

**PROGETTO**

# DIAGNOSI ENERGETICA

## “EDIFICIO PER UFFICI” - COMUNE DI NAPOLI

Via Commissario Ammaturo n.61

**DOCUMENTO**

# Rapporto di Diagnosi

**COMMITTENTE**

COMUNE DI NAPOLI

---

**DATA 30/10/2018**

**REV 02**

**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

<b>EXECUTIVE SUMMARY .....</b>	<b>1</b>
<b>1 INTRODUZIONE .....</b>	<b>3</b>
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>	10
<b>2 DATI DELL'EDIFICIO .....</b>	<b>11</b>
2.1 <i>Informazioni sul sito .....</i>	11
2.2 <i>Inquadramento territoriale, socio-economico e destinazione d'uso .....</i>	15
2.3 <i>Verifica dei vincoli interferenti sulle parti di immobile interessate dall'intervento .....</i>	15
2.4 <i>Modalità di gestione e manutenzione di edifici ed impianto .....</i>	16
<b>3 DATI CLIMATICI .....</b>	<b>18</b>
3.1 <i>Dati climatici di riferimento .....</i>	18
3.2 <i>Dati climatici reali .....</i>	18
3.3 <i>Analisi dell'andamento dei dati climatici e profili annuali dei gradi giorno .....</i>	20
<b>4 AUDIT DELL'EDIFICIO E IMPIANTI ELETTRICI E MECCANICI.....</b>	<b>21</b>
4.1 <i>Descrizione e prestazioni energetiche dell'involucro edilizio .....</i>	21
4.2 <i>Descrizione delle prestazioni energetiche dell'impianto di riscaldamento/climatizzazione invernale.....</i>	41
4.3 <i>Descrizione e prestazioni energetiche impianto produzione acqua calda sanitaria</i> <i>48</i>	
4.4 <i>Descrizione e prestazioni energetiche impianto di raffrescamento/climatizzazione estiva</i> <i>49</i>	
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>	51
<b>5 CONSUMI RILEVATI .....</b>	<b>55</b>
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>	66
<b>6 MODELLO DEL FABBISOGNO ENERGETICO .....</b>	<b>69</b>
6.1 <i>Metodologia di calcolo adottata e validazione dei modelli di calcolo .....</i>	69
6.2 <i>Fabbisogni energetici e profili annuali.....</i>	72
6.3 <i>Profili mensili di consumo energetico .....</i>	72
<b>7 ANALISI DEI COSTI PRE-INTERVENTO .....</b>	<b>74</b>
7.1 <i>Tariffe e prezzi vettori energetici utilizzati nell'analisi .....</i>	74
7.2 <i>Costi relativi alla fornitura dei vettori energetici.....</i>	74
7.3 <i>Stima dei costi di gestione e manutenzione di edificio ed impianti.....</i>	74
7.4 <i>Baseline dei costi .....</i>	75
<b>8 IDENTIFICAZIONE DELLE MISURE DI EFFICIENZA ENERGETICA.....</b>	<b>76</b>
8.1 <i>Elenco, descrizione, fattibilità, prestazioni e costi-benefici dei singoli interventi migliorativi.....</i>	76
8.1.1 <i>Involucro edilizio .....</i>	83
8.1.1.1 <i>Coibentazione pareti esterne con cappotto termico.....</i>	83
8.1.1.2 <i>Coibentazione della copertura piana calpestabile .....</i>	90
8.1.1.3 <i>Coibentazione della copertura piana calpestabile con tetto verde estensivo .....</i>	94

8.1.1.4	Coibentazione pavimento su esterno con cappotto termico.....	98
8.1.1.5	Sostituzione totale degli infissi con altri aventi $U < 1,75$ [W/m <sup>2</sup> K] .....	101
8.1.1.6	Pellicole a controllo solare .....	104
8.1.2	Impianto di illuminazione ed impianto elettrico .....	107
8.1.2.1	Efficientamento del sistema di illuminazione attraverso l'installazione di sistemi a LED .....	107
8.1.2.2	Sistemi di Building Automation .....	110
8.1.3	Impianto di generazione di calore .....	113
8.1.3.1	Efficientamento dell'impianto di generazione di calore .....	113
8.1.4	Impianto di generazione da fonti rinnovabili .....	116
8.1.4.1	Installazione pompe di calore .....	116
8.1.4.2	Impianto di generazione da fonti rinnovabili – fotovoltaico.....	119
8.2	Interventi multipli e analisi dei miglioramenti di classe energetica.....	121
<b>9</b>	<b>VALUTAZIONE ECONOMICO-FINANZIARIA .....</b>	<b>122</b>
9.1	Analisi dei costi dei singoli interventi migliorativi.....	122
9.1.1	Coibentazione delle pareti esterne con cappotto termico.....	122
9.1.2	Coibentazione della copertura calpestabile .....	124
9.1.3	Coibentazione della copertura piana calpestabile con tetto verde estensivo .....	126
9.1.4	Coibentazione pavimento su esterno con cappotto termico.....	129
9.1.5	Sostituzione infissi con altri aventi $U < 1,75$ W/m <sup>2</sup> k .....	131
9.1.6	Pellicole a controllo solare .....	133
9.1.7	Efficientamento del sistema di illuminazione attraverso l'installazione di sistemi a LED .....	134
9.1.8	Installazione sistemi BACS.....	137
9.1.9	Efficientamento dell'impianto di generazione di calore .....	138
9.1.10	Installazione pompe di calore .....	141
9.1.11	Installazione impianto fotovoltaico da 6 kWp.....	143
9.2	Analisi di convenienza dei singoli interventi migliorativi.....	144
9.2.1	Coibentazione delle pareti esterne con cappotto termico.....	146
9.2.2	Coibentazione della copertura calpestabile .....	147
9.2.3	Coibentazione della copertura piana con tetto verde estensivo .....	148
9.2.4	Coibentazione del pavimento su esterno con cappotto termico.....	149
9.2.5	Sostituzione totale degli infissi con altri aventi $U < 1,75$ [W/m <sup>2</sup> K] .....	150
9.2.6	Applicazione di sistemi di schermatura solare .....	151
9.2.7	Efficientamento del sistema di illuminazione esistente attraverso l'installazione di sistema a LED.....	152
9.2.8	Sistemi di building automation.....	154
9.2.9	Efficientamento impianto di generazione del calore .....	155
9.2.10	Impianto di generazioni da fonti rinnovabili: installazione pompe di calore .....	157
9.2.11	Impianto di generazione da fonti rinnovabili: installazione impianto FV.....	158
9.3	Identificazione delle soluzioni integrate d'intervento e scenari d'investimento ....	159
9.3.1	Scenario a).....	160
9.3.2	Scenario b).....	164
<b>10</b>	<b>CONCLUSIONI.....</b>	<b>168</b>
10.1	Riassunto degli indici di performance energetica .....	168
10.2	Riassunto degli scenari di investimento e dei principali risultati .....	169
10.3	Conclusioni e commenti.....	170



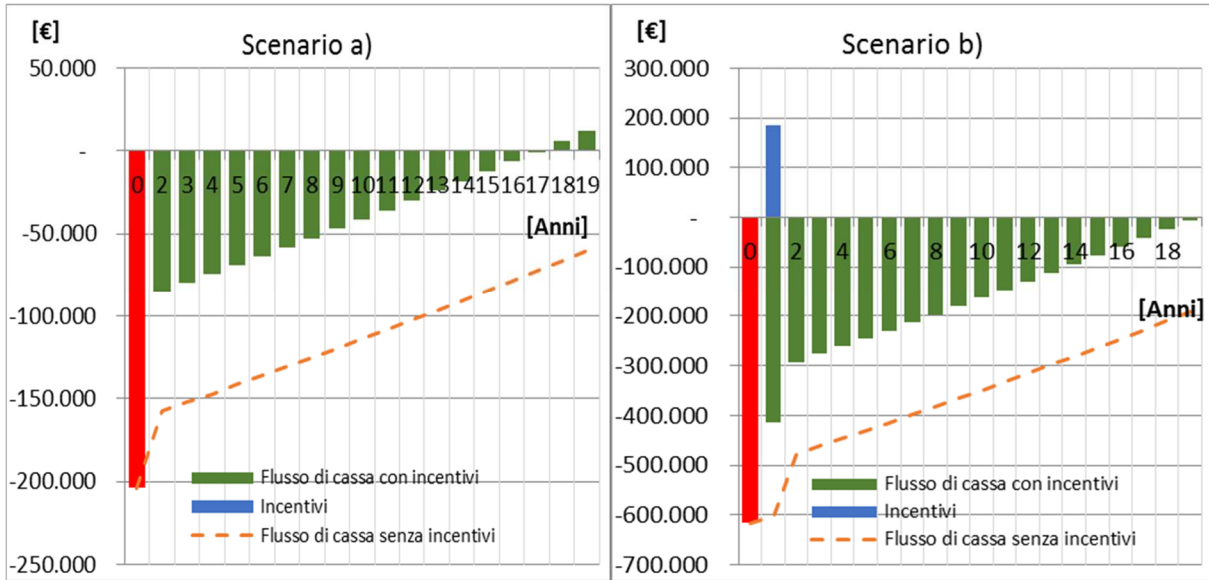
## EXECUTIVE SUMMARY

Descrizione delle Misure di efficienza energetica proposte:

- EEM 1: Coibentazione pareti perimetrali (in tabella abbreviato con Cap)
- EEM2: Coibentazione della copertura (in tabella abbreviato con Cop)
- EEM 3: Coibentazione della copertura con verde estensivo (in tabella abbreviato con Copv)
- EEM 4: Coibentazione pavimento su esterno con cappotto termico (in tabella abbreviato con Pav)
- EEM 5: Sostituzione infissi (in tabella abbreviato con Inf)
- EEM 6: Utilizzo di pellicole solari (in tabella abbreviato con Pel)
- EEM 7: Efficientamento del sistema di illuminazione - sostituzione lampade esistenti con LED (in tabella abbreviato con LED)
- EEM 8: Realizzazione di sistemi di Building Automation (in tabella abbreviato con BACS)
- EEM 9: Efficientamento impianto di climatizzazione invernale – sostituzione generatore di calore con caldaia a condensazione (in tabella abbreviato con Caldaia)
- EEM 10: Efficientamento impianto di riscaldamento e raffrescamento – installazione di PdC (in tabella abbreviato con PdC)
- EEM 11: Utilizzo di generazione da fonti rinnovabili – installazione di impianto FV (in tabella abbreviato con FV)
- Scenario a): coibentazione pareti perimetrali, coibentazione della copertura, coibentazione pavimento ed installazione di impianto FV
- Scenario b): cappotto termico, coibentazione della copertura, coibentazione pavimento, sostituzione infissi, efficientamento del sistema di illuminazione - sostituzione lampade esistenti con LED, realizzazione di sistemi di Building Automation efficientamento impianto di riscaldamento e raffrescamento – installazione di PdC, utilizzo di generazione da fonti rinnovabili – installazione di impianto FV

	% $\Delta E$	% $\Delta CO_2$	$\Delta C_E$	$\Delta C_{MO}$	$\Delta C_{MS}$	$I_0$	Vita utile	TRS	TRA	VAN	TIR	IP
	[%]	[%]	[€/anno]	[€/anno]	[€/anno]	[€]	[anni]	[anni]	[anni]	[€]	[%]	[-]
Cap	17,6	18,4	3.202	1.356	2.435	165.856	30	13,6	23,9	10.869	5,9	0,07
Cop	2,2	2,3	409	136	244	21.200	30	13,9	25,9	735	5,5	0,03
Copv	2,5	2,6	446	68	244	26.546	30	17,8	32,7	-2.292	3,6	-0,09
Pav	0,7	0,7	119	113	203	10.901	30	12,9	23	783	6,1	0,07
Inf	9,5	9,9	1.728	226	406	101.244	30	21,5	35,5	-16.145	2,2	-0,16
Pel	10,4	-11	-1.896	226	406	32.640	30	57,8	1.403	-33.286	nd	-1,05
LED	2,8	2,7	510	1.664	0	66.537	8	16,6	15	-31.951	-20,4	-0,48
BACS	6,1	6,5	1.974	0	0	29.280	10	7,9	10,8	-2.161	2,3	-0,07
Caldaia	2,1	2,2	381	4.159	1.106	136.390	15	19,7	25,3	-57.280	-4,4	-0,42
PdC	19,4	22,6	3.530	4.159	1.106	183.004	15	15,5	19,5	-43.272	-0,6	-0,24
FV	12,8	12,3	2.335	0	0	20.015	20	8,5	11,6	7.882	9,7%	0,39
SCN a	26,4	26,4	4.797	1.355	2.434	217.972	20	14,9	22,7	-27.104	2,4	-0,12
SCN b	60,4	61,9	10.991	4.912	2.458	578.022	20	18,7	25,4	-125.913	0,3	-0,22

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

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



## 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 per Uffici in via Commissario Ammaturo n.61 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 sette piani fuori terra quasi totalmente riscaldati (ad eccezione del corpo scale a servizio del fabbricato situato sul fronte sud-ovest).

Il fabbricato risalente agli anni '80 (di tipologia a torre) possiede una sezione in pianta regolare che si sviluppa su piani tipo ospitanti gli uffici del Comune di Napoli (ad eccezione del piano terreno nel quale sono situati gli archivi di pertinenza). La struttura portante dell'edificio è costituita da pilastri in cemento armato con tamponamenti a cassavuota in paramano in corrispondenza del piano terreno e tamponamenti con finitura esterna realizzata in pannelli prefabbricati in cls (su tutte le facciate superiori dei piani tipo). I solai orizzontali sono in latero-cemento in parte disperdenti verso sottotetto non riscaldato ed in parte verso esterno. Le coperture negli anni sono state sottoposte ad un intervento di bonifica dell'amianto risalente all'epoca della costruzione del fabbricato. Le coperture attualmente presentano una finitura all'estradosso realizzata mediante la posa del poliuretano tra lamiere sigillate come documentato in seguito all'interno del documento in oggetto.

L'edificio ha un orientamento lungo l'asse principale NE/SO; le aperture in corrispondenza dei piani tipo risultano di dimensioni regolari e simili tra i piani e nelle facciate ai diversi orientamenti.

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 325 kW, installata nel 2010 ed asservita alla climatizzazione invernale dell'edificio.

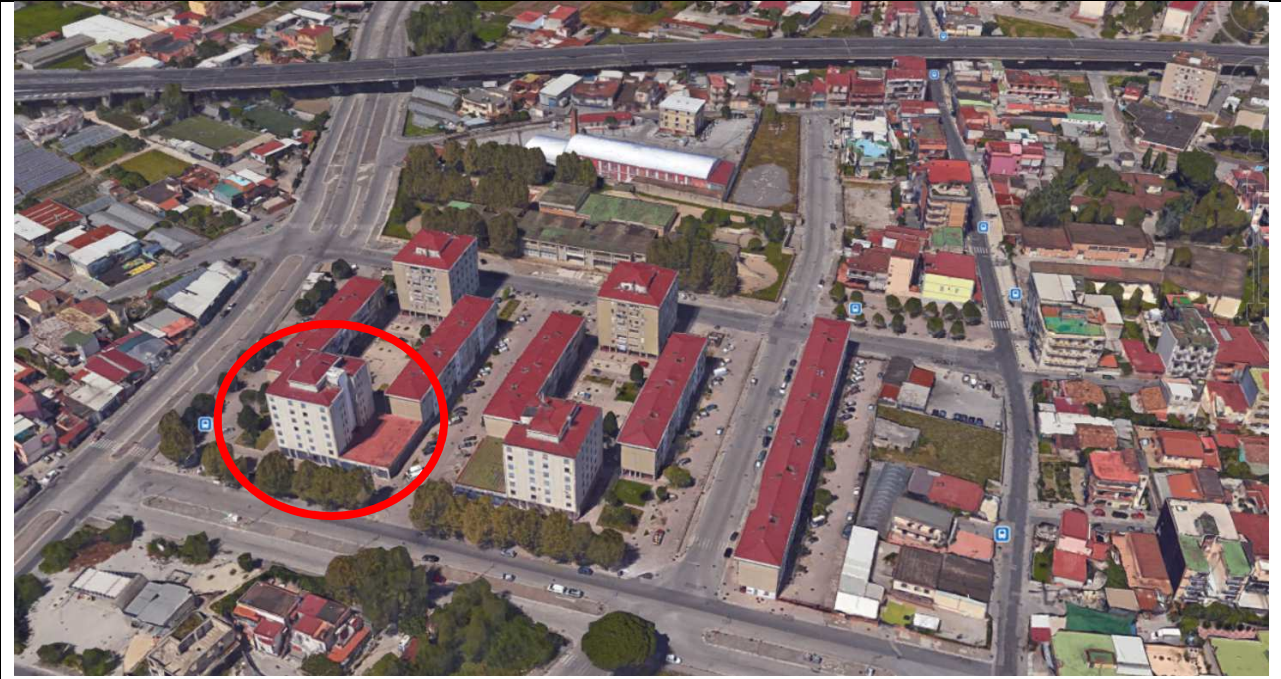
In alcuni locali della struttura sono inoltre presenti alcune unità split utilizzate per il raffrescamento dei locali stessi.

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 utilizzata come sede degli Uffici del Comune di Napoli a servizio dei cittadini del quartiere e come spazio dedicato ad ospitare gli archivi di pertinenza degli stessi.

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 nei quartieri periferici 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. Mazzarella, 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-TS 11300 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 Operativo per la Meteorologia Servizio Documentazione e Gestione dell'Informazione dell'Aeronautica Militare Italiana (COMET) di Capo di Chino. 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.

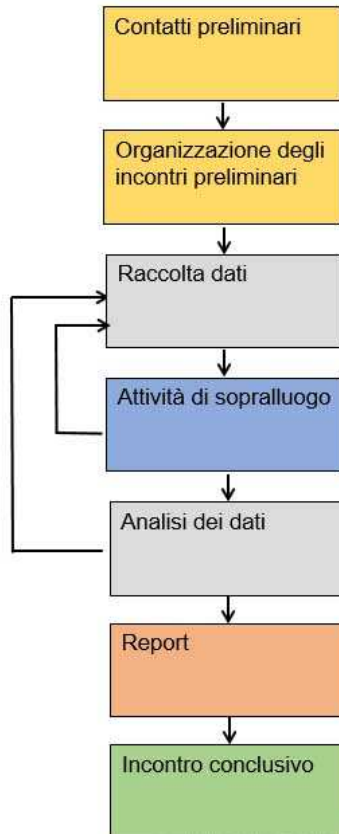
Successivamente, all'imputazione dei dati reali, sono stati calcolati i dati di consumi di combustibile del modello energetico dell'edificio, per ciascuna stagione termica analizzata.

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.

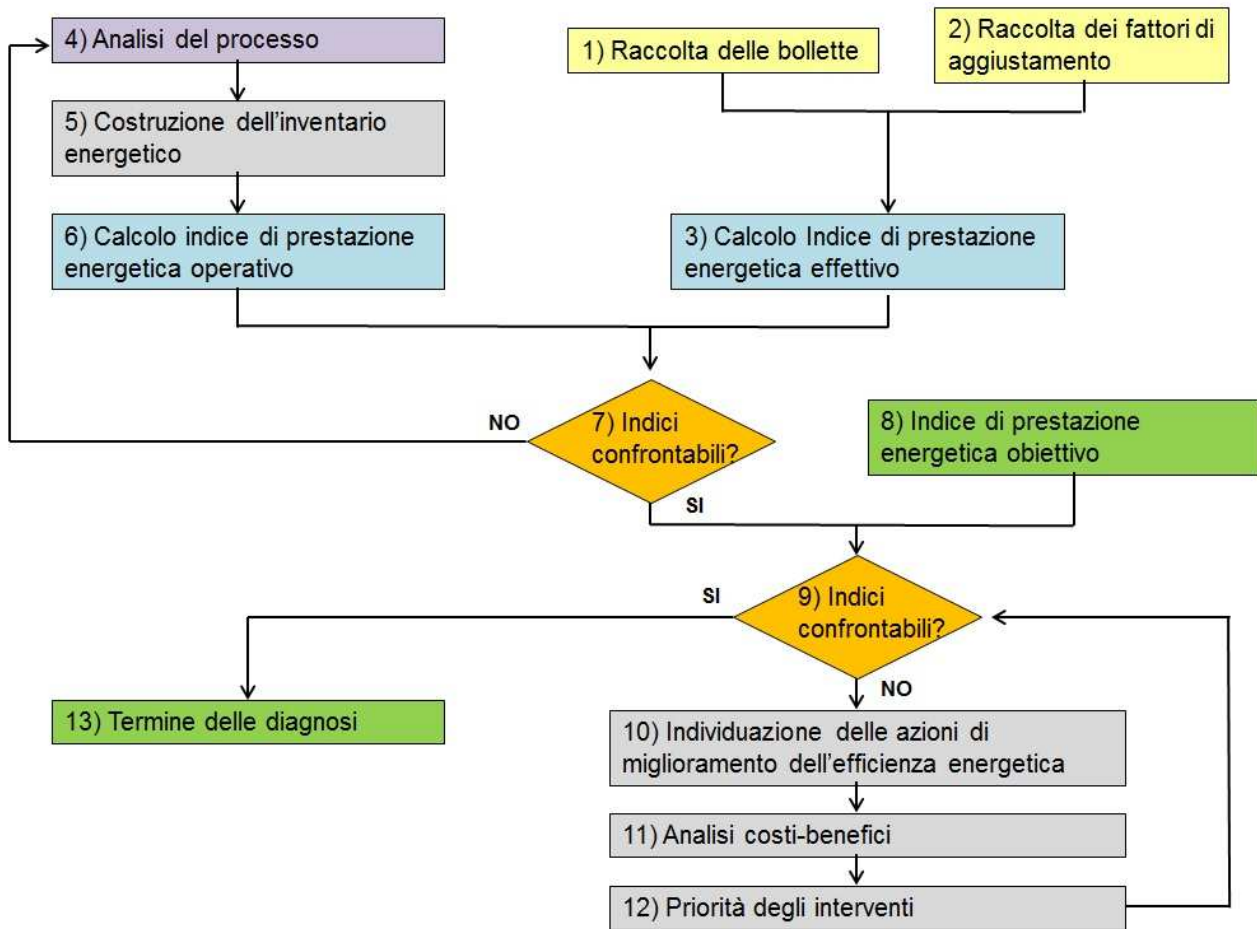
NORMA	TITOLO
UNI EN ISO 13790	Prestazione termica degli edifici – Calcolo del fabbisogno di energia per il riscaldamento e il raffrescamento
UNI/TS 11300-1	Prestazione energetica degli edifici – Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale
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'algoritmo 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:**

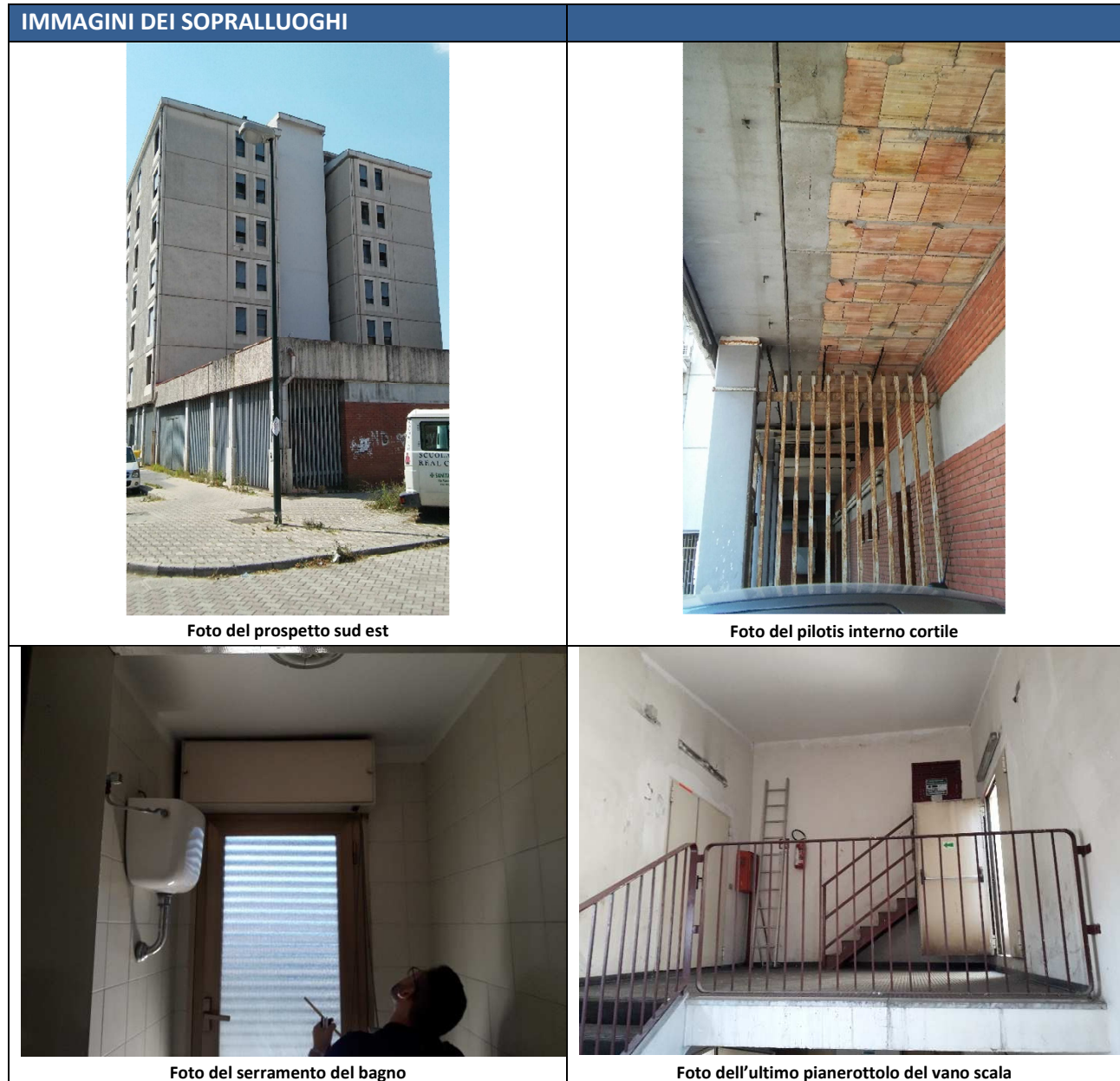
Consegna del rapporto di diagnosi, presentazione dei risultati ottenuti.

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="252 651 703 680">Bindella metrica/distanziometro laser</p>	<p data-bbox="815 465 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="408 898 547 927">Spessivetro</p>	<p data-bbox="815 757 1431 869">Al fine di definire le caratteristiche dei vetri si procede alla misura dello spessore avvalendosi di uno spessivetro.</p>
 <p data-bbox="352 1227 604 1256">Macchina fotografica</p>	<p data-bbox="815 1003 1431 1205">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.



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 CO<sub>2</sub> 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	"Edificio per Uffici Commissario Ammaturo"
Indirizzo	Via Commissario Ammaturo n.61
Destinazione d'uso	E.2- edifici adibiti ad uffici ed assimilabili
Contesto urbano	Periferico
Anno di costruzione	Anni '80 del novecento (*) <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 sette piani fuori terra quasi totalmente riscaldati (ad eccezione del corpo scale a servizio del fabbricato situato sul fronte sud-ovest).</p> <p>Il fabbricato risalente agli anni '80 (di tipologia a torre) possiede una sezione in pianta regolare che si sviluppa su piani tipo ospitanti gli uffici del Comune di Napoli (ad eccezione del piano terreno nel quale sono situati gli archivi di pertinenza). La struttura portante dell'edificio è costituita da pilastri in cemento armato con tamponamenti a cassavuota in paramano in corrispondenza del piano terreno e tamponamenti con finitura esterna realizzata in pannelli prefabbricati in cls (su tutte le facciate superiori dei piani tipo). I solai orizzontali sono in latero-cemento in parte disperdenti verso sottotetto non riscaldato ed in parte verso esterno. Le coperture negli anni sono state sottoposte ad un intervento di bonifica dell'amianto risalente all'epoca della costruzione del fabbricato. Le coperture attualmente presentano una finitura all'estradosso realizzata mediante la posa del poliuretano tra lamiere sigillate come documentato in seguito all'interno del documento in oggetto.</p> <p>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 325 kW, installata nel 2010 ed asservita alla climatizzazione invernale dell'edificio.</p> <p>In alcuni locali della struttura sono inoltre presenti alcune unità split utilizzate per il raffrescamento dei locali stessi.</p> <p>Il servizio di produzione di acqua calda sanitaria è invece soddisfatto mediante boiler elettrici ubicati nei servizi igienici di ciascun piano dell'edificio.</p>

FOTO DELL'EDIFICIO

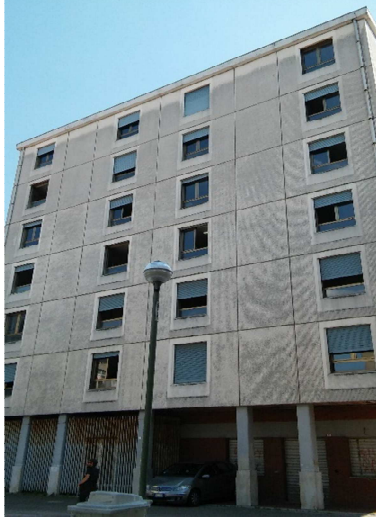


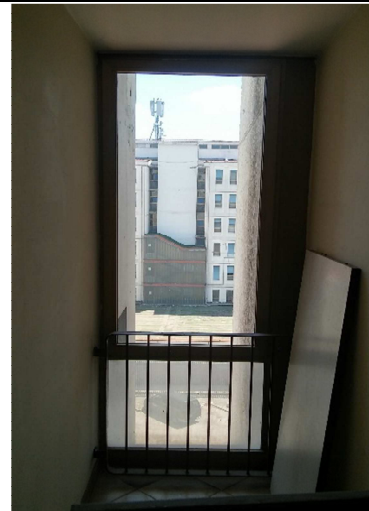
Immagine della facciata tipo della torre



Ingresso agli archivi del piano terreno



Dettaglio della muratura in paramano del piano terreno




Finestre-tipo dei corridoi e dei corpi scale



Dettaglio degli split dell'archivio

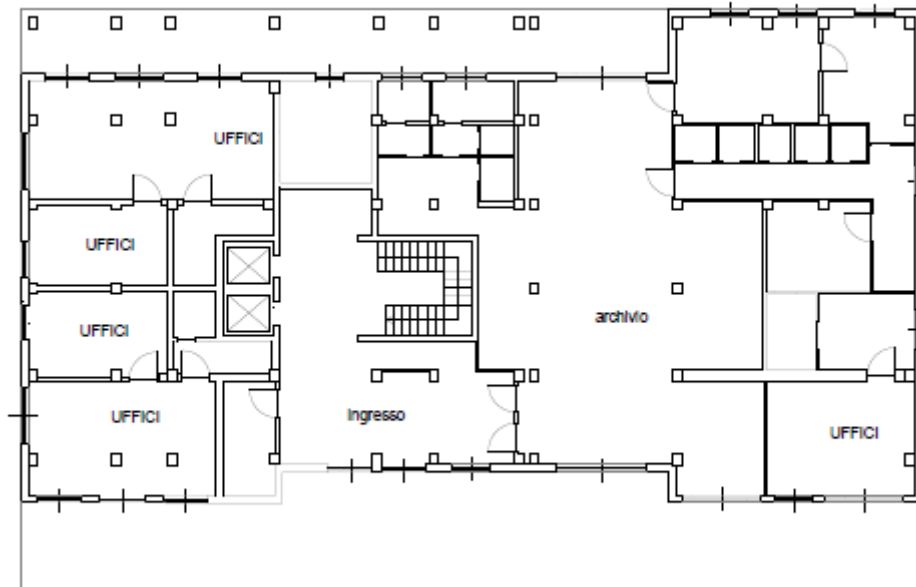


Immagine di un ufficio tipo della torre

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	40.86399 N			
Longitudine	14.32731 E			
Foto aerea				
				
In rosso l'edificio per Uffici di via Commissario Ammaturo n.61				
CARATTERISTICHE DELL'EDIFICIO				
Piani riscaldati	Superficie utile riscaldata [m <sup>2</sup> ]	Superficie disperdente involucro edilizio [m <sup>2</sup> ]	Volume lordo riscaldato [m <sup>3</sup> ]	Rapporto S/V [m <sup>-1</sup> ]
7	2.106,01	3.403,52	3.403,52	0,45

ELABORATI GRAFICI DELL'EDIFICIO

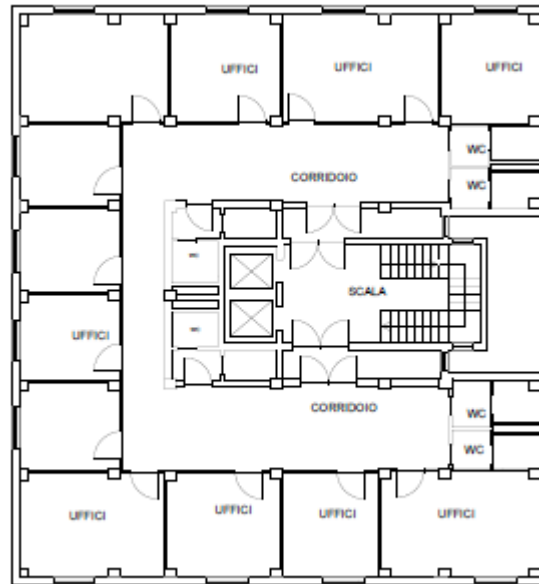
PIANO TERRENO



PIANO PRIMO



**PIANI SECONDO, TERZO, QUARTO, QUINTO E SESTO**



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

L'edificio è stato costruito negli anni '80 ed ospita gli Uffici e parte e degli archivi 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 CO<sub>2</sub>, 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 sette piani riscaldati, nei quali sono localizzati gli Uffici 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 1538 del Foglio 116**

- Rientra per il 90%, 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.



- Rientra per il 11%, come risulta dalla tavola della zonizzazione, nelle **sede stradale** disciplinata dall'art. 44 delle norme di attuazione della variante per il centro storico, la zona orientale e la zona nord-occidentale.
- Rientra nell'**ambito "18 – Ponticelli"** disciplinato dall'art 149.
- 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.



#### *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 struttura.

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	[-]	8.00-18.00
Dal 1 Aprile al 14 Novembre	Dal lunedì al venerdì	n/d (raffrescamento autonomo)	[-]
DESTINAZIONE D'USO	GIORNI SETTIMANALI	ORARIO DI UTILIZZO LOCALI	
Uffici PT	Dal lunedì al venerdì	8.00-19.00	
Uffici P1	Dal lunedì al venerdì	8.00-19.00	
Uffici P2	Dal lunedì al venerdì	8.00-19.00	
Uffici P3	Dal lunedì al venerdì	8.00-19.00	
Uffici P4	Dal lunedì al venerdì	8.00-19.00	
Uffici P5	Dal lunedì al venerdì	8.00-19.00	
Uffici P6	Dal lunedì al venerdì	8.00-19.00	

Dall'analisi effettuata è emerso che gli orari di funzionamento degli impianti sono coerenti con gli orari di occupazione dell'edificio. Si rileva, soltanto, uno spegnimento anticipato dell'impianto di riscaldamento centralizzato 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 Operativo per la Meteorologia Servizio Documentazione e Gestione dell'Informazione dell'Aeronautica Militare Italiana (COMET) di Capo di Chino 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.



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.

