

Sede del Consiglio Comunale

Edificio 626E

Via Verdi 35

RAPPORTO DI DIAGNOSI ENERGETICA

PON METRO 2014 - 2020



Novembre 2018

COMUNE DI NAPOLI



Sede del Consiglio Comunale

Edificio 626E

Via Verdi 35

RAPPORTO DI DIAGNOSI ENERGETICA

PROGETTO PON METRO 2014 - 2020

Novembre 2018

COMUNE DI NAPOLI

Comune di Napoli – Servizio Progettazione, Realizzazione e Manutenzione patrimonio comunale
Piazza Francese 1-3 – cap 80133 Napoli;
tel. 081.7957610– 081.7957653. Sito internet: www.comune.napoli.it

eFM SpA

Via Laurentina, 455 - 00142 Roma

Tel 06 5400064 – efm@efmnet.com

INDICE

	PAGINA
LEGENDA ACRONIMI E SIGLE.....	1
EXECUTIVE SUMMARY	2
1. INTRODUZIONE	4
1.1 RIFERIMENTO E CONTATTI AUDITOR E PERSONALE COINVOLTO.....	4
1.2 IDENTIFICAZIONE DEL COMPLESSO EDILIZIO.....	4
1.3 METODOLOGIA DI LAVORO	5
1.4 STRUTTURA DEL REPORT	8
2 DATI DELL'EDIFICIO.....	9
2.1 INFORMAZIONI SUL SITO	9
2.2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE, SOCIO-ECONOMICO E DESTINAZIONE D'USO	9
2.3 VERIFICA DEI VINCOLI INTERFERENTI SULLE PARTI DELL'IMMOBILE INTERESSATE DAGLI INTERVENTI.....	11
2.4 MODALITÀ DI GESTIONE E MANUTENZIONE DI EDIFICI ED IMPIANTO.....	13
3 DATI CLIMATICI	14
3.1 DATI CLIMATICI DI RIFERIMENTO.....	14
3.2 DATI CLIMATICI REALI.....	14
3.3 ANALISI DELL'ANDAMENTO DEI DATI CLIMATICI E PROFILI ANNUALI DEI GRADI GIORNO	15
4 AUDIT EDIFICIO E IMPIANTI ELETTRICI E MECCANICI	17
4.1 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE DELL'INVOLUCRO EDILIZIO.....	17
4.1.1 <i>Involucro opaco</i>	17
4.1.2 <i>Involucro trasparente</i>	18
4.2 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE IMPIANTO DI RISCALDAMENTO/ CLIMATIZZAZIONE INVERNALE.....	19
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
4.8 DESCRIZIONE E PRESTAZIONI ENERGETICHE DI IMPIANTI DI PRODUZIONE ENERGIA ELETTRICA O COGENERAZIONE	24
5 CONSUMI RILEVATI	25
5.1 CONSUMI ENERGETICI STORICI PER CIASCUN VETTORE E CONNESSIONE ALLE RETI GAS NATURALE ED ELETTRICA.....	25
<i>Energia elettrica per il riscaldamento</i>	25
<i>Energia elettrica</i>	27
5.2 INDICATORI DI PERFORMANCE ENERGETICI ED AMBIENTALI	31
6 MODELLO DEL FABBISOGNO ENERGETICO.....	34
6.1 METODOLOGIA DI CALCOLO ADOTTATA E VALIDAZIONE DEI MODELLI DI CALCOLO	34
6.1.1 <i>Validazione del modello termico – energia elettrica per il riscaldamento</i>	35
6.2.2 <i>Validazione del modello elettrico</i>	36
7 ANALISI DEI COSTI PRE-INTREVENTO	38
7.1 COSTI RELATIVI ALLA FORNITURA DEI VETTORI ENERGETICI	38
7.1.1 <i>Vettore termico</i>	38
7.1.2 <i>Vettore elettrico</i>	38

7.2	STIMA DEI COSTI DI GESTIONE E MANUTENZIONE DI EDIFICIO ED IMPIANTI	40
7.3	TARIFFE E PREZZI VETTORI ENERGETICI UTILIZZATI NELL'ANALISI.....	42
7.4	BASLINE DEI COSTI.....	42
8	IDENTIFICAZIONE DELLE MISURE DI EFFICIENZA ENERGETICA	44
8.1	ELENCO, DESCRIZIONE, FATTIBILITÀ, PRESTAZIONI E COSTI-BENEFICI DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI.....	44
8.2	INTERVENTI FATTIBILI	48
	<i>EEM1: Installazione di illuminazione LED.....</i>	<i>48</i>
	<i>EEM2: Installazione di sensoristica per la regolazione dell'illuminazione</i>	<i>50</i>
	<i>EEM3: Installazione di pellicole solari sugli infissi.....</i>	<i>51</i>
	<i>EEM4: Installazione di un sistema di automazione integrato.....</i>	<i>53</i>
8.3	COMBINAZIONI DI INTERVENTI FATTIBILI E CLASSI ENERGETICHE RAGGIUNGIBILI.....	56
9	VALUTAZIONE ECONOMICO-FINANZIARIA.....	57
9.1	ANALISI DEI COSTI DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI CONSIDERATI FATTIBILI.....	57
	<i>EEM1: Installazione di illuminazione LED.....</i>	<i>57</i>
	<i>EEM2: Installazione di sensoristica per la regolazione dell'illuminazione</i>	<i>58</i>
	<i>EEM3: Installazione pellicole solari sugli infissi</i>	<i>59</i>
	<i>EEM4: Building Automation e sistema informatizzato per monitoraggio consumi</i>	<i>59</i>
9.2	ANALISI DI CONVENIENZA DEI SINGOLI INTERVENTI MIGLIORATIVI CONSIDERATI FATTIBILI.....	61
	<i>EEM1: Installazione illuminazione LED</i>	<i>62</i>
	<i>EEM2: Installazione di sensoristica per la regolazione dell'illuminazione</i>	<i>63</i>
	<i>EEM3: Installazione pellicole solari sugli infissi</i>	<i>65</i>
	<i>EEM4: Building Automation e sistema informatizzato sulla gestione e il monitoraggio dei consumi.....</i>	<i>65</i>
	<i>Sintesi.....</i>	<i>66</i>
9.3	IDENTIFICAZIONE DELLE SOLUZIONI INTEGRATE D'INTERVENTO E SCENARI D'INVESTIMENTO	67
	<i>Scenario A: Installazione di illuminazione LED e sensoristica</i>	<i>68</i>
	<i>Scenario B: illuminazione Led, Building automation e sistema informatizzato per il monitoraggio e controllo dei consumi e installazione di pellicole solari</i>	<i>70</i>
10	CONCLUSIONI	73
10.1	RIASSUNTO DEGLI INDICI DI PERFORMANCE ENERGETICA	73
10.2	RIASSUNTO DEGLI SCENARI DI INVESTIMENTO E DEI PRINCIPALI RISULTATI	73

LEGENDA ACRONIMI E SIGLE

ACS	Acqua Calda Sanitaria
APE	Attestato di Prestazione Energetica
Cu	Costo Unitario
DE	Diagnosi Energetica
EEM	Energy Efficiency Measure - intervento di efficienza energetica
GG	Gradi Giorno
GSE	Gestore dei Servizi Energetici
GT	Generatore Termico
O&M	Operation and Maintenance
OPEX	Operating Expense - Spese operative
PRG	Piano Regolatore Generale
SCN	Scenario
UTA	Unità Trattamento Aria
ZT	Zona Termica

EXECUTIVE SUMMARY

Caratteristiche dell'edificio oggetto della DE

Tabella 0.1 - Tabella riepilogativa dei dati dell'edificio

PARAMENTO	U.M.	VALORE
codice/ nome edificio		Ed. 626E - Sede del Consiglio comunale
indirizzo		Via Verdi 35
data sopralluogo		4.3304
Anno di costruzione edificio		1930
Anno di ristrutturazione		2012
Zona climatica		C
Destinazione d'uso		E.2 Edifici adibiti a uffici e assimilabili
Superficie utile riscaldata	[m ²]	3.164,7
Superficie disperdente (S)	[m ²]	8.234,7
Volume lordo riscaldato (V)	[m ³]	21.297,3
Rapporto S/V	[1/m]	0,387
Superficie netta aree interne (scaldate e non scaldate)	[m ²]	6223
Tipologia generatore riscaldamento		Pompe di calore
Potenza totale impianto riscaldamento	[kW]	590
Potenza totale impianto raffrescamento	[kW]	522
Tipo di combustibile		Energia Elettrica
Tipologia generatore Acqua Calda sanitaria (ACS)		Boiler Elettrici
Emissioni CO2 di riferimento ⁽¹⁾	[t/anno]	226,14
Consumo di riferimento Gas Metano ⁽¹⁾	[kWh _{th} /anno]	0
Spesa annuale Gas Metano ⁽¹⁾	[€/anno]	0
Consumo di riferimento energia elettrica ⁽¹⁾	[kWh _{el} /anno]	484.229
Spesa annuale energia elettrica ⁽¹⁾	[€/anno]	89.132

Nota (1): Valori di Baseline

Descrizione delle Misure di efficienza energetica proposte:

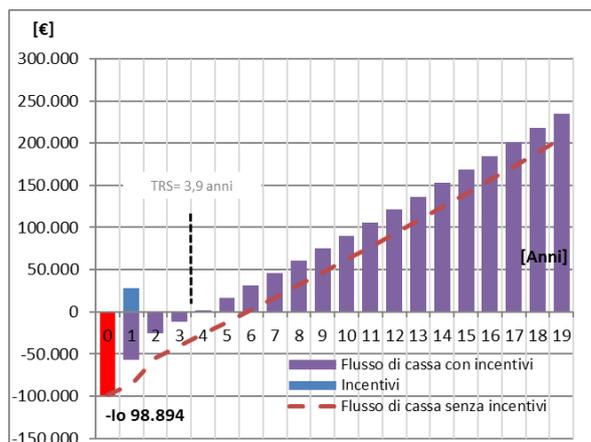
- EEM 1: Installazione di illuminazione LED
- EEM 2: Installazione di sensoristica per la regolazione dell'illuminazione
- EEM 3: Buiolding automation e sistema informatizzato sulla gestione e il monitoraggio dei consumi
- EEM 4: Pellicole solari

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

	CON INCENTIVI											
	% Δ_E	% Δ_{CO_2}	ΔC_E	ΔC_{MO}	ΔC_{MS}	I_0	TRS	TRA	n	VAN	TIR	IP
	[%]	[%]	[€/anno]	[€/anno]	[€/anno]	[€]	[anni]	[anni]	[anni]	[€]	[%]	[-]
EEM 1	13%	15%	11.758 €	0	200,00 €	71.274 €	3,59	3,87	8	27.474 €	17%	0,39
EEM 2	10%	12%	9.336 €	0	0,00 €	24.740 €	2,73	2,96	8	26.748 €	29%	1,08
EEM 3	5%	6%	4.794 €	0	0,00 €	45.441 €	9,33	11,89	15	5.886 €	6%	0,13
EEM 4	19%	20%	17.054 €	0	619,40 €	173.583 €	4,82	5,80	15	154.594 €	17%	0,89
SCN 1	18%	20%	16.168 €	0	200,00 €	96.014 €	3,91	4,70	8	28.840 €	14%	0,30
SCN 2	33%	35%	29.606 €	0	819,40 €	290.298 €	5,64	6,73	15	150.398 €	14%	0,52

Figura 0.1 – Scenario A: analisi economica

Flussi di cassa con e senza incentivi



Flussi di cassa attualizzati con e senza incentivi

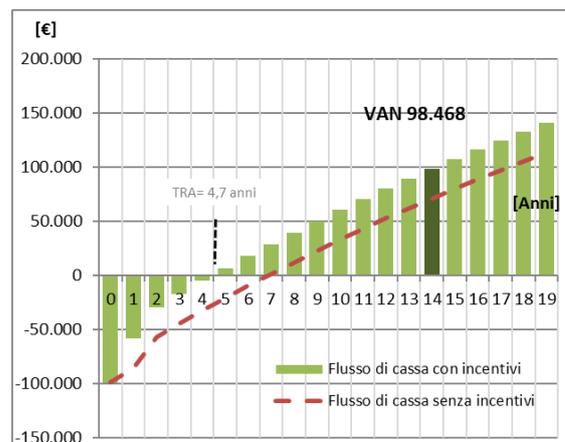
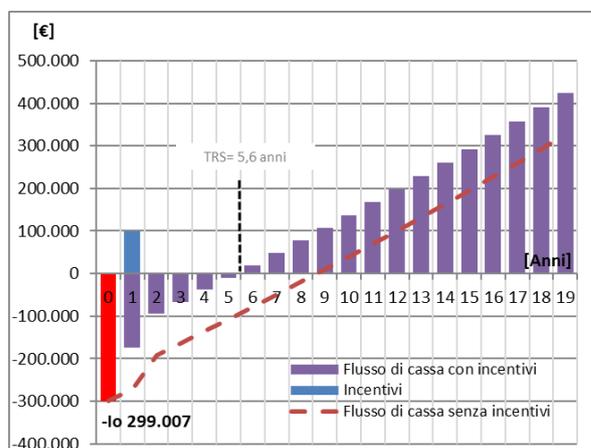
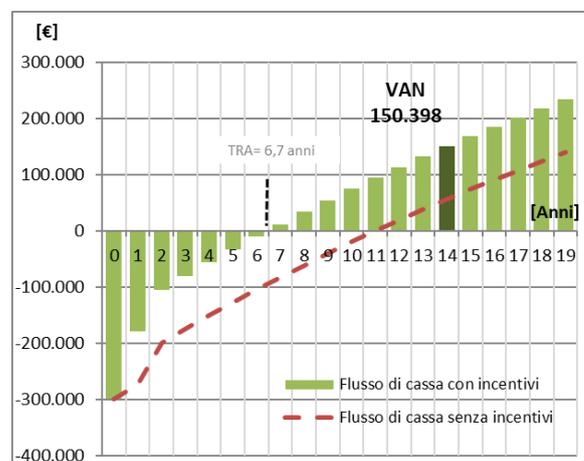


Figura 0.2 – Scenario B: analisi economica

Flussi di cassa con e senza incentivi



Flussi di cassa attualizzati con e senza incentivi



L'audit energetico ha messo in evidenza una ridotta efficienza energetica dell'immobile legata ad un basso livello di isolamento da parte dell'involucro e da impianti dotati di livelli prestazionali ridotti rispetto alle più moderne tecnologie ad oggi disponibili.

La maggior parte dei consumi energetici è da attribuire alla climatizzazione degli ambienti e alla ventilazione meccanica.

I vincoli presenti sull'immobile, collocato in una zona di interesse storico, limitano la quantità e la qualità degli interventi possibili per l'efficientamento. Si è scelto dunque di proporre degli interventi poco invasivi ed economicamente convenienti, che non necessitano di opere edili o di ristrutturazioni importanti.

Dalle analisi effettuate risulta che entrambi gli investimenti previsti nei due scenari risultano convenienti.

Nel primo scenario attraverso l'efficientamento dell'impianto di illuminazione si riesce ad ottenere un risparmio pari al 20% del consumo energetico totale, a fronte di un investimento di circa 96.000€, con un VAN conseguente pari a circa 27.000€ in una finestra temporale di 8 anni.

Nel secondo scenario, grazie alle operazioni di efficientamento proposte, si otterrebbe un risparmio del 33% circa dei consumi energetici totali, a fronte di un investimento di circa 290.000€, con un VAN pari a 150.000€ dopo 15 anni.

1. INTRODUZIONE

1.1 Riferimento e contatti auditor e personale coinvolto

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

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

Tabella 1.1 – Soggetti coinvolti nella realizzazione del processo di Audit

NOME E COGNOME	RUOLO	ATTIVITÀ SVOLTA
Carlotta Mordini		Sopralluogo in sito
Marco Pecorario		
Carlotta Mordini		Elaborazione dei dati relativi ai consumi energetici
Matteo Fontana	EGE	Elaborazione dei dati geometrici ed alla creazione del modello energetico
Luca Bonanno	Responsabile involucro	Revisione report di diagnosi energetica
Luca Grossi	Responsabile impianti	Revisione report di diagnosi energetica
Stefano Mazzetti	REDE	Approvazione report di diagnosi energetica

1.2 Identificazione del complesso edilizio

L'immobile oggetto della DE, catastalmente individuato al NCEU F. 198 Mapp. 78 è sito nel Comune di Napoli e più precisamente nell'area del centro storico.

Il Palazzo in esame è la sede del Consiglio Comunale di Napoli e, in quanto tale, ospita sale di rappresentanza e gli uffici Comunali.

In base alla classificazione del D.P.R. 412/93 l'edificio quindi presenta una categoria d'uso:

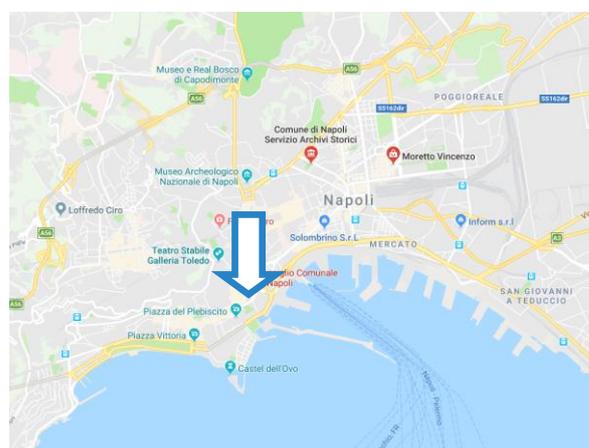
E.2 Edifici adibiti a uffici e assimilabili: pubblici o privati, indipendenti o contigui a costruzioni adibite anche ad attività Industriali o artigianali, purché siano da tali costruzioni scorporabili agli effetti dell'isolamento termico Uffici/Studi.

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
codice/ nome edificio		Ed. 626E - Sede del Consiglio comunale
indirizzo		Via Verdi 35
data sopralluogo		43304
Anno di costruzione edificio		1930

Figura 1.1 – Ubicazione dell'edificio



Anno di ristrutturazione		2012
Zona climatica		C
Destinazione d'uso		E.2 Edifici adibiti a uffici e assimilabili
Superficie utile riscaldata	[m ²]	3164,7
Superficie disperdente (S)	[m ²]	8234,7
Volume lordo riscaldato (V)	[m ³]	21297,3
Rapporto S/V	[1/m]	0,387
Superficie netta aree interne (scaldate e non scaldate)	[m ²]	6223
Tipologia generatore riscaldamento		Pompe di calore
Potenza totale impianto riscaldamento	[kW]	590
Potenza totale impianto raffrescamento	[kW]	522
Tipo di combustibile		Energia Elettrica
Tipologia generatore Acqua Calda sanitaria (ACS)		Boiler Elettrici
Emissioni CO ₂ di riferimento ⁽¹⁾	[t/anno]	226,14
Consumo di riferimento Gas Metano ⁽¹⁾	[kWh _{th} /anno]	0
Spesa annuale Gas Metano ⁽¹⁾	[€/anno]	0
Consumo di riferimento energia elettrica ⁽¹⁾	[kWh _{el} /anno]	484229
Spesa annuale energia elettrica ⁽¹⁾	[€/anno]	89132

Nota (1): Valori di Baseline

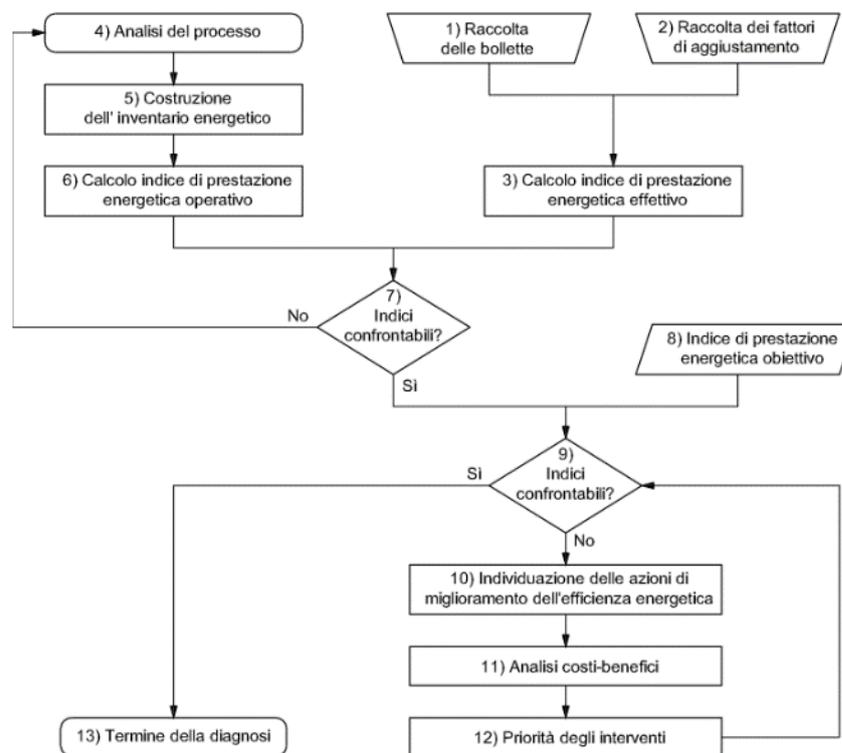
1.3 Metodologia di lavoro

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

- Acquisizione della documentazione utile, fornita dalla PA: dati consumo storico, planimetrie, ecc.
- Analisi del quadro normativo di riferimento, incluso la verifica dei vincoli ambientali, storici, archeologici e paesaggistici interferenti sull'immobile interessato dall'intervento;
- Visita agli edifici, effettuata in data 23/07/2018 con verifica degli elaborati forniti e rilievo dei dati relativi alle caratteristiche degli elementi disperdenti ed impiantistici costituenti il sistema edificio-impianto;
- Visita alla centrale termica e/o frigorifera, con il supporto del personale incaricato della conduzione e manutenzione degli impianti e rilevamento dei dati utili;
- Preparazione e compilazione delle schede di Audit previste per la diagnosi di livello II di cui all'appendice A delle LGEE - Linee Guida per l'Efficienza Energetica negli Edifici - sett. 2013 - elaborato da AiCARR per Agesi, Assisat, Assopetroli e Assoenergia, e riportate all'Allegato 9.
- Elaborazione del comportamento termico ed elettrico dell'edificio, realizzata utilizzando il software commerciale Namirial Termo 4.3 in possesso di certificato di conformità rilasciato dal Comitato Termotecnico Italiano (CTI) n. 66 ai sensi del D.lgs. 192/05 e s.m.i. e riportato all'Allegato 5.
- 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 2015-2016-2017;
- 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 Federico II e riportati all'Allegato 8.
- 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

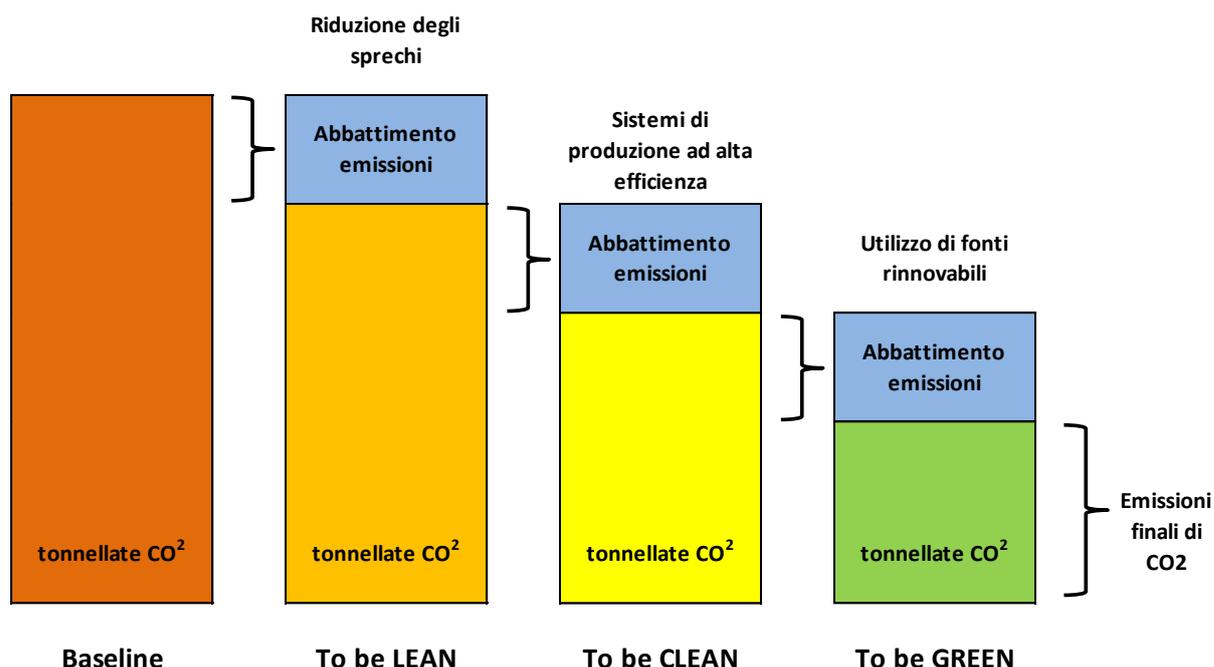
- destagionalizzazione dello stesso, utilizzando i relativi GG reali (GG_{real}), e conseguente normalizzazione secondo i GG di riferimento (GG_{rif});
- j) Individuazione della “baseline elettrica” di riferimento (e relative emissioni di CO₂) calcolata sulla media aritmetica dei valori relativi ai consumi 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 per i quali sono verificati il miglior rapporto qualità/prezzo (SCNA) e la migliore performance energetica (SCNB).
 - 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 economici ed ai possibili sistemi di incentivazione;
 - q) Realizzazione di una relazione tecnica descrittiva di dettaglio dell’analisi effettuata (Rapporto di DE);
 - r) Realizzazione di un report dei Benchmark.

