

PROGETTO

DIAGNOSI ENERGETICA

“IX MUNICIPALITA’ SOCCAVO-PIANURA ANAGRAFE ELETTORALE E STATO CIVILE” - COMUNE DI NAPOLI

Via dell’Epomeo

DOCUMENTO

Rapporto di Diagnosi

COMMITTENTE

COMUNE DI NAPOLI

DATA 30/10/2018

REV 03

COD. COMMESSA RIBI0611804

RESPONSABILE PROGETTO

Stefano Dotta

DOCUMENTO PRODOTTO DA

Stefano Dotta

Daniela Difazio

Vincenzo Cuzzola

Sergio Ravera

Mauro Cornaglia

Angela Baccaro

Marco Fausone

Davide Longo

Luca Galeasso



Sommario

EXECUTIVE SUMMARY	1
1 INTRODUZIONE	3
1.1 <i>Ruolo nome e qualifica del personale coinvolto.....</i>	3
1.2 <i>Identificazione del complesso edilizio.....</i>	4
1.3 <i>Metodologia di lavoro</i>	2
1.4 <i>Struttura del report.....</i>	11
2 DATI DELL'EDIFICIO.....	12
2.1 <i>Informazioni sul sito.....</i>	12
2.2 <i>Inquadramento territoriale. socio-economico e destinazione d'uso</i>	18
2.3 <i>Verifica dei vincoli interferenti sulle parti di immobile interessate dall'intervento.</i>	18
2.4 <i>Modalità di gestione e manutenzione di edifici ed impianto</i>	20
3 DATI CLIMATICI	21
3.1 <i>Dati climatici di riferimento.....</i>	21
3.2 <i>Dati climatici reali.....</i>	21
3.3 <i>Analisi dell'andamento dei dati climatici e profili annuali dei gradi giorno ..</i>	23
4 AUDIT DELL'EDIFICIO E IMPIANTI ELETTRICI E MECCANICI.....	24
4.1 <i>Descrizione e prestazioni energetiche dell'involucro edilizio</i>	24
4.2 <i>Descrizione delle prestazioni energetiche dell'impianto di riscaldamento/climatizzazione invernale</i>	38
4.3 <i>Descrizione e prestazioni energetiche impianto produzione acqua calda sanitaria</i>	46
4.4 <i>Descrizione e prestazioni energetiche impianto di raffrescamento/climatizzazione estiva</i>	47
4.5 <i>Descrizione e prestazioni energetiche impianto elettrico e principali utenze elettriche</i>	51
4.6 <i>Descrizione e prestazioni energetiche impianto illuminazione</i>	52
5 CONSUMI RILEVATI.....	55
5.1 <i>Consumi energetici storici per ciascun vettore e connessione alle reti gas naturale ed elettrica.....</i>	55
5.2 <i>Indicatori di performance energetica ed ambientale</i>	62
6 MODELLO DEL FABBISOGNO ENERGETICO	65

6.1	<i>Metodologia di calcolo adottata e validazione dei modelli di calcolo</i>	65
6.2	<i>Fabbisogni energetici e profili annuali</i>	68
6.3	<i>Profili mensili di consumo energetico</i>	68
7	TARIFFE E PREZZI VETTORI ENERGETICI UTILIZZATI NELL'ANALISI	70
7.1	<i>Costi relativi alla fornitura dei vettori energetici</i>	70
7.2	<i>Stima dei costi di gestione e manutenzione di edificio ed impianti</i>	71
7.3	<i>Baseline dei costi</i>	71
8	IDENTIFICAZIONE DELLE MISURE DI EFFICIENZA ENERGETICA	72
8.1	<i>Elenco, descrizione, fattibilità, prestazioni e costi-benefici dei singoli interventi migliorativi</i>	72
8.1.1	<i>Involucro edilizio</i>	79
8.1.1.1	<i>Coibentazione della copertura calpestabile</i>	79
8.1.1.2	<i>Coibentazione della copertura piana calpestabile con tetto verde estensivo</i>	83
8.1.1.3	<i>Coibentazione del terrazzo</i>	88
8.1.1.4	<i>Sostituzione totale degli infissi con altri aventi $U < 1,75$ [W/m²K]</i>	92
8.1.1.5	<i>Pellicole a controllo solare</i>	95
8.1.2	<i>Impianto di illuminazione ed impianto elettrico</i>	98
8.1.2.1	<i>Efficientamento del sistema di illuminazione attraverso l'installazione di sistemi a LED</i>	98
8.1.3	<i>Sistemi di controllo e gestione degli impianti elettrici e termici</i>	101
8.1.3.1	<i>Installazione sistema BACS</i>	101
8.1.4	<i>Impianto di ventilazione e climatizzazione estiva</i>	104
8.1.4.1	<i>Efficientamento dell'impianto di climatizzazione estiva</i>	104
8.1.5	<i>Impianto di generazione da fonti rinnovabili</i>	106
8.1.5.1	<i>Installazione pompe di calore</i>	106
8.1.5.2	<i>Impianto di generazione da fonti rinnovabili – impianto fotovoltaico</i>	109
8.2	<i>Interventi multipli e analisi dei miglioramenti di classe energetica</i>	111
9	VALUTAZIONE ECONOMICO-FINANZIARIA	112
9.1	<i>Analisi dei costi dei singoli interventi migliorativi</i>	112
9.1.1	<i>Coibentazione della copertura calpestabile</i>	112
9.1.2	<i>Coibentazione della copertura piana calpestabile con tetto verde estensivo</i>	114
9.1.3	<i>Coibentazione del terrazzo</i>	117

9.1.4	<i>Sostituzione infissi con altri aventi $U < 1,75 \text{ W/m}^2\text{k}$</i>	119
9.1.5	<i>Pellicole a controllo solare</i>	121
9.1.6	<i>Installazione sistemi BACS</i>	123
9.1.7	<i>Efficientamento del sistema di illuminazione attraverso l'installazione di sistemi a LED</i>	124
9.1.8	<i>Efficientamento dell'impianto di climatizzazione estiva</i>	127
9.1.9	<i>Installazione pompe di calore</i>	128
9.1.10	<i>Installazione impianto fotovoltaico da 60 kWp</i>	130
9.2	<i>Analisi di convenienza dei singoli interventi migliorativi</i>	132
9.2.1	<i>Coibentazione della copertura calpestabile</i>	134
9.2.2	<i>Coibentazione della copertura calpestabile con verde estensivo</i>	135
9.2.3	<i>Coibentazione del terrazzo centrale</i>	136
9.2.4	<i>Sostituzione totale degli infissi con altri aventi $U < 1,75 \text{ [W/m}^2\text{K]}$</i>	137
9.2.5	<i>Applicazione di sistemi di schermatura solare</i>	138
9.2.6	<i>Efficientamento del sistema di illuminazione esistente attraverso l'installazione di sistema a LED</i>	139
9.2.7	<i>Installazione sistema BACS</i>	140
9.2.8	<i>Efficientamento impianto di climatizzazione estiva</i>	141
9.2.9	<i>Impianto di generazioni da fonti rinnovabili: installazione pompe di calore</i> 142	
9.2.10	<i>Impianto di generazione da fonti rinnovabili: installazione impianto FV</i>	143
9.2.11	<i>Scenario a)</i>	145
9.2.12	<i>Scenario b)</i>	149
10	CONCLUSIONI	153
10.1	<i>Riassunto degli indici di performance energetica</i>	153
10.2	<i>Riassunto degli scenari di investimento e dei principali risultati</i>	154
10.3	<i>Conclusioni e commenti</i>	156



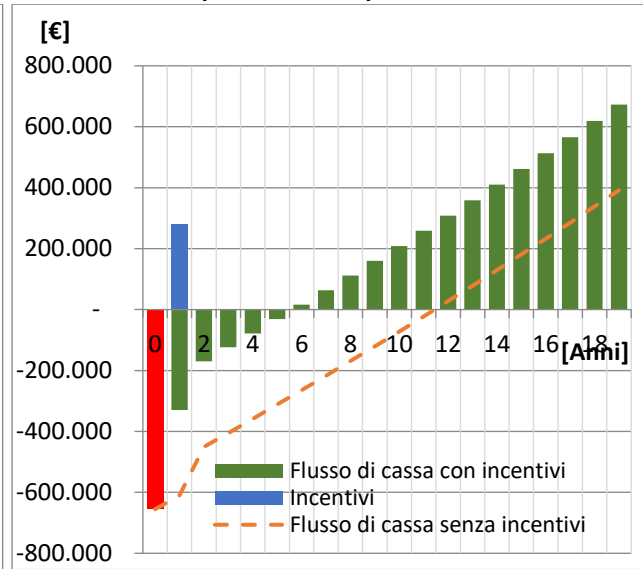
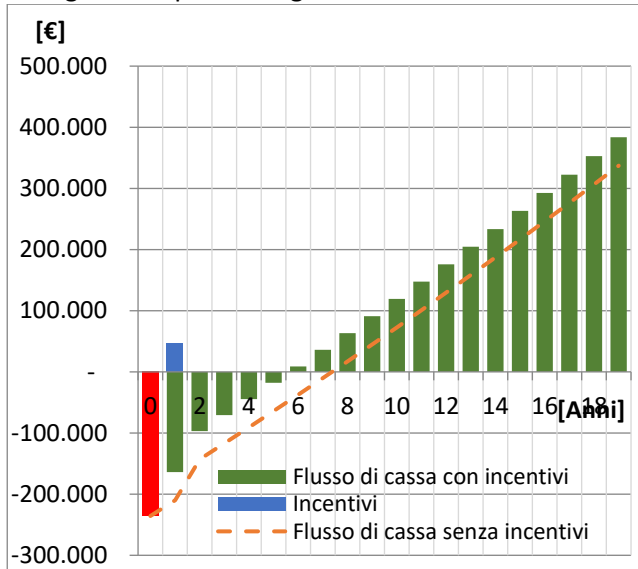
EXECUTIVE SUMMARY

Descrizione delle Misure di efficienza energetica proposte:

- EEM 1: Coibentazione della copertura (in tabella abbreviato con Cop)
- EEM 2: Coibentazione della copertura con verde estensivo (in tabella abbreviato con Copv)
- EEM 3: Isolamento terrazzo (in tabella abbreviato con Ter)
- EEM 4: Sostituzione infissi (in tabella abbreviato con Inf)
- EEM 5: Utilizzo di pellicole solari (in tabella abbreviato con Pel)
- EEM 6: Efficientamento del sistema di illuminazione - sostituzione lampade esistenti con LED (in tabella abbreviato con LED)
- EEM 7: Realizzazione di sistemi di Building Automation (in tabella abbreviato con BACS)
- EEM 8: Efficientamento impianto di climatizzazione estiva – sostituzione chiller (in tabella abbreviato con Chiller)
- EEM 9: Efficientamento impianto di riscaldamento e raffrescamento – installazione di PdC (in tabella abbreviato con PdC)
- EEM 10: Utilizzo di generazione da fonti rinnovabili – installazione di impianto FV (in tabella abbreviato con FV)
- Scenario a): Isolamento terrazzo, efficientamento del sistema di illuminazione - sostituzione lampade esistenti con LED, efficientamento impianto di climatizzazione estiva – sostituzione chiller
- Scenario b): coibentazione della copertura, isolamento terrazzo, sostituzione infissi, efficientamento del sistema di illuminazione - sostituzione lampade esistenti con LED, efficientamento impianto di riscaldamento e raffrescamento – installazione di PdC, utilizzo di generazione da fonti rinnovabili – installazione di impianto FV

	% ΔE	% ΔCO_2	ΔC_E	ΔC_{MO}	ΔC_{MS}	I_0	Vita utile	TRS	TRA	VAN	TIR	IP
	[%]	[%]	[€/anno]	[€/anno]	[€/anno]	[€]	[anni]	[anni]	[anni]	[€]	[%]	[-]
Cop	2,6	2,9	2.068	609	1.095	95.087	30	13	23,7	6.602	6	0,07
Copv	2,6	2,9	2.082	305	1.095	115.089	30	16,8	31,9	-7.176	4	-0,06
Ter	2,3	2,5	1.785	483	867	20.618	30	3,8	4,7	33.852	22,5	1,64
Inf	4,4	4,8	3.469	767	1.379	138.036	30	12,8	22,7	11.520	6,3	0,08
Pel	8,4	8,1	6.614	767	1.379	78.714	30	5,0	6,7	82.893	16,7	1,05
LED	10	9,9	7.940	781	204	95.100	8	5,8	8,2	2.198	4	-0,02
BACS	9,5	10,9	8.480	0	0	57.340	10	3,8	4,7	23.936	17,2	0,42
Chiller	23,9	23,7	17.627	3.905	1.020	113.134	15	5,2	6,3	97.763	17	0,86
PdC	8,7	10	6.848	3.905	1.020	82.823	15	5,4	6,6	50.00	15,7	0,60
FV	35,8	35,4	18.956	0	0	204.476	20	7,6	9,9	114.216	11,4	0,56
SCN a	22,3	22	24.580	4.388	1.888	228.852	20	5,8	7,5	179.113	15,3	0,78
SCN b	57,6	58,2	45.530	5.214	3.372	636.140	20	5,9	7,8	300.615	13,5	0,47

Di seguito si riportano i grafici relativi ai flussi di cassa dello **Scenario a)** e **Scenario b)**.



1 INTRODUZIONE

1.1 Ruolo nome e qualifica del personale coinvolto

RUOLO	NOME e QUALIFICA
Responsabile diagnosi energetica e capo progetto	Arch. Stefano Dotta - ICIM-EGE-012854-00
Esperto Impianti	Arch. Daniela Difazio
Esperto Involucro	Arch. Sergio Ravera
Affiancamento esperti impianti e involucro nella caratterizzazione del Sistema edificio impianto	Ing. Marco Fausone
Affiancamento esperti impianti e involucro nella caratterizzazione del Sistema edificio impianto	Ing. Vincenzo Cuzzola
Affiancamento esperti impianti e involucro nella caratterizzazione del Sistema edificio impianto	Ing. Mauro Cornaglia
Affiancamento esperti impianti e involucro nella caratterizzazione del Sistema edificio impianto	Ing. Angela Baccaro
Affiancamento esperti impianti e involucro con sede operative a NAPOLI	Arch. Mario Chiurazzi
Affiancamento nelle analisi economiche degli interventi proposti	Dott. Davide Longo
Affiancamento nella definizione delle baseline di costo energetico e di O&M	Arch. Daniela Bartucca
Affiancamento nella verifica qualità	Dott. Luca Galeasso

1.2 Identificazione del complesso edilizio

L'obiettivo del presente documento è quello di riportare gli esiti della diagnosi energetica effettuata da Environment Park sull'edificio IX Municipalità Soccavo-Pianura Anagrafe Elettorale e Stato Civile sito in via Epomeo a Napoli.

L'attività di audit energetico prevede l'elaborazione dei dati reperiti, rilevati e monitorati per la costruzione di un modello di simulazione energetica reale ed attendibile. Tale modello viene successivamente validato attraverso il confronto tra fabbisogni energetici teorici e i consumi reali. Il modello ricalibrato permette di indagare con maggiore precisione le eventuali criticità del sistema edificio-impianto-gestore-utenza e potrà nelle azioni successive, definire con maggiore attendibilità i tempi di ritorno degli interventi di riqualificazione energetica ipotizzati.

L'edificio è costituito da uno sviluppo in pianta regolare che si estende su più piani riscaldati fino a sei piani fuori terra quasi totalmente riscaldato (ad eccezione di alcuni locali tecnici del piano terreno e del corpo scale di pertinenza).

Il fabbricato risalente agli anni '90 è privo di un livello seminterrato e possiede una sezione in pianta quadrangolare con un cavedio interno presente dal secondo piano fino alla copertura. Tale cavedio ha un camminamento piano che costituisce in terrazzo interno a cui si accede dai corridoi del secondo piano attraverso una portafinestra. La struttura portante dell'edificio è costituita da pilastri in acciaio a sezione HE e solai in cemento armato in parte controsoffittati all'intradosso e calpestabili all'estradosso. I tamponamenti sono finiti all'esterno con un pacchetto di poliuretano e lamiera come in uso nell'edilizia pubblica dell'epoca di costruzione del fabbricato.

L'edificio ha un orientamento lungo l'asse principale NE/SO; la scala di accesso ai piani si trova sul lato SE. Si riscontra l'assenza di sottotetti in quanto le coperture sono piane e disperdenti verso l'esterno.

L'edificio è alimentato da un'unica centrale termica ubicata all'esterno dell'edificio in un locale preposto. Tale centrale è costituita da un'unica caldaia tradizionale alimentata a metano con potenza nominale al focolare di 217 kW, installata nel 2017 ed asservita alla climatizzazione invernale dell'edificio.

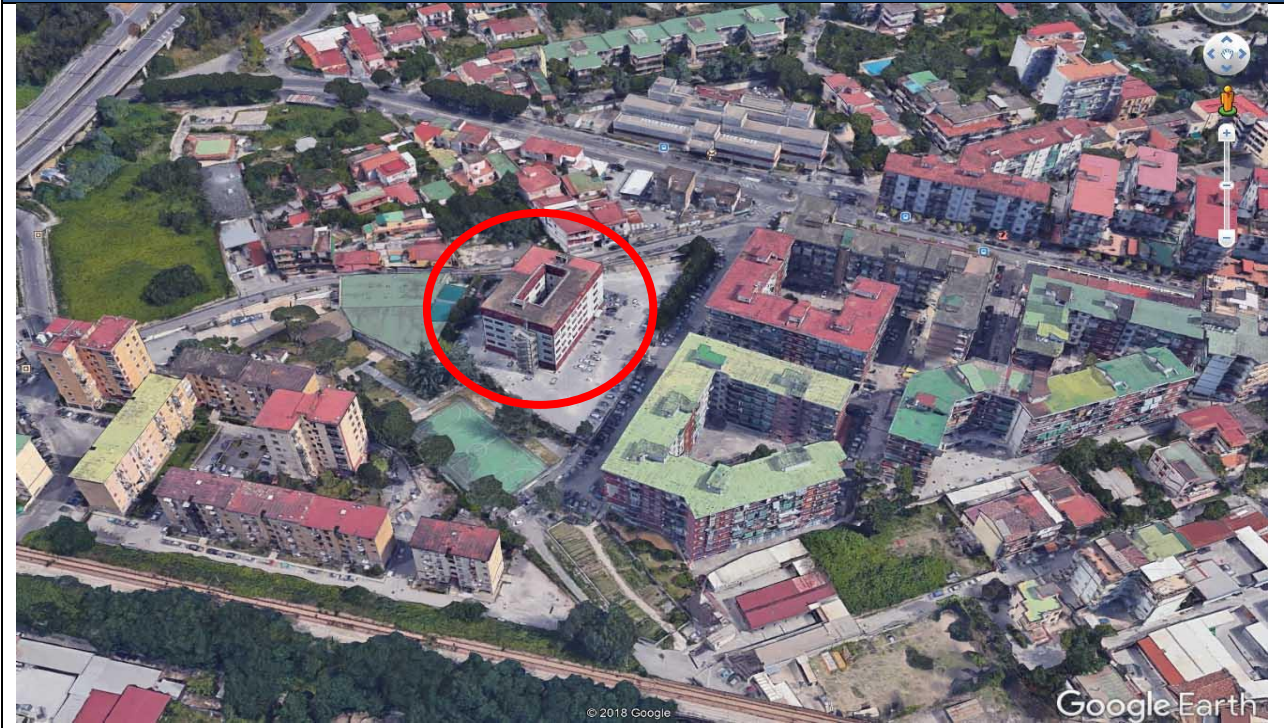
Sulla copertura piana della struttura sono inoltre presenti due macchine frigorifere preposte alla climatizzazione estiva dei locali.

Il servizio di produzione di acqua calda sanitaria è invece soddisfatto mediante boiler elettrici ubicati nei servizi igienici di ciascun piano dell'edificio.

La struttura, al momento, viene utilizzato come sede della IX Municipalità ed ospita numerosi uffici quali anagrafe, stato civile e archivi del Comune di Napoli.

Il contesto urbanistico è caratterizzato dalla presenza di numerosi edifici residenziali in maggioranza plurifamiliari di varie dimensioni geometrie ed esposizioni collegati tra loro da percorsi viari veicolari come nelle periferie delle grandi città italiane. Si riporta nell'immagine sottostante una foto aerea dell'edificio in oggetto (indicato in rosso).

IMMAGINE AEREA DEL'EDIFICIO IN OGGETTO E DEL CONTESTO URBANISTICO



1.3 Metodologia di lavoro

Per diagnosi energetica edificio-impianto s'intende una procedura sistematica finalizzata alla conoscenza degli usi finali di energia ed all'individuazione e all'analisi di eventuali inefficienze e criticità energetiche dell'edificio e degli impianti presenti. La diagnosi energetica prevede una serie di operazioni consistenti nel rilievo ed analisi del sistema edificio-impianto in condizioni standard di esercizio e nell'analisi e valutazione economica dei consumi energetici dell'edificio. La finalità di una diagnosi energetica è quella di individuare modalità con cui ridurre il fabbisogno energetico e valutare sotto il profilo costi-benefici i possibili interventi, che vanno dalle azioni di retrofit a modelli di esercizio/gestione ottimizzati delle risorse energetiche. (ENEA, Definizione di una metodologia per l'audit energetico negli edifici ad uso residenziale e terziario)

La metodologia adottata prevede la definizione dei fabbisogni energetici per la climatizzazione invernale attraverso una dettagliata attività di diagnosi energetica redatta secondo le norme tecniche di riferimento:

UNI/TR 11428 Diagnosi energetiche – requisiti generali del servizio di diagnosi energetica;

UNI CEI EN 16247-1 Diagnosi energetiche – parte 1: requisiti generali

UNI CEI EN 16247-2 Diagnosi energetiche – parte 2 edifici

La diagnosi è inoltre conforme al livello II delle linee guida AICARR (L. Mazzeola, L. A. Piterà (2013), *Efficienza Energetica attraverso la Diagnosi ed il servizio Energia negli edifici linee guida AICARR*, ANANKE s.c. per conto di AGESI – ASSISTAL – ASSOPETROLI – ASSOENERGIA)

Tale diagnosi è stata condotta, a seguito dell'analisi dei documenti di progetto forniti dal Comune di Napoli, dei sopralluoghi effettuati, dei rilievi realizzati direttamente sull'edificio in oggetto, delle caratteristiche fisiche e dimensionali dell'involucro termico e delle caratteristiche degli impianti per la climatizzazione invernale.

A seguito delle informazioni raccolte, si è potuto costruire un modello di calcolo secondo la norma UNI-EN 15250 e definire i fabbisogni energetici dello stato di fatto. L'attività di audit energetico è stata realizzata seguendo le indicazioni del Decreto Legislativo 4 luglio 2014, n.102 (con particolare riferimento all'allegato 2) e le norme UNI CEI EN 16247 1-2-3 riportanti indicazioni specifiche sulla metodologia di audit e sulle caratteristiche contenutistiche dei documenti da produrre al fine di redigere la documentazione idonea all'attività in oggetto.

La costruzione del modello energetico è stata realizzata attraverso lo studio:

- dei consumi reali estrapolati dalle bollette energetiche (consumi termici);
- dei dati climatici reali forniti dalla stazione meteorologica del Centro Interdipartimentale di Ricerca LUPT dell'Università degli Studi di Napoli Federico II sita in via Toledo n.402 a Napoli. È stato eseguito il calcolo dei Gradi Giorno Reali relativi alle stagioni termiche in esame coincidenti con le stagioni di cui è stato possibile reperire le bollette o i di cui il Comune di Napoli era in possesso dei dati di consumo. I risultati ottenuti sono stati imputati sul software di calcolo nella sezione "Dati Climatici";
- delle ore e dei giorni di utilizzo degli impianti termici.

Successivamente, all'imputazione dei dati reali, sono stati calcolati i dati di consumi di combustibile del modello energetico dell'edificio, per ciascuna stagione termica analizzata.

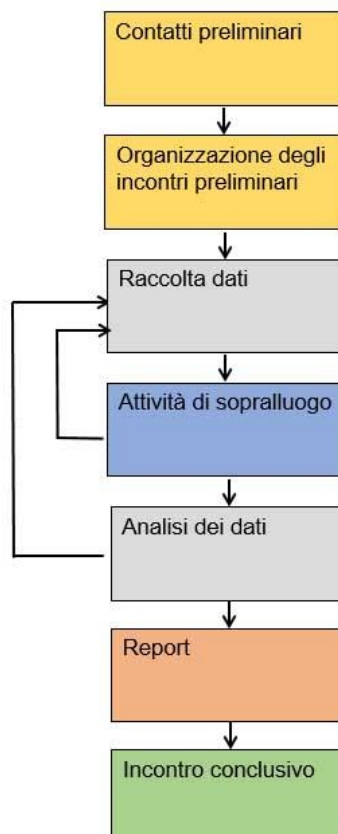
La modellizzazione è stata effettuata attraverso il software EDILCLIMA EC700 secondo le norme di calcolo UNI/TS 11300-1, UNI/TS 11300-2 e UNI/TS 11300-4.

Gli audit energetici sono stati pertanto eseguiti seguendo le norme UNI attualmente in vigore di cui si riporta di seguito un elenco dettagliato.

NORMA	TITOLO
UNI EN ISO 13790	Prestazione termica degli edifici – Calcolo del fabbisogno di energia per il riscaldamento e il raffrescamento
UNI/TS 11300-1	Prestazione energetica degli edifici – Determinazione del fabbisogno di energia termica dell’edificio per la climatizzazione estiva ed invernale
UNI/TS 11300-2	Prestazione energetica degli edifici – Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria.
UNI/TS 11300-4	Prestazione energetica degli edifici – Utilizzo di energie rinnovabili e altri metodi di generazione per riscaldamento di ambienti e preparazione di acqua calda sanitaria.
UNI 10339	Impianti aeraulici a fini di benessere - Generalità, classificazione e requisiti - Regole per la richiesta d’offerta, l’offerta, l’ordine e la fornitura.
UNI 10349	Riscaldamento e raffrescamento degli edifici - Dati climatici.
UNI 10351	Materiali da costruzione - Conduttività termica e permeabilità al vapore.
UNI 10355	Murature e solai - Valori della resistenza termica e metodo di calcolo.
UNI EN 12831	Impianti di riscaldamento negli edifici - Metodo di calcolo del carico termico di progetto.
UNI EN 15316-4-8	Impianti di riscaldamento degli edifici - Metodo per il calcolo dei requisiti energetici e dei rendimenti dell'impianto - Parte 4-8: Sistemi di generazione per il riscaldamento degli ambienti, riscaldamento ad aria e sistemi di riscaldamento radianti
UNI EN ISO 6946	Componenti ed elementi per l’edilizia - Resistenza termica e trasmittanza termica - Metodo di calcolo.
UNI EN ISO 10077-1	Prestazione termica di finestre, porte e chiusure oscuranti - Calcolo della trasmittanza termica - Parte 1: Generalità.
UNI EN ISO 10211	Ponti termici in edilizia. Flussi termici e temperature superficiali. Calcoli dettagliati.
UNI EN ISO 10456	Materiali e prodotti per l’edilizia - Proprietà igrometriche - Valori tabulati di progetto e procedimenti per la determinazione dei valori termici dichiarati e di progetto.
UNI EN ISO 13370	Prestazione termica degli edifici - Trasferimento di calore attraverso il terreno - Metodi di calcolo
UNI EN ISO 13786	Prestazione termica dei componenti per edilizia - Caratteristiche termiche dinamiche - Metodi di calcolo

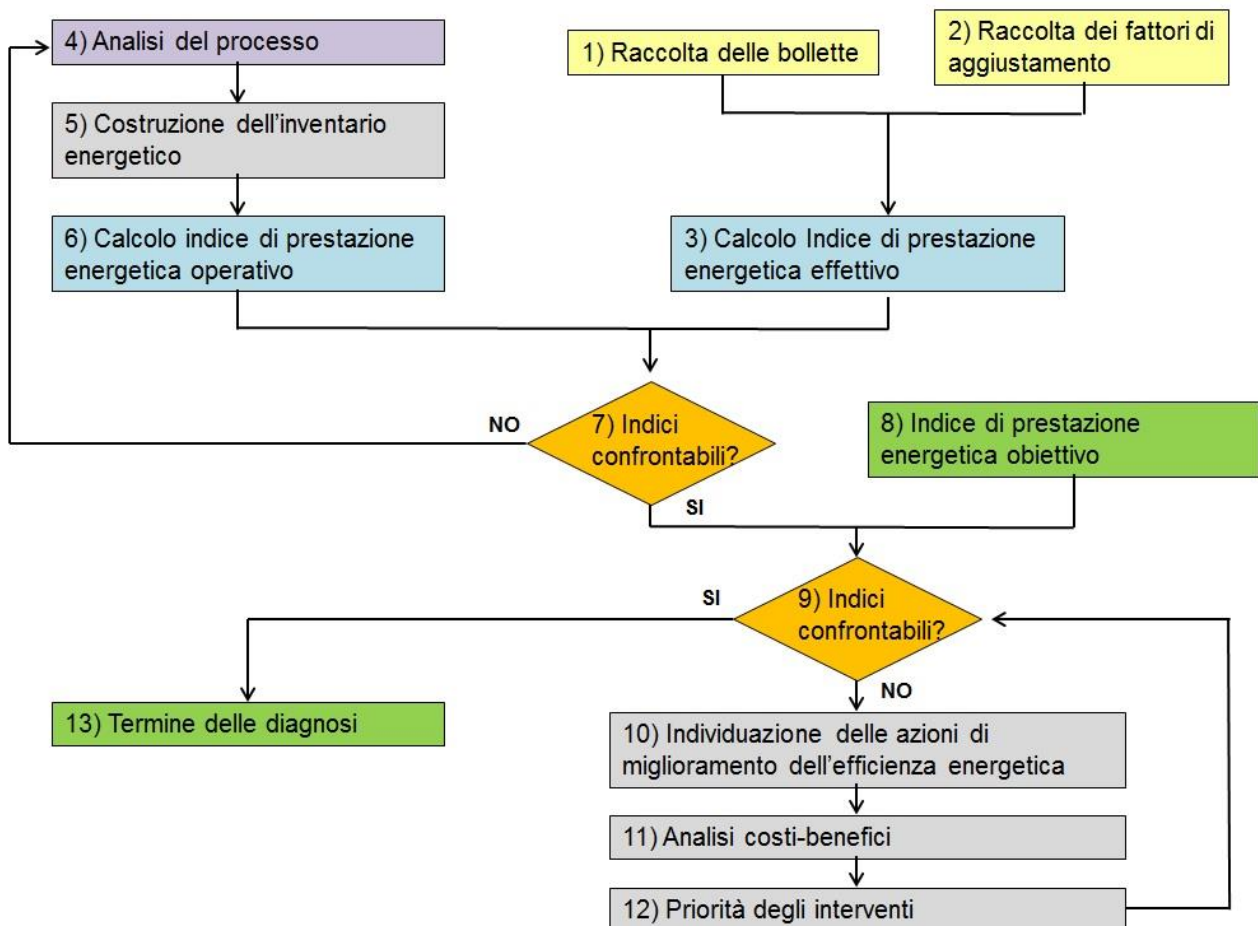
UNI EN ISO 13789	Prestazione termica degli edifici - Coefficienti di trasferimento del calore per trasmissione e ventilazione - Metodo di calcolo.
UNI EN ISO 13790	Prestazione energetica degli edifici - Calcolo del fabbisogno di energia per il riscaldamento e il raffrescamento.
UNI EN ISO 14683	Ponti termici in edilizia - Coefficiente di trasmissione termica lineica - Metodi semplificati e valori di riferimento.
UNI CEI EN 16247-1	Diagnosi energetiche – parte 1: requisiti generali
UNI CEI EN 16247-2	Diagnosi energetiche – parte 2: edifici
UNI CEI EN 16247-3	Diagnosi energetiche – parte 3: processi
UNI CEI TR 11428	Diagnosi energetiche – Requisiti generali del servizio di diagnosi energetica
UNI CEI EN 16212	Calcoli dei risparmi e dell'efficienza energetica - Metodi top-down (discendente) e bottom-up (ascendente)

Al fine di sintetizzare schematicamente la metodologia di lavoro adottata si riporta di seguito un algoritmo riassuntivo delle fasi del lavoro di audit eseguito come previsto dalla “Procedura di dettaglio della diagnosi energetica” riportata nella UNI EN 16247-



Azioni previste per la Diagnosi Energetica secondo la norma UNI EN 16247

Per completezza si riporta schematicamente l'algorithmo riassuntivo delle fasi di lavoro di audit eseguito come previsto dalla "Procedura di dettaglio della diagnosi energetica" riportata nella UNI CEI TR 11428 par. 4.7.



Azioni previste per la Diagnosi Energetica secondo la norma UNI CEI TR 11428

PROCEDURA DI DETTAGLIO DELLA DIAGNOSI ENERGETICA

Fasi di lavoro, rilievo ed indagine

1) Contatti preliminari:

Definizione delle esigenze della committenza, definizione dell'ambito di intervento, del grado di accuratezza e degli obiettivi da raggiungere.

2) Organizzazione degli incontri preliminari:

Definizione dei confini del sistema energetico e delle modalità operative di accesso, delle risorse e dei dati che devono essere forniti, delle norme di sicurezza e pianificazione del programma dei sopralluoghi.

3) Raccolta dati:

Raccolta dei dati del sistema energetico, reperimento dei documenti di progetto, funzionamento e manutenzione.

4) Attività di sopralluogo:

Ispezione dei vari aspetti del sistema energetico e del suo comportamento; identificazione delle modalità operative, del comportamento degli utenti e della loro influenza sul consumo energetico.

5) Analisi dei dati:

Costruzione del modello energetico sulla base dei dati e delle informazioni raccolte; definizione degli indicatori di prestazione energetica, confronto tra gli indici effettivi ed operativi. Identificazione e valutazione delle opportunità di risparmio energetico e degli scenari di intervento.

6) Report:

Elaborazione dei contenuti del rapporto di diagnosi energetica in funzione del campo di applicazione, obiettivi e livello di dettaglio della diagnosi.

7) Incontro conclusivo:

Consegna del rapporto di diagnosi, presentazione dei risultati ottenuti.

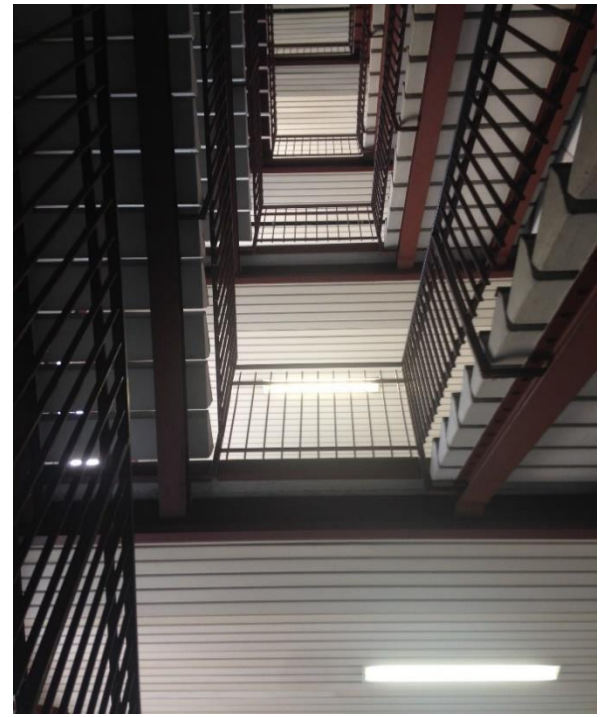
In occasione dei sopralluoghi le attività di reperimento/verifica dei dati sugli edifici sono state eseguite mediante un'accurata analisi strumentale invasiva e non dell'involucro termico. Di seguito una breve descrizione della strumentazione utilizzata dal gruppo di lavoro.

STRUMENTAZIONE ANALISI NON INVASIVA	DESCRIZIONE
 <p data-bbox="252 656 703 685">Bindella metrica/distanziometro laser</p>	<p data-bbox="815 472 1431 622">Al fine di definire i volumi riscaldati e le superfici disperdenti si procede alla misura delle dimensioni dei locali e dei serramenti avvalendosi di una bindella metrica e un distanziometro laser.</p>
 <p data-bbox="408 902 547 931">Spessivetro</p>	<p data-bbox="815 763 1431 875">Al fine di definire le caratteristiche dei vetri si procede alla misura dello spessore avvalendosi di uno spessivetro.</p>
 <p data-bbox="352 1234 603 1263">Macchina fotografica</p>	<p data-bbox="815 1010 1431 1200">Tale strumento viene utilizzato per registrare informazioni di interesse quali le tipologie dei componenti opachi e trasparenti, i terminali di emissione, i corpi illuminanti ed i componenti della centrale termica, con il rilievo di tutti i dati di targa.</p>

I sopralluoghi sono stati eseguiti con l'obiettivo di indagare il sistema edificio-impianto, accedendo sia alla centrale termica all'interno della quale sono stati rilevati il generatore di calore, le pompe di distribuzione, le apparecchiature, sia nei locali riscaldati e non dell'edificio in oggetto al fine di rilevarne le caratteristiche dimensionali, stratigrafiche, costruttive e di utilizzo ritenute indispensabili a svolgere una corretta attività di diagnosi energetica.



IMMAGINI DEI SOPRALLUOGHI



L'organizzazione dei sopralluoghi comporta una serie di attività sul campo che riguardano il reperimento di una serie di informazioni utili a redigere la diagnosi. La norma UNI CEI EN 16247-2 fornisce indicazioni specifiche sui dati più importanti da recuperare e sulle parti di edificio da visitare al fine di completare in maniera esaustiva la raccolta delle informazioni utili alla diagnosi.

Per effettuare la raccolta dei dati di sopralluogo sono state utilizzate le schede di audit previste per la diagnosi di II livello di cui all'appendice A delle LGEE – Linee Guida per l'Efficienza Energetica negli Edifici – sett 2013 – elabora da AiCARR.

Le misure di efficientamento sono state concepite nel rispetto di una gerarchia in grado di porre al primo livello interventi di riduzione degli sprechi e di ottimizzazione del sistema edificio-impianti, al secondo livello interventi mirati al miglioramento dell'efficienza dei sistemi di produzione di energia e al terzo livello interventi mirati alla produzione di energia da fonti rinnovabili.

Nel caso di soluzioni integrate è stata valutata la fattibilità finalizzata a ridurre gli sprechi agendo sull'involucro e sulle domande d'utenza, partendo dalla baseline e approdando ad un nuovo valore di baseline ridotto. Nell'ambito della valutazione di più interventi integrati sono stati valutati eventuali conflitti e/o sinergie tra diversi sistemi energetici, con lo scopo di rispondere alle esigenze di diversificazione nell'approvvigionamento energetico dell'utenza.

L'analisi degli interventi sia singoli che integrati comprende:

- la simulazione, con l'utilizzo del modello, del comportamento energetico dell'edificio a seguito dell'attuazione dei vari interventi proposti prima singolarmente e poi combinati tra di loro;
- L'analisi delle variazioni di classe energetica raggiungibili nelle diverse simulazioni;

- L'analisi della variazione della baseline (energetica, delle emissioni di CO2 e dei costi) a seguito della realizzazione degli interventi proposti.

Una volta esaminate le possibili soluzioni di efficientamento energetico è stata realizzata una analisi costi-benefici 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).

L'analisi economica e le valutazioni economico-finanziarie (facendo seguito a richiesta specifica della Stazione Appaltante) sono state strutturate in due specifici scenari:

- **Scenario a)** definito dal sistema di misure di efficientamento che si caratterizza per il miglior rapporto tra costi (realizzazione e gestione) e benefici (risparmio energetico ed economico)
- **Scenario b)** definito dal sistema di misure di efficientamento necessario per trasformare i fabbricati in edifici ad energia quasi zero (NZEB). Ove non possibile tale trasformazione, per questioni di natura tecnica o per un rapporto costi-benefici degli interventi palesemente inadeguato, lo scenario è stato considerato come il sistema di misure atte a garantire il più alto miglioramento di classe energetica e valutabile positivamente, sia sotto l'aspetto della fattibilità tecnica che di quella economico-finanziaria.

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 dati climatici reali e dei profili annuali dei gradi giorno.
- Una quarta parte relativa alla definizione delle prestazioni energetiche dell'involucro e degli impianti dell'edificio.
- Una quinta parte relativa ai consumi rilevati per ciascun vettore energetico e connessione alle reti gas ed elettrica.
- Una sesta parte relativa alla costruzione del modello energetico, alla metodologia adottata per la validazione e per la definizione della baseline energetica.
- Una settima parte relativa all'analisi dei costi pre-intervento ed alla stima dei costi di gestione e manutenzione.
- Un'ottava parte relativa all'identificazione delle singole misure di efficienza energetica sull'involucro e sugli impianti ed agli interventi multipli.
- Una nona parte relativa alla valutazione economico-finanziaria con analisi dei costi dei singoli interventi migliorativi con identificazione delle soluzioni integrate.
- Una decima parte dedicata alle conclusioni con riassunto delle performance di prestazione energetica, riassunto degli scenari principali di investimento e dei risultati principali.

