



Comune di Corteno Golgi

Provincia di Brescia

## **RELAZIONE TECNICA**

### **Isolamento termico a cappotto**

EFFICIENTAMENTO ENERGETICO EDIFICIO  
COMUNALE ADIBITO A SCUOLA PRIMARIA E  
SECONDARIA DI PRIMO GRADO IN VIA  
SCHIVARDI, FRAZIONE PISOGNETO

CUD: I63C22000770006 – CIG: Z6C39577F7





## Sommario

PREMESSA GENERALE – DIAGNOSI ENERGETICA .....	3
Normativa di riferimento .....	3
Procedura dello studio di fattibilità .....	4
INFORMAZIONI GENERALI .....	5
Validazione del metodo di calcolo per l'analisi energetica .....	10
Consumi reali: bollette energetiche.....	10
CALCOLO DEL FATTORE DI CONGRUITA' .....	13
DETTAGLIO DEI FATTORI DI CONGRUITA' .....	14
DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO .....	15
PARTICOLARI SPECIFICI DELL'INTERVENTO .....	15

## PREMESSA GENERALE – DIAGNOSI ENERGETICA

L'intervento di efficientamento energetico ha previsto una fase iniziale di diagnosi energetica dell'oggetto dell'intervento che si basa su un'analisi dello stato attuale che, a partire dalle condizioni standard di riferimento, prosegue con una modellazione "tailored rating" fino a raggiungere le condizioni di esercizio che simulano al meglio la gestione e conduzione degli impianti.

La valutazione dell'ottimo si basa sulla ricerca del **fattore di congruità**.

La fase successiva riguarda l'indagine approfondita di soluzioni per il miglioramento energetico e la conseguente riduzione delle spese di conduzione degli impianti.

Lo studio è stato eseguito a partire da sopralluoghi, con attività di analisi documentale sulla scorta di dati ed elaborati tecnici delle proprietà oggetto dello studio.

Il confronto è fatto con i consumi energetici relativi al un periodo che va dal 01/11/2021 al 31/10/2022.

I combustibili confrontati sono i seguenti: Metano

L'attività di diagnosi si conclude con una valutazione dei costi e dei benefici derivanti dagli interventi proposti.

### Normativa di riferimento

Le valutazioni sono effettuate considerando la normativa tecnica vigente per il calcolo dei fabbisogni energetici del complesso di edifici, la normativa vigente in materia di contenimento del fabbisogno energetico degli edifici e degli impianti per la valutazione dei requisiti tecnici richiesti agli interventi considerati.

L'impianto legislativo su cui è basata la presente analisi è regolato essenzialmente da:

- **Decreti attuativi 26 giugno 2015**
- **Legge 90/2013:** *Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 4 giugno 2013, n. 63, recante disposizioni urgenti per il recepimento della Direttiva 2010/31/UE del Parlamento europeo e del Consiglio del 19 maggio 2010, sulla prestazione energetica nell'edilizia per la definizione delle procedure d'infrazione avviate dalla Commissione europea, nonché altre disposizioni in materia di coesione sociale.*
- **Legge n.10/91:** *Norme per l'attuazione del Piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia*
- **D.Lgs. 192/05:** *Attuazione della direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico in edilizia*

Le principali normative tecniche di riferimento sono:

- **UNI/TS 11300-1:** *Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale*
- **UNI/TS 11300-2:** *Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria*
- **UNI/TS 11300-3:** *Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione estiva*
- **UNI/TS 11300-4:** *Utilizzo di energie rinnovabili e di altri metodi di generazione per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria*
- **UNI/TS 11300-5:** *Calcolo dell'energia primaria e della quota di energia da fonti rinnovabili*
- **UNI/TS 11300-6:** *Determinazione del fabbisogno di energia per ascensori, scale mobili e marciapiedi mobili*
- **UNI EN 15459:** *Prestazione energetica degli edifici - Procedura di valutazione economica di sistemi energetici degli edifici*
- 

### **Procedura dello studio di fattibilità**

Lo studio di fattibilità richiesto si configura come una procedura di *audit energetico* per il condominio. Per audit energetico si intende una procedura sistematica finalizzata alla conoscenza degli usi finali di energia e all'individuazione e all'analisi di eventuali inefficienze e criticità energetiche del sistema edificio-impianto.

