

Rapporto

Pag. 1/146

Contratto

Titolo *Infinite Solutions - Innovative FINAncIng for Local SusTainable Energy Solutions*
Sviluppo di una metodologia per la stima dei consumi energetici e l'individuazione di proposte di riqualificazione energetica, secondo criteri di convenienza tecnica e economica: il Comune di Parma

Progetto Linea di Ricerca Deliverable Sintesi

La parziale riproduzione di questo documento è permessa solo con l'autorizzazione scritta di RSE.

N. pagine	1466	N. pagine fuori testo	0
Data	04/03/2015		
Elaborato	SSE –Francesca Carrara		
Verificato	SSE – Marco Borgarello		
Approvato	Borgarello Marco (SSE)		

Ricerca sul Sistema Energetico – RSE S.p.A.

Società con unico socio soggetta alla direzione ed al coordinamento di GSE S.p.A.
Sede Legale - 20134 Milano - Via R. Rubattino, 54
Tel. +39 023992.1 - Fax +39 023992.5370 - PEC rse@legalmail.it
Reg. Imprese di Milano, P.IVA e C.F. 05058230961
R.E.A. di Milano n. 1793295
Cap. Soc. € 1.100.000 i.v.

Indice

1	INTRODUZIONE	4
2	QUADRO DI RIFERIMENTO	4
3	CONSISTENZA DEL PARCO ABITATIVO DEL COMUNE DI PARMA.....	6
3.1	Ricostruzione del patrimonio edilizio del comune di Parma.....	6
3.1.1	La metodologia.....	6
3.1.2	Caratterizzazione del parco edilizio comunale.....	7
4	LA STIMA DEI CONSUMI ENERGETICI DEL COMUNE DI PARMA.....	10
4.1	Metodologia per la definizione degli edifici tipo	11
4.1.1	Classificazione.....	11
4.1.2	Caratteristiche degli edifici.....	12
4.1.3	Consumi specifici.....	15
4.2	Metodologia per la ricostruzione dei consumi di riscaldamento del settore residenziale	15
4.2.1	Collegamento tra censimento, archivio degli edifici tipo e consumi specifici	15
4.3	Stima dei consumi per riscaldamento degli edifici del Comune di Parma	17
5	INDIVIDUAZIONE DI PROPOSTE DI RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA, SECONDO CRITERI DI CONVENIENZA TECNICA E ECONOMICA.....	21
5.1	Metodologia.....	21
5.1.1	Finestra d'opportunità	23
5.1.2	I sistemi di incentivazione	24
5.2	Confronto tra interventi di efficienza energetica.....	26
5.3	Proposta di riqualificazione energetica per il Comune di Parma e quantificazione degli interventi.....	29
6	CONCLUSIONI	33
7	BIBLIOGRAFIA.....	34
8	APPENDICE 1: FABBISOGNI DEGLI EDIFICI TIPO E LORO TARATURA	37
9	APPENDICE 2: GLI INTERVENTI DI EFFICIENTAMENTO ENERGETICO IN EDILIZIA NEL SETTORE RESIDENZIALE	40
9.1	Descrizione, progettazione, realizzazione e possibili problematiche di interventi sull'involucro e sugli impianti.....	40
9.1.1	Strutture opache verticali: isolamento dall'esterno a cappotto.....	40
9.1.2	Strutture opache verticali: isolamento dall'interno	48
9.1.3	Strutture opache verticali: isolamento in intercapedine con insufflaggio	52
9.1.4	Strutture opache orizzontali/inclinate: isolamento della copertura finale esistente con struttura in c.a.	55
9.1.5	Strutture opache orizzontali/inclinate: sostituzione della copertura finale in legno.....	58
9.1.6	Strutture opache orizzontali/inclinate: isolamento del solaio sottotetto all'estradosso	62
9.1.7	Strutture opache orizzontali/inclinate: isolamento del solaio sottotetto all'intradosso	65
9.1.8	Chiusure trasparenti: sostituzione dei serramenti.....	67
9.1.9	Impianti: sostituzione del generatore con caldaia a condensazione	72
9.1.10	Impianti: sostituzione del generatore con pompa di calore a ciclo annuale	77

Rapporto

Pag. 3/146

9.1.11	Impianti: sostituzione del generatore con caldaia a biomasse	83
9.1.12	Impianti: installazione di pannelli solari per acs	88
10	APPENDICE 3: CRITICITÀ E BARRIERE ALLA DIFFUSIONE DELL'EFFICIENZA ENERGETICA	98
10.1	Mancanza di informazioni presso i clienti finali	98
10.2	Il finanziamento dei progetti	99
10.3	Il processo decisionale nei condomini	99
10.4	La mancanza di un aggregatore	100
10.5	L'incertezza sui risparmi energetici	100
10.6	La limitata convenienza economica	100
10.7	Imprese ed installatori poco qualificati	100
10.8	Ostacoli amministrativi e burocratici	101
10.9	Costo degli audit energetici	102
10.10	Da necessità ad opportunità	102
11	APPENDICE 4: MECCANISMI DI INCENTIVAZIONE	104
11.1	Detrazioni fiscali	104
11.1.1	Riferimenti normativi	104
11.1.2	Soggetti interessati	106
11.1.3	Edifici ammessi (Circolare Agenzia Entrate 31/05/07)	106
11.1.4	Interventi agevolabili	106
11.1.5	Quadri di sintesi	114
11.1	Conto Termico (DM 28/12/12)	116
11.1.6	Tipologia di interventi incentivabili (Art.4)	116
11.1.7	Ammontare e durata dell'incentivo	117
11.1.8	Cumulabilità	118
11.1.9	Spese ammissibili associate all'Art.4, comma 1	118
11.1.10	Art.4 comma 1 a) e b)	119
11.1.11	Art.4 comma 1 c)	121
11.1.12	Art.4 comma 1 d)	122
11.1.13	Spese ammissibili associate all'Art.4, comma 2	123
11.1.14	Art.4 comma 2 a) e d)	123
11.1.15	Art.4 comma 2 b)	127
11.1.16	Art. 4 comma 2 c)	132
11.2	Certificati Bianchi	133
11.2.1	Riferimenti normativi	134
11.2.2	Cumulabilità	136
11.2.3	Soggetti interessati	136
11.2.4	Schede tecniche	136
11.3	Confronto tra i diversi incentivi	138

Rapporto

1 INTRODUZIONE

Il presente lavoro è stato realizzato all'interno del Progetto Europeo denominato Infinite Solutions - Innovative FINAncIng for Local SusTainable Energy Solutions, co-finanziato dal programma europeo IEE – Intelligent Energy Europe (contratto numero IEE/13/392.SI2.675530).

Il progetto ha l'obiettivo di creare un fondo rotativo che permetta di erogare prestiti a tasso agevolato al fine di incrementare l'efficienza energetica e l'utilizzo di energie rinnovabili da parte di privati e del settore terziario.

Tale progetto è inserito anche all'interno del Piano di Azione per l'Energia Sostenibile del Comune di Parma, approvato in C.C. con atto n°22 del 06 maggio 2014. Tra le azioni del PAES, infatti, la scheda numero 69 è denominata Progetto Infinite Solutions-Creazione Fondo rotativo (2014- 2020), e prevede come obiettivo la creazione di un fondo rotativo che permetta di erogare prestiti a tasso agevolato a privati e settore terziario, al fine di incrementare l'efficienza energetica e l'utilizzo di energie rinnovabili.

Il progetto prevede che si costruisca uno studio locale che descriva la dotazione dello stock abitativo e i potenziali dello scenario di efficientamento dello stesso, finalizzato a creare una base conoscitiva per la costruzione del fondo rotativo.

2 QUADRO DI RIFERIMENTO

Il “Pacchetto clima-energia” e in generale l'impegno della governance europea, pongono in primo piano il contributo che gli interventi di efficienza energetica possono e devono dare al raggiungimento degli obiettivi di sostenibilità al 2020, con un attento approccio al tema del contenimento dei consumi energetici e dello sviluppo delle fonti rinnovabili.

La Direttiva 2012/27 sull'efficienza energetica, e la Direttiva 2010/31 sulle prestazioni energetiche degli edifici, in particolare, mettono in risalto l'importante ruolo che riveste il settore civile, prevedendo che, progressivamente, le prestazioni energetiche degli edifici siano destinate ad essere sempre più performanti, sino a giungere all'auspicato obiettivo di consumo quasi zero.

Per trovare una risposta in grado di rispondere positivamente alla recessione economica che ha investito il settore della filiera delle costruzioni, si sta sviluppando sempre più una significativa attenzione alla riqualificazione degli edifici esistenti, cercando di cogliere in questa attività un'opportunità di sviluppo in grado di coniugare occupazione e sostenibilità ambientale, determinando significative ricadute industriali ed occupazionali sul territorio.

Molti passi avanti sono stati fatti in tal senso, e talune istituzioni pubbliche, dal livello regionale a quello comunale, hanno predisposto piani per poter accogliere le indicazioni comunitarie. Tuttavia, permane spesso la difficoltà di affrontare il tema con un approccio integrato nella sua completezza, in grado di correlare i costi con i benefici energetici, ambientali e soprattutto economici potenzialmente indotti.

In tal senso, l'esperienza RSE evidenzia una sempre maggiore richiesta di “consulenza” da parte delle amministrazioni pubbliche e di associazioni private che gestiscono patrimoni edilizi, di poter disporre strumenti, con procedure tracciabili di facile applicazione, sufficientemente accurate, di supporto alle decisioni su tali temi.

A tal proposito RSE ha sviluppato una metodologia che prevede, per il settore residenziale, la stima dei consumi energetici e l'individuazione di proposte di riqualificazione energetica, secondo criteri di convenienza tecnica e economica.

Tale metodologia è stata messa a punto sull'esperienza maturata negli anni e opera attraverso un approccio che ha come obiettivo quello di definire, per l'intero parco edilizio italiano, degli edifici di riferimento, per i quali sono stati definiti, mediante modelli e misure a consuntivo, il consumo medio atteso per il riscaldamento dell'edificio. Poiché il parco edilizio nazionale è molto diversificato, sono stati ricostruiti 140

Rapporto

modelli di riferimento, classificando gli edifici sulla base dell'anno di costruzione, della loro forma e della zona climatica in cui sono situati. A partire da queste considerazioni è possibile proporre degli interventi di riqualificazione, per i quali è possibile stimare l'efficacia e la sostenibilità economica dell'investimento, sulla base del bilancio tra i costi di investimento e il risparmio che si ha sulla bolletta energetica ed in funzione di diversi modelli di incentivazione.

In particolare la sostenibilità economica degli interventi si basa sulla valutazione di tre indici:

- il costo globale (somma del costo dell'investimento iniziale, costi di gestione e costi energetici) espresso in termini di valore attuale netto¹;
- il tempo di ritorno dell'investimento (attualizzato);
- il rapporto tra investimento e risparmio energetico conseguito.

L'approccio metodologico proposto consente di:

- ricostruire i principali consumi elettrici e termici del settore residenziale sul territorio del Comune di Parma; il bilancio fa riferimento al "tempo zero", ovvero all'anno considerato di riferimento e che coincide con quello per il quale si hanno a disposizione informazioni;
- di stimare il potenziale risparmio energetico ottenibile secondo i principi di sostenibilità economico finanziaria definiti dai parametri europei;
- pianificare linee prioritarie di interventi di riqualificazione energetica, sulla base di valutazioni di costi e benefici.

Tale procedura è stata testata su alcuni casi, quali la provincia di Alessandria, il comune di Quattro Castella (RE) e la Provincia di Trento.

A richiesta – con quotazioni da definire – è possibile estendere la valutazione al settore del terziario pubblico e privato e sull'intera provincia di Parma.

Il piano di lavoro prevede cinque fasi, di seguito descritte:

- definizione del parco edilizio residenziale del comune di Parma disaggregato, descrizione delle informazioni e dati necessari;
- acquisizione ed elaborazione delle informazioni e dati acquisiti che devono essere forniti dal territorio, elaborazione dei dati per la ricostruzione del settore;
- ricostruzione dello scenario energetico di riferimento dei consumi di riscaldamento;
- definizione di scenari di riqualificazione energetica a complessità crescente del settore residenziale;
- presentazione e discussione dei risultati conseguiti.

¹ Così come definito nel Regolamento Delegato della Commissione Europea N. 244/20123. Tale regolamento delegato integra la Direttiva 2010/31/UE sulla prestazione energetica nell'edilizia istituendo un quadro metodologico comparativo per il calcolo dei livelli ottimali in funzione dei costi per i requisiti minimi di prestazione energetica degli edifici. In particolare, secondo tale quadro metodologico, per un dato edificio, il livello ottimale sotto il profilo dei costi è quello corrispondente al costo globale minimo.

Rapporto

3 CONSISTENZA DEL PARCO ABITATIVO DEL COMUNE DI PARMA

3.1 Ricostruzione del patrimonio edilizio del comune di Parma

La determinazione della consistenza del patrimonio immobiliare residenziale è resa possibile attraverso i dati acquisiti da ISTAT, Istituto Nazionale di Statistica, che provvede alla produzione di informazioni ufficiali attraverso i “Censimenti della Popolazione e delle Abitazioni”, che vengono effettuati con cadenza decennale.

Il censimento più recente è quello del 2011, tuttavia i dati sono disponibili solo parzialmente e in forma provvisoria. Per questa ragione si è deciso di utilizzare una proiezione dei dati del censimento del 2001, sulla scorta delle informazioni già disponibili del censimento 2011. Peraltro i dati del censimento 2001 sono già stati acquisiti da parte di RSE con il dettaglio richiesto e utilizzati in attività di ricerca [1].

Il patrimonio immobiliare ad un dato anno è costituito dalla somma di due componenti:

- abitazioni esistenti all'anno di censimento 2001;
- abitazioni costruite dopo il 2001.

3.1.1 La metodologia

RSE è in possesso di una banca-dati delle abitazioni fornita dall'ISTAT e relativa al censimento 2001. L'organizzazione della banca-dati consiste, per ogni provincia italiana, in una tabella con 5 ingressi indipendenti corrispondenti ai seguenti attributi di un'abitazione:

- Vetustà
 - A. prima del 1919
 - B. dal 1919 al 1945
 - C. dal 1946 al 1961
 - D. dal 1962 al 1971
 - E. dal 1972 al 1981
 - F. dal 1982 al 1991
 - G. dal 1992 al 2001
 - H. dal 2001
- Materiale edilizio
 - muratura portante
 - calcestruzzo armato
 - altro
- Tipologia
 - Unifamiliare
 - da 2 a 8 unità immobiliari
 - da 9 a 15 unità immobiliari
 - 16 o più unità immobiliari
- Stato di occupazione
 - occupato
 - non occupato
- Presenza e tipologia di riscaldamento
 - sì
 - centralizzato
 - autonomo
 - con apparecchi fissi e riscaldamento totale

Rapporto

- con apparecchi fissi e riscaldamento parziale
- no.

Nella Tabella 3.1 vengono sintetizzate le caratteristiche di classificazione dei parametri in ingresso e dei valori risultanti dalla banca dati del patrimonio edilizio residenziale così ottenuta.

Tabella 3.1 - Parametri di accesso alla banca-dati del patrimonio edilizio residenziale.

Vetustà	Materiale struttura portante	Tipologia edificio	Stato di occupazione	Presenza e tipologia di riscaldamento
prima del 1919	Muratura portante	Monofamiliare	Occupato	Centralizzato
dal 1919 al 1945	Cemento armato	2-8 unità abitative	Non occupato	Autonomo
dal 1946 al 1961	altro	9-16 unità abitative		App. fissi totale
dal 1962 al 1971		> 16 unità abitative		App. fissi parziale
dal 1972 al 1981				Non riscaldati
dal 1982 al 1991				
dal 1992 al 2001				
dopo il 2001				
8 classi	3 classi	4 classi	2 classi	5 classi

Per un assegnato valore di questi cinque parametri si ricava il numero di abitazioni e la superficie espressa in m², per caratterizzare la consistenza del patrimonio edilizio residenziale.

3.1.2 Caratterizzazione del parco edilizio comunale

Secondo le indicazioni del censimento ISTAT 2011, presso il Comune di Parma risultano 18.671 edifici, come riportato in Tabella 3.2.

Prendendo a riferimento la ripartizione di dettaglio del censimento ISTAT 2001 **Errore. L'origine iferimento non è stata trovata.**, nella Figura 3.1 è riportata la ripartizione del numero di edifici per classe di vetustà. Come si osserva, in coerenza con la situazione nazionale, la vetustà degli edifici si concentra in tre periodi; prima del 1920, nel periodo post bellico (1940 - 1960) e in corrispondenza del periodo del boom economico (1960 - 1970).

