



# LINEE GUIDA

PER LA REDAZIONE DEL **PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA** DEGLI INTERVENTI DI EFFICIENTAMENTO ENERGETICO DI EDIFICI DI EDILIZIA RESIDENZIALE PUBBLICA

MISSIONE 7,  
INVESTIMENTO 17 DEL PNRR

GIUGNO 2025

## SOMMARIO

Premessa .....	4
1 Premessa .....	5
1.1 Criteri di ammissibilità.....	5
1.2 Principi fondamentali operativi.....	6
1.3 Tipologia di interventi.....	7
1.3.1 Isolamento termico di superfici opache .....	7
1.3.2 Sostituzione di chiusure trasparenti.....	7
1.3.3 Installazione di sistemi di schermatura.....	7
1.3.4 Sostituzione di sistemi per l'illuminazione .....	8
1.3.5 Installazione di tecnologie di gestione e controllo automatico (building automation) .....	8
1.3.6 Installazione di impianti solari fotovoltaici e relativi sistemi di accumulo .....	8
1.3.7 Sostituzione di impianti di climatizzazione invernale .....	9
1.3.8 Installazione di impianti solari termici .....	9
1.3.9 Sostituzione di impianto di climatizzazione con allaccio a sistema di teleriscaldamento.....	10
1.3.10 Sostituzione di impianto di climatizzazione utilizzando unità di microgenerazione .....	10
2 Progetto di Fattibilità Tecnico-Economica .....	11
3 Parte Generale.....	12
3.1 Elaborati tecnico – descrittivi .....	12
3.1.1 Relazione generale illustrativa .....	12
3.1.2 Relazione tecnica energetica specialistica e APE ante e post-intervento .....	14
3.1.3 Relazione di sostenibilità dell'opera .....	14
3.2 Documentazione tecnico – economica .....	15
3.2.1 Computo metrico estimativo.....	15
3.2.2 Quadro economico di progetto .....	17
3.2.3 Capitolato speciale d'appalto .....	18
3.2.4 Piano di sicurezza e coordinamento.....	18
3.2.5 Piano di manutenzione .....	19
3.2.6 Cronoprogramma .....	20
3.3 Modellazione informativa (BIM) .....	21
4 Indicazioni operative per i contenuti specifici del PFTE.....	23
4.1 ISOLAMENTO TERMICO DI SUPERFICI OPACHE.....	24
4.1.1 PFTE - Analisi dello stato di fatto .....	24
4.1.2 PFTE - Contenuti progettuali e specifiche tecniche dell'intervento.....	25
4.1.3 Quadro metodologico e checklist operativa.....	27
4.1.4 Categorie SOA .....	29
4.2 SOSTITUZIONE DI CHIUSURE TRASPARENTI.....	31

4.2.1	PFTE - Analisi dello stato di fatto .....	31
4.2.2	PFTE - Contenuti progettuali e specifiche tecniche dell'intervento.....	32
4.2.3	Quadro metodologico e checklist operativa.....	34
4.2.4	Categorie SOA .....	36
4.3	INSTALLAZIONE DI SISTEMI DI SCHERMATURA.....	38
4.3.1	PFTE – Analisi dello stato di fatto.....	38
4.3.2	PFTE – Contenuti progettuali e specifiche tecniche dell'intervento.....	39
4.3.3	Quadro metodologico e checklist operativa.....	41
4.3.4	Categorie SOA .....	43
4.4	SOSTITUZIONE DI SISTEMI PER L'ILLUMINAZIONE.....	45
4.4.1	PFTE – Analisi dello stato di fatto.....	45
4.4.2	PFTE – Contenuti progettuali e specifiche tecniche dell'intervento.....	46
4.4.3	Quadro metodologico e checklist operativa.....	47
4.4.4	Categorie SOA .....	50
4.5	INSTALLAZIONE DI TECNOLOGIE DI GESTIONE E CONTROLLO AUTOMATICO (BUILDING AUTOMATION).....	52
4.5.1	PFTE - Analisi dello stato di fatto .....	52
4.5.2	PFTE - Contenuti progettuali e specifiche tecniche dell'intervento.....	53
4.5.3	Quadro metodologico e checklist operativa.....	55
4.5.4	Categorie SOA .....	57
4.6	INSTALLAZIONE DI IMPIANTI SOLARI FOTOVOLTAICI E RELATIVI SISTEMI DI ACCUMULO.....	59
4.6.1	PFTE - Analisi dello stato di fatto .....	59
4.6.2	PFTE - Contenuti progettuali e specifiche tecniche dell'intervento.....	60
4.6.3	Quadro metodologico e checklist operativa.....	62
4.6.4	Categorie SOA .....	65
4.7	SOSTITUZIONE DI IMPIANTI DI CLIMATIZZAZIONE INVERNALE .....	67
4.7.1	PFTE - Analisi dello stato di fatto .....	67
4.7.2	PFTE - Contenuti progettuali e specifiche tecniche dell'intervento.....	68
4.7.3	Quadro metodologico e checklist operativa.....	70
4.7.4	Categorie SOA .....	73
4.8	INSTALLAZIONE DI IMPIANTI SOLARI TERMICI.....	75
4.8.1	PFTE - Analisi dello stato di fatto .....	75
4.8.2	PFTE - Contenuti progettuali e specifiche tecniche dell'intervento.....	76
4.8.3	Quadro metodologico e checklist operativa.....	78
4.8.4	Categorie SOA .....	81
4.9	SOSTITUZIONE DI IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE CON ALLACCIO A SISTEMA DI TELERISCALDAMENTO .....	83
4.9.1	PFTE – Analisi dello stato di fatto.....	83
4.9.2	PFTE – Contenuti progettuali e specifiche tecniche.....	84

4.9.3	Quadro metodologico e checklist operativa.....	86
4.9.4	Categorie SOA .....	89
4.10	SOSTITUZIONE DI IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE UTILIZZANTE UNITÀ DI MICROCOGENERAZIONE 91	
4.10.1	PFTE – Analisi dello stato di fatto .....	91
4.10.2	PFTE – Contenuti progettuali e specifiche tecniche .....	92
4.10.3	Quadro metodologico e checklist operativa .....	94
4.10.4	Categorie SOA.....	96
Allegato 1	.....	98

BOWVA

## PREMESSA

Il presente documento contiene le **Linee Guida per la redazione del Progetto di Fattibilità Tecnico Economica** (di seguito anche "PFTE") **degli interventi di efficientamento energetico di edifici di Edilizia residenziale pubblica** nell'ambito della Missione 7, investimento 17 del PNRR.

Tale documento si pone come supporto tecnico alle Stazioni Appaltanti interessate a predisporre il Progetto di Fattibilità Tecnico Economica da porre a base di gara per l'individuazione di operatori economici che effettueranno gli interventi di efficientamento energetico.

L'adozione delle presenti Linee Guida consente di sviluppare progetti di fattibilità tecnico economica finalizzati a realizzare interventi di efficientamento energetico mirati e sostenibili, contribuendo a migliorare il comfort interno, ridurre il consumo energetico e preservare l'integrità strutturale dell'edificio.

In aggiunta, il presente documento si configura come uno strumento operativo concepito per indirizzare verso una progettazione in grado di facilitare il coordinamento multidisciplinare tra le diverse figure professionali coinvolte. La metodologia proposta si fonda su un iter progettuale rigoroso, che integra studi, analisi termiche e simulazioni, nonché valutazioni in situ che garantiscano la coerenza e l'affidabilità dei risultati. Tale approccio permette di sviluppare progetti che indentifichino soluzioni ottimali in grado di minimizzare le dispersioni termiche e massimizzare il risparmio energetico, assicurando la conformità alle normative vigenti e agli standard di sostenibilità ambientale.

Le seguenti indicazioni devono essere adattate alle specifiche condizioni di ciascun intervento, tenendo conto delle peculiarità architettoniche e climatiche del sito di installazione.

# 1 PREMESSA

Nel presente Capitolo si definiscono i criteri di ammissibilità ed i principi fondamentali degli interventi di efficientamento energetico nonché la lista dettagliata degli stessi.

## 1.1 Criteri di ammissibilità

In ossequio alle previsioni del **Decreto Efficientamento Energetico** gli interventi di efficientamento energetico delineati in questo documento sono destinati esclusivamente a quegli edifici che, previa un'analisi accurata dello stato di fatto, risultino idonei per l'implementazione delle soluzioni progettuali proposte. In particolare, tali interventi saranno realizzati su immobili o parti di immobili da ristrutturare che soddisfino i seguenti criteri tecnici e amministrativi.

1. **PROPRIETÀ PUBBLICA.** Le unità immobiliari che costituiscono gli edifici oggetto di intervento devono essere tutte di proprietà pubblica. Questo requisito è fondamentale per garantire che gli investimenti in efficientamento energetico siano indirizzati a edifici che rispondano a esigenze sociali e di interesse collettivo, contribuendo al miglioramento del patrimonio edilizio pubblico e al benessere della comunità.
2. **IMPIANTO TERMICO CENTRALIZZATO.** L'immobile deve essere dotato di un impianto termico centralizzato, il quale rappresenta il perno della gestione energetica dell'edificio e consente l'implementazione di interventi integrati in maniera efficiente. In alternativa, l'immobile che non ne sia dotato, all'esito degli interventi di efficientamento energetico, dovrà essere dotato di un impianto di climatizzazione centralizzato. La centralizzazione permette, infatti, una migliore distribuzione del calore e una più agevole integrazione con sistemi di controllo e monitoraggio, fondamentali per ottimizzare il risparmio energetico.
3. **OBIETTIVO DI RISPARMIO ENERGETICO.** Gli interventi devono conseguire un livello di efficientamento energetico non inferiore al 30% rispetto allo stato attuale, calcolato sulla base di metodologie standardizzate e validate. Tale obiettivo assicura un impatto concreto e misurabile in termini di riduzione dei consumi energetici e di miglioramento delle prestazioni termiche dell'edificio.
4. **VERIFICA PRELIMINARE DELL'IDONEITÀ TECNICA.** Una verifica preliminare dell'idoneità tecnica deve basarsi principalmente su un sopralluogo accurato e su un'analisi documentale approfondita, che consentano di acquisire una conoscenza reale e precisa dello stato di fatto dell'immobile. In primo luogo, è essenziale eseguire un'ispezione visiva dettagliata dell'involucro edilizio, concentrandosi sulle aree critiche come le chiusure trasparenti e gli infissi. Durante il sopralluogo, si dovrà verificare la presenza di evidenti segni di degrado, di infiltrazioni o di mancanze nell'isolamento, annotando con precisione le condizioni rilevate e individuando le eventuali aree di dispersione termica.  
Parallelamente, è fondamentale raccogliere e analizzare la documentazione esistente relativa all'immobile, come planimetrie, schede tecniche, certificazioni degli impianti e dati storici dei consumi energetici. Questi elementi, se opportunamente confrontati, permettono di formulare una stima preliminare del comportamento energetico dell'edificio. La raccolta di informazioni deve essere effettuata mediante moduli standardizzati, che facilitino la registrazione sistematica anche di misure e osservazioni, in modo da garantire una documentazione completa e trasparente.  
Infine, l'analisi deve includere una valutazione qualitativa dei parametri ambientali e delle condizioni operative, ad esempio considerando la tipologia degli infissi, l'orientamento delle facciate e l'efficienza dei sistemi di chiusura. Questa fase, condotta con un approccio basato su osservazioni dirette, fornirà le basi per identificare le aree maggiormente esposte e per definire le strategie di intervento più idonee, garantendo una giustificazione tecnica ed economica dell'investimento.
5. **[CRITERIO PREFERENZIALE] ASSENZA DI INTERVENTI RECENTI FINANZIATI CON RISORSE PUBBLICHE.** Sono agevolabili, in via prioritaria, i progetti di investimento su edifici che negli ultimi cinque anni non abbiano già beneficiato di sovvenzioni finalizzate all'efficientamento energetico. Tale condizione garantisce che le soluzioni proposte rappresentino un reale upgrade tecnologico e operativo rispetto allo stato preesistente, evitando sovrapposizioni di interventi e ottimizzando l'impiego delle risorse finanziarie disponibili.

## 1.2 Principi fondamentali operativi

Nel contesto degli interventi di efficientamento energetico, i principi fondamentali operativi costituiscono il nucleo metodologico che guida l'implementazione di soluzioni tecniche integrate e sostenibili. Questi principi sono stati definiti per assicurare che ogni fase si svolga secondo standard rigorosi, garantendo così una elevata coerenza metodologica e una validazione continua dei risultati ottenuti.

L'approccio operativo si fonda sull'impiego di strumenti di simulazione energetica certificati e sulla standardizzazione dei protocolli di raccolta dati, elementi essenziali per ottenere un quadro affidabile del comportamento termico degli involucri edilizi. Tale metodologia consente di definire con precisione il guadagno termico e il potenziale risparmio energetico, favorendo una progettazione mirata e l'adozione delle soluzioni più idonee per ridurre le dispersioni e ottimizzare i consumi. Parallelamente, è prevista la redazione di documentazione tecnica che garantisca la tracciabilità e la trasparenza dell'intervento, permettendo una verifica delle prestazioni attraverso controlli specifici. La messa in atto di procedure di sicurezza e di manutenzione operativa rappresenta un ulteriore tassello fondamentale, in quanto assicura la durabilità degli impianti e il rispetto delle normative vigenti, minimizzando i rischi durante tutte le fasi di realizzazione e gestione.

Questi principi operativi, che si integrano in modo sinergico con il quadro metodologico complessivo, non solo forniscono indicazioni tecniche di riferimento, ma costituiscono anche un modello di riferimento che favorisce il trasferimento di buone pratiche tra i professionisti coinvolti. In questo modo, il progetto si configura come uno strumento dinamico, in grado di adattarsi alle peculiarità dei diversi siti di intervento e di rispondere efficacemente alle sfide poste dall'evoluzione tecnologica e normativa nel settore dell'efficientamento energetico.

Qui di seguito si riportano alcuni principi fondamentali operativi da prendere a riferimento.

### 1. Utilizzo di Software di Simulazione Energetica Certificati

- Impiegare strumenti di simulazione numerica riconosciuti e certificati per valutare l'impatto termico e il guadagno energetico sulle superfici trasparenti.
- Standardizzare le metodologie di simulazione per assicurare la coerenza dei risultati, considerando diverse condizioni climatiche (stagionali e orarie).

### 2. Protocollo di Raccolta Dati Tecnici

- Adottare un modulo standardizzato per la raccolta dei dati tecnici relativi a:
  - Dimensioni, tipologia e stato degli infissi;
  - Orientamento esatto delle facciate, misurato tramite strumenti topografici o sistemi GIS;
  - Parametri climatici locali (irraggiamento solare, temperature medie, variazioni stagionali).
- Utilizzare dispositivi di misura certificati e archiviare i dati in un database o in un software dedicato, per garantire la precisione e la ripetibilità delle rilevazioni.

### 3. Documentazione Tecnica e Dossier di Progetto

- Predisporre un dossier tecnico completo che includa disegni, schede prodotto, certificazioni, calcoli strutturali e termici, nonché i risultati delle simulazioni;
- Aggiornare la documentazione in ogni fase dell'intervento (progettazione, installazione, collaudo e manutenzione) per garantire la tracciabilità e la rendicontazione delle prestazioni.

### 4. Collaudo e Verifica delle Prestazioni

- Stabilire procedure standard per il collaudo dei sistemi installati, che includano:
  - Test di funzionalità (ad es. verifica dei meccanismi di apertura/chiusura, resistenza agli agenti atmosferici);
  - Monitoraggio continuo delle prestazioni post-installazione mediante sensori e contatori.
- Confrontare i risultati delle simulazioni con le misurazioni reali sul campo, per validare l'efficacia dell'intervento e apportare eventuali aggiustamenti.

## 1.3 Tipologia di interventi

Gli interventi di efficientamento energetico che potranno essere implementati nell'ambito della riqualifica degli alloggi di edifici di edilizia residenziale a totale proprietà pubblica con la Missione 7, investimento 17 del PNRR, sono riconducibili a:

- Isolamento termico di superfici opache,
- Sostituzione di chiusure trasparenti,
- Installazione di sistemi di schermatura,
- Sostituzione di sistemi per l'illuminazione,
- Installazione di tecnologie di gestione e controllo automatico (building automation),
- Installazione di impianti solari fotovoltaici e relativi sistemi di accumulo,
- Sostituzione di impianti di climatizzazione invernale,
- Installazione di impianti solari termici,
- Sostituzione di impianto di climatizzazione con allaccio a sistema di teleriscaldamento,
- Sostituzione di impianto di climatizzazione utilizzando unità di microgenerazione.

Nel prosieguo, per ogni intervento sarà esplicitato il dettaglio tecnico, l'ambito di applicazione per verificare la possibilità di implementazione dato lo stato dei luoghi e l'obiettivo che l'intervento stesso consente di raggiungere.

### 1.3.1 Isolamento termico di superfici opache

*Isolamento termico di superfici opache delimitanti il volume climatizzato.*

#### AMBITO DI APPLICAZIONE

Intervento destinato a edifici da ristrutturare, in cui le superfici opache (facciate, solai, coperture) sono prive di un adeguato isolamento termico e presentano significative dispersioni termiche.

#### OBIETTIVO

Ridurre i consumi energetici e i costi operativi degli impianti di riscaldamento e raffrescamento, migliorando il comfort abitativo e l'efficienza termica, attraverso l'applicazione di un sistema di isolamento termico su pareti, strutture orizzontali e coperture.

### 1.3.2 Sostituzione di chiusure trasparenti

*Sostituzione di chiusure trasparenti comprensive di infissi delimitanti il volume climatizzato.*

#### AMBITO DI APPLICAZIONE

Intervento di riqualifica finalizzato alla sostituzione dei sistemi finestra in edifici da ristrutturare che presentano infissi obsoleti e che non garantiscono adeguati livelli di isolamento termico (ad es.  $U\text{-value} \leq 0.9 \text{ W/m}^2\text{K}$  per finestre ad alta efficienza, secondo standard UNI EN 14351-1).

#### OBIETTIVO

Migliorare l'efficienza energetica e il comfort abitativo dell'edificio, riducendo le dispersioni termiche e migliorando la coibentazione termica e acustica, mediante la sostituzione dei vecchi infissi con nuove finestre ad elevate prestazioni.

### 1.3.3 Installazione di sistemi di schermatura

*Installazione di sistemi di schermatura e/o ombreggiamento e/o sistemi di filtrazione solare esterni per chiusure trasparenti con esposizione da Est-sud-est a Ovest, fissi o mobili, non trasportabili.*

#### AMBITO DI APPLICAZIONE

Intervento rivolto a edifici esistenti dove sono presenti chiusure trasparenti esposte ai principali orientamenti del sole (Est, Sud ed Ovest).

#### **OBIETTIVO**

Ridurre il carico termico sugli ambienti interni, minimizzando l'ingresso di irraggiamento solare diretto e migliorando il comfort abitativo e lavorativo, nonché l'efficienza energetica dell'edificio.

### **1.3.4 Sostituzione di sistemi per l'illuminazione**

*Sostituzione di sistemi per l'illuminazione d'interni e delle pertinenze esterne degli edifici esistenti con sistemi efficienti di illuminazione.*

#### **AMBITO DI APPLICAZIONE**

Interventi rivolti alla sostituzione dei sistemi di illuminazione per ambienti interni (ad esempio, soggiorni, camere, corridoi, bagni) e per le pertinenze esterne (ingressi, terrazzi, vialetti, gazebi) di edifici esistenti.

#### **OBIETTIVO**

Limitare la potenza installata attraverso la sostituzione dei corpi illuminanti tradizionali con soluzioni a LED ad alta efficienza, ottenendo una regolazione ottimale della luminosità (in termini di lux) e della temperatura di colore, in linea con le esigenze funzionali ed estetiche degli ambienti.

### **1.3.5 Installazione di tecnologie di gestione e controllo automatico (building automation)**

*Installazione di tecnologie di gestione e controllo automatico (building automation) degli impianti termici ed elettrici degli edifici con classe di efficienza B o superiore, come definita dalla norma UNI EN ISO 52120-1 e s.m.i., ivi compresa l'installazione di sistemi di termoregolazione e contabilizzazione del calore.*

#### **AMBITO DI APPLICAZIONE**

Interventi finalizzati all'implementazione di tecnologie di gestione automatica in edifici esistenti, per il controllo integrato di illuminazione, climatizzazione, ventilazione e altri impianti, garantendo un sistema interoperabile con le infrastrutture esistenti.

#### **OBIETTIVO**

Ottimizzare la gestione degli impianti energetici e di comfort attraverso l'adozione di sistemi di building automation che permettano il monitoraggio continuo, il controllo centralizzato e l'ottimizzazione automatica dei consumi, riducendo i costi operativi e migliorando il comfort abitativo.

### **1.3.6 Installazione di impianti solari fotovoltaici e relativi sistemi di accumulo**

*Installazione di impianti solari fotovoltaici e relativi sistemi di accumulo, presso l'edificio, nelle relative pertinenze, o in aree nella disponibilità del soggetto beneficiario (Enti pubblici territoriali ovvero dai loro Enti strumentali) sottese alla medesima cabina primaria a condizione che l'intervento sia realizzato congiuntamente alla sostituzione di impianti di climatizzazione invernale esistenti con impianti di climatizzazione invernale dotati di pompe di calore elettriche.*

#### **AMBITO DI APPLICAZIONE**

Intervento realizzato laddove, previa analisi tecnica, si ritenga opportuno procedere alla sostituzione degli impianti di climatizzazione invernale con pompe di calore elettriche e all'installazione di impianti fotovoltaici e sistemi di accumulo nella medesima cabina primaria.

**OBIETTIVO**

Ridurre i consumi energetici e valorizzare l'energia prodotta, integrando impianti solari fotovoltaici con sistemi di accumulo e sostituendo gli impianti di climatizzazione invernale inefficienti con pompe di calore elettriche, per ottenere una gestione energetica integrata, sostenibile ed economicamente vantaggiosa.

**1.3.7 Sostituzione di impianti di climatizzazione invernale**

*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, elettriche, utilizzando energia aerotermica, geotermica o idrotermica, unitamente all'installazione di sistemi di contabilizzazione del calore per gli impianti con potenza termica utile superiore di 200 kW.*

**AMBITO DI APPLICAZIONE**

Interventi di sostituzione degli impianti di climatizzazione invernale, in cui la tecnologia attuale risulta inefficiente, mediante l'adozione di soluzioni innovative e la realizzazione di un sistema integrato di controllo dei consumi termici.

**OBIETTIVO**

Ridurre i consumi energetici e i costi operativi degli impianti di riscaldamento e di produzione di acqua calda sanitaria, sfruttando l'efficienza delle pompe di calore alimentate da fonti rinnovabili (aria, suolo o acqua) e implementando sistemi di contabilizzazione del calore per monitorare e gestire i consumi in maniera accurata.

**1.3.8 Installazione di impianti solari termici**

*Installazione di impianti solari termici per la produzione di acqua calda sanitaria e/o ad integrazione dell'impianto di climatizzazione invernale, anche abbinati a sistemi di solar cooling, per la produzione di energia termica per processi produttivi o immissione in reti di teleriscaldamento e teleraffreddamento. Nel caso di superfici del campo solare superiori a 100 mq è richiesta l'installazione di sistemi di contabilizzazione del calore.*

**AMBITO DI APPLICAZIONE**

L'intervento si applica alla realizzazione di impianti solari termici destinati alla produzione di energia termica per acqua calda sanitaria e per l'integrazione dei sistemi di climatizzazione invernale, con possibili applicazioni nel solar cooling per processi produttivi o per l'immissione in reti di teleriscaldamento e teleraffreddamento. Il campo di intervento comprende l'installazione di collettori solari su coperture, terrazzi e altre aree adiacenti che presentano un elevato potenziale di irraggiamento, nonché l'implementazione di sistemi di accumulo termico per garantire un'autonomia operativa adeguata. Un requisito specifico è che, qualora la superficie del campo solare installato superi i 100 mq, l'impianto debba integrare sistemi di contabilizzazione del calore per consentire una misurazione precisa dei flussi termici e una ripartizione accurata dei costi. L'ambito si concentra su edifici esistenti soggetti a interventi di riqualificazione, in cui è possibile sfruttare appieno il potenziale solare, garantendo così il rispetto delle normative tecniche e degli standard di sicurezza, efficienza e sostenibilità ambientale.

**OBIETTIVO**

L'obiettivo primario dell'intervento è quello di conseguire una significativa ottimizzazione dell'efficienza energetica dell'edificio mediante l'adozione di un impianto solare termico integrato. Tale sistema, combinato eventualmente con soluzioni di solar cooling, è concepito per produrre acqua calda sanitaria e/o per integrare il sistema di climatizzazione invernale, sfruttando la radiazione solare come fonte rinnovabile di energia termica. Il raggiungimento di questo obiettivo si traduce in una riduzione sostanziale dei consumi energetici, un abbattimento dei costi operativi e una diminuzione delle emissioni di CO<sub>2</sub>. I risultati attesi includono una migliore gestione del carico termico, una diminuzione del fabbisogno di energia per riscaldamento e raffrescamento e, nel caso di superfici del campo solare superiori a 100 mq, la capacità di monitorare in maniera accurata i flussi termici grazie all'installazione di sistemi di contabilizzazione del calore. Tali misure, basate su simulazioni e su metodologie standardizzate (fare riferimento al paragrafo 1.2 Principi fondamentali operativi), consentono di tradurre i parametri teorici in benefici concreti, garantendo una gestione integrata e sostenibile dell'energia.

### 1.3.9 Sostituzione di impianto di climatizzazione con allaccio a sistema di teleriscaldamento

*Interventi di sostituzione di impianti di climatizzazione invernale con l'allaccio a sistemi di teleriscaldamento efficienti, anche se contestualmente funzionali alla climatizzazione estiva.*

#### **AMBITO DI APPLICAZIONE**

L'intervento si applica alla sostituzione degli impianti di climatizzazione invernale esistenti, integrandoli con sistemi di teleriscaldamento. Il nuovo sistema, configurato per essere funzionale anche alla climatizzazione estiva, deve garantire una gestione centralizzata e dinamica dei consumi termici, attraverso dispositivi di controllo automatico e sistemi di monitoraggio, in linea con i protocolli definiti nel paragrafo 1.2 Principi fondamentali operativi.

#### **OBIETTIVO**

L'intervento mira a ottimizzare la gestione termica dell'edificio sostituendo gli impianti di climatizzazione invernale obsoleti con sistemi moderni che, tramite l'allaccio a reti di teleriscaldamento efficienti, garantiscano una distribuzione del calore più uniforme ed economicamente vantaggiosa. Contestualmente, il nuovo sistema viene progettato per operare anche in modalità di climatizzazione estiva, offrendo soluzioni integrate per il raffrescamento. L'obiettivo è ridurre significativamente i consumi energetici e i costi operativi, migliorare il confort abitativo e aumentare la sostenibilità ambientale.

### 1.3.10 Sostituzione di impianto di climatizzazione utilizzando unità di microgenerazione

*Sostituzione funzionale o sostituzione totale o parziale, di impianti di climatizzazione invernale esistenti con impianti di climatizzazione invernale utilizzanti unità di microgenerazione alimentati da fonti rinnovabili.*

#### **AMBITO DI APPLICAZIONE**

Intervento destinato a edifici esistenti in cui l'impianto di climatizzazione invernale attuale risulta inefficiente, consentendo una sostituzione funzionale, totale o parziale, per un aggiornamento tecnologico e operativo.

#### **OBIETTIVO**

Ridurre i consumi energetici e i costi operativi degli impianti di riscaldamento, integrando la produzione simultanea di energia termica ed elettrica mediante unità di microgenerazione alimentate da fonti rinnovabili, per migliorare l'efficienza globale e la sostenibilità ambientale dell'edificio.

## 2 PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA

Il Progetto di Fattibilità Tecnico-Economica è il primo livello di progettazione e costituisce lo sviluppo progettuale della soluzione che, tra le alternative possibili, presenta il miglior rapporto tra costi complessivi da sostenere e benefici attesi per la collettività.

Il PFTE in generale:

- Individua le caratteristiche dimensionali, tipologiche, funzionali e tecnologiche dei lavori da realizzare (compresa la scelta in merito alla possibile suddivisione in lotti funzionali);
- Contiene i richiami all'eventuale uso di metodi e strumenti di gestione informativa digitale delle costruzioni;
- Contiene tutti gli elementi necessari per il rilascio delle autorizzazioni e approvazioni prescritte;
- Contiene il piano di manutenzione dell'opera e delle sue parti.

Il progetto è elaborato sulla base delle valutazioni delle caratteristiche del contesto dell'opera oggetto di progettazione. A questo fine, durante la progettazione dovranno essere svolte indagini e studi conoscitivi finalizzati al raggiungimento della piena conoscenza dello stato di fatto.

Il Progetto di Fattibilità Tecnico Economica per appalto integrato ai sensi del D. Lgs. 36/2023 è composto da una serie di documenti (relazioni, elaborati grafici, ecc.) che vengono dettagliati nell'**Elenco elaborati** (rif. Allegato 1).

L'Elenco elaborati è un documento sintetico organizzato in moduli che raggruppano gli elaborati progettuali per categoria/argomento al fine di dimostrare il soddisfacimento delle richieste normative e comporre un pacchetto documentale che sia completo anche dal punto di vista tecnico in funzione delle esigenze.

I moduli individuati sono i seguenti:

1. Parte generale (dovrà essere sempre presente a prescindere dagli interventi scelti),
2. Isolamento termico di superfici opache,
3. Sostituzione di chiusure trasparenti,
4. Installazione di sistemi di schermatura,
5. Sostituzione di sistemi per l'illuminazione,
6. Installazione di tecnologie di gestione e controllo automatico,
7. Installazione di impianti solari fotovoltaici e relativi sistemi di accumulo,
8. Sostituzione di impianti di climatizzazione invernale,
9. Installazione di impianti solari termici,
10. Sostituzione di impianto di climatizzazione con allaccio a sistema di teleriscaldamento,
11. Sostituzione di impianto di climatizzazione utilizzando unità di microgenerazione.

La Stazione Appaltante, sulla base degli interventi che vorrà implementare sull'edificio oggetto di efficientamento energetico, potrà comporre lo specifico elenco elaborati unendo tutti gli elabori presenti nei vari moduli di interesse.

### 3 PARTE GENERALE

Nel presente Capitolo, per la “parte generale” vengono dettagliati i documenti/elaborati che la compongono e quali sono le informazioni che ogni elaborato dovrà contenere per essere conforme alla normativa e tecnicamente completo al fine di addivenire al confezionamento di un Progetto di Fattibilità Tecnico Economica che possa essere posto a base di gara per il successivo livello di appalto integrato.

La “parte generale” deve sempre fare parte del pacchetto documentale che compone il PFTE, a prescindere dagli interventi specifici scelti.

Il Progetto di Fattibilità Tecnico-Economica (PFTE), nel caso specifico di affidamento mediante appalto integrato (progettazione esecutiva ed esecuzione), deve includere gli elaborati previsti dall'Allegato I.7 al D. Lgs. 36/2023, con particolare riferimento all'articolo 21, che definisce la documentazione integrativa al PFTE base richiesta per questa specifica tipologia di appalto.

Si evidenzia che, essendo il PFTE posto a base di gara per un appalto integrato, assume una rilevante funzione di indirizzo per il successivo progetto esecutivo fornendo allo stesso tutti gli elementi necessari per un corretto e coerente sviluppo di tale fase progettuale.

#### 3.1 Elaborati tecnico – descrittivi

Oltre agli elaborati grafici – previsti dall'art. 6, comma 7, lettera h) del citato Allegato I.7 al D. Lgs. 36/2023 – i cui contenuti saranno trattati in dettaglio nel capitolo successivo, il PFTE deve comprendere una serie di elaborati tecnico-descrittivi redatti in modo da garantire coerenza, chiarezza e completezza sotto il profilo normativo e tecnico. In particolare, ai sensi degli art. 7 e 8 del medesimo Allegato, il PFTE destinato a procedure di appalto integrato deve obbligatoriamente includere i seguenti elaborati:

- **Relazione generale illustrativa** (Allegato I.7, art. 6, c. 7 e art. 7),
- **Relazione tecnica energetica specialistica e APE ante e post-intervento** (DM 77/2023, art. 5, comma 3; Allegato I.7, art. 8),
- **Relazione di sostenibilità dell'opera** (Allegato I.7, art. 6, c. 7, lett. e) e art. 11),

##### 3.1.1 Relazione generale illustrativa

La relazione generale illustrativa è il documento che illustra in maniera approfondita l'inquadramento generale dell'intervento, le finalità, gli obiettivi progettuali, le scelte tecniche principali adottate e le modalità di conformità ai requisiti ambientali (DNSH - Do No Significant Harm, CAM – Criteri Ambientali Minimi).

La relazione tecnica illustrativa dovrà essere composta da:

1. una prima parte di descrizione generale in rapporto alla tipologia, alla categoria e alla dimensione dell'intervento;
2. una seconda parte costituita da tanti capitoli quanti sono gli interventi di efficientamento che saranno implementati.

Per quanto riguarda la prima parte GENERALE (rif. punto 1, precedente elenco puntato), dovrà essere articolata in:

- Descrizioni delle motivazioni giustificative della necessità dell'intervento, in relazione agli obiettivi generali individuati dal Committente nel Quadro delle esigenze. Indicazione dei conseguenti livelli di prestazione da raggiungere e, ove pertinenti, dei relativi indicatori di prestazione che consentano di verificare a opere ultimate, in fase di esercizio, il raggiungimento degli obiettivi previsti;
- Individuazione degli obiettivi posti a base della progettazione nonché degli specifici requisiti prestazionali tecnici di progetto da soddisfare;
- Descrizione dettagliata, tramite elaborati descrittivi e grafici, delle caratteristiche tipologiche, funzionali, tecniche, gestionali ed economico-finanziarie della soluzione progettuale prescelta;
- Riepilogo in forma descrittiva e grafica delle alternative progettuali;

- Elenco delle normative di riferimento, con esplicito richiamo ai parametri prestazionali o prescrittivi adottati per il PFTE, in relazione ai vari ambiti normativi cogenti o comunque presi a riferimento, quali azioni e loro combinazioni, tempi di ritorno, classi esposizione, scenari di evento;
- Riepilogo degli aspetti economici e finanziari del progetto (costo stimato dei lavori; quadro economico di spesa; eventuale articolazione dell'intervento in stralci funzionali e/o prestazionali; sintesi delle fonti di finanziamento per la copertura della spesa; piano economico e finanziario, ove previsto).

La descrizione della soluzione progettuale si articola in:

- Esplicazione della soluzione progettuale e del percorso che ha condotto a elaborare tale soluzione sulla base degli esiti degli studi specialistici e delle indagini;
- Aspetti funzionali, tecnici e di interrelazione tra i diversi elementi del progetto, architettonici, funzionali, strutturali, impiantistici;
- Considerazioni relative alla fattibilità dell'intervento, documentata dagli esiti delle indagini di seguito indicate e alle conseguenti valutazioni riguardo alla fattibilità dell'intervento:
  - Esiti degli studi e delle indagini geologiche, idrogeologiche, idrologiche, idrauliche, strutturali e geotecniche, sismiche, ambientali effettuate;
  - Esiti degli accertamenti in ordine agli eventuali vincoli di natura ambientale, idraulica, storica, artistica, archeologica, paesaggistica o di qualsiasi altra natura, interferenti sulle aree o sulle opere interessate;
  - Esiti delle valutazioni sullo stato della qualità dell'ambiente interessato dall'intervento e sulla sua possibile evoluzione, in assenza e in presenza dell'intervento stesso nonché in corso di realizzazione;
  - Considerazioni e valutazioni sulla compatibilità dell'intervento rispetto al contesto territoriale e ambientale;
- Accertamento in ordine alle interferenze dell'intervento da realizzare con opere preesistenti e proposta di risoluzione delle interferenze stesse e stima dei prevedibili oneri;
- Ricognizioni in ordine alla disponibilità delle aree e di eventuali immobili sui quali deve essere eseguito l'intervento, ai prevedibili oneri;
- Indicazioni sulla fase di dismissione del cantiere e di ripristino anche ambientale dello stato dei luoghi;
- Indicazioni su accessibilità, utilizzo e livello di manutenzione delle opere, degli impianti e dei servizi esistenti.

Visto che gli interventi saranno effettuati su opere esistenti, la relazione ne descrive lo stato di consistenza, il livello di conoscenza, le caratteristiche tipologiche, strutturali e impiantistiche, nonché le motivazioni che hanno condotto alla scelta della soluzione progettuale.

In merito alla **seconda parte TECNICA** (rif. punto 2, primo elenco puntato del presente paragrafo), per ogni argomento/intervento è necessario riportare:

- Le esigenze, i requisiti e i livelli di prestazione che devono essere soddisfatti con l'intervento, in relazione alle specifiche esigenze;
- Le risultanze degli studi, delle indagini e delle analisi effettuate, in funzione della tipologia, delle dimensioni e dell'importanza dell'opera, evidenziando le conseguenti valutazioni in ordine alla fattibilità dell'intervento raggiunte attraverso la caratterizzazione del contesto in cui è inserita l'opera;
- Gli esiti della verifica della sussistenza di interferenze dell'intervento con le preesistenze;
- La descrizione e la motivazione del grado di approfondimento adottato per la pianificazione delle indagini effettuate, in funzione della tipologia, delle dimensioni e dell'importanza dell'opera;
- La descrizione e la motivazione delle scelte tecniche poste a base del progetto, anche con riferimento alla sicurezza funzionale, all'efficienza energetica e al riuso e riciclo dei materiali;
- Eventuali articolazioni in lotti con le relative WBS;
- Elementi di dimensionamento preliminare (strutturali, geotecnici, impiantistici, idraulici) di natura concettuale e, ove necessario, anche quantitativa. Ciò al fine di giustificare le scelte progettuali compiute, utili a garantire:
  - Il regolare sviluppo del processo autorizzativo;
  - Il coerente sviluppo dei successivi livelli di progettazione;

- La coerenza delle previsioni di stima economica dell'opera.

### 3.1.2 Relazione tecnica energetica specialistica e APE ante e post-intervento

La **relazione tecnica energetica specialistica** costituisce l'elaborato di sintesi e validazione dei dati energetici di input e output connessi agli interventi previsti. Essa ha una funzione non solo descrittiva, ma anche di verifica prestazionale e supporto alla valutazione dell'efficacia energetica delle soluzioni proposte. In particolare, è finalizzata a documentare in modo tecnicamente strutturato il miglioramento energetico conseguibile rispetto allo stato di fatto, coerentemente con gli obblighi previsti dal Decreto attuativo.

La relazione deve essere redatta con approccio sistemico, considerando l'interazione tra involucro edilizio e sistemi impiantistici. Deve includere:

- la modellazione dell'edificio esistente, sulla base di rilievi geometrici, dati tecnici di progetto, caratteristiche termofisiche dei materiali e prestazioni dei sistemi impiantistici;
- la ricostruzione del fabbisogno energetico dell'edificio nella condizione ante intervento, utilizzando metodi di calcolo conformi alle norme vigenti, con normalizzazione rispetto ai gradi giorno della località;
- la descrizione tecnica puntuale delle soluzioni progettuali previste, inclusi pacchetti di isolamento, sistemi impiantistici sostitutivi, impianti di produzione da fonti rinnovabili, dispositivi di regolazione e sistemi di automazione.

A valle della descrizione dell'intervento, la relazione deve contenere una simulazione energetica del nuovo assetto impiantistico e prestazionale dell'edificio, in cui vengano evidenziati:

- i nuovi valori di EP<sub>gl,nren</sub> e EP<sub>gl,ren</sub>, sia per l'intero edificio che per ciascun servizio energetico (riscaldamento, raffrescamento, acqua calda sanitaria, ventilazione, illuminazione);
- la nuova classe energetica attribuita, secondo la scala nazionale (A4 → G);
- il contributo delle fonti rinnovabili in copertura dei fabbisogni, espresso in percentuale e in kWh/anno;
- la valutazione della riduzione percentuale del fabbisogno energetico complessivo, con confronto diretto rispetto ai valori *ante operam*.

