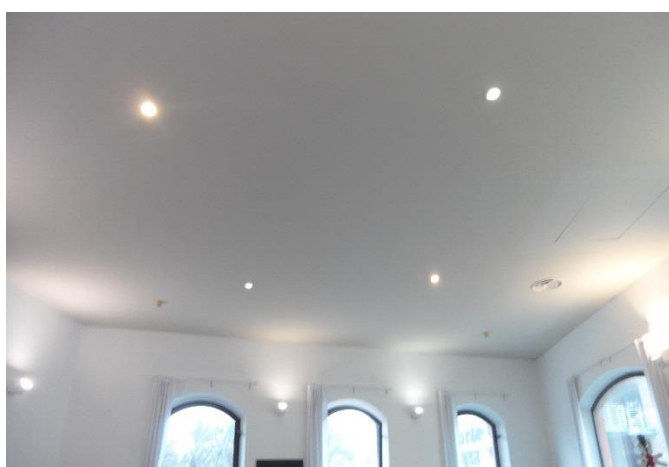
Generalità

Il presente capitolo illustra la proposta di sostituire i corpi illuminanti presenti all'interno dei locali costituenti l'edificio con nuovi corpi illuminanti LED di nuova generazione ad alta efficienza.

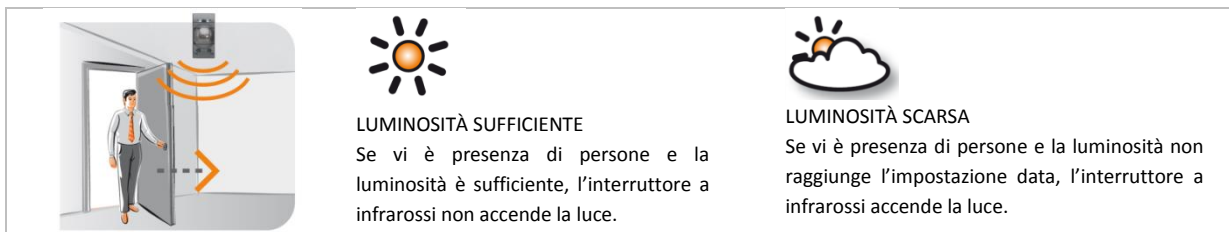
Attualmente all'interno dell'edificio nella maggior parte dei locali sono installate lampade fluorescenti di vecchia generazione tipo T8 con reattori ferromagnetici o lampade alogene da 80W di potenza.

Ad un maggior costo iniziale per un determinato tipo di lampada, corrisponde un minor costo di gestione, dovuto a minori consumi e a una vita più lunga, una lampada LED ha infatti un'efficienza maggiore rispetto ad una tradizionale T8.

Figura 8.3– Particolare delle illuminazioni



L'intervento che si intende proporre è finalizzato alla riduzione del consumo elettrico dell'impianto, tramite il comando automatico dei corpi illuminanti in funzione della presenza di persone all'interno dei locali servizi igienici. L'accensione delle luci tramite gli interruttori a infrarossi è la soluzione più semplice ed economica per ottenere un risparmio energetico in ambienti medio piccoli. Si ipotizza di installare i rilevatori di movimento saranno in sostituzione dell'interruttore per l'accensione delle luci esistente o in apposito contenitore fissato alla parete o soffitto. L'accensione e lo spegnimento degli apparecchi d'illuminazione sono gestiti automaticamente dagli interruttori a infrarossi in funzione della presenza e del contributo di luce naturale.



Utilizzando gli interruttori a infrarossi è possibile ottenere un risparmio fino al 40% secondo EN15193. Nell'ambito del terziario vi sono diverse voci che contribuiscono al consumo di energia, ma l'illuminazione rappresenta quella di maggior rilievo. Una gestione intelligente dell'illuminazione

permette quindi di ottenere risparmi significativi e contribuisce a ridurre le emissioni di CO² con un tangibile beneficio per l'ambiente. Si ipotizza l'installazione dei sensori di controllo automatico accensione spegnimento luci all'interno dei bagni.

Caratteristiche funzionali e tecniche

I corpi illuminanti presenti sono di 2 tipologie principali e sono stati scelti in relazione alla potenza delle illuminazioni sostituite.

Descrizione dei lavori

Verificare la compatibilità con la tipologia di lampadari presenti, sia a livello di potenza richiesta che di resa cromatica, oltre che le caratteristiche dimensionali delle sorgenti luminose

Prestazioni raggiungibili

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

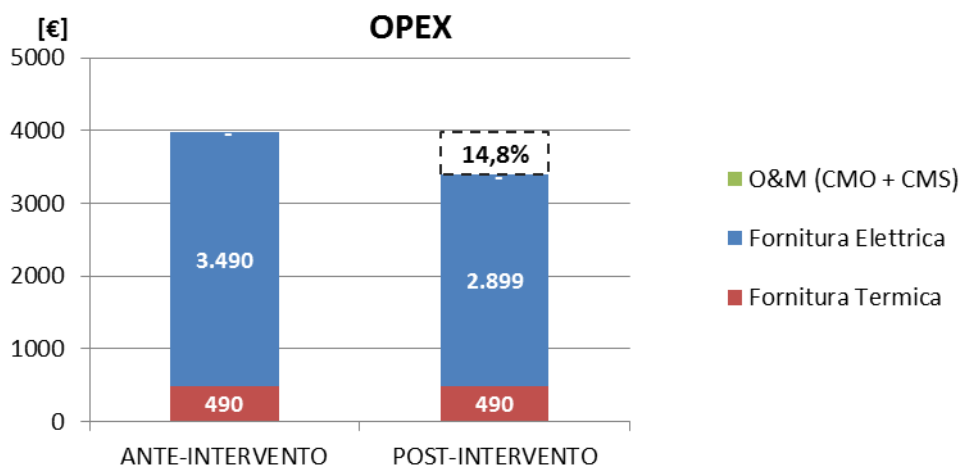
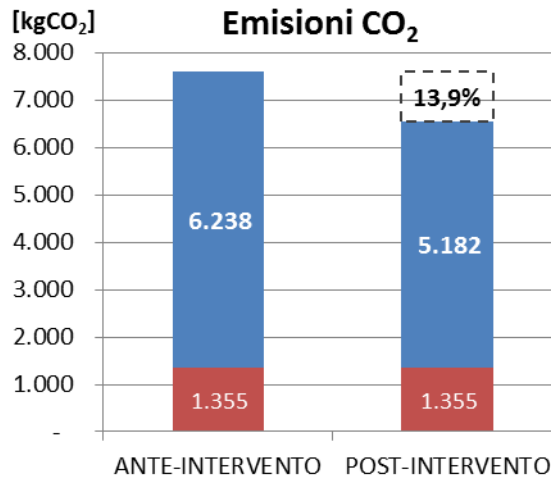
Tabella 8.2 – Risultati analisi EEM2 – Illuminazione con lampade LED

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
Potenza installata dei corpi illuminanti	W	3600	705	80,4%
$Q_{teorico}$	[kWh]	6.658	6.658	0,0%
$EE_{teorico}$	[kWh]	13.287	11.038	16,9%
$Q_{baseline}$	[kWh]	6.708	6.708	0,0%
$EE_{baseline}$	[kWh]	13.358	11.097	16,9%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	1.355	1.355	0,0%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	6.238	5.182	16,9%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	7.593	6.537	13,9%
Fornitura Termica, C _Q	[€]	490	490	0,0%
Fornitura Elettrica, C _{EE}	[€]	3.490	2.899	16,9%
Fornitura Energia, C_E	[€]	3.979	3.389	14,8%
C _{MO}	[€]	-	-	-
C _{MS}	[€]	-	-	-
O&M (C _{MO} + C _{MS})	[€]	-	-	-
OPEX	[€]	3979	3.389	14,8%
Classe energetica	[-]	D	D	

Nota (16): I fattori di emissione per il calcolo delle emissioni di CO₂ sono: 0,202 [kgCO₂/kWh] per il vettore termico e 0,467 per l'elettrico.

I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,073 [€/kWh] per il vettore termico e 0,26 €/kWh per il vettore elettrico.

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



8.1.4 Impianto di generazione da fonti rinnovabili

EEM3: Impianto fotovoltaico

Caratteristiche funzionali e tecniche

Il presente intervento di installazione di impianti ad energie rinnovabili propone l'installazione di un impianto fotovoltaico di potenza di picco pari a 16,56 kW_p da installarsi sulla copertura piana dell'edificio oggetto di diagnosi.

Al fine di valutare l'efficientamento derivante dall'installazione di un impianto fotovoltaico sono stati presi in considerazione i seguenti fattori:

- Valutazione del profilo di utilizzo dell'edificio in base alla destinazione d'uso
- Valutazione del fabbisogno di energia elettrica
- Esposizione dell'edificio

La stima dell'energia elettrica prodotta è stata effettuata sulla base dei dati radiometrici relativi alla norma UNI 10349, utilizzando il metodo di calcolo relativo alla norma UNI 8477 e considerando le seguenti caratteristiche per il campo fotovoltaico:

- Potenza di picco singolo modulo: 235 W (STC)
- Dimensioni modulo: 1.46 m²
- Numero di moduli: 15
- Orientamento rispetto a Sud: 0° (SUD)
- Inclinazione rispetto all'orizzontale: 29°
- Albedo: 0,27

- Fattore di efficienza: 0,75
- Superficie totale 22 m²

La radiazione globale annua sulla superficie orizzontale ricavata dalla UNI 10349 per Genova corrisponde a 1299,8 kWh/m².

Descrizione dei lavori

Si consiglia di fare eseguire l'intervento solo da personale specializzato; occorre verificare preventivamente gli spazi di installazione in copertura e determinare con un rilievo specifico le possibili cause di ombreggiamento. L'impianto deve essere installato secondo la normativa tecnica di riferimento, sia per quanto riguarda i collegamenti elettrici, che i materiali utilizzati e i dispositivi di sicurezza. Si consiglia inoltre, in fase di progetto, di eseguire una configurazione delle stringhe del campo fotovoltaico che sia la più adatta ed efficiente possibile, al fine di ridurre al minimo le possibili perdite per irraggiamento disomogeneo del campo.