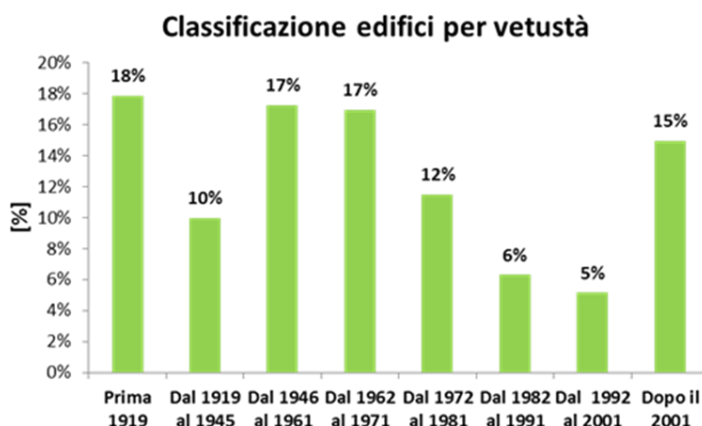


Figura 3.1 - Ripartizione numero di edifici per vetustà – Comune di Parma

Rapporto

Tabella 3.2 - Ripartizione numero di edifici per vetustà Comune di Parma

Epoca di costruzione	N edifici	%
Prima 1991	3.340	18
Dal 1919 al 1945	1866	10
Dal 1946 al 1961	3221	17
Dal 1962 al 1971	3163	17
Dal 1972 al 1981	2149	12
Dal 1982 al 1991	1177	6
Dal 1992 al 2001	962	5
Dopo il 2001	2.793	15
Totale	18.671	100

Per quanto riguarda la tipologia degli edifici, come visualizzato nella Tabella 3.3, anche in questo caso in analogia alla situazione nazionale, gli edifici prevalenti sono quelli monofamiliari, mentre i grandi condomini (> di 16 unità abitative) incidono per meno del 10% sul totale.

Tabella 3.3 – Ripartizione degli edifici per tipologia Comune di Parma

Numero di abitazioni	N edifici	Ripartizione [%]
1	4.675	25
2	3.895	21
3 o 4	3.416	18
Da 5 a 8	3.077	16
Da 9 a 15	2.075	11
16 e più	1.532	8
Totale	18.671	100

Rispetto alla tipologia degli edifici, il raggruppamento previsto per numero di unità abitative segue la seguente classificazione: unifamiliare (MF), da 2 a 8 unità immobiliari (VS), da 9 a 15 unità immobiliari (MC) e 16 o più unità immobiliari (GC).

Nella Figura 3.2 si riporta la percentuale di edifici per numero di abitazioni contenute.

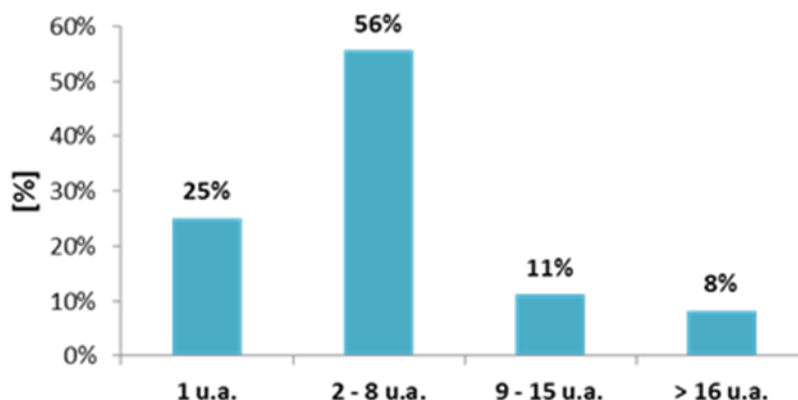


Figura 3.2 Percentuale di edifici per numero di abitazioni contenute

Rapporto

Nella Tabella 3.4 si riassumono le informazioni per la classificazione degli edifici, incrociando le informazioni di tipologia e vetustà.

Tabella 3.4 – Numero di edifici ripartiti per tipologia e vetustà Comune di Parma

Tipologia	Prima 1919	Dal 1919 al 1945	Dal 1946 al 1961	Dal 1962 al 1971	Dal 1972 al 1981	Dal 1982 al 1991	Dal 1992 al 2001	Dopo il 2001	Totale
MF	836	467	807	792	538	295	241	699	4.675
VS	1.858	1.038	1.792	1.760	1.196	655	535	1.554	10.388
MC	371	207	358	352	239	131	107	310	2.075
GC	274	153	264	260	176	97	79	229	1.532
Totale	3.340	1.866	3.221	3.163	2.149	1.177	962	2.793	18.671

Rapporto

4 LA STIMA DEI CONSUMI ENERGETICI DEL COMUNE DI PARMA

La prestazione energetica di un edificio residenziale è fortemente correlata da alcuni fattori tra cui i principali sono l'epoca di costruzione, le dimensioni e la forma, la tipologia di impianto, gli interventi di riqualificazione energetica che eventualmente sono stati realizzati nel corso degli anni, l'adiacenza con altri edifici e il clima della località in cui esso è stato costruito. È quindi possibile fornire una prima stima dei consumi di un dato edificio conoscendo i parametri elencati in precedenza.

Dando compimento a tale idea, RSE ha individuato una serie di modelli di edifici rappresentativi del parco residenziale italiano. La definizione di tali modelli (edifici "tipo") rispetta una classificazione secondo i parametri che maggiormente influenzano i consumi energetici ed è funzionale alla disponibilità di dati sulla numerosità e caratterizzazione degli edifici residenziali italiani (censimento delle abitazioni).

La metodologia messa a punto si basa, come mostrato nella Figura 4.1, su:

1. caratterizzazione dell'edilizia residenziale esistente, in termini di numero di abitazioni, numero di edifici e superficie in funzione della tipologia edilizia, degli aspetti costruttivi, della vetustà e della collocazione geografica (provincia);
2. realizzazione di un archivio di edifici tipo contenente informazioni sul consumo specifico per riscaldamento, raffrescamento e produzione di acqua calda sanitaria e dettaglio su possibili interventi di riqualificazione sia in termini di prestazione energetica che di costi².

Dall'incrocio di queste informazioni si è potuta costruire una banca dati degli edifici del settore residenziale e da qui risalire ai consumi di riscaldamento del parco edilizio residenziale.



Figura 4.1 - Rappresentazione schematica dell'attività di ricostruzione dei consumi di riscaldamento.

Si precisa che queste valutazioni richiedono la messa a fattor comune di informazioni di natura scientifica, tecnico-economica e statistica di varia provenienza. In particolare, quelle relative al primo punto derivano per la parte edilizia da opportune elaborazioni del censimento ISTAT della popolazione e delle abitazioni del 2001 [15] e del 2011 [17]. Quelle relative al secondo punto sono di natura prevalentemente applicativa e legate alle tecnologie edilizie e impiantistiche. Esse derivano da conoscenze tecniche con il supporto della letteratura scientifica e della normativa tecnica.

² Le riqualificazioni energetiche e i relativi costi saranno oggetto del capitolo 3. L'oggetto del presente capitolo è rappresentato esclusivamente dai consumi per riscaldamento.

Rapporto

4.1 Metodologia per la definizione degli edifici tipo

4.1.1 Classificazione

Gli edifici che compongono l'archivio nazionale sono 140, classificati secondo 3 assi: tipologia, classe di vetustà e zona climatica. Le tipologie di edifici identificate sono 4:

- i. Edifici monofamiliari (sigla MF);
- ii. Villette a schiera e piccoli condomini fino a un massimo di 8 unità abitative (sigla VS);
- iii. Medi condomini con un numero di unità abitative compreso tra 9 e 16 (sigla MC);
- iv. Grandi condomini con più di 16 unità abitative (sigla GC).

Questa classificazione, oltre ad essere simile a quella adottata nel censimento, permette di tenere conto implicitamente del fattore di forma dell'edificio (chiamato anche rapporto S/V in quanto è ottenuto come rapporto tra la superficie disperdente e il volume dell'edificio). Difatti, il valore assunto dal fattore di forma diminuisce passando dagli edifici monofamiliari ai grandi condomini; ciò ha un effetto sul consumo specifico per riscaldamento, in quanto anch'esso diminuisce al diminuire del fattore di forma.

La prestazione energetica di un edificio è fortemente influenzata anche dall'epoca di costruzione, poiché quest'ultima riflette gli effetti delle leggi che si sono susseguite negli anni e che hanno imposto vincoli sempre più stringenti in merito alle dispersioni termiche e ai rendimenti degli impianti. Anche in periodi antecedenti le prime leggi sull'efficienza energetica nell'edilizia, l'epoca di costruzione continua ad essere un parametro importante in quanto ad essa sono legate le tecniche costruttive e i materiali utilizzati.

Invece le dimensioni degli edifici (altezza netta, superficie media di un appartamento) e la tipologia di impianto termico (centralizzato o autonomo) sono correlati all'epoca di costruzione dell'edificio. Le 7 classi di vetustà considerate sono le seguenti:

- V1: edifici di inizio secolo;
- V2: edifici costruiti negli anni trenta;
- V3: edifici costruiti nel dopoguerra;
- V4: edifici costruiti negli anni '60;
- V5: edifici costruiti in maniera da rispettare la legge 373/76;
- V6: edifici costruiti in maniera da rispettare la legge 10/91;
- V7: edifici costruiti in maniera da rispettare la legge 192/05.

La relazione tra le classi di vetustà individuate dal censimento (le 8 classi di vetustà della Tabella 3.1) e quelle considerate nel modello RSE (da V1 a V7) che tengono conto delle principali leggi e caratteristiche costruttive che si sono susseguite nel corso degli anni, sono riportate nella Tabella 4.1.

Si osserva che la classe V4 copre due categorie del censimento (dal 1961 al 1971 e dal 1971 al 1981), e che per gli edifici successivi al 2001 le caratteristiche geometriche (superficie e volumetria) sono quelli della classe V7.

Tabella 4.1 – Corrispondenza tra categorie del censimento e classi di vetustà dell'archivio degli edifici tipo.

Categoria censimento	Classe archivio edifici tipo
Prima del 1919	V1
Dal 1919 al 1945	V2
Dal 1945 al 1961	V3
Dal 1961 al 1971	V4
Dal 1971 al 1981	V4
Dal 1981 al 1991	V5
Dal 1991 al 2001	V6
Post 2001	V7

Rapporto

L'ultimo aspetto di cui si è tenuto conto nella scelta degli edifici è la località geografica. La località geografica, infatti, influenza direttamente il consumo degli edifici per via del clima e indirettamente in quanto le tecniche costruttive si differenziano localmente riflettendo il clima locale e la disponibilità di particolari materiali edili. Inoltre, per gli edifici più recenti non bisogna dimenticare che i vincoli imposti dalle leggi dipendono generalmente anche dalla zona climatica in cui ricade l'edificio. La scelta delle località è stata fatta in modo da selezionarne una per ciascuna zona climatica da B a F, dove nel caso del comune di Parma la zona climatica è la E.

4.1.2 Caratteristiche degli edifici

In questo paragrafo sono presentate in maniera sintetica alcune caratteristiche degli edifici tipo che compongono l'archivio. Una descrizione più dettagliata dell'archivio degli edifici tipo è oggetto di uno specifico rapporto [19].

Per quanto riguarda le caratteristiche geometriche degli edifici, con particolare riferimento alla fascia climatica E in cui è situato il comune di Parma, sono presentate in funzione della tipologia e della vetustà le principali caratteristiche.

Tabella 4.2 – Superficie di pavimento netta [m²].

	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7
E. monofamiliare	115	116	162	156	199	172	174
Villetta a schiera	450	564	333	356	376	444	635
Medio condominio	1035	751	827	822	1088	975	829
Grande condominio	2477	1852	1552	2450	3506	2879	2125

Tabella 4.3 – Numero di piani.

	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7
E. monofamiliare	2	2	2	2	2	2	2
Villetta a schiera	2	2	3	3	2	2	2
Medio condominio	2	3	3	5	3	3	3
Grande condominio	4	5	4	8	6	6	7

Tabella 4.4 – Numero di unità abitative.

	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7
E. monofamiliare	1	1	1	1	1	1	1
Villetta a schiera	4	5	3	4	3	4	5
Medio condominio	16	15	12	10	12	15	13
Grande condominio	40	30	24	40	48	36	31

Tabella 4.5 – Fattore di forma (rapporto S/V).

	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7
E. monofamiliare	0.80	0.79	0.73	0.70	0.69	0.73	0.72
Villetta a schiera	0.49	0.49	0.51	0.52	0.57	0.59	0.52
Medio condominio	0.50	0.52	0.51	0.53	0.48	0.54	0.54
Grande condominio	0.47	0.45	0.46	0.46	0.37	0.44	0.40

Rapporto

Tabella 4.6 – Superficie trasparente lorda [m²].

	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7
E. monofamiliare	14	15	20	20	25	21	22
Villetta a schiera	56	71	42	45	47	56	80
Medio condominio	80	96	150	97	121	138	103
Grande condominio	537	299	217	321	363	498	270

Per quanto riguarda le caratteristiche termiche degli edifici, nelle tabelle seguenti saranno mostrate la trasmittanza media dell'involucro (tiene conto sia della parte opaca che trasparente) e la tipologia delle pareti verticali.

Tabella 4.7 – Trasmittanza termica media dell'involucro edilizio [W/m²K]

		V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7
Zona climatica E	MF	1.81	1.64	1.68	1.89	1.31	0.87	0.58
	VS	1.95	2.33	2.06	2.03	1.37	0.95	0.75
	MC	1.63	1.76	1.95	1.66	1.27	1.02	0.64
	GC	1.81	1.61	1.92	1.51	1.30	1.57	0.61

Rapporto

Tabella 4.8 – Pareti verticali negli edifici selezionati in zona climatica E.

		V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7
MF	Tipo	muratura di pietra listata con mattoni	muratura in mattoni pieni	muratura in mattoni pieni	muratura in mattoni forati	muratura a cassa-vuota con mattoni forati, basso livello di isolamento	muratura in mattoni forati, medio livello di isolamento	muratura in mattoni alveolati, alto livello di isolamento
	U [W/m ² K]	1,61	1,48	1,48	1,26	0,76	0,59	0,34
VS	Tipo	muratura di pietra listata con mattoni	muratura in mattoni pieni	muratura a cassa-vuota con mattoni forati	muratura in mattoni forati	muratura a cassa-vuota con mattoni forati, basso livello di isolamento	muratura in mattoni forati, medio livello di isolamento	muratura in mattoni alveolati, alto livello di isolamento
	U [W/m ² K]	1,61	2,01	1,2	1,55	0,76	0,59	0,34
MC	Tipo	muratura di pietra listata con mattoni	muratura in mattoni pieni	muratura in mattoni pieni	muratura a cassa-vuota con mattoni forati	muratura in mattoni forati, basso livello di isolamento	muratura a cassa-vuota con mattoni forati, medio livello di isolamento	muratura in mattoni alveolati, alto livello di isolamento
	U [W/m ² K]	1,19	1,48	1,48	1,15	0,8	0,59	0,34
GC	Tipo	muratura in mattoni pieni	muratura in mattoni pieni	muratura a cassa-vuota con mattoni forati	muratura a cassa-vuota con mattoni forati	muratura a cassa- vuota con mattoni forati	muratura in mattoni forati, medio livello di isolamento	muratura in mattoni alveolati, alto livello di isolamento
	U [W/m ² K]	1,3	1,08	1,15	1,1	0,76	0,59	0,34

Rapporto

4.1.3 Consumi specifici

Per ciascun edificio sono stati effettuati i calcoli della prestazione energetica utilizzando un'implementazione del metodo orario descritto nella norma UNI EN ISO 13790:2008 cui è stato aggiunto un foglio di calcolo per la simulazione degli impianti che si ispira alla norma UNI/TS 11300-2:2008. La durata della stagione di riscaldamento è coerente con quanto indicato nel D.P.R. 412/93 e s.m.i.³ ovvero:

Zona climatica E: 14 ore al giorno dal 15 ottobre al 15 aprile

Nella Tabella 4.9 si riporta il fabbisogno di energia primaria per riscaldamento di ciascun edificio del paragrafo 4.1.2, a cui si rimanda per maggiori approfondimenti al capitolo 8.

Tabella 4.9 – Fabbisogno specifico di energia primaria per riscaldamento (a seguito taratura)
[kWh/m²anno].