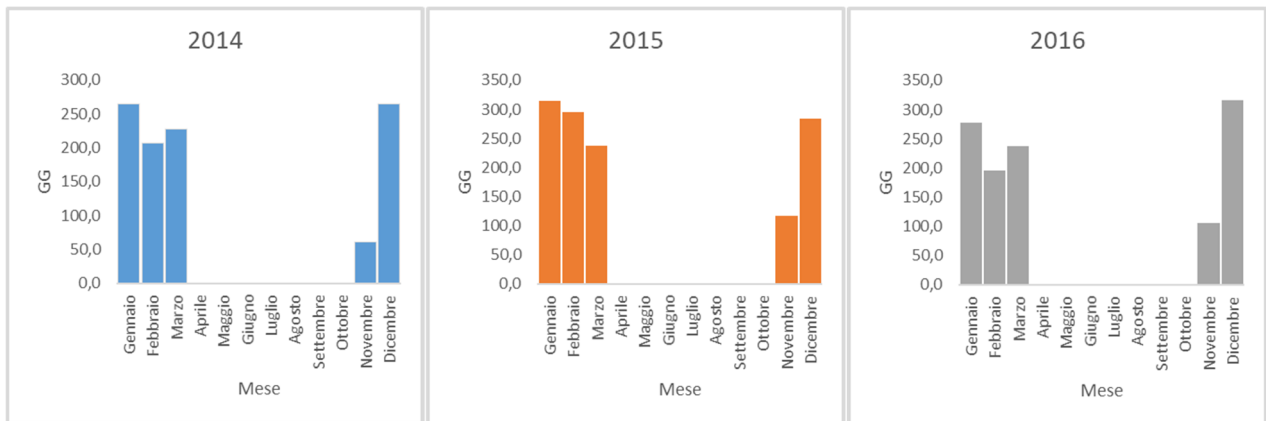
ANDAMENTO DELLE TEMPERATURE MEDIE MENSILI DEL TRIENNIO DI RIFERIMENTO													
	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre (1-14)	Novembre (15-30)	Dicembre
<b>2014</b>	11,5	12,6	12,7	15,5	18,2	23,5	24,4	25,7	22,9	19,8	18,1	16,2	11,5
<b>2015</b>	9,9	9,5	12,3	14,9	19,8	23,7	28,2	27,1	23,3	18,2	16,3	12,7	10,8
<b>2016</b>	11,1	13,3	12,3	17,1	18,6	22,9	26,3	26,0	22,3	18,4	14,4	13,4	9,8

 Stagione di riscaldamento

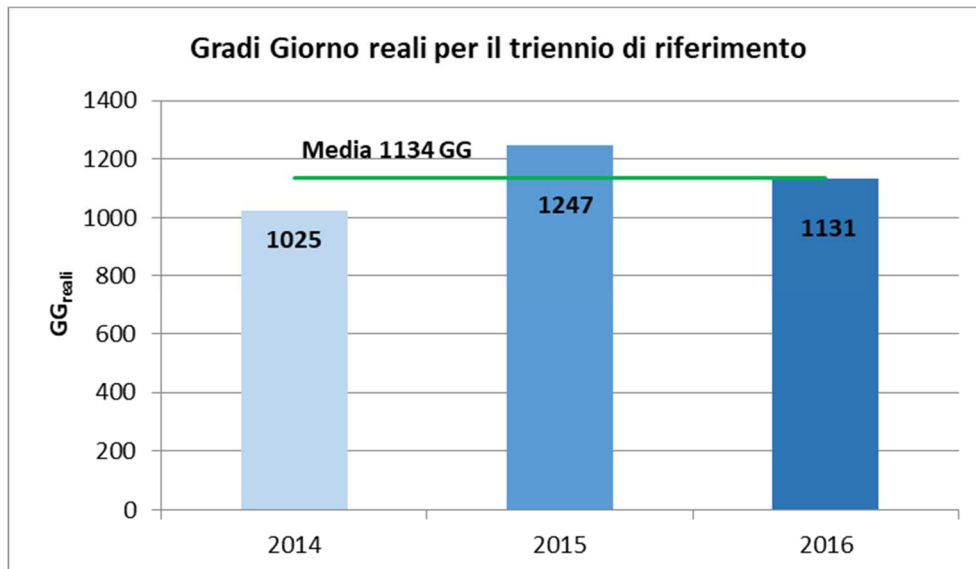
 Stagione di raffrescamento

### 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.23 locali termici distribuiti su due zone termiche, la prima relativa alla porzione di fabbricato situata al piano terreno ospitante gli archivi (ed alimentata esclusivamente con gli split), la seconda costituita da tutti gli altri locali situati ai piani, alimentati dall'impianto termico a metano. L'edificio presenta strutture e tipologie costruttive analoghe in tutti i livelli (ad eccezione del piano terreno), costituite da una struttura a pilastri in cemento armato con tamponamenti in muratura cassavuota e finitura esterna in pannelli prefabbricati in cls. Tale tipologia costruttiva già in uso nell'edilizia pubblica e residenziale negli anni '80 risulta piuttosto diffusa su tutto il territorio italiano sia negli edifici a destinazione residenziale, sia negli edifici di altre destinazioni. Il fabbricato risulta riscaldato quasi totalmente ad eccezione del corpo scale e dei vani tecnici. Il sopralluogo ha evidenziato la presenza di solai in latero-cemento coibentati all'estradosso con poliuretano tra lamiere sigillate (ad eccezione della copertura aggettante di uno dei due archivi localizzati al piano terreno che non risulta coibentata).

I componenti trasparenti risultano di forme e dimensioni regolari tra i piani e hanno telaio metallico (senza taglio termico) e vetro singolo.

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 325 kW, installata nel 2010 ed asservita alla climatizzazione invernale dell'edificio.

In alcuni locali della struttura sono inoltre presenti alcune unità split utilizzate per il raffrescamento dei locali stessi.

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**

**Elementi disperdenti esterni verticali ed orizzontamenti, opachi e trasparenti**



Misurazione dello spessore del paramano che costituisce lo strato esterno della muratura



Misurazione dello spessore della muratura esterna comprensiva dell'aria e dello spessore dell'isolante



Dettaglio che rivela la presenza dell'isolante nella stratigrafia



Dettaglio dei pannelli prefabbricati in cls presenti in facciata



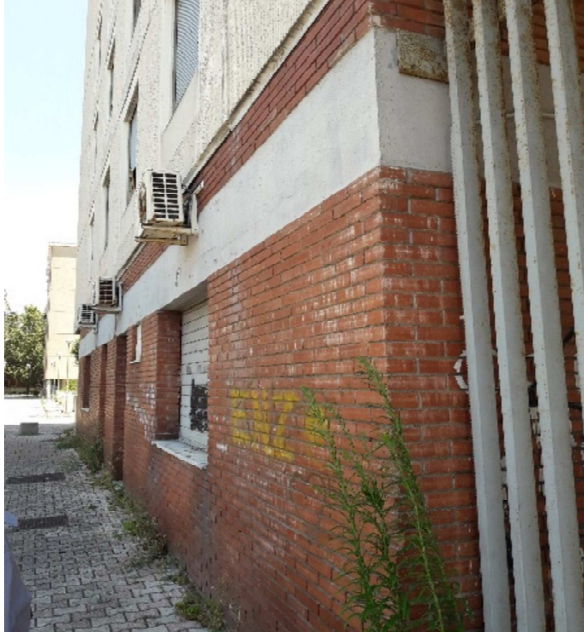
Immagine interna che rivela la presenza di solai in latero-cemento anche in corrispondenza della copertura



Dettaglio dell'estradosso della copertura con finitura in poliuretano tra lamiera sigillate

**IMMAGINI DI DETTAGLIO SULLO STATO DI CONSERVAZIONE DEGLI ELEMENTI EDILIZI**

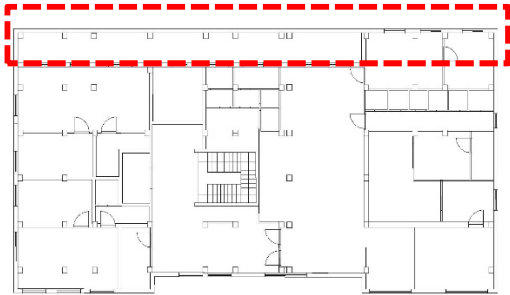
**Degrado dello strato esterno dell'involucro opaco al piano terreno -USURA DELLE MURATURE ESTERNE**



Degrado delle strutture di tamponamento del piano terreno dell'edificio



Dettaglio del degrado della muratura in paramano sul fronte nord-ovest del fabbricato



Pianta piano terreno, identificazioni delle aree prevalenti di degrado

**Descrizione stato di degrado:**

Si evidenzia uno stato di degrado dei tamponamenti in paramano del piano terreno in particolare sulla facciata nord-ovest dell'edificio. Le immagini documentano una delle aperture presenti nella muratura che hanno permesso, in sede di sopralluogo, di comprendere maggiormente le caratteristiche d'involucro del fabbricato oggetto di diagnosi energetica. Lo schema qui a fianco identifica le aree prevalenti di degrado.



**IMMAGINI DI DETTAGLIO SULLO STATO DI CONSERVAZIONE DEGLI ELEMENTI EDILIZI**

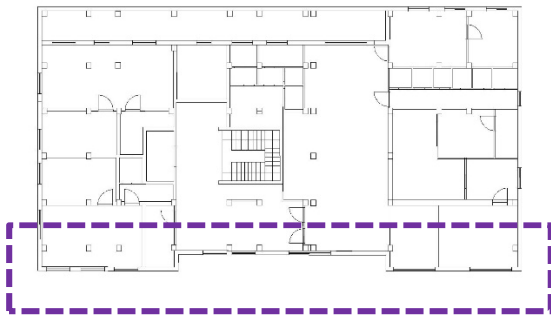
**Degrado dello strato esterno dell'involucro opaco -USURA DEGLI ORIZZONTAMENTI INFERIORI**



**Degrado delle finiture delle strutture orizzontali inferiori del fabbricato**



**Dettaglio dell'usura della coibentazione del solaio disperdente sul porticato di accesso all'edificio**



**Pianta piano terreno, identificazioni delle aree prevalenti di degrado**

**Descrizione stato di degrado:**

Si evidenzia un importante degrado della coibentazione dell'estradosso del solaio orizzontale inferiore aggettante su portico. Il sopralluogo ha evidenziato il distacco della fibra isolante e della finitura in lamiera sottostante. Tale situazione necessita di un intervento di manutenzione al fine di mettere in sicurezza lo spazio esterno di accesso all'edificio.

**IMMAGINI DI DETTAGLIO SULLO STATO DI CONSERVAZIONE DEGLI ELEMENTI EDILIZI**

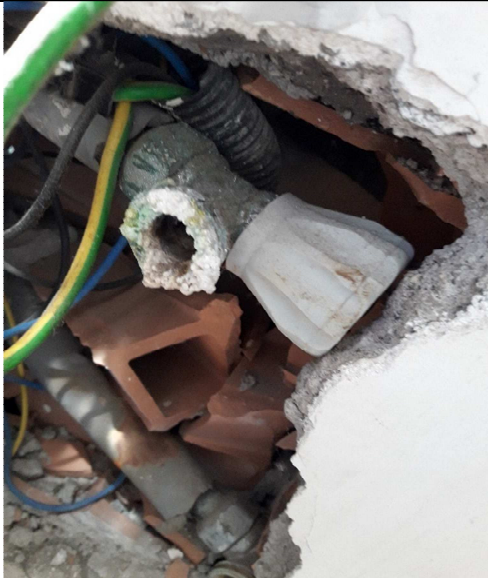
**Degrado dello strato interno del fabbricato -DEGRADO INTERNO DIFFUSO**



Degrado delle murature interne nei vari livelli



Dettaglio del degrado di alcuni cassonetti presente in tutti i piani



Degrado delle murature interne nei vari livelli

**Descrizione stato di degrado:**

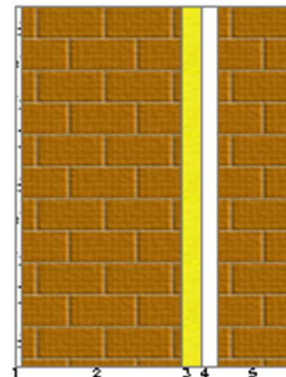
Si evidenzia una situazione di degrado generalizzato anche all'interno del fabbricato sia nelle finiture interne delle murature di tamponamento e divisorie tra gli uffici, sia negli elementi interni quali cassonetti e impianti.

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

**Descrizione della struttura:** *Muro esterno paramano*

**Codice:** *M1*

Trasmittanza termica	<b>0,547</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>390</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>2,0</b>	°C
Permeanza	<b>81,633</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>415</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>397</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,074</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,135</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-13,0</b>	h

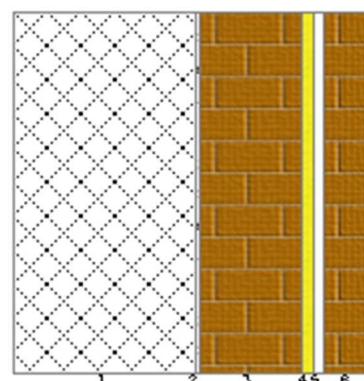


N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	Intonaco di cemento e sabbia	10,00
2	Muratura in laterizio pareti esterne (um. 1.5%)	220,00
3	Pannello in lana di vetro	30,00
4	Intercapedine non ventilata Av<500 mm <sup>2</sup> /m	20,00
5	Muratura in laterizio pareti esterne (um. 1.5%)	110,00
-	Resistenza superficiale esterna	-

**Descrizione della struttura:** *Muro esterno paramano con PIL*

**Codice:** *M2*

Trasmittanza termica	<b>0,500</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>790</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>2,0</b>	°C
Permeanza	<b>3,673</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>1335</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>1317</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,005</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,010</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-22,8</b>	h



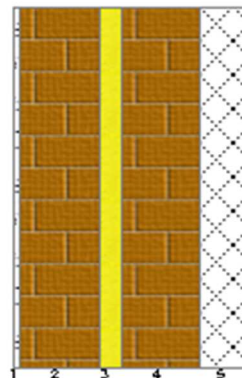
N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	C.l.s. armato (1% acciaio)	400,00
2	Intonaco di cemento e sabbia	10,00
3	Muratura in laterizio pareti esterne (um. 1.5%)	220,00
4	Pannello in lana di vetro	30,00

5	Intercapedine non ventilata $Av < 500 \text{ mm}^2/\text{m}$	20,00
6	Muratura in laterizio pareti esterne (um. 1.5%)	110,00
-	Resistenza superficiale esterna	-

**Descrizione della struttura: Muro esterno pannello**

**Codice: M3**

Trasmittanza termica	<b>0,638</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>330</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>2,0</b>	°C
Permeanza	<b>23,838</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>381</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>363</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,125</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,196</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-11,9</b>	h

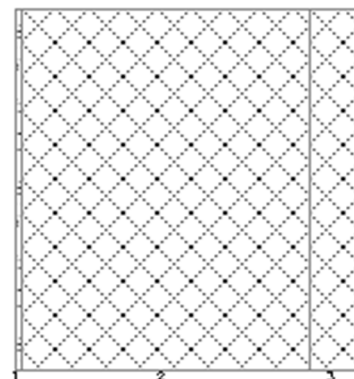


N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	Intonaco di cemento e sabbia	10,00
2	Muratura in laterizio pareti esterne (um. 1.5%)	110,00
3	Pannello in lana di vetro	30,00
4	Muratura in laterizio pareti esterne (um. 1.5%)	110,00
5	C.l.s. in genere	70,00
-	Resistenza superficiale esterna	-

**Descrizione della struttura: Muro esterno pannello con PIL**

**Codice: M4**

Trasmittanza termica	<b>2,093</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>480</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>2,0</b>	°C
Permeanza	<b>3,400</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>1036</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>1018</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,221</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,106</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-12,1</b>	h

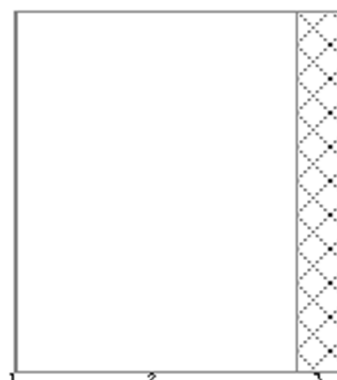


N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	Intonaco di cemento e sabbia	10,00

2	C.I.s. armato (1% acciaio)	400,00
3	C.I.s. in genere	70,00
-	Resistenza superficiale esterna	-

**Descrizione della struttura: *Cassonetto***
**Codice: *M5***

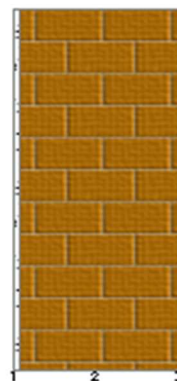
Trasmittanza termica	<b>2,209</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>462</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>2,0</b>	°C
Permeanza	<b>0,010</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>103</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>103</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>2,399</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>1,086</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-2,0</b>	h



N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	Alluminio	2,00
2	Intercapedine debolmente ventilata Av=600 mm <sup>2</sup> /m	390,00
3	C.I.s. in genere	70,00
-	Resistenza superficiale esterna	-

**Descrizione della struttura: *Muro su NR***
**Codice: *M6***

Trasmittanza termica	<b>1,455</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>240</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>0,0</b>	°C
Permeanza	<b>114,943</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>300</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>264</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,537</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,369</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-8,2</b>	h

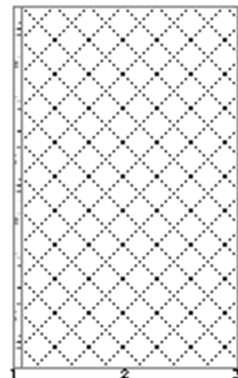


N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	Intonaco di cemento e sabbia	10,00
2	Muratura in laterizio pareti esterne (um. 1.5%)	220,00
3	Intonaco di cemento e sabbia	10,00

-	Resistenza superficiale esterna	-
---	---------------------------------	---

**Descrizione della struttura: *Muro su scala NR***
**Codice: M7**

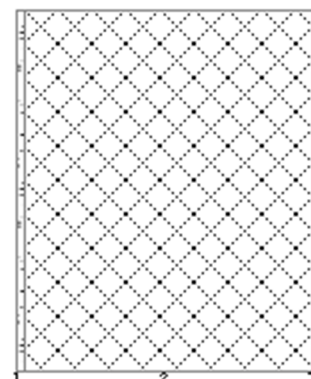
Trasmittanza termica	<b>2,436</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>320</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>0,0</b>	°C
Permeanza	<b>5,102</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>726</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>690</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,486</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,200</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-8,7</b>	h



N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	Intonaco di cemento e sabbia	10,00
2	C.I.s. armato (1% acciaio)	300,00
3	Intonaco di cemento e sabbia	10,00
-	Resistenza superficiale esterna	-

**Descrizione della struttura: *Muro su NR con PIL***
**Codice: M8**

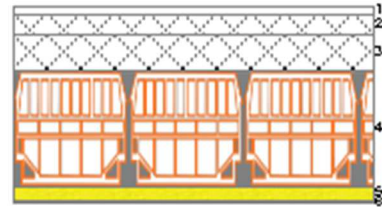
Trasmittanza termica	<b>2,203</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>420</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>0,0</b>	°C
Permeanza	<b>3,831</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>956</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>920</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,268</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,121</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-11,0</b>	h



N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	Intonaco di cemento e sabbia	10,00
2	C.I.s. armato (1% acciaio)	400,00
3	Intonaco di cemento e sabbia	10,00
-	Resistenza superficiale esterna	-

**Descrizione della struttura: *Pavimento su esterno***
**Codice: *P1***

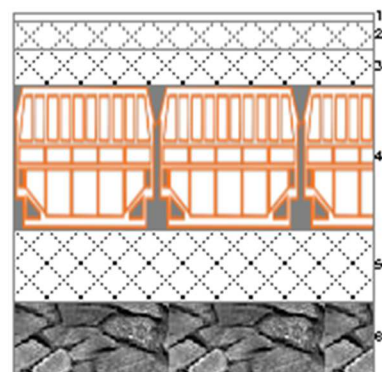
Trasmittanza termica	<b>0,805</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>272</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>2,0</b>	°C
Permeanza	<b>0,002</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>363</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>363</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,159</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,197</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-9,9</b>	h



N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	Piastrelle in ceramica (piastrelle)	10,00
2	Sottofondo di cemento magro	30,00
3	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	50,00
4	Soletta in laterizio	160,00
5	Feltro in lana di vetro	20,00
6	Alluminio	2,00
-	Resistenza superficiale esterna	-

**Descrizione della struttura: *Pavimento su terreno***
**Codice: *P2***

Trasmittanza termica	<b>1,678</b>	W/m <sup>2</sup> K
Trasmittanza controterra	<b>0,483</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>500</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>2,0</b>	°C
Permeanza	<b>0,002</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>1027</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>1027</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,171</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,354</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-13,1</b>	h



N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	Piastrelle in ceramica (piastrelle)	10,00
2	Sottofondo di cemento magro	40,00
3	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	50,00
4	Soletta in c.l.s. armato (esterno)	200,00

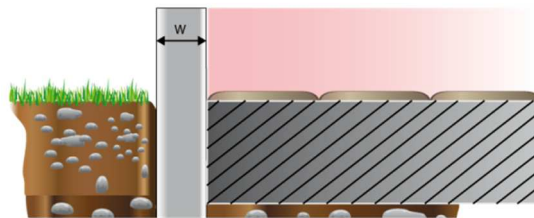
5	Sottofondo di cemento magro	100,00
6	Ghiaia grossa senza argilla (um. 5%)	100,00
-	Resistenza superficiale esterna	-

**Pavimento appoggiato su terreno:**

**Pavimento su terreno**

**Codice: P2**

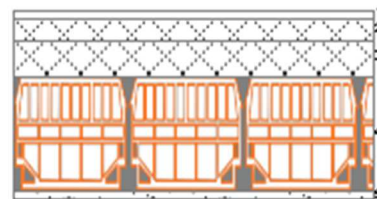
Area del pavimento	<b>252,37</b> m <sup>2</sup>
Perimetro disperdente del pavimento	<b>112,00</b> m
Spessore pareti perimetrali esterne	<b>390</b> mm
Conduttività termica del terreno	<b>1,50</b> W/mK



**Descrizione della struttura: Pavimento su NR**

**Codice: P3**

Trasmittanza termica	<b>1,138</b> W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>260</b> mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>0,0</b> °C
Permeanza	<b>0,002</b> 10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>375</b> kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>357</b> kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,296</b> W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,260</b> -
Sfasamento onda termica	<b>-9,5</b> h



N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	Piastrelle in ceramica (piastrelle)	10,00
2	Sottofondo di cemento magro	30,00
3	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	50,00
4	Soletta in laterizio	160,00
5	Intonaco di cemento e sabbia	10,00
-	Resistenza superficiale esterna	-



**Descrizione della struttura: *Soffitto su NR***
**Codice: S1**

Trasmittanza termica	<b>1,354</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>260</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>0,0</b>	°C
Permeanza	<b>0,002</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>375</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>357</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,505</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,373</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-8,6</b>	h



N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale esterna	-
1	Piastrelle in ceramica (piastrelle)	10,00
2	Sottofondo di cemento magro	30,00
3	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	50,00
4	Soletta in laterizio	160,00
5	Intonaco di cemento e sabbia	10,00
-	Resistenza superficiale interna	-

**Descrizione della struttura: *Copertura archivio***
**Codice: S2**

Trasmittanza termica	<b>1,446</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>253</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>2,0</b>	°C
Permeanza	<b>0,351</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>356</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>338</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,672</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,465</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-7,8</b>	h



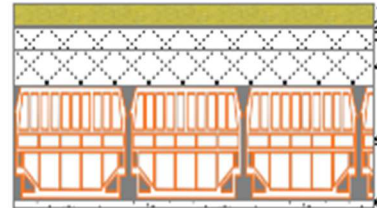
N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale esterna	-
1	Impermeabilizzazione con bitume	3,00
2	Sottofondo di cemento magro	30,00
3	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	50,00
4	Soletta in laterizio	160,00
5	Intonaco di cemento e sabbia	10,00

-	Resistenza superficiale interna	-
---	---------------------------------	---

**Descrizione della struttura:** *Copertura lamiera*

**Codice:** S3

Trasmittanza termica	<b>0,515</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>283</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>2,0</b>	°C
Permeanza	<b>0,349</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>357</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>339</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,069</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,134</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-9,9</b>	h



N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale esterna	-
1	Poliuretano espanso in fabbrica fra lamiere sigillate	30,00
2	Impermeabilizzazione con bitume	3,00
3	Sottofondo di cemento magro	30,00
4	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	50,00
5	Soletta in laterizio	160,00
6	Intonaco di cemento e sabbia	10,00
-	Resistenza superficiale interna	-

**Legenda simboli**

s	Spessore	mm
Cond.	Conduttività termica, comprensiva di eventuali coefficienti correttivi	W/mK
R	Resistenza termica	m <sup>2</sup> K/W
M.V.	Massa volumica	kg/m <sup>3</sup>
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 <sup>2</sup> K]	θ <sub>e</sub> [°C]	S <sub>Tot</sub> [m <sup>2</sup> ]	Φ <sub>tr</sub> [W]	% Φ <sub>Tot</sub> [%]
W2	U	156x207 REI	2,277	0,0	38,75	1765	1,6
W3	T	102x272 vs all	6,208	2,0	27,74	3410	3,0
W4	T	87x180 vs all	6,348	2,0	37,58	4724	4,2
W5	T	155x177 dv all	4,488	2,0	197,53	18085	16,0
W6	T	102x240 vs all	6,221	2,0	4,90	603	0,5
W7	T	205x154 vs all	5,978	2,0	3,16	408	0,4
W8	T	160x154 vs all	5,990	2,0	4,93	558	0,5
W9	T	170x250 vs all	6,261	2,0	4,25	503	0,4
W10	T	132x250 vs all	6,237	2,0	3,30	445	0,4
W12	T	282x55 vs all	6,494	2,0	3,10	381	0,3
W13	T	141x55 vs all	6,514	2,0	3,10	405	0,4
W14	T	333x244 vs all	6,136	2,0	16,25	1974	1,7

#### Dettaglio delle dispersioni per trasmissione dei componenti

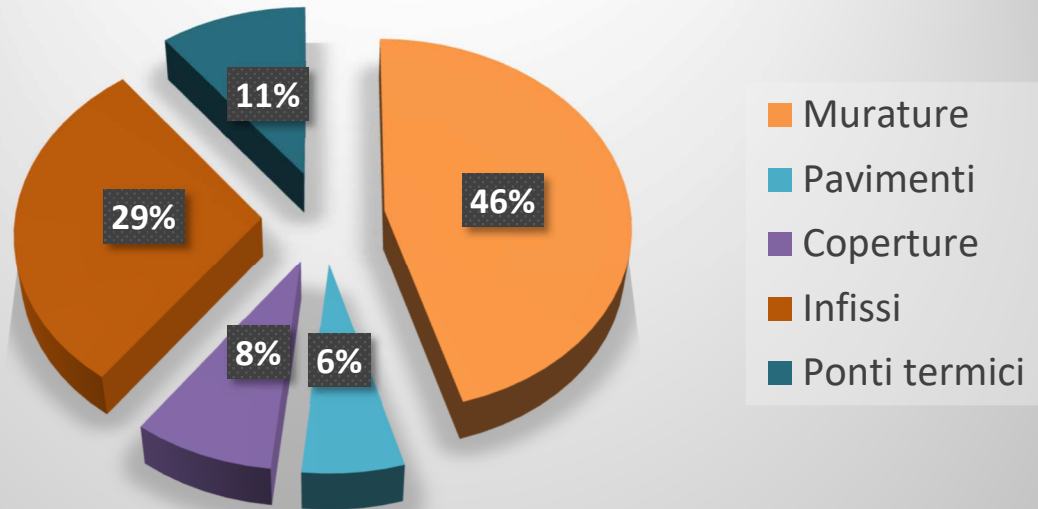
Dispersioni strutture opache:

Cod	Tipo	Descrizione elemento	U [W/m <sup>2</sup> K]	θ <sub>e</sub> [°C]	S <sub>Tot</sub> [m <sup>2</sup> ]	Φ <sub>tr</sub> [W]	% Φ <sub>Tot</sub> [%]
M1	T	Muro esterno paramano	0,548	2,0	174,25	1893	1,7
M2	T	Muro esterno paramano con PIL	0,501	2,0	22,76	230	0,2
M3	T	Muro esterno pannello	0,639	2,0	1004,79	13025	11,5
M4	T	Muro esterno pannello con PIL	2,107	2,0	224,21	9562	8,5
M5	T	Cassonetto	2,224	2,0	63,42	2862	2,5
M6	U	Muro su NR	1,455	0,0	183,53	5340	4,7
M7	U	Muro su scala NR	2,436	0,0	362,31	17655	15,6
M8	U	Muro su NR con PIL	2,203	0,0	21,63	953	0,8
P1	T	Pavimento su esterno	0,807	2,0	108,69	1580	1,4
P2	G	Pavimento su terreno	0,483	2,0	252,37	2195	1,9
P3	U	Pavimento su NR	1,138	0,0	136,47	3107	2,8
S1	U	Soffitto su NR	1,354	0,0	78,00	2112	1,9
S2	T	Copertura archivio	1,452	2,0	189,69	4959	4,4
S3	T	Copertura lamiera	0,516	2,0	259,33	2408	2,1

Totale: **67881** **60,1**

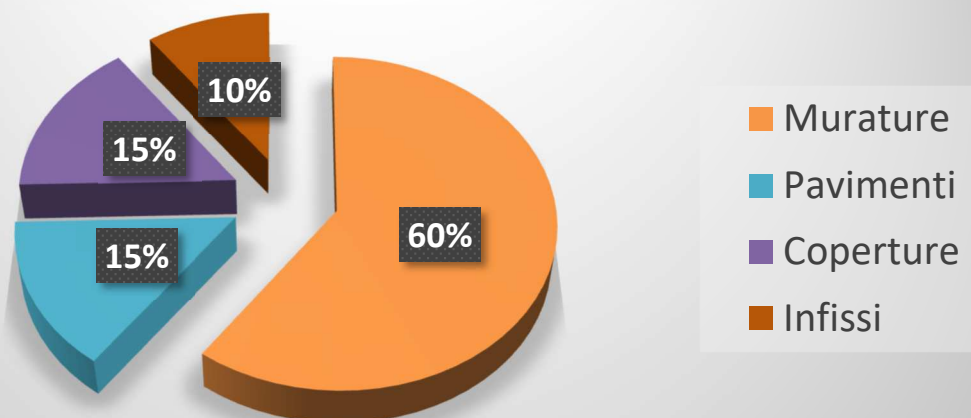
A partire dalle informazioni sopradescritte, viene effettuata un'analisi preliminare dello stato di fatto. Viene ora riportata una rappresentazione delle dispersioni per tipologia edilizia.

## Ripartizione delle dispersioni



Incidenza dispersioni dei componenti involucro

## Incidenza delle superfici disperdenti

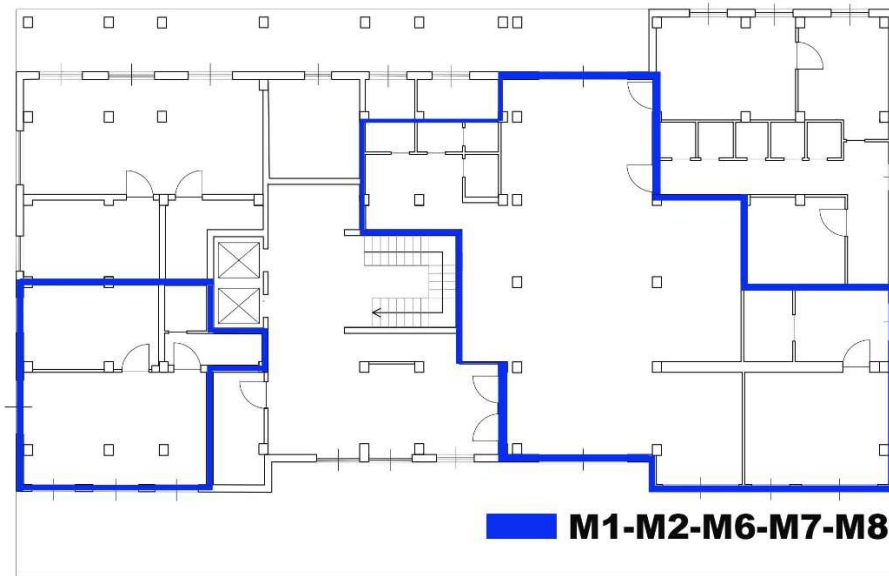


Incidenza superfici dei componenti involucro

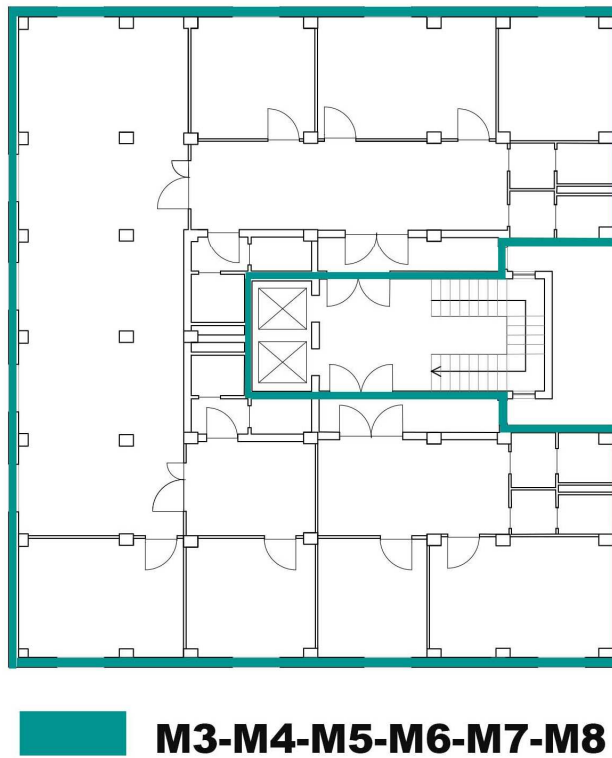
I grafici hanno lo scopo di individuare l'incidenza dei componenti sulla geometria dell'edificio e le maggiori dispersioni dei componenti sull'involucro riscaldato. Obiettivo dei grafici è l'individuazione dei deficit energetici dei vari componenti al fine di ipotizzare gli interventi maggiormente efficaci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

**LOCALIZZAZIONE DELLE STRATIGRAFIE NEI PIANI**

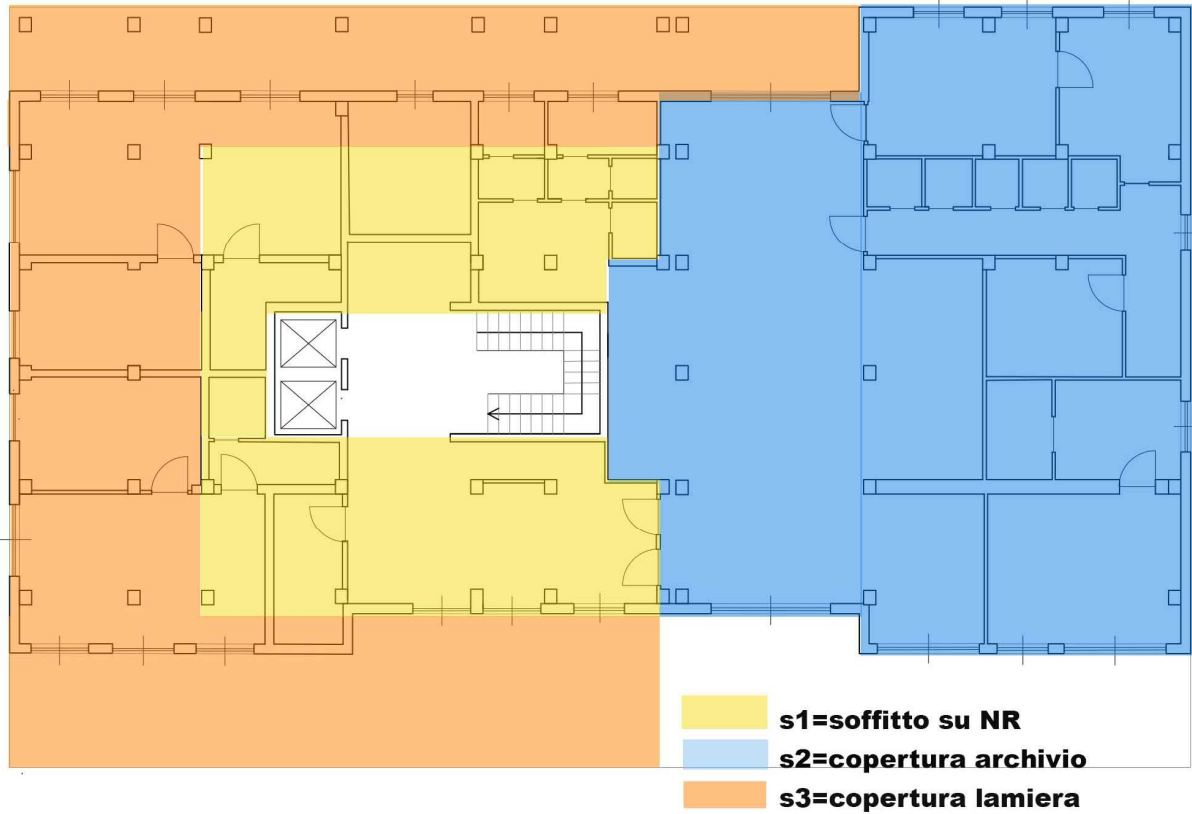
**PIANO TERRENO**



**PIANO TIPO RAPPRESENTATIVO DELL'EDIFICIO**



PIANTA COPERTURE



Al fine di comprendere maggiormente il comportamento dell'edificio si riportano di seguito alcuni dettagli relativi alle dispersioni dei n.23 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 - Torre B con raffr. fabbisogno di potenza dei locali