2 DATI DELL'EDIFICIO

2.1 Informazioni sul sito

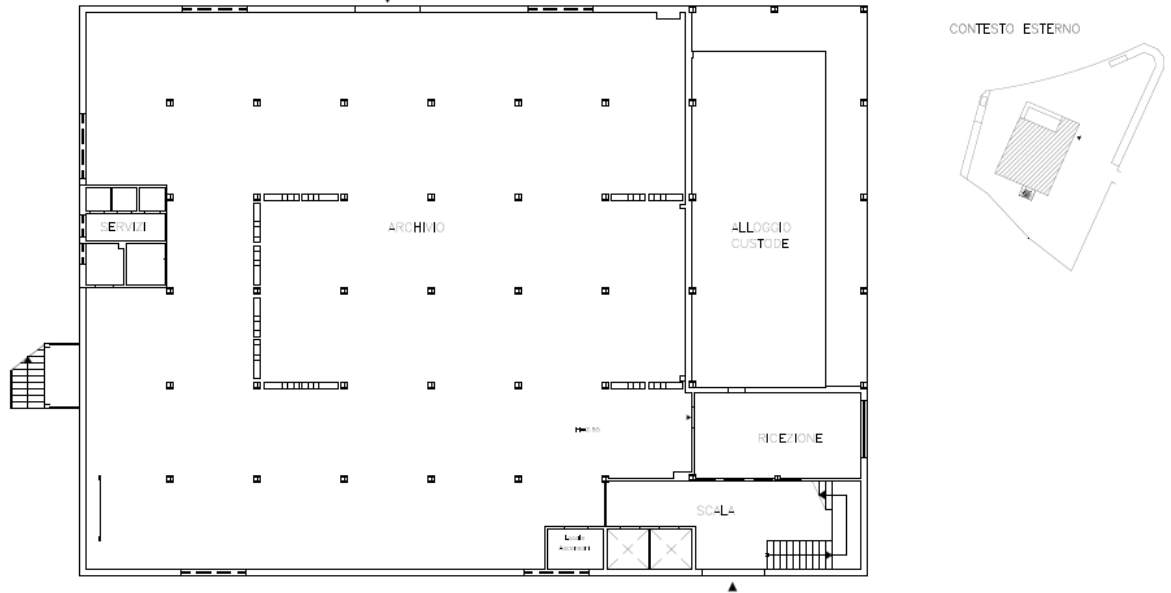
INFORMAZIONI GENERALI	
Comune	Comune di Napoli
Nome edificio	"IX Municipalità Soccavo- Pianura"
Indirizzo	Via Epomeo
Destinazione d'uso	E.2- edifici adibiti ad uffici ed assimilabili
Contesto urbano	Semiperiferico
Anno di costruzione	1990 c.a. (*) <i>data indicativa</i>
Descrizione generale	<p>L'edificio è costituito da uno sviluppo in pianta regolare che si estende su più piani riscaldati fino a sei piani fuori terra quasi totalmente riscaldato (ad eccezione di alcuni locali tecnici del piano terreno e del corpo scale di pertinenza).</p> <p>Il fabbricato risalente agli anni '90 è privo di un livello seminterrato e possiede una sezione in pianta quadrangolare con un cavedio interno presente dal secondo piano fino alla copertura. Tale cavedio ha un camminamento piano che costituisce in terrazzo interno a cui si accede dai corridoi del secondo piano attraverso una portafinestra. La struttura portante dell'edificio è costituita da pilastri in acciaio a sezione HE e solai in cemento armato in parte controsoffittati all'intradosso e calpestabili all'estradosso. I tamponamenti sono finiti all'esterno con un pacchetto di poliuretano e lamiera come in uso nell'edilizia pubblica dell'epoca di costruzione del fabbricato.</p> <p>L'edificio ha un orientamento lungo l'asse principale NE/SO; la scala di accesso ai piani si trova sul lato SE. Si riscontra l'essenza di sottotetti in quanto le coperture sono piane e direttamente disperdenti verso l'esterno.</p>

FOTO DELL'EDIFICIO	
	
<p>Ingresso dell'edificio</p>	<p>Scale lato SE</p>
	
<p>Immagine interna di un corridoio tipo</p>	<p>Dettaglio solaio lamiera grecata</p>
	
<p>Archivio del piano terreno</p>	<p>Spazio aperto del primo piano</p>

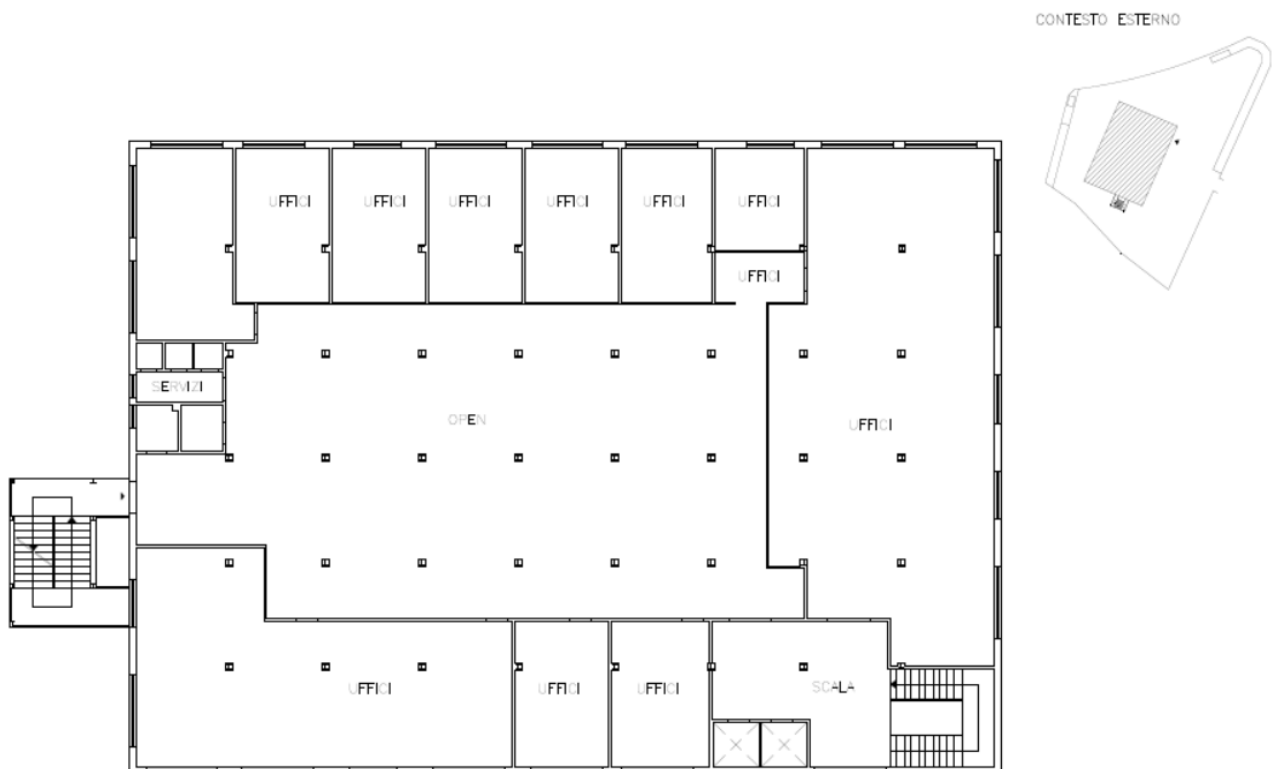
SITO DELL'INTERVENTO				
Zona climatica e GG	Zona climatica C– Gradi Giorno 1034 ai sensi della UNI 10349			
Altitudine s.l.m.	17 m			
Latitudine	40.84579 N			
Longitudine	14.19923 E			
Foto aerea				
				
In rosso l'edificio IX Municipalità Soccavo-Pianura				
CARATTERISTICHE DELL'EDIFICIO				
Piani riscaldati	Superficie utile riscaldata [m ²]	Superficie disperdente involucro edilizio [m ²]	Volume lordo riscaldato [m ³]	Rapporto S/V [m ⁻¹]
6	4.208,06	5.184,30	16.260,62	0,32

ELABORATI GRAFICI DELL'EDIFICIO

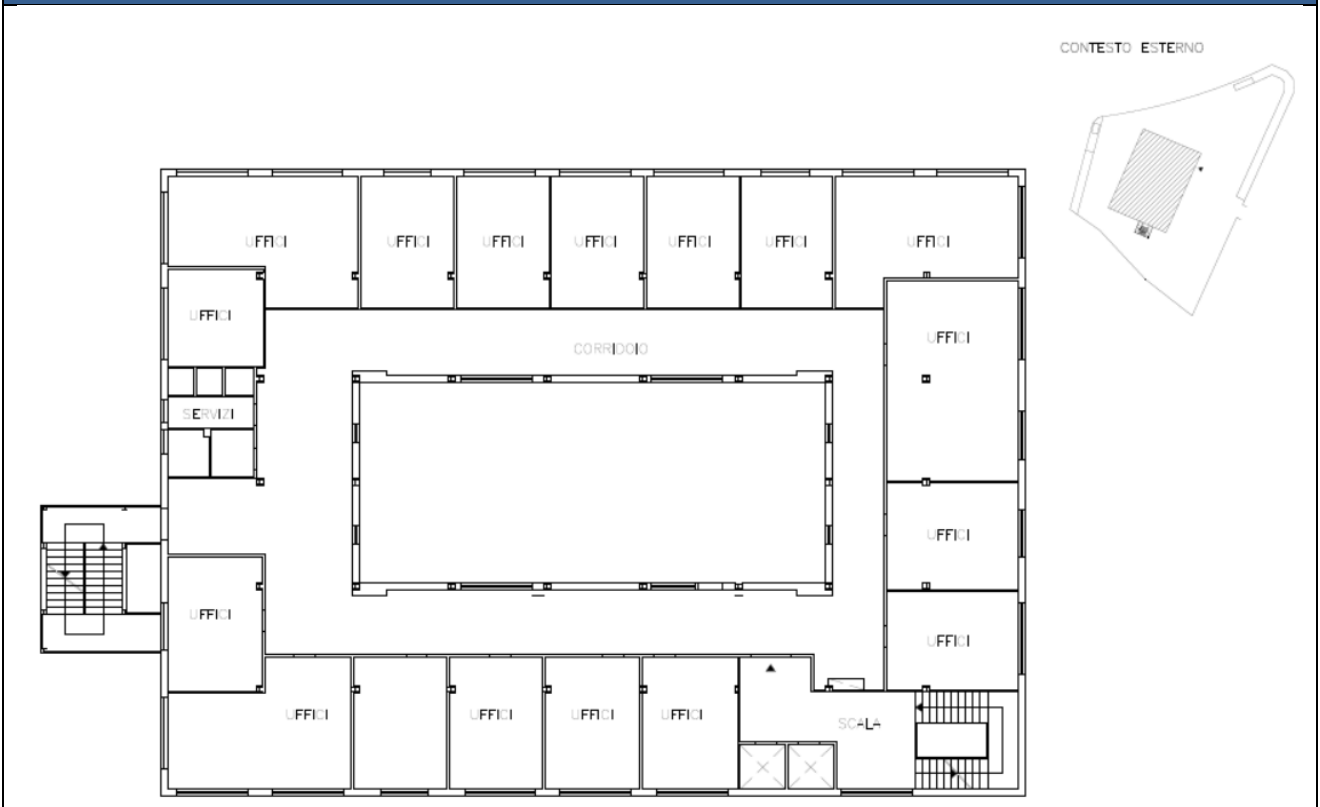
PIANO TERRENO



PIANO PRIMO



PIANO SECONDO



PIANO TERZO



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

L'edificio è stato costruito negli anni '90 ed ospita gli uffici della IX Municipalità del Comune di Napoli. Ai sensi del DPR 412/93, ricade nella destinazione d'uso E.2 - Edifici adibiti ad uffici ed assimilabili. Ai fini dell'esecuzione degli interventi di efficientamento energetico non sarà necessario apportare varianti agli strumenti urbanistici né provvedere ad espropri o a variazioni di proprietà. L'ipotesi di intervenire al fine di migliorarne l'efficienza energetica dell'edificio è innanzitutto volta ad una diminuzione delle emissioni di CO₂, ma può anche essere considerata di notevole interesse collettivo al fine della sensibilizzazione l'utenza alle tematiche di interesse ambientale ed energetico. È rilevante sottolineare come la corretta gestione e manutenzione del sistema edificio – impianto, comporterebbe il miglioramento delle condizioni di benessere percepite dall'utenza; la corretta manutenzione dell'edificio contribuirebbe a preservarlo al meglio in quanto bene collettivo. L'edificio oggetto della DE è costituito complessivamente da sei piani riscaldati, nei quali sono localizzati gli uffici ed i servizi resi dalla IX Municipalità del Comune di Napoli.

2.3 Verifica dei vincoli interferenti sulle parti di immobile interessate dall'intervento.

Secondo quanto riportato dall'Informativa di destinazione urbanistica fornita dalla PA non risulta che sull'edificio sussistano vincoli che possano impedire in parte o totalmente i possibili interventi di riqualificazione energetica che successivamente verranno riportati nella presente DE.

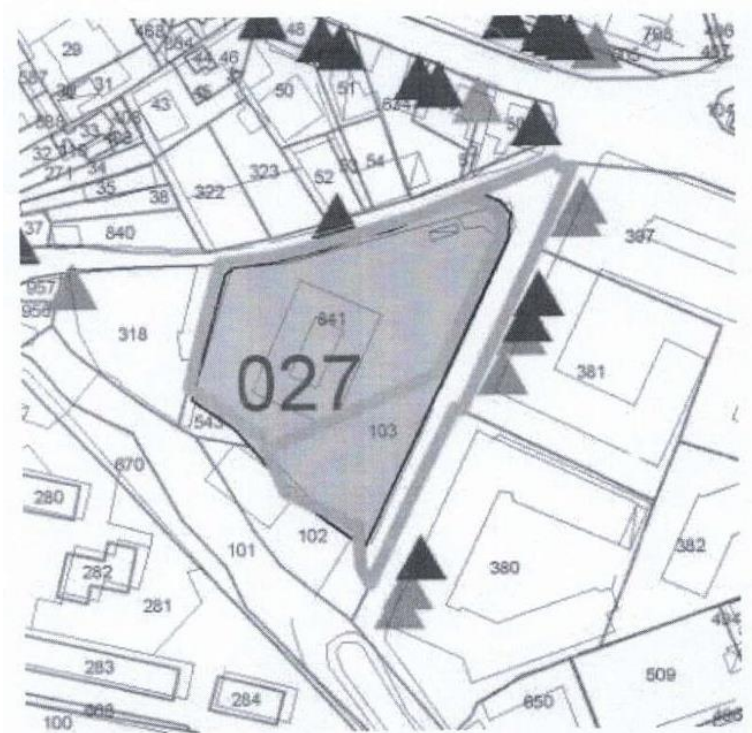
La Particella 103 del Foglio 125

- Rientra, come risulta dalla tavola della zonizzazione, nella **zona B – agglomerati urbani di recente formazione – sottozona Bb – espansione recente** disciplinata dagli art. 31 e 33 delle norme di attuazione della variante per il centro storico, la zona orientale e la zona nord-occidentale.
- È individuata per il 55% **tra le attrezzature di quartiere come immobili destinati a istruzione, interesse comune, parcheggi** come risulta dalla tavola n. 8 "Specificazioni" art. 56;
- È classificata, come risulta dalla tavola dei vincoli geomorfologici, **area stabile**
- **Non rientra nel perimetro delle zone vincolate dal Dlgs n.42/2004** parte terza, né nei perimetri dei piani territoriali paesistici "Agnano Camaldoli" (DM 06.11.1995) e "Posillipo" (DM 14.12.1995), né nella perimetrazione del Parco Regionale dei Campi Flegrei (Dpgrc n. 782 del 13.11.2003), né nella perimetrazione del Parco Regionale Metropolitano delle Colline di Napoli (Dpgrc n. 392 del 14.07.2004). Non sono indicati i decreti emessi ai sensi della legge n. 778/1922.
- Rientra nell'area del perimetro del **centro edificato**, individuato con delibera consiliare del 04.07.1972 ai sensi dell'art. 18 della legge 765/71.

La Particella 841 del Foglio 125

- Rientra, come risulta dalla tavola della zonizzazione, nella **zona B – agglomerati urbani di recente formazione – sottozona Bb – espansione recente** disciplinata dagli art. 31 e 33 delle norme di attuazione della variante per il centro storico, la zona orientale e la zona nord-occidentale.
- È individuata **tra le attrezzature di quartiere come immobili destinati a istruzione, interesse comune, parcheggi** come risulta dalla tavola n. 8 “Specificazioni” art. 56;
- È classificata, come risulta dalla tavola dei vincoli geomorfologici, **area stabile**
- **Non rientra nel perimetro delle zone vincolate dal Dlgs n.42/2004** parte terza, né nei perimetri dei piani territoriali paesistici “Agnano Camaldoli” (DM 06.11.1995) e “Posillipo” (DM 14.12.1995), né nella perimetrazione del Parco Regionale dei Campi Flegrei (Dpgrc n. 782 del 13.11.2003), né nella perimetrazione del Parco Regionale Metropolitano delle Colline di Napoli (Dpgrc n. 392 del 14.07.2004). Non sono indicati i decreti emessi ai sensi della legge n. 778/1922.
- Rientra nell’area della **Pianificazione di Emergenza per il rischio vulcanico Campi Flegrei – Zona Rossa** di cui al DPCM del 24.06.2016;
- Rientra nell’area del perimetro del **centro edificato**, individuato con delibera consiliare del 04.07.1972 ai sensi dell’art. 18 della legge 765/71.

Estratto di mappa



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 del servizio alla cittadinanza e gli orari di effettiva presenza del personale all'interno degli uffici della IX Municipalità.

Gli orari di effettivo utilizzo dell'edificio sono stati ottenuti tramite colloquio col personale amministrativo, mentre i periodi di accensione e spegnimento degli impianti sono stati forniti dalla società incaricata del servizio di gestione e manutenzione degli impianti.

Nella tabella sottostante si riportano gli orari di funzionamento dell'edificio e gli orari di funzionamento degli impianti termici e di refrigerazione.

PERIODO	GIORNI SETTIMANALI	ORARIO IMPIANTO RAFFRESCAMENTO	ORARIO IMPIANTO RISCALDAMENTO
Dal 15 Novembre al 31 Marzo	Dal lunedì al venerdì	[-]	6.00-19.00
Dal 1 Aprile al 14 Novembre	Dal lunedì al venerdì	6.00-19.00	[-]
DESTINAZIONE D'USO	GIORNI SETTIMANALI	ORARIO DI UTILIZZO LOCALI	
Archivio	Dal lunedì al venerdì	7.40-15.40	
Servizi igienici PT	Dal lunedì al venerdì	7.40-19.40	
Uffici P1	Dal lunedì al venerdì	7.40-19.40	
Open P1	Dal lunedì al venerdì	7.40-19.40	
Servizi igienici P1	Dal lunedì al venerdì	7.40-19.40	
Uffici P2	Dal lunedì al venerdì	7.40-19.40	
Corridoio P2	Dal lunedì al venerdì	7.40-19.40	
Servizi igienici P2	Dal lunedì al venerdì	7.40-19.40	
Uffici P3	Dal lunedì al venerdì	7.40-19.40	
Corridoio P3	Dal lunedì al venerdì	7.40-19.40	
Servizi igienici P3	Dal lunedì al venerdì	7.40-19.40	
Uffici P4	Dal lunedì al venerdì	7.40-15.40	
Corridoio P4	Dal lunedì al venerdì	7.40-19.40	
Servizi igienici P4	Dal lunedì al venerdì	7.40-15.40	
Uffici P5	Dal lunedì al venerdì	7.40-19.40	
Corridoio P5	Dal lunedì al venerdì	7.40-19.40	
Servizi igienici P5	Dal lunedì al venerdì	7.40-19.40	

Dall'analisi effettuata è emerso che gli orari di funzionamento degli impianti sono coerenti con gli orari di occupazione dell'edificio. Si rileva, soltanto, un'accensione anticipata degli impianti di riscaldamento e raffrescamento rispetto all'orario effettivo di utilizzo.

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 sottostante:

TEMPERATURE ESTERNE GIORNALIERE MEDIE MENSILI [°C] (UNI 10349:2016)											
GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUGL	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
10,6	9,4	12,0	15,3	19,5	23,4	25,5	25,4	21,5	18,1	12,0	9,7

Le 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.

Tale valore di Gradi Giorno è stato utile ai fini del processo di normalizzazione dei consumi reali dell'edificio.

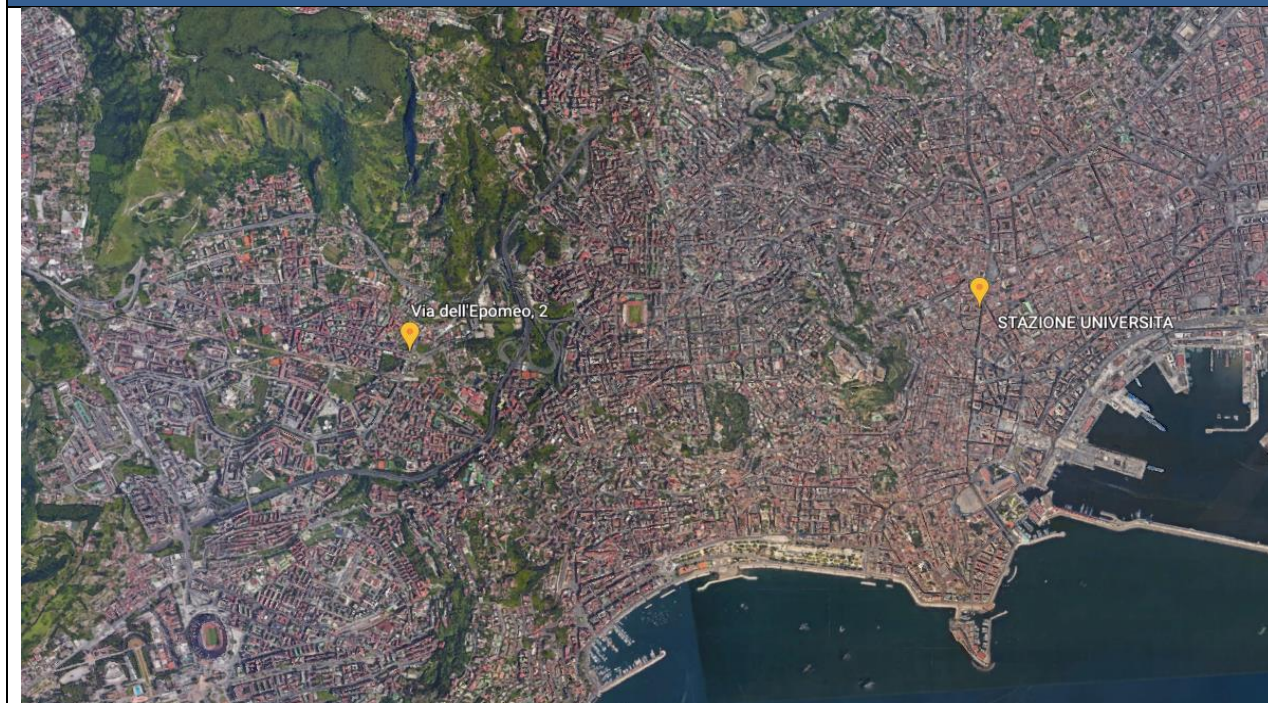
3.2 Dati climatici reali

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 mensile rilevata dalla stazione climatica più vicina all'edificio oggetto di analisi.

I dati climatici utilizzati sono stati rilevati dalla centralina meteo climatica installata presso il Centro Interdipartimentale di Ricerca LUPT dell'Università degli Studi di Napoli Federico II, sito in via Toledo n.402 (40° 50'N 14° 15'E Altitudine 56 m) ed utilizzati nel processo di destagionalizzazione dei consumi annuali in funzione delle caratteristiche climatiche della zona.


Si è deciso di utilizzare come riferimento tale centralina in quanto è ubicata in una zona limitrofa all'edificio oggetto della DE come documentato dall'immagine sottostante.


COLLOCAZIONE CENTRALINA METEO CLIMATICA RISPETTO L'EDIFICIO



Qui in basso sono riportate le temperature medie mensili rilevate dalla centralina meteo utilizzata per il triennio di riferimento (2014, 2015, 2016). Con i colori si distinguono le due stagioni termiche di riferimento: in rosso corrisponde quella del riscaldamento mentre in blu quella del raffrescamento.

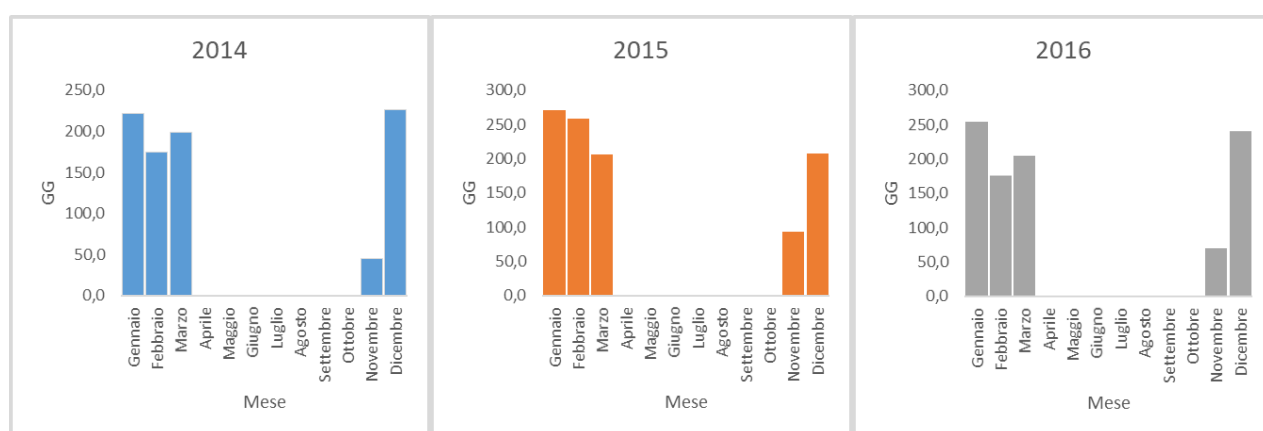
ANDAMENTO DELLE TEMPERATURE MEDIE MENSILI DEL TRIENNIO DI RIFERIMENTO													
	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre (1-14)	Novembre (15-30)	Dicembre
2014	12,9	13,8	13,6	16,2	18,8	24,1	24,9	26,0	23,4	20,8	18,7	17,2	12,7
2015	11,3	10,8	13,4	15,4	20,6	24,4	28,6	27,9	24,2	19,3	17,9	14,2	13,3
2016	11,8	14,0	13,4	18,0	19,2	23,6	26,8	26,4	23,2	19,7	16,0	15,6	12,3

 Stagione di riscaldamento

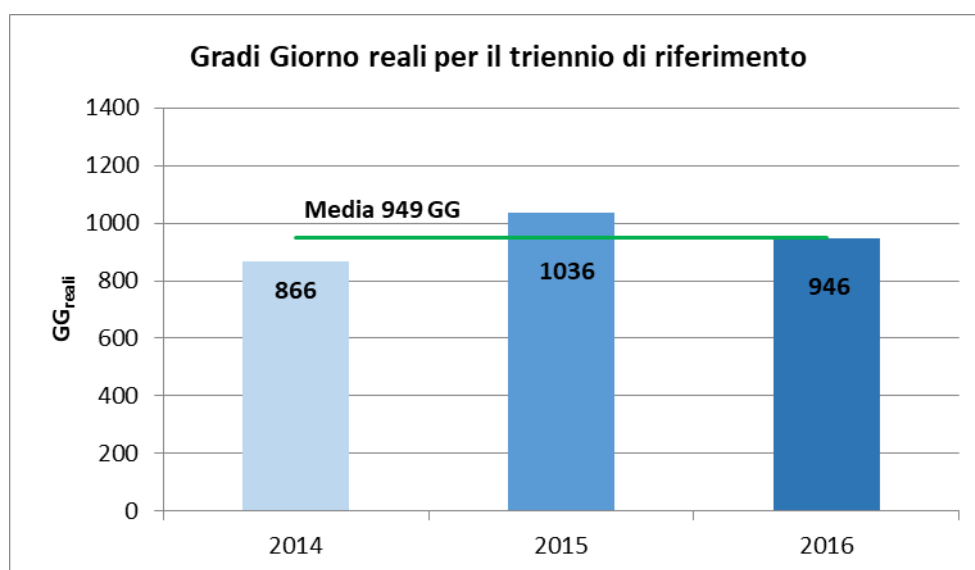
 Stagione di raffrescamento

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

Di seguito si riportano i valori mensili dei GG reali, calcolati in funzione delle temperature esterne medie orarie per il triennio di riferimento (2014 - 2015 – 2016), valutati come la sommatoria, estesa a tutti i giorni del periodo annuale di riscaldamento compreso tra il 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. Nei grafici qui in basso sono riportate le variazioni mensili dei gradi giorno reali calcolati per ogni anno utilizzato per la validazione.



Nel grafico si riporta l'andamento dei GG rilevati dalla stazione meteo utilizzata relativi al triennio di riferimento.



4 AUDIT DELL'EDIFICIO E IMPIANTI ELETTRICI E MECCANICI

4.1 Descrizione e prestazioni energetiche dell'involucro edilizio

Il modello energetico dell'edificio preso in esame è stato suddiviso in n.17 locali termici distribuiti su due zone termiche, la prima relativa alla porzione di fabbricato dei piani terreno, primo e secondo e la seconda relativa alla porzione di fabbricato dei piani terzo, quarto e quinto. L'edificio presenta strutture e tipologie costruttive analoghe in tutti i livelli costituite da una struttura a pilastri in acciaio con solai in cemento armato e tamponamenti perimetrali con pacchetto di finitura all'esterno in poliuretano e lamiera di alluminio. Tale tipologia costruttiva era in uso nell'edilizia pubblica negli anni '80 e risulta piuttosto diffusa su tutto il territorio italiano. Il fabbricato risulta riscaldato quasi totalmente ad eccezione del corpo scale e di alcuni locali tecnici presenti al piano terreno.

L'involucro superiore è caratterizzato dalla presenza di solai orizzontali disperdenti calpestabili non coibentati. Il sopralluogo del fabbricato ha evidenziato due tipologie di orizzontamento superiore: la copertura ed il terrazzo di pertinenza dei corridoi del piano secondo.

L'edificio dal piano terzo al quinto presenta un cavedio di sezione regolare confinante con i corridoi centrali; tale cavedio è in grado di garantire un importante apporto di illuminazione naturale sul lato interno del fabbricato in cui sono localizzate le maniche di corridoio. I componenti trasparenti risultano di forme e dimensioni regolari tra i piani e hanno telaio metallico (senza taglio termico) e doppio vetro.

Il complesso è alimentato da un'unica centrale termica ubicata all'esterno dell'edificio in un locale preposto. Tale centrale è costituita da un'unica caldaia tradizionale alimentata a metano con potenza nominale al focolare di 217 kW, installata nel 2017 ed asservita alla climatizzazione invernale dell'edificio.

Sulla copertura piana della struttura sono inoltre presenti due macchine frigorifere preposte alla climatizzazione estiva dei locali.

Il servizio di produzione di acqua calda sanitaria è invece soddisfatto mediante boiler elettrici ubicati nei servizi igienici di ciascun piano dell'edificio.

Si riportano di seguito alcune immagini di particolari dell'involucro edilizio, rilevati durante il sopralluogo ed una descrizione sullo stato di conservazione degli elementi edilizi.

IMMAGINI DI DETTAGLIO DELL'INVOLUCRO TERMICO

Pareti verticali disperdenti ed orizzontamenti esterni



Immagine relativa al pacchetto di muratura



Dettaglio dell'intradosso di un solaio-tipo



Immagine della copertura esterna disperdente



Dettaglio della controsoffittatura

IMMAGINI DI DETTAGLIO SULLO STATO DI CONSERVAZIONE DEGLI ELEMENTI EDILIZI

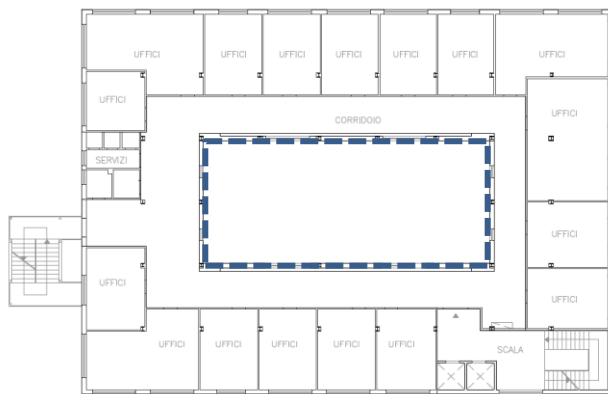
Degrado dello strato esterno dell'involucro opaco



Immagine relativa al degrado del pacchetto di muratura



Dettaglio dell'alterazione sul lato corto del cavedio



Pianta piano tipo, identificazioni delle aree prevalenti di degrado

Descrizione stato di degrado:

Si evidenzia uno stato di cattiva conservazione dell'involucro esterno diffuso su tutta la superficie esterna dell'edificio e con maggior sviluppo sul lato del cavedio interno. Il pacchetto d'involucro è composto esternamente da un pannello metallico che in corrispondenza delle discontinuità (parete-serramento, parete-solaio interpiano, parete-terrazzo) presenta alterazioni cromatiche dovute alla reazione con gli agenti atmosferici. In particolare si distinguono lingue verticali di colorazione scura in corrispondenza degli interpiani mentre superiormente alla cornice dei serramenti e all'attacco con il terrazzo si rileva una fascia grigia segno del deposito di acqua.

Si riportano di seguito i dettagli stratigrafici relativi alle strutture opache disperdenti dell'edificio

CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI
secondo UNI TS 11300-1 - UNI EN ISO 6946 - UNI EN ISO 13370

Descrizione della struttura: *Muro standard pacchetto*

Codice: *M1*

Trasmittanza termica	0,300	W/m ² K
Spessore	312	mm
Temperatura (calcolo potenza invernale)	esterna 2,0	°C
Permeanza	0,010	10 ⁻¹² kg/sm ² Pa
Massa (con intonaci)	superficiale 23	kg/m ²
Massa (senza intonaci)	superficiale 23	kg/m ²
Trasmittanza periodica	0,284	W/m ² K
Fattore attenuazione	0,946	-
Sfasamento onda termica	-2,1	h



N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	Pannelli di trucioli di legno pressati	<i>20,00</i>
2	Intercapedine non ventilata Av<500 mm ² /m	<i>190,00</i>
3	Poliuretani espansi in situ	<i>100,00</i>
4	Alluminio	<i>2,00</i>
-	Resistenza superficiale esterna	-

Descrizione della struttura: *SF di Muro standard pacchetto*

Codice: *M2*

Trasmittanza termica	0,300	W/m ² K
Spessore	197	mm
Temperatura (calcolo potenza invernale)	esterna 2,0	°C
Permeanza	0,010	10 ⁻¹² kg/sm ² Pa
Massa (con intonaci)	superficiale 23	kg/m ²
Massa (senza intonaci)	superficiale 23	kg/m ²
Trasmittanza periodica	0,284	W/m ² K
Fattore attenuazione	0,946	-
Sfasamento onda termica	-2,1	h



N.	Descrizione strato
-	Resistenza superficiale interna
1	Pannelli di trucioli di legno pressati
2	Intercapedine non ventilata Av<500 mm ² /m

3	Poliuretani espansi in situ
4	Alluminio
-	Resistenza superficiale esterna

Descrizione della struttura: *Muro standard pacchetto con IPE*

Codice: *M3*

Trasmittanza termica	0,300	W/m ² K
Spessore	312	mm
Temperatura (calcolo potenza invernale)	esterna 2,0	°C
Permeanza	0,000	10 ⁻¹² kg/sm ² Pa
Massa (con intonaci)	superficiale 959	kg/m ²
Massa (senza intonaci)	superficiale 959	kg/m ²
Trasmittanza periodica	0,025	W/m ² K
Fattore attenuazione	0,083	-
Sfasamento onda termica	-7,2	h

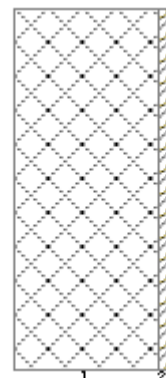


N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	Pannelli di trucioli di legno pressati	<i>20,00</i>
2	Intercapedine non ventilata Av<500 mm ² /m	<i>70,00</i>
3	Acciaio	<i>120,00</i>
4	Poliuretani espansi in situ	<i>100,00</i>
5	Alluminio	<i>2,00</i>
-	Resistenza superficiale esterna	-

Descrizione della struttura: *Muro su scala*

Codice: *M4*

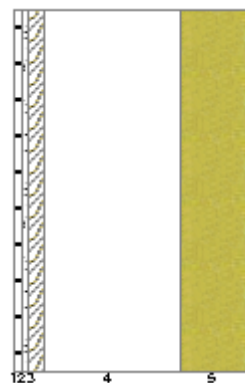
Trasmittanza termica	2,305	W/m ² K
Spessore	220	mm
Temperatura (calcolo potenza invernale)	esterna 4,7	°C
Permeanza	7,407	10 ⁻¹² kg/sm ² Pa
Massa (con intonaci)	superficiale 484	kg/m ²
Massa (senza intonaci)	superficiale 484	kg/m ²
Trasmittanza periodica	0,668	W/m ² K
Fattore attenuazione	0,290	-
Sfasamento onda termica	-6,9	h



N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	C.l.s. armato (1% acciaio)	200,00
2	Pannello truciolare con leganti in cemento	20,00
-	Resistenza superficiale esterna	-

Descrizione della struttura: Muro standard pacchetto WC
Codice: M5

Trasmittanza termica	0,298	W/m ² K
Spessore	332	mm
Temperatura (calcolo potenza invernale)	esterna 2,0	°C
Permeanza	0,002	10 ⁻¹² kg/sm ² Pa
Massa (con intonaci)	superficiale 64	kg/m ²
Massa (senza intonaci)	superficiale 46	kg/m ²
Trasmittanza periodica	0,249	W/m ² K
Fattore attenuazione	0,835	-
Sfasamento onda termica	-3,4	h



N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	Piastrelle in ceramica (piastrelle)	10,00
2	Intonaco di cemento e sabbia	10,00
3	Pannelli di trucioli di legno pressati	20,00
4	Intercapedine non ventilata Av<500 mm ² /m	190,00
5	Poliuretani espansi in situ	100,00
6	Alluminio	2,00
-	Resistenza superficiale esterna	-

Descrizione della struttura: Muro su custode
Codice: M6

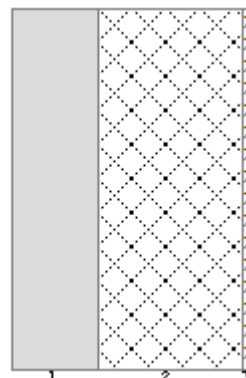
Trasmittanza termica	2,305	W/m ² K
Spessore	220	mm
Temperatura (calcolo potenza invernale)	esterna 18,0	°C
Permeanza	7,407	10 ⁻¹² kg/sm ² Pa
Massa (con intonaci)	superficiale 484	kg/m ²
Massa (senza intonaci)	superficiale 484	kg/m ²
Trasmittanza periodica	0,668	W/m ² K
Fattore attenuazione	0,290	-
Sfasamento onda termica	-6,9	h



N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	C.l.s. armato (1% acciaio)	200,00
2	Pannello truciolare con leganti in cemento	20,00
-	Resistenza superficiale esterna	-

Descrizione della struttura: Muro su scala con IPE
Codice: M7

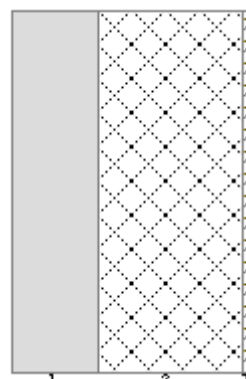
Trasmittanza termica	2,292	W/m ² K
Spessore	340	mm
Temperatura (calcolo potenza invernale)	esterna 4,7	°C
Permeanza	0,000	10 ⁻¹² kg/sm ² Pa
Massa (con intonaci)	superficiale 1420	kg/m ²
Massa (senza intonaci)	superficiale 1420	kg/m ²
Trasmittanza periodica	0,341	W/m ² K
Fattore attenuazione	0,149	-
Sfasamento onda termica	-8,9	h



N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	Acciaio	120,00
2	C.l.s. armato (1% acciaio)	200,00
3	Pannello truciolare con leganti in cemento	20,00
-	Resistenza superficiale esterna	-

Descrizione della struttura: Muro su custode con IPE
Codice: M8

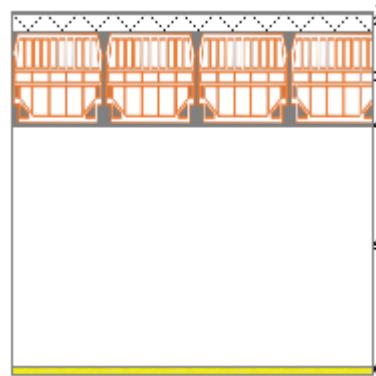
Trasmittanza termica	2,292	W/m ² K
Spessore	340	mm
Temperatura (calcolo potenza invernale)	esterna 20,0	°C
Permeanza	0,000	10 ⁻¹² kg/sm ² Pa
Massa (con intonaci)	superficiale 1420	kg/m ²
Massa (senza intonaci)	superficiale 1420	kg/m ²
Trasmittanza periodica	0,341	W/m ² K
Fattore attenuazione	0,149	-
Sfasamento onda termica	-8,9	h



N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	Acciaio	120,00
2	C.I.s. armato (1% acciaio)	200,00
3	Pannello truciolare con leganti in cemento	20,00
-	Resistenza superficiale esterna	-

Descrizione della struttura: Copertura
Codice: S1

Trasmittanza termica	1,216	W/m ² K
Spessore	780	mm
Temperatura (calcolo potenza invernale)	esterna 2,0	°C
Permeanza	13333,33 4	10 ⁻¹² kg/sm ² Pa
Massa (con intonaci)	superficiale 579	kg/m ²
Massa (senza intonaci)	superficiale 579	kg/m ²
Trasmittanza periodica	0,366	W/m ² K
Fattore attenuazione	0,301	-
Sfasamento onda termica	-7,1	h



N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale esterna	-
1	Impermeabilizzazione con bitume	3,00
2	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	40,00
3	Soletta in c.I.s. armato (esterno)	200,00
4	Alluminio	2,00
5	Intercapedine debolmente ventilata Av=600 mm ² /m	520,00
6	Fibre minerali feldspatiche - Pannello rigido	15,00
-	Resistenza superficiale interna	-

Descrizione della struttura: Solaio su terrazzo
Codice: S2

Trasmittanza termica	3,561	W/m ² K
Spessore	245	mm
Temperatura (calcolo potenza invernale)	esterna 2,0	°C
Permeanza	0,010	10 ⁻¹² kg/sm ² Pa
Massa (con intonaci)	superficiale 577	kg/m ²

Massa (senza intonaci)	superficiale	577	kg/m ²
Trasmittanza periodica		1,609	W/m ² K
Fattore attenuazione		0,452	-
Sfasamento onda termica		-6,2	h



N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale esterna	-
1	Impermeabilizzazione con bitume	3,00
2	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	40,00
3	Soletta in c.l.s. armato (esterno)	200,00
4	Alluminio	2,00
-	Resistenza superficiale interna	-

Legenda simboli

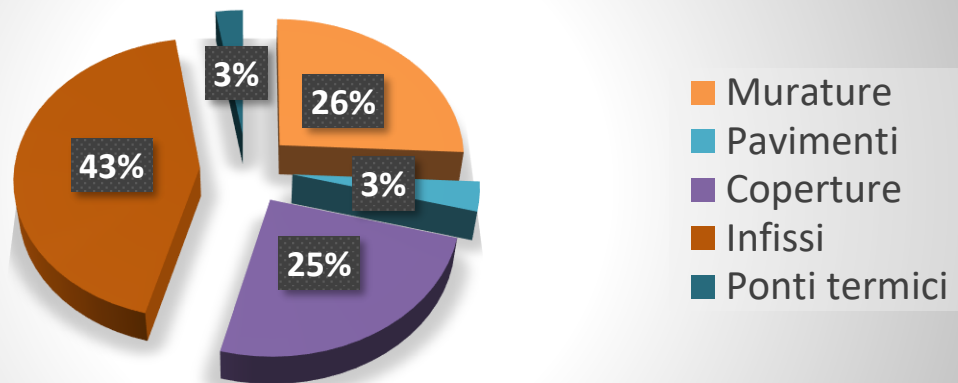
s	Spessore	mm
Cond.	Conduktività termica, comprensiva di eventuali coefficienti correttivi	W/mK
R	Resistenza termica	m ² K/W
M.V.	Massa volumica	kg/m ³
C.T.	Capacità termica specifica	kJ/kgK
R.V.	Fattore di resistenza alla diffusione del vapore in capo asciutto	-

Si riportano di seguito i dettagli sui componenti disperdenti dell'involucro trasparente dell'edificio.

