

SUPERBONUS ECOBONUS 110%

SCHEDA 2

ESEMPI INTERVENTI





## Esempi interventi

### Premessa

Come illustrato nell'Opuscolo "Superbonus Ecobonus 110%" e nella Scheda n.1 "Efficienza energetica", gli interventi di efficientamento energetico, ammessi al Superbonus 110% (di seguito indicato come 110%), hanno l'obiettivo di **ridurre i consumi energetici degli edifici**, minimizzando le dispersioni termiche mediante l'isolamento termico dell'involucro edilizio e/o agendo sull'efficienza degli impianti per riscaldamento/raffrescamento e produzione di acqua calda sanitaria.

La conoscenza delle **modalità di intervento**, dei **materiali utilizzabili** e delle **alternative possibili** consente di sfruttare l'attuale opportunità di agevolazione fiscale a costo zero (o, comunque, a costo molto contenuto) per realizzare interventi efficaci e duraturi. A tal fine, nell'ambito degli interventi ammissibili al 110%, sono analizzate, in questa scheda, diverse tipologie di intervento.

Tipologie di intervento:

- 1) Isolamento termico dell'involucro edilizio:**
  - A. isolamento termico delle pareti esterne con sistema a cappotto;
  - B. sostituzione infissi e installazione schermature solari.

- 2) Sostituzione impianto esistente di climatizzazione invernale:**
- A. sostituzione generatore di calore con caldaia a condensazione;
  - B. sostituzione generatore di calore con pompa di calore.
- 3) Installazione impianto alimentato a fonti energetiche rinnovabili:**
- A. installazione impianto solare termico (produzione di acqua calda);
  - B. installazione impianto solare fotovoltaico (produzione di energia elettrica).

Le prime due tipologie di intervento, come già spiegato, possono costituire interventi trainanti, nel rispetto dei principali requisiti tecnico-normativi del Superbonus: salto di 2 classi energetiche; superficie oggetto di intervento maggiore del 25% della superficie disperdente lorda, nel caso si intervenga con le coibentazioni (figura 1).



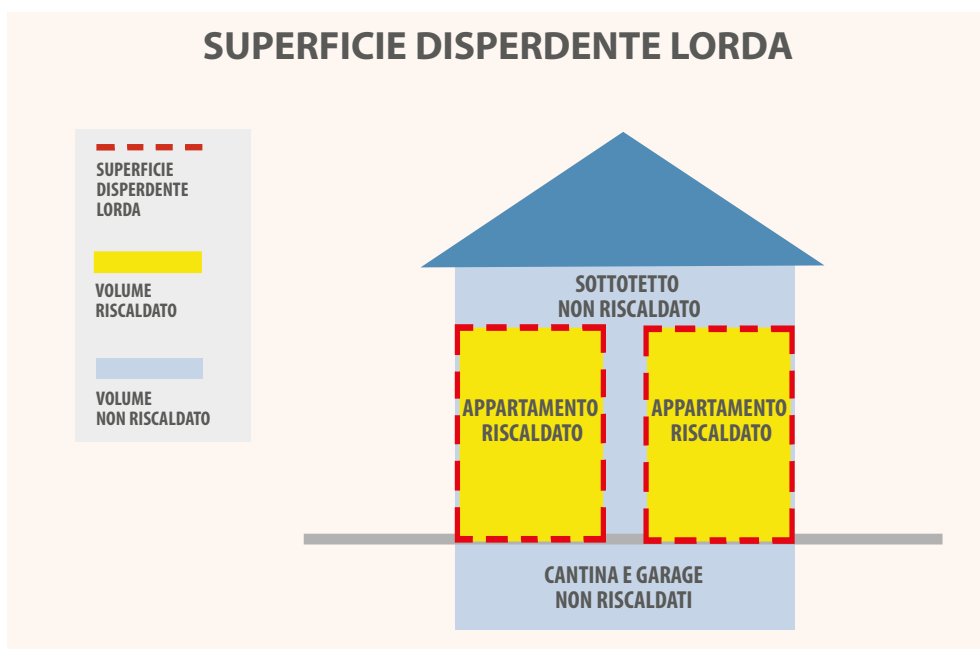
**Figura 1:** Tipologie di intervento trainante

# Isolamento termico dell'involucro edilizio

## A. Isolamento termico delle pareti esterne con sistema a cappotto

### Classificazione intervento Superbonus 110%

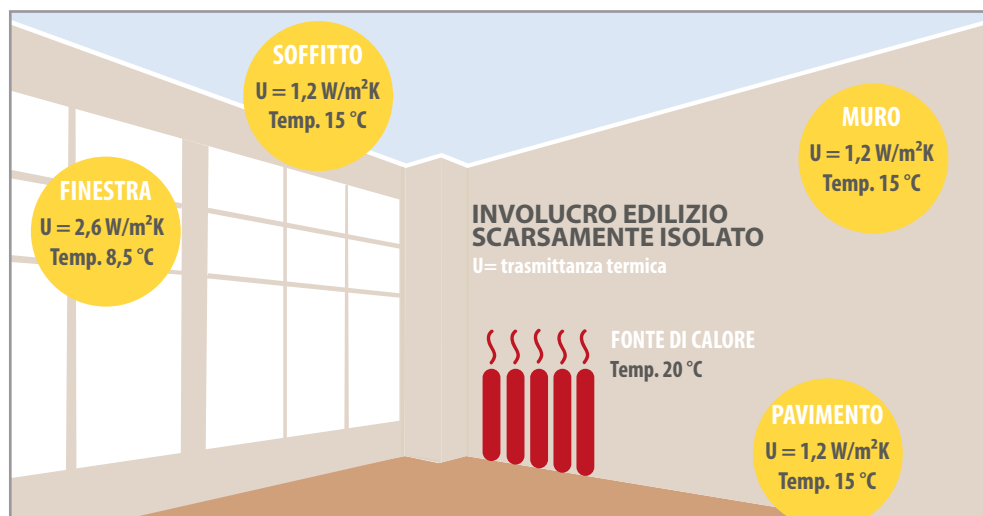
Intervento **trainante**, se realizzato **su almeno il 25% della superficie disperdente totale lorda** dell'edificio (requisito necessario per l'ammissione al 110%). Per superficie disperdente lorda dell'edificio si intende, come rappresentato in **figura 2**, l'insieme delle superfici lorde delle pareti, dei pavimenti e dei soffitti che delimitano il volume riscaldato verso l'esterno o verso i locali non riscaldati.



**Figura 2:** Edificio in cui è evidenziata la superficie disperdente lorda

### Descrizione

Isolare termicamente un edificio significa **applicare sulle superfici opache materiali "isolanti"**, che riducono gli scambi di calore tra gli ambienti interni e l'esterno, garantendo **temperature interne più omogeneamente distribuite** (figura 3).



**Figura 3:** Benessere termico. Un isolamento termico efficiente garantisce temperature interne più elevate e omogeneamente distribuite

L'isolamento delle pareti può interessare la **superficie interna, esterna o l'intercapedine** (vedi box pag 6-8).

Ai fini del Superbonus, tuttavia, l'**isolamento interno** può costituire un intervento **trainante solo** se si tratta di un'**abitazione singola**.

In un condominio, invece, questo presuppone un intervento all'interno dell'appartamento (proprietà privata) e non sulle parti comuni dell'edificio e, pertanto, questo tipo di intervento è da considerare come trainato.

# ISOLAMENTO INTERNO

## CASI DI INTERVENTO

Può essere realizzato ove non sia possibile intervenire dall'esterno, cioè in edifici tutelati dal punto di vista storico o paesaggistico.

## CRITICITÀ

- Rispetto all'isolamento esterno, è più soggetto al rischio di formazione di condensa tra la parete esistente e il materiale isolante. Per questo richiede una particolare attenzione e cura nella progettazione. È consigliato applicare spessori limitati di isolamento e favorire il ricambio dell'aria all'interno, ad esempio con impianto di ventilazione meccanica controllata.
- La formazione di punti di discontinuità nell'isolamento (ad es. nodo tra parete e solaio o tra parete esterna e parete interna) potrebbe rendere necessario intervenire mediante risvolti di coibentazione interna per evitare problemi di muffa. Rispetto ad un intervento di coibentazione esterna, è generalmente più difficile rispettare i limiti di trasmittanza richiesti per la detrazione fiscale, data la necessità di contenere lo spessore dell'isolante interno.