Figura 1.2 – 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 1.3

Figura 1.3 - 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 dalla baseline e a approdando a un nuovo valore di baseline ridotto, ("to Be Lean"). In seguito, da questo valore ridotto di baseline si è valutato il dimensionamento delle apparecchiature e il risparmio conseguibile dapprima dalla riqualificazione degli impianti di generazione per la climatizzazione e, dopo, dall'installazione di tecnologie di generazione da fonti rinnovabili.

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

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

1.4 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.

Allegati al report:

- Allegato 1 – Elaborati;
- Allegato 2 – report di indagine termografica;
- Allegato 3 – Report relativi ad altre prove diagnostiche strumentali;
- Allegato 4 – Relazione di calcolo;
- Allegato 5 – Certificato di conformità del software;
- Allegato 6 – APE;
- Allegato 7 – Bozze di APE degli scenari A e B;
- Allegato 8 – Dati climatici reali;
- Allegato 9 – Schede di Audit;
- Allegato 10 – Report di Benchmark.

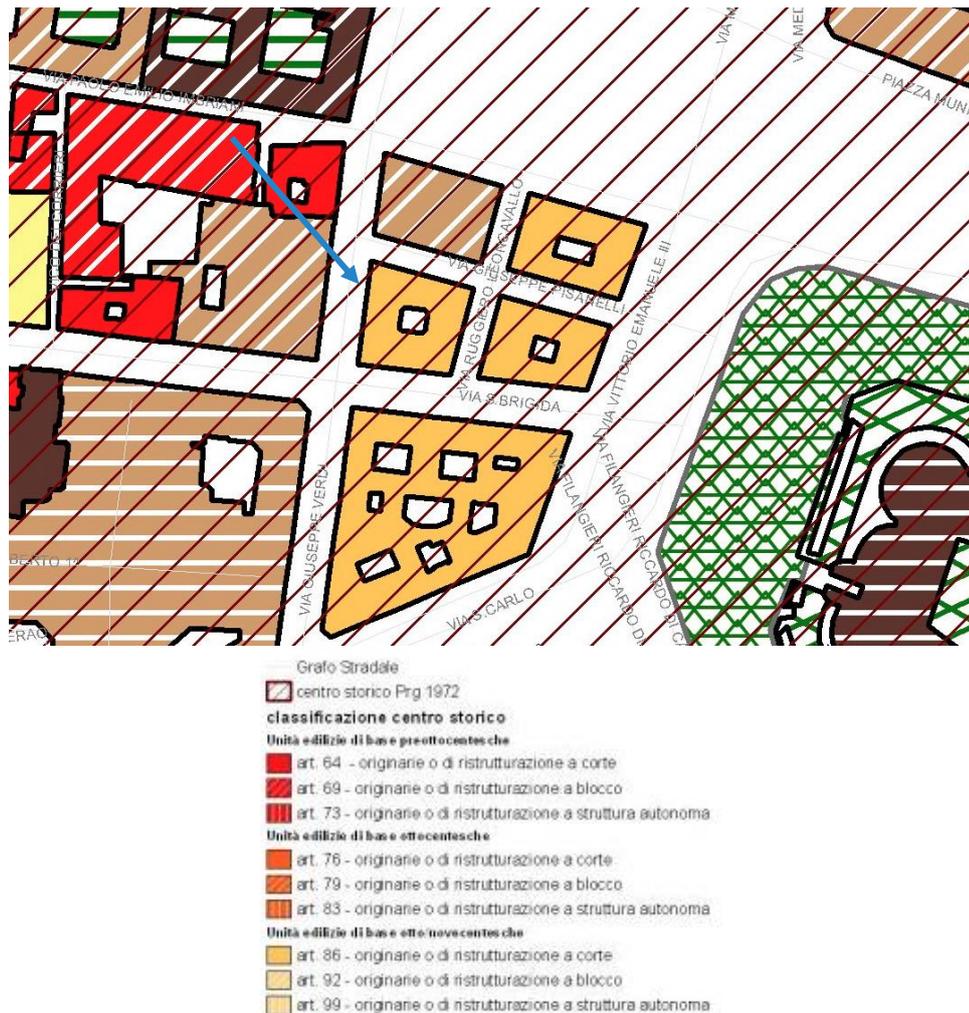
Considerati i tempi dettati dal Capitolato Speciale d'Appalto e la data di stipula del Contratto, la fase di sopralluoghi presso le strutture oggetto di Diagnosi si è svolta interamente nel periodo estivo (mese di luglio 2018). Per tale motivo non è stato possibile svolgere prove di indagine termografica o termoflussimetrie secondo le normative tecniche di riferimento (UNI EN 13187 e UNI ISO 9869-1:2015) che richiedono determinate condizioni climatiche, tipicamente invernali, che non avrebbero potuto essere soddisfatte nel mese di luglio. Per tale motivo gli allegati 2 e 3 non sono stati prodotti. Gli allegati 5, 8 e 10 sono unici ed uguali per tutte le Diagnosi redatte.

2 DATI DELL'EDIFICIO

2.1 Informazioni sul sito

Lo strumento urbanistico vigente, il PRG del Comune di Napoli, classifica l'edificio oggetto della DE in zona A - centro storico, e classifica la struttura come "Unità edilizia di base novecentesca originaria o di ristrutturazione a corte". L'edificio si trova in una zona di interesse storico

Figura 2.1 - Particolare estratto dal Piano Urbanistico Comunale



2.2 Inquadramento territoriale, socio-economico e destinazione d'uso

L'edificio ove è ubicato il Comune risale all'incirca al 1900 è stato interamente ristrutturato nel 2005 e ai sensi del DPR 412/93, attualmente ricade nella destinazione d'uso E.2 Edifici adibiti a uffici e assimilabili.

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

L'edificio in esame è un insediamento di interesse storico. 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 Napoli all'interno del SEAP (Sustainable Energy Action Plan).

È rilevante inoltre sottolineare come la corretta gestione e manutenzione del sistema edificio – impianto, comporterebbe il miglioramento delle condizioni di benessere percepite dai lavoratori, nonché alla corretta manutenzione dell'edificio, al fine di preservarlo al meglio in quanto bene di interesse storico artistico.

L'edificio ospitante l'ufficio oggetto della DE è costituito complessivamente da sei piani fuori terra, nei quali si sviluppano le varie aree dedicate ad uffici e tutte le attività collegate all'utilizzo da parte del consiglio comunale.

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



Le planimetrie utilizzate nella valutazione sono riportate nell'Allegato 1 – Elaborati.

Figura 2.3 - Contesto esterno dell'edificio vista SO, con individuazione dei principali componenti d'impianto.



Gli uffici hanno un orario di utilizzo dalle 07.00 alle 19.00, dal lunedì al venerdì. La sala consiliare ha un utilizzo più “spot”, a seconda dell’esigenza del consiglio di riunirsi. Indicativamente possiamo dire che è utilizzata mediamente dalle 09.30 alle 19.00 dal lunedì al venerdì.

Gli impianti, essendo del tipo a pompa di calore e dunque caratterizzati da tempi di avvio rapidi e bassa inerzia, ricalcano abbastanza fedelmente gli orari di fruizione dell’edificio.

Figura 2.4 - Profilo di utilizzo e funzionamento degli impianti per la zona termica uffici

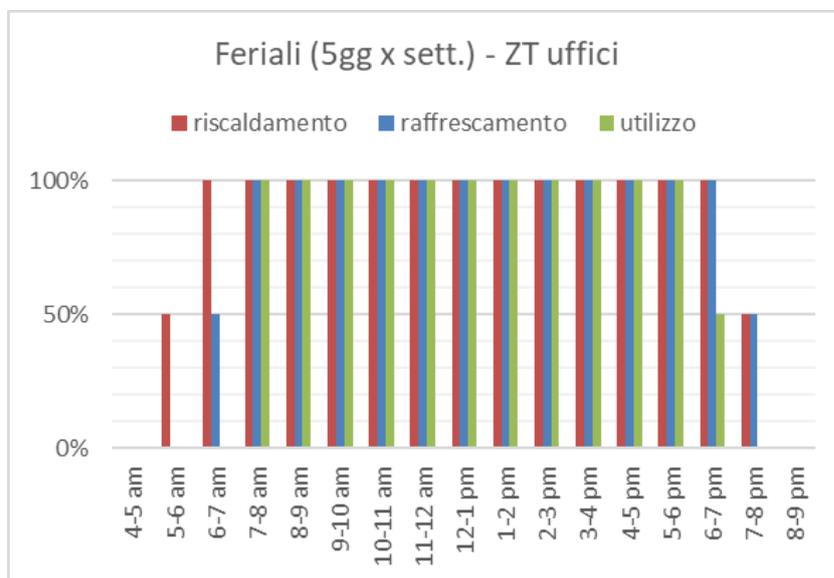
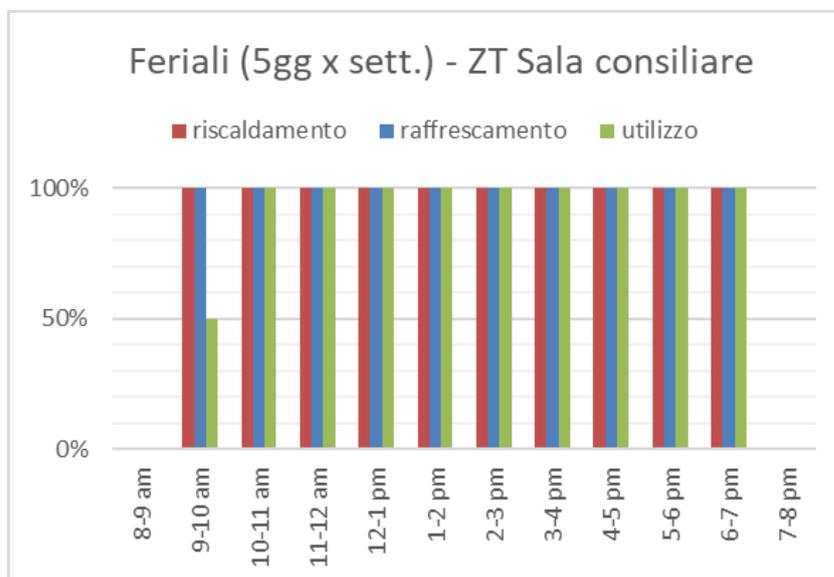


Figura 2.5 - Profilo di utilizzo e funzionamento degli impianti per la zona termica sala consiliare



2.3 Verifica dei vincoli interferenti sulle parti dell’immobile interessate dagli interventi

L’edificio rientra, come risulta dalla tavola della zonizzazione, nella *Zona A – insediamenti di interesse storico*. Dal punto di vista storico, la zona A identifica le parti della città edificate prima del secondo dopoguerra. Gli interventi previsti in questa zona sono disciplinati dall’art. 26 delle norme di attuazione della variante al PRG per il centro storico, la zona orientale e la zona nord-occidentale.

L'edificio, interamente ristrutturato nel 2005, si trova in un'area di interesse archeologico (tavola 14) e, per gli interventi di ristrutturazione, riqualificazione, ecc., è necessario acquisire il parere preventivo della soprintendenza archeologica della provincia di Napoli e Caserta.

Secondo la variante al PRG e alla tavola 7 – classificazione tipologica, l'edificio è classificabile al 92% come Unità edilizia di base otto -novecentesca originaria o di ristrutturazione a corte, e le trasformazioni fisiche consentite per tale tipologia sono disciplinate all'articolo 86 delle norme di attuazione della variante al PRG. Negli articoli successivi della stessa (dall'art. 87 al 91) vengono descritte ulteriori le trasformazioni fisiche consentite per le sotto- tipologie ad essa appartenenti.

Figura 2.6 – Particolare estratto dalla carta dei vincoli - Tavola 14 - vincoli e aree di interesse archeologico, foglio 3



In generale sono consentite tutte quelle trasformazioni volte al recupero o alla ristrutturazione delle parti originarie preesistenti. In particolare, è consentito il restauro e la valorizzazione degli assetti e degli elementi architettonici originari purché venga conservato l'impianto distributivo organizzativo originario (collegamenti orizzontali e verticali, affacci sulla corte, ecc.). Non sono consentite modifiche alle aperture esistenti (numero, forma, dimensione, posizione), a meno che non si persegua il recupero di assetti precedenti e riconoscibili in tutti i fronti dell'edificio. Nel caso di sostituzione di quanto non recuperabile è necessario comunque utilizzare materiali tradizionali uguali o tecnicamente equivalenti a quelli preesistenti (murature portanti, solai, volte, tetti e terrazze, scale, ecc.).

È consentito l'inserimento o l'adeguamento di impianti tecnologici e igienico-sanitari e la realizzazione delle opere di sicurezza.

La struttura è classificata nella tavola dei vincoli geomorfologici come area stabile.

Nel SIRET è classificata per l'11% T1 (T01 linea 1, tratta Dante-Centro direzionale). Stato attuale: in corso di attuazione pubblico.

Non rientra nel perimetro delle zone vincolate dal Dlgs n.42/2004 parte terza, né nei perimetri dei piani paesaggistici "Agnano Camaldoli" (Dm 06.11.1995) e "Posillipo" (Dm 14.12.1995), né nella perimetrazione del Parco Regionale dei Campi Flegrei (Dpgrc n. 782 den 13.11.2003), né nella perimetrazione del Parco Regionale metropolitano delle Colline di Napoli (Dpgrc n.392 del 14.07.2004).

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

2.4 Modalità di gestione e manutenzione di edifici ed impianto

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

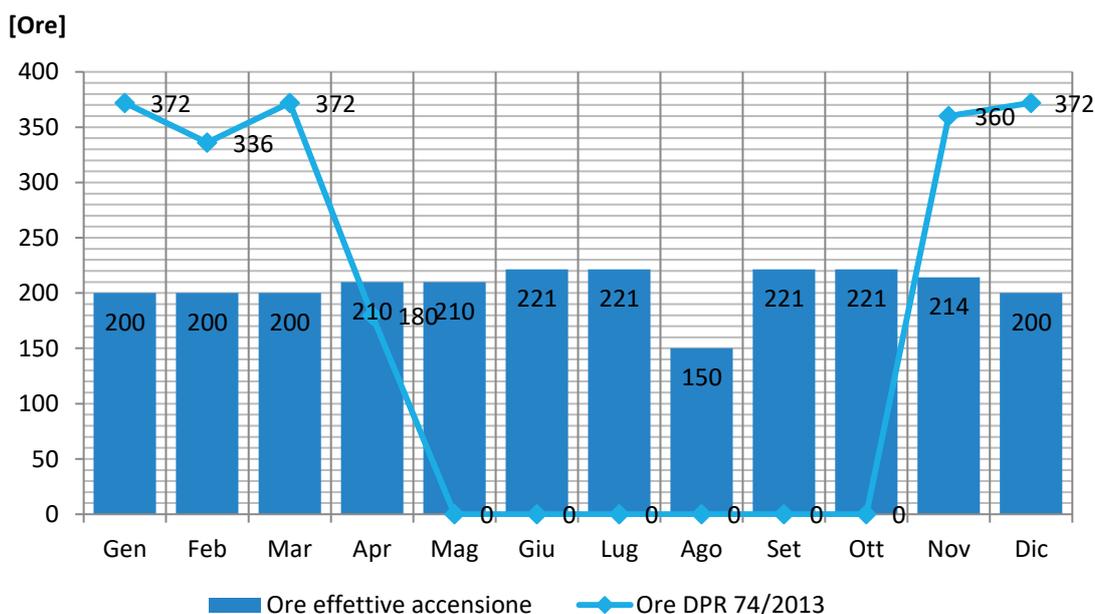
Gli orari di effettivo utilizzo dell'edificio sono stati ricavati tramite interviste al personale, mentre i periodi di attivazione e spegnimento degli impianti sono stati ipotizzati congruamente al tipo di impianto esistente.

Nella Tabella 2.1 sono pertanto riportati gli orari di funzionamento dell'edificio e gli orari di funzionamento degli impianti termici.

Tabella 2.1 – Orari di funzionamento dell'edificio e orari di funzionamento degli impianti termici.

PERIODO	GIORNI SETTIMANALI	ORARIO FUNZIONAMENTO EDIFICIO	ORARIO FUNZIONAMENTO IMPIANTO
TUTTO L'ANNO	dal lunedì al venerdì	07.00 – 20.00	06.30 – 20.00

Figura 2.7 – Andamento mensile delle ore effettive di utilizzo dell'impianto termico



Dall'analisi effettuata è emerso che gli orari di funzionamento degli impianti sono strettamente correlati agli orari di espletamento delle funzioni d'ufficio.

3 DATI CLIMATICI

3.1 Dati climatici di riferimento

L'edificio oggetto della DE è ubicato nel Comune di Napoli, il quale ricade nella zona climatica C, a cui corrispondono 1034 **Gradi Giorno(GG)** (D.P.R. 412/93 - allegato A) ed una stagione di funzionamento degli impianti di riscaldamento compresa tra il 15 novembre e il 31 marzo con un periodo di accensione consentito degli impianti di 10 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	9,4	11,7	15,1	16,7	22,7	25,1	25,6	21,8	17,4	12,2	10,6

Tali temperature sopra indicate sono quelle utilizzate per la creazione del modello energetico termico, a cui corrispondono 1034 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 15 Novembre e il 31 Marzo, 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 definiti sono i GG_{rif} utilizzati ai fini del processo di normalizzazione di cui al capitolo 0.

Tabella 3.2 – Profili mensili dei GG_{rif}

Mese	GIORNI MENSILI	TEMPERATURA ESTERNA UNI 10349:2016 [°C]	GIORNI RISCALDAMENTO [g/m]
Gennaio	31	10,4	31
Febbraio	28	9,4	28
Marzo	31	11,7	31
Aprile	30	15,1	-
Maggio	31	16,7	-
Giugno	30	22,7	-
Luglio	31	25,1	-
Agosto	31	25,6	-
Settembre	30	21,8	-
Ottobre	31	17,4	-
Novembre	30	12,2	15
Dicembre	31	10,6	31
TOTALE	365	16,6	166

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 di Napoli Capodichino (coordinate GPS: 40.885425, 14.289612).

Si è deciso di utilizzare come riferimento tale centraline in quanto è la più affidabile tra quelle presenti nelle zone limitrofe.

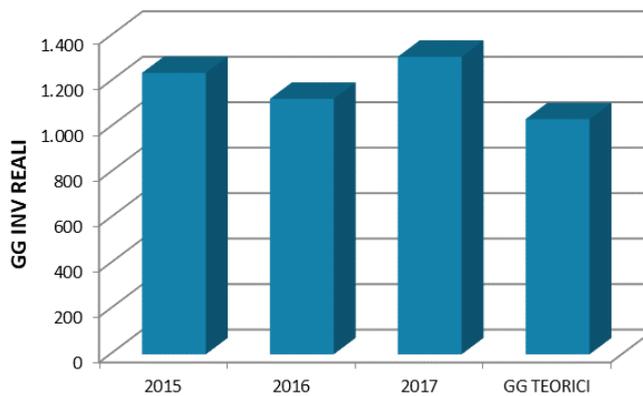


Figura 3.1 – Posizionamento della centralina meteo climatica rispetto all'edificio oggetto di DE

3.3 Analisi dell'andamento dei dati climatici e profili annuali dei gradi giorno

Di seguito si riportano i valori mensili dei GG reali, calcolati in funzione delle temperature esterne medie orarie per il triennio di riferimento (2015 - 2016 – 2017), valutati come la sommatoria, estesa a tutti i giorni del periodo annuale di riscaldamento compreso tra il 15 Novembre e il 31 Marzo, 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.

	2015	2016	2017	GG TEORICI
GG INV REALI	1.237	1.123	1.308	1.034
Scarto %	19,6%	8,6%	26,5%	



T MEDIE °C	2015	2016	2017
Gennaio	10,0	11,1	6,7
Febbraio	9,5	13,3	11,7
Marzo	12,4	12,4	13,4
Aprile	14,9	17,2	15,2
Maggio	19,9	18,6	20,1
Giugno	23,7	23,1	24,9
Luglio	28,2	26,4	27,0
Agosto	27,1	26,0	27,5
Settembre	23,3	22,3	21,2
Ottobre	18,3	18,5	18,0
Novembre	14,4	14,0	13,0
Dicembre	10,9	9,9	9,4

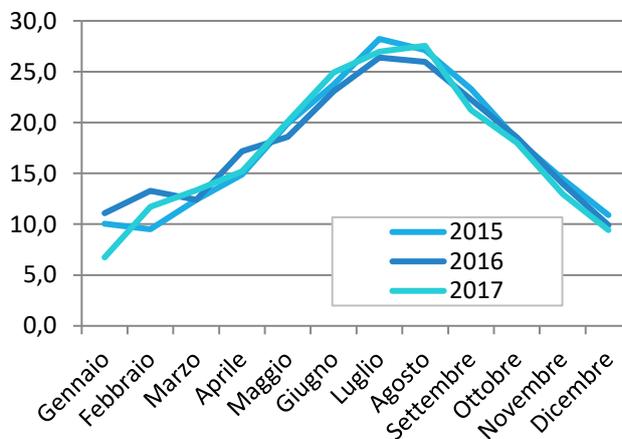


Tabella 3.3 – Andamento delle Temp. medie mensili

Figura 3.2 Andamento delle temperature medie mensili

4 AUDIT EDIFICIO E IMPIANTI ELETTRICI E MECCANICI

4.1 Descrizione e prestazioni energetiche dell'involucro edilizio

4.1.1 Involucro opaco

L'edificio ha un'estensione in pianta di circa 4500 m² e si eleva per cinque piani fuori terra. L'impianto del palazzo è di forma quadrangolare. Dall'ingresso principale su via Verdi si accede corte centrale chiusa al piano terra da copertura vetrata su struttura metallica.

L'edificio è stato costruito nel 1930. La facciata è ripartita da un basamento per il piano terra e il piano rialzato in bugnato rustico di pietra tufacea, mentre la parte sovrastante è realizzata in mattoni a vista.

La struttura è in muratura portante in pietra tufacea, con solai in doppia orditura lignea e tetto a falde con tegole. L'edificio ha subito una rilevante ristrutturazione per un adeguamento normativo nel 2005.

Figura 4.1 - Particolare della porzione di involucro



Questa soluzione realizzativa incide profondamente sul comportamento termico dell'edificio essendo caratterizzate da un'elevata capacità termica e massa, che influenza l'inerzia termica dell'edificio creando uno sfasamento tra l'andamento della temperatura esterna e la temperatura interna dell'edificio stesso.

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

IPO DI COMPONENTE	CODICE	SPESSORE [cm]	ISOLAMENTO	TRASMITTANZA TERMICA [W/m ² K]	STATO DI CONSERVAZIONE
copertura orizzontale piana	cop1	32	nessuno	1,621	SUFFICIENTE
parete esterna verso corte	pe1	100	nessuno	0,846	SUFFICIENTE
parete esterna	pe1	85	nessuno	0,816	SUFFICIENTE

L'elenco completo dei componenti dell'involucro opaco, rilevati in sede di sopralluogo, e delle relative caratteristiche tecniche è riportato nella Sezione 4.1 dell'Allegato 9 - schede di Audit.

4.1.2 Involucro trasparente

L'involucro trasparente che costituisce l'edificio è composto da serramenti con telaio in legno e vetro doppio 4-8-4.

Lo stato di conservazione degli stessi è buono, non si rilevano da un'analisi visiva presenze di infiltrazioni o sensazioni di correnti d'aria.

Figura 4.2 - Particolare 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
infisso in alluminio con doppio vetro	SE01	130x240 cm	metallo taglio termico	doppio 4-8-4	4,168	SUFFICIENTE

4.2 Descrizione e prestazioni energetiche impianto di riscaldamento/ climatizzazione invernale

Gli impianti di Climatizzazione a servizio dell'edificio sono caratterizzati da struttura varia essendo presenti più impianti che servono zone diverse. Per quanto riguarda gli impianti a servizio degli uffici, questi seguono l'orario di funzionamento degli stessi, mentre l'impianto a servizio della sala consiliare viene acceso manualmente in concomitanza all'utilizzo della sala stessa.