Cod	Tipo	Descrizione elemento	U [W/m ² K]	θ _e [°C]	S _{Tot} [m ²]	Φ _{tr} [W]	% [%]	Φ _{Tot}
W1	T	78x138	4,421	2,0	10,76	964	0,9	
W2	T	197x139	4,152	2,0	84,89	7245	6,5	
W3	T	297x139	4,049	2,0	379,80	31190	27,8	
W4	T	87x69	4,909	2,0	7,20	668	0,6	
W5	T	128x232 REI	2,269	2,0	14,85	637	0,6	
W6	T	88x211	4,565	2,0	1,86	175	0,2	
W7	T	293x239 ingresso	6,479	2,0	7,00	939	0,8	
W8	T	297x69	4,021	2,0	8,20	660	0,6	
W9	T	205x68	4,196	2,0	1,39	111	0,1	
W10	T	78x138 con SF	4,421	2,0	6,46	578	0,5	
W12	U	168x196 REI NR	2,233	4,7	19,76	675	0,6	
W33	T	297x139 senza SF	4,049	2,0	57,80	4785	4,3	

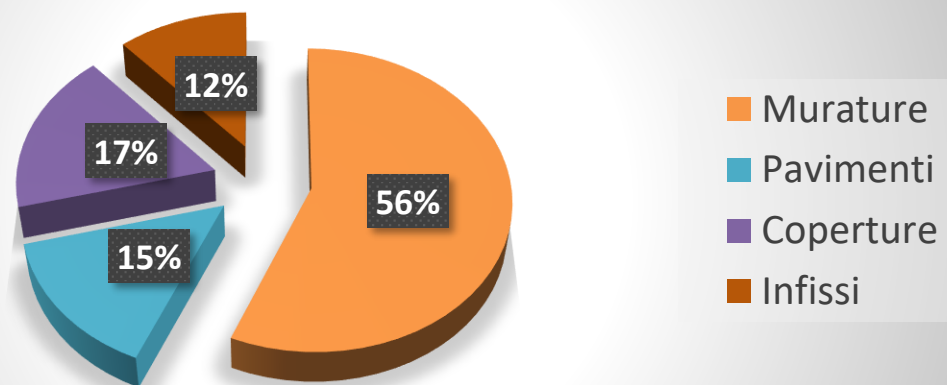
A partire dalle informazioni sopradescritte, viene effettuata un'analisi preliminare dello stato di fatto. Viene ora riportata una rappresentazione delle dispersioni per tipologia edilizia.

Ripartizione delle dispersioni



Incidenza dispersioni dei componenti involucro

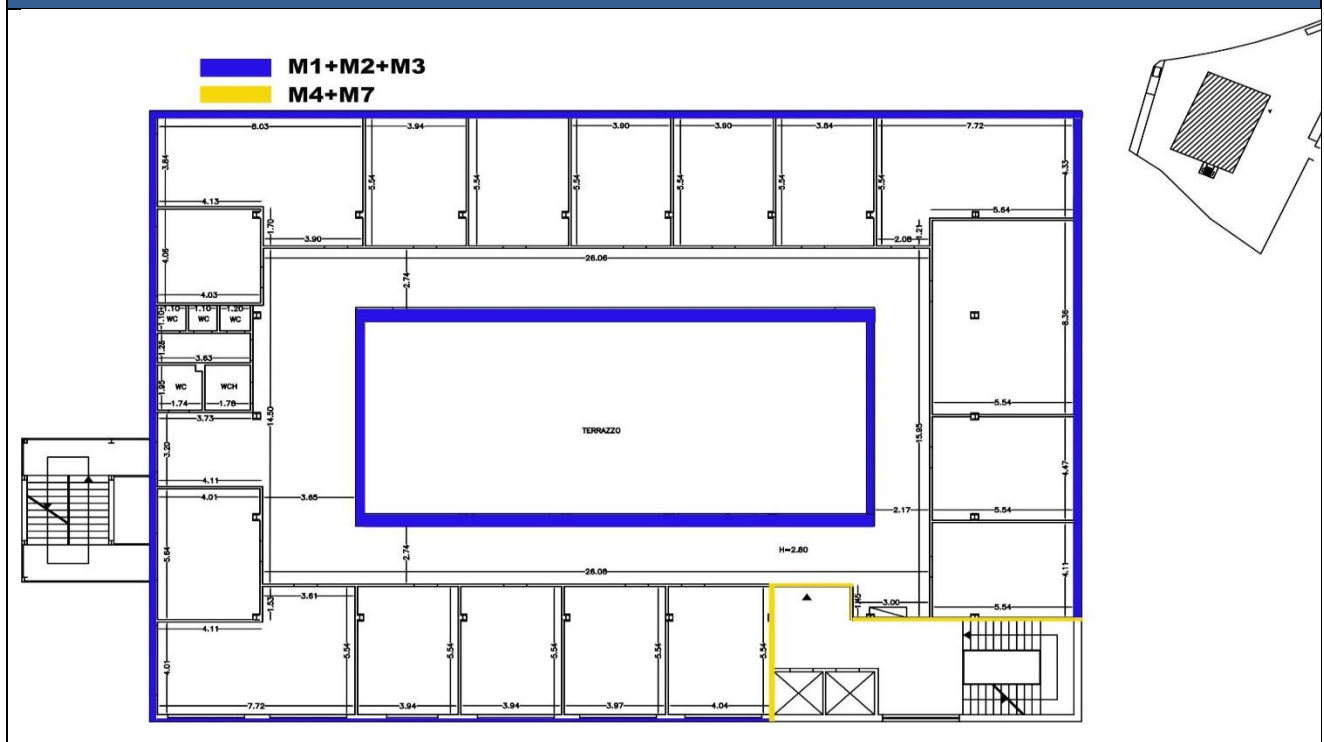
Incidenza delle superfici disperdenti



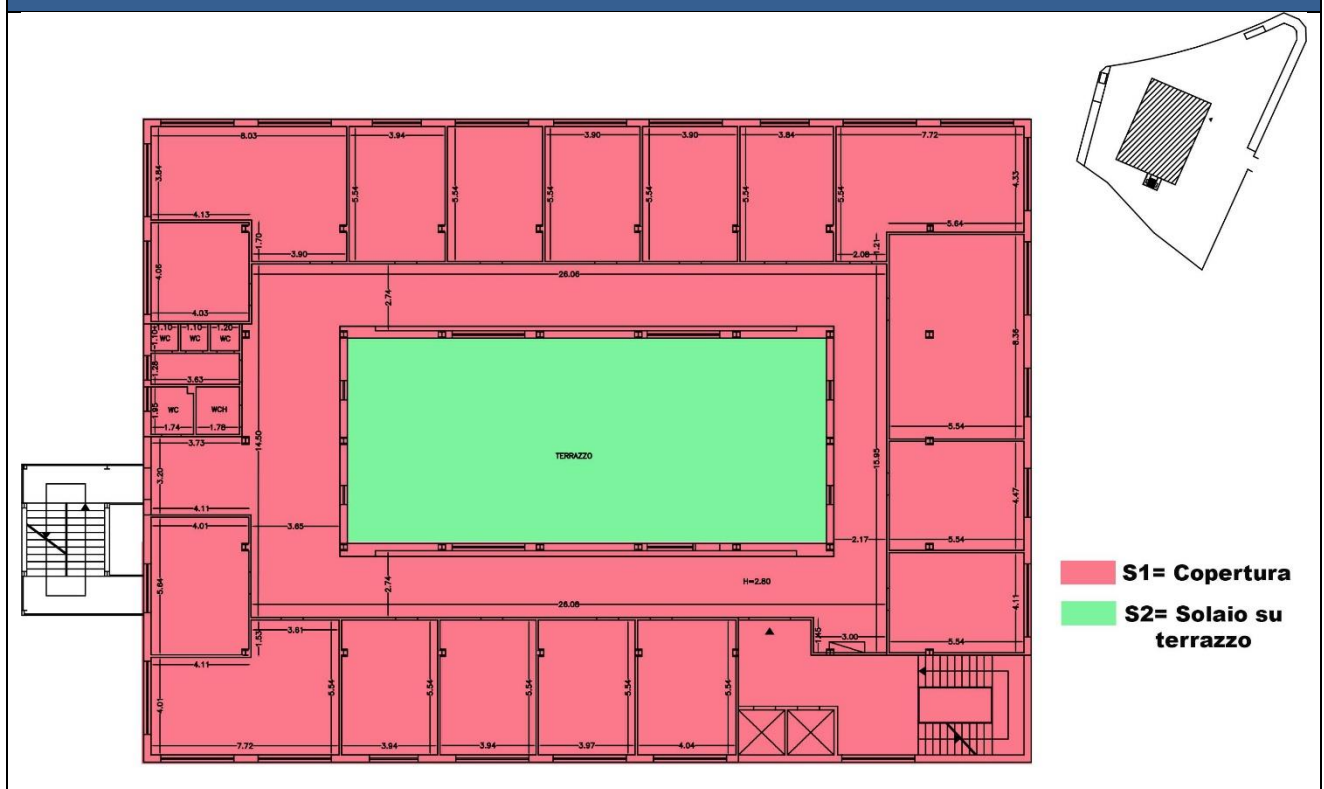
Incidenza superfici dei componenti involucro

I grafici hanno lo scopo di individuare l'incidenza dei componenti sulla geometria dell'edificio e le maggiori dispersioni dei componenti sull'involucro riscaldato. Obiettivo dei grafici è l'individuazione dei deficit energetici dei vari componenti al fine di ipotizzare gli interventi maggiormente efficaci di riqualificazione energetica. Si riportano di seguito i dettagli sulle superfici disperdenti totali dell'involucro dell'edificio.

PIANO TIPO



PIANTA COPERTURE



■ S1= Copertura
■ S2= Solaio su terrazzo

Al fine di comprendere maggiormente il comportamento dell'edificio si riportano di seguito alcuni dettagli relativi alle dispersioni dei n.17 locali termici dell'edificio in oggetto suddivisi in n.2 zone. Tali dati risultano utili a comprendere su quali parti di edificio può convenire intervenire compatibilmente con le caratteristiche delle strutture esistenti e con la fattibilità tecnica degli interventi.

Zona 1 - ZONA PT-P1-P2 fabbisogno di potenza dei locali

Loc	Descrizione	θ_i [°C]	n [1/h]	Φ_{tr} [W]	Φ_{ve} [W]	Φ_{rh} [W]	Φ_{hl} [W]	Φ_{hl} [W]	sic
1	Archivio	20,0	0,00	9436	0	11305	20741	20741	
2	Servizi PT	20,0	8,00	292	2120	248	2661	2661	
3	Uffici P1	20,0	0,71	11181	7433	8343	26957	26957	
4	Open P1	20,0	0,00	13257	0	4895	18152	18152	
5	Servizi P1	20,0	8,00	215	2478	248	2941	2941	
6	Uffici P2	20,0	0,71	10935	6238	7001	24174	24174	
7	Corridoio P2	20,0	8,00	4371	32884	3292	40546	40546	
8	Servizi P2	20,0	8,00	209	2476	248	2932	2932	
Totale:				49897	53629	35579	139104	139104	

Zona 2 - ZONA P3-P4-P5 fabbisogno di potenza dei locali

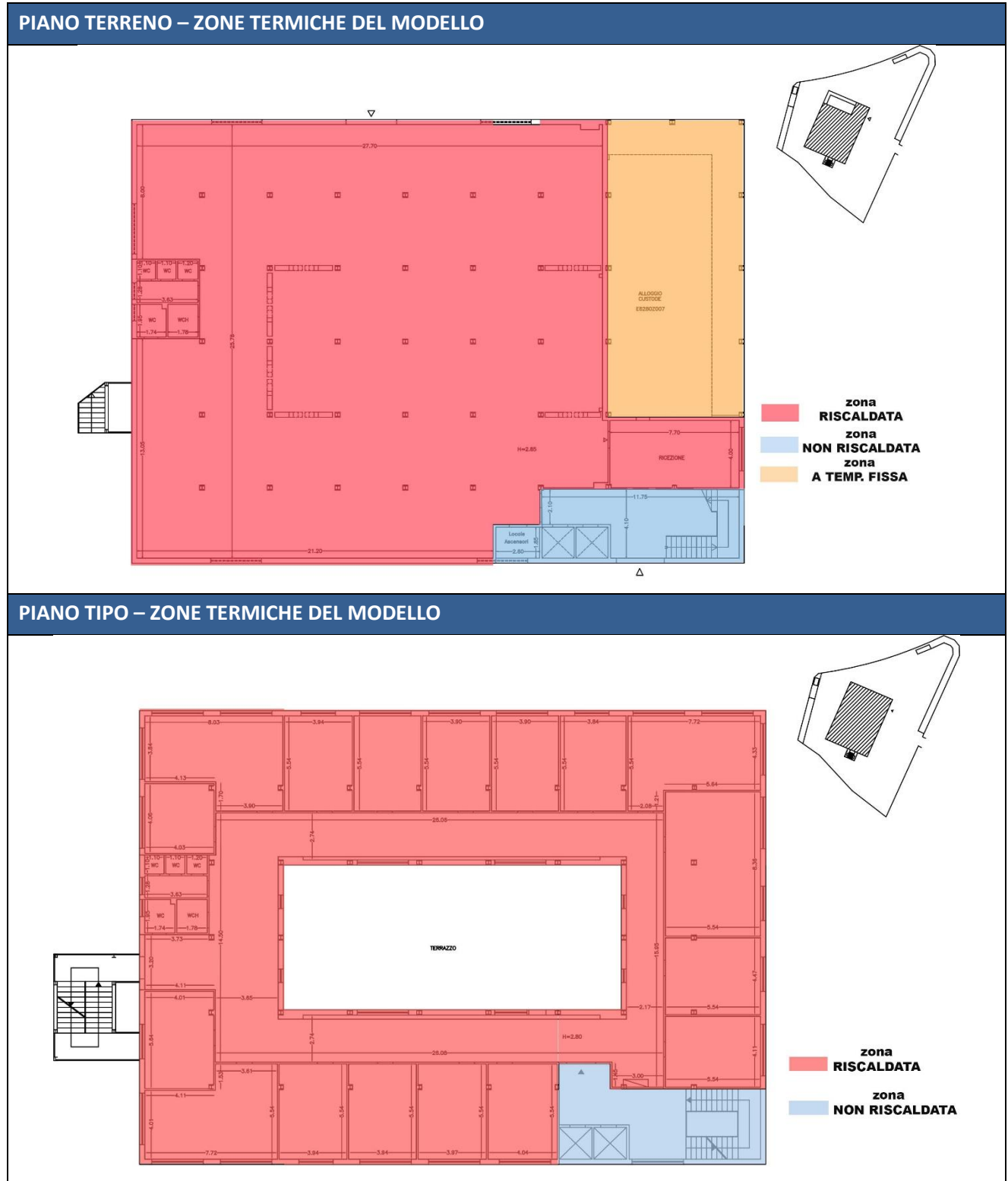
Loc	Descrizione	θ_i [°C]	n [1/h]	Φ_{tr} [W]	Φ_{ve} [W]	Φ_{rh} [W]	Φ_{hl} [W]	Φ_{hl} [W]	sic
1	Uffici P3	20,0	0,71	10935	6255	7020	24211	24211	
2	Corridoio P3	20,0	8,00	4106	32877	3291	40275	40275	
3	Servizi P3	20,0	8,00	209	2433	244	2885	2885	
4	Uffici P4	20,0	0,70	10993	6287	7056	24335	24335	
5	Corridoio P4	20,0	8,00	4180	34386	3361	41927	41927	
6	Servizi P4	20,0	8,00	211	2491	244	2946	2946	
7	Uffici P5	20,0	0,84	21976	6237	7000	35214	35214	
8	Corridoio P5	20,0	8,00	8895	28040	3291	40226	40226	
9	Servizi P5	20,0	8,00	642	2075	244	2960	2960	
Totale:				62147	121081	31750	214978	214978	
Totale Edificio:				112044	174709	67329	354082	354082	

Legenda simboli

θ_i	Temperatura interna del locale
n	Ricambio d'aria del locale
Φ_{tr}	Potenza dispersa per trasmissione
Φ_{ve}	Potenza dispersa per ventilazione
Φ_{rh}	Potenza dispersa per intermittenza
Φ_{hl}	Potenza totale dispersa
$\Phi_{hl\ sic}$	Potenza totale moltiplicata per il coefficiente di sicurezza

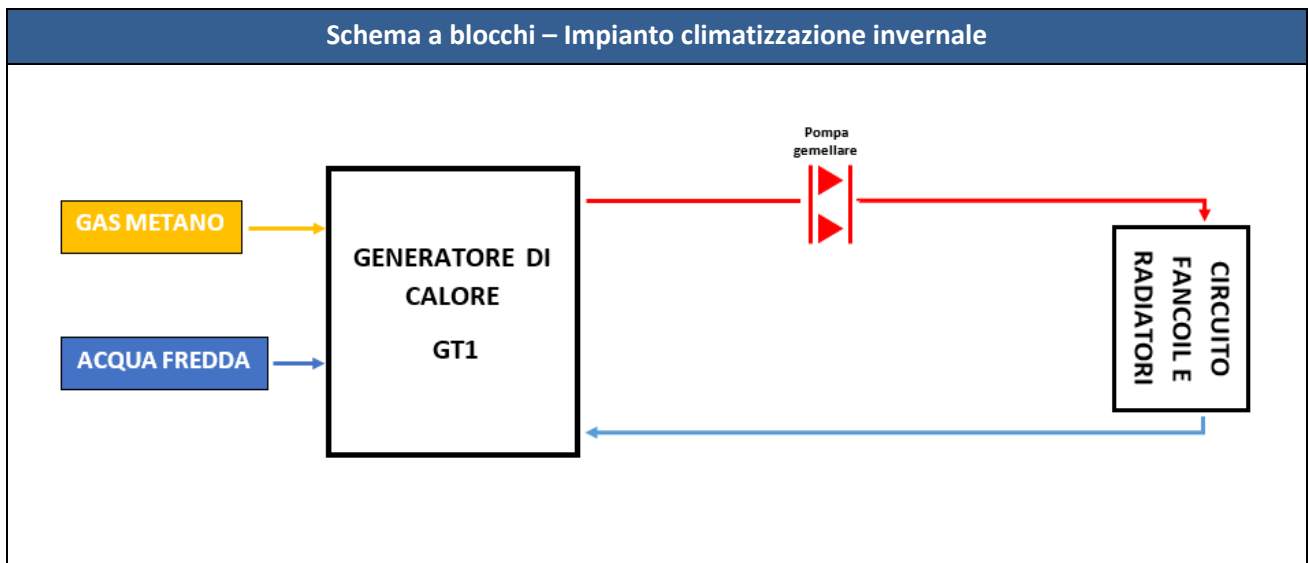
Si riportano di seguito le planimetrie dell'edificio con la localizzazione delle differenti tipologie di zone termiche considerate nell'ambito della modellazione di calcolo.

LOCALIZZAZIONE E TIPOLOGIE DI ZONE TERMICHE DEL MODELLO DI SIMULAZIONE



4.2 Descrizione delle prestazioni energetiche dell'impianto di riscaldamento/climatizzazione invernale

L'impianto termico centralizzato asservito alla climatizzazione invernale dell'edificio è costituito da una caldaia tradizionale alimentata a metano con potenza termica al focolare pari a 217 kW.



Sottosistema di generazione

Il sottosistema di generazione è costituito da una centrale termica dotata di una caldaia tradizionale modulante Riello RTQ 217 3S, installata nel 2017.

Foto della centrale termica-Sottosistema di generazione

Caldaie tradizionale a metano



Riepilogo caratteristiche sottosistema di generazione

Marca	Modello	Servizio	Tipologia	Combustibile
Riello	RTQ 217 3S	Riscaldamento	Tradizionale modulante	Metano
Potenza utile nominale	Potenza utile minima	Potenza al focolare nominale	Potenza minima al focolare	Potenza ausiliari elettrici
[kW]	[kW]	[kW]	[kW]	[W]
206,8	159,2	217	166	800

Sottosistema di accumulo

L'impianto asservito alla climatizzazione invernale dell'edificio non presenta un serbatoio d'accumulo.

Sottosistema di distribuzione

Il sottosistema di distribuzione è costituito dai seguenti elementi:

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

Foto della centrale termica-Sottosistema di distribuzione

Pompa di circolazione gemellare



Le caratteristiche del circolatore a servizio dei circuito primario sono riportate nella seguente tabella.

Circuito	Nome	Servizio	Tipologia	Potenza elettrica assorbita [W]
				[W]
Primario	[-]	Mandata acqua calda fancoil e radiatori	Velocità costante	1500

Riepilogo caratteristiche sottosistema di distribuzione

Caratteristiche tubazioni/canalizzazioni			
Diametro [cm]	Materiale	Coibentazione	Lunghezza [m]
-	-	-	-
Tipologia fluido termovettore	Temperatura di mandata	Potenza idraulica di progetto	Potenza elettrica elettropompa
[-]	[°C]	[m3/h]	[W]
Acqua	70	-	1500

Sottosistema di regolazione

La regolazione dell'impianto termico avviene attraverso l'impostazione degli orari di funzionamento e della curva climatica che regola la temperatura di mandata dell'impianto in base alle temperature rilevate da una sonda esterna ed una di zona, interna all'edificio. La temperatura massima di mandata del sottosistema di generazione è fissata a 70°C.

Inoltre, ciascun terminale di emissione (fancoil) è dotato di valvole che consentono una regolazione puntuale di ciascun corpo scaldante.

Sottosistema di emissione

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

- Radiatori su parete esterna non isolata all'interno dei servizi igienici;
- Fancoil all'interno dei locali adibiti ad uffici, aree di circolazione ed archivi;



Riepilogo caratteristiche sottosistema di emissione

ZONA TERMICA PT-P1-P2			
Tipologia	Numero	Potenza ausiliari elettrici	Potenza termica terminali per zona termica
[-]	[-]	[W]	[W]
Radiatore	6	-	286.423
Fancoil tipo 1	34	2720	
Fancoil tipo 2	14	1700	
ZONA TERMICA P3-P4-P5			
Tipologia	Numero	Potenza ausiliari elettrici	Potenza termica terminali per zona termica
[-]	[-]	[W]	[W]
Radiatore	9	-	217.063
Fancoil tipo 1	17	1360	
Fancoil tipo 2	54	3040	

Si riportano di seguito le caratteristiche dell'impianto termico, relativamente ai sottosistemi di generazione, distribuzione, regolazione ed emissione, coerentemente con quanto implementato nel modello energetico.

SOTTOSISTEMA DI GENERAZIONE
Dati generali:

Servizio	Riscaldamento		
Tipo di generatore	Caldia tradizionale		
Metodo di calcolo	Analitico		
Marca/Serie/Modello	RIELLO/RTQ 3S -RTQ 3S GTA- COMPONIBILE/217 3S -COMP - G/1- G/2- S/1- S/2-S/M		
Potenza nominale al focolare	Φ_{cn}	216,00	kW

Caratteristiche:

Perdita al camino a bruciatore acceso	$P'_{ch,on}$	3,30	%
Valore noto da costruttore o misurato			
Perdita al camino a bruciatore spento	$P'_{ch,off}$	1,40	%
Valore noto da costruttore o misurato			
Perdita al mantello	$P'_{gn,env}$	1,40	%
Valore noto da costruttore o misurato			
Rendimento utile a potenza nominale	$\eta_{gn,Pn}$	95,30	%

Rendimento utile a potenza intermedia	$\eta_{gn,Pint}$	96,30	%
---------------------------------------	------------------	--------------	---

Fabbisogni elettrici:

Potenza elettrica bruciatore	W_{br}	600	W
Fattore di recupero elettrico	k_{br}	0,80	-
Potenza elettrica pompe circolazione	W_{af}	0	W
Fattore di recupero elettrico	k_{af}	0,80	-

Dati per generatori modulanti (riferiti alla potenza minima):

Potenza minima al focolare	$\Phi_{cn,min}$	166,00	kW
Perdita al camino a bruciatore acceso	$P'_{ch,on,min}$	3,30	%
Potenza elettrica bruciatore	$W_{br,min}$	33	W

Ambiente di installazione:

Ambiente di installazione	Centrale termica		
Fattore di riduzione delle perdite	$k_{gn,env}$	0,70	-

Dati per circuito

Circuito Fancoil

Intermittenza

Regime di funzionamento	Intermittente
Metodo di calcolo	UNI EN ISO 13790

Profilo di intermittenza

Tipologia di intermittenza	Funzionamento intermittente (con spegnimento)	
Giorni a settimana di funzionamento intermittente	5	giorni
Ore giornaliere di spegnimento	11,0	ore

Caratteristiche sottosistema di emissione:

Tipo di terminale di erogazione	Ventilconvettori (tmedia acqua = 45°C)	
Potenza nominale dei corpi scaldanti	339745	W
Fabbisogni elettrici	8820	W
Rendimento di emissione	95,0	%

Caratteristiche sottosistema di regolazione:

Tipo	Per singolo ambiente + climatica
Caratteristiche	On off

Rendimento di regolazione **97,0** %

Caratteristiche sottosistema di distribuzione utenza:

Metodo di calcolo	Semplificato	
Tipo di impianto	Centralizzato con montanti non isolati correnti in traccia nel lato interno delle pareti esterne	
Posizione impianto	-	
Posizione tubazioni	-	
Isolamento tubazioni	Isolamento con materiali vari (mussola di cotone, coppelle) non fissati stabilmente da uno strato protettivo	
Numero di piani	6	
Fattore di correzione	1,00	
Rendimento di distribuzione utenza	92,0	%
Fabbisogni elettrici	1500	W

Circuito Radiatori

Intermittenza

Regime di funzionamento	Intermittente
Metodo di calcolo	UNI EN ISO 13790

Profilo di intermittenza

Tipologia di intermittenza	Funzionamento intermittente (con spegnimento)	
Giorni a settimana di funzionamento intermittente	5	giorni
Ore giornaliere di spegnimento	11,0	ore

Caratteristiche sottosistema di emissione:

Tipo di terminale di erogazione	Radiatori su parete esterna isolata	
Temperatura di mandata di progetto	75,0	°C
Potenza nominale dei corpi scaldanti	14664	W
Fabbisogni elettrici	0	W
Rendimento di emissione	95,7	%

Caratteristiche sottosistema di regolazione:

Tipo	Per zona + climatica	
Caratteristiche	On off	
Rendimento di regolazione	96,0	%

Caratteristiche sottosistema di distribuzione utenza:

Metodo di calcolo	Semplificato	
-------------------	---------------------	--

Tipo di impianto	<i>Centralizzato con montanti non isolati correnti in traccia nel lato interno delle pareti esterne</i>	
Posizione impianto	-	
Posizione tubazioni	-	
Isolamento tubazioni	<i>Isolamento con materiali vari (mussola di cotone, coppelle) non fissati stabilmente da uno strato protettivo</i>	
Numero di piani	5	
Fattore di correzione	1,00	
Rendimento di distribuzione utenza	92,0	%
Fabbisogni elettrici	0	W

4.3 Descrizione e prestazioni energetiche impianto produzione acqua calda sanitaria

Il servizio di produzione di acqua calda sanitaria è soddisfatto mediante 6 boiler elettrici ad accumulo da 1,2 kW, ubicati all'interno dei servizi igienici di ciascun piano.

Sottosistema di generazione, distribuzione, accumulo, regolazione ed emissione



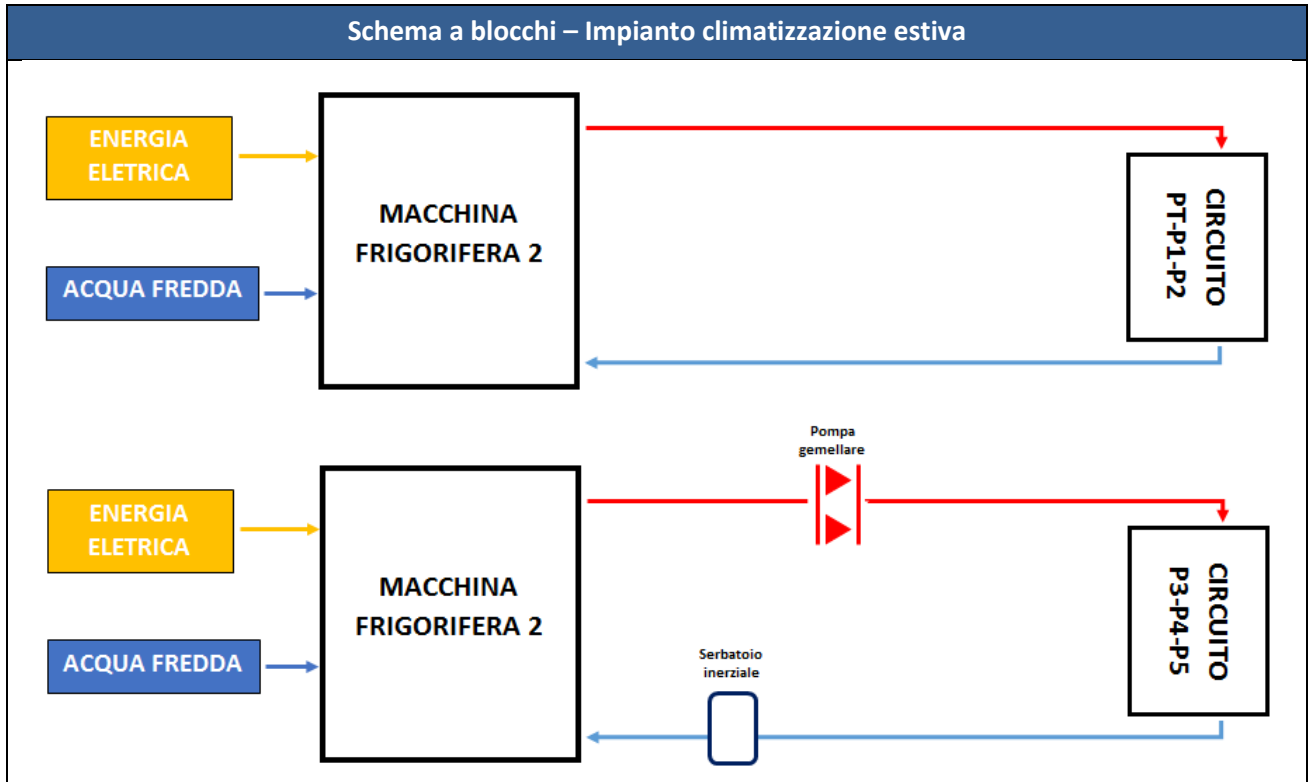
Riepilogo caratteristiche impianto di produzione acqua calda sanitaria

Tipologia	Numero	Potenza elettrica
[-]	[-]	[W]
Boiler elettrici ad accumulo	6	1200

4.4 Descrizione e prestazioni energetiche impianto di raffrescamento/climatizzazione estiva

Il servizio di climatizzazione in regime estivo è effettuato mediante due macchine frigorifere ubicate sulla copertura piana dell'edificio e da ventilconvettori reversibili come terminali di emissione.





Sottosistema di generazione

Riepilogo caratteristiche principale delle due macchine frigorifere.

	Marca	Modello	Servizio	Potenza frigorifera nominale	Potenza elettrica assorbita	Rapporto di efficienza energetica EER
				[kW]	[kW]	[-]
Macchina 1	A.C.M	392-407 1000	Raffrescamento	219.17	96	2.5
Macchina 2	A.C.M	652/5/X	Raffrescamento	220	89	2.5

L'impianto identificato come "Macchina 1" è asservito alla climatizzazione estiva dei piani terreno, primo e secondo, mentre la seconda macchina è asservita alla climatizzazione estiva dei piani terzo, quarto e quinto e presenta un serbatoio inerziale sul circuito di ritorno dalle utenze.

Sottosistema di accumulo

L'impianto asservito alla climatizzazione estiva dei piani terzo, quarto e quinto dispone di un serbatoio inerziale installato sul circuito di ritorno.

Dimensioni		Coibentazione	Dislocazione	Dispersione termica	Temperatura media di accumulo
Diametro [mm]	Altezza [mm]	[mm]	[-]	[W/K]	[°C]
800	2300	20	Esterno	13,58	12

Sottosistema di distribuzione

Il sottosistema di distribuzione è costituito dai seguenti elementi:

- 3) Circuito primario di collegamento tra il sistema di generazione ed i terminali di emissione (fluido termovettore acqua);
- 4) Pompa di circolazione gemellare (funzionamento alternato) asservita al circuito primario dei radiatori e fancoil;

Foto della centrale termica-Sottosistema di distribuzione

Pompa di circolazione gemellare



Riepilogo caratteristiche sottosistema di distribuzione

Caratteristiche tubazioni/canalizzazioni			
Diametro [cm]	Materiale	Coibentazione	Lunghezza [m]
-	-	-	-
Tipologia fluido termovettore	Temperatura di mandata	Potenza idraulica di progetto	Potenza elettrica elettropompa
[-]	[°C]	[m ³ /h]	[W]
Acqua	7	-	2200

Sottosistema di regolazione

La regolazione dell'impianto termico avviene attraverso l'impostazione degli orari di funzionamento e mediante le valvole, poste su ciascun fancoil che consentono una regolazione puntuale di ciascun terminale.

Sottosistema di emissione

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

- Fancoil all'interno dei locali adibiti ad uffici, aree di circolazione ed archivi;



Riepilogo caratteristiche sottosistema di emissione

ZONA TERMICA PT-P1-P2		
Tipologia	Numero	Potenza ausiliari elettrici
[-]	[-]	[W]
Fancoil tipo 1	34	2720
Fancoil tipo 2	14	1700
ZONA TERMICA P3-P4-P5		
Tipologia	Numero	Potenza ausiliari elettrici
[-]	[-]	[W]
Fancoil tipo 1	17	1360
Fancoil tipo 2	54	3040

4.5 Descrizione e prestazioni energetiche impianto elettrico e principali utenze elettriche

Le utenze sottese all'impianto elettrico, oltre a quelle precedentemente descritte, sono costituite essenzialmente da utenze quali PC, stampanti, sistemi di elevazione ed altri dispositivi elettrici.

Tali tipologie di utenze sono state raggruppate insieme ed identificate con la denominazione di forza elettromotrice (FEM) e sono riportate nella tabella sottostante. Per completezza si riportano nuovamente gli ausiliari elettrici asserviti agli impianti di climatizzazione estiva ed invernale.

LOCALE TERMICO	DESCRIZIONE	NUMERO	POTENZA NOMINALE	POTENZA COMPLESSIVA	ORE ANNUE DI UTILIZZO
			[W]	[W]	[ore]
Ufficio P1	PC	13	400	7800	1771
Ufficio P1	Stampante	5	1130	5655	506
Ufficio P2	PC	23	400	13800	1771
Ufficio P2	Stampante	14	1130	15833	506
Ufficio P3	PC	21	400	12600	1771
Ufficio P3	Stampante	14	1130	15833	506
Ufficio P4	PC	3	400	1800	1265
Ufficio P4	Stampante	2	1130	2262	253
Ufficio P5	PC	16	400	9600	1771
Ufficio P5	Stampante	11	1130	12440	506
Locale ascensore	Ascensore	2	14,7	29	[-]
POMPE E AUSILIARI					
DESCRIZIONE	STATO DI CONSERVAZIONE	NUMERO	POTENZA NOMINALE [W]	POTENZA COMPLESSIVA [W]	
Pompa gemellare a velocità costante	Buono	1	1500	1500	
Pompa gemellare a velocità costante	Obsoleto	1	2200	2200	
Fancoil tipo 1	Obsoleto	51	80	4080	
Fancoil tipo 2	Buono	68	70	4740	

Ai fini di un'identificazione più precisa del funzionamento dei componenti impiantistici si è proceduto, in sede di sopralluogo, al rilevamento dei dati di targa dei singoli dispositivi e all'intervista dell'utenza per meglio comprenderne le modalità di utilizzo.

Per quanto concerne lo stato di conservazione delle FEM presenti nell'edificio si rileva la presenza di fancoil ormai obsoleti, di cui si valuterà la sostituzione. Tali fancoil sono identificati con la tipologia "tipo 1" con potenza media di 80 W ed in numero di 51 unità.

4.6 Descrizione e prestazioni energetiche impianto illuminazione

L'edificio è dotato di un sistema di illuminazione a lampade fluorescenti tubolari (neon) con potenza compresa tra i 18 ed i 36W ai piani primo, secondo, terzo, quarto, quinto e da un sistema LED al piano terreno nei locali adibiti ad archivio e servizi igienici.

Nell'edificio non risultano installati sistemi automatici di controllo, regolazione e attenuazione dell'illuminazione artificiale; ciascun ambiente è invece dotato di sistema manuale di accensione e spegnimento senza rilevamento automatico di presenza/assenza.

Dettaglio delle lampade a neon presenti nei locali dell'edificio



Impianto di illuminazione: Caratteristiche dei locali

OSTRUZIONI	Non sono presenti ostruzioni importanti. Gli edifici circostanti sono collocati lungo Via Diocleziano. Gli spazi circostanti sono costituiti da spazi aperti destinati a parcheggio.
TIPOLOGIA DI SERRAMENTI	Le superfici trasparenti non sono trattate con pellicole e presentano chiusure oscuranti
LIVELLO DI ILLUMINAMENTO MANTENUTO	Secondo quanto riportato nelle norme, l'illuminamento mantenuto dev'essere: Uffici: alto Bagni: medio Corridoi: medio
SISTEMI DI CONTROLLO	Manuale (ON/OFF)
APPARECCHI DI EMERGENZA	SI

L'elenco e le caratteristiche dei corpi illuminanti sono riportate nella seguente tabella.

LOCALI TERMICI	DESCRIZIONE	STATO DI CONSERVAZIONE	NUMERO	POTENZA UNITARIA	POTENZA COMPLESSIVA
				[W]	[W]
Archivio PT	LED	Ottimo	86	36	3096
Servizi PT	LED	Ottimo	4	36	144
Uffici P1	LED	Ottimo	16	36	576
Uffici P1	Neon	Buono	62	36	2232
Open P1	Neon	Buono	58	36	2088
Servizi P1	Neon	Basso	4x18W+2x36W	18-36 W	144
Uffici P2	Neon	Buono	108	36	3888
Corridoio P2	Neon	Buono	34	36	1224
Servizi P2	Neon	Basso	4x18W+2x36W	18-36 W	144
Uffici P3	Neon	Buono	102	36	3672
Corridoio P3	Neon	Buono	34	36	1224
Servizi P3	Neon	Basso	4x18W+2x36W	18-36 W	144
Uffici P4	Neon	Buono	102	36	3672
Corridoio P4	Neon	Buono	44	36	1584
Servizi P4	Neon	Basso	4x18W+2x36W	18-36 W	144
Uffici P5	Neon	Buono	108	36	3888
Corridoio P5	Neon	Buono	34	36	1224
Servizi P5	Neon	Basso	4x18W+2x36W	18-36 W	144
Blocco scala	Neon	Basso	18	36	648

Durante la fase di sopralluogo si è provveduto a rilevare anche lo stato di conservazione dei corpi illuminanti, che si presentano in buone condizioni e si è verificata la presenza di luci di emergenza nei diversi locali della struttura. Tramite colloquio col personale si è poi definita la reale modalità di utilizzo di tali sistemi e l'orario di funzionamento.

Tali contributi, implementati nel software di simulazione, definiscono l'energia totale su base annua calcolata come:

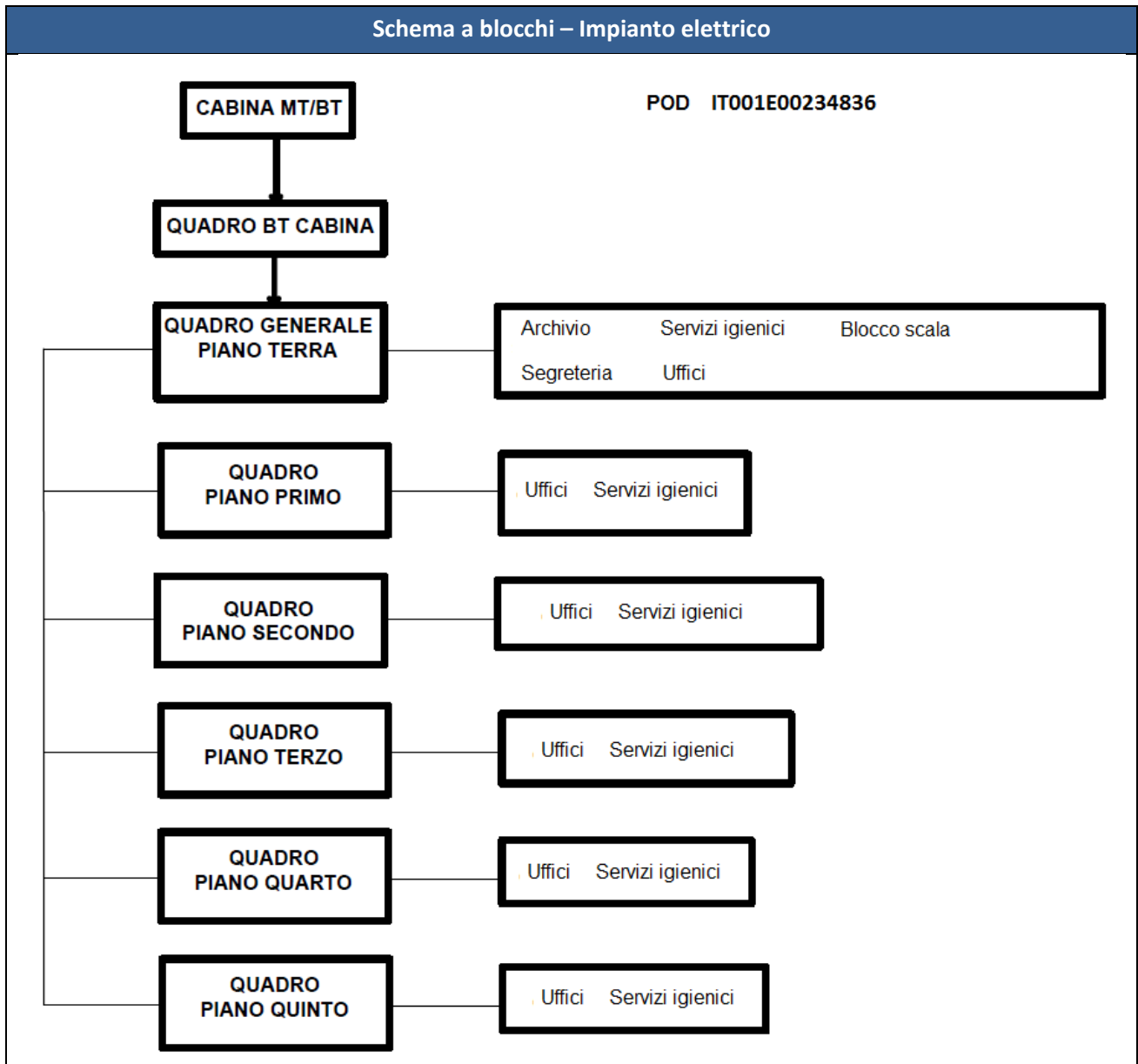
$$W=W_L+W_P$$

Dove:

W_L è l'energia necessaria a soddisfare il servizio di illuminazione richiesto

W_P è l'energia (parassita) necessaria al funzionamento in condizione di stand-by dei sistemi di controllo (con gli apparecchi di illuminazione spenti) e alla carica delle batterie degli apparecchi di illuminazione di emergenza.