# ISOLAMENTO IN INTERCAPEDINE

## CASI DI INTERVENTO

Può essere realizzato su pareti esistenti che presentano una intercapedine d'aria all'interno della struttura in muratura (ad esempio pareti a cassa vuota).

## MODALITÀ DI INTERVENTO

All'interno dello spessore dell'intercapedine viene inserito del materiale isolante sfuso, tramite insufflaggio.

## CRITICITÀ

- Le criticità di questo sistema sono analoghe a quelle descritte per l'isolamento interno (in particolare rischio di condensazione interstiziale, difficoltà di risoluzione dei punti di discontinuità dell'isolamento).
- Essendo lo spessore dell'intercapedine definito dalla struttura esistente e non modificabile, non è necessariamente garantito che, attraverso questa strategia di isolamento, si raggiungano i limiti di trasmittanza termica richiesti dalla normativa vigente o dai requisiti per le detrazioni fiscali. Pertanto, potrebbe essere necessario affiancare questo strato isolante con un ulteriore strato esterno o interno.

# ISOLAMENTO ESTERNO

## CASI DI INTERVENTO

È il sistema più diffuso per la coibentazione delle pareti in edifici esistenti.

## MODALITÀ DI INTERVENTO

Lo strato isolante viene applicato esternamente alle pareti esistenti e, oltre alla funzione termica e isolante, consente di proteggere la struttura dagli agenti atmosferici.

## BENEFICI

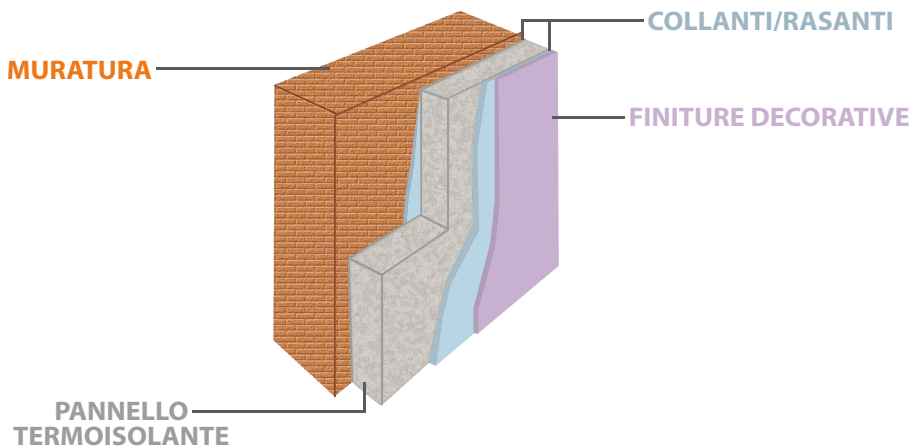
La coibentazione esterna permette di risolvere facilmente tutti i punti di discontinuità dell'edificio, garantendo un isolamento termico continuativo e riducendo il rischio di formazione di muffa.





L'**isolamento esterno** delle superfici opache dell'edificio (pareti, tetto, solai rivolti verso l'esterno o verso zone non riscaldate, come ad esempio il vano scale) è in generale la soluzione che consente di ottenere, a parità di condizioni, un maggior risparmio energetico (vedi [Scheda n.1- Efficienza Energetica](#)).

L'isolamento delle pareti esterne con **un sistema d'isolamento a cappotto** rientra in questa categoria d'intervento e consiste nell'applicare sulle pareti rivolte verso l'esterno dei **pannelli isolanti di materiale e spessore adeguato** al rispetto delle normative vigenti, come mostrato in maniera esemplificativa nella [figura 4](#).



**Figura 4:** Esempio di stratigrafia di parete con pannello termoisolante

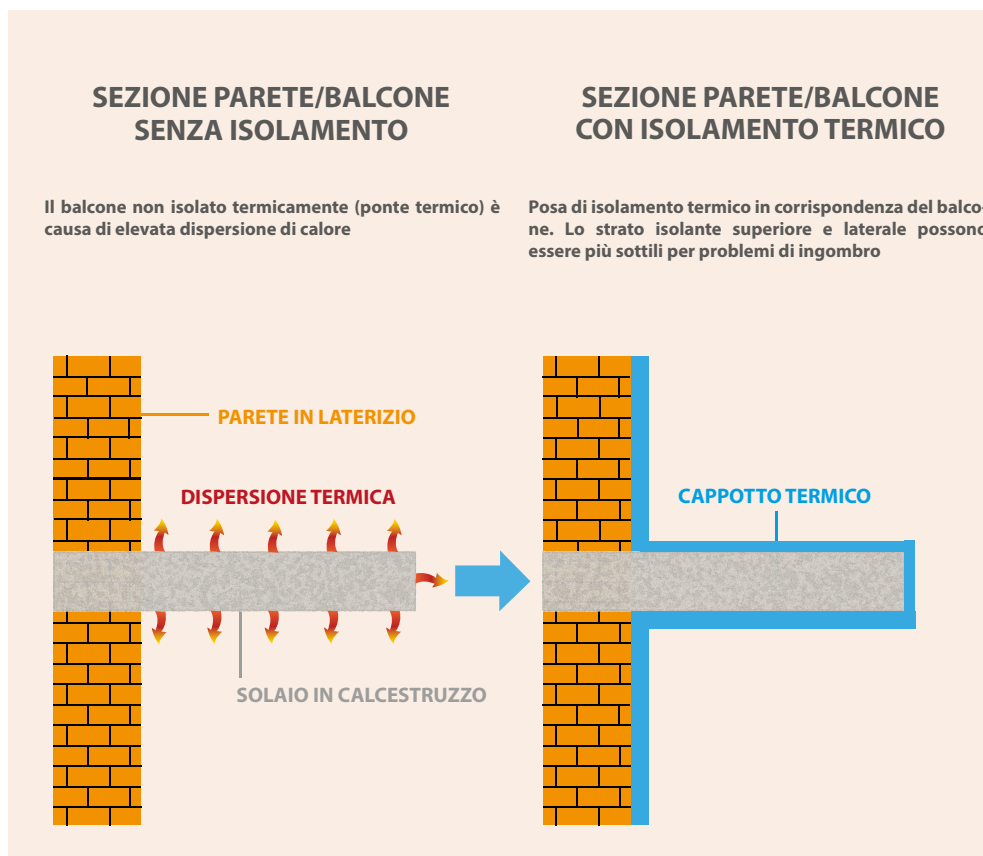
L'applicazione del cappotto termico consente di intervenire in maniera efficace sui cosiddetti "**ponti termici**", **punti critici di discontinuità dell'edificio** (e quindi con elevata dispersione di calore), quali ad esempio: sporti, balconi, spallette dei serramenti, soglie, davanzali, come evidenziato in [figura 5](#).

Intervenendo su tali punti si assicura la continuità dello strato isolante, minimizzando, così, anche il rischio dei fenomeni di **condensa e muffa**, dovuti a basse temperature superficiali, che si riflettono sui corrispondenti strati interni. Nel complesso si migliora, quindi, il comfort dei locali interni.

In [figura 6](#) è rappresentato un esempio di ponte termico e la sua eliminazione a mezzo di strati isolanti.



**Figura 5:** Esempio di ponte termico (balcone)



**Figura 6:** Schematizzazione di una sezione di parete/balcone pre e post intervento di isolamento

## VANTAGGI E SVANTAGGI DELL'ISOLAMENTO CON CAPPOTTO TERMICO

### VANTAGGI

Garantisce la continuità dell'isolamento termico, la riduzione del "peso energetico" dei ponti termici esistenti e di eventuali fenomeni di muffa ad essi associati

Maggior comfort abitativo e ambienti più salubri: il cappotto termico permette di incrementare la temperatura superficiale delle pareti, trattenendo il freddo all'esterno e aumentando la temperatura percepita all'interno dei locali

Riduzione del fabbisogno energetico dell'immobile e delle spese per riscaldamento e raffrescamento

Possibile esecuzione dell'intervento contestualmente ad altri interventi di manutenzione dell'edificio (manutenzione facciate, rifacimento intonaco, ecc.)