La fase di audit è composta da una serie di operazioni consistenti nel rilievo ed analisi di dati relativi al sistema edificio-impianto in condizioni di esercizio (dati geometrico-dimensionali, termofisici dei componenti l'involucro edilizio, prestazionali del sistema impiantistico, ecc.) nell'analisi e nelle valutazioni economiche dei consumi energetici dell'edificio.

La finalità dello studio di fattibilità è quello di valutare sotto il profilo costi-benefici i possibili interventi in analisi, quantificando in termini economici il risparmio ottenibile mediante i diversi interventi in termini di risparmio gestionale e di consumo di energia primaria.

Gli obiettivi dello studio sono stati:

- analizzare la configurazione attuale e lo stato dell'impianto, individuando possibili miglioramenti o criticità nella componentistica e nella configurazione attuale;
- definire il bilancio energetico del sistema edificio-impianto;
- definire un indicatore di congruità fra consumi effettivi dell'ultimo triennio e consumi attesi, calcolati con opportuni fattori di aggiustamento a partire dalle condizioni standard
- valutare in termini energetici le variazioni conseguenti all'adozione delle diverse soluzioni proposte;
- valutare in termini economici di investimento iniziale e costi di gestione le diverse soluzioni proposte, anche in riferimento ad incentivi fiscali disponibili;
- proporre miglioramenti anche di tipo gestionale rispetto alla soluzione attuale

L'analisi energetica del sistema edificio-impianto è condotta utilizzando un modello energetico conforme alle norme precedentemente citate.

La validazione di tale modello viene eseguita tramite opportuni fattori di aggiustamento tenendo conto dei dati climatici reali, del reale utilizzo del fabbricato e della reale situazione di conduzione degli impianti.

## INFORMAZIONI GENERALI

Comune di CORTENO GOLGI - Provincia BRESCIA

Edificio sito in Corteno Golgi – frazione Pisogneto

Indirizzo: Via Antonio Schivardi n.100

## PARAMETRI CLIMATICI STANDARD

Gradi Giorno: 3532 GG

Latitudine: 46°10'3" - Longitudine: 10°14'24".

Temperatura minima di progetto (UNI 5364): -14.99 °C

Temperatura massima estiva di progetto (UNI 5364): 23.90 °C

## EODC: "Impianto scuola"

Mappale: - Sezione: NCT

Foglio: 59 Particella: 491 Subalterni: 1 - 3

L'edificio considerato è costituito dalle seguenti unità immobiliari con la relativa destinazione d'uso:

Classificazione dell'edificio in base alla categoria (di cui all'art.4, c.1 del Dlgs 192/2005) diviso per zone:

- Zona Termica "Zona 1": E7

- Zona Termica "Palestra": E6 (2)

Numero delle unità immobiliari: 1

## DATI TECNICI E COSTRUTTIVI DELL'EDIFICIO

### Climatizzazione invernale ed estiva

Volume lordo riscaldato (V)	12 123.75 m <sup>3</sup>
Superficie lorda disperdente del volume riscaldato (S)	5 294.24 m <sup>2</sup>
Rapporto S/V (fattore di forma)	0.44 m <sup>-1</sup>
Superficie utile riscaldata dell'edificio	2 836.83 m <sup>2</sup>
Volume lordo raffrescato (V)	0.00 m <sup>3</sup>
Superficie lorda disperdente del volume raffrescato (S)	0.00 m <sup>2</sup>

Superficie utile raffrescata dell'edificio

0.00 m<sup>2</sup>

### Impianti

Impianto tecnologici destinati ai servizi di climatizzazione invernale e/o estiva e/o produzione di acqua calda sanitaria.