Sottosistema di generazione

Il sottosistema di generazione è costituito da una centrale termofrigorifera dotata di tre unità polivalenti condensate ad aria, di produzione Climaveneta. Le due macchine principale sono HPAN/SL 0904 anno 2005, con potenzialità elettrica assorbita a carico massimo di 117 kWel, COP 3,04 con temperatura di riferimento 7°C ed EER 2,48, entrambi i valori da dati del libretto, mentre la terza è un modello WRAQ/LN 2204, a servizio della sola sala consiliare, con potenzialità elettrica assorbita a carico massimo di 50 kWel, con COP stimato pari a 3,00 con temperatura di riferimento 7°C ed EER 2,50

Figura 4.3 - Particolare di pompa di calore principale



Figura 4.4 - Particolare di pompa di calore per unità consiliare



Le caratteristiche dei sistemi di generazione sono riportate nella Tabella 4.3.

Tabella 4.3 - Riepilogo caratteristiche sistemi di generazione

	Servizio	MARCA E MODELLO	ANNO DI COSTRUZIONE	POTENZA AL FOCOLARE	POTENZA TERMICA UTILE	RENDIMENTO	POTENZA ASSORBITA COMPLESSIVA
				[kW]	[kW]		[kW]
PDC_01	Riscaldamento + raffrescamento	Climaveneta HPAN/SL 0904	2005	0	239	2,78	86
PDC_02	Riscaldamento + raffrescamento	Climaveneta HPAN/SL 0904	2005	0	239	2,78	86
PDC_03	Riscaldamento + raffrescamento	nd	2005	0	100	2,7	37

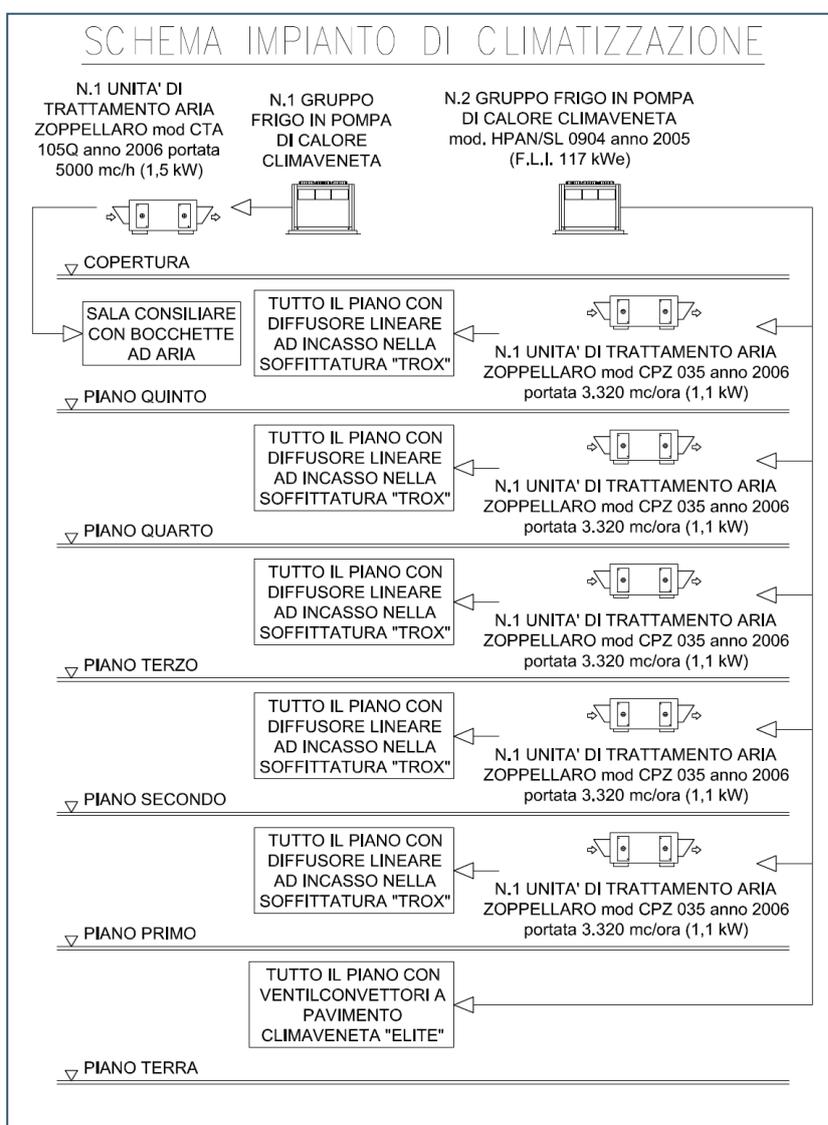
L'elenco dei componenti del sottosistema di generazione per il riscaldamento degli ambienti rilevati in sede di sopralluogo e delle relative caratteristiche tecniche è riportato nella Sezione 6.1 dell'Allegato 9 – Schede di Audit.

Sottosistema di distribuzione

Il sottosistema di distribuzione è costituito dai seguenti elementi:

- 1) **Circuito primario:** La distribuzione è del tipo ad acqua con gruppi di pompaggio in copertura di fianco ai rispettivi gruppi di generazione. La distribuzione è in tubazione coibentata per i tratti in copertura e di tipo sottotraccia nei percorsi interni fino alle unità di trattamento aria di piano. Le tubazioni sottotraccia non sono ispezionabili a vista ma risalendo ai primi anni 2000 si ipotizza comunque che siano coibentate.
- 2) **Circuito secondario:** È presente una distribuzione ad aria, grazie alle UTA installate ad ogni piano, che serve tutti i locali climatizzati dell'edificio. Fa eccezione il piano terra in cui la distribuzione secondaria è assente, poiché dal sistema di generazione il fluido termovettore (acqua) viene inviato direttamente al sistema di emissione (fancoil) attraverso il circuito primario.

Figura 4.5 - Particolare dello schema di impianto



Sottosistema di regolazione

La regolazione del funzionamento dell'impianto ad aria avviene attraverso l'impostazione delle temperature di set-point ambientali, che, grazie a termostati installati in ogni stanza, comandano le mandate d'aria dei diffusori.

Sono inoltre presenti dei termostati ambiente a servizio del funzionamento dei fancoil al piano terra.

Figura 4.6 - Particolare di un termostato ambiente



Sottosistema di emissione

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

- diffusori lineari ad incasso nella soffittatura tutti i piani.;
- Fancoil a parete al piano terra, serviti direttamente dalle macchine in copertura;
- Diffusori a parete per la sala consiliare.

Figura 4.7 - Particolare dei diffusori ad aria incassati



I rendimenti di distribuzione, regolazione ed emissione desunti dal modello di calcolo delle DE sono riportati nella seguente tabella:

ZONA TERMICA	TIPOLOGIA DI TERMINALE	TIPO DI REGOLAZIONE	RENDIMENTO DI DISTRIBUZIONE	RENDIMENTO DI REGOLAZIONE	RENDIMENTO DI EMISSIONE
Piano terra	Fancoil	Manuale	0	0	nd
Uffici	Bocchette aria	Termostato ambiente	0	0	nd
Sala consiliare	Bocchette aria	Termostato ambiente	0	0	nd

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 all'interno dei controsoffitti, e dunque non visibili.

I rendimenti caratteristici dei sottosistemi dell'impianto di produzione acqua calda sanitaria sono riportati nella Tabella 4.4.

Tabella 4.4 – Rendimenti dell’impianto di produzione acqua calda sanitaria

SOTTOSISTEMA DI EROGAZIONE	SOTTOSISTEMA DI DISTRIBUZIONE	SOTTOSISTEMA DI RICIRCOLO	SOTTOSISTEMA DI GENERAZIONE	RENDIMENTO GLOBALE MEDIO STAGIONALE
100%	93%	assente	75%	nd

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 9 – Schede di Audit.

4.4 Descrizione e prestazioni energetiche impianto di raffrescamento/climatizzazione estiva

La climatizzazione degli uffici e della sala consiliare in regime estivo è effettuata dallo stesso impianto asservito al riscaldamento invernale. Infatti, la tipologia di macchine installate (pompe di calore) è reversibile, e consente la commutazione del regime di climatizzazione (riscaldamento in inverno e raffrescamento in estate).

Sono altresì presenti n.2 split, adibiti esclusivamente al raffrescamento, che servono i 2 piccoli CED presenti nell’edificio.

I rendimenti caratteristici dei sottosistemi dell’impianto di climatizzazione estiva sono riportati nella tabella Tabella 4.5.

Tabella 4.5 – 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
97%	94%	nd	nd	nd	nd

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 9 – Schede di Audit.

4.5 Descrizione e prestazioni energetiche impianto di ventilazione meccanica

La ventilazione meccanica controllata è effettuata grazie alla presenza di n.6 Unità di trattamento aria, installate nei controsoffitti, a servizio ciascuna di un piano dell’edificio. Le macchine che servono i piani adibiti ad uffici sono marca ZOPPELLARO, modello CPZ 035, anno 2006, portata volumetrica 3.320 mc/ora, potenza elettrica 1,1 kW. L’unità a servizio della sala consiliare risulta essere marca ZOPPELLARO, modello CTA 105Q, anno 2006, portata volumetrica 5.000 mc/ora, potenza elettrica 1,5 kW. Tutte le unità sono installate nei vani tecnici di piano ed alimentate direttamente dalle macchine in copertura con distribuzione verticale.

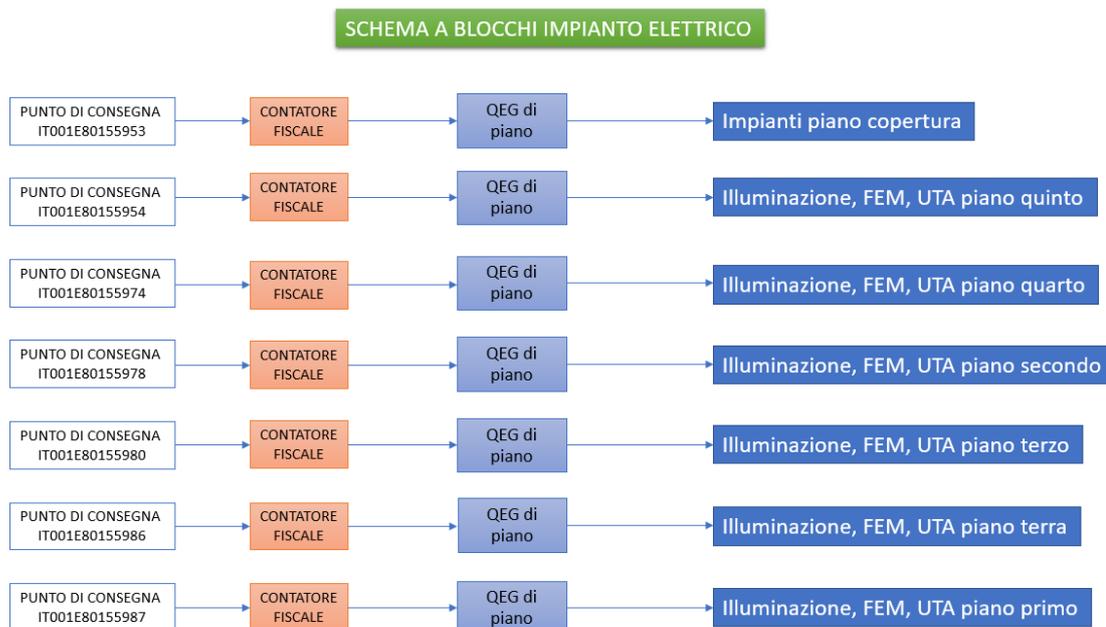
Figura 4.8 - Particolare di una delle UTA



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 9 – Schede di Audit.

4.6 Descrizione e prestazioni energetiche impianto elettrico e principali utenze elettriche

Nell'edificio sono presenti n.6 punti di fornitura in bassa tensione, ognuno a servizio di una zona. Di seguito si riporta lo schema a blocchi dell'impianto:



In generale 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 4.6.

Tabella 4.6 – Elenco e caratteristiche delle altre utenze elettriche

ZONATERMICA	DESCRIZIONE	NUMERO	POTENZA NOMINALE [W]	POTENZA COMPLESSIVA [W]	ORE ANNUE DI UTILIZZO [ore]
Intero edificio	ascensore	2	n.d.	n.d.!	520
uffici	Computer fisso	400	400	160000	1300
uffici	Stampanti	300	200	60000	260
corridoi	distributori automatici	1	600	600	260
bar	elettrodomestici bar	5	1000	5000	520

L'elenco delle altre utenze elettriche rilevate in sede di sopralluogo e delle relative caratteristiche tecniche è riportato nella Sezione 11 dell'Allegato 9 – Schede di Audit.

4.7 Descrizione e prestazioni energetiche impianto illuminazione

L'impianto di illuminazione è costituito da lampade di diverse tipologie, ovvero neon, alogene ed a basso consumo, in funzione della tipologia di utilizzo dei locali:

Le principali tipologie di corpi illuminanti sono di seguito elencati:

- Lampade a neon installate a soffitto nelle zone di circolazione interna;
- Lampade a neon installate incassate negli uffici;
- Faretto alogeni nella sala consiliare;
- Fari alogeni per illuminazione esterna.

Figura 4.9 - Particolare dei corpi illuminanti



L'elenco e le caratteristiche dei corpi illuminanti sono riportati nella Tabella 4.7.

Tabella 4.7 – Elenco e caratteristiche dei corpi illuminanti

ZONATERMICA	DESCRIZIONE	NUMERO	POTENZA UNITARIA [W]	POTENZA COMPLESSIVA [W]
ZT_01-02-03-04-05-06-07	Fluorescente 4x18	432	72	31104
ZT_01-02-03-04-05-06-07	faretto Fluo 26W	55	26	1430
ZT_08 (sala consiglio)	Alogena 50W	48	50	2400
ZT_08 (sala consiglio)	basso consumo 26w	6	26	156
esterno	Faretto Alogeno 150 e 250 W	12	183,3	2199,6

L'elenco completo dei corpi illuminanti rilevati in sede di sopralluogo e delle relative caratteristiche tecniche è riportato nella Sezione 10 dell'Allegato 9 – Schede di Audit.

4.8 Descrizione e prestazioni energetiche di impianti di produzione energia elettrica o cogenerazione

Attualmente non sono presenti impianti di produzione di energia di alcun tipo.

5 CONSUMI RILEVATI

5.1 Consumi energetici storici per ciascun vettore e connessione alle reti gas naturale ed elettrica

L'analisi dei consumi storici elettrici dell'edificio oggetto della DE è stata effettuata facendo riferimento al triennio 2015, 2016 e 2017.

I vettori energetici analizzati sono i seguenti:

- Energia elettrica per il riscaldamento;
- Energia elettrica totale.

Energia elettrica per il riscaldamento

L'edificio non è servito da nessun vettore "termico" (inteso come combustibile). La climatizzazione invernale ed estiva della struttura, la produzione di ACS e qualsiasi altro servizio è espletato grazie al vettore elettrico.

Nell'edificio sono presenti più punti di fornitura dell'energia elettrica, dei quali uno alimenta esclusivamente le macchine in copertura dedicate alla climatizzazione invernale ed estiva dell'edificio. Per tale motivo dall'analisi dei consumi mensili di tale POD (IT001E80155953) è possibile determinare il consumo di energia elettrica necessario alla climatizzazione invernale ed estiva.

Tabella 5.1 - Consumi annuali di energia elettrica per la climatizzazione per il triennio di riferimento – Dati forniti dalla società di distribuzione

POD	Utilizzo	2015	2016	2017
		[kWh]	[kWh]	[kWh]
IT001E80155953	Riscaldamento	81.486	79.050	91.340
IT001E80155953	Raffrescamento	136.873	103.665	104.586

I consumi del POD in esame forniti dalla società di distribuzione sono riportati nella Tabella 5.2.

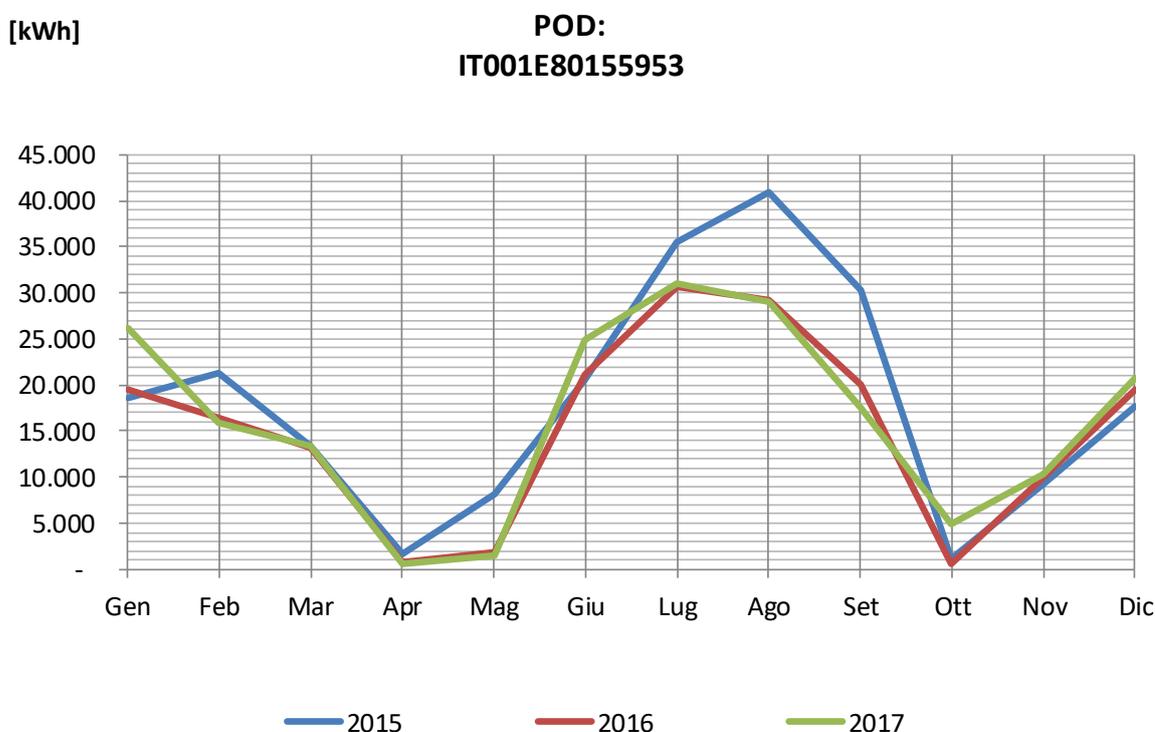
Tabella 5.2 - Consumi mensili di energia elettrica per la climatizzazione per il triennio di riferimento – Dati fatturati da società di fornitura

POD: IT001E80155953	2015	2016	2017
Mese	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gennaio	18.599	19.461	26.212
Febbraio	21.339	16.432	15.873
Marzo	13.426	13.119	13.299
Aprile	1.635	855	565
Maggio	8.071	1.848	1.460
Giugno	20.544	21.192	24.937
Luglio	35.442	30.587	31.007
Agosto	40.923	29.148	29.093
Settembre	30.258	20.035	17.524
Ottobre	1.189	606	4.850
Novembre	9.211	10.005	10.326

Dicembre	17.722	19.427	20.780
Totale	218.359	182.715	195.926

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

Figura 5.1 – Andamento mensile dei consumi elettrici per la climatizzazione



Dall'analisi effettuata è emerso che il consumo relativo al riscaldamento invernale (da ottobre ad aprile circa) è inferiore rispetto a quello necessario alla climatizzazione estiva.

Confrontando l'andamento dei consumi con i GG_{real} del triennio di riferimento si può notare che negli ultimi due anni ha avuto un andamento pressoché proporzionale ad essi.

Considerando che i consumi di energia elettrica 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 elettrico reale per riscaldamento dell'edificio nell'anno *i-esimo*, kWh/anno.

Tale consumo è stato valutato scorporando, dal consumo complessivo del contatore che alimenta la centrale termofrigorifera, il contributo per la produzione di acqua refrigerata per il raffrescamento estivo, valutato considerando la stagionalità delle curve di consumo.

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

$$Q_{baseline} = \bar{a}_{rif} \times GG_{rif}$$

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

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 5.3 – Normalizzazione dei consumi annuali di energia elettrica per il riscaldamento

ANNO	GGreal nelle stagioni di consumo	GGstandard (UNI)	Consumo Reale	Fattore di normalizzazione arif	Consumo normalizzato a 1034 GG
			[kWh]		[kWh]
2015	1.237	1.034	81.486	0,84	68.114
2016	1.123	1.034	79.050	0,92	72.785
2017	1.308	1.034	91.340	0,79	72.206
Media	1.223	1.034	83.959	0,8	71.035

Come si può notare dai dati riportati il comportamento energetico dell'edificio, negli anni considerati, è stato caratterizzato da una stabilizzazione dei consumi.

Si sono pertanto definiti per il calcolo della Baseline i parametri riportati nella Tabella 5.4:

Tabella 5.4 – Individuazione della Baseline termica tramite energia elettrica per il riscaldamento

GRANDEZZA	VALORE
	[Kwh]
\bar{Q}_{ACS}	0
$\bar{a}_{rif} \times GG_{rif}$	71.035
$Q_{baseline}$	71.035

Energia elettrica

La fornitura di energia elettrica avviene tramite la presenza di 7 contatori i quali risultato a servizio dei seguenti utilizzi:

- Piano Terra (FEM, Illuminazione, ecc.);
- Piano Prima (FEM, Illuminazione, ecc.);
- Piano Secondo (FEM, Illuminazione, ecc.);
- Piano Terzo (FEM, Illuminazione, ecc.);
- Piano Quarto (FEM, Illuminazione, ecc.);
- Piano Quinto (FEM, Illuminazione, ecc.);
- Copertura (impianto di generazione per riscaldamento e raffrescamento della struttura)

L'effettiva ubicazione dei contatori è rappresentata nelle planimetrie riportate all' Allegato 1 – Elaborati.

L'elenco delle fatture analizzate non è disponibile.

L'analisi dei consumi storici di energia elettrica si basa sulla base dei kWh ottenuti dai dati di consumo forniti dal distributore (Enel), non essendo disponibili i dati di fatturazione.

Tali consumi annuali sono riportati nella Tabella 5.5 con indicazione dei POD di riferimento.

Tabella 5.5 – Elenco POD e relativi consumi annuali per il triennio di riferimento

POD	ZONA SERVITA	2014	2015	2016	MEDIA
		[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
IT001E80155953	Copertura	218.359	182.715	195.926	199.000
IT001E80155954	Quinto	82.037	61.616	62.802	68.818
IT001E80155974	Quarto	50.619	50.619	43.791	48.343
IT001E80155978	Secondo	52.365	43.507	38.098	44.657
IT001E80155980	Terzo	47.798	45.970	38.315	44.028
IT001E80155986	Terra	25.289	24.730	25.502	25.174
IT001E80155978	Secondo	59.734	49.590	55.042	54.789
TOTALE		536.201	458.747	459.476	484.808

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

Si è pertanto definito un consumo $EE_{baseline}$ pari a **484.808 kWh**, dai quali, al fine della validazione del modello energetico, verranno detratti i consumi necessari per il riscaldamento dell'edificio, denominati "Qbaseline", come descritto al paragrafo precedente.