Per garantire tracciabilità e verificabilità dei risultati, la relazione deve contenere tabelle riepilogative, dati di input utilizzati (materiali, impianti, geometrie), riferimenti ai componenti certificati CAM e indicazioni sui software impiegati.

In allegato alla relazione energetica devono essere inclusi due documenti distinti di Attestati di Prestazione Energetica (APE ante e post):

1. **APE ante intervento**, redatto secondo le norme nazionali vigenti e riferito alla configurazione esistente. Deve essere basato su un modello coerente con lo stato di fatto accertato in fase di rilievo e deve costituire la base comparativa per la valutazione della prestazione migliorata. Qualora l'APE fosse già presente e aggiornato, è comunque necessario verificarne la coerenza con il rilievo tecnico effettuato.
2. **APE previsionale post-intervento**, redatto sulla base del progetto di PFTE. Deve rappresentare lo scenario di esercizio a regime successivo all'intervento e includere tutti gli elementi di miglioramento previsti: involucro, impianti, fonti rinnovabili, sistemi di regolazione e contabilizzazione. L'attestato deve essere prodotto utilizzando lo stesso metodo di calcolo dell'APE ante intervento e deve contenere l'analisi comparativa dei parametri energetici chiave.

Entrambi gli APE devono essere sviluppati in formato standard, con indicazione del tecnico redattore, del software utilizzato e dei dati di input principali. I risultati ottenuti costituiscono parte integrante della verifica del miglioramento energetico minimo richiesto ( $\geq 30\%$ ), come stabilito dal decreto attuativo, e devono essere coerenti con quanto descritto nella relazione tecnica specialistica, nel computo e negli elaborati grafici.

### 3.1.3 Relazione di sostenibilità dell'opera

La relazione di sostenibilità dell'opera contiene, in linea generale:

- La descrizione degli obiettivi primari dell'opera in termini di risultati per le comunità e i territori interessati, attraverso la definizione dei benefici a lungo termine, come crescita, sviluppo e produttività, che ne possono realmente scaturire, minimizzando, al contempo, gli impatti negativi; l'individuazione dei principali portatori di

interesse e l'indicazione, ove pertinente, dei modelli e degli strumenti di coinvolgimento dei portatori d'interesse da utilizzare nella fase di progettazione, autorizzazione e realizzazione dell'opera, in coerenza con le risultanze del dibattito pubblico;

- La verifica degli eventuali contributi significativi ad almeno uno o più dei seguenti obiettivi ambientali tenendo in conto il ciclo di vita dell'opera:
  - Mitigazione dei cambiamenti climatici,
  - Adattamento ai cambiamenti climatici,
  - Uso sostenibile e protezione delle acque e delle risorse marine,
  - Transizione verso un'economia circolare,
  - Prevenzione e riduzione dell'inquinamento,
  - Protezione e ripristino della biodiversità e degli ecosistemi;
- Una stima della Carbon Footprint dell'opera in relazione al ciclo di vita e il contributo al raggiungimento degli obiettivi climatici;
- Una stima della valutazione del ciclo di vita dell'opera in ottica di economia circolare, seguendo le metodologie e gli standard internazionali (Life Cost Analysis, c.d. LCA), con particolare riferimento alla definizione e all'utilizzo dei materiali da costruzione ovvero dell'identificazione dei processi che favoriscono il riutilizzo di materia prima e seconda riducendo gli impatti in termini di rifiuti generati;
- L'analisi del consumo complessivo di energia con l'indicazione delle fonti per il soddisfacimento del bisogno energetico, anche con riferimento a criteri di progettazione bioclimatica;
- La definizione delle misure per ridurre le quantità degli approvvigionamenti esterni (riutilizzo interno all'opera) e delle opzioni di modalità di trasporto più sostenibili dei materiali verso/dal sito di produzione al cantiere;
- Una stima degli impatti socioeconomici dell'opera, con specifico riferimento alla promozione dell'inclusione sociale, alla riduzione delle disuguaglianze e dei divari territoriali nonché al miglioramento della qualità della vita dei cittadini;
- L'individuazione delle misure di tutela del lavoro dignitoso, in relazione all'intera filiera societaria dell'appalto; l'indicazione dei contratti collettivi nazionali e territoriali di settore stipulati dalle associazioni dei datori e dei prestatori di lavoro comparativamente più rappresentative sul piano nazionale di riferimento per le lavorazioni dell'opera;
- L'utilizzo di soluzioni tecnologiche innovative, ivi incluse applicazioni di sensoristica per l'uso di sistemi predittivi.

## 3.2 Documentazione tecnico – economica

Ai sensi degli art. 6 e 21 dell'Allegato 7.I del D. Lgs. 36/2023, il PFTE destinato a procedure di appalto integrato deve obbligatoriamente includere i seguenti elaborati:

- **Computo metrico estimativo** (Allegato I.7, art. 6, c. 7, lettera i),
- **Quadro economico di progetto** (Allegato I.7, art. 6, c. 7, lettera l),
- **Capitolato speciale d'appalto** (Allegato I.7, art. 21),
- **Piano di sicurezza e coordinamento e stima dei costi della sicurezza** (Allegato I.7, art. 6, c. 7, lett. o), artt. 15 e 21),
- **Piano di manutenzione dell'opera e delle sue parti** (Allegato I.7, art. 6, c. 7, lett. q), art. 21).
- **Cronoprogramma** (Allegato I.7, art. 6, c. 7, lettera n).

### 3.2.1 Computo metrico estimativo

Nel contesto della redazione del Progetto di Fattibilità Tecnico-Economica (PFTE), il computo metrico estimativo rappresenta un elaborato tecnico-contabile essenziale, la cui funzione non è solo quella di quantificare il costo presunto delle opere, ma anche di rendere esplicita, verificabile e confrontabile la struttura tecnica dell'intervento. In fase di appalto integrato, il computo assume un rilievo strategico, poiché consente di tradurre le scelte progettuali preliminari in termini economici strutturati, fornendo al contempo un quadro tecnico-finanziario coerente, su cui basare le successive fasi di progettazione e gara.

Il computo metrico deve essere redatto in modo tale da garantire:

- la coerenza con gli elaborati progettuali (relazioni, elaborati grafici, capitolato);
- la trasparenza nella misurazione delle quantità e nell'identificazione delle lavorazioni;
- la scomponibilità delle voci per categoria di intervento e per comparto edilizio o impiantistico;
- la riferibilità delle lavorazioni ai prezziari ufficiali regionali o, se necessario, a prezzi elementari analizzati e giustificati;
- la rappresentazione delle scelte progettuali in forma numerica e codificata, funzionale all'analisi di congruità tecnico-economica.

### Contenuti tecnici minimi

Il computo metrico estimativo, pur nella fase di fattibilità, deve essere strutturato secondo le regole consolidate della contabilità dei lavori pubblici, e contenere per ciascuna voce:

- Codice identificativo della lavorazione, coerente con il prezziario di riferimento o con una codifica interna chiara;
- Descrizione tecnica dettagliata della lavorazione, comprensiva di materiali, caratteristiche tecniche essenziali, unità di misura e modalità di esecuzione;
- Quantità previste, calcolate sulla base degli elaborati grafici o dei dati desumibili dal progetto preliminare;
- Prezzo unitario, prelevato dal prezziario regionale vigente alla data di redazione del PFTE, oppure oggetto di analisi giustificativa;
- Importo parziale della voce, calcolato come prodotto tra quantità e prezzo unitario.

Il documento deve inoltre contenere un riepilogo per categorie omogenee (OG, OS) e una stima complessiva dell'importo dei lavori, distinguendo con chiarezza:

- lavorazioni edili;
- interventi impiantistici (termici, elettrici, VMC, building automation, ecc.);
- forniture specialistiche;
- opere di smontaggio, dismissione, bonifica e smaltimento;
- oneri per sicurezza, se già stimabili.

Nel PFTE, il computo metrico non rappresenta una semplice stima economica di massima, ma uno strumento tecnico-quantitativo che lega in modo puntuale le scelte progettuali ai costi stimati dell'intervento. La sua funzione è duplice:

1. Tecnica, perché consente di verificare la completezza e l'effettiva coerenza delle previsioni progettuali con le quantità, i materiali e le modalità realizzative ipotizzate;
2. Economica e strategica, perché costituisce la base per:
  - la determinazione del quadro economico;
  - la verifica della sostenibilità finanziaria dell'intervento;
  - l'individuazione delle quote di investimento per ciascuna categoria o sub-intervento;
  - la comparazione tra scenari progettuali alternativi (quando previsti).

### Coerenza con gli altri elaborati

Il computo metrico estimativo deve essere **perfettamente allineato**:

- con la **relazione tecnica specialistica**, da cui devono derivare i criteri di dimensionamento e le specifiche tecniche minime delle forniture e delle opere previste;
- con gli **elaborati grafici**, dai quali devono essere desunte le misurazioni geometriche per il calcolo delle quantità;
- con il **capitolato speciale d'appalto**, di cui deve anticipare e quantificare le prescrizioni tecniche e le modalità di esecuzione;

Nella redazione del computo metrico estimativo, è fondamentale che il progettista adotti criteri di precisione e coerenza che consentano una lettura tecnica fluida e una validazione affidabile dei contenuti. Ogni voce inserita nel computo deve essere pienamente identificabile sotto il profilo tecnico e operativo: il progettista dovrà evitare di includere descrizioni

generiche o ambigue, poiché queste rischiano di compromettere la trasparenza dell'elaborato e di ostacolare l'utilizzo nelle fasi successive del procedimento.

Nel caso in cui si ricorra a prezzi non desunti da prezzari ufficiali, è indispensabile accompagnare tali voci con un'analisi dettagliata dei costi, che deve essere allegata direttamente all'interno del documento. Questo consente non solo di giustificare la congruità economica della voce, ma anche di fornire alla stazione appaltante gli strumenti per una valutazione oggettiva e documentata.

È altrettanto importante che ogni voce risulti chiaramente riferibile a un elemento definito del progetto, con esplicita indicazione della localizzazione all'interno dell'edificio o del sistema impiantistico interessato, mantenendo una tracciabilità costante rispetto alla struttura del presente documento (ad esempio riferendosi ai singoli interventi come 3.5, 3.6, ecc.). Infine, nei casi in cui la determinazione delle quantità non derivi direttamente da elaborati grafici, è necessario che il progettista riporti con estrema chiarezza le assunzioni utilizzate per il calcolo: un computo metrico ben costruito non costituisce un semplice allegato quantitativo, ma rappresenta la traduzione analitica delle scelte progettuali e delle strategie di intervento, nonché lo strumento più efficace per garantire continuità logica, tecnica ed economica tra il livello di fattibilità e le successive fasi di progettazione, appalto ed esecuzione.

### 3.2.2 Quadro economico di progetto

All'interno del Progetto di Fattibilità Tecnico-Economica (PFTE), il quadro economico assolve una funzione strutturale imprescindibile: rappresenta la sintesi finanziaria del costo complessivo dell'intervento e la sua articolazione in voci coerenti con le fasi realizzative, le tipologie di spesa ammissibili e i vincoli normativi applicabili. Esso costituisce, a tutti gli effetti, lo strumento contabile di riferimento per la programmazione, la verifica della copertura finanziaria e la definizione dell'importo a base di gara.

Il quadro economico deve essere redatto con attenzione non solo agli aspetti formali di classificazione delle voci, ma anche alla coerenza logica e tecnica con i contenuti del PFTE, del computo metrico estimativo, del cronoprogramma, dei vincoli contrattuali e delle modalità di affidamento previste. Il quadro economico è la componente di sintesi e verifica trasversale di tutti gli altri elaborati tecnici.

#### Struttura del quadro economico

La sua articolazione deve seguire il modello previsto dalle normative vigenti in materia di lavori pubblici (in particolare Allegato I.7 al D. Lgs. 36/2023), distinguendo con chiarezza:

- **Importo dei lavori a base di affidamento**, comprensivo di:
  - lavori a misura o a corpo;
  - costi per l'attuazione dei piani della sicurezza;
- **Somme a disposizione della stazione appaltante**, tra cui:
  - spese tecniche (progettazione, direzione lavori, collaudi);
  - imprevisti (calcolati in percentuale proporzionata alla complessità dell'opera);
  - IVA e altri oneri fiscali;
  - accantonamenti obbligatori (incluso il fondo per eventuali riserve);
  - spese per allacci, rilievi, indagini, verifiche tecniche;
  - spese per la redazione del PFTE e per attività accessorie non direttamente rientranti nell'esecuzione dell'opera.

Tutte le voci devono essere ricondotte ad importi giustificati, basati su dati certi o su stime tecniche documentabili, coerenti con il livello di definizione progettuale e con le caratteristiche dell'intervento. È opportuno evitare voci generiche o residuali, sostituendole con indicazioni puntuali, anche se derivate da stime parametriche.

#### Relazione con gli altri elaborati

Il quadro economico deve risultare **perfettamente allineato** al computo metrico estimativo, al cronoprogramma e al quadro delle prestazioni professionali. Ogni importo indicato deve poter essere ricondotto:

- ad una quantità misurabile e a un prezzo unitario indicato nel computo;
- ad una fase o prestazione specifica desumibile dal cronoprogramma o dal contratto;

- ad un'obbligazione economica prevista dalla normativa o dai documenti di gara.

La coerenza interna del quadro economico rappresenta un elemento essenziale per la valutazione positiva del PFTE, sia da parte della stazione appaltante sia in sede di verifica e validazione, e costituisce la base finanziaria dell'intervento.

Nel redigere il quadro economico, il progettista del PFTE deve operare con particolare attenzione ai seguenti aspetti:

- non duplicare costi già ricompresi nelle lavorazioni o già contabilizzati altrove;
- non omettere voci rilevanti quali la sicurezza, le spese tecniche o gli oneri accessori, anche se in forma stimata;
- giustificare con adeguata nota metodologica eventuali importi calcolati su base percentuale (imprevisti, accantonamenti, oneri fiscali, ecc.);
- adeguare il dettaglio del quadro alla natura dell'intervento: nel caso di interventi articolati in più tipologie (es. isolamento termico, sostituzione impianti, schermature, ecc.), è opportuno suddividere il costo complessivo anche per "famiglie" di lavorazioni;
- prevedere sin da subito eventuali economie di scala o cumulabilità di lavorazioni, per evitare sovrastime che possano compromettere la coerenza del quadro economico complessivo.

Un quadro economico ben strutturato rappresenta non solo uno strumento di controllo finanziario, ma anche una garanzia di affidabilità tecnica del progetto. Esso consente alla stazione appaltante di programmare in modo corretto le risorse, di impostare una procedura di affidamento efficace e di prevenire criticità nella fase di esecuzione.

### **3.2.3 Capitolato speciale d'appalto**

Documento obbligatorio esclusivamente in caso di appalto integrato, contenente prescrizioni tecniche, requisiti funzionali e prestazionali minimi, criteri ambientali e metodologici generali per l'esecuzione dell'intervento. Assume una funzione essenziale di indirizzo per la successiva progettazione esecutiva.

Nei paragrafi di dettaglio degli interventi sono riportate le indicazioni specifiche da riportare nel Capitolato Speciale d'Appalto.

### **3.2.4 Piano di sicurezza e coordinamento**

Il Piano di Sicurezza e Coordinamento (di seguito anche PSC) è il documento che definisce le linee guida per la gestione della sicurezza in cantiere e il coordinamento delle attività.

Il PSC è specifico per ogni singolo cantiere e di concreta fattibilità; i suoi contenuti sono il risultato di scelte progettuali ed organizzative conformi alle prescrizioni dell'art. 15 del D. Lgs. 81/08 e s.m.i.

Il PSC contiene almeno i seguenti elementi:

- a) L'identificazione e la descrizione dell'opera, esplicitata con:
  1. L'indirizzo del cantiere;
  2. La descrizione del contesto in cui è collocata l'area di cantiere;
  3. Una descrizione sintetica dell'opera, con particolare riferimento alle scelte progettuali, architettoniche, strutturali e tecnologiche;
- b) L'individuazione dei soggetti con compiti di sicurezza, esplicitata con l'indicazione dei nominativi del responsabile dei lavori, del coordinamento per la sicurezza in fase di progettazione;
- c) Una relazione concernente l'individuazione, l'analisi e la valutazione dei rischi concreti, con riferimento all'area ed all'organizzazione del cantiere, alle lavorazioni ed alle loro interferenze;
- d) Le scelte progettuali ed organizzative, le procedure, le misure preventive e protettive, in riferimento:
  1. All'area di cantiere;
  2. All'organizzazione del cantiere;
  3. Alle lavorazioni;
- e) Le prescrizioni operative, le misure preventive e protettive ed i dispositivi di protezione individuale, in riferimento alle interferenze tra le lavorazioni;
- f) Le misure di coordinamento relative all'uso comune da parte di più imprese e lavoratori autonomi, come scelta di pianificazione lavori finalizzata alla sicurezza, di apprestamenti, attrezzature, infrastrutture, mezzi e servizi di protezione collettiva;

- g) Le modalità organizzative della cooperazione e del coordinamento, nonché della reciproca informazione, fra i datori di lavoro e tra questi ed i lavoratori autonomi;
- h) L'organizzazione prevista per il servizio di primo soccorso, antincendio ed evacuazione dei lavoratori, nel caso in cui il servizio di gestione delle emergenze è di tipo comune;
- i) La durata prevista delle lavorazioni, delle fasi di lavoro e, quando la complessità dell'opera lo richieda, delle sottofasi di lavoro, che costituiscono il cronoprogramma dei lavori, nonché l'entità presunta del cantiere espressa in uomini-giorno;
- j) La stima dei costi della sicurezza.

Il Coordinatore per la Progettazione indica nel PSC, ove la particolarità delle lavorazioni lo richieda, il tipo di procedure complementari e di dettaglio al PSC stesso e connesse alle scelte autonome dell'impresa esecutrice, da esplicitare nel POS.

Il PSC è corredato da tavole esplicative di progetto, relative agli aspetti della sicurezza, comprendenti almeno una planimetria.

### 3.2.5 Piano di manutenzione

All'interno del Progetto di Fattibilità Tecnico-Economica (PFTE), il piano di manutenzione assume un ruolo essenziale nel garantire la durabilità, la conservazione delle prestazioni e l'efficienza nel tempo dei sistemi edilizi e impiantistici previsti. L'elaborato deve essere inteso non come un documento meramente descrittivo, ma come una componente tecnica attiva, che contribuisce alla definizione della qualità dell'opera progettata e ne accompagna l'intero ciclo di vita.

La redazione del piano di manutenzione in fase di PFTE, pur nel quadro di una progettazione preliminare, deve già individuare con chiarezza:

- gli elementi significativi dell'intervento da sottoporre a manutenzione ordinaria e straordinaria;
- le prestazioni attese nel tempo, sia in termini funzionali che energetici;
- le modalità con cui tali prestazioni possono essere conservate, riducendo il degrado o intervenendo in modo programmato;
- le responsabilità e le frequenze delle ispezioni o delle operazioni previste, in accordo con la normativa tecnica e con le istruzioni dei produttori.

Il documento deve assicurare che le soluzioni tecniche adottate, una volta realizzate, possano essere mantenute in condizioni di sicurezza, efficienza e sostenibilità economica, evitando deterioramenti precoci, rischi per gli utenti o sprechi di risorse. La manutenzione è, infatti, parte integrante del progetto, e le sue condizioni devono essere valutate già in fase di scelta delle soluzioni progettuali. In particolare, il piano di manutenzione deve:

- anticipare le esigenze operative future dell'edificio o dell'impianto;
- favorire la programmabilità e la tracciabilità degli interventi manutentivi;
- permettere al gestore e alla stazione appaltante di stimare correttamente gli oneri di gestione;
- contribuire alla conservazione del valore dell'intervento nel tempo.

#### Contenuti tecnici minimi

Il piano di manutenzione redatto in fase di PFTE deve contenere, per ciascun elemento rilevante dell'opera:

- una descrizione funzionale del sistema, componente o impianto oggetto di manutenzione;
- l'individuazione delle prestazioni attese nel tempo (durabilità, efficienza, integrità meccanica, tenuta all'acqua, resa energetica, ecc.);
- la definizione delle attività manutentive minime necessarie: ispezione, verifica strumentale, pulizia, regolazione, lubrificazione, sostituzione programmata;
- la frequenza raccomandata degli interventi (mensile, trimestrale, annuale, ecc.);
- le modalità operative: accessibilità ai componenti, necessità di personale specializzato, strumenti e DPI richiesti;
- la tracciabilità delle operazioni effettuate: registro delle manutenzioni, schede tecniche, validazione da parte del manutentore.

Il piano deve distinguere, quando possibile, manutenzione ordinaria, eseguibile senza alterazioni delle caratteristiche dell'opera, da manutenzione straordinaria, connessa alla sostituzione o riqualificazione programmata di componenti a termine di vita utile.

### **Collegamenti con gli altri elaborati del PFTE**

Il piano di manutenzione non può essere un documento isolato: la sua redazione deve essere perfettamente coerente con:

- la relazione tecnica specialistica, da cui derivano i criteri di scelta dei componenti e la definizione delle prestazioni minime richieste;
- le schede tecniche allegate al computo, in cui sono riportate le durate utili previste dai produttori;
- il capitolato speciale d'appalto, in cui devono essere già indicate le condizioni di accessibilità, sicurezza e manutenzione ordinaria da garantire in fase esecutiva;
- gli elaborati grafici, in particolare per quanto riguarda la localizzazione fisica dei componenti da ispezionare e la loro raggiungibilità.

In questo senso, il piano di manutenzione deve già contenere elementi in grado di orientare le scelte in fase esecutiva, contribuendo a evitare soluzioni difficili da gestire, eccessivamente onerose o non accessibili.

La redazione del piano di manutenzione in fase di PFTE richiede un equilibrio tra grado di dettaglio e livello di progettazione. Il documento non deve anticipare l'intero manuale di gestione *post-opera*, ma deve:

- esplicitare le intenzioni progettuali in materia di sostenibilità e durabilità;
- proporre un modello di gestione dell'intervento coerente con le sue caratteristiche tecniche;
- fornire un tracciato tecnico affidabile su cui costruire, nella fase esecutiva, il piano di manutenzione definitivo.

Il progettista, pertanto, non deve limitarsi a ripetere prescrizioni generiche, ma deve indicare chiaramente le attività manutentive in base ai componenti realmente previsti: pannelli fotovoltaici, sistemi di schermatura mobili, unità di ventilazione, materiali coibenti esposti, ecc. Per ciascuno di questi, devono essere esplicitati gli standard di prestazione e le condizioni minime da rispettare per il mantenimento delle funzionalità nel tempo

### **3.2.6 Cronoprogramma**

All'interno del Progetto di Fattibilità Tecnico-Economica (PFTE), il cronoprogramma rappresenta uno strumento operativo fondamentale per la valutazione della coerenza temporale dell'intervento rispetto agli obiettivi progettuali, economici e organizzativi. Non si tratta di un semplice diagramma indicativo, ma di un documento tecnico preliminare che anticipa la pianificazione delle attività, evidenziando la sequenzialità logica, la durata stimata e le eventuali interferenze tra le lavorazioni previste.

La sua redazione, pur in una fase progettuale non definitiva, deve già essere in grado di:

- rappresentare in modo strutturato e chiaro tutte le fasi principali dell'intervento, dalla progettazione alla messa in esercizio;
- indicare per ciascuna fase i tempi stimati, le eventuali sovrapposizioni e le dipendenze tra attività;
- consentire una prima verifica di compatibilità con i vincoli temporali previsti da bandi, programmi di finanziamento o esigenze dell'utenza;
- costituire una base di riferimento per la successiva elaborazione del cronoprogramma esecutivo.

### **Obiettivi del cronoprogramma**

Il documento ha la funzione di:

- dimostrare la fattibilità temporale dell'intervento, rispetto agli obiettivi generali di progetto;
- verificare l'equilibrio tra fasi progettuali, autorizzative, esecutive e di collaudo, tenendo conto delle specificità dell'opera;
- individuare eventuali criticità organizzative o interferenze logistiche, che dovranno essere risolte nella progettazione definitiva;
- facilitare la gestione tecnico-amministrativa del progetto, attraverso una rappresentazione sintetica e condivisibile della tempistica prevista.

### Contenuti tecnici minimi

Il cronoprogramma sviluppato in fase di PFTE deve prevedere, almeno, l'articolazione temporale delle seguenti macro-attività:

- attività preliminari (rilievi, analisi tecniche, indagini diagnostiche);
- redazione degli elaborati progettuali e tecnico-amministrativi;
- acquisizione dei titoli abilitativi e autorizzativi eventualmente necessari;
- affidamento dei lavori;
- esecuzione fisica degli interventi, articolata per fasi omogenee e coerenti con la natura dell'opera (es. opere edili, impiantistiche, di finitura);
- collaudo, messa in esercizio, eventuale formazione e consegna.

Ogni fase deve essere quantificata temporalmente con riferimento all'unità minima più significativa (es. settimana o decina di giorni) e presentata in forma tabellare o grafica (diagramma di Gantt), in modo da facilitarne la lettura.

### Collegamenti con gli altri elaborati del PFTE

Il cronoprogramma deve risultare coerente con il quadro economico, il computo metrico estimativo e il piano di manutenzione. Le tempistiche previste devono essere compatibili con i tempi tecnici di approvvigionamento dei materiali, le condizioni di accessibilità del sito, le stagionalità climatiche eventualmente rilevanti e le durate tipiche delle lavorazioni indicate nei prezzari di riferimento.

Inoltre, il cronoprogramma deve riflettere le tempistiche necessarie per l'esecuzione delle attività di collaudo, per la redazione dell'APE post intervento e per la messa in esercizio dei sistemi complessi (impianti di climatizzazione, fotovoltaici, BMS, ecc.).

Il cronoprogramma elaborato in fase di PFTE non deve simulare un programma esecutivo dettagliato, ma deve rappresentare un modello temporale logicamente fondato, tecnicamente plausibile e coerente con l'intervento ipotizzato.

Il progettista è chiamato a valutare realisticamente le durate, tenendo conto:

- delle condizioni operative del cantiere;
- dell'eventuale coesistenza con l'attività ordinaria dell'edificio;
- della complessità tecnologica dell'intervento;
- delle eventuali attività propedeutiche e/o specialistiche (ad es. prove su materiali, bonifiche, messa in sicurezza di impianti esistenti).

Un cronoprogramma ben strutturato consente alla stazione appaltante di valutare tempestivamente la sostenibilità temporale dell'intervento, di pianificare correttamente le fasi di affidamento e controllo e di ridurre i margini di aleatorietà in fase esecutiva. Costituisce quindi uno strumento qualificante, capace di incidere positivamente sulla qualità complessiva della progettazione.

## 3.3 Modellazione informativa (BIM)

Ai sensi degli art. 6, 13 e 21 dell'Allegato I.7 del D. Lgs. 36/2023 e del D.M. 2 agosto 2021, il PFTE destinato a procedure di appalto integrato deve obbligatoriamente includere i seguenti elaborati:

- Capitolato informativo (Allegato I.7, art. 6, p. 7, lett. g) e artt. 13-bis e 21),

**L'adozione del BIM è obbligatoria per le nuove opere pubbliche dal 1° gennaio 2025; tuttavia, per gli interventi di edilizia esistente (rientranti nell'ambito dell'Azione M7 I 17) è a discrezione della Stazione Appaltante<sup>1</sup> e da valutare**

<sup>1</sup> Art. 43 del D. Lgs. 36/2023 – Metodi e strumenti di gestione informativa digitale delle costruzioni.

*A decorrere dal 1° gennaio 2025, le stazioni appaltanti e gli enti concedenti adottano metodi e strumenti di gestione informativa digitale delle costruzioni per la progettazione e la realizzazione di opere di nuova costruzione [...] con stima del costo presunto dei lavori di importo superiore a 1 milione di euro [...]. La disposizione di cui al primo periodo non si applica agli interventi di ordinaria e straordinaria*

in funzione delle condizioni del caso specifico (es. precedenti interventi svolti con l'utilizzo del BIM). Se la Stazione Appaltante ritiene opportuno adottarla, è necessario che:

- La stazione disponga delle risorse, competenze e tecnologie necessarie;
- L'adozione del BIM risulti tecnicamente giustificata in relazione alla complessità dell'intervento.

Nel caso in cui venga adottato il BIM, il PFTE dovrà essere integrato con:

- **Relazione specialistica sulla modellazione informativa:** redatta conformemente all'art. 13-ter dell'Allegato I.7, essa deve descrivere il sistema di denominazione, i livelli di fabbisogno informativo e le modalità di coordinamento tra i modelli informativi e gli elaborati grafici;
- **Capitolato informativo** (obbligatorio in caso di utilizzo del BIM, Allegato I.7, art. 21 c. 2): documento che definisce chiaramente i requisiti informativi, il livello di dettaglio, i formati di scambio e le modalità di gestione digitale dei flussi informativi dell'intervento, ed è vincolante qualora la stazione appaltante decida di avvalersi di metodologie e strumenti BIM per l'intervento.

Entrambi gli elaborati devono essere coerenti con il resto della documentazione del PFTE e adeguati al livello di approfondimento richiesto.

BOWA

---

*manutenzione, a meno che essi non riguardino opere precedentemente eseguite con l'adozione dei suddetti metodi e strumenti di gestione informativa digitale.*

Gli interventi oggetto delle presenti Linee Guida si inquadrano nella fattispecie "interventi di manutenzione".

---

## 4 INDICAZIONI OPERATIVE PER I CONTENUTI SPECIFICI DEL PFTE

Il presente Capitolo fornisce un insieme di indicazioni operative mirate a definire in maniera dettagliata i contenuti che il Progetto di Fattibilità Tecnico-Economica (PFTE) deve avere per ciascun intervento di efficientamento energetico, in conformità all'allegato I.7 del D. Lgs. 36/2023 e al Decreto Attuativo M7 I 17. Le indicazioni che seguono rappresentano una guida metodologica, finalizzata ad agevolare il progettista nella raccolta e nell'organizzazione delle informazioni tecniche specifiche relative al singolo intervento, assicurando così la completezza e la coerenza dei documenti redatti.

La trattazione è articolata per fornire al progettista una guida concreta e strutturata, utile a garantire la coerenza interna degli elaborati, la tracciabilità delle scelte tecniche e la conformità normativa della documentazione prodotta. Ogni sezione è finalizzata a chiarire non solo i contenuti richiesti, ma anche il loro livello di dettaglio, la logica di interconnessione tra i diversi elaborati e la funzione che ciascuno di essi assolve nelle successive fasi di progettazione ed esecuzione.

In particolare, vengono definiti:

- gli **elaborati tecnico-descrittivi** obbligatori, con indicazione dei contenuti minimi che devono essere presenti nel PFTE, in funzione del tipo di intervento previsto;
- le **modalità di redazione** e le relazioni che devono sussistere tra gli elaborati, per garantire completezza, congruità e verificabilità del progetto;
- le **prescrizioni tecniche di capitolato** da includere già a livello di PFTE, in quanto necessarie per l'affidamento mediante appalto integrato;
- gli **obblighi di contenuto relativi alla relazione specialistica**, al piano di manutenzione e agli elaborati grafici;
- una **checklist operativa** che consente di verificare la completezza e la coerenza dell'intero set documentale prima della trasmissione.

Queste indicazioni sono studiate per supportare il progettista nel definire, all'interno del PFTE, il quadro documentale specifico per l'intervento scelto, in modo da garantire una documentazione tecnica conforme e integrata.

## 4.1 ISOLAMENTO TERMICO DI SUPERFICI OPACHE

Il modulo "ISOLAMENTO TERMICO DI SUPERFICI OPACHE" riguarda gli interventi finalizzati alla riduzione delle dispersioni termiche attraverso la coibentazione di pareti esterne, coperture, solai interpiano e superfici controterra. Tali interventi incidono direttamente sul fabbisogno energetico per la climatizzazione, migliorando il comportamento passivo dell'edificio, la stabilità termica interna e la qualità dell'involucro edilizio.

L'intervento assume particolare rilevanza nel contesto di edifici esistenti caratterizzati da assenza o inefficacia del sistema isolante, presenza di ponti termici marcati, discontinuità costruttive o stratigrafie obsolete. Il progetto di fattibilità deve valutare attentamente lo stato dell'involucro, individuare le criticità prestazionali e proporre soluzioni coerenti con i vincoli fisici, architettonici e funzionali dell'edificio.

La progettazione deve essere fondata su rilievi tecnici puntuali, documentazione fotografica, eventuali analisi termogrammetriche e simulazioni energetiche che supportino la scelta del pacchetto isolante più idoneo. I materiali selezionati dovranno garantire non solo ottime performance di trasmittanza termica, ma anche durabilità, compatibilità meccanica, sicurezza in caso di incendio e rispetto dei Criteri Ambientali Minimi (CAM).

La documentazione prodotta deve consentire una lettura integrata tra lo stato di fatto, le soluzioni progettuali, le prestazioni energetiche attese e la verifica del miglioramento minimo richiesto. Ogni elaborato deve contribuire alla costruzione di un sistema coeso, tecnicamente giustificato e pronto per l'evoluzione verso il livello esecutivo.

Si riporta di seguito una lista degli elaborati grafici minimi:

- **piante generali** di tutti i livelli relative allo stato di fatto e al progetto con evidenziazione delle aree da isolare e note esplicative relative al tipo di intervento da adottare – scala 1:50 / 1:100;
- **sezioni trasversali e longitudinali** ante e post-intervento per la visione complessiva dell'involucro – scala 1:50, con dettagli in scala 1:10 o 1:20 per mostrare la stratigrafia costruttiva (strati esistenti, sistema isolante, finiture interne ed esterne, sistemi di ancoraggio e sigillatura);
- **prospetti** ante e post-intervento con evidenziazione del contesto architettonico e l'integrazione dell'isolamento nelle superfici opache dell'edificio - scala 1:50 / 1:100;
- **particolari costruttivi** con la rappresentazione dei dettagli critici quali raccordi, giunti di dilatazione, interruzioni di continuità termica e connessioni tra materiali esistenti e nuovi – scala 1:10 / 1:20;
- **schemi esplicativi** per la corretta posa dei materiali isolanti, inclusi sistemi di ventilazione (se previsti) e sistemi di fissaggio;
- **schema impiantistico integrativo** (se applicabile) con rappresentazione degli eventuali interventi sugli impianti (ventilazione, climatizzazione) necessari per garantire la compatibilità con il nuovo isolamento – scala 1:50 / 1:100;
- **schede tecniche dei materiali**: documentazione relativa ai materiali isolanti proposti (certificazioni, dichiarazioni di conformità, caratteristiche tecniche, istruzioni di posa, durabilità e manutenzione).

Per ciascuna tipologia di elaborato potranno essere previste più tavole in funzione della dimensione dell'intervento.

### 4.1.1 PFTE - Analisi dello stato di fatto

La fase di analisi dello stato di fatto rappresenta il primo passo operativo per la redazione del PFTE e costituisce la base informativa indispensabile per tutte le valutazioni successive. L'obiettivo è quello di documentare in modo completo e verificabile le condizioni esistenti dell'involucro edilizio oggetto di intervento, al fine di poter dimensionare correttamente le soluzioni di isolamento termico da adottare.

#### 4.1.1.1 Rilievo e documentazione tecnica

Il progettista deve effettuare un sopralluogo tecnico approfondito volto all'identificazione puntuale di tutte le superfici opache da isolare, includendo pareti verticali, coperture, solai interpiano e superfici controterra. Il rilievo deve essere svolto mediante strumenti idonei e deve includere:

- la verifica geometrica e dimensionale delle superfici esistenti;
- l'individuazione delle stratigrafie costruttive presenti;

- la valutazione dello stato di conservazione degli elementi edilizi;
- la mappatura di eventuali discontinuità materiche o ponti termici;
- l'identificazione di criticità igrometriche, fenomeni di condensa, infiltrazioni o degrado dei materiali.
- Il rilievo fotografico completo dell'edificio, interno ed esterno che evidenzia le aree a maggiore criticità.

#### 4.1.1.2 Rappresentazione grafica dello stato di fatto

L'analisi deve essere accompagnata da un set minimo di elaborati grafici in scala 1:50 o 1:100, nei quali venga chiaramente rappresentata la condizione *ante operam*. In particolare, si richiedono:

- piante di tutti i livelli con indicazione delle aree disperdenti;
- sezioni significative e prospetti dello stato di fatto;
- eventuali ingrandimenti e particolari esecutivi in scala maggiore (1:20 o 1:10) per la rappresentazione delle stratigrafie e dei dettagli costruttivi esistenti.

Le rappresentazioni grafiche devono evidenziare la natura dei materiali presenti, gli spessori rilevati e le interazioni con altri sistemi (strutturali, impiantistici, architettonici).

#### 4.1.1.3 Parametri termo-fisici ante operam

L'analisi dello stato di fatto deve includere la determinazione dei principali parametri termo-fisici delle superfici opache esistenti, con particolare attenzione a:

- trasmittanze termiche (U) delle pareti e dei solai;
- andamento termico superficiale in presenza di ponti termici;
- redazione dell'Attestato di Prestazione Energetica (APE) *ante operam*, da parte del progettista PFTE, qualora non disponibile, con parametri rappresentativi dello stato reale dell'involucro;
- capacità isolante residua dei materiali esistenti;
- continuità dell'involucro e presenza di discontinuità geometriche o materiche.

Tali dati devono essere elaborati attraverso calcolo analitico (ai sensi della UNI EN ISO 6946).

#### 4.1.1.4 Confluenza dei dati negli elaborati descrittivi

Tutti i dati raccolti nella fase di rilievo devono essere sistematicamente integrati negli elaborati descrittivi del PFTE, garantendo coerenza tra la componente grafica, energetica e tecnica. I risultati dell'analisi dello stato di fatto devono trovare riscontro nei documenti che costituiscono la base tecnica del progetto.

- Le stratigrafie rilevate, i materiali individuati e le prestazioni termiche esistenti devono confluire nella relazione tecnica specialistica, corredate da tabelle di riepilogo e valutazioni energetiche pre-intervento;
- I rilievi geometrici e fotografici, connessi all'accessibilità, allo stato di conservazione e alle interferenze tecniche, devono essere riportati nella relazione generale illustrativa, alla quale va allegata la documentazione fotografica tecnica, completa di didascalie e riferimenti puntuali alle tavole grafiche;
- Ogni informazione rilevata deve risultare coerente con gli elaborati grafici dello stato di fatto, e contribuire alla successiva definizione delle soluzioni progettuali e dei criteri prestazionali minimi da rispettare.

Il progettista deve assicurare che i dati rilevati siano coerenti con quanto riportato nel **computo metrico estimativo** e negli elaborati grafici *ante operam*, per garantire la piena tracciabilità del processo progettuale.

### 4.1.2 PFTE - Contenuti progettuali e specifiche tecniche dell'intervento

La definizione tecnica dell'intervento previsto rappresenta la fase centrale del PFTE. Dopo l'analisi dello stato di fatto, il progettista deve documentare in modo chiaro e motivato le soluzioni di isolamento termico da adottare, con riferimento puntuale alle superfici opache dell'edificio (pareti, coperture, solai).

Gli elaborati tecnico-descrittivi e grafici di seguito indicati costituiscono il nucleo informativo essenziale per lo sviluppo coerente del progetto esecutivo e devono riportare contenuti specifici riferiti all'intervento in oggetto.