Loc	Descrizione	$\theta_i$ [°C]	n [1/h]	$\Phi_{tr}$ [W]	$\Phi_{ve}$ [W]	$\Phi_{rh}$ [W]	$\Phi_{hl}$ [W]	$\Phi_{hl\ sic}$ [W]
2	Archivio sx PT	20,0	0,54	6067	605	800	7472	7472
3	Archivio dx PT	20,0	0,54	14521	1883	2490	18893	18893
Totale:				<b>20587</b>	<b>2488</b>	<b>3290</b>	<b>26365</b>	<b>26365</b>

#### Zona 2 - Torre B senza raffr. fabbisogno di potenza dei locali

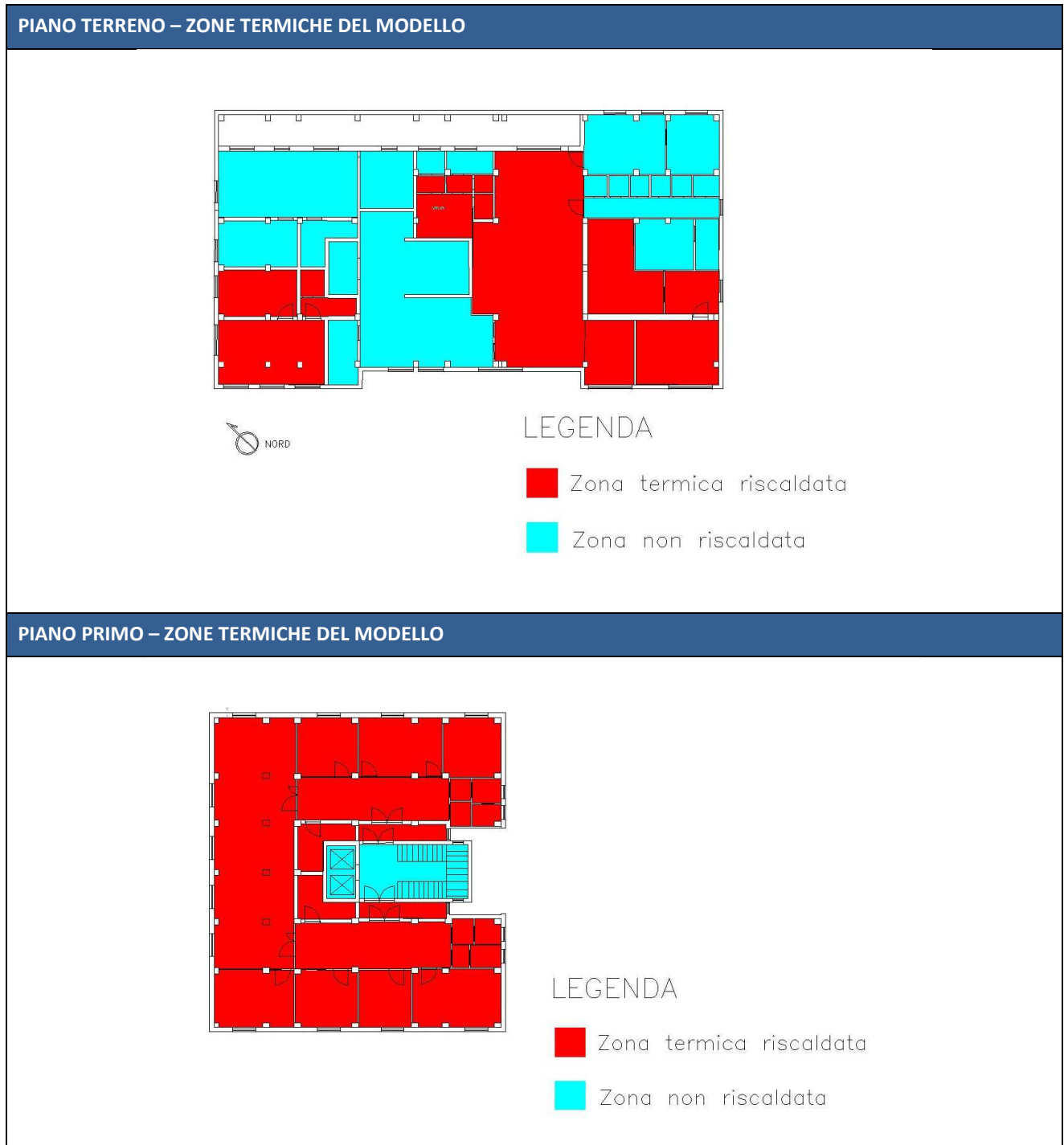
Loc	Descrizione	$\theta_i$ [°C]	n [1/h]	$\Phi_{tr}$ [W]	$\Phi_{ve}$ [W]	$\Phi_{rh}$ [W]	$\Phi_{hl}$ [W]	$\Phi_{hl\ sic}$ [W]
1	Servizi PT	20,0	8,00	2144	3067	276	5486	5486
4	Uffici P1	20,0	0,44	10387	1490	3344	15220	15220
5	Corridoio P1	20,0	0,44	3972	505	1133	5609	5609
6	Servizi P1	20,0	8,00	3392	4627	569	8588	8588
7	Uffici P2	20,0	0,44	7652	1336	3000	11988	11988
8	Corridoio P2	20,0	0,44	2585	645	1448	4679	4679
9	Servizi P2	20,0	8,00	3055	4627	569	8251	8251
10	Uffici P3	20,0	0,44	7652	1336	3000	11988	11988
11	Corridoio P3	20,0	0,44	2585	645	1448	4679	4679
12	Servizi P3	20,0	8,00	3055	4627	569	8251	8251
13	Uffici P4	20,0	0,44	7652	1336	3000	11988	11988
14	Corridoio P4	20,0	0,44	2585	645	1448	4679	4679
15	Servizi P4	20,0	8,00	3055	4627	569	8251	8251
16	Uffici P5	20,0	0,44	7652	1336	3000	11988	11988
17	Corridoio P5	20,0	0,44	2585	645	1448	4679	4679
18	Servizi P5	20,0	8,00	3055	4627	569	8251	8251
19	Uffici P6	20,0	0,44	10304	1336	3000	14640	14640
20	Corridoio P6	20,0	0,44	1753	126	282	2160	2160
21	Corridoio 2 P6	20,0	0,44	3244	519	1166	4930	4930
22	Servizi P6	20,0	8,00	2184	2691	331	5207	5207
23	Servizi 2 P6	20,0	8,00	1772	1936	238	3946	3946
Totale:				<b>92320</b>	<b>42730</b>	<b>30406</b>	<b>165456</b>	<b>165456</b>
<b>Totale Edificio:</b>				<b>112908</b>	<b>45218</b>	<b>33696</b>	<b>191822</b>	<b>191822</b>

#### Legenda simboli

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

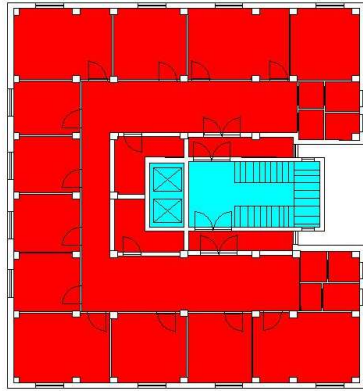
Si riportano di seguito le planimetrie dell'edificio con la localizzazione delle differenti tipologie di zone termiche considerate nell'ambito della modellazione di calcolo.

**LOCALIZZAZIONE E TIPOLOGIE DI ZONE TERMICHE DEL MODELLO DI SIMULAZIONE**





PIANI SECONDO-TERZO-QUARTO-QUINTO E SESTO – ZONE TERMICHE DEL MODELLO

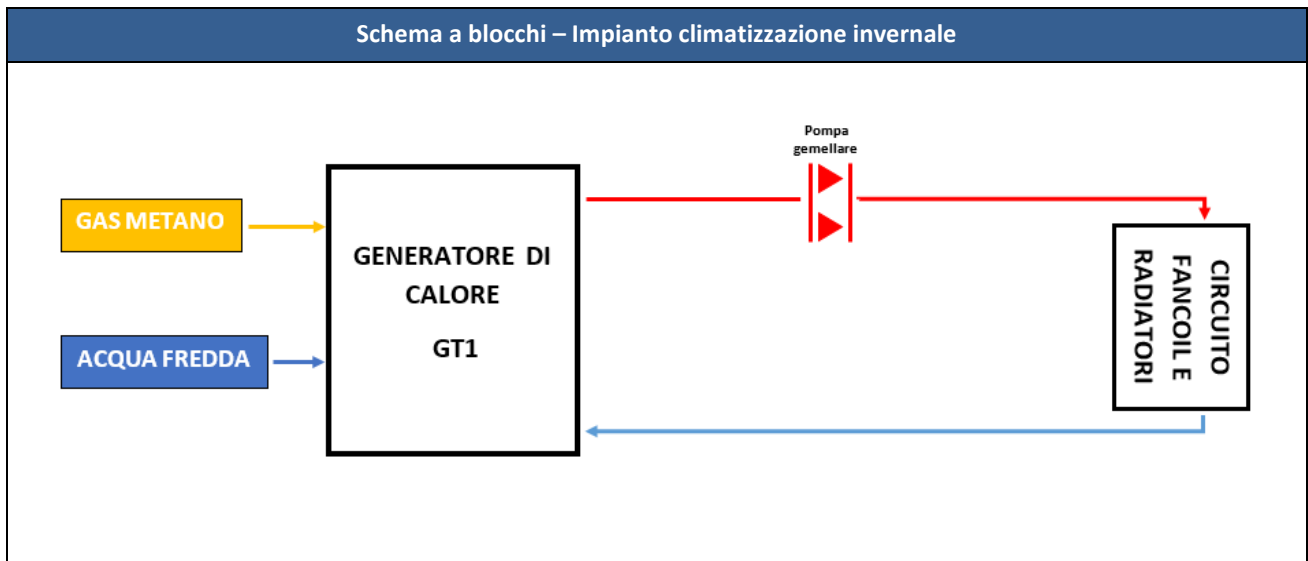


LEGENDA

-  Zona termica riscaldata
-  Zona non riscaldata

#### 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 modulante alimentata a metano con potenza termica al focolare pari a 325 kW.



### Sottosistema di generazione

Il sottosistema di generazione è costituito da una centrale termica dotata di una caldaia tradizionale modulante Finterm 50 AZ, installata nel 2010.

#### Foto della centrale termica-Sottosistema di generazione

#### Caldaie tradizionali a metano



#### Riepilogo caratteristiche sottosistema di generazione

Marca	Modello	Servizio	Tipologia	Combustibile
Finterm	50 AZ	Riscaldamento	Tradizionale	Metano
Potenza utile nominale	Potenza utile minima	Potenza al focolare nominale	Potenza minima al focolare	Potenza ausiliari elettrici
[kW]	[kW]	[kW]	[kW]	[W]
300	150	325	165.5	-

### 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]
Primario	[-]	Mandata acqua calda fancoil e radiatori	Velocità costante	87

#### 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	-	87

#### 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;

Sottosistema di emissione	
Fancoil	Radiatore
	

Si evidenzia uno stato di conservazione fortemente compromesso dei terminali di emissione presenti all'interno dell'edificio.

#### Riepilogo caratteristiche sottosistema di emissione

Tipologia	Numero	Potenza ausiliari elettrici	Potenza termica terminali per zona termica
[-]	[-]	[W]	[W]
Radiatore	24	-	56.230
Fancoil	86	6.880	135.591

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 **Finterm 50 AZ**  
 Potenza nominale al focolare  $\Phi_{cn}$  **325,00** kW

#### Caratteristiche:

Perdita al camino a bruciatore acceso  $P'_{ch,on}$  **7,29** %

#### **Valore noto da costruttore o misurato**

Perdita al camino a bruciatore spento  $P'_{ch,off}$  **1,00** %

#### **Bruciatore aria soffiata, combustibile liquido/gassoso senza chiusura aria all'arresto, camino < 10m**

Perdita al mantello  $P'_{gn,env}$  **0,80** %

#### **Valore noto da costruttore o misurato**

Rendimento utile a potenza nominale  $\eta_{gn,Pn}$  **92,30** %

Rendimento utile a potenza intermedia  $\eta_{gn,Pint}$  **60,60** %

#### Fabbisogni elettrici:

Potenza elettrica bruciatore  $W_{br}$  **723** W

Fattore di recupero elettrico  $k_{br}$  **0,80** -

Potenza elettrica pompe circolazione  $W_{af}$  **750** W

Fattore di recupero elettrico  $k_{af}$  **0,80** -

#### Dati per generatori modulanti (riferiti alla potenza minima):

Potenza minima al focolare  $\Phi_{cn,min}$  **165,50** kW

Perdita al camino a bruciatore acceso  $P'_{ch,on,min}$  **7,29** %

Potenza elettrica bruciatore  $W_{br,min}$  **35** 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**

<b>Tipologia di intermittenza</b>	<b>Funzionamento intermittente (con spegnimento)</b>	
<b>Giorni a settimana di funzionamento intermittente</b>	<b>5</b>	<b>giorni</b>
<b>Ore giornaliere di spegnimento</b>	<b>14,0</b>	<b>ore</b>

**Caratteristiche sottosistema di emissione:**

<b><u>Tipo di terminale di erogazione</u></b>	<b><u>Ventilconvettori (tmedia acqua = 45°C)</u></b>	
<b><u>Potenza nominale dei corpi scaldanti</u></b>	<b><u>135591</u></b>	<b><u>W</u></b>
<b><u>Fabbisogni elettrici</u></b>	<b><u>6880</u></b>	<b><u>W</u></b>
<b><u>Rendimento di emissione</u></b>	<b><u>95,0</u></b>	<b><u>%</u></b>

**Caratteristiche sottosistema di regolazione:**

<b><u>Tipo</u></b>	<b><u>Per singolo ambiente + climatica</u></b>	
<b><u>Caratteristiche</u></b>	<b><u>P banda proporzionale 1 °C</u></b>	
<b><u>Rendimento di regolazione</u></b>	<b><u>98,0</u></b>	<b><u>%</u></b>

**Caratteristiche sottosistema di distribuzione utenza:**

<b><u>Metodo di calcolo</u></b>	<b><u>Semplificato</u></b>	
<b><u>Tipo di impianto</u></b>	<b><u>Centralizzato con montanti non isolati correnti in traccia nel lato interno delle pareti esterne</u></b>	
<b><u>Posizione impianto</u></b>	<b><u>-</u></b>	
<b><u>Posizione tubazioni</u></b>	<b><u>-</u></b>	
<b><u>Isolamento tubazioni</u></b>	<b><u>Isolamento con materiali vari (mussola di cotone, coppelle) non fissati stabilmente da uno strato protettivo</u></b>	
<b><u>Numero di piani</u></b>	<b><u>7</u></b>	
<b><u>Fattore di correzione</u></b>	<b><u>1,00</u></b>	
<b><u>Rendimento di distribuzione utenza</u></b>	<b><u>92,0</u></b>	<b><u>%</u></b>
<b><u>Fabbisogni elettrici</u></b>	<b><u>87</u></b>	<b><u>W</u></b>

**Circuito Radiatori**

**Intermittenza**

**Regime di funzionamento** *Intermittente*  
**Metodo di calcolo** *UNI EN ISO 13790*

**Profilo di intermittenza**

<b>Tipologia di intermittenza</b>	<b>Funzionamento intermittente (con spegnimento)</b>	
<b>Giorni a settimana di funzionamento intermittente</b>	<b>5</b>	<b>giorni</b>
<b>Ore giornaliere di spegnimento</b>	<b>14,0</b>	<b>ore</b>

Caratteristiche sottosistema di emissione:

<u>Tipo di terminale di erogazione</u>	<b><u>Radiatori su parete interna</u></b>	
<u>Potenza nominale dei corpi scaldanti</u>	<b><u>56230</u></b>	<u>W</u>
<u>Fabbisogni elettrici</u>	<b><u>0</u></b>	<u>W</u>
<u>Rendimento di emissione</u>	<b><u>95,0</u></b>	<u>%</u>

Caratteristiche sottosistema di regolazione:

<u>Tipo</u>	<b><u>Per zona + climatica</u></b>	
<u>Caratteristiche</u>	<b><u>On off</u></b>	
<u>Rendimento di regolazione</u>	<b><u>96,0</u></b>	<u>%</u>

Caratteristiche sottosistema di distribuzione utenza:

<u>Metodo di calcolo</u>	<b><u>Semplificato</u></b>	
<u>Tipo di impianto</u>	<b><u>Centralizzato con montanti non isolati correnti in traccia nel lato interno delle pareti esterne</u></b>	
<u>Posizione impianto</u>	-	
<u>Posizione tubazioni</u>	-	
<u>Isolamento tubazioni</u>	<b><u>Isolamento con materiali vari (mussola di cotone, coppelle) non fissati stabilmente da uno strato protettivo</u></b>	
<u>Numero di piani</u>	<b><u>7</u></b>	
<u>Fattore di correzione</u>	<b><u>1,00</u></b>	
<u>Rendimento di distribuzione utenza</u>	<b><u>92,0</u></b>	<u>%</u>
<u>Fabbisogni elettrici</u>	<b><u>87</u></b>	<u>W</u>



#### 4.3 Descrizione e prestazioni energetiche impianto produzione acqua calda sanitaria

Il servizio di produzione di acqua calda sanitaria è soddisfatto mediante 4 boiler elettrici ad accumulo da 1,5 kW e 6 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
Boiler elettrici ad accumulo	4	1500

#### 4.4 Descrizione e prestazioni energetiche impianto di raffrescamento/climatizzazione estiva

Il servizio di climatizzazione in regime estivo è effettuato mediante 21 unità singole split installate solo in alcuni locali dell'edificio.



#### Sottosistema di generazione

Riepilogo caratteristiche principali delle due macchine frigorifere.

	Numero	Modello	Servizio	Potenza frigorifera nominale	Potenza elettrica assorbita	Rapporto di efficienza energetica EER
				[kW]	[kW]	[-]
Unità split	5	-	Raffrescamento	1,670	1,050	1,59
Unità split	7	-	Raffrescamento	3,5	2,2	1,59

#### Sottosistema di accumulo

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

#### Sottosistema di distribuzione

L'impianto asservito alla climatizzazione estiva dell'edificio non presenta un sistema di distribuzione, trattandosi di unità singole e compatte.

### Sottosistema di regolazione

La regolazione delle singole unità avviene puntualmente, mediante il controllo della temperatura per singolo ambiente.

### Sottosistema di emissione

Il sottosistema di emissione è costituito dalle unità interne dei singoli split.

Riepilogo caratteristiche sottosistema di emissione.

ZONA TERMICA LOCALI SPLIT		
Tipologia	Numero	Potenza ausiliari elettrici
[-]	[-]	[W]
SPLIT	11	440

#### 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]
Archivio dx PT	PC	5	200	1000	626
Uffici P1	PC	11	200	2200	1252
Uffici P1	Stampante	2	300	600	313
Uffici P2	PC	7	200	1400	1252
Uffici P2	Stufetta elettrica	7	1500	10500	626
Uffici P3	PC	16	200	3200	1252
Uffici P3	Stampante	2	300	600	313
Uffici P4	PC	15	200	3000	1252
Uffici P4	Stampante	6	50	300	313
Uffici P5	PC	13	200	2600	1252
Uffici P5	Stampante	3	50	150	313
Uffici P6	PC	4	200	800	1252
Locale ascensore	Ascensore	2	4,9	9,8	[-]
POMPE E AUSILIARI					
DESCRIZIONE	STATO DI CONSERVAZIONE	NUMERO	POTENZA NOMINALE [W]	POTENZA COMPLESSIVA [W]	
Pompa gemellare a velocità costante	Buono	1	87	87	
Fancoil	Pessimo	86	80	6880	

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.

#### 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 sesto sia negli uffici che nei corridoi e bagni.

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	<b>Non sono presenti ostruzioni importanti. Gli edifici circostanti di dimensioni minori ed è presente una torre gemella. Gli spazi circostanti sono costituiti da spazi aperti destinati a percorsi viari e parcheggio.</b>
TIPOLOGIA DI SERRAMENTI	<b>Le superfici trasparenti non sono trattate con pellicole e presentano chiusure oscuranti</b>
LIVELLO DI ILLUMINAMENTO MANTENUTO	<b>Secondo quanto riportato nelle norme, l'illuminamento mantenuto dev'essere: Uffici: medio Bagni: basso Corridoi: basso</b>
SISTEMI DI CONTROLLO	<b>Manuale (ON/OFF)</b>
APPARECCHI DI EMERGENZA	<b>SI</b>

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 sx PT	Neon	Sufficiente	18W*36+9*58W+3-22	18-58	1151
Archivio dx PT	Neon	Sufficiente	15*18W+32*36W	18-36	1422
Servizi PT	Neon	Sufficiente	5*36W+5*22W	22-36	290
Uffici P1	Neon	Sufficiente	34*36W+16*18W	18-36	1512
Corridoio P1	Neon	Pessimo	9	36	324
Servizi P1	Neon	Pessimo	6*22W+5*18W	18-22	222
Uffici P2	Neon	Sufficiente	6*36W+52*18W+2*20W	18-52	1192

LOCALI TERMICI	DESCRIZIONE	STATO DI CONSERVAZIONE	NUMERO	POTENZA UNITARIA	POTENZA COMPLESSIVA
				[W]	[W]
Corridoio P2	Neon	Pessimo	9	36	324
Servizi P2	Neon	Pessimo	3*22W+6*18W	18-22	174
Uffici P3	Neon	Sufficiente	33	36	1188
Corridoio P3	Neon	Pessimo	8	36	288
Servizi P3	Neon	Pessimo	10*18W+5*36W	18-36	360
Uffici P4	Neon	Sufficiente	33	36	1188
Corridoio P4	Neon	Pessimo	8	36	288
Servizi P4	Neon	Pessimo	8*18W+4*36W	18-36	288
Uffici P5	Neon	Sufficiente	68*18W+2*36W	18-36	1296
Corridoio P5	Neon	Pessimo	7*36W+2*18W	18-36	288
Servizi P5	Neon	Pessimo	7*22W+6*18W	18-22	262
Uffici P6	Neon	Sufficiente	68*18W+1*36W	18-36	1260
Corridoio P6	Neon	Pessimo	8	36	288
Corridoio 2 P6	Neon	Pessimo	4	18	72
Servizi P6	Neon	Pessimo	6	20	120
Servizi 2 P6	Neon	Pessimo	4	20	80

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:

$$W=W_L+W_P$$

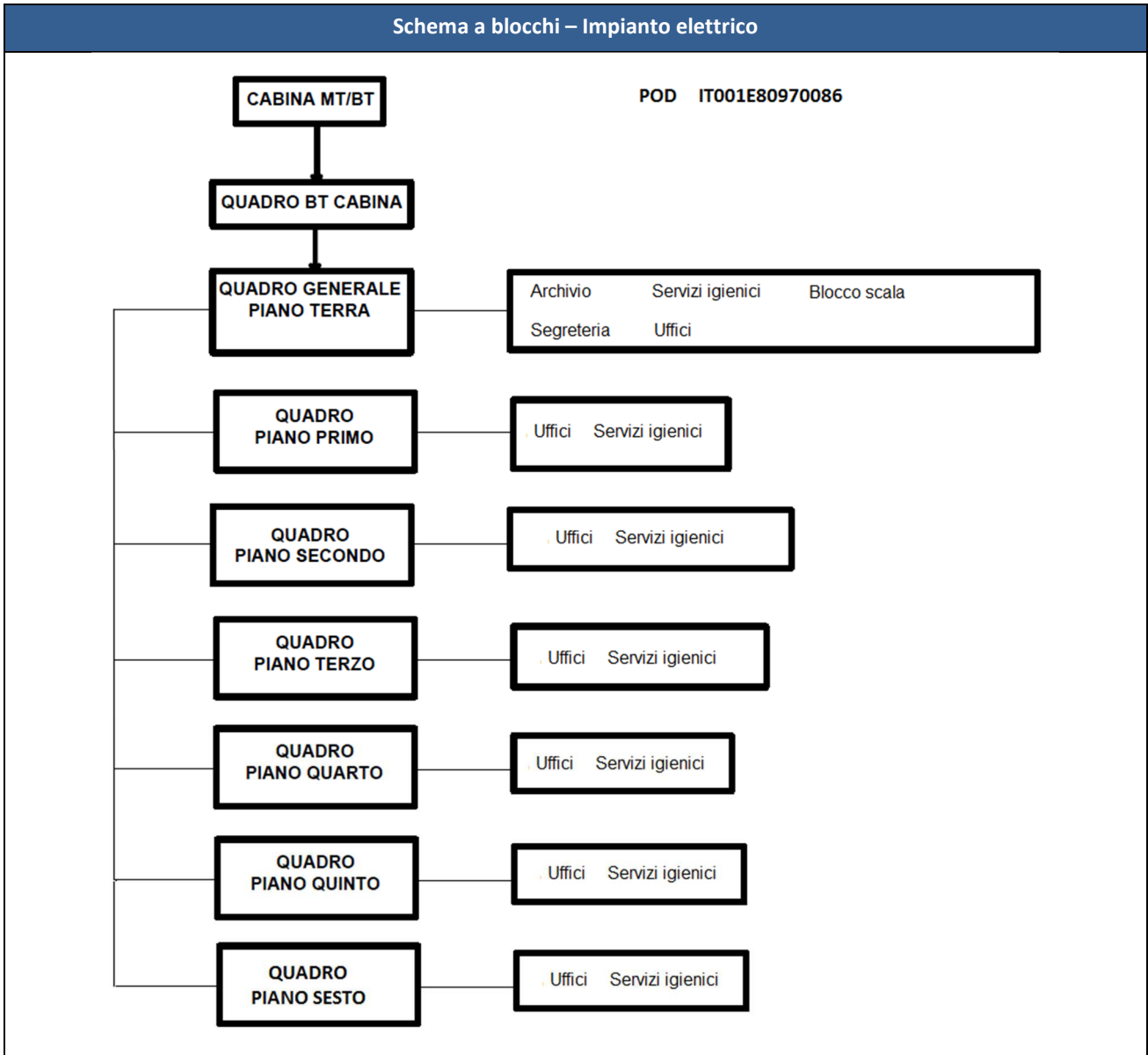
Dove:

$W_L$  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 **5.686 kWh** mentre  $W_P$  è pari a **3.623 kWh** per un totale di energia annuo pari a **9.309 kWh**

Schema a blocchi – Impianto elettrico



## 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

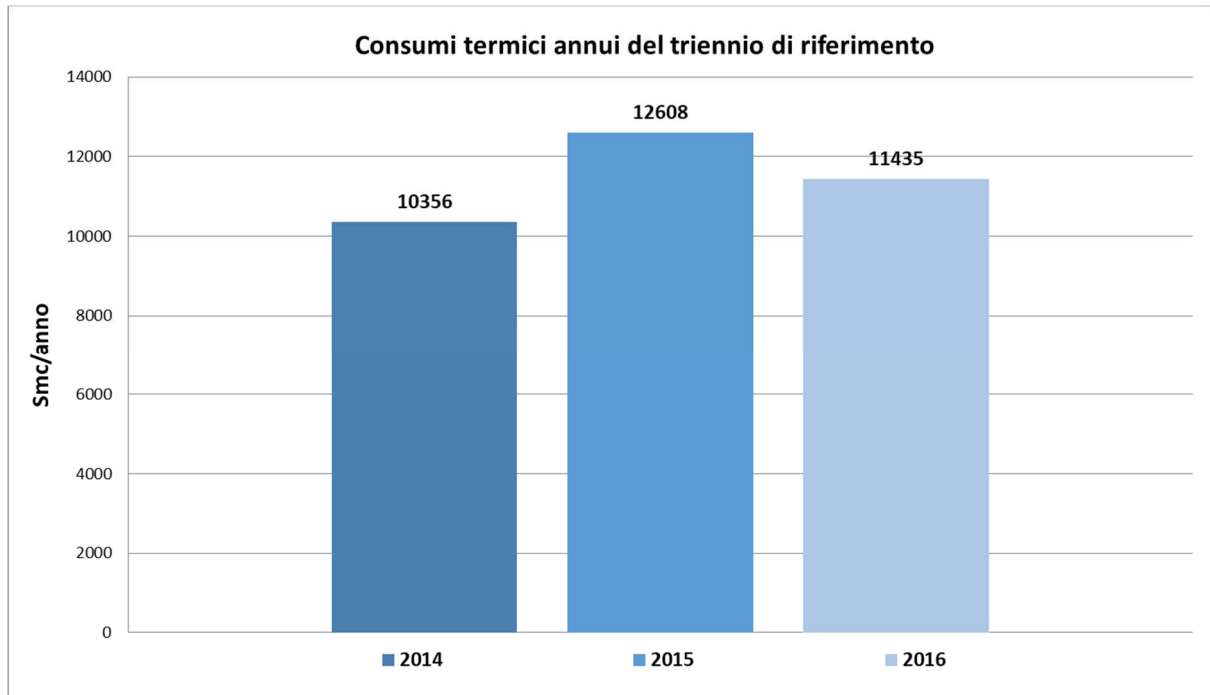
Il vettore termico utilizzato per la climatizzazione invernale della struttura è il Gas Metano.

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

L'analisi dei consumi storici di Gas metano è avvenuta sulla base dei dati di Sm<sup>3</sup> 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]
00352502692562	Riscaldamento	10.356	12.608	11.435	97.554	118.767	107.718





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 <sub>Reali</sub>	GG <sub>rif, da</sub> UNI 10349:2016	CONSUMO REALE.	CONSUMO REALE	CONSUMO NORMALIZZATO	CONSUMO ACS	CONSUMO ALTRO
			[Smc]	[Nmc]	[Nmc]	[Nmc]	[Nmc]
2014	1.025	1.034	10.356	12.608	9.892	-	-
2015	1.247	1.034	12.608	11.939	9.899	-	-
2016	1.131	1.034	11.435	9.899	9.899	-	-
<b>Media</b>	<b>1.134</b>	<b>1.034</b>	<b>11.466</b>	<b>11.482</b>	<b>9.897</b>	-	-

Il consumo normalizzato rispetto ai GG di normativa e utile alla validazione del modello di calcolo dell'edificio **Q<sub>validazione</sub>** risulta pari a **10.721 Nm<sup>3</sup>/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 <sub>Reali</sub>	GG <sub>Medi</sub>	CONSUMO REALE.	CONSUMO REALE MEDIO	CONSUMO REALE MEDIO NORMALIZZATO	CONSUMO REALE MEDIO NORMALIZZATO
			[Smc]	[Smc]	[Smc]	[kWh]
2014	1.025	1.134	10.356	<b>11.466</b>	<b>11.466</b>	<b>108.010</b>
2015	1.247		12.608			
2016	1.131		11.435			

Il consumo normalizzato rispetto ai GG medi delle tre annualità considerate **Q<sub>baseline</sub>** risulta pari a **108.010 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]
IT001E80969411		4.690	4.826	4.601	4.706	0,2
IT001E80970086		42.752	109.546	108.839	87.046	0,2
IT001E80888211		772	510	414	565	0,2
<b>TOTALE</b>		<b>48.214</b>	<b>114.882</b>	<b>113.854</b>	<b>92.317</b>	<b>0,2</b>

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

Si segnala che in seguito all'analisi dei consumi elettrici relativi al POD IT001E80970086 si sono riscontrate significative differenze tra i consumi annuali del triennio considerato.

Tali valori sono stati calcolati a partire dai dati di lettura forniti dalla società di distribuzione alla PA.

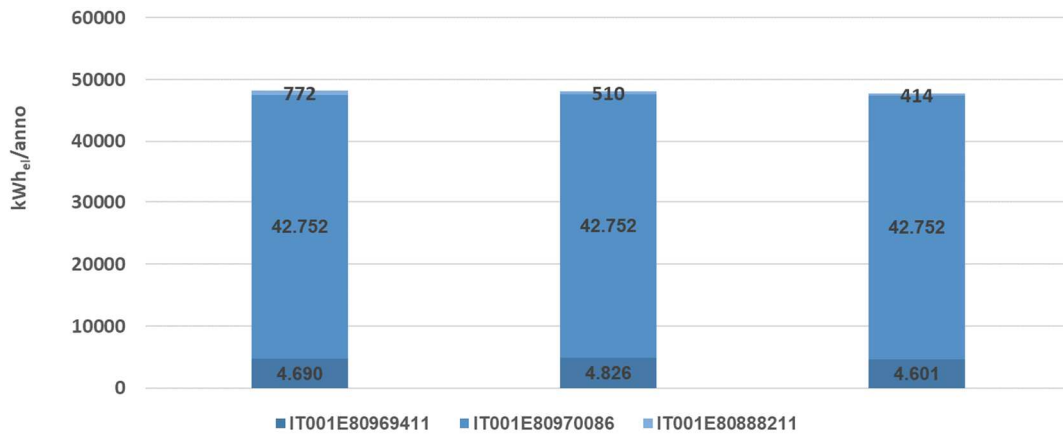
Uno scostamento così significativo potrebbe essere dovuto ad una errata trasmissione dei dati od all'incremento delle utenze elettriche servite dal contatore. A tal proposito si segnala che il numero di utenze elettriche presenti all'interno dell'edificio, rilevate durante il sopralluogo, è risultato piuttosto esiguo e non sufficiente a giustificare un consumo pari a quello calcolato negli anni 2015-2016.

Si invita pertanto la PA a verificare l'accuratezza dei dati trasmessi e, se necessario, procedere ad un'analisi delle utenze elettriche asservite al contatore in questione.

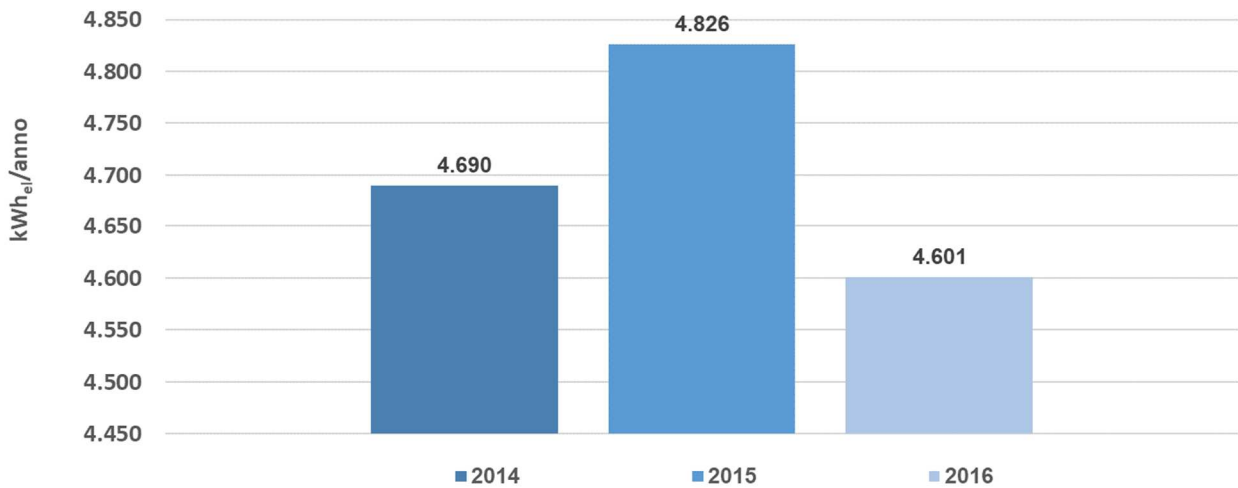
Ain seguito a queste valutazioni si è scelto di trascurare le due annualità relative agli anni 2015-2016, per cui la baseline sarà ricostruita con i seguenti consumi:

POD	ZONA SERVITA	2014	2015	2016	MEDIA	PREZZO UNITARIO*
		[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[€/kWh]
IT001E80969411		4.690	4.826	4.601	4.706	0,2
IT001E80970086		42.752	42.752	42.752	42.752	0,2
IT001E80888211		772	510	414	565	0,2
<b>TOTALE</b>		<b>48.214</b>	<b>5.336</b>	<b>5.015</b>	<b>48.023</b>	<b>0,2</b>

Consumi elettrici annui del triennio di riferimento



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.