#### **Descrizione impianto: Specifiche dei generatori di energia**

##### **Impianto "PRINCIPALE"**

Servizio svolto: Climatizzazione Invernale

Elenco dei generatori:

##### **- Caldaia/Generatore di aria calda**

Generatore a biomassa: NO

Combustibile utilizzato: Metano

Fluido termovettore: Acqua

Valore nominale della potenza termica utile: 255.00 kW

Rendimento termico utile (o rendimento di combustione) al 100% della potenza nominale:

95.60%

Rendimento termico utile (o rendimento di combustione) al 30% della potenza nominale:

95.20%

##### **- Caldaia/Generatore di aria calda**

Generatore a biomassa: NO

Combustibile utilizzato: Metano

Fluido termovettore: Acqua

Valore nominale della potenza termica utile: 217.00 kW

Rendimento termico utile (o rendimento di combustione) al 100% della potenza nominale:

95.60%

Rendimento termico utile (o rendimento di combustione) al 30% della potenza nominale:

95.20%

#### **Specifiche relative ai sistemi di DISTRIBUZIONE**

Fluido termovettore: acqua

#### **Specifiche relative ai sistemi di REGOLAZIONE**

Regolatori climatici e dispositivi per la regolazione automatica della temperatura ambiente nei singoli locali o nelle singole zone o unità immobiliari

*Zona Termica "Zona 1"*

Sistema di regolazione

- tipo di regolazione: Solo per singolo ambiente
- caratteristiche della regolazione: Proporzionale 1 °C

*Zona Termica "Palestra"*

Sistema di regolazione

- tipo di regolazione: Solo per singolo ambiente
- caratteristiche della regolazione: Proporzionale 1 °C

Numero di apparecchi: 0.00

#### **Terminali di EMISSIONE**

Il numero di apparecchi: 0

Il tipo e la potenza termica nominale sono elencati per zona termica:

#### **IMPIANTO "PRINCIPALE" AD ACQUA**

##### ***Zona Termica "Zona 1":***

- Tipo terminale: Radiatori su parete esterna isolata.
- Potenza termica nominale: 280 000 W.
- Potenza elettrica nominale: 0 W.