		V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7
Zona climatica E	MF	250	227	195	184	120	84	41
	VS	201	197	165	210	92	65	24
	MC	178	186	164	163	104	60	22
	GC	145	157	156	119	69	56	17

4.2 Metodologia per la ricostruzione dei consumi di riscaldamento del settore residenziale

4.2.1 Collegamento tra censimento, archivio degli edifici tipo e consumi specifici

La banca dati degli edifici residenziali è stata costruita incrociando le informazioni del censimento e dell'archivio degli edifici tipo. Per quanto riguarda la tipologia, il collegamento è stato immediato, in quanto le classificazioni coincidevano.

Il collegamento, invece, tra le classi di vetustà e le categorie del censimento è illustrato nella Tabella 4.10. Le prime due colonne (categoria censimento e classi edifici per la caratterizzazione geometrica) sono quelle già illustrate nella Tabella 4.1.

L'ultima colonna esprime il collegamento tra edifici e fabbisogni della Tabella 4.9. Infatti in tale colonna sono riportati i fabbisogni per classe, dove si è ipotizzato che i consumi degli edifici post 2001 appartenessero alla classe V6, in quanto i consumi della classe V7 andrebbero applicati agli edifici costruiti dopo il 2005, ma nel presente lavoro, seguendo il censimento ISTAT, tale classe non è stata identificata.

³ Per la zona climatica F si è seguita l'indicazione dell'articolo 8 comma 1.

Rapporto

Pag.
16/146

Tabella 4.10 – Corrispondenza tra categorie del censimento e classi di vetustà dell'archivio degli edifici tipo.

Categoria censimento	Classe edifici tipo utilizzati per la definizione delle caratteristiche geometriche	Classe edifici tipo utilizzati per la definizione dei fabbisogni energetici
Prima del 1919	V1	V1
Dal 1919 al 1945	V2	V2
Dal 1945 al 1961	V3	V3
Dal 1961 al 1971	V4	V4
Dal 1971 al 1981	V4	V4
Dal 1981 al 1991	V5	V5
Dal 1991 al 2001	V6	V6
Dopo il 2001	V7	V6

I gradi giorno utilizzati nella simulazione degli edifici rappresentativi della fascia climatica E sono pari a 2527. Successivamente per la stima dei consumi del settore residenziale si è tenuto conto del valore di 2502 gradi giorno, fornito dal Comune di Parma e utilizzato per la stima dei consumi di riscaldamento.

Rapporto

4.3 Stima dei consumi per riscaldamento degli edifici del Comune di Parma

Sulla base della metodologia sopra riportata, si riportano i passaggi principali per la stima dei consumi di riscaldamento.

In particolare, partendo dal numero di edifici della Tabella 3.4 e utilizzando le superfici specifiche della Tabella 4.2, si ottengono le superfici totali per tipologia di edificio e vetustà, sintetizzate nella Tabella 4.11.

Tabella 4.11 - Ripartizione della superficie del Comune di Parma [m²]

	Prima 1919	Dal 1919 al 1945	Dal 1946 al 1961	Dal 1962 al 1971	Dal 1972 al 1981	Dal 1982 al 1991	Dal 1992 al 2001	Dopo il 2001	TOT
MF	96.182	54.203	130.664	123.559	107.088	50.694	41.916	121.694	726.000
VS	836.220	585.534	596.756	626.485	449.558	290.751	339.868	986.748	4.711.920
MC	384.269	155.776	296.105	289.015	259.905	127.565	88.650	257.380	1.858.664
GC	678.924	283.597	410.233	635.937	618.297	278.078	167.758	487.056	3.559.879
TOT	1.995.596	1.079.110	1.433.758	1.674.996	143.4847	747.087	638.191	1.852.878	10.856.462

A questo punto, moltiplicando la superficie della Tabella 4.11 per i consumi specifici della Tabella 4.9, si ottengono i consumi per il riscaldamento del Comune di Parma, pari a circa 120 ktep, e riportati nella Tabella 4.12.

Tabella 4.12 – Stima dei consumi energetici per riscaldamento degli edifici del Comune di Parma – metodologia RSE [tep]

Tipologia	Consumi energia [tep]
MF	9.828
VS	56.194
MC	21.159
GC	32.148
Totale	119.328

I 120 ktep di consumo per riscaldamento stimati con il modello RSE, sono stati confrontati con quanto riportato all'interno del Piano d'Azione per l'Energia Sostenibile del Comune di Parma [21].

All'interno di tale report la banca dati INEMAR al 2010 fornisce i consumi energetici per il settore residenziale, in totale pari a 1.227.531 MWh (circa 106 ktep), come riportato in Tabella 4.13.

Tabella 4.13 - Consumi del Comune di Parma in MWh, fonte dati INEMAR 2010 [21]

DATI INEMAR 2010 COMUNE DI PARMA						
	Residenziale	Terziario	Trasporti stradali	Trasporti off road	Industria non ETS	TOTALE
Benzina	-	-	452.997	1,6	-	452.998
Gas liquido [Mwh]	51.373	8.752	75.627		10.689	146.442
Gas naturale [Mwh]	1.107.885	1.044.900	59.039		748.492	2.960.316
Gasolio [Mwh]	8.860	1.510	1.224.138	33.348	11.516	1.279.372
Legna e similari [Mwh]	59.412					59.412
Kerosene e altri liquidi					1.181	1.181
Olio da riscaldamento					53.415,92	53.416
Carbone di legna					821	821
Carbone coke					1.611	1.611
Coke di petrolio					483	483
TOTALE	1.227.531	1.055.162	1.811.801	33.350	828.209	4.956.052

Rapporto

Nella Tabella 4.14 si confrontano i consumi per il riscaldamento del residenziale da metodologia RSE e INEMAR. Emerge che la ricostruzione RSE dei consumi è circa il 15% più elevata rispetto a quanto riportato da INEMAR per il 2010.

Tabella 4.14 Confronto tra consumi di riscaldamento del residenziale da RSE e INEMAR

Consumi RSE [ktep]	Consumi INEMAR 2010 [ktep]
120	106

Nella Figura 4.2 si riporta il confronto tra i consumi stimati da RSE e quelli INEMAR, con il dettaglio della domanda energetica per epoca di costruzione.

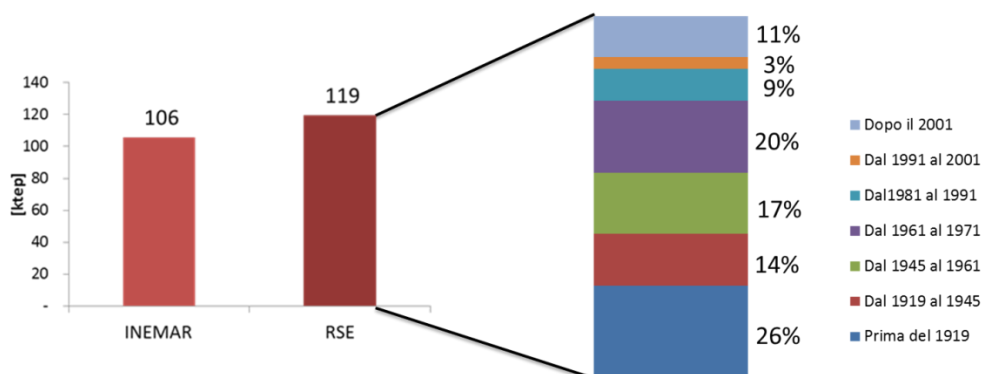


Figura 4.2 Confronto consumi di riscaldamento RSE – INEMAR del settore residenziale

Un ulteriore confronto può essere effettuato considerando i soli consumi di gas.

Dai dati INEMAR della Tabella 4.13 i consumi di gas sono circa il 90% dei consumi totali (95 ktep sui 106 ktep totali).

L'ultima fonte dati per i consumi di gas naturale distribuito sul territorio del Comune di Parma è la società IREN, che nel 2010 stima il consumo di 199.457.368 m³. Questi consumi si riferiscono al settore domestico, servizio pubblico o usi diversi e si suddividono per le diverse destinazioni di consumo: uso cottura, produzione di acqua calda sanitaria e riscaldamento.

Sommando i contributi per il settore residenziale e considerando le voci che contengono le quote di riscaldamento, i consumi risultano pari a 105.619.612 m³ (circa 87 ktep).

Rapporto

Tabella 4.15 Gas naturale fornito sul territorio di Parma (Fonte: IREN SpA) [21]

GAS NATURALE DISTRIBUITO SUL TERRITORIO DEL COMUNE DI PARMA (Fonte: Iren Spa)										
Categoria uso		2009		2010		2011		2012		Settore
		Consumo (m³)	utenze (n.)	Consumo (m³)	utenze (n.)	Consumo (m³)	utenze (n.)	Consumo (m³)	utenze (n.)	
Uso cottura cibi	Condominio uso domestico	325	33	976	33	11.402	32	10.100	71	Residenziale
	Domestico	207.009	11.691	684.458	11.732	693.134	12.045	805.747	12.171	Residenziale
	Usi diversi	14.962	116	50.195	147	51.944	168	60.125	157	Terziario
Produzione di acqua calda sanitaria	Condominio uso domestico	3.507	1	7.306	1	6.967	1	6.668	1	Residenziale
	Domestico	-	5	1.416	6	1.834	8	3.233	16	Residenziale
	Usi diversi	5.073	11	18.280	14	18.157	16	20.669	21	Terziario
Uso cottura cibi + produzione di acqua calda sanitaria	Condominio uso domestico	1.188	8	2.213	8	1.920	8	1.964	7	Residenziale
	Domestico	3.775.463	12.323	3.074.779	12.369	2.882.028	12.375	3.113.615	12.346	Residenziale
	Usi diversi	9.061	77	39.116	88	39.582	106	45.281	118	Terziario
Uso tecnologico (artigianale-industriale)	Condominio uso domestico	-	-	-	-	-	-	-	-	Residenziale
	Domestico	343	1	39	1	1.482	4	38	4	Residenziale
	Usi diversi	4.115.292	37	8.125.189	42	9.754.327	44	13.578.479	105	Produttivo
Uso condizionamento	Usi diversi	8.693	6	14.695	5	11.763	4	23.092	5	Produttivo
Riscaldamento individuale/centralizzato	Condominio uso domestico	9.783.806	1.002	23.013.316	1.011	18.337.622	1.022	22.404.800	1.051	Residenziale
	Domestico	1.308.785	1.114	3.541.721	1.129	3.173.660	1.133	4.419.154	2.074	Residenziale
	Usi diversi	56.690.441	7.262	35.731.559	7.136	33.141.023	6.947	35.679.824	6.317	Terziario
	Servizio pubblico					20.591	7	1.371.445	186	Terziario
Riscaldamento individuale + uso cottura cibi + produzione di acqua calda sanitaria	Condominio uso domestico	16.839	22	43.035	23	40.371	23	44.173	20	Residenziale
	Domestico	86.315.516	64.787	78.287.976	65.156	72.268.989	65.263	75.487.805	64.206	Residenziale
	Usi diversi	598.505	996	1.466.080	1.043	1.396.469	1.081	2.075.498	1.209	Terziario
	Servizio pubblico					-	2	74.913	46	Terziario
Riscaldamento individuale + uso cottura cibi	Condominio uso domestico	-	-	-	-	-	-	-	-	Residenziale
	Domestico	202.995	486	527.044	492	476.868	497	533.891	537	Residenziale
	Usi diversi	44.846	44	98.526	40	74.026	39	84.809	34	Terziario
	Servizio pubblico					7.678	1			Terziario
Riscaldamento individuale + produzione di acqua calda sanitaria	Condominio uso domestico	26.232	2	65.464	2	59.566	2	22.096	1	Residenziale
	Domestico	5.073	25	16.020	28	28.710	30	46.209	38	Residenziale
	Usi diversi	179.014	173	423.785	184	402.057	192	482.863	207	Terziario
	Servizio pubblico					2.783	2	16.882	3	Terziario
Riscaldamento centralizzato + uso cottura cibi + produzione di acqua calda sanitaria	Condominio uso domestico	3.563	1	7.508	3	9.766	3	12.946	3	Residenziale
	Domestico	155	2	3.593	5	2.190	6	4.286	6	Residenziale
	Usi diversi	19.606	2	60.581	4	48.876	6	85.239	15	Terziario
	Servizio pubblico									
Riscaldamento centralizzato + produzione di acqua calda sanitaria	Condominio uso domestico	42.765	8	113.935	11	119.158	14	186.465	19	Residenziale
	Domestico	-	0	-	-	18	1	13.193	2	Residenziale
	Usi diversi	181.533	21	339.252	31	291.821	39	861.188	79	Terziario
	Servizio pubblico							30.900	2	Residenziale
Uso tecnologico + riscaldamento	Condominio uso domestico	-	-	-	-	-	-	33.321	4	Residenziale
	Domestico	3.881	6	6.688	6	4.196	6	2.247	4	Residenziale
	Usi diversi	26.149.476	1.485	43.692.621	1.458	35.427.395	1.397	44.772.222	1.333	Produttivo
	Servizio pubblico					9.962	29	158.907	8	Terziario
Uso condizionamento + riscaldamento	Domestico							1.345	1	Residenziale
	Usi diversi	1.023	1	2.559	1	1.669	2	1.429	2	Produttivo
TOTALE		189.714.969	101.748	339.457.368	102.309	378.820.002	102.555	206.586.061	102.429	

Utilizzando la percentuale derivante da INEMAR tra i consumi di gas (1107885 m³) rispetto a quelli totali di riscaldamento (1227531 m³) nella Tabella 4.13, si stimano i consumi di gas RSE (108 ktep rispetto ai 120 ktep di consumo senza ripartizione per fonte energetica), che sono confrontati con le altre fonti dati.

Tabella 4.16 Confronto tra consumi di GAS per riscaldamento del residenziale da RSE, INEMAR e IREN

Consumi RSE [ktep]	Consumi INEMAR 2010 [ktep]	Consumi IREN 2010 [ktep]
108	95	87

Da questo confronto emerge che la differenza tra RSE e IREN è del 26%, mentre è del 10% tra INEMAR e IREN.

Nella Figura 4.3 si riporta il dettaglio tra i consumi di gas stimati da RSE, IREN e INEMAR.

Rapporto

Pag.
20/146

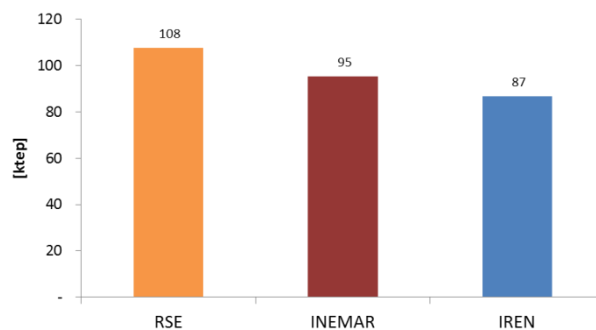


Figura 4.3 Confronto tra i consumi di gas stimati da RSE, IREN e INEMAR

Rapporto

5 INDIVIDUAZIONE DI PROPOSTE DI RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA, SECONDO CRITERI DI CONVENIENZA TECNICA E ECONOMICA

5.1 Metodologia

L'approccio proposto prevede di valutare, per ciascuno degli edifici di riferimento, i costi e i benefici, in termini di risparmio energetico, derivanti dalla realizzazione delle seguenti varianti di riqualificazione energetica.

- A. Coibentazione dell'involucro opaco. L'intervento prevede la realizzazione di un cappotto esterno, l'isolamento dell'ultimo solaio dall'estradosso nel caso sia presente un sottotetto non riscaldato o in alternativa l'isolamento del tetto dall'interno e l'isolamento del primo solaio dall'intradosso nel caso di edifici su pilotis o che presentano un piano interrato o seminterrato non riscaldato. Gli spessori di isolante applicati sono tali da rispettare le condizioni di trasmittanza termica per accedere alle detrazioni fiscali.
- B. Sostituzione dei serramenti. I serramenti scelti sono tali da rispettare le condizioni di trasmittanza termica per accedere alle detrazioni fiscali.
- C. Installazione di caldaia a condensazione (4 stelle) e valvole termostatiche per ogni corpo scaldante. È previsto anche l'adeguamento o rifacimento della canna fumaria.

Inoltre sono valutate anche le seguenti combinazioni di interventi: A+B, A+B+C. La scelta degli interventi si fonda sulla possibilità della loro replicabilità su larga scala e, soprattutto, sulla bassa invasività, intendendo per bassa invasività la possibilità di poter continuare ad abitare l'edificio anche durante i lavori di riqualificazione.

Per maggiori informazioni sulla descrizione, progettazione, realizzazione e criticità si rimanda all'appendice del capitolo 9.

Le valutazioni economiche si basano sul confronto di tre indici:

1. il costo globale,
2. il tempo di ritorno,
3. il rapporto tra investimento e risparmio energetico conseguito.