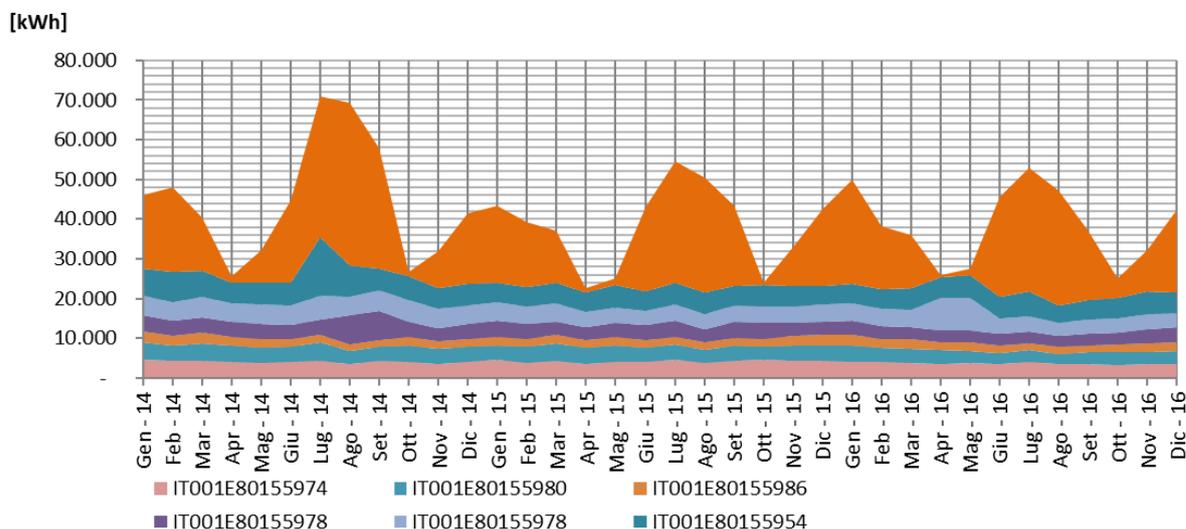
Tabella 5.6 – Consumi mensili di energia elettrica suddivisi per fasce, per il triennio di riferimento

Media di tutti i POD	F1	F2	F3	TOTALE
Anno 2015	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gen - 15	19.583	9.463	17.070	46.116
Feb - 15	20.878	9.906	17.266	48.050
Mar - 15	17.983	7.894	14.419	40.296
Apr - 15	12.313	4.469	8.705	25.487
Mag - 15	14.599	6.627	10.843	32.069
Giu - 15	20.708	9.008	14.898	44.614
Lug - 15	33.605	15.153	22.138	70.896
Ago - 15	28.834	14.787	25.718	69.339
Set - 15	27.008	11.937	18.744	57.689
Ott - 15	14.285	4.944	7.507	26.736
Nov - 15	16.249	5.710	9.839	31.798
Dic - 15	19.471	6.854	15.050	41.375
Totale	245.516	106.752	182.197	534.465
Media di tutti i POD	F1	F2	F3	TOTALE
Anno 2016	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gen - 16	18.626	8.411	16.289	43.326
Feb - 16	18.427	7.752	13.126	39.305

Mar - 16	17.989	6.963	12.251	37.203
Apr - 16	11.960	3.996	6.547	22.503
Mag - 16	13.682	4.488	7.020	25.190
Giu - 16	21.400	8.299	13.424	43.123
Lug - 16	25.849	11.596	17.222	54.667
Ago - 16	22.693	10.521	17.357	50.571
Set - 16	20.850	8.691	13.688	43.229
Ott - 16	13.486	4.286	6.183	23.955
Nov - 16	17.089	6.169	9.786	33.044
Dic - 16	19.423	8.295	14.913	42.631
Totale	221.474	89.467	147.806	458.747
Media di tutti i POD	F1	F2	F3	TOTALE
Anno 2017	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gen - 17	22.887	9.530	17.585	50.002
Feb - 17	18.071	7.671	12.427	38.169
Mar - 17	17.199	7.125	11.666	35.990
Apr - 17	12.815	4.890	8.085	25.790
Mag - 17	14.680	4.895	7.845	27.420
Giu - 17	21.901	9.021	14.514	45.436
Lug - 17	24.817	11.278	16.752	52.847
Ago - 17	21.091	9.937	16.223	47.251
Set - 17	17.127	7.946	11.967	37.040
Ott - 17	12.802	4.460	7.734	24.996
Nov - 17	16.456	6.057	9.735	32.248
Dic - 17	19.280	7.811	15.196	42.287
Totale	219.126	90.621	149.729	459.476

Considerando la presenza di più POD a servizio dell'edificio oggetto della DE si riporta nella Figura 5.2 un confronto grafico tra i profili elettrici reali relativi a ciascuna utenza elettrica per il triennio di riferimento.

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



Si può notare la netta differenza dell'andamento dei consumi del POD dedicato all'alimentazione degli impianti di climatizzazione (in arancione) e gli altri POD asserviti all'illuminazione e all'alimentazione delle varie utenze dei piani. Si può notare infatti come il consumo dell'impianto di climatizzazione presenti un andamento fortemente variabile e stagionale, cono picchi nei periodi più freddi/caldi (gennaio/luglio), in cui l'edificio necessita maggiore energia per essere riscaldato/raffrescato.

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.

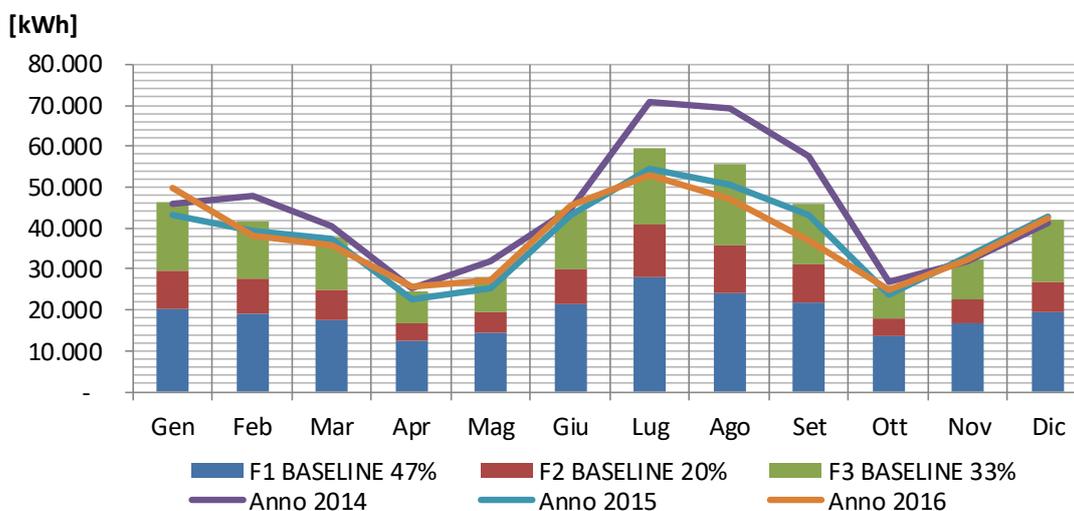
Tali valori sono riportati nella Tabella 5.7.

Tabella 5.7 – Consumi mensili di Baseline

BASELINE	F1	F2	F3	TOTALE
	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gennaio	20.365	9.135	16.981	46.481
Febbraio	19.125	8.443	14.273	41.841
Marzo	17.724	7.327	12.779	37.830
Aprile	12.363	4.452	7.779	24.593
Maggio	14.320	5.337	8.569	28.226
Giugno	21.336	8.776	14.279	44.391
Luglio	28.090	12.676	18.704	59.470
Agosto	24.206	11.748	19.766	55.720
Settembre	21.662	9.525	14.800	45.986
Ottobre	13.524	4.563	7.141	25.229
Novembre	16.598	5.979	9.787	32.363
Dicembre	19.391	7.653	15.053	42.098
Totale	228.705	95.613	159.911	484.229

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

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



I profili di prelievo mensili nel triennio di riferimento presentano andamenti formati da una base di consumo a servizio dell'illuminazione e dell'alimentazione delle utenze di piano, e una quota di consumo variabile con la stagione poiché a servizio della climatizzazione, avente un picco nella stagione estiva.

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 5.8 - Fattori di emissione di CO₂. Tabella 5.8.

Tabella 5.8 - 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

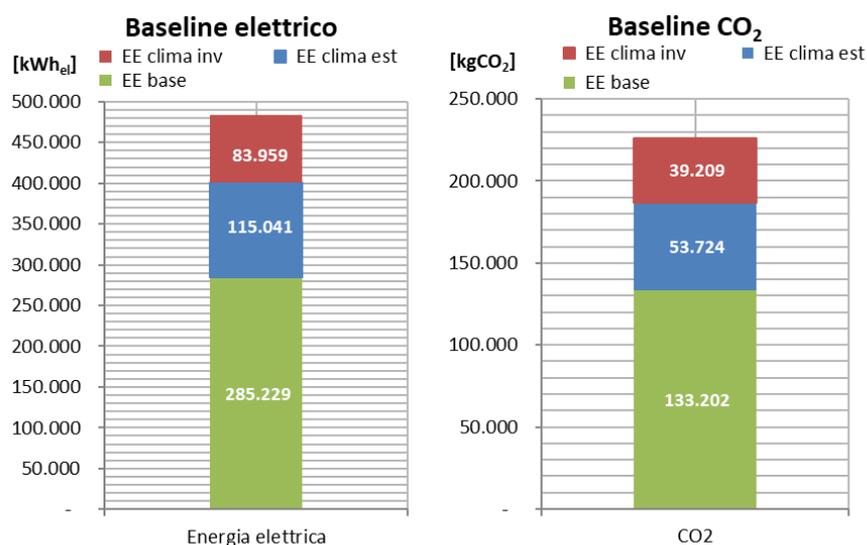
* da "Linee Guida Patto dei Sindaci" per anno 2010

Applicando tali fattori di conversione è stato possibile valutare la Baseline delle emissioni di CO₂, come riportato nella Tabella 5.9 – Baseline delle emissioni di CO₂. e nella Figura 5.4

Tabella 5.9 – Baseline delle emissioni di CO₂.

COMBUSTIBILE	CONSUMO DI BASELINE	FATTORE DI CONVERSIONE	
	[kWh]	[tCO ₂ /MWh]	[kgCO ₂]
EE base	285.229	0,467	133.202
EE clima est	115.041	0,467	53.724
EE clima inv	83.959	0,467	39.209

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 5.10 - Fattori di conversione in energia primaria dei vettori energetici

COMBUSTIBILE	F _{P,ren}	F _{P,ren}	F _{P,tot}
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 5.11.

Tabella 5.11 – Fattori di riparametrizzazione

	PARAMETRO	VALORE	U.M.
FATTORE 1	Superficie netta riscaldata	3.165	m ²
FATTORE 2	Superficie netta complessiva delle aree interne (riscaldate e non riscaldate)	6.223	m ²
FATTORE 31	Volume lordo complessivo (aree interne riscaldate e non riscaldate)	21.302	m ³

Nella Tabella 5.12 e

Tabella 5.13 sono riportati gli indicatori di performance.

Tabella 5.12 – 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]
EE base	285.229	2,42	690.255	218,1	110,9	32,4	42,09	21,41	6,25
EE clima est	115.041	2,42	278.400	88,0	44,7	13,1	16,98	8,63	2,52
EE clima inv	83.959	2,42	203.180	64,2	32,7	9,5	12,39	6,30	1,84
TOTALE			1.171.835	370	188	55	71	36	11

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

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]
EE base	285.229	1,95	556.197	175,8	89,4	26,1	42,09	21,41	6,25
EE clima est	115.041	1,95	224.331	70,9	36,0	10,5	16,98	8,63	2,52
EE clima inv	83.959	1,95	163.719	51,7	26,3	7,7	12,39	6,30	1,84
TOTALE			944.247	298	152	44	71	36	11

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

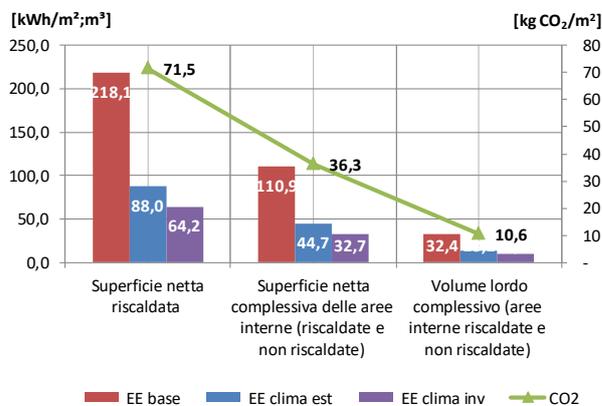
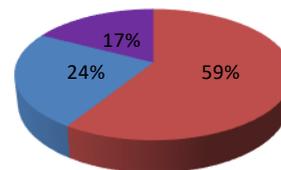
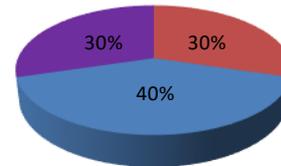


Figura 5.6 – Ripartizione % dei consumi di energia primaria e delle relative emissioni di CO2

Ripartizione % energia primaria

Ripartizione % emissioni CO2


Trattandosi di edifici strutture ad uso ufficio, in particolare si sono determinati i due seguenti indici, definiti all'interno del documento "Caratterizzazione dei consumi energetici nazionali delle strutture ad uso ufficio" pubblicato da ENEA nell'ambito della Ricerca per il Sistema Elettrico (Report RSE/2009/121).

Gli indicatori introdotti dal report si basano sui consumi di energia elettrica e termica normalizzati in funzione dei seguenti fattori di aggiustamento:

- Superficie netta riscaldata (S)

La formula definita è sotto riportata:

$$I_e = \frac{\text{Consumo_annuo_EE}}{S}$$

$$I_t = \frac{\text{Consumo_annuo_E.Termica}}{S}$$

Per la zona climatica "C" gli indici individuati dal report sono:

Indice	Valore [kWh/m²]
I _e	139
I _t	57,6

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	275,36	215,83
Climatizzazione invernale	EP_H	kWh/mq anno	65,03	46,34
Produzione di acqua calda sanitaria	EP_w	kWh/mq anno	6,32	5,09
Ventilazione	EP_v	kWh/mq anno	78,37	63,15
Raffrescamento	EP_c	kWh/mq anno	48,26	38,88
Illuminazione artificiale	EP_L	kWh/mq anno	73,1	58,9
Trasporto di persone e cose	EP_T	kWh/mq anno	4,29	3,45

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
	[kWh/anno]	[kWh/anno]
Energia Elettrica	350.272	683.035

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)	$E_T + E_{altro}^{(*)}$
Perdite al trasformatore	$E_{trasf}^{(*)}$
Energia elettrica esportata dall'impianto a fonti rinnovabili	$E_{exp,el}$

Nota (*) Tale contributo non è definito all'interno delle norme UNITS 11300 pertanto è stato valutato dall'Auditor

6.1.1 Validazione del modello termico – energia elettrica per il riscaldamento

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

Si è quindi provveduto alla simulazione dei parametri reali di utilizzo dell'edificio considerando le temperature medie estive pari alla media reale degli ultimi 3 anni, poiché il consumo per la climatizzazione estiva non è stato stagionalizzato come quello relativo alla climatizzazione invernale. Si è inoltre considerato un profilo di utilizzo dell'immobile e degli impianti più realistico.

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	314,78	247,70
Climatizzazione invernale	EP_H	kWh/mq anno	64,56	46,00
Produzione di acqua calda sanitaria	EP_w	kWh/mq anno	6,20	5,00
Ventilazione	EP_v	kWh/mq anno	78,37	63,20
Raffrescamento	EP_c	kWh/mq anno	66,27	53,40
Illuminazione artificiale	EP_L	kWh/mq anno	95,09	76,60
Trasporto di persone e cose	EP_T	kWh/mq anno	4,29	3,50

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

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

FONTE ENERGETICA UTILIZZATA	CONSUMO	CONSUMO ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE
	[kWh/anno]	[kWh/anno]
Energia Elettrica	419.580	996.166

La validazione del modello energetico termico è stata effettuata confrontando il consumo energetico di baseline ($Q_{baseline}$) così come definito al precedente capitolo 0 ed il fabbisogno teorico ($Q_{teorico}$) derivante dalla modellazione energetica.

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

$Q_{teorico}$	$Q_{baseline}$	Congruietà
[kWh/anno]	[kWh/anno]	[%]
84.423	83.959	1%

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

6.2.2 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 0, scorporato dalla componente di riscaldamento, ed il fabbisogno teorico ($EE_{teorico}$) derivante dalla modellazione energetica.

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

$EE_{teorico}$	$EE_{baseline}$	Congruietà
[kWh/anno]	[kWh/anno]	[%]
329.576 + 60.000*	400.271	3%

Nota (*) Tale contributo non è definito all’interno delle norme UNITS 11300 pertanto è stato valutato dall’Auditor

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

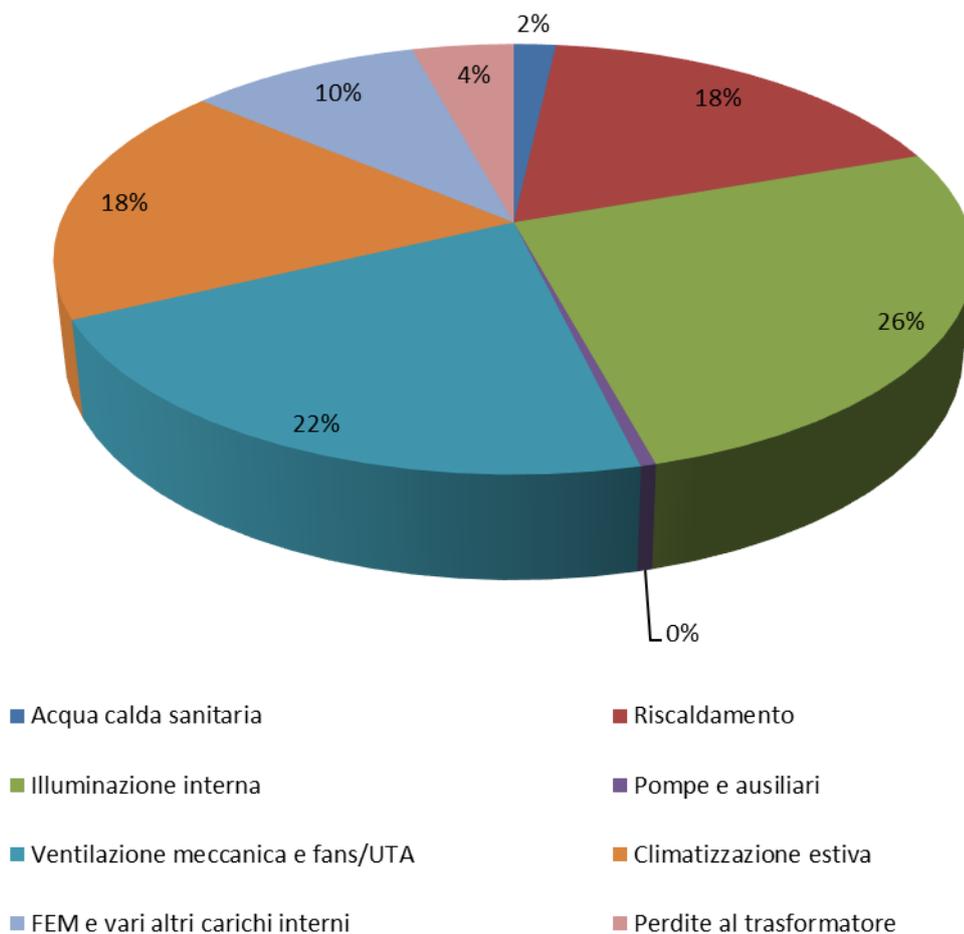
6.2 Fabbisogni Energetici e profili annuali

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,

sia per i consumi termici che elettrici. Di seguito si riportano i profili ottenuti dalla ripartizione dei consumi elettrici:

Figura 6.1 – Ripartizione dei consumi energetici in funzione dei diversi utilizzi

Ripartizione consumi elettrici



Si può notare come il maggior consumo di energia elettrica sia dovuto alla ventilazione, all'illuminazione e alla climatizzazione, le quali incidono complessivamente per l'84% circa del consumo elettrico totale.

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

Non è presente fornitura di vettori termici (combustibile)

7.1.2 Vettore elettrico

La fornitura del vettore elettrico avviene tramite sette POD presenti all'interno dell'edificio, come di seguito elencato:

PIANO	CODICE POD	POTENZA IMPEGNATA [kW]
TERRA	IT001E80155986	42
PRIMO	IT001E80155987	50
SECONDO	IT001E80155978	55
TERZO	IT001E80155980	55
QUARTO	IT001E80155974	60
QUINTO	IT001E80155954	80
COPERTURA	IT001E80155953	200

Non si dispongono di informazioni relative alle caratteristiche dei contratti di fornitura del vettore elettrico nel triennio di riferimento.

L'Amministrazione non dispone di dati di fatturazione storici per i vari PDR. Per questo motivo si è deciso di assumere come base un prezzo unitario per il kWh elettrico.

A tale scopo si è utilizzato il prezzo trimestrale a partire dai valori di costo forniti dalla Autorità di Regolazione per Energia Reti e Ambiente (ARERA – ex AEEGSI) per il servizio di maggior tutela per l'anno 2017, relativo ai clienti non domestici. In base alla classe e alla tipologia di consumi si è dunque creata una base di costi sostenuti dalla PA per la fornitura dell'energia elettrica, moltiplicando i prezzi trimestrali per i valori di consumo di baseline ottenuti dalle analisi precedentemente illustrate al Cap. 5.

Dividendo la spesa totale sostenuta per il consumo di baseline si è estrapolato un costo unitario base (Cu_{EE}), pari a **0,184 €/kWh**

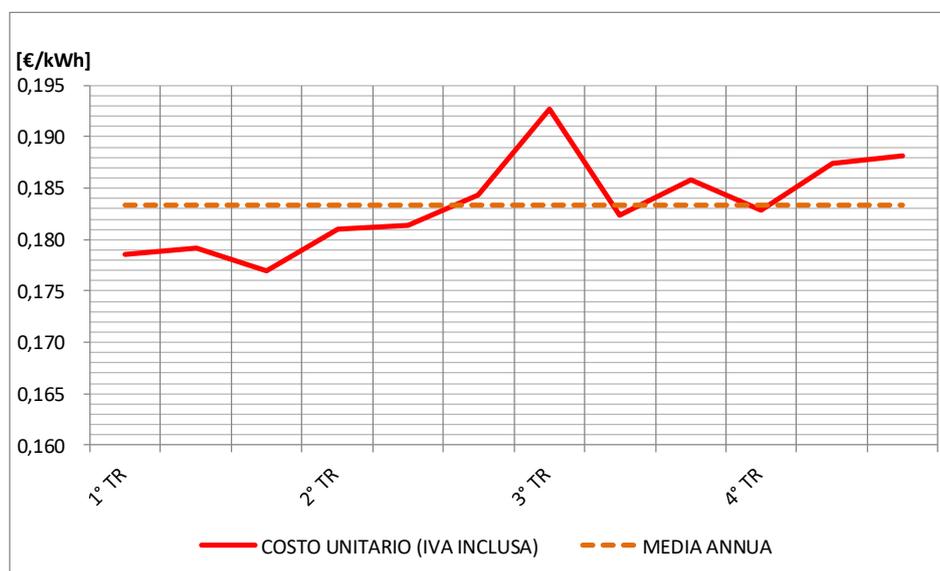
Tabella 7.1 – Andamento del costo del vettore elettrico nell'anno Baseline.