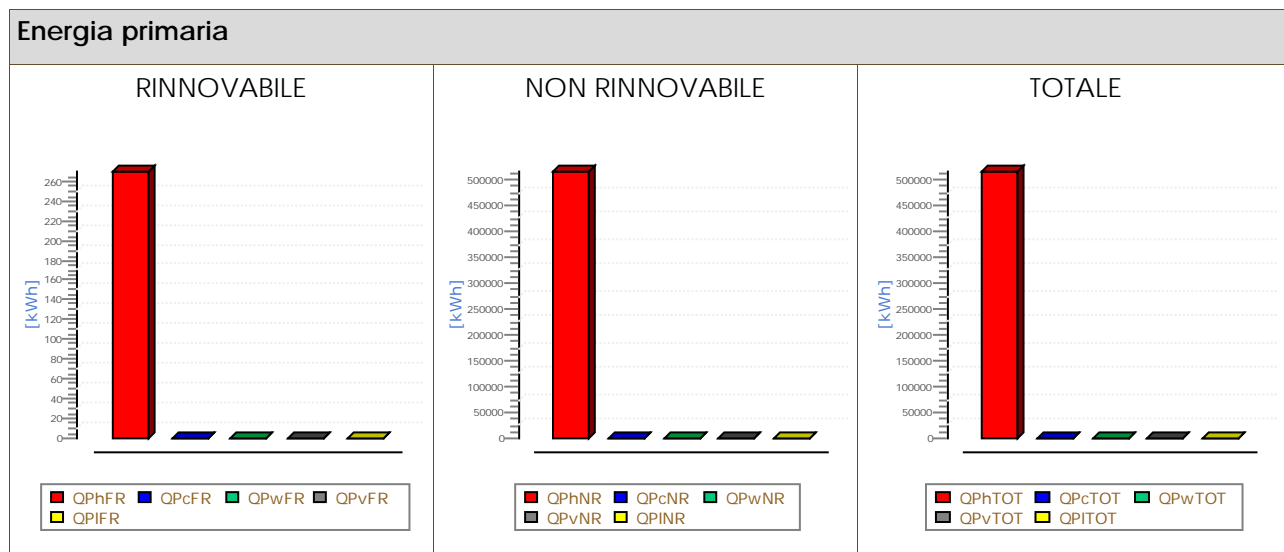
##### ***Zona Termica "Palestra":***

- Tipo terminale: Radiatori su parete esterna isolata.
- Potenza termica nominale: 280 000 W.
- Potenza elettrica nominale: 0 W.

## RISULTATI RELATIVI AL CALCOLO ADATTATO ALL'UTENZA

Il calcolo relativo alla *valutazione adattata all'utenza* ha prodotto i seguenti risultati in termini di fabbisogni dell'involucro, di rendimenti di impianto e di energia primaria spesa

### Consumi di energia primaria suddivisi per servizi energetici



### Indici di prestazione energetica

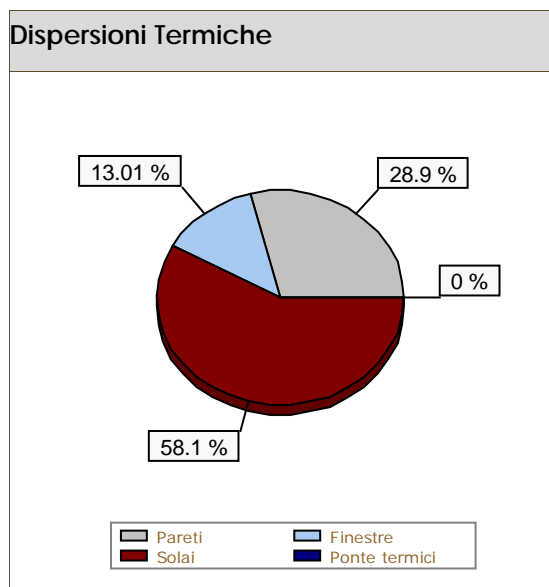
Climatizzazione invernale -  $EP_{H,nd} = 143.37 \text{ kWh/m}^2$

Climatizzazione estiva -  $EP_{C,nd} = 0.09 \text{ kWh/m}^2$

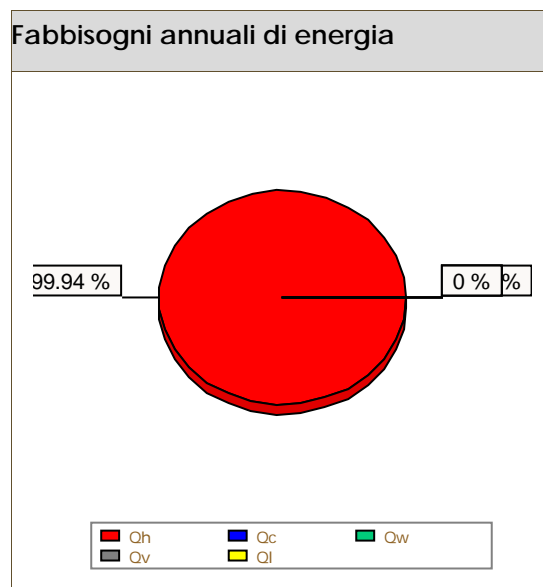
Energia primaria globale -  $EP_{gl,tot} = 181.80 \text{ kWh/m}^2$