Il primo indice ad essere considerato è il costo globale, così come definito nel Regolamento Delegato della Commissione Europea N. 244/2012⁴. Tale regolamento delegato integra la Direttiva 2010/31/UE sulla prestazione energetica nell'edilizia, istituendo un quadro metodologico comparativo per il calcolo dei livelli ottimali in funzione dei costi per i requisiti minimi di prestazione energetica degli edifici. In particolare, secondo tale quadro metodologico, per un dato edificio, il livello ottimale sotto il profilo dei costi è quello corrispondente al costo globale minimo⁵.

Il costo globale di un edificio sottoposto a riqualificazione energetica è espresso in termini di valore attuale netto (abbreviato in VAN o NPV dall'inglese *Net Present Value*) attraverso l'attualizzazione di tutti i flussi di cassa collegati ai consumi energetici e all'adozione di misure di efficienza energetica che avvengono durante il periodo di calcolo considerato.

Confrontando il costo globale di due o più investimenti alternativi si riesce a valutare l'opzione più vantaggiosa attraverso il meccanismo dell'attualizzazione dei costi e dei ricavi, che prevede di

⁴ Il regolamento delegato richiama a sua volta la norma UNI EN 15459:2008 "Prestazione energetica degli edifici - Procedura di valutazione economica dei sistemi energetici degli edifici".

⁵ I calcoli presentati in questo lavoro sono pienamente coerenti con quanto prescritto dal Regolamento delegato 244/2012 per il calcolo finanziario.

Rapporto

ricondere ad un medesimo orizzonte temporale i flussi di cassa che si manifesterebbero in momenti diversi e che quindi non sarebbero direttamente confrontabili. In formule:

$$C_g(\tau, r) = \sum_{i=0}^{\tau} \frac{FC(i)}{(1+r)^i} = \sum_{i=0}^{\tau} FC(i) \cdot R_d(i) \quad (4.1)$$

$$R_d(i) = (1+r)^{-i} \quad (4.2)$$

Dove:

τ è l'orizzonte temporale all'interno del quale vengono considerati i flussi di cassa;

r è il tasso di attualizzazione;

$FC(i)$ sono i flussi di cassa dell'anno i -esimo;

$R_d(i)$ è il fattore di attualizzazione per l'anno i -esimo.

Questo meccanismo permette, quindi, un confronto con un investimento nel mercato finanziario con pari rischio: difatti, attualizzando i flussi di cassa si tiene conto delle mancate entrate derivanti dall'uso alternativo delle risorse. Nel presente lavoro l'orizzonte temporale e il tasso di attualizzazione sono assunti, rispettivamente, pari a 30 anni e al 4%.

Nelle equazioni (4.1) e (4.2) il tasso di attualizzazione utilizzato è espresso in termini reali, ovvero al netto dell'inflazione. Esso è legato al tasso di inflazione (f) e al tasso nominale (r') attraverso la seguente relazione:

$$(1+r') = (1+r) \cdot (1+f) \quad (4.3)$$

Da cui si ricava l'espressione:

$$r = \frac{(1+r')}{(1+f)} - 1 \quad (4.4)$$

Le voci di costo che compongono il costo globale sono mostrate nella Figura 5.1. Si noti che gli incentivi sono valutati come costi negativi che rientrano nella categoria dei costi di gestione. I costi energetici, invece, sono considerati come una categoria a sé stante in maniera tale da darne maggiore evidenza.

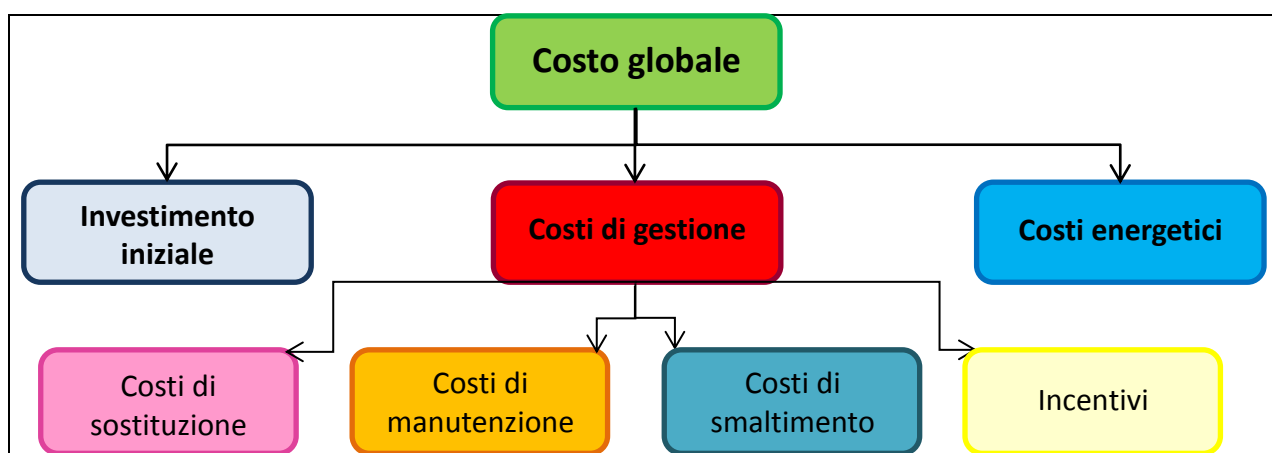


Figura 5.1 – Schema delle categorie di costo considerate.

Rapporto

Il secondo indice ad essere valutato è il tempo di ritorno dell'investimento (in inglese *payback period*). Questo indice rappresenta il numero di anni necessari per recuperare il costo dell'investimento. Ci sono due varianti per il calcolo di tale indice:

- Semplice: quando non si tiene conto del valore del denaro nel tempo
- Attualizzato: i flussi di cassa sono attualizzati con il medesimo meccanismo illustrato nel caso del costo globale.

Nel presente lavoro si è seguito il secondo approccio ipotizzando un tasso di attualizzazione del 4% (al netto dell'inflazione). I flussi di cassa di cui si tiene conto sono quelli illustrati nella Figura 5.1.

I due indici appena presentati sono complementari tra loro. In particolare il costo globale è l'indice che permette di determinare tra le diverse opzioni qual è la riqualificazione ottimale sotto il profilo dei costi (anche ai sensi della Direttiva 2010/31/UE). È quindi un indice molto utile nel confrontare tra loro una serie di interventi di riqualificazione per un dato edificio. Tuttavia, preso come un valore in sé non è significativo e, soprattutto, non ha molto senso paragonare il costo globale di due edifici differenti.

Il tempo di ritorno, invece, è un indice che fornisce un'informazione immediata, facilmente decodificabile e comprensibile anche ai non addetti ai lavori e che si presta non solo a confronti tra edifici differenti ma anche tra investimenti in settori diversi dalla riqualificazione energetica. D'altro canto, questo indice ha un grosso limite: non è detto che l'investimento con il tempo di ritorno inferiore sia il più conveniente⁶. Appare quindi chiaro come costo globale e tempo di ritorno si completino a vicenda e che, in un'analisi esaustiva, sia necessario valutare entrambi.

Tuttavia le valutazioni presentate finora si focalizzano esclusivamente sui flussi finanziari senza dare enfasi al vero obiettivo della riqualificazione energetica: la riduzione dei consumi. Per questo motivo si è scelto di aggiungere anche un terzo indice: il rapporto tra investimento e risparmio energetico conseguito (nel seguito "rapporto costi - benefici"). Nel presente lavoro quest'indice è espresso in migliaia di euro per tonnellata equivalente di petrolio risparmiata per ogni anno di esercizio (k€/tep anno).

Probabilmente, dal punto di vista di un investitore, quest'ultimo indice avrà un peso ridotto rispetto ai precedenti nella scelta dell'investimento da realizzare. Ma se si cambia il punto di osservazione e si vuole valutare l'effetto di scelte di politica energetica (ad esempio l'efficacia dei sistemi di incentivazione) questo indice diventa di primaria importanza in quanto, tra i tre citati, è l'unico che fornisce un'indicazione sui risparmi energetici e sullo sforzo da compiere per il raggiungimento di determinati obiettivi.

5.1.1 Finestra d'opportunità

Il calcolo del tempo di ritorno dell'investimento è replicato anche nel caso di finestra d'opportunità, ovvero ipotizzando di intervenire contestualmente ad opere di manutenzione necessarie per la funzionalità, la sicurezza e il decoro dell'edificio. Ad esempio, si è immaginato di realizzare l'intervento di coibentazione delle pareti verticali qualora vi fosse già la necessità di risistemare la facciata dell'edificio. In questo caso le valutazioni costi benefici non sono fatte attraverso un confronto con la situazione ex-ante, ma rispetto un intervento base, rappresentato, nell'esempio scelto, dal semplice aggiustamento delle parti di intonaco ammalorate e la pitturazione della facciata. Ciò significa calcolare i costi aggiuntivi, ovvero la differenza tra quelli dell'intervento di efficienza energetica e quelli

⁶ Ad esempio, ciò può accadere quando si confrontano interventi di riqualificazione che hanno vite tecniche differenti.

Rapporto

dell'intervento base. Il dettaglio sulle voci di costo considerate negli interventi base è presentato nella Tabella 5.1. Analogamente a quanto fatto per gli interventi di efficienza energetica, alle precedenti voci di costo vanno aggiunti gli oneri professionali e le imposte. Il concetto di addizionalità va applicato anche ai risparmi energetici. Sotto questo aspetto l'intervento preso ad esempio presenta un'anomalia, in quanto i risparmi sono interamente addizionali giacché l'aggiustamento dell'intonaco e la pitturazione della facciata non permettono alcun risparmio energetico. Per altri interventi quali la sostituzione dei serramenti o del generatore di calore, invece, solo una parte dei risparmi energetici sono addizionali giacché la soluzione base è comunque più efficiente rispetto alla situazione ex-ante.

In realtà, per quanto concerne l'intervento sui serramenti, l'applicazione del concetto di finestra d'opportunità risulta essere quasi un esercizio di stile piuttosto che qualcosa di riscontrabile nella pratica, in quanto, come conseguenza dei sistemi di incentivazione, il mercato si è orientato autonomamente verso soluzioni a elevate prestazioni⁷. Tuttavia, in linea teorica, è ancora possibile acquistare prodotti con prestazioni "base" come un doppio vetro senza né riempimento né trattamento superficiale, e pertanto si è valutato anche questo caso.

Tabella 5.1 – Voci di costo degli interventi base e corrispondenza con gli interventi di efficienza energetica.

Intervento di efficienza energetica	Intervento base	Voci di costo dell'intervento base
Coibentazione delle pareti verticali esterne	Rinnovamento facciata	Pitturazione facciata, aggiustamento intonaco ammalorato, nolo del ponteggio (compresi montaggio e smontaggio), sostituzione dei discendenti.
Sostituzione dei serramenti	Sostituzione dei serramenti "base" ($U=3W/m^2K$)	Fornitura e posa in opera dei serramenti (vetri doppi), rimozione, trasporto e conferimento in discarica dei vecchi serramenti.
Installazione di caldaie a condensazione e valvole termostatiche	Installazione caldaie 3 stelle	Fornitura e posa in opera dei generatori e dell'eventuale vaso di espansione, eventuali opere murarie ed elettriche presso la centrale termica, rimozione, trasporto e conferimento in discarica dei vecchi generatori

Per alcuni interventi di efficienza energetica, invece, si ritiene che non si verifichino finestre di opportunità e che quindi la realizzazione di tali interventi sia sempre interamente addizionale tanto per i costi quanto per i risparmi energetici: si tratta della coibentazione dei tetti e dei solai, dell'installazione di valvole termostatiche e dell'installazione di un impianto solare termico per la produzione di acqua calda sanitaria. In merito alle valvole termostatiche, tale scelta potrebbe essere discutibile giacché in alcune regioni dell'Italia settentrionale vige (o breve sarà introdotto) l'obbligo di dotare l'edificio di tali dispositivi. Tuttavia, considerando che, ad oggi, la maggior parte degli edifici è sprovvista di valvole termostatiche e volendo dare una connotazione nazionale allo studio, si reputa, nel contesto del presente lavoro, totalmente addizionale l'intervento.

5.1.2 I sistemi di incentivazione

La valutazione degli indici economici è effettuata in presenza delle detrazioni fiscali nella misura del 65% in accordo con quanto previsto dalla legge n. 147/2013. Nelle valutazioni effettuate in presenza di finestra di opportunità, è conteggiato l'incentivo non solo per gli interventi di riqualificazione energetica ma anche per quanto riguarda gli interventi base (ristrutturazione edilizia). In quest'ultimo caso, però, la detrazione fiscale è nella misura del 50% secondo quanto previsto dal decreto legge n. 201/2011 e dalla legge 147/2013.

⁷ Anche la ricerca di un maggiore comfort nella abitazioni ha contribuito al diffondersi di soluzioni energeticamente efficienti.

Rapporto

Oltre alle detrazioni fiscali, per gli interventi di riqualificazione energetica degli edifici esistono anche altri strumenti di incentivazione quali il conto termico e i titoli di efficienza energetica (certificati bianchi). Generalmente le detrazioni fiscali sono il meccanismo che garantisce i maggiori vantaggi economici, anche se non tutti i soggetti interessati possono accedervi⁸ o beneficiarne appieno per incapacienza fiscale. Vincoli per i soggetti ammessi sono presenti anche nel caso del conto termico, mentre per accedere ai titoli di efficienza energetica è necessario un intermediario (società di servizi energetici) accreditato presso il GSE. Nell'appendice 11 di questo rapporto è fornita una sintesi su questi tre meccanismi di incentivazione corredata da opportuni esempi.

⁸ Ad esempio, gli edifici pubblici non possono accedere a tale meccanismo.

Rapporto

5.2 Confronto tra interventi di efficienza energetica

Il confronto tra gli interventi di efficienza energetica, permette di individuare “un ordine di merito” energetico ed economico di questi interventi, con un’analisi legata ai risparmi energetici potenzialmente conseguibili, i costi di investimento ed i tempi di ritorno.

Dall’analisi dei risparmi energetici per ciascun intervento, emerge che l’intervento meno conveniente dal punto di vista energetico è la sostituzione dei serramenti (riduzione di circa il 6% dei consumi), mentre quello più performante è la combinazione di involucro opaco, impianto di riscaldamento e serramenti (riduzione media dei consumi del 75%).

Tale valutazione sui risparmi energetici medi conseguibili è riportata in Figura 5.2.

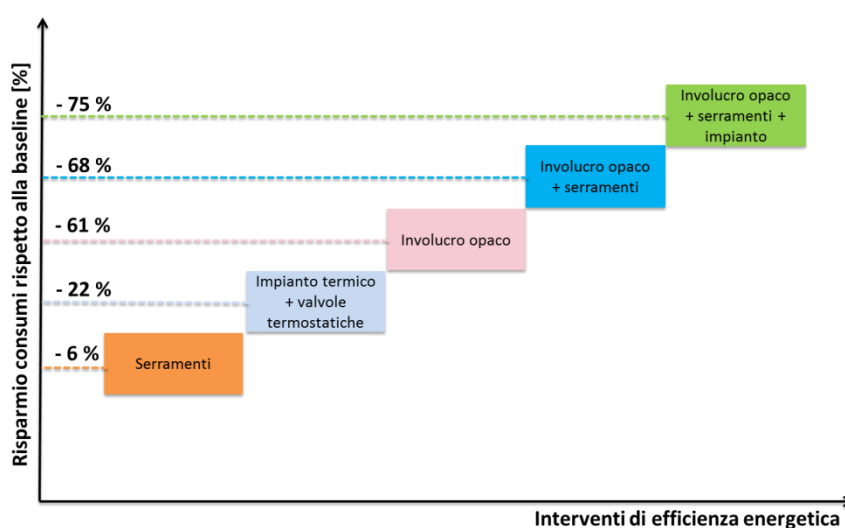


Figura 5.2 Risparmio dei consumi rispetto alla baseline per intervento

Accanto alla valutazione energetica si è stimato il costo di investimento correlato a ciascun intervento. Tali costi sono stimati per m^2 di superficie di pavimento dell’edificio, in modo tale da rendere confrontabili i diversi interventi che vanno dalla sostituzione dell’impianto di riscaldamento ad interventi sull’involucro dell’edificio.

Come riportato nella Figura 5.3, l’investimento più economico è la sostituzione dell’impianto di riscaldamento (circa 30 €/m²), mentre quello più costoso è quello sull’involucro opaco, i serramenti e l’impianto di riscaldamento con circa 350 €/m².