Prestazioni raggiungibili

I miglioramenti ottenibili tramite l'attuazione della EEM1 sono riportati nella Tabella 8.3 e nella Figura 8.5.

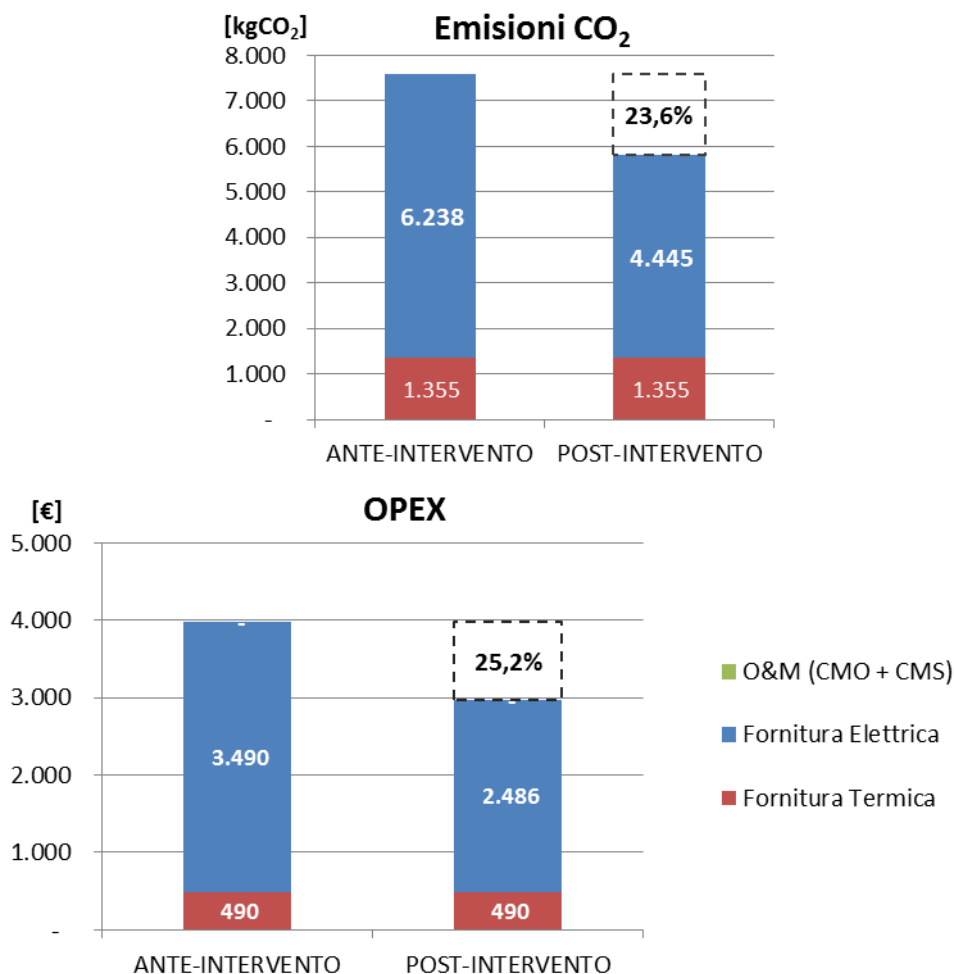
Tabella 8.3 – Risultati analisi EEM3 – Illuminazione con lampade LED

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
Energia elettrica prelevata dalla rete	kWh	13.287	9.467	28,7%
Q _{teorico}	[kWh]	6.658	6.658	0,0%
EE _{teorico}	[kWh]	13.287	9.467	28,7%
Q _{baseline}	[kWh]	6.708	6.708	0,0%
EE _{baseline}	[kWh]	13.358	9.518	28,7%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	1.355	1.355	0,0%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	6.238	4.445	28,7%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	7.593	5.800	23,6%
Fornitura Termica, C _Q	[€]	490	490	0,0%
Fornitura Elettrica, C _{EE}	[€]	3.490	2.486	28,7%
Fornitura Energia, C_E	[€]	3.979	2.976	25,2%
C _{MO}	[€]	-	-	-
C _{MS}	[€]	-	-	-
O&M (C _{MO} + C _{MS})	[€]	-	-	-
OPEX	[€]	3.979	2.976	25,2%
Classe energetica	[-]	D	C	

Nota (17): I fattori di emissione per il calcolo delle emissioni di CO2 sono: 0,202 [kgCO₂/kWh] per il vettore termico e 0.467 per l'elettrico.

I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,073 [€/kWh] per il vettore termico e 0.26 €/kWh per il vettore elettrico.

Figura 8.5– EEM3: Riduzione dei costi operativi e delle emissioni di CO2 a partire dalla baseline



EEM4: Installazione valvole di regolazione sui ventilconvettori e pompa inverter

Generalità

La termoregolazione degli impianti di climatizzazione ha un ruolo centrale nella definizione dei consumi degli stessi. La struttura oggetto di diagnosi utilizza dei ventilconvettori come terminali di emissione. La regolazione dei ventilconvettori viene di solito effettuata andando ad agire sui ventilatori di cui queste macchine sono dotate. Viene quindi variata la portata di aria che attraversa la batteria della macchina.

Caratteristiche funzionali e tecniche

I ventilconvettori al servizio dell'asilo nido Centro Infanzia sono attualmente regolati manualmente mediante un interruttore posizionabile su due livelli, a cui corrispondono due differenti portate di aria elaborata dai ventilatori. L'intervento prevede di installare un kit di regolazione più performante, capace di regolare oltre alla portata di aria, anche la temperatura dell'acqua che attraversa la batteria di scambio termico. Si utilizzano delle valvole a 2 vie, governate da un apposito comando posizionato su ogni macchina. Tali apparecchiature comunicano con un termostato che monitora la temperatura dei singoli ambienti, ottimizzando il sistema di regolazione. Si sceglie di installare due soli termostati, uno al servizio del locale adibito ad aula ed uno al servizio del vano scale. Il piano ammezzato non prevede l'installazione di un termostato poiché il riscaldamento è effettuato con delle caldaie elettriche che vengono accese occasionalmente e per poche ore al giorno. Si intende infine installare una pompa dotata di inverter per la regolazione della portata di acqua nel circuito dei ventilconvettori.

Descrizione dei lavori

Il circolatore sarà posizionato in centrale termica, sul circuito idraulico dedicato all'asilo nido. La presenza dell'inverter consente di regolare la portata di acqua del circuito idraulico, in relazione alle condizioni di temperatura presenti all'interno delle zone termiche.

Prestazioni raggiungibili

I miglioramenti ottenibili tramite l'attuazione della EEM1 sono riportati nella Tabella 8.4 e nella Figura 8.6.

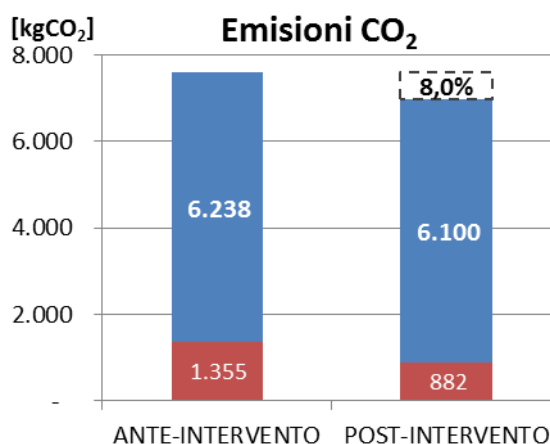
Tabella 8.4 – Risultati analisi EEM4 – Installazione valvole termostatiche

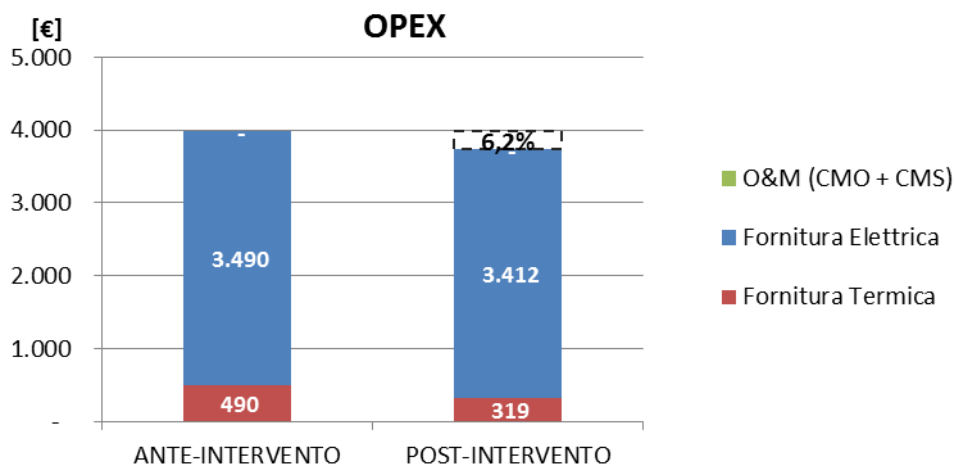
CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
Consumo gas metano	Nmc	675	436	35,4%
$Q_{teorico}$	[kWh]	6.658	4.334	34,9%
$EE_{teorico}$	[kWh]	13.287	12.993	2,2%
$Q_{baseline}$	[kWh]	6.708	4.367	34,9%
$EE_{baseline}$	[kWh]	13.358	13.062	2,2%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	1.355	882	34,9%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	6.238	6.100	2,2%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	7.593	6.982	8,0%
Fornitura Termica, C _Q	[€]	490	319	34,9%
Fornitura Elettrica, C _{EE}	[€]	3.490	3.412	2,2%
Fornitura Energia, C_E	[€]	3.979	3.731	6,2%
C _{MO}	[€]	-	-	-
C _{MS}	[€]	-	-	-
O&M (C _{MO} + C _{MS})	[€]	-	-	-
OPEX	[€]	3.979	3.731	6,2%
Classe energetica	[-]	D	D	

Nota (18) I fattori di emissione per il calcolo delle emissioni di CO₂ sono: 0,202 [kgCO₂/kWh] per il vettore termico e 0.467 per l'elettrico.

I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,073 [€/kWh] per il vettore termico e 0.26 €/kWh per il vettore elettrico.