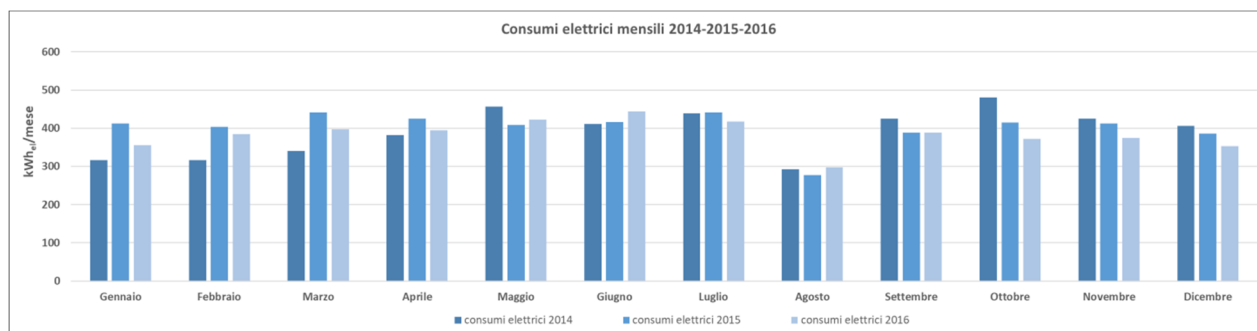
Si è pertanto definito un consumo **EEbaseline** pari a **48.023 kWh**, quello rilevato dall'Auditor nella fase di analisi dei dati di consumo.

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

POD: IT001E80969411	F1	F2	F3	TOTALE
Anno 2014	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gennaio	264	28	24	316
Febbraio	268	28	21	317
Marzo	288	26	26	340
Aprile	290	42	50	382
Maggio	303	74	79	456
Giugno	268	67	76	411
Luglio	286	75	78	439
Agosto	148	57	87	292
Settembre	257	74	94	425
Ottobre	285	83	113	481
Novembre	291	55	79	425
Dicembre	271	55	80	406
<b>Totale</b>	<b>3.219</b>	<b>664</b>	<b>807</b>	<b>4.690</b>
POD: IT001E80969411	F1	F2	F3	TOTALE
Anno 2015	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gennaio	275	61	76	412
Febbraio	283	56	64	403
Marzo	301	67	73	441
Aprile	280	68	77	425
Maggio	255	70	84	409
Giugno	257	72	87	416
Luglio	270	79	93	442
Agosto	134	51	92	277
Settembre	217	70	101	388
Ottobre	217	82	116	415
Novembre	224	73	115	412
Dicembre	258	48	80	386
<b>Totale</b>	<b>2.971</b>	<b>797</b>	<b>1.058</b>	<b>4.826</b>

POD: IT001E80969411	F1	F2	F3	TOTALE
Anno 2016	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gennaio	223	52	80	355
Febbraio	257	60	67	384
Marzo	255	67	75	397
Aprile	243	73	79	395
Maggio	252	77	93	422
Giugno	264	78	102	444
Luglio	229	78	111	418
Agosto	142	56	100	298
Settembre	203	66	119	388
Ottobre	177	68	127	372
Novembre	175	66	134	375
Dicembre	195	57	101	353
<b>Totale</b>	<b>2.615</b>	<b>798</b>	<b>1.188</b>	<b>4.601</b>

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

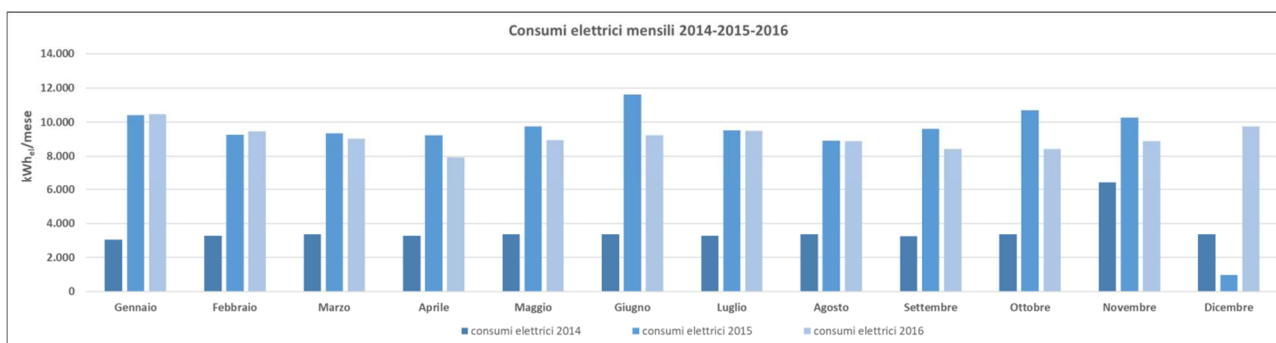


POD: IT001E80970086	F1	F2	F3	TOTALE
Anno 2014	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gennaio	179	134	2735	3048
Febbraio	192	143	2929	3264
Marzo	198	147	3028	3373

Aprile	192	143	2929	3264
Maggio	198	148	3028	3374
Giugno	198	147	3027	3372
Luglio	192	143	2929	3264
Agosto	198	148	3028	3374
Settembre	191	143	2929	3263
Ottobre	198	147	3027	3372
Novembre	0	0	6414	6414
Dicembre	0	0	3370	3370
<b>Totale</b>	<b>1.936</b>	<b>1.443</b>	<b>39.373</b>	<b>42.752</b>
<b>POD: IT001E80970086</b>	<b>F1</b>	<b>F2</b>	<b>F3</b>	<b>TOTALE</b>
<b>Anno 2015</b>	<b>[kWh]</b>	<b>[kWh]</b>	<b>[kWh]</b>	<b>[kWh]</b>
Gennaio	4919	1703	3793	10.415
Febbraio	4478	1731	3041	9.250
Marzo	4441	1889	3000	9.330
Aprile	4469	1769	2994	9.232
Maggio	3950	1940	3846	9.736
Giugno	5387	2300	3915	11.602
Luglio	4178	1893	3453	9.524
Agosto	3829	1775	3317	8.921
Settembre	4753	1564	3295	9.612
Ottobre	5627	1827	3238	10.692
Novembre	5752	1683	2822	10.257
Dicembre	543	159	273	975
<b>Totale</b>	<b>52.326</b>	<b>20.233</b>	<b>36.987</b>	<b>109.546</b>
<b>POD: IT001E80970086</b>	<b>F1</b>	<b>F2</b>	<b>F3</b>	<b>TOTALE</b>
<b>Anno 2016</b>	<b>[kWh]</b>	<b>[kWh]</b>	<b>[kWh]</b>	<b>[kWh]</b>
Gennaio	5138	1782	3538	10458
Febbraio	4951	1694	2799	9444
Marzo	4674	1579	2764	9017
Aprile	3572	1601	2748	7921
Maggio	4223	1695	3036	8954
Giugno	4190	1797	3234	9221

Luglio	4600	1806	3083	9489
Agosto	4157	1649	3064	8870
Settembre	4257	1549	2620	8426
Ottobre	3958	1637	2830	8425
Novembre	4756	1476	2647	8879
Dicembre	5350	1564	2821	9735
<b>Totale</b>	<b>53.826</b>	<b>19.829</b>	<b>35.184</b>	<b>108.839</b>

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



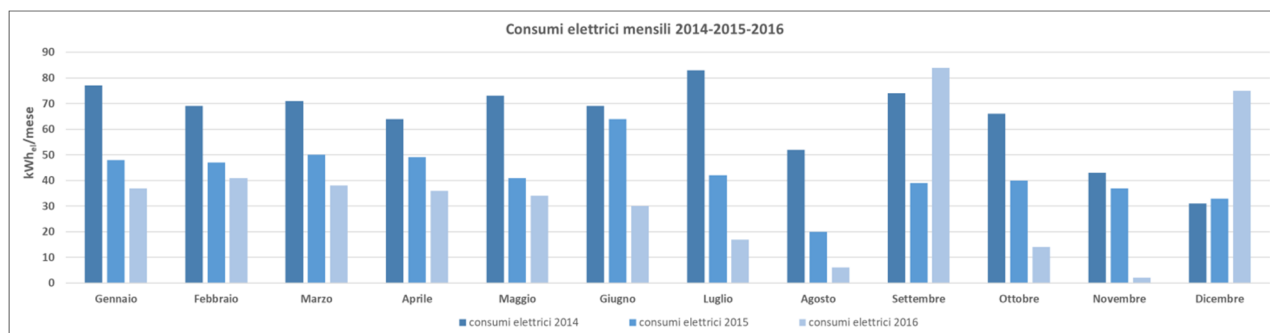
POD: IT001E80888211	F1	F2	F3	TOTALE
Anno 2014	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gennaio	58	6	13	77
Febbraio	55	5	9	69
Marzo	55	6	10	71
Aprile	49	5	10	64
Maggio	55	7	11	73
Giugno	55	5	9	69
Luglio	62	8	13	83
Agosto	29	7	16	52
Settembre	52	8	14	74



Ottobre	53	5	8	66
Novembre	34	3	6	43
Dicembre	22	3	6	31
<b>Totale</b>	<b>579</b>	<b>68</b>	<b>125</b>	<b>772</b>
<b>POD: IT001E80888211</b>	<b>F1</b>	<b>F2</b>	<b>F3</b>	<b>TOTALE</b>
<b>Anno 2015</b>	<b>[kWh]</b>	<b>[kWh]</b>	<b>[kWh]</b>	<b>[kWh]</b>
Gennaio	38	3	7	48
Febbraio	39	3	5	47
Marzo	40	4	6	50
Aprile	39	3	7	49
Maggio	32	3	6	41
Giugno	42	5	17	64
Luglio	32	4	6	42
Agosto	11	3	6	20
Settembre	30	3	6	39
Ottobre	29	6	5	40
Novembre	27	4	6	37
Dicembre	23	3	7	33
<b>Totale</b>	<b>382</b>	<b>44</b>	<b>84</b>	<b>510</b>
<b>POD: IT001E80888211</b>	<b>F1</b>	<b>F2</b>	<b>F3</b>	<b>TOTALE</b>
<b>Anno 2016</b>	<b>[kWh]</b>	<b>[kWh]</b>	<b>[kWh]</b>	<b>[kWh]</b>
Gennaio	27	4	6	37
Febbraio	32	3	6	41
Marzo	28	4	6	38
Aprile	25	5	6	36
Maggio	17	5	12	34
Giugno	10	8	12	30
Luglio	11	2	4	17
Agosto	4	1	1	6
Settembre	36	17	31	84
Ottobre	7	3	4	14
Novembre	2	0	0	2
Dicembre	24	16	35	75

<b>Totale</b>	<b>223</b>	<b>68</b>	<b>123</b>	<b>414</b>
---------------	------------	-----------	------------	------------

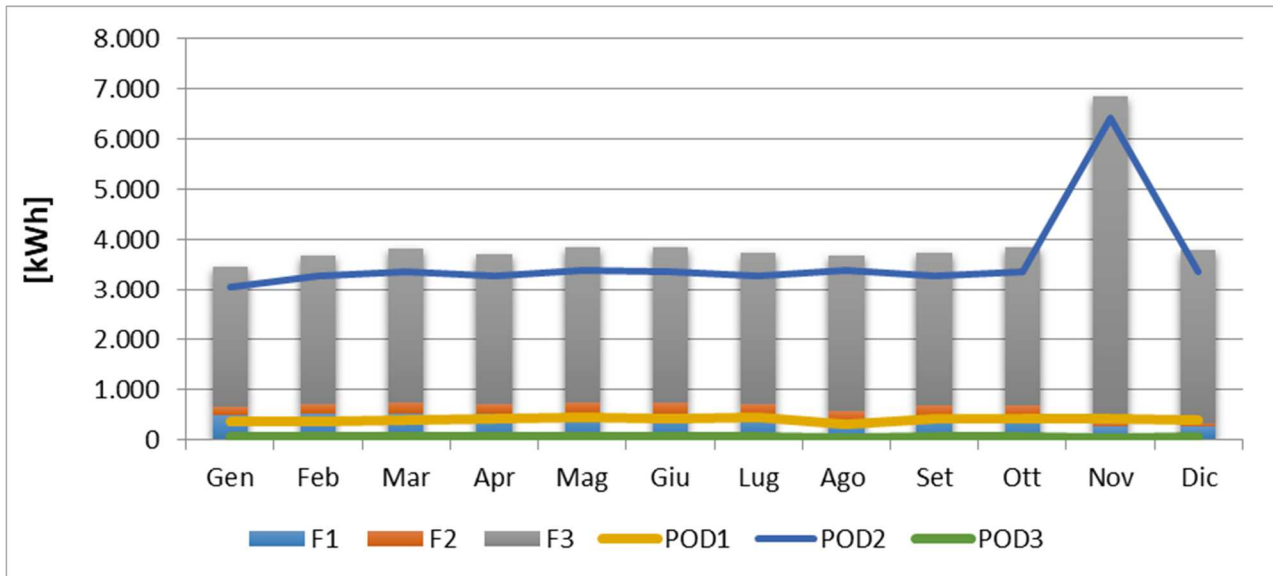
Si riporta di seguito l'andamento dei consumi elettrici mensili per il triennio di riferimento.



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.

<b>BASELINE</b>	<b>F1</b>	<b>F2</b>	<b>F3</b>	<b>TOTALE</b>
	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Gennaio	474	185	2804	3463
Febbraio	503	195	2986	3684
Marzo	520	205	3093	3819
Aprile	501	208	3005	3714
Maggio	503	227	3123	3852
Giugno	497	225	3128	3850
Luglio	489	225	3031	3744
Agosto	354	206	3129	3689
Settembre	456	222	3051	3729
Ottobre	454	229	3151	3835
Novembre	251	67	6527	6845
Dicembre	264	61	3473	3798
<b>Totale</b>	<b>5.266</b>	<b>2.256</b>	<b>40.501</b>	<b>48.023</b>

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



Dal grafico si evince che i maggiori consumi si hanno per il POD2 e per il quale la fascia F3 è quella dominante. Tale andamento non è coerente con l'utilizzo della struttura. Complessivamente i consumi sono costanti per tutti i mesi, l'unica singolarità è nel mese di Novembre.

### 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 <sub>2</sub> /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 <sub>2</sub> /MWh]	[tCO <sub>2</sub> ]
Gas naturale	108.010	0,202	21,8
Energia elettrica	48.023	0,467	22,4

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 <sub>P,ren</sub>	F <sub>P,ren</sub>	F <sub>P,tot</sub>
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	2.106	m <sup>2</sup>
FATTORE 2	Volume netto complessivo (aree interne riscaldate)	5.930	m <sup>3</sup>
FATTORE 3	Volume lordo complessivo (aree interne riscaldate e non riscaldate)	8.861	m <sup>3</sup>

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 <sup>2</sup> ]	[kWh/m <sup>2</sup> ]	[kWh/m <sup>3</sup> ]	[kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ]	[kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ]	[kg CO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup> ]
Gas naturale	108.010	113.411	54	19	13	10	4	2
Energia elettrica	48.023	116.216	55	20	13	11	4	3
<b>TOTALE</b>		<b>229.627</b>	<b>109</b>	<b>39</b>	<b>26</b>	<b>21</b>	<b>7</b>	<b>5</b>

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 <sup>2</sup> ]	[kWh/m <sup>2</sup> ]	[kWh/m <sup>3</sup> ]	[kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ]	[kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ]	[kg CO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup> ]
Gas naturale	108.010	113.411	54	19	13	10	4	2

Energia elettrica	48.023	93.645	44	16	11	11	4	3
<b>TOTALE</b>		<b>207.056</b>	<b>98</b>	<b>35</b>	<b>23</b>	<b>21</b>	<b>7</b>	<b>5</b>

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/m<sup>2</sup>.

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 <sup>2</sup> ]	[kWh/ m <sup>2</sup> ]	[kWh/ m <sup>2</sup> ]	[kWh/anno]
2.106	23	20	5.903

Da questa analisi risulta un potenziale di risparmio energetico pari a 5.903 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 Operativo per la Meteorologia Servizio Documentazione e Gestione dell'Informazione dell'Aeronautica Militare Italiana (COMET) di Capo di Chino (40° 53'N 14° 17'E Altitudine 72 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:

**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  $Q_{\text{teorico}}$  ottenuto da modello.

VALIDAZIONE DEL MODELLO TERMICO			
Stagione termica	Consumi REALI normalizzati rispetto ai GG <sub>rif</sub> $Q_{\text{validazione}}$ [Nm <sup>3</sup> ]	Consumo CALCOLATO $Q_{\text{teorico}}$ [Nm <sup>3</sup> ]	Congruità (%)
2014	9.892	10.231	3,27%
2015	9.899		
2016	9.899		
<b>Consumo medio</b>	<b>9.897</b>	<b>10.231</b>	<b>3,27%</b>

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 ( $EE_{\text{baseline}}$ ) ed il fabbisogno teorico ( $EE_{\text{teorico}}$ ) derivante dalla modellazione energetica.

VALIDAZIONE DEL MODELLO ELETTRICO			
Anno	$EE_{\text{baseline}}$ [kWh/anno]	$EE_{\text{teorico}}$ [kWh/anno]	Congruità [%]
2014	48.214	48.390	0,76%
2015	48.088		
2016	47.767		
<b>Consumo medio</b>	<b>48.023</b>	<b>48.390</b>	<b>0,76%</b>

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



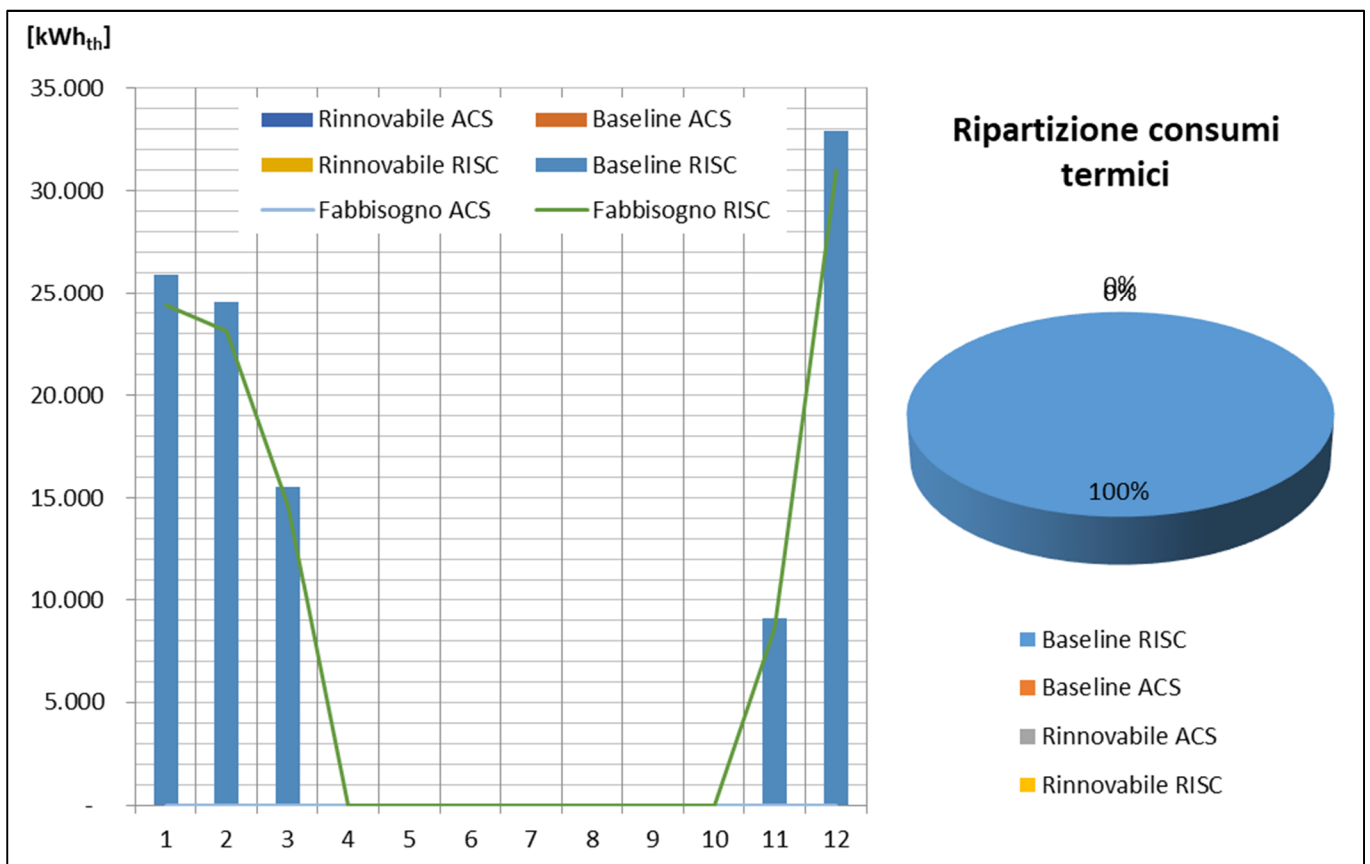
## 6.2 Fabbisogni energetici e profili annuali

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

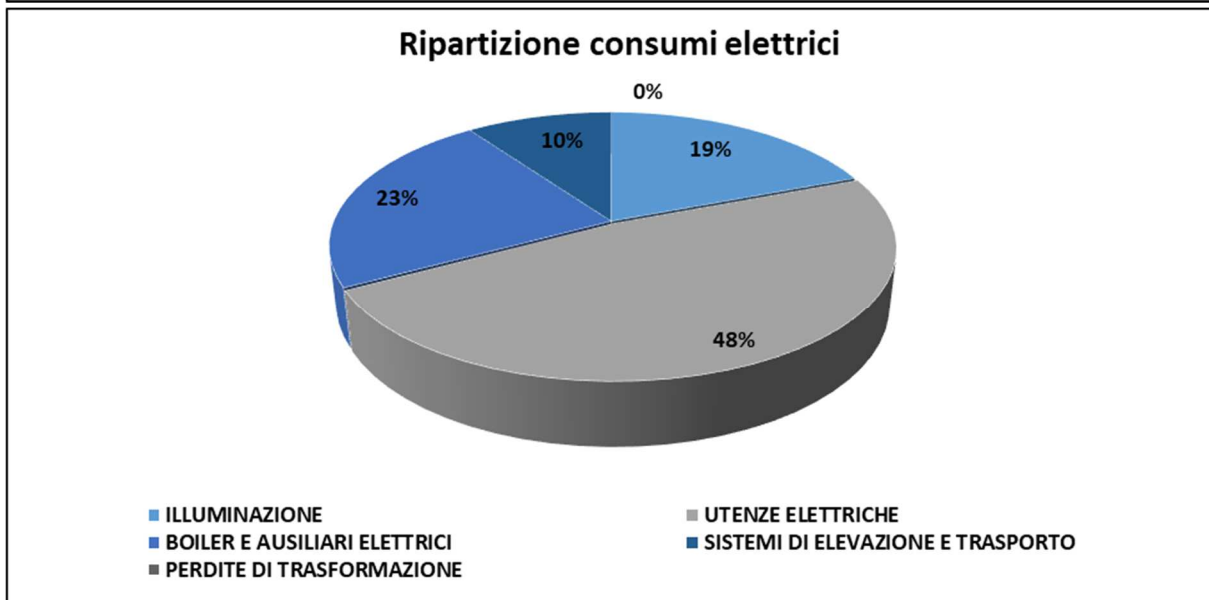
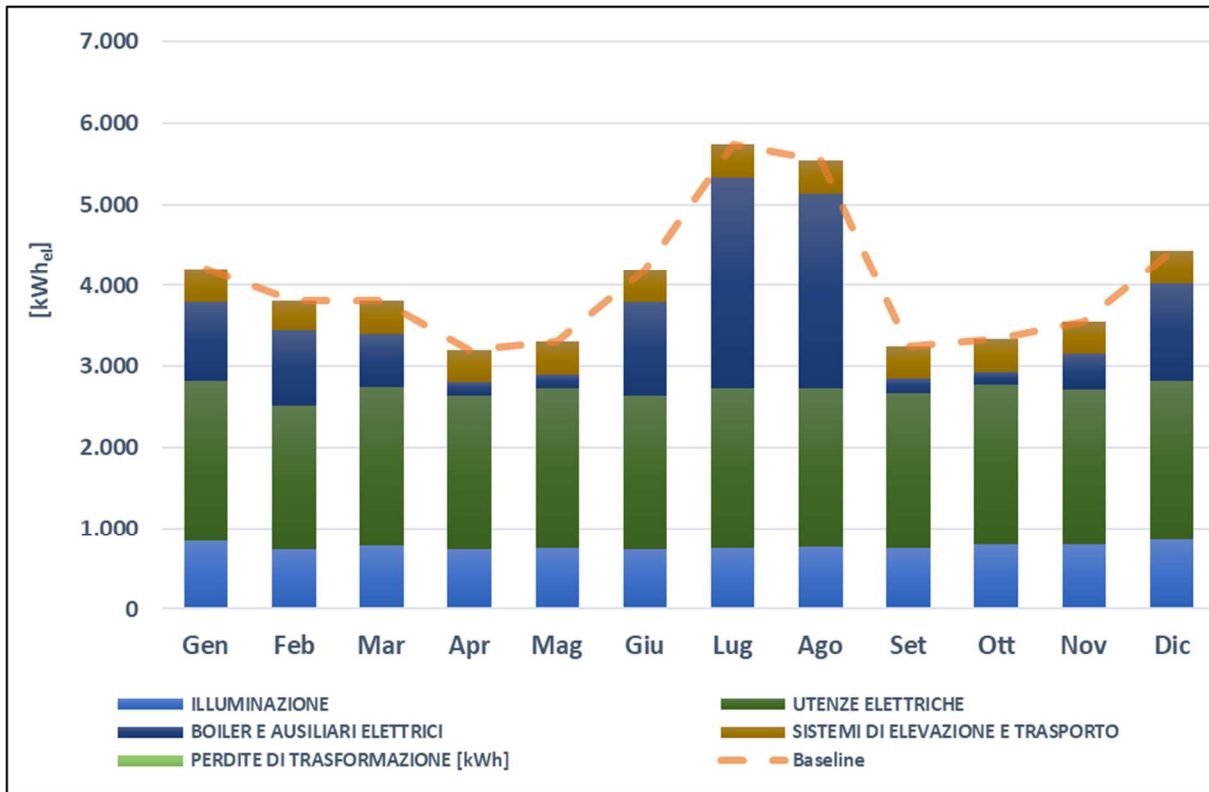
La creazione di un modello energetico consente di effettuare una più corretta ripartizione dei consumi energetici in funzione dei diversi utilizzi.

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.

## 7 ANALISI DEI COSTI PRE-INTERVENTO

### 7.1 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 <sub>Q</sub>	0,078	[€/kWh]
Costo unitario dell'energia elettrica	Valore ipotizzato	Cu <sub>EE</sub>	0,20	[€/kWh]

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

### 7.2 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	97.554	0,078	7.609	48.214	0,2	9.643	17.252
2015	118.767	0,078	9.264	48.088	0,2	9.618	18.881
2016	107.718	0,078	8.402	47.767	0,2	9.553	17.955
<b>Media</b>	<b>108.013</b>	<b>0,078</b>	<b>8.425</b>	<b>48.023</b>	<b>0,2</b>	<b>9.605</b>	<b>18.030</b>

### 7.3 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 8.318 € mentre quella straordinaria è di 2.211 €. 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.

#### 7.4 Baseline dei costi

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

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

Per la componente energetica vale la seguente formula:

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

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

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

Ne risulta quindi un  $C_E$  pari a **18.024 €** e un  $C_{baseline}$  pari a **35.051 €**.

## 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 CO<sub>2</sub>

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	<b>Convenienza:</b>
	(B)=Bassa (M)=Media (A)=Alta
	<b>Priorità:</b>
	(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 sotto tegola	NO	Risulta già eseguito recentemente un intervento di isolamento con poliuretano tra lamiere a seguito della bonifica dell'amianto						
	Isolamento intradosso con controsoffitto isolato	NO	Risulta già eseguito recentemente un intervento di isolamento con poliuretano tra lamiere a seguito della bonifica dell'amianto						

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	Risulta già eseguito recentemente un intervento di isolamento con poliuretano tra lamiere a seguito della bonifica dell'amianto						
	Controsoffitto isolato	SI	Possibili condense/interferenze con impianti esistenti						
<b>Copertura Piana</b>	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	Forte presenza di umidità/ininfluente ai fini dell'efficientamento						
<b>Solaio Cantine</b>	Isolamento intradosso con intonaco isolante	NO	Assenza di livello interrato						
	Isolamento intradosso con isolamento a lastre	NO	Assenza di livello interrato						
<b>Muratura Esterna</b>	Isolamento all'esterno a cappotto	SI	Assenza di isolamento adeguato						
	Isolamento all'esterno con parete ventilata	NO	Assenza di isolamento/costi elevati						
	Isolamento all'esterno con intonaco isolante	SI	Ininfluente ai fini dell'efficientamento						
	Isolamento in cassa vuota con materiale sfuso	NO	Assenza intercapedine						
	Isolamento all'interno controparte isolata	SI	Possibili condense/Riduzione spazi interni						

OTTIMIZZAZIONE DEL SISTEMA EDIFICIO-IMPIANTO									
Intervento	Tecnologia adottata	Fattibilità tecnica	Motivo	Convenienza			Priorità		
				B	M	A	B	M	A
	Isolamento all'interno intonaco isolante	SI	Ininfluente ai fini dell'efficientamento						
<b>Serramenti</b>	Sostituzione serramento	SI	Infissi vetusti						
	Posa vetrocamera	NO	Telai a sezione limitata per ospitare vetrocamera						
	Sostituzione serramento su telaio esistente	SI	Infissi vetusti						
	Isolamento cassonetto	SI	Ininfluente ai fini dell'efficientamento						
<b>Sistemi di schermatura e/o ombreggiamento</b>	Installazione tende tecniche	SI	Scarsi benefici energetici						
	Installazione schermature solari esterne regolabili (mobili)	NO	Scarsi benefici energetici/eccessivo costo						
	Applicazioni pellicole a controllo solare	SI	Scarsi benefici energetici						
	Installazione meccanismi automatici di regolazione e controllo	SI	Ininfluente ai fini dell'efficientamento						
<b>Rete di Distribuzione</b>	Coibentazioni tubazioni	NO	Tubazioni già isolate efficacemente						
	Modifica circuito di distribuzione	NO	Non necessario						
	Creazione di un circuito autonomo	NO	Non necessario						
<b>Terminali di emissione</b>	Sostituzione terminali di emissione	SI	Terminali di emissione ormai obsoleti e malfunzionanti						
	Installazione valvole termostatiche	SI	Possibilità di risparmio energetico						
<b>Sistemi efficienti di illuminazione</b>	Installazione di lampade a LED	SI	Presenza di lampade poco efficienti						

OTTIMIZZAZIONE DEL SISTEMA EDIFICIO-IMPIANTO									
Intervento	Tecnologia adottata	Fattibilità tecnica	Motivo	Convenienza			Priorità		
				B	M	A	B	M	A
	Installazione sensori di rilevamento presenza	SI	Necessari in quanto assenti						
<b>Sistemi di building automation</b>	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
<b>Centrale Termica</b>	Sostituzione generatore/i di calore	SI	Intervento necessario in quanto generatore presente ormai obsoleto						
	Sostituzione bruciatore/i	SI	Intervento necessario in quanto bruciatore presente ormai obsoleto						
	Installazione generatore autonomo acqua calda	NO	Già presenti						
	Sostituzione sistema di regolazione	NO	Già presente						
	Coibentazione tubazioni e collettori	NO	Già presente						
	Coibentazioni serbatoi di accumulo	NO	Accumulo non presente						
<b>Sistemi di climatizzazione estiva</b>	Sostituzione macchine frigorifere	NO	Sistema non presente						
	Efficientamento sistema di distribuzione	NO	Sistema non presente						
<b>Sistemi di ventilazione meccanica controllata</b>	Installazione di sistemi di ventilazione meccanica controllata	SI	Scarsi benefici energetici						



MIGLIORAMENTO DELL'EFFICIENZA DEI SISTEMI DI PRODUZIONE DI ENERGIA									
Intervento	Tecnologia adottata	Fattibilità tecnica	Motivo	Convenienza			Priorità		
				B	M	A	B	M	A
	Efficientamento sistemi di ventilazione meccanica controllata	NO	Sistema non presente						

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

- EEM 1: Coibentazione pareti perimetrali
- EEM2: Coibentazione della copertura
- EEM 3: Coibentazione della copertura con verde estensivo
- EEM 4: Coibentazione pavimento su esterno con cappotto termico
- EEM 5: Sostituzione infissi
- EEM 6: Utilizzo di pellicole solari
- EEM 7: Efficientamento del sistema di illuminazione - sostituzione lampade esistenti con LED
- EEM 8: Realizzazione di sistemi di Building Automation
- EEM 9: Efficientamento impianto di climatizzazione invernale – sostituzione generatore di calore con caldaia a condensazione
- EEM 10: Efficientamento impianto di riscaldamento e raffrescamento – installazione di PdC
- EEM 11: Utilizzo di generazione da fonti rinnovabili – installazione di impianto FV

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
EEM 1: Coibentazione pareti perimetrali	vincoli non presenti		
EEM2: Coibentazione della copertura	vincoli non presenti		
EEM 3: Coibentazione della copertura con verde estensivo	vincoli non presenti		
EEM 4: Coibentazione pavimento su esterno con cappotto termico	vincoli non presenti		
EEM 5: Sostituzione infissi	vincoli non presenti		
EEM 6: Utilizzo di pellicole solari	vincoli non presenti		
EEM 7: Efficientamento del sistema di illuminazione - sostituzione lampade esistenti con	vincoli non presenti		
EEM 8: Realizzazione di sistemi di Building Automation	vincoli non presenti		
EEM 9: Efficientamento impianto di climatizzazione invernale – sostituzione generatore di calore con caldaia a condensazione	vincoli non presenti		
EEM 10: Efficientamento impianto di riscaldamento e raffrescamento – installazione di PdC	vincoli non presenti		
EEM 11: Utilizzo di generazione da fonti rinnovabili – installazione di impianto FV	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 CO<sub>2</sub> e di fornitura di energia (C<sub>E</sub>) per i vettori energetici impiegati. Per ultimo sarà computato il costo della manutenzione ordinaria (C<sub>MO</sub>) e straordinaria (C<sub>MS</sub>) fornito dalla stazione appaltante. Tali costi sono indispensabili per una corretta valutazione economica.

### 8.1.1 Involucro edilizio

#### 8.1.1.1 Coibentazione pareti esterne con cappotto termico

##### Fattibilità tecnica

La misura prevede di coibentare tutte le pareti dell'edificio mediante la posa del cappotto termico in polistirene EPS grigio con grafite (sp=10 cm). Nello specifico sarà opportuno verificare la staticità dei pannelli in cls attualmente presenti in tutte le facciate prima di procedere con la posa del cappotto termico sulla muratura esistente. L'efficientamento delle pareti 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 adiacenti.

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

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

##### Descrizione dei lavori

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

Durante la posa dovranno essere rispettate alcune condizioni minime:

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

Le fasi di posa prevedono:

- FASE 1 Partenza con realizzazione della zoccolatura
- FASE 2 stesura del collante

- FASE 3 posa del pannello isolante
- FASE 4 tassellatura
- FASE 5 esecuzione spigoli ed angoli
- FASE 6 rasatura con rete

#### **Riduzione costi di manutenzione**

La riduzione dei costi sulla manutenzione ordinaria e straordinaria dovuti alla realizzazione degli interventi di coibentazione delle pareti esterne con cappotto esterno 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 delle pareti esterne con cappotto esterno eviterà negli anni successivi gli interventi di manutenzione quali ripristini intonaci, ripristini rivestimenti (piastrelle) risanamenti murari e tinteggiature .