#### 4.1.2.1 Relazione tecnica specialistica (energetica)

La relazione tecnica specialistica deve descrivere il sistema di isolamento proposto, la logica progettuale adottata, le soluzioni tecniche impiegate e i risultati attesi in termini di prestazione energetica. La relazione deve includere:

- Specifica del pacchetto isolante: materiale, conducibilità termica dichiarata ( $\lambda D$ ), spessore, densità, comportamento al fuoco, certificazioni CAM e marcatura CE;
- Verifica del valore di trasmittanza termica post-intervento per ciascun elemento opaco (pareti, coperture, solai controterra o interpiano), in confronto con i limiti di legge vigenti per zona climatica;
- Individuazione e trattamento dei ponti termici geometrici e costruttivi, mediante dettagli tecnici e correzioni progettuali documentate;
- Integrazione con gli elementi edilizi esistenti: serramenti, balconi, grondaie, strutture sporgenti, sistemi di ancoraggio di elementi esterni;
- Interfaccia con l'eventuale isolamento interno o con sistemi integrati (controsoffitti, contropareti, isolamento a cappotto, ventilazione meccanica);
- Verifica termo igrometrica del pacchetto di progetto secondo la normativa vigente e verifica del rischio di condensa superficiale e interstiziale;
- Simulazione del comportamento energetico dell'edificio a seguito dell'intervento, in termini di riduzione dei fabbisogni per climatizzazione invernale ed estiva;
- Elaborazione dell'APE previsionale post-intervento, sulla base del sistema isolante progettato e delle condizioni operative ipotizzate;
- Valutazione comparativa tra APE ante e post, con indicazione della variazione dei principali parametri energetici;
- Verifica del raggiungimento del miglioramento minimo del 30% del fabbisogno energetico, in coerenza con il requisito stabilito dal decreto attuativo M7 l 17.

#### 4.1.2.2 Elaborati grafici di progetto

Gli elaborati grafici di progetto devono essere predisposti in coerenza con gli elaborati dello stato di fatto e con il modello informativo complessivo. I grafici devono consentire la lettura completa delle soluzioni previste e comprendere almeno:

- Piante di tutti i livelli in scala 1:50 o 1:100, con indicazione delle superfici da isolare e dei materiali previsti;
- Sezioni significative ante e post-intervento, con evidenza della nuova stratigrafia dell'involucro;
- Prospetti con rappresentazione dell'integrazione architettonica dell'intervento;
- Dettagli costruttivi in scala 1:10 o 1:20 relativi ai nodi critici (angoli, attacchi a terra o in sommità, raccordi con serramenti);
- Schemi di posa e di fissaggio, incluse le modalità di sigillatura e protezione.

#### 4.1.2.3 Capitolato Speciale d'Appalto

Il Capitolato Speciale d'Appalto, obbligatorio anche a livello di PFTE in presenza di appalto integrato, non assume valore esecutivo ma costituisce un documento tecnico-prestazionale di riferimento, il cui contenuto deve essere sviluppato e dettagliato nella successiva progettazione esecutiva. Le indicazioni in esso contenute definiscono i requisiti minimi, le condizioni operative e le modalità di controllo che l'impresa aggiudicataria dovrà rispettare nell'ambito dell'intervento previsto, fungendo da base contrattuale per l'esecuzione dei lavori.

I contenuti minimi da prevedere nel Capitolato sono i seguenti:

- **Prescrizioni tecniche per i materiali isolanti da impiegare:** devono essere indicati i requisiti prestazionali minimi richiesti (conducibilità termica, resistenza al vapore, comportamento al fuoco, densità), nonché le certificazioni obbligatorie (marcatura CE, schede tecniche di prodotto, dichiarazioni CAM). I materiali selezionati dovranno inoltre essere conformi ai Criteri Ambientali Minimi (CAM edilizia – DM 23 giugno 2022 e s.m.i.), con esplicito riferimento al contenuto di materiale riciclato, all'assenza di sostanze pericolose (formaldeide, COV) e alla durabilità certificata tramite Life Cycle Assessment (LCA).
- **Modalità di messa in opera dei sistemi isolanti:** il capitolato dovrà descrivere in modo dettagliato le tecniche applicative previste, incluse le modalità di posa, i sistemi di fissaggio meccanico o chimico, le tipologie di sigillatura, i trattamenti per i giunti e le modalità di continuità dell'isolamento in corrispondenza di angoli, spigoli, aperture e discontinuità strutturali. Devono essere riportate le tolleranze ammissibili e le condizioni ambientali ideali per l'esecuzione delle lavorazioni.
- **Modalità di verifica in corso d'opera e controllo della qualità esecutiva:** il capitolato dovrà descrivere le procedure previste per la verifica dell'effettiva esecuzione a regola d'arte dell'intervento, stabilendo le modalità

di accettazione dei materiali, i controlli visivi e strumentali da effettuare durante e dopo la posa, la documentazione fotografica da produrre e i report tecnici da allegare. Devono essere indicati i criteri di conformità e le modalità di gestione delle eventuali non conformità.

- **Gestione ambientale e smaltimento dei materiali di risulta:** è necessario prevedere, in coerenza con i CAM, procedure specifiche per il corretto smaltimento dei materiali di scarto, l'eventuale riutilizzo di componenti recuperabili e la tracciabilità dei flussi di rifiuti. Vanno riportate le prescrizioni relative alla riduzione dell'impatto ambientale del cantiere, alle modalità di stoccaggio temporaneo dei materiali e all'obbligo di conferimento presso impianti autorizzati.
- **Normative tecniche e contrattuali di riferimento:** devono essere elencate tutte le norme tecniche, le linee guida e i riferimenti legislativi applicabili, con specifica indicazione delle versioni in vigore. Particolare attenzione dovrà essere riservata al rispetto delle disposizioni contenute nel Codice dei Contratti Pubblici (D. Lgs. 36/2023) e nei suoi allegati, nonché al Decreto Attuativo M7 I 17.
- **Requisiti di ammissibilità al DM:** devono essere indicati tutti i requisiti di ammissibilità previsti al paragrafo 1 dell'allegato 3: "Requisiti minimi interventi di efficienza energetica".

#### 4.1.2.4 *Computo metrico estimativo*

Il computo metrico estimativo deve includere:

- La quantificazione dettagliata delle superfici opache da isolare, articolate per tipologia (pareti perimetrali, coperture, solai contro terra o interpiano);
- L'indicazione dei materiali previsti per ciascuna categoria di intervento, con relativa unità di misura (m<sup>2</sup>, m<sup>3</sup>, ml);
- L'elenco completo delle lavorazioni con prezzi unitari aggiornati, inclusi eventuali oneri per la preparazione delle superfici, fissaggio dei pannelli isolanti, finiture e sigillature.

#### 4.1.2.5 *Piano di manutenzione*

Il piano di manutenzione deve prevedere:

- Le modalità di controllo periodico dei sistemi isolanti applicati, specificando frequenza, tipologia e responsabilità dell'attività ispettiva;
- L'elenco dei punti critici da monitorare nel tempo, come ad esempio giunti, angoli, raccordi tra materiali diversi;
- Le azioni correttive previste in caso di degrado prestazionale o danneggiamento;
- Indicazioni di base sulla durabilità prevista in relazione alle condizioni ambientali e all'esposizione.

Tutti i contenuti devono risultare coerenti con quanto rappresentato negli elaborati grafici e con i dati raccolti nell'analisi dello stato di fatto. Ogni documento deve essere predisposto in modo da poter essere direttamente utilizzato per la successiva redazione del progetto esecutivo, senza ulteriori fasi intermedie.

#### 4.1.3 *Quadro metodologico e checklist operativa*

Questa sezione ha lo scopo di fornire al progettista una guida operativa per l'organizzazione e la redazione degli elaborati tecnico-descrittivi e grafici previsti dal PFTE, con riferimento specifico all'intervento di isolamento termico delle superfici opache.

L'obiettivo è assicurare che tutti i contenuti richiesti siano presenti, coerenti tra loro e predisposti in una forma che consenta di avviare direttamente la progettazione esecutiva, senza necessità di ulteriori integrazioni o approfondimenti preliminari.

Attraverso un approccio integrato tra analisi dello stato di fatto, definizione delle soluzioni progettuali e rappresentazione tecnica delle stesse, il progettista è chiamato a strutturare il progetto in modo chiaro, verificabile e pienamente aderente ai requisiti di ammissibilità previsti dalla misura M7 – Investimento 17 e dal Codice dei Contratti Pubblici.

### **GUIDA ALLA COMPILAZIONE COERENTE DEGLI ELABORATI**

Per ogni documento previsto (relazione specialistica, elaborati grafici, computo metrico, piano di manutenzione), è essenziale:

- Assicurare la coerenza tra quanto rilevato nello stato di fatto e le soluzioni progettuali proposte;
- Riferire esplicitamente tutte le ipotesi progettuali alle risultanze delle simulazioni, dei calcoli e delle verifiche svolte;
- Redigere ogni elaborato con un livello di dettaglio tale da renderlo già utilizzabile nella fase di progettazione esecutiva, senza duplicazioni di analisi;
- Evitare formulazioni generiche e utilizzare un linguaggio tecnico chiaro, univoco e riscontrabile;
- Fare riferimento a normative tecniche aggiornate e a prezzi ufficiali per la definizione delle quantità e dei costi.

### CHECKLIST OPERATIVA PER IL COMPLETAMENTO DELLA DOCUMENTAZIONE

La seguente tabella può essere utilizzata dal progettista come strumento di autoverifica durante la redazione del PFTE. Tutti gli elementi indicati devono essere riscontrabili nei relativi elaborati.

Voce da verificare	Presente nel PFTE?	Riferimento all'elaborato
Stratigrafia <i>ante operam</i> documentata	<input type="checkbox"/>	Relazione tecnica specialistica, tavole grafiche dello stato di fatto
Documentazione fotografica dell'esistente	<input type="checkbox"/>	Relazione generale illustrativa
Individuazione e trattamento dei ponti termici	<input type="checkbox"/>	Relazione tecnica specialistica
Calcolo trasmittanze <i>ante/post</i> e verifica CAM	<input type="checkbox"/>	Relazione tecnica specialistica, Capitolato
Simulazione energetica e metodo di calcolo	<input type="checkbox"/>	Relazione tecnica specialistica
Attestato di Prestazione Energetica (APE) <i>ante operam</i> e post - intervento	<input type="checkbox"/>	Relazione tecnica specialistica
Verifica del miglioramento minimo del 30% richiesto dal decreto attuativo M7 I 17	<input type="checkbox"/>	Relazione tecnica specialistica
Prescrizioni tecniche materiali isolanti	<input type="checkbox"/>	Capitolato Speciale d'Appalto
Modalità di posa, sigillature, giunti	<input type="checkbox"/>	Capitolato Speciale d'Appalto
Elaborati grafici aggiornati e coerenti	<input type="checkbox"/>	Tavole progettuali
Computo metrico estimativo completo	<input type="checkbox"/>	Elaborato economico
Verifiche di collaudo previste (termografia, trasmittanza in opera)	<input type="checkbox"/>	Capitolato Speciale d'Appalto
Piano di manutenzione con calendario e istruzioni	<input type="checkbox"/>	Piano di Manutenzione
Normative di riferimento dichiarate e aggiornate	<input type="checkbox"/>	Tutti gli elaborati tecnici

**Tutti i contenuti tecnico-operativi già descritti negli elaborati del PFTE devono essere intesi anche come base vincolante per la successiva progettazione esecutiva, come previsto per gli appalti integrati.**

#### 4.1.4 Categorie SOA

La tabella seguente fornisce un inquadramento tecnico-operativo delle principali configurazioni di intervento riconducibili all'isolamento termico delle superfici opache verticali, orizzontali e inclinate, in relazione alla corretta individuazione delle categorie di qualificazione previste dal D. Lgs. 36/2023 (Allegato II.12) e alle condizioni di subappaltabilità previste dall'art. 119.

La prima riga della tabella rappresenta l'intervento considerato in termini generali, indipendentemente dalle specifiche tecnologie o lavorazioni previste. Le righe successive descrivono invece le principali varianti tecniche o costruttive, ciascuna delle quali può determinare l'applicazione di categorie differenti o aggiuntive.

Nei casi in cui l'intervento preveda più categorie contemporaneamente (es. OG1 + OS8), è fondamentale che il progettista, già in fase di PFTE, valuti correttamente l'incidenza economica e funzionale delle lavorazioni associate a ciascuna categoria, al fine di determinare quella prevalente e garantire coerenza con quanto sarà richiesto nella documentazione di gara.

Tipologia di intervento	CATEGORIE (D. Lgs. 36/2023 Allegato II.12, TABELLE A e B)	Subappaltabilità (D. Lgs. 36/2023, art. 119)	Descrizione
Cappotto termico esterno su facciata esistente (senza rifacimento strutturale)	OS7	Il subappalto è ammesso nei limiti dell'art. 119, comma 1: l'appaltatore non può affidare a terzi la maggior parte delle lavorazioni riferite alla categoria prevalente.	OS7 comprende "isolamenti termici" e "finiture di opere generali di natura edile e tecnica", inclusi cappotti e rivestimenti isolanti su murature verticali.
Isolamento termico con impermeabilizzazione di coperture piane o inclinate (senza rifacimento della struttura portante)	OS8	Il subappalto è ammesso nei limiti dell'art. 119, comma 1: l'appaltatore non può affidare a terzi la maggior parte delle lavorazioni riferite alla categoria prevalente.	OS8 include la "posa in opera di opere di impermeabilizzazione con qualsiasi materiale", che comprende anche i pacchetti isolanti stratificati destinati alla tenuta termica e idrica delle coperture.
Isolamento su pareti e solai interni (controsoffitti, intercapedini, cartongesso)	OS7	Il subappalto è ammesso nei limiti dell'art. 119, comma 1: l'appaltatore non può affidare a terzi la maggior parte delle lavorazioni riferite alla categoria prevalente.	OS7 copre le finiture interne, tra cui isolamenti termici, tramezzature e controsoffitti, da realizzare in edifici esistenti o in corso di costruzione.
Rifacimento strutturale con integrazione dell'isolamento termico (pareti o coperture)	OG1	Il subappalto è ammesso nei limiti dell'art. 119, comma 1: l'appaltatore non può affidare a terzi la maggior parte delle lavorazioni riferite alla categoria prevalente.	OG1 riguarda opere edili generali, incluse le ristrutturazioni e le manutenzioni di edifici civili, con eventuale integrazione di sistemi di isolamento.
Cappotto termico su facciate vincolate (con tecniche compatibili)	OG2	Il subappalto è ammesso nei limiti dell'art. 119, comma 1. La stazione appaltante può riservare l'esecuzione diretta con motivazione.	OG2 riguarda il "restauro e la manutenzione di beni immobili sottoposti a tutela", comprese finiture e interventi compatibili con le prescrizioni dei beni culturali.
Rifacimento completo del pacchetto tetto con isolamento integrato	OG1 + OS8	Il subappalto è ammesso. In presenza di più categorie, non è consentito affidare a terzi la	L'intervento integra opere strutturali (OG1) con pacchetti impermeabilizzanti coibentati (OS8). La

Tipologia di intervento	CATEGORIE (D. Lgs. 36/2023 Allegato II.12, TABELLE A e B)	Subappaltabilità (D. Lgs. 36/2023, art. 119)	Descrizione
		maggior parte delle lavorazioni riferite alla categoria prevalente, ai sensi dell'art. 119, comma 1 del D. Lgs. 36/2023. Le lavorazioni appartenenti a categorie non prevalenti possono essere subappaltate integralmente, fermo restando il rispetto dei requisiti di qualificazione.	prevalente va determinata in sede di PFTE in base all'incidenza economica.
Isolamento con applicazione di sistemi di facciata ventilata	OS18-A	Il subappalto è ammesso nei limiti dell'art. 119, comma 1: l'appaltatore non può affidare a terzi la maggior parte delle lavorazioni riferite alla categoria prevalente.	OS18-A si riferisce alla "produzione in stabilimento ed al montaggio in opera di strutture in acciaio", che costituiscono la sottostruttura portante per facciate ventilate con funzione isolante.

Nota tecnica per l'inquadramento della categoria OG1 rispetto alle categorie OS7, OS8 e OS18-A

Gli interventi di **isolamento termico su superfici opache** sono inquadrabili, a seconda della modalità esecutiva, nelle categorie specialistiche **OS7** (isolamenti termici e acustici e finiture edili), **OS8** (opere di impermeabilizzazione) e **OS18-A** (componenti strutturali in acciaio, nel caso di facciate ventilate).

Tali categorie, tutte riconducibili all'Allegato II.12 del D. Lgs. 36/2023, devono essere considerate necessarie in tutti i casi in cui le relative lavorazioni risultino autonome, tecnicamente rilevanti o economicamente prevalenti nell'ambito dell'appalto.

In alternativa, nei casi in cui l'intervento di isolamento sia parte di un'opera più ampia e coordinata di manutenzione straordinaria o ristrutturazione edilizia, che rientri nella categoria generale OG1, e in cui le lavorazioni riconducibili a categorie OS non assumano rilievo prevalente né autonomia funzionale, la stazione appaltante può valutare la sufficienza della sola OG1 ai fini della qualificazione delle imprese.

Tale valutazione deve essere esplicitamente condotta nella redazione del PFTE, tenendo conto della struttura complessiva dell'intervento, dell'incidenza delle singole lavorazioni nel quadro economico e della loro integrazione funzionale nell'opera edilizia nel suo complesso.

Ai sensi dell'**art. 100, comma 4 del D. Lgs. 36/2023**, l'obbligo di possesso dell'attestazione di qualificazione SOA si applica **esclusivamente agli appalti di lavori di importo pari o superiore a 150.000 euro**. Pertanto, in caso di importo inferiore a tale soglia, **le categorie SOA riportate nella presente scheda non costituiscono requisito di partecipazione**, ma hanno unicamente **valore descrittivo e orientativo**, volto a classificare tecnicamente le lavorazioni previste.

## 4.2 SOSTITUZIONE DI CHIUSURE TRASPARENTI

Il modulo “SOSTITUZIONE DI CHIUSURE TRASPARENTI” riguarda gli interventi finalizzati al miglioramento della prestazione energetica dell’involucro edilizio attraverso la sostituzione di serramenti e infissi esistenti con elementi ad alte prestazioni termiche, acustiche e di tenuta all’aria. Tali interventi concorrono alla riduzione delle dispersioni termiche invernali e dei guadagni solari estivi non desiderati, influenzando direttamente il fabbisogno energetico dell’edificio.

Le nuove chiusure trasparenti devono garantire valori di trasmittanza termica ( $U_w$ ) inferiori ai limiti di legge e conformi alle specifiche climatiche della zona d’intervento. Oltre alla performance energetica, devono essere valutate le caratteristiche di tenuta, durabilità, sicurezza e compatibilità architettonica, anche in relazione agli obblighi di conservazione del decoro o dei vincoli paesaggistici.

In fase di progettazione di fattibilità, la sostituzione delle chiusure trasparenti va valutata all’interno del bilancio energetico complessivo, considerando anche l’apporto solare utile, le caratteristiche di ventilazione naturale e il rapporto aeroilluminante, così da definire un quadro realistico dell’efficacia dell’intervento.

Si riporta di seguito una lista degli elaborati minimi:

- **Planimetrie dello stato di fatto:** individuazione e codifica dei serramenti esistenti, specifica dei materiali, delle superfici trasparenti, delle sezioni apribili, delle modalità di apertura e dell’interazione con i sistemi oscuranti – scala 1:100;
- **Planimetrie e prospetti di progetto:** rappresentazione dei nuovi infissi, con indicazione delle dimensioni, materiali, profili, tipologie di vetro e sistemi di apertura – scala 1:100;
- **Sezioni costruttive:** dettagli tecnici del nodo serramento-muratura, interfacce con l’isolamento dell’involucro opaco, barriere al vapore, sigillature, soglie e cassonetti – scale 1:50 / 1:100;
- **Particolari costruttivi** con la rappresentazione dei dettagli critici quali giunti tra serramenti e murature, sistemi di fissaggio e ancoraggio, punti di contatto con i davanzali, contorni finestra e altri elementi architettonici (architravi, soglie, ecc.) – scala 1:10 / 1:20;
- **Schemi esplicativi** per la corretta posa in opera (fughe, guarnizioni, sigillature) e indicazioni delle modalità di impermeabilizzazione e tenuta all’aria/acqua/vento;
- **Schema impiantistico integrativo** (se applicabile): in caso di sistemi di schermatura motorizzata o integrazione con impianti di *building automation* (controllo automatico di tende, veneziane, ecc.), con la rappresentazione di eventuali canalizzazioni, quadri di controllo, sensori e attuatori – scala 1:50 / 1:100;
- **Schede tecniche dei nuovi elementi:** infissi, vetri, guarnizioni, accessori, sistemi oscuranti (ove previsti);
- **Documentazione fotografica** dei serramenti esistenti.

Per ciascuna tipologia di elaborato potranno essere previste più tavole in funzione della dimensione dell’intervento.

### 4.2.1 PFTE - Analisi dello stato di fatto

La sostituzione delle chiusure trasparenti impone una conoscenza approfondita dello stato di fatto, sia per valutare le condizioni di degrado, sia per garantire la compatibilità dimensionale e funzionale con gli interventi di progetto. Il rilievo deve essere completo, documentato e finalizzato alla successiva valutazione energetica e tecnica dell’intervento.

#### 4.2.1.1 Rilievo e documentazione tecnica

Il progettista deve effettuare un rilievo sistematico e completo dei serramenti esistenti, con riferimento alla tipologia, alla geometria e alla condizione prestazionale. Il rilievo deve includere:

- Misurazione in opera delle dimensioni dei vani finestra e porta-finestra, individuazione dei sistemi di apertura e verifica delle condizioni di accessibilità;
- Identificazione della tipologia di telaio e del pacchetto vetrocamera, presenza o assenza di guarnizioni e interruzioni di continuità termica;
- Individuazione della presenza di cassonetti per avvolgibili, griglie, tende oscuranti, vetri stratificati o colorati;
- Rilevazione di problematiche funzionali o di degrado: spifferi, infiltrazioni, condense superficiali o interstiziali, deformazioni;

- Rilevazione fotografica dei serramenti esistenti, con dettaglio dei nodi di contatto tra telaio e muratura, e annotazione delle criticità riscontrate. La documentazione fotografica raccolta va allegata alla relazione generale illustrativa, con didascalie tecniche descrittive.

#### 4.2.1.2 *Rappresentazione grafica dello stato di fatto*

Il rilievo deve essere tradotto in elaborati grafici che rappresentino con chiarezza la situazione esistente e che forniscano le informazioni necessarie per la progettazione dell'intervento sostitutivo.

- Planimetrie con localizzazione dei serramenti, superficie totale trasparente, numero di battenti, caratteristiche di apertura, altezza del davanzale e presenza di dispositivi di sicurezza o vincoli;
- Prospetti e sezioni significative con evidenza delle dimensioni reali del vano murario, delle soglie, dei cassonetti e delle possibili interferenze con altri elementi edilizi (scuri, tende, impianti);
- Dettagli del nodo muro-infisso, documentati con disegno tecnico o rilievo fotografico integrato.

#### 4.2.1.3 *Parametri tecnici ed energetici ante operam*

Per valutare l'impatto dell'intervento sul bilancio energetico dell'edificio è necessario conoscere la prestazione degli infissi esistenti e il loro peso sulla trasmittanza media dell'involucro.

- Stima dei valori di trasmittanza termica ( $U_w$ ) degli infissi esistenti in base ai materiali, allo spessore del vetro e alle condizioni rilevate;
- Valutazione del fattore solare ( $g$ ), della permeabilità all'aria e della tenuta all'acqua delle chiusure trasparenti esistenti;
- Analisi del rapporto tra superficie trasparente e superficie utile climatizzata, con attenzione all'orientamento prevalente;
- Redazione dell'APE *ante operam*, da parte del progettista del PFTE, qualora non sia disponibile un attestato aggiornato, con riferimento agli infissi esistenti e al comportamento energetico dell'edificio.

### 4.2.2 *PFTE - Contenuti progettuali e specifiche tecniche dell'intervento*

L'intervento di sostituzione delle chiusure trasparenti incide in maniera diretta sul comportamento energetico dell'involucro edilizio. La progettazione deve garantire non solo l'adeguatezza prestazionale degli elementi sostitutivi, ma anche la compatibilità geometrica, funzionale e installativa. La documentazione di fattibilità deve consentire una lettura tecnica univoca del sistema proposto, una valutazione quantitativa dell'efficienza energetica migliorata e una tracciabilità delle prestazioni dichiarate dai produttori.

#### 4.2.2.1 *Relazione tecnica specialistica*

La relazione specialistica deve fornire una descrizione dettagliata dei nuovi infissi, con riferimento alla loro classificazione tecnico-prestazionale, alle modalità di posa previste e all'interazione con la stratigrafia muraria e i sistemi di isolamento esistenti o previsti.

Contenuti richiesti:

- Specifica delle tipologie di infissi previsti: materiali (PVC, alluminio a taglio termico, legno, compositi), numero di ante, tipo di apertura, finiture, accessori;
- Indicazione del valore di trasmittanza termica ( $U_w$ ), fattore solare ( $g$ ), permeabilità all'aria, tenuta all'acqua, resistenza al carico del vento;
- Integrazione con cassonetti coibentati, sistemi oscuranti o frangisole esterni, ove previsti;
- Indicazione delle modalità di posa: in luce o in battuta, utilizzo di materiali sigillanti, barriere al vapore, sistemi meccanici di fissaggio, trattamenti dei giunti;
- Simulazione del comportamento energetico dell'edificio con i nuovi infissi installati, in termini di riduzione del fabbisogno per riscaldamento e raffrescamento;
- Elaborazione dell'APE previsionale post-intervento, calcolato sulla base dei valori certificati dei nuovi infissi;
- Valutazione comparativa tra APE *ante* e *post*, con analisi della variazione della classe energetica e della prestazione globale dell'involucro;
- Verifica del raggiungimento del miglioramento minimo del 30% del fabbisogno energetico, in conformità al decreto attuativo M7 l 17;

- Tabella riepilogativa con confronto tra serramenti esistenti e sostitutivi, completa dei dati prestazionali.

#### 4.2.2.2 *Elaborati grafici di progetto*

Gli elaborati devono documentare in maniera dettagliata le soluzioni adottate per ciascun vano finestra, le modalità di fissaggio, la continuità dell'isolamento e l'integrazione architettonica degli infissi.

Documenti richiesti:

- Planimetrie con indicazione delle finestre sostituite, codifica univoca, posizione rispetto ai vani, direzione di apertura;
- Prospetti con rappresentazione dei nuovi elementi in facciata, verifica del rispetto del decoro architettonico;
- Sezioni verticali e orizzontali dei nodi principali: attacco inferiore (soglia), laterale (stile), superiore (architrave), con indicazione degli spessori, dei materiali e degli strati di isolamento;
- Dettagli esecutivi della posa: tipologia di fissaggi, posizione dei sigillanti, distanziatori, schiume, barriere igroscopiche.

#### 4.2.2.3 *Capitolato Speciale d'Appalto*

Il Capitolato deve specificare le caratteristiche minime richieste ai serramenti, i criteri di posa e le prestazioni certificate che devono essere garantite. Deve inoltre fornire istruzioni chiare per la rimozione dei vecchi infissi e l'installazione dei nuovi, nel rispetto delle norme tecniche e ambientali vigenti.

Contenuti da prevedere:

- Caratteristiche prestazionali minime degli infissi:  $U_w \leq$  limiti di zona climatica, vetro basso emissivo con gas nobile, telai con interruzione del ponte termico, tenuta meccanica certificata;
- Requisiti di marcatura CE, con indicazione delle normative di riferimento e delle prove di laboratorio effettuate;
- Prescrizioni per i sistemi di posa: tipo di giunto, sigillatura interna ed esterna, sistemi di drenaggio, protezione dei contorni murari;
- Trattamento dei nodi critici: soglie, angoli, interfaccia con cappotto o controvelaio isolato;
- Modalità di smontaggio e smaltimento degli infissi esistenti e di eventuali componenti in amianto o altri materiali speciali;
- Criteri per il collaudo in opera: verifica della corretta installazione, controllo della tenuta all'aria, eventuali prove strumentali;
- Compatibilità con normative CAM (uso di materiali riciclati, durabilità, assenza di sostanze pericolose, ecc.).
- **Requisiti di ammissibilità al DM:** devono essere indicati tutti i requisiti di ammissibilità previsti al paragrafo 1 dell'allegato 3: "Requisiti minimi interventi di efficienza energetica".

#### 4.2.2.4 *Computo metrico estimativo*

Il computo deve includere la descrizione di ogni singolo elemento da fornire e installare, con riferimento alla loro prestazione, dimensione e funzione.

Contenuti:

- Fornitura e posa in opera dei nuovi infissi: codice identificativo, materiale, finitura, dimensioni nominali e reali, tipo di vetro,  $U_w$  certificato;
- Rimozione e smaltimento degli infissi esistenti, eventuale trattamento dei cassonetti o delle soglie;
- Fornitura di accessori: maniglie, chiusure, sistemi di ventilazione, dispositivi di sicurezza;
- Opere complementari: finiture murarie dopo la rimozione, adattamento del vano, eventuali lavori su davanzali interni o esterni;
- Elementi di sigillatura: fornitura di nastri autoespandenti, silicone neutro, schiuma poliuretana, profili di raccordo;
- Smontaggio e reinstallazione di eventuali tende, persiane, grate o altri elementi.

#### 4.2.2.5 *Piano di manutenzione*

Il piano di manutenzione deve definire le operazioni periodiche necessarie per mantenere le prestazioni energetiche e funzionali dei nuovi infissi nel tempo.

Contenuti da includere:

- Pulizia regolare dei profili e dei vetri, con indicazione dei detergenti ammessi;
- Controllo dell'integrità delle guarnizioni e dei sistemi di tenuta all'aria, con frequenza almeno annuale;

- Verifica del corretto funzionamento delle aperture, delle maniglie e delle cerniere, con eventuale lubrificazione o sostituzione;
- Ispezione dei giunti di posa e delle sigillature, in particolare nei punti esposti agli agenti atmosferici;
- Controllo dell'eventuale formazione di condensa o muffa nei punti di contatto tra telaio e muratura;
- Modalità di registrazione degli interventi manutentivi eseguiti.

### 4.2.3 Quadro metodologico e checklist operativa

L'intervento di sostituzione delle chiusure trasparenti richiede un approccio metodologico fondato sulla precisione del rilievo, la validazione tecnica delle prestazioni dichiarate, la coerenza degli elaborati e la dimostrazione oggettiva del miglioramento energetico dell'edificio. La progettazione di fattibilità non può limitarsi alla selezione di prodotti conformi ai requisiti minimi di legge, ma deve presentare un quadro documentale e prestazionale solido, strutturato e verificabile.

Ogni elemento sostitutivo incide direttamente sul comportamento dell'involucro edilizio in termini di trasmittanza, permeabilità, guadagni solari e comfort termico e acustico. Il PFTE deve perciò esplicitare chiaramente le condizioni iniziali, le caratteristiche tecniche dei nuovi infissi e il beneficio energetico quantificato a seguito dell'intervento.

#### **METODOLOGIA DI RILIEVO E CLASSIFICAZIONE DEI SERRAMENTI**

La fase iniziale del rilievo tecnico deve essere eseguita con strumenti idonei, permettendo la codifica sistematica di ciascun infisso e la raccolta dei dati necessari alla successiva valutazione energetica e funzionale.

- I serramenti esistenti devono essere classificati per tipologia costruttiva, posizione, dimensione e modalità di apertura;
- La documentazione fotografica deve essere utilizzata per registrare elementi non rilevabili con strumenti standard (degrado, deformazioni, infiltrazioni, anomalie costruttive);
- Tutti i dati raccolti devono essere riportati in tavole e tabelle di confronto tra stato di fatto e progetto, per assicurare la tracciabilità delle sostituzioni.

#### **COERENZA PROGETTUALE TRA ELABORATI, RELAZIONI E SIMULAZIONI**

L'efficacia del PFTE dipende dalla coerenza interna della documentazione prodotta, che deve offrire una visione tecnica integrata e priva di incongruenze tra quanto descritto, calcolato e rappresentato graficamente.

- I valori prestazionali dichiarati (trasmittanza, g, permeabilità) devono derivare da schede tecniche certificate, conformi ai requisiti normativi e CAM;
- Le planimetrie, i prospetti e i dettagli esecutivi devono corrispondere a quanto descritto nella relazione specialistica e computato nel computo metrico estimativo;
- I serramenti previsti devono essere codificati in modo univoco e collegati alle voci del computo metrico e alle prestazioni simulate;
- Le soluzioni di posa devono essere compatibili con l'involucro esistente e con eventuali interventi combinati (isolamento a cappotto, coibentazione del cassonetto, sostituzione delle soglie).

#### **VALUTAZIONE DELLE PRESTAZIONI ENERGETICHE E DEI REQUISITI MINIMI**

L'intervento deve essere inquadrato all'interno del bilancio energetico complessivo dell'edificio, dimostrando in modo trasparente il beneficio ottenuto e la conformità ai criteri minimi stabiliti dal decreto attuativo.

- L'APE *ante operam* deve essere redatto, se non disponibile, per fornire un quadro prestazionale iniziale attendibile;
- L'APE previsionale post-intervento deve rappresentare l'edificio con i nuovi infissi installati, in condizioni standard di utilizzo;
- Il confronto tra i due scenari energetici deve essere condotto con riferimento agli stessi confini energetici e condizioni d'uso, in modo da garantire la confrontabilità dei risultati;
- L'intervento deve dimostrare di produrre un miglioramento energetico minimo del 30% sul fabbisogno complessivo, come richiesto dalla normativa, e tale risultato deve essere esplicitamente documentato all'interno della relazione specialistica.

**CHECKLIST OPERATIVA PER IL COMPLETAMENTO DELLA DOCUMENTAZIONE**

La seguente tabella può essere utilizzata dal progettista come strumento di autoverifica durante la redazione del PFTE. Tutti gli elementi indicati devono essere riscontrabili nei relativi elaborati.

Voce da verificare	Presente nel PFTE?	Riferimento all'elaborato
Rilievo completo dei serramenti esistenti e delle condizioni di degrado o sotto prestazione	<input type="checkbox"/>	Relazione tecnica specialistica, planimetrie
Classificazione tecnica e funzionale delle chiusure trasparenti (tipologia, materiali, apertura, accessori)	<input type="checkbox"/>	Relazione tecnica specialistica
Documentazione fotografica allegata alla relazione generale illustrativa, con didascalie tecniche	<input type="checkbox"/>	Relazione generale illustrativa
Redazione dell'APE <i>ante operam</i> (se assente) con inserimento delle caratteristiche reali dei serramenti	<input type="checkbox"/>	Relazione tecnica specialistica
APE previsionale post-intervento con verifica dei parametri energetici e della classe raggiunta	<input type="checkbox"/>	Relazione tecnica specialistica, simulazioni
Dimostrazione del miglioramento energetico $\geq 30\%$ secondo il decreto attuativo M7 I 17	<input type="checkbox"/>	Relazione tecnica specialistica, APE comparati
Coerenza tra valori dichiarati, planimetrie, dettagli di posa, computo metrico e capitolato	<input type="checkbox"/>	Elaborati grafici, computo, Capitolato
Prescrizioni tecniche e prestazionali minime, modalità di posa e criteri di collaudo	<input type="checkbox"/>	Capitolato Speciale d'Appalto
Piano di manutenzione coerente con i componenti previsti e le modalità d'uso dell'edificio	<input type="checkbox"/>	Piano di manutenzione

**Tutti i contenuti tecnico-operativi già descritti negli elaborati del PFTE devono essere intesi anche come base vincolante per la successiva progettazione esecutiva, come previsto per gli appalti integrati.**

#### 4.2.4 Categorie SOA

La tabella seguente fornisce un inquadramento tecnico-operativo delle principali configurazioni di intervento riconducibili alla sostituzione di chiusure trasparenti, quali infissi, serramenti, facciate continue o sistemi integrati, con riferimento alla corretta attribuzione delle categorie di qualificazione previste dal D. Lgs. 36/2023 (Allegato II.12) e alle disposizioni relative alla subappaltabilità (art. 119).

La prima riga della tabella rappresenta l'intervento nella sua forma più generale, ovvero la sostituzione di infissi esterni tradizionali, senza particolari automatismi né interventi architettonicamente complessi. Le righe successive evidenziano le principali varianti progettuali, ciascuna delle quali può richiedere categorie diverse o aggiuntive, in funzione dei materiali, del grado di complessità tecnologica o della presenza di vincoli storico-architettonici.

In presenza di interventi riconducibili a più categorie contemporaneamente (ad esempio OS6 + OS30), è compito del progettista, già in fase di PFTE, valutare l'incidenza economica e funzionale delle singole lavorazioni per stabilire la categoria prevalente e garantire coerenza con la documentazione da predisporre per la gara.

Tipologia di intervento	CATEGORIE (D. Lgs. 36/2023 Allegato II.12, TABELLE A e B)	Subappaltabilità (D. Lgs. 36/2023, art. 119)	Descrizione
Sostituzione di infissi esterni in PVC, legno, alluminio, acciaio o materiali misti, senza modifica strutturale delle aperture	OS6	Il subappalto è ammesso nei limiti dell'art. 119, comma 1: la categoria è unica e quindi prevalente. L'appaltatore non può affidare a terzi la maggior parte delle lavorazioni riferite a tale categoria.	Intervento riconducibile alla categoria OS6, che copre la fornitura, posa in opera, manutenzione e sostituzione di infissi esterni in materiali compositi.
Sostituzione di infissi con interventi accessori di finitura muraria (intonaci, rasature, controtelai)	OS6	Il subappalto è ammesso nei limiti dell'art. 119, comma 1: la categoria è unica e quindi prevalente. L'appaltatore non può affidare a terzi la maggior parte delle lavorazioni riferite a tale categoria.	Anche in presenza di opere murarie di rifinitura, l'intervento resta in OS6 se non vi è incidenza strutturale autonoma.
Sostituzione di facciate continue in vetro e metallo ( <i>curtain wall</i> )	OS18-B	Il subappalto è ammesso nei limiti dell'art. 119, comma 1: la categoria è unica e quindi prevalente. L'appaltatore non può affidare a terzi la maggior parte delle lavorazioni riferite a tale categoria.	OS18-B riguarda la produzione e montaggio in opera di facciate continue costituite da moduli metallici e trasparenti. Categoria SIOS.
Sostituzione di infissi su edifici tutelati (beni culturali)	OG2	Il subappalto è ammesso nei limiti dell'art. 119, comma 1. La stazione appaltante può prevedere l'esecuzione diretta con motivazione.	OG2 si applica in presenza di vincolo ex D. Lgs. 42/2004. L'intervento deve rispettare le prescrizioni conservative e tecniche stabilite dalla Soprintendenza.
Sostituzione di infissi automatizzati (vetri elettrocromatici, tapparelle motorizzate, sensori integrati)	OS6 + OS30	Il subappalto è ammesso. In presenza di più categorie, non è consentito affidare a terzi la maggior parte delle lavorazioni riferite alla categoria prevalente, ai sensi dell'art. 119, comma 1 del D. Lgs. 36/2023. Le lavorazioni appartenenti a	OS6 per la componente infissi; OS30 per l'integrazione con impianti elettrici e sistemi di controllo automatico. Il PFTE deve stabilire la prevalente sulla base dell'incidenza economica.

Tipologia di intervento	CATEGORIE (D. Lgs. 36/2023 Allegato II.12, TABELLE A e B)	Subappaltabilità (D. Lgs. 36/2023, art. 119)	Descrizione
		categorie non prevalenti possono essere subappaltate integralmente, fermo restando il rispetto dei requisiti di qualificazione.	

Nota tecnica per l'inquadramento della categoria OG1 rispetto alla OS6

La categoria **OS6** (finiture di opere generali in materiali lignei, plastici, metallici e vetrosi) è la classificazione di riferimento per interventi che riguardano la **sostituzione di infissi e chiusure trasparenti**.

Qualora tale intervento costituisca l'oggetto principale dell'appalto, e presenti carattere specialistico e autonomo, la richiesta della categoria OS6 da parte della stazione appaltante è da considerarsi tecnicamente appropriata.

Diversamente, nei casi in cui la sostituzione degli infissi sia inclusa in un intervento edilizio più ampio, qualificabile nella sua interezza come manutenzione straordinaria o ristrutturazione di edificio civile, e in cui la lavorazione OS6 non risulti né prevalente né autonoma, la categoria OG1 potrebbe risultare sufficiente per la qualificazione delle imprese esecutrici, fermo restando che tale valutazione deve essere effettuata in fase di redazione del PFTE.