Figura 8.6– EEM4: Riduzione dei costi operativi e delle emissioni di CO₂ a partire dalla baseline





9 VALUTAZIONE ECONOMICO-FINANZIARIA

9.1 ANALISI DEI COSTI DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI CONSIDERATI FATTIBILI

EEM1: Riscaldamento ed ACS mediante pompa di calore

Nella Tabella 9.1 è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 1, che consiste nell'installazione di un nuovo generatore a servizio della climatizzazione invernale e della produzione di acqua calda sanitaria. L'utilizzo del generatore di calore consente di eliminare il consumo di gas metano, con vantaggi sulle emissioni di anidride carbonica.

La realizzazione di tale intervento consentirebbe l'ottenimento degli incentivi previsti dal conto termico 2.0, i quali possono essere quantificati pari al 40% dell'importo totale dell'intervento.

Tabella 9.1 – Analisi dei costi della EEM1 – Riscaldamento ed ACS mediante pompa di calore

DESCRIZIONE	FORTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO SCONTATO	TOTALE (IVA ESCLUSA)	IVA	TOTALE (IVA INCLUSA)
				[€/n° o €/m ²]	[€]	[€]	[€]
Pompe di calore condensate ad aria con ventilatori elicoidali ad inversione di ciclo, in esecuzione "package" per esterno, composte da: compressori; scambiatori a fascio tubiero o a piastra completi di resistenza antigelo; batterie d'aria in rame-alluminio complete di ventilatori; valvola d'inversione di ciclo; circuito frigorifero completo di accessori; carica di refrigerante e olio; sistema di controllo a microprocessore con display e schema sinottico, interfacciabile con sistemi esterni di supervisione, completo di strumentazione di regolazione e controllo; quadro elettrico a doppia chiusura con sezionatore generale e cablaggi a valle; basamento in acciaio zincato a caldo e verniciato completo di supporti antivibranti; pannellatura di contenimento in peralluman smontabile. Serie con le caratteristiche seguenti: - refrigerante HFC R-407c - compressori SCROLL ERMETICI - versione STANDARD con pressione sonora massima dB(A) 68 a m 1. Grandezze (kWf: potenza frigorifera con acqua °C da 12 a 7 e aria °C 35 - kWt: potenza termica con acqua °C da 40 a 45 e aria °C +7 - n°: numero minimo compressori): - oltre 100 fino a 125 kWf - oltre 115 fino a 140 kWt - n° 2	Prezzario Milano	1	cad	€ 9.556,36	€ 9.556,36	22%	€ 11.658,76
1M.02.0 50.0010. h							

1M.02.0 10.0030	Aumento di prezzo per aggiunta di kit idronico comprensivo di pompa gemellare, vaso di espansione, serbatoio di accumulo; circuitazioni meccaniche; sistema di controllo e quadro elettrico.	Prezzario Milano	1	cad	-	-	-	€ 1662,9
18LG.RU .M01.E0 1.020	Installatore 4° cat. ex operaio specializzato	Prezzario Regione Liguria	10	cad	€ 22,73	€ 227,30	22%	€ 277,31
	Costi per la sicurezza	-	3%	%		€ 334,4	22%	€ 408,0
	Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%		€ 780,3	22%	€ 951,9
TOTALE (I₀)						€ 12.261	22%	€ 14.959

L'intervento appena analizzato risulta essere piuttosto costoso se confrontato con il risparmio, in termini monetari, che esso può generare. Sono stati effettuati tentativi di includere l'intervento all'interno di uno scenario di efficientamento energetico, ma non si è riusciti ad identificare una sostenibilità finanziaria per tale misura. Inoltre si mette in luce anche che tale misura comporterebbe un distacco dall'impianto centralizzato. Si è riportata comunque la descrizione ed i risultati dell'intervento per quantificare quali potrebbero essere i vantaggi in termini di emissioni di anidride carbonica che l'intervento potrebbe produrre.

EEM2: Illuminazione con lampade LED

Nella Tabella 9.2 è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 2, che consiste nella sostituzione dei corpi illuminanti installati con moderne lampade a LED, che permettono di ridurre la potenza elettrica necessaria all'illuminazione dei locali dell'asilo.

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:

Tabella 9.2 – Analisi dei costi della EEM2 – Illuminazione con lampade LED

DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZAT O	QU ANT ITÀ	U. M.	PREZZO	TOTALE	IVA	TOTALE	
				UNITARIO SCONTAT O	(IVA ESCLUS A)		(IVA INCLUSA)	
				[€/n° o €/m ²]	[€]	[%]	[€]	
1E.06.06 0.0080	Faretto da incasso per interni. Prodotto in conformità alle norme EN 60598-1 CEI 34-21, classe di isolamento I e grado di protezione IP40 - IK07 in conformità alle norme EN 60529 e EN 50102. Corpo in policarbonato infrangibile ed autoestinguente V2, stabilizzato ai raggi UV, antigiallimento, riflettore in policarbonato infrangibile autoestinguente sistema antiriflesso ed anti abbagliamento, alimentatore incorporato, completo di staffa regolabile in acciaio che assicura l'aderenza al controsoffitto, alimentazione 230 V 50 Hz; equipaggiato con lampada led 3000K o 4000K 2500 lm da 22W	Prezzario Milano	23	cad	€ 105,34	€ 2.422,74	22%	€ 2.955,74
1E.06.06 0.0060	Proiettore orientabile simmetrico o asimmetrico per montaggio a facciata illuminazione scenografica per edifici di pregio artistico. Prodotto in conformità alle norme EN 60598-1 CEI 34-21, grado di protezione IP66 - IK08 in conformità alle norme EN 60529 e EN 50102. Corpo in alluminio pressofuso con sistemi alettati di raffreddamento, riflettore in alluminio preanodizzato, diffusore in vetro temperato spessore 4 mm resistente agli shock termici e agli urti, verniciatura ad immersione per cataforesi epossidica resistente alla corrosione ed alle nebbie saline, mano di finitura con resina acrilica ecologica stabilizzata ai raggi UV, completo di staffa zincata e verniciata; equipaggiato con lampade led 4000K da 38W	Prezzario Milano	12	cad	€ 139,92	€ 1.679,02	22%	€ 2.048,40
	Costi per la sicurezza	-	3%	%		€ 123,05	22%	€ 150,12

Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%	€	287,12	22%	€	350,29
TOTALE (I₀ – EEM2)				€	4.512	22%	€	5.505
Incentivi	[Conto termico]						€	2.201,82
Durata incentivi							€	1
Incentivo annuo							€	2.201,82

EEM3: Impianto fotovoltaico

Nella Tabella 9.3 è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 3, che consiste nell'installazione di un impianto fotovoltaico sul tetto dell'asilo, per far fronte a parte del carico elettrico dell'edificio.

Tabella 9.3 – Analisi dei costi della EEM3 – Impianto fotovoltaico

DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO SCONTATO	TOTALE (IVA ESCLUSA)	IVA	TOTALE (IVA INCLUSA)
				[€/n° o €/m ²]	[€]	[%]	[€]
1E.17.01 0.0010	Fornitura e posa di impianto fotovoltaico costituito da: 1. Modulo fotovoltaico a struttura rigida in silicio monocristallino/policristallino (compreso: sostegno e struttura per qualsiasi tipo di tetto in materiale anticorrosivo inossidabile; cablaggi, condutture, connettori e scatole IP 65, diodi di bypass, involucro in classe II con struttura sandwich e telaio anodizzato). 2. Inverter bidirezionale, filtri e controllore di isolamento. 3. Quadro di parallelo inverter. 4. Oneri relativi a tutte le pratiche documentali e fiscali necessarie. 5. Dichiarazioni di conformità, garanzie, manuale. Sono comprese nel prezzo le assistenze murarie Con potenza complessiva per singolo impianto:	3,5	kWp	€ 2.823,11	€ 9.880,88	22%	€ 12.054,68
Costi per la sicurezza	-	3%	%		€ 296,43	22%	€ 361,64
Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%		€ 691,66	22%	€ 843,83
TOTALE (I₀)					€ 10.869	22%	€ 13.260

EEM4: termoregolazione dei ventilconvettori e pompa inverter

Nella Tabella 9.4 è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 4, che consiste nella installazione di valvole per la regolazione sui terminali di emissione dei singoli ambienti.

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.

Tabella 9.4 – Analisi dei costi della EEM4 – Installazione termoregolazione e pompa inverter

DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO SCONTATO	TOTALE (IVA ESCLUSA)	IVA	TOTALE (IVA INCLUSA)
				[€/n° o €/m ²]	[€]	[%]	[€]
FYTIB	Comando a bordo macchina con commutatore di velocità, termostato e selettore stagionale E/I	8	cad	€ 44,15	€ 353,16	22%	€ 430,86
PR.C47. H10.135	Circolatori per impianti di riscaldamento e condizionamento a velocità variabile, regolate elettronicamente, classe di protezione IP44, classe energetica A, 230V, del tipo: versione gemellare con attacchi flangiati, Ø 50, PN6-10, prevalenza da 1 a 11 m, portata da 1 a 26 m ³ /h	1	cad	€ 2.727,23	€ 2.727,23	22%	€ 3.327,22
40.E10.	Sola posa in opera di pompe e/o circolatori			€ 45,51	€	22%	€ 55,52

A10.020	singoli o gemellari per fluidi caldi o freddi, compreso bulloni, guarnizioni e il collegamento alla linea elettrica, escluse le flange. Per attacchi del diametro nominale di: maggiore di 40 mm fino a 65 mm	Regione Liguria					45,51	%	
			1	cad					
RU.M01. E01.020	Impianti Elettrici Idraulici Riscaldamento Installatore 4° cat. ex operaio specializzato	Prezzario Regione Liguria	3	h	€ 28,98	€ 86,95	22	%	€ 106,07
EYKV22 K	KV22K valvola a 2 vie, attuatore 230V + kit idraulico lato attacchi per batteria standard modelli flat 10-70	Catalogo Galletti 2011	8	cad	€ 101,25	€ 809,96	22	%	€ 988,16
PR.C74. B05.010	Termostato ambiente tipo elettronico, con display a cristalli liquidi per regolazione ON-OFF programmabile a due livelli di temperatura	Prezzario Regione Liguria	2	cad	€ 123,34	€ 246,67	22	%	€ 300,94
Costi per la sicurezza		-	3%	-	-	€ 128,08	22	%	€ 156,26
Costi per la progettazione		-	7%	-	-	€ 298,86	22	%	€ 364,61
TOTALE (I₀)						€ 4697	22	%	€ 5730
Incentivi		Conto termico							€ 2.292
Durata incentivi									1
Incentivo annuo									€ 2292

Si specifica che per il prezzo dei componenti FYTIB e EYKV22K si è fatto riferimento ad un catalogo di un fornitore in quanto gli stessi non erano disponibili con le medesime caratteristiche sui prezziari suggeriti dalla Committenza.