Dispersioni termiche suddivise per tipologie di elementi disperdenti



Fabbisogni di energia suddivisi per servizi energetici



Rendimenti medi dei sottosistemi di impianto

RISCALDAMENTO		RAFFRESCAMENTO		ACQUA CALDA SANITARIA	
EtaEh	0.963	EtaEc	1.000	EtaEw	1.000
EtaRh	0.980	EtaRc	1.000		
EtaDh	1.000	EtaDc	1.000	EtaDw	1.000
EtaGNh	0.880	EtaGNc	1.000	EtaGNw	1.000

Efficienze medie stagionali

Impianto di riscaldamento -  $h_H = 0.79$

Impianto di raffrescamento -  $h_c = 0.00$

Impianto di produzione dell'acqua calda sanitaria -  $h_w = 0.00$

## Validazione del metodo di calcolo per l'analisi energetica

Il metodo di calcolo per l'analisi del risparmio energetico deve essere validato confrontando i risultati ottenuti dal calcolo standard con correzioni per le reali condizioni d'uso e climatiche con i dati di consumo reali dell'impianto.

E' stato possibile analizzare le bollette relative al periodo: 01/11/2021 - 31/10/2022.

I consumi reali, riportati nelle bollette energetiche, sono confrontati con i consumi stimati, valutati con la modellazione *tailored rating*, per ottenere diversi fattori di congruità.

## Consumi reali: bollette energetiche

I dati desunti sono riassunti nella tabella seguente:

DATA INIZIO-FINE	CONSUMI	UDM	COSTO UNITARIO [€]
<b>EDIFICIO</b>			
Metano			
01/12/2021 - 31/12/2021	13729.00	Sm <sup>3</sup>	5728.00
01/01/2022 - 31/01/2022	7931.00	Sm <sup>3</sup>	9888.22
01/02/2022 - 28/02/2022	6315.00	Sm <sup>3</sup>	7827.10
01/04/2022 - 30/04/2022	2129.00	Sm <sup>3</sup>	2624.44
01/06/2022 - 30/06/2022	0.01	Sm <sup>3</sup>	38.50
01/07/2022 - 31/07/2022	0.01	Sm <sup>3</sup>	38.50
01/08/2022 - 31/08/2022	0.01	Sm <sup>3</sup>	38.50
Elettricità			
01/11/2021 - 30/11/2021	2517.00	kWh	835.24

01/01/2022 - 31/01/2022	3272.00	kWh	1125.98
01/12/2021 - 31/12/2021	2694.00	kWh	1125.33
01/02/2022 - 28/02/2022	2538.00	kWh	405.79
01/03/2022 - 31/03/2022	1609.00	kWh	602.23
01/04/2022 - 30/04/2022	1490.00	kWh	772.35
01/05/2022 - 31/05/2022	2575.00	kWh	916.17
01/06/2022 - 30/06/2022	845.00	kWh	22.01
01/07/2022 - 31/07/2022	935.00	kWh	604.33
01/08/2022 - 31/08/2022	617.00	kWh	288.97
01/09/2022 - 30/09/2022	1120.00	kWh	562.06
01/10/2022 - 31/10/2022	1827.00	kWh	680.10
<b>IMPIANTO SCUOLA</b>			
Metano			
01/11/2021 - 30/11/2021	7008.00	Sm <sup>3</sup>	5970.42
01/12/2021 - 31/12/2021	13729.00	Sm <sup>3</sup>	5728.00
01/01/2022 - 31/01/2022	7931.00	Sm <sup>3</sup>	9888.22