Miglioramento della classe energetica dell'immobile e aumento del valore economico

Protezione della struttura del fabbricato dagli agenti atmosferici e dai fenomeni di degrado a essi associati

### SVANTAGGI

È prevista l'installazione di un ponteggio con conseguente aumento dei costi

Si interviene su spallette, soglie e davanzali delle finestre esistenti e sulla profondità dei balconi, con possibile riduzione della dimensione del foro finestra e della larghezza del balcone. Lo spessore totale della coibentazione dipende dalle caratteristiche dei materiali utilizzati

Necessità di manutenzione periodica della facciata

L'intervento potrebbe non essere possibile o più complesso in edifici soggetti a vincoli o a tutela storica/paesaggistica, in particolare se localizzati nei centri storici



## PIÙ NEL DETTAGLIO

La **posa di un sistema di isolamento a cappotto** deve essere eseguita **da ditte specializzate e qualificate**, in grado di attuare tutti gli accorgimenti necessari a garantire la durabilità del sistema nel tempo. Altrettanto importante è la presenza di un **progetto dettagliato**, specifico per l'edificio oggetto di intervento.

### Scelta dei materiali

I materiali isolanti utilizzati per la realizzazione dei cappotti termici sono diversi e si classificano in base all'origine (minerale, sintetica o vegetale) e alle proprie caratteristiche.

In generale, non esiste un materiale migliore degli altri, ma esiste **il materiale più adatto alle specifiche esigenze tecniche, di costo e di sostenibilità ambientale**.

I principali materiali utilizzati per la realizzazione dei cappotti termici sono:

- EPS (origine sintetica);
- Lana di roccia (origine minerale);
- Fibra di legno (origine vegetale);
- Poliuretano (origine sintetica);
- Calcestruzzo aerato autoclavato (origine minerale).

Gli stessi materiali sono classificati in maniera qualitativa nella tabella seguente (**tabella 1**), in termini di:

- prestazione energetica invernale;
- prestazione energetica estiva;
- isolamento acustico.

La prestazione termica **invernale** è influenzata, prevalentemente, dalla **conduttività termica ( $\lambda$ )**, espressa in W/mK.

La prestazione termica **estiva** dipende, invece, prevalentemente dalla **densità** e dalla **capacità termica dei materiali isolanti**.

MATERIALE ISOLANTE	PRESTAZIONE ENERGETICA INVERNALE	PRESTAZIONE ENERGETICA ESTIVA	ISOLAMENTO ACUSTICO
EPS (POLISTIRENE ESPANSO)	+++	+	+
LANA DI ROCCIA	++	++	+++
FIBRA DI LEGNO	++	+++	++
SUGHERO	++	+++	++
POLIURETANO	+++	+	+
CALCESTRUZZO CELLULARE AUTOCLAVATO (CCA)	++	++	+

Tabella 1: Classificazione dei materiali isolanti

Nella tabella seguente si riportano i costi in opera dei materiali isolanti sulla base del prezzario regionale al 03/08/2021 (tabella 2).

MATERIALE ISOLANTE	COSTO PREZZARIO REGIONALE (3/08/2021) - €/m <sup>2</sup>
EPS	78,65
LANA DI ROCCIA	87,48
FIBRA DI LEGNO	70,64
SUGHERO	—
POLIURETANO	91,19
CCA	93,71

Tabella 2: Costi dei materiali isolanti

Ai materiali isolanti “tradizionali” si affiancano materiali isolanti di nuova generazione tra cui l'**aerogel**, che si caratterizza per valori di conducibilità termica estremamente ridotti ( $\lambda = 0,015 - 0,016$  W/mK, circa la metà rispetto al poliuretano,  $\lambda = 0,028$  W/mK, e all'EPS,  $\lambda = 0,031$  W/mK).

Per la particolare struttura a base di silice e aria, i pannelli in aerogel possono avere uno spessore limitato, che generalmente non supera i 6 cm. I costi di questo materiale, se utilizzato per realizzare una coibentazione a cappotto, sono molto elevati: per un pannello di spessore di 6 cm, il costo è pari a 495,06 euro/m<sup>2</sup> da prezzario regionale ER, 3 agosto 2021. Per questo motivo, l'aerogel è utilizzato soprattutto per la coibentazione di porzioni limitate o per la risoluzione di ponti termici (ad esempio spallette dei serramenti).

Per l'accesso al Superbonus 110% tutti i materiali isolanti devono rispettare i Criteri Ambientali Minimi (CAM), di cui al DM 11/10/2017 e s.m.i., oltre ai requisiti tecnici di settore ([Enea Prestazione materiali isolanti](#)). Questi includono, in particolare, **percentuali minime di materiale riciclato e/o recuperato**, individuate per ciascuna tipologia di materiale isolante (paragrafo 2.4.2.9 - DM 11/10/2017). Questo requisito può essere verificato mediante una dichiarazione ambientale di prodotto (esempio EPDItaly®), o una certificazione di prodotto, che ne attesti il contenuto di materiale riciclato (es. ReMade in Italy®).



In generale, è comunque buona regola scegliere un **sistema di isolamento termico a cappotto certificato**, in cui i diversi componenti siano stati sottoposti a test, per garantire la migliore performance del sistema composto dai vari elementi e non dei singoli componenti separati. Tali sistemi sono dotati di certificazione ETA, secondo ETAG 004 o EAD040083-00-0404, e marcatura CE di sistema. Queste certificazioni sono redatte da enti autorizzati e riconosciuti a livello europeo su richiesta del produttore.

## Aspetti dimensionali

Nel seguito si riporta un confronto dei materiali isolanti, caratterizzati da diversi valori di conducibilità termica ( $\lambda$ ), in termini di **spessore necessario per raggiungere un buon grado di isolamento termico, ossia una trasmittanza termica post intervento** compresa nel range **0,18-0,21 W/m<sup>2</sup>K**, compatibile con quanto richiesto dal **Superbonus 110%** ( $U \leq 0,23 \text{ W/m}^2\text{K}$  per la zona climatica E, che include gran parte dell'Emilia-Romagna).

## TRASMITTANZA: CHE COS'È E COME SI CALCOLA

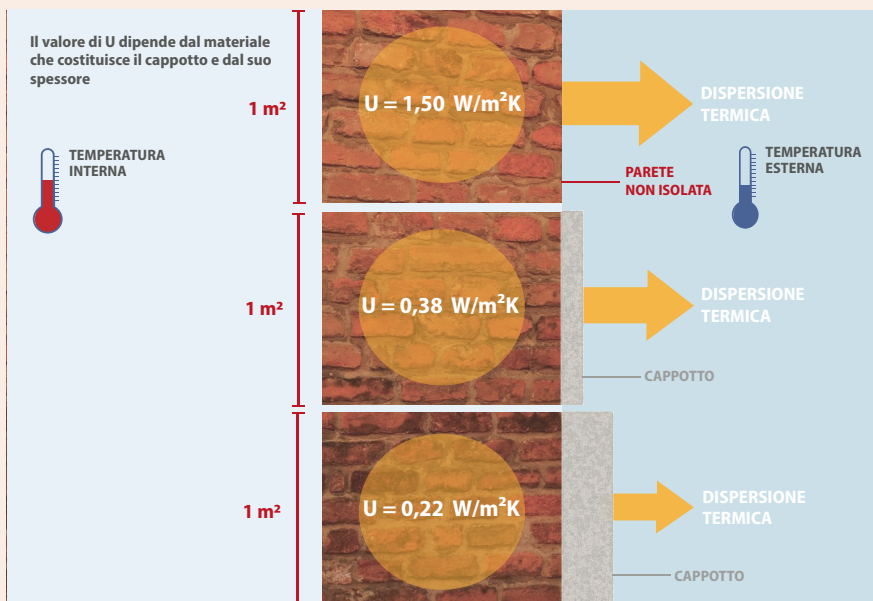
### CHE COS'È

La quantità di calore (Watt) che viene dispersa attraverso 1 m<sup>2</sup> di superficie, quando la differenza di temperatura tra dentro e fuori è di 1 grado Kelvin.

### COME SI CALCOLA

Trasmittanza (U) = W/m<sup>2</sup>K

Al diminuire di U aumenta il potere isolante del materiale.