È risultato che W_L è stato pari a 57.555 kWh mentre W_p è pari a 11.560 kWh per un totale di energia annuo pari a 49.216 kWh.



5 CONSUMI RILEVATI

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

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

I vettori energetici analizzati sono i seguenti:

- Gas metano;
- Energia elettrica.

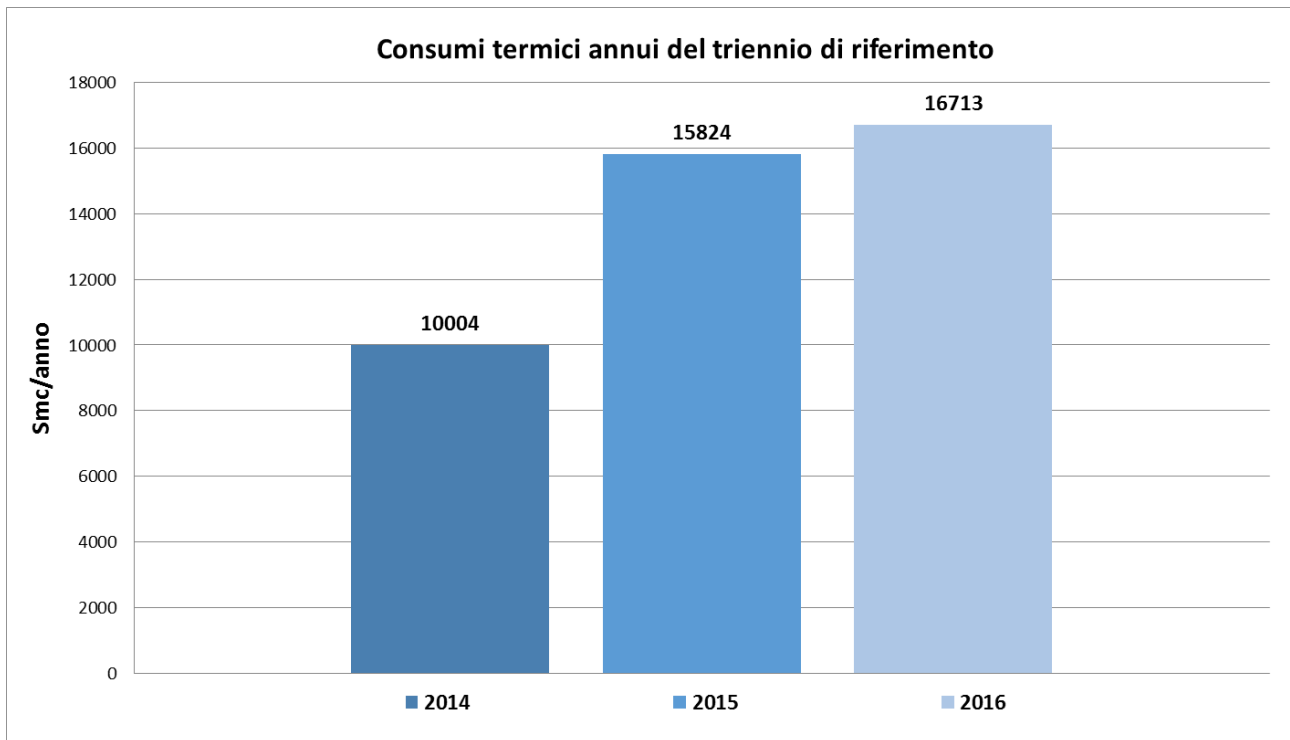
Energia termica

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

Tipo combustibile	PCI	Prezzo corrente fornitura combustibile AEEG 2° SEM. 2017
	[kWh/Sm ³]	[€/Sm ³]
Metano	9,42	0,7323

L'analisi dei consumi storici di Gas metano è avvenuta sulla base dei dati di Sm³ di metano dichiarati dalla società incaricata della gestione e manutenzione degli impianti nel triennio di riferimento e comunicati alla Stazione Appaltante (Comune di Napoli).

PDR	Utilizzo	2014	2015	2016	2014	2015	2016
		[Smc]	[Smc]	[Smc]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
03270019029134	Riscaldamento	10.004	15.824	16.713	94.238	149.062	157.436



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

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 DATI CLIMATICI, 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;
- n = numero di annualità di cui si hanno a disposizione i consumi;
- $Q_{real,i}$ = Consumo termico reale per riscaldamento dell'edificio nell'anno i-esimo, kWh/anno;

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

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

GG_{rif} = Gradi giorno di riferimento utilizzati nella modellazione dell'edificio, così come definiti al Capitolo 3;

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

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

ANNO	GG _{Reali}	GG _{rif, da} UNI 10349:2016	CONSUMO REALE.	CONSUMO REALE	CONSUMO NORMALIZZATO	CONSUMO ACS	CONSUMO ALTRO
			[Smc]	[Nmc]	[Nmc]	[Nmc]	[Nmc]
2014	866	1.034	10.004	9.473	11.310	-	-
2015	1.036	1.034	15.824	14.984	14.955	-	-
2016	946	1.034	16.173	15.826	17.298	-	-
Media	949	1.034	14.180	13.427	14.521	-	-

Il consumo normalizzato rispetto ai GG di normativa e utile alla validazione del modello di calcolo dell'edificio **Qvalidazione** risulta pari a **14.521 Nm³/anno**.

Tale valore di consumo, basandosi su GG definiti da Normativa, non risulta coerente con i valori di GG rilevati dalla stazione climatica di riferimento per il triennio oggetto di analisi.

Pertanto, si è proceduto ad una seconda normalizzazione dei consumi reali rispetto ai GG ottenuti dalla media dei GG delle tre annualità considerate, al fine di ottenere una Baseline di consumo utile alla valutazione dei risparmi conseguenti alle misure di efficientamento energetico proposte ed alle successive analisi economiche-finanziarie.

ANNO	GG _{Reali}	GG _{Medi}	CONSUMO REALE.	CONSUMO REALE MEDIO	CONSUMO REALE MEDIO NORMALIZZATO	CONSUMO REALE MEDIO NORMALIZZATO
			[Smc]	[Smc]	[Smc]	[kWh]
2014	866	949	10.004	14.180	14.080	132.630
2015	1.036		15.824			
2016	946		16.173			

Il consumo normalizzato rispetto ai GG medi delle tre annualità considerate **Qbaseline** risulta pari a **132.630 kWh/anno**.

Energia elettrica

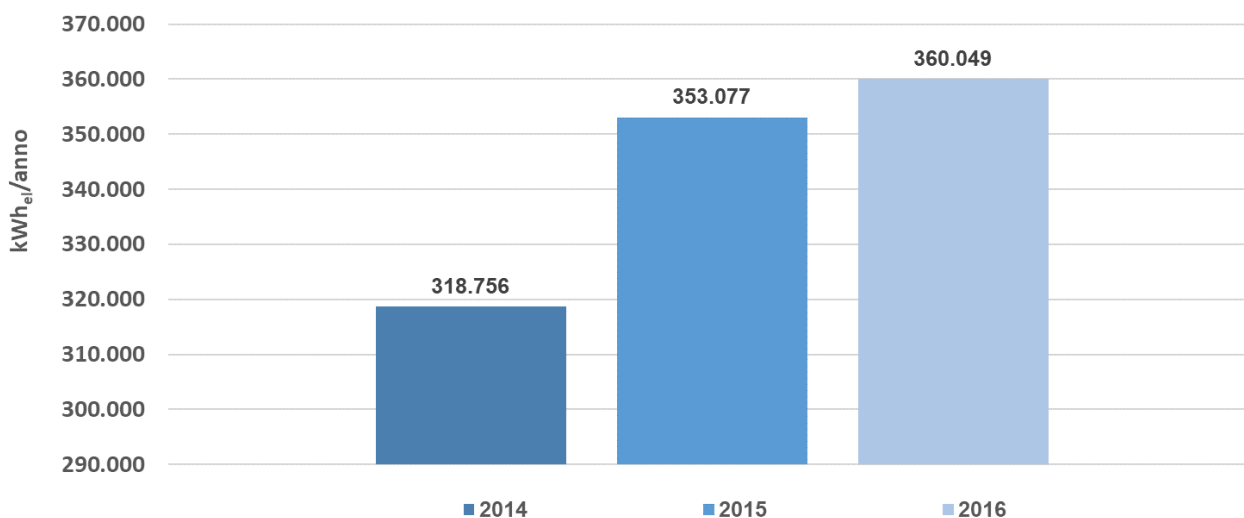
L'analisi dei consumi storici di energia elettrica è avvenuta sulla base dei kWh ottenuti dai dati trasmessi dalla società di distribuzione dell'energia elettrica riferiti al triennio di riferimento.

Tali consumi annuali sono riportati nella tabella sottostante con indicazione del POD di riferimento.

POD	ZONA SERVITA	2014	2015	2016	MEDIA	PREZZO UNITARIO*
		[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[€/kWh]
IT001E00234836	Intero edificio	318.756	353.077	360.049	343.961	0,20
TOTALE		318.756	353.077	360.049	343.961	0,20

*Prezzo unitario del vettore energia elettrica al lordo dell'IVA

Consumi elettrici annui del triennio di riferimento



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

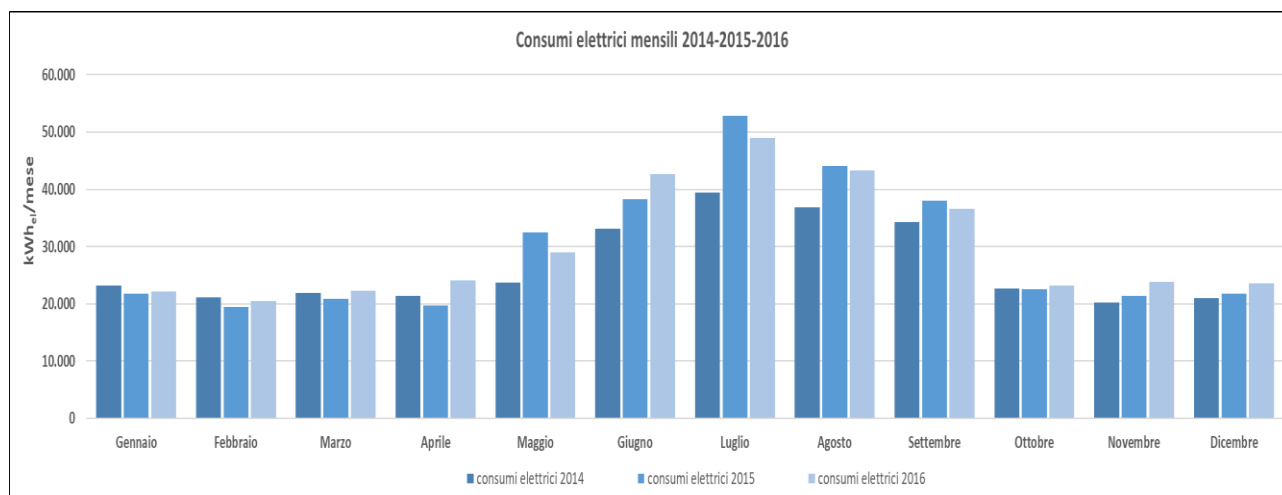
Si è pertanto definito un consumo **EEbaseline** pari a **343.961 kWh**, quello rilevato dall'Auditor nella fase di analisi dei dati di consumo.

Si riportano di seguito i consumi mensili di energia elettrica suddivisi per fasce, relativi al triennio di riferimento.

POD: IT001E00234836	F1	F2	F3	TOTALE
Anno 2014	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gennaio	11774	4476	6952	23202
Febbraio	11103	4254	5774	21131
Marzo	11158	4596	6150	21904
Aprile	10711	4276	6391	21378
Maggio	11551	5021	7091	23663
Giugno	20518	5538	7019	33075
Luglio	26006	6472	6938	39416
Agosto	22098	6157	8589	36844
Settembre	21591	5989	6654	34234
Ottobre	11545	4660	6433	22638
Novembre	10023	3984	6246	20253
Dicembre	10100	4044	6874	21018
Totale	178.178	59.467	81.111	318.756
POD: IT001E00234836	F1	F2	F3	TOTALE
Anno 2015	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gennaio	10467	4524	6800	21.791
Febbraio	9858	4069	5524	19.451
Marzo	10655	4266	6016	20.937
Aprile	9899	3733	6101	19.733
Maggio	17149	6785	8495	32.429
Giugno	23152	7058	8004	38.214
Luglio	36226	9098	7499	52.823
Agosto	27799	7630	8640	44.069
Settembre	24220	7091	6633	37.944

Ottobre	11960	4818	5806	22.584
Novembre	11050	4407	5873	21.330
Dicembre	10624	4033	7115	21.772
Totale	203.059	67.512	82.506	353.077
POD: IT001E00234836	F1	F2	F3	TOTALE
Anno 2016	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gennaio	10407	4518	7240	22165
Febbraio	10594	4220	5707	20521
Marzo	11719	4547	5994	22260
Aprile	10770	5888	7374	24032
Maggio	13404	6721	8855	28980
Giugno	21582	9283	11809	42674
Luglio	27086	10689	11117	48892
Agosto	24164	8753	10352	43269
Settembre	20209	7895	8494	36598
Ottobre	11165	5071	7012	23248
Novembre	12309	4980	6593	23882
Dicembre	10680	5048	7800	23528
Totale	184.089	77.613	98.347	360.049

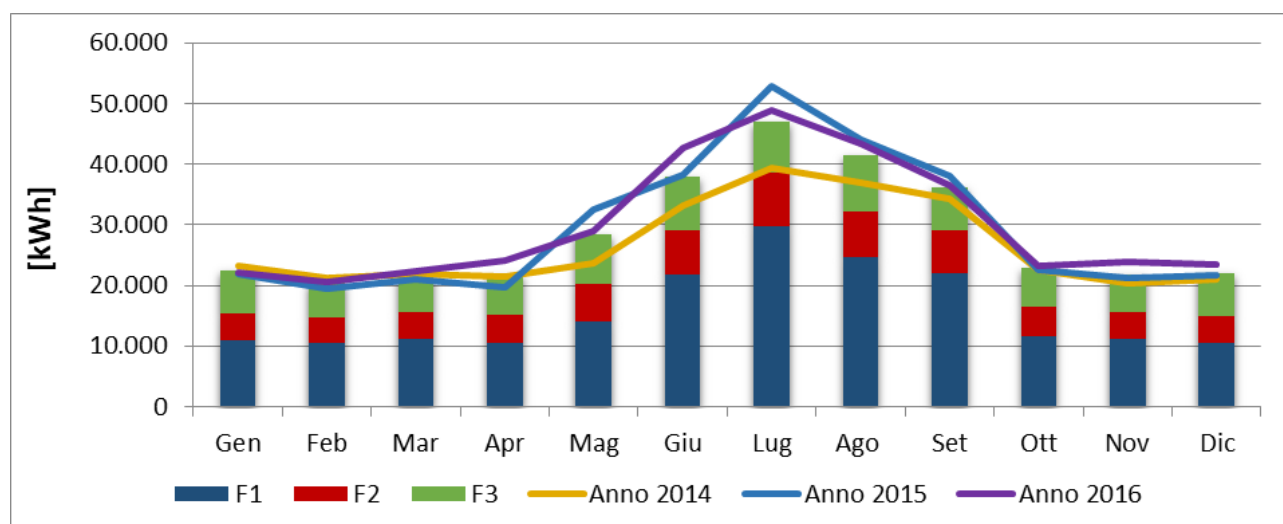
Si riporta di seguito l'andamento dei consumi elettrici mensili per il triennio di riferimento.



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

BASELINE	F1	F2	F3	TOTALE
	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gennaio	10883	4506	6997	22386
Febbraio	10518	4181	5668	20368
Marzo	11177	4470	6053	21700
Aprile	10460	4632	6622	21714
Maggio	14035	6176	8147	28357
Giugno	21751	7293	8944	37988
Luglio	29773	8753	8518	47044
Agosto	24687	7513	9194	41394
Settembre	22007	6992	7260	36259
Ottobre	11557	4850	6417	22823
Novembre	11127	4457	6237	21822
Dicembre	10468	4375	7263	22106
Totale	188.442	68.197	87.321	343.961

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



I profili di prelievo mensili nel triennio di riferimento presentano andamenti coerenti di anno in anno. I minimi consumi si hanno nei mesi di aprile ed ottobre mentre si hanno consumi maggiori nei mesi centrali d'inverno ed estivi di luglio ed agosto. Il consumo maggiore si ha per tutti i mesi nella fascia diurna F1, che rappresenta la fascia oraria di consumo dominante. Da questi dati si evince che la struttura è stata utilizzata per gli anni analizzati in modo costante.

5.2 Indicatori di performance energetica ed ambientale

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 seguente.

COMBUSTIBILE	FATTORE DI CONVERSIONE
	tCO ₂ /MWh
Energia elettrica	* 0,467
Gas naturale	* 0,202
GPL	* 0,227
Olio combustibile	* 0,267
Gasolio	* 0,267
Benzina	* 0,249
* da "Linee Guida Patto dei Sindaci" per anno 2010	

Applicando tali fattori di conversione è stato possibile valutare la Baseline delle emissioni di CO₂, come riportato nella seguente tabella e nella figura sottostante.

COMBUSTIBILE	CONSUMO DI BASELINE	FATTORE DI CONVERSIONE	
	[kWh]	[tCO ₂ /MWh]	[tCO ₂]
Gas naturale	132.630	0,202	26,8
Energia elettrica	343.961	0,467	160,6

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”, riportati nella tabella sottostante.

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

La valutazione degli indicatori di performance è stata effettuata parametrizzando i consumi reali di Baseline, in funzione dei fattori riportati nella seguente tabella.

	PARAMETRO	VALORE	U.M.
FATTORE 1	Superficie netta riscaldata	4.208	m ²
FATTORE 2	Superficie netta complessiva delle aree interne (riscaldate e non riscaldate)	4.260	m ³
FATTORE 3	Volume lordo complessivo (aree interne riscaldate e non riscaldate)	17.537	m ³

Nelle tabelle sottostanti sono riportati gli indicatori di performance calcolati con riferimento alla energia primaria totale ed energia primaria non rinnovabile e ai valori di conversione riportati nella tabella precedente.

VETTORE ENERGETICO	CONSUMO BASELINE	ENERGIA PRIMARIA TOTALE	INDICATORI DI CONSUMO ENERGIA PRIMARIA TOTALE			INDICATORI AMBIENTALI		
			FATTORE 1	FATTORE 2	FATTORE 3	FATTORE 1	FATTORE 2	FATTORE 3
	[kWh/anno]	[kWh/anno]	[kWh/m ²]	[kWh/m ²]	[kWh/m ³]	[kg CO ₂ /m ²]	[kg CO ₂ /m ²]	[kg CO ₂ /m ³]
Gas naturale	132.630	139.261	33	32,7	7,9	6,6	6,6	1,6
Energia elettrica	343.961	832.285	197,8	195,4	47,5	92,4	91,25	22,2
TOTALE		971.546	230,8	228,1	55,4	99	97,85	23,8

VETTORE ENERGETICO	CONSUMO BASELINE	ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE	INDICATORI DI CONSUMO ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE			INDICATORI AMBIENTALI		
			FATTORE 1	FATTORE 2	FATTORE 3	FATTORE 1	FATTORE 2	FATTORE 3
	[kWh/anno]	[kWh/anno]	[kWh/m ²]	[kWh/m ²]	[kWh/m ³]	[kg CO ₂ /m ²]	[kg CO ₂ /m ²]	[kg CO ₂ /m ³]
Gas naturale	132.630	139.261	33	32,7	7,9	6,6	6,6	1,6
Energia elettrica	343.961	670.724	159,4	157,4	38,2	74,4	73,5	17,8
TOTALE		809985	192,4	190,1	46,1	81	80,1	19,4

Per gli edifici con destinazione d'uso ad uffici è possibile confrontare il valore di consumo elettrico specifico con l'indicatore di benchmark dei consumi elettrici definito dalla norma UNI 13790:2008 nel prospetto G.12, pari a 20 kWh/m².

Si riporta in tabella il confronto tra il parametro di benchmark e quello di baseline da consumo reale.

Superficie utile	Indicatore di consumo medio	Indicatore di Benchmark	Risparmio sul Benchmark
[m ²]	[kWh/ m ²]	[kWh/ m ²]	[kWh/anno]
4.208	81.7	20	259.801

Da questa analisi risulta un potenziale di risparmio energetico pari a 259.801 kWh/anno confrontando i dati con i benchmark.

6 MODELLO DEL FABBISOGNO ENERGETICO

6.1 Metodologia di calcolo adottata e validazione dei modelli di calcolo

Il modello di simulazione deve essere in grado di riprodurre in modo quanto più fedele possibile le reali condizioni operative dell'edificio negli anni per cui si dispone dei consumi, così da rendere significativo il confronto tra questi ultimi ed i fabbisogni calcolati.

La valutazione è effettuata sulla base dei dati reali raccolti: condizioni effettive di utilizzo, dati relativi all'edificio ed all'impianto reale come costruito, modalità di occupazione e di utilizzo dell'edificio e degli impianti.

Validazione del modello termico

È stata seguita la UNI 16212 che descrive la procedura top-down per il calcolo dei risparmi energetici derivanti da interventi di efficienza energetica. Attraverso il modello matematico creato si determina il consumo teorico di energia primaria per il riscaldamento e per la produzione di acqua calda sanitaria del fabbricato. Il passaggio successivo consiste in un processo bottom-up volto a validare il modello attraverso una procedura inversa che, a partire dal confronto tra consumi reali e teorici, verifichi la correttezza dei dati di input e permetta eventuali aggiustamenti tali da rendere i due consumi congruenti.

Qualora lo scostamento sia al di sotto del 5% rispetto alla media delle tre stagioni termiche esaminate, si può concludere che il modello simula correttamente il comportamento dell'edificio ed è quindi da ritenere validato ai fini delle analisi successive.

I dati climatici utilizzati per la costruzione del modello reale sono i dati meteo riportanti le temperature medie mensili stagionali rilevate dalle stazioni meteo più prossime all'edificio in oggetto ed aventi caratteristiche di contesto urbano analoghe all'area in cui è situato l'edificio.

Nel caso analizzato, i dati climatici utilizzati sono stati rilevati dalla centralina meteo climatica installata presso il Centro Interdipartimentale di Ricerca LUPT dell'Università degli Studi di Napoli Federico II sito in via Toledo n.402 (40° 50'N 14° 15'E Altitudine 56 m).

Il modello di calcolo viene costruito ed i risultati ottenuti dalla simulazione vengono normalizzati per tre stagioni termiche successive al fine di potere essere confrontati con i dati di consumo forniti dal Comune di Napoli.

All'interno del modello energetico si interviene inoltre con la "correzione" delle temperature interne reali di ciascuna delle zone climatiche che si sono misurate in occasione dei sopralluoghi o che vengono fornite attraverso i dati di telegestione. Le temperature reali interne vengono impostate sul modello al fine di evitare di eseguire il calcolo standard dell'edificio che come da UNI/TS 11300 verrebbe realizzato con una temperatura standard da norma di 20°C. Si interviene inoltre impostando sia le ore, sia i giorni reali di accensione dell'impianto di riscaldamento in funzione dell'occupazione effettiva dell'edificio come da schermata esemplificativa riportata di seguito.

Impianto Centralizzato - Riscaldamento

Circuiti | Accumulo e distribuzione primaria | Altri carichi | Generazione

1 di 2 | Circuito Fancoil | Fluido termovettore: Acqua

Dati generali | Sottosistemi | Temperatura media acqua

Intermittenza

Regime di funzionamento

Continuo (calcolo regolamentare) Intermittente (spegnimento o attenuazione)

Metodo di calcolo

UNI EN ISO 13790 UNI EN ISO 52016-1

Profilo di intermittenza

Spegnimento Attenuazione

Ore giornaliere di spegnimento: 11,0 h/g

Giorni a settimana di funzionamento intermittente: 5 g/sett

Temperatura interna minima regolata: 16,0 °C

Fattore correttivo per contabilizzazione

Fattore correttivo: 0,90

Fattore correttivo dell'energia utile

Fattore correttivo: 0,90

Valori mensili: 12

Locali serviti dal circuito

Zona	Locale	Descrizione
1	1	Archivio
1	2	Servizi PT
1	3	Uffici P1
1	4	Open P1
1	6	Uffici P2
1	7	Corridoio P2
2	1	Uffici P3
2	2	Corridoio P3
2	4	Uffici P4
2	5	Corridoio P4
2	7	Uffici P5
2	8	Corridoio P5

I dati reali inseriti nel software utilizzato per eseguire la diagnosi energetica contribuiscono alla definizione di un calcolo dei consumi di combustibile che si avvicinano ai valori di consumo reale riportati nelle bollette energetiche. Confrontando i risultati di calcolo del software con quelli reali di consumo termico (forniti dal Comune di Napoli) per almeno tre stagioni termiche, si devono ottenere dei risultati che non siano discordanti di più di in 5%. Nel caso in cui l'esito di tale verifica risulti positivo si considera "validato" il modello energetico costruito seguendo la metodologia ed i passaggi già precedentemente descritti.

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

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

Dove:

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

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

Si riporta di seguito il processo eseguito per la validazione del modello di calcolo, confrontato con la media dei consumi reali normalizzati rispetto ai Gradi Giorno di riferimento definiti dalla norma 10349:2016 per il Comune di Napoli pari a **1.034 GG**. Tale valore di consumo medio ottenuto da valori reali relativi al triennio di riferimento viene definito $Q_{\text{validazione}}$ e confrontato con il Q_{teorico} ottenuto da modello.

VALIDAZIONE DEL MODELLO TERMICO			
Stagione termica	Consumi REALI normalizzati rispetto ai GG _{rif} $Q_{\text{validazione}}$ [Nm ³]	Consumo CALCOLATO Q_{teorico} [Nm ³]	Congruità (%)
2014	11.310	14.716	1,3%
2015	14.955		
2016	17.298		
Consumo medio	14.521	14.716	1,3%

Dall'analisi effettuata è emerso che il modello valutato in "Modalità adattata all'utenza" risulta validato.

Validazione del modello elettrico

La validazione del modello energetico elettrico è stata effettuata confrontando il consumo energetico di baseline (EE_{baseline}) ed il fabbisogno teorico (EE_{teorico}) derivante dalla modellazione energetica.

VALIDAZIONE DEL MODELLO ELETTRICO			
Anno	EE_{baseline} [kWh/anno]	EE_{teorico} [kWh/anno]	Congruità [%]
2014	318.756	339.162	1,4%
2015	353.077		
2016	360.049		
Consumo medio	343.961	339.162	1,4%

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

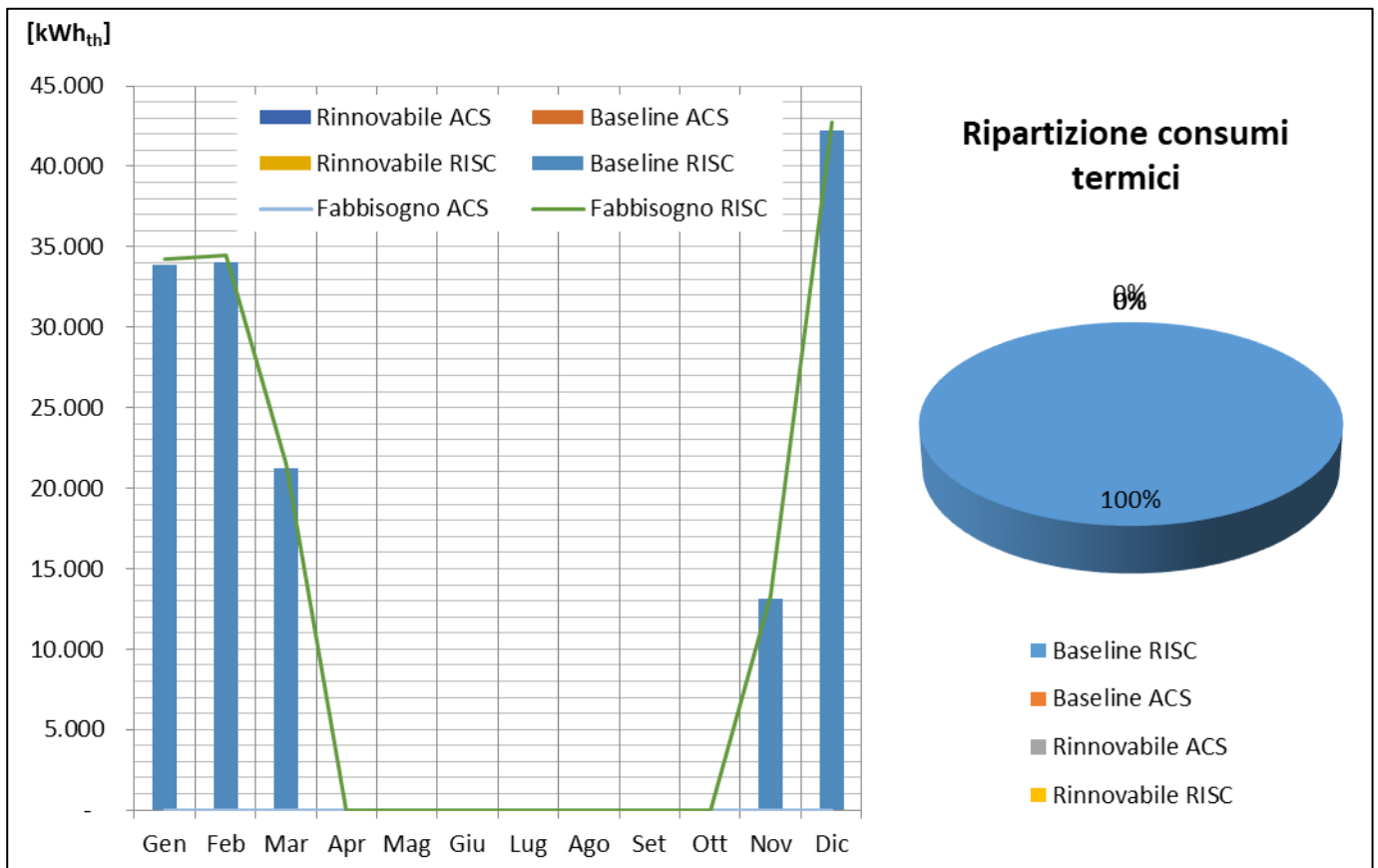
6.2 Fabbisogni energetici e profili annuali

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

6.3 Profili mensili di consumo energetico

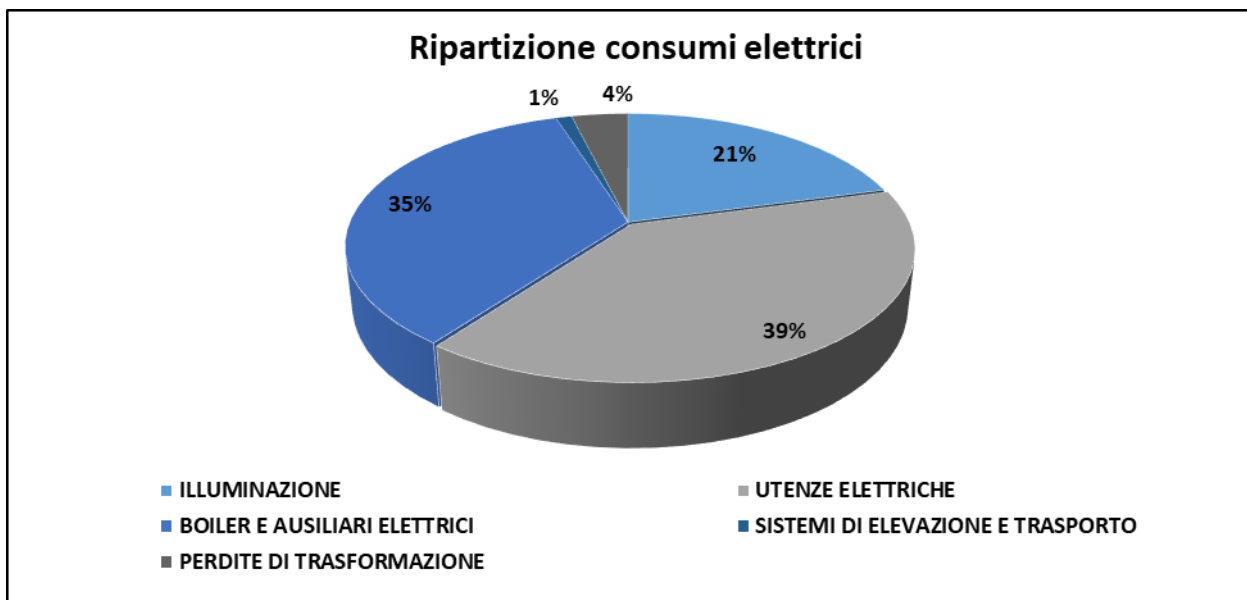
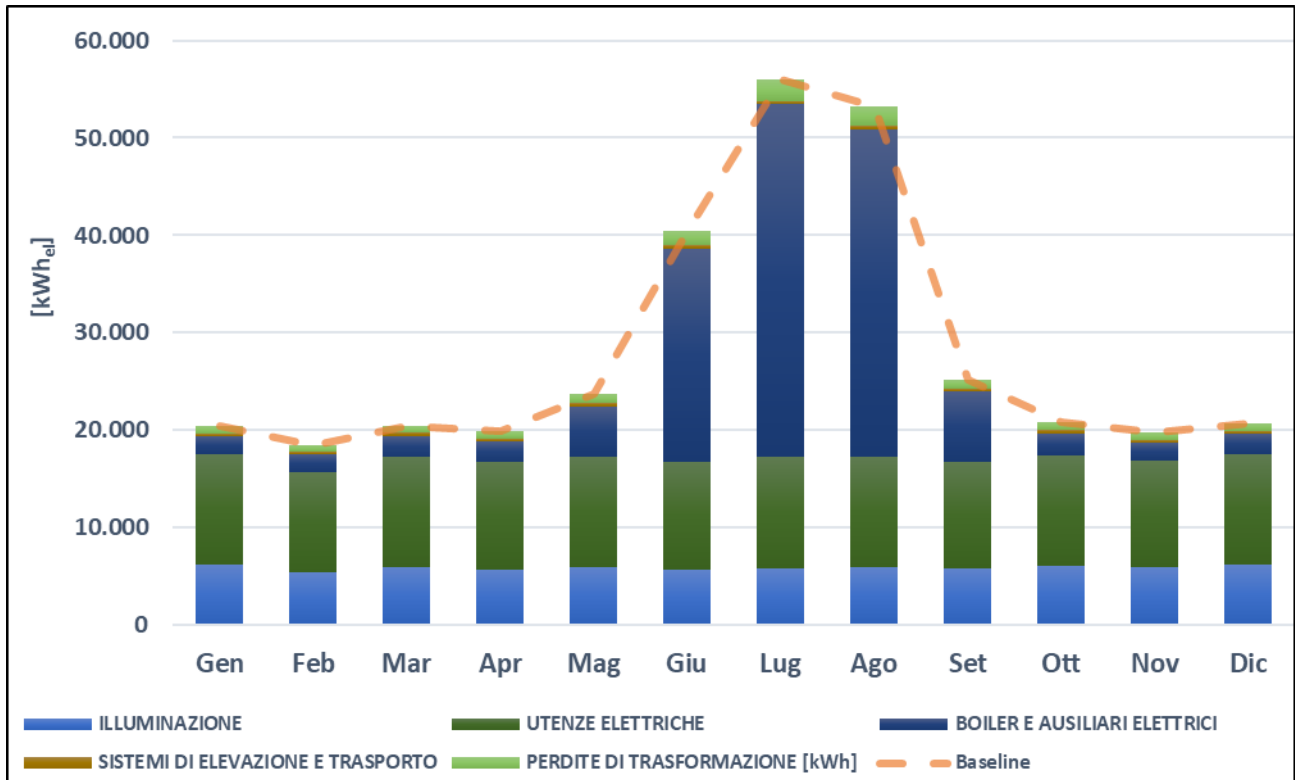
La creazione di un modello energetico consente di effettuare una più corretta ripartizione dei consumi energetici in funzione dei diversi utilizzi.

La ripartizione mensile dei fabbisogni energetici termici ricavati dalla modellazione è riportata nella figura sottostante



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

La ripartizione dei fabbisogni energetici elettrici ricavati dalla modellazione è riportata nella figura sottostante



Si può notare come la maggior parte dei consumi sia da attribuirsi al servizio di climatizzazione estiva e principali utenze elettriche, pertanto, gli interventi migliorativi proposti andranno ad interessare principalmente i componenti asserviti a tali sistemi.

ANALISI DEI COSTI PRE-INTERVENTO

7 TARIFFE E PREZZI VETTORI ENERGETICI UTILIZZATI NELL'ANALISI

Il PDR associato all'edificio è vincolato ad un Contratto di Servizio di un ente terzo (SIRAM) che si impegna nella conduzione, gestione e manutenzione dell'impianto. Tale servizio è stipulato dalla PA e comprende della fornitura del vettore energetico. Non è stato quindi possibile effettuare un'analisi dei costi di fatturazione ma sono state messe a disposizione dell'Auditor i consumi reali e il prezzo di riferimento per fornitura del combustibile (la fonte citata è AEEG 2° SEM 2017).

Il costo unitario relativo all'energia elettrica è stato invece ipotizzato a partire dai costi unitari relativi agli altri edifici oggetto di diagnosi. Non presentandosi rilevanti differenze tra questi costi si è quindi adottato un valore medio pari a 0,20 [€/kWh].

Ai fini del calcolo della Baseline dei costi si sono pertanto assunti i valori riportati nella seguente tabella.

Definizione			Valore	U.M.
Costo unitario dell'energia termica	Valore fornito dalla società di conduzione, gestione e manutenzione impianti	Cu _Q	0,078	[€/kWh]
Costo unitario dell'energia elettrica	Valore ipotizzato	Cu _{EE}	0,20	[€/kWh]

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

7.1 Costi relativi alla fornitura dei vettori energetici

La valutazione dei costi consente l'individuazione delle tariffe utili alla realizzazione dell'analisi costi-benefici.

Nella tabella seguente sono sintetizzati i costi ed i consumi energetici precedentemente analizzati relativi al triennio di riferimento.

ANNO	VETTORE TERMICO			VETTORE ELETTRICO			TOTALE
	[kWh]	[€/kWh]	[€]	[kWh]	[€/kWh]	[€]	
2014	94238	0,078	7.351	318.756	0,20	63.751	71.102
2015	149062	0,078	11.627	353.077	0,20	70.615	82.242
2016	157436	0,078	12.280	360.049	0,20	72.010	84.290
Media	133.579	0,078	10.419	343.961	0,20	68.792	79.211

7.2 Stima dei costi di gestione e manutenzione di edificio ed impianti

I costi sulla manutenzione ordinaria e straordinaria sono stati stimati sulla base dei contratti integrati di conduzione e manutenzione con consumi rilevati confrontabili con quelli di Baseline dell'edificio in oggetto di analisi. Si è stimato che il costo della manutenzione ordinaria per gli impianti sulla base dei contratti CONSIP SIE3 nel caso specifico si attesta a 7.811 € mentre quella straordinaria è di 2.042 €. Per quanto riguarda la stima del costo della manutenzione ordinaria edile si è fatto riferimento all'Allegato 10 della convenzione CONSIP Facility Management Uffici 4 in cui il servizio di Minuto Mantenimento edile è quantificato in 1.073 euro /mq/anno, il valore della manutenzione straordinaria per le componenti edili dell'involucro è stato stimato in circa 2 euro/mq/anno.

7.3 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 **79.103 €** e un $C_{baseline}$ pari a **101.580 €**.

8 IDENTIFICAZIONE DELLE MISURE DI EFFICIENZA ENERGETICA

8.1 Elenco, descrizione, fattibilità, prestazioni e costi-benefici dei singoli interventi migliorativi

Le strategie e le soluzioni ipotizzate per la riqualificazione energetica del fabbricato sono da considerarsi come un insieme di operazioni in grado di ottimizzare il “sistema edificio-impianto” i cui risultati consentiranno di:

- Ridurre le dispersioni termiche per trasmissione dell’involucro edilizio
- Migliorare l’efficienza globale dell’impianto per la climatizzazione invernale ed estiva
- Ridurre il fabbisogno elettrico e migliorare l’efficienza del servizio di illuminazione
- Ridurre le emissioni di CO₂

Di seguito si riporta una tabella esplicativa delle opportunità di intervento di cui si è valutata, preliminarmente, la fattibilità tecnica, ove questa non si ritenga verificata sono stati esplicitati i motivi ostativi alla realizzazione dell’intervento.

Le opportunità di intervento di seguito elencate rispettano le 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 Programma Operativo Nazionale “Città Metropolitane 2014-2020” (PON METRO).