01/02/2022 - 28/02/2022	6315.00	Sm <sup>3</sup>	7827.10
01/03/2022 - 31/03/2022	4198.00	Sm <sup>3</sup>	5215.93
01/04/2022 - 30/04/2022	2129.00	Sm <sup>3</sup>	2624.44
01/05/2022 - 31/05/2022	796.00	Sm <sup>3</sup>	1005.35
01/06/2022 - 30/06/2022	0.01	Sm <sup>3</sup>	38.50
01/07/2022 - 31/07/2022	0.01	Sm <sup>3</sup>	38.50
01/08/2022 - 31/08/2022	0.01	Sm <sup>3</sup>	38.50
01/09/2022 - 30/09/2022	816.00	Sm <sup>3</sup>	1219.24
01/10/2022 - 31/10/2022	4849.00	Sm <sup>3</sup>	6314.44
Elettricità			
01/11/2021 - 30/11/2021	2517.00	kWh	835.24
01/12/2021 - 31/12/2021	2694.00	kWh	1125.33
01/01/2022 - 31/01/2022	3272.00	kWh	1125.98
01/02/2022 - 28/02/2022	2538.00	kWh	405.79
01/03/2022 - 31/03/2022	1609.00	kWh	602.23

01/04/2022 - 30/04/2022	1490.00	kWh	772.35
01/05/2022 - 31/05/2022	2575.00	kWh	916.17
01/06/2022 - 30/06/2022	845.00	kWh	22.01
01/07/2022 - 31/07/2022	935.00	kWh	604.33
01/08/2022 - 31/08/2022	617.00	kWh	288.97
01/09/2022 - 30/09/2022	1120.00	kWh	652.06
01/10/2022 - 31/10/2022	1827.00	kWh	680.10

Il metodo di calcolo utilizzato per la valutazione dei consumi teorici dell'edificio segue la normativa tecnica *UNI/TS 11300*, e si basa su dati climatici (temperatura esterna, pressione parziale del vapore, insolazione) di *riferimento secondo dati climatici standard basati sulla zona climatica di appartenenza/basati sulle rilevazioni di centralina climatica* -cancellare la voce che non interessa-. Sulla base di tali dati è stato costruito e analizzato il modello dell'edificio esaminato.

Per effettuare la modellizzazione ed i calcoli necessari a valutare il consumo teorico è stato utilizzato un software che si basa sul calcolo semistazionario, che integra e personalizza il metodo basato sulla normativa tecnica *UNI/TS 11300*.

#### CALCOLO DEL FATTORE DI CONGRUITA'

Il fattore di congruità è definito come rapporto fra i consumi di energia reale desunti dalle bollette e i consumi energetici valutati con il calcolo semistazionario.

Fattore di congruità **C = 1.59** - Congruietà: NON\_CONFORME - **Modello non validato**

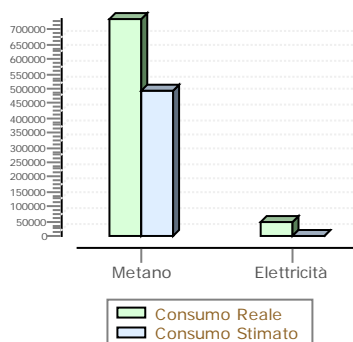
## DETTAGLIO DEI FATTORI DI CONGRUITA'

Fattori di congruità suddivisi per combustibili e per servizi energetici

### CENTRALE TERMICA: [Centrale Termica]

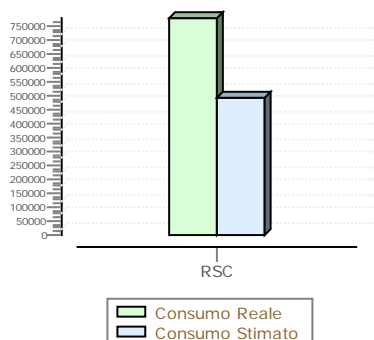
#### COMBUSTIBILE

Nome	Consumo Reale	Consumo Stimato	Fattore Congruità
Metano	735919.317	489863.603	1.502
Elettricità	44078.000	573.770	76.822



#### SERVIZI

Nome	Consumo Reale	Consumo Stimato	Fattore Congruità
RSC	779997.317	490437.373	1.590



## DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

Dopo una prima fase di analisi si è passato quindi alla proposta progettuale condivisa con la committenza. Si è giunti quindi alla proposta finale che prevede l'installazione di solo cappotto termico in materiale isolante EPS di grafite di spessore di 14cm posato a regola d'arte e finito verso l'esterno con rete e doppia rasatura. Per quanto riguarda l'attacco a terra, al piede dell'edificio verrà utilizzato, per il primo metro d'altezza, un apposito isolamento termico con un comportamento migliore rispetto all'umidità e alla presenza di acqua.