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: Riscaldamento ed ACS mediante pompa di calore

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

[Tabella 9.5– Risultati dell'analisi di convenienza della EEM1– Riscaldamento e ACS mediante pompa di calore](#)

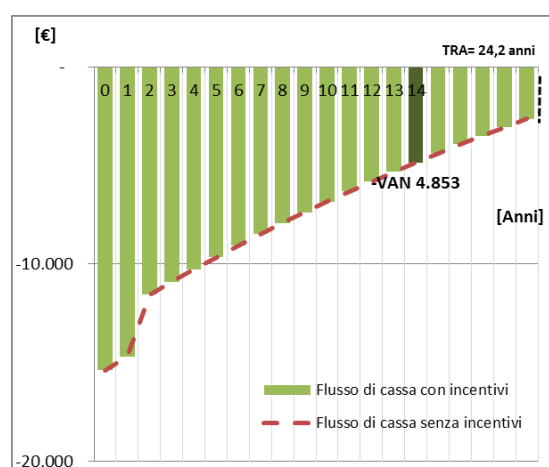
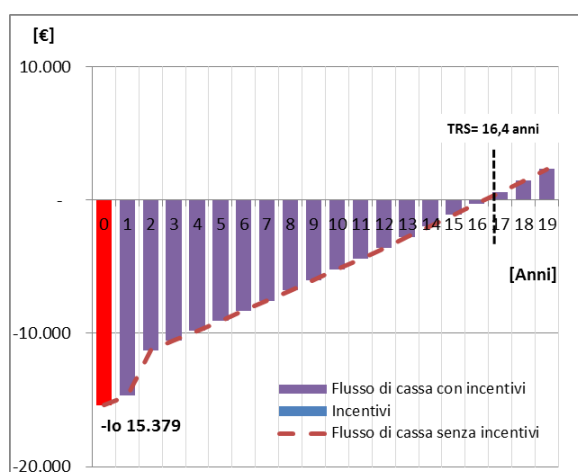
PARAMETRO FINANZIARIO	U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	I ₀	€ 14.975
Oneri Finanziari %I ₀	OF	[%] 3,0%
Aliquota IVA	%IVA	[%] 22,0%
Anno recupero erariale IVA	n _{IVA}	anni 3
Vita utile	n	anni 20
Incentivo annuo	B	€/anno -
Durata incentivo	n _B	anni 1
Tasso di attualizzazione	i	[%] 3,5%

INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO	VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE CON INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS 16,4	16,4
Tempo di rientro attualizzato	TRA 24,2	24,2
Valore attuale netto	VAN - 2.650	- 2.650
Tasso interno di rendimento	TIR 1,6%	1,6%
Indice di profitto	IP -0,18	-0,18

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

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

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



La rappresentazione dei flussi di cassa evidenzia come la misura EEM1, seppur conduca ad una riduzione delle emissioni di anidride carbonica, non sembra essere sostenibile economicamente alla luce dei valori relativamente limitati di risparmio ottenibili. A ciò si aggiunge che, la realizzazione della misura EEM1 non permetterebbe di avere accesso al meccanismo incentivante del Conto Termico, poiché andrebbe realizzata come sostituzione parziale di un impianto centralizzato. Come sarà evidente in seguito la presente misura non sarà inclusa all'interno dell'unico scenario di intervento realizzabile. Inoltre tale misura comporta un distacco dall'impianto centralizzato, di cui non si conoscono interamente le caratteristiche e gli edifici serviti. In fase di sopralluogo infatti non è stato possibile raccogliere sufficienti informazioni riguardanti gli edifici serviti dall'impianto centralizzato situato nell'edificio Mandraccio.

EEM2: Illuminazione con lampade LED

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 EEM2– Illuminazione con lampade LED

PARAMETRO FINANZIARIO	U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	I_0	€ 5.505
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 2202
Durata incentivo	n_B	anni 1
Tasso di attualizzazione	i	[%] 3,5%

INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO	VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE CON INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS 9,2	5,0
Tempo di rientro attualizzato	TRA 11,7	6,0
Valore attuale netto	VAN 800	2.917
Tasso interno di rendimento	TIR 6,3%	14,7%
Indice di profitto	IP 0,15	0,53

I flussi di cassa rappresentativi dell’analisi sono riportati nelle Figura 9.3 e Figura 9.10

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

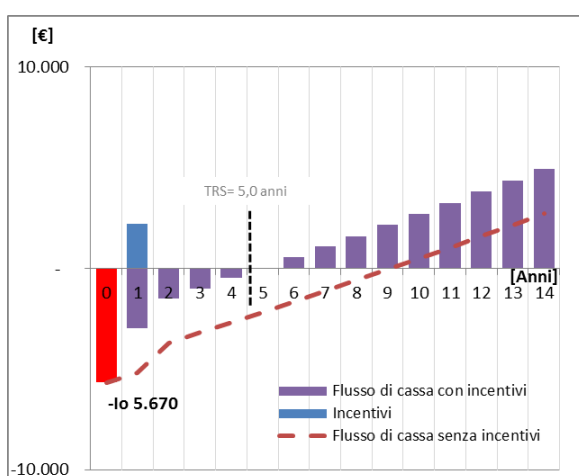
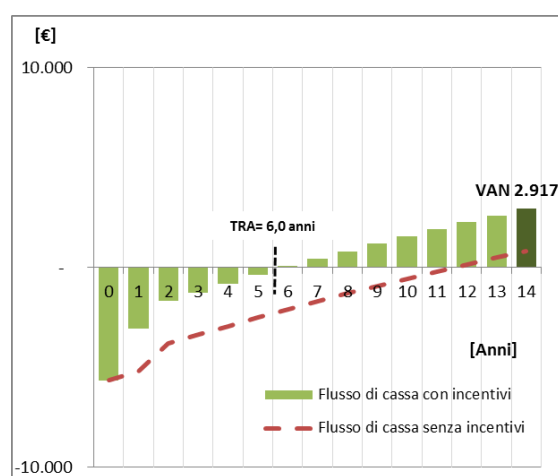


Figura 9.4– EEM2: Flussi di Cassa Attualizzati, con e senza incentivi



EEM3: Impianto fotovoltaico

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

Tabella 9.7– Risultati dell’analisi di convenienza della EEM3– Impianto fotovoltaico

PARAMETRO FINANZIARIO	U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	I_0	€ 13.260
Oneri Finanziari % I_0	OF	[%] 3,0%
Aliquota IVA	%IVA	[%] 22,0%
Anno recupero erariale IVA	n_{IVA}	anni 3
Vita utile	n	anni 25
Incentivo annuo	B	€/anno -
Durata incentivo	n_B	anni 1

INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE CON INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS	12,7	12,7
Tempo di rientro attualizzato	TRA	17,9	17,9
Valore attuale netto	VAN	2.842	2.842
Tasso interno di rendimento	TIR	6,1%	6,1%
Indice di profitto	IP	0,21	0,21

I flussi di cassa rappresentativi dell'analisi sono riportati nelle Figura 9.5 e Figura 9.12.

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

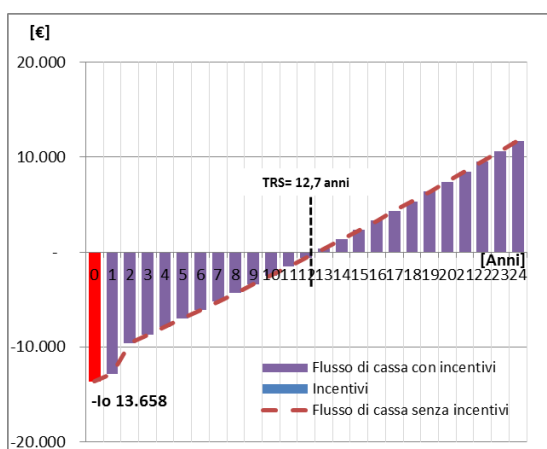
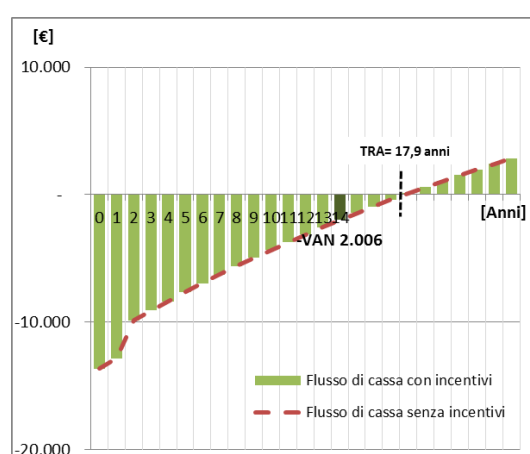


Figura 9.6– EEM3: Flussi di Cassa Attualizzati, con e senza incentivi



EEM4: Termoregolazione e pompa inverter

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

Tabella 9.8– Risultati dell'analisi di convenienza della EEM4– Termoregolazione e pompa inverter

PARAMETRO FINANZIARIO	U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	I_0	€ 5730
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 2292
Durata incentivo	n_B	anni 1
Tasso di attualizzazione	i	[%] 3,5%

INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE CON INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS	21,3	11,9
Tempo di rientro attualizzato	TRA	26,9	16,1
Valore attuale netto	VAN	- 2.611	- 408
Tasso interno di rendimento	TIR	-5,1%	2,1%
Indice di profitto	IP	-0,46	-0,07

I flussi di cassa rappresentativi dell'analisi sono riportati nelle Figura 9.7 e Figura 9.8.