VALUTAZIONE PRELIMINARE DEGLI INTERVENTI	
CHECK-UP ENERGETICO VALUTAZIONE DEGLI INTERVENTI	Convenienza:
	(B)=Bassa (M)=Media (A)=Alta
	Priorità:
	(B)=Bassa (M)=Media (A)=Alta

OTTIMIZZAZIONE DEL SISTEMA EDIFICIO-IMPIANTO									
Intervento	Tecnologia adottata	Fattibilità tecnica	Motivo	Convenienza			Priorità		
				B	M	A	B	M	A
Copertura a Falde	Isolamento estradosso con isolante sottotegola	NO	Non sono presenti coperture a falde						
	Isolamento intradosso con controsoffitto isolato	NO	Non sono presenti coperture a falde						

OTTIMIZZAZIONE DEL SISTEMA EDIFICIO-IMPIANTO									
Intervento	Tecnologia adottata	Fattibilità tecnica	Motivo	Convenienza			Priorità		
				B	M	A	B	M	A
	Isolamento intradosso con posa isolante a pavimento	NO	Non sono presenti coperture a falde						
	Controsoffitto isolato	NO	Non sono presenti coperture a falde						
Copertura Piana	Isolamento estradosso con tetto rovesciato	SI	Assenza isolamento						
	Isolamento estradosso con giardino pensile	SI	Assenza isolamento Impegnativo per la staticità della struttura È necessaria una verifica statica						
	Isolamento intradosso con controsoffitto isolato	SI	Possibili condense/interferenze con impianti esistenti						
	Isolamento intradosso con intonaco isolante	SI	Ininfluyente ai fini dell'efficientamento						
Solaio Cantine	Isolamento intradosso con intonaco isolante	NO	Non sono presenti piani interrati						
	Isolamento intradosso con isolamento a lastre	NO	Non sono presenti piani interrati						
Muratura Esterna	Isolamento all'esterno a cappotto	NO	Già presente nel pacchetto stratigrafico						
	Isolamento all'esterno con parete ventilata	NO	Assenza di fattibilità tecnica						
	Isolamento all'esterno con intonaco isolante	NO	Assenza di fattibilità tecnica						
	Isolamento in cassa vuota con materiale sfuso	NO	Assenza di fattibilità tecnica						

OTTIMIZZAZIONE DEL SISTEMA EDIFICIO-IMPIANTO									
Intervento	Tecnologia adottata	Fattibilità tecnica	Motivo	Convenienza			Priorità		
				B	M	A	B	M	A
	Isolamento all'interno controparte isolata	SI	Possibili condense/Riduzione degli spazi interni						
	Isolamento all'interno intonaco isolante	SI	Possibili condense/Riduzione degli spazi interni						
Serramenti	Sostituzione serramento	SI	Infissi vetusti						
	Posa vetrocamera	NO	Assenza di fattibilità tecnica						
	Sostituzione serramento su telaio esistente	SI	Infissi vetusti						
	Isolamento cassonetto	NO	Assenza di cassonetti						
Sistemi di schermatura e/o ombreggiamento	Installazione tende tecniche	SI	Ininfluyente ai fini dell'efficientamento						
	Installazione schermature solari esterne regolabili (mobili)	SI	Ininfluyente ai fini dell'efficientamento/Costi elevati						
	Applicazioni pellicole a controllo solare	SI	Scarsi benefici energetici						
	Installazione meccanismi automatici di regolazione e controllo	SI	Ininfluyente ai fini dell'efficientamento/Costi elevati						
Rete di Distribuzione	Coibentazioni tubazioni	NO	Tubazioni già isolate efficacemente						
	Modifica circuito di distribuzione	NO	Non necessario						
	Creazione di un circuito autonomo	NO	Non necessario						
Terminali di emissione	Sostituzione terminali di emissione	SI	Presenza di fancoil obsoleti						

OTTIMIZZAZIONE DEL SISTEMA EDIFICIO-IMPIANTO									
Intervento	Tecnologia adottata	Fattibilità tecnica	Motivo	Convenienza			Priorità		
				B	M	A	B	M	A
	Installazione valvole termostatiche	NO	Già presenti						
Sistemi efficienti di illuminazione	Installazione di lampade a LED	SI	Presenza di lampade poco efficienti						
	Installazione sensori di rilevamento presenza	SI	Necessari in quanto assenti						

MIGLIORAMENTO DELL'EFFICIENZA DEI SISTEMI DI PRODUZIONE DI ENERGIA									
Intervento	Tecnologia adottata	Fattibilità tecnica	Motivo	Convenienza			Priorità		
				B	M	A	B	M	A
Centrale Termica	Sostituzione generatore/i di calore	NO	Generatore di calore installato nel 2017						
	Sostituzione bruciatore/i	NO	Bruciatore installato nel 2017						
	Installazione generatore autonomo acqua calda	NO	NO						
	Sostituzione sistema di regolazione	NO	Già presente						
	Coibentazione tubazioni e collettori	NO	Già presente						
	Coibentazioni serbatoi di accumulo	NO	Non presente						
Sistemi di climatizzazione estiva	Sostituzione macchine frigorifere	SI	Chiller obsoleti						
	Efficientamento sistema di distribuzione	SI	Impianto obsoleto						
Sistemi di building automation	Installazione sistemi di building automation	SI	Necessari in quanto assenti						

MIGLIORAMENTO DELL'EFFICIENZA DEI SISTEMI DI PRODUZIONE DI ENERGIA									
Intervento	Tecnologia adottata	Fattibilità tecnica	Motivo	Convenienza			Priorità		
				B	M	A	B	M	A
Sistemi di ventilazione meccanica controllata	Installazione di sistemi di ventilazione meccanica controllata	NO	Non necessario						
	Efficientamento sistemi di ventilazione meccanica controllata	NO	Non necessario						

PRODUZIONE DI ENERGIA DA FONTI RINNOVABILI									
Intervento	Tecnologia adottata	Fattibilità tecnica	Motivo	Convenienza			Priorità		
				B	M	A	B	M	A
Centrale Termica	Installazione pompa di calore	SI	Buone opportunità di risparmio energetico						
Sistemi di generazione da fonti rinnovabili	Installazione collettori solari per riscaldamento e/o produzione ACS	NO	Impianto ACS autonomo con boiler elettrici						
	Installazione impianto fotovoltaico	SI	Ampia copertura piana e buone opportunità di risparmio energetico						

Si riporta di seguito l'elenco delle misure di efficienza energetica individuate come tecnicamente fattibili ed in linea con le indicazioni contenute nei documenti di indirizzo dell'ACT 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 enti pubblici " dell'Asse 2 del programma Operativo Nazionale "Città Metropolitane 2014-2020 (PON METRO)**

In particolare ogni intervento rispetta le seguenti condizioni:

- È conforme alle disposizioni normative e di pianificazione/programmazione nazionale regionale e comunale esistenti per lo specifico settore di intervento ed in particolare coerenti con il Piano d'Azione per l'Energia Sostenibile (PAES)

- Garantisce un adeguato livello di sostenibilità economico/finanziario 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
- Rappresentano soluzioni in linea con i più aggiornati standard di mercato
- Sono replicabili
- Garantiscono a meno di impedimenti tecnici un miglioramento della classe energetica dell'edificio post-operam
- Prevedono, ove possibile, il superamento dei requisiti minimi stabiliti dalla normativa sul rendimento energetico




Le misure individuate sono:

- EEM1 Coibentazione della copertura calpestabile;
- EEM2 Coibentazione della copertura calpestabile con verde estensivo
- EEM3 Coibentazione del terrazzo centrale;
- EEM4 Sostituzione totale degli infissi con altri aventi $U < 1,75$ [W/m²K];
- EEM5 Applicazione di sistemi di schermatura solare;
- EEM6 Efficientamento del sistema di illuminazione esistente attraverso l'installazione di sistema a LED;
- EEM7 Realizzazione di sistemi di Building Automation;
- EEM8 Efficientamento impianto di climatizzazione estiva;
- EEM9 Installazione pompa di calore;
- EEM 10 Installazione impianto fotovoltaico;

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

MISURA DI EFFICIENZA ENERGETICA	VINCOLO INTERESSATO	VALUTAZIONE INTERFERENZA	MISURA DI TUTELA DA ADOTTARE
Coibentazione della copertura calpestabile	Vincoli non presenti		
Coibentazione della copertura calpestabile con verde estensivo	Vincoli non presenti		
Coibentazione del terrazzo centrale	Vincoli non presenti		
Sostituzione totale degli infissi con altri aventi $U < 1,75$ [W/m ² K]	Vincoli non presenti		
Applicazione di sistemi di schermatura solare	Vincoli non presenti		
Efficientamento del sistema di illuminazione esistente attraverso l'installazione di sistema a LED	Vincoli non presenti		
Sistemi di Building Automation	Vincoli non presenti		
Efficientamento impianto di climatizzazione estiva	Vincoli non presenti		
Installazione pompa di calore	Vincoli non presenti		
Installazione impianto fotovoltaico da 60 kW	Vincoli non presenti		

Legenda livelli di interferenza:

	Non perseguibile
	Perseguibile tramite adozione misure di tutela indicate
	Interferenza nulla

Per ogni misura di efficienza energetica sarà descritta la fattibilità tecnica sia dal lato operativo che delle prestazioni ottenibili. Sarà confrontato il consumo ante e post intervento in termini energetici, in emissioni di CO₂ e di fornitura di energia (C_E) per i vettori energetici impiegati. Per ultimo sarà computato il costo della manutenzione ordinaria (C_{MO}) e straordinaria (C_{MS}) fornito dalla stazione appaltante. Tali costi sono indispensabili per una corretta valutazione economica.

8.1.1 Involucro edilizio

8.1.1.1 Coibentazione della copertura calpestabile

Fattibilità tecnica

La misura prevede di coibentare la copertura del terrazzo con l'impiego di polistirene XPS ad elevata densità (sp=12cm) e getto di completamento 4cm con finitura finale all'estradosso in guaina impermeabilizzante.

L'efficientamento della copertura consente di ridurre considerevolmente le dispersioni dell'involucro opaco portando anche al miglioramento delle condizioni di comfort termico invernale ed estivo di tutti i locali dell'ultimo livello dell'edificio.

Si precisa che i materiali individuato per tale intervento devono essere intesi come un compromesso tra le indicazioni contenute nei documenti di indirizzo dell'ACT 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 enti pubblici " dell'Asse 2 del programma Operativo Nazionale "Città Metropolitane 2014-2020 (PON METRO),** in particolare:

- Garantire un adeguato livello di sostenibilità economico/finanziario 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 ove possibile l'utilizzo di materiali ecosostenibili naturali

Caratteristiche funzionali e tecniche

L'orizzontamento a seguito dei lavori di riqualificazione risulterà efficiente sotto l'aspetto energetico e garantirà una migliore percezione del comfort ambientale all'interno degli ambienti adiacenti alla struttura in oggetto.

Descrizione dei lavori

L'intervento consiste nella fornitura e posa di pannelli in XPS ad alta densità tipo "Styrodur" dello spessore di 16 cm. La posa dell'isolante potrà avvenire direttamente al di sopra del manto impermeabilizzante già esistente, al di sopra dello strato isolante verrà poi realizzato un getto di pendenza in cls su cui verrà realizzato il nuovo manto impermeabilizzante. Laddove fossero presenti delle piastrelle di finitura queste dovranno essere rimosse e posate al di sopra dell'impermeabilizzazione in seguito alla realizzazione di uno strato in sabbia di allettamento.

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

Riduzione costi di manutenzione

La riduzione dei costi sulla manutenzione ordinaria e straordinaria dovuti alla realizzazione degli interventi di coibentazione delle coperture piana calpestabile è stata stimata sulla base dell'incidenza della superficie del componente di involucro interessato dall'intervento rispetto al totale delle superfici disperdenti. In particolare la riduzione riguarderà soltanto il costo della manutenzione ordinaria e straordinaria edile (C_{MO_E} e C_{MS_E})

La riduzione dei costi è giustificata dal fatto che la coibentazione coperture piana eviterà negli anni successivi gli interventi di manutenzione quali il ripristino delle guaine impermeabilizzanti presenti sulla copertura in quanto realizzata nuova.

OPEX post intervento

Il termine inglese OPERating EXPense, ovvero spesa operativa viene comunemente utilizzato nell'ambito edile per definire il costo necessario per gestire un edificio come risultato della somma dei costi di approvvigionamento energetico ed dei costi di manutenzione.

La realizzazione dell'intervento di coibentazione coperture piana riducendo sia i costi energetici sia i costi di manutenzione consentirà di ridurre anche il valore complessivo rappresentato dall'OPEX.

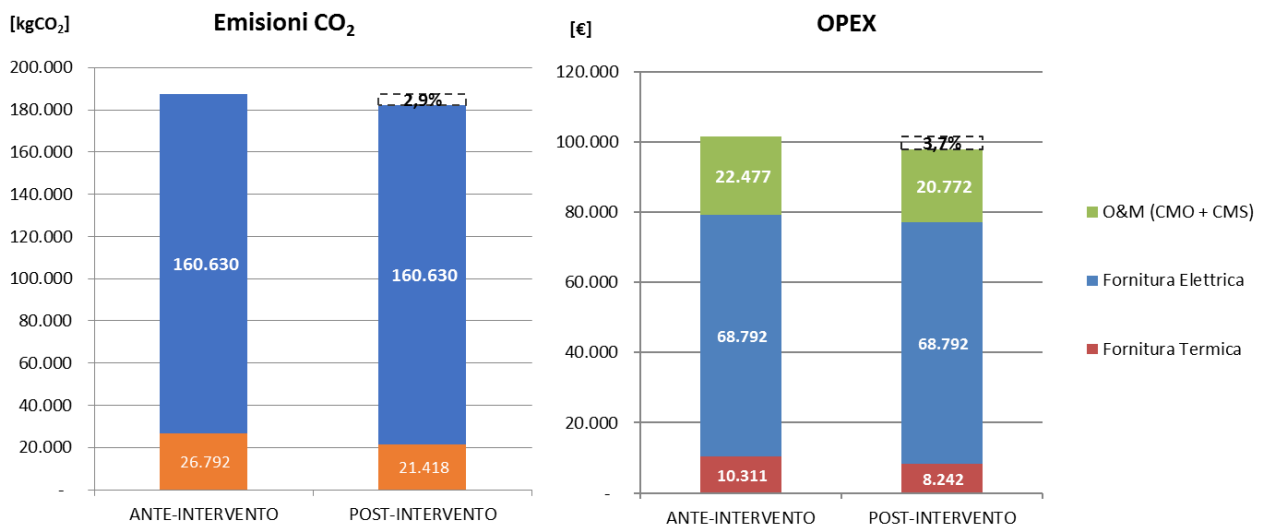
Requisito prestazionale per accedere agli incentivi

Ai fini dell'accesso agli incentivi del Conto Termico si è ritenuta prerogativa la verifica dei requisiti prestazionali del nuovo componente d'involucro proposto nella misura di efficienza energetica. Nel caso in questione trattasi di "Isolamento di coperture (...) di edifici esistenti dotati di climatizzazione". Per la tipologia d'intervento si identifica della Tabella 4 del documento "Regole applicative del D.M. 16 Febbraio 2016" il valore limite massimo di trasmittanza termica per Zona Climatica C che corrisponde a 0,27 W/m²K. Si rinvia al paragrafo 9.1 l'identificazione dei massimali ed il calcolo dell'incentivo. Si rimanda alla pagina successiva la tabella delle caratteristiche prestazionali della nuova stratigrafia.

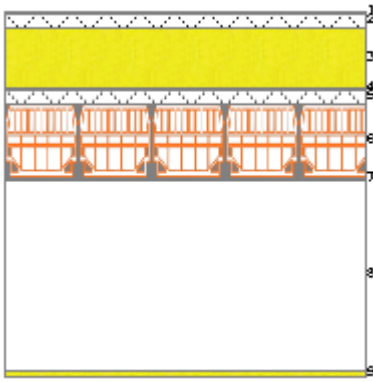
Prestazioni raggiungibili

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
$Q_{teorico}$	[kWh]	146.277	116.934	20,1%
$EE_{teorico}$	[kWh]	339.162	339.162	0,0%
$Q_{baseline}$	[kWh]	132.634	106.028	20,1%
$EE_{baseline}$	[kWh]	343.961	343.961	0,0%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	26.792	21.418	20,1%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	160.630	160.630	0,0%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	187.422	182.047	2,9%
Fornitura Termica, C_q	[€]	10.311	8.242	20,1%

Fornitura Elettrica, C _{EE}	[€]	68.792	68.792	0,0%
Fornitura Energia, C_E	[€]	79.103	77.035	2,6%
C _{MO}	[€]	7.811	7.811	0,0%
C _{MO_E}	[€]	4.515	3.906	13,5%
C _{MS_I}	[€]	2.042	2.042	0,0%
C _{MS_E}	[€]	8.109	7.014	13,5%
O&M (C _{MO} + C _{MS})	[€]	22.477	20.772	7,6%
OPEX	[€]	101.580	97.807	3,7%
Classe energetica	[-]	D	C	1 classe



Di seguito viene riportata la stratigrafia della copertura successivamente all'intervento e i risultati ottenuti:

Descrizione della struttura: Copertura			Codice: S1
Trasmittanza termica	0,215	W/m ² K	
Spessore	982	mm	
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	2,0	°C	
Permeanza	13333,334	10-12kg/sm ² Pa	
Massa (con intonaci) superficiale	675	kg/m ²	
Massa (senza intonaci) superficiale	675	kg/m ²	

Trasmittanza periodica	0,008	W/m ² K
Fattore attenuazione	0,038	-
Sfasamento onda termica	-11,5	h

Stratigrafia:

N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale esterna	-
1	Impermeabilizzazione con bitume	2,00
2	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	40,00
3	polistirene XPS VERDE (Styrodur)	120,00
4	Impermeabilizzazione con bitume	3,00
5	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	40,00
6	Soletta in c.l.s. armato (esterno)	200,00
7	Alluminio	2,00
8	Intercapedine debolmente ventilata Av=600 mm ² /m	520,00
9	Fibre minerali feldspatiche - Pannello rigido	15,00
-	Resistenza superficiale interna	-

8.1.1.2 *Coibentazione della copertura piana calpestabile con tetto verde estensivo*

Fattibilità tecnica

La misura prevede di realizzare al di sopra della coibentazione della copertura piana calpestabile con l'impiego di polistirene XPS ad elevata densità (sp=12cm) e getto di completamento 4cm con finitura finale all'estradosso in guaina impermeabilizzante un sistema di finitura a verde estensivo .

L'efficientamento della copertura consente di ridurre considerevolmente le dispersioni dell'involucro opaco portando anche al miglioramento delle condizioni di comfort termico invernale ed estivo di tutti i locali dell'ultimo livello dell'edificio.

Si precisa che i materiali individuati per tale intervento devono essere intesi come un compromesso tra le indicazioni contenute nei documenti di indirizzo dell'ACT 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 enti pubblici " dell'Asse 2 del programma Operativo Nazionale "Città Metropolitane 2014-2020 (PON METRO)**, in particolare:

- Garantire un adeguato livello di sostenibilità economico/finanziario 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 ove possibile l'utilizzo di materiali ecosostenibili naturali ricorso a verde orizzontale e verticale per incrementare le performance passive e soluzioni di recupero acqua piovana

Si precisa che la fattibilità tecnica di tale intervento prevedendo un sovraccarico delle strutture esistenti tra i 120 ed i 150 kg/mq, potrà essere confermata soltanto a seguito di opportune verifiche strutturali

Caratteristiche funzionali e tecniche

L'orizzontamento a seguito dei lavori di riqualificazione risulterà efficiente sotto l'aspetto energetico e garantirà una migliore percezione del comfort ambientale all'interno degli ambienti adiacenti alla struttura in oggetto, inoltre l'aggiunta di un sistema a verde estensivo sull'estradosso della copertura i cui vantaggi riguardano un maggiore accumulo e ritenzione delle acque piovane, abbattimento delle polveri, aumento dell'inerzia termica della struttura tetto migliorando il microclima esterno presente sia sul tetto sia in generale del quartiere riducendo il fenomeno dell'isola di calore. L'obiettivo dell'inverdimento estensivo è quello di realizzare una vegetazione naturale con carichi ridotti e interventi di manutenzione ridotti al minimo. Le principali piante impiegate sono sedum

Gli inverdimenti estensivi richiedono poca manutenzione: ciò non significa che ne siano del tutto esenti. L'eliminazione delle piante infestanti e la concimazione sono parte del

programma di manutenzione. L'irrigazione per vegetazioni di sedum ormai stabilizzate in genere non è necessaria. In base alle zone climatiche potrebbe essere necessaria un'irrigazione di emergenza per la fase iniziale e per i periodi di lunga siccità. Dopo due, tre cicli vegetativi, al raggiungimento della crescita definitiva, la manutenzione si riduce a confronto dei primi periodi dove ci sono molte aree scoperte. Si consigliano due manutenzioni all'anno, una in primavera e una in autunno.

Descrizione dei lavori

L'intervento consiste nella fornitura e posa di pannelli in XPS ad alta densità tipo "Styrodur" dello spessore di 12 cm. La posa dell'isolante potrà avvenire direttamente al di sopra del manto impermeabilizzante già esistente, al di sopra dello strato isolante verrà poi realizzato un getto di pendenza in cls su cui verrà realizzato il nuovo manto impermeabilizzante. Laddove fossero presenti delle piastrelle di finitura queste dovranno essere rimosse e posate al di sopra dell'impermeabilizzazione in seguito alla realizzazione di uno strato in sabbia di allettamento.

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

Il tetto verde estensivo sarà realizzato attraverso la posa di una serie di strati con separazione degli elementi funzionali come strato di vegetazione, filtro e accumulo, in particolare:

1 inverdimento

2 strato di vegetazione in genere realizzato attraverso la posa di una miscela di materiale minerale con ridotte quantità di sostanze organiche per inverdimenti estensivi multistrato secondo le direttive EN Spessore 8 cm

3 strato filtrante i tessuto speciale in polipropilene

4 strato di accumulo idrico e di drenaggio in HDPE

5 strato protettivo in fibre PES e PP di grande efficacia

6 strato separatore in pellicola di polietilene resistente al bitume

Riduzione costi di manutenzione

La riduzione dei costi sulla manutenzione ordinaria e straordinaria dovuti alla realizzazione degli interventi di coibentazione delle coperture piane calpestabili con tetto verde è stata stimata sulla base dell'incidenza della superficie del componente di involucro interessato dall'intervento rispetto al totale delle superfici disperdenti. In particolare la riduzione riguarderà soltanto i costi della manutenzione ordinaria e straordinaria edile ($C_{MO,E}$ e $C_{MS,E}$). La riduzione dei costi è giustificata dal fatto che la coibentazione coperture piane con tetto verde eviterà negli anni successivi gli interventi di manutenzione quali il ripristino delle guaine impermeabilizzanti presenti sulla copertura in quanto realizzata nuova.

OPEX post intervento

Il termine inglese OPERating EXPense, ovvero spesa operativa viene comunemente utilizzato nell'ambito edile per definire il costo necessario per gestire un edificio come risultato della somma dei costi di approvvigionamento energetico ed dei costi di manutenzione.

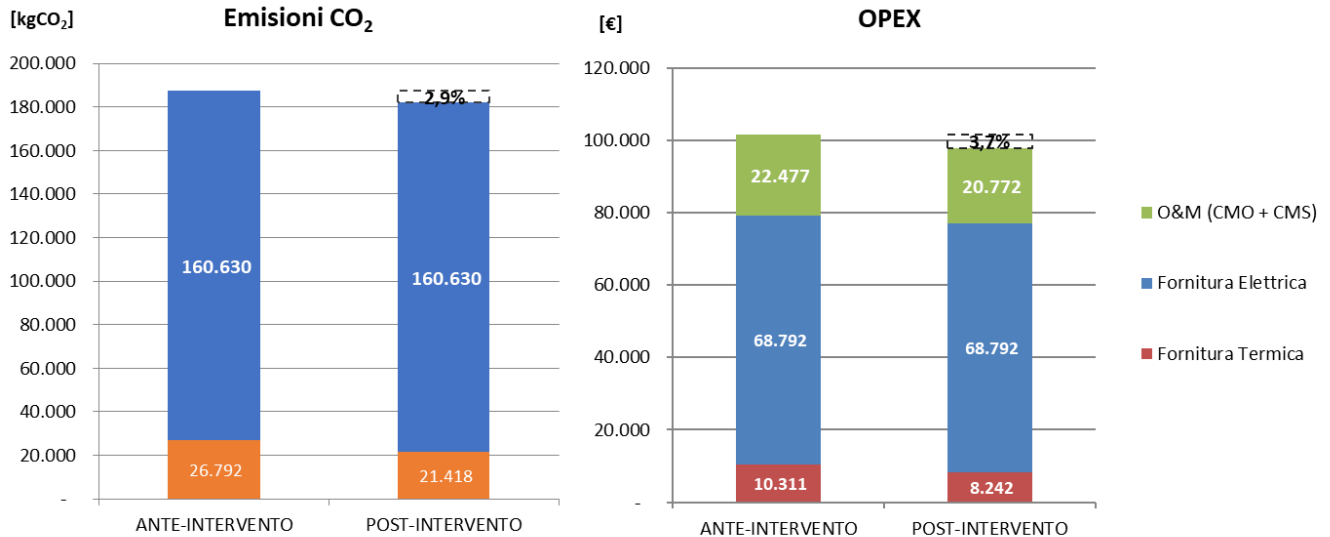
La realizzazione dell'intervento di coibentazione copertura piana con tetto verde riducendo sia i costi energetici sia i costi di manutenzione consentirà di ridurre anche il valore complessivo rappresentato dall'OPEX.

Requisito prestazionale per accedere agli incentivi

Ai fini dell'accesso agli incentivi del Conto Termico si è ritenuta prerogativa la verifica dei requisiti prestazionali del nuovo componente d'involucro proposto nella misura di efficienza energetica. Nel caso in questione trattasi di "Isolamento di coperture (...) di edifici esistenti dotati di climatizzazione". Per la tipologia d'intervento si identifica nella Tabella 4 del documento "Regole applicative del D.M. 16 Febbraio 2016" il valore limite massimo di trasmittanza termica per Zona Climatica C che corrisponde a 0,27 W/m²K. Si rinvia al paragrafo 9.1 l'identificazione dei massimali ed il calcolo dell'incentivo. Si rimanda alla pagina successiva la tabella delle caratteristiche prestazionali della nuova stratigrafia.

Prestazioni raggiungibili

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
Q _{teorico}	[kWh]	146.277	116.735	8,3%
EE _{teorico}	[kWh]	339.162	339.162	0,0%
Q _{baseline}	[kWh]	132.634	105.847	8,3%
EE _{Baseline}	[kWh]	343.961	343.961	0,0%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	26.792	21.381	8,3%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	160.630	160.630	0,0%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	187.422	182.011	3,8%
Fornitura Termica, C _Q	[€]	10.311	8.228	8,3%
Fornitura Elettrica, C _{EE}	[€]	68.792	68.792	0,0%
Fornitura Energia, C_E	[€]	79.103	77.021	3,6%
C _{MO_I}	[€]	7.811	7.811	0,0%
C _{MO_E}	[€]	4.515	4.210	8,0%
C _{MS_I}	[€]	2.042	2.042	0,0%
C _{MS_E}	[€]	8.109	7.014	16,0%
O&M (C _{MO} + C _{MS})	[€]	22.477	21.077	5,3%
OPEX	[€]	84.177	98.098	4,4%
Classe energetica	[-]	D	C	0 classe

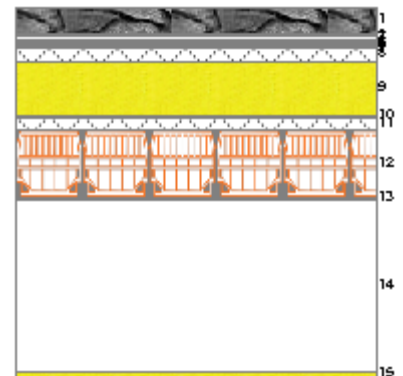


Di seguito viene riportata la stratigrafia della copertura successivamente all'intervento e i risultati ottenuti:

Descrizione della struttura: Copertura

Trasmittanza termica	0,206	W/m ² K
Spessore	1081	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	2,0	°C
Permeanza	13333,334	10 ⁻¹² kg/sm ² Pa
Massa superficiale (con intonaci)	801	kg/m ²
Massa superficiale (senza intonaci)	801	kg/m ²
Trasmittanza periodica	0,003	W/m ² K
Fattore attenuazione	0,014	-
Sfasamento onda termica	-17,4	h

Codice: S1



Stratigrafia:

N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale esterna	-
1	Strato di vegetazione	80,00
2	Strato filtrante	2,00
3	Intercapedine non ventilata Av<500 mm ² /m	12,00
4	strato di accumulo idrico e di drenaggio	2,00
5	Strato protettivo	2,00
6	Strato separatore	1,00
7	Impermeabilizzazione con bitume	2,00
8	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	40,00

9	polistirene XPS VERDE (Styrodur)	160,00
10	Impermeabilizzazione con bitume	3,00
11	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	40,00
12	Soletta in c.l.s. armato (esterno)	200,00
13	Alluminio	2,00
14	Intercapedine debolmente ventilata Av=600 mm ² /m	520,00
15	Fibre minerali feldspatiche - Pannello rigido	15,00
-	Resistenza superficiale interna	-

8.1.1.3 Coibentazione del terrazzo

Fattibilità tecnica

La misura prevede di coibentare la copertura del terrazzo con l'impiego di polistirene XPS ad elevata densità (sp=12cm) e getto di completamento 4cm con finitura finale all'estradosso in guaina impermeabilizzante.

L'efficientamento della copertura consente di ridurre considerevolmente le dispersioni dell'involucro opaco portando anche al miglioramento delle condizioni di comfort termico invernale ed estivo di tutti i locali dell'ultimo livello dell'edificio.

Si precisa che i materiali individuato per tale intervento devono essere intesi come un compromesso tra le indicazioni contenute nei documenti di indirizzo dell'ACT 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 enti pubblici " dell'Asse 2 del programma Operativo Nazionale "Città Metropolitane 2014-2020 (PON METRO), in particolare:

- Garantire un adeguato livello di sostenibilità economico/finanziario 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 ove possibile l'utilizzo di materiali ecosostenibili naturali

Caratteristiche funzionali e tecniche

L'orizzontamento a seguito dei lavori di riqualificazione risulterà efficiente sotto l'aspetto energetico e garantirà una migliore percezione del comfort ambientale all'interno degli ambienti adiacenti alla struttura in oggetto.

Descrizione dei lavori

L'intervento consiste nella fornitura e posa di pannelli in XPS ad alta densità tipo "Styrodur" dello spessore di 16 cm. La posa dell'isolante potrà avvenire direttamente al di sopra del manto impermeabilizzante già esistente, al di sopra dello strato isolante verrà poi realizzato un getto di pendenza in cls su cui verrà realizzato il nuovo manto impermeabilizzante. Laddove fossero presenti delle piastrelle di finitura queste dovranno essere rimosse e posate al di sopra dell'impermeabilizzazione in seguito alla realizzazione di uno strato in sabbia di allettamento.

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

Riduzione costi di manutenzione

La riduzione dei costi sulla manutenzione ordinaria e straordinaria dovuti alla realizzazione degli interventi di coibentazione del terrazzo è stata stimata sulla base dell'incidenza della

superficie del componente di involucro interessato dall'intervento rispetto al totale delle superfici disperdenti. In particolare la riduzione riguarderà soltanto i costi della manutenzione ordinaria e straordinaria edile (C_{MO_E} e C_{MS_E} .)

La riduzione dei costi è giustificata dal fatto che la coibentazione del terrazzo eviterà negli anni successivi gli interventi di manutenzione quali il ripristino delle guaine impermeabilizzanti presenti sulla copertura in quanto realizzata nuova.

OPEX post intervento

Il termine inglese OPERating EXPense, ovvero spesa operativa viene comunemente utilizzato nell'ambito edile per definire il costo necessario per gestire un edificio come risultato della somma dei costi di approvvigionamento energetico ed dei costi di manutenzione.

La realizzazione dell'intervento di coibentazione della copertura del terrazzo riducendo sia i costi energetici sia i costi di manutenzione consentirà di ridurre anche il valore complessivo rappresentato dall'OPEX.

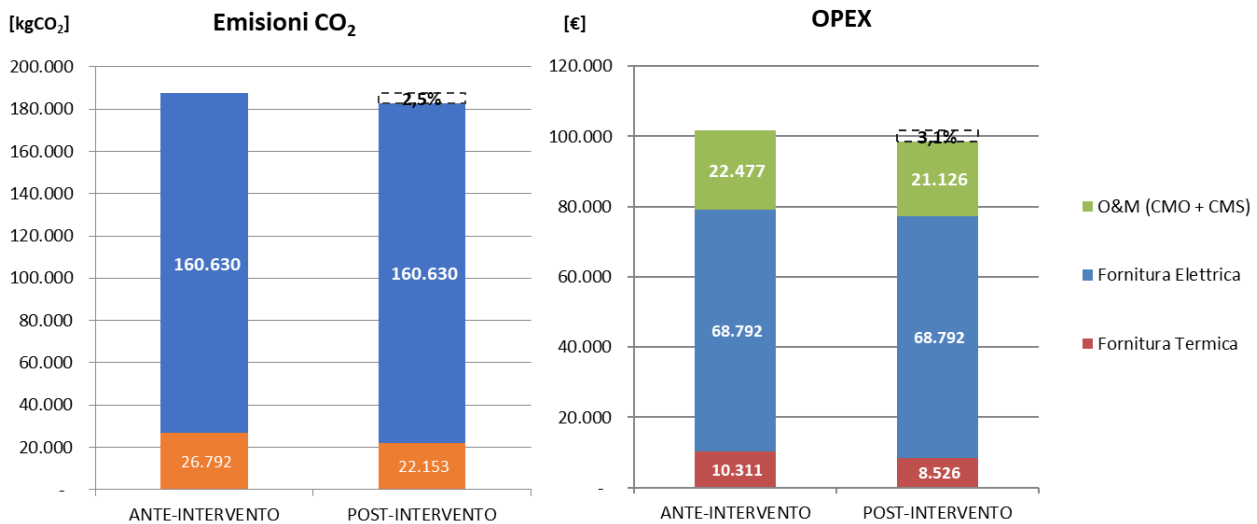
Requisito prestazionale per accedere agli incentivi

Ai fini dell'accesso agli incentivi del Conto Termico si è ritenuta prerogativa la verifica dei requisiti prestazionali del nuovo componente d'involucro proposto nella misura di efficienza energetica. Nel caso in questione trattasi di "Isolamento di coperture (...) di edifici esistenti dotati di climatizzazione". Per la tipologia d'intervento si identifica nella Tabella 4 del documento "Regole applicative del D.M. 16 Febbraio 2016" il valore limite massimo di trasmittanza termica per Zona Climatica C che corrisponde a 0,27 W/m²K. Si rinvia al paragrafo 9.1 l'identificazione dei massimali ed il calcolo dell'incentivo. Si rimanda alla pagina successiva la tabella delle caratteristiche prestazionali della nuova stratigrafia.

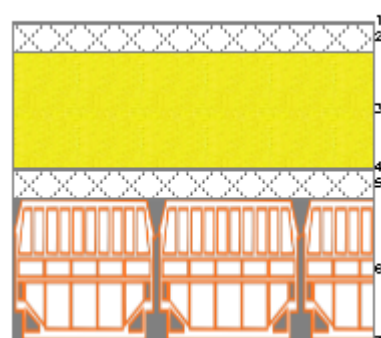
Prestazioni raggiungibili

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
$Q_{teorico}$	[kWh]	146.277	120.950	17,3%
$EE_{teorico}$	[kWh]	339.162	339.162	0,0%
$Q_{baseline}$	[kWh]	132.634	109.669	17,3%
$EE_{baseline}$	[kWh]	343.961	343.961	0,0%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	26.792	22.153	17,3%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	160.630	160.630	0,0%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	187.422	182.783	2,5%
Fornitura Termica, C_Q	[€]	10.311	8.526	17,3%
Fornitura Elettrica, C_{EE}	[€]	68.792	68.792	0,0%

Fornitura Energia, C _E	[€]	79.103	77.318	2,3%
C _{MO}	[€]	7.811	7.811	0,0%
C _{MO_E}	[€]	4.515	4.032	10,7%
C _{MS_I}	[€]	2.042	2.042	0,0%
C _{MS_E}	[€]	8.109	7.241	10,7%
O&M (C _{MO} + C _{MS})	[€]	22.477	21.126	6,0%
OPEX	[€]	101.580	98.444	3,1%
Classe energetica	[-]	D	C	1 classe



Di seguito viene riportata la stratigrafia della copertura successivamente all'intervento e i risultati ottenuti:

Descrizione della struttura: <i>Solaio su terrazzo</i>			Codice: S2
Trasmittanza termica	0,221	W/m ² K	
Spessore	447	mm	
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	2,0	°C	
Permeanza	0,010	10 ⁻¹² kg/sm ² Pa	
Massa superficiale (con intonaci)	673	kg/m ²	
Massa superficiale (senza intonaci)	673	kg/m ²	
Trasmittanza periodica	0,037	W/m ² K	
Fattore attenuazione	0,167	-	
Sfasamento onda termica	-10,7	h	

Stratigrafia:

N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale esterna	-
1	Impermeabilizzazione con bitume	2,00
2	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	40,00
3	polistirene XPS VERDE (Styrodur)	120,00
4	Impermeabilizzazione con bitume	3,00
5	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	40,00
6	Soletta in c.l.s. armato (esterno)	200,00
7	Alluminio	2,00
-	Resistenza superficiale interna	-

8.1.1.4 *Sostituzione totale degli infissi con altri aventi $U < 1,75$ [W/m²K]*

Fattibilità tecnica

Si ipotizza di realizzare una sostituzione totale dei serramenti esistenti con altri aventi $U_w < 1,75$ W/(m²*K).

L'efficientamento delle finestre consente di ridurre considerevolmente le dispersioni dell'involucro trasparente, portando anche al miglioramento delle condizioni di comfort termico invernale ed estivo di tutti i locali dell'edificio.

Si precisa che i materiali individuato per tale intervento devono essere intesi come un compromesso tra le indicazioni contenute nei documenti di indirizzo dell'ACT 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 enti pubblici " dell'Asse 2 del programma Operativo Nazionale "Città Metropolitane 2014-2020 (PON METRO), in particolare:

- Garantire un adeguato livello di sostenibilità economico/finanziario 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 ove possibile l'utilizzo di materiali ecosostenibili naturali

Caratteristiche funzionali e tecniche

La sostituzione dei serramenti garantirà una migliore percezione del comfort ambientale all'interno di tutti i locali dell'edificio.

Descrizione dei lavori

La posa deve essere effettuata da personale tecnico specializzato nel rispetto della norma UNI 11673-1:2017 ed in particolare le metodologie descritte dalla norma sono finalizzate alla verifica delle prestazioni dei giunti d'installazione e della loro coerenza alle prestazioni dei serramenti. In particolare la progettazione dei giunti d'installazione dovrà essere affrontata sui seguenti livelli:

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

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

Riduzione costi di manutenzione

La riduzione dei costi sulla manutenzione ordinaria e straordinaria dovuti alla realizzazione degli interventi sostituzione dei serramenti esterni è stata stimata sulla base dell'incidenza della superficie del componente di involucro interessato dall'intervento rispetto al totale delle superfici disperdenti. In particolare la riduzione riguarderà soltanto i costo della manutenzione ordinaria e straordinaria edile (C_{MO_E} e C_{MS_E} .)

La riduzione dei costi è giustificata dal fatto che la sostituzione dei serramenti esterni eviterà negli anni successivi gli interventi di manutenzione quali la regolazione dei serramenti o la sostituzione di elementi obsoleti e non più funzionanti in quanto realizzati nuovi.

OPEX post intervento

Il termine inglese OPERating EXPense, ovvero spesa operativa viene comunemente utilizzato nell'ambito edile per definire il costo necessario per gestire un edificio come risultato ella somma dei costi di approvvigionamento energetico ed dei costi di manutenzione.

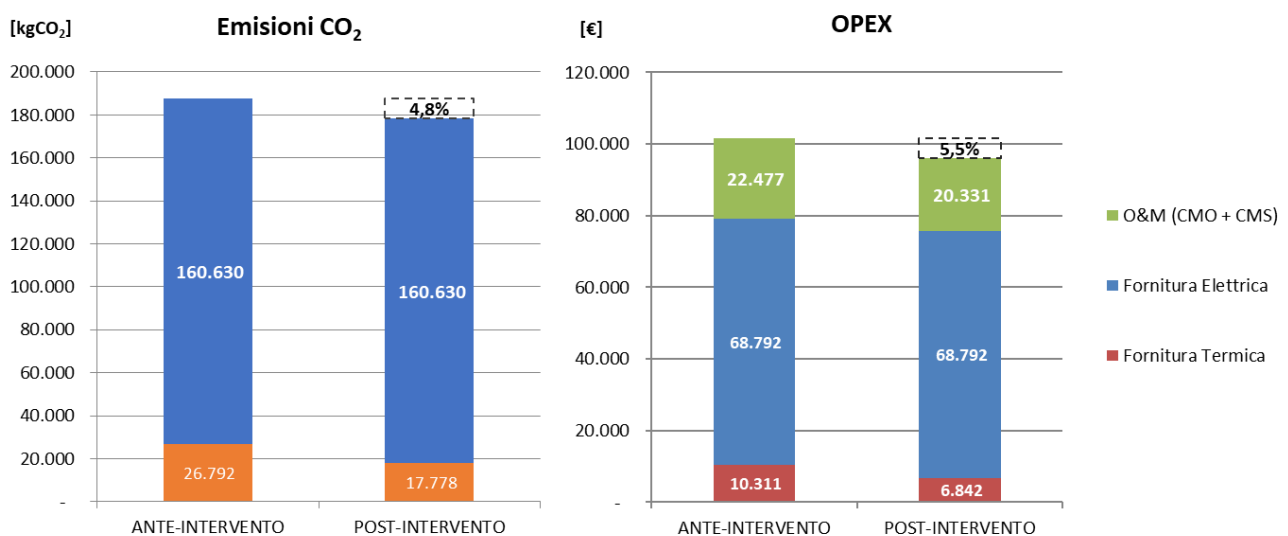
La realizzazione dell'intervento di sostituzione dei serramenti riducendo sia i costi energetici sia i costi di manutenzione consentirà di ridurre anche il valore complessivo rappresentato dall'OPEX.

Requisito prestazionale per accedere agli incentivi

Ai fini dell'accesso agli incentivi del Conto Termico si è ritenuta prerogativa la verifica dei requisiti prestazionali del nuovo componente d'involucro proposto nella misura di efficienza energetica. Nel caso in questione trattasi di "Sostituzione di chiusure trasparenti comprensive di infissi delimitanti il volume climatizzato". Per la tipologia d'intervento si identifica della Tabella 6 del documento "Regole applicative del D.M. 16 Febbraio 2016" il valore limite massimo di trasmittanza termica per Zona Climatica C corrisponde a 1,75 W/m²K. Si rinvia al paragrafo 9.1 l'identificazione dei massimali ed il calcolo dell'incentivo.

Prestazioni raggiungibili

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
$Q_{teorico}$	[kWh]	146.277	97.064	33,6%
$EE_{teorico}$	[kWh]	339.162	339.162	0,0%
$Q_{baseline}$	[kWh]	132.634	88.011	33,6%
$EE_{Baseline}$	[kWh]	343.961	343.961	0,0%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	26.792	17.778	33,6%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	160.630	160.630	0,0%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	187.422	178.408	4,8%
Fornitura Termica, C_Q	[€]	10.311	6.842	33,6%
Fornitura Elettrica, C_{EE}	[€]	68.792	68.792	0,0%
Fornitura Energia, C_E	[€]	79.103	75.634	4,4%
C_{MO}	[€]	7.811	7.811	0,0%
C_{MO_E}	[€]	4.515	3.748	17,0%
C_{MS_I}	[€]	2.042	2.042	0,0%
C_{MS_E}	[€]	8.109	6.730	17,0%
O&M ($C_{MO} + C_{MS}$)	[€]	22.477	20.331	9,5%
OPEX	[€]	101.580	95.965	5,5%
Classe energetica	[-]	D	C	1 classe



8.1.1.5 Pellicole a controllo solare

Fattibilità tecnica

Si ipotizza l'inserimento di pellicole a controllo solare su tutte le superfici vetrate dell'edificio al fine di ridurre il guadagno termico attraverso l'involucro trasparente.

L'inserimento di una pellicola a controllo solare consente di ridurre l'irraggiamento solare incidente sull'involucro trasparente, portando anche al miglioramento delle condizioni di comfort termico e visivo, all'assenza di abbagliamento luminoso e alla riduzione dei consumi elettrici per la climatizzazione estiva.]

Si precisa che i materiali individuati per tale intervento devono essere intesi come un compromesso tra le indicazioni contenute nei documenti di indirizzo dell'ACT 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 enti pubblici"** dell'Asse 2 del programma Operativo Nazionale "Città Metropolitane 2014-2020 (PON METRO)", in particolare:

- Garantire un adeguato livello di sostenibilità economico/finanziario 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 ove possibile l'utilizzo di materiali ecosostenibili naturali

Caratteristiche funzionali e tecniche

L'inserimento di una pellicola a controllo solare richiede la valutazione delle prestazioni energetiche dello stato di conservazione della finestra esistente, al fine di individuare la fattibilità tecnica e la convenienza economica dell'intervento.