In tale sede, è compito del progettista motivare l'eventuale non richiesta della categoria OS specifica, tenendo conto dell'incidenza economica, della non autonomia funzionale e della coerenza tecnica delle lavorazioni rispetto all'opera generale

Ai sensi dell'**art. 100, comma 4 del D. Lgs. 36/2023**, l'obbligo di possesso dell'attestazione di qualificazione SOA si applica **esclusivamente agli appalti di lavori di importo pari o superiore a 150.000 euro**. Pertanto, in caso di importo inferiore a tale soglia, **le categorie SOA riportate nella presente scheda non costituiscono requisito di partecipazione**, ma hanno unicamente **valore descrittivo e orientativo**, volto a classificare tecnicamente le lavorazioni previste.

## 4.3 INSTALLAZIONE DI SISTEMI DI SCHERMATURA

Il modulo "INSTALLAZIONE DI SISTEMI DI SCHERMATURA" si riferisce agli interventi che prevedono l'applicazione di dispositivi mobili o fissi per il controllo della radiazione solare incidente sulle superfici trasparenti. Questi sistemi, correttamente dimensionati e integrati nell'involucro edilizio, permettono di ridurre significativamente il fabbisogno energetico per il raffrescamento estivo, migliorando la qualità ambientale interna e contribuendo all'efficienza globale dell'edificio.

I sistemi di schermatura possono includere tende esterne avvolgibili, frangisole, veneziane, lamelle orientabili, schermi tessili tecnici o elementi architettonici a sbalzo. L'efficacia dell'intervento dipende dalla scelta del dispositivo più adatto al contesto climatico e architettonico, dalla corretta esposizione e orientamento e dalla capacità del sistema di modulare dinamicamente il carico termico solare.

Nel contesto della progettazione di fattibilità tecnico-economica (PFTE), l'installazione di sistemi di schermatura deve essere valutata rispetto all'effettiva esposizione delle superfici trasparenti, al loro fattore solare (g), alle condizioni di ventilazione e alle interazioni con l'illuminazione naturale. L'intervento deve dimostrare, attraverso documentazione tecnica e simulazioni, la riduzione del carico termico estivo e il miglioramento energetico dell'edificio. In quanto misura di efficientamento, è soggetto all'obbligo di verifica del miglioramento minimo del 30% sul fabbisogno energetico complessivo ai sensi del decreto attuativo M7 I 17.

**Ai fini dell'ammissibilità all'interno della misura M7 I.17 l'intervento deve essere necessariamente abbinato alla sostituzione di chiusure trasparenti comprensivi di infissi delimitanti il volume.**

Si riporta di seguito un elenco degli elaborati minimi richiesti:

- **Planimetrie dello stato di fatto:** con localizzazione delle superfici vetrate esposte, orientamenti, dimensioni, presenza di schermature esistenti – scala 1:100;
- **Planimetrie e prospetti di progetto:** con rappresentazione dei nuovi sistemi di schermatura, configurazione architettonica, posizione rispetto all'infisso, modalità di installazione – scala 1:50 / 1:100;
- **Sezioni e dettagli costruttivi:** descrizione tecnica del punto di fissaggio, supporti, staffaggi, cassonetti, movimentazione – scala 1:20 / 1:10;
- **Schema funzionale (se motorizzato o automatizzato):** con collegamento ai sistemi di regolazione o controllo climatico, sensori di radiazione solare, centraline;
- **Schede tecniche dei componenti previsti:** materiali, prestazioni, durabilità, grado di protezione agli agenti atmosferici, compatibilità CAM;
- **Documentazione fotografica dello stato di fatto,** con inquadramento delle superfici interessate e dei vincoli architettonici, da allegare alla relazione generale illustrativa.

Per ciascuna tipologia di elaborato potranno essere previste più tavole in funzione della dimensione dell'intervento.

### 4.3.1 PFTE – Analisi dello stato di fatto

L'analisi dello stato di fatto ha lo scopo di verificare l'effettiva esposizione dell'edificio al carico termico solare, la presenza di schermature esistenti, la geometria delle aperture e le caratteristiche degli infissi, così da individuare le condizioni di partenza utili a progettare una soluzione di schermatura efficace, integrata e proporzionata.

#### 4.3.1.1 Rilievo e documentazione tecnica

Il progettista deve condurre un rilievo accurato delle superfici vetrate esistenti, con particolare attenzione alle condizioni di irraggiamento, all'orientamento, alla geometria degli infissi e alla loro accessibilità per l'installazione delle schermature.

- Rilevamento della posizione e delle dimensioni delle superfici trasparenti, con indicazione dell'orientamento, dell'altezza, della profondità del vano e di eventuali oggetti architettonici già presenti;
- Verifica della presenza di tende, frangisole, oscuranti o dispositivi analoghi già installati, valutandone l'efficacia e lo stato manutentivo;
- Rilevazione della tipologia dei serramenti: apertura, posizione rispetto al filo esterno, presenza di cassonetti, sistemi di ventilazione integrata;

- Individuazione di vincoli strutturali, architettonici o paesaggistici che possano limitare l'installazione dei sistemi proposti (vincolo di facciata, accesso pubblico, esposizione a vento forte);
- Analisi delle condizioni esterne: riflessività delle superfici adiacenti, ombreggiamenti naturali o artificiali, effetto serra da superfici vetrate ampie o inclinate.

La documentazione fotografica deve essere parte integrante del rilievo e deve comprendere tutte le superfici vetrate significative, corredate da annotazioni tecniche e riferimenti ai prospetti. Le immagini devono essere allegate alla relazione generale illustrativa.

#### 4.3.1.2 *Rappresentazione grafica dello stato di fatto*

Gli elaborati grafici devono illustrare in maniera chiara e completa le condizioni attuali delle superfici da schermare.

- Planimetrie con indicazione delle finestre, porte-finestre o superfici continue in vetro, specificando esposizione, dimensione, altezza da terra e ostacoli vicini;
- Prospetti con evidenza delle aperture trasparenti e della loro relazione con gli elementi architettonici esterni (balconi, aggetti, parapetti);
- Sezioni architettoniche dei nodi principali per rappresentare le condizioni geometriche e strutturali delle pareti finestrate.

#### 4.3.1.3 *Parametri tecnici ed energetici ante operam*

L'intervento deve essere giustificato da una valutazione energetica *ante operam* che evidenzi l'incidenza delle superfici trasparenti sul fabbisogno energetico estivo e l'assenza di dispositivi di schermatura efficaci.

- Determinazione del fattore solare (g) dei serramenti esistenti e della trasmittanza termica ( $U_w$ );
- Calcolo della superficie trasparente utile rispetto alla superficie disperdente opaca e alla volumetria climatizzata;
- Stima del carico termico solare in kWh/m<sup>2</sup> per stagione, sulla base dei dati climatici della località e dell'esposizione delle aperture;
- Redazione dell'APE *ante operam* da parte del progettista del PFTE (se non già disponibile), per definire la condizione energetica iniziale e costruire la base per il confronto post-intervento.

### 4.3.2 *PFTE – Contenuti progettuali e specifiche tecniche dell'intervento*

L'installazione di sistemi di schermatura deve essere progettata in modo coerente con l'architettura dell'edificio, con le esigenze prestazionali estive e con i requisiti di durabilità, sicurezza e manutenibilità. L'intervento non può ridursi alla sola installazione di un dispositivo, ma deve dimostrare la capacità di ridurre il carico termico solare attraverso un'analisi comparata ante e post-intervento. Il PFTE deve fornire una rappresentazione tecnica integrata e coerente, utile per la validazione energetica e per lo sviluppo successivo della progettazione esecutiva.

#### 4.3.2.1 *Relazione tecnica specialistica*

La relazione specialistica deve descrivere le soluzioni adottate, le scelte progettuali operate, i vantaggi energetici stimati e le modalità di integrazione del sistema schermante nell'edificio esistente.

Contenuti richiesti:

- Descrizione del sistema schermante previsto: tipologia (frangisole, tende tecniche, lamelle, veneziane, schermi a tessuto, ecc.), materiale, modalità di fissaggio e movimentazione (manuale, motorizzata, automatica);
- Superficie schermata, posizione rispetto alla finestra (esterna o interna), grado di ombreggiamento stimato e variazione del fattore solare (g) complessivo post-intervento;
- Valutazione del comportamento estivo dell'edificio con e senza schermatura, sulla base di simulazioni semplificate o modelli analitici;
- Analisi dell'effetto del sistema schermante sul comfort termo igrometrico interno (riduzione del carico sensibile e del surriscaldamento estivo);
- Compatibilità architettonica e vincoli normativi: impatto visivo, eventuali prescrizioni da parte di enti di tutela paesaggistica o centri storici;
- APE previsionale post-intervento redatto sulla base delle condizioni di progetto, con aggiornamento del fattore g, del fabbisogno per raffrescamento e dell'indice EPgl;
- Confronto tra APE *ante* e *post* per dimostrare il miglioramento energetico globale;

- Verifica dell'effettivo conseguimento del miglioramento minimo del 30% del fabbisogno energetico complessivo, come richiesto dal decreto attuativo M7 I 17.

#### 4.3.2.2 *Capitolato Speciale d'Appalto*

Nel caso di appalto integrato, il capitolato deve includere prescrizioni tecniche dettagliate sui materiali, sulle modalità di installazione e sulle prestazioni richieste.

Contenuti da prevedere:

- Caratteristiche tecniche minime dei sistemi schermanti: resistenza agli agenti atmosferici, fattore di apertura, protezione UV, comportamento al fuoco, stabilità dimensionale;
- Modalità di posa e fissaggio: elementi meccanici, incastri, staffaggi, sistemi di regolazione dell'inclinazione (se previsti);
- Requisiti di movimentazione: dispositivi manuali o motorizzati, alimentazione, protezione IP, compatibilità con sistemi di automazione e controllo centralizzato;
- Prescrizioni per la durabilità e la manutenzione: materiali anticorrosione, protezione da agenti chimici o inquinanti, accessibilità per la pulizia;
- Compatibilità CAM: uso di materiali riciclati, certificazioni ambientali e durabilità documentata;
- Criteri per la verifica in opera: corretta installazione, funzionalità meccanica, uniformità dei fissaggi, tensionamento delle strutture mobili;
- **Requisiti di ammissibilità al DM:** devono essere indicati tutti i requisiti di ammissibilità previsti al paragrafo 1 dell'allegato 3: "Requisiti minimi interventi di efficienza energetica".

#### 4.3.2.3 *Elaborati grafici di progetto*

Gli elaborati devono consentire una lettura chiara e completa della posizione, configurazione e integrazione dei sistemi schermanti.

Contenuti richiesti:

- Planimetrie di progetto con localizzazione dei dispositivi schermanti in relazione alle aperture – scala 1:100;
- Prospetti architettonici aggiornati con l'inserimento dei sistemi previsti, per valutare l'impatto visivo – scala 1:50 / 1:100;
- Sezioni architettoniche e dettagli costruttivi: nodo infisso-schermo, staffaggi, cassonetti, allineamento con le strutture esistenti – scala 1:20 / 1:10;
- Schema di principio del funzionamento del sistema (se automatizzato): sensori solari, centraline, alimentazione elettrica, percorsi di controllo – scala 1:100.

#### 4.3.2.4 *Computo metrico estimativo*

Il computo deve riportare con precisione le forniture e le lavorazioni previste, riferite a ciascun sistema schermante.

Contenuti principali:

- Fornitura e posa in opera dei dispositivi schermanti: quantità, dimensioni, tipologia, caratteristiche prestazionali;
- Strutture di supporto e fissaggio: staffe, guide, profilati, sistemi antivento, rivestimenti di protezione;
- Sistemi di movimentazione (se previsti): motori, cavi, centraline, sistemi di comando manuale o automatico;
- Opere complementari: sistemazione dei cassonetti, sigillature, raccordi con le strutture murarie;
- Smontaggio e smaltimento di eventuali schermature esistenti non compatibili.

#### 4.3.2.5 *Piano di manutenzione*

Il piano di manutenzione deve specificare le operazioni necessarie per garantire nel tempo la funzionalità, la stabilità e l'efficacia dei sistemi installati.

Contenuti richiesti:

- Pulizia periodica dei dispositivi (teli, lamelle, supporti) con specifica dei detersivi consentiti;
- Verifica della stabilità dei fissaggi e delle guide, almeno con cadenza annuale o in seguito a eventi meteorologici intensi;
- Controllo del corretto funzionamento di motori, sensori e dispositivi di comando (se presenti);
- Ispezione delle parti meccaniche soggette a usura e registrazione degli interventi effettuati;
- Modalità di sostituzione o aggiornamento dei componenti, compatibilità con i modelli installati.

### 4.3.3 Quadro metodologico e checklist operativa

L'installazione di sistemi di schermatura rientra tra gli interventi capaci di ridurre il fabbisogno energetico estivo di un edificio, influenzando il comfort interno e la qualità dell'illuminazione naturale. La progettazione di fattibilità deve garantire un approccio tecnico fondato su dati misurabili, verifiche prestazionali e coerenza documentale, evitando soluzioni meramente architettoniche prive di efficacia energetica.

I sistemi di schermatura devono essere selezionati in base alla reale esposizione delle superfici trasparenti, al loro contributo all'irraggiamento solare estivo e alla capacità del dispositivo di modulare il carico termico in funzione delle condizioni ambientali. Il PFTE deve dimostrare, attraverso elaborati tecnici integrati e simulazioni energetiche, la congruità dell'intervento e la conformità ai requisiti del decreto attuativo M7 I 17.

#### RACCOLTA E VERIFICA DEI DATI

- La fase di rilievo deve includere la localizzazione, le dimensioni e l'orientamento delle superfici trasparenti da schermare, nonché le caratteristiche dei serramenti (trasmissione termica e fattore solare g);
- I dati devono essere accompagnati da documentazione fotografica dettagliata, allegata alla relazione generale illustrativa, utile a rappresentare i nodi tecnici e le eventuali criticità installative;
- Le informazioni raccolte devono essere trasposte coerentemente negli elaborati grafici dello stato di fatto e nella relazione tecnica specialistica.

#### SIMULAZIONE E VALUTAZIONE ENERGETICA

- L'intervento deve essere giustificato attraverso una valutazione del carico termico solare estivo, condotta con modelli analitici o software di simulazione validati;
- Il progettista deve redigere l'APE *ante operam* (se non disponibile), basandosi su dati reali e coerenti con l'assetto esistente;
- L'APE previsionale post-intervento deve integrare i nuovi valori di g e l'effetto schermante previsto dal sistema installato;
- Il confronto tra APE *ante* e *post* deve dimostrare il miglioramento delle prestazioni energetiche globali, con verifica esplicita del raggiungimento del miglioramento minimo del 30% sul fabbisogno energetico, come richiesto dalla normativa.

#### COERENZA TRA DOCUMENTI PROGETTUALI

- Tutte le informazioni tecniche riportate nella relazione specialistica devono essere coerenti con quanto rappresentato negli elaborati grafici e con le voci del computo metrico;
- Il capitolato deve riprendere le stesse caratteristiche tecniche e i requisiti prestazionali dichiarati, specificando modalità di posa e sistemi di controllo;
- Il piano di manutenzione deve riferirsi a componenti realmente previsti nel progetto, con periodicità, responsabilità e modalità di intervento adeguatamente strutturate.

#### CHECKLIST OPERATIVA PER IL COMPLETAMENTO DELLA DOCUMENTAZIONE

La seguente tabella può essere utilizzata dal progettista come strumento di autoverifica durante la redazione del PFTE. Tutti gli elementi indicati devono essere riscontrabili nei relativi elaborati.

Voce da verificare	Presente nel PFTE?	Riferimento all'elaborato
Rilievo geometrico e orientamento delle superfici trasparenti, presenza di schermature esistenti	<input type="checkbox"/>	Relazione tecnica specialistica, planimetrie
Documentazione fotografica delle superfici vetrate e dei nodi architettonici rilevanti	<input type="checkbox"/>	Relazione generale illustrativa
Identificazione del tipo di infissi esistenti e calcolo del fattore solare (g)	<input type="checkbox"/>	Relazione tecnica specialistica

Redazione dell'APE <i>ante operam</i> (se non disponibile) con condizioni reali dell'edificio	<input type="checkbox"/>	Relazione tecnica specialistica, APE
APE previsionale post-intervento con nuova configurazione schermante	<input type="checkbox"/>	Relazione tecnica specialistica, APE simulato
Confronto tra APE <i>ante</i> e <i>post</i> , con verifica documentata del miglioramento $\geq 30\%$	<input type="checkbox"/>	Relazione tecnica specialistica, confronto APE
Elaborati grafici di progetto: planimetrie, prospetti, sezioni e dettagli costruttivi	<input type="checkbox"/>	Elaborati grafici
Capitolato con descrizione dei materiali, modalità di fissaggio, movimentazione, manutenzione e durabilità	<input type="checkbox"/>	Capitolato Speciale d'Appalto
Computo metrico coerente con disegni e relazioni	<input type="checkbox"/>	Computo metrico estimativo
Piano di manutenzione con frequenza e modalità di ispezione, pulizia e sostituzione dei componenti	<input type="checkbox"/>	Piano di manutenzione

**Tutti i contenuti tecnico-operativi già descritti negli elaborati del PFTE devono essere intesi anche come base vincolante per la successiva progettazione esecutiva, come previsto per gli appalti integrati.**

#### 4.3.4 Categorie SOA

La tabella seguente propone un inquadramento tecnico-normativo delle principali configurazioni progettuali riconducibili all'installazione di sistemi di schermatura e ombreggiamento, sia fissi che mobili, con riferimento alle categorie di qualificazione previste dal D. Lgs. 36/2023 (Allegato II.12) e alle regole sulla subappaltabilità di cui all'art. 119.

La prima riga della tabella si riferisce all'intervento in senso generale, ovvero l'installazione di dispositivi schermanti esterni (tende, frangisole, veneziane) ancorati direttamente all'edificio senza strutture di supporto complesse. Le righe successive illustrano invece le varianti progettuali in cui le schermature sono integrate con elementi strutturali in acciaio, componenti elettrici, o sistemi automatizzati, richiedendo pertanto ulteriori categorie di qualificazione.

In presenza di interventi che ricadono in più categorie contemporaneamente (ad esempio OS6 + OS30), è necessario che il progettista, nella redazione del PFTE, effettui una valutazione tecnico-economica dell'incidenza delle singole lavorazioni, così da individuare correttamente la categoria prevalente da riportare nei documenti di gara.

Tipologia di intervento	CATEGORIE (D. Lgs. 36/2023 Allegato II.12, TABELLE A e B)	Subappaltabilità (D. Lgs. 36/2023, art. 119)	Descrizione
Installazione di frangisole fissi, tende esterne, veneziane, lamelle metalliche o elementi mobili applicati a parete o struttura esistente	OS6	Il subappalto è ammesso nei limiti dell'art. 119, comma 1: la categoria è unica e quindi prevalente. L'appaltatore non può affidare a terzi la maggior parte delle lavorazioni riferite a tale categoria.	L'intervento prevede la fornitura e posa di elementi schermanti di tipo leggero, non strutturali, che rientrano nella competenza della categoria OS6 per materiali, funzioni e modalità di installazione.
Installazione di sistemi di schermatura integrati con infissi o facciate continue (es. tende tra vetri, schermature integrate nei serramenti)	OS6	Il subappalto è ammesso nei limiti dell'art. 119, comma 1: la categoria è unica e quindi prevalente. L'appaltatore non può affidare a terzi la maggior parte delle lavorazioni riferite a tale categoria.	Trattandosi di componenti integrati con infissi, la lavorazione mantiene carattere specialistico riconducibile alla categoria OS6.
Installazione di schermature ancorate a sottostrutture metalliche (es. brise-soleil, frangisole continui, pensiline ombreggianti fissate a telai in acciaio)	OS18-A	Il subappalto è ammesso nei limiti dell'art. 119, comma 1: la categoria è unica e quindi prevalente. L'appaltatore non può affidare a terzi la maggior parte delle lavorazioni riferite a tale categoria.	Quando l'intervento comporta il montaggio di sottostrutture metalliche permanenti, la categoria appropriata è OS18-A, dedicata al montaggio di componenti in acciaio prefabbricati, ancorati a murature o telai.
Installazione di sistemi automatizzati di movimentazione (es. tende motorizzate, schermature con sensori luce e vento, azionamenti remoti)	OS6 + OS30	Il subappalto è ammesso. In presenza di più categorie, non è consentito affidare a terzi la maggior parte delle lavorazioni riferite alla categoria prevalente, ai sensi dell'art. 119, comma 1 del D. Lgs. 36/2023. Le lavorazioni appartenenti a categorie non prevalenti possono essere subappaltate integralmente, fermo restando il rispetto dei requisiti di qualificazione.	OS6 per le parti fisiche installate; OS30 per il cablaggio, l'automazione, i comandi remoti e i sensori. Il PFTE dovrà determinare la categoria prevalente sulla base dell'incidenza economica.

Nota tecnica per l'inquadramento della categoria OG1 rispetto alle categorie OS6 e OS18-A

Gli interventi di installazione di **sistemi di schermatura e ombreggiamento** rientrano nelle categorie specialistiche **OS6** (per elementi leggeri applicati a parete) o **OS18-A** (in presenza di strutture metalliche prefabbricate e ancorate), come da Allegato II.12 del D. Lgs. 36/2023.

Qualora tali interventi costituiscano l'oggetto principale dell'appalto o siano autonomamente rilevanti dal punto di vista tecnico-funzionale, la richiesta delle relative categorie OS è da ritenersi necessaria.

Tuttavia, in presenza di un progetto edilizio organico, in cui l'installazione delle schermature sia funzionalmente e tecnicamente assorbita in un insieme più ampio di interventi riconducibili alla manutenzione straordinaria o ristrutturazione dell'edificio, e in cui la OS non rappresenti una componente autonoma né prevalente, la categoria OG1 può essere sufficiente ai fini della qualificazione.

Tale scelta progettuale deve essere motivata nella redazione del PFTE, attraverso la valutazione dell'incidenza economica e funzionale delle diverse lavorazioni e in coerenza con il quadro esigenziale dell'intervento.

Ai sensi dell'**art. 100, comma 4 del D. Lgs. 36/2023**, l'obbligo di possesso dell'attestazione di qualificazione SOA si applica **esclusivamente agli appalti di lavori di importo pari o superiore a 150.000 euro**. Pertanto, in caso di importo inferiore a tale soglia, **le categorie SOA riportate nella presente scheda non costituiscono requisito di partecipazione**, ma hanno unicamente **valore descrittivo e orientativo**, volto a classificare tecnicamente le lavorazioni previste.

## 4.4 SOSTITUZIONE DI SISTEMI PER L'ILLUMINAZIONE

Il modulo "SOSTITUZIONE DI SISTEMI PER L'ILLUMINAZIONE" si riferisce agli interventi volti alla riqualificazione energetica degli impianti di illuminazione artificiale interni agli edifici, attraverso la sostituzione di apparecchi obsoleti con corpi illuminanti a maggiore efficienza, dotati di sorgenti a LED, dispositivi di regolazione automatica e sistemi di controllo avanzati.

L'intervento è finalizzato alla riduzione dei consumi elettrici, al miglioramento del comfort visivo e alla maggiore durabilità dei componenti installati.

Il PFTE deve analizzare l'effettiva obsolescenza degli apparecchi esistenti, i dati di esercizio e le condizioni di illuminazione, per poi dimensionare il nuovo sistema sulla base dei parametri normativi di riferimento (illuminamento medio, uniformità, controllo dell'abbagliamento). L'intervento deve essere progettato in modo da garantire la compatibilità con gli spazi, la regolazione automatica dei flussi e la riduzione dell'energia primaria, contribuendo al miglioramento  $\geq 30\%$  delle prestazioni energetiche globali come richiesto dal decreto attuativo M7 I 17.

Si riporta di seguito un elenco degli elaborati minimi richiesti:

- **Planimetrie e schemi dello stato di fatto:** layout degli apparecchi esistenti, tipo di sorgente, potenza installata, sistemi di comando (manuale o automatico), quadri elettrici di riferimento – scala 1:100;
- **Planimetrie di progetto:** distribuzione dei nuovi apparecchi, tipologia e potenza unitari, sistemi di regolazione e sensori, layout dei circuiti – scala 1:100;
- **Schema unifilare aggiornato:** rappresentazione dei nuovi circuiti elettrici, protezioni, interruttori, punti di comando, dispositivi di regolazione – scala 1:100;
- **Schede tecniche dei nuovi corpi illuminanti e dei dispositivi di controllo:** flusso luminoso, potenza assorbita, efficienza luminosa, durata utile, curve fotometriche, livello di regolazione, classificazione IP/IK;
- **Eventuali relazioni illuminotecniche semplificate:** con verifica dei livelli minimi di illuminamento richiesti dalla norma UNI EN 12464-1 e 2 (interni e ambienti di lavoro);
- **Documentazione fotografica dello stato di fatto,** comprensiva di immagini dei corpi illuminanti esistenti, quadri, comandi, locali tecnici e ambienti illuminati, da allegare alla relazione generale illustrativa.

Per ciascuna tipologia di elaborato potranno essere previste più tavole in funzione della dimensione dell'intervento.

### 4.4.1 PFTE – Analisi dello stato di fatto

L'analisi dello stato di fatto ha l'obiettivo di ricostruire l'impianto di illuminazione esistente in tutte le sue componenti, verificandone la configurazione elettrica, le prestazioni delle sorgenti, la distribuzione degli apparecchi e le condizioni di esercizio. La qualità dell'analisi costituisce la base per la successiva valutazione energetica e per la validazione delle soluzioni proposte.

#### 4.4.1.1 Rilievo e documentazione tecnica

Il progettista deve effettuare un sopralluogo tecnico accurato, con rilevamento sistematico dei dati relativi a:

- Tipologia e distribuzione degli apparecchi esistenti: plafoniere fluorescenti, incandescenza, lampade a scarica, apparecchi ad alto consumo;
- Potenza installata per ambiente, sistema di comando e regolazione attuale (on/off, dimmer, assenza di controllo);
- Posizionamento dei punti luce rispetto alla geometria dei locali e alla destinazione d'uso degli spazi;
- Condizioni di illuminazione: illuminamento misurato (lux), presenza di zone d'ombra, abbagliamento, riflessione;
- Accessibilità alle canalizzazioni, quadri elettrici, circuiti da riutilizzare o sostituire;
- Verifica di impianti parzialmente dismessi, scollegati o non rispondenti alla normativa vigente;
- Stima dei consumi elettrici attribuibili all'illuminazione, sulla base di profili d'uso standardizzati o misurazioni dirette;
- Verifica del rispetto dei criteri illuminotecnici previsti dalla normativa vigente e stima dell'eventuale gap di potenza dell'impianto necessaria rispettare i suddetti vincoli.

Tutti i dati devono essere accompagnati da **documentazione fotografica**, con annotazioni tecniche sui punti critici, da allegare alla relazione generale illustrativa.

#### 4.4.1.2 *Rappresentazione grafica dello stato di fatto*

I dati rilevati devono essere riportati in elaborati grafici leggibili e coerenti, rappresentando con chiarezza la situazione esistente.

- Planimetrie con posizione e codifica degli apparecchi di illuminazione, indicazione della potenza e della tipologia della sorgente – scala 1:100;
- Schema unifilare semplificato dei circuiti esistenti, con indicazione dei quadri elettrici, interruttori, protezioni e comandi – scala 1:100;
- Dettagli dei locali tecnici con riferimenti alle distribuzioni di linea e ai canali impiantistici.

#### 4.4.1.3 *Parametri tecnici ed energetici ante operam*

- Rilevazione della potenza elettrica totale installata per l'illuminazione e sua distribuzione per zona o funzione d'uso;
- Valutazione del fabbisogno annuale di energia elettrica per l'illuminazione, attraverso misure o stime normalizzate;
- Rendimento medio del sistema esistente (lm/W), percentuale di apparecchi obsoleti, carenze prestazionali;
- Redazione dell'APE *ante operam* da parte del progettista PFTE, con riferimento ai consumi elettrici stimati per l'illuminazione e al fabbisogno energetico globale dell'edificio.

#### 4.4.2 *PFTE – Contenuti progettuali e specifiche tecniche dell'intervento*

La sostituzione di sistemi per l'illuminazione deve essere progettata con un approccio integrato, in grado di combinare risparmio energetico, qualità dell'ambiente visivo, durata dei componenti e compatibilità con i locali esistenti. Il PFTE deve dimostrare che l'intervento non solo riduce i consumi elettrici specifici, ma contribuisce al miglioramento globale delle prestazioni energetiche dell'edificio. È inoltre necessario verificare la conformità agli standard illuminotecnici e l'idoneità del sistema proposto alla regolazione e alla manutenzione.

##### 4.4.2.1 *Relazione tecnica specialistica*

La relazione specialistica deve descrivere in dettaglio la configurazione del nuovo sistema, le prestazioni luminose ed energetiche previste, i criteri di selezione dei dispositivi e le modalità di controllo.

Contenuti richiesti:

- Tipologia di apparecchi previsti: sorgente LED, potenza nominale, flusso luminoso, temperatura di colore, efficienza luminosa, curve fotometriche;
- Distribuzione degli apparecchi per zona o funzione d'uso, con descrizione delle logiche di posizionamento e regolazione;
- Sistemi di comando e controllo: interruttori, dimmer manuali o digitali, sensori di presenza, sensori di luminosità, centraline di gestione integrata;
- Descrizione dei circuiti elettrici: ripartizione dei carichi, sezionamento, dispositivi di protezione, compatibilità con i quadri esistenti o loro adeguamento;
- Risparmio energetico atteso rispetto allo stato di fatto, calcolato in termini di kWh/anno e percentuale di riduzione;
- Verifica della conformità ai requisiti minimi normativi (UNI EN 12464-1 per ambienti interni), in particolare in termini di illuminamento medio, uniformità e abbagliamento;
- Redazione dell'APE previsionale post-intervento, includendo la riduzione dei consumi elettrici derivanti dalla nuova illuminazione;
- Confronto tra APE ante e post con evidenza del miglioramento degli indici di prestazione (EPgl, energia primaria non rinnovabile);
- Verifica del raggiungimento del miglioramento  $\geq 30\%$  del fabbisogno energetico complessivo, come previsto dal decreto attuativo M7 I 17.

##### 4.4.2.2 *Capitolato Speciale d'Appalto*

Nel caso di appalto integrato, il Capitolato deve includere tutte le specifiche tecniche e prestazionali minime dei componenti previsti, oltre alle modalità di posa e collaudo.

Contenuti da includere:

- Caratteristiche tecniche minime degli apparecchi LED: efficienza luminosa (lm/W), vita utile (L80-B10), classe di protezione (IP, IK), conformità CE;
- Requisiti per i dispositivi di regolazione e controllo: compatibilità con i sistemi esistenti, protocolli di comunicazione, affidabilità e durata;
- Modalità di posa: staffaggi, incassi, connessioni elettriche, integrazione con controsoffitti o strutture a vista;
- Requisiti ambientali e di sicurezza: emissioni di calore, rischio fotobiologico, contenimento dei flussi luminosi;
- Criteri di collaudo: misure in opera dei livelli di illuminamento, test di funzionamento dei dispositivi di comando e controllo;
- Compatibilità con CAM: apparecchi con contenuto minimo di materiale riciclato, ridotto impatto ambientale, assenza di sostanze pericolose;
- **Requisiti di ammissibilità al DM:** devono essere indicati tutti i requisiti di ammissibilità previsti al paragrafo 2 dell'allegato 3: "Requisiti minimi interventi di efficienza energetica".

#### 4.4.2.3 Elaborati grafici di progetto

Gli elaborati grafici devono rappresentare in modo esaustivo e leggibile il nuovo layout di illuminazione e i dispositivi di comando e controllo.

Contenuti richiesti:

- Planimetrie con localizzazione dei nuovi apparecchi, indicazione della potenza, tipo di comando e punto di installazione – scala 1:100;
- Schema unifilare aggiornato con rappresentazione dei circuiti elettrici, dispositivi di protezione, comandi e collegamenti ai quadri elettrici – scala 1:100;
- Eventuali diagrammi logici di funzionamento, in presenza di sistemi di automazione o supervisione dell'impianto.

#### 4.4.2.4 Computo metrico estimativo

Il computo deve descrivere in dettaglio le voci di fornitura e posa dei nuovi dispositivi e le lavorazioni correlate.

Contenuti principali:

- Fornitura e installazione di apparecchi LED: specifica potenza, quantità, ubicazione, tipo di fissaggio;
- Fornitura e posa di sensori, dimmer, interruttori, centraline di comando, con eventuale cablaggio o collegamenti wireless;
- Adeguamento di canalizzazioni, quadri elettrici, accessori elettrici e di protezione;
- Smontaggio e smaltimento degli apparecchi esistenti e delle sorgenti obsolete;
- Collaudi e test funzionali in opera.

#### 4.4.2.5 Piano di manutenzione

Il piano di manutenzione deve garantire la conservazione dell'efficienza luminosa e la sicurezza dei dispositivi nel tempo, con indicazioni chiare su frequenza e modalità di intervento.

Contenuti richiesti:

- Verifica periodica del funzionamento di tutti i dispositivi di comando e controllo;
- Ispezione dei collegamenti elettrici e delle protezioni contro le sovratensioni;
- Pulizia delle superfici trasparenti degli apparecchi e verifica della stabilità dei supporti;
- Monitoraggio delle ore di funzionamento (se previsto) e sostituzione programmata degli apparecchi in base al decadimento luminoso;
- Tenuta di un registro degli interventi, aggiornato periodicamente dal gestore dell'impianto.

### 4.4.3 Quadro metodologico e checklist operativa

L'intervento di sostituzione dei sistemi per l'illuminazione richiede un approccio progettuale integrato e fondato su dati oggettivi, in grado di valutare in maniera comparata le prestazioni ante e post-intervento. L'obiettivo primario è ridurre in modo significativo i consumi elettrici per l'illuminazione, garantendo al contempo la qualità dell'ambiente visivo interno, la conformità normativa e la durabilità del sistema.

Il PFTE deve documentare ogni fase del processo decisionale: rilievo tecnico, valutazione dei consumi esistenti, confronto tra le tecnologie impiegate, simulazioni del risparmio atteso e verifica energetica globale, inclusa la redazione dell'APE previsionale.

**RACCOLTA E VERIFICA DEI DATI**

- Il rilievo deve riportare con precisione la potenza installata per ambiente, la tipologia degli apparecchi esistenti e il sistema di comando attualmente utilizzato;
- È necessario stimare o misurare i consumi annui per l'illuminazione, normalizzati sulla base dell'effettivo utilizzo degli spazi;
- La documentazione fotografica deve accompagnare il rilievo e deve essere allegata alla relazione generale illustrativa.

**SIMULAZIONE E VALIDAZIONE ENERGETICA**

- Il confronto tra la configurazione esistente e quella proposta deve essere sviluppato in modo quantitativo, anche attraverso calcoli semplificati supportati da schede tecniche e dati dichiarati dai produttori;
- È obbligatoria la redazione dell'APE *ante operam*, qualora non sia disponibile, con riferimento alle condizioni di esercizio reali dell'impianto;
- L'APE previsionale post-intervento deve riflettere i risparmi energetici attesi derivanti dalla sostituzione degli apparecchi, includendo la nuova potenza installata e le ore di funzionamento annue;
- Il miglioramento energetico globale dell'edificio deve essere verificato tramite confronto oggettivo tra i due APE, dimostrando il raggiungimento di una riduzione  $\geq 30\%$  del fabbisogno energetico, come richiesto dal decreto attuativo M7 I 17.

**COERENZA DOCUMENTALE E SUPPORTO ALLA PROGETTAZIONE ESECUTIVA**

- Tutti i documenti devono essere coerenti: la distribuzione degli apparecchi rappresentata nelle tavole deve corrispondere alle voci del computo e alle specifiche riportate nel capitolato;
- Il sistema di regolazione e controllo indicato nella relazione specialistica deve essere chiaramente rappresentato negli schemi elettrici e nel diagramma logico di funzionamento;
- Il piano di manutenzione deve essere costruito sulla base delle effettive caratteristiche tecniche dei dispositivi previsti, con frequenze di intervento realistiche.

**CHECKLIST OPERATIVA PER IL COMPLETAMENTO DELLA DOCUMENTAZIONE**

La seguente tabella può essere utilizzata dal progettista come strumento di autoverifica durante la redazione del PFTE. Tutti gli elementi indicati devono essere riscontrabili nei relativi elaborati.

Voce da verificare	Presente nel PFTE?	Riferimento all'elaborato
Rilievo dettagliato dei punti luce esistenti, distribuzione per ambiente, potenza e tipo di comando	<input type="checkbox"/>	Relazione tecnica specialistica, planimetrie
Stima o misurazione dei consumi annui per l'illuminazione, su base funzionale	<input type="checkbox"/>	Relazione tecnica specialistica
Documentazione fotografica degli impianti e dei locali illuminati	<input type="checkbox"/>	Relazione generale illustrativa
Redazione dell'APE <i>ante operam</i> (se non disponibile) con riferimento ai dati reali	<input type="checkbox"/>	Relazione tecnica specialistica, APE
APE previsionale post-intervento con inserimento della nuova configurazione di illuminazione	<input type="checkbox"/>	Relazione tecnica specialistica, APE simulato
Confronto tra APE <i>ante</i> e <i>post</i> , con verifica documentata del miglioramento energetico $\geq 30\%$	<input type="checkbox"/>	Relazione tecnica specialistica, confronto APE
Planimetrie e schema unifilare aggiornato, con distribuzione degli apparecchi, comandi e dispositivi di regolazione	<input type="checkbox"/>	Elaborati grafici

Capitolato con caratteristiche tecniche minime dei dispositivi, modalità di installazione, requisiti CAM	<input type="checkbox"/>	Capitolato Speciale d'Appalto
Computo metrico coerente con disegni e schede tecniche	<input type="checkbox"/>	Computo metrico estimativo
Piano di manutenzione con periodicità degli interventi, verifica dei dispositivi e tracciabilità delle operazioni eseguite	<input type="checkbox"/>	Piano di manutenzione

**Tutti i contenuti tecnico-operativi già descritti negli elaborati del PFTE devono essere intesi anche come base vincolante per la successiva progettazione esecutiva, come previsto per gli appalti integrati.**

BOWVA

#### 4.4.4 Categorie SOA

La tabella seguente presenta una ricognizione delle principali configurazioni tecniche relative alla sostituzione di sistemi per l'illuminazione, sia in ambienti interni che in spazi esterni pertinenziali, con indicazione delle categorie di qualificazione previste dal D. Lgs. 36/2023 (Allegato II.12) e delle condizioni di subappaltabilità stabilite all'art. 119.

La prima riga descrive l'intervento in senso generale, ovvero la semplice sostituzione di corpi illuminanti interni esistenti con nuovi apparecchi ad alta efficienza, rientrante nella categoria OS30. Le righe successive analizzano invece varianti progettuali che comportano interventi esterni, sistemi integrati con elementi edilizi o dispositivi di regolazione automatica, con conseguente possibile coinvolgimento di categorie aggiuntive.

Qualora l'intervento richieda più categorie contemporaneamente (ad esempio OS30 + OS6), è necessario che il progettista, in fase di redazione del PFTE, effettui una valutazione puntuale dell'incidenza economica e della funzionalità autonoma delle singole lavorazioni, così da individuare la categoria prevalente da riportare correttamente nel bando e negli atti di gara.