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

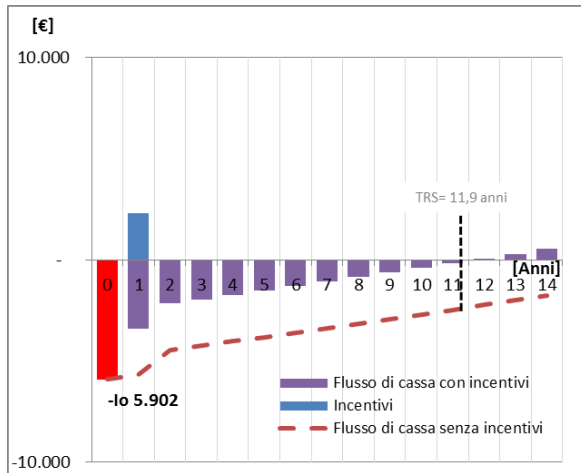
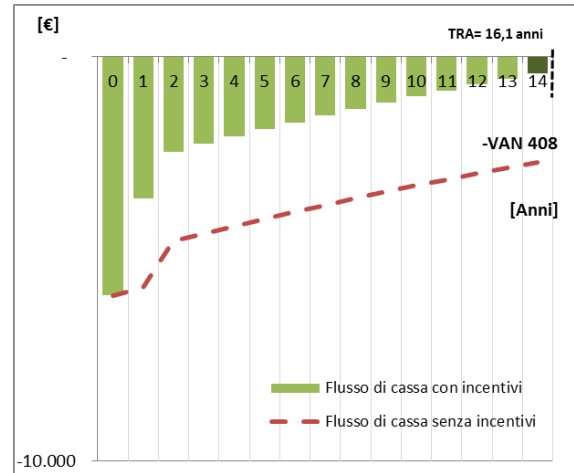


Figura 9.8– EEM4: Flussi di Cassa Attualizzati, con e senza incentivi



Sintesi

La sintesi della valutazione economico – finanziaria delle EEM proposte è riportata nelle Tabella 9.9 e Tabella 9.10

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

	SENZA INCENTIVI											
	% Δ_E [%]	% Δ_{CO_2} [%]	ΔC_E [€/anno]	ΔC_{MO} [€/anno]	ΔC_{MS} [€/anno]	I_0 [€]	TRS [anni]	TRA [anni]	n [anni]	VAN [€]	TIR [%]	IP [-]
EEM 1	40.4	26.4	854	-	-	-14975	16.4	24.2	20	€ -2673	1.6	-0.18
EEM 2	11.3	13.9	590	-	-	-5505	9.2	11.7	15	€ 800	6.3	0.15
EEM 3	19.1	23.6	1003	-	-	-13260	12.7	17.9	25	€ 2842	6.1	0.21
EEM 4	13.1	8	248	-	-	-5730	21.3	26.9	15	€ -2611	-5.1	-0.46

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

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

Dall'analisi dei risultati emerge che gli interventi che, in assenza di incentivo, le operazioni di efficientamento energetico più efficaci e convenienti sono la EEM2 e la EEM3 poiché garantiscono un tempo di ritorno semplice più corto delle altre.

Tabella 9.10 – Sintesi dei risultati della valutazione economico-finanziaria, caso con incentivi

CON INCENTIVI

	% Δ_{ϵ}	% Δ_{CO_2}	ΔC_{ϵ}	ΔC_{MO}	ΔC_{MS}	I_0	TRS	TRA	n	VAN	TIR	IP
	[%]	[%]	[€/anno]	[€/anno]	[€/anno]	[€]	[anni]	[anni]	[anni]	[€]	[%]	[-]
EEM 1	40.4	26.4	854	-	-	-14975	16,4	24.2	20	€ -2673	1.6	-0.18
EEM 2	11.3	13.9	590	-	-	-5505	5	6	15	€ 2917	14.7	0.53
EEM 3	19.1	23.6	1003	-	-	-13260	12.7	17.9	25	€ 2842	6.1	0.21
EEM4	13.1	8	248	-	-	-5730	11.9	16.1	15	€ -408€	2.1	-0.07

Dall'analisi dei risultati emerge che, potendo usufruire degli incentivi del Conto termico 2.0, sembra essere realizzabile anche l'intervento EEM4 con tempi di ritorno accettabili.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Dove:

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

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

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

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

Essi sono così definiti:

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

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

Dove:

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

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

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

Dove:

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

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

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

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

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

Per l'edificio oggetto della DE si è riusciti ad individuare un unico scenario di intervento che possa soddisfare i parametri richiesti dall'analisi finanziaria dell'intervento. Avendo fatto numerosi tentativi per includere negli scenari un numero maggiore di interventi, si è riscontrata la sostenibilità degli interventi EEM2 ed EEM4 all'interno del solo scenario di durata di 15 anni, per mezzo di una ESCo. Per questa motivazione di seguito viene proposto il solo scenario 1, dal momento che lo scenario 2 non forniva risultati accettabili in termini di ritorno dell'investimento.

- **Scenario 1: [EEM2+EEM4]:** Sostituzione dei corpi illuminanti ed installazione di un sistema di termoregolazione efficiente.

9.3.1 Scenario 1: [EEM2+EEM4]

La realizzazione dello scenario 1 consiste nella combinazione delle EEM seguenti:

- sostituzione dei corpi illuminanti con lampade a LED
- installazione di un sistema di termoregolazione sui ventilconvettori

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.

Tabella 9.11 – Combinazione di EEM proposta per lo scenario 1

VOCE INVESTIMENTO	TOTALE (IVA ESCLUSA)	IVA AL 22%	TOTALE (IVA INCLUSA)
	[€]	[€]	[€]
EEM2 - Illuminazione con lampade LED	€ 4.102	€ 902	€ 5.004
EEM4 –Termoregolazione e pompa inverter	€ 4.269	€ 939	€ 5.209
Costi per la sicurezza	€ 251	€ 55	€ 306
Costi per la progettazione	€ 586	€ 129	€ 715
TOTALE (I₀)	€ 9.208	€ 2.026	€ 11.235
VOCE MANUTENZIONE	C _{MO} (IVA INCLUSA)	C _{MS} (IVA INCLUSA)	C _M (IVA INCLUSA)
	[€]	[€]	[€]
EEM2 O&M	-	-	-
EEM4 O&M	-	-	-
TOTALE (C_M)	-	-	-
VOCE INCENTIVO	DESCRIZIONE	TOTALE (IVA INCLUSA)	
		[€]	
Incentivi	[Conto termico]	€ 4494	
Durata incentivi		1	
Incentivo annuo		€ 4494	

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 9.9 – SCN1: Bilancio energetico complessivo dell'edificio post intervento

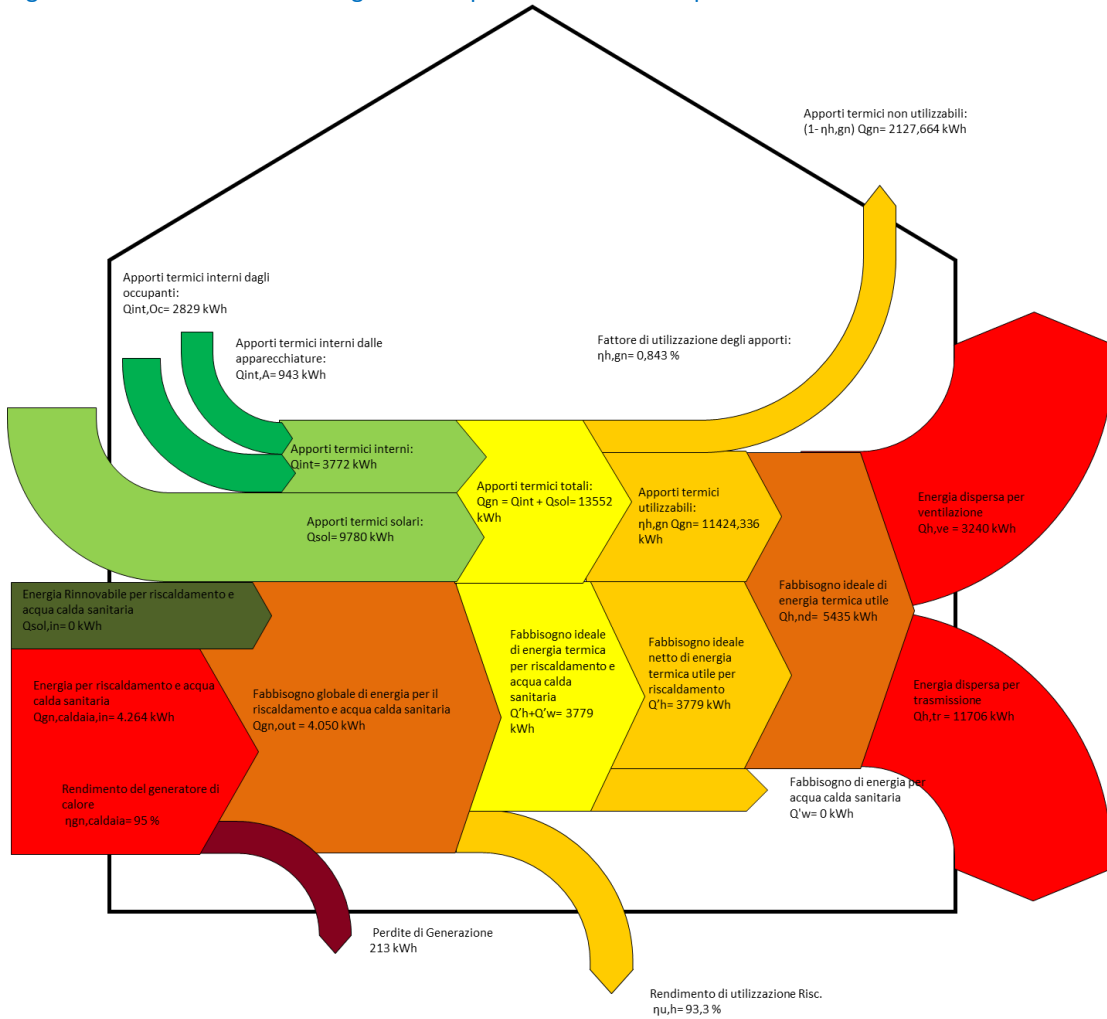
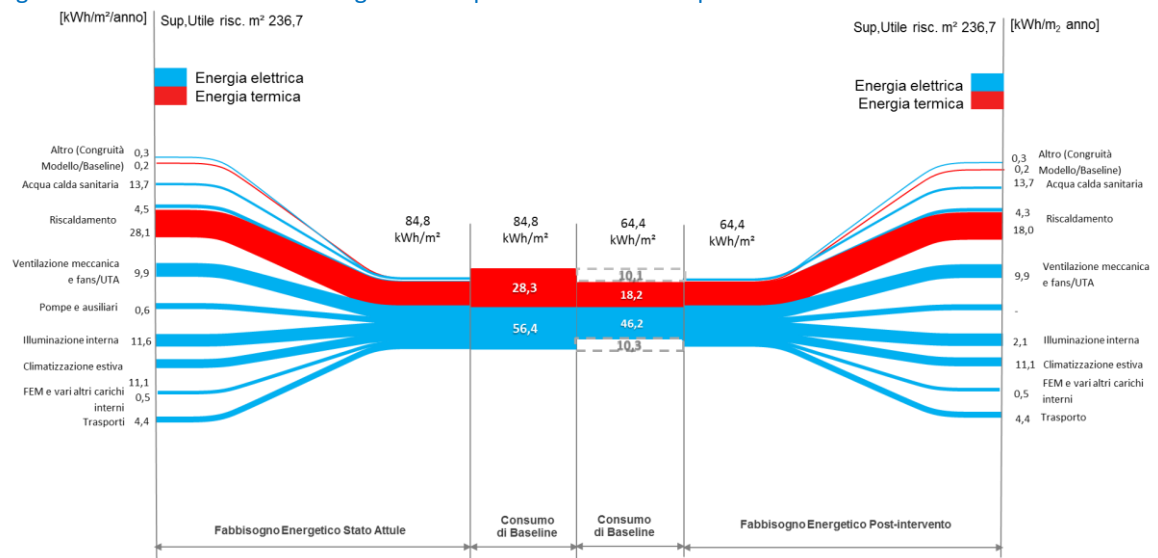