Rapporto

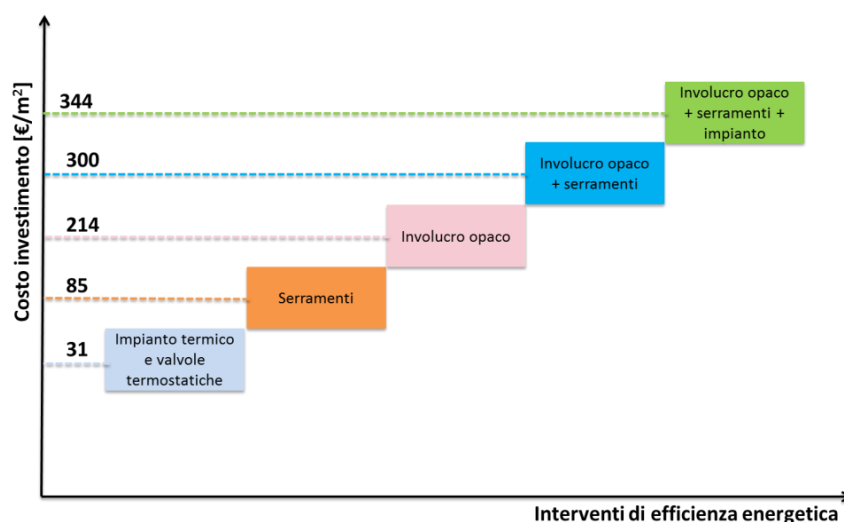


Figura 5.3 Costi di investimento per intervento [€/m²]

In termini di costo globale, come si osserva dalla Figura 5.4, l'intervento con il miglior rapporto costi-benefici nei 30 anni è quello dell'involucro opaco (5070 €/m²), mentre quello meno conveniente è la sostituzione dei serramenti (7218 €/m²).

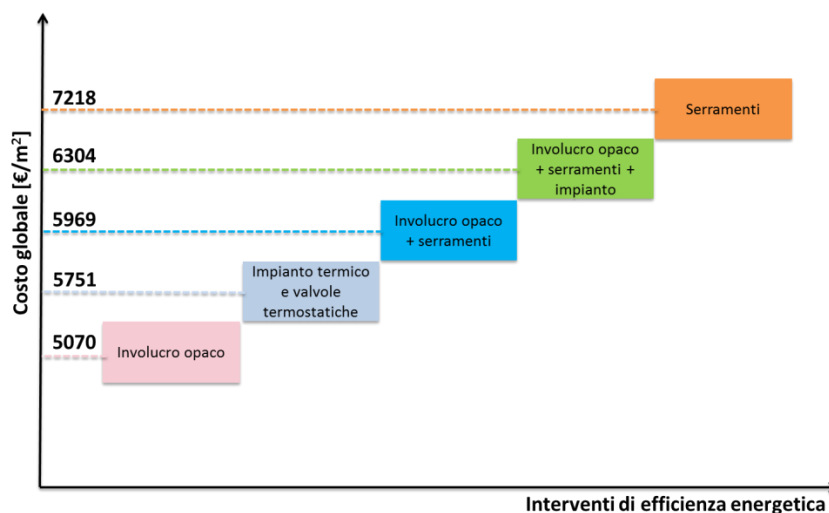


Figura 5.4 Costi di globali per intervento [€/m²]

Correlando i costi medi per intervento con i risparmi attesi, si osserva che l'intervento con il miglior rapporto costi-benefici è la coibentazione dell'involucro opaco (37 k€/m²), mentre il peggiore riguarda la sostituzione dei serramenti (93 €/m²).

Tale risultato è riportato in Figura 5.5.

Rapporto

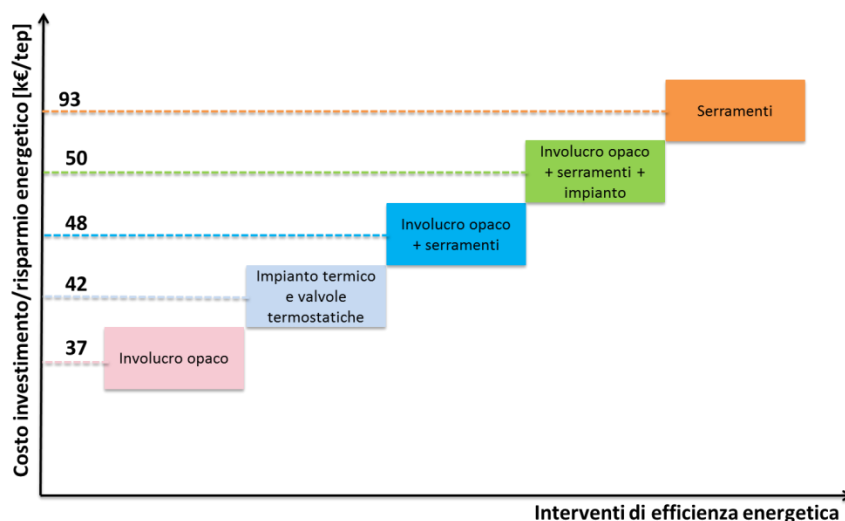


Figura 5.5 Rapporto tra costi di investimento e risparmio conseguibile per intervento [k€/tep]

Infine si riporta la valutazione del tempo di ritorno per intervento, grazie alla quale si definisce successivamente la scala di priorità nella riqualificazione energetica.

Il tempo di ritorno è un indice che fornisce un'informazione immediata, si presta non solo a confronti tra edifici differenti ma anche tra investimenti in settori diversi dalla riqualificazione energetica. D'altro canto, questo indice ha un grosso limite: non è detto che l'investimento con il tempo di ritorno inferiore sia il più conveniente. Appare quindi chiaro come costo globale e tempo di ritorno si completino a vicenda e che, in un'analisi esaustiva, sia necessario valutare entrambi.

Basandosi su un valore medio per intervento di efficienza energetica, si osserva che per alcune tipologie di edificio e classi di vetustà, il tempo di ritorno dell'intervento non rientra nella vita tecnica dell'edificio ipotizzata pari a 30 anni.

Il valore medio che è riportato nella Figura 5.6 tiene conto degli interventi che rientrano nei 30 anni.

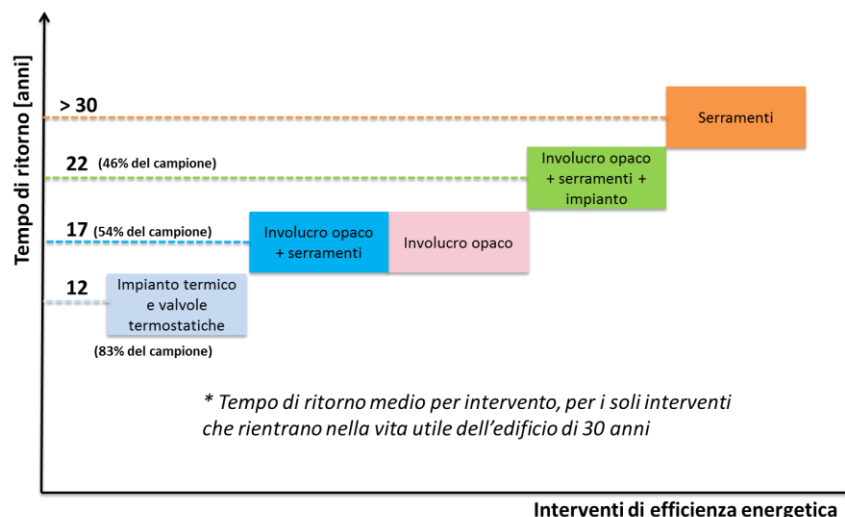


Figura 5.6 Tempo di ritorno per intervento [anni]

Rapporto

5.3 Proposta di riqualificazione energetica per il Comune di Parma e quantificazione degli interventi

La Strategia Energetica Nazionale SEN del 2013 [41] prevede la riduzione dei consumi primari nazionali, come mostrato in Figura 5.7. Infatti secondo lo scenario di riferimento 2020 i consumi primari avrebbero dovuto raggiungere i 209 Mtep. Tale andamento è stato riallineato nel 2010 con l'individuazione dello Scenario in assenza di misure. Accanto a quest'ultimo scenario è stato studiato lo Scenario SEN, che ha come obiettivo la riduzione di 20 Mtep di consumi primari rispetto allo Scenario assenza di misure, in modo da raggiungere il valore di 158 Mtep al 2020.

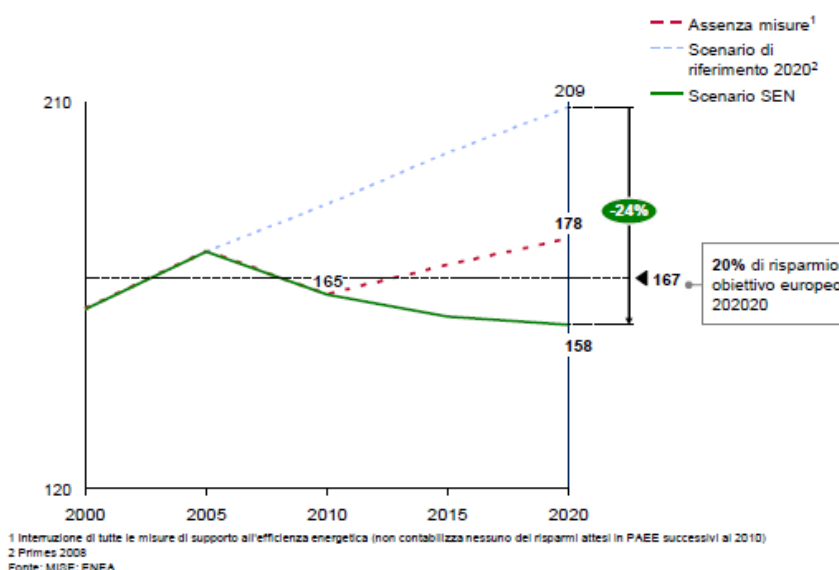


Figura 5.7 Obiettivo riduzione dei consumi primari, escluso usi non energetici [Mtep] – fonte SEN [41]

L'obiettivo dei 20 Mtep si traduce in una riduzione di circa 15,5 Mtep di energia finale, come mostrato in Figura 5.8.

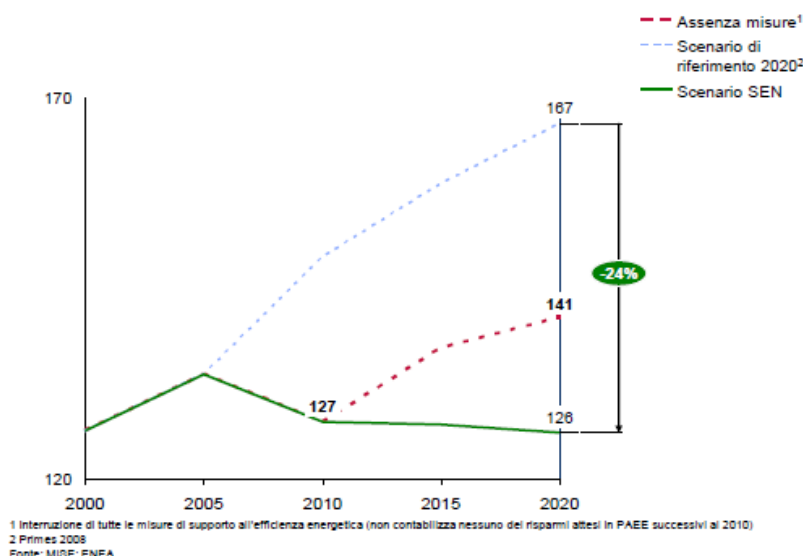


Figura 5.8 Obiettivo riduzione dei consumi finali, escluso usi non energetici [Mtep] - fonte SEN [41]

Rapporto

L'obiettivo di riduzione dei 15,5 Mtep è poi ripartito tra i diversi settori, come riportato nella Figura 5.9, in cui si osserva che la riduzione prevista per il settore residenziale è pari a 3,8 Mtep.

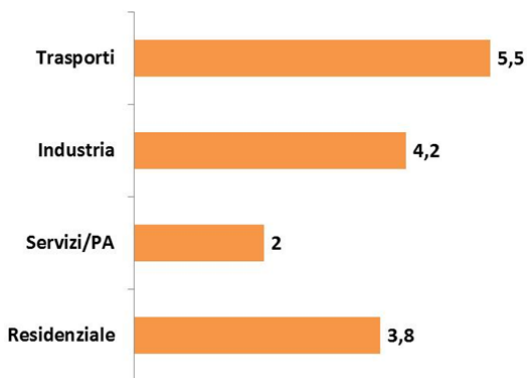


Figura 5.9 Risparmio di energia finale atteso al 2020 per settore [Mtep]

Seguendo gli obiettivi previsti dal Piano d'Azione Italiano per l'Efficienza Energetica 2014 (PAEE 2014), la futura strategia per la riqualificazione energetica del parco immobiliare nazionale, porta ad una riduzione del consumo di riscaldamento degli edifici, declinando i risparmi previsti per ciascun intervento di efficienza energetica.

Attraverso un criterio di proporzionalità, se agli attuali 20 Mtep di consumo primario del settore residenziale è prevista la riduzione di 3,8 Mtep/anno dei consumi al 2020, allora ai 119 ktep di consumo per riscaldamento del Comune di Parma è "previsto" l'obiettivo di riduzione dei consumi di 3,8 ktep/anno.

Sulla base dell'obiettivo di riduzione dei consumi di 3,8 ktep al 2020 per il Comune di Parma, e considerando il miglior rapporto costi – benefici degli interventi di efficienza energetica, seguendo quanto riportato nella Figura 5.6 si stima un tasso di interventi sul 7% annuo della superficie destinata al residenziale.

In Figura 5.10 si riporta il dettaglio degli interventi di efficienza energetica per superficie interessata.

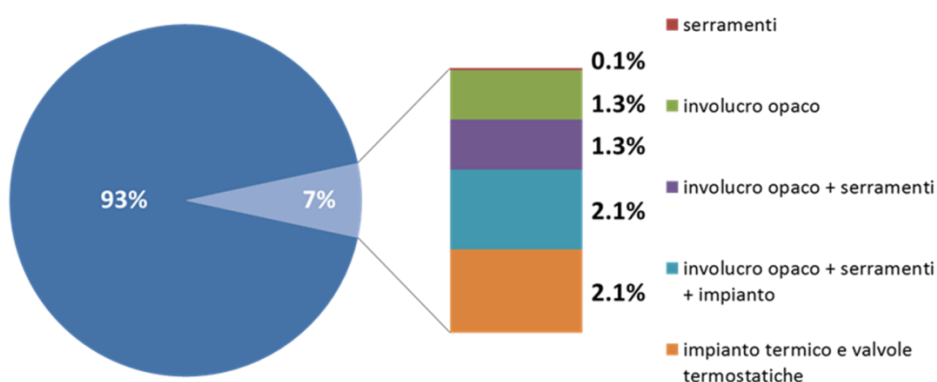


Figura 5.10 Superficie annua coinvolta nella riqualificazione energetica e composizione per intervento

La riqualificazione energetica del 7% della superficie (che all'anno permette di ottenere un risparmio di 3,8 ktep/anno), tra il 2014 – 2020 consente di ottenere un risparmio di 22,1 ktep (Figura 5.11).

Rapporto

Pag.
31/146

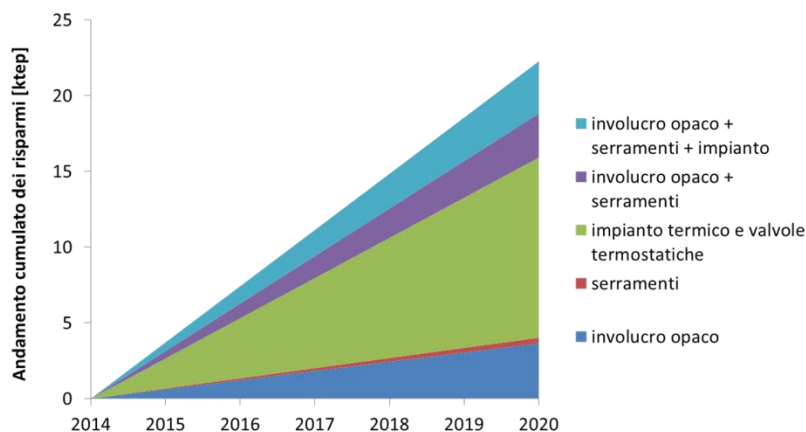


Figura 5.11 Andamento cumulato dei risparmi energetici tra il 2014 - 2020 per intervento

Nella Figura 5.12 si riporta la sintesi della riduzione annua degli interventi, suddivisi per tipologia. Si osserva che l'intervento prevalente, che consente annualmente di ottenere la riduzione di 2 ktep, riguarda la sostituzione degli impianti termici.