#### **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.

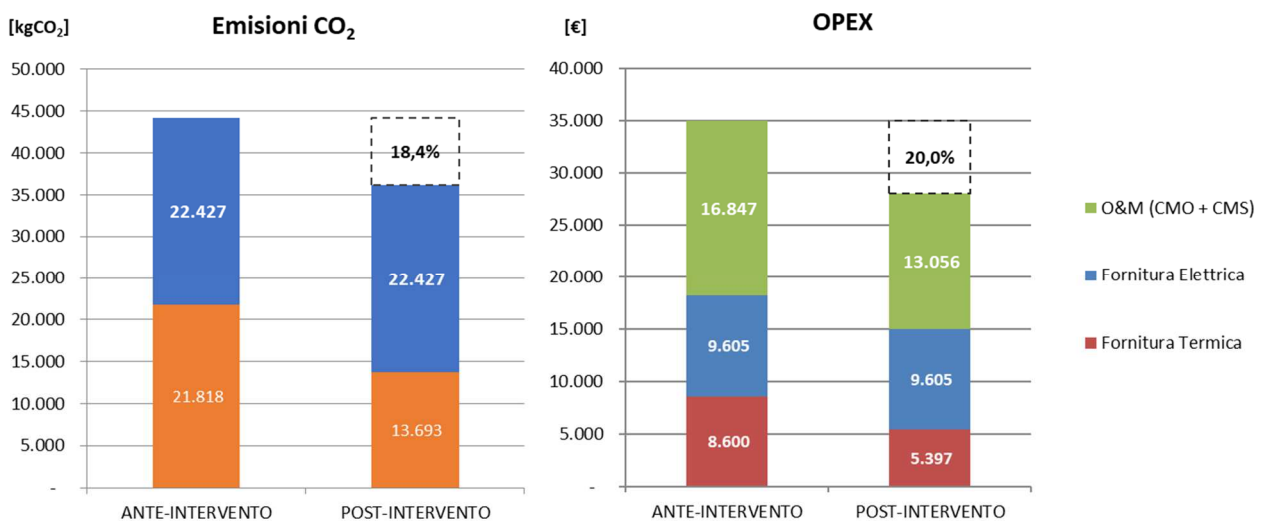
La realizzazione dell'intervento di coibentazione delle pareti esterne con cappotto esterno riducendo sia i costi energetici sia i costi di manutenzione consentirà di ridurre anche il valore complessivo rappresentato dall'OPEX.

#### **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 termico di superfici opache delimitanti il volume climatizzato". 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  $0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Si rinvia al paragrafo 9.1 l'identificazione dei massimali ed il calcolo dell'incentivo. Si rimandano alle pagine successive le tabelle delle caratteristiche prestazionali della nuova stratigrafia.

**Prestazioni raggiungibili**

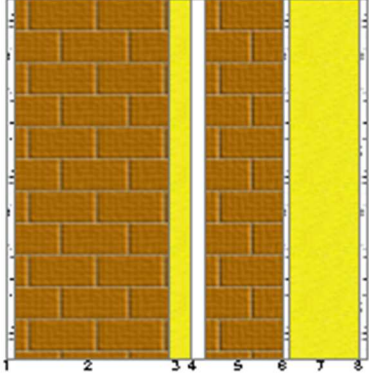
CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
Q <sub>teorico</sub>	[kWh]	101.696	63.825	<b>37,2%</b>
EE <sub>teorico</sub>	[kWh]	48.390	48.390	<b>0,0%</b>
Q <sub>baseline</sub>	[kWh]	108.010	67.787	<b>37,2%</b>
EE <sub>Baseline</sub>	[kWh]	48.023	48.023	<b>0,0%</b>
Emiss. CO <sub>2</sub> Termico	[kgCO <sub>2</sub> ]	21.818	13.693	<b>37,2%</b>
Emiss. CO <sub>2</sub> Elettrico	[kgCO <sub>2</sub> ]	22.427	22.427	<b>0,0%</b>
<b>Emiss. CO<sub>2</sub> TOT</b>	<b>[kgCO<sub>2</sub>]</b>	<b>44.245</b>	<b>36.120</b>	<b>18,4%</b>
Fornitura Termica, C <sub>Q</sub>	[€]	8.600	5.397	<b>37,2%</b>
Fornitura Elettrica, C <sub>EE</sub>	[€]	9.605	9.605	<b>0,0%</b>
<b>Fornitura Energia, C<sub>E</sub></b>	<b>[€]</b>	<b>18.204</b>	<b>15.002</b>	<b>17,6%</b>
C <sub>MO</sub>	[€]	8.318	8.318	<b>0,0%</b>
C <sub>MO_E</sub>	[€]	2.260	904	<b>60,0%</b>
C <sub>MS_I</sub>	[€]	2.211	2.211	<b>0,0%</b>
C <sub>MS_E</sub>	[€]	4.058	1.623	<b>60,0%</b>
O&M (C <sub>MO</sub> + C <sub>MS</sub> )	[€]	<b>16.847</b>	<b>13.056</b>	<b>22,5%</b>
OPEX	[€]	<b>35.051</b>	<b>28.058</b>	<b>20,0%</b>
Classe energetica	[-]	D	D	0 classe



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

**Descrizione della struttura:** *Muro esterno paramano*

**Codice:** *M1*

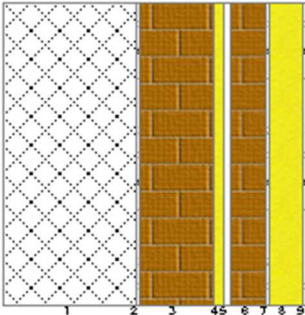
Trasmittanza termica	<b>0,203</b>	W/m <sup>2</sup> K	
Spessore	<b>510</b>	mm	
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>2,0</b>	°C	
Permeanza	<b>33,058</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa	
Massa superficiale (con intonaci)	<b>443</b>	kg/m <sup>2</sup>	
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>399</b>	kg/m <sup>2</sup>	
Trasmittanza periodica	<b>0,003</b>	W/m <sup>2</sup> K	
Fattore attenuazione	<b>0,017</b>	-	
Sfasamento onda termica	<b>-16,6</b>	h	

**Stratigrafia:**

N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	Intonaco di cemento e sabbia	<b>10,00</b>
2	Muratura in laterizio pareti esterne (um. 1.5%)	<b>220,00</b>
3	Pannello in lana di vetro	<b>30,00</b>
4	Intercapedine non ventilata Av<500 mm <sup>2</sup> /m	<b>20,00</b>
5	Muratura in laterizio pareti esterne (um. 1.5%)	<b>110,00</b>
6	Intonaco plastico per cappotto	<b>10,00</b>
7	*Polistirene (EPS grigio con grafite)	<b>100,00</b>
8	Intonaco plastico per cappotto	<b>10,00</b>
-	Resistenza superficiale esterna	-

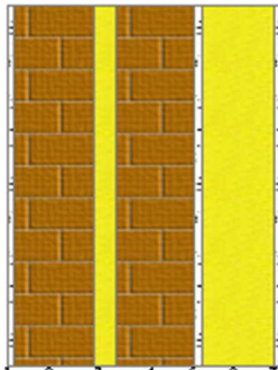
**Descrizione della struttura:** *Muro esterno paramano con PIL*

**Codice:** *M2*

Trasmittanza termica	<b>0,196</b>	W/m <sup>2</sup> K	
Spessore	<b>910</b>	mm	
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>2,0</b>	°C	
Permeanza	<b>3,445</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa	
Massa superficiale (con intonaci)	<b>1363</b>	kg/m <sup>2</sup>	
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>1319</b>	kg/m <sup>2</sup>	
Trasmittanza periodica	<b>0,000</b>	W/m <sup>2</sup> K	
Fattore attenuazione	<b>0,001</b>	-	
Sfasamento onda termica	<b>-2,5</b>	h	

**Stratigrafia:**

N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	C.I.s. armato (1% acciaio)	400,00
2	Intonaco di cemento e sabbia	10,00
3	Muratura in laterizio pareti esterne (um. 1.5%)	220,00
4	Pannello in lana di vetro	30,00
5	Intercapedine non ventilata Av<500 mm <sup>2</sup> /m	20,00
6	Muratura in laterizio pareti esterne (um. 1.5%)	110,00
7	Intonaco plastico per cappotto	10,00
8	*Polistirene (EPS grigio con grafite)	100,00
9	Intonaco plastico per cappotto	10,00
-	Resistenza superficiale esterna	-

Descrizione della struttura: <i>Muro esterno pannello</i>			Codice: <i>M3</i>
Trasmittanza termica	<b>0,220</b>	W/m <sup>2</sup> K	
Spessore	<b>380</b>	mm	
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>2,0</b>	°C	
Permeanza	<b>37,951</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa	
Massa superficiale (con intonaci)	<b>311</b>	kg/m <sup>2</sup>	
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>267</b>	kg/m <sup>2</sup>	
Trasmittanza periodica	<b>0,011</b>	W/m <sup>2</sup> K	
Fattore attenuazione	<b>0,051</b>	-	
Sfasamento onda termica	<b>-12,8</b>	h	

**Stratigrafia:**

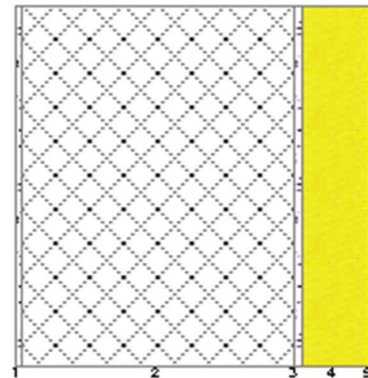
N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	Intonaco di cemento e sabbia	10,00
2	Muratura in laterizio pareti esterne (um. 1.5%)	110,00
3	Pannello in lana di vetro	30,00
4	Muratura in laterizio pareti esterne (um. 1.5%)	110,00
5	Intonaco plastico per cappotto	10,00
6	*Polistirene (EPS grigio con grafite)	100,00
7	Intonaco plastico per cappotto	10,00
-	Resistenza superficiale esterna	-



Descrizione della struttura: **Muro esterno pannello con PIL**

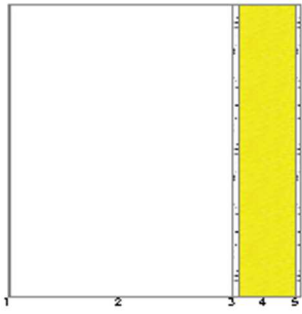
Codice: **M4**

Trasmittanza termica	<b>0,290</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>530</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>2,0</b>	°C
Permeanza	<b>3,591</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>966</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>922</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,015</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,052</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-12,3</b>	h



**Stratigrafia:**

N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	Intonaco di cemento e sabbia	<b>10,00</b>
2	C.I.s. armato (1% acciaio)	<b>400,00</b>
3	Intonaco plastico per cappotto	<b>10,00</b>
4	*Polistirene (EPS grigio con grafite)	<b>100,00</b>
5	Intonaco plastico per cappotto	<b>10,00</b>
-	Resistenza superficiale esterna	-

Descrizione della struttura: <i>Cassonetto</i>			Codice: <i>M5</i>
Trasmittanza termica	<b>0,319</b>	W/m <sup>2</sup> K	
Spessore	<b>512</b>	mm	
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>2,0</b>	°C	
Permeanza	<b>0,010</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa	
Massa superficiale (con intonaci)	<b>33</b>	kg/m <sup>2</sup>	
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>7</b>	kg/m <sup>2</sup>	
Trasmittanza periodica	<b>0,290</b>	W/m <sup>2</sup> K	
Fattore attenuazione	<b>0,909</b>	-	
Sfasamento onda termica	<b>-1,4</b>	h	

**Stratigrafia:**

N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	Alluminio	<b>2,00</b>
2	Intercapedine debolmente ventilata Av=600 mm <sup>2</sup> /m	<b>390,00</b>
3	Intonaco plastico per cappotto	<b>10,00</b>
4	*Polistirene (EPS grigio con grafite)	<b>100,00</b>
5	Intonaco plastico per cappotto	<b>10,00</b>
-	Resistenza superficiale esterna	-

### 8.1.1.2 *Coibentazione della copertura piana calpestabile*

#### **Fattibilità tecnica**

La misura prevede di coibentare la copertura dell'archivio 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 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.

#### **Riduzione costi di manutenzione**

La riduzione dei costi sulla manutenzione ordinaria e straordinaria dovuti alla realizzazione degli interventi di coibentazione delle coperture piane calpestabili 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 della copertura 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.

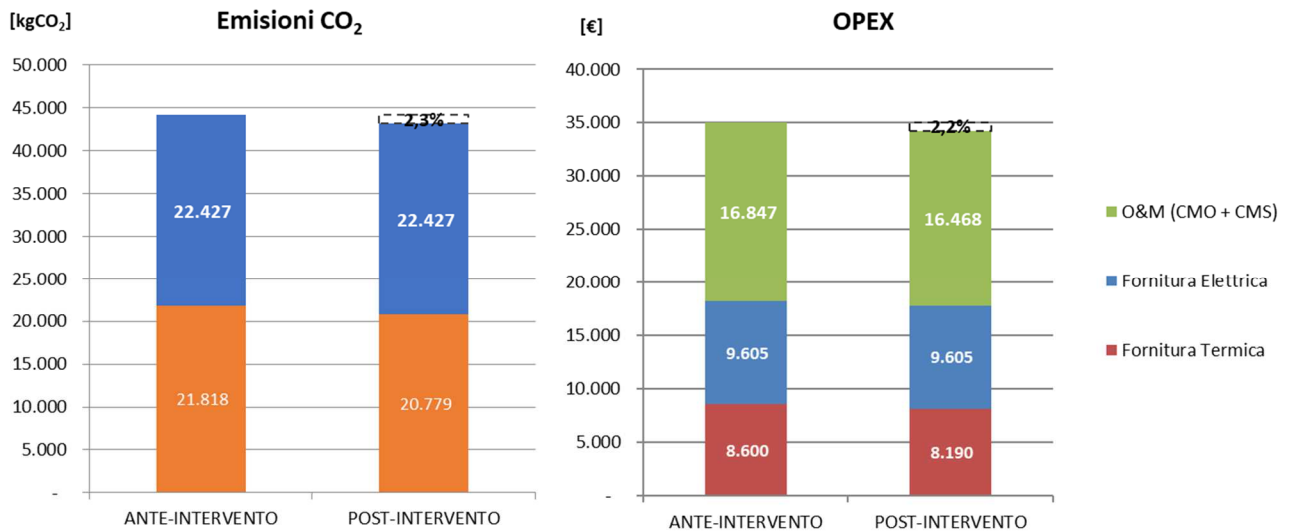
La realizzazione dell'intervento di coibentazione copertura piana riducendo sia i costi energetici sia i costi di manutenzione consentirà di ridurre anche il valore complessivo rappresentato dall'OPEX.

### Requisito prestazionale per accedere agli incentivi

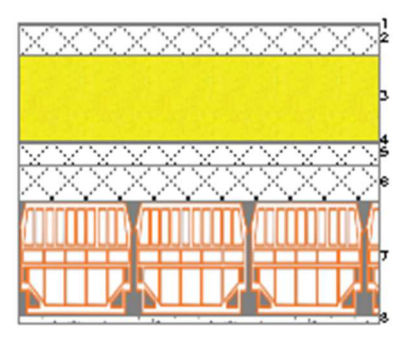
Ai fini dell'accesso agli incentivi del Conto Termico si è ritenuta prerogativa la verifica dei requisiti prestazionali del nuovo componente d'involucro proposto nella misura di efficienza energetica. Nel caso in questione trattasi di "Isolamento di coperture (...) di edifici esistenti dotati di climatizzazione". 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/m<sup>2</sup>K. 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 RISPARGIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
Q <sub>teorico</sub>	[kWh]	101.696	96.855	<b>4,8%</b>
EE <sub>teorico</sub>	[kWh]	48.390	48.390	<b>0,0%</b>
Q <sub>baseline</sub>	[kWh]	108.010	102.868	<b>4,8%</b>
EE <sub>Baseline</sub>	[kWh]	48.023	48.023	<b>0,0%</b>
Emiss. CO2 Termico	[kgCO <sub>2</sub> ]	21.818	20.779	<b>4,8%</b>
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO <sub>2</sub> ]	22.427	22.427	<b>0,0%</b>
<b>Emiss. CO2 TOT</b>	<b>[kgCO<sub>2</sub>]</b>	<b>44.245</b>	<b>43.206</b>	<b>2,3%</b>
Fornitura Termica, C <sub>Q</sub>	[€]	8.600	8.190	<b>4,8%</b>
Fornitura Elettrica, C <sub>EE</sub>	[€]	9.605	9.605	<b>0,0%</b>
<b>Fornitura Energia, C<sub>E</sub></b>	<b>[€]</b>	<b>18.204</b>	<b>17.795</b>	<b>2,2%</b>
C <sub>MO</sub>	[€]	8.318	8.318	<b>0,0%</b>
C <sub>MO_E</sub>	[€]	2.260	2.124	<b>6,0%</b>
C <sub>MS_I</sub>	[€]	2.211	2.211	<b>0,0%</b>
C <sub>MS_E</sub>	[€]	4.058	3.815	<b>6,0%</b>
O&M (C <sub>MO</sub> + C <sub>MS</sub> )	[€]	<b>16.847</b>	<b>16.468</b>	<b>2,3%</b>
<b>OPEX</b>	<b>[€]</b>	<b>35.051</b>	<b>34.263</b>	<b>2,2%</b>
Classe energetica	[-]	D	D	0 classi



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

Descrizione della struttura: <i>Copertura archivio</i>			Codice: <b>S2</b>
Trasmittanza termica	<b>0,257</b>	W/m <sup>2</sup> K	
Spessore	<b>415</b>	mm	
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>2,0</b>	°C	
Permeanza	<b>0,208</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa	
Massa superficiale (con intonaci)	<b>450</b>	kg/m <sup>2</sup>	
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>432</b>	kg/m <sup>2</sup>	
Trasmittanza periodica	<b>0,026</b>	W/m <sup>2</sup> K	
Fattore attenuazione	<b>0,102</b>	-	
Sfasamento onda termica	<b>-12,3</b>	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	Sottofondo di cemento magro	30,00

6	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	50,00
7	Soletta in laterizio	160,00
8	Intonaco di cemento e sabbia	10,00
-	Resistenza superficiale interna	-

Legenda simboli

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

### 8.1.1.3 *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 piana calpestabile 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 piana 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 coperture piana con tetto verde riducendo sia i costi energetici sia i costi di manutenzione consentirà di ridurre anche il valore complessivo rappresentato dall'OPEX

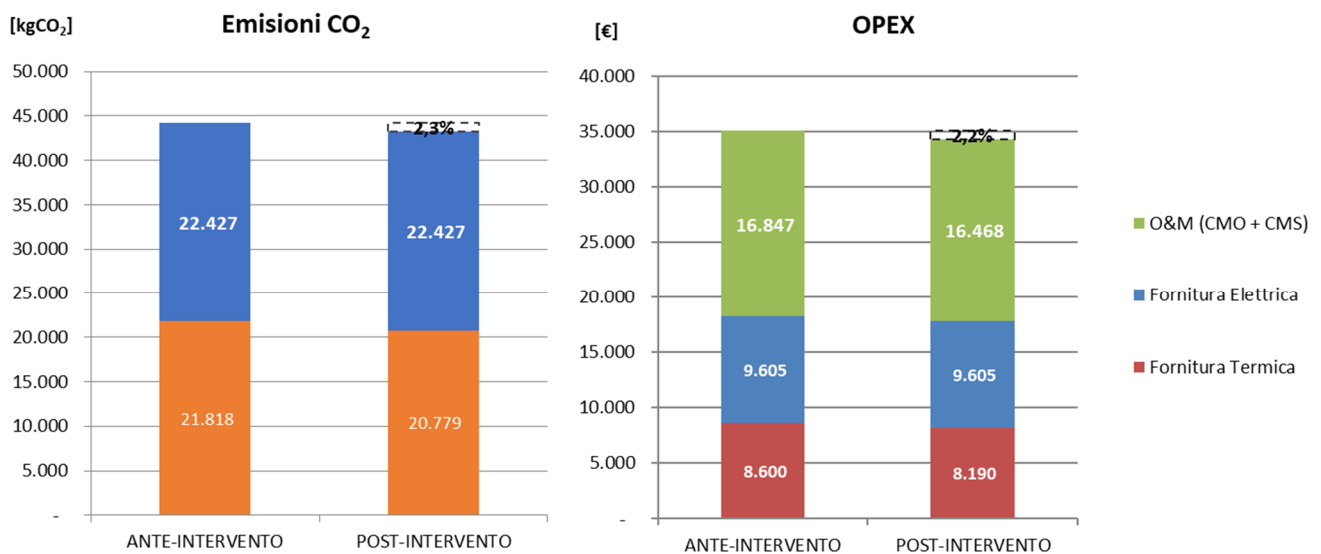
#### **Requisito prestazionale per accedere agli incentivi**

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 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  $0,27 \text{ W/m}^2\text{K}$ . 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 <sub>teorico</sub>	[kWh]	101.696	96.418	<b>5,2%</b>
EE <sub>teorico</sub>	[kWh]	48.390	48.390	<b>0,0%</b>
Q <sub>baseline</sub>	[kWh]	108.010	102.404	<b>5,2%</b>
EE <sub>Baseline</sub>	[kWh]	48.023	48.023	<b>0,0%</b>
Emiss. CO <sub>2</sub> Termico	[kgCO <sub>2</sub> ]	21.818	20.686	<b>5,2%</b>
Emiss. CO <sub>2</sub> Elettrico	[kgCO <sub>2</sub> ]	22.427	22.427	<b>0,0%</b>
<b>Emiss. CO<sub>2</sub> TOT</b>	<b>[kgCO<sub>2</sub>]</b>	<b>44.245</b>	<b>43.112</b>	<b>2,6%</b>
Fornitura Termica, C <sub>Q</sub>	[€]	8.600	8.153	<b>5,2%</b>
Fornitura Elettrica, C <sub>EE</sub>	[€]	9.605	9.605	<b>0,0%</b>
<b>Fornitura Energia, C<sub>E</sub></b>	<b>[€]</b>	<b>18.204</b>	<b>17.758</b>	<b>2,5%</b>
C <sub>MO_I</sub>	[€]	8.318	8.318	<b>0,0%</b>
C <sub>MO_E</sub>	[€]	2.260	2.192	<b>3,0%</b>
C <sub>MS_I</sub>	[€]	2.211	2.211	<b>0,0%</b>
C <sub>MS_E</sub>	[€]	4.058	3.815	<b>6,0%</b>
O&M (C <sub>MO</sub> + C <sub>MS</sub> )	[€]	<b>16.847</b>	<b>16.536</b>	<b>1,8%</b>
OPEX	[€]	<b>35.051</b>	<b>34.293</b>	<b>2,2%</b>
Classe energetica	[-]	D	D	0 classi

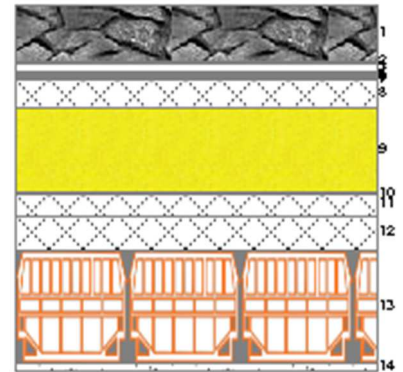


Di seguito viene riportata la stratigrafia della copertura successivamente all'intervento e i risultati ottenuti:

**Descrizione della struttura: Copertura archivio**

**Codice: S2**

Trasmittanza termica	<b>0,243</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>514</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>2,0</b>	°C
Permeanza	<b>0,153</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>577</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>559</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,009</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,037</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-18,1</b>	h



**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 <sup>2</sup> /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)	120,00
10	Impermeabilizzazione con bitume	3,00
11	Sottofondo di cemento magro	30,00
12	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	50,00
13	Soletta in laterizio	160,00
14	Intonaco di cemento e sabbia	10,00
-	Resistenza superficiale interna	-

#### 8.1.1.4 Coibentazione pavimento su esterno con cappotto termico

##### Fattibilità tecnica

La misura prevede di coibentare il pavimento su esterno dell'edificio mediante la posa del cappotto termico in polistirene EPS grigio con grafite (sp=10 cm). Nello specifico è previsto lo smontaggio dell'isolante ormai usurato e di ciò che resta della controsoffittatura in alluminio per poi posare il cappotto termico sul solaio disperdente verso il basso. L'efficientamento del solaio permette di ridurre considerevolmente le dispersioni dell'involucro opaco, portando anche al miglioramento delle condizioni di comfort termico invernale ed estivo di tutti i locali adiacenti.

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

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

##### Descrizione dei lavori

La posa deve essere effettuata da personale tecnico specializzato che rilasci una garanzia di conformità di installazione del prodotto rispetto alle specifiche tecniche. Durante la posa dovranno essere rispettate alcune condizioni minime:

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

Le fasi di posa prevedono:

- FASE 1 Partenza con realizzazione della zoccolatura
- FASE 2 stesura del collante
- FASE 3 posa del pannello isolante

- FASE 4 tassellatura
- FASE 5 esecuzione spigoli ed angoli
- FASE 6 rasatura con rete

### Riduzione costi di manutenzione

La riduzione dei costi sulla manutenzione ordinaria e straordinaria dovuti alla realizzazione degli interventi di coibentazione del pavimento su esterno con cappotto termico 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 pavimento su esterno con cappotto termico eviterà negli anni successivi gli interventi di manutenzione quali il ripristino delle degli intonaci e le tinteggiature 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 del pavimento su esterno con cappotto termico riducendo sia i costi energetici sia i costi di manutenzione consentirà di ridurre anche il valore complessivo rappresentato dall'OPEX.

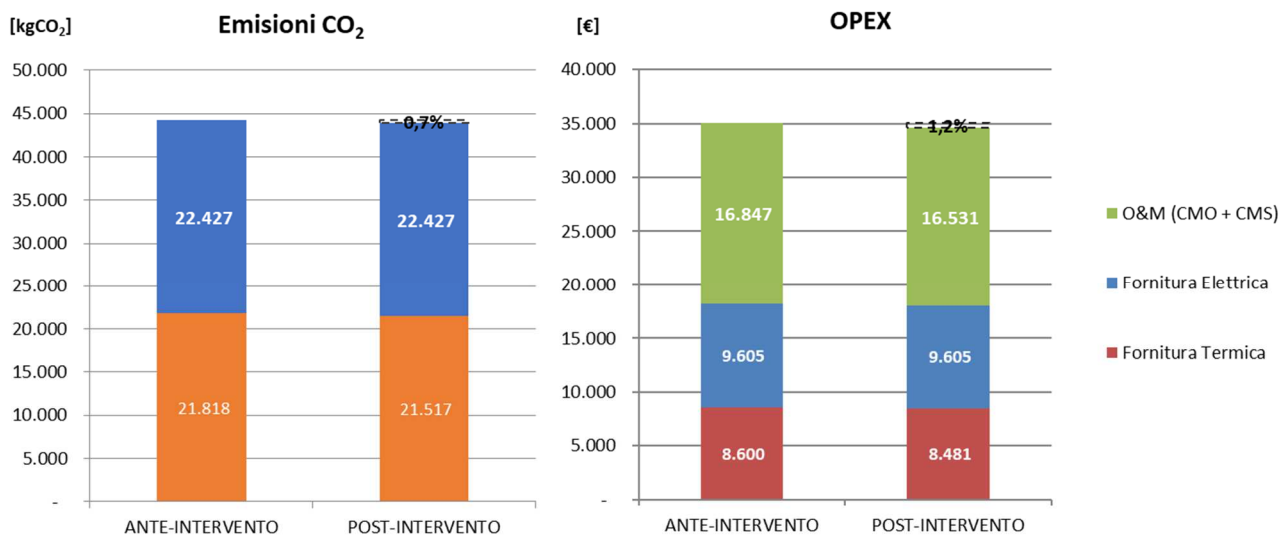
### Requisito prestazionale per accedere agli incentivi

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 termico di superfici opache delimitanti il volume climatizzato". 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 0,30 W/m<sup>2</sup>K. 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.

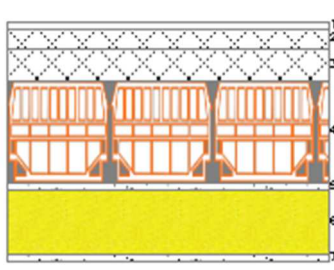
### Prestazioni raggiungibili

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
$Q_{teorico}$	[kWh]	101.696	100.295	<b>1,4%</b>
$EE_{teorico}$	[kWh]	48.390	48.390	<b>0,0%</b>
$Q_{baseline}$	[kWh]	108.010	106.521	<b>1,4%</b>
$EE_{baseline}$	[kWh]	48.023	48.023	<b>0,0%</b>
Emiss. CO2 Termico	[kgCO <sub>2</sub> ]	21.818	21.517	<b>1,4%</b>
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO <sub>2</sub> ]	22.427	22.427	<b>0,0%</b>
<b>Emiss. CO2 TOT</b>	<b>[kgCO<sub>2</sub>]</b>	<b>44.245</b>	<b>43.944</b>	<b>0,7%</b>
Fornitura Termica, $C_Q$	[€]	8.600	8.481	<b>1,4%</b>
Fornitura Elettrica, $C_{EE}$	[€]	9.605	9.605	<b>0,0%</b>

<b>Fornitura Energia, C<sub>E</sub></b>	[€]	<b>18.204</b>	<b>18.086</b>	<b>0,7%</b>
C <sub>MO_I</sub>	[€]	8.318	8.318	<b>0,0%</b>
C <sub>MO_E</sub>	[€]	2.260	2.147	<b>5,0%</b>
C <sub>MS_I</sub>	[€]	2.211	2.211	<b>0,0%</b>
C <sub>MS_E</sub>	[€]	4.058	3.855	<b>5,0%</b>
O&M (C <sub>MO</sub> + C <sub>MS</sub> )	[€]	<b>16.847</b>	<b>16.531</b>	<b>1,9%</b>
OPEX	[€]	<b>35.051</b>	<b>34.617</b>	<b>1,2%</b>
Classe energetica	[-]	D	D	0 classe



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

<b>Descrizione della struttura:</b> <i>Pavimento su esterno</i>			<b>Codice:</b> <i>P1</i>
Trasmittanza termica	<b>0,260</b>	W/m <sup>2</sup> K	
Spessore	<b>370</b>	mm	
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>2,0</b>	°C	
Permeanza	<b>0,002</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa	
Massa superficiale (con intonaci)	<b>385</b>	kg/m <sup>2</sup>	
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>359</b>	kg/m <sup>2</sup>	
Trasmittanza periodica	<b>0,030</b>	W/m <sup>2</sup> K	
Fattore attenuazione	<b>0,117</b>	-	
Sfasamento onda termica	<b>-11,5</b>	h	

**Stratigrafia:**

N.	Descrizione strato	s
-	Resistenza superficiale interna	-
1	Piastrelle in ceramica (piastrelle)	10,00
2	Sottofondo di cemento magro	30,00
3	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	50,00
4	Soletta in laterizio	160,00
5	Intonaco plastico per cappotto	10,00
6	*Polistirene (EPS grigio con grafite)	100,00
7	Intonaco plastico per cappotto	10,00
-	Resistenza superficiale esterna	-

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

#### Fattibilità tecnica

Si ipotizza di realizzare una sostituzione totale dei serramenti esistenti con altri aventi  $U_w < 1,75 W/(m^2 \cdot K)$ .

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 della 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.

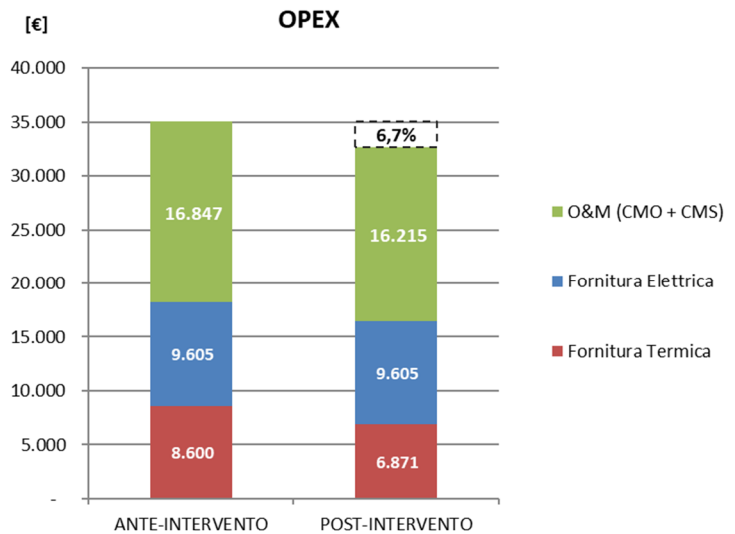
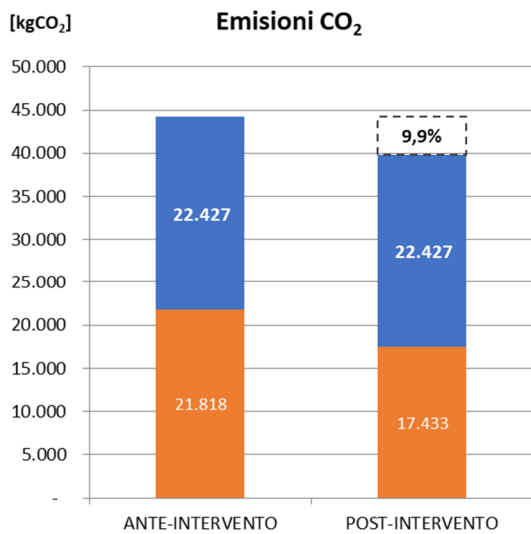
### Requisito prestazionale per accedere agli incentivi

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/m<sup>2</sup>K. 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]	101.696	81.260	<b>20,1%</b>
$EE_{teorico}$	[kWh]	48.390	48.390	<b>0,0%</b>
$Q_{baseline}$	[kWh]	108.010	86.304	<b>20,1%</b>
$EE_{baseline}$	[kWh]	48.023	48.023	<b>0,0%</b>

Emiss. CO2 Termico	[kgCO <sub>2</sub> ]	21.818	17.433	<b>20,1%</b>
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO <sub>2</sub> ]	22.427	22.427	<b>0,0%</b>
<b>Emiss. CO2 TOT</b>	<b>[kgCO<sub>2</sub>]</b>	<b>44.245</b>	<b>39.860</b>	<b>9,9%</b>
Fornitura Termica, C <sub>Q</sub>	[€]	8.600	6.871	<b>20,1%</b>
Fornitura Elettrica, C <sub>EE</sub>	[€]	9.605	9.605	<b>0,0%</b>
<b>Fornitura Energia, C<sub>E</sub></b>	<b>[€]</b>	<b>18.204</b>	<b>16.476</b>	<b>9,5%</b>
C <sub>MO_I</sub>	[€]	8.318	8.318	<b>0,0%</b>
C <sub>MO_E</sub>	[€]	2.260	2.034	<b>10,0%</b>
C <sub>MS_I</sub>	[€]	2.211	2.211	<b>0,0%</b>
C <sub>MS_E</sub>	[€]	4.058	3.652	<b>10,0%</b>
O&M (C <sub>MO</sub> + C <sub>MS</sub> )	[€]	<b>16.847</b>	<b>16.215</b>	<b>3,8%</b>
OPEX	[€]	<b>35.051</b>	<b>32.691</b>	<b>6,7%</b>
Classe energetica	[-]	<b>D</b>	<b>C</b>	1 classe





### 8.1.1.6 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 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 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.

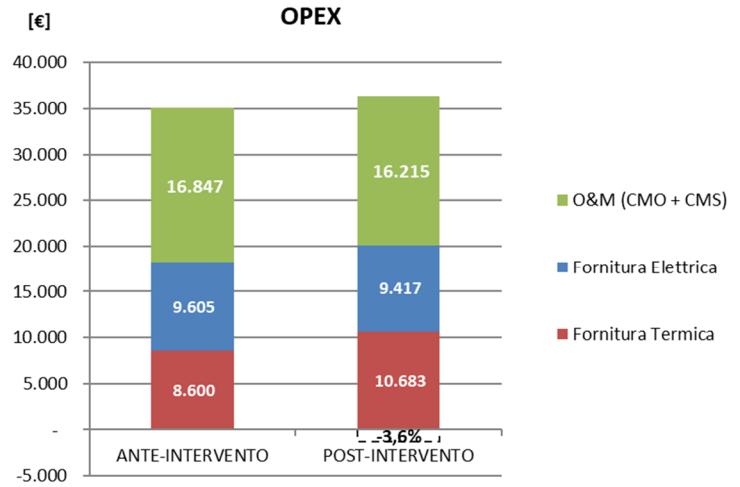
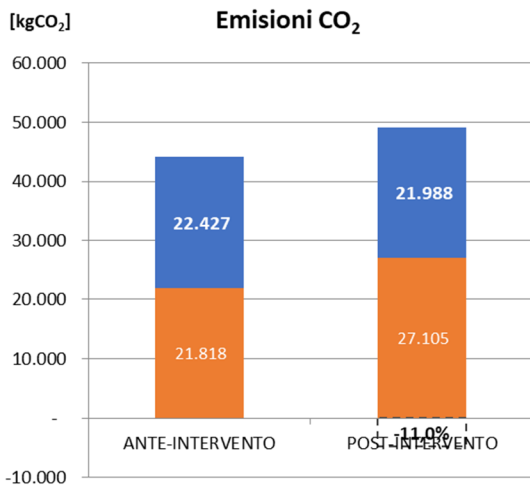
La realizzazione dell'intervento di realizzazione delle pellicole a controllo solare riducendo sia i costi energetici sia i costi di manutenzione consentirà di ridurre anche il valore complessivo rappresentato dall'OPEX.