Sulla facciata ovest, vista la presenza di una scala metallica che funge da uscita di emergenza e quindi non può essere in alcun modo spostata e vista quindi la prossimità di questa scala con le pareti dell'edificio, si è previsto l'utilizzo di un isolamento termico di spessore minore ma con eguali prestazioni termiche. I pluviali verranno quindi smontati, spostati sull'esterno del nuovo cappotto e raccordati alle canalizzazioni di gronda esistenti. Per quanto riguarda le finestre, le cornici in materiale lapideo, di spessore 3cm verranno tolte su tutti e quattro i lati in modo tale da poter risvoltare con 2,5cm di cappotto lungo l'intero profilo dell'apertura. La nuova banchina orizzontale verrà quindi prevista in lamiera, così come già sono quelle della palestra adiacente. Le tubazioni del gas metano verranno lasciate nella posizione in cui si trovano, il cappotto in quel punto specifico si interromperà e proseguirà subito dopo le tubazioni. Le stesse verranno poi coperte con un'apposita griglia ispezionabile. Per quanto riguarda le finestre che al piano terra presentano le inferriate, verrà previsto il taglio delle stesse, la dismissione e la disposizione di nuove inferriate metalliche. L'impianto elettrico esistente verrà verificato, sistemato se necessario e portato sull'esterno del cappotto termico. In presenza del mosaico di facciata raffigurante lo stemma del paese, delle targhe commemorative e delle porte metalliche a filo muro localizzate al piano interrato, il cappotto si fermerà ai margini degli stessi elementi.

## PARTICOLARI SPECIFICI DELL'INTERVENTO

Per quanto riguarda questo intervento riteniamo opportuno specificare il modo in cui andremo ad intervenire nei seguenti casi particolari:

1. Vano contatore
2. Tubazioni gas metano
3. Tubazione canna fumaria
4. Presenza impianto elettrico in facciata
5. Presenza scala metallica esterna

## 1. Vano contatore



Nel caso in questione, il cappotto si interromperà in corrispondenza del locale contatore che non verrà spostato dalla sede in cui si trova. Il pluviale invece verrà smontato, spostato verso l'esterno del nuovo cappotto e rimontato.



## 2. Tubazioni gas metano



Nel caso in questione, il cappotto si interromperà in corrispondenza delle tubazioni esistenti del gas metano. Attorno alle stesse tubazioni verrà prevista una griglia metallica forata che permetta sempre agli impianti di essere ispezionati.

### 3. Tubazioni canna fumaria



Nel caso in questione, il cappotto si interromperà in corrispondenza delle tubazioni della canna fumaria. Lo stesso anche per le due tubazioni che fuoriescono dal locale contatore. Il pluviale invece verrà traslato verso l'esterno della facciata.



#### 4. Presenza impianto elettrico in facciata



Nel caso in questione, l'impianto elettrico verrà traslato esternamente rispetto al nuovo cappotto termico. Le inferriate che possiamo notare al piede dell'edificio verranno tagliate in favore di nuovi elementi metallici.

5. Presenza scala metallica esterna



Nel caso in questione, vista la presenza della scala metallica e la necessità di mantenerla, abbiamo scelto di disporre dell'isolamento termico con spessore ridotto ma con eguali prestazioni termiche in modo tale da poter cappottare anche quella parte di edificio.