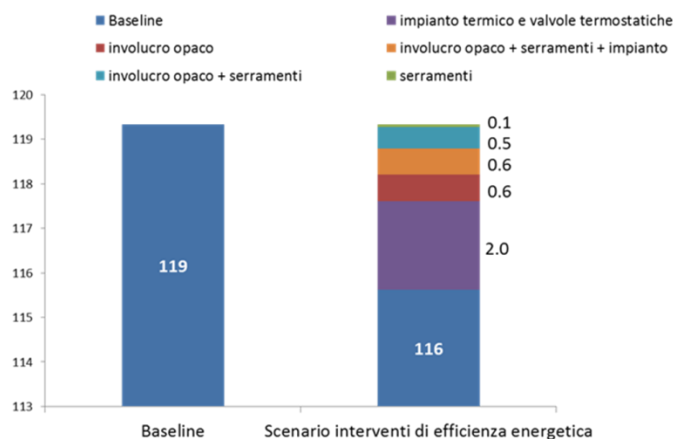


Figura 5.12 Confronto tra consumi di baseline (119 ktep) e scenario di efficienza energetica con gli interventi previsti (116 ktep).

Associando per ciascun tipo di intervento il costo di investimento, si osserva che il costo annuale per effettuare tali interventi è pari a 55 milioni di euro, che complessivamente tra il 2014 – 2015 raggiunge un investimento di 327 milioni di euro (Figura 5.13).

Rapporto

Pag.
32/146

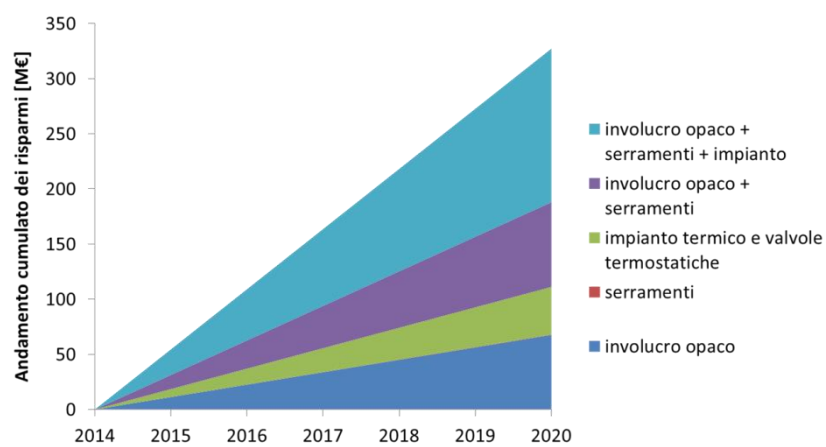


Figura 5.13 Andamento cumulato dei costi di investimento tra il 2014 – 2020 per intervento

Rapporto

6 CONCLUSIONI

Il settore residenziale del Comune di Parma è costituito da 18.671 edifici e 80.595 unità abitative, che secondo RSE consumano per il riscaldamento 119 ktep.

La Strategia Energetica Nazionale SEN prevede di ridurre i consumi di energia finale del settore residenziale di 3,8 Mtep al 2020 (rispetto agli attuali 20 Mtep circa del residenziale).

Applicando la percentuale di riduzione dei consumi nazionali al Comune di Parma, l'obiettivo di risparmio raggiunge i 22 ktep.

Per ottenere tale riduzione, RSE propone 5 interventi di efficienza energetica, in particolare: coibentazione dell'involucro opaco dell'edificio, sostituzione dei serramenti, sostituzione dell'impianto di riscaldamento e valvole termostatiche, oppure la composizione di involucro opaco+serramenti e involucro opaco+serramenti+impianto.

Questi interventi di efficienza energetica sono analizzati dal punto di vista energetico ed economico, dove emerge che mediamente gli interventi con un tempo di ritorno inferiore sono quelli sull'impianto di riscaldamento (circa 12 anni), mentre quelli il cui tempo di ritorno non rientra nella vita utile dell'edificio di 30 anni è quello dei serramenti.

Sulla base di queste considerazioni la percentuale di superficie da riqualificare annualmente è pari al 7%, con la seguente composizione per intervento: 2,1 % per impianti termici, 2,1 % per involucro opaco + serramenti + impianto, 1,3 % involucro opaco + serramenti, 1,3 % involucro opaco e 0,1 % con serramenti.

In termini di costi la spesa annua da sostenere per questi interventi è pari a 55 milioni di € di investimento, con un valore cumulato pari a 327 milioni di €.

Rapporto

7 BIBLIOGRAFIA

- [1] Communication from the Commission - Energy efficiency: delivering the 20% target, COM(2008) 772 final. Novembre 2008
- [2] 14° censimento generale della popolazione e delle abitazioni – censimento 2001, ISTAT
- [3] Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions - Energy Efficiency Plan 2011, COM(2011) 109 final. Marzo 2011
- [4] Directive 2012/27/EU of the European Parliament and of the Council of 25 October 2012 on energy efficiency, amending Directives 2009/125/EC and 2010/30/EU and repealing Directives 2004/8/EC and 2006/32/EC, Gazzetta Europea 14/11/2012 n. L315. Novembre 2012
- [5] Ministero dello Sviluppo Economico, Piano d'Azione Italiano per l'Efficienza Energetica 2007 (Direttiva 2007/32/CE sull'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici). Luglio 2007
- [6] Piano di azione nazionale per le energie rinnovabili dell'Italia (conforme alla direttiva 2009/28/CE e alla decisione della Commissione del 30 giugno 2009). Giugno 2010
- [7] Piano d'Azione Italiano per l'Efficienza Energetica 2011. Giugno 2011
- [8] La Strategia Energetica Nazionale per un'energia più competitiva e sostenibile – Allegato al Decreto Interministeriale 8 marzo 2013 consultabile su http://www.sviluppoeconomico.gov.it/images/stories/normativa/20130314_Strategia_Energetica_Nazionale.pdf
- [9] Direttiva 2005/32/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio, disponibile su <http://eur-lex.europa.eu>
- [10] Direttiva 2009/125/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio, disponibile su <http://eur-lex.europa.eu>
- [11] Direttiva 2010/30/UE del Parlamento Europeo e del Consiglio, disponibile su <http://eur-lex.europa.eu>
- [12] Capozza A. et al., “Rapporto sul supporto scientifico alle politiche energetiche nazionali”, Rapporto ERSE 09003387, 31/5/2010
- [13] ENEA: Rapporto Energia e Ambiente 2009-2010, <http://www.enea.it/it/produzione-scientifica/rapporto-energia-e-ambiente-1/rapporto-energia-e-ambiente-2009-2010>
- [14] *RISPARMIO ENERGETICO IN EDILIZIA: IPOTESI DI CONTRAZIONE CONSUMI ENERGETICI AL 2020*, Confindustria, 11 - GRUPPO DI LAVORO EFFICIENZA ENERGETICA, 2007
- [15] 14° censimento generale della popolazione e delle abitazioni – censimento 2001, ISTAT
- [16] Apadula F., Cortesi N., “Studio del ruolo delle variabili meteorologiche sulla domanda elettrica”, Rapporto CESI RICERCA 08005759, 27/2/09
- [17] 15° censimento generale della popolazione e delle abitazioni – censimento 2011, ISTAT (accesso 31 marzo 2014).
- [18] V. Corrado et al., “Building Typology Brochure – Italy. Fascicolo sulla Tipologia Edilizia Italiana”. Torino: Politecnico di Torino. Dicembre 2011.
- [19] F. Madonna et al., Studio sulla riqualificazione energetica di edifici residenziali, Rapporto RSE 14002701, 2014.
- [20] European Commission, EUROSTAT, Statistics Database, 2013,

Rapporto

- http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/statistics/search_database
- [21] Piano d'Azione per l'Energia Sostenibile del Comune di Parma, Aprile 2014, <http://www.comune.parma.it/comune/Paes.aspx>
 - [22] Gruppo IREN, <http://www.gruppoiren.it/>
 - [23] Laurent MH et al., "Back to reality: How domestic energy efficiency policies in four European countries can be improved by using empirical data instead of normative calculation", ECEEE 2013 SUMMER STUDY, 3-8 giugno 2013, Toulon/Hyères
 - [24] Majcen D et al, "Energy labels in Dutch dwellings – their actual energy consumption and implications for reduction targets", ECEEE 2013 SUMMER STUDY, 3-8 giugno 2013, Toulon/Hyères
 - [25] <http://episcopo.eu/building-typology/country/it/>
 - [26] G.V. Fracastoro et al., "Una metodologia per definire le prestazioni energetiche di grandi parchi edilizi e possibili applicazioni" in Atti del 47° Convegno internazionale Aicarr, 2009,
 - [27] Regione Lombardia, "Documento preliminare al programma energetico ambientale regionale 2013", pagg. 23 e 26, http://www.reti.regione.lombardia.it/shared/ccurl/847/429/PEAR%20Documento%20Preliminare_01072013.pdf
 - [28] F. Madonna, "Fabbisogno energetico per la climatizzazione di edifici-tipo in località di riferimento", Rapporto ERSE 0004836.
 - [29] F. Madonna, "Indicatori di consumo per la climatizzazione degli edifici", Rapporto RSE 12000916.
 - [30] ASHRAE, International Weather for Energy Calculations (IWEC Weather Files), User's Manual and CD-ROM, Atlanta, 2001.
 - [31] D. Bobbio et al., "Monitoraggio delle tecnologie per il riscaldamento nel segmento residenziale", marzo 2013.
 - [32] Autorità per l'energia elettrica e il gas, "Dati statistici – Evoluzione del servizio di maggior tutela", consultato nel gennaio 2013. http://www.autorita.energia.it/it/dati/evform_ele.htm
 - [33] Associazione Nazionale Produttori di Apparecchi Domestici e Professionali: <http://www.ceceditalia.it/>
 - [34] Associazione di categoria GfK: <http://www.gfk.com/it/Pagine/default.aspx>
 - [35] M. Borgarello, F. Lanati, F. Carrara, S. Vitale, "Supporto alle politiche energetiche", prot. 13000578, Gennaio 2013, disponibile su <http://www.rseweb.it>;
 - [36] S. Vitale, "Uno scenario di evoluzione dei consumi elettrici in Italia con anno orizzonte 2050", articolo sulla rivista "L'energia Elettrica", Settembre – Ottobre 2012, pag 47 – 59.
 - [37] S. Maggiore, "Impatto su comportamenti e consumi delle famiglie di un sistema di prezzi biorari dell'energia elettrica", prot. 12000915, marzo 2012, disponibile su <http://www.rseweb.it>
 - [38] ISTAT, Geo Demo-Istat, disponibile su <http://demo.istat.it/>
 - [39] TERNA S.p.A, «Dati statistici sull'energia elettrica in Italia,»; disponibile su: <http://www.terna.it>.
 - [40] Autorità per l'energia elettrica e il gas ed il sistema idrico, disponibile su <http://www.autorita.energia.it/it/index.htm>
 - [41] Strategia Energetica Nazionale: per un'energia più competitiva e sostenibile – SEN, NMarzo 2013, http://www.sviluppoeconomico.gov.it/images/stories/normativa/20130314_Strategia_Energetica_Nazionale.pdf

Rapporto

Pag.
36/146

- [42] PRIMES EU-wide Energy Model, disponibile su <http://ec.europa.eu/environment/air/pollutants/models/primes.htm>
- [43] The Ecodesign Directive for energy-related products, disponibile: <http://www.eceee.org/ecodesign>;
- [44] ENEA, “Rapporto Annuale Efficienza Energetica RAEE 2011”, disponibile su <http://www.enea.it/it/produzione-scientifica/pdf-volumi/V2013RAEE2011ExeSum.pdf>
- [45] ENEA, “Statistiche Regionali”, disponibile su <http://www.enea.it/it/produzione-scientifica/rapporto-energia-e-ambiente-1/rapporto-energia-e-ambiente-2009-2010/i-dati-2009-2010/statistiche-regionali>
- [46] Agenzia delle Entrate, detrazioni del 50%, disponibile su http://www.agenziaentrate.gov.it/wps/file/Nsilib/Nsi/Agenzia/Agenzia+comunica/Prodotti+editoriali/Guide+Fiscali/Mini+guida+Bonus+mobili+ed+elettrodomestici/Guida_bonus_mobili.pdf
- [47] <http://episcopo.eu/building-typology/country/it/>
- [48] S. Sibilio et al., “Valutazione dei consumi nell’edilizia esistente e benchmark mediante codici semplificati analisi di edifici residenziali”, Report RSE/2009/115
- [49] S. Shnapp et al., “What is a deep renovation definition?”, Technical Report, Febbraio 2013.

Rapporto

8 APPENDICE 1: FABBISOGNI DEGLI EDIFICI TIPO E LORO TARATURA

Per ciascun edificio sono stati effettuati i calcoli della prestazione energetica utilizzando un'implementazione del metodo orario descritto nella norma UNI EN ISO 13790:2008 a cui è stato aggiunto un foglio di calcolo per la simulazione degli impianti che si ispira alla norma UNI/TS 11300-2:2008. Maggiori dettagli sul programma di calcolo sono riportati in [28] e [29]. Per i dati climatici si è utilizzato l'archivio IWEK [30]. La durata della stagione di riscaldamento è coerente con quanto indicato nel D.P.R. 412/93 e s.m.i.⁹ ovvero:

Zona climatica B:	8 ore al giorno dal 1° dicembre al 31 marzo
Zona climatica C:	10 ore al giorno dal 15 novembre al 31 marzo
Zona climatica D:	12 ore al giorno dal 1° novembre al 15 aprile
Zona climatica E:	14 ore al giorno dal 15 ottobre al 15 aprile
Zona climatica F:	16 ore al giorno dal 5 ottobre al 22 aprile

Nella Tabella 8.1 si riporta il fabbisogno di energia primaria per riscaldamento per ciascun edificio.

Tabella 8.1 – Fabbisogno specifico di energia primaria per riscaldamento [kWh/m²anno].

		V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7
Zona climatica B	MF	67	65	62	45	29	22	8
	VS	42	39	46	40	19	19	2
	MC	35	42	45	40	24	13	1
	GC	32	43	45	25	15	8	1
Zona climatica C	MF	125	121	116	87	59	44	16
	VS	84	79	93	81	40	37	7
	MC	70	87	91	80	48	29	5
	GC	69	86	90	52	32	20	3
Zona climatica D	MF	206	166	153	174	126	100	33
	VS	168	138	146	188	97	63	18
	MC	147	153	129	163	111	57	15
	GC	118	131	134	107	71	50	12
Zona climatica E	MF	312	284	244	230	150	105	51
	VS	251	246	206	262	115	81	31
	MC	222	233	205	204	130	74	27
	GC	182	196	195	148	86	69	22
Zona climatica F	MF	364	318	272	259	169	125	62
	VS	289	273	248	283	130	97	38
	MC	267	272	230	227	140	92	35
	GC	287	260	210	164	103	89	28

Il consumo finale¹⁰ per il riscaldamento del settore residenziale in Italia (CR) in corrispondenza di un dato anno può essere valutato sommando il consumo degli edifici residenziali di ciascuna provincia (CR_{pr}). A sua volta il consumo di ciascuna provincia è ottenuta come sommatoria, estesa a tutte le classi di vetustà, tutte le tipologie e le classi di riqualificazione, del prodotto tra la superficie complessiva degli edifici di una tale classe di vetustà, tipologia e classe di riqualificazione ($S_{pr,v,t,r}$) e il corrispondente consumo finale specifico per riscaldamento ($CS_{pr,v,t,r}$). In formule:

⁹ Per la zona climatica F si è seguita l'indicazione dell'articolo 8 comma 1.

¹⁰ Le statistiche energetiche di riferimento riportano i consumi finali anziché quelli primari. In questo lavoro, pertanto, di volta in volta si specificherà quale valore è mostrato/utilizzato a seconda dell'applicazione.

Rapporto

Pag.
38/146

$$CR = \sum_{pr} CR_{pr} = \sum_{pr} \sum_v \sum_t \sum_r S_{pr,v,t,r} \cdot CS_{pr,v,t,r} \quad (2)$$

Dove il pedice pr rappresenta la provincia, v la classe di vetustà, t la tipologia e r la classe di riqualificazione.

È ora opportuno un approfondimento sulla validità dei risultati ottenibile con la procedura descritta. La letteratura scientifica ed autorevoli fonti consultate in occasione di incontri specialistici [23][24] sono concordi nell'affermare che approcci basati su simulazione di edifici in condizioni standard portano a sovrastimare i consumi per riscaldamento. Ciò è stato osservato sistematicamente in diversi paesi europei e motivato prevalentemente con le seguenti argomentazioni:

- l'utilizzo di dati conservativi relativi alle tecnologie edilizie e termiche,
- comportamento dell'utilizzatore meno rigido e più diversificato da quello che le norme prevedono o suggeriscono come riferimento,
- l'assunzione di condizioni climatiche più severe di quelle reali.