Tipologia di intervento	CATEGORIE (D. Lgs. 36/2023 Allegato II.12, TABELLE A e B)	Subappaltabilità (D. Lgs. 36/2023, art. 119)	Descrizione
Sostituzione di corpi illuminanti interni (lampade, plafoniere, sistemi a LED) con elementi a maggior efficienza energetica	OS30	Il subappalto è ammesso nei limiti dell'art. 119, comma 1: la categoria è unica e quindi prevalente. L'appaltatore non può affidare a terzi la maggior parte delle lavorazioni riferite a tale categoria.	Rientra nella categoria OS30, che comprende la manutenzione e sostituzione di impianti elettrici interni, comprensivi di corpi illuminanti. Categoria SIOS.
Sostituzione di impianti di illuminazione esterni (lampioni, proiettori, sistemi a LED per aree comuni o parcheggi)	OS30	Il subappalto è ammesso nei limiti dell'art. 119, comma 1: la categoria è unica e quindi prevalente. L'appaltatore non può affidare a terzi la maggior parte delle lavorazioni riferite a tale categoria.	Anche gli impianti esterni per l'illuminazione di pertinenze rientrano in OS30, se non sono classificati come pubblica illuminazione. Se inseriti in spazi urbani esterni, può essere considerata anche OG10 (solo se espressamente indicato come impianto di pubblica illuminazione su strada).
Sostituzione di sistemi illuminanti integrati in facciate o coperture (es. LED lineari a incasso, faretti a parete, sistemi combinati con serramenti o schermature)	OS30 + OS6	Il subappalto è ammesso. In presenza di più categorie, non è consentito affidare a terzi la maggior parte delle lavorazioni riferite alla categoria prevalente, ai sensi dell'art. 119, comma 1 del D. Lgs. 36/2023. Le lavorazioni appartenenti a categorie non prevalenti possono essere subappaltate integralmente, fermo restando il rispetto dei requisiti di qualificazione.	OS30 per gli impianti elettrici; OS6 per eventuali componenti integrati con infissi o elementi metallici prefabbricati. Il PFTE dovrà individuare la categoria prevalente in funzione dell'incidenza economica.
Installazione di sistemi con sensori di presenza, regolazione luminosa automatica e/o gestione da remoto	OS30	Il subappalto è ammesso nei limiti dell'art. 119, comma 1: la categoria è unica e quindi prevalente. L'appaltatore non può affidare a terzi la maggior parte delle lavorazioni riferite a tale categoria.	Le tecnologie di regolazione dell'intensità luminosa e gli impianti automatizzati rientrano in OS30. Se integrate nel sistema di <i>building automation</i>

Tipologia di intervento	CATEGORIE (D. Lgs. 36/2023 Allegato II.12, TABELLE A e B)	Subappaltabilità (D. Lgs. 36/2023, art. 119)	Descrizione
			generale, valutare eventuale co-presenza con OG11.

Nota tecnica per l'inquadramento della categoria OG1 rispetto alla OS30

Gli interventi di **sostituzione di impianti per l'illuminazione interna o esterna** sono classificabili nella categoria **OS30**, secondo quanto previsto dall'Allegato II.12 del D. Lgs. 36/2023. La categoria copre la manutenzione, sostituzione e adeguamento di impianti elettrici, anche integrati con tecnologie di controllo automatico.

Qualora tali interventi rappresentino l'oggetto principale dell'appalto, o costituiscano una componente tecnicamente e funzionalmente autonoma, la richiesta della categoria OS30 è necessaria.

La categoria OG1 non può essere considerata alternativa a OS30 in questi casi, in quanto l'impiantistica elettrica non rientra tra le lavorazioni accessorie assorbibili dalla qualificazione in opere generali.

Solo in presenza di un intervento unitario di ristrutturazione edilizia, in cui le lavorazioni riconducibili a OS30 non abbiano autonomia funzionale, può essere valutata, nel PFTE, la non obbligatorietà della qualificazione OS, con motivazione esplicita e verifica del quadro economico.

Ai sensi dell'**art. 100, comma 4 del D. Lgs. 36/2023**, l'obbligo di possesso dell'attestazione di qualificazione SOA si applica **esclusivamente agli appalti di lavori di importo pari o superiore a 150.000 euro**. Pertanto, in caso di importo inferiore a tale soglia, **le categorie SOA riportate nella presente scheda non costituiscono requisito di partecipazione**, ma hanno unicamente **valore descrittivo e orientativo**, volto a classificare tecnicamente le lavorazioni previste.

## 4.5 INSTALLAZIONE DI TECNOLOGIE DI GESTIONE E CONTROLLO AUTOMATICO (BUILDING AUTOMATION)

Il modulo "INSTALLAZIONE DI TECNOLOGIE DI GESTIONE E CONTROLLO AUTOMATICO (*BUILDING AUTOMATION*)" si applica agli interventi finalizzati all'adozione o al potenziamento di sistemi digitali integrati per la gestione automatizzata dei principali impianti presenti negli edifici (climatizzazione, illuminazione, ventilazione, ecc.). Tali sistemi sono progettati per ottimizzare i consumi energetici, migliorare il comfort ambientale e rendere più efficiente l'interazione tra i diversi sottosistemi impiantistici. L'introduzione di tecnologie di automazione riveste particolare rilevanza negli interventi su edifici che, allo stato di fatto, risultano privi di qualsiasi forma di controllo intelligente o che presentano dispositivi obsoleti e scollegati tra loro.

Il modulo deve includere elaborati tecnici e grafici riferiti sia allo stato di fatto che allo stato di progetto. Tali elaborati devono essere redatti in scale adeguate e con un livello di dettaglio coerente con la natura del PFTE, nonché compatibile con la successiva fase esecutiva, in conformità con quanto previsto dall'art. 21 e dall'Allegato I.7 del D. Lgs. 36/2023.

Si riporta di seguito una lista degli elaborati minimi:

- **Planimetrie dello stato di fatto**, che evidenziano la presenza di eventuali impianti di automazione esistenti, con la localizzazione di quadri di controllo, dispositivi, canalizzazioni e collegamenti funzionali – scala 1:50 / 1:100;
- **Planimetrie di progetto**, con la distribuzione dei nuovi dispositivi previsti (armadi rack, centraline, sensori, attuatori, gateway, ecc.) e l'individuazione dei percorsi impiantistici da realizzare – scala 1:50 / 1:100;
- **Sezioni e dettagli di progetto**, per rappresentare l'inserimento degli elementi all'interno dell'edificio, con attenzione a staffaggi, passaggi nei controsoffitti e soluzioni di montaggio – scala 1:20 / 1:50;
- **Schemi a blocchi dell'architettura funzionale di progetto**, che illustrano i collegamenti logici e la gerarchia del sistema, con esplicita indicazione dei protocolli di comunicazione previsti (es. BACnet, Modbus, KNX, ecc.);
- **Schemi elettrici unifilari o multifilari di progetto**, con la rappresentazione delle connessioni tra dispositivi di campo, quadri, controllori locali e nodi centrali – scala 1:50 / 1:100;
- **Schema di rete e di comunicazione**, con la topologia di rete prevista, i dispositivi di interconnessione e le tecnologie di trasmissione dati previste (LAN, Wi-Fi, reti dedicate, router, switch, firewall, ecc.).

Per ciascuna tipologia di elaborato può essere previsto un numero variabile di tavole, in funzione della complessità e della scala dell'intervento.

### 4.5.1 PFTE - Analisi dello stato di fatto

La corretta impostazione dell'intervento inizia con una fase di ricognizione dello stato di fatto, da condurre con rigore metodologico e finalità operative. In questa fase il progettista deve individuare gli elementi già presenti (ove esistenti) e verificare le reali condizioni impiantistiche e gestionali. La mancanza di un sistema di *building automation* preesistente non rappresenta un limite, ma un'informazione fondamentale per impostare in modo coerente e giustificato la proposta progettuale.

#### 4.5.1.1 Rilievo e documentazione tecnica

Il rilievo impiantistico rappresenta la base su cui fondare ogni scelta di progettazione. Esso deve essere condotto mediante sopralluoghi accurati e con l'impiego, ove opportuno, di strumentazione elettronica e di verifica.

- Individuazione della presenza o meno di sistemi esistenti di *building automation*;
- Documentazione delle modalità di gestione attuali degli impianti: manuale, semiautomatica o con logiche centralizzate;
- Rilevazione delle principali componenti hardware presenti: centraline, sensori, quadri di comando, attuatori;
- Verifica delle canalizzazioni disponibili, degli ingombri, degli accessi e delle predisposizioni tecniche esistenti.

#### 4.5.1.2 Rappresentazione grafica dello stato di fatto

Le informazioni raccolte in fase di rilievo devono essere tradotte in elaborati grafici specifici che rappresentino con chiarezza la configurazione degli impianti esistenti.

- Planimetrie aggiornate che riportino i componenti esistenti, le interconnessioni fisiche e le linee di alimentazione o controllo;
- Schemi semplificati (unifilari o multifilari) dei collegamenti interni tra le componenti, ove reperibili;
- Integrazione degli elaborati con fotografie descrittive, da allegare alla relazione tecnica, utili a chiarire la reale configurazione dei luoghi.

#### 4.5.1.3 Parametri tecnici ed energetici ante operam

L'analisi energetica dello stato di fatto costituisce una fase imprescindibile per quantificare il contributo dell'intervento di *building automation* alla riduzione dei consumi e al miglioramento delle prestazioni dell'edificio. I dati raccolti devono essere coerenti, verificabili e rappresentativi del reale profilo d'uso dell'immobile e riguardano:

- Rilevazione dei consumi elettrici associati alla climatizzazione, illuminazione e altri impianti gestiti, su base mensile o annuale;
- Acquisizione di profili orari di utilizzo (giorno/notte, feriale/festivo) e condizioni di regolazione esistenti (manuale, centralizzata, programmata);
- Redazione dell'Attestato di Prestazione Energetica (APE) *ante operam*, ove non già disponibile, con analisi della classe energetica iniziale e delle prestazioni specifiche dell'edificio.

#### 4.5.1.4 Confluenza dei dati negli elaborati descrittivi

Tutti i dati raccolti durante la fase di rilievo, sia strumentali che osservativi, devono essere sistematicamente trasferiti negli elaborati descrittivi del PFTE, assicurando la coerenza e l'integrazione tra le diverse componenti informative. La documentazione prodotta deve rendere evidente il quadro delle condizioni di partenza e le motivazioni che supportano la proposta progettuale.

- Le informazioni tecniche relative agli impianti, ai dispositivi esistenti e alla loro modalità di gestione devono essere sintetizzate all'interno della **relazione tecnica specialistica**, corredate da planimetrie dello stato di fatto e da schemi funzionali;
- La **documentazione fotografica** raccolta durante il sopralluogo deve essere selezionata in funzione della sua utilità descrittiva e allegata alla **relazione illustrativa generale** in forma commentata, indicando per ciascuna immagine la posizione, il soggetto e le eventuali criticità rilevate;
- Tutti i dati numerici rilevati e le valutazioni funzionali (consumi, cicli di funzionamento, parametri ambientali) devono confluire nella parte diagnostica della **relazione tecnica specialistica**, che costituirà la base di confronto con le prestazioni attese post-intervento;
- Gli elaborati grafici e descrittivi devono essere tra loro coerenti e privi di sovrapposizioni o ambiguità, rendendo agevole l'analisi da parte dei soggetti valutatori e garantendo una chiara leggibilità tecnica.

La completezza e la qualità di questa sezione incidono direttamente sulla solidità tecnica dell'intero progetto di fattibilità, poiché costituiscono il fondamento conoscitivo indispensabile per qualunque scelta progettuale successiva. Una corretta rappresentazione dello stato di fatto, comprensiva di testi, grafici e immagini, consente infatti di costruire un progetto aderente alla realtà esistente e più facilmente traducibile in fase esecutiva.

### 4.5.2 PFTE - Contenuti progettuali e specifiche tecniche dell'intervento

Il progetto di *building automation*, all'interno del PFTE, deve essere articolato in modo da offrire un quadro chiaro e completo delle soluzioni tecnologiche proposte, delle prestazioni attese e delle modalità di integrazione con i sistemi impiantistici esistenti. Tale articolazione è fondamentale per garantire la coerenza tra il dimensionamento iniziale, le aspettative prestazionali e le future scelte in fase esecutiva. Gli elaborati tecnico-descrittivi e grafici devono rendere esplicite le logiche di funzionamento, i criteri di automazione adottati e la compatibilità del sistema proposto con gli standard normativi e tecnologici in vigore.

#### 4.5.2.1 Relazione tecnica specialistica

La relazione specialistica ha il compito di descrivere analiticamente l'architettura del sistema di *building automation* proposto, fornendo le informazioni necessarie alla comprensione del suo funzionamento, alla valutazione della compatibilità con l'edificio esistente e alla verifica delle prestazioni energetiche attese.

In particolare, la relazione deve contenere:

- L'identificazione puntuale delle **funzioni automatizzabili**, distinte per impianto (illuminazione, climatizzazione, ventilazione, ombreggiamento, ecc.), specificando per ciascuna la logica di regolazione prevista;
- La descrizione dei **componenti previsti**: sensori (presenza, temperatura, luminosità, qualità dell'aria), attuatori (attuatori ON/OFF, proporzionali, motorizzazioni), centraline locali, gateway e server di supervisione;
- Le **specifiche dei protocolli di comunicazione**, motivando la scelta in relazione alla scalabilità del sistema e all'interoperabilità con altri impianti esistenti;
- Il **modello simulativo previsionale** dei consumi energetici post-intervento, con riferimento alle condizioni operative ottimali e alle strategie di ottimizzazione adottate;
- Elaborazione dell'**APE previsionale post-intervento**, sviluppato sulla base della configurazione progettuale e delle strategie di regolazione previste;
- **Valutazione comparativa tra APE ante e post**, finalizzata a dimostrare il raggiungimento del miglioramento minimo del 30% dei consumi energetici, come richiesto dal decreto attuativo M7 l 17;
- Il dettaglio delle **prestazioni attese**, espresse in termini di tempi di risposta dei dispositivi, tolleranze ammissibili, accuratezza di misura, efficienza energetica stimata e criteri di monitoraggio dei guadagni energetici.

#### 4.5.2.2 Elaborati grafici di progetto

Gli elaborati grafici devono descrivere l'intervento sia in riferimento allo stato di fatto che alla configurazione di progetto. Le tavole devono evidenziare in maniera distinta le reti esistenti e quelle previste, le interconnessioni, i percorsi di cablaggio e l'integrazione con le architetture impiantistiche già in opera.

Elaborati richiesti:

- Planimetrie dello stato di fatto con la localizzazione dei dispositivi eventualmente esistenti e delle connessioni disponibili;
- Planimetrie di progetto con indicazione di tutti i componenti previsti (centraline, sensori, attuatori, server, canalizzazioni, armadi rack);
- Schemi unifilari e multifilari del sistema previsto, comprensivi delle modalità di alimentazione, controllo e comunicazione;
- Diagrammi di rete con rappresentazione dei collegamenti logici e fisici, protocolli impiegati, segmentazione delle reti e punti di accesso;
- Sezioni e dettagli costruttivi, laddove siano necessarie opere murarie, passaggi a soffitto o pavimento, protezioni meccaniche o modifiche locali.

Ogni tavola deve essere redatta in scala coerente con la finalità dell'elaborato (1:100 per planimetrie generali, 1:50 per schemi funzionali, 1:20 per dettagli costruttivi), mantenendo uniformità grafica e completezza delle informazioni.

#### 4.5.2.3 Capitolato Speciale d'Appalto

Il Capitolato Speciale d'Appalto deve essere redatto anche nella fase di PFTE in quanto si opera in regime di appalto integrato. In tale elaborato devono essere già previste, in forma prescrittiva, le condizioni tecniche e le prestazioni minime dei materiali e dei dispositivi, nonché le modalità esecutive e di controllo.

I contenuti minimi da includere sono:

- Prescrizioni tecniche su materiali e componenti: grado di protezione IP, range operativo, resistenza agli agenti ambientali, standard di conformità (UNI, CE, ISO);
- Specifiche sulle modalità di posa, cablaggio e staffaggio dei dispositivi, con indicazioni dettagliate su canalizzazioni, fissaggi, protezioni meccaniche e requisiti di accessibilità;
- Indicazioni sulle procedure di verifica in corso d'opera, comprese prove funzionali intermedie, test di comunicazione e validazione delle logiche implementate;
- Disposizioni per lo smaltimento di dispositivi obsoleti, nel rispetto delle normative ambientali e con riferimento ai CAM (Criteri Ambientali Minimi);
- Prescrizioni per il collaudo finale, con indicazione degli strumenti da impiegare (es. sonde di misura, software di diagnostica), delle condizioni operative da simulare e dei margini di tolleranza ammissibili;
- Tutti i riferimenti normativi applicabili, inclusi la UNI EN ISO 52120-1 e i regolamenti tecnici di settore;
- Utilizzo di tecnologie afferenti almeno alla classe B della Norma UNI EN ISO 52120-1 e s.m.i.
- **Requisiti di ammissibilità al DM**: devono essere indicati tutti i requisiti di ammissibilità previsti nell'allegato 3: "Requisiti minimi interventi di efficienza energetica".

#### 4.5.2.4 *Computo metrico estimativo*

Il computo metrico estimativo deve contenere un elenco dettagliato di tutti i componenti previsti, distinguendo tra dispositivi principali e accessori, cavi, staffaggi, quadri elettrici, componenti passivi e attivi.

Deve includere:

- Descrizione tecnica dei componenti;
- Unità di misura e quantità;
- Prezzo unitario e prezzo totale;
- Riferimenti funzionali (voce associata alla funzione svolta all'interno del sistema).

#### 4.5.2.5 *Piano di manutenzione*

La predisposizione di un piano di manutenzione è fondamentale per garantire la durabilità e l'affidabilità del sistema.

Il piano deve prevedere:

- La periodicità degli interventi di manutenzione preventiva (calibrazione sensori, aggiornamento software, pulizia dei componenti);
- Le modalità di verifica del corretto funzionamento (checklist di controllo, strumenti diagnostici);
- Le indicazioni sui ricambi critici, sulle tempistiche di ripristino e sulle competenze tecniche necessarie per la manutenzione ordinaria e straordinaria;
- I riferimenti normativi e le buone prassi di manutenzione, anche in funzione dell'eventuale contratto di gestione futuro.

#### 4.5.3 *Quadro metodologico e checklist operativa*

La redazione del PFTE per un sistema di *building automation* richiede un approccio metodologico fondato sulla precisione tecnica, sulla coerenza tra gli elaborati e sulla tracciabilità delle scelte progettuali. Ogni elaborato deve essere redatto in modo da consentire una lettura autonoma ma complementare e i contenuti devono riflettere l'effettiva condizione dell'edificio, le soluzioni progettuali proposte e le prestazioni attese. La metodologia adottata per questo tipo di intervento deve integrare aspetti diagnostici, energetici, funzionali e gestionali, tenendo conto della possibile assenza di impianti preesistenti e della necessità di intervenire in contesti tecnicamente eterogenei.

Una corretta strutturazione della documentazione non si limita all'adempimento formale dei requisiti normativi, ma costituisce lo strumento con cui il progettista dimostra la solidità tecnica della proposta e la sua coerenza con gli obiettivi di efficienza energetica.

#### **APPROCCIO ALLA RACCOLTA E VALIDAZIONE DEI DATI**

L'attendibilità delle analisi progettuali dipende in larga misura dalla qualità e dalla coerenza dei dati acquisiti nella fase di rilievo. La raccolta deve essere effettuata secondo modalità standardizzate, utilizzando strumentazione idonea, software certificati e metodologie replicabili.

- I dati relativi ai consumi *ante operam* devono essere acquisiti direttamente da quadri elettrici o dai dispositivi di misura esistenti;
- I rilievi tecnici relativi alla presenza o assenza di dispositivi di automazione devono essere accompagnati da descrizioni puntuali e documentazione fotografica;
- I valori energetici simulati devono basarsi su scenari realistici, riferiti a condizioni di esercizio verosimili per l'edificio in esame.

#### **COERENZA E LEGGIBILITÀ DEGLI ELABORATI PROGETTUALI**

Per lo sviluppo della successiva progettazione esecutiva, è necessario che vi sia coerenza interna tra i diversi elaborati del PFTE stesso. In particolare:

- Gli elaborati grafici devono corrispondere ai contenuti della relazione specialistica e del computo metrico, senza discrepanze nei quantitativi, nelle posizioni o nelle specifiche tecniche;
- Ogni elaborato deve riportare con chiarezza i riferimenti incrociati agli altri documenti del PFTE, utilizzando una nomenclatura coerente;
- Tutte le tavole grafiche devono riportare l'indicazione dello stato (di fatto o di progetto), la data di redazione e l'autore tecnico responsabile.

È inoltre necessario che ciascun elaborato evidenzi, in modo esplicito, **quali risultati prestazionali ci si attende** in seguito all'intervento, sia in termini di risparmio energetico che di miglioramento della gestione impiantistica.

### INTEGRAZIONE DELLE PRESCRIZIONI PER LA FASE ESECUTIVA

Poiché il PFTE rappresenta l'unico riferimento progettuale in caso di appalto integrato, è indispensabile che contenga già al suo interno indicazioni utili per la futura fase esecutiva, soprattutto per quanto riguarda:

- Le modalità di posa e collegamento dei dispositivi;
- I vincoli tecnologici imposti dalle soluzioni adottate;
- Le condizioni di accessibilità ai componenti per manutenzione e verifiche;
- Le specifiche per il collaudo, con riferimento a standard di misura e soglie di accettazione.

Tali contenuti devono essere già presenti, in forma tecnica e sintetica, nella relazione specialistica e nel Capitolato Speciale d'Appalto, senza rimandi generici a documentazione successiva.

### CHECKLIST OPERATIVA PER IL COMPLETAMENTO DELLA DOCUMENTAZIONE

La seguente checklist rappresenta uno strumento interno di autovalutazione, utile al progettista per verificare la completezza e la qualità del lavoro svolto. La compilazione integrale di questa sezione non costituisce un allegato del PFTE, ma un supporto operativo per garantire che nessun elemento fondamentale sia stato tralasciato.

Voce da verificare	Presente nel PFTE?	Riferimento all'elaborato
Rilevazione puntuale della presenza o assenza di sistemi di automazione e descrizione delle condizioni operative	<input type="checkbox"/>	Relazione tecnica specialistica, planimetrie
Rappresentazione grafica e fotografica aggiornata dello stato di fatto e configurazione di progetto	<input type="checkbox"/>	Elaborati grafici, Relazione generale illustrativa
APE <i>ante operam</i> redatto dal progettista (se assente) e stima APE post-intervento	<input type="checkbox"/>	Relazione tecnica specialistica
Verifica documentata del miglioramento minimo del 30% richiesto dal decreto attuativo M7 I 17	<input type="checkbox"/>	Relazione tecnica specialistica
Descrizione tecnica e funzionale del sistema proposto, con indicazione dei dispositivi previsti	<input type="checkbox"/>	Relazione tecnica specialistica
Specificazione dei protocolli di comunicazione adottati e delle logiche di integrazione	<input type="checkbox"/>	Relazione tecnica specialistica, Capitolato Speciale d'Appalto
Presenza di prescrizioni prestazionali minime, condizioni esecutive e criteri di collaudo	<input type="checkbox"/>	Capitolato Speciale d'Appalto
Completezza, coerenza e leggibilità degli elaborati grafici	<input type="checkbox"/>	Elaborati grafici
Correlazione tra computo metrico ed elaborati grafici e descrittivi	<input type="checkbox"/>	Computo metrico estimativo
Definizione delle modalità di manutenzione ordinaria e straordinaria del sistema	<input type="checkbox"/>	Piano di manutenzione
Esplicitazione dei risultati energetici e gestionali attesi post-intervento	<input type="checkbox"/>	Relazione tecnica specialistica
Inclusione di indicazioni tecniche operative rilevanti per la successiva fase esecutiva	<input type="checkbox"/>	Capitolato, Relazione tecnica specialistica

**Tutti i contenuti tecnico-operativi già descritti negli elaborati del PFTE devono essere intesi anche come base vincolante per la successiva progettazione esecutiva, come previsto per gli appalti integrati.**

#### 4.5.4 Categorie SOA

La tabella seguente fornisce una classificazione delle principali configurazioni progettuali riconducibili all'installazione di sistemi di gestione e controllo automatico degli impianti tecnologici, con riferimento alle categorie di qualificazione individuate nel D. Lgs. 36/2023 (Allegato II.12) e alle modalità di subappaltabilità disciplinate dall'art. 119.

La prima riga considera l'intervento nella sua formulazione generale, ovvero l'installazione di sistemi di regolazione e controllo integrati agli impianti elettrici o di illuminazione. Le righe successive trattano invece situazioni progettuali più complesse, come l'integrazione con impianti termici esistenti o l'implementazione di dispositivi connessi in rete per la gestione remota, che possono determinare la necessità di categorie aggiuntive.

In presenza di interventi che ricadono in più categorie contemporaneamente (ad esempio OS30 + OS28), spetta al progettista, nella fase di definizione del PFTE, effettuare una valutazione tecnica e quantitativa delle singole lavorazioni al fine di stabilire la categoria prevalente, in modo da garantire la coerenza della qualificazione richiesta in sede di gara.

Tipologia di intervento	CATEGORIE (D. Lgs. 36/2023 Allegato II.12, TABELLE A e B)	Subappaltabilità (D. Lgs. 36/2023, art. 119)	Descrizione
Installazione di dispositivi di controllo centralizzato per la gestione di impianti elettrici, illuminazione, riscaldamento, ventilazione e condizionamento (HVAC)	OS30	Il subappalto è ammesso nei limiti dell'art. 119, comma 1: la categoria è unica e quindi prevalente. L'appaltatore non può affidare a terzi la maggior parte delle lavorazioni riferite a tale categoria.	Rientrano in questa tipologia i sistemi di automazione che regolano e controllano i dispositivi impiantistici, come sensori, centraline, attuatori, moduli remoti o domotici, connessi in rete.
Integrazione di dispositivi di <i>building automation</i> con impianti termici esistenti	OS30 + OS28	Il subappalto è ammesso. In presenza di più categorie, non è consentito affidare a terzi la maggior parte delle lavorazioni riferite alla categoria prevalente, ai sensi dell'art. 119, comma 1 del D. Lgs. 36/2023. Le lavorazioni appartenenti a categorie non prevalenti possono essere subappaltate integralmente, fermo restando il rispetto dei requisiti di qualificazione.	La componente OS30 riguarda l'interfaccia elettronica, i sensori e la comunicazione; OS28 riguarda l'integrazione meccanica su impianti di riscaldamento, raffrescamento o ventilazione.
Installazione di sistemi domotici per controllo remoto di più impianti (luce, clima, apertura/chiusura infissi, allarmi) tramite rete centralizzata o <i>cloud</i>	OS30	Il subappalto è ammesso nei limiti dell'art. 119, comma 1: la categoria è unica e quindi prevalente. L'appaltatore non può affidare a terzi la maggior parte delle lavorazioni riferite a tale categoria.	Sono inclusi sistemi di regolazione e controllo con interfaccia <i>touch</i> o via rete, connessi a piattaforme centralizzate per la gestione dell'edificio.
Intervento unico per riqualificazione impiantistica in edificio ERP con controllo da remoto di illuminazione, clima e sistemi energetici	OS30 + OS28	Il subappalto è ammesso. In presenza di più categorie, non è consentito affidare a terzi la maggior parte delle lavorazioni riferite alla categoria prevalente, ai sensi dell'art. 119, comma 1 del D. Lgs. 36/2023. Le lavorazioni appartenenti a categorie non prevalenti possono essere	Si tratta di un intervento integrato in cui coesistono dispositivi impiantistici (OS28) e sistemi di regolazione elettronica automatizzata (OS30). Il PFTE deve indicare la categoria prevalente sulla base dell'incidenza economica.

Tipologia di intervento	CATEGORIE (D. Lgs. 36/2023 Allegato II.12, TABELLE A e B)	Subappaltabilità (D. Lgs. 36/2023, art. 119)	Descrizione
		subappaltate integralmente, fermo restando il rispetto dei requisiti di qualificazione.	

Nota tecnica per l'inquadramento della categoria OG1 rispetto alle categorie OS30 e OS28

Gli interventi di **building automation** e di integrazione tra sistemi di controllo e impianti tecnologici rientrano, in base alla loro natura tecnica, nelle categorie specialistiche **OS30** (impianti elettrici interni e domotici) e, ove rilevante, **OS28** (impianti termici e di climatizzazione).

Trattandosi di lavorazioni che richiedono competenze specifiche in ambito impiantistico e di automazione, la sola OG1 non è sufficiente ai fini della qualificazione, anche in presenza di un intervento edilizio generale.

L'eventuale omessa indicazione di OS30 (e OS28, se presente) può essere motivata nel PFTE solo qualora tali lavorazioni non siano autonome, non siano prevalenti e non superino una soglia economicamente marginale, generalmente pari al 10% dell'importo complessivo.

Tale valutazione deve essere argomentata nel PFTE con riferimento all'incidenza delle singole categorie nel quadro economico, alla loro funzionalità rispetto all'intervento complessivo e alle modalità di integrazione tecnica con le altre lavorazioni previste.

Ai sensi dell'**art. 100, comma 4 del D. Lgs. 36/2023**, l'obbligo di possesso dell'attestazione di qualificazione SOA si applica **esclusivamente agli appalti di lavori di importo pari o superiore a 150.000 euro**. Pertanto, in caso di importo inferiore a tale soglia, **le categorie SOA riportate nella presente scheda non costituiscono requisito di partecipazione**, ma hanno unicamente **valore descrittivo e orientativo**, volto a classificare tecnicamente le lavorazioni previste.

## 4.6 INSTALLAZIONE DI IMPIANTI SOLARI FOTOVOLTAICI E RELATIVI SISTEMI DI ACCUMULO

Il modulo “INSTALLAZIONE DI IMPIANTI SOLARI FOTOVOLTAICI E RELATIVI SISTEMI DI ACCUMULO” è finalizzato alla progettazione di interventi che prevedano la produzione e l'accumulo locale di energia elettrica da fonte solare. L'integrazione di sistemi fotovoltaici con batterie di accumulo risponde all'esigenza di aumentare l'autoconsumo dell'energia prodotta, ridurre la dipendenza dalla rete elettrica, migliorare l'efficienza dell'approvvigionamento e abilitare strategie avanzate di gestione energetica. Il modulo trova applicazione sia negli interventi su edifici già dotati di impianti elettrici tradizionali sia in quelli che prevedono il rinnovo dell'intero sistema impiantistico, come nel caso dell'integrazione con pompe di calore elettriche.

Il progetto deve essere redatto nel rispetto dell'art. 21 e dell'Allegato I.7 del D. Lgs. 36/2023, con particolare attenzione alla coerenza tra le soluzioni tecnologiche adottate e le effettive condizioni di esercizio dell'edificio. Gli elaborati devono essere articolati in modo da distinguere chiaramente tra lo stato di fatto e la configurazione di progetto, sia sotto il profilo impiantistico che architettonico.

Elaborati grafici minimi richiesti:

- **Planimetrie dello stato di fatto:** rappresentazione delle superfici disponibili per l'installazione (coperture, pensiline, facciate), indicazione di elementi interferenti (camini, lucernari, zone d'ombra) – scala 1:50 / 1:100;
- **Planimetrie di progetto:** layout di posa dei moduli fotovoltaici con indicazione delle inclinazioni, orientamenti, aree tecniche per inverter e batterie, eventuali percorsi delle canalizzazioni – scala 1:50 / 1:100;
- **Sezioni e dettagli di progetto:** rappresentazione dei sistemi di fissaggio, supporti, staffaggi, zavorre e dettagli architettonici significativi (giunzioni, integrazione estetica, sistemi anti-infiltrazione) – scala 1:20 / 1:50;
- **Particolari costruttivi:** passaggi dei cavi, connessioni con il quadro generale, interfacce tra copertura e impianto, opere accessorie – scala 1:10 / 1:20;
- **Schema elettrico di progetto:** rappresentazione unifilare o multifilare delle stringhe, inverter, quadri di campo, dispositivi di protezione, connessione alla rete – scala 1:50 / 1:100;
- **Schema di progetto dei sistemi di accumulo:** configurazione dei collegamenti tra i moduli di batteria, inverter ibrido o dedicato, sistemi di controllo e sicurezza;
- **Schede tecniche dei componenti:** moduli fotovoltaici, inverter, strutture di supporto, batterie. Ogni scheda deve riportare certificazioni, prestazioni garantite, conformità alle normative tecniche.

Il numero di tavole può variare in funzione della complessità e dell'articolazione dell'intervento.

### 4.6.1 PFTE - Analisi dello stato di fatto

L'analisi dello stato di fatto è fondamentale per valutare l'idoneità tecnica dell'edificio all'installazione di un impianto fotovoltaico con sistema di accumulo. Tale fase non si limita alla verifica geometrica delle superfici disponibili, ma comprende una valutazione tecnico-energetica delle condizioni esistenti, dei consumi attuali e delle potenzialità di integrazione con altri impianti elettrici o termici. La corretta esecuzione del rilievo consente al progettista di sviluppare una soluzione realmente aderente alle esigenze energetiche dell'edificio.

#### 4.6.1.1 Rilievo e documentazione tecnica

Il progettista deve effettuare un sopralluogo tecnico completo, con rilievo delle caratteristiche costruttive delle coperture e delle superfici utili e analisi preliminare delle infrastrutture elettriche esistenti. In particolare, deve procedere alla:

- Verifica dell'accessibilità delle superfici utilizzabili per l'installazione (coperture piane o a falda, pensiline, terrazze, facciate);
- Rilevazione dell'inclinazione, orientamento, ombreggiamento, presenza di vincoli architettonici o impiantistici;
- Riconoscimento delle zone critiche per impermeabilizzazione, drenaggio o manutenzione;
- Analisi dei quadri elettrici esistenti e delle linee di alimentazione, con rilevamento dei limiti di capacità e disponibilità di spazio per l'allaccio dei nuovi dispositivi;
- Documentazione fotografica selezionata e finalizzata alla rappresentazione delle condizioni di installazione.

#### 4.6.1.2 Rappresentazione grafica dello stato di fatto

Le risultanze del rilievo devono essere tradotte in elaborati tecnici rappresentativi della configurazione esistente, idonei a evidenziare le caratteristiche geometriche e impiantistiche rilevanti:

- Planimetrie con evidenza delle superfici potenzialmente utilizzabili, delle ombre proiettate da strutture fisse e degli elementi architettonici che interferiscono con l'installazione;
- Sezioni caratteristiche dei punti di installazione, con identificazione dei dettagli costruttivi significativi (colmo, gronda, parapetti, ecc.);
- Inserimento nei grafici delle canalizzazioni elettriche esistenti e delle posizioni dei quadri, inverter o locali tecnici eventualmente già presenti.

#### 4.6.1.3 Parametri tecnici ed energetici ante operam

Il progettista deve raccogliere e documentare i dati relativi al comportamento energetico dell'edificio e all'eventuale presenza di impianti preesistenti:

- Consumi elettrici annui e profili di carico giornalieri/stagionali, ricavati da bollette, contatori o registrazioni da sistemi esistenti;
- Verifica delle modalità di copertura del fabbisogno energetico e delle fasce orarie di maggiore richiesta;
- Redazione dell'Attestato di Prestazione Energetica (APE) *ante operam*, ove non già disponibile, al fine di rappresentare in modo validato lo stato energetico iniziale dell'edificio;
- Calcolo del potenziale di autoconsumo e della producibilità teorica in funzione dell'irraggiamento locale (utilizzando dati climatici ufficiali);
- Identificazione di eventuali sistemi di accumulo preesistenti e verifica della loro compatibilità e integrazione nel nuovo progetto.

#### 4.6.1.4 Confluenza dei dati negli elaborati descrittivi

Tutti i dati rilevati devono confluire in maniera ordinata nella documentazione tecnica prodotta all'interno del PFTE, assicurando l'integrazione tra grafici, testi e simulazioni.

- La **Relazione tecnica specialistica** deve contenere una sezione dedicata allo stato di fatto, con sintesi dei rilievi, considerazioni tecniche ed energetiche, analisi delle criticità e opportunità;
- Gli **elaborati grafici** devono essere redatti in modo coerente con le rilevazioni effettuate, evitando incongruenze con quanto descritto nella relazione;
- La **documentazione fotografica** deve essere allegata in forma commentata alla relazione generale illustrativa, con riferimento ai punti critici evidenziati;
- Tutti i dati numerici e le assunzioni di progetto devono essere tracciabili e supportati da fonti verificabili.

La corretta caratterizzazione dello stato di fatto costituisce la base tecnica e documentale per tutte le scelte successive. Essa consente di dimensionare in modo realistico il sistema, valutare la compatibilità strutturale e impiantistica delle soluzioni adottate e giustificare le scelte tecnologiche e prestazionali sviluppate nella fase progettuale.

#### 4.6.2 PFTE - Contenuti progettuali e specifiche tecniche dell'intervento

La progettazione di un impianto fotovoltaico con sistema di accumulo richiede l'elaborazione di una documentazione tecnica organica e accurata, che consenta di valutare la fattibilità dell'intervento, l'efficacia energetica delle soluzioni adottate, la compatibilità con l'edificio esistente e le condizioni di installazione. La documentazione del PFTE deve fornire un quadro esaustivo delle scelte impiantistiche, della configurazione tecnologica proposta e dei risultati prestazionali attesi. Ogni elaborato deve essere redatto in modo da garantire coerenza, verificabilità e corrispondenza con le simulazioni condotte nella fase preliminare.

In questo tipo di intervento, particolare attenzione deve essere posta al dimensionamento complessivo del sistema in rapporto al fabbisogno energetico dell'edificio, all'equilibrio tra la produzione da fonte rinnovabile e l'accumulo disponibile, nonché all'integrazione con altri impianti presenti o previsti (es. climatizzazione con pompe di calore).

I contenuti devono rispettare i requisiti indicati nell'Allegato I.7 del Codice dei Contratti Pubblici, tenendo conto delle esigenze di affidabilità, durabilità, sicurezza e manutenibilità dell'intervento.

#### 4.6.2.1 Relazione tecnica specialistica

La relazione specialistica deve descrivere in maniera dettagliata il sistema fotovoltaico con accumulo proposto, articolandone le funzioni, le logiche di gestione e le prestazioni attese.

Essa deve includere almeno i seguenti elementi:

- Descrizione del sistema fotovoltaico: configurazione, potenza di picco, superficie occupata, orientamento, inclinazione, rendimento atteso e producibilità su base annua;
- Strategie di integrazione energetica: indicazione della quota stimata di autoconsumo, della quota immessa in rete e del contributo dell'accumulo all'autonomia elettrica dell'edificio;
- Tipologie di componenti adottati: moduli fotovoltaici (tecnologia, efficienza), inverter (singoli o ibridi), sistemi di accumulo (capacità utile, numero di cicli garantiti, tipologia chimica);
- Logiche di gestione dell'energia: criteri di priorità tra autoconsumo, carica delle batterie e immissione in rete, regolazione dinamica dei flussi, gestione dei picchi;
- Dimensionamento del sistema di accumulo: giustificazione tecnica del rapporto tra potenza fotovoltaica e capacità di accumulo, con riferimento al profilo di carico dell'edificio e alla continuità del servizio;
- Risultati energetici attesi: stima del risparmio sui consumi da rete e dei benefici ambientali, ottenuti tramite simulazioni con software certificati;
- Elaborazione di un APE previsionale post-intervento, costruito sulla base della configurazione proposta e coerente con le condizioni operative previste;
- Dimostrazione documentata del raggiungimento del miglioramento minimo del 30% nei consumi energetici rispetto allo stato attuale, come richiesto dal decreto attuativo M7 I 17;
- Interazioni con altri impianti: in particolare, compatibilità e sinergie con impianti di climatizzazione a pompa di calore eventualmente previsti;
- Richiamo alle normative tecniche di riferimento.

La relazione deve fornire inoltre una giustificazione tecnica delle scelte progettuali effettuate, basata sui dati rilevati, sulle condizioni di installazione e sulle strategie prestazionali adottate.

#### 4.6.2.2 Elaborati grafici di progetto

Gli elaborati grafici devono rappresentare in maniera dettagliata la configurazione proposta, con particolare attenzione all'interfacciamento tra l'impianto e l'edificio.

Sono richiesti:

- Planimetrie dello stato di fatto: individuazione delle superfici utilizzabili, ostacoli, coperture, locali tecnici esistenti;
- Planimetrie di progetto: layout di posa dei moduli, posizionamento delle unità tecniche (inverter, quadri, accumulo), percorsi delle linee di connessione e cablaggio;
- Sezioni e dettagli costruttivi: rappresentazione delle modalità di fissaggio, supporti, punti di penetrazione della copertura, protezioni contro infiltrazioni e distacchi;
- Schemi elettrici unifilari o multifilari: architettura dell'impianto, collegamento delle stringhe, dispositivi di protezione e interfaccia alla rete;
- Schemi funzionali del sistema di accumulo: connessioni tra le batterie, inverter, eventuali carichi prioritari, dispositivi di controllo.