Si ricorda che tale requisito di trasmittanza termica, richiesto dal Superbonus, riguarda la sola sezione dell'elemento costruttivo oggetto di intervento, senza considerare l'incidenza dei ponti termici. A questa verifica deve essere affiancata la verifica degli ulteriori adempimenti richiesti dalla normativa energetica regionale dell'Emilia-Romagna (DGR 967/2015 e s.m.i.), tra cui il rispetto del valore di trasmittanza termica media ( $U_{media}$ ), comprensiva dell'incidenza dei ponti termici. Tali verifiche sono distinte e devono essere entrambe eseguite già in fase preliminare.

Il confronto di cui alla seguente tabella (tabella 3) è stato predisposto ipotizzando di intervenire sulla stratigrafia di una parete esterna in laterizio pieno, intonacato su ambo i lati, avente spessore totale di 30 cm, di un edificio localizzato, ad esempio, a Bologna (zona climatica E).

MATERIALE ISOLANTE - (W/ mK)		SPESSORE INDICATIVO DI MATERIALE ISOLANTE - (cm)
POLIURETANO	- $\lambda = 0,028$	12-14
EPS	$\lambda = 0,031$	14-16
LANA DI ROCCIA	$\lambda = 0,035$	16-18
FIBRA DI LEGNO	$\lambda = 0,040$	18-20
SUGHERO	+ $\lambda = 0,040$	18-20
CCA	$\lambda = 0,042$	18-20

**Tabella 3:** Spessore indicativo di materiale isolante (cm), in relazione ai diversi valori di conducibilità termica (W/mK). Al crescere del valore di conducibilità termica aumenta lo spessore del materiale isolante



## B. Sostituzione infissi e installazione schermature solari

### Classificazione intervento Superbonus 110%

Intervento **trainato**.

#### Descrizione

La sostituzione degli infissi è un intervento tra i più diffusi. Per realizzare un buon intervento è **necessario riqualificare non solo la finestra, ma anche tutti i componenti “secondari”** (cassonetto, controtelaio, davanzale), in modo da garantire elevate prestazioni termiche e ottima resistenza a pioggia, vento, grandine.

L'intervento risulta maggiormente efficace se abbinato all'installazione di **sistemi di schermatura solare** (tende, veneziane, ecc.), così da poter limitare l'ingresso dell'energia solare e il surriscaldamento degli ambienti nei mesi estivi. I sistemi di schermatura solare sono maggiormente efficaci se sono applicati esternamente alla superficie vetrata (figura 7). Non sono ammesse al 110 le schermature solari orientate a nord, nord-est, nord-ovest ([approfondimento Enea](#)).

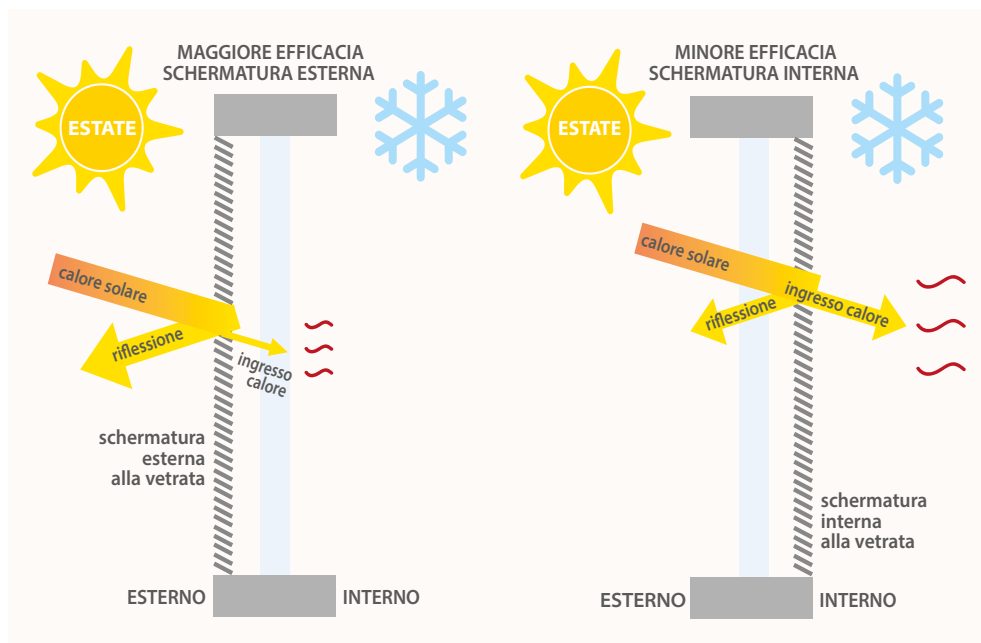


Figura 7: Efficacia delle schermature solari

## VANTAGGI E SVANTAGGI DELLA SOSTITUZIONE DEGLI INFISSI

### VANTAGGI

Permette di ridurre le dispersioni energetiche associate ai serramenti e di limitare il surriscaldamento estivo degli ambienti, in caso di installazione anche di schermature solari esterne (tende, veneziane, ecc.)

La presenza di doppio o triplo vetro consente anche di migliorare l'isolamento acustico degli ambienti

Generalmente poco invasivo

### SVANTAGGI

Si può aumentare il rischio di formazione di muffa in corrispondenza del serramento, se non è realizzato contestualmente all'isolamento delle pareti: ciò è dovuto generalmente alla maggiore ermeticità dei nuovi serramenti rispetto a quelli esistenti

Non determina una riduzione significativa dei consumi energetici, se non associato ad un intervento di isolamento delle pareti esterne

Può determinare la riduzione della superficie vetrata a parità di dimensioni della finestra, per la presenza di telai di spessore maggiore rispetto a quelli esistenti

Può richiedere opere murarie



## Scelta dei materiali

### Tipologie di infissi

Gli infissi si distinguono **per il tipo di telaio**, che può essere in legno, PVC o metallo (acciaio o alluminio), e **per il tipo di vetrata**, che può essere a vetro singolo o vetrocamera (doppio o triplo vetro).

La prestazione termica di un infisso è definita **dalla sua trasmittanza termica (Uw)**, che deriva dalle caratteristiche dei singoli componenti (telaio, vetro e distanziale nel caso di un vetrocamera). Minore è il valore di trasmittanza termica, migliore è la capacità dell'infisso di trattenere il calore all'interno degli ambienti nella stagione invernale.

**NOTA:** La trasmittanza limite richiesta per l'accesso al Superbonus è  $U_w \leq 1,3$  W/m<sup>2</sup>K per l'Emilia-Romagna (zona climatica E).

### Caratteristiche del vetro

Le caratteristiche del vetro sono sicuramente molto importanti per definire la prestazione termica dell'infisso.

Il **vetro singolo** è ormai in disuso, in quanto offre prestazioni inferiori rispetto alle altre tipologie di vetro e **non garantisce il raggiungimento dei requisiti minimi di prestazione richiesti dalla normativa vigente**.

Nel caso degli infissi con **vetrocamera** (ossia a doppio o triplo vetro) sono presenti una o più lastre di vetro con intercapedine tra le lastre, che può essere riempita con aria o isolante (ad esempio gas argon).

Le prestazioni del vetrocamera, inoltre, possono essere ulteriormente migliorate con specifici trattamenti o rivestimenti detti "coating".

I trattamenti superficiali più diffusi sono:

- **Tattamento basso emissivo**, che agisce sulla quantità di calore/energia in uscita dal vetrocamera e consente di ridurre le dispersioni energetiche attraverso il vetro.
- **Tattamento selettivo**, che agisce non solo sulla quantità di calore in uscita dal vetrocamera, ma anche sull'energia e sul calore in ingresso dall'esterno.