	QUOTA VARIABILE (Materia energia, trasporto e gestione del contatore, oneri di sistema)			TOTALE VARIABILE	QUOTA FISSA ANNUA	TOTALE SPESA ANNUA
	F1	F2	F3			
	€	€	€			
Gen	2.982,34 €	1.321,90 €	2.241,57 €	6.545,81 €	-	-
Feb	2.824,47 €	1.220,96 €	1.894,20 €	5.939,62 €	-	-
Mar	2.553,84 €	1.050,46 €	1.673,26 €	5.277,56 €	-	-
Apr	1.790,51 €	659,21 €	1.070,87 €	3.520,59 €	-	-

Mag	2.075,47 €	793,63 €	1.182,84 €	4.051,94 €	-	-
Giu	3.180,44 €	1.323,35 €	2.007,04 €	6.510,83 €	-	-
Lug	4.571,48 €	1.996,32 €	2.721,84 €	9.289,64 €	-	-
Ago	3.589,80 €	1.744,53 €	2.727,35 €	8.061,68 €	-	-
Set	3.332,69 €	1.438,62 €	2.072,43 €	6.843,74 €	-	-
Ott	2.035,84 €	681,54 €	971,66 €	3.689,05 €	-	-
Nov	2.612,39 €	917,14 €	1.361,64 €	4.891,17 €	-	-
Dic	3.083,65 €	1.173,19 €	2.100,68 €	6.357,52 €	-	-
				70.979,16 €	18.153 €	89.132 €

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

Figura 7.1 – Andamento del costo unitario del vettore elettrico per il 2017 – dati AEGSI



7.2 STIMA DEI COSTI DI GESTIONE E MANUTENZIONE DI EDIFICIO ED IMPIANTI

I costi destinati alla manutenzione dell'edificio e degli impianti in generale sono stati stimati a partire dai costi unitari dei contratti Consip (es: Servizio Integrato Energia 3 -SIE3-; Facility Management 4 -FM4- ; ecc.), applicando uno sconto del 50% ai listini di riferimento, che si riportano di seguito:

	VOCE	LISTINO SIE3	UNITÀ DI MISURA	SCONTO	PREZZO APPLICATO
CLIMATIZZAZIONE INVERNALE ED ESTIVA	Centrale/Sottocentrale Termica	54,31 €	Euro/centrale/anno	50%	27,15 €
	Generatori di calore con potenzialità superiore a 350kW	275,06 €	Euro/generatore/anno	50%	137,53 €
	Generatori di calore con potenzialità tra 35 e 350kW	215,81 €	Euro/generatore/anno	50%	107,91 €
	Generatori di calore con potenzialità inferiore e a 35kW	91,69 €	Euro/generatore/anno	50%	45,84 €
	Rete di distribuzione del gas	42,31 €	Euro/centrale/anno	50%	21,16 €
	Brucciatori	744,77 €	Euro/bruciatore/anno	50%	372,39 €
	Condotti di fumo	169,27 €	Euro/condotto di fumo/anno	50%	84,63 €
	Vaso di espansione chiuso	126,95 €	Euro/vaso/anno	50%	63,47 €
	Organi di sicurezza, di protezione ed indicatori	102,26 €	Euro/organo di sicurezza/anno	50%	51,13 €
	Pompe, circolatori ed acceleratori	249,31 €	Euro/elemento/anno	50%	124,66 €
	Motori elettrici	72,64 €	Euro/motore/anno	50%	36,32 €
	Apparecchiature elettriche	39,50 €	Euro/apparecchiatura elettrica/anno	50%	19,75 €
	Apparecchiature di regolazione automatica a due posizioni	165,75 €	Euro/apparecchiatura/anno	50%	82,88 €
	Scambiatori di calore e riscaldatori	84,63 €	Euro/scambiatore/anno	50%	42,32 €
	Valvolame > 2"	17,63 €	Euro/valvola/anno	50%	8,81 €
	Impianto di trattamento dell'acqua	177,73 €	Euro/impianto di trattamento/anno	50%	88,86 €
	Quadri elettrici di bordo macchina	130,48 €	Euro/quadro/anno	50%	65,24 €
	Impianto di adduzione acqua	84,63 €	Euro/impianto/anno	50%	42,32 €
	Tubazioni rete primaria	0,10 €	Euro/m2 sup. netta/anno	50%	0,05 €
	Centrale Frigorifera	54,31 €	Euro/centrale/anno	50%	27,15 €
	Gruppo frigorifero con compressore a vite	913,33 €	Euro/gruppo frigo/anno	50%	456,66 €
	Gruppo frigorifero centrifugo	860,43 €	Euro/gruppo frigo/anno	50%	430,22 €
	Quadri elettrici di bordo macchina	130,48 €	Euro/quadro/anno	50%	65,24 €
	Unità di Trattamento Aria	1.226,12 €	Euro/U.T.A./anno	50%	613,06 €
	Circuiti aeraulici	1,84 €	Euro/m2 sup. netta servita/anno	50%	0,92 €
	Circuiti idronici	0,85 €	Euro/m2 sup. netta servita/anno	50%	0,43 €

	VOCE	LISTINO SIE3	UNITÀ DI MISURA	SCONTO	PREZZO APPLICATO
	Piastre radianti e ventilcovettori	1,95 €	Euro/m2 sup. netta servita/anno	50%	0,97 €
	Unità autonome (Split)	124,83 €	Euro/unità autonoma/anno	50%	62,42 €
IMPIANTO ELETTRICO	Cabina MT/BT	155,52 €	Euro/cabina/anno	50%	77,76 €
	Quadro Media Tensione	434,10 €	Euro/quadro/anno	50%	217,05 €
	Comandi e circuiti prese	92,04 €	Euro/cabina/anno	50%	46,02 €
	Impianto di illuminazione normale	64,53 €	Euro/cabina /anno	50%	32,27 €
	Impianto di illuminazione di sicurezza	117,90 €	Euro/cabina/anno	50%	58,95 €
	Impianto di terra	0,04 €	Euro/ m2 sup. netta/anno	50%	0,02 €
	Locale di consegna energia in Bassa Tensione	198,32 €	Euro/locale consegna/anno	50%	99,16 €
	Quadro Generale Bassa Tensione	535,31 €	Euro/QGBT/anno	50%	267,65 €
	Quadri elettrici generali di edificio e sottoquadri di piano e di zona	2,12 €	Euro/m2 sup. netta/anno	50%	1,06 €
	Distribuzione secondaria	1,40 €	Euro/m2 sup. netta/anno	50%	0,70 €
	Impianti di protezione contro le scariche atmosferiche	317,37 €	Euro/edificio protetto/anno	50%	158,69 €
	Impianti di illuminazione esterna	101,56 €	Euro/palo/anno	50%	50,78 €
	Impianto telefonico	0,16 €	Euro/m2 sup. netta servita/anno	50%	0,08 €
	Impianto citofonico	63,49 €	Euro/impianto/anno	50%	31,74 €

	VOCE	LISTINO MIES2	UNITÀ DI MISURA	SCONTO	PREZZO APPLICATO
	Servizio di Minuto Mantenimento Edile	1,07 €	euro/m2 sup. lorda/anno	50%	0,54 €

Sulla base delle componenti di impianto presenti e applicando i prezzi unitari della convenzione SIE3, si può stimare un canone annuo per la manutenzione pari a € 4.891,78 per il solo impianto di climatizzazione invernale ed estivo.

Per l'impianto elettrico, facendo sempre riferimento ai componenti di impianto individuati e applicando i prezzi unitari della convenzione, si può stimare un canone annuo pari a € 6.516,62.

Per il mantenimento edile, utilizzando i listini di FM4, si può stimare un costo per il mantenimento edile di circa € 3.340.

OPERAZIONI DI MANUTENZIONE SULL'EDIFICIO		
	Descrizione	Costo
1	Manutenzione annua ordinaria e straordinaria impianto di climatizzazione	€ 4.892
2	Manutenzione annua ordinaria e straordinaria impianto elettrico	€ 6.517
3	Minuto mantenimento edile	€ 3.339
Totale (O&M)		€ 14.748

Nelle convenzioni CONSIP i servizi relativi alla manutenzione degli impianti e dei fabbricati sono comprensivi della manutenzione ordinaria e straordinaria. Per scorporare le spese si è stimata una quota di straordinaria pari al 10% della spesa totale per la manutenzione.

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

7.3 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.

Ai fini del calcolo della Baseline dei costi si sono pertanto assunti i valori di riportati nella Tabella 7.2.

Tabella 7.2 – Valori di costo individuati per il calcolo della Baseline

DEFINIZIONE		VALORE	U.M.
Costo unitario dell'energia elettrica	Valore relativo all'ultimo anno a disposizione	C _{UEE} 0,184	[€/kWh]

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

7.4 Baseline dei Costi

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

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

Per la componente energetica vale la seguente formula:

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

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

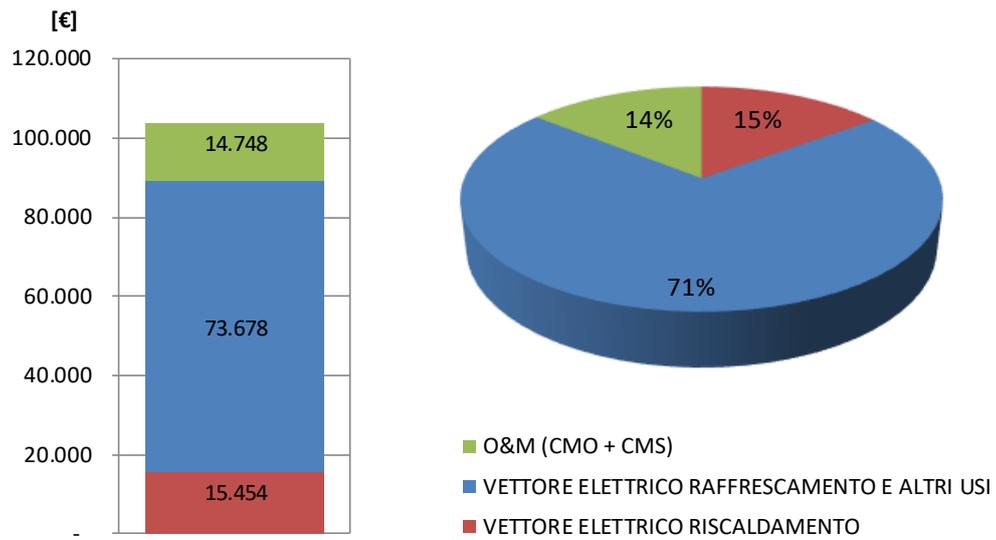
$$C_{baseline} = C_E + C_{MO} + C_{MS}$$

Ne risulta quindi un C_E pari a € 89.132 e un C_{baseline} pari a € 100.541 (OPEX – Insieme delle spese operative).

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

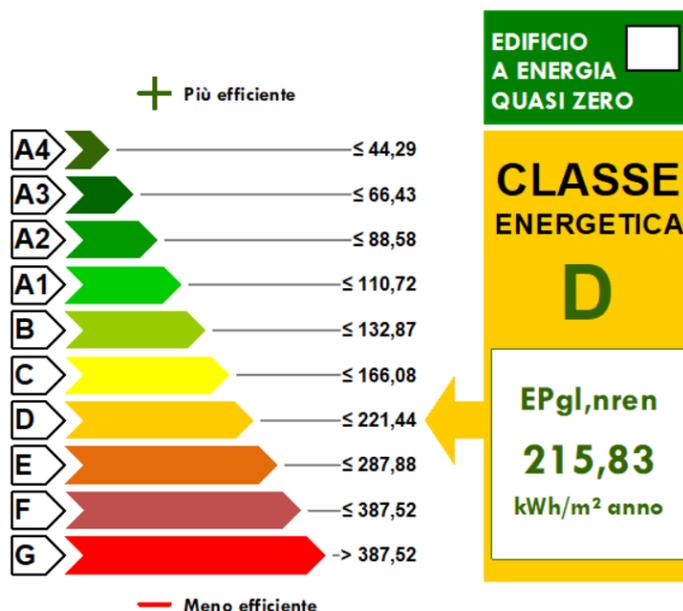
VETTORE TERMICO			VETTORE ELETTRICO				O&M (C _{MO} + C _{MS})		TOTALE
Q _{baseline}	Cu _Q	C _Q	EE _{baseline}	Cu _{EE}	C _{EE}	C _M	C _{MO}	C _{MS}	C _Q +C _{EE} +C _M
[kWh]	[€/kWh]	[€]	[kWh]	[€/kWh]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]
83.959	0,184	15.454	400.271	0,184	73.678	14.748	13.273	1.475	103.880

Figura 7.2 – Baseline dei costi e loro ripartizione



8 IDENTIFICAZIONE DELLE MISURE DI EFFICIENZA ENERGETICA

L'immobile allo stato di fatto appartiene alla classe energetica D.



8.1 ELENCO, Descrizione, fattibilità, prestazioni e costi-benefici dei singoli interventi migliorativi

Nelle tabelle seguenti sono stati individuati gli interventi rispondenti alle indicazioni contenute nei documenti di indirizzo dell'Agenzia per la Coesione Territoriale e della direzione generale del comune di Napoli, quale autorità di gestione all'organismo intermedio – autorità urbana, in merito all'azione 2.1.2 "risparmio energetico negli edifici pubblici" dell'asse 2 del PON-METRO:

- Essere conformi alle disposizioni normative di pianificazione/programmazione nazionale, regionale e comunale e coerenti con il piano d'azione per l'energia sostenibile (PAES)
- Prevedere sistemi intelligenti di controllo e gestione degli impianti elettrici e termici
- Garantire un adeguato livello di sostenibilità economico/finanziaria e soddisfacenti livelli di performance dell'intervento in relazione al rapporto risparmio energetico/costo di investimento e in termini di copertura del fabbisogno energetico effettivo;
- Prevedere un adeguato sistema di monitoraggio;
- Garantire qualità ed integrazione dei sistemi di rilevazione/controllo dei consumi;
- Proporre soluzioni tecniche in linea con i più aggiornati standard di mercato;
- Prevedere ove possibile la replicabilità delle operazioni;
- Garantire un miglioramento della classe energetica dell'edificio post-operam
- Prevedere l'installazione di produzione di energia da fonte rinnovabile per autoconsumo;
- Prevedere l'utilizzo di materiali ecosostenibili naturali, il ricorso a verde orizzontale e verticale per incrementare le performance passive e soluzioni di recupero dell'acqua piovana;
- Prevedere il superamento dei requisiti minimi della normativa sul rendimento energetico dell'edilizia.

ELENCO DEGLI INTERVENTI			
CODICE	INTERVENTO	DESCRIZIONE	RISPARMIO POTENZIALE
INV.01	Coibentazione del sottotetto	Riduzione del carico termico invernale ed estivo mediante riduzione delle dispersioni dal solaio superiore (sottotetto) (intradosso o estradosso)	fino al 10% del fabbisogno per la climatizzazione
INV.02	Coibentazione della copertura	Riduzione del carico termico invernale ed estivo mediante riduzione delle dispersioni dal solaio di copertura (intradosso o estradosso)	fino al 10% del fabbisogno per la climatizzazione
INV.03	Coibentazione delle pareti perimetrali (interna o esterna)	Riduzione del carico termico invernale ed estivo mediante riduzione delle dispersioni dalle pareti perimetrali	fino al 40% del fabbisogno per la climatizzazione
INV.04	Revisione di tutti o parte degli infissi	Rientrano in questa categoria le sostituzioni guaine di isolamento, la sostituzione cerniere e maniglie.	fino al 5% del fabbisogno per la climatizzazione
INV.05	Sostituzione di tutti o parte degli infissi	sostituzione dell'intero infisso con nuovi infissi di trasmittanza conforme al D.M. 26.06.2015 attualmente vigente.	fino al 15% del fabbisogno per la climatizzazione
INV.06	Installazione sistemi di ombreggiamento	Riduzione dei guadagni termici indesiderati, per favorire la dispersione del calore interno nella stagione estiva e ridurre le dispersioni termiche invernali e ottimizzare l'impiego della luce naturale durante tutto l'anno.	fino al 25% del fabbisogno per la climatizzazione estiva
INV.07	Installazione pellicole solari	Riduzione dell'irraggiamento solare incidente sui serramenti e conseguente miglioramento delle condizioni di comfort termico e visivo.	fino al 10% del fabbisogno per la climatizzazione estiva
IMP.TER.01	Intervento sulla distribuzione dei vettori energetici	Riduzione delle dispersioni termiche attraverso le reti di distribuzione dei fluidi attraverso una coibentazione efficace, migliorando il rendimento di distribuzione.	fino al 5% del fabbisogno per la climatizzazione estiva
IMP.TER.02	Sostituzione del generatore a combustibile con altro ad alta efficienza	Beneficio pari all'incremento netto di efficienza tra il vecchio e il nuovo generatore e per questo la sostituzione è consigliabile quando il rendimento dell'impianto esistente è inferiore ai valori limite (circa 93%).	fino al 10% del fabbisogno per la climatizzazione invernale
IMP.TER.03	Installazione valvole termostatiche /attuatori su radiatori	Controllo puntuale della temperatura all'interno dei locali in cui vengono installati e migliore sfruttamento degli apporti di calore gratuiti. La regolazione locale viene normalmente effettuata con valvole di zona, opportunamente collegate a una centralina di regolazione, oppure con valvole termostatiche.	15-20 % del fabbisogno per la climatizzazione invernale
IMP.TER.04	Installazione/sostituzione pompe di calore ad alta efficienza per riscaldamento	Sostituzione del generatore esistente con una pompa di calore a compressione caratterizzata da una resa energetica elevata e da una riduzione delle emissioni di CO2 provocate dagli impianti termici a combustione. L'intervento se attuato su impianti di tipo ironico a bassa temperatura (tipicamente con terminali a ventilconvettori) assicura risparmi molto alti.	fino al 40% del consumo per la climatizzazione invernale, a seconda del rendimento dell'impianto sostituito
IMP.TER.05	Installazione/sostituzione pompe di calore ad alta efficienza per l' acqua calda sanitaria	Sostituzione di boiler elettrici e del tipo a combustibile fossile con boiler a pompa di calore. L'intervento si applica dove è presente un significativo consumo di acqua calda sanitaria.	fino al 30% del fabbisogno per l'acs
IMP.TER.06	Installazione/sostituzione gruppi frigoriferi ad alta efficienza	Sostituzione della macchina frigorifera esistente con una più efficiente e meno impattante dal punto di vista ambientale. In caso di gruppo frigorifero predisposto al recupero di calore, sarà possibile un ulteriore risparmio di energia sfruttando svariate forme di riscaldamento gratuito.	fino al 60% del consumo per la climatizzazione invernale, a seconda del rendimento dell'impianto sostituito
IMP.TER.07	Installazione di recuperatori di calore su UTA	Recupero del calore disperso in estrazione dalle Unità di Trattamento Aria per riscaldare o raffrescare (a seconda della stagione) l'aria in ingresso. Il beneficio energetico conseguente è generalmente molto alto. L'installazione di recuperatori di calore comporta spese energetiche aggiuntive relative alle maggiori perdite di carico che deve sopportare il ventilatore.	fino al 75% del fabbisogno per la climatizzazione
IMP.TER.08	Installazione impianto cogenerativo	Generazione contemporanea di energia termica ed elettrica, nel luogo stesso ove ve ne sia bisogno, a partire dall'energia contenuta in un combustibile. Aumento dell'efficienza dell'impianto, tramite il recupero del calore e la conversione dello stesso in energia termica riutilizzabile, con una riduzione dei consumi di combustibile.	fino al 10% del fabbisogno per riscaldamento e di energia elettrica

ELENCO DEGLI INTERVENTI			
CODICE	INTERVENTO	DESCRIZIONE	RISPARMIO POTENZIALE
IMP.TER.09	Installazione impianto trigenerativo	Generazione contemporanea di energia elettrica e termica in caldo o in freddo, nel luogo stesso ove ve ne sia bisogno, a partire dall'energia contenuta in un combustibile. Il recupero del calore e la conversione dello stesso in energia termica riutilizzabile in impianti di riscaldamento e raffrescamento garantisce una riduzione dei consumi di combustibile.	fino al 10% del fabbisogno per climatizzazione e di energia elettrica
IMP.ELE.01	Installazione apparecchi di illuminazione ad alta efficienza	La misura prevede la sostituzione delle lampade esistenti con lampade ad alta efficienza con lo scopo di ridurre il consumo di energia per l'illuminazione. Una maggiore efficienza implica una minore potenza e una riduzione del calore emesso in ambiente che consente nel periodo estivo un risparmio di energia per la climatizzazione.	fino al 50% del consumo per l'illuminazione
IMP.ELE.02	Rifasamento automatico (ove assente o scarso)	Riduzione quasi totale delle perdite causate dai carichi elettrici che presentano una caratteristica non puramente resistiva evitando anche l'applicazione di penali da parte del fornitore dell'energia.	Fino al 5% del consumo elettrico
IMP.ELE.03	Sostituzione di apparecchiature con prodotti analoghi a più alta efficienza	Sostituzione degli elettrodomestici esistenti con nuovi sistemi energy saving contrassegnati dalla classe A.	Fino al 15% del consumo elettrico (FEM)
IMP.ELE.04	Installazione motori ad alta efficienza o inverter	Riduzione considerevole del consumo energetico dei motori (sistemi di ventilazione, pompaggio, ecc.) che necessitano un funzionamento a regimi variabili.	fino al 40% del fabbisogno di energia elettrica per il servizio specificato
IMP.ELE.05	Installazione di un sistema di sensoristica per illuminazione	Riduzione degli sprechi derivanti dall'illuminazione degli ambienti inoccupati. Con questa strategia si allunga anche il tempo di funzionamento delle lampade, essendo accese solamente quando necessarie.	fino al 10% del fabbisogno per l'illuminazione
RIN.01	Installazione di collettori solari termici per la produzione di acqua calda sanitaria	Installazione di pannelli solari per produzione di acqua calda sanitaria. Gli ambiti di applicazione sono quelli tipicamente interessati da un significativo consumo di acqua calda sanitaria (abitativo e sportivo)	fino al 50 % del fabbisogno necessario alla produzione di ACS
RIN.02	Installazione impianto fotovoltaico	Riduzione dei costi relativi ai consumi elettrici, grazie allo sfruttamento dell'energia solare, gratuita. La possibilità di connettere l'impianto alla rete ottimizza lo sfruttamento dell'energia solare in quanto tutta l'energia elettrica prodotta può essere utilizzata dall'utente oppure essere immessa in rete.	fino al 10% del consumo di energia elettrica
GEST.01	Ridefinizione Zone Termiche e set-point	<ul style="list-style-type: none"> analisi del sistema di regolazione centrale degli impianti termici dell'edificio; individuazione delle inefficienze del sistema di regolazione; progettazione e la realizzazione di un sistema di regolazione in grado di gestire in modo efficiente l'energia; ridefinizione dei set-points impostati nelle centrali termiche o negli ambienti; ridefinizione delle zone termiche attraverso opere murarie e di compartimentazione. Si tratta di una strategia che in funzione dei casi può generare soluzioni diverse. <p>La regolazione comprende non solo i sistemi di controllo (per esempio le apparecchiature elettroniche) ma anche i sensori e gli attuatori. Questa misura, quindi, nelle situazioni più complesse può portare a una revisione completa della centrale tecnologica, mentre in quelle più semplici, legate normalmente alle utenze residenziali, può essere realizzata con impegni tecnici ed economici più limitati.</p> I benefici energetici sono notevoli, in quanto gli sprechi dovuti alle inefficienze dei sistemi di regolazione e di gestione dell'impianto negli edifici esistenti sono notevolmente elevati; in particolare si tratta di benefici ambientali esterni (diminuzione dell'impatto dovuto a un minore uso delle risorse energetiche convenzionali) ed interni (miglioramento del comfort).	fino al 10 %
GEST.02	Campagna di formazione utenti	Promozione di una politica energetica ed ambientale attraverso la promozione di progetti volti alla realizzazione di campagne di informazione ed iniziative di formazione mirate alla sensibilizzazione degli utilizzatori finali, nonché di azioni di orientamento verso forme di risparmio energetico, l'uso e la	fino al 5%

ELENCO DEGLI INTERVENTI			
CODICE	INTERVENTO	DESCRIZIONE	RISPARMIO POTENZIALE
		diffusione di fonti energetiche rinnovabili e l'uso razionale dell'energia.	
GEST.03	Sistema gestione e controllo illuminazione	Gestione dell'impianto di illuminazione artificiale in funzione della luce naturale, evitando di illuminare i locali nei periodi della giornata nei quali l'illuminazione naturale sarebbe sufficiente, migliorando anche il comfort visivo.	fino al 15%
GEST.04	Sistema di regolazione centralizzato	Building Automation: Tutte le funzioni (climatizzazione, ventilazione, controllo accessi, rivelazione incendi, regolazione del flusso luminoso, ecc.) possono essere attivate in modo automatico sulla base delle istruzioni impartite al sistema di gestione centralizzato che, attraverso appositi sensori, è in grado di rilevare le situazioni ed intervenire ottimizzando la gestione energetica e ambientale dell'edificio.	fino al 10%
GEST.05	Gestione stand-by apparati IT (stampanti, telefoni, PC e switch rete)	Installazione di piccoli dispositivi wireless sui carichi elettrici principali che consentono lo spegnimento degli apparati elettrici quando non necessari (notte e week end).	fino al 8%

CODICE	INVESTIMENTO	VITA UTILE	RISPARMIO	CLASSE ENERGETICA	Fattibilità TECNICA	Fattibilità (VINCOLI)	Fattibilità ECONOMICA	CONSIGLIATO
INV.01	41.485 €	30	109.890 €	D	NO	SI, previa valutazione	Conveniente	NO, non è tecnicamente possibile agire sull'immobile
INV.02	82.971 €	30	109.890 €	D	SI	SI, previa valutazione	Conveniente	NO
INV.03	492.858 €	30	439.559 €	D	SI	NO	NON conveniente	NO
INV.04	27.118 €	20	14.652 €	D	SI	SI, previa valutazione	NON conveniente	NO, gli infissi sono di recente sostituzione ed in buono stato conservativo
INV.05	260.333 €	20	109.890 €	D	SI	SI, previa valutazione	NON conveniente	NO
INV.06	27.118 €	20	105.878 €	D	SI	NO	Conveniente	NO, non è possibile modificare i prospetti dell'immobile vincolato
INV.07	27.118 €	10	36.630 €	D	SI	SI, previa valutazione	Conveniente	SI
IMP.TER.01	5.780 €	15	27.472 €	D	NO	NO	Conveniente	NO, le tubazioni dell'impianto sono coibentate e in un buono stato manutentivo
IMP.TER.02	75.140 €	15	54.945 €	D	NO	SI, medesimi posizionamenti ed ingombri	NON conveniente	NO
IMP.TER.03	25.318 €	15	109.890 €	D	NO	SI	Conveniente	NO, l'impianto è ad aria
IMP.TER.04	144.500 €	15	54.945 €	D	SI	SI, medesimi posizionamenti ed ingombri	NON conveniente	NO, risparmio contenuto in quanto non rappresenta una sostituzione di tecnologia ma solo un miglioramento di quella esistente
IMP.TER.05	3.000 €	15	2.280 €	D	NO	SI, valutazione posizionamenti ed ingombri	NON conveniente	NO
IMP.TER.06	69.360 €	15	219.779 €	D	NO	SI, medesimi posizionamenti ed ingombri	Conveniente	NO, la Misura prevede solamente gruppi frigo, mentre l'impianto presente è in PDC (produzione sia di caldo che di freddo)
IMP.TER.07	49.840 €	15	329.669 €	C	NO	SI	Conveniente	NO, non è presente spazio a sufficienza nelle intercapedini
IMP.TER.08	404.600 €	20	135.913 €	D	NO	SI	NON conveniente	NO
IMP.TER.09	606.900 €	20	445.660 €	D	NO	SI	NON conveniente	NO
IMP.ELE.01	155.433 €	10	183.150 €	C	SI	SI?	Conveniente	SI

IMP.ELE.02	1.626 €	10	43.806 €	D	NO	SI	Conveniente	NO
IMP.ELE.03	n.d.	10	4.614 €	D	SI	SI	Da valutare singolarmente	
IMP.ELE.04	1.300 €	15	219.779 €	D	SI	SI	Conveniente	ipotizzato l'installazione di inverter sui motori delle UTA
IMP.ELE.05	1.582 €	10	18.315 €	D	SI	SI	Conveniente	SI
RIN.01	2.400 €	20	366.299 €	C	NO	NO	Conveniente	NO
RIN.02	30.000 €	20	178.264 €	D	SI	NO	Conveniente	NO
GEST.01	10.404 €	20	73.260 €	D	SI	SI	Conveniente	NO, è già presente una regolazione per singola zona
GEST.02	10.000 €	5	19.123 €	D	SI	SI	Conveniente	SI, ma non è stato inserito come scheda intervento successiva in quanto è sempre consigliabile, indipendentemente dall'immobile
GEST.03	15.823 €	10	34.333 €	D	SI	SI	Conveniente	SI, incluso nel BMS
GEST.04	94.941 €	10	105.400 €	D	SI	SI, previa valutazione	Conveniente	SI, incluso nel BMS
GEST.05	2.890 €	10	7.382 €	D	SI	SI	Conveniente	SI, incluso nel BMS

Vista la valenza storica dell'immobile ed i vincoli presenti, risulta molto difficile agire sull'involucro edilizio. L'impossibilità di variare i prospetti, la conformazione della copertura (a falda) e la presenza della corte interna rendono praticamente impossibile l'installazione di pannelli solari.