Ogni tavola deve essere completa, coerente con le specifiche tecniche fornite in relazione e leggibile da un punto di vista operativo.

#### 4.6.2.3 Capitolato Speciale d'Appalto

Il Capitolato Speciale d'Appalto, obbligatorio in presenza di appalto integrato, deve contenere tutte le indicazioni tecniche e prescrittive necessarie alla realizzazione dell'impianto, già a partire dalla fase di progettazione di fattibilità.

Tra i contenuti minimi da includere:

- Specifiche tecniche dei materiali: moduli fotovoltaici, inverter, batterie, quadri, strutture di supporto, accessori. Ogni componente deve riportare i requisiti minimi prestazionali (efficienza, protezione IP, certificazioni) e le condizioni ambientali ammissibili;
- Modalità di installazione: vincoli di posizionamento, distanze minime da elementi architettonici, inclinazioni consigliate, dettagli di fissaggio, requisiti di accessibilità e sicurezza;

- Prescrizioni per il cablaggio e la protezione dell'impianto: dimensionamento delle linee, protezioni contro sovratensioni, messa a terra, interruttori, fusibili, scaricatori;
- Criteri per il collaudo funzionale: prove di messa in servizio, controlli di continuità e isolamento, verifica delle logiche di funzionamento dell'inverter e dei dispositivi di accumulo;
- Obblighi di conformità normativa: sia per la sicurezza elettrica che per l'efficienza energetica e la compatibilità ambientale;
- Gestione dei materiali di scarto e fine vita, con particolare riferimento a pannelli dismessi e batterie esauste, nel rispetto dei criteri ambientali minimi (CAM);
- **Requisiti di ammissibilità al DM:** devono essere indicati tutti i requisiti di ammissibilità previsti al paragrafo 4 dell'allegato 3: "Requisiti minimi interventi di efficienza energetica".

Il capitolato deve essere redatto in forma chiara, tecnicamente completa e coerente con le previsioni del PFTE.

#### 4.6.2.4 *Computo metrico estimativo*

Il computo deve includere:

- Fornitura e posa in opera dei moduli fotovoltaici, con indicazione della tipologia, potenza e quantità;
- Fornitura e installazione dell'inverter (o inverter ibrido), con potenza e caratteristiche tecniche;
- Fornitura e collegamento dei sistemi di accumulo, specificando capacità utile, tecnologia e accessori;
- Strutture di supporto, cablaggi, protezioni elettriche, canalizzazioni, quadri e opere accessorie;
- Costi di manodopera e sicurezza;
- Prove e collaudi funzionali;
- Oneri relativi alla manutenzione iniziale e alla formazione per l'utilizzo del sistema.

Tutte le voci devono essere correlate agli elaborati grafici e coerenti con la relazione specialistica.

#### 4.6.2.5 *Piano di manutenzione*

Il piano di manutenzione deve essere articolato secondo le specifiche esigenze dell'impianto fotovoltaico con accumulo, tenendo conto delle condizioni di esercizio previste.

Contenuti richiesti:

- Frequenze e modalità di pulizia dei moduli e di controllo visivo dei supporti;
- Ispezioni periodiche dei cablaggi, dei dispositivi di protezione e dei quadri elettrici;
- Monitoraggio della funzionalità delle batterie e della capacità residua, con strumenti diagnostici dedicati;
- Eventuali attività straordinarie previste su inverter o componenti accessori.

#### 4.6.3 *Quadro metodologico e checklist operativa*

L'installazione di impianti fotovoltaici con sistemi di accumulo richiede un impianto metodologico che assicuri la coerenza tra dati tecnici, strategie progettuali e documentazione prodotta. L'intervento non si limita alla sola posa di componenti elettrici, ma implica un'integrazione articolata tra copertura, impianto elettrico, sistemi di regolazione, accumulo e – dove previsto – impianti di climatizzazione basati su pompe di calore.

In fase di redazione del PFTE, il progettista è chiamato a garantire la tracciabilità delle scelte effettuate, l'adeguatezza delle simulazioni condotte e la piena corrispondenza tra elaborati grafici e testuali. Una progettazione di fattibilità efficace per impianti fotovoltaici con sistemi di accumulo non si misura solo sulla completezza degli elaborati, ma sulla capacità di costruire un sistema coerente tra analisi, simulazione e decisioni tecniche. Ogni componente documentale deve assumere un ruolo funzionale all'intervento, contribuendo a rappresentare non solo ciò che si intende realizzare, ma **perché e in quali condizioni operative**. È in questa logica che il PFTE diventa uno strumento reale di orientamento progettuale, capace di anticipare vincoli esecutivi, criticità impiantistiche e opportunità di integrazione energetica, rendendo la proposta solida, verificabile e pronta per essere trasformata in progetto esecutivo senza discontinuità tecnica.

### **RACCOLTA E VALIDAZIONE DEI DATI DI INPUT**

La validità del progetto dipende dalla qualità e affidabilità dei dati raccolti in fase preliminare. Le simulazioni energetiche e le scelte impiantistiche devono fondarsi su valori realistici, ricavati da rilievi accurati e da fonti documentali verificabili.

- I dati relativi ai consumi storici devono essere estratti da bollette, contatori o dispositivi di monitoraggio e incrociati con i profili orari medi del fabbisogno energetico;

- Il potenziale solare deve essere stimato sulla base di dati climatici ufficiali e modelli certificati, tenendo conto delle perdite per ombreggiamento, orientamento e degrado prestazionale;
- Le caratteristiche delle superfici di installazione devono essere rilevate in loco, documentate graficamente e fotograficamente e utilizzate per la scelta delle soluzioni di fissaggio e integrazione architettonica.

### **COERENZA E TRACCIABILITÀ TRA ELABORATI**

L'efficacia del PFTE dipende anche dalla coerenza interna tra i diversi documenti progettuali. Le informazioni devono essere espresse in modo chiaro, sistematico e privo di ambiguità, facilitando la lettura da parte di soggetti diversi (RUP, valutatori tecnici, imprese esecutrici).

- I dati riportati nella relazione tecnica devono essere coerenti con quelli presenti negli elaborati grafici e nel computo metrico estimativo;
- Le soluzioni costruttive indicate nei dettagli grafici devono corrispondere ai componenti descritti nel Capitolato;
- Gli schemi elettrici e i layout devono esplicitare le relazioni funzionali tra i diversi dispositivi (moduli, inverter, batterie, protezioni);
- Tutti gli elaborati devono essere numerati, firmati e dotati di riferimenti incrociati alle sezioni testuali pertinenti.

### **PRESCRIZIONI PER LA FASE ESECUTIVA**

Poiché il PFTE rappresenta l'unico riferimento progettuale in caso di appalto integrato, è necessario che includa fin da subito tutte le indicazioni utili alla successiva esecuzione. Le informazioni vanno fornite con linguaggio tecnico preciso ma sintetico, evitando rimandi generici.

Devono essere previste:

- Le modalità di posa e collegamento di ciascun componente (in particolare, strutture di supporto, dispositivi di accumulo e cablaggi critici);
- Le condizioni di accessibilità per le manutenzioni future, con vincoli geometrici e operativi già evidenziati nei disegni;
- Le soglie minime di prestazione richieste, sia in fase di installazione che di collaudo (es. rendimento inverter, capacità utile delle batterie, sicurezza elettrica);
- Le specifiche per i test funzionali, con indicazione di strumenti di misura, procedure di verifica e criteri di accettazione.

### **CHECKLIST OPERATIVA**

La seguente tabella supporta il progettista nel controllo sistematico della documentazione prodotta. Ogni riga rappresenta un elemento essenziale che deve essere verificato prima della conclusione del PFTE.

Voce da verificare	Presente nel PFTE?	Riferimento all'elaborato
Rilevazione puntuale delle superfici installabili e delle condizioni di accessibilità	<input type="checkbox"/>	Relazione tecnica specialistica, planimetrie
Presenza di una simulazione energetica basata su dati climatici e profili di consumo realistici	<input type="checkbox"/>	Relazione tecnica specialistica
Redazione dell'APE <i>ante operam</i> e redazione dell'APE previsionale post-intervento	<input type="checkbox"/>	Relazione tecnica specialistica
Verifica documentata del miglioramento minimo del 30% richiesto dal decreto attuativo M7 I 17	<input type="checkbox"/>	Relazione tecnica specialistica
Descrizione tecnica e funzionale del sistema fotovoltaico e dell'accumulo previsto	<input type="checkbox"/>	Relazione tecnica specialistica
Esplicitazione delle logiche di gestione energetica e dei criteri di regolazione	<input type="checkbox"/>	Relazione tecnica specialistica
Prescrizioni tecniche per materiali, posa in opera, cablaggi e protezioni elettriche	<input type="checkbox"/>	Capitolato Speciale d'Appalto
Rappresentazione grafica chiara e coerente di layout, schemi elettrici e dettagli costruttivi	<input type="checkbox"/>	Elaborati grafici
Correlazione tra le quantità presenti nel computo e i componenti descritti nelle tavole	<input type="checkbox"/>	Computo metrico estimativo
Definizione chiara delle modalità di collaudo e dei requisiti minimi di accettazione	<input type="checkbox"/>	Capitolato Speciale d'Appalto
Pianificazione della manutenzione con frequenze, strumenti e criteri tecnici definiti	<input type="checkbox"/>	Piano di manutenzione
Integrazione nel PFTE di indicazioni operative già utili per l'affidamento e la successiva fase esecutiva	<input type="checkbox"/>	Capitolato, Relazione tecnica specialistica

**Tutti i contenuti tecnico-operativi già descritti negli elaborati del PFTE devono essere intesi anche come base vincolante per la successiva progettazione esecutiva, come previsto per gli appalti integrati.**

#### 4.6.4 Categorie SOA

La tabella seguente illustra le principali configurazioni tecniche relative all'installazione di impianti solari fotovoltaici, con o senza sistemi di accumulo, ponendo attenzione alla corretta individuazione delle categorie di qualificazione previste dal D. Lgs. 36/2023 (Allegato II.12) e al rispetto delle disposizioni in materia di subappaltabilità ai sensi dell'art. 119.

La prima riga fa riferimento all'intervento nella sua forma più comune e generalizzata, ovvero l'installazione di un impianto fotovoltaico su copertura esistente, connesso all'impianto elettrico interno dell'edificio. Le righe successive descrivono soluzioni più complesse, come l'integrazione con sistemi di accumulo, installazioni su scala condominiale o connessioni a reti condivise, che possono determinare l'applicazione combinata di più categorie.

Nei casi in cui l'intervento coinvolga contemporaneamente categorie diverse (es. OS30 + OG9), è responsabilità del progettista, già in fase di PFTE, condurre una valutazione economica e funzionale delle singole componenti, così da individuare correttamente la categoria prevalente e garantire l'adeguata qualificazione degli operatori economici in sede di gara.

Tipologia di intervento	CATEGORIE (D. Lgs. 36/2023 Allegato II.12, TABELLE A e B)	Subappaltabilità (D. Lgs. 36/2023, art. 119)	Descrizione
Installazione di impianto fotovoltaico su copertura esistente con moduli integrati o sovrapposti	OS30	Il subappalto è ammesso nei limiti dell'art. 119, comma 1: la categoria è unica e quindi prevalente. L'appaltatore non può affidare a terzi la maggior parte delle lavorazioni riferite a tale categoria.	L'intervento consiste nella fornitura e posa di pannelli fotovoltaici, inverter e cablaggi, connessi alla rete di distribuzione interna. Rientra in OS30 in quanto trattasi di impianto elettrico interno.
Installazione di impianto fotovoltaico a terra o su copertura con impianto di accumulo integrato	OS30 + OG9	Il subappalto è ammesso. In presenza di più categorie, non è consentito affidare a terzi la maggior parte delle lavorazioni riferite alla categoria prevalente, ai sensi dell'art. 119, comma 1 del D. Lgs. 36/2023. Le lavorazioni appartenenti a categorie non prevalenti possono essere subappaltate integralmente, fermo restando il rispetto dei requisiti di qualificazione.	OS30 riguarda la parte impiantistica elettrica; OG9 si applica per la realizzazione di impianti di produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili (in questo caso, fotovoltaica). La prevalente va individuata nel PFTE.
Realizzazione di campo fotovoltaico condominiale con sistema di accumulo centralizzato e cablaggi ai singoli alloggi	OS30 + OG9	Il subappalto è ammesso. In presenza di più categorie, non è consentito affidare a terzi la maggior parte delle lavorazioni riferite alla categoria prevalente, ai sensi dell'art. 119, comma 1 del D. Lgs. 36/2023. Le lavorazioni appartenenti a categorie non prevalenti possono essere subappaltate integralmente, fermo restando il rispetto dei requisiti di qualificazione.	Quando l'impianto alimenta un'intera utenza condominiale e comporta accumulo e quadri elettrici centralizzati, si applicano OS30 per i cablaggi e OG9 per l'impianto di produzione e accumulo di energia elettrica.

Nota tecnica per l'inquadramento della categoria OG1 rispetto alle categorie OS30 e OG9

Gli interventi di installazione di **impianti fotovoltaici e relativi sistemi di accumulo** rientrano, a seconda della configurazione progettuale, nelle categorie specialistiche **OS30** (impianti elettrici interni) e **OG9** (impianti per la produzione di energia elettrica).

La categoria OG1 – Edifici civili e industriali non è idonea a sostituire la qualificazione OS30 o OG9, in quanto gli impianti di produzione e gestione elettrica non costituiscono finiture o opere accessorie assorbibili all'interno di un'opera edilizia generale.

L'eventuale omissione delle categorie OS30 o OG9 nel bando può essere presa in considerazione solo se tali lavorazioni non costituiscono oggetto principale, non superano il 10% dell'importo complessivo e non sono funzionalmente autonome. In tal caso, il PFTE dovrà riportare una motivazione esplicita, fondata su un'analisi dell'incidenza economica e della natura integrata dell'impianto rispetto all'intervento edilizio complessivo.

Ai sensi dell'**art. 100, comma 4 del D. Lgs. 36/2023**, l'obbligo di possesso dell'attestazione di qualificazione SOA si applica **esclusivamente agli appalti di lavori di importo pari o superiore a 150.000 euro**. Pertanto, in caso di importo inferiore a tale soglia, **le categorie SOA riportate nella presente scheda non costituiscono requisito di partecipazione**, ma hanno unicamente **valore descrittivo e orientativo**, volto a classificare tecnicamente le lavorazioni previste.

B  
O  
V  
E  
R  
T  
A

## 4.7 SOSTITUZIONE DI IMPIANTI DI CLIMATIZZAZIONE INVERNALE

Il modulo “SOSTITUZIONE DI IMPIANTI DI CLIMATIZZAZIONE INVERNALE” si applica agli interventi di riqualificazione impiantistica finalizzati alla rimozione di sistemi obsoleti e alla loro sostituzione con soluzioni ad alta efficienza energetica, in grado di garantire prestazioni migliorative in termini di rendimento termico, consumo elettrico, integrazione con impianti esistenti e compatibilità con le fonti rinnovabili. La sostituzione può riguardare generatori di calore alimentati da combustibili fossili, impianti a bassa efficienza o a elevato grado di dispersione, ed è orientata all'introduzione di sistemi basati su pompe di calore elettriche, a gas ad alta efficienza o su altri dispositivi in grado di assicurare un miglioramento misurabile della performance energetica dell'edificio.

La progettazione a livello di PFTE deve tenere conto sia delle condizioni esistenti che dei vincoli strutturali, normativi e funzionali, al fine di garantire la fattibilità tecnica dell'intervento. In particolare, l'integrazione dell'impianto di climatizzazione con altri sottosistemi energetici (fotovoltaico, accumulo, *building automation*) costituisce un requisito strategico per l'efficienza complessiva del sistema edificio-impianto.

Gli elaborati minimi da produrre devono distinguere chiaramente tra stato di fatto e stato di progetto, documentando le condizioni iniziali, le prestazioni attese e le modifiche previste.

Elaborati minimi richiesti:

- **Planimetrie e schemi dello stato di fatto:** localizzazione dei generatori esistenti, dei terminali di emissione (radiatori, ventilconvettori, pannelli radianti), delle reti di distribuzione e degli organi di regolazione – scala 1:50 / 1:100;
- **Planimetrie di progetto:** rappresentazione delle nuove macchine termiche, delle modifiche alle reti, delle centraline di controllo, degli spazi tecnici interessati – scala 1:50 / 1:100;
- **Schemi funzionali e diagrammi di principio:** illustrazione delle logiche di funzionamento del nuovo sistema, dell'integrazione con impianti ausiliari e della sequenza di attivazione dei componenti – scala 1:100;
- **Dettagli costruttivi:** soluzioni di montaggio delle nuove macchine, predisposizioni impiantistiche, opere murarie connesse, passaggi a parete o soffitto – scala 1:20 / 1:50;
- **Schemi elettrici e idraulici:** connessioni dei nuovi dispositivi, interfacciamento con i quadri esistenti e con eventuali sistemi di regolazione centralizzata – scala 1:50 / 1:100;
- **Schede tecniche:** generatori, pompe di calore, centraline di controllo, regolatori, scambiatori, dispositivi di sicurezza, valvole, accumuli termici.

Il numero e il livello di dettaglio degli elaborati vanno commisurati alla complessità dell'intervento e alla varietà dei sottosistemi coinvolti.

### 4.7.1 PFTE - Analisi dello stato di fatto

La fase di analisi dello stato di fatto è finalizzata a verificare l'effettiva configurazione dell'impianto di climatizzazione invernale esistente, individuandone le criticità, le condizioni di funzionamento, l'efficienza energetica e la possibilità di riconversione o sostituzione. L'analisi deve tenere conto sia degli aspetti impiantistici (tipo di generatore, schema di distribuzione, tipologia di terminali), sia delle caratteristiche architettoniche e strutturali che possono influire sull'intervento (accessibilità, volumetrie, vincoli edilizi). I dati raccolti costituiscono la base per il dimensionamento tecnico, la verifica dei carichi termici e la valutazione delle condizioni operative.

#### 4.7.1.1 Rilievo e documentazione tecnica

Il progettista deve effettuare un rilievo tecnico approfondito dell'intero impianto di climatizzazione invernale esistente, con lo scopo di definire con precisione la configurazione impiantistica, lo stato di manutenzione, le modalità di funzionamento e la compatibilità con nuove tecnologie.

- Individuazione della tipologia di generatore (caldaie tradizionali, a condensazione, pompe di calore, sistemi ibridi), della potenza nominale e del rendimento dichiarato;
- Mappatura dei terminali di emissione e delle zone servite, con identificazione di eventuali squilibri nella distribuzione o anomalie nel comfort;

- Rilevazione delle reti di distribuzione, materiali, isolamento, presenza di valvole di zona e dispositivi di regolazione;
- Verifica dell'ubicazione dei componenti principali: centrale termica, quadri di comando, locali tecnici, punti di accesso e vincoli architettonici;
- Rilevazione fotografica delle componenti principali e delle connessioni significative.

#### 4.7.1.2 *Rappresentazione grafica dello stato di fatto*

Le risultanze del rilievo devono essere tradotte in elaborati grafici in scala adeguata, in grado di rappresentare con precisione la configurazione e l'articolazione del sistema impiantistico esistente.

- Planimetrie tecniche con localizzazione delle apparecchiature, dei collettori, delle tubazioni principali e dei terminali di emissione;
- Schemi funzionali dello stato di fatto (es. circuito chiuso con caldaia, anello di distribuzione, eventuali accumuli o integrazioni con solare termico);
- Sezioni impiantistiche significative, dove utile alla comprensione delle interazioni con l'involucro edilizio e gli altri impianti.

#### 4.7.1.3 *Parametri tecnici ed energetici ante operam*

I dati energetici dell'impianto esistente devono essere raccolti, analizzati e sintetizzati in funzione del futuro dimensionamento e della valutazione di impatto dell'intervento.

- Consumi di combustibile (metano, gasolio, GPL) o energia elettrica negli ultimi 2-3 anni, corretti per le condizioni climatiche locali (gradi giorno);
- Rendimento medio stagionale stimato del sistema e livelli di comfort dichiarati o misurati;
- Redazione dell'Attestato di Prestazione Energetica (APE) *ante operam*, qualora non già disponibile. L'APE deve essere redatto secondo i criteri standard vigenti e costituire la base di riferimento per la misurazione del miglioramento energetico;
- Profili orari e giornalieri di utilizzo del sistema;
- Eventuali anomalie riscontrate: disomogeneità termiche, mancata regolazione, ritardi di risposta, cicli di accensione/spegnimento erratici.

#### 4.7.1.4 *Confluenza dei dati negli elaborati descrittivi*

Le informazioni raccolte durante il sopralluogo devono essere trasferite nei documenti del PFTE, garantendo coerenza tra parte descrittiva e parte grafica.

- I dati tecnici e le valutazioni energetiche devono confluire nella **Relazione tecnica specialistica**, che riporterà lo schema dell'impianto esistente, i dati prestazionali misurati o stimati e le criticità rilevate;
- Le tavole grafiche dello stato di fatto devono essere allineate con le descrizioni testuali e con le fotografie raccolte;
- La **documentazione fotografica** deve essere allegata alla **Relazione generale illustrativa**, con didascalie tecniche e indicazione dei punti di ripresa.

L'accuratezza di questa fase determina la qualità e la robustezza dell'intervento proposto, fornendo al progettista e all'Amministrazione un quadro affidabile delle reali condizioni dell'impianto da sostituire. La trasparenza e la tracciabilità dei dati rappresentano una condizione essenziale per il confronto tra stato di fatto e stato di progetto, sia in fase di valutazione tecnico-economica che di controllo in sede esecutiva.

### 4.7.2 *PFTE - Contenuti progettuali e specifiche tecniche dell'intervento*

La sostituzione degli impianti di climatizzazione invernale richiede un inquadramento tecnico completo delle soluzioni proposte, con una chiara esposizione delle logiche di funzionamento, del dimensionamento termico, dell'efficienza energetica e della compatibilità con gli impianti esistenti o con altri interventi previsti. La documentazione del PFTE deve essere strutturata in modo tale da consentire una lettura integrata e verificabile delle condizioni di partenza, delle tecnologie impiegate e dei risultati attesi.

Nel caso di sostituzione di generatori alimentati da fonti fossili, l'obiettivo è la transizione verso soluzioni più efficienti e compatibili con le strategie di decarbonizzazione, come pompe di calore elettriche, generatori a condensazione evoluti, sistemi ibridi o altre configurazioni a basso impatto ambientale. La coerenza tra i consumi rilevati, le esigenze termiche

dell'edificio e la potenza installata deve essere dimostrata attraverso simulazioni, bilanci energetici e valutazioni di efficienza stagionale.

#### 4.7.2.1 Relazione tecnica specialistica

La relazione specialistica deve illustrare in maniera dettagliata la configurazione impiantistica proposta, motivando le scelte tecnologiche ed evidenziando gli effetti previsti in termini di miglioramento delle prestazioni energetiche, sicurezza, continuità di servizio e semplificazione gestionale.

Essa deve includere:

- Descrizione del nuovo generatore: tipologia, potenza utile, rendimento dichiarato, modalità di regolazione (modulante, inverter, ecc.);
- Specifica del sistema di emissione e distribuzione: compatibilità tra terminali esistenti e generatore previsto, necessità di adeguamenti o sostituzioni, bilanciamento idraulico;
- Simulazione del comportamento stagionale: fabbisogni termici coperti, rendimento medio previsto, consumo elettrico o di combustibile stimato, confronto con lo stato di fatto;
- Attestato di Prestazione Energetica (APE) previsionale post-intervento sulla base della nuova configurazione impiantistica;
- Valutazione comparativa tra APE *ante* e *post*, con analisi dei principali indicatori: classe energetica, energia primaria non rinnovabile, energia utile, emissioni associate;
- Verifica del raggiungimento del miglioramento minimo del 30% del fabbisogno energetico, come previsto dal decreto attuativo M7 I 17, tramite confronto numerico tra le prestazioni ante e post-intervento.

La relazione deve integrare, in forma coerente, i riferimenti agli elaborati grafici, agli schemi funzionali e agli allegati tecnici (schede dei generatori, dispositivi di regolazione, pompe, valvole, ecc.), nonché alle simulazioni energetiche condotte.

#### 4.7.2.2 Elaborati grafici di progetto

Gli elaborati grafici devono fornire una rappresentazione dettagliata della nuova configurazione impiantistica, con evidenza delle modifiche rispetto allo stato di fatto. Ogni tavola deve essere chiara, leggibile e coerente con le scelte tecniche descritte nella relazione specialistica.

Elaborati richiesti:

- **Planimetrie di progetto:** localizzazione dei nuovi generatori, delle reti di distribuzione, dei collettori, dei terminali di emissione (ove sostituiti), delle nuove linee elettriche o delle modifiche a quelle esistenti – scala 1:50 / 1:100;
- **Sezioni e particolari costruttivi:** rappresentazione del posizionamento delle macchine, passaggi murari, staffaggi, allacci, coibentazioni, collegamenti con altri impianti – scala 1:20 / 1:50;
- **Schemi funzionali:** diagrammi di principio dell'intero sistema (generatore, serbatoio inerziale, pompe, valvole, collettori, impianti terminali);
- **Schemi idraulici ed elettrici:** configurazione dei circuiti, logica di controllo, dispositivi di sicurezza, elementi di misura e regolazione – scala 1:50 / 1:100.

Tutte le tavole devono riportare codifiche univoche, riferimenti incrociati ai componenti elencati nel computo metrico e note esplicative per la posa in opera.

#### 4.7.2.3 Capitolato Speciale d'Appalto

Il Capitolato Speciale d'Appalto, da redigere già in sede di PFTE nei casi di appalto integrato, rappresenta uno strumento essenziale per definire le condizioni tecniche, prestazionali e operative che dovranno essere rispettate nella successiva fase esecutiva. Esso deve fornire al progettista esecutivo e all'impresa incaricata un quadro di riferimento preciso per la realizzazione dell'intervento.

Contenuti minimi richiesti:

- Specifiche tecniche dei generatori di calore: potenza utile, rendimento minimo garantito, range di modulazione, emissioni, tipo di combustibile o alimentazione elettrica, classe energetica, conformità alle norme di riferimento;
- Prescrizioni per i sistemi di distribuzione e di emissione: materiali, diametri minimi, isolamento termico, compatibilità tra i terminali esistenti e il nuovo generatore (es. verifica della temperatura di mandata/ritorno), eventuali sistemi di compensazione;

- Modalità di collegamento idraulico ed elettrico: indicazioni su tubazioni, pompe di circolazione, valvole miscelatrici, sensori, collegamenti ai quadri elettrici esistenti o nuovi;
- Disposizioni relative alla regolazione: specifiche per centraline climatiche, termostati ambiente, valvole termostatiche, dispositivi di telegestione;
- Criteri di posa in opera e sicurezza: accessibilità delle macchine, distanze minime, ventilazione dei locali tecnici, dispositivi di protezione individuale, modalità di collegamento degli scarichi di condensa, prescrizioni per l'installazione in ambienti abitati o scolastici;
- Requisiti per il collaudo tecnico e funzionale: prove di accensione, verifica delle curve di temperatura, misurazione delle portate, rilievi termo-fluidodinamici, strumenti di misura ammessi;
- Gestione dei materiali dismessi: modalità di rimozione, recupero o smaltimento dei generatori e dei componenti rimossi, in conformità alla normativa ambientale e ai CAM;
- **Requisiti di ammissibilità al DM:** devono essere indicati tutti i requisiti di ammissibilità previsti al paragrafo 5 dell'allegato 3: "Requisiti minimi interventi di efficienza energetica".

Il Capitolato deve contenere anche indicazioni di massima sui tempi di esecuzione, sulla formazione dell'utenza, e su eventuali vincoli di intervento legati alla presenza di occupanti durante i lavori.

#### 4.7.2.4 *Computo metrico estimativo*

Il computo metrico deve descrivere in modo puntuale tutte le forniture e le lavorazioni previste. Le voci devono essere coerenti con i contenuti del capitolato e con le tavole progettuali.

Contenuti da includere:

- Fornitura e posa in opera del nuovo generatore di calore, con indicazione del tipo, della potenza, del rendimento e della quantità;
- Dispositivi di regolazione: centraline climatiche, valvole di zona, sonde esterne, termostati, interfacce utente;
- Opere idrauliche e accessorie: nuove tubazioni, giunzioni, coibentazioni, dismissione o adeguamento delle esistenti, collettori e separatori;
- Opere elettriche: cablaggi, quadri di comando, dispositivi di protezione, canalizzazioni;
- Dispositivi di sicurezza: valvole di sfogo, pressostati, vasi di espansione, scarichi di condensa;
- Smontaggio e smaltimento del generatore esistente e dei materiali associati;
- Eventuali opere murarie o di adattamento edilizio.

Tutte le voci devono riportare l'unità di misura, la quantità stimata, il prezzo unitario, il prezzo totale e il riferimento funzionale (fase/elemento impiantistico).

#### 4.7.2.5 *Piano di manutenzione*

Il piano di manutenzione deve indicare con chiarezza gli interventi periodici necessari per garantire il mantenimento delle prestazioni energetiche e la sicurezza dell'impianto.

Contenuti da prevedere:

- Manutenzione ordinaria: periodicità degli interventi (annuali o semestrali), verifica dei parametri di funzionamento, controllo delle pressioni, controllo dei dispositivi di sicurezza, pulizia dei filtri e degli scambiatori;
- Manutenzione straordinaria: indicazioni sui componenti soggetti a usura o con ciclo di vita determinato, come valvole, pompe, schede elettroniche;
- Controlli regolatori: aggiornamento software delle centraline di controllo, verifica della precisione delle sonde e degli algoritmi di regolazione;
- Registro degli interventi: obbligo di registrazione su libretto di impianto, o piattaforma digitale, delle operazioni effettuate, delle anomalie riscontrate e degli interventi correttivi;
- Coordinamento con la gestione dell'edificio: istruzioni per l'utente, modalità di accesso alle centraline, eventuali sistemi di monitoraggio da remoto.

Il piano deve essere coerente con le previsioni di durabilità e con i livelli di carico previsti per l'impianto, garantendo la tracciabilità degli interventi e la conformità alle normative in materia di efficienza energetica e sicurezza.

#### 4.7.3 *Quadro metodologico e checklist operativa*

La sostituzione di un impianto di climatizzazione invernale richiede un approccio metodologico fondato su rilievi tecnici precisi, coerenza documentale tra le parti grafiche e descrittive, e capacità di previsione delle prestazioni energetiche

future. L'intervento impatta direttamente sulla sicurezza, sull'efficienza e sul comfort termico dell'edificio, e per questo motivo la qualità della documentazione di progetto deve rispecchiare il livello di responsabilità tecnica richiesto.

Il PFTE deve rappresentare una sintesi strutturata delle condizioni esistenti, delle scelte progettuali effettuate e dei risultati attesi, offrendo una visione integrata e verificabile delle prestazioni energetiche pre e post-intervento. La metodologia adottata deve garantire che tutte le informazioni siano tracciabili, confrontabili e orientate alla futura esecuzione dell'intervento.

### **APPROCCIO ALLA RACCOLTA DEI DATI E VERIFICA DELLO STATO IMPIANTISTICO**

L'accuratezza delle scelte progettuali dipende in larga misura dalla qualità del rilievo condotto nella fase iniziale. In particolare:

- Devono essere rilevati con precisione tutti i componenti dell'impianto esistente, la loro ubicazione, le caratteristiche di funzionamento e lo stato manutentivo;
- È necessario acquisire i dati storici dei consumi (elettrici o di combustibile), le logiche di regolazione e le condizioni di comfort effettivo;
- In mancanza di un APE, è obbligatorio che il progettista del PFTE rediga un APE *ante operam* che documenti il quadro energetico iniziale dell'edificio;
- La coerenza dei dati raccolti deve essere verificata attraverso confronti incrociati tra i documenti disponibili (bollette, schede tecniche, rilievi sul campo, elaborati grafici).

### **COERENZA DOCUMENTALE E LEGGIBILITÀ PROGETTUALE**

Per garantire la validità del PFTE, tutti gli elaborati devono essere redatti secondo un linguaggio tecnico univoco, evitando discrepanze tra le diverse sezioni della documentazione.

- Le planimetrie e gli schemi devono essere coerenti con i contenuti della relazione tecnica e del capitolato;
- Il computo metrico deve riprendere in modo fedele le quantità e le voci presenti negli elaborati grafici e nella descrizione degli impianti;
- Ogni componente (generatore, pompa, valvola, regolatore) deve essere tracciabile all'interno dei documenti;
- Gli APE *ante* e *post* devono fare riferimento agli stessi confini energetici e condizioni operative, per garantire la confrontabilità dei risultati.

### **VERIFICA DEL MIGLIORAMENTO ENERGETICO E SUPPORTO ALLA FASE ESECUTIVA**

Il decreto attuativo M7 I 17 impone il conseguimento di un miglioramento dell'efficienza energetica non inferiore al 30% rispetto allo stato di fatto. Tale condizione deve essere verificata e documentata già in fase di PFTE.

- La valutazione comparativa tra i due scenari deve essere espressa sia in forma numerica (es. energia primaria, classe energetica), sia in forma tabellare sintetica;
- Il PFTE deve già contenere prescrizioni tecniche utilizzabili nella successiva fase esecutiva, come ad esempio indicazioni su rendimenti minimi, curve di carico, modalità di installazione e collaudo;
- Le informazioni devono essere sufficientemente dettagliate da consentire la redazione del progetto esecutivo senza necessità di interpretazioni aggiuntive.

### **CHECKLIST OPERATIVA**

La seguente tabella supporta il progettista nel controllo sistematico della documentazione prodotta. Ogni riga rappresenta un elemento essenziale che deve essere verificato prima della conclusione del PFTE.

Voce da verificare	Presente nel PFTE?	Riferimento all'elaborato
Rilevazione completa dello stato impiantistico esistente e della sua configurazione tecnica	<input type="checkbox"/>	Relazione tecnica specialistica, planimetrie
Disponibilità di dati storici sui consumi e verifica del loro utilizzo nella simulazione	<input type="checkbox"/>	Relazione tecnica specialistica
Documentazione fotografica dello stato impiantistico esistente con riferimenti descrittivi	<input type="checkbox"/>	Relazione generale illustrativa
Redazione dell'APE <i>ante operam</i> da parte del progettista (se assente)	<input type="checkbox"/>	Relazione tecnica specialistica
Elaborazione dell'APE post-intervento e confronto con lo stato iniziale	<input type="checkbox"/>	Relazione tecnica specialistica
Dimostrazione del miglioramento energetico $\geq 30\%$ secondo quanto previsto dal decreto M7 l 17	<input type="checkbox"/>	Relazione tecnica specialistica, simulazioni
Coerenza tra elaborati grafici, relazione tecnica e computo metrico estimativo	<input type="checkbox"/>	Elaborati grafici, computo, relazione specialistica
Prescrizioni tecniche per l'installazione, regolazione e collaudo del nuovo sistema	<input type="checkbox"/>	Capitolato Speciale d'Appalto
Indicazioni operative già utilizzabili nella futura progettazione esecutiva	<input type="checkbox"/>	Capitolato, Relazione tecnica specialistica
Piano di manutenzione con riferimenti a frequenze, operazioni previste e competenze richieste	<input type="checkbox"/>	Piano di manutenzione

#### 4.7.4 Categorie SOA

La tabella seguente presenta una classificazione tecnica delle principali configurazioni relative alla sostituzione di impianti di climatizzazione invernale, con riferimento alle categorie di qualificazione previste dal D. Lgs. 36/2023 (Allegato II.12) e alle norme sulla subappaltabilità di cui all'art. 119.

La prima riga descrive l'intervento in termini generali, ovvero la sostituzione di un generatore termico tradizionale con un sistema a pompa di calore destinato al riscaldamento. Le righe successive dettagliano soluzioni impiantistiche più articolate, come l'inserimento di sistemi ad alta potenza, configurazioni ibride o l'integrazione con impianti elettrici e fotovoltaici preesistenti, che comportano l'applicazione di categorie aggiuntive.

Nei casi in cui siano coinvolte più categorie simultaneamente (ad esempio OS28 + OS30), è compito del progettista, in fase di predisposizione del PFTE, effettuare una valutazione precisa dell'incidenza economica e della funzionalità autonoma delle lavorazioni, al fine di individuare correttamente la categoria prevalente da richiedere in sede di gara.

Tipologia di intervento	CATEGORIE (D. Lgs. 36/2023 Allegato II.12, TABELLE A e B)	Subappaltabilità (D. Lgs. 36/2023, art. 119)	Descrizione
Sostituzione di generatori di calore individuali o centralizzati con pompe di calore elettriche per il solo riscaldamento invernale	OS28	Il subappalto è ammesso nei limiti dell'art. 119, comma 1: la categoria è unica e quindi prevalente. L'appaltatore non può affidare a terzi la maggior parte delle lavorazioni riferite a tale categoria.	L'intervento riguarda la sostituzione di generatori con pompe di calore aria-acqua o aria-aria, destinate al riscaldamento e collegate a impianti radianti o a ventilconvettori esistenti.
Sostituzione di impianto termico centralizzato con nuovo sistema a pompa di calore, comprensivo di sistema di contabilizzazione >200 kW	OS28	Il subappalto è ammesso nei limiti dell'art. 119, comma 1: la categoria è unica e quindi prevalente. L'appaltatore non può affidare a terzi la maggior parte delle lavorazioni riferite a tale categoria.	Intervento in ambito condominiale o ERP, con installazione di centrale termica a pompa di calore ad alta potenza e contabilizzazione del calore per singole utenze.
Sostituzione di impianti termici esistenti con sistemi ibridi (pompa di calore + caldaia a condensazione)	OS28	Il subappalto è ammesso nei limiti dell'art. 119, comma 1: la categoria è unica e quindi prevalente. L'appaltatore non può affidare a terzi la maggior parte delle lavorazioni riferite a tale categoria.	Si tratta di impianti ibridi per il riscaldamento invernale con doppio generatore, automatizzati per passaggio da una fonte all'altra in base al rendimento stagionale.
Sostituzione di impianti con pompe di calore elettriche connessi a impianti fotovoltaici esistenti	OS28 + OS30	Il subappalto è ammesso. In presenza di più categorie, non è consentito affidare a terzi la maggior parte delle lavorazioni riferite alla categoria prevalente, ai sensi dell'art. 119, comma 1 del D. Lgs. 36/2023. Le lavorazioni appartenenti a categorie non prevalenti possono essere subappaltate integralmente, fermo restando il rispetto dei requisiti di qualificazione.	L'intervento prevede l'integrazione tra l'impianto termico e l'impianto elettrico esistente, con sistema di gestione automatica dei consumi e predisposizione alla regolazione intelligente.

Nota tecnica per l'inquadramento della categoria OG1 rispetto alla OS28 e OS30

Gli interventi di **sostituzione di impianti di climatizzazione invernale** sono classificati nella categoria **OS28**, mentre eventuali integrazioni con sistemi elettrici e di controllo rientrano nella **OS30**, come previsto dall'Allegato II.12 del D. Lgs. 36/2023.

Trattandosi di impianti tecnologici autonomi e funzionalmente distinti dalle lavorazioni edili, non è possibile assorbirli nella categoria OG1, neppure in presenza di opere accessorie quali cavedi, coibentazioni o finiture.

La qualificazione in OS28 (e OS30, se presente) deve pertanto essere richiesta ogniqualvolta l'intervento impiantistico rappresenti l'oggetto principale o una componente tecnicamente rilevante dell'appalto.

Solo nel caso in cui tali lavorazioni siano marginali, non autonome, e con incidenza inferiore al 10% dell'importo complessivo dei lavori, può essere valutata la non obbligatorietà della qualificazione specialistica, con motivazione esplicita nel PFTE, basata su un'analisi del quadro economico e funzionale dell'intervento.