Figura 9.10 – SCN1: Bilancio energetico complessivo dell'edificio post intervento



I miglioramenti ottenibili tramite l'attuazione dello Scenario 2 sono riportati nella Tabella 9.12 e nella Figura 9.11.

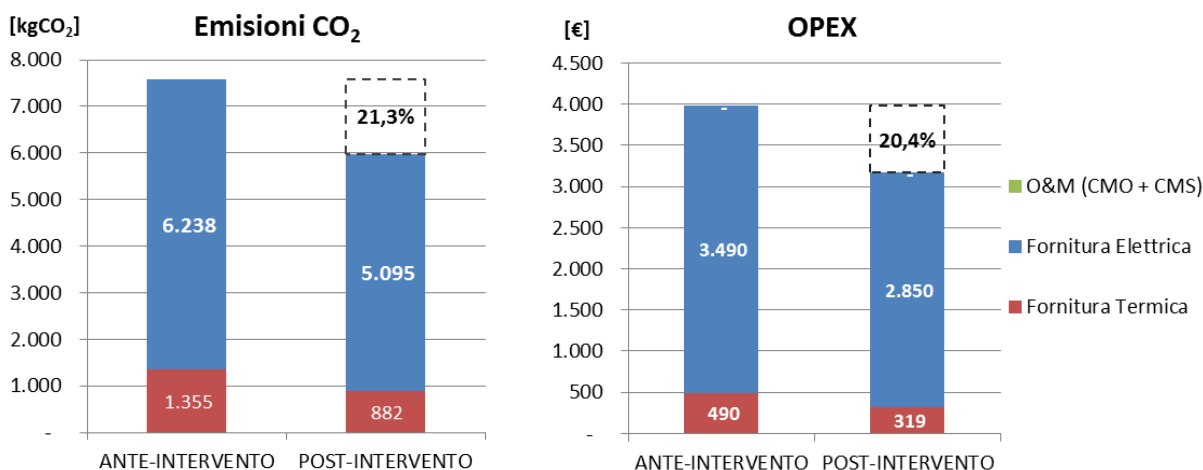
Tabella 9.12 – Risultati analisi SCN1 – [EEM2+EEM4]

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE %
EM2 [Potenza corpi illuminanti]	[W]	3600	705	80,4%
EM4 [Consumo di gas metano]	[Nmc]	675	436	35,4%
$Q_{teorico}$	[kWh]	6.658	4.334	34,9%
$EE_{teorico}$	[kWh]	13.287	10.853	18,3%
$Q_{baseline}$	[kWh]	6.708	4.366	34,9%
$EE_{baseline}$	[kWh]	13.358	10.911	18,3%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	1.355	882	34,9%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	6.238	5.095	18,3%
Emiss. CO2 Totale	[kgCO₂]	7.593	5.977	21,3%
Fornitura Termica, C_Q	[€]	490	319	34,9%
Fornitura Elettrica, C_{EE}	[€]	3.490	2.850	18,3%
Fornitura Energia, C_E	[€]	3.979	3.169	20,4%
Costo Manutenzione Ordinaria, C_{MO}	[€]	-	-	-
Costo Manutenzione Straordinaria, C_{MS}	[€]	-	-	-
Costo per O&M ($C_M = C_{MO} + C_{MS}$)	[€]	-	-	-
OPEX	[€]	3.979	3.169	20,4%
Classe energetica	[-]	D	D	-

Nota (19) I fattori di emissione per il calcolo delle emissioni di CO₂ sono: 0,202 [kgCO₂/kWh] per il vettore termico e 0,467 [kgCO₂/kWh] per il vettore elettrico.

I costi unitari dei vettori energetici utilizzati sono: 0,073 [€/kWh] per il vettore termico e 0,261 [€/kWh] per il vettore elettrico.

Figura 9.11 – 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 9.13, Tabella 9.14 e Tabella 9.15 e nelle successive figure.

Tabella 9.13 – Parametri finanziari dell'analisi di redditività dello SCN1– [EEM2+EEM4]

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	13
Anni Equity	n_E	14
Costi d'Investimento diretti, IVA incl.	I_0	€ 11.235
Oneri Finanziari (costi indiretti)	%Of	3,00%
Costi d'Investimento indiretti, IVA incl.	Of	€ 337
Costi d'Investimento (diretti+Indiretti) , IVA incl.	CAPEX	€ 11.572
%CAPEX a Debito	D	80,0%
%CAPEX a Equity	E	20,00%
Debito	I_D	€ 9.258
Equity	I_E	€ 2.314
Fattore di annualità Debito	FA_D	10,24
Rata annua debito	q_D	€ 904
Costo finanziamento, (D+INT _D)	$q_D * n_D$	€ 11.758
Costi per interessi debito, INT _D	INT_D=q_D*n_D-D	€ 2.501

Tabella 9.14 – Parametri Economici dell'analisi di redditività dello SCN1

PARAMETRI ECONOMICI		
Costo annuo energia pre-intervento, IVA escl.	C_{E0}	€ 3.104
Costo annuo O&M pre-intervento, IVA escl.	C_{M0}	€ -
Spesa PA pre-intervento (Baseline)	$C_{Baseline}$	€ 3.104
Altri costi di gestione ESCo post-intervento, IVA escl.	C_{Altro}	€ -
Riduzione% costi fornitura Energia	%ΔC_E	20,4%
Riduzione% costi O&M	%ΔC_M	0,0%
Obiettivo riduzione spesa PA	%$C_{Baseline}$	0,0%
Risparmio annuo PA garantito	45,6%	€ 398
Risparmio annuo PA immediato durante la gestione	Risp.IM	€ -
Risparmio PA durante la concessione	14%	€ 5.430
Risparmio annuo PA al termine della concessione	Risp.Term.	€ 758
N° di Canoni annuali	anni	14
Utile lordo della ESCO	%CAPEX	-17,10%
Costo Contrattuale ESCO €/anno IVA escl.	C_{ESCO}	-€ 141
Costi FTT €/anno IVA escl.	C_{FTT}	€ 179
Costi CAPEX €/anno IVA escl.	C_{CAPEX}	€ 361
Canone O&M €/anno	C_{nM}	€ -
Canone Energia €/anno	C_{nE}	€ 2.706
Canone Servizi €/anno IVA escl.	C_{nS}	€ 2.706
Canone Disponibilità €/anno IVA escl.	C_{nD}	€ 398

Canone Totale €/anno IVA escl.	Cn	€	3.104
Aliquota IVA %	IVA		22%
Rimborso erariale IVA	R_{IVA}	€	2.026
Ricavi da Incentivi, esenti d'IVA	R_B	€	4.494
Durata Incentivi, anni	n_B		1
Inizio erogazione Incentivi, anno			2022

Tabella 9.15 – 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.	12,52
Tempo di Ritorno Attualizzato T.R.A., anni	T.R.A.	24,92
Valore Attuale Netto, VAN = VA - Io	VAN > 0	-€ 1.047
Tasso interno di rendimento del progetto	TIR > WACC	1,20%
Indice di Profitto	IP	-9,32%
INDICATORI DI REDDITIVITA DELLA ESCO PRE-IMPOSTE		
Tempo di Ritorno Semplice, Spb = Io / FC, Anni	T.R.S.	10,98
Tempo di Ritorno Attualizzato T.R.A., anni	T.R.A.	12,97
Valore Attuale Netto, VAN = VA - Io	VAN > 0	-€ 2
Tasso interno di rendimento dell'azionista	TIR > ke	9,02%
Debit Service Cover Ratio	DSCR < 1,3	0,922
Loan Life Cover Ratio	LLLCR < 1	0,407
Indice di Profitto Azionista	IP	-0,02%