Per la scelta del vetro è molto importante verificare i seguenti aspetti, in relazione alle diverse tipologie di infissi, con o senza trattamento (vedi figura 8 e 9):

- **Trasmittanza termica del vetro Ug:** minore è questo valore, migliore è la capacità dell'infisso di trattenere il calore. Generalmente, per un doppio vetro basso emissivo è pari a 1,00-1,20 W/m<sup>2</sup>K, mentre per un triplo vetro basso emissivo è pari a 0,50-0,80 W/m<sup>2</sup>K, contro il valore di un vetro singolo di circa 5,8-5,9 W/m<sup>2</sup>K.
- **Fattore solare g:** rappresenta la percentuale di energia solare che attraversa il vetro. Generalmente per un doppio vetro basso emissivo è pari al 55%-70%, mentre per un triplo vetro basso emissivo è pari al 45%-55%. Il valore può ridursi ulteriormente nel caso di vetri selettivi.
- **Trasmissione luminosa:** rappresenta la percentuale di luce che attraversa la vetrata. Più è alto questo valore, maggiore sarà l'ingresso di luce dalla vetrata.

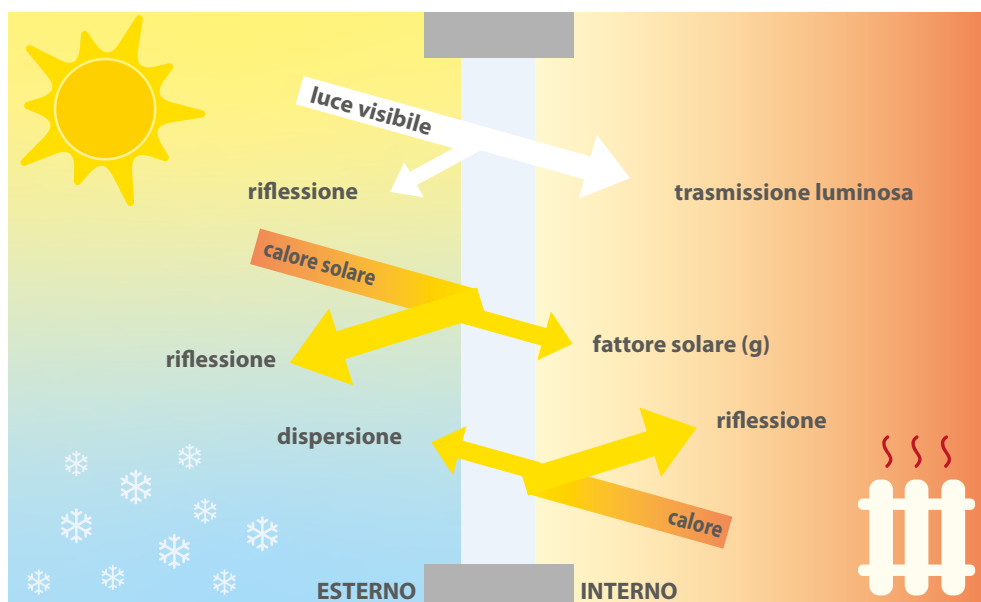


Figura 8: Trasmittanza termica, fattore solare e trasmissione luminosa

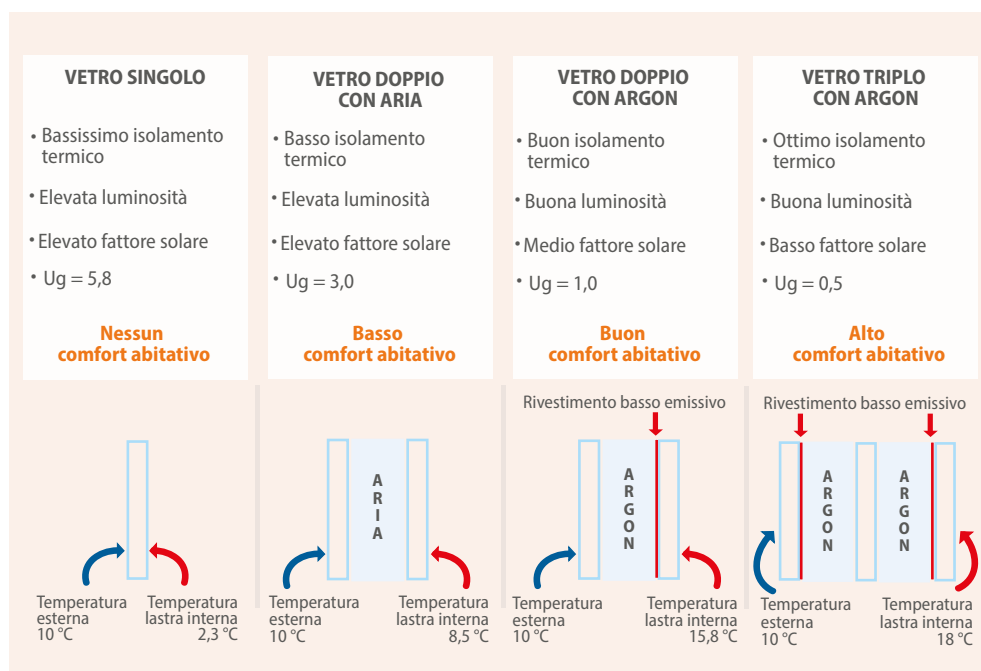


Figura 9: Comparazione tra vetro singolo e vetrocamera e rispettivo comfort abitativo



## PIÙ NEL DETTAGLIO

La posa degli infissi è fondamentale per garantirne la loro prestazione e la resistenza agli agenti atmosferici. Un ottimo infisso, se non posato a regola d'arte, perde le sue caratteristiche prestazionali. Fondamentale è, dunque, affidarsi a ditte specializzate, che offrano un servizio di posa in grado di garantire tenuta all'aria, tenuta al vento e resistenza agli agenti atmosferici.

Accessori fondamentali per una corretta posa:

- controtelaio, elemento necessario a creare un piano di posa planare e solido sulla parete. Realizzazione in legno o in materiale isolante;
- accessori per la tenuta all'aria e al vento (giunti precompressi, nastrature, ecc.), necessari a sigillare tutti i punti di connessione tra muratura e controtelaio e tra controtelaio e infisso.

# Sostituzione impianto esistente di climatizzazione invernale

## Classificazione intervento Superbonus 110%

In generale la sostituzione dell'impianto di riscaldamento esistente con un sistema più efficiente (esempio pompa di calore o caldaia a condensazione) **può costituire un intervento trainante**, sempre che vi sia il doppio salto di classe energetica.

Qualora, tuttavia, l'impianto di **riscaldamento non fosse centralizzato** (unità immobiliari in condominio dotate di riscaldamento autonomo), l'intervento rientrerebbe tra quelli trainati, con agevolazione del Superbonus 110%, solo nel caso in cui, nel condominio, si eseguisse l'**intervento di isolamento termico delle superfici opache** (per almeno il 25% della superficie disperdente totale lorda dell'edificio). In caso contrario, l'intervento non può essere oggetto di detrazione fiscale del 110%, ma, su richiesta, di quella al 65% (Ecobonus).



Figura 10: Classificazione dell'intervento di sostituzione dell'impianto di climatizzazione invernale in intervento trainante o trainato

## A. Sostituzione generatore di calore con caldaia a condensazione

### Classificazione intervento Superbonus 110%

Intervento **trainante/trainato**, a seconda dei casi, come esplicitato precedentemente.

#### Descrizione

Le caldaie a condensazione si distinguono da quelle tradizionali perché, rispetto a quest'ultime, sono in grado di sfruttare **il calore del vapore presente nei fumi di combustione** (figura 11).

Tramite un processo di raffreddamento dei fumi, il vapore degli stessi viene fatto **condensare**. Il calore prodotto da questo processo viene recuperato da uno scambiatore di calore e utilizzato per riscaldare l'acqua dell'impianto.

La sostituzione di una caldaia tradizionale con una a condensazione è un intervento generalmente semplice e poco invasivo, ma **non** contribuisce a **ridurre il complessivo fabbisogno termico dell'edificio**.