Ai sensi dell'**art. 100, comma 4 del D. Lgs. 36/2023**, l'obbligo di possesso dell'attestazione di qualificazione SOA si applica **esclusivamente agli appalti di lavori di importo pari o superiore a 150.000 euro**. Pertanto, in caso di importo inferiore a tale soglia, **le categorie SOA riportate nella presente scheda non costituiscono requisito di partecipazione**, ma hanno unicamente **valore descrittivo e orientativo**, volto a classificare tecnicamente le lavorazioni previste.

## 4.8 INSTALLAZIONE DI IMPIANTI SOLARI TERMICI

Il modulo "INSTALLAZIONE DI IMPIANTI SOLARI TERMICI" si applica agli interventi volti alla produzione di energia termica da fonte solare per il riscaldamento dell'acqua sanitaria, il supporto al riscaldamento ambientale o altri usi tecnici (es. preriscaldamento impianti centralizzati, integrazione con pompe di calore). L'obiettivo è ridurre l'energia primaria non rinnovabile necessaria al funzionamento dell'edificio, incrementare la quota di copertura da fonte rinnovabile e diminuire le emissioni associate al ciclo energetico.

Nel contesto di edifici esistenti, l'installazione di un impianto solare termico richiede una valutazione approfondita della compatibilità tecnico-impiantistica e della capacità reale dell'edificio di valorizzare il contributo solare, anche in funzione dell'integrazione con impianti di accumulo termico o generatori ausiliari. Il sistema progettato deve essere dimensionato con attenzione, in relazione ai consumi effettivi, alla disponibilità di superficie captante e alla strategia di utilizzo dell'energia prodotta.

Il PFTE deve assicurare la tracciabilità delle scelte progettuali, la verifica del miglioramento energetico atteso e la coerenza documentale tra simulazioni, elaborati e relazioni. È inoltre fondamentale distinguere chiaramente tra gli elementi di rilievo dello stato di fatto e la configurazione del sistema di progetto.

Elaborati minimi richiesti:

- **Planimetrie dello stato di fatto:** localizzazione dei collettori solari preesistenti (se presenti), delle superfici disponibili all'installazione (coperture, facciate, pensiline), dei serbatoi di accumulo, delle centrali termiche e delle connessioni idrauliche – scala 1:50 / 1:100;
- **Planimetrie di progetto:** posizionamento dei nuovi collettori, percorsi delle tubazioni, collocazione dei serbatoi, pompe, scambiatori, valvole di non ritorno, miscelatori e dispositivi di controllo – scala 1:50 / 1:100;
- **Sezioni e particolari costruttivi:** staffaggi, zavorre, coibentazioni, interfaccia copertura-collettore, passaggi a muro e protezioni – scala 1:20 / 1:50;
- **Schemi funzionali e idraulici:** configurazione impiantistica complessiva, con distinzione tra primario solare, scambiatore, accumulo e utenze servite – scala 1:100;
- **Schema elettrico semplificato (se presente comando elettronico):** alimentazione del sistema di pompaggio, controllo temperatura, interfaccia utente;
- **Schede tecniche:** collettori solari (tipo, superficie utile, efficienza ottica, coefficiente di perdita, certificazioni Solar Keymark), serbatoi (capacità, isolamento), pompe, valvole, centraline di controllo.

Per ciascun elaborato, dovrà essere indicato chiaramente se si riferisce allo stato di fatto o al progetto. La **documentazione fotografica** relativa ai componenti esistenti e alle superfici utilizzabili deve essere allegata alla relazione generale illustrativa.

### 4.8.1 PFTE - Analisi dello stato di fatto

L'analisi dello stato di fatto è finalizzata a valutare le condizioni tecniche dell'edificio e degli impianti esistenti in relazione alla possibilità di installazione e integrazione di un sistema solare termico. Tale fase deve consentire al progettista di identificare eventuali vincoli fisici, carenze funzionali, potenzialità di integrazione con sistemi di accumulo o generatori esistenti e, dove opportuno, proporre soluzioni migliorative.

#### 4.8.1.1 Rilievo e documentazione tecnica

Il progettista deve effettuare un sopralluogo tecnico completo per rilevare le condizioni geometriche, strutturali e impiantistiche rilevanti. In particolare:

- Verifica dell'eventuale presenza di impianti solari termici già installati e loro stato di funzionamento;
- Rilevazione delle superfici disponibili: inclinazione e orientamento delle coperture, presenza di elementi d'ombra, accessibilità ai punti di installazione;
- Analisi del sistema di produzione di acqua calda sanitaria (ACS) esistente: tipologia di generatore, capacità del serbatoio, schema impiantistico e regolazione;
- Verifica della possibilità di installazione di accumuli termici aggiuntivi o sostitutivi, collegamento alla rete idraulica esistente, compatibilità con i quadri elettrici (se presenti comandi elettronici);

- Documentazione fotografica a supporto del rilievo: superfici di posa, centrale termica, eventuali impianti preesistenti.

Tali immagini devono essere **allegate alla relazione generale illustrativa**, corredate da didascalie tecniche esplicative.

#### 4.8.1.2 *Rappresentazione grafica dello stato di fatto*

Le informazioni rilevate devono essere tradotte in elaborati grafici completi:

- Planimetrie con indicazione delle aree potenzialmente utilizzabili e delle zone non idonee all'installazione;
- Sezioni utili a evidenziare le pendenze, gli ostacoli fisici e le modalità di fissaggio o integrazione architettonica;
- Schemi idraulici esistenti (anche semplificati), ove già presenti accumulatori, scambiatori o dispositivi di preriscaldamento.

#### 4.8.1.3 *Parametri tecnici ed energetici ante operam*

Per la quantificazione dei benefici energetici è indispensabile acquisire dati energetici oggettivi e certificati:

- Raccolta dei consumi annuali di energia termica per la produzione di ACS (e per il riscaldamento, se prevista l'integrazione solare);
- Valutazione della domanda termica utile dell'edificio in relazione alle stagioni di utilizzo e ai profili giornalieri di consumo;
- Redazione dell'Attestato di Prestazione Energetica (APE) *ante operam*, da parte del progettista del PFTE, nel caso in cui non sia disponibile un attestato aggiornato;
- Inserimento nel modello APE dei dati reali dell'edificio e delle configurazioni impiantistiche rilevate, con riferimento alla quota di copertura attuale da fonti rinnovabili;
- Tutti i dati raccolti devono costituire la base tecnica per la progettazione del sistema, in vista della verifica del miglioramento minimo richiesto.

### 4.8.2 *PFTE - Contenuti progettuali e specifiche tecniche dell'intervento*

La progettazione dell'impianto solare termico deve rispondere a criteri di efficienza, compatibilità architettonica e funzionale, sicurezza e semplicità di gestione. Il PFTE deve illustrare in modo chiaro la configurazione del sistema proposto, le motivazioni tecniche alla base delle scelte progettuali, le prestazioni attese in termini di copertura solare e di riduzione dei consumi di energia non rinnovabile. Particolare attenzione deve essere posta alla verifica della corretta integrazione tra il campo solare e i sistemi ausiliari di produzione di calore, nonché all'idoneità delle superfici disponibili per l'installazione dei collettori.

#### 4.8.2.1 *Relazione tecnica specialistica*

La relazione specialistica deve descrivere nel dettaglio il sistema proposto, evidenziandone le caratteristiche costruttive, energetiche e funzionali, con riferimento al fabbisogno termico dell'edificio e ai risultati ottenuti dalle simulazioni energetiche.

Contenuti minimi richiesti:

- Descrizione tecnica dell'impianto solare termico: tipologia di collettori, superficie captante installata, inclinazione, orientamento, struttura di supporto;
- Dimensionamento del campo solare in funzione della domanda di ACS e/o riscaldamento, calcolata in base ai dati storici, ai profili di utilizzo e al numero di occupanti;
- Descrizione del circuito primario e secondario: serbatoio di accumulo, scambiatore di calore, gruppi di pompaggio, miscelatori termostatici, valvole di sicurezza;
- Logica di integrazione con il generatore ausiliario (caldaia esistente o sostituita): priorità di funzionamento, soglie di intervento, regolazione automatica;
- Verifica della producibilità solare annua, in kWh termici, con indicazione della quota di copertura e dell'indice di prestazione solare (confronto tra energia utile prodotta ed energia richiesta);
- Elaborazione dell'Attestato di Prestazione Energetica (APE) previsionale post-intervento, sviluppato in coerenza con la configurazione impiantistica proposta e i risultati delle simulazioni;
- Valutazione comparativa tra APE *ante* e *post*, evidenziando la classe energetica, l'indice EP<sub>gl,nren</sub>, la copertura da fonti rinnovabili e gli indicatori emissivi;

- Verifica documentata del miglioramento minimo del 30% del fabbisogno energetico, in conformità con quanto previsto dal decreto attuativo M7 I 17.

La relazione deve includere inoltre le condizioni di esercizio, i dati ambientali di riferimento, la vita utile prevista dei componenti e un commento sulla durabilità e manutenibilità del sistema installato.

#### 4.8.2.2 *Elaborati grafici di progetto*

Gli elaborati grafici devono documentare con precisione la configurazione progettuale dell'impianto, evidenziando la relazione tra i componenti installati, le reti idrauliche ed elettriche esistenti, i vincoli architettonici e gli spazi tecnici coinvolti.

Documentazione richiesta:

- Planimetrie di progetto: layout dei collettori solari sulla copertura o su altra struttura, indicazione dell'inclinazione, orientamento, distanze minime tra pannelli e da ostacoli, localizzazione dei serbatoi e dei componenti principali – scala 1:50 / 1:100;
- Sezioni e particolari costruttivi: ancoraggi dei pannelli alla struttura portante, passaggi delle tubazioni, staffaggi, isolamento, interfacce con le murature – scala 1:20 / 1:50;
- Schemi funzionali: rappresentazione dei circuiti primario e secondario, connessione tra collettori, scambiatore e accumulo, integrazione con caldaia o altra fonte ausiliaria;
- Schemi idraulici ed elettrici (ove presente sistema di controllo): configurazione delle pompe, valvole, sonde e comandi, con descrizione del flusso energetico e dei dispositivi di regolazione – scala 1:100;
- Tabelle riepilogative: con codifica dei componenti e collegamento tra disegni, schede tecniche e computo metrico.

Tutti gli elaborati devono essere coerenti con le descrizioni fornite nella relazione tecnica e con i quantitativi presenti nel computo.

#### 4.8.2.3 *Capitolato Speciale d'Appalto*

Il Capitolato Speciale d'Appalto, da redigere già nella fase di PFTE in caso di appalto integrato, deve contenere tutte le indicazioni tecniche, prescrittive e operative necessarie a garantire la corretta installazione, integrazione e gestione del sistema solare termico. Il documento deve essere formulato con linguaggio tecnico rigoroso e chiaro, in modo da risultare immediatamente utilizzabile nella fase esecutiva.

Contenuti minimi richiesti:

- Specifiche tecniche dei collettori solari: tipologia (piani vetrati, sottovuoto, non vetrati), superficie assorbente, efficienza ottica, coefficienti di perdita, resistenza agli agenti atmosferici;
- Serbatoi di accumulo: capacità nominale, caratteristiche dell'isolamento, numero di serpentine o scambiatori, resistenza alla pressione, materiali interni ed esterni, posizione di installazione (interna o esterna);
- Componenti idraulici: gruppi di pompaggio, valvole di ritegno, miscelatori termostatici, sonde di temperatura, regolatori differenziali, dispositivi di sicurezza (valvole di sovrappressione, vasi di espansione, scarichi);
- Disposizioni per la posa in opera: staffaggi e fissaggi certificati, sistemi di ancoraggio al supporto, sigillature e protezioni contro infiltrazioni, passaggi impiantistici a parete o a tetto;
- Protezione contro il gelo e la stagnazione: liquido antigelo, sistemi di scarico termico, comandi di sicurezza;
- Collegamento con il generatore ausiliario: modalità di connessione idraulica, logica di regolazione, compatibilità con centraline esistenti o da sostituire;
- Criteri per il collaudo funzionale: verifica della tenuta del circuito, test di portata e pressione, controllo del corretto avvio della pompa, lettura delle temperature e dei tempi di risposta;
- Gestione dei materiali dismessi: corretto smaltimento di eventuali serbatoi obsoleti, coibentazioni deteriorate o componenti rimosse, nel rispetto dei CAM e delle normative ambientali;
- **Requisiti di ammissibilità al DM:** devono essere indicati tutti i requisiti di ammissibilità previsti al paragrafo 6 dell'allegato 3: "Requisiti minimi interventi di efficienza energetica".

Il capitolato deve richiamare le principali norme tecniche (UNI, ISO, CEI, DM Requisiti Minimi, CAM) e prevedere anche prescrizioni per la futura manutenzione, la formazione dell'utenza e la gestione in sicurezza del sistema.

#### 4.8.2.4 *Computo metrico estimativo*

Il computo deve descrivere in modo dettagliato tutte le forniture, le lavorazioni e gli oneri accessori associati all'installazione del sistema solare termico.

Contenuti richiesti:

- Fornitura e posa dei collettori solari: tipologia, superficie utile, quantità, supporti e ancoraggi;
- Serbatoi di accumulo: capacità, posizione (a basamento, verticale, murale), numero e tipo di scambiatori;
- Opere idrauliche: tubazioni in rame o multistrato, valvole, pompe, miscelatori, dispositivi di sicurezza, isolamento;
- Eventuali opere elettriche: alimentazione centraline, cablaggi per sonde di temperatura, collegamenti a inverter o BMS;
- Lavorazioni di supporto: fissaggi in copertura, protezioni per le tubazioni, forature, passaggi a muro, sigillature;
- Rimozione di eventuali impianti obsoleti o parzialmente funzionanti;
- Costi di manodopera e sicurezza, prove funzionali e collaudo.

Ogni voce deve essere corredata di quantità, prezzo unitario, descrizione tecnica e riferimento funzionale all'impianto rappresentato.

#### 4.8.2.5 Piano di manutenzione

Il piano di manutenzione, già in fase di PFTE, deve stabilire le condizioni per il corretto funzionamento e la durabilità del sistema, con riferimento ai componenti critici, alle operazioni ricorrenti e alle responsabilità degli operatori.

Contenuti richiesti:

- Manutenzione ordinaria: verifica annuale dell'impianto, controllo del livello del fluido termovettore, pulizia dei filtri, verifica della pompa, controllo delle tenute e delle temperature minime di esercizio;
- Manutenzione straordinaria: sostituzione dei liquidi antigelo (ogni 4–5 anni), sostituzione di valvole e dispositivi di sicurezza, calibrazione delle sonde;
- Prescrizioni per ambienti con basse temperature: indicazioni su protezione antigelo, coibentazioni speciali, controlli preventivi stagionali;
- Controllo delle prestazioni: confronto tra energia solare attesa ed energia effettivamente prodotta, verifica tramite lettura dei dati da centralina (ove presente), report annuale;
- Documentazione delle operazioni: tenuta del registro degli interventi, indicazione degli esiti, aggiornamento delle istruzioni d'uso e dei riferimenti tecnici.

Il piano deve inoltre specificare le competenze richieste per l'effettuazione delle operazioni (es. tecnico termoidraulico certificato) e le modalità di coordinamento con l'eventuale manutenzione degli altri impianti termici presenti.

#### 4.8.3 Quadro metodologico e checklist operativa

L'installazione di impianti solari termici richiede un'impostazione metodologica che consenta di dimostrare la coerenza tra i dati raccolti nello stato di fatto, le scelte progettuali effettuate e i risultati energetici previsti. Poiché si tratta di un intervento che modifica la struttura energetica dell'edificio, con l'inserimento di un sistema a fonte rinnovabile, il PFTE deve assicurare la tracciabilità delle prestazioni, la riproducibilità dei calcoli e la completezza della documentazione a supporto.

La qualità della progettazione di fattibilità è strettamente legata alla correttezza dei dati di input (geometrici, climatici, impiantistici) e alla capacità di descrivere in modo strutturato l'interazione tra collettori, serbatoio, utenze e impianti esistenti. Il sistema proposto deve essere compatibile con le esigenze di consumo e con i vincoli architettonici, assicurando al tempo stesso benefici misurabili, durevoli e mantenibili.

#### RILIEVO TECNICO E CONDIZIONI DI PARTENZA

Il rilievo iniziale deve documentare le caratteristiche geometriche, impiantistiche e funzionali dell'edificio e degli impianti termici esistenti, tenendo conto della possibile presenza di collettori preinstallati o di sistemi obsoleti da dismettere.

- Le superfici disponibili per l'installazione devono essere misurate, documentate fotograficamente e valutate in funzione dell'orientamento, inclinazione, ombreggiamento e accessibilità;
- Le informazioni devono essere raccolte attraverso sopralluoghi tecnici e verificate con elaborati grafici aggiornati, rilievi accurati e strumenti di simulazione;
- Le immagini raccolte devono essere incluse nella documentazione, a supporto della descrizione dello stato di fatto, e allegate alla relazione generale illustrativa, con didascalie tecniche.

#### TRACCIABILITÀ DOCUMENTALE E COERENZA TRA RELAZIONI E DISEGNI

I documenti tecnici devono essere redatti in modo da garantire continuità e corrispondenza tra le parti descrittive e grafiche del PFTE. L'obiettivo è fornire un quadro chiaro e completo per la futura progettazione esecutiva e per la fase di affidamento.

- Le scelte tecniche espresse nella relazione specialistica devono essere rappresentate nei disegni e riportate coerentemente nel computo metrico;
- I componenti devono essere identificabili nei disegni, nei computi e nel capitolato, con codifiche univoche;
- I dati tecnici riportati devono derivare da simulazioni e calcoli basati su condizioni realistiche di utilizzo dell'impianto, evitando sovradimensionamenti o sottostime.

### VERIFICA DELLE PRESTAZIONI ENERGETICHE E DEI REQUISITI MINIMI

Il PFTE deve includere una valutazione energetica in grado di quantificare i benefici dell'intervento proposto, sia in termini di copertura da fonte rinnovabile che di riduzione dell'energia primaria non rinnovabile. Tale valutazione deve essere coerente con gli APE redatti per l'edificio e con le simulazioni previsionali.

- Deve essere redatto l'APE *ante operam* se non già disponibile, in modo da fornire una base documentale verificabile dello stato energetico attuale;
- Deve essere prodotto un APE previsionale post-intervento, che descriva le prestazioni attese in condizioni standard;
- Il confronto tra APE *ante* e *post* deve essere condotto con criteri omogenei, includendo parametri quali la classe energetica, l'indice di prestazione globale, la quota rinnovabile e le emissioni;
- La progettazione deve dimostrare il raggiungimento del miglioramento minimo del 30% del fabbisogno energetico previsto dal decreto attuativo M7 I 17, utilizzando dati confrontabili e derivanti da modelli validati.

### CHECKLIST OPERATIVA

La seguente tabella supporta il progettista nel controllo sistematico della documentazione prodotta. Ogni riga rappresenta un elemento essenziale che deve essere verificato prima della conclusione del PFTE.

Voce da verificare	Presente nel PFTE?	Riferimento all'elaborato
Rilievo tecnico delle superfici e dei vincoli fisici all'installazione	<input type="checkbox"/>	Relazione tecnica specialistica, planimetrie
Rilevazione dei dati impiantistici e della configurazione del sistema di produzione di ACS	<input type="checkbox"/>	Relazione tecnica specialistica
Documentazione fotografica dello stato di fatto allegata con descrizione tecnica	<input type="checkbox"/>	Relazione generale illustrativa
Redazione dell'APE <i>ante operam</i> da parte del progettista, ove non esistente	<input type="checkbox"/>	Relazione tecnica specialistica
APE previsionale post-intervento coerente con la configurazione proposta	<input type="checkbox"/>	Relazione tecnica specialistica
Verifica del miglioramento minimo del 30% rispetto allo stato attuale	<input type="checkbox"/>	Relazione tecnica specialistica, simulazioni
Coerenza tra disegni, computo metrico e schede tecniche dei componenti	<input type="checkbox"/>	Elaborati grafici, computo
Prescrizioni tecniche per posa, collegamenti, protezioni, integrazione con impianti ausiliari	<input type="checkbox"/>	Capitolato Speciale d'Appalto
Piano di manutenzione con descrizione delle operazioni previste e dei dispositivi da controllare	<input type="checkbox"/>	Piano di manutenzione

La qualità della progettazione di fattibilità per un impianto solare termico non si misura solo nella correttezza dei calcoli o nella completezza degli elaborati, ma nella capacità di definire un sistema coerente, razionale e tecnicamente replicabile.

La documentazione prodotta deve costituire una base solida per lo sviluppo della progettazione esecutiva e garantire, già in questa fase, che l'intervento soddisfi i requisiti minimi di miglioramento energetico e di compatibilità impiantistica.

BONZA

#### 4.8.4 Categorie SOA

La tabella seguente fornisce una sintesi tecnica delle principali configurazioni riconducibili all'installazione di impianti solari termici per la produzione di acqua calda sanitaria, il riscaldamento invernale o, nei casi più evoluti, per applicazioni di raffrescamento solare o alimentazione di reti termiche. Le lavorazioni sono inquadrare in funzione delle categorie di qualificazione previste dal D. Lgs. 36/2023 (Allegato II.12) e delle regole di subappaltabilità definite all'art. 119.

La prima riga si riferisce alla configurazione più semplice e diffusa, ovvero l'installazione su copertura esistente di un impianto solare destinato alla sola produzione di acqua calda sanitaria. Le righe successive analizzano varianti tecniche che prevedono integrazione con l'impianto termico esistente, funzionamento combinato o stagionale, e presenza di obblighi di contabilizzazione dell'energia per superfici superiori ai 100 m<sup>2</sup>.

In presenza di più configurazioni impiantistiche, tutte riconducibili alla categoria OS28, spetta al progettista, in sede di redazione del PFTE, verificare l'eventuale presenza di altre lavorazioni impiantistiche autonome e giustificare l'assenza o la necessità di ulteriori categorie, valutando in particolare l'incidenza economica di ciascun componente e la sua eventuale autonomia funzionale.

Tipologia di intervento	CATEGORIE (D. Lgs. 36/2023 Allegato II.12, TABELLE A e B)	Subappaltabilità (D. Lgs. 36/2023, art. 119)	Descrizione
Installazione di impianto solare termico per la sola produzione di acqua calda sanitaria, su copertura esistente	OS28	Il subappalto è ammesso nei limiti dell'art. 119, comma 1: la categoria è unica e quindi prevalente. L'appaltatore non può affidare a terzi la maggior parte delle lavorazioni riferite a tale categoria.	L'impianto comprende pannelli solari, boiler, pompe di circolazione, valvole e connessioni idrauliche per la sola produzione di acqua calda sanitaria in edifici residenziali o ERP.
Installazione di impianto solare termico integrato all'impianto di riscaldamento (solare combinato)	OS28	Il subappalto è ammesso nei limiti dell'art. 119, comma 1: la categoria è unica e quindi prevalente. L'appaltatore non può affidare a terzi la maggior parte delle lavorazioni riferite a tale categoria.	Oltre all'ACS, il sistema è collegato anche al circuito di riscaldamento (radiatori, pavimento radiante), con accumulo e centraline di regolazione.
Installazione di impianto solare termico con funzione di <i>solar cooling</i> (raffrescamento solare)	OS28	Il subappalto è ammesso nei limiti dell'art. 119, comma 1: la categoria è unica e quindi prevalente. L'appaltatore non può affidare a terzi la maggior parte delle lavorazioni riferite a tale categoria.	Il calore generato dai collettori solari alimenta un sistema ad assorbimento o adsorbimento per la produzione di acqua refrigerata destinata alla climatizzazione estiva.
Installazione di impianto solare termico >100 m <sup>2</sup> con contabilizzazione del calore	OS28	Il subappalto è ammesso nei limiti dell'art. 119, comma 1: la categoria è unica e quindi prevalente. L'appaltatore non può affidare a terzi la maggior parte delle lavorazioni riferite a tale categoria.	Impianti di grande superficie con obbligo di misurazione dell'energia termica prodotta e integrata nei sistemi condominiali. Categoria OS28 anche per impianti di medie-grandi dimensioni.

##### Nota tecnica per l'inquadramento della categoria OG1 rispetto alla OS28

Gli interventi di **installazione di impianti solari termici** – sia per la sola produzione di acqua calda sanitaria che per l'integrazione con sistemi di riscaldamento o raffrescamento – sono classificati nella categoria **OS28**, come previsto dall'Allegato II.12 del D. Lgs. 36/2023.

Si tratta infatti di impianti idraulici e termici dotati di componentistica specialistica (collettori, accumulatori, scambiatori, centraline), destinati a funzioni energetiche autonome rispetto all'involucro edilizio.

Di conseguenza, la categoria OG1 non è idonea a sostituire la qualificazione OS28, neppure nel caso di opere ausiliarie come basamenti, staffaggi o integrazioni con l'involucro. L'eventuale esclusione della categoria OS28 può essere valutata solo in presenza di un intervento edilizio complesso, in cui la componente impiantistica non sia prevalente, abbia incidenza economica marginale e non presenti autonomia funzionale. In tal caso, la scelta deve essere motivata nel PFTE, con esplicita valutazione delle percentuali economiche e del ruolo funzionale del sistema nel contesto dell'opera complessiva.

Ai sensi dell'**art. 100, comma 4 del D. Lgs. 36/2023**, l'obbligo di possesso dell'attestazione di qualificazione SOA si applica **esclusivamente agli appalti di lavori di importo pari o superiore a 150.000 euro**. Pertanto, in caso di importo inferiore a tale soglia, **le categorie SOA riportate nella presente scheda non costituiscono requisito di partecipazione**, ma hanno unicamente **valore descrittivo e orientativo**, volto a classificare tecnicamente le lavorazioni previste.

## 4.9 SOSTITUZIONE DI IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE CON ALLACCIO A SISTEMA DI TELERISCALDAMENTO

Il modulo “SOSTITUZIONE DI IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE CON ALLACCIO A SISTEMA DI TELERISCALDAMENTO” riguarda interventi che prevedono la dismissione parziale o completa di generatori autonomi o centralizzati esistenti e la loro sostituzione con un sistema di approvvigionamento termico tramite rete di teleriscaldamento. Tali interventi consentono di ridurre il consumo di combustibili fossili in situ, migliorare l'efficienza energetica dell'edificio e semplificare la gestione e la manutenzione dell'impianto. L'accesso alla rete di teleriscaldamento rappresenta un'opportunità tecnica rilevante per edifici collocati in aree urbanizzate dove sia già disponibile un'infrastruttura in esercizio o in fase di estensione. Il PFTE deve valutare attentamente la compatibilità tecnica, logistica ed economica dell'allacciamento e deve dimostrare che la nuova configurazione impiantistica garantisce un livello prestazionale almeno equivalente – e preferibilmente superiore – a quello del sistema preesistente. Nel contesto dell'efficientamento energetico, l'allaccio al teleriscaldamento può contribuire in modo sostanziale alla riduzione della domanda di energia primaria non rinnovabile e delle emissioni climalteranti, ma solo se dimensionato correttamente, integrato con un sistema di regolazione adeguato e monitorabile nel tempo. Il progetto di fattibilità dovrà includere tutte le valutazioni tecniche, energetiche e infrastrutturali necessarie a validare l'intervento e dovrà dimostrare il miglioramento minimo richiesto ai sensi del decreto attuativo M7 I 17.

In particolare, **ai fini dell'ammissibilità alla misura M7-I.17 l'allaccio deve avvenire su sistemi di teleriscaldamento censiti nella specifica “Anagrafica territoriale teleriscaldamento e teleraffrescamento” gestita da ARERA.**

Si riporta di seguito una lista degli elaborati minimi:

- **Planimetria generale di allacciamento:** indicazione del percorso previsto della tubazione di teleriscaldamento dalla rete principale fino all'edificio, con evidenza di eventuali aree pubbliche o private interessate, pozzetti di ispezione e dispositivi di intercettazione – scala 1:100 / 1:200;
- **Planimetrie dello stato di fatto e di progetto:** localizzazione dei generatori da dismettere, della nuova sottostazione, dei vani tecnici utilizzabili, dei tracciati interni previsti per l'integrazione con l'impianto esistente – scala 1:50 / 1:100;
- **Planimetrie o schemi di interferenza:** rappresentazione semplificata dei sottoservizi noti (rete fognaria, idrica, gas, energia elettrica, telecomunicazioni), vincoli urbanistici, interferenze architettoniche – scala 1:100;
- **Sezioni significative:** rappresentazione dei punti di attraversamento critici (murature, locali tecnici interrati, pavimentazioni), con evidenza delle altezze utili e degli spazi disponibili per l'inserimento della sottostazione – scala 1:50;
- **Schema funzionale idraulico:** configurazione di principio del nuovo impianto, collegamenti tra punto di consegna, scambiatore di calore, pompe, valvole di regolazione, accumulo (se previsto), con indicazione dei flussi principali – scala 1:100;
- **Schema semplificato di regolazione e controllo:** rappresentazione dei dispositivi previsti per la contabilizzazione dell'energia termica, controllo delle temperature, pompe, regolatori di portata ed eventuali dispositivi di comunicazione (es. telegestione);
- **Schede tecniche indicative dei principali componenti previsti:** scambiatore di calore, tubazioni pre-isolate, dispositivi di regolazione e misura, centralina di controllo, con riferimento a parametri minimi di prestazione (es. perdite di carico, efficienza di scambio, classe di pressione, compatibilità con rete gestore);
- **Documentazione fotografica:** immagini a supporto della descrizione dello stato di fatto, in particolare dei generatori esistenti, dei vani tecnici, delle tubazioni e degli accessi, con riferimenti puntuali alle tavole e annotazioni tecniche; tale documentazione va allegata alla relazione generale illustrativa.

Per ciascuna tipologia di elaborato potranno essere previste più tavole in funzione della dimensione dell'intervento.

### 4.9.1 PFTE – Analisi dello stato di fatto

La fase di analisi dello stato di fatto è cruciale per valutare la compatibilità tecnica dell'intervento con l'edificio esistente e per stabilire le condizioni di partenza, sia energetiche che impiantistiche. L'accuratezza del rilievo e della valutazione

funzionale dell'impianto attuale consente di dimensionare correttamente il nuovo sistema di allaccio e di verificare la reale efficacia dell'intervento sotto il profilo energetico, gestionale e ambientale.

#### 4.9.1.1 *Rilievo e documentazione tecnica*

Il progettista deve condurre un'indagine tecnica completa sull'impianto di climatizzazione esistente, con l'obiettivo di individuare con precisione:

- Il tipo e la potenza dei generatori attuali (caldaie a gas, pompe di calore, sistemi misti), il rendimento utile e lo stato di manutenzione;
- Le caratteristiche del sistema di distribuzione: circuiti a colonne montanti o ad anello, presenza di pompe di rilancio, valvole di zona, dispositivi di regolazione;
- I terminali di emissione (radiatori, ventilconvettori, pannelli radianti), il loro stato funzionale e l'adeguatezza a lavorare a temperature compatibili con la rete di teleriscaldamento;
- I percorsi impiantistici esistenti: canalizzazioni, cavedi, passaggi attraverso strutture, eventuali vincoli architettonici o spazi tecnici insufficienti;
- La disponibilità di accesso alla rete di teleriscaldamento urbana e le condizioni tecnico-commerciali previste dal gestore del servizio.

Tutte le informazioni raccolte devono essere documentate graficamente e fotograficamente. Le immagini, complete di didascalie tecniche, devono essere allegate alla relazione generale illustrativa e riportare la localizzazione dei punti fotografati.

#### 4.9.1.2 *Rappresentazione grafica dello stato di fatto*

Le informazioni tecniche rilevate devono essere tradotte in elaborati grafici, necessari alla valutazione del dimensionamento e della fattibilità tecnica.

- Planimetrie con la localizzazione dei generatori esistenti, delle reti di distribuzione, dei vani tecnici disponibili, dei terminali di emissione;
- Sezioni significative con l'indicazione dei passaggi impiantistici critici e degli spazi disponibili per l'eventuale installazione della sottostazione;
- Schema funzionale semplificato dell'impianto esistente, con indicazione delle connessioni principali, dei punti di regolazione, degli accessori.

#### 4.9.1.3 *Parametri tecnici ed energetici ante operam*

L'analisi energetica deve permettere una valutazione oggettiva della prestazione attuale dell'impianto, ponendo le basi per una verifica quantitativa dei miglioramenti ottenibili con il nuovo sistema di approvvigionamento.

- Rilevazione dei consumi storici (gas, GPL, energia elettrica) su almeno due stagioni di riscaldamento, normalizzati rispetto ai gradi giorno;
- Calcolo del rendimento medio stagionale del generatore attuale e dei coefficienti di prestazione associati all'impianto;
- Stima delle perdite nella distribuzione e dei potenziali sovradimensionamenti del generatore in esercizio;
- Redazione dell'APE *ante operam*, da parte del progettista del PFTE, nel caso in cui non sia disponibile un attestato aggiornato;
- Tutti i dati raccolti devono essere utilizzati come base per il confronto energetico e la verifica del miglioramento  $\geq 30\%$  previsto dalla normativa.

### 4.9.2 *PFTE – Contenuti progettuali e specifiche tecniche*

L'allaccio di un edificio a una rete di teleriscaldamento richiede un'accurata valutazione tecnico-impiantistica che tenga conto del contesto esistente, dei vincoli di accessibilità, delle condizioni di funzionamento della rete e della compatibilità dei terminali di emissione. La progettazione di fattibilità deve definire con chiarezza le soluzioni impiantistiche proposte, dimostrare il miglioramento energetico atteso, garantire la conformità normativa e predisporre gli elementi necessari alla futura progettazione esecutiva.

#### 4.9.2.1 Relazione tecnica specialistica

La relazione specialistica deve descrivere l'intervento proposto, motivare le scelte tecniche e documentare in modo strutturato gli effetti attesi in termini di miglioramento energetico, semplificazione gestionale e riduzione degli impatti ambientali.

Contenuti richiesti:

- Descrizione della configurazione impiantistica di progetto: tipo di allaccio, modalità di scambio termico (sottostazione diretta o indiretta), presenza di accumulo, sistemi di regolazione e sicurezza;
- Potenza richiesta al punto di consegna, portata termica, temperatura di mandata e ritorno, valutazione delle curve di carico in relazione al fabbisogno energetico effettivo dell'edificio;
- Verifica di compatibilità tra il sistema di teleriscaldamento e il circuito di distribuzione interno esistente: temperature operative, pressioni, volumi di accumulo, tipologia di terminali di emissione;
- Simulazione delle condizioni di funzionamento stagionale e confronto tra stato ante e post-intervento in termini di consumo energetico, efficienza globale del sistema e costi di esercizio;
- Redazione dell'APE previsionale post-intervento, basato sulla configurazione proposta;
- Valutazione comparativa tra APE *ante* e *post*, con evidenza del miglioramento degli indici di prestazione globale e della quota di energia rinnovabile implicita nel sistema;
- Verifica del raggiungimento del miglioramento minimo del 30% del fabbisogno energetico, come previsto dal decreto attuativo M7 I 17;
- Schematizzazione della logica di funzionamento, gestione e regolazione del nuovo sistema, con identificazione dei componenti principali, dei dispositivi di sicurezza e delle interfacce utente;
- Indicazioni preliminari sulla possibilità di monitoraggio dei consumi tramite contatori di energia termica e sistemi di telegestione.

#### 4.9.2.2 Capitolato Speciale d'Appalto

Il Capitolato, redatto a livello di PFTE nei casi di appalto integrato, deve contenere le prescrizioni tecniche e prestazionali minime per la realizzazione dell'intervento, nonché le condizioni per il corretto allacciamento alla rete e l'integrazione con l'impianto esistente.

Contenuti da prevedere:

- Caratteristiche minime dei componenti: scambiatori di calore, valvole di intercettazione, pompe, dispositivi di bilanciamento, regolatori elettronici, con indicazione delle certificazioni e della compatibilità con il gestore della rete;
- Requisiti di installazione della sottostazione: spazio minimo richiesto, accessibilità, ventilazione, requisiti di protezione da gelo e umidità;
- Specifiche per l'adeguamento della centrale termica esistente (ove riutilizzata): dismissione dei generatori, isolamento delle vecchie linee, sicurezza impiantistica;
- Modalità di collegamento alla rete interna: protezione contro le sovrappressioni, sistemi di by-pass, pompe di circolazione, sensori e dispositivi di regolazione;
- Prescrizioni per la contabilizzazione dell'energia: tipologia di contatori, interfacce utente, raccolta dati e comunicazione;
- Indicazioni per la verifica di tenuta e il collaudo funzionale dell'impianto allacciato: prove di funzionamento, controlli di pressione, test di portata e simulazione di carico;
- Disposizioni relative allo smaltimento dei materiali dismessi (generatori, tubazioni obsolete) nel rispetto delle normative ambientali vigenti e dei CAM;
- **Requisiti di ammissibilità al DM:** devono essere indicati tutti i requisiti di ammissibilità previsti al paragrafo 7 dell'allegato 3: "Requisiti minimi interventi di efficienza energetica".

#### 4.9.2.3 Elaborati grafici di progetto

Gli elaborati devono rappresentare in modo completo la nuova configurazione impiantistica e il collegamento alla rete di teleriscaldamento, con evidenza delle soluzioni adottate e dei vincoli tecnici.

Documentazione richiesta:

- Planimetria generale di allacciamento con tracciato delle nuove tubazioni, ubicazione del punto di consegna, connessioni ai vani tecnici – scala 1:100 / 1:200;
- Planimetrie di progetto con evidenza del layout interno della sottostazione, posizionamento degli apparecchi, percorsi idraulici principali – scala 1:100;
- Sezioni significative con rappresentazione dei passaggi impiantistici critici, alloggiamenti, altezze utili e accessibilità – scala 1:50;
- Schema funzionale dell'impianto di progetto, con indicazione dei flussi, delle connessioni tra scambiatore e impianto secondario, dei dispositivi di sicurezza e regolazione – scala 1:100;
- Eventuale schema semplificato di controllo e gestione del sistema.

#### 4.9.2.4 *Computo metrico estimativo*

Il computo deve comprendere tutte le voci relative alla sostituzione del sistema di climatizzazione e all'allacciamento alla rete di teleriscaldamento, distinguendo tra forniture e lavorazioni.

Contenuti principali:

- Fornitura e posa della sottostazione di scambio: tipologia, potenza, caratteristiche idrauliche e termiche;
- Tubazioni pre-isolate per l'allaccio: diametri, materiali, accessori (curve, derivazioni, giunti), isolamento termico;
- Fornitura e installazione di pompe, valvole, strumenti di regolazione e sicurezza;
- Interventi di adeguamento su reti interne (se necessarie): sostituzione collettori, bilanciamento, modifiche a quadri elettrici;
- Smontaggio e smaltimento del generatore esistente e dei componenti obsoleti;
- Costi accessori: opere murarie, attraversamenti, sigillature, ponteggi, sicurezza.

#### 4.9.2.5 *Piano di manutenzione*

Il piano di manutenzione deve prevedere operazioni regolari di controllo, regolazione e verifica del corretto funzionamento del nuovo impianto, in coerenza con le caratteristiche tecniche dei componenti installati.

Contenuti previsti:

- Verifica periodica delle condizioni di esercizio dello scambiatore e degli accessori;
- Controllo dei dispositivi di sicurezza (valvole, vasi di espansione, sensori), pulizia filtri e regolazione delle portate;
- Taratura e aggiornamento delle centraline di controllo e dei contatori di energia;
- Controllo della tenuta delle tubazioni pre-isolate e delle protezioni termiche nei punti critici;
- Frequenze di intervento, operatori autorizzati e modalità di registrazione delle attività eseguite.

### 4.9.3 *Quadro metodologico e checklist operativa*

L'intervento di sostituzione di un impianto di climatizzazione con allaccio a rete di teleriscaldamento richiede una metodologia di valutazione rigorosa, in grado di verificare la compatibilità impiantistica, architettonica e funzionale dell'edificio con la nuova configurazione. La progettazione di fattibilità deve assicurare coerenza tra rilievo, documentazione grafica, scelta della configurazione impiantistica e simulazione energetica, offrendo una base affidabile per la futura progettazione esecutiva.