Figura 9.12 –SCN1: Flussi di cassa del progetto

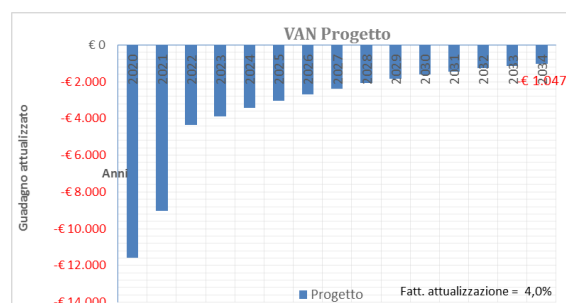
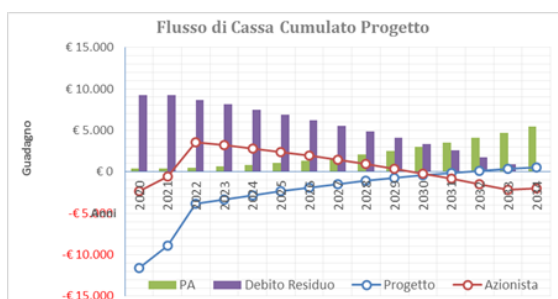
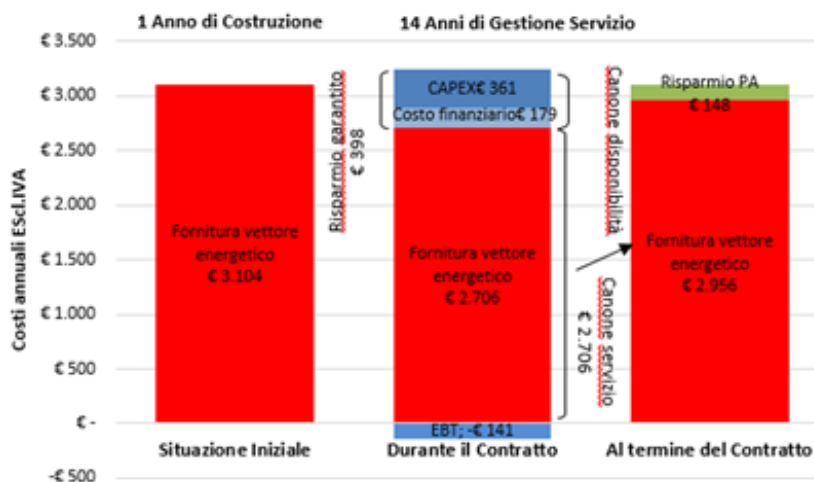


Figura 9.13 – SCN1: Flussi di cassa dell'azionista



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 9.14.

Figura 9.14 – Scenario 1: Schema di Energy Performance Contract



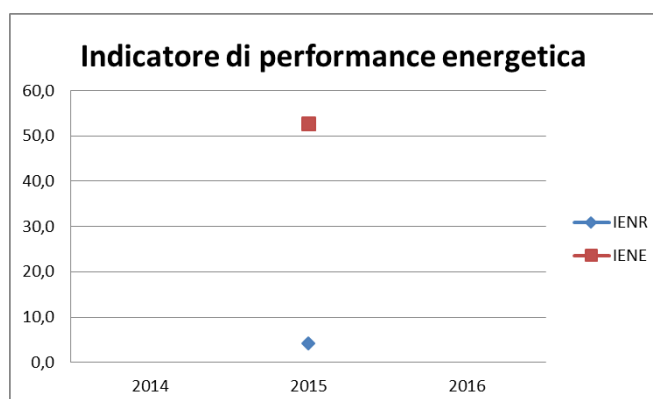
10 CONCLUSIONI

10.1 RIASSUNTO DEGLI INDICI DI PERFORMANCE ENERGETICA

Nel presente documento sono stati individuati diverse tipologie di indici di performance energetica, tra cui IEN e ed IEN_r, ricavati dal documento ENEA-FIRE “Guida per il contenimento della spesa energetica nelle scuole” e gli indici calcolati secondo DM 26/06/2015.

Relativamente alle classi di merito riportate nelle Linee Guida ENEA - FIRE, è possibile tracciare un comportamento dei due indicatori nel solo anno 2015 ed essi risultano pari a 4,2 per IEN_R e pari a 52,7 per IEN_E. Mentre il primo valore è sicuramente “buono”, il secondo viene classificato come “insufficiente”.

Figura 10.1 – Indicatori di performance energetica



In riferimento al modello realizzato in funzionamento standard, così come richiesto per la redazione degli attestati di prestazione energetica, l’edificio oggetto di diagnosi risulta in classe energetica D, se confrontato con il relativo edificio di riferimento.

Nella seguente tabella sono riportati gli indicatori di prestazione energetica riferiti all’energia primaria totale ed energia primaria totale non rinnovabile.

Tabella 10.1 – Indicatori di prestazione energetica secondo DM 26/06/2015 riferiti all’energia primaria totale ed energia primaria totale non rinnovabile (modalità di funzionamento standard) – Stato di fatto

INDICE DI PRESTAZIONE ENERGETICA		U.M.	ENERGIA PRIMARIA TOTALE	ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE
Globale non rinnovabile	EP _{gl,nren}	kWh/mq anno	234.5	198.6

Climatizzazione invernale	EP _H	kWh/mq anno	54.8	53.8
Produzione di acqua calda sanitaria	EP _w	kWh/mq anno	32.6	26.2
Ventilazione	EP _v	kWh/mq anno	27	21.7
Raffrescamento	EP _c	kWh/mq anno	29.3	23.6
Illuminazione artificiale	EP _L	kWh/mq anno	78.9	63.5
Trasporto di persone e cose	EP _T	kWh/mq anno	11.9	9.6
Emissioni equivalenti di CO2	CO _{2eq}	Kg/mq anno	44.8	-

Nelle Tabella 10.1 e **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** sono invece riportati gli indici di prestazione energetica ricavati a seguito della valutazione dello scenario di intervento descritto in precedenza.

Tabella 10.1– Indicatori di prestazione energetica secondo DM 26/06/2015 riferiti all'energia primaria totale ed energia primaria totale non rinnovabile (modalità di funzionamento standard) – SCN1

INDICE DI PRESTAZIONE ENERGETICA		U.M.	ENERGIA PRIMARIA TOTALE	ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE
Globale	EP _{gl}	kWh/mq anno	162.2	136.9
Climatizzazione invernale	EP _H	kWh/mq anno	35.6	34.9
Produzione di acqua calda sanitaria	EP _w	kWh/mq anno	32.6	26.2
Ventilazione	EP _v	kWh/mq anno	27	21.8
Raffrescamento	EP _c	kWh/mq anno	29.3	23.6
Illuminazione artificiale	EP _L	kWh/mq anno	25.8	20.8
Trasporto di persone e cose	EP _T	kWh/mq anno	11.9	9.6
Emissioni equivalenti di CO2	CO _{2eq}	Kg/mq anno	27.5	-

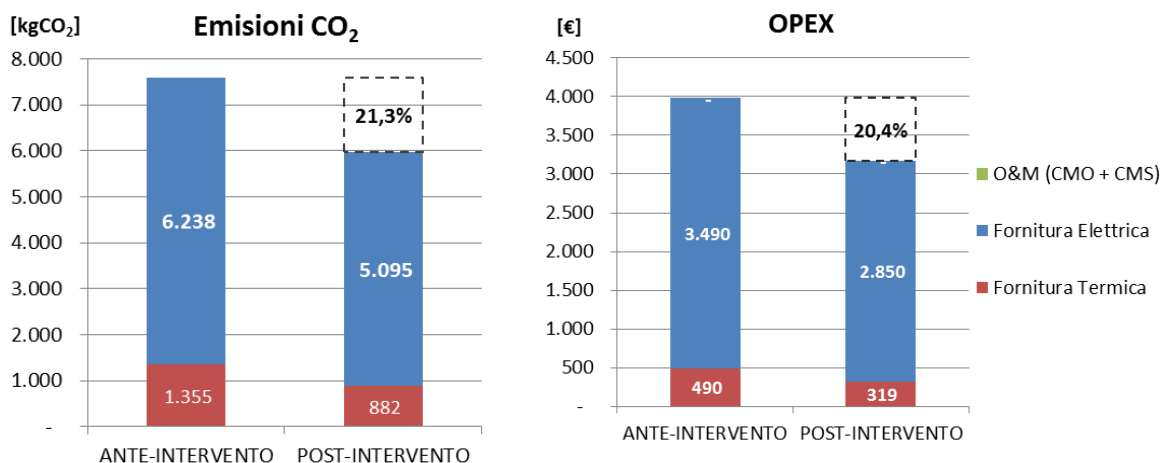
Nelle tabelle precedenti si possono vedere in dettaglio i risultati sugli indicatori di prestazione energetica calcolati in modalità di funzionamento standard.

10.2 RIASSUNTO DEGLI SCENARI DI INVESTIMENTO E DEI PRINCIPALI RISULTATI

A seguito dell'individuazione dei possibili interventi di efficientamento energetico, è stata proposta una unica soluzione progettuale, SCN2 con tempi di ritorno semplice a 25 anni, comprendenti i seguenti interventi:

- **Scenario 1: SCN1** – Sostituzione dei corpi illuminanti, installazione valvole di termoregolazione e pompa ad inverter.
Di seguito si riportano la riduzione dei costi operativi e delle emissioni di CO2 nelle due ipotesi adottate.

Figura 10.2 – SCN1: Riduzione dei costi operativi (OPEX) e delle emissioni di CO₂ a partire dalla baseline



Dagli approfondimenti eseguiti non esistono interferenze tra gli interventi proposti. Le proposte presentate possono essere realizzate con un unico cantiere nel periodo di chiusura estiva dell'asilo, al fine di non creare interferenze o disturbi alle normali lezioni. Al fine di misurare in modo efficace i risparmi energetici a valle delle azioni di efficientamento intraprese, si dovrebbe dotare l'edificio di un semplice sistema di monitoraggio dell'energia elettrica e termica. Per quanto riguarda il fabbisogno elettrico, si potrebbe prevedere l'installazione di una apparecchiatura di misura a trasformatori amperometrici sul quadro elettrico generale; in questo modo si riuscirebbero a tenere sotto controllo i consumi globali della struttura e confrontarli con ciò che arriva dalla misura del distributore in fattura. Tuttavia l'installazione di diversi punti di misura per le diverse utenze (illuminazione, FEM, etc), consentirebbe di valutare più accuratamente altri possibili margini di risparmio dell'energia, principalmente per quanto riguarda il comportamento delle persone che usufruiscono della struttura. Per entrambe le soluzioni di misura dei fabbisogni energetici esistono applicazioni ICT, ormai molto diffuse, in grado di monitorare quasi in tempo reale i consumi di energia.