La sostituzione del generatore può essere l'occasione per verificare l'intero sistema di riscaldamento:

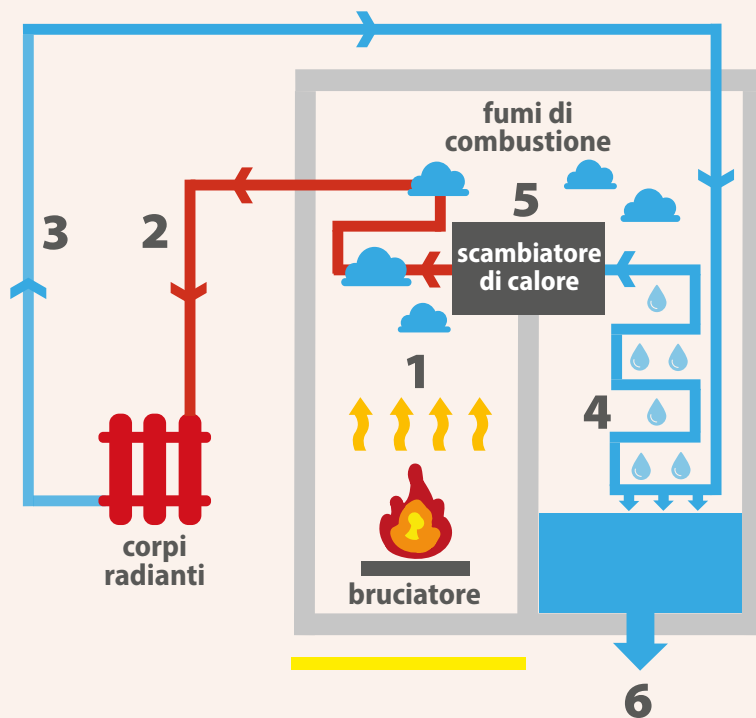
- la conformità della rete gas;
- il trattamento dell'acqua;
- la canna fumaria;
- il sistema di emissione e di distribuzione dell'impianto.

Negli edifici esistenti i generatori possono essere sovradimensionati. Prima di sostituire un generatore di calore è, quindi, importante verificare la potenza termica effettivamente necessaria, attraverso un calcolo energetico dell'intero edificio.

I migliori rendimenti della **caldaia a condensazione (rendimento compreso tra 100-110%)** consentono, tuttavia, in raffronto ad una **caldaia a metano (rendimento compreso tra 80-95%)**, una riduzione dei consumi energetici e, quindi, dei costi in bolletta sostenuti per riscaldamento/produzione acqua calda.

Tale diminuzione sarà maggiore se associata ad un rinnovamento dell'impianto di climatizzazione (rete di distribuzione ed emissione).

## FUNZIONAMENTO CALDAIA A CONDENSAZIONE



- 1** Evaporazione del combustibile (di solito metano), che scalda l'acqua in un circuito chiuso
- 2** Circuito di mandata con acqua calda
- 3** Circuito di ritorno con acqua fredda
- 4** Raffreddamento dei fumi di combustione e loro condensazione
- 5** Scambiatore di calore, che utilizza il calore rilasciato nella condensazione dei fumi per pre-riscaldare l'acqua fredda in entrata
- 6** Scarico condensa

Figura 11: Principio di funzionamento della caldaia a condensazione



## VANTAGGI E SVANTAGGI DELLA SOSTITUZIONE CON CALDAIA A CONDENSAZIONE

### VANTAGGI

Consente di ridurre parzialmente i consumi energetici per i migliori rendimenti del nuovo generatore

Economicamente risulta poco costoso, in particolare se raffrontato ad un intervento di isolamento a cappotto

Generalmente poco invasivo

### SVANTAGGI

Non consente di ridurre in maniera significativa il fabbisogno per riscaldamento/produzione di acqua calda sanitaria, in quanto non riduce la dispersione termica dell'edificio

Non contribuisce in maniera significativa alla riduzione di emissione di gas serra, in quanto la caldaia è comunque alimentata con fonti energetiche fossili (ad es. metano)

Non consente, di per sé, di ridurre la temperatura di mandata dell'impianto e, quindi, di ridurre ulteriormente i consumi, salvo che non si realizzi contestualmente un intervento di isolamento dell'edificio



### PIÙ NEL DETTAGLIO

Sostituendo la caldaia tradizionale con una a condensazione, è necessario prevedere: lo scarico condensa, collegato alla rete di scarico esistente; il trattamento delle acque; le valvole termostatiche a bassa inerzia termica sui corpi scaldanti o altro sistema di termoregolazione per singolo ambiente; un sistema di termoregolazione evoluta con regolazione climatica e sonda esterna di temperatura. Specificatamente, per il trattamento delle acque è necessario:

- a) un filtro dissabbiatore, in grado di trattenere le impurità presenti nell'acqua derivante dall'acquedotto, in ingresso nell'abitazione;
- b) un defangatore, in grado di rimuovere gli eventuali residui e impurità presenti nell'acqua in circolazione, nell'impianto di climatizzazione invernale.

## B. Sostituzione generatore di calore con pompa di calore

### Classificazione intervento Superbonus 110%

Intervento **trainante/trainato**, a seconda dei casi, come esplicitato precedentemente.

### Descrizione

La pompa di calore è un generatore in grado di **trasferire il calore presente in aria, acqua o terreno (“sorgenti fredde”) all’aria o all’acqua (“pozzo caldo”)** utilizzate per alimentare il sistema di emissione dell’impianto di riscaldamento (radiatori, pannelli radianti, ecc.) (figura 12).

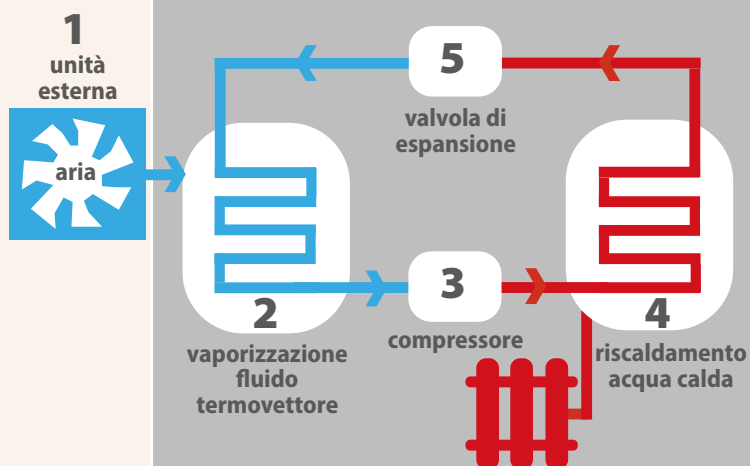
Per compiere questo processo la pompa di calore sfrutta l’**elettricità** che, di fatto, è il “**combustibile**” di questo generatore.

La pompa di calore può **riscaldare e/o raffrescare** gli ambienti e produrre acqua calda per gli usi sanitari.

A differenza delle caldaie, la pompa di calore consente all’impianto di lavorare a temperature inferiori e, per questo, si abbina perfettamente a sistemi di emissione a bassa temperatura (ad esempio pannelli radianti a pavimento), ma, proprio per questo, il suo utilizzo è raccomandato, soprattutto, in edifici ben isolati termicamente, con ridotto fabbisogno termico e minore richiesta energetica e, quindi, inferiore consumo di energia elettrica associato.

Come illustrato nella [Scheda n.1- Efficienza Energetica](#), rispetto ad un intervento di sostituzione del generatore di calore esistente con una caldaia a condensazione, l’installazione di una pompa di calore risulta **maggiormente vantaggiosa da un punto di vista ambientale**, in quanto consente di minimizzare (fino ad eliminare in caso di alimentazione con fonte rinnovabile) il ricorso a combustibili fossili (metano, GPL, ecc.), riducendo in questo modo l’emissione di gas climalteranti e inquinanti in atmosfera, con conseguenti benefici ambientali e per la salute umana.

## FUNZIONAMENTO POMPA DI CALORE



- 1** Prelievo calore contenuto nell'aria, tramite unità esterna
- 2** Assorbimento calore da parte di un fluido termovettore, che vaporizza a basse temperature, e sua vaporizzazione
- 3** Innalzamento della temperatura del vapore, tramite compressore
- 4** Riscaldamento acqua calda tramite vapore ad alta temperatura
- 5** Ritorno del fluido termovettore allo stato iniziale (liquido e freddo), mediante valvola di espansione

Figura 12: Principio di funzionamento della pompa di calore

Una pompa di calore è composta da un'**unità esterna**, simile a quella tipica degli impianti di climatizzazione estiva a split, e da una **unità interna**. A quest'ultima è necessario affiancare un **serbatoio per l'acqua calda sanitaria**, dato che la pompa di calore non ha una produzione di acqua calda istantanea come la caldaia, ma produce acqua calda che viene conservata in un serbatoio e prelevata quando necessario per fare la doccia, lavare i piatti, ecc. Questo serbatoio, che può avere dimensioni diverse a seconda delle necessità (generalmente sono sufficienti 200 litri per una famiglia di 3-4 persone), può essere separato o integrato nell'unità interna della pompa di calore stessa (figura 13).