### 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]	101.696	126.337	-24,2%
$EE_{teorico}$	[kWh]	48.390	47.444	2,0%
$Q_{baseline}$	[kWh]	108.010	134.181	-24,2%
$EE_{Baseline}$	[kWh]	48.023	47.084	2,0%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO <sub>2</sub> ]	21.818	27.105	-24,2%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO <sub>2</sub> ]	22.427	21.988	2,0%
<b>Emiss. CO2 TOT</b>	<b>[kgCO<sub>2</sub>]</b>	<b>44.245</b>	<b>49.093</b>	<b>-11,0%</b>
Fornitura Termica, $C_Q$	[€]	8.600	10.683	-24,2%
Fornitura Elettrica, $C_{EE}$	[€]	9.605	9.417	2,0%
<b>Fornitura Energia, <math>C_E</math></b>	<b>[€]</b>	<b>18.204</b>	<b>20.100</b>	<b>-10,4%</b>
$C_{MO\_I}$	[€]	8.318	8.318	0,0%
$C_{MO\_E}$	[€]	2.260	2.034	10,0%
$C_{MS\_I}$	[€]	2.211	2.211	0,0%
$C_{MS\_E}$	[€]	4.058	3.652	10,0%
O&M ( $C_{MO} + C_{MS}$ )	[€]	<b>16.847</b>	<b>16.215</b>	<b>3,8%</b>
OPEX	[€]	<b>35.051</b>	<b>36.315</b>	<b>-3,6%</b>
Classe energetica	[-]	D	E	-1 classe



## 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 58 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 a 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.

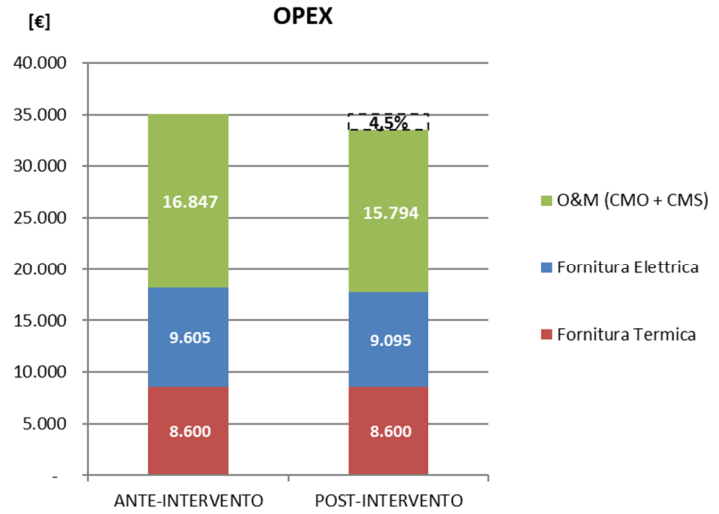
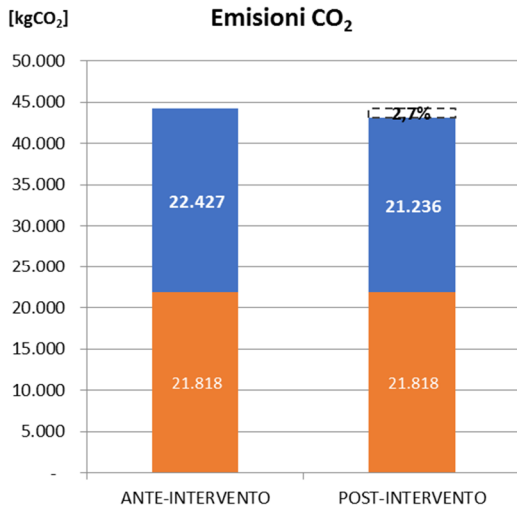
La realizzazione dell'intervento di efficientamento del sistema di illuminazione attraverso l'installazione di sistemi a LED riducendo sia i costi energetici sia i costi di manutenzione consentirà di ridurre anche il valore complessivo rappresentato dall'OPEX.

#### 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 <sub>teorico</sub>	[kWh]	101.696	101.696	0,0%
EE <sub>teorico</sub>	[kWh]	48.390	45.821	5,3%
Q <sub>baseline</sub>	[kWh]	108.010	108.010	0,0%
EE <sub>Baseline</sub>	[kWh]	48.023	45.474	5,3%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO <sub>2</sub> ]	21.818	21.818	0,0%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO <sub>2</sub> ]	22.427	21.236	5,3%
<b>Emiss. CO2 TOT</b>	<b>[kgCO<sub>2</sub>]</b>	<b>44.245</b>	<b>43.054</b>	<b>2,7%</b>
Fornitura Termica, C <sub>Q</sub>	[€]	8.600	8.600	0,0%
Fornitura Elettrica, C <sub>EE</sub>	[€]	9.605	9.095	5,3%
<b>Fornitura Energia, C<sub>E</sub></b>	<b>[€]</b>	<b>18.204</b>	<b>17.694</b>	<b>2,8%</b>
C <sub>MO_I</sub>	[€]	8.318	7.486	10,0%
C <sub>MO_E</sub>	[€]	2.260	2.260	0,0%
C <sub>MS_I</sub>	[€]	2.211	1.990	10,0%
C <sub>MS_E</sub>	[€]	4.058	4.058	0,0%
O&M (C <sub>MO</sub> + C <sub>MS</sub> )	[€]	16.847	15.794	6,2%
OPEX	[€]	<b>35.051</b>	<b>33.488</b>	<b>4,5%</b>
Classe energetica	[-]	D	D	0 classe



### 8.1.2.2 *Sistemi di Building Automation*

#### **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 sistema di controllo pompe multistadio
- 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**

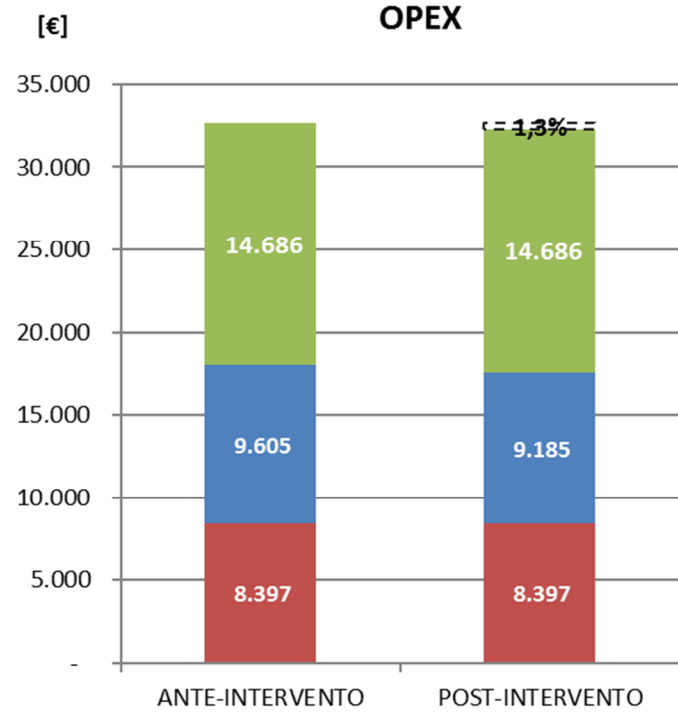
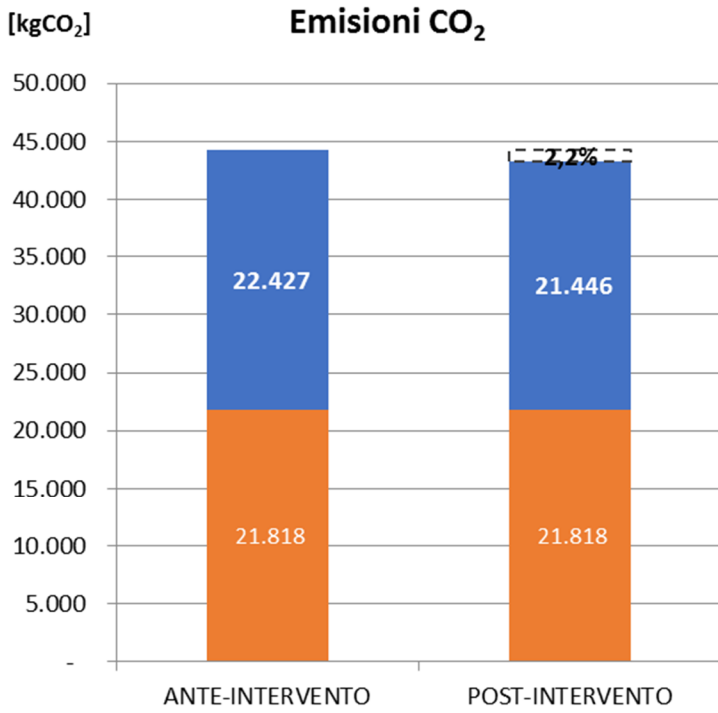
Ai fini dell'accesso agli incentivi del Conto Termico si è ritenuta prerogativa la verifica dei requisiti prestazionali della misura di efficienza energetica proposta. Nel caso in questione trattasi di

“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]	101.696	101.696	0,0%
$EE_{teorico}$	[kWh]	48.390	46.274	4,4%
$Q_{baseline}$	[kWh]	108.010	108.010	0,0%
$EE_{Baseline}$	[kWh]	48.023	45.923	4,4%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO <sub>2</sub> ]	21.818	21.818	0,0%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO <sub>2</sub> ]	22.427	21.446	4,4%
<b>Emiss. CO2 TOT</b>	<b>[kgCO<sub>2</sub>]</b>	<b>44.245</b>	<b>43.264</b>	<b>2,2%</b>
Fornitura Termica, $C_Q$	[€]	8.397	8.397	0,0%
Fornitura Elettrica, $C_{EE}$	[€]	9.605	9.185	4,4%
<b>Fornitura Energia, <math>C_E</math></b>	<b>[€]</b>	<b>18.001</b>	<b>17.581</b>	<b>2,3%</b>
$C_{MO_I}$	[€]	7.265	7.265	0,0%
$C_{MO_E}$	[€]	1.964	1.964	0,0%
$C_{MS}$	[€]	1.931	1.931	0,0%
$C_{MS_E}$	[€]	3.526	3.526	0,0%
O&M ( $C_{MO} + C_{MS}$ )	[€]	14.686	14.686	0,0%
<b>OPEX</b>	<b>[€]</b>	<b>32.687</b>	<b>32.267</b>	<b>1,3%</b>
Classe energetica	[-]	D	-	-





### 8.1.3 Impianto di generazione di calore

#### 8.1.3.1 Efficiamento dell'impianto di generazione di calore

##### **Fattibilità tecnica**

Il miglioramento delle prestazioni energetiche del sottosistema di generazione si può ottenere mediante la sostituzione del generatore attuale, ormai obsoleto, con un generatore più efficiente. Si propone, pertanto, la sostituzione dell'attuale caldaia con una caldaia a gas metano a condensazione con elevata efficienza e la sostituzione degli attuali terminali di emissione con terminali più efficienti.

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 e terrazzo e cappotto.

Si è ipotizzata una riduzione del 50% dei costi di manutenzione dovuti alla ridotta necessità di ricorrere alla sostituzione delle componenti su un nuovo generatore ipotizzando anche di usufruire, per i primi anni, della garanzia sul prodotto.

##### **Caratteristiche funzionali e tecniche**

La sostituzione dell'attuale generatore di calore di tipo tradizionale con un nuovo generatore a condensazione di potenza pari a 240 kW permette di ottenere valori di efficienza più elevati, riducendo il consumo di gas metano in ingresso al sottosistema di generazione e ottimizzarne la conversione in energia termica.

##### **Descrizione dei lavori**

L'intervento proposto prevede le seguenti operazioni:

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

##### **Riduzione costi di manutenzione**

La riduzione dei costi sulla manutenzione ordinaria e straordinaria dovuti alla realizzazione degli interventi di efficientamento dell'impianto di generazione 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 costo 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 generazione di calore 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 generazione di calore riducendo sia i costi energetici sia i costi di manutenzione consentirà di ridurre anche il valore complessivo rappresentato dall'OPEX.

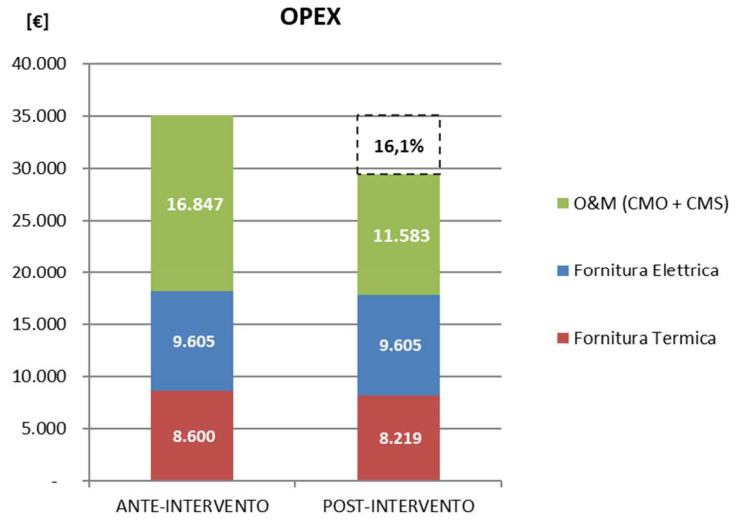
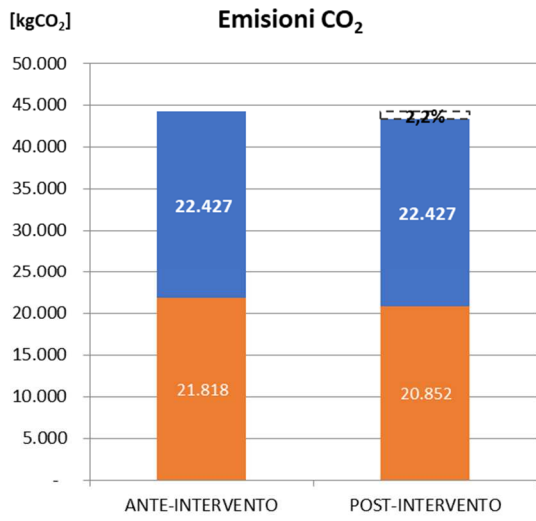
### Requisito prestazionale per accedere agli incentivi

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 utilizzando generatori di calore a condensazione". Per la tipologia d'intervento si identifica, come requisito principale, nel documento "Regole applicative del D.M. 16 Febbraio 2016" la formula che calcola il rendimento soglia del nuovo generatore e l'installazione delle valvole termostatiche laddove 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]	51.837	49.541	4,4%
$EE_{teorico}^*$	[kWh]	48.390	48.390	0,0%
$Q_{baseline}$	[kWh]	108.010	103.225	4,4%
$EE_{Baseline}$	[kWh]	48.023	48.023	0,0%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO <sub>2</sub> ]	21.818	20.852	4,4%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO <sub>2</sub> ]	22.427	22.427	0,0%
<b>Emiss. CO2 TOT</b>	<b>[kgCO<sub>2</sub>]</b>	<b>44.245</b>	<b>43.278</b>	<b>2,2%</b>
Fornitura Termica, $C_Q$	[€]	8.600	8.219	4,4%
Fornitura Elettrica, $C_{EE}$	[€]	9.605	9.605	0,0%
<b>Fornitura Energia, <math>C_E</math></b>	<b>[€]</b>	<b>18.204</b>	<b>17.823</b>	<b>2,1%</b>
$C_{MO,I}$	[€]	8.318	4.159	50,0%
$C_{MO,E}$	[€]	2.260	2.260	0,0%
$C_{MS}$	[€]	2.211	1.106	50,0%
$C_{MS,E}$	[€]	4.058	4.058	0,0%
O&M ( $C_{MO} + C_{MS}$ )	[€]	<b>16.847</b>	<b>11.583</b>	<b>31,2%</b>
OPEX	[€]	<b>35.051</b>	<b>29.406</b>	<b>16,1%</b>
Classe energetica	[-]	A1	A2	1 classe

\*Baseline ridotta che include interventi di 1° Livello



#### 8.1.4 Impianto di generazione da fonti rinnovabili

##### 8.1.4.1 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.

Si propone, pertanto, la sostituzione dell'attuale caldaia con due pompe di calore elettriche e la sostituzione degli attuali terminali di emissione con terminali più efficienti.

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 e terrazzo e cappotto.

Si è ipotizzata una riduzione del 50% dei costi di manutenzione dovuti alla ridotta necessità di ricorrere alla sostituzione delle componenti su un nuovo generatore ipotizzando anche di usufruire, per i primi anni, della garanzia sul prodotto.

###### **Caratteristiche funzionali e tecniche**

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 110 kW.

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.

###### **Descrizione dei lavori**

L'intervento proposto prevede le seguenti operazioni:

- smantellamento del vecchio generatore a gas;
- installazione pompe di calore elettriche;
- rifacimento tubazioni in centrale termica e coibentazione delle stesse;
- Adeguamento quadro elettrico di alimentazione ed impianto interno della centrale termica;
- Sostituzione terminali di emissione con terminali più efficienti;

###### **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 costo della manutenzione ordinaria e straordinaria impianti ( $C_{MO}$  e  $C_{MS}$ .)

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.

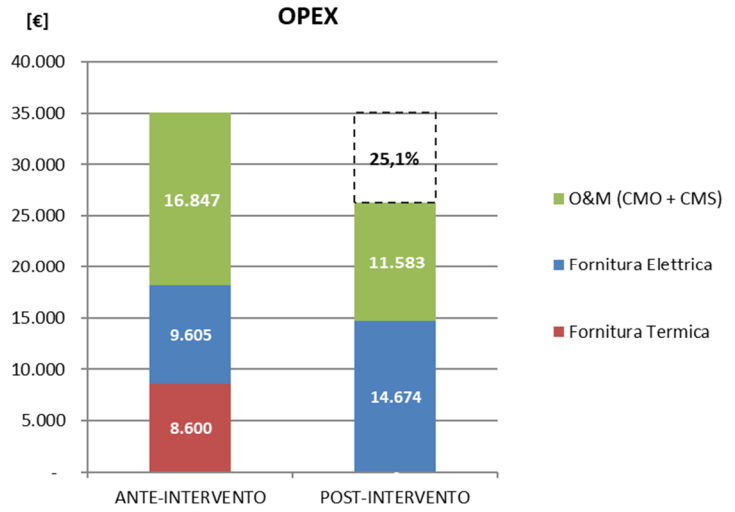
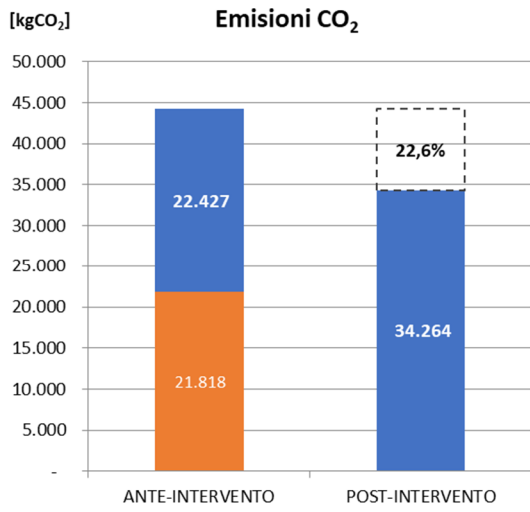
### Requisito prestazionale per accedere agli incentivi

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]	51.837	-	<b>100,0%</b>
$EE_{teorico}^*$	[kWh]	48.390	73.930	<b>-52,8%</b>
$Q_{baseline}$	[kWh]	108.010	-	<b>100,0%</b>
$EE_{baseline}$	[kWh]	48.023	73.370	<b>-52,8%</b>
Emiss. CO2 Termico	[kgCO <sub>2</sub> ]	21.818	-	<b>100,0%</b>
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO <sub>2</sub> ]	22.427	34.264	<b>-52,8%</b>
<b>Emiss. CO2 TOT</b>	<b>[kgCO<sub>2</sub>]</b>	<b>44.245</b>	<b>34.264</b>	<b>22,6%</b>
Fornitura Termica, $C_Q$	[€]	8.600	-	<b>100,0%</b>
Fornitura Elettrica, $C_{EE}$	[€]	9.605	14.674	<b>-52,8%</b>
<b>Fornitura Energia, <math>C_E</math></b>	<b>[€]</b>	<b>18.204</b>	<b>14.674</b>	<b>19,4%</b>
$C_{MO\_I}$	[€]	8.318	4.159	<b>50,0%</b>
$C_{MO\_E}$		2.260	2.260	<b>0,0%</b>
$C_{MS\_I}$		2.211	1.106	<b>50,0%</b>
$C_{MS\_E}$	[€]	4.058	4.058	<b>0,0%</b>
O&M ( $C_{MO} + C_{MS}$ )	[€]	<b>16.847</b>	<b>11.583</b>	<b>31,2%</b>
OPEX	[€]	<b>35.051</b>	<b>26.256</b>	<b>25,1%</b>
Classe energetica	[-]	A1	A1	0 classi

\*Baseline ridotta che include interventi di 1° Livello



#### 8.1.4.2 *Impianto di generazione da fonti rinnovabili – 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 e terrazzo e cappotto) ed il seguente intervento di secondo livello: efficientamento dell'impianto di generazione di calore.

##### **Caratteristiche funzionali e tecniche**

Il dimensionamento e l'installazione dell'impianto fotovoltaico consente di coprire una parte dei 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 6 kWp.

##### **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.

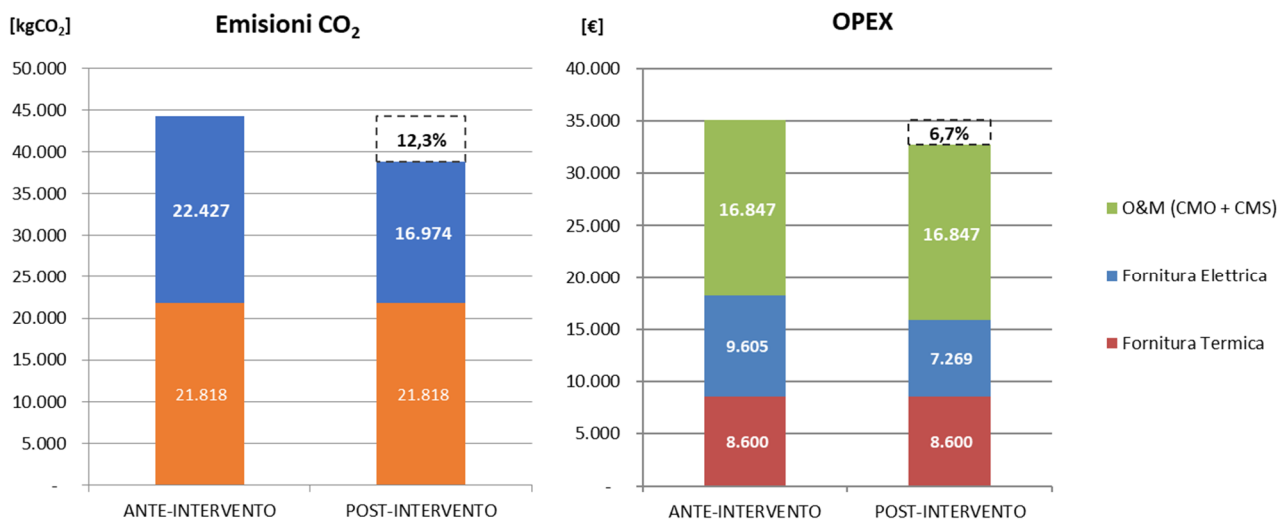
La realizzazione dell'impianto Fotovoltaico riducendo i costi energetici consentirà di ridurre anche il valore complessivo rappresentato dall'OPEX



**Prestazioni raggiungibili**

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
Q <sub>teorico</sub> *	[kWh]	49.541	49.541	0,0%
EE <sub>teorico</sub> *	[kWh]	48.390	36.625	24,3%
Q <sub>baseline</sub>	[kWh]	108.010	108.010	0,0%
EE <sub>Baseline</sub>	[kWh]	48.023	36.347	24,3%
Emiss. CO <sub>2</sub> Termico	[kgCO <sub>2</sub> ]	21.818	21.818	0,0%
Emiss. CO <sub>2</sub> Elettrico	[kgCO <sub>2</sub> ]	22.427	16.974	24,3%
<b>Emiss. CO<sub>2</sub> TOT</b>	<b>[kgCO<sub>2</sub>]</b>	<b>44.245</b>	<b>38.792</b>	<b>12,3%</b>
Fornitura Termica, C <sub>Q</sub>	[€]	8.600	8.600	0,0%
Fornitura Elettrica, C <sub>EE</sub>	[€]	9.605	7.269	24,3%
<b>Fornitura Energia, C<sub>E</sub></b>	<b>[€]</b>	<b>18.204</b>	<b>15.869</b>	<b>12,8%</b>
C <sub>MO_I</sub>	[€]	8.318	8.318	0,0%
C <sub>MO_E</sub>		2.260	2.260	0,0%
C <sub>MS_I</sub>		2.211	2.211	0,0%
C <sub>MS_E</sub>	[€]	4.058	4.058	0,0%
O&M (C <sub>MO</sub> + C <sub>MS</sub> )	[€]	16.847	16.847	0,0%
OPEX	[€]	35.051	32.716	6,7%
Classe energetica	[-]	A2	A2	0 classi

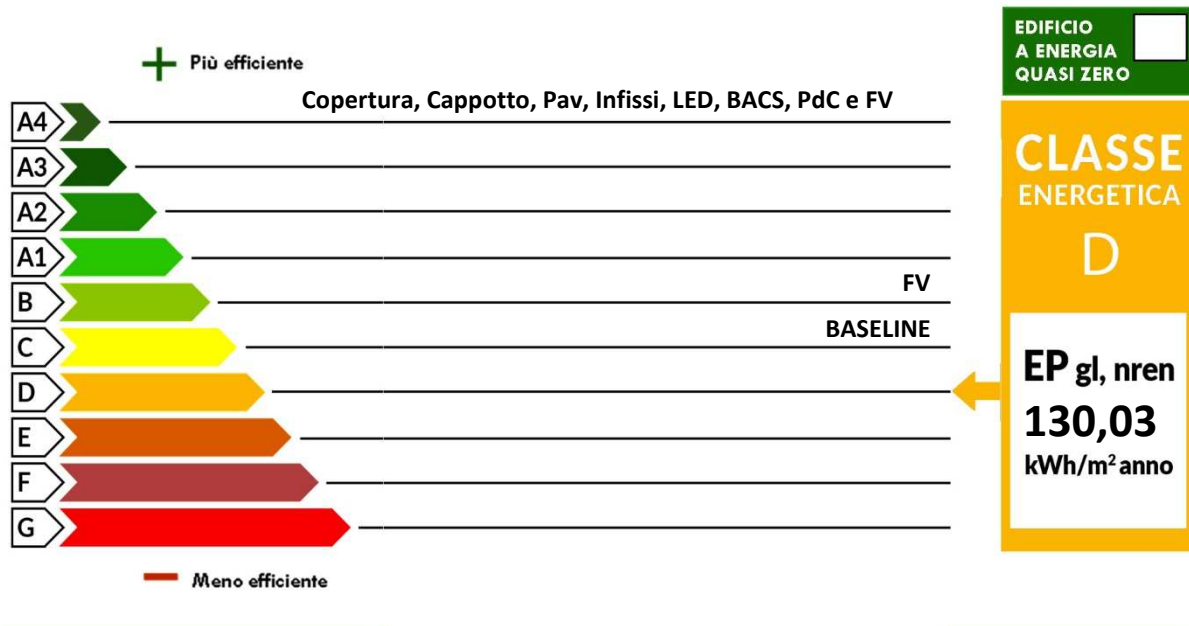
\*Baseline ridotta che include interventi di 1°e 2° Livello



### 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 delle pareti esterne con cappotto termico

Si riporta l'analisi dei costi relativi alle EEM 1, che consiste nella coibentazione delle pareti esterne dell'edificio mediante la posa del cappotto termico in polistirene EPS grigio con grafite (sp=10cm).

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

La tabella 5 delle regole applicative del D.M. 16 febbraio 2016 prevedono che gli incentivi per tale intervento siano il 40% della spesa ammissibile con un costo massimo ammissibile di 100 €/m<sup>2</sup> 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%.

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

	DESCRIZIONE	FONTE PREZZO UTILIZZATO	QUANTITÀ	U.M.	PREZZO UNITARIO PREZZARIO	PREZZO UNITARIO SCONTATO	TOTALE	IVA	TOTALE
							(IVA ESCLUSA)		(IVA INCLUSA)
					[€/m <sup>2</sup> cm]	[€/m <sup>2</sup> cm]	[€]	[%]	[€]
A 11.02.1.c.1.	Isolamento termico a cappotto di pareti esterne ed interne già preparate, eseguito mediante pannelli rigidi di materiale isolante fissati con malta adesiva specifica e tassellature con almeno quattro al mq chiodi in mopen a testa tonda larga, completo di intonaco sottile dello spessore di 5-6 mm applicato in più	Prezzario Regione Lazio	1490	m2	€ 40,16	€ 36,51	€ 54.398,55	22%	€ 66.366,23

	riprese per dare il supporto pronto per la tinteggiatura, armato con speciale tessuto in fibra di vetro a maglia quadrata 4x4 mm con resistenza a trazione kg 120-150, escluse tinteggiature. Impiegando elementi isolanti in: pannelli in schiuma polyiso espansa rivestiti su entrambe le facce con velo vetro saturato, densità 35 Kg/mc, conducibilità termica $\lambda = 0,028 \text{ W/m}^\circ\text{K}$ spessore 2 cm								
A 11.02.1.c.2.	per ogni cm in più	Prezzario Regione Lazio	11920	m2	€ 2,83	€ 2,57	€ 30.666,91	22%	€ 37.413,63
P.03.10.35.a	Ponteggio completo, fornito e posto in opera, con mantovane, basette supporti agganci, tavolato, fermapiede, schermature e modulo scala, realizzato con l'impiego di tubi e giunti e/o manicotti spinottati, compresi ogni altro onere e magistero per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte, valutato per metro quadrato di superficie asservita per il 1° mese o frazione	Prezzario Regione Campania	1.490	m2	€ 24,46	€ 22,24	€ 33.132,18	22%	€ 40.421,26
P.03.10.35.b	per ogni mese o frazione dopo il 1° mese	Prezzario Regione Liguria	2.980	m2/30gg	€ 1,99	€ 1,81	€ 5.391,09	22%	€ 6.577,13
	Costi per la sicurezza	-	3%	%			€ 3.707,66	22%	€ 4.523,35
	Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%			€ 8.651,21	22%	€ 10.554,48
	<b>TOTALE (I<sub>0</sub> – EEM1)</b>						<b>€ 135.948</b>	<b>22%</b>	<b>€ 165.856</b>
	<b>Incentivi</b>	<b>[Conto termico]</b>							<b>€ 59.600,00</b>
	<b>Durata incentivi</b>								<b>5</b>
	<b>Incentivo annuo</b>								<b>€ 11.920,00</b>

### 9.1.2 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 €/m<sup>2</sup> 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 190 m<sup>2</sup>.

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
					[€/m <sup>2</sup> cm]	[€/m <sup>2</sup> cm]	(IVA ESCLUSA) [€]	[%]	(IVA INCLUSA) [€]
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 $\lambda = 0,035$ W/m <sup>2</sup> K spessore 3 cm	Prezziario Regione Lazio	190	m2	€ 27,40	€ 24,91	€ 4.732,73	22%	€ 5.773,93
A 11.01.2.f.2	per ogni cm in più	Prezziario Regione Lazio	1710	m2	€ 4,54	€ 4,13	€ 7.057,64	22%	€ 8.610,32
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	Prezziario Regione Campania	190	m2	€13,09	€ 11,90	€ 2.261,00	22%	€ 2.758,42

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	190	m2	€ 10,11	€ 9,19	€ 1.746,27	22%	€ 2.130,45
	Costi per la sicurezza	-	3%	%			€ 473,93	22%	€ 578,19
	Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%			€ 1.105,83	22%	€ 1.349,12
	<b>TOTALE (I<sub>0</sub>- EEM1)</b>						<b>17.377,40</b>	<b>22%</b>	<b>21.200,43</b>
	<b>Incentivi</b>	<b>[Conto termico ]</b>							<b>€ 8.480,17</b>
	<b>Durata incentivi</b>								<b>1</b>
	<b>Incentivo annuo</b>								<b>€ 8.480,17</b>

### 9.1.3 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 €/m<sup>2</sup> 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 m<sup>2</sup>.

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 <sup>2</sup> cm]	[€/m <sup>2</sup> 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 $\lambda = 0,035$ W/m <sup>2</sup> K spessore 3 cm	Prezzario Regione Lazio	190	m2	€ 27,40	€ 24,91	€ 4.732,73	22%	€ 5.773,93

A 11.01.2.f.2	per ogni cm in più	Prezziario Regione Lazio	1710	m2	€ 4,54	€ 4,13	€ 7.057,64	22%	€ 8.610,32
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	Prezziario Regione Campania	190	m2	€ 13,09	€ 11,90	€ 2.261,00	22%	€ 2.758,42
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	Prezziario Regione Campania	190	m2	€ 10,11	€ 9,19	€ 1.746,27	22%	€ 2.130,45
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 -	-	190	m2	€ 23,06	€ 20,96	€ 3.983,09	22%	€ 4.859,37



	telo filtrante, in geotessile non tessuto in polietilene/polipropilene 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%	%			€ 593,42	22%	€ 723,97
	Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%			€ 1.384,65	22%	€ 1.689,27
	<b>TOTALE (I<sub>0</sub> - EEM1)</b>						<b>21.758,80</b>	<b>22%</b>	<b>26.545,74</b>
	<b>Incentivi</b>	<b>[Conto termico ]</b>							€ <b>10.618,29</b>
	<b>Durata incentivi</b>								<b>5</b>
	<b>Incentivo annuo</b>								€ <b>2.123,66</b>

#### 9.1.4 Coibentazione pavimento su esterno con cappotto termico

L'intervento prevede la coibentazione del pavimento su esterno con cappotto termico.

Si riporta l'analisi dei costi relativi alla coibentazione del pavimento su esterno con cappotto termico.

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 €/m<sup>2</sup> 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 110 m<sup>2</sup>.

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 O UTILIZZATO	QUANTITÀ	Trabatello mobile in tubolare, completo di ritti, piani di lavoro, ruote e	PREZZO UNITARIO PREZZARIO	PREZZO UNITARIO SCONTATO	TOTALE	IVA	TOTALE
				aste di stabilizzazione			(IVA ESCLUSA)		(IVA INCLUSA)
					[€/m <sup>2</sup> cm]	[€/m <sup>2</sup> cm]	[€]	[%]	[€]
A 11.02.1.c.1.	Isolamento termico a cappotto di pareti esterne ed interne già preparate, eseguito mediante pannelli rigidi di materiale isolante fissati con malta adesiva specifica e tassellature con almeno quattro al mq chiodi in mopen a testa tonda larga, completo di intonaco sottile dello spessore di 5-6 mm applicato in più riprese per dare il supporto pronto	Prezzario Regione Lazio	110	m2	€ 40,16	€ 36,51	€ 4.016,00	22%	€ 4.899,52

	per la tinteggiatura, armato con speciale tessuto in fibra di vetro a maglia quadrata 4x4 mm con resistenza a trazione kg 120-150, escluse tinteggiature. Impiegando elementi isolanti in: pannelli in schiuma polyiso espansa rivestiti su entrambe le facce con velo vetro saturato, densità 35 Kg/mc, conducibilità termica $\lambda = 0,028$ W/m <sup>2</sup> K spessore 2 cm								
A 11.01.2.f.2	per ogni cm in più	Prezzario Regione Lazio	880	m2	€ 3,69	€ 3,35	€ 2.952,00	22%	€ 3.601,44
E.07.00.10.a	Rimozione di controsoffitti in metallo, compresa la rimozione delle listellature di supporto e dei filetti di coprigiunto o cornice, l'avvicinamento al luogo di deposito provvisorio, in attesa del trasporto allo scarico, ed escluso il solo calo in basso	Prezzario Unico Cratere Centro Italia 2016	110	m2	€ 7,24	€ 6,58	€ 724,00	22%	€ 883,28
P.03.10.20.a	Trabatello mobile in tubolare, completo di ritti, piani di lavoro, ruote e aste di stabilizzazione A due ripiani, altezza utile di lavoro 5,4 m	Prezzario Regione Campania	30	m	€ 15,80	€ 14,36	€ 430,91	22%	€ 525,71
	Costi per la sicurezza	-	3%	%			€ 243,69	22%	€ 297,30
	Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%			€ 568,60	22%	€ 693,70
	<b>TOTALE (I<sub>0</sub> - EEM1)</b>						<b>€ 8.935</b>	<b>22%</b>	<b>€ 10.901</b>
	<b>Incentivi</b>	<b>[Conto termico]</b>							<b>€ 4.360,38</b>
	<b>Durata incentivi</b>								<b>5</b>
	<b>Incentivo annuo</b>								<b>€ 872,08</b>

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

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

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€/m<sup>2</sup> 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 seguente 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%. Nella tabella sottostante è riportato l'incentivo al 55% calcolato sul massimale di 450 €/m<sup>2</sup> sulla superficie oggetto di intervento di 310 m<sup>2</sup>.