10.3 RACCOMANDAZIONI

Di seguito sono riportate le raccomandazioni e le buone pratiche per il miglioramento dell'efficienza energetica, a completamento del lavoro di diagnosi energetica eseguito, che comprendono vari aspetti relativi l'edificio: dall'utilizzo della struttura fatta dagli utenti, alle modalità di utilizzo delle apparecchiature elettriche, all'illuminazione, agli aspetti gestionali e di formazione.

Ambito	Raccomandazioni	Considerazioni
Acquisti	Acquistare attrezzature ad alta efficienza energetica.	In caso di nuovo acquisto di apparecchiature elettriche di vario tipo e soggette ad etichettatura energetica, verificare che siano in classe A o superiore. Nel caso di acquisto di notebook, fotocopiatrici e stampanti verificare la predisposizione alla modalità di funzionamento in stand-by.
Apparecchiature elettriche	Spegnere le fotocopiatrici, le stampanti, i monitor, i pc e le altre attrezzature elettriche se non utilizzate per lungo tempo e nei periodi di chiusura della struttura.	Per non avere sprechi nelle ore di chiusura dell'edificio è possibile spegnere manualmente le apparecchiature elettriche prima dell'uscita del personale o programmare adeguatamente il temporizzatore già inserito a bordo macchina dei modelli più recenti.

Ambito	Raccomandazioni	Considerazioni
		<p>Predisporre prese comandate per togliere l'alimentazione dai pc, dalle stampanti multifunzione e dalle apparecchiature informatiche in generale, in quanto il consumo in stand-by dei dispositivi elettrici / informatici può essere notevole quando questi sono molto numerosi all'interno dell'edificio (si stima che un pc spento consumi circa 7-8 Wh).</p> <p>Terminato l'uso, spegnere le macchinette portatili del caffè, in quanto il consumo di energia elettrica derivante da queste è significativo. Si stima che una macchinetta da caffè espresso consumi fino a 50 kWh all'anno dovuti al suo consumo in modalità stand-by.</p>
Climatizzazione	<p>Mantenere la temperatura di set-point di legge pari a 20°C.</p> <p>Corretta regolazione delle centraline climatiche</p> <p>Regolazione dell'impianto termico in funzione dei locali effettivamente utilizzati.</p> <p>Limitare la ventilazione naturale dei locali a brevi periodi e negli orari corretti.</p>	<p>Evitare di modificare i valori di temperatura imposti dalla legge pari a 20°C agendo con una modifica su valvola termostatica (una volta installata) o termostato, si stima un consumo medio maggiore del 7-8 % per ogni grado che si discosta dalla temperatura di set-point invernale.</p> <p>Si consiglia di verificare con il manutentore i settaggi delle centraline climatiche. Le centraline climatiche dovrebbero essere una per ogni zona termica, in modo tale da poter personalizzare gli orari di funzionamento e la temperatura di mandata a seconda del tipo di utenza servita.</p> <p>In caso di mancato utilizzo di un locale, per un solo giorno o per un periodo di tempo più prolungato, prevedere, se possibile, l'eventuale spegnimento del terminale di emissione. Il beneficio dovuto a questo accorgimento può fare risparmiare dall'1% al 3% di energia primaria all'anno.</p> <p>L'apertura delle finestre deve essere limitata ad una durata di pochi minuti, specie con temperature esterne estreme, in quanto le perdite di energia termica per ventilazione ricoprono una quota importante delle dispersioni termiche degli edifici. Tuttavia se ben utilizzata la ventilazione naturale garantisce un'adeguata qualità dell'aria degli ambienti. Le perdite di energia termica per ventilazione ricoprono una quota importante delle dispersioni termiche degli edifici e per limitare questi effetti è importante che il ricambio d'aria venga realizzato</p>

Ambito	Raccomandazioni	Considerazioni
	<p>Tenere i terminali di emissione del calore liberi da eventuali ostruzioni.</p> <p>Spegnimento dell'impianto di produzione del calore.</p>	<p>quanto possibile negli orari corretti, ovvero la mattina presto in estate e nelle ore di piena insolazione in inverno.</p> <p>Il personale deve inoltre assicurarsi della chiusura di tutte le aperture vetrate prima dell'uscita dall'edificio.</p> <p>I terminali di emissione di calore devono essere liberi e non coperti da tendaggi o altro materiale che ostruisce la diffusione del calore nell'ambiente e riduce l'efficienza dell'impianto. Avere dei terminali più efficienti può permettere di regolare la temperatura di mandata del fluido termovettore ad un valore più basso, e di conseguenza può ridurre i consumi di metano o gasolio.</p> <p>Dopo diverse ore di funzionamento l'edificio mantiene una propria inerzia termica, è pertanto consigliabile spegnere l'impianto termico 30-60 minuti prima dell'uscita, ottenendo anche un adattamento alle condizioni esterne. Si può prevedere un ulteriore risparmio fino al 4%.</p>
<p>Formazione del personale</p>	<p>Eseguire una campagna informativa in tema di risparmio energetico.</p>	<p>Fornire informazioni su tutte le possibili azioni di risparmio energetico realizzate e di potenziale realizzazione all'interno dell'edificio.</p> <p>Realizzare incontri per la diffusione della cultura del risparmio energetico.</p> <p>Distribuzione di materiale informativo sull'efficienza energetica negli edifici.</p>
<p>Illuminazione</p>	<p>Prediligere l'utilizzo della luce naturale durante il giorno.</p> <p>Evitare gli sprechi.</p>	<p>Non tenere la tapparella abbassata con l'illuminazione accesa.</p> <p>Uscendo dalla stanza o da un altro ambiente spegnere le luci, specialmente negli ambienti poco frequentati (archivi, sale riunioni e bagni).</p> <p>Il personale deve inoltre assicurarsi dello spegnimento di tutte le luci prima dell'uscita dall'edificio.</p>

ALLEGATO A – ELENCO DOCUMENTAZIONE FORNITA DALLA COMMITTENZA

	Titolo	Data	Nome file
1	Elenco documentazione fornita		DE_Lotto.1-E1610_revA-AllegatoA-Elenco documentazione fornita.docx

ALLEGATO B – ELABORATI

	Titolo	Data	Nome file
1	Grafici template		DE_Lotto.1-E1610_revA-AllegatoB-Grafici_Template.xls
4	Zone termiche piano terra		DE_Lotto.1-E1610_revA-AllegatoB-Pianta Zona riscaldata-VanoScaleTerra.dwg
5	Zone termiche piano primo		DE_Lotto.1-E1610_revA-AllegatoB-Pianta Zona riscaldata-VanoScale1+Aula.dwg
6	Zone termiche piano ammezzato		DE_Lotto.1-E1610_revA-AllegatoB-Pianta Ammezzato.dwg
7	Planimetria catastale 1		DE_Lotto.1-E1610_revA-AllegatoB-Planimetria catastale 1.pdf
8	Planimetria catastale 2		DE_Lotto.1-E1610_revA-AllegatoB-Planimetria catastale 2.pdf

ALLEGATO C – REPORT DI INDAGINE TERMOGRAFICA

Titolo	Data	Nome file
Report termografico		DE_Lotto.1-E1610_revA-AllegatoC-Report termografico.docx

ALLEGATO D – REPORT RELATIVI AD ALTRE PROVE DIAGNOSTICHE STRUMENTALI

Titolo	Data	Nome file
Report prove strumentali		DE_Lotto.1-E1610_revB-AllegatoD-Report strumentali

ALLEGATO E – RELAZIONE DI DETTAGLIO DEI CALCOLI

Titolo	Data	Nome file
Relazione di calcolo Asilo Centro Infanzia		DE_Lotto.1-E1610_revA-AllegatoE-Relazione di calcolo.RTF

ALLEGATO F – CERTIFICATO CTI SOFTWARE

Titolo	Data	Nome file
Certificato CTI		DE_Lotto.1-E1610_revA-AllegatoF-CertCTI.pdf

ALLEGATO G – ATTESTATO DI PRESTAZIONE ENERGETICA

Titolo	Data	Nome file
Asilo Centro Infanzia-APE		DE_Lotto.1-E1610_revA-AllegatoG-APE.RTF

ALLEGATO H – BOZZA DI APE SCENARI

Titolo	Data	Nome file
APE-Scenario 15 anni		DE_Lotto.1-E1610_revA-AllegatoH-APE-SCN1.RTF
APE-Scenario 25 anni		DE_Lotto.1-E1610_revA-AllegatoH-APE-SCN2.RTF

ALLEGATO I – DATI CLIMATICI

Titolo	Data	Nome file
Dati climatici di riferimento		GG_Lotto.1-E1610-revA.xls

ALLEGATO J – SCHEDE DI AUDIT

Titolo	Data	Nome file
Schede AICARR		DE_Lotto.1-E1610_revA-AllegatoJ-Check list schede AICARR.xls

ALLEGATO K – SCHEDE ORE

Titolo	Data	Nome file
Sostituzione di generatore con pompa di calore		DE_Lotto.1-E1610_revA-AllegatoK-H3.pdf
Installazione di pompe a portata variabile		DE_Lotto.1-E1610_revA-AllegatoK-H15.pdf
Installazione valvole termostatiche		DE_Lotto.1-E1610_revA-AllegatoK-H16.pdf
Installazione di sorgenti luminose ad alta efficienza		DE_Lotto.1-E1610_revA-AllegatoK-L1.pdf
Installazione impianto fotovoltaico		DE_Lotto.1-E1610_revA-AllegatoK-R1.pdf

ALLEGATO L – PIANO ECONOMICO FINANZIARIO SCENARI

Titolo	Data	Nome file
Piano economico finanziario		DE_Lotto.1-E1610_revA-AllegatoL-AnalisiPEF.xls

ALLEGATO M – REPORT DI BENCHMARK

Titolo	Data	Nome file
--------	------	-----------

ALLEGATO N – CD-ROM