**Figura 13:** Spazio tecnico in cui alloggiare i vari componenti che costituiscono una pompa di calore

## VANTAGGI E SVANTAGGI DELLA SOSTITUZIONE CON POMPA DI CALORE

### VANTAGGI

Consente di ridurre parzialmente i costi in bolletta, per i migliori rendimenti del nuovo generatore e l'utilizzo di fonti energetiche rinnovabili. Ideale è l'abbinamento con un impianto fotovoltaico, che determina una riduzione significativa dei costi, grazie all'utilizzo dell'elettricità prodotta dall'impianto fotovoltaico per alimentare la pompa

Generalmente poco invasivo, se non è necessario intervenire sul sistema di emissione (radiatori, pavimento radiante, ecc.)

Consente di produrre riscaldamento, raffrescamento e acqua calda per usi sanitari con un unico generatore

### SVANTAGGI

Non consente di ridurre, in maniera significativa, il fabbisogno per riscaldamento/produzione di acqua calda sanitaria, a meno che non sia installato contestualmente un impianto fotovoltaico, in grado di alimentare la pompa di calore con l'elettricità prodotta

Richiede la verifica della resa termica dei corpi scaldanti esistenti, in quanto le pompe di calore producono acqua a temperature inferiori rispetto alle caldaie tradizionali

Necessità di vano tecnico, in cui alloggiare i vari componenti che costituiscono la pompa di calore (unità interna, esterna, volume di accumulo per l'acqua calda) e i componenti accessori

Non consente di ridurre la dispersione termica dell'edificio



## PIÙ NEL DETTAGLIO

Quando si sostituisce una vecchia caldaia con una pompa di calore, è necessario prevedere:

1. lo scarico di condensa e collegarlo alla rete di scarico esistente;
2. il trattamento delle acque ed in particolare:
  - a) un filtro dissabbiatore, in grado di trattenere le impurità presenti nell'acqua derivante dall'acquedotto, in ingresso nell'abitazione;
  - b) un defangatore, in grado di rimuovere gli eventuali residui e impurità presenti nell'acqua in circolazione nell'impianto di climatizzazione invernale;
3. un sistema di regolazione climatica, valvole termostatiche a bassa inerzia termica (se si mantengono i radiatori) o un altro sistema di termoregolazione per singolo ambiente (ad esempio nel caso si installi un impianto radiante a pavimento);
4. uno spazio tecnico all'interno dell'abitazione in cui alloggiare i vari componenti che costituiscono la pompa di calore (unità interna, esterna, volume di accumulo per l'acqua calda) e i componenti accessori.

Considerando che la pompa di calore lavora a temperature di mandata all'impianto inferiori rispetto alle caldaie, occorre verificare che la resa dei radiatori esistenti sia sufficiente a scaldare gli ambienti anche a bassa temperatura.

# Installazione impianto alimentato a fonti energetiche rinnovabili

## Classificazione intervento Superbonus 110%

Intervento **trainato**.

### Descrizione

L'**energia solare** può essere utilizzata per finalità diverse (**produzione acqua calda sanitaria** nel caso del solare termico o **produzione energia elettrica** nel caso del fotovoltaico), come illustrato nella tabella seguente (tabella 4).

TIPO DI IMPIANTO	SERVIZIO SVOLTO	POSSIBILE UTILIZZO
SOLARE TERMICO	PRODUZIONE ACQUA CALDA	utilizzo acqua calda prodotta per usi sanitari (doccia, cucina, ecc.)
		utilizzo acqua calda prodotta per integrazione impianto di riscaldamento (ad esempio: tramite alimentazione dei radiatori esistenti)
FOTOVOLTAICO	PRODUZIONE ELETTRICITÀ	utilizzo elettricità prodotta per alimentazione pompe di calore (riscaldamento/raffrescamento e produzione acqua calda sanitaria)
		utilizzo elettricità prodotta per alimentazione: elettrodomestici, illuminazione e altri servizi che usano elettricità all'interno dell'abitazione

Tabella 4: Utilizzo di solare termico e fotovoltaico per i diversi servizi

## A. Installazione impianto solare termico (produzione di acqua calda)

### Classificazione intervento Superbonus 110%

Intervento **trainato**.

#### Descrizione

Gli impianti solari termici sfruttano l'energia solare per la produzione di acqua calda, che può essere utilizzata sia **per le utenze sanitarie** (ad esempio doccia, cucina, ecc.), che **per integrare l'impianto di riscaldamento**, riducendo così i consumi.

Un impianto solare termico (figura 14) è composto da:

- **pannelli solari termici**;
- **accumulo**, in cui viene stoccata l'acqua calda prodotta;
- **componenti per la gestione dell'impianto**, come ad esempio la pompa di circolazione.

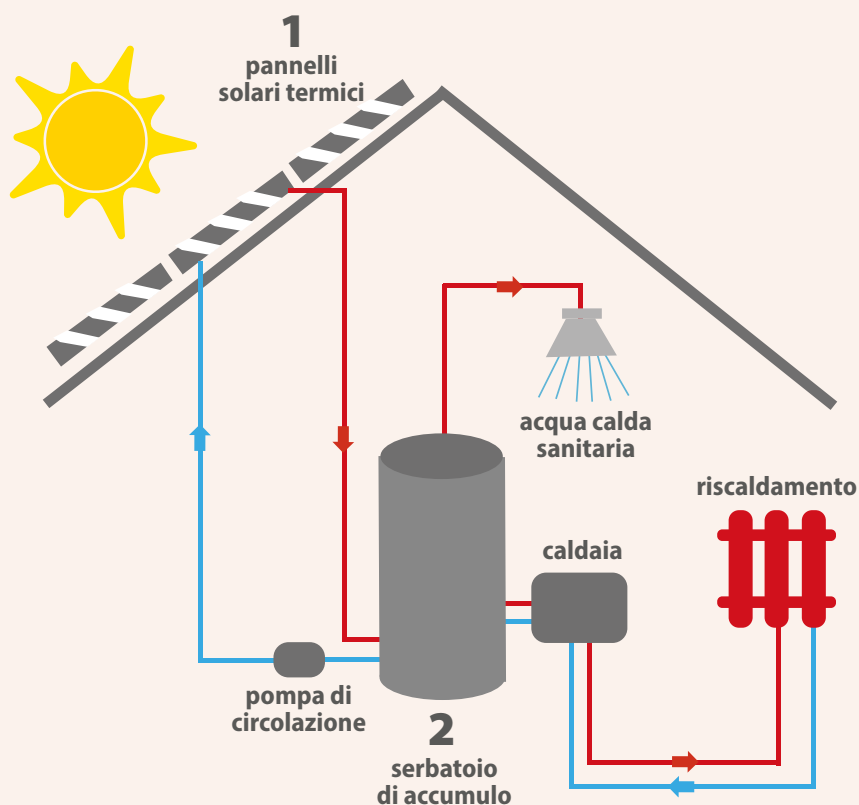
L'impianto solare termico può essere installato anche a servizio di un impianto già esistente, se il generatore (ad esempio caldaia) è predisposto per questo tipo di integrazione.

I pannelli solari termici, anche detti collettori solari, sono principalmente di due tipologie:

- **Collettori piani**: caratterizzati da una superficie di assorbimento posta sopra a un pannello isolante, sui cui sono appoggiate le tubazioni del circuito solare. Il pannello è chiuso e protetto dagli agenti atmosferici da una superficie piana vetrata. Sono i più diffusi, ad oggi, sul mercato;
- **Collettori sottovuoto**: caratterizzati da assorbitori posti all'interno di tubi in vetro, nei quali è realizzato il vuoto. Ciò aumenta il rendimento di questi pannelli.