Si è valutata la sostituzione delle pompe di calore esistenti con altre più efficienti, ma, essendo le pompe presenti non vetuste e tuttora ben funzionanti, il risparmio conseguibile risultava esiguo rispetto all'investimento necessario, rendendo l'intervento scarsamente interessante.

Il consumo relativo alla produzione di ACS è inferiore al 5% del consumo totale dell'immobile, il che rende poco interessante agire sull'efficientamento dell'impianto di produzione di ACS.

L'impianto presente, funzionante a tutt'aria, rende difficoltoso intervenire sull'efficienza dello stesso.

Infine, avendo l'edificio subito una recente ristrutturazione edilizia, non si sono ritenute necessarie opere di manutenzione preliminari all'esecuzione degli interventi di efficientamento proposti.

8.2 Interventi fattibili

EEM1: Installazione di illuminazione LED

Rispondenza agli indirizzi tecnici del PON - METRO							
SISTEMI SMART DI CONTROLLO E GESTIONE IMPIANTI	SOSTENIBILITÀ ECONOMICO/ FINANZIARIA	ADEGUATO SISTEMA DI MONITORAGGIO	INTEGRAZIONE DEI SISTEMI DI RILEVAZIONE/ CONTROLLO CONSUMI	REPLICABILITÀ DELLE OPERAZIONI	MIGLIORAMENTO DELLA CLASSE ENERGETICA	ENERGIA DA FONTE RINNOVABILE	UTILIZZO DI MATERIALI ECOSOSTENIBILI
							

Descrizione

Figura 8.1 – Particolare delle lampade in sostituzione

La misura prevede la sostituzione delle lampade esistenti con lampade ad alta efficienza con lo scopo di ridurre il consumo di energia per l'illuminazione. Una maggiore efficienza implica, a parità di lumen, una minore potenza e una riduzione del calore emesso in ambiente. Nel periodo estivo tutto questo si traduce anche in un risparmio di energia dell'impianto di climatizzazione.



È consigliabile prevedere un progetto illuminotecnico degli spazi, in modo da comprendere come possa essere gestita l'illuminazione in termini di comfort e guidare la scelta degli apparecchi in modo ottimale. In generale, grazie alle prestazioni ottenibili dalle lampade a LED installate in sostituzione, le prestazioni illuminotecniche possono essere mantenute.

Si prevede la sostituzione dei corpi illuminanti secondo il criterio della sostituzione puntuale (1 a 1). Ci si assicura inoltre che la potenza delle lampade LED installate sia inferiore al 50% della potenza delle lampade sostituite così da poter accedere al conto termico.

Le plafoniere incassate a fluorescenza (4x18) verranno sostituite con plafoniere LED con potenza massima di 36W, facilmente adattabili e installabili. I faretto con lampade a basso consumo saranno mantenuti e verrà sostituita solamente la lampada con una lampadina LED con stesso attacco e potenza inferiore.

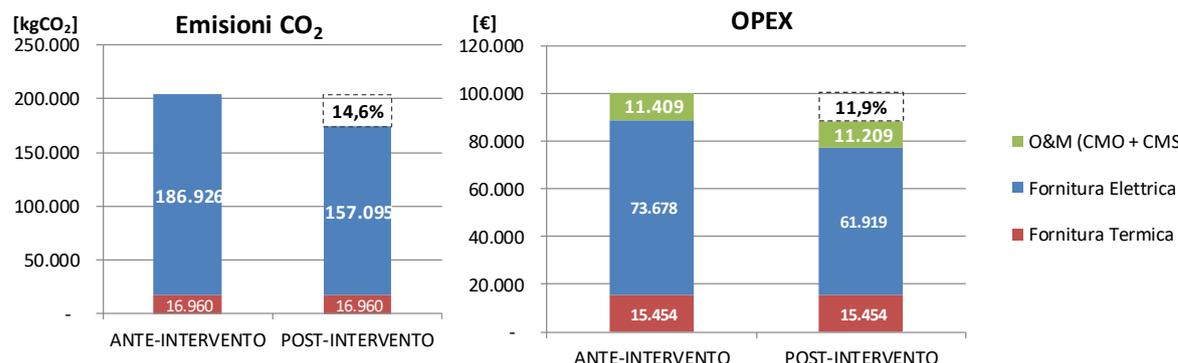
Prestazioni raggiungibili

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

Sono stati considerati anche risparmi relativi alle spese di manutenzione, in quanto, considerando la vita utile delle plafoniere LED proposte (50.000 h di funzionamento) ed un funzionamento pari a 2.500 ore annuali, non sono previste sostituzioni nell'arco della vita utile dell'intervento (8 anni).

Tabella 8.1 – Risultati analisi EEM1 – installazione illuminazione LED

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
EM1 - consumo e.e. Illuminazione	[kWh]	124.346	62.173	50,0%
Q _{baseline}	[kWh]	83.959	83.959	0,0%
EE _{baseline}	[kWh]	400.271	336.391	16,0%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	16.960	16.960	0,0%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	186.926	157.095	16,0%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	203.886	174.054	14,6%
Fornitura Elettrica riscaldamento, C _Q	[€]	15.454	15.454	0,0%
Fornitura Elettrica, C _{EE}	[€]	73.678	61.919	16,0%
Fornitura Energia, C_E	[€]	89.132	77.374	13,2%
C _{MO}	[€]	10.268	10.268	0,0%
C _{MS}	[€]	1.141	941	17,5%
O&M (C _{MO} + C _{MS})	[€]	11.409	11.209	1,8%
OPEX	[€]	100.541	88.583	11,9%
Classe energetica	[-]	D	D	+0 classi

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

EEM2: Installazione di sensoristica per la regolazione dell'illuminazione

Rispondenza agli indirizzi tecnici del PON - METRO							
SISTEMI SMART DI CONTROLLO E GESTIONE IMPIANTI	SOSTENIBILITÀ ECONOMICO/ FINANZIARIA	ADEGUATO SISTEMA DI MONITORAGGIO	INTEGRAZIONE DEI SISTEMI DI RILEVAZIONE/ CONTROLLO CONSUMI	REPLICABILITÀ DELLE OPERAZIONI	MIGLIORAMENTO DELLA CLASSE ENERGETICA	ENERGIA DA FONTE RINNOVABILE	UTILIZZO DI MATERIALI ECOSOSTENIBILI
							

Descrizione

La misura prevede l'installazione di un sistema di regolazione dell'impianto di illuminazione con lo scopo di ridurre il consumo di energia limitando lo spreco dovuto all'illuminazione di zone e locali inoccupati

Si prevede l'installazione in ogni ambiente di un modulo dotato di sensore di presenza e movimento, e di gestione della potenza illuminante con attenuazione e spegnimento della stessa. Questo modulo integrato non necessita di una centralina di controllo e consente di comandare fino a 8 punti luce.

Prestazioni raggiungibili

I miglioramenti ottenibili tramite l'attuazione della EEM2 sono riportati nella Tabella 8.2 e nella Figura 8.3.

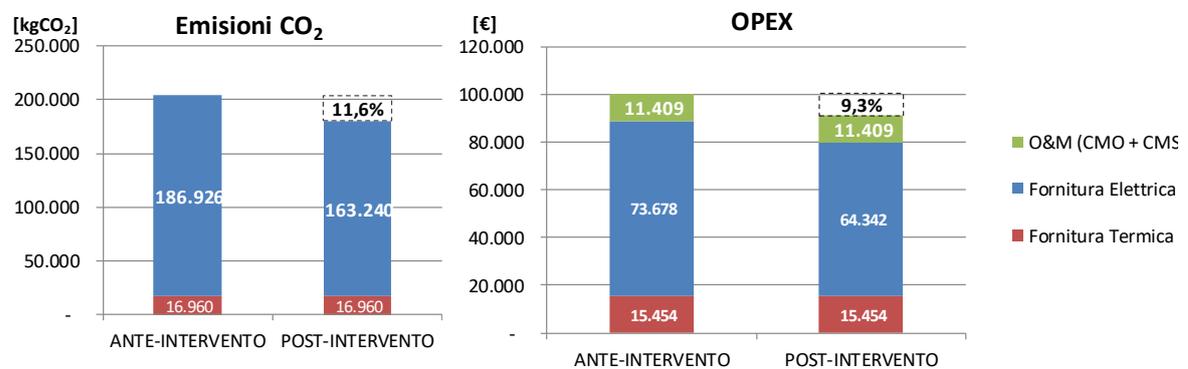
L'installazione del sistema di sensoristica incide sulla manutenzione poiché permette di avere un utilizzo ridotto degli apparecchi illuminanti, che contribuisce ad allungarne la vita. Tuttavia, l'installazione di nuovi elementi, fa sì che essi necessitino di opere di manutenzione aggiuntiva rispetto allo stato attuale. Questi due effetti si bilanciano col risultato di scarse variazioni sui costi di manutenzione.

Tabella 8.2 – Risultati analisi EEM1 – installazione illuminazione LED

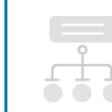
CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
EM2 fabbisogno EPL	[W/m ² K]	73,1	41,9	42,7%
Q _{baseline}	[kWh]	83.959	83.959	0,0%
EE _{baseline}	[kWh]	400.271	349.550	12,7%
Emiss. CO ₂ Termico	[kgCO ₂]	16.960	16.960	0,0%

Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	186.926	163.240	12,7%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	203.886	180.200	11,6%
Fornitura Elettrica riscaldamento, C _Q	[€]	15.454	15.454	0,0%
Fornitura Elettrica, C _{EE}	[€]	73.678	64.342	12,7%
Fornitura Energia, C_E	[€]	89.132	79.796	10,5%
C _{MO}	[€]	10.268	10.268	0,0%
C _{MS}	[€]	1.141	1.141	0,0%
O&M (C _{MO} + C _{MS})	[€]	11.409	11.409	0,0%
OPEX	[€]	100.541	91.205	9,3%
Classe energetica	[-]	D	D	+0 classi

Figura 8.3 – EEM1: Riduzione dei costi operativi e delle emissioni di CO2 a partire dalla baseline



EEM3: Installazione di pellicole solari sugli infissi

Rispondenza agli indirizzi tecnici del PON - METRO							
SISTEMI SMART DI CONTROLLO E GESTIONE IMPIANTI	SOSTENIBILITÀ ECONOMICO/ FINANZIARIA	ADEGUATO SISTEMA DI MONITORAGGIO	INTEGRAZIONE DEI SISTEMI DI RILEVAZIONE/ CONTROLLO CONSUMI	REPLICABILITÀ DELLE OPERAZIONI	MIGLIORAMENTO DELLA CLASSE ENERGETICA	ENERGIA DA FONTE RINNOVABILE	UTILIZZO DI MATERIALI ECOSOSTENIBILI
							

Descrizione

La misura prevede l'installazione di pellicole solari spettro selettive, che riducono le radiazioni entranti dalle superfici vetrate garantendo elevata trasparenza e basso impatto visivo.

Questo tipo innovativo di pellicole garantisce, a differenza delle pellicole oscuranti o riflettenti, un basso impatto visivo. Per tale motivo potrebbe essere possibile, previo parere della sovrintendenza, installarle sull'edificio, seppur soggetto a vincoli architettonici.



Si prevede l'installazione delle pellicole su tutte le superfici vetrate, ad eccezione di quelle esposte a Nord. La schermatura del calore solare favorisce la climatizzazione estiva, abbassando il fabbisogno

necessario per il raffrescamento. Inoltre, il blocco dei raggi UV evita lo scolorimento e il degrado dei beni presenti all'interno dell'edificio.

Prestazioni raggiungibili

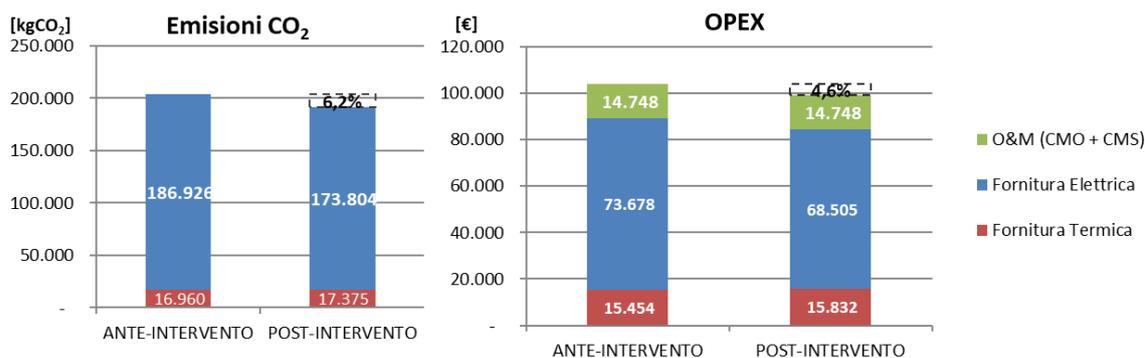
I miglioramenti ottenibili tramite l'attuazione della EEM2 sono riportati nella Tabella 8.3 – Risultati analisi EEM4 – installazione e nella Figura 8.4 – EEM4: Riduzione dei costi operativi e delle emissioni di CO₂ a partire dalla baseline.

L'installazione di pellicole solari non influisce sulle opere di manutenzione, in quanto la pulizia degli infissi verrà effettuata con le medesime tempistiche e metodologie già in uso.

Tabella 8.3 – Risultati analisi EEM4 – installazione pellicole solari

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
Q _{baseline}	[kWh]	83.959	86.013	-2,4%
EE _{Baseline}	[kWh]	400.271	372.171	7,0%
Emiss. CO ₂ Termico	[kgCO ₂]	16.960	17.375	-2,4%
Emiss. CO ₂ Elettrico	[kgCO ₂]	186.926	173.804	7,0%
Emiss. CO₂ TOT	[kgCO₂]	203.886	191.178	6,2%
Fornitura Elettrica riscaldamento, C _Q	[€]	15.454	15.832	-2,4%
Fornitura Elettrica, C _{EE}	[€]	73.678	68.505	7,0%
Fornitura Energia, C_E	[€]	89.132	84.338	5,4%
C _{MO}	[€]	11.651	11.651	0,0%
C _{MS}	[€]	3.097	3.097	0,0%
O&M (C _{MO} + C _{MS})	[€]	14.748	14.748	0,0%
OPEX	[€]	103.880	99.085	4,6%
Classe energetica	[-]	D	D	+0 classi

Figura 8.4 – EEM4: Riduzione dei costi operativi e delle emissioni di CO₂ a partire dalla baseline

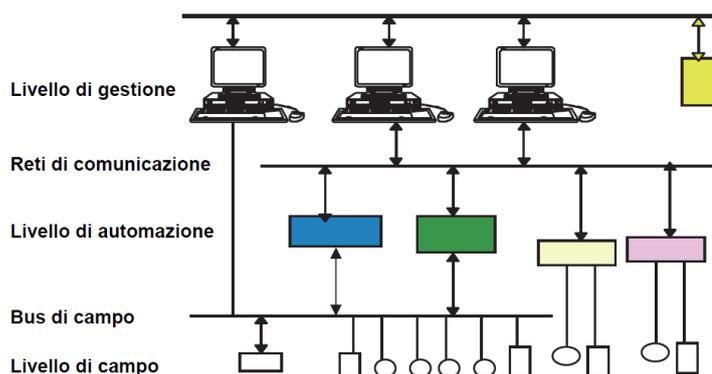


EEM4: Installazione di un sistema di automazione integrato

Rispondenza agli indirizzi tecnici del PON - METRO							
SISTEMI SMART DI CONTROLLO E GESTIONE IMPIANTI	SOSTENIBILITÀ ECONOMICO/ FINANZIARIA	ADEGUATO SISTEMA DI MONITORAGGIO	INTEGRAZIONE DEI SISTEMI DI RILEVAZIONE/ CONTROLLO CONSUMI	REPLICABILITÀ DELLE OPERAZIONI	MIGLIORAMENTO DELLA CLASSE ENERGETICA	ENERGIA DA FONTE RINNOVABILE	UTILIZZO DI MATERIALI ECOSOSTENIBILI
							

Descrizione

L'intervento prevede l'installazione di un sistema di automazione dell'impianto di climatizzazione ed illuminazione presente congiuntamente all'installazione di un sistema informatizzato per il monitoraggio e controllo dei consumi.

**Automazione del sistema di climatizzazione, ventilazione e illuminazione:**

Il risparmio energetico è ottenuto grazie alla capacità del sistema di adeguarsi alle condizioni reali istantanee di utilizzo del locale (apporti di calore legati a presenza di persone, apparecchiature che emettono calore, irraggiamento solare, etc.). La presenza di un sistema elettronico che comanda LE bocchette di areazione parzializzabili, ottimizza la precisione del controllo e l'efficacia delle azioni. Inoltre, la presenza di più sonde e la possibilità di integrare la programmazione oraria permette di adattare il comfort alle reali condizioni di utilizzo previsto. Infine, il sistema, rilevando il reale utilizzo del locale (presenza persone, apertura serramenti, etc.) adegua il comfort, interrompendo - o mettendole in uno stato di basso consumo- la ventilazione e la climatizzazione in caso di assenza persone o apertura serramenti esterni. I regolatori sono dotati di connessione seriale per comunicare con altri controllori e verso il sistema BAC.

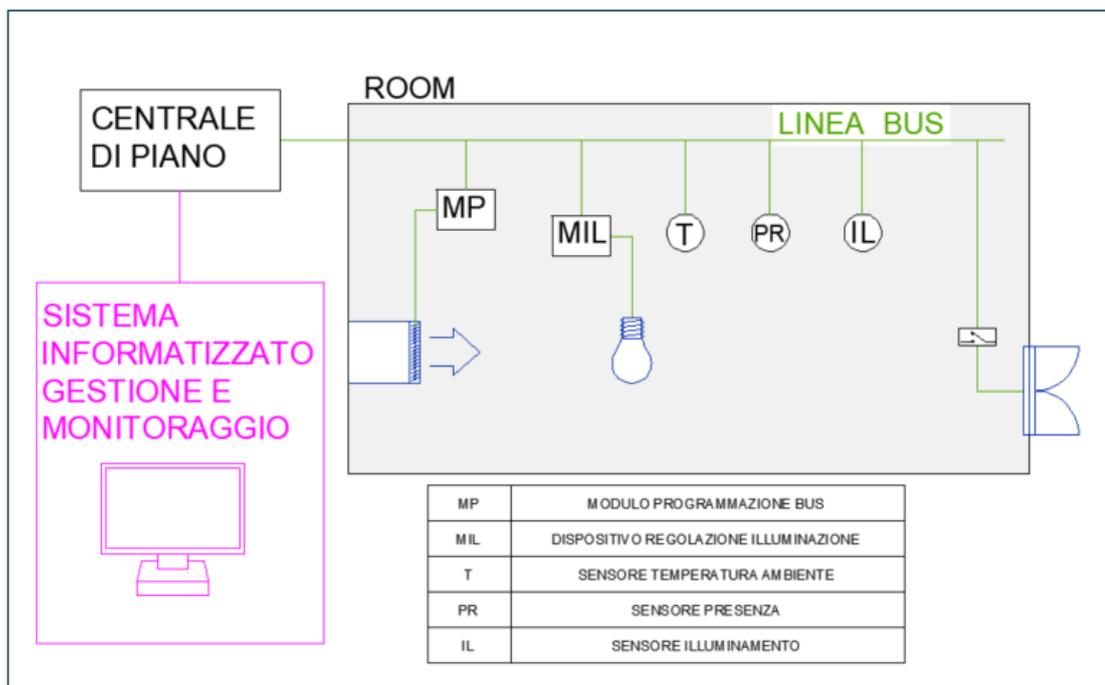


Figura 8.5 Schema a blocchi intervento di Building Automation System

L'intervento prevede l'installazione di una linea di trasmissione dati BUS grazie alla quale sarà possibile la comunicazione tra i sensori installati in ambiente e i sistemi di regolazione e attuazione sugli impianti. Saranno quindi installate le seguenti componenti:

Sensori di Temperatura, laddove quelli già presenti non risultassero compatibili, per comandare la regolazione della climatizzazione;

Sensori di presenza, per valutare l'effettivo utilizzo della stanza e comandare il sistema di illuminazione e climatizzazione;

Sensori di apertura delle finestre, per comandare l'attenuazione o lo spegnimento del sistema di ventilazione/climatizzazione in caso di apertura delle stesse;

Modulo BUS per la programmazione (tempi e operatori logici) dei sistemi di illuminazione, climatizzazione e ventilazione e la regolazione degli stessi;

Centrale BUS di piano, collegata con tutti i sistemi di campo, con programmazione customizzabile, in collegamento col sistema informatizzato per il monitoraggio dei parametri di comfort e segnalazione dello stato e dell'utilizzo degli impianti.

Sistema informatizzato per la gestione ed il monitoraggio dei consumi

Il sistema prevede:

- un sistema informatizzato per la gestione consumi per visualizzare, analizzare e valutare l'andamento degli stessi e supportare l'utente gestendo e mettendo in relazione i dati relativi ai costi con le informazioni aggiornate dei servizi di facility ed il portafoglio immobiliare, confrontando le spese di energia rispetto al budget o ai dati di consumo di benchmarking;
- un sistema di monitoraggio delle condizioni di comfort interno degli ambienti, col fine di migliorare la sensazione di benessere percepita e ridurre i consumi legati ad un'erronea regolazione;
- un sistema di monitoraggio dei consumi elettrici, grazie all'installazione di multimetri all'interno dei quadri elettrici che consentono la visualizzazione istantanea dell'energia elettrica assorbita (1 multimetro per ogni quadro di piano più un multimetro per ogni linea di alimentazione delle UTA);
- un sistema di supervisione degli impianti da associare alle sonde.

Grazie all'installazione dei sistemi di campo per l'automazione degli impianti, il sistema riuscirà a visualizzare lo stato di regolazione in atto, e i consumi associati a ciascun sistema, divisi nelle principali utilizzazioni:

1. Consumi per il raffrescamento e il riscaldamento (Multimetri già installati a monte dei gruppi frigo in copertura);
2. Consumi per la ventilazione (Multimetri che verranno installati a monte di ciascuna UTA);
3. Altro (Consumi per illuminazione, FEM, altro)

Prestazioni raggiungibili

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

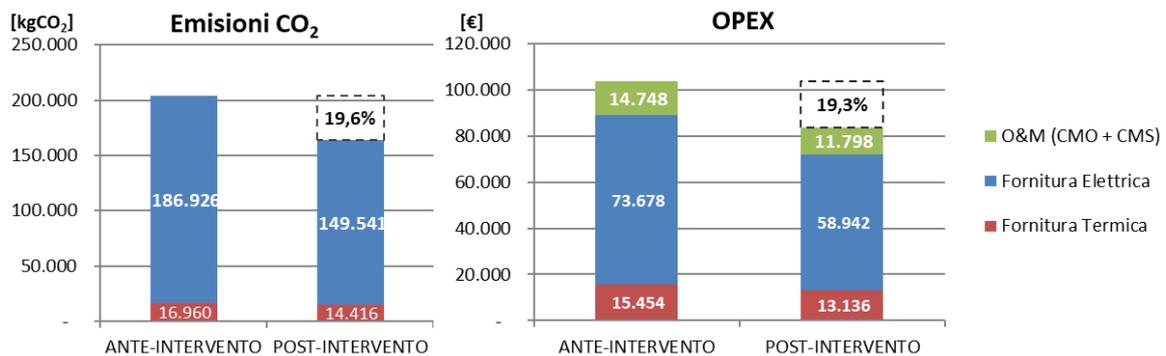
Il software Termo si basa principalmente sulla norma UNI 11300, e risulta carente nella simulazione dei benefici ottenibili con un sistema di Building Automation. Per tale motivo i risparmi conseguibili sono stati calcolati utilizzando le linee guida della norma UNI EN 15232, utilizzando, in particolare, il metodo dei fattori.

L'installazione di un sistema di questo tipo riesce ad ottimizzare l'utilizzo di tutti i sistemi a cui viene connesso (di climatizzazione, illuminazione, areazione). Di conseguenza, ottimizzandone l'uso e riducendo gli sprechi, la vita tecnologica di questi ultimi ne beneficia, con un conseguente risparmio sulle manutenzioni ordinarie e straordinarie: un sistema più efficiente è difatti meno utilizzato e dunque necessita di minori interventi di manutenzione.