Tale misura può ridurre la trasmissione luminosa del vetro in modo significativo (fino al 70%). La resa cromatica ed il colore della pellicola devono essere scelti in funzione in relazione alla funzione dell'edificio, alla compatibilità estetica con la facciata e con l'intorno costruito anche in assenza di vincoli architettonici specifici presenti sull'edificio come nel presente caso.

Descrizione dei lavori

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

La manutenzione deve essere realizzata con tecniche e prodotti compatibili con la resistenza chimica, fisica e meccanica del materiale e devono essere seguite le procedure di pulizia indicate dai produttori.

Riduzione costi di manutenzione

La riduzione dei costi sulla manutenzione ordinaria e straordinaria dovuti alla realizzazione degli interventi applicazione di pellicole a controllo solare è stata stimata sulla base

dell'incidenza della superficie del componente di involucro interessato dall'intervento rispetto al totale delle superfici disperdenti. In particolare la riduzione riguarderà soltanto il costo della manutenzione ordinaria e straordinaria edile ($C_{MO,E}$ e $C_{MS,E}$.)

La riduzione dei costi è giustificata dal fatto che la realizzazione degli interventi applicazione di pellicole a controllo solare eviterà negli anni successivi gli interventi di manutenzione quali la regolazione dei serramenti o la sostituzione di elementi obsoleti e non più funzionanti in quanto realizzati nuovi.

OPEX post intervento

Il termine inglese OPERating EXPense, ovvero spesa operativa viene comunemente utilizzato nell'ambito edile per definire il costo necessario per gestire un edificio come risultato della somma dei costi di approvvigionamento energetico ed dei costi di manutenzione.

La realizzazione dell'intervento di realizzazione delle pellicole a controllo solare riducendo sia i costi energetici sia i costi di manutenzione consentirà di ridurre anche il valore complessivo rappresentato dall'OPEX.

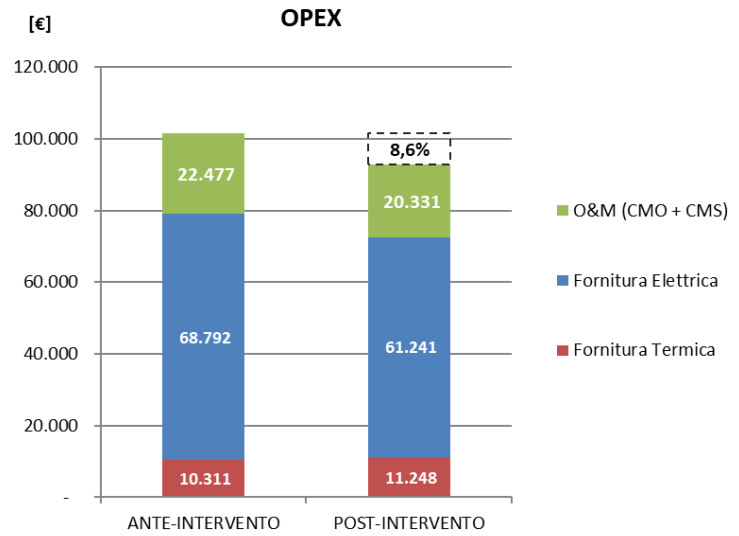
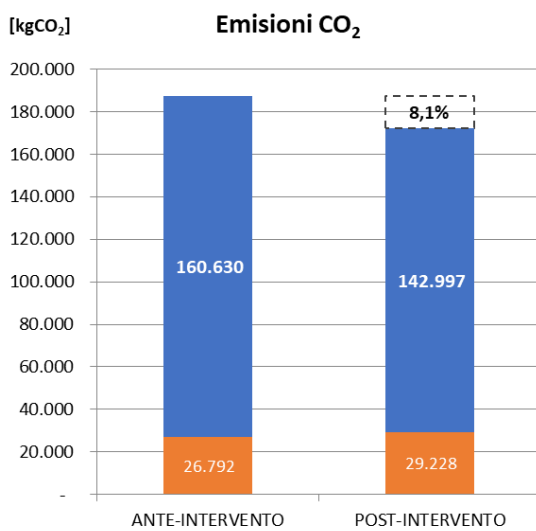
Requisito prestazionale per accedere agli incentivi

Ai fini dell'accesso agli incentivi del Conto Termico si è ritenuta prerogativa la verifica dei requisiti prestazionali della misura di efficienza energetica. Nel caso in questione trattasi di "Installazione di sistemi di schermatura". Per la tipologia d'intervento si identifica come richiesta prestazionale la classe 3 o superiore secondo la norma UNI EN 14501. Si rinvia al paragrafo 9.1 l'identificazione dei massimali ed il calcolo dell'incentivo.

Prestazioni raggiungibili

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
$Q_{teorico}$	[kWh]	146.277	159.577	-9,1%
$EE_{teorico}$	[kWh]	339.162	301.932	11,0%
$Q_{baseline}$	[kWh]	132.634	144.693	-9,1%
$EE_{baseline}$	[kWh]	343.961	306.204	11,0%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	26.792	29.228	-9,1%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	160.630	142.997	11,0%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	187.422	172.225	8,1%
Fornitura Termica, C_Q	[€]	10.311	11.248	-9,1%
Fornitura Elettrica, C_{EE}	[€]	68.792	61.241	11,0%
Fornitura Energia, C_E	[€]	79.103	72.489	8,4%

C _{MO}	[€]	7.811	7.811	0,0%
C _{MO_E}	[€]	4.515	3.748	17,0%
C _{MS_I}	[€]	2.042	2.042	0,0%
C _{MS_E}	[€]	8.109	6.730	17,0%
O&M (C _{MO} + C _{MS})	[€]	22.477	20.331	9,5%
OPEX	[€]	101.580	92.820	8,6%
Classe energetica	[-]	D	D	0 classi



8.1.2 Impianto di illuminazione ed impianto elettrico

8.1.2.1 Efficientamento del sistema di illuminazione attraverso l'installazione di sistemi a LED

Fattibilità tecnica

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

Caratteristiche funzionali e tecniche

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

Le nuove lampade a LED, di potenza variabile tra i 10 ed i 20 W garantiscono prestazioni ed efficienza più elevate, oltre che una migliore qualità del livello di illuminamento.

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

Descrizione dei lavori

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

Riduzione costi di manutenzione

La riduzione dei costi sulla manutenzione ordinaria e straordinaria dovuti alla realizzazione degli interventi di efficientamento del sistema di illuminazione attraverso l'installazione di sistemi a LED è stata stimata sulla base dell'incidenza dell'impianto di illuminazione sul resto degli impianti presenti nell'edificio. In particolare la riduzione riguarderà soltanto i costi della manutenzione ordinaria e straordinaria impianti ($C_{MO,I}$ e $C_{MS,I}$.)

La riduzione dei costi è giustificata dal fatto che l'efficientamento del sistema di illuminazione attraverso l'installazione di sistemi a LED eviterà negli anni successivi gli interventi di manutenzione quali la sostituzione di lampade (i LED hanno una durata molto superiore alle lampade a fluorescenza o incandescenza) o la sostituzione di elementi obsoleti e non più funzionanti in quanto realizzati nuovi.

OPEX post intervento

Il termine inglese OPERating EXPense, ovvero spesa operativa viene comunemente utilizzato nell'ambito edile per definire il costo necessario per gestire un edificio come risultato della somma dei costi di approvvigionamento energetico ed dei costi di manutenzione.

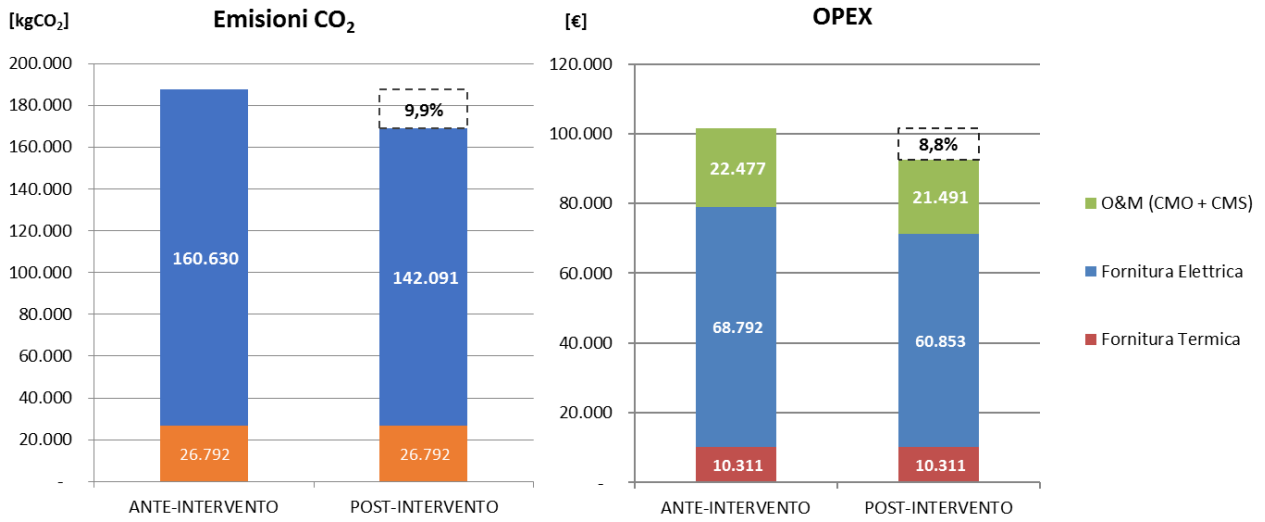
La realizzazione dell'intervento di efficientamento del sistema di illuminazione attraverso l'installazione di sistemi a LED riducendo sia i costi energetici sia i costi di manutenzione consentirà di ridurre anche il valore complessivo rappresentato dall'OPEX.

Requisito prestazionale per accedere agli incentivi

Ai fini dell'accesso agli incentivi del Conto Termico si è ritenuta prerogativa la verifica dei requisiti prestazionali della misura di efficienza energetica. Nel caso in questione trattasi di "Sostituzione di sistemi per l'illuminazione d'interni e delle pertinenze esterne degli edifici esistenti con sistemi efficienti di illuminazione". Per la tipologia d'intervento si identifica come richieste prestazionali che le lampade installate non devono superare il 50% della potenza sostituita. Altri requisiti sono: l'indice di resa cromatica (IRC) >80 per gli interni e >60 per gli esterni, efficienza luminosa di 80 lm/W, compatibilità elettromagnetica e la conformità ai criteri di sicurezza e smog sull'inquinamento luminoso.

Prestazioni raggiungibili

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
$Q_{teorico}$	[kWh]	146.277	146.277	0,0%
$EE_{teorico}$	[kWh]	339.162	300.018	11,5%
$Q_{baseline}$	[kWh]	132.634	132.634	0,0%
$EE_{baseline}$	[kWh]	343.961	304.263	11,5%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	26.792	26.792	0,0%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	160.630	142.091	11,5%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	187.422	168.883	9,9%
Fornitura Termica, C_Q	[€]	10.311	10.311	0,0%
Fornitura Elettrica, C_{EE}	[€]	68.792	60.853	11,5%
Fornitura Energia, C_E	[€]	79.103	71.163	10,0%
C_{MO}	[€]	7.811	7.030	10,0%
C_{MO_E}	[€]	4.515	4.515	0,0%
C_{MS_I}	[€]	2.042	1.838	10,0%
C_{MS_E}	[€]	8.109	8.109	0,0%
O&M ($C_{MO} + C_{MS}$)	[€]	22.477	21.491	4,4%
OPEX	[€]	101.580	92.655	8,8%
Classe energetica	[-]	D	D	0 classe



8.1.3 Sistemi di controllo e gestione degli impianti elettrici e termici

8.1.3.1 Installazione sistema BACS

L'installazione di un sistema BACS è stata valutata in quanto rientra pienamente nelle indicazioni contenute nei documenti di indirizzo dell'ACT 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 enti pubblici " dell'Asse 2 del programma Operativo Nazionale "Città Metropolitane 2014-2020 (PON METRO)

In particolare tale intervento contiene al suo interno:

- sistemi intelligenti di controllo e gestione degli impianti elettrici e termici
- sistema di monitoraggio che consenta la puntuale misurabilità degli impatti degli interventi ai fini della valutazione dei risultati
- garantisce qualità e integrazione dei sistemi di rilevazione/controllo dei consumi energetici

Fattibilità tecnica

Il miglioramento delle prestazioni energetiche del sistema edificio-impianto si può ottenere mediante l'installazione di sistemi di building automation, che consentono di gestire, in modo autonomo e automatico, gli impianti tecnologici di un intero edificio, controllando che tutte le funzioni siano regolarmente svolte e integrandole in caso contrario.

L'edificio oggetto di analisi non presenta elementi ostativi all'installazione di suddetti sistemi.

Caratteristiche funzionali e tecniche

I sistemi di automazione e regolazione (BACS) forniscono efficaci funzioni di regolazione dei dispositivi per il riscaldamento, raffrescamento ed illuminazione, che conducono al miglioramento dell'efficienza operativa ed efficienza energetica. Tali sistemi sono poi integrati da funzioni di gestione tecnica dell'edificio (TBM) utili a fornire informazioni sull'esercizio, la manutenzione, i servizi e la gestione degli edifici e da un sistema di monitoraggio (EMS) con lo scopo di migliorare la prestazione energetica gestendo e monitorando in modo sistematico l'utilizzo dell'energia ed il confort termico.

Descrizione dei lavori

L'intervento proposto prevede le seguenti operazioni:

- Installazione sistema di monitoraggio dei consumi energetici EMS
- Installazione di cronotermostati ambiente con comunicazione ad onde convogliate
- Installazione sistema di controllo pompe multistadio

- Installazione di sistema di controllo automatico dell'impianto termico con partenza/arresto ottimizzato
- Installazione sensori di rilevamento presenza per sistema di illuminazione nei servizi igienici ed uffici
- Installazione sistema di controllo di luce diurna negli uffici
- Installazione sistema di rilevamento guasti, diagnostica e supporto alla diagnosi dei guasti
- Installazione pannello elettronico di controllo del sistema BACS e TBM

Riduzione costi di manutenzione

Non si prevede una riduzione dei costi sulla manutenzione ordinaria e straordinaria dovuti alla realizzazione degli interventi di installazione del sistema BACS.

OPEX post intervento

Il termine inglese OPERating EXPense, ovvero spesa operativa viene comunemente utilizzato nell'ambito edile per definire il costo necessario per gestire un edificio come risultato della somma dei costi di approvvigionamento energetico ed dei costi di manutenzione.

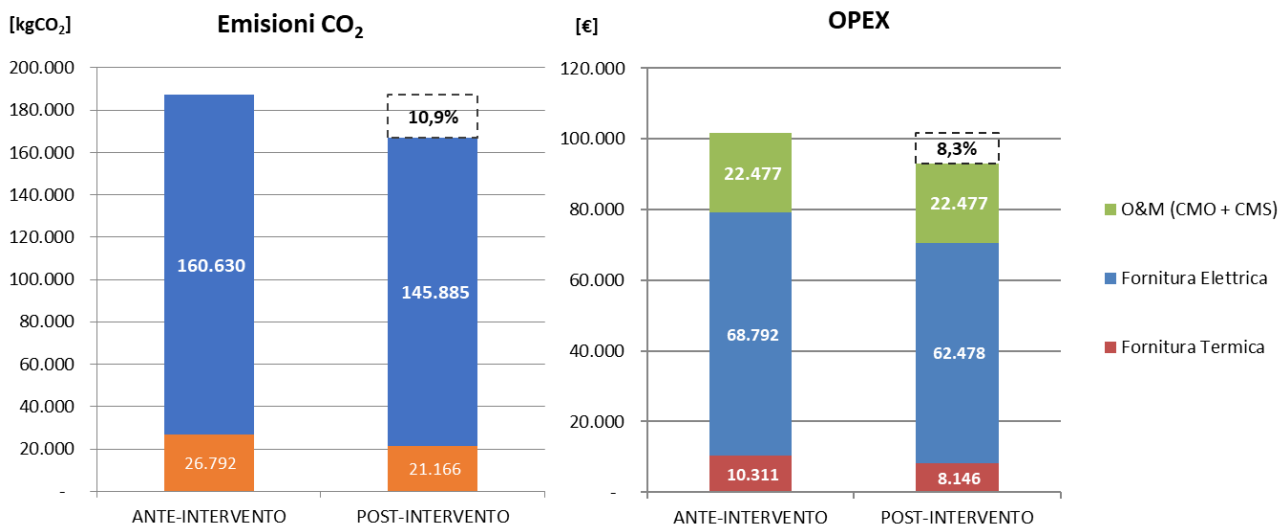
La realizzazione dell'intervento di installazione del sistema BACS riducendo i costi energetici consentirà di ridurre anche il valore complessivo rappresentato dall'OPEX.

Requisito prestazionale per accedere agli incentivi

Ai fini dell'accesso agli incentivi del Conto Termico si è ritenuta prerogativa la verifica dei requisiti prestazionali della misura di efficienza energetica proposta. Nel caso in questione trattasi di "Installazione di tecnologie di gestione e controllo automatico (building automation) degli impianti termici ed elettrici degli edifici, ivi compresa l'installazione di sistemi di termoregolazione e contabilizzazione del calore". Per la tipologia d'intervento si identifica nel documento "Regole applicative del D.M. 16 Febbraio 2016" il requisito di classe B di efficienza per i sistemi di Building Automation. Si rinvia al paragrafo 9.1 l'identificazione dei massimali ed il calcolo.

Prestazioni raggiungibili

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
Q _{teorico}	[kWh]	146.277	115.559	21,0%
EE _{teorico}	[kWh]	339.162	308.030	9,2%
Q _{baseline}	[kWh]	132.634	104.781	21,0%
EE _{Baseline}	[kWh]	343.961	312.388	9,2%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	26.792	21.166	21,0%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	160.630	145.885	9,2%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	187.422	167.051	10,9%
Fornitura Termica, C _Q	[€]	10.311	8.146	21,0%
Fornitura Elettrica, C _{EE}	[€]	68.792	62.478	9,2%
Fornitura Energia, C_E	[€]	79.103	70.623	10,7%
C _{MO}	[€]	7.811	7.811	0,0%
C _{MO_E}	[€]	4.515	4.515	0,0%
C _{MS_I}	[€]	2.042	2.042	0,0%
C _{MS_E}	[€]	8.109	8.109	0,0%
O&M (C _{MO} + C _{MS})	[€]	22.477	22.477	0,0%
OPEX	[€]	101.580	93.100	8,3%
Classe energetica	[-]	D	-	-



8.1.4 Impianto di ventilazione e climatizzazione estiva

8.1.4.1 Efficiamento dell'impianto di climatizzazione estiva

Fattibilità tecnica

Il miglioramento delle prestazioni energetiche del sistema di climatizzazione estivo si può ottenere mediante la sostituzione delle attuali macchine frigorifere con chiller di nuova generazione, caratterizzati da una maggiore efficienza.

La valutazione energetica di tale scenario di intervento è avvenuta considerando un nuovo valore di baseline ridotto, che include i seguenti interventi di primo livello: sostituzione serramenti, coibentazione copertura piana e terrazzo ed efficientamento del sistema di illuminazione attraverso l'installazione di sistemi a LED.

Caratteristiche funzionali e tecniche

L'attuale impianto di climatizzazione estiva è costituito da due macchine frigorifere installate rispettivamente nel 1994 e 1998 da circa 220 kW ciascuna, ormai obsolete.

Si propone la sostituzione di queste con macchine frigorifere di nuova generazione aventi prestazioni più efficienti e consumi ridotti.

Riduzione costi di manutenzione

La riduzione dei costi sulla manutenzione ordinaria e straordinaria dovuti alla realizzazione degli interventi di efficientamento dell'impianto climatizzazione estiva è stata stimata sulla base dell'incidenza dell'impianto di generazione sul resto degli impianti presenti nell'edificio. In particolare la riduzione riguarderà soltanto i costi della manutenzione ordinaria e straordinaria impianti (C_{MO_I} e C_{MS_I} .)

La riduzione dei costi è giustificata dal fatto che l'efficientamento dell'impianto di climatizzazione estiva ridurrà negli anni successivi gli interventi di manutenzione o la sostituzione di elementi obsoleti e non più funzionanti in quanto realizzati nuovi.

OPEX post intervento

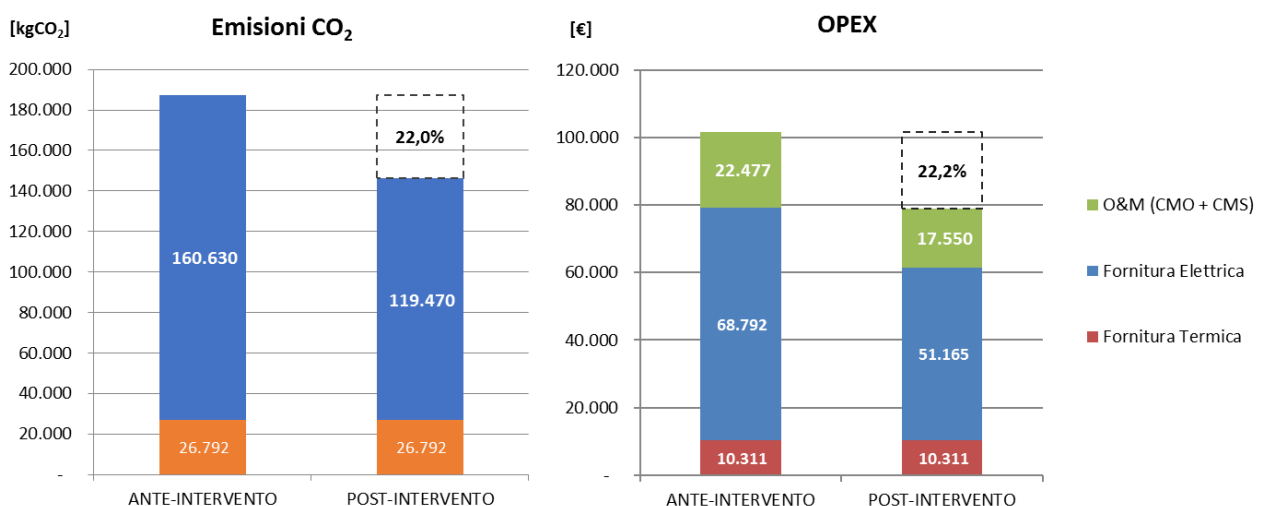
Il termine inglese OPERating EXPense, ovvero spesa operativa viene comunemente utilizzato nell'ambito edile per definire il costo necessario per gestire un edificio come risultato della somma dei costi di approvvigionamento energetico ed dei costi di manutenzione.

La realizzazione dell'intervento di efficientamento dell'impianto di climatizzazione estiva riducendo sia i costi energetici sia i costi di manutenzione consentirà di ridurre anche il valore complessivo rappresentato dall'OPEX.

Prestazioni raggiungibili

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
$Q_{teorico}^*$	[kWh]	60.236	60.236	0,0%
$EE_{teorico}^*$	[kWh]	312.179	232.187	25,6%
$Q_{baseline}$	[kWh]	132.634	132.634	0,0%
$EE_{baseline}$	[kWh]	343.961	255.825	25,6%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	26.792	26.792	0,0%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	160.630	119.470	25,6%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	187.422	146.262	22,0%
Fornitura Termica, C_Q	[€]	10.311	10.311	0,0%
Fornitura Elettrica, C_{EE}	[€]	68.792	51.165	25,6%
Fornitura Energia, C_E	[€]	79.103	61.476	22,3%
C_{MO}	[€]	7.811	3.906	50,0%
C_{MO_E}	[€]	4.515	4.515	0,0%
C_{MS_I}	[€]	2.042	1.021	50,0%
C_{MS_E}	[€]	8.109	8.109	0,0%
O&M ($C_{MO} + C_{MS}$)	[€]	22.477	17.550	21,9%
OPEX	[€]	101.580	79.026	22,2%
Classe energetica	[-]	D	B	2 classi

*Baseline ridotta che include interventi di 1° Livello



8.1.5 Impianto di generazione da fonti rinnovabili

8.1.5.1 Installazione pompe di calore

Fattibilità tecnica

Considerate le caratteristiche impiantistiche degli attuali sistemi di climatizzazione estiva ed invernale, si rileva la possibilità di intervenire su entrambi i sistemi proponendo un'unica soluzione di generazione per entrambi i servizi attraverso l'installazione di due pompe di calore elettriche aria/acqua a sostituzione del generatore di calore a metano e dei due chiller. La valutazione energetica di tale scenario di intervento è avvenuta considerando un nuovo valore di baseline ridotto, che include alcuni interventi di primo livello (sostituzione serramenti, coibentazione copertura piana e terrazzo, efficientamento del sistema di illuminazione attraverso l'installazione di sistemi a LED) ed il seguente intervento di secondo livello: efficientamento dell'impianto di climatizzazione estiva

Caratteristiche funzionali e tecniche

Si propone di intervenire sugli impianti di climatizzazione estiva ed invernale attraverso sostituzione degli attuali sistemi di generazione con due pompe di calore elettriche aria/acqua con potenza utile pari a 215 kW e potenza frigorifera pari a 190 kW. Tali pompe di calore saranno collocate sulla copertura nella medesima ubicazione degli attuali chiller. Si sostituirà, inoltre, l'attuale pompa di circolazione con una pompa di circolazione ad inverter al fine di ridurre i consumi elettrici dovuti alla distribuzione del fluido termovettore.

Riduzione costi di manutenzione

La riduzione dei costi sulla manutenzione ordinaria e straordinaria dovuti alla realizzazione degli interventi per l'installazione di una pompa di calore è stata stimata sulla base dell'incidenza dell'impianto di generazione sul resto degli impianti presenti nell'edificio. In particolare la riduzione riguarderà soltanto i costi della manutenzione ordinaria e straordinaria impianti ($C_{MO,I}$ e $C_{MS,I}$.)

La riduzione dei costi è giustificata dal fatto che l'installazione di una pompa di calore ridurrà negli anni successivi gli interventi di manutenzione tipici di un generatore a metano (quali ad esempio sostituzione e pulizia filtri) o la sostituzione di elementi obsoleti e non più funzionanti in quanto realizzati nuovi.

OPEX post intervento

Il termine inglese OPERating EXPense, ovvero spesa operativa viene comunemente utilizzato nell'ambito edile per definire il costo necessario per gestire un edificio come risultato della somma dei costi di approvvigionamento energetico ed dei costi di manutenzione.

La realizzazione dell'intervento di efficientamento dell'impianto di generazione di calore attraverso l'installazione di pompe di calore riducendo sia i costi energetici sia i costi di manutenzione consentirà di ridurre anche il valore complessivo rappresentato dall'OPEX.

Requisito prestazionale per accedere agli incentivi

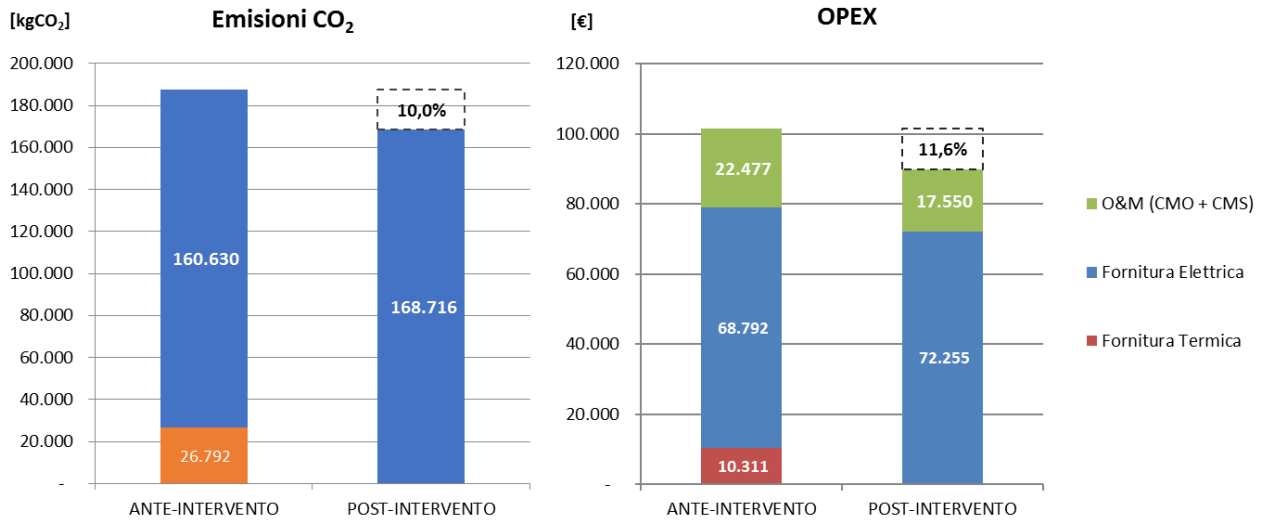
Ai fini dell'accesso agli incentivi del Conto Termico si è ritenuta prerogativa la verifica dei requisiti prestazionali della misura di efficienza energetica proposta. Nel caso in questione trattasi di "Sostituzione di impianti di climatizzazione invernale esistenti con impianti di climatizzazione invernale, anche combinati per la produzione di acqua calda sanitaria, dotati di pompe di calore (...)". Per la tipologia d'intervento si identifica nel come requisito principale nel documento "Regole applicative del D.M. 16 Febbraio 2016" un rendimento minimo di soglia COP in funzione del tipo di pompa di calore (che nel caso di aria/acqua è pari a 4,1 per potenza termica utile minori di 35 kWt e 3,8 per quelle maggiori di 35 kWt). A seconda della potenza è obbligatorio l'installazione delle valvole termostatiche, se non presenti. Si rinvia al paragrafo 9.1 l'identificazione dei massimali ed il calcolo.

Prestazioni raggiungibili

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
$Q_{teorico}^*$	[kWh]	60.236	-	100,0%
$EE_{teorico}^*$	[kWh]	232.187	243.876	-5,0%
$Q_{baseline}$	[kWh]	132.634	-	100,0%
$EE_{Baseline}$	[kWh]	343.961	361.277	-5,0%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	26.792	-	100,0%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	160.630	168.716	-5,0%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	187.422	168.716	10,0%
Fornitura Termica, C_Q	[€]	10.311	-	100,0%
Fornitura Elettrica, C_{EE}	[€]	68.792	72.255	-5,0%
Fornitura Energia, C_E	[€]	79.103	72.255	8,7%
C_{MO}	[€]	7.811	3.906	50,0%
C_{MO_E}	[€]	4.515	4.515	0,0%
C_{MS_I}	[€]	2.042	1.021	50,0%
C_{MS_E}	[€]	8.109	8.109	0,0%
O&M ($C_{MO} + C_{MS}$)	[€]	22.477	17.550	21,9%
OPEX	[€]	101.580	89.806	11,6%

Classe energetica	[-]	D	B	2 classi
-------------------	-----	---	---	----------

*Baseline ridotta che include interventi di 1° e 2° Livello



8.1.5.2 *Impianto di generazione da fonti rinnovabili – impianto fotovoltaico*

Fattibilità tecnica

La misura prevede l'installazione di moduli fotovoltaici sulla copertura dell'edificio. Si è tenuto conto dell'esposizione e dell'effettiva superficie utile disponibile al netto delle ombre dei corpi (alberi o strutture murali) disposti in prossimità.

La valutazione energetica di tale scenario di intervento è avvenuta considerando un nuovo valore di baseline ridotto, che include alcuni interventi di primo livello (sostituzione serramenti, coibentazione copertura piana e terrazzo, efficientamento del sistema di illuminazione attraverso l'installazione di sistemi a LED) ed il seguente intervento di secondo livello: efficientamento dell'impianto di climatizzazione estiva

Caratteristiche funzionali e tecniche

Il dimensionamento e l'installazione dell'impianto fotovoltaico consente di coprire i consumi elettrici dell'edificio. Come si è visto l'assorbimento maggiore è nelle ore diurne, momento in cui è possibile ottenere anche la massima produzione (unica variabile sarebbe poi l'aspetto climatico). La potenza disponibile è stata ipotizzata secondo alcune caratteristiche al contorno quali l'orientamento, l'inclinazione dei pannelli e le superfici disponibili. La massima potenza nominale si ottiene con un'esposizione diretta del pannello al Sole, con un irraggiamento nominale di 1000 Watt/metro quadro, 25°C di temperatura, posizione perpendicolare ai raggi del sole, e assenza di ombreggiamenti. Nella realtà i pannelli producono energia anche in condizioni di luce indiretta e con irraggiamento inferiore, ma in misura molto minore.

Nell'edificio in questione si è ipotizzato di installare un impianto fotovoltaico di 60 kWp.

Il numero di inverter è stato definito sulla base della disposizione dei moduli fotovoltaici e sui diversi ombreggiamenti a cui possono essere soggetti, al fine di garantire un migliore funzionamento dell'impianto fotovoltaico. Si potrà valutare in sede progettuale l'utilizzo di inverter multi-stringa che consentano di gestire più stringhe contemporaneamente con inseguitore MPP (maximum Power Point) dedicato.

Riduzione costi di manutenzione

Non si prevede una riduzione dei costi sulla manutenzione ordinaria e straordinaria dovuti all'installazione di un impianto FV.

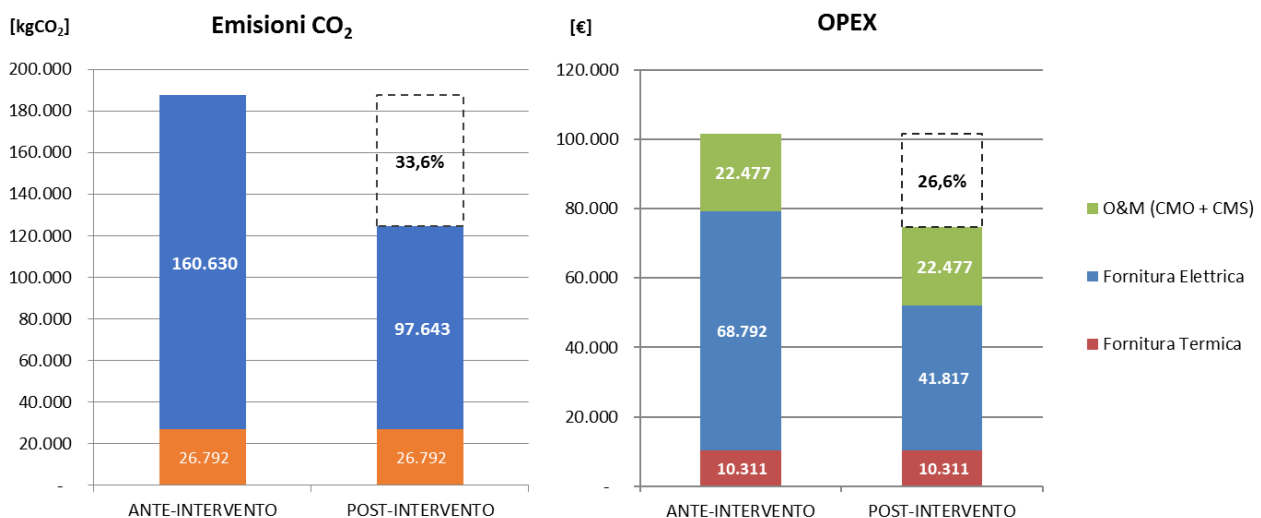
OPEX post intervento

Il termine inglese OPerating EXpense, ovvero spesa operativa viene comunemente utilizzato nell'ambito edile per definire il costo necessario per gestire un edificio come risultato della somma dei costi di approvvigionamento energetico ed dei costi di manutenzione.

La realizzazione dell'impianto Fotovoltaico riducendo i costi energetici consentirà di ridurre anche il valore complessivo rappresentato dall'OPEX

Prestazioni raggiungibili

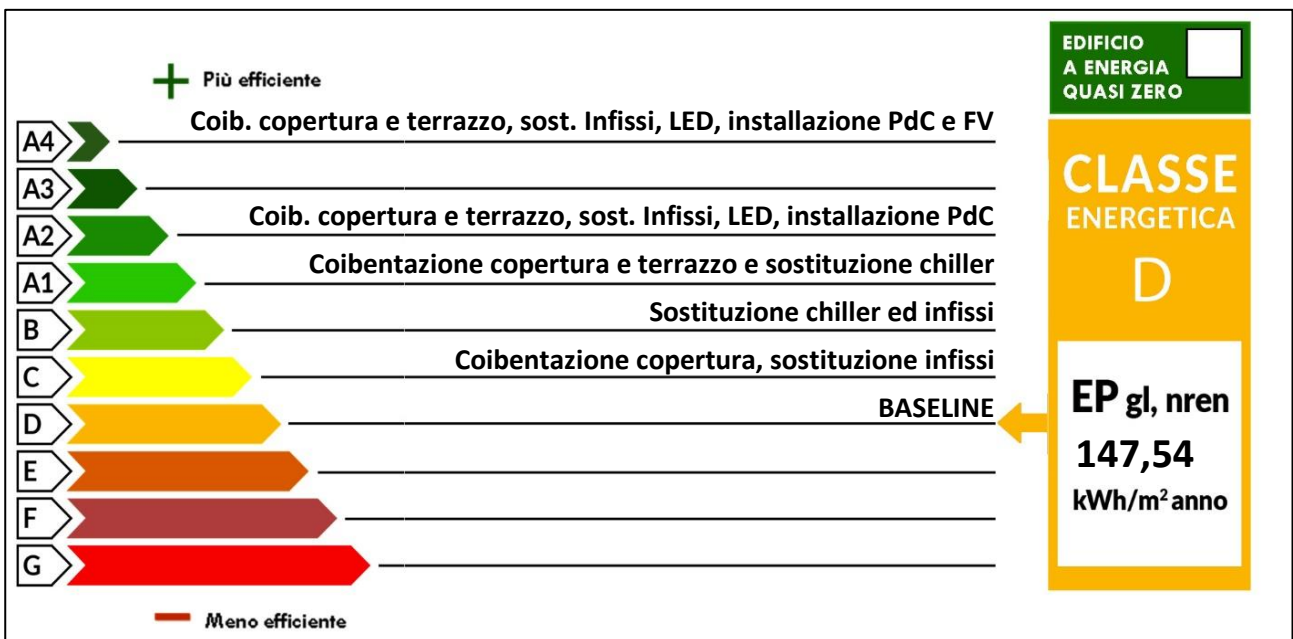
CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
Q _{teorico}	[kWh]	60.236	60.236	0,0%
EE _{teorico}	[kWh]	232.187	141.140	39,2%
Q _{baseline}	[kWh]	132.634	132.634	0,0%
EE _{Baseline}	[kWh]	343.961	209.085	39,2%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	26.792	26.792	0,0%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	160.630	97.643	39,2%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	187.422	124.435	33,6%
Fornitura Termica, C _Q	[€]	10.311	10.311	0,0%
Fornitura Elettrica, C _{EE}	[€]	68.792	41.817	39,2%
Fornitura Energia, C_E	[€]	79.103	52.128	34,1%
C _{MO}	[€]	7.811	7.811	0,0%
C _{MO_E}	[€]	4.515	4.515	0,0%
C _{MS_I}	[€]	2.042	2.042	0,0%
C _{MS_E}	[€]	8.109	8.109	0,0%
O&M (C _{MO} + C _{MS})	[€]	22.477	22.477	0,0%
OPEX	[€]	101.580	74.605	26,6%
Classe energetica	[-]	D	B	2 classi



8.2 Interventi multipli e analisi dei miglioramenti di classe energetica

Le singole misure di efficienza energetica sono state valutate singolarmente e poi combinate tra loro al fine di individuare gli interventi necessari al miglioramento di una o più classi energetiche fino a raggiungere, se tecnicamente fattibile la condizione di NZEB.

I risultati di questa analisi sono stati sintetizzati e rappresentati nella tabella seguente, in cui si riportano le combinazioni di interventi che garantiscono il miglioramento di una o più classi energetiche rispetto a quella dello stato di fatto.



VALUTAZIONE ECONOMICO-FINANZIARIA

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

Nel caso in cui il Prezzario Regione Campania fosse stato sprovvisto delle voci necessarie si è fatto riferimento a prezzi unitari riportati all'interno di altri prezzari regionali o camerali di regioni o province ove tali voci erano contemplate. Le fonti alternative utilizzate sono state: Prezzario Regionale Lazio, Prezzario Unico Cratere Centro Italia 2016.

9.1 *Analisi dei costi dei singoli interventi migliorativi*

9.1.1 *Coibentazione della copertura calpestabile*

Si riporta l'analisi dei costi relativi alla coibentazione della copertura piana calpestabile dell'edificio, che consiste nella coibentazione della copertura stessa con polistirene XPS e getto di completamento.

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

La tabella 5 delle regole applicative del D.M. 16 febbraio 2016 prevedono che gli incentivi per tale intervento siano il 40% della spesa ammissibile con un costo massimo ammissibile di 200 €/m² e di un valore massimo dell'incentivo non superiore ai 400.000 €. Nel caso in cui vengano previsti oltre all'isolamento termico delle superfici opache almeno un intervento a scelta tra le tipologie 1.C, 2A, 2.B, 2.C, 2.E, la percentuale incentivata della spesa ammissibile è pari al 55%. Nella tabella seguente sono riportati i risultati della quantificazione dell'incentivo al 40% calcolato sul costo specifico sostenuto e sulla superficie oggetto di intervento di 711 m².

Per effettuare tale misura di efficientamento, per quanto è stato possibile riscontrare durante i sopralluoghi e per quanto di nostra conoscenza non sono necessarie opere di manutenzione preliminari sulla stratigrafia interessata

Si precisa tuttavia che durante l'intervento sarà necessario prevedere lo smontaggio ed il rimontaggio del gruppo frigo attualmente installato sulla copertura. Nel caso in cui si preveda anche l'efficientamento energetico di tale impianto (vedi par.8.1.4.1. e 9.2.8.) non è necessario prevedere costi aggiuntivi a quelli qui sotto riportati, nel caso in vece tale intervento venisse effettuato singolarmente allora sarà necessario quantificare in modo più esatto tale intervento accessorio che in via preliminare può essere quantificato in circa tra 5 e 10 mila euro.