Il PFTE deve descrivere con chiarezza le fasi di smantellamento del sistema esistente, le modalità di collegamento alla rete, la configurazione della sottostazione, la compatibilità con l'impianto di distribuzione interna e i dispositivi di regolazione. I documenti redatti devono permettere di valutare gli effetti energetici dell'intervento e la sua sostenibilità tecnica, anche in funzione delle condizioni di erogazione del servizio da parte del gestore.

### **RACCOLTA E VALIDAZIONE DEI DATI**

Il rilievo tecnico deve essere condotto in modo sistematico e completo, sia all'interno dell'edificio sia lungo il percorso di allaccio esterno.

- I dati impiantistici rilevati devono consentire la ricostruzione della configurazione esistente e la valutazione dell'idoneità all'allaccio;
- I dati di consumo storico (gas, energia elettrica) devono essere rilevati su base stagionale e normalizzati in funzione dei gradi giorno;
- La documentazione fotografica deve accompagnare ogni rilievo, con immagini descrittive dei generatori, vani tecnici, percorsi impiantistici e nodi critici, allegata alla relazione generale illustrativa.

**ANALISI ENERGETICA E VERIFICA PRESTAZIONALE**

- La simulazione energetica deve essere costruita con dati coerenti con lo stato di fatto e con le soluzioni impiantistiche proposte;
- L'APE *ante operam* deve essere redatto se non esistente, con riferimento ai dati reali dell'edificio e dell'impianto attuale;
- L'APE previsionale post-intervento deve rappresentare il funzionamento del sistema allacciato alla rete, considerando i parametri di esercizio forniti dal gestore;
- Il miglioramento del fabbisogno energetico globale deve essere dimostrato mediante confronto oggettivo tra APE, con evidenza della riduzione percentuale  $\geq 30\%$  richiesta dal decreto attuativo M7 l 17.

**COERENZA PROGETTUALE E PREPARAZIONE ALLA FASE ESECUTIVA**

Tutti i documenti tecnici devono essere redatti in modo integrato e coerente. In particolare:

- Gli elaborati grafici devono corrispondere alla configurazione impiantistica descritta nella relazione specialistica;
- Il computo metrico deve riprendere fedelmente le forniture e lavorazioni rappresentate graficamente;
- Il capitolato deve anticipare le prescrizioni necessarie per garantire continuità, sicurezza, compatibilità impiantistica e manutenibilità dell'impianto;
- Il piano di manutenzione deve essere allineato ai componenti previsti e alle esigenze operative dell'edificio e del gestore.

**CHECKLIST OPERATIVA**

La seguente tabella supporta il progettista nel controllo sistematico della documentazione prodotta. Ogni riga rappresenta un elemento essenziale che deve essere verificato prima della conclusione del PFTE.

Voce da verificare	Presente nel PFTE?	Riferimento all'elaborato
Rilievo tecnico completo dell'impianto esistente, dei generatori, delle reti di distribuzione e dei terminali di emissione	<input type="checkbox"/>	Relazione tecnica specialistica, planimetrie
Rilevazione dello stato di conservazione degli spazi tecnici e della compatibilità con l'installazione della sottostazione	<input type="checkbox"/>	Relazione tecnica specialistica
Verifica della disponibilità di allaccio alla rete di teleriscaldamento e delle condizioni tecniche di servizio	<input type="checkbox"/>	Relazione tecnica specialistica
Documentazione fotografica dello stato di fatto allegata con descrizioni e riferimenti puntuali	<input type="checkbox"/>	Relazione generale illustrativa
Planimetria generale del tracciato di allaccio dalla rete principale all'edificio	<input type="checkbox"/>	Elaborati grafici
Planimetrie e sezioni impiantistiche con indicazione delle modifiche previste e della posizione della sottostazione	<input type="checkbox"/>	Elaborati grafici
Schema funzionale del sistema di teleriscaldamento e delle connessioni con la rete interna	<input type="checkbox"/>	Schema funzionale
Schema di regolazione e contabilizzazione dell'energia termica	<input type="checkbox"/>	Schema semplificato
Redazione dell'APE <i>ante operam</i> (se assente), con inserimento dei dati energetici reali	<input type="checkbox"/>	Relazione tecnica specialistica
Redazione dell'APE previsionale post-intervento, in coerenza con la configurazione proposta	<input type="checkbox"/>	Relazione tecnica specialistica, APE simulato
Confronto tra APE <i>ante</i> e <i>post</i> e verifica del miglioramento energetico $\geq 30\%$	<input type="checkbox"/>	Relazione tecnica specialistica, confronto APE

Coerenza tra relazione tecnica, computo, tavole grafiche e capitolato	<input type="checkbox"/>	Tutti gli elaborati principali
Piano di manutenzione coerente con la configurazione impiantistica, i componenti previsti e le indicazioni del gestore della rete	<input type="checkbox"/>	Piano di manutenzione

BONVA

#### 4.9.4 Categorie SOA

La tabella seguente analizza le principali configurazioni riconducibili alla sostituzione di impianti di climatizzazione invernale con allaccio a reti di teleriscaldamento efficienti, con riferimento alla corretta individuazione delle categorie di qualificazione previste dal D. Lgs. 36/2023 (Allegato II.12) e alle disposizioni in materia di subappaltabilità ai sensi dell'art. 119.

La prima riga descrive l'intervento nella sua formulazione più generica, ovvero la disattivazione dell'impianto termico esistente e la connessione a una rete di teleriscaldamento mediante sottostazione. Le righe successive illustrano varianti progettuali che includono la modifica della distribuzione interna, la regolazione impiantistica e la contabilizzazione del calore, con potenziali implicazioni sulla qualificazione richiesta.

In tutti i casi in cui l'intervento possa coinvolgere più categorie contemporaneamente, è compito del progettista, nella redazione del PFTE, procedere a una valutazione dell'incidenza economica e dell'autonomia funzionale delle diverse lavorazioni, per individuare correttamente la categoria prevalente da indicare nei documenti di gara.

Tipologia di intervento	CATEGORIE (D. Lgs. 36/2023 Allegato II.12, TABELLE A e B)	Subappaltabilità (D. Lgs. 36/2023, art. 119)	Descrizione
Disattivazione dell'impianto di riscaldamento esistente e collegamento alla rete di teleriscaldamento mediante sottostazione e scambiatori	OS28	Il subappalto è ammesso nei limiti dell'art. 119, comma 1: la categoria è unica e quindi prevalente. L'appaltatore non può affidare a terzi la maggior parte delle lavorazioni riferite a tale categoria.	L'intervento comprende la predisposizione della centrale termica, la disconnessione dell'impianto esistente e l'inserimento di sottostazione compatibile con la rete di teleriscaldamento, a servizio dell'edificio.
Intervento su edificio con impianto centralizzato per sostituzione con sottostazione di scambio, valvole di regolazione e nuova distribuzione interna	OS28	Il subappalto è ammesso nei limiti dell'art. 119, comma 1: la categoria è unica e quindi prevalente. L'appaltatore non può affidare a terzi la maggior parte delle lavorazioni riferite a tale categoria.	L'allaccio a teleriscaldamento comporta l'adeguamento dell'intero impianto di distribuzione termica, incluse valvole, pompe e dispositivi di controllo del flusso e della temperatura.
Installazione di sistema di contabilizzazione dell'energia termica con allaccio a rete di teleriscaldamento	OS28	Il subappalto è ammesso nei limiti dell'art. 119, comma 1: la categoria è unica e quindi prevalente. L'appaltatore non può affidare a terzi la maggior parte delle lavorazioni riferite a tale categoria.	Obbligo di contabilizzazione in funzione della potenza dell'impianto o della normativa regionale. L'impianto resta classificabile in OS28.

##### Nota tecnica per l'inquadramento della categoria OG1 rispetto alla OS28

Gli interventi di **allaccio a un sistema di teleriscaldamento** si configurano come lavorazioni **specialistiche impiantistiche** afferenti alla categoria **OS28**, in quanto riguardano l'integrazione di sottostazioni termiche, dispositivi di regolazione, contabilizzazione e reti di distribuzione interna del calore.

Anche in presenza di opere accessorie di tipo edile (es. fori passanti, alloggiamenti murari, modesti adeguamenti locali tecnici), l'intervento mantiene natura impiantistica autonoma. La categoria OG1 non è idonea a sostituire la OS28, salvo casi eccezionali in cui la lavorazione sia funzionalmente accessoria, non autonoma e con incidenza economica marginale rispetto a un intervento edilizio unitario.

In tal caso, il redattore del PFTE dovrà motivare esplicitamente la non indicazione della categoria OS28, sulla base di un'analisi dettagliata delle incidenze economiche e funzionali delle singole lavorazioni.

Ai sensi dell'**art. 100, comma 4 del D. Lgs. 36/2023**, l'obbligo di possesso dell'attestazione di qualificazione SOA si applica **esclusivamente agli appalti di lavori di importo pari o superiore a 150.000 euro**. Pertanto, in caso di importo inferiore a tale soglia, **le categorie SOA riportate nella presente scheda non costituiscono requisito di partecipazione**, ma hanno unicamente **valore descrittivo e orientativo**, volto a classificare tecnicamente le lavorazioni previste.

BOWA

## 4.10 SOSTITUZIONE DI IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE UTILIZZANTE UNITÀ DI MICROCOGENERAZIONE

Il modulo “SOSTITUZIONE DI IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE UTILIZZANTE UNITÀ DI MICROCOGENERAZIONE” si applica agli interventi in cui si prevede la dismissione del sistema di climatizzazione esistente e la sua sostituzione con un impianto in grado di produrre simultaneamente energia termica ed elettrica, destinata all’autoconsumo o all’immissione parziale in rete. La microcogenerazione rappresenta una soluzione tecnologicamente avanzata per edifici con un fabbisogno termico continuo e costante, in grado di valorizzare al meglio l’energia primaria introdotta, riducendo le dispersioni e aumentando l’efficienza globale del sistema edificio-impianto.

Il vantaggio principale della cogenerazione è l’incremento del rendimento complessivo, grazie all’utilizzo combinato del calore e dell’energia elettrica prodotti. Tuttavia, la sua applicabilità deve essere attentamente valutata in funzione del profilo di carico dell’edificio, della tipologia di utenze servite, delle modalità di gestione, del regime normativo e degli obblighi di connessione alla rete elettrica.

Nel contesto della progettazione di fattibilità tecnico-economica (PFTE), la scelta della microcogenerazione deve essere motivata da un’analisi tecnico-energetica comparata, che evidenzii i vantaggi in termini di prestazioni, risparmio energetico e sostenibilità ambientale rispetto alle alternative convenzionali. Il PFTE dovrà dimostrare il rispetto degli obblighi normativi, la compatibilità con le caratteristiche impiantistiche dell’edificio e il raggiungimento del miglioramento minimo previsto dal decreto attuativo M7 I 17.

Si riporta di seguito una lista degli elaborati minimi:

- **Planimetrie dello stato di fatto:** localizzazione del generatore esistente, rete di distribuzione termica, terminali, sottocentrali, spazi tecnici disponibili – scala 1:100;
- **Planimetrie di progetto:** posizionamento dell’unità di microcogenerazione, connessioni idrauliche ed elettriche previste, eventuale batteria di accumulo termico o elettrico – scala 1:50 / 1:100;
- **Sezioni significative:** passaggi impiantistici critici, spazi per ventilazione, scarico fumi, accessibilità per manutenzione – scala 1:50;
- **Schema funzionale:** configurazione dell’impianto con evidenza delle connessioni tra generatore, serbatoio di accumulo, rete termica, rete elettrica interna – scala 1:100;
- **Schema elettrico semplificato:** produzione, autoconsumo, eventuale immissione in rete, sistemi di sicurezza e interfaccia – scala 1:100;
- **Schede tecniche dei principali componenti:** unità di microcogenerazione (potenza termica ed elettrica, rendimenti, tipologia di motore), serbatoio di accumulo, regolatori, dispositivi di sicurezza;
- **Documentazione fotografica dello stato di fatto,** da allegare alla relazione generale illustrativa, con riferimenti puntuali a generatori, quadri elettrici, vani tecnici e impianti esistenti.

Per ciascuna tipologia di elaborato potranno essere previste più tavole in funzione della dimensione dell’intervento.

### 4.10.1 PFTE – Analisi dello stato di fatto

L’analisi dello stato di fatto deve permettere di valutare la reale opportunità di sostituzione del sistema di climatizzazione con una soluzione cogenerativa. Tale analisi non può limitarsi alla descrizione dell’impianto esistente, ma deve comprendere anche la profilazione dei consumi, la verifica dei fabbisogni reali e la disponibilità degli spazi e delle condizioni necessarie per l’installazione della nuova unità.

#### 4.10.1.1 Rilievo e documentazione tecnica

Il progettista deve procedere con un rilievo impiantistico approfondito, volto ad acquisire tutti gli elementi tecnici indispensabili per una valutazione di compatibilità dell’intervento.

- Rilevamento della tipologia, potenza e stato di conservazione del generatore esistente, comprensivo di rendimento, ciclo di funzionamento e calendario di utilizzo;
- Analisi dei circuiti di distribuzione e delle caratteristiche dei terminali: temperature di mandata, portate, curve di carico, compatibilità con la cogenerazione;

- Individuazione delle connessioni elettriche attuali: quadro generale, protezioni, eventuali carichi elettrici critici o continui, presenza di gruppo di continuità (UPS);
- Verifica delle condizioni logistiche: spazi disponibili per l'unità cogenerativa, possibilità di ventilazione, evacuazione dei fumi, accesso per la manutenzione, livello di rumorosità ammissibile;
- Raccolta dei dati di consumo storici (termico ed elettrico), suddivisi per stagionalità, utilizzati per valutare l'efficacia del recupero energetico e l'eventuale convenienza economica.

La documentazione fotografica deve accompagnare e integrare il rilievo, includendo immagini dei generatori esistenti, dei locali tecnici, dei quadri elettrici e delle connessioni principali. Tali immagini devono essere allegate alla relazione generale illustrativa, con indicazioni puntuali e riferimenti tecnici alle sezioni di progetto.

#### 4.10.1.2 Rappresentazione grafica dello stato di fatto

Le informazioni raccolte devono essere riportate in elaborati grafici coerenti con la documentazione descrittiva.

- Planimetrie impiantistiche con evidenza delle componenti principali del sistema esistente e delle eventuali interferenze impiantistiche;
- Sezioni verticali e orizzontali per evidenziare le altezze utili, gli ingombri dell'unità da sostituire e lo spazio disponibile per la nuova configurazione;
- Schema semplificato dell'impianto termico ed elettrico esistente, con indicazione della tipologia e delle modalità di regolazione.

#### 4.10.1.3 Parametri tecnici ed energetici ante operam

La base energetica del confronto deve essere solida e costruita su dati misurabili, rappresentativi e coerenti.

- Rilevazione dei consumi termici ed elettrici annuali, normalizzati rispetto al clima locale e al profilo di utilizzo dell'edificio;
- Calcolo del rendimento globale stagionale dell'impianto esistente, separatamente per le sezioni termiche ed elettriche (se presenti);
- Verifica dell'eventuale potenziale di autoconsumo elettrico e della convenienza alla cogenerazione rispetto a soluzioni alternative;
- Redazione dell'APE *ante operam* da parte del progettista del PFTE, se non già disponibile, con inserimento dei dati reali dell'impianto e del fabbisogno energetico dell'edificio;
- I dati raccolti dovranno costituire la base per la simulazione del nuovo assetto impiantistico e per la verifica del miglioramento energetico atteso.

### 4.10.2 PFTE – Contenuti progettuali e specifiche tecniche

L'inserimento di un sistema di microcogenerazione comporta la riorganizzazione dell'intero assetto impiantistico, integrando produzione termica ed elettrica. In fase di PFTE, è necessario fornire una descrizione chiara, motivata e verificabile dell'intervento, dimostrando che la configurazione proposta risponde ai fabbisogni reali dell'edificio, consente un'effettiva valorizzazione dell'energia primaria e rispetta i requisiti normativi e ambientali vigenti. Il documento deve inoltre comprovare il conseguimento del miglioramento minimo richiesto dal decreto attuativo M7 l. 17.

#### 4.10.2.1 Relazione tecnica specialistica

La relazione specialistica deve descrivere le logiche funzionali e dimensionali alla base della soluzione progettuale, fornendo una valutazione comparata rispetto all'impianto esistente e agli obiettivi prestazionali dell'edificio.

Contenuti richiesti:

- Tipologia di micro-cogeneratore scelto: motore endotermico, turbina a gas, celle a combustibile, con indicazione di potenza termica ed elettrica, efficienza globale, classe di emissione, curve di carico;
- Criteri di dimensionamento: profilo di carico dell'edificio, ore equivalenti annue di funzionamento, quota di autoconsumo elettrico, potenza termica utile richiesta;
- Configurazione idraulica dell'impianto: scambiatore, eventuale accumulo, pompe di circolazione, sistemi di sicurezza e valvole di regolazione;
- Integrazione con l'impianto di distribuzione termica esistente e verifica della compatibilità con i terminali presenti (temperature, curve di emissione, regolazione locale);

- Configurazione elettrica: collegamento al quadro generale, protezioni, sistemi di monitoraggio e gestione, eventuale immissione in rete;
- Simulazione del funzionamento in regime stagionale: analisi della copertura del fabbisogno termico, produzione elettrica stimata, quota di autoconsumo e riduzione delle emissioni;
- Elaborazione dell'APE previsionale post-intervento, coerente con i dati di progetto;
- Confronto tra APE ante e post-intervento, con evidenza del miglioramento prestazionale e della riduzione dei consumi di energia primaria non rinnovabile;
- Verifica del raggiungimento del miglioramento minimo del 30% rispetto allo stato di fatto, come stabilito dal decreto attuativo M7 l 17;
- Valutazione delle condizioni operative: manutenzione ordinaria, disponibilità ricambi, supporto tecnico, accessibilità e impatto acustico.

#### 4.10.2.2 Capitolato Speciale d'Appalto

Il Capitolato, redatto in fase di PFTE nei casi di appalto integrato, deve fornire le specifiche tecniche, prestazionali e normative per l'installazione del nuovo sistema di microgenerazione, garantendo chiarezza e tracciabilità delle scelte.

Contenuti da includere:

- Requisiti tecnici minimi dell'unità di microgenerazione: potenza nominale, rendimento termico, rendimento elettrico, efficienza globale, classe di emissione (NOx, CO), durata prevista;
- Caratteristiche dell'impianto elettrico associato: dispositivi di protezione, sistemi di interfaccia con la rete, contatori e sistemi di monitoraggio;
- Specifiche per la ventilazione dei locali tecnici, lo scarico dei fumi (ove previsto), il contenimento acustico e la sicurezza in fase di esercizio;
- Prescrizioni per la compatibilità con l'impianto termico esistente e per l'integrazione con eventuali sistemi di accumulo;
- Modalità di installazione: fondazioni, ancoraggi, collegamenti idraulici ed elettrici, prove di avviamento e collaudo;
- Condizioni contrattuali con il gestore della rete (ove prevista l'immissione), obblighi di monitoraggio, registrazione dei dati e rispetto dei requisiti normativi;
- Disposizioni per la rimozione e smaltimento dei componenti esistenti in disuso, in conformità ai CAM;
- Verifica del PES (RISPARMIO DI ENERGIA PRIMARIA) almeno del 10%;
- **Requisiti di ammissibilità al DM:** devono essere indicati tutti i requisiti di ammissibilità previsti al paragrafo 7 dell'allegato 3: "Requisiti minimi interventi di efficienza energetica".

#### 4.10.2.3 Elaborati grafici di progetto

Gli elaborati grafici devono illustrare la soluzione progettuale proposta in modo tecnico, coordinato e coerente con la documentazione descrittiva.

Contenuti richiesti:

- Planimetrie impiantistiche con localizzazione della nuova unità di cogenerazione, dei serbatoi di accumulo (se presenti), dei percorsi idraulici ed elettrici principali – scala 1:50 / 1:100;
- Sezioni dei locali tecnici: altezze, ingombri, percorsi dei canali di ventilazione e scarico, passaggi a muro o pavimento – scala 1:50;
- Schema funzionale: collegamenti idraulici tra cogeneratore, accumulo e rete di distribuzione, con indicazione dei dispositivi di sicurezza e regolazione – scala 1:100;
- Schema elettrico semplificato: generazione, connessione al quadro generale, dispositivi di interfaccia, eventuale sistema di immissione in rete – scala 1:100;
- Riferimenti incrociati alle schede tecniche, al computo e alla relazione specialistica.

#### 4.10.2.4 Computo metrico estimativo

Il computo deve riportare in maniera chiara ed esaustiva tutte le voci relative alla nuova configurazione impiantistica, distinguendo tra forniture e lavorazioni.

Contenuti principali:

- Fornitura e posa dell'unità di microgenerazione, comprensiva di accessori, dispositivi di regolazione e protezione;

- Fornitura e installazione dei serbatoi di accumulo (termico o elettrico), pompe, valvole, bypass;
- Opere elettriche: quadri, cavi, interfacce con rete interna, predisposizione per monitoraggio e controllo;
- Opere edili: basamenti, attraversamenti, coibentazioni, protezioni acustiche e ventilazione;
- Smontaggio dell'impianto esistente e smaltimento dei materiali obsoleti.

#### 4.10.2.5 Piano di manutenzione

Il piano deve fornire indicazioni dettagliate per la gestione nel tempo della nuova unità cogenerativa, in coerenza con le raccomandazioni dei costruttori e con le esigenze operative del sistema.

Contenuti previsti:

- Interventi ordinari: pulizia filtri, controllo livelli olio, verifica delle temperature operative, lubrificazione, controlli elettrici;
- Interventi straordinari: sostituzione componenti soggetti a usura (motore, inverter, pompe), revisione della camera di combustione (se presente), ricalibrazione dei sistemi di controllo;
- Frequenza degli interventi e responsabilità operative;
- Monitoraggio delle performance e confronto con i parametri di progetto;
- Indicazioni per la tenuta del registro di manutenzione e per l'aggiornamento dei dati di funzionamento.

#### 4.10.3 Quadro metodologico e checklist operativa

L'adozione di un sistema di microcogenerazione all'interno di un intervento di sostituzione impiantistica richiede un processo di valutazione multidisciplinare che unisca competenze termotecniche, elettriche, energetiche ed economiche. Il PFTE deve rappresentare con chiarezza la fattibilità dell'intervento in relazione al profilo energetico dell'edificio, alla gestione dei flussi di energia e alla compatibilità del nuovo impianto con le strutture e i sistemi esistenti.

L'obiettivo principale è quello di validare una configurazione impiantistica sostenibile, efficiente e replicabile, dimostrando, attraverso una documentazione tecnica integrata, la coerenza tra i fabbisogni reali dell'edificio, le prestazioni del sistema proposto e la conformità ai requisiti minimi normativi. Il miglioramento atteso non deve essere solo dichiarato, ma anche verificabile attraverso un confronto oggettivo tra scenari energetici.

#### RACCOLTA E ANALISI DEI DATI

- La fase di rilievo deve essere condotta sia sull'impianto termico che su quello elettrico, documentando con precisione i consumi annuali, le curve di carico, la tipologia dei terminali e la configurazione della rete di distribuzione;
- La documentazione fotografica deve accompagnare le planimetrie e descrivere lo stato dei generatori, dei vani tecnici, dei quadri elettrici e delle connessioni;
- I dati raccolti devono essere utilizzati per elaborare l'APE *ante operam*, se non disponibile, basato su condizioni reali e coerenti con la configurazione attuale.

#### SIMULAZIONE E VALIDAZIONE ENERGETICA

- L'APE previsionale post-intervento deve essere redatto sulla base della configurazione progettuale proposta, considerando il rendimento elettrico, termico e globale della nuova unità;
- Il confronto tra APE *ante* e *post* deve evidenziare la variazione degli indici di prestazione (EPgl, fabbisogno termico, quota di rinnovabile, classe energetica);
- Il miglioramento del 30% del fabbisogno energetico, richiesto dal decreto attuativo M7 l 17, deve essere verificato attraverso un confronto documentato, accompagnato da simulazioni stagionali o raffronti tabellari.

#### COERENZA DOCUMENTALE E PROGETTAZIONE INTEGRATA

- Gli elaborati descrittivi devono essere coerenti con quelli grafici e con le voci del computo: la configurazione impiantistica rappresentata deve essere tracciabile in ogni documento del PFTE;
- Il Capitolato Speciale d'Appalto deve contenere le stesse specifiche descritte nella relazione tecnica e nei disegni, in modo da consentire una trasposizione immediata nella fase esecutiva;
- Il piano di manutenzione deve essere costruito sulla base delle caratteristiche tecniche reali dell'unità prevista, con riferimento alle istruzioni dei produttori e alle norme UNI applicabili.

**CHECKLIST OPERATIVA**

<b>Voce da verificare</b>	<b>Presente nel PFTE?</b>	<b>Riferimento all'elaborato</b>
Rilievo completo del generatore esistente, della distribuzione termica e del quadro elettrico	<input type="checkbox"/>	Relazione tecnica specialistica, planimetrie
Documentazione fotografica allegata con descrizione tecnica dei vani tecnici e dei dispositivi esistenti	<input type="checkbox"/>	Relazione generale illustrativa
Stima dei consumi termici ed elettrici su base stagionale e valutazione delle curve di carico	<input type="checkbox"/>	Relazione tecnica specialistica
Valutazione dell'idoneità degli spazi per alloggio, ventilazione e manutenzione dell'unità cogenerativa	<input type="checkbox"/>	Relazione tecnica specialistica, sezioni
Redazione dell'APE <i>ante operam</i> (se assente) con parametri coerenti allo stato reale	<input type="checkbox"/>	Relazione tecnica specialistica
APE previsionale post-intervento basato sulla configurazione proposta	<input type="checkbox"/>	Relazione tecnica specialistica, APE simulato
Confronto tra APE <i>ante</i> e <i>post</i> con dimostrazione del miglioramento energetico $\geq 30\%$	<input type="checkbox"/>	Relazione tecnica specialistica, confronto APE
Planimetrie e sezioni impiantistiche con posizionamento della nuova unità, serbatoi e connessioni idrauliche/elettriche	<input type="checkbox"/>	Elaborati grafici
Schema funzionale e schema elettrico semplificato coerenti con la configurazione progettuale	<input type="checkbox"/>	Schema funzionale, schema elettrico
Capitolato con specifiche tecniche dei componenti e prescrizioni per la posa e la sicurezza	<input type="checkbox"/>	Capitolato Speciale d'Appalto
Computo metrico coerente con disegni, schede tecniche e relazioni	<input type="checkbox"/>	Computo metrico estimativo
Piano di manutenzione coerente con la configurazione impiantistica e i dati di funzionamento previsti	<input type="checkbox"/>	Piano di manutenzione

#### 4.10.4 Categorie SOA

La tabella seguente fornisce una classificazione delle principali configurazioni tecniche riconducibili alla sostituzione di impianti termici tradizionali con sistemi a microgenerazione, alimentati da fonti rinnovabili e destinati alla produzione combinata di energia termica ed elettrica. Le soluzioni proposte sono inquadrate secondo le categorie di qualificazione previste dal D. Lgs. 36/2023 (Allegato II.12) e nel rispetto delle condizioni di subappaltabilità stabilite dall'art. 119.

La prima riga descrive l'intervento nella sua formulazione generale, mentre le righe successive specificano varianti impiantistiche più complesse, che includono integrazione con reti di distribuzione esistenti, accumulo di energia o gestione da remoto, comportando l'applicazione combinata di più categorie.

In presenza di configurazioni tecniche che coinvolgono più categorie contemporaneamente (es. OS28 + OG9 o OS28 + OS30), il progettista, in fase di redazione del PFTE, è tenuto a valutare attentamente l'incidenza economica e funzionale delle singole componenti impiantistiche, al fine di individuare correttamente la categoria prevalente da indicare nei documenti di gara e garantire la corrispondenza tra progettazione e qualificazione richiesta.

Tipologia di intervento	CATEGORIE (D. Lgs. 36/2023 Allegato II.12, TABELLE A e B)	Subappaltabilità (D. Lgs. 36/2023, art. 119)	Descrizione
Sostituzione di generatore tradizionale con unità di microgenerazione a gas naturale, metano o biomassa per la produzione combinata di energia elettrica e termica	OS28 + OG9	Il subappalto è ammesso. In presenza di più categorie, non è consentito affidare a terzi la maggior parte delle lavorazioni riferite alla categoria prevalente, ai sensi dell'art. 119, comma 1 del D. Lgs. 36/2023. Le lavorazioni appartenenti a categorie non prevalenti possono essere subappaltate integralmente, fermo restando il rispetto dei requisiti di qualificazione.	La microgenerazione comprende l'installazione di un'unità a motore o turbina che produce calore ed elettricità. Richiede OS28 per l'integrazione impiantistica e OG9 per la componente di produzione elettrica.
Sostituzione parziale di impianto esistente con sistema a microgenerazione integrato all'impianto termico centralizzato	OS28 + OG9	Il subappalto è ammesso. In presenza di più categorie, non è consentito affidare a terzi la maggior parte delle lavorazioni riferite alla categoria prevalente, ai sensi dell'art. 119, comma 1 del D. Lgs. 36/2023. Le lavorazioni appartenenti a categorie non prevalenti possono essere subappaltate integralmente, fermo restando il rispetto dei requisiti di qualificazione.	Il sistema di cogenerazione è connesso alla centrale termica condominiale o ERP ed è integrato con l'impianto di distribuzione esistente. Sono necessarie entrambe le categorie.
Installazione di microgenerazione con accumulo termico ed elettrico e sistema di gestione da remoto	OS28 + OG9 + OS30	Il subappalto è ammesso. In presenza di più categorie, non è consentito affidare a terzi la maggior parte delle lavorazioni riferite alla categoria prevalente, ai sensi dell'art. 119, comma 1 del D. Lgs. 36/2023. Le lavorazioni appartenenti a categorie non prevalenti possono essere subappaltate	In questa configurazione, oltre alla parte termica ed elettrica (OS28 + OG9), è presente un sistema di gestione e controllo automatico (OS30), che richiede qualificazione specifica anche per la parte domotica o supervisione energetica.

Tipologia di intervento	CATEGORIE (D. Lgs. 36/2023 Allegato II.12, TABELLE A e B)	Subappaltabilità (D. Lgs. 36/2023, art. 119)	Descrizione
		integralmente, fermo restando il rispetto dei requisiti di qualificazione.	

Nota tecnica per l'inquadramento della categoria OG1 rispetto alle categorie OS28, OG9 e OS30

L'**installazione di sistemi di microgenerazione** comporta l'impiego di tecnologie impiantistiche complesse e integrate per la produzione combinata di energia termica ed elettrica, e pertanto rientra nelle categorie **OS28** (impianti termici), **OG9** (produzione di energia elettrica) e, se presente, **OS30** (impianti elettrici interni e sistemi di controllo).

Trattandosi di impianti tecnologici altamente specializzati, le relative lavorazioni non possono essere assorbite dalla categoria OG1, anche in presenza di interventi edilizi accessori o finiture locali.

L'esclusione di una o più di queste categorie può essere tecnicamente valutata solo nel caso in cui le lavorazioni impiantistiche siano del tutto marginali, non autonome e con incidenza economica minima rispetto all'intervento complessivo. In tal caso, il progettista deve fornire una motivazione tecnica esplicita nel PFTE, fondata sull'incidenza percentuale e sull'assenza di autonomia funzionale delle componenti impiantistiche.

Ai sensi dell'**art. 100, comma 4 del D. Lgs. 36/2023**, l'obbligo di possesso dell'attestazione di qualificazione SOA si applica **esclusivamente agli appalti di lavori di importo pari o superiore a 150.000 euro**. Pertanto, in caso di importo inferiore a tale soglia, **le categorie SOA riportate nella presente scheda non costituiscono requisito di partecipazione**, ma hanno unicamente **valore descrittivo e orientativo**, volto a classificare tecnicamente le lavorazioni previste.

## ALLEGATO 1

Di seguito si riporta un Elenco Elaborati tipo.

Per ogni intervento potrà essere composto l'elenco elaborati specifico come insieme dei vari moduli (titoli con sfondo colorato).

Nel dettaglio, dovrà essere sempre presente la "PARTE GENERALE" (a prescindere dagli interventi specifici che si implementeranno) alla quale dovranno essere aggiunti i vari moduli di interventi di efficientamento energetico oggetto della specifica progettazione di fattibilità tecnico-economica.

Codice	Titolo elaborato	Scala	Riferimento
<b>PARTE GENERALE</b>			
<b>Elaborati tecnico-descrittivi</b>			
GEN.01	Relazione generale illustrativa	-	
GEN.02	Relazione tecnica energetica specialistica	-	
GEN.03	APE ante intervento	-	
GEN.04	APE previsionale post-intervento	-	
GEN.05	Relazione di sostenibilità dell'opera	-	
<b>Documentazione tecnico-economica</b>			
GEN.06	Computo metrico estimativo	-	
GEN.07	Quadro economico di progetto	-	
GEN.08	Capitolato Speciale d'Appalto	-	
GEN.09	Piano di Sicurezza e Coordinamento	-	
GEN.10	Piano di manutenzione	-	
GEN.11	Cronoprogramma	-	
<b>Modellazione informativa (BIM)</b>			
GEN.12	Relazione specialistica sulla modellazione informativa	-	
GEN.13	Capitolato informativo	-	
<b>ISOLAMENTO TERMICO DI SUPERFICI OPACHE</b>			
OPA.01	Piante generali dello stato di fatto (di tutti i livelli)	1:50/1:100	
OPA.02	Piante generali di progetto (di tutti i livelli)	1:50/1:100	
OPA.03	Sezioni trasversali ante intervento	1:50	
OPA.04	Sezioni trasversali post-intervento	1:50	
OPA.05	Sezioni longitudinali ante intervento	1:50	
OPA.06	Sezioni longitudinali post-intervento	1:50	
OPA.07	Prospetti stato di fatto (ante intervento)	1:50/1:100	
OPA.08	Prospetti di progetto (post-intervento)	1:50/1:100	
OPA.09	Particolari costruttivi	1:20/1:10	
OPA.10	Schemi esplicativi (posa e fissaggio)	-	
OPA.11	Schema impiantistico integrativo	-	
OPA.12	Schede tecniche dei materiali	-	
<b>SOSTITUZIONE DI CHIUSURE TRASPARENTI</b>			
TRA.01	Planimetrie generali dello stato di fatto (di tutti i livelli)	1:100	
TRA.02	Planimetrie generali di progetto (di tutti i livelli)	1:100	
TRA.03	Sezioni costruttive	1:50/1:100	
TRA.04	Particolari costruttivi (dettagli del nodo muro-infisso)	1:20/1:10	
TRA.05	Schemi esplicativi (posa e impermeabilizzazione)	-	
TRA.06	Schema impiantistico integrativo	-	

Codice	Titolo elaborato	Scala	Riferimento
TRA.07	Schede tecniche dei nuovi elementi	-	
TRA.08	Documentazione fotografica (serramenti esistenti)		
<b>INSTALLAZIONE DI SISTEMI DI SCHERMATURA</b>			
SCH.01	Planimetria dello stato di fatto	1:100	
SCH.02	Planimetria di progetto	1:100	
SCH.03	Prospetti di progetto	1:50/1:100	
SCH.04	Sezioni	1:20/1:10	
SCH.05	Dettagli costruttivi	1:20/1:10	
SCH.06	Schema funzionale (se motorizzato o automatizzato)	-	
SCH.07	Schede tecniche dei componenti previsti	-	
SCH.08	Documentazione fotografica dello stato di fatto	-	
<b>SOSTITUZIONE DI SISTEMI PER L'ILLUMINAZIONE</b>			
ILL.01	Planimetrie stato di fatto	1:100	
ILL.02	Schemi dello stato di fatto	1:100	
ILL.03	Planimetrie di progetto	1:100	
ILL.04	Schema unifilare aggiornato	1:100	
ILL.05	Schede tecniche dei nuovi corpi illuminanti e dei dispositivi di controllo	-	
ILL.06	Relazioni illuminotecniche semplificate	-	
ILL.07	Documentazione fotografica dello stato di fatto	-	
<b>INSTALLAZIONE DI TECNOLOGIE DI GESTIONE E CONTROLLO AUTOMATICO (BUILDING AUTOMATION)</b>			
AUT.01	Planimetria dello stato di fatto	1:50/1:100	
AUT.02	Planimetria di progetto	1:50/1:100	
AUT.03	Sezioni di progetto	1:50	
AUT.04	Dettagli di progetto	1:20	
AUT.05	Schemi a blocchi dell'architettura funzionale di progetto	-	
AUT.06	Schemi elettrici unifilari o multifilari di progetto	1:50/1:100	
AUT.07	Schema di rete e di comunicazione	-	
AUT.08	Documentazione fotografica dello stato di fatto	-	
<b>INSTALLAZIONE DI IMPIANTI SOLARI FOTOVOLTAICI E RELATIVI SISTEMI DI ACCUMULO</b>			
FTV.01	Planimetrie dello stato di fatto	1:50/1:100	
FTV.02	Planimetrie di progetto	1:50/1:100	
FTV.03	Sezioni di progetto	1:50	
FTV.04	Dettagli costruttivi	1:20	
FTV.05	Particolari costruttivi	1:10/1:20	
FTV.06	Schema elettrico di progetto	1:50/1:100	
FTV.07	Schema di progetto dei sistemi di accumulo	-	
FTV.08	Schede tecniche dei componenti	-	
FTV.09	Documentazione fotografica dello stato di fatto	-	
<b>SOSTITUZIONE DI IMPIANTI DI CLIMATIZZAZIONE INVERNALE</b>			
CLI.01	Planimetrie stato di fatto	1:50/1:100	
CLI.02	Schemi stato di fatto	1:50/1:100	
CLI.03	Sezioni impiantistiche significative	1:50	
CLI.04	Planimetrie di progetto	1:50/1:100	
CLI.05	Schemi funzionali e diagrammi di principio	1:100	
CLI.06	Dettagli costruttivi	1:20/1:50	

Codice	Titolo elaborato	Scala	Riferimento
CLI.07	Schemi elettrici	1:50/1:100	
CLI.08	Schemi idraulici	1:50/1:100	
CLI.09	Schede tecniche	-	
CLI.10	Documentazione fotografica	-	
<b>INSTALLAZIONE DI IMPIANTI SOLARI TERMICI</b>			
SOL.01	Planimetrie dello stato di fatto	1:50/1:100	
SOL.02	Planimetrie di progetto	1:50/1:100	
SOL.03	Sezioni	1:50/1:100	
SOL.04	Particolari costruttivi	1:20/1:50	
SOL.05	Schemi funzionali	1:100	
SOL.06	Schemi idraulici	1:100	
SOL.07	Schema elettrico semplificato (se presente comando elettronico)	-	
SOL.08	Tabelle riepilogative	-	
SOL.09	Schede tecniche	-	
SOL.10	Documentazione fotografica	-	
<b>SOSTITUZIONE DI IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE CON ALLACCIO A SISTEMA DI TELERISCALDAMENTO</b>			
TEL.01	Planimetria generale di allacciamento	1:100/1:200	
TEL.02	Planimetrie dello stato di fatto	1:50/1:100	
TEL.03	Planimetrie dello stato di progetto	1:50/1:100	
TEL.04	Planimetrie o schemi di interferenza	1:100	
TEL.05	Sezioni significative	1:50	
TEL.06	Schema funzionale idraulico	1:100	
TEL.07	Schema semplificato di regolazione e controllo	-	
TEL.08	Schede tecniche indicative dei principali componenti previsti	-	
TEL.09	Documentazione fotografica	-	
<b>SOSTITUZIONE DI IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE UTILIZZANTE UNITÀ DI MICROCOGENERAZIONE</b>			
MIC.01	Planimetrie dello stato di fatto	1:100	
MIC.02	Planimetrie di progetto	1:50/1:100	
MIC.03	Sezioni significative	1:50	
MIC.04	Schema funzionale	1:100	
MIC.05	Schema elettrico semplificato	1:100	
MIC.06	Schede tecniche dei principali componenti	-	
MIC.07	Documentazione fotografica dello stato di fatto	-	