Tabella 8.4 – Risultati analisi EEM4 – Building Automation e monitoraggio dei consumi

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
Classe BACS	[W/m²K]	B/C	A/B	-
Q _{baseline}	[kWh]	83.959	71.365	15,0%
EE _{baseline}	[kWh]	400.271	320.217	20,0%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	16.960	14.416	15,0%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	186.926	149.541	20,0%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	203.886	163.957	19,6%
Fornitura Elettrica riscaldamento, C _Q	[€]	15.454	13.136	15,0%
Fornitura Elettrica, C _{EE}	[€]	73.678	58.942	20,0%
Fornitura Energia, C_E	[€]	89.132	72.078	19,1%
C _{MO}	[€]	11.651	9.320	20,0%
C _{MS}	[€]	3.097	2.478	20,0%
O&M (C _{MO} + C _{MS})	[€]	14.748	11.798	20,0%
OPEX	[€]	103.880	83.876	19,3%
Classe energetica	[-]	D	D	+0 classi

Figura 8.6 – EEM1: Riduzione dei costi operativi e delle emissioni di CO2 a partire dalla baseline



8.3 Combinazioni di interventi fattibili e classi energetiche raggiungibili

A seguito dell'analisi dei singoli interventi fattibili, si è valutata la combinazione degli stessi al fine di ottenere il maggior incremento di classe energetica possibile.

Tutti gli interventi proposti sono compatibili tra loro. I risultati dell'analisi di compatibilità e miglioramento energetico sono riportati nella tabella seguente:

INTERVENTO	CLASSE RAGGIUNTA
EEM1 + EEM2	D
EEM1 + EEM3	D
EEM1 + EEM4	D
EEM2 + EEM3	D
EEM2 + EEM4	NON COMPATIBILI
EEM3 + EEM4	D
EEM1 + EEM3 + EEM4	D

Nessuna combinazione di 2 interventi riesce ad alzare la classe energetica attuale dell'immobile.

Inoltre, l'intervento 2 e l'intervento 4 non sono compatibili, in quanto l'intervento 4 include già al suo interno un sistema di regolazione dell'illuminazione.

Nell'ipotesi di effettuare tutti gli interventi contemporaneamente si otterrebbe comunque una classe energetica pari a D, e dunque nessun incremento della stessa.

Occorre osservare che la realizzazione di un sistema di gestione integrato "building Automation" (intervento EEM4) non risulta modellabile con il software di calcolo attualmente in uso. Pertanto, la classe energetica post intervento potrebbe essere opportunamente ricalcolata a valle del risparmio conseguito allineando i risultati ottenuti dal software con il consumo storico post-intervento, ma non può essere valutata preventivamente.

9 VALUTAZIONE ECONOMICO-FINANZIARIA

9.1 Analisi dei Costi dei singoli interventi migliorativi considerati fattibili

EEM1: Installazione di illuminazione LED

Nella Tabella 9.1 è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 1, che consiste nella sostituzione dei corpi illuminanti attualmente presenti con corpi illuminanti a LED.

La realizzazione di tale intervento consentirebbe l'ottenimento degli incentivi previsti dal conto termico 2.0 erogati dal GSE (intervento 1.F - art. 4, comma 1, lettera f). Le spese incentivabili per tale intervento prevedono la fornitura e messa in opera dei sistemi di illuminazione, gli adeguamenti dell'impianto elettrico (compresa la messa a norma), lo smontaggio e la dismissione di quanto eventualmente già presente e le prestazioni professionali connesse alla realizzazione.

L'incentivo è stato calcolato secondo le indicazioni fornite del GSE. L'incentivo totale cumulato per gli anni di godimento è pari al 40% delle spese sostenute ammissibili, fermo restando il rispetto di costi massimi unitari e del massimale di incentivo previsto.

$$I_{tot} = 40\% \cdot C \cdot S_{int}$$

con

- $I_{tot} \leq I_{max}$
- I_{tot} : incentivo totale dell'intervento cumulato per l'intera durata, che verrà ripartito e corrisposto in 5 rate annuali costanti, oppure, in un'unica soluzione per gli aventi diritto (le PAe le ESCo che operano per loro conto, ad esclusione delle Cooperative di abitanti e delle Cooperative sociali).
- I_{max} : valore massimo raggiungibile dall'incentivo totale (tabella 5 del Decreto)
- %spesa: percentuale incentivata della spesa totale sostenuta per l'intervento (tabella 5 del Decreto).
- S_{int} : superficie¹² oggetto dell'intervento (m²)
- $C = (\text{spesa sostenuta in €}) / (\text{superficie oggetto di intervento})$, costo specifico sostenuto
- C_{max} : è il valore massimo di C ed è definito dalla tabella 5 del Decreto. Qualora il costo specifico dell'intervento (C) superi il valore di C_{max} , il calcolo dell'incentivo (I_{tot}) viene effettuato con C_{max}

COSTI MASSIMI UNITARI E MASSIMALI DI INCENTIVO PER INSTALLAZIONE LED		
Tipologia di intervento	Costo massimo ammissibile (C _{max})	Valore massimo dell'incentivo (I _{max}) [€]
Sostituzione di corpi illuminanti comprensivi di lampade per l'illuminazione degli interni e delle pertinenze esterne – installazione di lampade a led	35 €/m ²	70.000 €

Nel caso in cui il costo specifico sostenuto (€/m² di superficie oggetto di intervento) superasse il valore limite di 35€/m², si è calcolato l'incentivo totale in base al valore massimo dello stesso, moltiplicandolo per la superficie oggetto di intervento. Nel caso in cui l'investimento massimale superasse il valore limite, si è considerato come valido quest'ultimo (70.000 €).

Tabella 9.1 – Analisi dei costi della EEM1 – installazione illuminazione LED

DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO	TOTALE (IVA ESCLUSA)	IVA	TOTALE (IVA INCLUSA)
				[€/n° o €/m ²]	[€]	[€]	[€]
Plafoniera stagna rettangolare, corpo in policarbonato autoestingente, schermo in policarbonato autoestingente trasparente prismatico internamente, per installazione a parete, plafone o a sospensione, apparecchio con grado di protezione IP 66, lampade LED temperatura di colore 4000 K, alimentazione 230 V c.a.: bilampada: lunghezza 1.300 mm, 36 W, 5.830 lm	DEI Imp. Ele. 2016	432	cad	€ 117,57	€ 50.790,24	22%	€ 61.964,09
Lampada a led attacco E 14 o E 27, alimentazione 230 V c.a.: a goccia, smerigliata, fascio luminoso 300°, attacco E 27: potenza 16 W, temperatura di colore 3000 K, 1.525 lm	DEI Imp. Ele. 2016	167	cad	€ 15,38	€ 2.568,46	22%	€ 3.133,52
Costi per la sicurezza	-	4%	%		€ 2.031,61	22%	€ 2.478,56
Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%		€ 3.555,32	22%	€ 4.337,49
TOTALE (I₀)					58.945,63 €		71.913,66 €
Incentivi	[Conto termico]						€ 28.765,47
Durata incentivi							1

EEM2: Installazione di sensoristica per la regolazione dell'illuminazione

Nella Tabella 9.2 è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 2, che consiste nella applicazione di sensori di presenza e movimento per l'impianto di illuminazione.

Tabella 9.2 – Analisi dei costi della EEM2 – Installazione di sensoristica per la regolazione dell'illuminazione

DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO	TOTALE (IVA ESCLUSA)	IVA	TOTALE (IVA INCLUSA)
				[€/n° o €/m ²]	[€]	[€]	[€]
Rilevatore di movimento e presenza, fornisce un controllo automatico dell'illuminazione (on/off e dimmerazione), coninterfaccia DALI. Dati Tecnici - Corrente di commutazione 10 A, Area di rilevamento (massima altezza di montaggio h=3m): Movimento 8x8m; Presenza 4x4m Numero alimentatori collegabili 8 DALI Regolazione luminosità: 10..800lux Con regolazione della sensibilità Ritardo di spegnimento regolabile da 12 secondi a 35 minuti. Tensione di alimentazione 110.230V AC (50/60Hz) Montaggio in ambienti interni IP40 Intervallo di temperatura -10 - +50 °C Collegamento Terminali Push-in Installazione Controsoffitto soffitto	NP	95	cad	€ 188,20	€ 17.879,00	22%	€ 21.812,38
Costi per la sicurezza	-	4%	%		€ 872,50	22%	€ 1.064,44
Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%		€ 1.526,87	22%	€ 1.862,78
TOTALE (I₀– EEM2)					20.278,36 €		24.739,60 €

EEM3: Installazione pellicole solari sugli infissi

Nella Tabella 9.3 è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 3.

Tabella 9.3 – Analisi dei costi della EEM3 – Installazione di pellicole solari

DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO	TOTALE (IVA ESCLUSA)	IVA	TOTALE (IVA INCLUSA)
				[€/n° o €/m ²]	[€]	[€]	[€]
Pellicola selettiva ad alta resa, comprensiva del montaggio	NP	372,84	m2	€ 95,00	33.555,60 €	22%	40.937,83 €
Costi per la sicurezza	-	4%	%		1.342,22 €	22%	1.637,51 €
Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%		2.348,89 €	22%	2.865,65 €
TOTALE (I₀ – EEM2)					37.246,72 €	22%	45.440,99 €

EEM4: Building Automation e sistema informatizzato per monitoraggio consumi

Nella Tabella 9.4 è riportata l'analisi dei costi relativi alle EEM 4.

La realizzazione di tale intervento consentirebbe l'ottenimento degli incentivi previsti dal conto termico 2.0 erogati dal GSE (intervento 1.G). Le spese incentivabili per tale intervento includono la fornitura e messa in opera di sistemi di building automation, l'adeguamento dell'impianto elettrico e dell'impianto di climatizzazione invernale ed estiva e le prestazioni professionali connesse alla realizzazione.

L'incentivo è stato calcolato secondo le indicazioni fornite del GSE. L'incentivo totale cumulato per gli anni di godimento è pari al 40% delle spese sostenute ammissibili, fermo restando il rispetto di costi massimi unitari e del massimale di incentivo previsto.

$$I_{tot} = 40\% * C * Sint$$

con

- $I_{tot} \leq I_{max}$
- I_{tot} : incentivo totale dell'intervento cumulato per l'intera durata, che verrà ripartito e corrisposto in 5 rate annuali costanti, oppure, in un'unica soluzione per gli aventi diritto (le PAe le ESCo che operano per loro conto, ad esclusione delle Cooperative di abitanti e delle Cooperative sociali).
- I_{max} : valore massimo raggiungibile dall'incentivo totale (tabella 5 del Decreto)
- %spesa: percentuale incentivata della spesa totale sostenuta per l'intervento (tabella 5 del Decreto).
- Sint: superficie¹² oggetto dell'intervento (m²)
- $C = (\text{spesa sostenuta in €}) / (\text{superficie oggetto di intervento})$, costo specifico sostenuto
- C_{max} : è il valore massimo di C ed è definito dalla tabella 5 del Decreto. Qualora il costo specifico dell'intervento (C) superi il valore di C_{max} , il calcolo dell'incentivo (I_{tot}) viene effettuato con C_{max}

COSTI MASSIMI UNITARI E MASSIMALI DI INCENTIVO PER INSTALLAZIONE SISTEMI BMS		
Tipologia di intervento	Costo massimo ammissibile (C_{max})	Valore massimo dell'incentivo (I_{max}) [€]
Installazione di tecnologie di Building Automation	25 €/m ²	50.000

Nel caso in cui il costo specifico sostenuto (€/m² di superficie oggetto di intervento) superasse il valore limite di 25€/m², si è calcolato l'incentivo totale in base al valore massimo dello stesso, moltiplicandolo per la superficie oggetto di intervento. Nel caso in cui l'investimento massimo superasse il valore limite, si è considerato come valido quest'ultimo (50.000 €).

Tabella 9.4 – Analisi dei costi della EEM4 – Building Automation e sistema informatizzato per gestione e monitoraggio consumi

DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO	TOTALE		TOTALE
				[€/n° o €/m ²]	(IVA ESCLUSA) [€]	IVA [€]	(IVA INCLUSA) [€]
Centrale da parete per impianti tipo BUS EIB/KNX, con monitor LCD monocromatico, per automazione, antintrusione, controllo carichi e climatizzazione con funzione di cronotermostato; per la diagnostica, gestione e configurazione delle funzioni dei singoli dispositivi di sistema, in contenitore modulare per scatola da incasso, programmi giornalieri e settimanali, programma astronomico, tempi di commutazione a programmazione libera e tempi astronomici preprogrammati, connessione individuale dei canali del timer alle uscite mediante selettore posizionamento degli attuatori e trasmissione dei valori di regolazione, tempi di blocco per sopprimere segnali di luminosità o crepuscolo da sensore, tempi di blocco astronomici per spostare l'orario di apertura e chiusura di tapparelle/tende avvolgibili, commutazione automatica orario estivo/invernale, compresa l'attivazione dell'impianto, per: linea BUS fino a 128 dispositivi, alimentazione 20-30 V c.c.	dei	7	cad	3.206,00 €	22%	3.911,32 €	3.206,00 €
Modulo per la programmazione di sistemi di automazione su linea BUS, alimentazione da linea BUS, 4 led di segnalazione, pulsante per programmazione indirizzo fisico, standard EIB/KNX conforme norma EN 50090, compresa l'attivazione dell'impianto: programmazione tempi e operatori logici	dei	103	cad	48.740,95 €	22%	59.463,96 €	48.740,95 €
Dispositivo di regolazione illuminamento automatico con multi sensore di luminosità e presenza, comandato e controllato da pulsante normalmente aperto, questo escluso, installabile in parallelo ad altri dispositivi di regolazione (fino a 4), installato ad incasso a soffitto, altezza installazione 3 m, area coperta di raggio 3,5 m, alimentazione 230 V c.a., per controllo flusso luminoso di lampade alimentate da: reattori regolabili 1-10 V, fino ad un massimo di 20	dei	154,5	cad	15.851,45 €	22%	19.338,77 €	15.851,45 €
Trasmettitore senza fili per porte e finestre comprensivo di magnete, in materiale plastico, antenna integrata, sistema di supervisione ad intervalli di tempo, indicazione led di trasmissione e basso livello batteria, frequenza di funzionamento 868 MHz, alimentazione in c.c. con batteria al litio da 3 V	dei	131	cad	10.115,99 €	22%	12.341,51 €	10.115,99 €
Interfaccia universale per l'invio sulla linea BUS di segnali provenienti da dispositivi tradizionali, e di segnalazione, pulsante per programmazione indirizzo fisico, alimentazione da linea BUS, standard EIB/KNX conforme norma EN 50090, compresa l'attivazione dell'impianto: 4 canali	DEI	103	CAD	13.125,29 €	22%	16.012,85 €	13.125,29 €
Software Web Central Core Program per implementazione del sistema informativo di gestione consumi energetici	np	1		7.032,39 €	22%	8.579,52 €	7.032,39 €
Modulo Energy Management per gestione consumi energetici	np	1		8.037,68 €	22%	9.805,97 €	8.037,68 €
Licenze software (minimo 10 utenti concorrenti)	np	1		3.134,96 €	22%	3.824,65 €	3.134,96 €
Multimetro per monitoraggio linee monofase o singola trifase	np	14		784,00 €	22%	956,48 €	784,00 €
Trasformatori di corrente	np	28		616,00 €	22%	751,52 €	616,00 €
Convertitore LAN/seriale RS485	np	14		565,60 €	22%	690,03 €	565,60 €
Contenitore IP42	np	14		1.642,20 €	22%	2.003,48 €	1.642,20 €
Server Tower	np	1		1.800,00 €	22%	2.196,00 €	1.800,00 €

Monitor LED 23" con tastiera e mouse	np	1		170,00 €	22%	207,40 €	170,00 €
Tablet PC	np	2		1.200,00 €	22%	1.464,00 €	1.200,00 €
Licenza sw Windows Server	np	1		680,00 €	22%	829,60 €	680,00 €
Licenza sw Database	np	1		1.200,00 €	22%	1.464,00 €	1.200,00 €
Licenza sw Web Server con 2 client concorrenti	np	1		1.600,00 €	22%	1.952,00 €	1.600,00 €
Licenza sw SCADA da 500 tags	np	1		5.200,00 €	22%	6.344,00 €	5.200,00 €
Manodopera per configurazione	dei	79		3.950,00 €	22%	4.819,00 €	3.950,00 €
Costi per la sicurezza	-	4%	%	6.121,79 €	22%	7.468,58 €	6.121,79 €
Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%	10.713,13 €	22%	13.070,02 €	10.713,13 €
TOTALE (I₀ – EEM1)				142.281,43 €			173.583,34 €
Incentivi			[Conto termico]				69.433,34 €
Durata incentivi							1

9.2 Analisi di Convenienza dei singoli interventi migliorativi considerati fattibili

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

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

Gli indicatori economici d'investimento utilizzati sono:

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

Essi sono così definiti:

1) Tempo di ritorno semplice (TRS):

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

Dove:

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

2) Tempo di ritorno attualizzato (TRA):

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

Dove:

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

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

Dove:

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

3) Valore Attuale Netto (VAN) del progetto:

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

Dove:

- n sono gli anni di vita tecnica per la tecnologia di ciascuna EEM, o, 20anni per gli scenari.

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.

EEM1: Installazione illuminazione LED

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

Tabella 9.3 – Risultati dell'analisi di convenienza della EEM1– Installazione di illuminazione LED

PARAMETRO FINANZIARIO		U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	I_0	€	71.274
Oneri Finanziari % I_0	OF	[%]	3,0%
Aliquota IVA	%IVA	[%]	22,0%
Anno recupero erariale IVA	n_{IVA}	anni	3
Vita utile	n	anni	8
Incentivo annuo	B	€/anno	5.702
Durata incentivo	n_B	anni	5
Tasso di attualizzazione	i	[%]	3,5%

INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE CON INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS	5,9	3,6
Tempo di rientro attualizzato	TRA	7,0	3,9
Valore attuale netto	VAN	61	27.474
Tasso interno di rendimento	TIR	4,0%	17,2%
Indice di profitto	IP	0,00	0,39

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

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

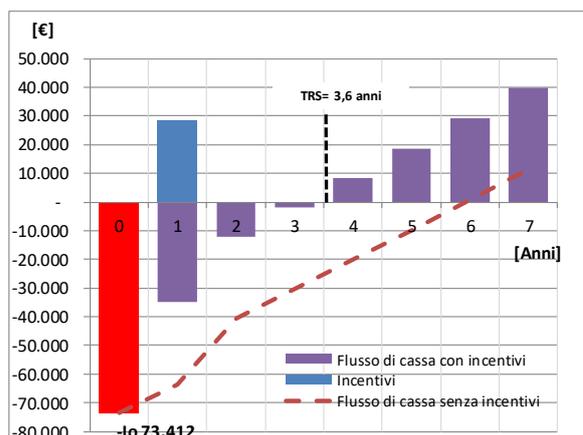
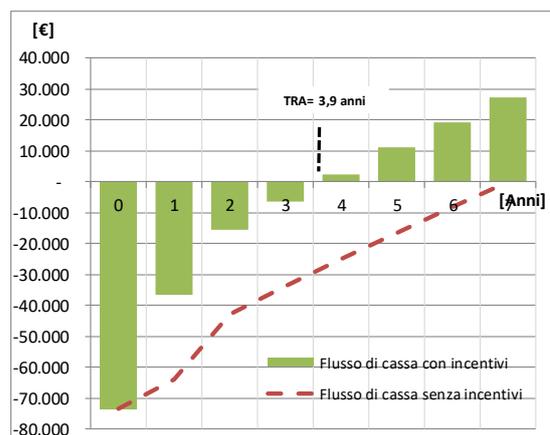


Figura 9.2 – EEM1: Flussi di Cassa Attualizzati, con e senza incentivi



Dall'analisi effettuata è emerso che l'investimento risulta buono e compatibile con la vita utile dello stesso, con un tempo di ritorno inferiore ai 4 anni.

EEM2: Installazione di sensoristica per la regolazione dell'illuminazione

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

Tabella 9.4 – Risultati dell'analisi di convenienza della EEM1– Installazione di illuminazione LED

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

INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE CON INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS	2,7	2,7
Tempo di rientro attualizzato	TRA	3,0	3,0
Valore attuale netto	VAN	26.748 €	26.748 €
Tasso interno di rendimento	TIR	28,9%	28,9%
Indice di profitto	IP	1,08	1,08

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

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

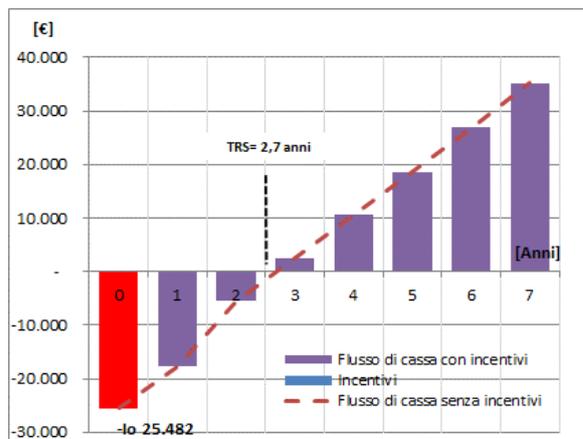
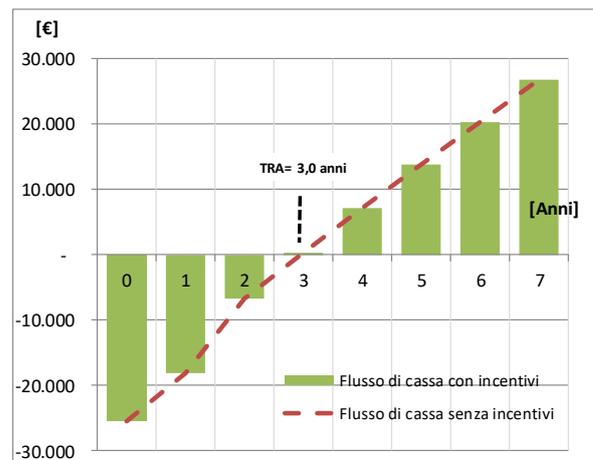


Figura 9.4 – EEM2: Flussi di Cassa Attualizzati, con e senza incentivi



Dall'analisi effettuata è emerso che l'investimento risulta buono e compatibile con la vita utile dello stesso, con un tempo di ritorno inferiore ai 4 anni.

EEM3: Installazione pellicole solari sugli infissi

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

Tabella 9.5 – Risultati dell'analisi di convenienza della EEM3– Installazione di pellicole sugli infissi

PARAMETRO FINANZIARIO		U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	I_0	€	45.441
Oneri Finanziari % l_0	OF	[%]	3,0%
Aliquota IVA	%IVA	[%]	22,0%
Anno recupero erariale IVA	n_{IVA}	anni	3
Vita utile	n	anni	15
Tasso di attualizzazione	i	[%]	3,5%
INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE CON INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS	2,7	9,3
Tempo di rientro attualizzato	TRA	3,0	11,9
Valore attuale netto	VAN	26.748 €	5.886
Tasso interno di rendimento	TIR	28,9%	6,0%
Indice di profitto	IP	1,08	0,13

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

Figura 9.5 –EEM2: Flussi di Cassa, con e senza incentivi

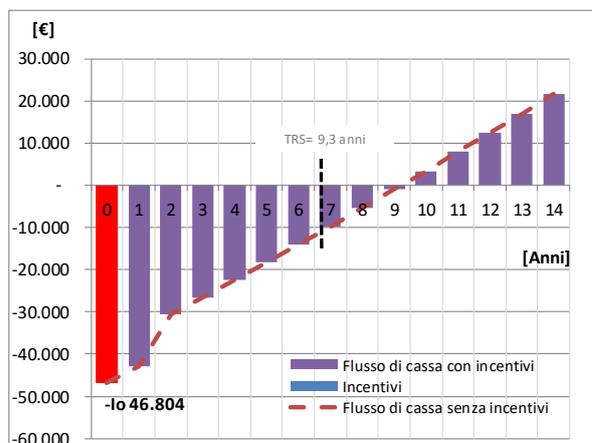
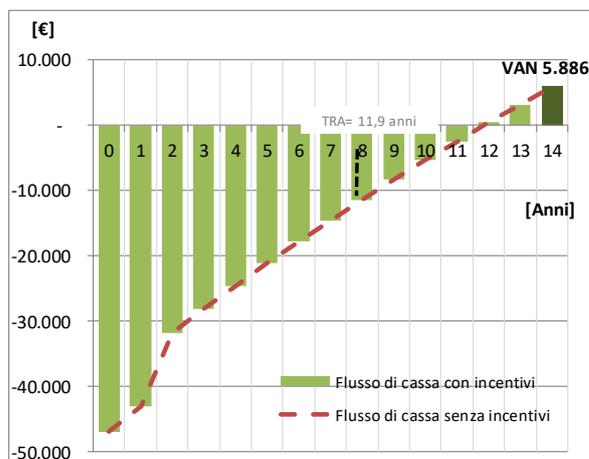


Figura 9.6 – EEM2: Flussi di Cassa Attualizzati, con e senza incentivi



Dall'analisi effettuata è emerso che l'investimento risulta poco conveniente, con tempi di ritorno lunghi rispetto alla vita utile dello stesso.