È pertanto doveroso un calcolo preliminare di qualificazione consistente nella valutazione dei consumi in corrispondenza di un anno di riferimento e un confronto di tale risultato con dati consolidati. La scelta dell'anno non è trascurabile, poiché il fattore meteorologico ha un ruolo importante. Sulla base di [16] si è scelto il 2006 in quanto rappresentativo di condizioni climatiche "medie".

I valori di energia finale consumati complessivamente in Italia nel 2006 nel comparto residenziale sono stati reperiti dai database di EUROSTAT [20], che è attualmente considerato un significativo riferimento istituzionale. Ne risultano 29,54 Mtep. La quota di energia destinata al riscaldamento rispetto a quella totale è stata valutata nella stessa proporzione stimata da ENEA [13] per gli analoghi consumi, nello stesso anno e nello stesso settore. Risulta da ciò una stima del consumo finale annuo per riscaldamento nel settore residenziale nel 2006 di 19,91 Mtep.

Come previsto tale valore è inferiore a quello ottenuto attraverso la procedura descritta in questo capitolo, da cui risulta un consumo di 24,86 Mtep. Sebbene anche altre fonti reputano che le stime di ENEA e EUROSTAT siano inferiori ai consumi reali¹¹, si è deciso di procedere a tarare i fabbisogni specifici della Tabella 8.1 in maniera tale da riconciliare il consumo per riscaldamento del settore residenziale al dato sopracitato. Questa scelta è da considerarsi di tipo conservativo, poiché riducendo i consumi ex-ante si riduce anche il potenziale risparmio energetico in termini assoluti e quindi la convenienza economica dell'investimento.

Si è assunto che il consumo specifico reale possa dedursi da quello modellistico fino ad ora considerato tramite prodotto di quest'ultimo per un fattore di normalizzazione, minore dell'unità e legato a tutte le varie circostanze che sono all'origine della divergenza. I valori di consumo specifico dedotti da elaborazioni modellistiche sono stati quindi assoggettati ad una procedura di riconciliazione tramite taratura ed aggiustamento per tentativi, che ne ha abbattuto i valori di un fattore costante a livello nazionale, pari a 0,8. I valori di consumo specifico (e parimenti anche quelli di fabbisogno specifico di energia primaria mostrati in Tabella 8.2) derivanti da questo processo di riconciliazione mantengono una dipendenza dalla zona climatica, dalla tipologia e dalla vetustà analoga e similmente proporzionata rispetto a quella mostrata dai valori teorici.

¹¹ Ad esempio Regione Lombardia [27] stima un consumo finale per il settore residenziale superiore di circa il 60% del dato ENEA per tale regione.

Rapporto

Pag.
39/146

**Tabella 8.2 – Fabbisogno specifico di energia primaria per riscaldamento (a seguito taratura)
[kWh/m²anno].**

		V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7
Zona climatica B	MF	54	52	49	36	23	18	6
	VS	33	31	37	32	15	15	2
	MC	28	34	36	32	19	11	1
	GC	26	34	36	20	12	6	1
Zona climatica C	MF	100	97	93	70	47	35	13
	VS	67	63	74	65	32	30	6
	MC	56	70	72	64	38	24	4
	GC	55	69	72	42	25	16	3
Zona climatica D	MF	165	133	123	139	101	80	26
	VS	134	110	117	150	78	50	15
	MC	117	123	104	130	89	45	12
	GC	95	105	107	85	57	40	10
Zona climatica E	MF	250	227	195	184	120	84	41
	VS	201	197	165	210	92	65	24
	MC	178	186	164	163	104	60	22
	GC	145	157	156	119	69	56	17
Zona climatica F	MF	291	254	218	207	135	100	49
	VS	231	218	198	227	104	78	30
	MC	213	218	184	182	112	74	28
	GC	230	208	168	131	82	71	22

Rapporto

9 APPENDICE 2: GLI INTERVENTI DI EFFICIENTAMENTO ENERGETICO IN EDILIZIA NEL SETTORE RESIDENZIALE

9.1 Descrizione, progettazione, realizzazione e possibili problematiche di interventi sull'involucro e sugli impianti

9.1.1 Strutture opache verticali: isolamento dall'esterno a cappotto

- *Descrizione generale della tecnologia*

Il sistema di isolamento a cappotto è costituito da un materiale isolante incollato e/o fissato meccanicamente attraverso tasselli o profili alla parete esterna dell'edificio (vedi schema in **Figura 9.1**). I tasselli o i profili vengono successivamente ricoperti usualmente con un intonaco oppure con altri materiali di rivestimento speciale, al fine di costituire la nuova finitura superficiale della facciata. Nel caso di impiego di intonaco, esso sarà costituito da almeno due strati applicati in opera, uno di base, applicato direttamente sui pannelli isolanti e contenente una rete di armatura di rinforzo, e uno di finitura.

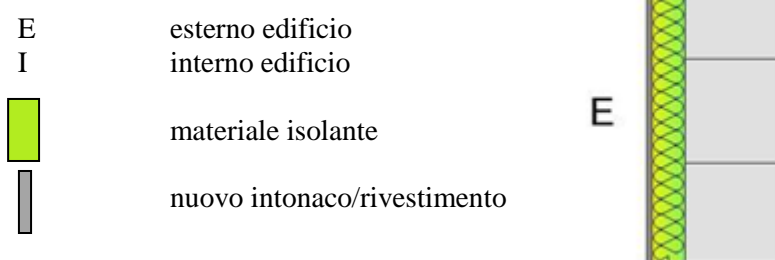


Figura 9.1 - Schema di isolamento di strutture opache verticali dall'esterno con soluzione "a cappotto"

- *Fase di progettazione*

Nella fase di progettazione di un intervento di isolamento a cappotto è necessario valutare una serie di aspetti che, se trascurati o non opportunamente considerati, potrebbero portare all'insorgenza di criticità sia nel breve che nel medio periodo successivo alla sua realizzazione. Tali aspetti possono riguardare l'edificio o la proprietà dello stesso.

Possibili criticità legate all'edificio:

Zona climatica. In zone climatiche calde l'isolamento a cappotto spesso viene considerato negativo e controproducente nei mesi estivi: tale idea di per se non è corretta in quanto il fatto di limitare il più possibile il passaggio del calore dall'interno all'esterno vale anche nella direzione contraria e quindi anche d'estate il calore esterno non viene trasmesso dalle pareti opache all'interno. Il problema si pone nel momento in cui l'energia che entra dai componenti finestrati non viene smaltita e resta negli ambienti interni, da qui è necessario agire sui componenti finestrati con schermature capaci di diminuire il carico energetico in entrata.

Edificio storico o sotto tutela da parte dei beni culturali. In questo caso molto spesso non è possibile intervenire sulla facciata esterna.

Edificio in centro storico, sottoposto a piano del colore o a vincoli sui tipi di finiture utilizzabili. In questo caso la fattibilità dell'intervento di isolamento a cappotto deve essere valutata attentamente,

Rapporto

perché va verificata la possibilità di mettere in opera sul cappotto una finitura del tipo e del colore richiesto. Non tutti i tipi di finitura possono essere utilizzati in questa tecnologia per un problema di compatibilità fisico-chimica tra i vari materiali, e l'utilizzo di una particolare finitura, anche se tecnicamente possibile, può comportare un aumento dei costi. I colori troppo scuri non possono essere impiegati per il rischio di surriscaldamento delle superfici sottoposte ad irradiazione solare. Nel caso sia richiesto un cappotto di colore scuro devono essere impiegati appositi sistemi studiati in maniera specifica per questo genere di colorazione.

Edificio con facciata molto articolata. Se sulla facciata dell'edificio sono presenti elementi particolari o decorazioni (fregi, cornici, statue, parti rivestite in pietra o marmo ecc..) diventa molto difficile se non proibitiva la realizzazione dell'isolamento a cappotto, per la difficoltà di riprodurre la facciata originale sopra l'isolante. Anche qualora possibile, la riproduzione di una facciata molto articolata comporta un aggravio dei costi. Questo maggior costo si aggiunge a quello comunque prevedibile per la sostituzione/rifacimento delle soglie e dei davanzali delle finestre per compensare il maggior spessore di isolante

Distanze da confini o altri edifici e allineamento al piano stradale. Lo spessore di isolante da applicare all'esterno in caso di isolamento a cappotto va ad aggiungersi alle dimensioni dell'edificio preesistente. Questo può creare problemi sul rispetto delle distanze anche se per questa problematica il D.Lgs. 115/08 e successive modificazioni e diverse leggi regionali hanno posto una soluzione permettendo di andare oltre i limiti di legge nel caso di interventi di efficientamento energetico. In particolare possono essere derogate in diversa misura le distanze dagli altri edifici, dai confini di proprietà o le distanze di protezione dal nastro stradale; il limite indicato dal codice civile rimangono inderogabili.

Geometria dell'edificio. La geometria dell'edificio influenza la prestazione attesa: un edificio monopiano di superficie netta elevata avrà, dall'isolamento a cappotto, un beneficio relativo se non viene previsto l'isolamento anche della copertura. Nel caso di condominio con tante superfici verticali disperdenti il beneficio di un isolamento a cappotto sarà netto per i piani intermedi e solo l'ultimo piano dovrà scontare le dispersioni dalla copertura.

Motivi dell'intervento. E' molto importante tenere in considerazione il motivo per cui viene proposto un intervento di isolamento a cappotto. Tipicamente si distinguono due casi.

Caso A - Edificio energeticamente inefficiente. E' il caso di un edificio che consuma molto, di cui si vuole migliorare la prestazione energetica. In questo caso l'isolamento a cappotto avrà sicuramente un effetto positivo, ferme restando le valutazioni già fatte sulla geometria dell'edificio e valutando anche la realizzazione contemporanea di altri interventi.

Caso B - Edificio con problemi di condensazione o formazione di muffe. In questo caso deve essere fatto un approfondimento dei problemi rilevati da parte di un professionista qualificato. I problemi di muffa e condensa, infatti possono avere diverse cause anche concorrenti fra di loro. Possono dipendere da un problema di scarso isolamento dell'involucro, ed in questo caso l'isolamento a cappotto può certamente aiutare nella risoluzione, o possono dipendere da condizioni di umidità relativa mantenute molto alte all'interno dell'ambiente, risolvibili soltanto con interventi sulla ventilazione. E' quindi necessario eseguire una diagnosi preliminare approfondita sulle possibili cause dei problemi, per proporre soluzioni corrette e soprattutto risolutive.

Ponti termici. Si segnala che la presenza o meno di ponti termici può essere notevolmente ridotta con un intervento d'isolamento dall'esterno, tuttavia ci sono alcune situazioni di discontinuità che potrebbero essere non correggibili o potrebbero necessitare di interventi ulteriori con aggravio dei costi. Ad esempio per ridurre il ponte termico determinato dai balconi è necessario risvoltare il materiale coibente anche sotto il balcone, mentre nel caso delle soglie potrebbe essere necessario tagliare e allungare il

Rapporto

davanzale. Ogni situazione è da valutarsi in dettaglio tramite pre-calcoli (vedi Figura 9.2) o con adeguati strumenti di progettazione agli elementi finiti (vedi Figura 9.3). In generale l'intervento di isolamento dall'esterno non può aggravare la condizione di partenza e quindi sono molto improbabili criticità successive dovuta alla non correzione di ponti termici preesistenti.

<i>Nodo parete - copertura</i>	<i>Nodo parete - pilastro</i>	<i>Nodo parete - balcone</i>
Rischio predittivo di formazione di muffa con 65% di UR	Assenza di rischio di formazione di muffa e condensazione	Rischio predittivo di formazione di muffa con 65% di UR
<i>Nodo parete - solaio di pavimento</i>	<i>Nodo parete - solaio su garage</i>	<i>Nodo parete - solaio su garage</i>
Assenza di rischio di formazione di muffa e condensazione	Rischio predittivo di formazione di muffa con 65% di UR	Rischio predittivo di formazione di muffa con 65% di UR

Figura 9.2 - esempi di valutazioni predittive da effettuare sui punti deboli per la verifica del rischio di formazione di muffa o condensazione

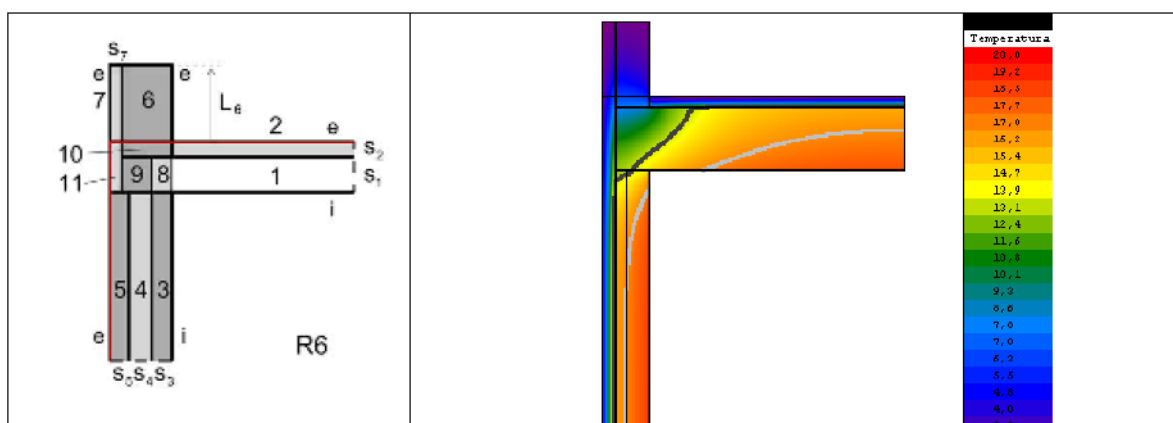


Figura 9.3 – esempio di utilizzo degli elementi finiti nelle valutazioni predittive per la descrizione della distribuzione della temperatura superficiale interna

Possibili criticità legate alla proprietà:

Rapporto

Decisione. Nel caso dei condomini, la criticità risiede nella decisione di esecuzione o meno dell'intervento. Il costo sicuramente potrebbe essere maggiore rispetto alla mera sostituzione del generatore di calore, tipico intervento di riqualificazione energetica di un condominio. Inoltre il cantiere prevede un'impalcatura che viene sempre considerata un pericolo alla sicurezza (per eventuali effrazioni) nonché una limitazione estetica temporanea. Per quanto riguarda il pericolo di effrazione, il costo di un ponteggio allarmato (che consente di ridurre il rischio) porta ad un aumento dei costi. I costi del cantiere influiscono notevolmente sull'intervento, quindi si consiglia di proporlo sempre nel caso per l'immobile sia già previsto il rifacimento dell'intonaco o la sistemazione delle pareti esterne che richiedono già un ponteggio, per il quale deve essere corrisposto l'onere per l'occupazione di suolo pubblico se vengono interessati marciapiedi, strade o piazze di uso pubblico.

• Fase di realizzazione

Il sistema. E' importante porre particolare attenzione al fatto che l'isolamento dall'esterno a cappotto è un sistema: tutti i materiali e componenti necessari per realizzarlo devono essere idonei all'uso. L'acquisto e utilizzo di un sistema completo, che può essere provvisto dell'ETA (vedi sezione normativa), garantisce l'applicazione di un insieme di materiali non solo singolarmente idonei a questo tipo di uso, ma anche certamente compatibili fra loro. L'assemblaggio di più elementi acquistati singolarmente, pur portando ad un risparmio economico immediato, comporta il rischio di utilizzare prodotti fra loro non compatibili, con influsso sia sulle prestazioni del cappotto realizzato, sia, successivamente, su possibili spese di ripristino per ammaloramenti.

Il supporto. Il supporto deve essere asciutto. Devono essere eliminate eventuali irregolarità tramite lisciatura. E' possibile eseguire anche prove di tenuta allo strappo sul supporto per verificarne la stabilità.

Il materiale isolante. Il sistema a cappotto è composto da diversi elementi. Vengono qui descritte le possibili criticità legate a ciascuno di essi.