# FUNZIONAMENTO IMPIANTO SOLARE TERMICO



**1** I pannelli solari catturano i raggi del sole e li trasformano in energia termica, riscaldando un fluido liquido presente al loro interno

**2** Il fluido liquido trasferisce il calore immagazzinato al serbatoio di accumulo, dove vi è l'acqua, che viene riscaldata per essere utilizzata

Figura 14: Schema di funzionamento di un impianto solare termico

## VANTAGGI E SVANTAGGI DELL'IMPIANTO SOLARE TERMICO

### VANTAGGI

Consente di produrre acqua calda, per usi sanitari o riscaldamento, sfruttando energia rinnovabile e riducendo le emissioni di gas serra

### SVANTAGGI

Richiede una buona superficie in copertura per produrre l'acqua calda per poter integrare il riscaldamento

Richiede la verifica della compatibilità del generatore esistente

Non sempre l'acqua calda viene prodotta nei periodi di necessità (ad esempio è prodotta, per lo più, nelle ore giornaliere più calde, quando, in genere, le persone sono al lavoro)

Richiede uno spazio tecnico in cui installare il serbatoio di accumulo e gli altri componenti secondari



## B. Installazione impianto solare fotovoltaico (produzione di energia elettrica)

### Classificazione intervento Superbonus 110%

Intervento **trainato**.

#### Descrizione

Gli impianti solari fotovoltaici consentono di trasformare l'energia solare in energia elettrica da utilizzare per **coprire i fabbisogni quotidiani di elettricità** (elettrodomestici, generatori in pompa di calore, ecc.).

Un impianto solare fotovoltaico (figura 15) è composto da:

- **pannelli fotovoltaici**;
- **inverter**, che consente di trasformare in corrente alternata la corrente continua ottenuta dai pannelli fotovoltaici, altrimenti non utilizzabile;
- **eventuale batteria di accumulo**, tramite cui è possibile immagazzinare l'energia non consumata istantaneamente, per sfruttarla quando serve.

I pannelli fotovoltaici presenti sul mercato si differenziano **per la composizione** (silicio monocristallino, silicio policristallino o a film sottile) e **per la resa** in termini di potenza elettrica, che può variare dai 200 W ai 450 W per singolo pannello.

A parità di potenza totale installata (ad esempio impianto fotovoltaico da 6 kW), scegliendo pannelli a maggior resa, sarà possibile utilizzare una superficie minore in copertura.

La resa di un impianto fotovoltaico dipende non solo dal numero di pannelli installati, ma anche dall'inclinazione della copertura su cui sono installati, dal suo orientamento e dalla presenza di eventuali ombreggiamenti che possono impedire all'impianto un'esposizione ottimale. Per questo è necessario affidarsi a tecnici e ditte competenti e specializzate, che possano dimensionare adeguatamente l'impianto sulla base della richiesta dell'abitazione.

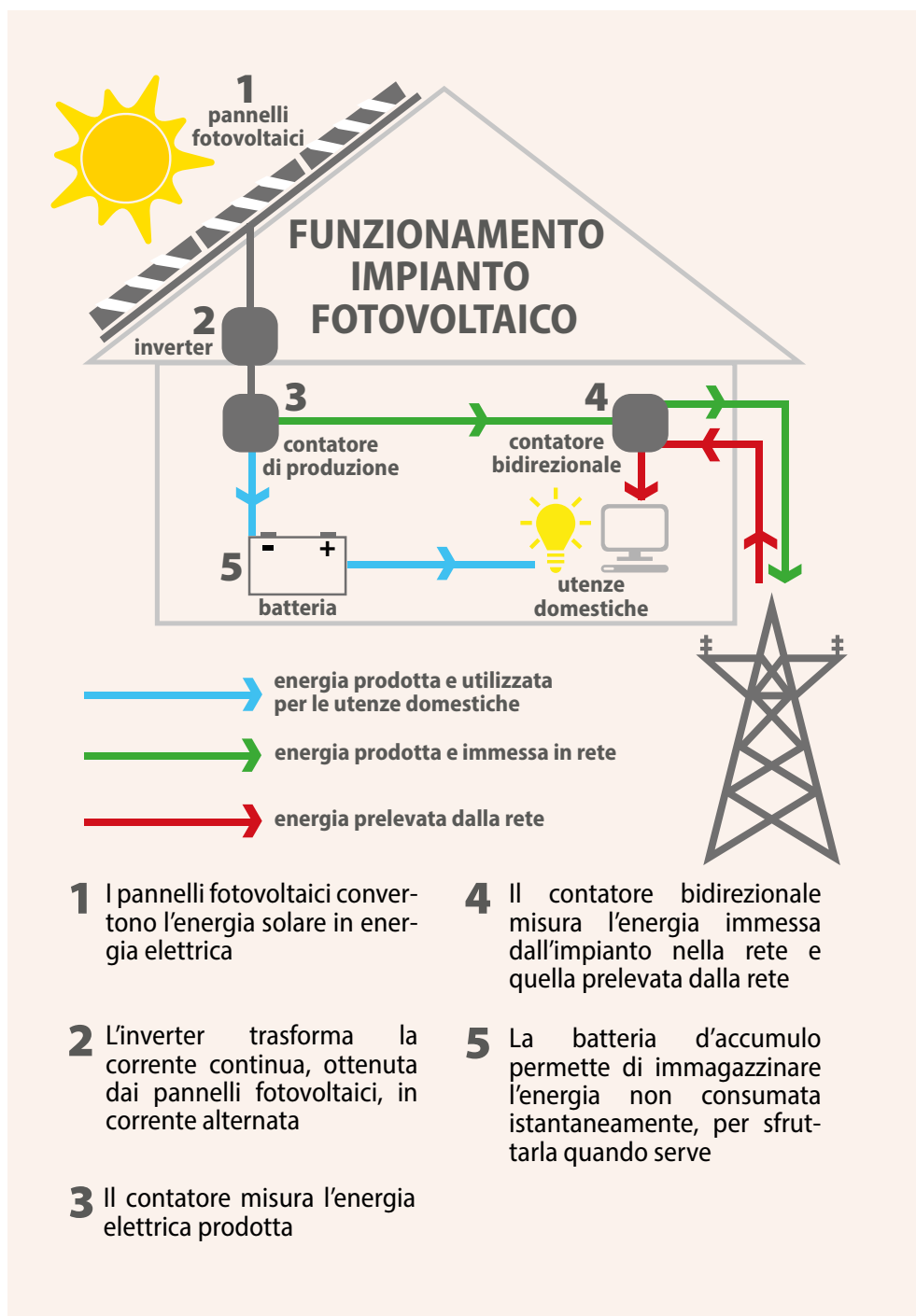


Figura 15: Schema di funzionamento di un impianto solare fotovoltaico

## VANTAGGI E SVANTAGGI DELL'IMPIANTO SOLARE FOTOVOLTAICO

### VANTAGGI

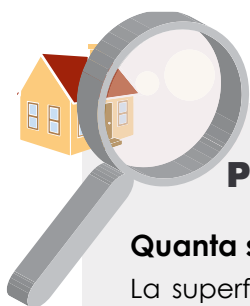
Consente di produrre elettricità, per usi domestici o per alimentare il generatore per riscaldamento/raffrescamento, sfruttando energia rinnovabile

### SVANTAGGI

Non consente una riduzione significativa dei consumi e dell'emissione di gas serra, se il generatore per il riscaldamento è alimentato da combustibili fossili (ad esempio caldaia a metano)

Richiede una buona superficie disponibile, in copertura, per l'installazione dei pannelli fotovoltaici

Necessita di un sistema di accumulo, nel caso si voglia utilizzare l'energia prodotta in fasce orarie diverse da quelle di produzione



### PIÙ NEL DETTAGLIO

#### Quanta superficie serve per un impianto da 6 kW?

La superficie necessaria all'installazione di un impianto fotovoltaico dipende dalla **potenza resa da un singolo pannello**.

Supponendo l'utilizzo di un pannello standard da 300 W di potenza resa e ipotizzando che la superficie del pannello sia di circa 1,50-1,70 m<sup>2</sup> serviranno 20 pannelli per una superficie di circa 30-36 m<sup>2</sup> per realizzare un impianto avente una potenza di picco complessiva pari a 6 kW.



THOMAS  
S RE CARD RUFUS  
ÆDEM HANC  
EREXIT  
AN MDCCLXX