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 <sup>2</sup> ]	[€/n° o €/m <sup>2</sup> ]	[€]	[%]	[€]
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	310	m2	€ 5,68	€ 5,16	€ 1.600,73	22%	€ 1.952,89
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 A1di permeabilità all'aria, classe E4 di tenuta all'acqua, classe V3 di resistenza al vetro, isolamento termico serramenti nudi 2,9 W/m <sup>2</sup> °C potere fonoisolante pari a 34 dB, fornito e posato in opera su preesistente controtelaio. A due battenti	Prezziario Regione Campania	133	cad	€ 610,72	€ 555,20	€ 73.841,60	22%	€ 90.086,75
	Costi per la sicurezza	-	3%	%			€ 2.263,27	22%	€ 2.761,19

	Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%			€ 5.280,96	22%	€ 6.442,77
	<b>TOTALE (I<sub>0</sub> - EEM1)</b>						€ <b>82.987</b>	22%	€ <b>101.244</b>
	Incentivi	[Conto termico]							€ 76.725,00
	Durata incentivi								1
	Incentivo annuo								€ 76.725,00

### 9.1.6 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€/m<sup>2</sup> 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 seguente 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%. Nella tabella sottostante è riportato l'incentivo al 40% calcolato sul costo specifico sostenuto e sulla superficie oggetto di intervento di 310 m<sup>2</sup>.

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 <sup>2</sup> cm]	[€/m <sup>2</sup> 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	-	310	m2	€ 83,66	€ 76,05	€ 23.576,91	22%	€ 28.763,83
	Costi per la sicurezza	-	3%	%			€ 707,31	22%	€ 862,91
	Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%			€ 1.650,38	22%	€ 2.013,47
	<b>TOTALE (I<sub>0</sub> – EEM1)</b>						<b>€ 25.935</b>	<b>22%</b>	<b>€ 31.640</b>
	<b>Incentivi</b>	<b>[Conto termico]</b>							<b>€ 12.656,08</b>
	<b>Durata incentivi</b>								<b>1</b>
	<b>Incentivo annuo</b>								<b>€ 12.656,08</b>

### 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 €/m<sup>2</sup> e di un valore massimo dell'incentivo non superiore ai 70.000 €. Nella tabella seguente sono riportati i risultati della quantificazione dell'incentivo al 40% calcolato sul massimale di 35 €/m<sup>2</sup> sulla superficie oggetto di intervento di 1.350 m<sup>2</sup>.

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 <sup>2</sup> ]	[€/n° o €/m <sup>2</sup> ]	[€]	[%]	[€]
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	27	cad	€ 8,52	€ 7,75	€ 209,13	22%	€ 255,14
A01144 c	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: 4x18W	Prezzario Unico Cratere Centro Italia 2016	65	cad	€ 11,30	€ 10,27	€ 667,73	22%	€ 814,63
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	150	cad	€ 10,07	€ 9,15	€ 1.373,18	22%	€1.675,28
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	31,5	cad	€ 11,86	€ 10,78	€ 339,63	22%	€ 414,35

A01144 f	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: 1x58W	Prezzario Unico Cratere Centro Italia 2016	9	cad	€ 11,86	€ 10,78	€ 97,04	22%	€ 118,38
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	6	m <sup>3</sup>	€ 46,14	€ 41,95	€ 251,67	22%	€ 307,04
D03103a	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.: monolampada lunghezza 69' mm, 10 W, 1.620 lm	Prezzario Unico Cratere Centro Italia 2016	27	cad	€ 96,19	€ 87,45	€ 2.361,03	22%	€ 2.880,45
D03104a	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 69' mm, 20 W, 1.620 lm	Prezzario Unico Cratere Centro Italia 2016	130	cad	€ 124,50	€ 113,18	€ 14.713,64	22%	€17.950,64
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 lunghez 600 mm	Prezzario Unico Cratere Centro Italia 2016	287	cad	€ 14,56	€ 13,24	€ 3.798,84	22%	€ 4.634,58
D03104a	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.: monolampada lunghezza 1.300 mm, 18 W, 2.920 lm	Prezzario Unico Cratere Centro Italia 2016	150	cad	€ 115,65	€ 105,14	€ 15.770,45	22%	€ 19.239,95



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	31,5	cad	€ 155,99	€ 141,81	€ 4.466,99	22%	€ 5.449,72
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 lunghez 1.200 mm	Prezzario Unico Cratere Centro Italia 2016	222	cad	€ 19,97	€ 18,15	€ 4.030,31	22%	€ 4.916,98
D03103d	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.: lunghezza 1.600 mm, 28 W, 4.540 lm	Prezzario Unico Cratere Centro Italia 2016	9	cad	€ 161,75	€ 147,05	€ 1.323,41	22%	€ 1.614,56
D03067g	Lampade a LED alimentazione 230 V c.a.: tubolari T8, attacco G13, fascio luminoso 270° potenza 25 W, temperatura di colore 4000K o 6500 K, 1.930 lm lunghez 1.200 mm	Prezzario Unico Cratere Centro Italia 2016	9	cad	€ 21,66	€ 19,69	€ 177,22	22%	€ 216,21
	Costi per la sicurezza	-	3%	%			€ 1.487,41	22%	€ 1.814,64
	Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%			€ 3.470,62	22%	€ 4.234,15
	<b>TOTALE (I0 – EEM1)</b>						<b>€ 54.538</b>	<b>22%</b>	<b>€ 66.537</b>
	Incentivi	[Conto termico]							€ 18.900,00
	Durata incentivi								1
	Incentivo annuo								€ 18.900,00

### 9.1.8 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 €/m<sup>2</sup> 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 m<sup>2</sup>.

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 [€/n° o €/m <sup>2</sup> ]	PREZZO UNITARIO SCONTATO [€/n° o €/m <sup>2</sup> ]	TOTALE	IVA	TOTALE
							(IVA ESCLUSA) [€]		(IVA INCLUSA) [€]
NP	Installazione di tecnologie di gestione e controllo automatico degli impianti elettrici (ausiliari elettrici e illuminazione), 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	€ 19.000,00	€ 17.272,73	€ 17.272,73	22%	€ 21.072,73
NP	Installazione di sistema di monitoraggio e visualizzazione all'utenza dei consumi dell'edifici (EMS)	-	1	cad	€ 5.000,00	€ 4.545,45	€ 4.545,45	22%	€ 5.545,45
	Costi per la sicurezza	-	3%	%			€ 654,55	22%	€ 798,55
	Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%			€ 1.527,27	22%	€ 1.863,27
	<b>TOTALE (I<sub>0</sub> – EEM1)</b>						<b>€ 24.000</b>	<b>22%</b>	<b>€ 29.280</b>
	Incentivi	[Conto termico]							€ 11.712,00
	Durata incentivi								5
	Incentivo annuo								€ 2.342,40

### 9.1.9 Efficiamento dell'impianto di generazione di calore

Si riporta l'analisi dei costi relativi all'efficientamento dell'impianto di climatizzazione invernale, ottenuto mediante sostituzione della caldaia attualmente installata.

La realizzazione di tale intervento consentirebbe l'ottenimento degli incentivi previsti dal conto termico 2.0, i quali possono essere quantificati come il 40% calcolato verificando il costo specifico sostenuto moltiplicato per la somma delle potenze termiche del focolare.

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 <sup>2</sup> ]	[€/n° o €/m <sup>2</sup> ]	[€]	[%]	[€]
E02011b	Caldaia a basamento a condensazione ad alto rendimento (classe A secondo direttiva Europea) adatta anche per installazione a cascata, con scambiatore termico in alluminio-silicio, bruciatore in acciaio inox, con superficie in fibra metallica per la combustione del metano a bassa emissione di sostanze nocive, ventilatore alimentato a corrente continua con velocità costante, controllo aria comburente per mezzo del sensore della pressione differenziale, regolazione gas/aria per ottimizzare la combustione e modulazione della potenza, funzionamento del bruciatore completamente automatico, con accensione ad alta tensione e controllo della fiamma di ionizzazione, pannello di comando della caldaia integrato, dispositivo di sicurezza a microprocessore, valvola del gas combinata composta da due valvole principali, rivestimento colorato verniciato a polvere e termo isolamento, alimentazione elettrica 230 V - 50 Hz, per solo riscaldamento, potenza termica nominale in riscaldamento 80 °C - 60 °C, della potenza resa di: 240 kW	Prezzario Unico Cratere Centro Italia 2016	1	cad	€ 19.549,35	€ 17.772,14	€ 17.772,14	22%	€ 21.682,01

A01119d	Rimozione di caldaia pressurizzata, compreso ogni onere per il taglio e la chiusura delle tubazioni di adduzione e scarico, della potenzialità di: 348,5-581 kW	Prezzario Unico Cratere Centro Italia 2016	1	cad	€ 221,06	€ 200,96	€ 200,96	22%	€ 245,18
E03046b	Ventilconvettore con ventilatore centrifugo e motore elettrico e scheda inverter, struttura portante in acciaio zincato, batteria di scambio termico a pacco alettato con alette in alluminio e tubi in rame, collettori in ottone, filtro aria con superficie pieghettata con media filtrante in polipropilene, gruppo ventilante con motore a tre velocità con ventole in alluminio, con commutatore ON-OFF, selettore delle velocità della ventola, selettore estate/inverno, bacinella di raccolta della condensa in plastica, alimentazione del motore elettrico 230 V 1/50 in classe B con condensatore sempre inserito, dato in opera a perfetta regola d'arte compreso l'onere del collegamento alle tubazioni esistenti, valvole, detentore e rivestimento isolante, con esclusione della linea di alimentazione elettrica e del collegamento equipotenziale: resa frigorifera 2,28 kW, resa termica 2,75 kW velocità media portata 340 m <sup>3</sup> /h	Prezzario Unico Cratere Centro Italia 2016	86	cad	€ 757,15	€ 688,32	€ 59.195,36	22%	€ 72.218,34

E03054b	Allaccio di ventilconvettore dal collettore di distribuzione oppure dalla rete di distribuzione principale, costituito da coppia di valvole in ottone cromato (detentore e valvola ad angolo con manopola), tubazioni di rame, ferro o multistrato di diametro adeguato rivestite con guaina isolante di spessore e conducibilità tali da rispettare le vigenti norme di legge, con riduzione dello spessore al 30% per installazione all'interno di locali riscaldati, eventuale tubazione di scarico condensa convogliata fino alla rete principale di scarico acque bianche oppure alla rete principale di scarico acque nere tramite pozzetto sifonato, comprensivo di raccordi ed opere murarie di apertura tracce su laterizi forati e murature leggere e del fissaggio delle tubazioni con esclusione delle tracce su solette, muri in c.a. o in pietra e della tinteggiatura. Sono esclusi anche il collettore di distribuzione, la rete principale di adduzione e la rete principale di scarico. per allaccio 2 tubi con scarico condensa	Prezzario Unico Cratere Centro Italia 2016	86	cad	€ 294,00	€ 267,27	€ 22.985,45	22%	€ 28.042,25
A01121	Rimozione di corpi scaldanti compreso ogni onere e magistero per chiusura delle tubazioni di adduzione e scarico, rimozione di mensole, trasporto a rifiuto e quanto altro occorre: radiatori in ghisa e/o in alluminio: da 13 a 20 elementi , per radiatore	Prezzario Unico Cratere Centro Italia 2016	86	cad	€ 18,90	€ 17,18	€ 1.477,64	22%	€ 1.802,72
	Costi per la sicurezza	-	3%	%			€ 3.048,95	22%	€ 3.719,71
	Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%			€ 7.114,21	22%	€ 8.679,33
	<b>TOTALE (I<sub>0</sub>- EEM1)</b>						<b>€ 111.795</b>	<b>22%</b>	<b>€ 136.390</b>
	Incentivi	[Conto termico ]							12480
	Durata incentivi								5
	Incentivo annuo								2496

### 9.1.10 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 40.891 €.

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	QUA NTITÀ	U.M.	PREZZO	PREZZO	TOTALE	IVA	TOTALE
					UNITARIO PREZZARIO	UNITARIO SCONTATO	(IVA ESCLUSA)		(IVA INCLUSA)
					[€/cad]	[€/cad]	[€]	[%]	[€]
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
A01119d	Rimozione di caldaia pressurizzata, compreso ogni onere per il taglio e la chiusura delle tubazioni di adduzione e scarico, della potenzialità di: 348,5-581 kW	Prezzario Unico Cratere Centro Italia 2016	1	cad	€ 221,06	€ 200,96	€ 200,96	22%	€ 245,18
E03046b	Ventilconvettore con ventilatore centrifugo e motore elettrico e scheda inverter, struttura portante in acciaio zincato, batteria di scambio termico a pacco alettato con alette in alluminio e tubi in rame, collettori in ottone, filtro aria con superficie pieghettata con media filtrante in polipropilene, gruppo ventilante con motore a tre velocità con ventole in alluminio, con commutatore ON-OFF, selettore delle velocità della ventola, selettore estate/inverno, bacinella di raccolta della condensa in plastica, alimentazione del motore elettrico 230 V 1/50 in classe B con condensatore sempre inserito, dato in opera a perfetta	Prezzario Unico Cratere Centro Italia 2016	86	cad	€ 757,15	€ 688,32	€ 59.195,36	22%	€ 72.218,34

	regola d'arte compreso l'onere del collegamento alle tubazioni esistenti, valvole, detentore e rivestimento isolante, con esclusione della linea di alimentazione elettrica e del collegamento equipotenziale: resa frigorifera 2,28 kW, resa termica 2,75 kW velocità media portata 340 m³/h								
E03054b	Allaccio di ventilconvettore dal collettore di distribuzione oppure dalla rete di distribuzione principale, costituito da coppia di valvole in ottone cromato (detentore e valvola ad angolo con manopola), tubazioni di rame, ferro o multistrato di diametro adeguato rivestite con guaina isolante di spessore e conducibilità tali da rispettare le vigenti norme di legge, con riduzione dello spessore al 30% per installazione all'interno di locali riscaldati, eventuale tubazione di scarico condensa convogliata fino alla rete principale di scarico acque bianche oppure alla rete principale di scarico acque nere tramite pozzetto sifonato, comprensivo di raccordi ed opere murarie di apertura tracce su laterizi forati e murature leggere e del fissaggio delle tubazioni con esclusione delle tracce su solette, muri in c.a. o in pietra e della tinteggiatura. Sono esclusi anche il collettore di distribuzione, la rete principale di adduzione e la rete principale di scarico. per allaccio 2 tubi con scarico condensa	Prezzario Unico Cratere Centro Italia 2016	86	cad	€ 294,00	€ 267,27	€ 22.985,45	22%	€ 28.042,25
A01121	Rimozione di corpi scaldanti compreso ogni onere e magistero per chiusura delle tubazioni di adduzione e scarico, rimozione di mensole, trasporto a rifiuto e quanto altro occorre: radiatori in ghisa e/o in alluminio: da 13 a 20 elementi , per radiatore	Prezzario Unico Cratere Centro Italia 2016	86	cad	€ 18,90	€ 17,18	€ 1.477,64	22%	€ 1.802,72
	Costi per la sicurezza	-	3%	%			€ 4.090,99	22%	€ 4.991,01
	Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%			€ 9.545,65	22%	€ 11.645,69
	<b>TOTALE (I<sub>0</sub> – EEM1)</b>						<b>€ 150.003</b>	<b>22%</b>	<b>€ 183.004</b>
	<b>Incentivi</b>	<b>[Conto termico ]</b>							<b>40891</b>
	<b>Durata incentivi</b>								<b>1</b>
	<b>Incentivo annuo</b>								<b>40891</b>

### 9.1.11 Installazione impianto fotovoltaico da 6 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	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	23	cad	€ 636,11	€ 578,28	€ 13.300,48	22%	€ 16.226,59
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 nominale 6000 VA, fattore di potenza pari a 1	Prezzario Unico Cratere Centro Italia 2016	1	cad	€ 1.774,82	€ 1.613,47	€ 1.613,47	22%	€ 1.968,44
	Costi per la sicurezza	-	3%	%			€ 447,42	22%	€ 545,85
	Costi progettazione (in % su importo lavori)	-	7%	%			€ 1.043,98	22%	€ 1.273,65
	<b>TOTALE (I<sub>0</sub>- EEM1)</b>						<b>€ 16.405</b>	<b>22%</b>	<b>€ 20.015</b>



## 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.

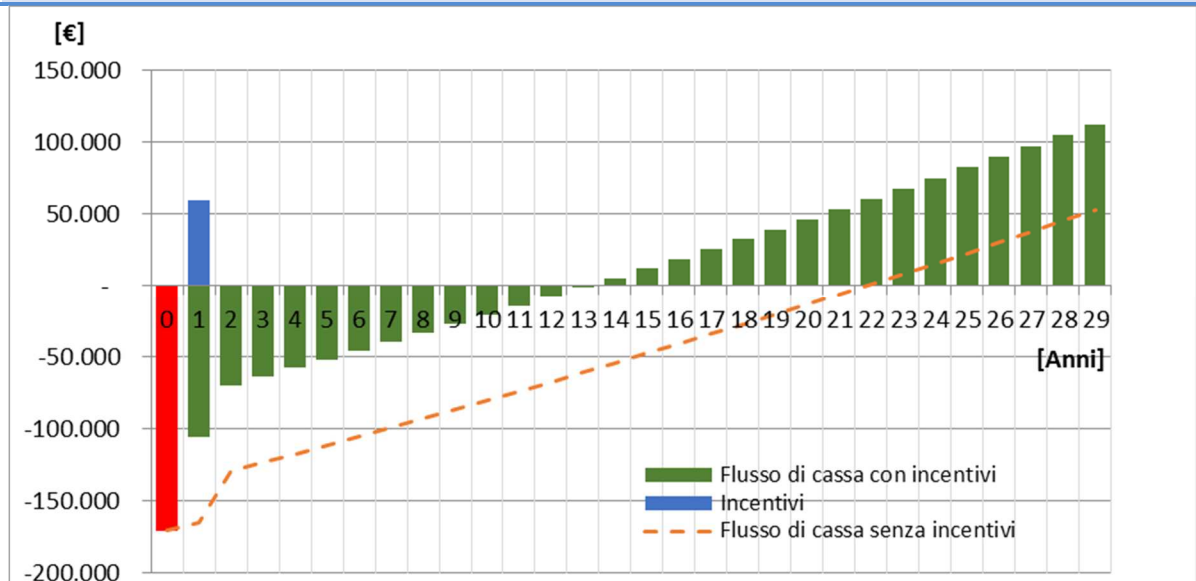
Analogamente la rappresentazione grafica dei flussi di cassa cumulati attualizzati permetterà la visualizzazione del TRA e del VAN.

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

### 9.2.1 Coibentazione delle pareti esterne con cappotto termico

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

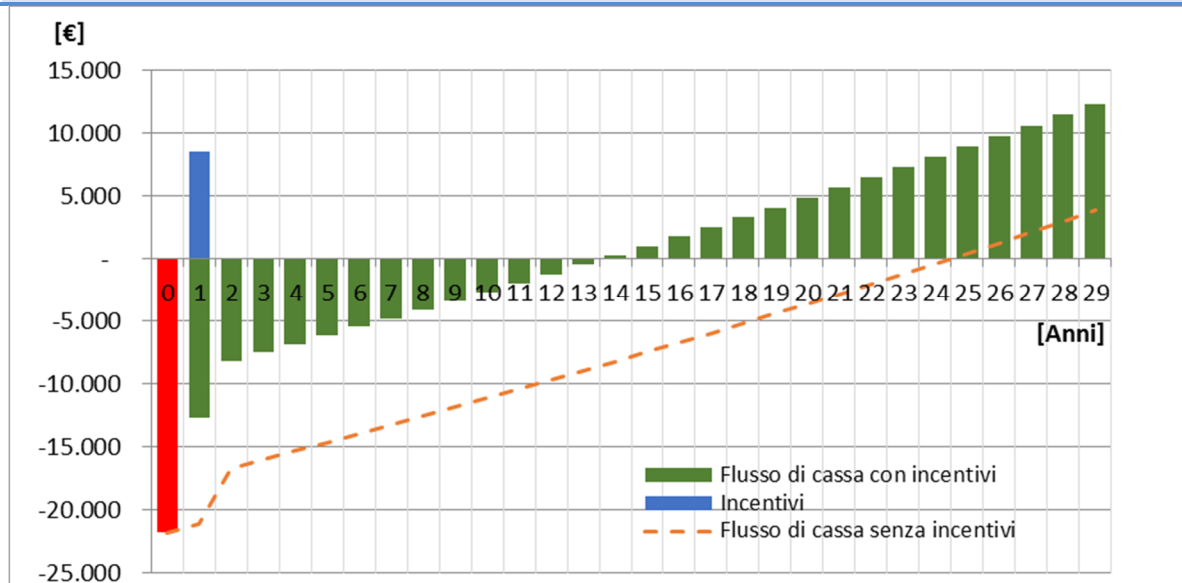
PARAMETRO FINANZIARIO		U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	$I_0$	€	165.856
Oneri Finanziari % $I_0$	OF	[%]	3,0%
Aliquota IVA	%IVA	[%]	22,0%
Anno recupero erariale IVA	$n_{IVA}$	anni	3
Vita utile	$n$	anni	30
Incentivo annuo	B	€/anno	59.600
Durata incentivo	$n_B$	anni	1
Tasso di attualizzazione	$i$	[%]	4,0%
INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE SENZA INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS	21,9	13,6
Tempo di rientro attualizzato	TRA	41,0	23,9
Valore attuale netto	VAN	-45.892	10.869
Tasso interno di rendimento	TIR	2,1%	5,9%
Indice di profitto	IP	-0,28	0,07



### 9.2.2 Coibentazione della copertura calpestabile

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

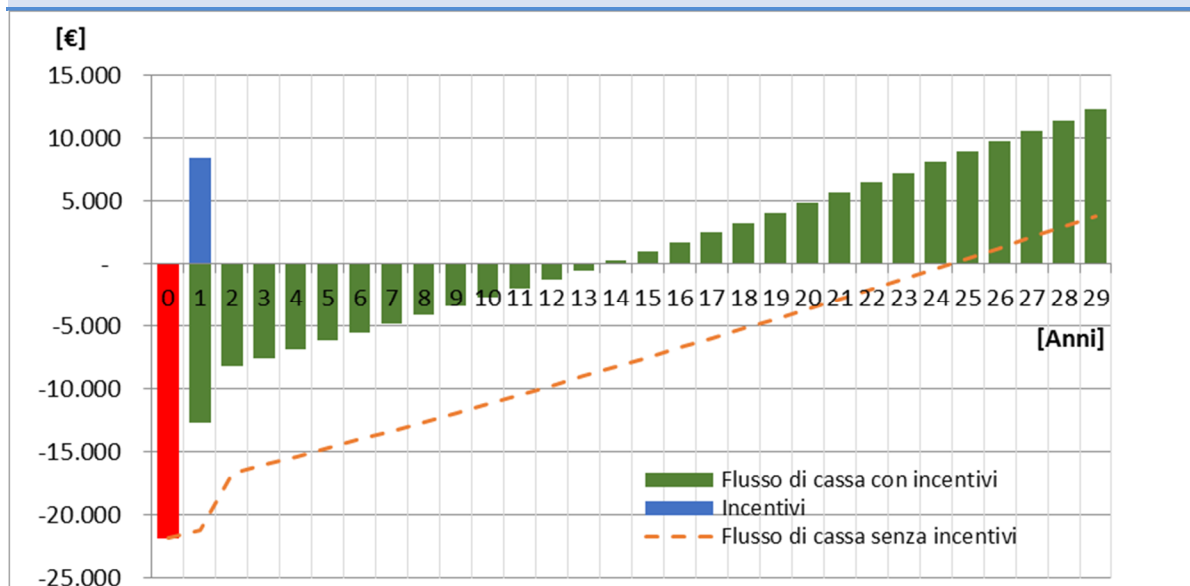
PARAMETRO FINANZIARIO		U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	$I_0$	€	21.200
Oneri Finanziari % $I_0$	OF	[%]	3,0%
Aliquota IVA	%IVA	[%]	22,0%
Anno recupero erariale IVA	$n_{IVA}$	anni	3
Vita utile	$n$	anni	30
Incentivo annuo	B	€/anno	8.480
Durata incentivo	$n_B$	anni	1
Tasso di attualizzazione	$i$	[%]	4,0%
INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE SENZA INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS	24,5	13,9
Tempo di rientro attualizzato	TRA	45,2	25,9
Valore attuale netto	VAN	-7.341	735
Tasso interno di rendimento	TIR	1,2%	5,5%
Indice di profitto	IP	-0,35	0,03



### 9.2.3 Coibentazione della copertura piana con tetto verde estensivo

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

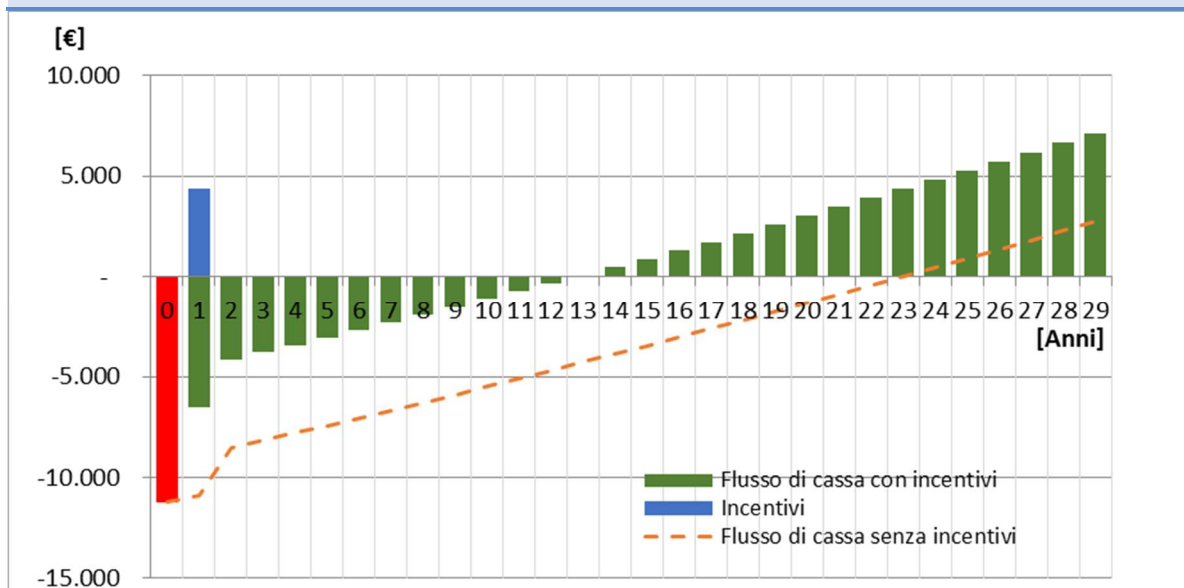
PARAMETRO FINANZIARIO		U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	$I_0$	€	26.546
Oneri Finanziari % $I_0$	<b>OF</b>	[%]	3,0%
Aliquota IVA	<b>%IVA</b>	[%]	22,0%
Anno recupero erariale IVA	$n_{IVA}$	anni	3
Vita utile	$n$	anni	30
Incentivo annuo	<b>B</b>	€/anno	10.618
Durata incentivo	$n_B$	anni	1
Tasso di attualizzazione	$i$	[%]	4,0%
INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE SENZA INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	<b>TRS</b>	31,8	17,8
Tempo di rientro attualizzato	<b>TRA</b>	54,9	32,7
Valore attuale netto	<b>VAN</b>	-12.404	-2.292
Tasso interno di rendimento	<b>TIR</b>	-0,4%	3,6%
Indice di profitto	<b>IP</b>	-0,47	-0,09



### 9.2.4 Coibentazione del pavimento su esterno con cappotto termico

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

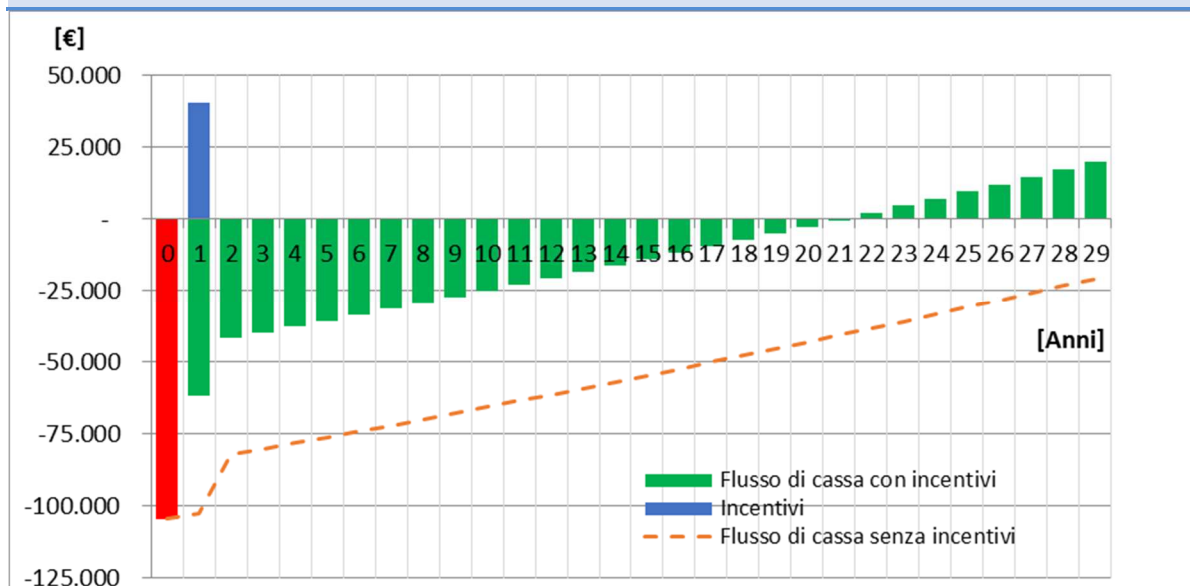
PARAMETRO FINANZIARIO		U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	$I_0$	€	10.901
Oneri Finanziari % $l_0$	<b>OF</b>	[%]	3,0%
Aliquota IVA	<b>%IVA</b>	[%]	22,0%
Anno recupero erariale IVA	$n_{IVA}$	anni	3
Vita utile	$n$	anni	30
Incentivo annuo	<b>B</b>	€/anno	4.360
Durata incentivo	$n_B$	anni	1
Tasso di attualizzazione	$i$	[%]	4,0%
INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE SENZA INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	<b>TRS</b>	23,1	12,9
Tempo di rientro attualizzato	<b>TRA</b>	42,9	23,0
Valore attuale netto	<b>VAN</b>	-3.369	783
Tasso interno di rendimento	<b>TIR</b>	1,7%	6,1%
Indice di profitto	<b>IP</b>	-0,31	0,07



### 9.2.5 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:

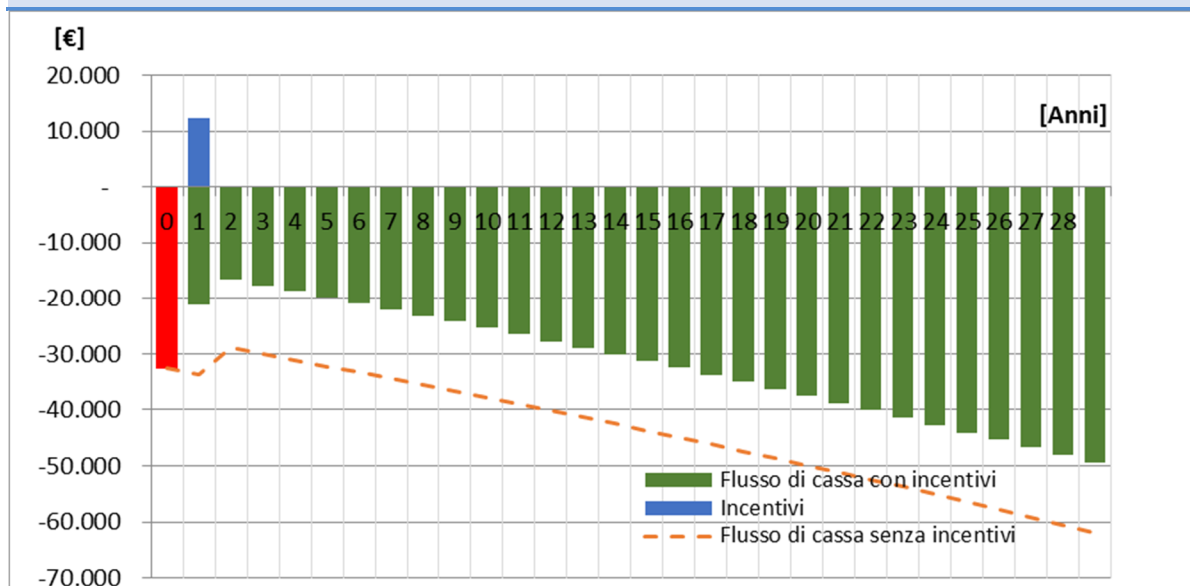
PARAMETRO FINANZIARIO		U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	$I_0$	€	101.244
Oneri Finanziari % $I_0$	<b>OF</b>	[%]	3,0%
Aliquota IVA	<b>%IVA</b>	[%]	22,0%
Anno recupero erariale IVA	$n_{IVA}$	anni	3
Vita utile	$n$	anni	30
Incentivo annuo	<b>B</b>	€/anno	40.498
Durata incentivo	$n_B$	anni	1
Tasso di attualizzazione	$i$	[%]	4,0%
INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE SENZA INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	<b>TRS</b>	37,4	21,5
Tempo di rientro attualizzato	<b>TRA</b>	63,1	35,5
Valore attuale netto	<b>VAN</b>	-54.714	-16.145
Tasso interno di rendimento	<b>TIR</b>	-1,6%	2,2%
Indice di profitto	<b>IP</b>	-0,54	-0,16



### 9.2.6 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	$I_0$	€	31.640
Oneri Finanziari % $I_0$	<b>OF</b>	[%]	3,0%
Aliquota IVA	<b>%IVA</b>	[%]	22,0%
Anno recupero erariale IVA	$n_{IVA}$	anni	3
Vita utile	$n$	anni	30
Incentivo annuo	<b>B</b>	€/anno	12.400
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	<b>TRS</b>	33,4	57,8
Tempo di rientro attualizzato	<b>TRA</b>	78,2	1402,9
Valore attuale netto	<b>VAN</b>	-45.096	-33.286
Tasso interno di rendimento	<b>TIR</b>	nd	nd
Indice di profitto	<b>IP</b>	-1,43	-1,05