CODICE	DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO PREZZARIO	PREZZO UNITARIO SCONTATO	TOTALE	IVA	TOTALE
							(IVA ESCLUSA)		(IVA INCLUSA)
					[€/m ² cm]	[€/m ² cm]	[€]	[%]	[€]
A 11.01.2.f.1	Isolamento termico in estradosso di coperture piane a terrazzo o inclinate eseguito, mediante posa a secco, con pannelli rigidi di materiale isolante su piano di posa già preparato, compreso tiro in alto del materiale, realizzato con pannelli in: polistirene espanso estruso (XPS) densità 33-35 kg/mc, conducibilità termica $\lambda = 0,035 \text{ W/m}^{\circ}\text{K}$ spessore 3 cm	Prezzario Regione Lazio	711	m2	€ 27,40	€ 24,91	€ 7.710,36	22%	€ 21.606,64
A 11.01.2.f.2	per ogni cm in più	Prezzario Regione Lazio	9243	m2	€ 4,54	€ 4,13	€ 8.148,38	22%	€ 46.541,03
E.07.00.10.a	Massetto sottile di sottofondo in preparazione del piano di posa della impermeabilizzazione dello spessore di almeno 2 cm, tirata con regolo per la livellazione della superficie con malta fine di calce a pozzolana, su superfici orizzontali	Prezzario Regione Campania	711	m2	€ 13,09	€ 11,90	€ 8.460,90	22%	€ 10.322,30
E.12.15.10.b	Manto impermeabile prefabbricato costituito da membrane bituminose polimero elastometrica flessibilità a freddo -25°C, applicata a fiamma s massetto di sottofondo, da pagarsi a parte, di superfici orizzontali o inclinate, previo trattamento con idoneo primer bituminoso, con sovrapposizione dei sormonti di 8 cm in senso longitudinale e di almeno 15 cm alle testate dei teli: armata in filo continuo di poliestere non tessuto spessore 4 mm	Prezzario Regione Campania	711	m2	€ 10,11	€ 9,19	€ 6.534,74	22%	€ 7.972,38
	Costi per la sicurezza	-	3%	%			€ 2.125,63	22%	€ 2.593,27
	Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%			€ 4.959,81	22%	€ 6.050,96
	TOTALE (I₀ – EEM1)						€ 77.940	22%	€ 95.087
	Incentivi	[Conto termico]							€ 38.034,63
	Durata incentivi								1
	Incentivo annuo								€ 38.034,63

9.1.2 Coibentazione della copertura piana calpestabile con tetto verde estensivo

Si riporta l'analisi dei costi relativi alla coibentazione della copertura piana calpestabile con tetto verde estensivo dell'edificio, che consiste nella coibentazione della copertura stessa con polistirene XPS e getto di completamento impermeabilizzazione e sistema multistrato per tetti verdi estensivi.

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

La tabella 5 delle regole applicative del D.M. 16 febbraio 2016 prevede che gli incentivi per tale intervento siano il 40% della spesa ammissibile con un costo massimo ammissibile di 200 €/m² e di un valore massimo dell'incentivo non superiore ai 400.000 €. Nel caso in cui vengano previsti oltre all'isolamento termico delle superfici opache almeno un intervento a scelta tra le tipologie 1.C, 2A, 2.B, 2.C, 2.E, la percentuale incentivata della spesa ammissibile è pari al 55%. Nella seguente tabella sono riportati i risultati della quantificazione dell'incentivo al 40% calcolato sul costo specifico sostenuto e sulla superficie oggetto di intervento di 711 m².

Si riporta l'analisi dei costi relativi alla coibentazione del terrazzo con polistirene XPS e getto di completamento e verde estensivo.

Per effettuare tale misura di efficientamento, per quanto è stato possibile riscontrare durante i sopralluoghi e per quanto di nostra conoscenza non sono necessarie opere di manutenzione preliminari sulla stratigrafia interessata

Si precisa tuttavia che durante l'intervento sarà necessario prevedere lo smontaggio ed il rimontaggio del gruppo frigo attualmente installato sulla copertura. Nel caso in cui si preveda anche l'efficientamento energetico di tale impianto (vedi par.8.1.4.1. e 9.2.8.) non è necessario prevedere costi aggiuntivi a quelli qui sotto riportati, nel caso in vece tale intervento venisse effettuato singolarmente allora sarà necessario quantificare in modo più esatto tale intervento accessorio che in via preliminare può essere quantificato in circa tra 5 e 10 mila euro

CODICE	DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO PREZZARIO	PREZZO UNITARIO SCONTATO	TOTALE	IVA	TOTALE
							(IVA ESCLUSA)		(IVA INCLUSA)
					[€/m ² cm]	[€/m ² cm]	[€]	[%]	[€]
A 11.01.2.f.1	Isolamento termico in estradosso di coperture piane a terrazzo o inclinate eseguito, mediante posa a secco, con pannelli rigidi di materiale isolante su piano di posa già preparato, compreso tiro in alto del materiale, realizzato	Prezzario Regione Lazio	711	m2	€ 27,40	€ 24,91	€ 7.710,36	22%	€ 21.606,64

	con pannelli in: polistirene espanso estruso (XPS) densità 33-35 kg/mc, conducibilità termica $\lambda = 0,035 \text{ W/m}^2\text{K}$ spessore 3 cm								
A 11.01.2.f.2	per ogni cm in più	Prezzario Regione Lazio	9243	m2	€ 4,54	€ 4,13	€ 8.148,38	22%	€ 46.541,03
E.07.00.10.a	Massetto sottile di sottofondo in preparazione del piano di posa della impermeabilizzazione dello spessore di almeno 2 cm, tirata con regolo per la livellazione della superficie con malta fine di calce a pozzolana, su superfici orizzontali	Prezzario Regione Campania	711	m2	€ 13,09	€ 11,90	€ 8.460,90	22%	€ 10.322,30
E.12.15.10.b	Manto impermeabile prefabbricato costituito da membrane bituminose polimero elastometrica flessibilità a freddo -25°C, applicata a fiamma s massetto di sottofondo, da pagarsi a parte, di superfici orizzontali o inclinate, previo trattamento con idoneo primer bituminoso, con sovrapposizione dei sormonti di 8 cm in senso longitudinale e di almeno 15 cm alle testate dei teli: armata in filo continuo di poliestere non tessuto spessore 4 mm	Prezzario Regione Campania	711	m2	€ 10,11	€ 9,19	€ 6.534,74	22%	€ 7.972,38
NP	Fornitura di copertura a verde pensile secondo norma UNI 11235 su solaio isolato, costituita da Sistema tecnologico multistrato composto da: -foglio antiradice in cloruro di polivinile morbido (PVC-P), resistente agli olii e alle sostanze bituminose con spessore pari a circa 0,8 mm saldato al solaio caldo o a freddo; feltro di accumulo idrico e di protezione meccanica, in fibra di polipropilene con inserto di rinforzo; -elementi modulari di accumulo, drenaggio e aerazione in polietilene riciclato termoformato con incavi per l'accumulo idrico, aperture per l'aerazione e la diffusione della pressione di vapore e rete multidirezionale di canali per il drenaggio sulla faccia inferiore; e -telo filtrante, in geotessile non tessuto in polietilene/polipropilene	-	711	m2	€ 23,06	€ 20,96	€14.905,15	22%	€ 18.184,28

	incrudito a caldo, ad elevata resistenza meccanica con uno spessore di ca. 1,0 mm e infine il Substrato per inverdimenti pensili. Esclusa la vegetazione. Escluso l'impianto di irrigazione e la vegetazione. Sistema tecnologico necessario per copertura a verde pensile estensivo con elementi modulari di accumulo sp. ca. 2,5cm.								
	Costi per la sicurezza	-	3%	%			€ 2.572,79	22%	€ 3.138,80
	Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%			€ 6.003,17	22%	€ 7.323,86
	TOTALE (I₀ - EEM2)						94.335,48	22%	115.089,29
	Incentivi	[Conto termico]							€ 46.035,71
	Durata incentivi								1
	Incentivo annuo								€ 46.035,71

9.1.3 Coibentazione del terrazzo

Si riporta l'analisi dei costi relativi alla coibentazione del terrazzo con polistirene XPS e getto di completamento.

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

La tabella 5 delle regole applicative del D.M. 16 febbraio 2016 prevedono che gli incentivi per tale intervento siano il 40% della spesa ammissibile con un costo massimo ammissibile di 200 €/m² e di un valore massimo dell'incentivo non superiore ai 400.000 €. Nel caso in cui vengano previsti oltre all'isolamento termico delle superfici opache almeno un intervento a scelta tra le tipologie 1.C, 2A, 2.B, 2.C, 2.E, la percentuale incentivata della spesa ammissibile è pari al 55%. Nella tabella 9.2 sono riportati i risultati della quantificazione dell'incentivo al 40% calcolato sul costo specifico sostenuto e sulla superficie oggetto di intervento di 192 m².

Per effettuare tale misura di efficientamento, per quanto è stato possibile riscontrare durante i sopralluoghi e per quanto di nostra conoscenza non sono necessarie opere di manutenzione preliminari sulla stratigrafia interessata

CODICE	DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO PREZZARIO	PREZZO UNITARIO SCONTATO	TOTALE	IVA	TOTALE
							(IVA ESCLUSA)		(IVA INCLUSA)
					[€/m ² cm]	[€/m ² cm]	[€]	[%]	[€]
A 11.01.2.f.1	Isolamento termico in estradosso di coperture piane a terrazzo o inclinate eseguito, mediante posa a secco, con pannelli rigidi di materiale isolante su piano di posa già preparato, compreso tiro in alto del materiale, realizzato con pannelli in: polistirene espanso estruso (XPS) densità 33-35 kg/mc, conducibilità termica $\lambda = 0,035 \text{ W/m}^\circ\text{K}$ spessore 3 cm	Prezziario Regione Lazio	192	m2	€ 16,85	€ 15,32	€ 2.941,09	22%	€ 3.588,13
A 11.01.2.f.2	per ogni cm in più	Prezziario Regione Lazio	2496	m2	€ 3,69	€ 3,35	€ 8.372,95	22%	€ 10.214,99
E.07.00.10.a	Massetto sottile di sottofondo n preparazione del piano di posa della impermeabilizzazione dello spessore di almeno 2 cm, tirata con regolo per la livellazione della superficie con malta fine di calce a pozzolana, su superfici orizzontali	Prezziario Regione Campania	192	m2	€ 13,09	€ 11,90	€ 2.284,80	22%	€ 2.787,46

E.12.15.10.b	Manto impermeabile prefabbricato costituito da membrane bituminose polimero elastometrica flessibilità a freddo -25°C, applicata a fiamma su massetto di sottofondo, da pagarsi a parte, di superfici orizzontali o inclinate, previo trattamento con idoneo primer bituminoso, con sovrapposizione dei sormonti di 8 cm in senso longitudinale e di almeno 15 cm alle testate dei teli: armata in filo continuo di poliestere non tessuto spessore 4 mm	Prezzario Regione Campania	192	m2	€ 10,11	€ 9,19	€ 1.764,65	22%	€ 2.152,88
	Costi per la sicurezza	-	3%	%			€ 460,90	22%	€ 562,30
	Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%			€ 1.075,44	22%	€ 1.312,04
	TOTALE (I₀ – EEM3)						€ 16.900	22%	€ 20.618
	Incentivi	[Conto termico]							€ 8.247,12
	Durata incentivi								1
	Incentivo annuo								€ 8.247,12

9.1.4 Sostituzione infissi con altri aventi $U < 1,75W/m^2k$

Si riportata l'analisi dei costi relativi alla sostituzione degli infissi con altri aventi $U < 1,75W/m^2k$.

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

La tabella 5 delle regole applicative del D.M. 16 febbraio 2016 prevedono che gli incentivi per tale intervento siano il 40% della spesa ammissibile con un costo massimo ammissibile di 450€/m² e di un valore massimo dell'incentivo non superiore ai 100.000 €. Tali incentivi sono erogabili solo nel caso in cui vengano installati, congiuntamente ai serramenti, sistemi di termoregolazione. Nel caso in cui vengano previsti oltre all'isolamento termico delle superfici opache almeno un intervento a scelta tra le tipologie 1.C, 2A, 2.B, 2.C, 2.E, la percentuale incentivata della spesa ammissibile è pari al 55%. Nella tabella a seguire sono riportati i risultati della quantificazione con l'incentivo, esso sarà poi calcolato solamente nelle misure di efficienza congiunte degli scenari a medio/lungo termine, che prevedranno il 40% oppure il 55%. Nel caso qui riportato è calcolato sul 40% del costo specifico sostenuto per la superficie oggetto di intervento di 566 m².

Per effettuare tale misura di efficientamento, per quanto è stato possibile riscontrare durante i sopralluoghi e per quanto di nostra conoscenza non sono necessarie opere di manutenzione preliminari sulla stratigrafia interessata

CODICE	DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO PREZZARIO	PREZZO UNITARIO SCONTATO	TOTALE	IVA	TOTALE
							(IVA ESCLUSA)		(IVA INCLUSA)
					[€/n° o €/m ²]	[€/n° o €/m ²]	[€]	[%]	[€]
E.02.25.50	Rimozione di infissi in ferro o alluminio inclusa l'eventuale parte vetrata compresi telaio, controtelaio smuratura delle grappe o dei tasselli di tenuta ed eventuale taglio a sezione degli elementi, l'onere per il carico, trasporto e accatastamento dei materiali riutilizzabili e/o di risulta fino ad una distanza di 50 m.	Prezziario Regione Campania	566	m ²	€ 5,68	€ 5,16	€ 2.922,62	22%	€ 3.565,59
E.18.90.30.	Infisso in pvc di colore bianco, ad alta resistenza, con angoli termosaldati e finitura superficiale liscia, guarnizioni in EPDM, telaio armato con profilati di acciaio, compresi verticamera 4/12/4, prestazioni medie: classe A1 di permeabilità all'aria, classe E4 di tenuta all'acqua, classe V3	Prezziario Regione Campania	180	cad	€ 610,72	€ 555,20	€ 99.936,00	22%	€ 121.921,92

	di resistenza al vetro, isolamento termico serramenti nudi 2,9 W/m ² °C potere fonoisolante pari a 34 dB, fornito e posato in opera su preesistente controtelaio. A due battenti								
	Costi per la sicurezza	-	3%	%			€ 3.085,76	22%	€ 3.764,63
	Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%			€ 7.200,10	22%	€ 8.784,13
	TOTALE (I₀ – EEM4)						€ 113.144	22%	€ 138.036
	Incentivi	[Conto termico]							55.214
	Durata incentivi								1
	Incentivo annuo								55.214

9.1.5 Pellicole a controllo solare

Si riportata l'analisi dei costi relativi all'applicazione di pellicole solari sui serramenti esistenti.

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

La tabella 5 delle regole applicative del D.M. 16 febbraio 2016 prevedono che gli incentivi per tale intervento siano il 40% della spesa ammissibile con un costo massimo ammissibile di 450€/m² e di un valore massimo dell'incentivo non superiore ai 100.000 €. Tali incentivi sono erogabili solo nel caso in cui vengano installati, congiuntamente ai serramenti, sistemi di termoregolazione. Nel caso in cui vengano previsti oltre all'isolamento termico delle superfici opache almeno un intervento a scelta tra le tipologie 1.C, 2A, 2.B, 2.C, 2.E, la percentuale incentivata della spesa ammissibile è pari al 55%. Nella tabella 9.3 sono riportati i risultati della quantificazione senza l'incentivo, esso sarà poi calcolato solamente nelle misure di efficienza congiunte degli scenari a medio/lungo termine, che prevedranno il 40% oppure il 55%. Nel caso qui riportato è calcolato sul 40% calcolato sul massimale di 150 €/m² sulla superficie oggetto di intervento di 566 m².

Si precisa che per effettuare tale misura di efficientamento, per quanto è stato possibile riscontrare durante i sopralluoghi e per quanto di nostra conoscenza non sono necessarie opere di manutenzione preliminari nel caso in cui tale intervento si affianchi la sostituzione dei serramenti esistenti, nel caso in cui le pellicole venissero applicate sui vetri esistenti è necessario verificare con un'indagine più approfondita la presenza di vetri danneggiati, i quali dovranno necessariamente essere sostituiti.

CODICE	DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO PREZZARIO	PREZZO UNITARIO SCONTATO	TOTALE	IVA	TOTALE
							(IVA ESCLUSA)	[%]	(IVA INCLUSA)
					[€/m ² cm]	[€/m ² cm]	[€]	[%]	[€]
NP	fornitura e posa in opera di pellicole neutr per esterno compresi gli sfridi, la pulizia specifica con eventuale rimozione del silicone esistente, l'installazione, la sigillatura perimetrale delle lastre esterne con silicone neutro, pulizia finale e consegna lavori	-	566	m2	€ 83,66	€ 76,05	€ 43.046,87	22%	€ 52.517,18
P.03.10.44.a	Ponteggio o incastellatura realizzato con l'impiego di tubi e giunti e/o manicotti spinottati, fornito e posto in opera, compresi ogni altro onere e magistero per dare il lavoro finito a perfetta regola	Prezzario Regione Campania	2900	m2	€ 5,92	€ 5,38	€ 15.607,27	22%	€ 19.040,87

	d'arte, valutato per numero di giunti e/o manicotti								
	Costi per la sicurezza	-	3%	%			€ 1.759,62	22%	€ 2.146,74
	Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%			€ 4.105,79	22%	€ 5.009,06
	TOTALE (I₀ - EEM5)						€ 64.520	22%	€ 78.714
	Incentivi	[Conto termico]							30.000

9.1.6 Installazione sistemi BACS

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

La tabella 5 delle regole applicative del D.M. 16 febbraio 2016 prevedono che gli incentivi per tale intervento siano il 40% della spesa ammissibile con un costo massimo ammissibile di 25 €/m² e di un valore massimo dell'incentivo non superiore ai 50.000 €. Nella tabella sono riportati i risultati della quantificazione dell'incentivo al 40% sul costo d'intervento, calcolato verificando il costo specifico sostenuto sulla superficie oggetto di intervento di 4.208 m².

Si precisa che per effettuare tale misura di efficientamento, per quanto è stato possibile riscontrare durante i sopralluoghi e per quanto di nostra conoscenza non sono necessarie opere di manutenzione preliminari

CODICE	DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO PREZZARIO	PREZZO UNITARIO SCONTATO	TOTALE	IVA	TOTALE
							(IVA ESCLUSA)		(IVA INCLUSA)
					[€/n° o €/m ²]	[€/n° o €/m ²]	[€]	[%]	[€]
NP	Installazione di tecnologie di gestione e controllo automatico degli impianti termici ed elettrici, sistema di interconnessione tra regolatori e sistema di controllo centralizzato al fine di dotare l'edificio di un sistema di automazione regolazione e gestione tecnica (BACS e TBM) in classe di efficienza B secondo norma UNI EN 15232	-	1	cad	€40.000,00	€36.363,64	€ 36.363,64	22%	€ 44.363,64
NP	Installazione di sistema di monitoraggio e visualizzazione all'utenza dei consumi dell'edifici (EMS)	-	1	cad	€ 7.000,00	€ 6.363,64	€ 6.363,64	22%	€ 7.763,64
	Costi per la sicurezza	-	3%	%			€ 1.281,82	22%	€ 1.563,82
	Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%			€ 2.990,91	22%	€ 3.648,91
	TOTALE (I₀- EEM6)						€ 47.000	22%	€ 57.340
	Incentivi	[Conto termico]							€ 22.936,00
	Durata incentivi								1
	Incentivo annuo								€ 22.936,00

9.1.7 Efficiamento del sistema di illuminazione attraverso l'installazione di sistemi a LED

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

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

Si precisa che per effettuare tale misura di efficientamento, per quanto è stato possibile riscontrare durante i sopralluoghi e per quanto di nostra conoscenza non sono necessarie opere di manutenzione preliminari

CODICE	DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO PREZZARIO	PREZZO UNITARIO SCONTATO	TOTALE	IVA	TOTALE
							(IVA ESCLUSA)		(IVA INCLUSA)
					[€/n° o €/m ²]	[€/n° o €/m ²]	[€]	[%]	[€]
A01144 a	Rimozione di plafoniera per lampade fluorescenti, inclusi gli oneri della rimozione dei sostegni a muro o a soffitto e l'avvicinamento al luogo di deposito provvisorio nell'ambito del cantiere, escluso l'onere di carico, trasporto e scarico a discarica autorizzata: 1x18W	Prezzario Unico Cratere Centro Italia 2016	16	cad	€ 8,52	€ 7,75	€ 123,93	22%	€ 151,19
A01144 b	Rimozione di plafoniera per lampade fluorescenti, inclusi gli oneri della rimozione dei sostegni a muro o a soffitto e l'avvicinamento al luogo di deposito provvisorio nell'ambito del cantiere, escluso l'onere di carico, trasporto e scarico a discarica autorizzata: 2x18W	Prezzario Unico Cratere Centro Italia 2016	27	cad	€ 9,82	€ 8,93	€ 241,04	22%	€ 294,06
A01144 d	Rimozione di plafoniera per lampade fluorescenti, inclusi gli oneri della rimozione dei sostegni a muro o a soffitto e l'avvicinamento al luogo di deposito provvisorio nell'ambito del cantiere, escluso l'onere di carico, trasporto e scarico a discarica autorizzata: 1x36W	Prezzario Unico Cratere Centro Italia 2016	8	cad	€ 10,07	€ 9,15	€ 73,24	22%	€ 89,35

A01144 e	Rimozione di plafoniera per lampade fluorescenti, inclusi gli oneri della rimozione dei sostegni a muro o a soffitto e l'avvicinamento al luogo di deposito provvisorio nell'ambito del cantiere, escluso l'onere di carico, trasporto e scarico a discarica autorizzata: 2x36W	Prezzario Unico Cratere Centro Italia 2016	338	cad	€ 11,86	€ 10,78	€ 3.644,25	22%	€ 4.445,99
A01146	Trasporto a discarica controllata secondo il DLgs 13 gennaio 2003, n. 36 dei materiali di risulta provenienti da demolizioni, previa caratterizzazione di base ai sensi del DM 27 settembre 2010, con autocarro di portata fino a 50 q, compresi carico, viaggio di andata e ritorno e scarico con esclusione degli oneri di discarica	Prezzario Unico Cratere Centro Italia 2016	5	m ³	€ 46,14	€ 41,95	€ 209,73	22%	€ 255,87
D03103a	Plafoniera stagna rettangolare, corpo in policarbonato autoestingente, schermo in policarbonato autoestingente trasparente prismatico internamente, installata 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.: monolampada lunghezza 69' mm, 10 W, 1.620 lm	Prezzario Unico Cratere Centro Italia 2016	16	cad	€ 96,19	€ 87,45	€ 1.399,13	22%	€ 1.706,94
D03104a	Plafoniera stagna rettangolare, corpo in policarbonato autoestingente, schermo in policarbonato autoestingente trasparente prismatico internamente, installata 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 69' mm, 20 W, 1.620 lm	Prezzario Unico Cratere Centro Italia 2016	27	cad	€ 124,50	€ 113,18	€ 3.055,91	22%	€ 3.728,21
D03067a	Lampade a LED alimentazione 230 V c.a.: tubolari T8, attacco G13, fascio luminoso 270° potenza 9 W, temperatura di colore 4000K o 6500 K, 900 lm lunghezze 600 mm	Prezzario Unico Cratere Centro Italia 2016	70	cad	€ 14,56	€ 13,24	€ 926,55	22%	€ 1.130,39
D03104a	Plafoniera stagna rettangolare, corpo in policarbonato autoestingente, schermo in policarbonato autoestingente trasparente prismatico internamente, installata 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.:	Prezzario Unico Cratere Centro Italia 2016	8	cad	€ 115,65	€ 105,14	€ 841,09	22%	€ 1.026,13

	monolampada lunghezza 1.300 mm, 18 W, 2.920 lm								
D03104b	Plafoniera stagna rettangolare, corpo in policarbonato autoestinguente, schermo in policarbonato autoestinguente trasparente prismatico internamente, installata 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	Prezzario Unico Cratere Centro Italia 2016	338	cad	€ 155,99	€ 141,81	€ 47.931,47	22%	€ 58.476,40
D03067d	Lampade a LED alimentazione 230 V c.a.: tubolari T8, attacco G13, fascio luminoso 270° potenza 18 W, temperatura di colore 4000K o 6500 K, 1.930 lm lunghezze 1.200 mm	Prezzario Unico Cratere Centro Italia 2016	684	cad	€ 19,97	€ 18,15	€ 12.417,71	22%	€ 15.149,61
	Costi per la sicurezza	-	3%	%			€ 2.125,92	22%	€ 2.593,62
	Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%			€ 4.960,48	22%	€ 6.051,79
	TOTALE (I₀ - EEM7)						€ 77.950	22%	€ 95.100
	Incentivi	[Conto termico]							€ 38.039,81
	Durata incentivi								1
	Incentivo annuo								€ 38.039,81

9.1.8 Efficiamento dell'impianto di climatizzazione estiva

Si riporta l'analisi dei costi relativi all'efficientamento dell'impianto di climatizzazione estiva, ottenuto mediante sostituzione dei due chiller attualmente installati.

Si precisa che per effettuare tale misura di efficientamento, per quanto è stato possibile riscontrare durante i sopralluoghi e per quanto di nostra conoscenza non sono necessarie opere di manutenzione preliminari

CODICE	DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO PREZZARIO	PREZZO UNITARIO SCONTATO	TOTALE	IVA	TOTALE
					[€/cad]	[€/cad]	(IVA ESCLUSA)	[%]	(IVA INCLUSA)
					[€/cad]	[€/cad]	[€]	[%]	[€]
E03016k	Refrigeratore d'acqua con condensazione ad aria con ventilatori assiali, funzionante con gas R410A, doppio circuito frigorifero con compressori del tipo scroll, struttura portante in pannelli di lamiera d'acciaio, evaporatore, batterie condensanti in alluminio; completo di quadro elettrico premontato a bordo macchina; alimentazione elettrica 400 V-3-50 Hz, dato in opera completo di valvola d'intercettazione flangiata, giunti antivibranti, termometri, con esclusione del collegamento elettrico e della coibentazione delle tubazioni, delle seguenti potenzialità: resa frigorifera 190 kW; assorbimento elettrico 88 kW	Prezzario Unico Cratere Centro Italia 2016	2	cad	€ 41.366,38	€ 37.605,80	€ 75.211,60	22%	€ 91.758,15
NP	rimozione gruppo refrigeratore esistente	-	2	cad	€ 5.000,00	€ 4.545,45	€ 9.090,91	22%	€ 11.090,91
	Costi per la sicurezza	-	3%	%			€ 2.529,08	22%	€ 3.085,47
	Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%			€ 5.901,18	22%	€ 7.199,43
	TOTALE (I₀ - EEM8)						€ 92.733	22%	€ 113.134

9.1.9 Installazione pompe di calore

La realizzazione di tale intervento consentirebbe l'ottenimento degli incentivi previsti dal conto termico 2.0. Tale incentivo è derivato dalla potenza termica nominale da installare calcolato secondo la zona termica dell'edificio in oggetto e da alcuni parametri standard. È risultato che l'incentivo risultante è pari a 20.531 €.

Si precisa che per effettuare tale misura di efficientamento, per quanto è stato possibile riscontrare durante i sopralluoghi e per quanto di nostra conoscenza non sono necessarie opere di manutenzione preliminari

CODICE	DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO PREZZARIO [€/cad]	PREZZO UNITARIO SCONTATO [€/cad]	TOTALE	IVA	TOTALE
							(IVA ESCLUSA) [€]	[%]	(IVA INCLUSA) [€]
E03017i	Unità roof top condensata ad aria funzionante con gas 410A, compressori scroll, ventilatori assiali, struttura autoportante con pannellature semplici in lega d'alluminio con isolamento della sezione trattamento d'aria mediante polietilene espanso a celle chiuse munita di filtri sintetici, completo di quadro elettrico premontato a bordo macchina, alimentazione elettrica 400 V-3-50 Hz, refrigeratore e pompa di calore: resa frigorifera 105 kW, assorbimento elettrico 30,8 kW; resa termica 103 kW, assorbimento elettrico 26,1 kW	Prezzario Unico Cratere Centro Italia 2016	2	cad	€ 28.878,83	€ 26.253,48	€ 52.506,96	22%	€ 64.058,50
NP	rimozione gruppo refrigeratore esistente	-	2	cad	€ 5.000,00	€ 4.545,45	€ 9.090,91	22%	€ 11.090,91
A01119	Rimozione di caldaia pressurizzata, compreso ogni onere per il taglio e la chiusura delle tubazioni di adduzione e scarico, della potenzialità di: 203 ÷ 290,5 kW	Prezzario Unico Cratere Centro Italia 2016	1	cad	€ 143,17	€ 130,15	€ 130,15	22%	€ 158,79
	Costi per la sicurezza	-	3%	%			€ 1.847,94	22%	€ 2.254,48
	Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%			€ 4.311,85	22%	€ 5.260,46
	TOTALE (IO – EEM9)						€ 67.888	22%	€ 82.823
	Incentivi	[Conto termico]							€ 20.531
	Durata incentivi								1
	Incentivo annuo								€ 20.531



9.1.10 Installazione impianto fotovoltaico da 60 kWp

Si precisa che per effettuare tale misura di efficientamento, per quanto è stato possibile riscontrare durante i sopralluoghi e per quanto di nostra conoscenza non sono necessarie opere di manutenzione preliminari

CODICE	DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO PREZZARIO	PREZZO UNITARIO SCONTATO	TOTALE	IVA	TOTALE
					[€/cad]	[€/cad]	(IVA ESCLUSA)	[%]	(IVA INCLUSA)
					[€/cad]	[€/cad]	[€]	[%]	[€]
D07001c	Modulo fotovoltaico a struttura rigida con celle al silicio monocristallino di forma quadrata o pseudoquadrata colore blu, efficienza del modulo > 14%, tensione massima di sistema 1.000 V, completo di cavi con connettori MC3 e scatola di giunzione IP 65 con diodi di by-pass, involucro in classe II con struttura sandwich e telaio in alluminio anodizzato, certificazione IEC 61215, garanzia di prestazione del 90% in 12 anni e dell'80% in 25 anni; cablaggio e fornitura in opera di struttura di supporto modulare in alluminio anodizzato inclusi: 66 celle, potenza di picco 260 W, dimensioni 160 x 110 x 5 cm	Prezzario Unico Cratere Centro Italia 2016	230	cad	€ 636,11	€ 578,28	€ 133.004,82	22%	€162.265,88
D07009f	Inverter monofase bidirezionale per impianti connessi in rete (grid connected), conversione DC/AC realizzata con tecnica PWM e ponte a IGBT, trasformatore toroidale in uscita, filtri EMC in ingresso ed in uscita, controllore di isolamento in c.c., dispositivo di distacco automatico dalla rete, conforme Direttiva ENEL DK 5940, range di tensione MPPT 260-520 V, tensione di uscita 230 V c.a. ± 15% con frequenza 50 Hz e distorsione armonica < 3%, efficienza > 90%, display a cristalli liquidi, interfaccia seriale, in contenitore metallico installato a parete con grado di protezione IP 65, certificazione CEI 11-20, compresa l'attivazione dell'impianto: potenza	Prezzario Unico Cratere Centro Italia 2016	12	cad	€ 1.774,82	€ 1.613,47	€ 19.361,67	22%	€ 23.621,24

	nominale 6000 VA, fattore di potenza pari a 1								
	Costi per la sicurezza	-	3%	%			€ 4.570,99	22%	€ 5.576,61
	Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%			€ 10.665,65	22%	€ 13.012,10
	TOTALE (I₀ – EEM10)						€ 167.603	22%	€ 204.476

9.2 Analisi di convenienza dei singoli interventi migliorativi

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, 20 anni per gli SCN a) e SCN b)

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.

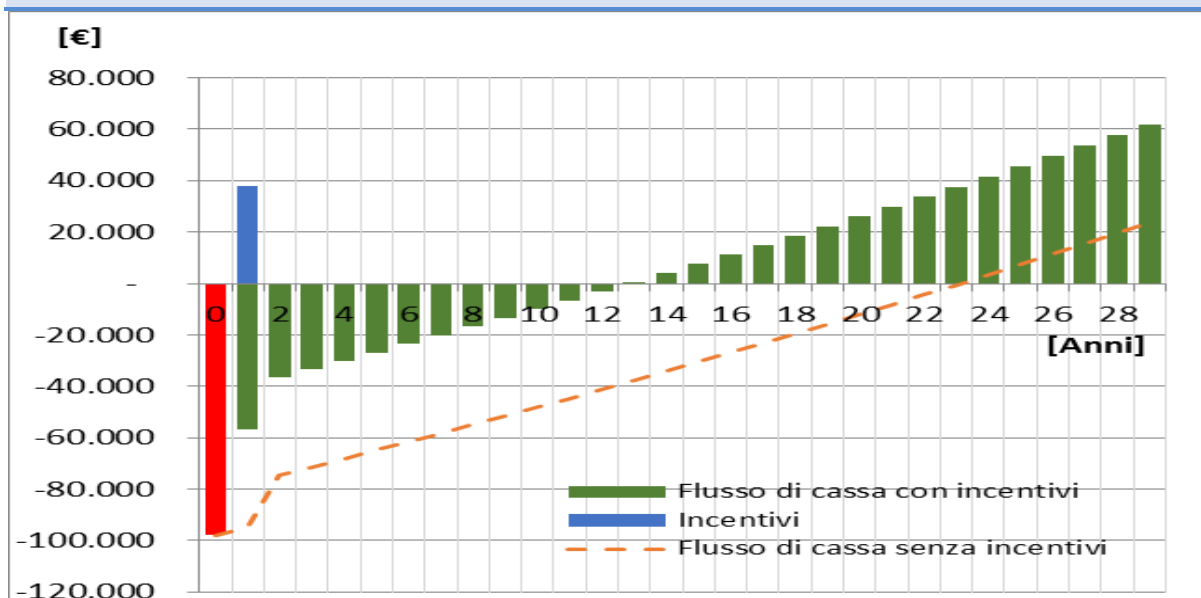
Analogamente la rappresentazione grafica dei flussi di cassa cumulati attualizzati permetterà la visualizzazione del TRA e del VAN.

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

9.2.1 Coibentazione della copertura calpestabile

L'analisi di convenienza effettuata per la misura di efficienza energetica porta alla valutazione dei seguenti indici finanziari:

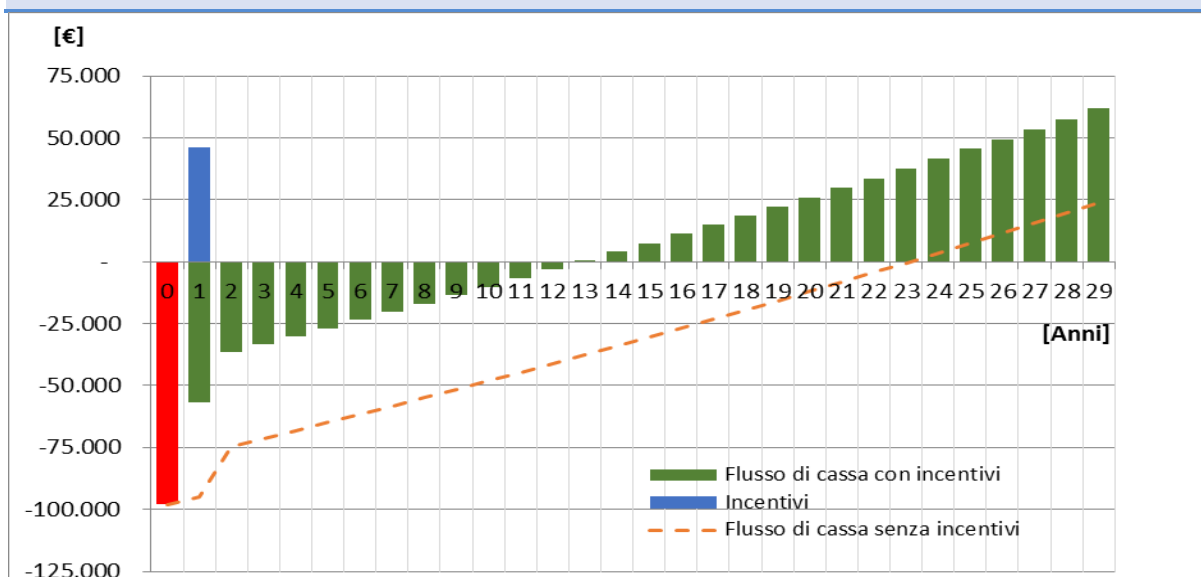
PARAMETRO FINANZIARIO		U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	I_0	€	95.087
Oneri Finanziari % I_0	OF	[%]	3,0%
Aliquota IVA	%IVA	[%]	22,0%
Anno recupero erariale IVA	n_{IVA}	anni	3
Vita utile	n	anni	30
Incentivo annuo	B	€/anno	38.035
Durata incentivo	n_B	anni	1
Tasso di attualizzazione	i	[%]	4,0%
INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE SENZA INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS	23,2	13,0
Tempo di rientro attualizzato	TRA	43,0	23,7
Valore attuale netto	VAN	-29.622	6.602
Tasso interno di rendimento	TIR	1,7%	6,0%
Indice di profitto	IP	-0,31	0,07



9.2.2 Coibentazione della copertura calpestabile con verde estensivo

L'analisi di convenienza effettuata per la misura di efficienza energetica porta alla valutazione dei seguenti indici finanziari:

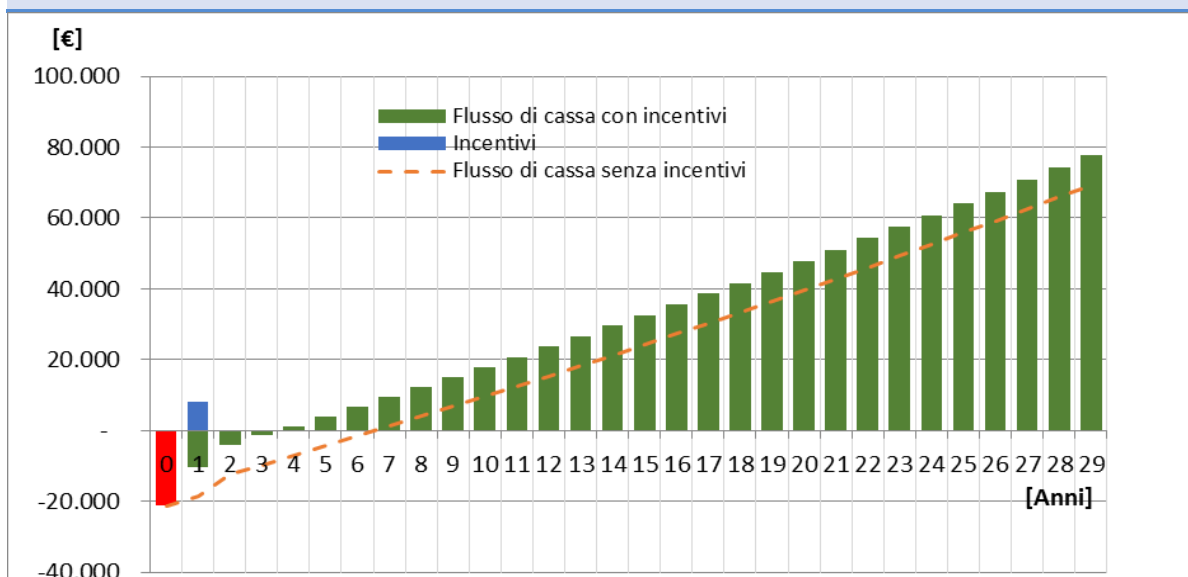
PARAMETRO FINANZIARIO		U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	Io	€	115.089
Oneri Finanziari % _{Io}	OF	[%]	3,0%
Aliquota IVA	%IVA	[%]	22,0%
Anno recupero erariale IVA	n_{IVA}	anni	3
Vita utile	n	anni	30
Incentivo annuo	B	€/anno	46.036
Durata incentivo	n_B	anni	1
Tasso di attualizzazione	i	[%]	4,0%
INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE SENZA INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS	30,4	16,8
Tempo di rientro attualizzato	TRA	52,7	31,9
Valore attuale netto	VAN	-51.019	-7.176
Tasso interno di rendimento	TIR	-0,1%	4,0%
Indice di profitto	IP	-0,44	-0,06



9.2.3 Coibentazione del terrazzo centrale

L'analisi di convenienza effettuata per la misura di efficienza energetica porta alla valutazione dei seguenti indici finanziari:

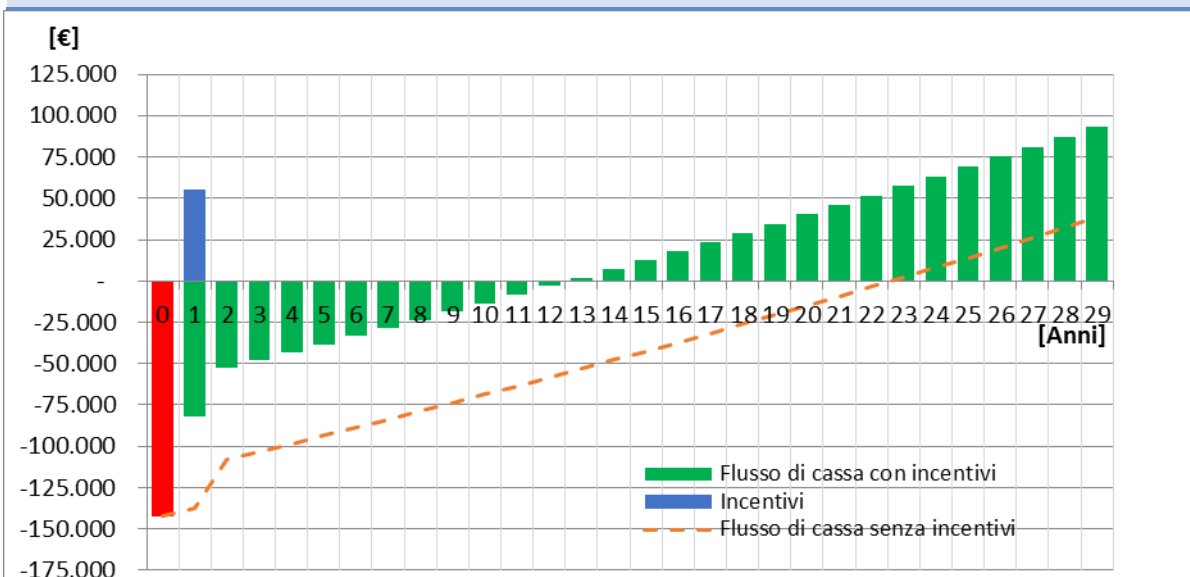
PARAMETRO FINANZIARIO		U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	I_0	€	20.618
Oneri Finanziari % I_0	OF	[%]	3,0%
Aliquota IVA	%IVA	[%]	22,0%
Anno recupero erariale IVA	n_{IVA}	anni	3
Vita utile	n	anni	30
Incentivo annuo	B	€/anno	8.247
Durata incentivo	n_B	anni	1
Tasso di attualizzazione	i	[%]	4,0%
INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE SENZA INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS	6,6	3,8
Tempo di rientro attualizzato	TRA	8,5	4,7
Valore attuale netto	VAN	25.998	33.852
Tasso interno di rendimento	TIR	14,8%	22,5%
Indice di profitto	IP	1,26	1,64



9.2.4 Sostituzione totale degli infissi con altri aventi $U < 1,75 [W/m^2K]$

L'analisi di convenienza effettuata per la misura di efficienza energetica porta alla valutazione dei seguenti indici finanziari:

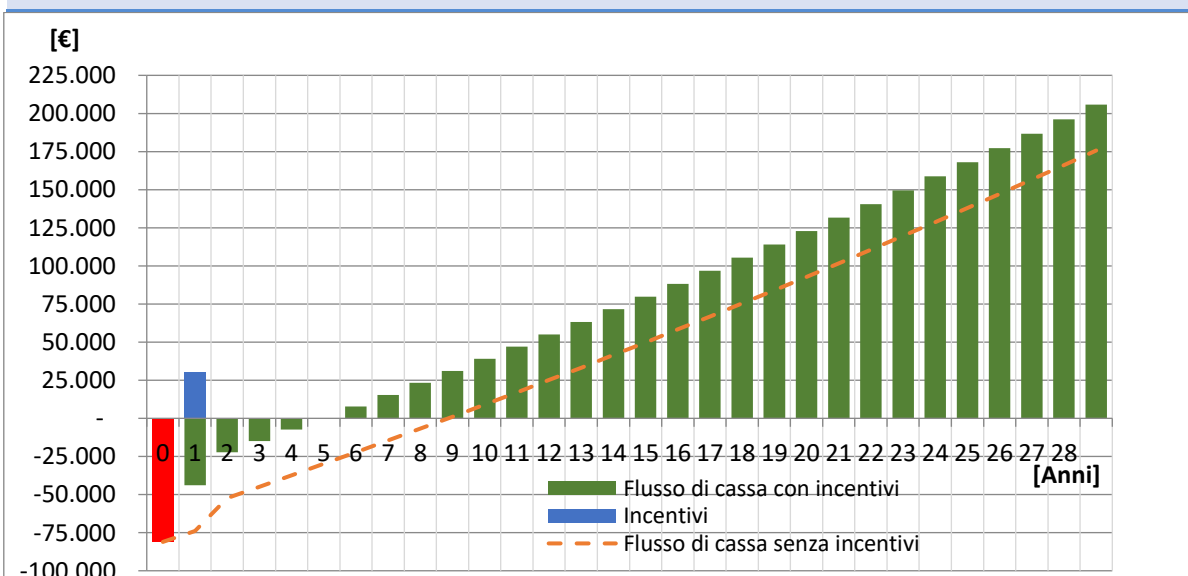
PARAMETRO FINANZIARIO		U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	I_0	€	138.036
Oneri Finanziari % I_0	OF	[%]	3,0%
Aliquota IVA	%IVA	[%]	22,0%
Anno recupero erariale IVA	n_{IVA}	anni	3
Vita utile	n	anni	30
Incentivo annuo	B	€/anno	55.215
Durata incentivo	n_B	anni	1
Tasso di attualizzazione	i	[%]	4,0%
INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE SENZA INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS	22,6	12,8
Tempo di rientro attualizzato	TRA	42,2	22,7
Valore attuale netto	VAN	-41.065	11.520
Tasso interno di rendimento	TIR	1,8%	6,3%
Indice di profitto	IP	-0,30	0,08



9.2.5 Applicazione di sistemi di schermatura solare

L'analisi di convenienza effettuata per la misura di efficienza energetica porta alla valutazione dei seguenti indici finanziari:

PARAMETRO FINANZIARIO		U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	I_0	€	78.714
Oneri Finanziari % I_0	OF	[%]	3,0%
Aliquota IVA	%IVA	[%]	22,0%
Anno recupero erariale IVA	n_{IVA}	anni	3
Vita utile	n	anni	30
Incentivo annuo	B	€/anno	30.000
Durata incentivo	n_B	anni	1
Tasso di attualizzazione	i	[%]	4,0%
INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE SENZA INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS	8,9	5,0
Tempo di rientro attualizzato	TRA	12,4	6,7
Valore attuale netto	VAN	54.321	82.893
Tasso interno di rendimento	TIR	10,7%	16,9%
Indice di profitto	IP	0,69	1,05

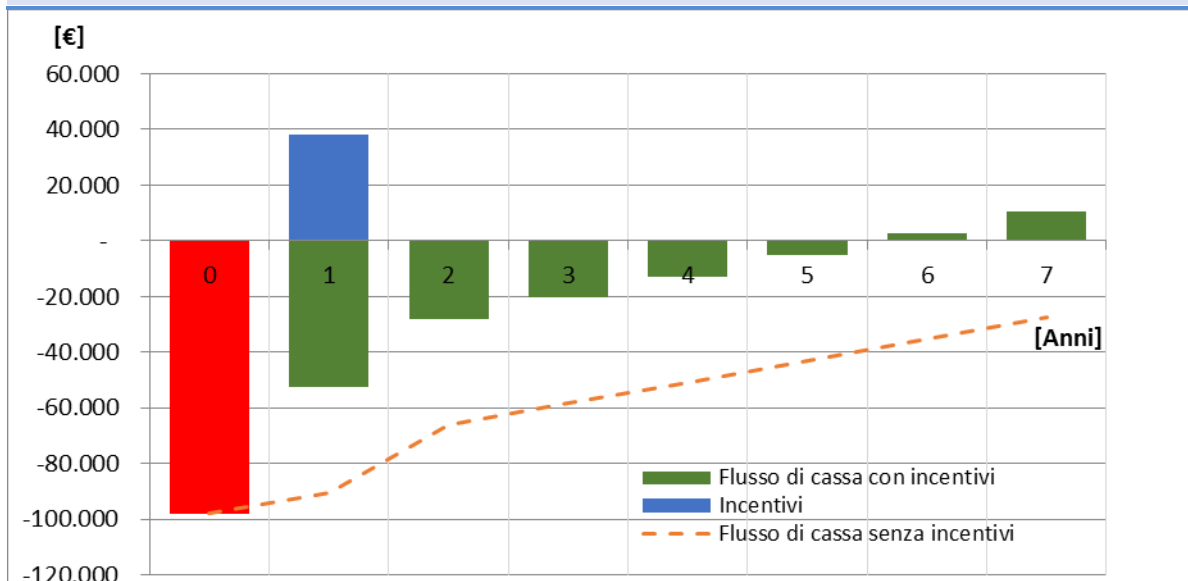


9.2.6 Efficiamento del sistema di illuminazione esistente attraverso l'installazione di sistema a LED

L'analisi di convenienza effettuata per la misura di efficienza energetica porta alla valutazione dei seguenti indici finanziari:

PARAMETRO FINANZIARIO		U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	I_0	€	95.100
Oneri Finanziari % l_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	38.040
Durata incentivo	n_B	anni	1
Tasso di attualizzazione	i	[%]	4,0%

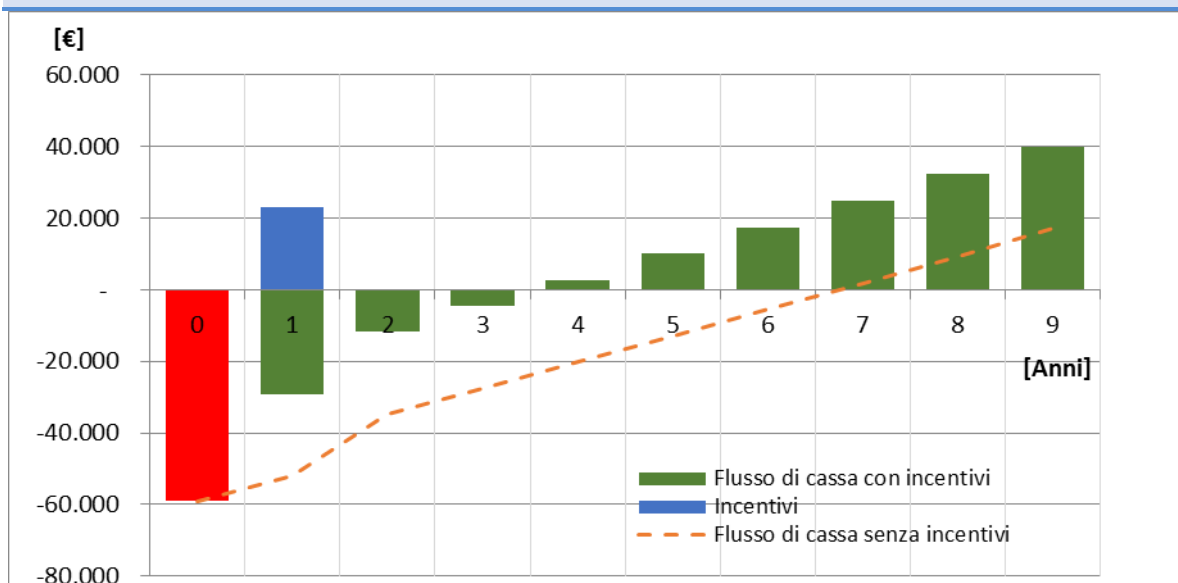
INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE SENZA INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS	11,1	5,8
Tempo di rientro attualizzato	TRA	13,2	8,2
Valore attuale netto	VAN	-38.426	-2.198
Tasso interno di rendimento	TIR	-8,5%	4,0%
Indice di profitto	IP	-0,40	-0,02



9.2.7 Installazione sistema BACS

L'analisi di convenienza effettuata per la misura di efficienza energetica porta alla valutazione dei seguenti indici finanziari:

PARAMETRO FINANZIARIO		U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	I_0	€	57.340
Oneri Finanziari % I_0	OF	[%]	3,0%
Aliquota IVA	%IVA	[%]	22,0%
Anno recupero erariale IVA	n_{IVA}	anni	3
Vita utile	n	anni	10
Incentivo annuo	B	€/anno	22.936
Durata incentivo	n_B	anni	1
Tasso di attualizzazione	i	[%]	4,0%
INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE SENZA INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS	6,8	3,8
Tempo di rientro attualizzato	TRA	8,7	4,7
Valore attuale netto	VAN	2.092	23.936
Tasso interno di rendimento	TIR	5,9%	17,2%
Indice di profitto	IP	0,04	0,42

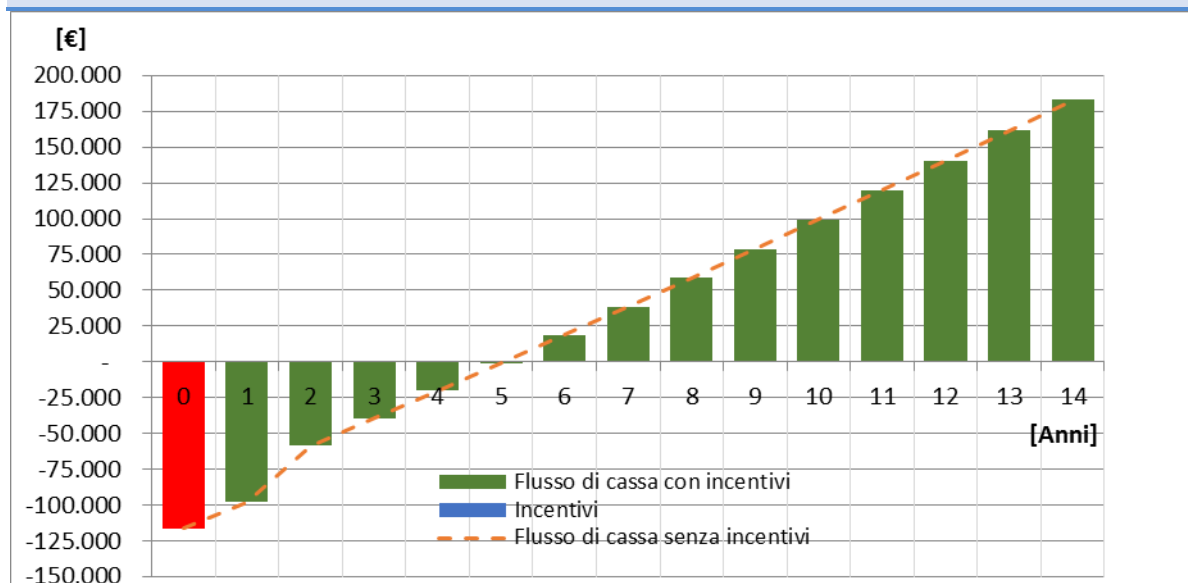


9.2.8 Efficiamento impianto di climatizzazione estiva

L'analisi di convenienza effettuata per la misura di efficienza energetica porta alla valutazione dei seguenti indici finanziari:

PARAMETRO FINANZIARIO		U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	I_0	€	113.134
Oneri Finanziari % I_0	OF	[%]	3,0%
Aliquota IVA	%IVA	[%]	22,0%
Anno recupero erariale IVA	n_{IVA}	anni	3
Vita utile	n	anni	15
Incentivo annuo	B	€/anno	-
Durata incentivo	n_B	anni	5
Tasso di attualizzazione	i	[%]	4,0%

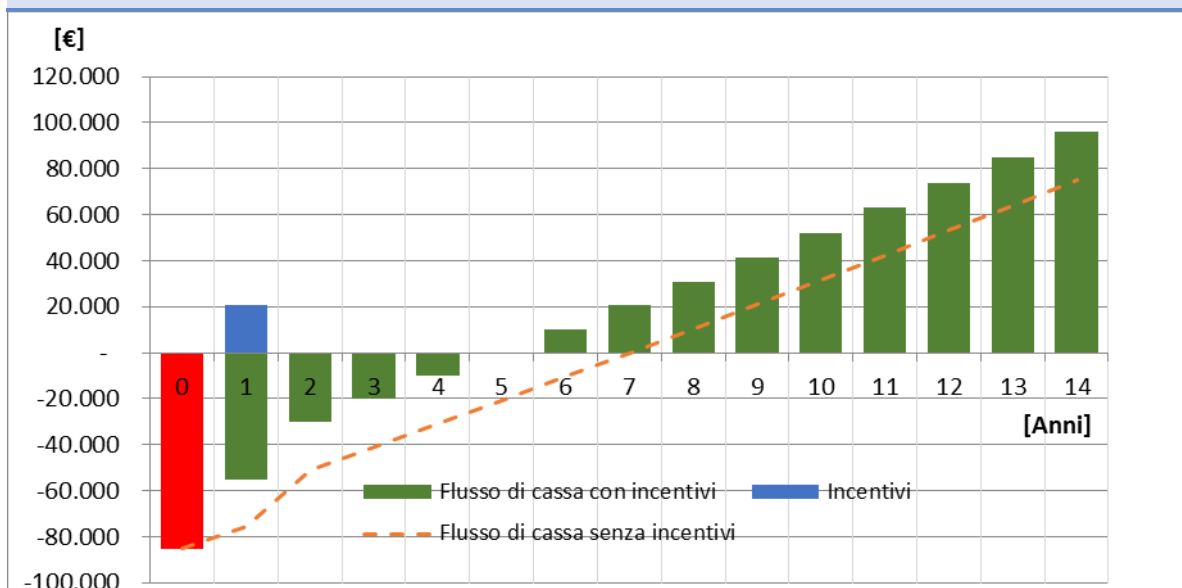
INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE SENZA INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS	5,2	5,2
Tempo di rientro attualizzato	TRA	6,3	6,3
Valore attuale netto	VAN	97.763	97.763
Tasso interno di rendimento	TIR	17,0%	17,0%
Indice di profitto	IP	0,86	0,86



9.2.9 Impianto di generazioni da fonti rinnovabili: installazione pompe di calore

L'analisi di convenienza effettuata per la misura di efficienza energetica porta alla valutazione dei seguenti indici finanziari:

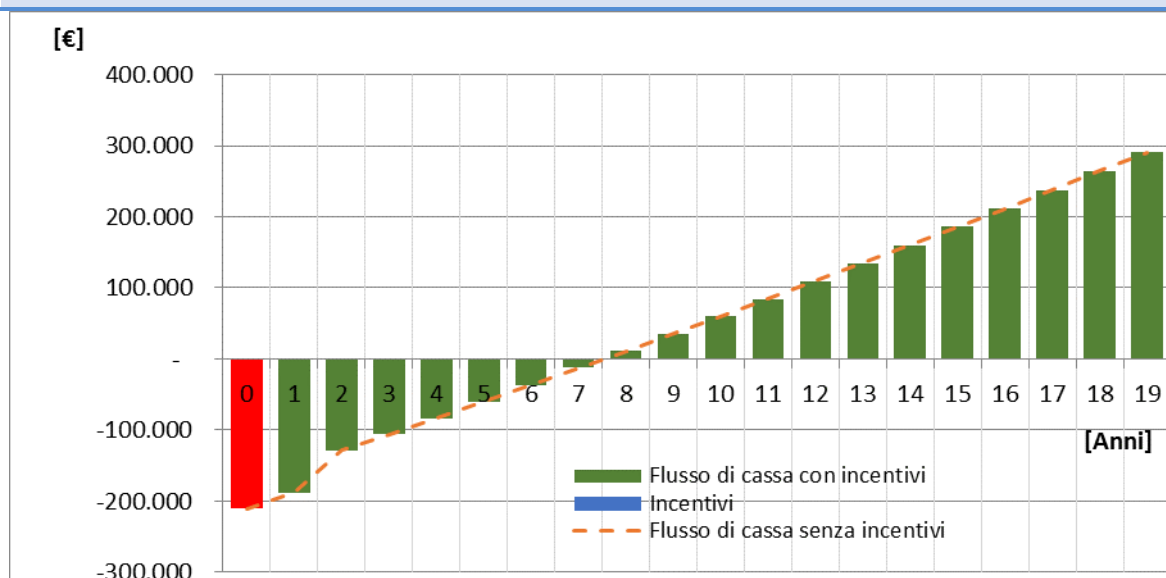
PARAMETRO FINANZIARIO		U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	I_0	€	82.823
Oneri Finanziari % I_0	OF	[%]	3,0%
Aliquota IVA	%IVA	[%]	22,0%
Anno recupero erariale IVA	n_{IVA}	anni	3
Vita utile	n	anni	15
Incentivo annuo	B	€/anno	20.531
Durata incentivo	n_B	anni	1
Tasso di attualizzazione	i	[%]	4,0%
INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE SENZA INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS	7,1	5,4
Tempo di rientro attualizzato	TRA	9,0	6,6
Valore attuale netto	VAN	30.448	50.002
Tasso interno di rendimento	TIR	10,6%	15,7%
Indice di profitto	IP	0,37	0,60



9.2.10 Impianto di generazione da fonti rinnovabili: installazione impianto FV

L'analisi di convenienza effettuata per la misura di efficienza energetica porta alla valutazione dei seguenti indici finanziari:

PARAMETRO FINANZIARIO		U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	I_0	€	204.476
Oneri Finanziari % I_0	OF	[%]	3,0%
Aliquota IVA	$\%IVA$	[%]	22,0%
Anno recupero erariale IVA	n_{IVA}	anni	3
Vita utile	n	anni	20
Incentivo annuo	B	€/anno	-
Durata incentivo	n_B	anni	5
Tasso di attualizzazione	i	[%]	4,0%
INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE CON INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS	7,6	7,6
Tempo di rientro attualizzato	TRA	9,9	9,9
Valore attuale netto	VAN	114.216	114.216
Tasso interno di rendimento	TIR	11,4%	11,4%
Indice di profitto	IP	0,56	0,56



Identificazione delle soluzioni integrate d'intervento e scenari d'investimento

Al fine di identificare la combinazione di misure di efficienza energetica che garantisce il miglior rapporto tra costi e benefici, è stata implementata un'analisi di *Cost Optimal*, utile ad individuare gli interventi che presentano il miglior compromesso tra prestazioni energetiche raggiungibili e tempo di ritorno semplice dell'investimento.

Le misure di efficienza energetica sono state confrontate sulla base di un indice di prestazione energetica definito BEI (*Building Energy Index*) e del tempo di ritorno semplice TRS.

Il tempo di ritorno semplice dei singoli interventi è definito come:

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

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.

Si precisa che l'analisi dei flussi di cassa è stata effettuata tenendo conto del contributo degli incentivi.

L'indice BEI identifica invece il fabbisogno energetico annuo dell'edificio espresso in kWh/(m² anno) e calcolato come somma del fabbisogno di energia termica [kWh] e fabbisogno di energia elettrica [kWh], rapportati alla superficie utile dell'edificio [m²]. Tali fabbisogni sono stati ricavati dalla modellazione energetica dei singoli interventi e si riferiscono quindi a consumi teorici.

Confrontando i parametri sopra descritti è stato possibile individuare gli interventi che garantiscono il miglior rapporto costi-benefici.

Essi corrispondono alla coibentazione del terrazzo, sostituzione delle lampade esistenti con quelle LED e l'efficientamento dell'impianto di climatizzazione estiva con la sostituzione del Chiller.

Le misure di efficienza energetica proposte sono state aggregate in modo da comporre i due scenari:

- scenario a) definito dal sistema di misure di efficientamento che si caratterizza per il miglior rapporto tra costi (realizzazione e gestione) e benefici (risparmio energetico ed economico)
- scenario b) definito dal sistema di misure di efficientamento necessario per trasformare i fabbricati in edifici ad energia quasi zero (NZEB). Ove non sia possibile tale trasformazione, per questioni di natura tecnica o per un rapporto costi-benefici degli interventi palesemente inadeguato, lo scenario dovrà considerare il sistema di misure atte a garantire il più alto miglioramento di classe energetica raggiungibile e valutabile positivamente, sia sotto l'aspetto della fattibilità tecnica che di quella economico-finanziaria.

9.2.11 Scenario a)

Lo **Scenario a)** è definito dal sistema di misure di efficientamento che si caratterizza per il miglior rapporto tra i costi (realizzazione e gestione) e benefici (risparmio energetico ed economico) su un piano temporale di 20 anni.

In seguito ad una analisi di *Cost Optimal* si è scelto di unire quelle misure che garantissero dei risparmi sia in termini energetici che economici (come somma dei costi sulla fornitura dei vettori energetici e di realizzazione dell'intervento) e che corrispondono a:

EEM 3: Isolamento terrazzo

EEM 6: Efficientamento del sistema di illuminazione - sostituzione lampade esistenti con LED

EEM 7: Efficientamento impianto di climatizzazione estiva – sostituzione chiller

Prestazioni raggiungibili

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
$Q_{teorico}$	[kWh]	146.277	121.129	17,2%
$EE_{teorico}$	[kWh]	339.162	226.715	33,2%
$Q_{baseline}$	[kWh]	132.634	109.831	17,2%
$EE_{baseline}$	[kWh]	343.961	229.923	33,2%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	26.792	22.186	17,2%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	160.630	107.374	33,2%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	187.422	129.560	30,9%
Fornitura Termica, C_Q	[€]	10.311	8.538	17,2%
Fornitura Elettrica, C_{EE}	[€]	68.792	45.985	33,2%
Fornitura Energia, C_E	[€]	79.103	54.523	31,1%
C_{MO_I}	[€]	7.811	3.906	50,0%
C_{MO_E}	[€]	4.515	4.032	10,7%
C_{MS_I}	[€]	2.042	1.021	50,0%
C_{MS_E}	[€]	8.109	7.241	10,7%
O&M ($C_{MO} + C_{MS}$)	[€]	22.477	16.200	27,9%
OPEX	[€]	101.580	70.722	30,4%
Classe energetica	[-]	D	A1	3 classi

Si riportano in basso l'elenco delle voci di costo e dell'incentivo per lo scenario a).

VOCE INVESTIMENTO	TOTALE (IVA ESCLUSA) [€]	IVA AI 22% [€]	TOTALE (IVA INCLUSA) [€]
EEM3 Coib. Terrazzo	16.900	3.718	20.618
EEM6 Sost. Lampade LED	77.950	17.149	95.100
EEM7 Sost. Chiller	92.733	20.401	113.134
TOTALE (I₀)	187.583	41.268	228.852
VOCE MANUTENZIONE	C _{MO} (IVA INCLUSA) [€]	C _{MS} (IVA INCLUSA) [€]	C _M (IVA INCLUSA) [€]
O&M	7.938	8.262	16.200
TOTALE (C_M)	7.938	8.262	16.200
VOCE INCENTIVO	DESCRIZIONE	TOTALE (IVA INCLUSA) [€]	
Incentivi	[Conto termico]	46.287	
Durata incentivi		1	
Incentivo annuo		46.287	

Nota: Incentivo calcolato secondo regole applicative del D.M. 16 febbraio 2016 previste dal conto termico 2.0. Per tali interventi la quota incentivabile della spesa ammissibile è pari al 40% per la coibentazione mentre è del 35 €/m² per i LED.

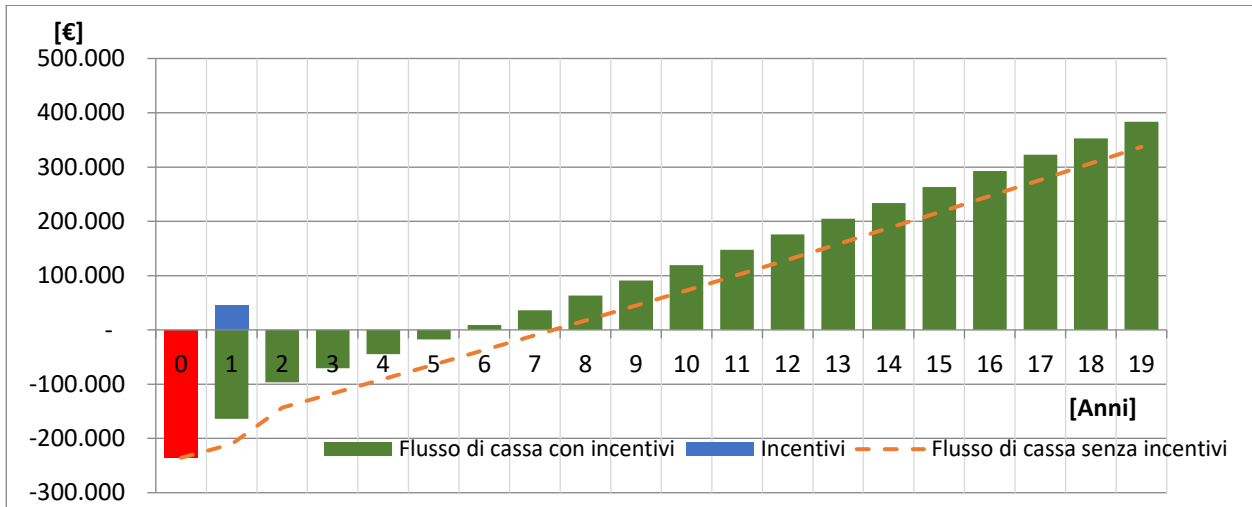
L'analisi di convenienza effettuata per lo **Scenario a)** porta alla valutazione dei seguenti indici finanziari:

PARAMETRO FINANZIARIO		U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	I ₀	€	228.852
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	46.287
Durata incentivo	n _B	anni	1
Tasso di attualizzazione	i	[%]	4,0%
INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE CON INCENTIVI

Tempo di rientro semplice	TRS	7,5	5,8
Tempo di rientro attualizzato	TRA	9,7	7,5
Valore attuale netto	VAN	135.030	179.113
Tasso interno di rendimento	TIR	11,8%	15,3%
Indice di profitto	IP	0,59	0,78

Si riportano in forma tabellare e grafica i dati numerici riferibili ai flussi di cassa dello Scenario analizzato.

ANNO	I₀	INCENTIVI	FLUSSO DI CASSA SENZA INCENTIVI	FLUSSO DI CASSA CON INCENTIVI
0	-228.852		-235.718	-235.718
1	-	46.287	-210.172	-163.885
2	-	-	-143.102	-96.815
3	-	-	-117.043	-70.756
4	-	-	-90.723	-44.436
5	-	-	-64.140	-17.853
6	-	-	-37.291	8.996
7	-	-	-10.173	36.114
8	-	-	17.216	63.502
9	-	-	44.878	91.165
10	-	-	72.817	119.104
11	-	-	101.036	147.323
12	-	-	129.536	175.823
13	-	-	158.322	204.609
14	-	-	187.396	233.683
15	-	-	216.760	263.047
16	-	-	246.418	292.705
17	-	-	276.373	322.660
18	-	-	306.627	352.914
19	-	-	337.183	383.470



9.2.12 Scenario b)

Dovendo proporre uno scenario NZEB è stato necessario implementare anche quelle misure di efficienza energetica che non riuscivano a garantire un sufficiente rapporto costo-beneficio ma che erano importanti per ragioni di qualità del fabbricato post intervento e delle condizioni di benessere ambientale. Ciò è stato possibile grazie ad un forte risparmio generato dall'azione congiunta di numerose misure che, applicando anche un maggiorato incentivo per la trasformazione in NZEB, ha permesso di raggiungere ottime prestazioni sia lato involucro che impiantistico. L'orizzonte temporale per cui si è realizzata tale analisi è di 20 anni. Le misure coinvolte in questo scenario sono:

EEM 1: Coibentazione della copertura

EEM 2: Isolamento terrazzo

EEM 4: Sostituzione infissi

EEM 6: Efficientamento del sistema di illuminazione - sostituzione lampade esistenti con LED

EEM 8: Efficientamento impianto di riscaldamento e raffrescamento – installazione di PdC

EEM 9: Utilizzo di generazione da fonti rinnovabili – installazione di impianto FV

Prestazioni raggiungibili

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
$Q_{teorico}$	[kWh]	146.277	-	100,0%
$EE_{teorico}$	[kWh]	339.162	165.521	51,2%
$Q_{baseline}$	[kWh]	132.634	-	100,0%
$EE_{baseline}$	[kWh]	343.961	167.863	51,2%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO ₂]	26.792	-	100,0%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO ₂]	160.630	78.392	51,2%
Emiss. CO2 TOT	[kgCO₂]	187.422	78.392	58,2%
Fornitura Termica, C_Q	[€]	10.311	-	100,0%
Fornitura Elettrica, C_{EE}	[€]	68.792	33.573	51,2%
Fornitura Energia, C_E	[€]	79.103	33.573	57,6%
C_{MO_I}	[€]	7.811	3.906	50,0%
C_{MO_E}	[€]	4.515	3.206	29,0%
C_{MS_I}	[€]	2.042	1.021	50,0%
C_{MS_E}	[€]	8.109	5.757	29,0%
O&M ($C_{MO} + C_{MS}$)	[€]	22.477	13.889	38,2%
OPEX	[€]	101.580	47.462	53,3%
Classe energetica	[-]	D	A4	6 classi

Si riportano in basso l'elenco delle voci di costo e dell'incentivo per lo scenario b).

VOCE INVESTIMENTO	TOTALE (IVA ESCLUSA) [€]	IVA AL 22% [€]	TOTALE (IVA INCLUSA) [€]
EEM2 Coib. Copertura	77.940	17.147	95.087
EEM2 Coib. Terrazzo	16.900	3.718	20.618
EEM4 Sost. Infissi	113.144	24.892	138.036
EEM6 Sost. Lampade LED	77.950	17.149	95.100
EEM8 Install. PdC	67.888	14.935	82.823
EEM9 Install. FV	167.603	36.873	204.476
TOTALE (I₀)	521.425	114.714	636.140

VOCE MANUTENZIONE	C _{Mo} (IVA INCLUSA) [€]	C _{Mis} (IVA INCLUSA) [€]	C _M (IVA INCLUSA) [€]
O&M	7.111	6.775	13.889
TOTALE (C_M)	7.111	6.775	13.889

VOCE INCENTIVO	DESCRIZIONE	TOTALE (IVA INCLUSA) [€]
Incentivi	[Conto termico]	413.491
Durata incentivi		1
Incentivo annuo		413.491

Nota: Incentivo calcolato secondo regole applicative del D.M. 16 febbraio 2016 previste dal conto termico 2.0. Per tali interventi la quota incentivabile della spesa ammissibile è pari al 65% per "Trasformazione degli edifici esistenti in "edifici a energia quasi zero NZEB" – zona climatica C".

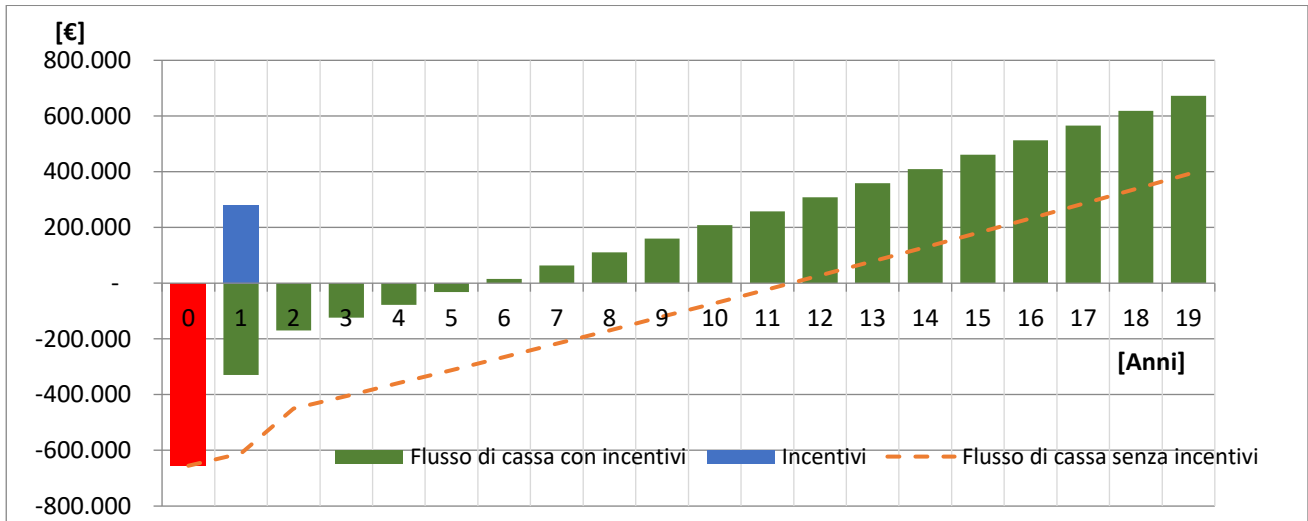
L'analisi di convenienza effettuata per lo **Scenario b)** porta alla valutazione dei seguenti indici finanziari:

PARAMETRO FINANZIARIO		U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	I ₀	€	636.140
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	280.581
Durata incentivo	n _B	anni	1

Tasso di attualizzazione	i	[%]	4,0%
INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE SENZA INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS	11,5	5,9
Tempo di rientro attualizzato	TRA	17,7	7,8
Valore attuale netto	VAN	33.395	300.615
Tasso interno di rendimento	TIR	5,7%	13,5%
Indice di profitto	IP	0,05	0,47

Si riportano in forma tabellare e grafica i dati numerici riferibili ai flussi di cassa dello Scenario analizzato.

ANNO	I_0	INCENTIVI	FLUSSO DI CASSA SENZA INCENTIVI	FLUSSO DI CASSA CON INCENTIVI
0	-636.140	-	-655.224	-655.224
1	-	413.491	-610.421	-329.840
2	-	-	-450.457	-169.876
3	-	-	-404.754	-124.173
4	-	-	-358.595	-78.013
5	-	-	-311.973	-31.392
6	-	-	-264.885	15.696
7	-	-	-217.327	63.255
8	-	-	-169.293	111.289
9	-	-	-120.778	159.803
10	-	-	-71.778	208.803
11	-	-	-22.289	258.293
12	-	-	27.696	308.277
13	-	-	78.180	358.762
14	-	-	129.170	409.751
15	-	-	180.669	461.250
16	-	-	232.683	513.264
17	-	-	285.217	565.799
18	-	-	338.277	618.858
19	-	-	391.867	672.448



10 CONCLUSIONI

Dai risultati della diagnosi energetica emerge che l'edificio che ospita la IX Municipalità Soccavo-Pianura Anagrafe Elettorale e Stato Civile sito in via Epomeo a Napoli presenta varie possibilità di efficientamento. Tale obiettivo potrebbe essere raggiunto attraverso la realizzazione di misure di efficientamento energetico con tempi di ritorno semplici piuttosto contenuti considerando la possibilità di accedere agli incentivi previsti per le PA dal "Conto Termico" e nel caso specifico del Comune di Napoli dalle risorse messe a disposizione dal PON METRO. Sono stati inoltre simulati alcuni scenari su medio lungo periodo prevedendo interventi aggregati i cui costi/benefici potrebbero essere appetibili oltre che per la pubblica amministrazione anche per un intervento che vede il coinvolgimento di investitori privati.

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

riassunto degli indici di performance energetica

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

10.1 Riassunto degli indici di performance energetica

Si riportano di seguito gli indici di prestazione energetica conseguenti all'attuazione degli scenari ottimali **Scenario a)** e **Scenario b)**.

INDICE DI PRESTAZIONE ENERGETICA	U.M.	ANTE INTERVENTO		Scenario a)		Scenario b)		
		ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE	ENERGIA PRIMARIA TOTALE	ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE	ENERGIA PRIMARIA TOTALE	ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE	ENERGIA PRIMARIA TOTALE	
Globale	EP _{gl}	kWh/m ² anno	125	146	55,8	65,6	12	37
Climatizzazione invernale	EP _H	kWh/m ² anno	38	39	15,6	15,7	2	7,5
Produzione di acqua calda sanitaria	EP _w	kWh/m ² anno	5,5	7	5,5	7	1,2	3,7
Ventilazione	EP _v	kWh/m ² anno	-	-	-	-	-	-
Raffrescamento	EP _c	kWh/m ² anno	48	59	20	25	5,5	16

illuminazione artificiale	EP _L	kWh/mq anno	32	40	13	16	0,33	8,8
Trasporto di persone e cose	EP _T	kWh/mq anno	1,7	2	1,5	2	0,3	1
Emissioni equivalenti di CO ₂	CO _{2e} _q	kg/mq anno	48,7	58,7	22	26,6	5,7	7

10.2 *Riassunto degli scenari di investimento e dei principali risultati*

Sulla base delle analisi tecnico-economiche effettuate sulle singole misure di efficienza energetica è stato possibile definire un elenco di interventi prioritari oltre che due possibili scenari aggregati.

L'elenco delle priorità è stato definito sulla base del valore di TRS raggiunto. Le misure di efficienza energetica con un valore minore saranno le prime che si suggerisce di realizzare mentre quelle con TRS più alto dovranno essere realizzate in seguito.

Inoltre le opportunità di intervento sono state definite sulla base delle fattibilità tecniche ed economiche, privilegiando gli interventi mirati alla riduzione degli sprechi e ottimizzazione del sistema edificio-impianti, rispetto a quelli finalizzati al miglioramento dell'efficienza dei sistemi di produzione di energia ed alla produzione di energia da fonti rinnovabile.

Gli interventi mirati alla riduzione degli sprechi e ottimizzazione del sistema edificio-impianti simulati sono stati:

- Coibentazione della copertura
- Coibentazione del terrazzo
- Sostituzione degli infissi
- Applicazione pellicole solari
- Efficientamento del sistema di illuminazione attraverso trasformazione a LED
- Realizzazione di sistemi di Building Automation (in tabella abbreviato con BACS)

Gli interventi mirati al miglioramento dell'efficienza dei sistemi di produzione di energia simulati sono stati:

- Efficientamento impianto di climatizzazione estiva

Gli interventi mirati alla produzione di energia da fonti rinnovabili sono stati:

- Installazione pompe di calore
- Installazione impianto fotovoltaico da 60 kWp

Successivamente sono stati individuati due scenari di interventi aggregati su cui sono state calcolati gli indicatori economici **Scenario a)** e **Scenario b)**.

Interventi previsti nello Scenario a):

- Coibentazione del terrazzo (in tabella abbreviato con Ter)
- Efficientamento del sistema di illuminazione attraverso trasformazione a LED
- Efficientamento impianto di climatizzazione estiva (in tabella abbreviato con Chiller)

Interventi previsti nello Scenario b):

- Coibentazione della copertura (in tabella abbreviato con Cop)
- Coibentazione del terrazzo (in tabella abbreviato con Ter)
- Sostituzione degli infissi (in tabella abbreviato con Inf)
- Efficientamento del sistema di illuminazione attraverso trasformazione a LED
- Installazione pompe di calore (in tabella abbreviato con PdC)
- Installazione impianto fotovoltaico da 60 kWp (in tabella abbreviato con FV)

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

	% ΔE	% ΔCO_2	ΔC_E	ΔC_{MO}	ΔC_{MS}	I_0	Vita utile	TRS	TRA	VAN	TIR	IP
	[%]	[%]	[€/anno]	[€/anno]	[€/anno]	[€]	[anni]	[anni]	[anni]	[€]	[%]	[-]
Cop	2,6	2,9	2.068	609	1.095	95.087	30	13	23,7	6.602	6	0,07
Copv	2,6	2,9	2.082	305	1.095	115.089	30	16,8	31,9	-7.176	4	-0,06
Ter	2,3	2,5	1.785	483	867	20.618	30	3,8	4,7	33.852	22,5	1,64
Inf	4,4	4,8	3.469	767	1.379	138.036	30	12,8	22,7	11.520	6,3	0,08
Pel	8,4	8,1	6.614	767	1.379	78.714	30	5,0	6,7	82.893	16,7	1,05
LED	10	9,9	7.940	781	204	95.100	8	5,8	8,2	2.198	4	-0,02
BACS	9,5	10,9	8.480	0	0	57.340	10	3,8	4,7	23.936	17,2	0,42
Chiller	23,9	23,7	16.654	3.905	1.020	113.134	15	5,4	6,5	89.318	16,1	0,79
PdC	4,1	5,1	2.186	3.905	1.020	82.823	15	8,5	11,6	9.537	7,4	0,12
FV	35,8	35,4	18.956	0	0	204.476	20	10,6	15,7	27.593	6,7	0,13
SCN a	22,3	22	24.580	4.388	1.888	228.852	20	5,8	7,5	179.113	15,3	0,78
SCN b	57,6	58,2	45.530	5.214	3.372	636.140	20	5,9	7,8	300.615	13,5	0,47

10.3 Conclusioni e commenti

In conclusione è possibile ipotizzare che sia i singoli interventi simulati che gli scenari aggregati riportati nel presente Rapporto di Diagnosi potranno essere realizzati attraverso investimenti propri del Comune di Napoli in particolare nell'ambito del Programma Operativo Nazionale "Città Metropolitane 2014-2020" denominato PON METRO in quanto pienamente rispondenti agli obiettivi ed alle indicazioni riportate nell'azione 2.1.2 "risparmio energetico negli edifici pubblici".

Tutti gli interventi possono contribuire, infatti sia alla riduzione dei consumi energetici che alla conseguente riduzione delle emissioni di CO2 intervenendo sia sull'involucro termico sia sulla sostituzione degli impianti di raffrescamento, riscaldamento e illuminazione oltre che sull'installazione di sistemi di monitoraggio e controllo dei consumi energetici che potranno, abbinati a sistemi di telecontrollo, consentire una migliore gestione energetica dell'edificio stesso.

Anche gli interventi che consentiranno di coprire parte del fabbisogno energetico attraverso la produzione di energia da fonti rinnovabili sono pienamente in linea con le richieste dell'azione 2.1.2.

Si precisa inoltre che le soluzioni proposte, in particolare per la riqualificazione energetica dell'involucro opaco sono il risultato della combinazione di due obiettivi principali.

- Garantire un adeguato livello di sostenibilità economico/finanziario 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 ove possibile l'utilizzo di materiali ecosostenibili naturali

E' possibile prevedere rispetto a quanto proposto delle soluzioni migliorative dal punto di vista della sostenibilità ambientale utilizzando materiali maggiormente "ecologici", tuttavia tali soluzioni prevedono una maggiorazione dei costi che inevitabilmente ridurrebbero il livello di sostenibilità economico/finanziario.

Si precisa comunque che ogni intervento non prevede l'utilizzo di materiali pericolosi per la salute degli operatori e degli utenti dell'edificio e che una volta realizzati potranno migliorare la qualità ed in confort interno.