EEM4: Building Automation e sistema informatizzato sulla gestione e il monitoraggio dei consumi

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

Tabella 9.6 – Risultati dell'analisi di convenienza della EEM1– Installazione di illuminazione LED

PARAMETRO FINANZIARIO		U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	I_0	€	173.583
Oneri Finanziari % l_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	69.433
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	8,6	4,8
Tempo di rientro attualizzato	TRA	10,8	5,8
Valore attuale netto	VAN	87.831	154.594
Tasso interno di rendimento	TIR	9,6%	17,2%
Indice di profitto	IP	0,51	0,89

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

Figura 9.7 –EEM3: Flussi di Cassa, con e senza incentivi

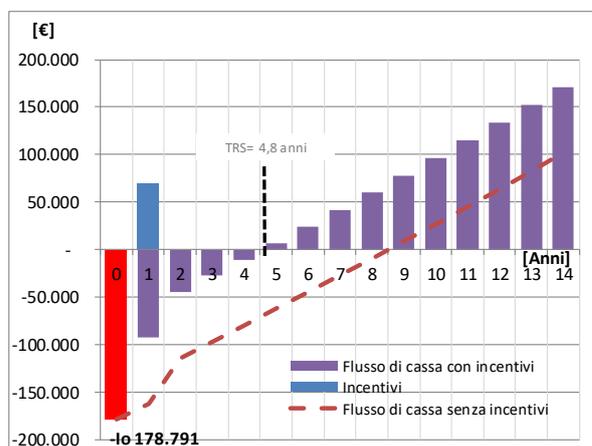
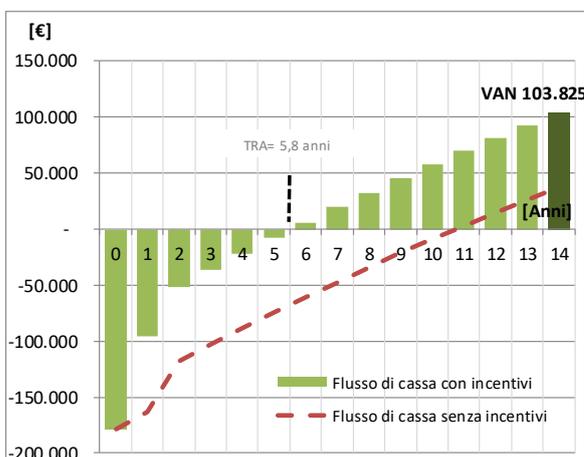


Figura 9.8 – EEM3: Flussi di Cassa Attualizzati, con e senza incentivi



Dall'analisi effettuata è emerso che l'investimento risulta buono e compatibile con la vita utile dello stesso, con un tempo di ritorno inferiore ai 6 anni.

Sintesi

La sintesi della valutazione economico – finanziaria delle EEM proposte è riportata nelle Tabella 9.7

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

	CON INCENTIVI											
	$\% \Delta_E$	$\% \Delta_{CO_2}$	ΔC_E	ΔC_{MO}	ΔC_{MS}	I_0	TRS	TRA	n	VAN	TIR	IP
	[%]	[%]	€/anno	€/anno	€/anno	€	[anni]	[anni]	[anni]	€	[%]	-
EEM 1	13%	15%	11.758 €	0	200,00 €	71.274 €	3,59	3,87	8	27.474 €	17%	0,39
EEM 2	10%	12%	9.336 €	0	0,00 €	24.740 €	2,73	2,96	8	26.748 €	29%	1,08
EEM 3	5%	6%	4.794 €	0	0,00 €	45.441 €	9,33	11,89	15	5.886 €	6%	0,13
EEM 4	19%	20%	17.054 €	0	619,40 €	173.583 €	4,82	5,80	15	154.594 €	17%	0,89
SCN 1	18%	20%	16.168 €	0	200,00 €	96.014 €	3,91	4,70	8	28.840 €	14%	0,30
SCN 2	33%	35%	29.606 €	0	819,40 €	290.298 €	5,64	6,73	15	150.398 €	14%	0,52

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

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

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 proposte, di cui sia stata accertata la fattibilità tecnica ed economica, che consentano preferibilmente un miglioramento del parametro di efficienza energetica dell'edificio.

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.

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

- Scenario ottimale A, (SCNA), per il quale è verificato il miglior rapporto qualità/prezzo;
- Scenario ottimale B, (SCNB), per il quale è verificato la migliore performance energetica senza tralasciare la convenienza economica dello stesso.

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.

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

- **Scenario A: Installazione di illuminazione LED e sensoristica:** Tale scenario consiste nella realizzazione di un impianto di illuminazione a LED e un sistema di sensoristica con rilevamento del movimento e della presenza.
- **Scenario B: Installazione di illuminazione Led, Building automation e sistema informatizzato per il monitoraggio e controllo dei consumi e installazione di pellicole solari:** Tale scenario consiste nell'installazione di un sistema di illuminazione LED, già prevista per lo scenario A, in aggiunta alla quale si prevede l'installazione di un sistema di regolazione automatica degli impianti di climatizzazione e illuminazione congiuntamente all'installazione di un sistema informatico per il

monitoraggio e controllo dei consumi. Si aggiunge inoltre l'installazione di pellicole solari sui vetri esposti non a Nord.

Scenario A: Installazione di illuminazione LED e sensoristica

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

Tabella 9.8 – Combinazione di EEM proposta per lo scenario A

VOCE INVESTIMENTO	TOTALE (IVA ESCLUSA)	IVA AI 22%	TOTALE (IVA INCLUSA)
	[€]	[€]	[€]
EEM1	58.945,63 €	22%	71.913,66 €
EEM2	20.278,36 €	22%	24.739,60 €
TOTALE (I₀)	79.223,99 €		96.653,26 €
VOCE INCENTIVO	DESCRIZIONE	TOTALE (IVA INCLUSA)	
		[€]	
Incentivi	Conto termico	28.510 €	
Durata incentivi		1	

I miglioramenti ottenibili tramite l'attuazione dello Scenario A sono riportati nella Tabella 9.9 e nella Figura 9.9

Tabella 9.9 – Risultati analisi SCN-A – Installazione di illuminazione LED e sensoristica

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE %
EM1 - consumo e.e. Illuminazione	[kWh]	124.346	62.173	50,0%
EM2 fabbisogno EPL	[W/m²K]	73,1	41,9	42,7%
Q _{teorico}	[kWh]	84.423	84.423	0,0%
E _{teorico}	[kWh]	389.576	304.085	21,9%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	16.960	16.960	0,0%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	186.926	145.906	21,9%
Emiss. CO2 Totale	[kgCO₂]	203.886	162.866	20,1%
Fornitura Termica, C _Q	[€]	15.454	15.454	0,0%
Fornitura Elettrica, C _{EE}	[€]	73.678	57.509	21,9%
Fornitura Energia, C_E	[€]	89.132	72.964	18,1%
Costo Manutenzione Ordinaria, C _{MO}	[€]	11.651	11.651	0,0%
Costo Manutenzione Straordinaria, C _{MS}	[€]	3.097	2.897	6,5%
Costo per O&M (C _M = C _{MO} + C _{MS})	[€]	14.748	14.548	1,4%
OPEX	[€]	103.880	87.511	15,8%
Classe energetica	[-]	D	D	+0 classi

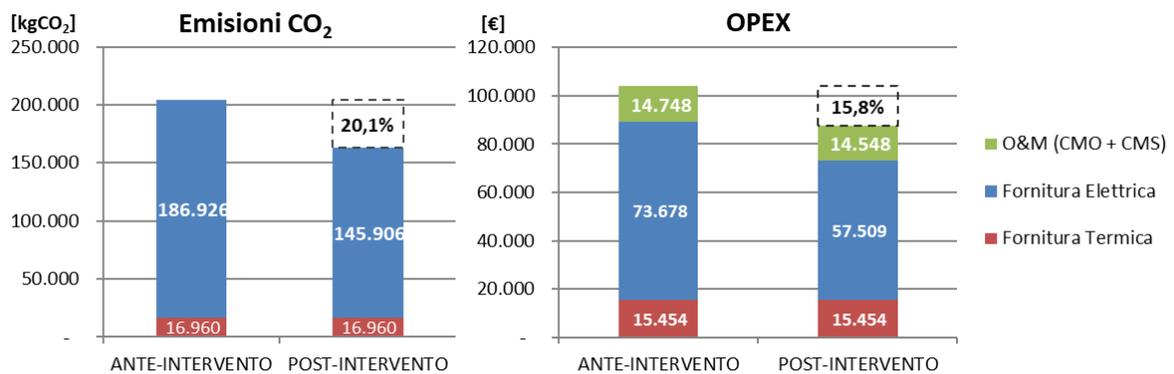
Figura 9.9 - SCN1: Riduzione dei costi operativi (OPEX) e delle emissioni di CO₂ a partire dalla baseline


Tabella 9.10 – Risultati dell’analisi di convenienza dello SCN-A– Installazione di illuminazione LED e sensoristica

PARAMETRO FINANZIARIO		U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	I₀	€	96.014
Oneri Finanziari % 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	28.510
Durata incentivo	n_B	anni	1
Tasso di attualizzazione	i	[%]	3,5%

INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE SENZA INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS	5,9	3,9
Tempo di rientro attualizzato	TRA	6,9	4,7
Valore attuale netto	VAN	113.234	140.647
Tasso interno di rendimento	TIR	15,8%	21,8%
Indice di profitto	IP	1,18	1,46

I flussi di cassa rappresentativi dell’analisi sono riportati nelle Figura 9.1 e Figura 9.2 e nella Tabella 9.11

Figura 9.10 –SCN-A: Flussi di Cassa, con e senza incentivi

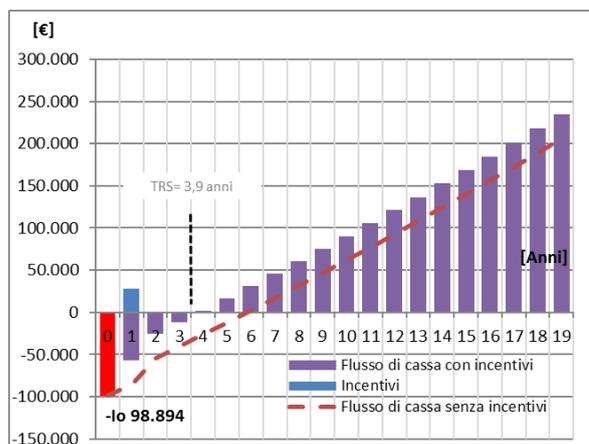


Figura 9.11 – SCN-A: Flussi di Cassa Attualizzati, con e senza incentivi

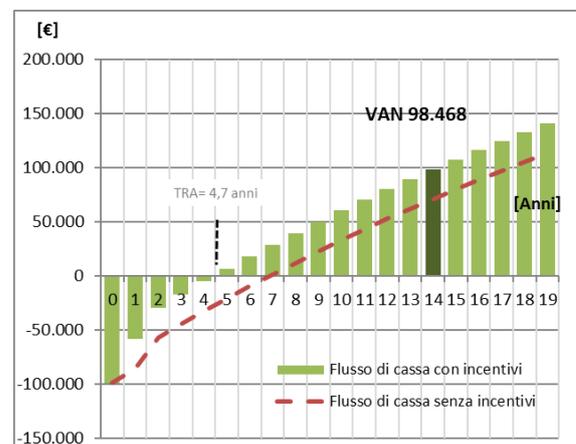


Tabella 9.11 – flussi di cassa annuali dello SCN-A– Installazione di illuminazione LED e sensoristica

Anno	CAPEX			RICAVI			Flusso di cassa con incentivi			
	Io	OF	Rimborso IVA	NCENTIVI	RISPARMI OPEX	Fattore di annualità	FCFO	FCC	FCA	FCCA
0	-96.014	-2.880	-			1,000	-98.894	-98.894	-98.894	-98.894
1			-	28.510	13.577	0,962	42.087	-56.807	40.468	-58.426
2			17.314	-	13.739	0,925	31.053	-25.754	28.710	-29.716
3			-	-	13.903	0,889	13.903	-11.851	12.360	-17.356
4			-	-	14.070	0,855	14.070	2.219	12.027	-5.329
5			-	-	14.238	0,822	14.238	16.456	11.702	6.373
6			-	-	14.408	0,790	14.408	30.864	11.387	17.760
7			-	-	14.580	0,760	14.580	45.444	11.080	28.840
8				-	14.754	0,731	14.754	60.199	10.781	39.621
9				-	14.931	0,703	14.931	75.129	10.490	50.111
10				-	15.109	0,676	15.109	90.239	10.207	60.318
11				-	15.290	0,650	15.290	105.528	9.932	70.250
12				-	15.473	0,625	15.473	121.001	9.664	79.914
13				-	15.658	0,601	15.658	136.659	9.404	89.318
14				-	15.845	0,577	15.845	152.504	9.150	98.468
15				-	16.034	0,555	16.034	168.538	8.903	107.371
16				-	16.226	0,534	16.226	184.764	8.663	116.034
17				-	16.420	0,513	16.420	201.184	8.430	124.464
18				-	16.616	0,494	16.616	217.800	8.202	132.666
19				-	16.815	0,475	16.815	234.615	7.981	140.647

Scenario B: illuminazione Led, Building automation e sistema informatizzato per il monitoraggio e controllo dei consumi e installazione di pellicole solari

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

Tabella 9.12 – Combinazione di EEM proposta per lo scenario A

VOCE INVESTIMENTO	TOTALE (IVA ESCLUSA)	IVA AI 22%	TOTALE (IVA INCLUSA)
	[€]	[€]	[€]
EEM1	58.945,63 €	22%	71.913,66 €
EEM3	37.246,72 €	22%	45.440,99 €
EEM4	142.281,43 €		173.583,34 €
TOTALE (Io)	237.949,39 €		290.298 €
VOCE INCENTIVO	DESCRIZIONE	TOTALE (IVA INCLUSA)	
		[€]	
Incentivi	Conto termico	97.943 €	
Durata incentivi		1	

I miglioramenti ottenibili tramite l'attuazione dello Scenario A sono riportati nella Tabella 9.9 e nella Figura 9.9

Tabella 9.13 – Risultati analisi SCN-B – Scenario A + Sistema informatico per il monitoraggio e a gestione dei consumi

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE %
$Q_{baseline}$	[kWh]	83.959	73.111	12,9%
$EE_{baseline}$	[kWh]	400.271	250.275	37,5%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	16.960	14.769	12,9%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	186.926	116.878	37,5%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	203.886	131.647	35,4%
Fornitura Termica, C_Q	[€]	15.454	13.458	12,9%
Fornitura Elettrica, C_{EE}	[€]	73.678	46.068	37,5%
Fornitura Energia, C_E	[€]	89.132	59.526	33,2%
C_{MO}	[€]	11.651	9.320	20,0%
C_{MS}	[€]	3.097	2.278	26,5%
O&M ($C_{MO} + C_{MS}$)	[€]	14.748	11.598	21,4%
OPEX	[€]	103.880	71.124	31,5%
Classe energetica	[-]	D	D	+0 classi

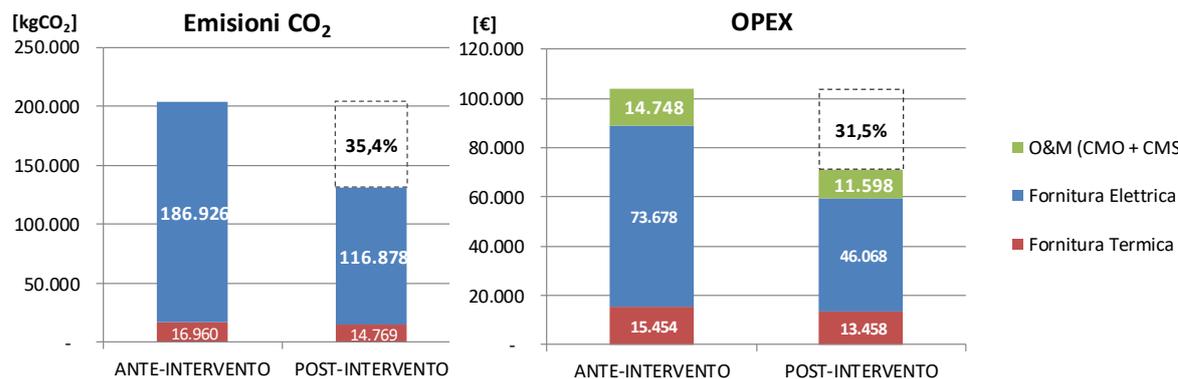
 Figura 9.12 - SCN1: Riduzione dei costi operativi (OPEX) e delle emissioni di CO₂ a partire dalla baseline


Tabella 9.14 – Risultati dell’analisi di convenienza dello SCN-B– Scenario A + Sistema informatico per il monitoraggio e a gestione dei consumi

PARAMETRO FINANZIARIO		U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	I_0	€	290.298
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	97.943
Durata incentivo	n_B	anni	1
Tasso di attualizzazione	i	[%]	3,5%
INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE SENZA INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS	8,7	5,6
Tempo di rientro attualizzato	TRA	11,0	6,7
Valore attuale netto	VAN	139.840	234.016
Tasso interno di rendimento	TIR	9,4%	15,4%

Indice di profitto	IP	0,48	0,81
--------------------	----	------	------

I flussi di cassa rappresentativi dell'analisi sono riportati nelle Figura 9.1 e Figura 9.2 e nella Tabella 9.15

Figura 9.13 –SCN-B: Flussi di Cassa, con e senza incentivi

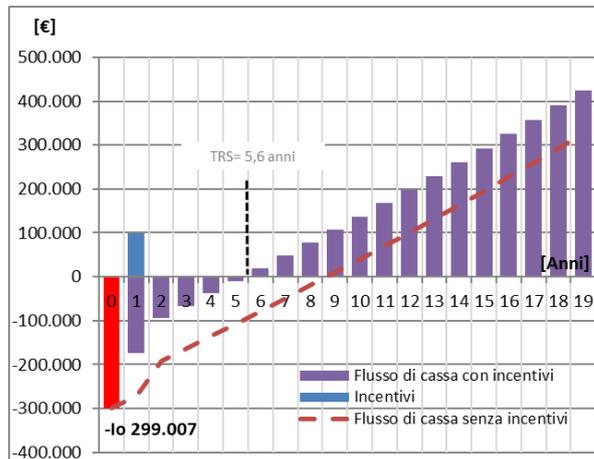


Figura 9.14 – SCN-B: Flussi di Cassa Attualizzati, con e senza incentivi

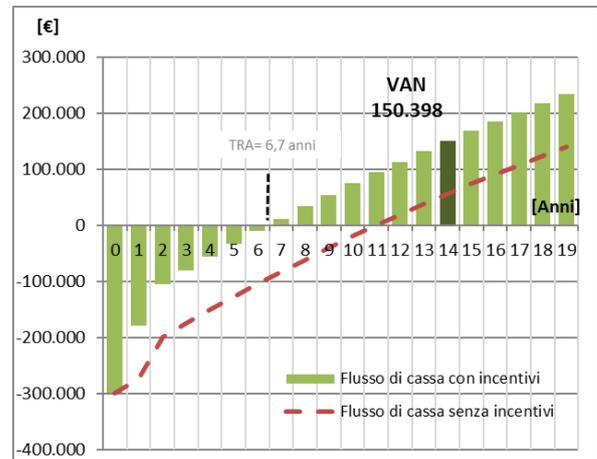


Tabella 9.15 – flussi di cassa annuali dello SCN-B– Scenario A + Sistema informatico per il monitoraggio e a gestione dei consumi

Anno	CAPEX			RICAVI			Flusso di cassa con incentivi			
	Io	OF	Rimborso IVA	INCENTIVI	RISPARMI OPEX	Fattore di annualità	FCFO	FCC	FCA	FCCA
0	-290.298	-8.709	-			1,000	-299.007	-299.007	-299.007	-299.007
1			-	97.943	27.154	0,962	125.097	-173.910	120.286	-178.722
2			52.349	-	27.463	0,925	79.811	-94.099	73.790	-104.931
3			-	-	27.775	0,889	27.775	-66.324	24.692	-80.240
4			-	-	28.091	0,855	28.091	-38.233	24.012	-56.228
5			-	-	28.410	0,822	28.410	-9.823	23.351	-32.877
6			-	-	28.733	0,790	28.733	18.910	22.708	-10.168
7			-	-	29.061	0,760	29.061	47.971	22.084	11.915
8			-	-	29.391	0,731	29.391	77.362	21.476	33.391
9			-	-	29.726	0,703	29.726	107.088	20.885	54.277
10			-	-	30.065	0,676	30.065	137.154	20.311	74.588
11			-	-	30.408	0,650	30.408	167.561	19.752	94.340
12			-	-	30.755	0,625	30.755	198.316	19.209	113.549
13			-	-	31.105	0,601	31.105	229.421	18.681	132.230
14			-	-	31.460	0,577	31.460	260.882	18.168	150.398
15			-	-	31.820	0,555	31.820	292.701	17.668	168.066
16			-	-	32.183	0,534	32.183	324.884	17.183	185.249
17			-	-	32.551	0,513	32.551	357.435	16.711	201.959
18			-	-	32.923	0,494	32.923	390.357	16.251	218.211
19			-	-	33.299	0,475	33.299	423.656	15.805	234.016

10 CONCLUSIONI

L'audit energetico ha messo in evidenza una ridotta efficienza energetica dell'immobile legata ad un basso livello di isolamento da parte dell'involucro e da impianti dotati di livelli prestazionali ridotti rispetto alle più moderne tecnologie ad oggi disponibili.

La maggior parte dei consumi energetici è da attribuire alla climatizzazione degli ambienti e alla ventilazione meccanica.

I vincoli presenti sull'immobile, collocato in una zona di interesse storico, limitano la quantità e la qualità degli interventi possibili per l'efficientamento. Si è scelto dunque di proporre degli interventi poco invasivi ed economicamente convenienti, che non necessitano di opere edili o di ristrutturazioni importanti.

Gli interventi proposti considerati fattibili hanno riguardato:

1. La sostituzione dei corpi illuminanti attualmente presenti con altri a tecnologia LED secondo il criterio della sostituzione puntuale;
2. L'installazione di un sistema di sensoristica per la presenza e il movimento, a servizio dell'impianto di illuminazione;
3. L'installazione di un sistema di Building Automation in concomitanza con l'attivazione e l'installazione di un sistema informatizzato per la gestione e il monitoraggio dei consumi energetici.
4. L'installazione di pellicole solari sui vetri esposti maggiormente al sole.

La fattibilità tecnico-economica ha messo in evidenza che gli interventi risultano essere buoni investimenti, con tempi di ritorno semplici ed attualizzati inferiori alla vita utile degli stessi.

Per la valutazione e la verifica dei risparmi energetici ottenibili dagli interventi di efficientamento proposti si consiglia di installare un sistema di monitoraggio (es: contatermie e analizzatore dei consumi sul quadro elettrico principale) per quantificare l'effettivo risparmio conseguente, a prescindere dall'esecuzione dell'EEM 3 (che lo prevede).

10.1 Riassunto degli indici di performance energetica

Gli indici di performance sono riassunti e riportati nell'allegato M – Report di Benchmark.

10.2 Riassunto degli scenari di investimento e dei principali risultati

Dalle analisi effettuate risulta che entrambi gli investimenti previsti nei due scenari risultano convenienti.

Nel primo scenario attraverso l'efficientamento dell'impianto di illuminazione si riesce ad ottenere un risparmio pari al 20% del consumo energetico totale, a fronte di un investimento di circa 96.000€, con un VAN conseguente pari a circa 141.000€ in una finestra temporale di 20 anni.

Nel secondo scenario, grazie alle operazioni di efficientamento proposte, si otterrebbe un risparmio del 33% circa dei consumi energetici totali, a fronte di un investimento di circa 290.000€, con un VAN pari a 234.000€ dopo 20 anni.

Come si può vedere, i set di interventi proposti non sono sufficienti ad ottenere un risparmio cospicuo, arrivando ad un massimo del 30 % circa sulla fornitura del vettore elettrico. Per ottenere dei risparmi

maggiori, e conseguentemente un aumento della classe energetica dell'immobile, si dovrebbe agire sull'involucro (operazione molto difficoltosa se non impossibile per la presenza dei vincoli), o sul miglioramento degli impianti, dalla generazione alla distribuzione, fino all'emissione e controllo. Questa ultima ipotesi risulta sconveniente per la tipologia di impianto presente (impianto a tutt'aria) e per la vita degli impianti, inferiore ai 15 anni di età. Proporre una nuova tipologia di impianto più efficiente (ad esempio con volume di refrigerante variabile), significherebbe eliminare/sostituire macchine ed apparecchiature (Pompe di calore, UTA) che non hanno ancora concluso la loro vita utile.