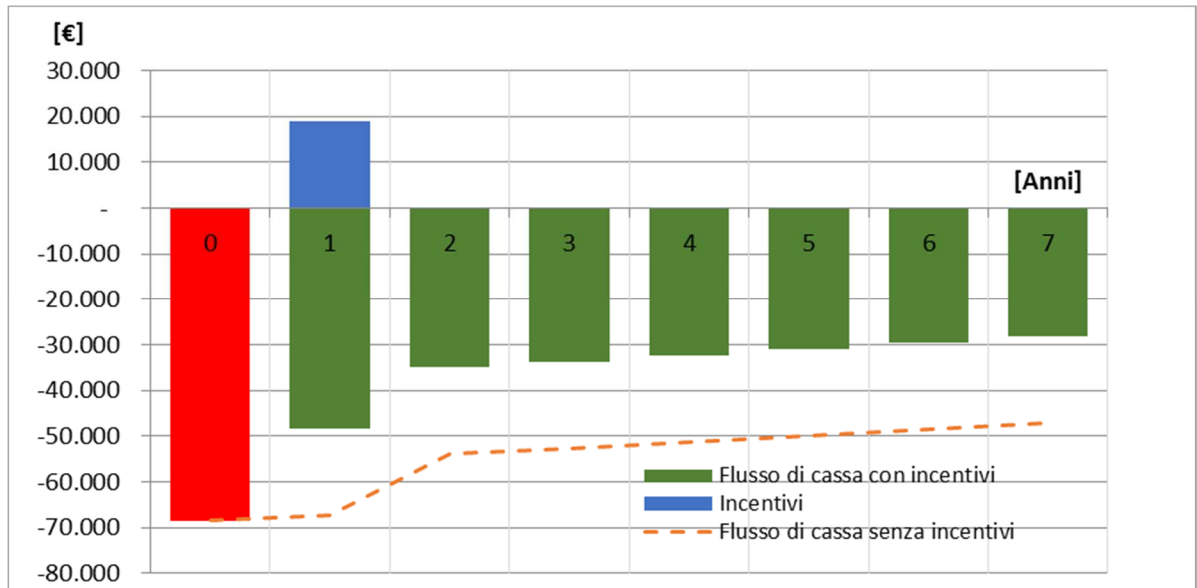




### 9.2.7 Efficiamento del sistema di illuminazione esistente attraverso l'installazione di sistema a LED

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

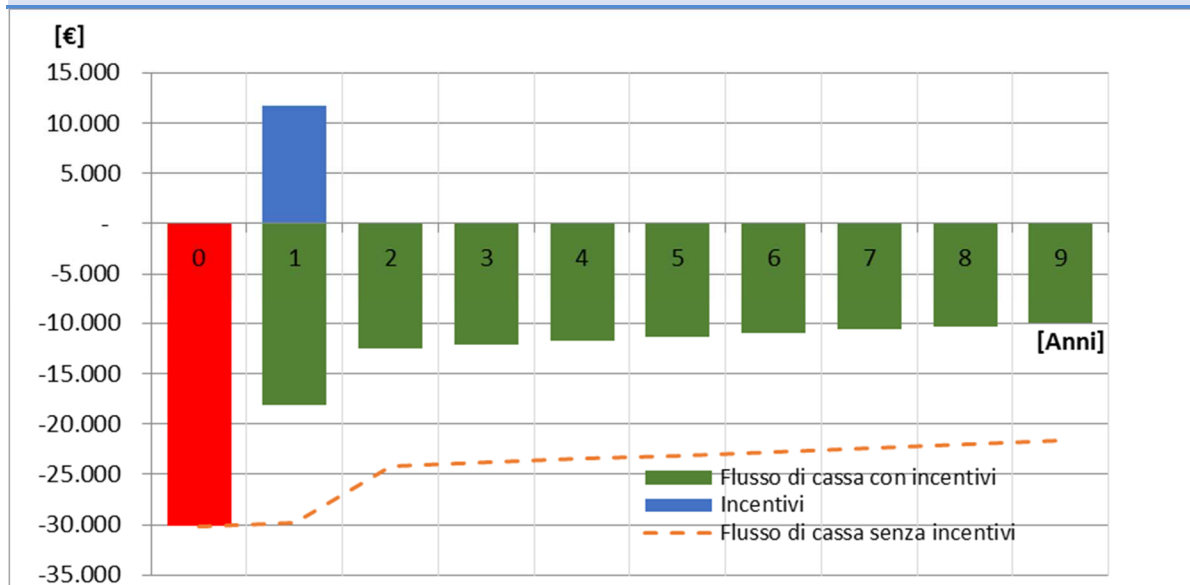
PARAMETRO FINANZIARIO		U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	<b>I<sub>0</sub></b>	€	66.537
Oneri Finanziari %I <sub>0</sub>	<b>OF</b>	[%]	3,0%
Aliquota IVA	<b>%IVA</b>	[%]	22,0%
Anno recupero erariale IVA	<b>n<sub>IVA</sub></b>	anni	3
Vita utile	<b>n</b>	anni	8
Incentivo annuo	<b>B</b>	€/anno	18.900
Durata incentivo	<b>n<sub>B</sub></b>	anni	1
Tasso di attualizzazione	<b>i</b>	[%]	4,0%
INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE SENZA INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	<b>TRS</b>	25,7	13,6
Tempo di rientro attualizzato	<b>TRA</b>	29,5	15,0
Valore attuale netto	<b>VAN</b>	-49.951	-31.951
Tasso interno di rendimento	<b>TIR</b>	-28,6%	-20,4%
Indice di profitto	<b>IP</b>	-0,75	-0,48



### 9.2.8 Sistemi di building automation

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

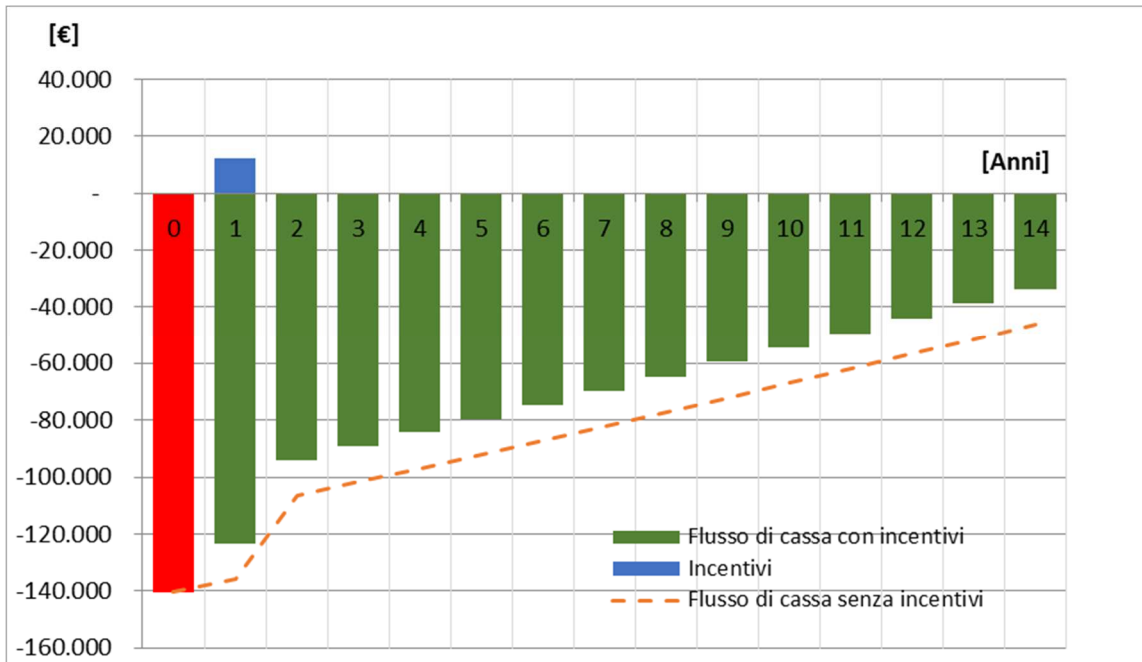
PARAMETRO FINANZIARIO		U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	$I_0$	€	29.280
Oneri Finanziari % $_{I_0}$	OF	[%]	3,0%
Aliquota IVA	%IVA	[%]	22,0%
Anno recupero erariale IVA	$n_{IVA}$	anni	3
Vita utile	n	anni	10
Incentivo annuo	B	€/anno	11.712
Durata incentivo	$n_B$	anni	1
Tasso di attualizzazione	i	[%]	4,0%
INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE SENZA INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS	35,3	14,9
Tempo di rientro attualizzato	TRA	41,0	16,3
Valore attuale netto	VAN	-22.805	-11.651
Tasso interno di rendimento	TIR	-26,3%	-16,0%
Indice di profitto	IP	-0,78	-0,40



### 9.2.9 Efficiamento impianto di generazione del calore

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

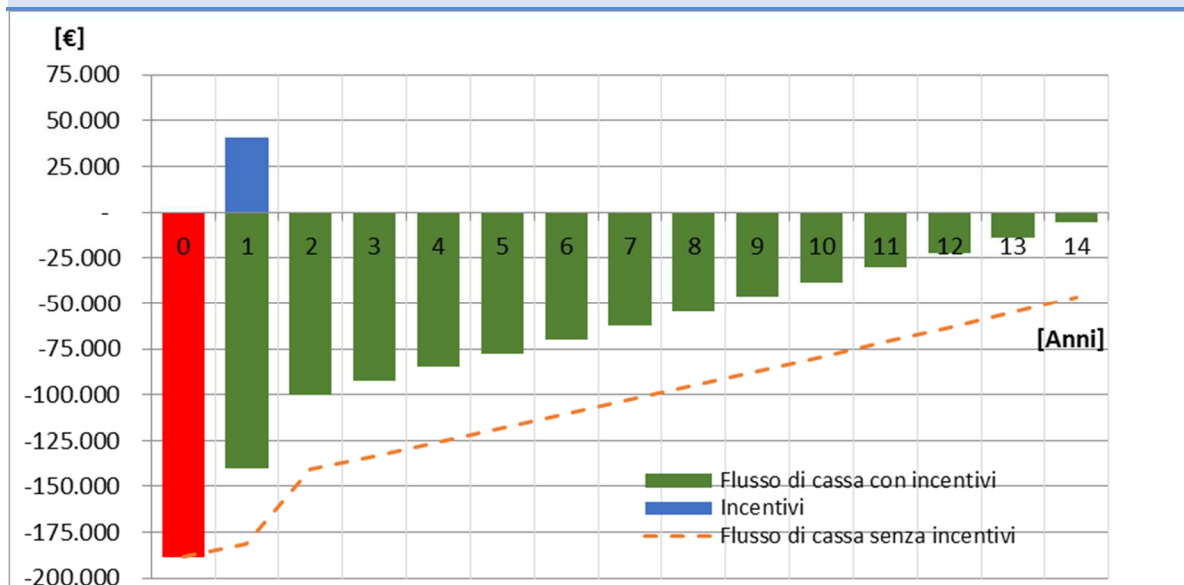
PARAMETRO FINANZIARIO		U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	$I_0$	€	136.390
Oneri Finanziari % $l_0$	<b>OF</b>	[%]	3,0%
Aliquota IVA	<b>%IVA</b>	[%]	22,0%
Anno recupero erariale IVA	$n_{IVA}$	anni	3
Vita utile	<b>n</b>	anni	15
Incentivo annuo	<b>B</b>	€/anno	12.480
Durata incentivo	$n_B$	anni	1
Tasso di attualizzazione	<b>i</b>	[%]	4,0%
INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE SENZA INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	<b>TRS</b>	22,3	19,7
Tempo di rientro attualizzato	<b>TRA</b>	29,5	25,3
Valore attuale netto	<b>VAN</b>	-69.166	-57.280
Tasso interno di rendimento	<b>TIR</b>	-5,7%	-4,4%
Indice di profitto	<b>IP</b>	-0,51	-0,42



### 9.2.10 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:

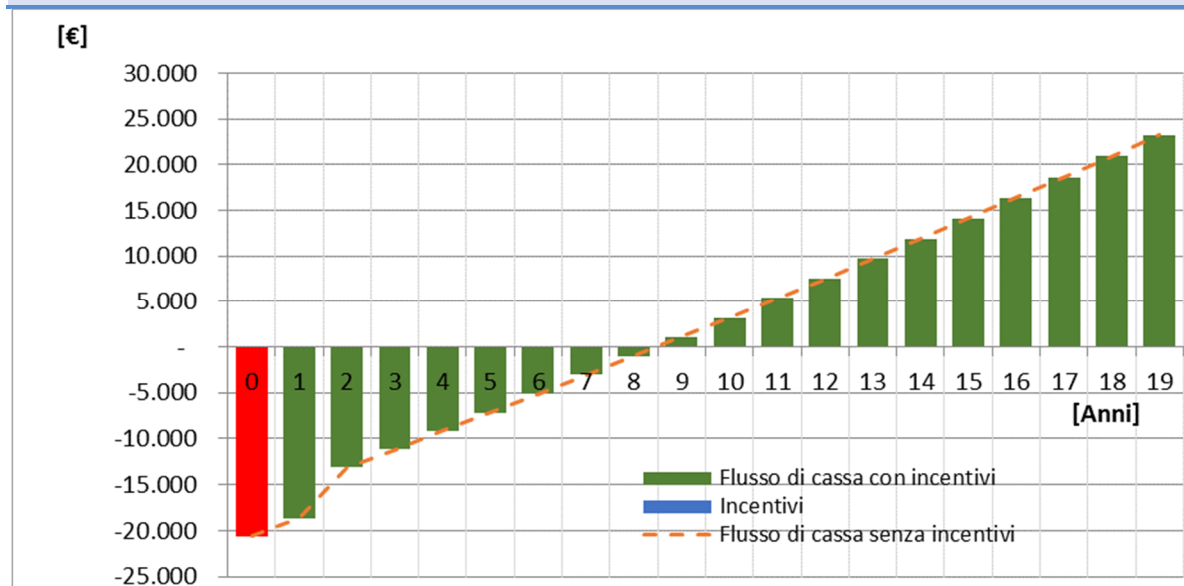
PARAMETRO FINANZIARIO		U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	$I_0$	€	183.004
Oneri Finanziari % $I_0$	<b>OF</b>	[%]	3,0%
Aliquota IVA	<b>%IVA</b>	[%]	22,0%
Anno recupero erariale IVA	$n_{IVA}$	anni	3
Vita utile	$n$	anni	15
Incentivo annuo	<b>B</b>	€/anno	40.891
Durata incentivo	$n_B$	anni	1
Tasso di attualizzazione	$i$	[%]	4,0%
INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE SENZA INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	<b>TRS</b>	19,9	15,5
Tempo di rientro attualizzato	<b>TRA</b>	26,6	19,5
Valore attuale netto	<b>VAN</b>	-82.215	-43.272
Tasso interno di rendimento	<b>TIR</b>	-4,1%	-0,6%
Indice di profitto	<b>IP</b>	-0,45	-0,24



### 9.2.11 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	$I_0$	€	20.015
Oneri Finanziari % $I_0$	<b>OF</b>	[%]	3,0%
Aliquota IVA	<b>%IVA</b>	[%]	22,0%
Anno recupero erariale IVA	$n_{IVA}$	anni	3
Vita utile	$n$	anni	20
Incentivo annuo	<b>B</b>	€/anno	-
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	<b>TRS</b>	8,5	8,5
Tempo di rientro attualizzato	<b>TRA</b>	11,6	11,6
Valore attuale netto	<b>VAN</b>	7.882	7.882
Tasso interno di rendimento	<b>TIR</b>	9,7%	9,7%
Indice di profitto	<b>IP</b>	0,39	0,39



### 9.3 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/(m<sup>2</sup> anno) e calcolato come somma del fabbisogno di energia termica [kWh] e fabbisogno di energia elettrica [kWh], rapportati alla superficie utile dell'edificio [m<sup>2</sup>]. 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 all'efficientamento impianto di illuminazione mediante trasformazione a LED, efficientamento del generatore di calore e termoregolazione.

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.



### 9.3.1 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 1: Coibentazione pareti perimetrali
- EEM2: Coibentazione della copertura
- EEM 4: Coibentazione pavimento su esterno con cappotto termico
- EEM 11: 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]	101.696	72.582	28,6%
$EE_{teorico}$	[kWh]	48.390	36.625	24,3%
$Q_{baseline}$	[kWh]	108.010	77.088	28,6%
$EE_{baseline}$	[kWh]	48.023	36.347	24,3%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO <sub>2</sub> ]	21.818	15.572	28,6%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO <sub>2</sub> ]	22.427	16.974	24,3%
<b>Emiss. CO2 TOT</b>	<b>[kgCO<sub>2</sub>]</b>	<b>44.245</b>	<b>32.546</b>	<b>26,4%</b>
Fornitura Termica, $C_Q$	[€]	8.600	6.138	28,6%
Fornitura Elettrica, $C_{EE}$	[€]	9.605	7.269	24,3%
<b>Fornitura Energia, <math>C_E</math></b>	<b>[€]</b>	<b>18.204</b>	<b>13.407</b>	<b>26,4%</b>
$C_{MO\_I}$	[€]	8.318	8.318	0,0%
$C_{MO\_E}$	[€]	2.260	904	60,0%
$C_{MS\_I}$	[€]	2.211	2.211	0,0%
$C_{MS\_E}$	[€]	4.058	1.623	60,0%
O&M ( $C_{MO} + C_{MS}$ )	[€]	16.847	13.056	22,5%
<b>OPEX</b>	<b>[€]</b>	<b>35.051</b>	<b>26.463</b>	<b>24,5%</b>
Classe energetica	[-]	D	B	2 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) [€]
EEM 1: Coibentazione pareti perimetrali	135.948	29.908	165.856
EEM 2: Coibentazione delle coperture	17.377	3.823	21.200
EEM 4: Coibentazione pavimento su esterno con cappotto termico	8.935	1.966	10.901
EEM 11: Utilizzo di generazione da fonti rinnovabili – installazione di impianto FV	16.405	3.609	20.015
<b>TOTALE (I<sub>0</sub>)</b>	<b>178.665</b>	<b>39.306</b>	<b>217.972</b>
VOCE MANUTENZIONE	C <sub>MO</sub> (IVA INCLUSA) [€]	C <sub>MS</sub> (IVA INCLUSA) [€]	C <sub>M</sub> (IVA INCLUSA) [€]
O&M	9.222	3.834	13.056
<b>TOTALE (C<sub>M</sub>)</b>	<b>9.222</b>	<b>3.834</b>	<b>13.056</b>
VOCE INCENTIVO	DESCRIZIONE	TOTALE (IVA INCLUSA) [€]	
Incentivi	[Conto termico]	72.440-	
Durata incentivi		1	
Incentivo annuo		72.440	

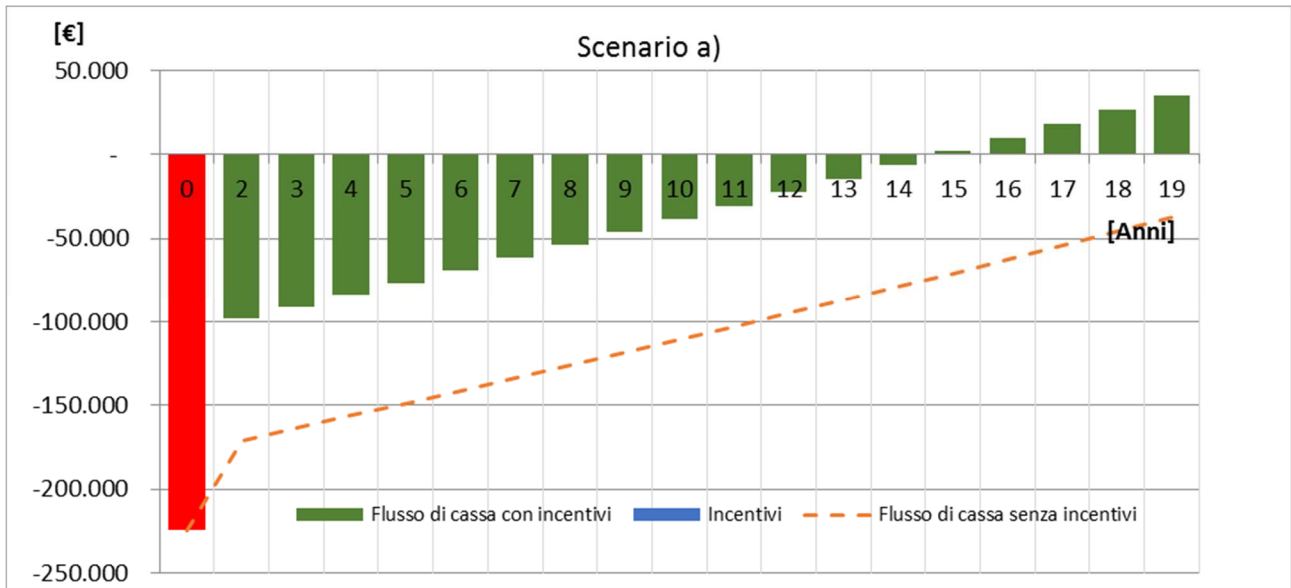
L'analisi di convenienza effettuata per lo **Scenario a)** porta alla valutazione dei seguenti indici finanziari:

PARAMETRO FINANZIARIO		U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	I <sub>0</sub>	€	217.972
Oneri Finanziari %I <sub>0</sub>	OF	[%]	3,0%
Aliquota IVA	%IVA	[%]	22,0%
Anno recupero erariale IVA	n <sub>IVA</sub>	anni	3
Vita utile	n	anni	20
Incentivo annuo	B	€/anno	72.440
Durata incentivo	n <sub>B</sub>	anni	1
Tasso di attualizzazione	i	[%]	4,0%
INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE SENZA INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS	24,0	14,9

Tempo di rientro attualizzato	<b>TRA</b>	35,0	22,7
Valore attuale netto	<b>VAN</b>	-96.095	-27.104
Tasso interno di rendimento	<b>TIR</b>	-2,0%	2,4%
Indice di profitto	<b>IP</b>	-0,44	-0,12

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

ANNO	I <sub>0</sub>	INCENTIVI	FLUSSO DI CASSA SENZA INCENTIVI	FLUSSO DI CASSA CON INCENTIVI
0	-217.972	-	-224.511	-224.511
1	-	72.440	-217.402	-144.962
2	-	-	-170.914	-98.474
3	-	-	-163.662	-91.222
4	-	-	-156.337	-83.897
5	-	-	-148.939	-76.499
6	-	-	-141.466	-69.026
7	-	-	-133.919	-61.479
8	-	-	-126.297	-53.857
9	-	-	-118.598	-46.158
10	-	-	-110.823	-38.383
11	-	-	-102.969	-30.529
12	-	-	-95.037	-22.597
13	-	-	-87.026	-14.586
14	-	-	-78.935	-6.495
15	-	-	-70.762	1.678
16	-	-	-62.508	9.932
17	-	-	-54.172	18.268
18	-	-	-45.752	26.688
19	-	-	-37.248	35.192



### 9.3.2 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. Nonostante ciò non è stato possibile trasformare l'edificio in NZEB e così come specificato nel capitolato, lo scenario ha però soddisfatto il requisito del raggiungimento della miglior classe energetica possibile sia sotto l'aspetto della fattibilità tecnica e sia economico-finanziaria. L'orizzonte temporale per cui si è realizzata tale analisi è di 20 anni. Le misure coinvolte in questo scenario sono:

EEM 1: Coibentazione pareti perimetrali (in tabella abbreviato con Cap)

EEM2: Coibentazione della copertura (in tabella abbreviato con Cop)

EEM 4: Coibentazione pavimento su esterno con cappotto termico (in tabella abbreviato con Pav)

EEM 5: Sostituzione infissi (in tabella abbreviato con Inf)

EEM 7: Efficientamento del sistema di illuminazione - sostituzione lampade esistenti con LED (in tabella abbreviato con LED)

EEM 8: Realizzazione di sistemi di Building Automation (in tabella abbreviato con BACS)

EEM 10: Efficientamento impianto di riscaldamento e raffrescamento – installazione di PdC (in tabella abbreviato con PdC)

EEM 11: Utilizzo di generazione da fonti rinnovabili – installazione di impianto FV (in tabella abbreviato con FV)

#### Prestazioni raggiungibili

CALCOLO RISPARMIO	U.M.	ANTE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	RIDUZIONE DAL BASELINE
$Q_{teorico}$	[kWh]	101.696	-	100,0%
$EE_{teorico}$	[kWh]	48.390	36.343	24,9%
$Q_{baseline}$	[kWh]	108.010	-	100,0%
$EE_{baseline}$	[kWh]	48.023	36.068	24,9%
Emiss. CO2 Termico	[kgCO <sub>2</sub> ]	21.818	-	100,0%
Emiss. CO2 Elettrico	[kgCO <sub>2</sub> ]	22.427	16.844	24,9%
<b>Emiss. CO2 TOT</b>	<b>[kgCO<sub>2</sub>]</b>	<b>44.245</b>	<b>16.844</b>	<b>61,9%</b>
Fornitura Termica, $C_Q$	[€]	8.600	-	100,0%
Fornitura Elettrica, $C_{EE}$	[€]	9.605	7.214	24,9%
<b>Fornitura Energia, <math>C_E</math></b>	<b>[€]</b>	<b>18.204</b>	<b>7.214</b>	<b>60,4%</b>
$C_{MO\_I}$	[€]	8.318	4.159	50,0%
$C_{MO\_E}$	[€]	2.260	1.506	33,3%
$C_{MS\_I}$	[€]	2.211	1.106	50,0%
$C_{MS\_E}$	[€]	4.058	2.706	33,3%
O&M ( $C_{MO} + C_{MS}$ )	[€]	16.847	9.477	43,7%
OPEX	[€]	<b>35.051</b>	<b>16.690</b>	<b>52,4%</b>
Classe energetica	[-]	D	A4	4 classi

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

VOCE INVESTIMENTO	TOTALE (IVA ESCLUSA) [€]	IVA AI 22% [€]	TOTALE (IVA INCLUSA) [€]
EEM1 Coib. Cappotto	135.948	29.909	165.857
EEM2 Coib. Copertura	17.377	3.823	21.200
EEM 4: Coib. Pavimentazione ext	8.935	1.966	10.901
EEM5 Sost. Infissi	82.987	18.257	101.244
EEM7 LED	54.538	11.998	66.536
EEM8 BACS	24.000	5.280	29.280
EEM10 PdC	150.003	33.001	183.004
EEM11 FV	16.405	3.609	20.015
<b>TOTALE (I<sub>0</sub>)</b>	<b>473.788</b>	<b>104.34</b>	<b>578.022</b>
VOCE MANUTENZIONE	C <sub>Mo</sub> (IVA INCLUSA) [€]	C <sub>Ms</sub> (IVA INCLUSA) [€]	C <sub>M</sub> (IVA INCLUSA) [€]
O&M	4.912,246	2.458,254	7.370,500
<b>TOTALE (C<sub>M</sub>)</b>	<b>4.912,246</b>	<b>2.458,254</b>	<b>7.370,500</b>
VOCE INCENTIVO	DESCRIZIONE	TOTALE (IVA INCLUSA) [€]	
Incentivi	[Conto termico]	<b>185.402</b>	
Durata incentivi		<b>1</b>	
Incentivo annuo		<b>185.402</b>	

Nota: Incentivo calcolato secondo le regole applicative del D.M. 16 febbraio 2016 previste dal Conto Termico 2.0 relative alle misure di efficienza considerate. Per gli interventi che prevedano, oltre all'isolamento termico delle superfici opache, almeno un intervento sui sistemi di generazione di calore, la quota incentivata della spesa ammissibile è pari al 55%.

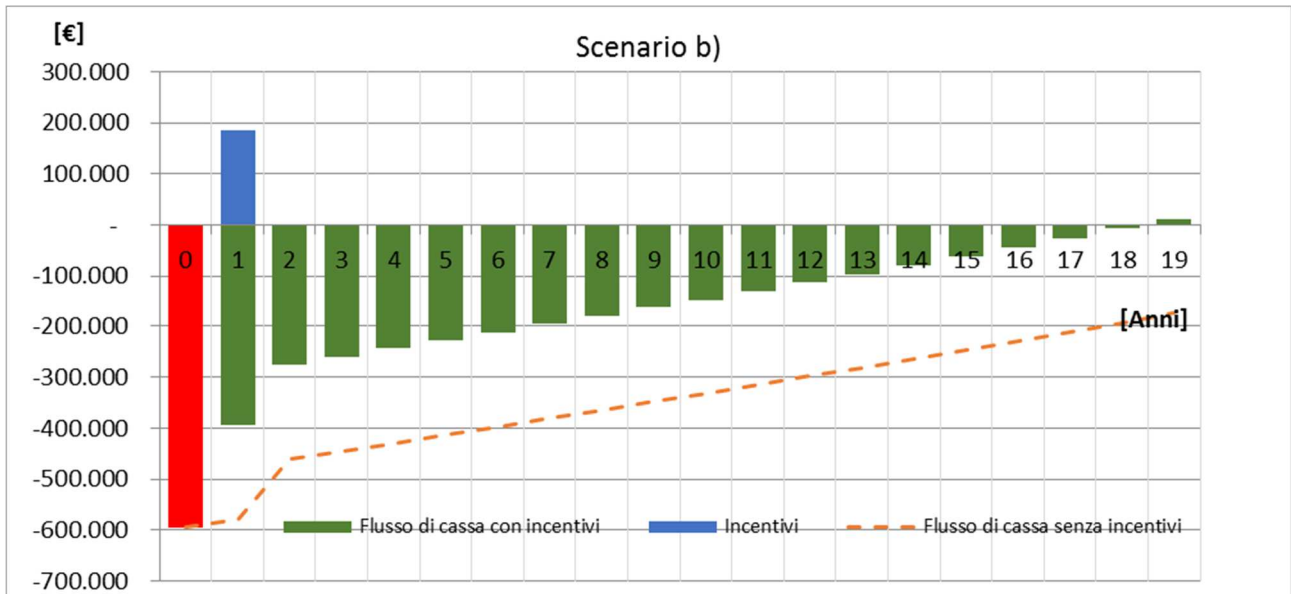
L'analisi di convenienza effettuata per lo **Scenario b)** porta alla valutazione dei seguenti indici finanziari:

PARAMETRO FINANZIARIO		U.M.	VALORE
Investimento Iniziale	I <sub>0</sub>	€	578.022
Oneri Finanziari %I <sub>0</sub>	OF	[%]	3,0%
Aliquota IVA	%IVA	[%]	22,0%
Anno recupero erariale IVA	n <sub>IVA</sub>	anni	3
Vita utile	n	anni	20
Incentivo annuo	B	€/anno	185.402
Durata incentivo	n <sub>B</sub>	anni	1
Tasso di attualizzazione	i	[%]	4,0%
INDICE FINANZIARIO DI PROGETTO		VALORE SENZA INCENTIVI	VALORE SENZA INCENTIVI
Tempo di rientro semplice	TRS	28,3	18,7

Tempo di rientro attualizzato	<b>TRA</b>	40,7	25,4
Valore attuale netto	<b>VAN</b>	-302.487	-125.913
Tasso interno di rendimento	<b>TIR</b>	-3,8%	0,3%
Indice di profitto	<b>IP</b>	-0,52	-0,22

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

<b>ANNO</b>	<b>I<sub>0</sub></b>	<b>INCENTIVI</b>	<b>FLUSSO DI CASSA SENZA INCENTIVI</b>	<b>FLUSSO DI CASSA CON INCENTIVI</b>
<b>0</b>	-578.022	-	-595.363	-595.363
<b>1</b>	-	185.402	-580.162	-394.760
<b>2</b>	-	-	-460.576	-275.174
<b>3</b>	-	-	-445.070	-259.668
<b>4</b>	-	-	-429.409	-244.007
<b>5</b>	-	-	-413.591	-228.189
<b>6</b>	-	-	-397.615	-212.213
<b>7</b>	-	-	-381.479	-196.077
<b>8</b>	-	-	-365.182	-179.780
<b>9</b>	-	-	-348.722	-163.320
<b>10</b>	-	-	-332.098	-146.696
<b>11</b>	-	-	-315.307	-129.905
<b>12</b>	-	-	-298.348	-112.946
<b>13</b>	-	-	-281.220	-95.818
<b>14</b>	-	-	-263.920	-78.518
<b>15</b>	-	-	-246.447	-61.045
<b>16</b>	-	-	-228.800	-43.398
<b>17</b>	-	-	-210.976	-25.574
<b>18</b>	-	-	-192.974	-7.572
<b>19</b>	-	-	-174.792	10.610





## 10 CONCLUSIONI

Dai risultati della diagnosi energetica emerge che l'edificio che ospita l'edificio sito in via Commissario Ammaturo 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". 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	
<b>Globale</b>	EP <sub>gl</sub>	kWh/mq anno	130	140	71	78	30,75	42,24
<b>Climatizzazione invernale</b>	EP <sub>H</sub>	kWh/mq anno	91,8	92,8	60	61	1,3	1,7
<b>Produzione di acqua calda sanitaria</b>	EP <sub>w</sub>	kWh/mq anno	5,5	6,8	1	1,7	1,4	2
<b>Ventilazione</b>	EP <sub>v</sub>	kWh/mq anno	-	-	-	-	-	-
<b>Raffrescamento</b>	EP <sub>c</sub>	kWh/mq anno	4	5	2	3	3	4
<b>Illuminazione artificiale</b>	EP <sub>l</sub>	kWh/mq anno	24	30	5	8	6,4	7,7
<b>Trasporto di persone e cose</b>	EP <sub>t</sub>	kWh/mq anno	4,5	5,5	2,6	4,2	3,6	4,9

Emissioni equivalenti di CO2	CO <sub>2eq</sub>	kg/mq anno	14,6	15,7	13	13,7	6,4	7,9
------------------------------	-------------------	------------	------	------	----	------	-----	-----

## 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:

- Realizzazione del cappotto
- Coibentazione della copertura
- Coibentazione della copertura con tetto verde
- Coibentazione del pavimento esterno
- Sostituzione degli infissi
- Applicazione pellicole solari
- Efficientamento del sistema di illuminazione attraverso trasformazione a LED
- Realizzazione di sistemi di building automation

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

- Efficientamento impianto di climatizzazione invernale

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

- Installazione pompe di calore
- Installazione impianto fotovoltaico da 6 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 pareti perimetrali
- Coibentazione della copertura
- Coibentazione del pavimento esterno
- Utilizzo di generazione da fonti rinnovabili – installazione di impianto FV

Interventi previsti nello **Scenario b)**:

- Cappotto termico su pareti perimetrali esterne (in tabella abbreviato con Cap)
- Coibentazione della copertura (in tabella abbreviato con Cop)
- Coibentazione del pavimento esterno (in tabella abbreviato con Pav)

- Sostituzione degli infissi (in tabella abbreviato con Inf)
- Efficientamento del sistema di illuminazione attraverso trasformazione a LED
- Realizzazione di sistemi di Building Automation (in tabella abbreviato con BACS)
- Installazione pompe di calore (in tabella abbreviato con PdC)
- Installazione impianto fotovoltaico da 6 kWp (in tabella abbreviato con FV)

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

	% $\Delta E$	% $\Delta_{CO_2}$	$\Delta C_E$	$\Delta C_{MO}$	$\Delta C_{MS}$	$I_0$	Vita utile	TRS	TRA	VAN	TIR	IP
	[%]	[%]	[€/anno]	[€/anno]	[€/anno]	[€]	[anni]	[anni]	[anni]	[€]	[%]	[-]
Cap	17,6	18,4	3.202	1.356	2.435	165.856	30	13,6	23,9	10.869	5,9	0,07
Cop	2,2	2,3	409	136	244	21.200	30	13,9	25,9	735	5,5	0,03
Copv	2,5	2,6	446	68	244	26.546	30	17,8	32,7	-2.292	3,6	-0,09
Pav	0,7	0,7	119	113	203	10.901	30	12,9	23	783	6,1	0,07
Inf	9,5	9,9	1.728	226	406	101.244	30	21,5	35,5	-16.145	2,2	-0,16
Pel	10,4	-11	-1.896	226	406	32.640	30	57,8	1.403	-33.286	nd	-1,05
LED	2,8	2,7	510	1.664	0	66.537	8	16,6	15	-31.951	-20,4	-0,48
BACS	6,1	6,5	1.974	0	0	29.280	10	7,9	10,8	-2.161	2,3	-0,07
Caldaia	2,1	2,2	381	4.159	1.106	136.390	15	19,7	25,3	-57.280	-4,4	-0,42
PdC	19,4	22,6	3.530	4.159	1.106	183.004	15	15,5	19,5	-43.272	-0,6	-0,24
FV	12,8	12,3	2.335	0	0	20.015	20	8,5	11,6	7.882	9,7%	0,39
SCN a	26,4	26,4	4.797	1.355	2.434	217.972	20	14,9	22,7	-27.104	2,4	-0,12
SCN b	60,4	61,9	10.991	4.912	2.458	578.022	20	18,7	25,4	-125.913	0,3	-0,22

### 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 CO<sub>2</sub> 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.