Il materiale isolante più utilizzato per l'isolamento a cappotto dall'esterno risulta essere il polistirene espanso sinterizzato (tipologia e distribuzione percentuale dei materiali isolanti utilizzati in Figura 9.4). Gli altri materiali isolanti vengono presi in considerazione di solito laddove vi sono richieste specifiche, ad esempio nel caso di problemi di reazione al fuoco si prediligono i materiali in lana minerale, o in caso di particolari problemi in cui si richiede maggiore resistenza meccanica agli urti, ad esempio nella prima fascia partendo dal piano strada, viene spesso utilizzato il polistirene espanso estruso

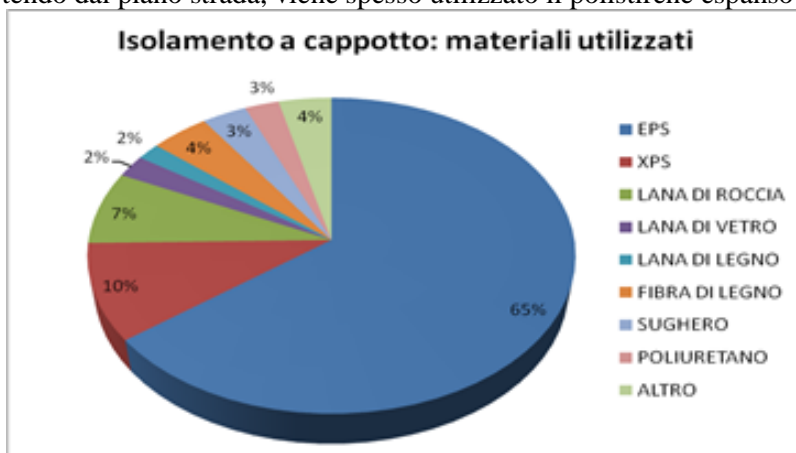


Figura 9.4 – tipologia e distribuzione percentuale dei tipi di materiali utilizzati nell'isolamento a cappotto
(Fonte Anit, questionario 2009)

Rapporto

La valutazione dei materiali più idoneo alla specifica deve essere fatta considerando l'uso dell'edificio e la sua localizzazione. Ad esempio in un asilo o una scuola è necessario porre particolare attenzione proprio alla prima fascia di pannelli, sarà indispensabile prevedere un coibente che abbia caratteristiche di buona resistenza agli urti.

Si segnala poi che ci sono specifiche tecniche ministeriali per cui in alcune tipologie di edifici la facciata deve avere determinate caratteristiche di reazione al fuoco, da cui sarà indispensabile prevedere una scelta del materiale o del sistema tali da rispettare le richieste legislative.

I pannelli termoisolanti devono presentare idoneo formato per consentire la corretta distribuzione interna delle tensioni termiche e comunque non superare una superficie massima di 1 m² per pannello e lo spessore non può essere inferiore a 4 cm.

I pannelli devono essere applicati con il lato lungo in orizzontale, partendo dal basso verso l'alto, con le fughe verticali sfalsate, a metà o almeno a 1/4 del pannello, così come devono essere sfalsate anche negli angoli. Devono essere perfettamente accostati.

Per raggiungere i limiti di trasmittanza previsti per legge non sono necessari spessori di isolante particolarmente difficili da trovare sul mercato e mettere in opera.

Per accedere agli incentivi fiscali del 65% o del Conto energia termico le trasmittanze limite sono più restrittive e prevedono, considerando la tipica struttura a cassa vuota in zona climatica E, spessori che vanno dai 12 cm ai 18 cm in funzione del materiale isolante utilizzato. Tali spessori possono necessitare attenzioni maggiori soprattutto nelle zone di discontinuità: agganci delle persiane, davanzali delle finestre, aggancio con la copertura o collegamento con le strutture adiacenti, elementi presenti in facciata come pluviali, tubazioni esterne ecc.

Incollaggio. Per l'incollaggio i metodi più utilizzati e di comprovata validità sono due:

- incollaggio di almeno 3 punti insieme all'incollaggio del bordo del pannello
- incollaggio al 100% su tutta la superficie del pannello

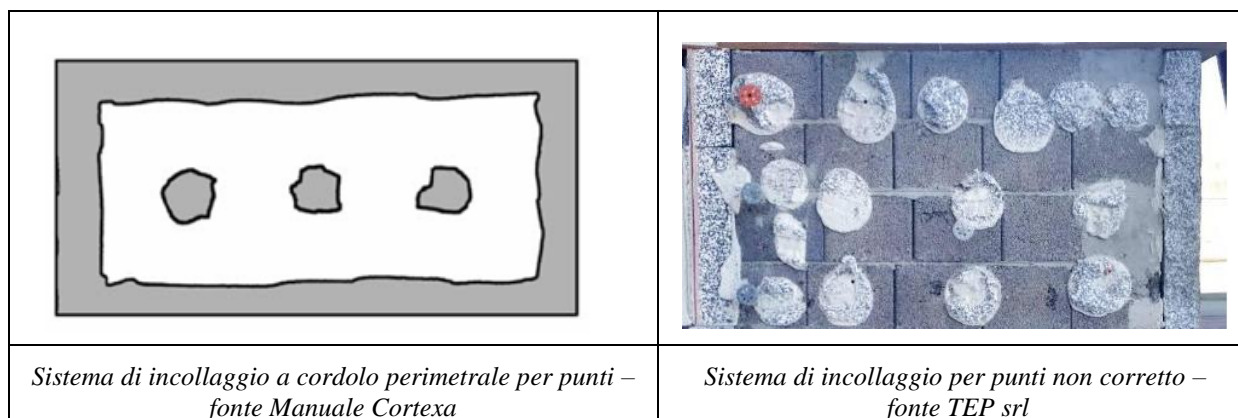


Figura 9.5 – esempi di incollaggio nel sistema a cappotto

La posa per punti è considerata errata poiché il materiale si deforma per effetto delle sollecitazioni termiche senza che ne siano compensate correttamente le dilatazioni.

Tassellatura. Anche per la tassellatura esistono diverse proposte di schema (vedi Figura 9.6) da parte delle varie aziende produttrici, sulla base dello spessore e del tipo di materiale isolante.

Rapporto

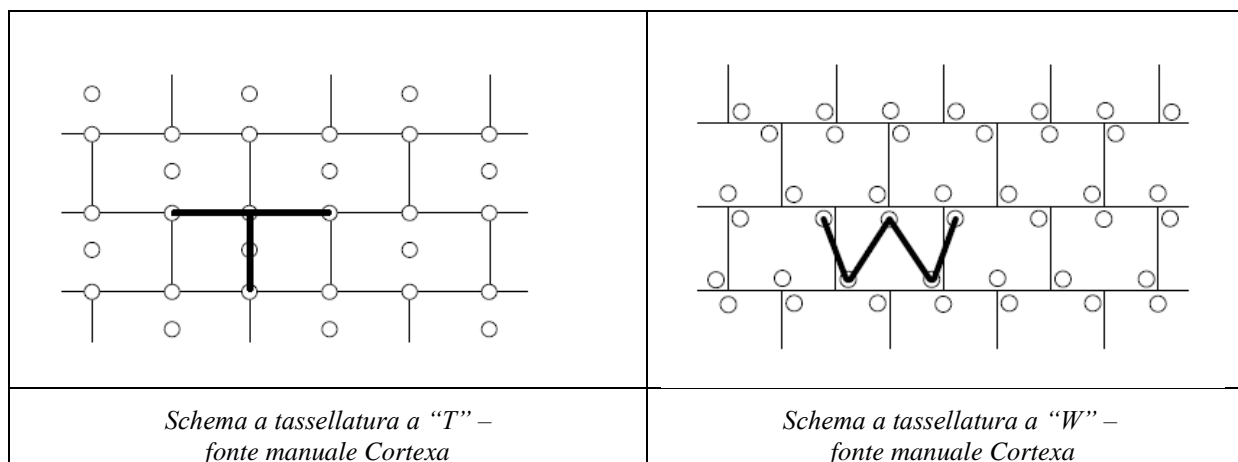


Figura 9.6 – schemi di tassellatura nel sistema a cappotto

La rete di armatura va annegata nel primo strato di intonaco e non posizionata dopo la stesura dello stesso.

Lo spessore totale dell'intonaco armato di base deve essere di minimo 3,0 mm.

Lo spessore dell'intonaco di finitura deve essere di almeno 1,5 mm.

Il colore della finitura, per evitare un eccessivo surriscaldamento sotto l'irraggiamento solare, deve avere un indice di riflessione alla luce superiore a 20.

L'utilizzo di colori con indice di riflessione inferiore a 20 deve essere supportato da idonee dichiarazioni di idoneità tecnica.

Elementi accessori. Paraspigoli, profili di rinforzo e di collegamento devono far parte del kit del sistema, e vanno applicati dopo la stesura della massa collante e con successivo annegamento degli stessi nel primo strato di intonaco.

Esistono dei pezzi speciali che permettono la realizzazione senza ponti termici di punti singolari come davanzali, sporgenze di vario genere o scuri.

Nel caso dei balconi è consigliato fare proseguire il cappotto anche nell'intradosso della parte sporgente in modo da diminuire l'eventuale influenza del ponte termico.

I posatori. I problemi dovuti a non corretta posa comportano una riduzione delle prestazioni del cappotto che possono essere anche percentualmente rilevanti, oltre ad un aggravio importante dei costi per eventuali operazioni di ripristino.

E' quindi fondamentale che il sistema sia posato da maestranze competenti che impieghino materiali, tecnologie e sistemi studiati per il cappotto. Molte aziende produttrici di sistemi hanno centri di formazione per artigiani e installatori e hanno pacchetti assicurativi sul lavoro con polizze di copertura decennale.

- *Possibili problematiche successive*

Come descritto in precedenza, per il sistema a cappotto è fondamentale la corretta posa. Le sollecitazioni termiche a cui è soggetto il materiale possono infatti condizionarne il comportamento successivo provocando fenomeni di degrado in corrispondenza di pannelli non incollati correttamente e con altri errori di posa. Altri errori del sistema di posa, per esempio l'utilizzo di un materiale non adatto per la tinteggiatura all'esterno possono provocare il formarsi di muffa sulla superficie esterna.

Di seguito alcune delle conseguenze di errori commessi nella scelta e nella posa di un sistema non corretto:

Rapporto

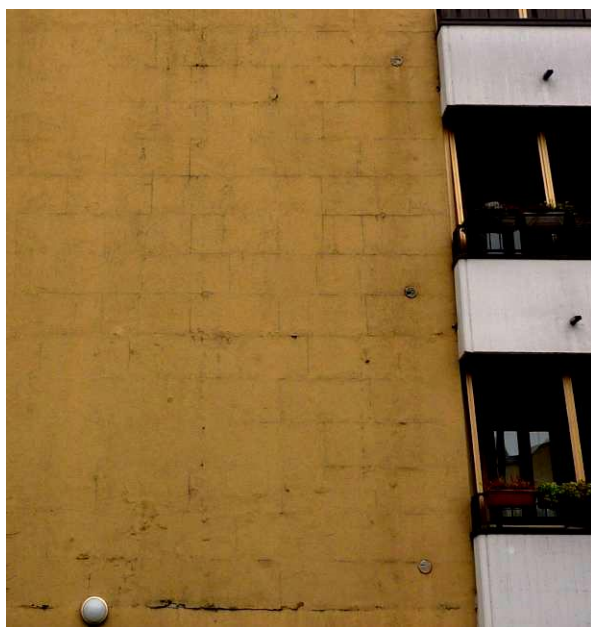
Pag.
46/146



Formazione di muffa per impiego di finitura non idonea



Fessurazione dovuta alla mancata messa in opera della rete d'armatura



Formazione di muffa per non corretto accostamento dei pannelli (i vuoti sono stati riempiti con malta creando ponti termici)



Impiego di tasselli non idonei o non corretti termicamente in relazione al clima

Figura 9.7 – esempi di errori nella scelta e posa di sistemi a cappotto non corretti
(Fonte: Colorificio San Marco)

- *Valutazione dei livelli di importanza delle possibili criticità*
































La tabella sottostante riassume l'individuazione delle possibili principali criticità del sistema e le conseguenze delle stesse, che possono essere di natura prestazionale, economica, oppure di natura generale. Le conseguenze possono essere sintetizzate sulla base di diversi livelli di gravità così identificabili:

	Livello grave		Livello medio		Livello lieve
--	---------------	--	---------------	--	---------------

Rapporto

Pag.
47/146

Tabella 9.1 - possibili criticità e conseguenze nel sistema a cappotto

Descrizione criticità	Valutazione conseguenze					
	Impossibile realizzare il cappotto	Danni funzionali al sistema	Aggravio dei costi	Aspetto estetico compromesso	Perdita di prestazione termica	Non completa risoluzione dei problemi
<i>Edificio storico o sotto tutela da parte dei beni culturali</i>						
<i>Edificio in centro storico, sottoposto a piano del colore o a vincoli sui tipi di finiture utilizzabili</i>						
<i>Edificio con facciata molto articolata.</i>						
<i>Distanze da confini o altri edifici e allineamento al piano stradale</i>						
<i>Realizzazione di ponteggio allarmato o su suolo pubblico</i>						
<i>Mancata diagnosi preliminare su fenomeni di condensa/muffa</i>						
<i>Impiego di materiali singoli assemblati e non di un sistema</i>						
<i>Non corretta preparazione del supporto</i>						
<i>Non corretto accostamento dei pannelli</i>						
<i>Non corretta copertura dei tasselli con materiale isolante</i>						
<i>Non corretto incollaggio</i>						
<i>Non corretta realizzazione della finitura</i>						
<i>Posa da parte di manodopera non qualificata</i>						

- *Normativa*

Principali riferimenti normativi da tenere presenti per il sistema a cappotto:

- ETAG 004: Linee guida tecniche europee per sistemi isolanti a cappotto per esterni con intonaco

Rapporto

- ETAG 014: Linee guida tecniche europee per tasselli in materiale plastico per sistemi isolanti a cappotto
- UNI EN 13499: Isolanti termici per edilizia - Sistemi compositi di isolamento termico per l'esterno (ETICS) a base di polistirene espanso
- UNI EN 13500: Isolanti termici per edilizia - Sistemi compositi di isolamento termico per l'esterno (ETICS) a base di lana minerale

9.1.2 Strutture opache verticali: isolamento dall'interno

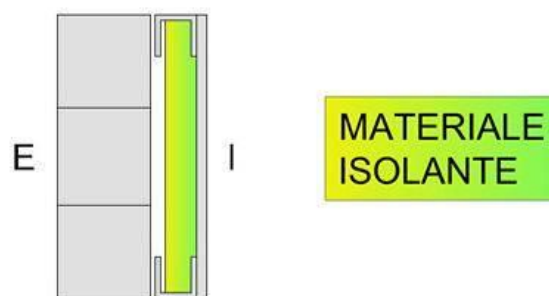
• Descrizione generale della tecnologia

L'isolamento dall'interno può essere realizzato con l'applicazione di pannelli o intonaci isolanti (Figura 9.8). I pannelli possono essere singoli o preaccoppiati e vengono applicati tramite incollaggio o su struttura metallica con fissaggi meccanici.

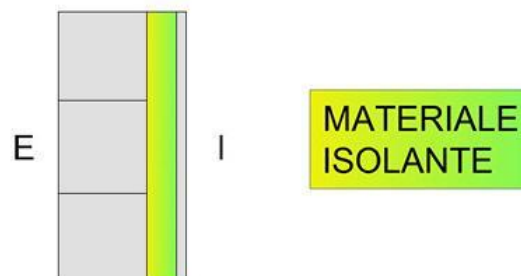
Nei sistemi preaccoppiati i pannelli isolanti sono posizionati verso il muro esterno perimetrale e protetti all'interno da materiali in fibrocemento o gesso. Raramente viene predisposta una controparete con sottili tavelle in laterizio.

Per quanto riguarda i pannelli singoli, questi sono solitamente prodotti rigidi e porosi che vengono incollati e rasati. Tali prodotti dovranno avere una buona capacità di accumulo e rilascio dell'umidità.

L'intervento può essere realizzato senza la rimozione degli strati di rivestimento dei pavimenti.



Anit: l'isolamento dall'interno su struttura



Anit: l'isolamento dall'interno con pannelli preaccoppiati

Figura 9.8 - schemi di isolamento dall'interno

L'intervento con intonaci isolanti invece prevede l'applicazione mediante macchina intonacatrice e a mano. Tali intonaci sono costituiti da una componente isolante, che può essere fornita da materiali minerali espansi o da materiali minerali fibrosi o ancora da sostanze sintetiche in granulometria opportuna e costante, di leganti idraulici e di speciali resine addittivanti. Successivamente, questi intonaci sono protetti da rivestimenti con funzioni di rinforzo alle effrazioni, finitura.

• Fase di progettazione

Criticità legate alla tipologia costruttiva. E' indispensabile per tutti gli interventi dall'interno porre particolare attenzione alle verifiche igrotermiche e soprattutto alla verifica della condensa interstiziale. La parete perimetrale infatti rimane fredda e quindi il rischio di formazione di acqua negli strati freddi potrebbe aumentare. In fase progettuale quindi è obbligatorio effettuare le verifiche igrotermiche in base

Rapporto

alle norme vigenti e con le condizioni di legge ed è auspicabile effettuare le verifiche anche in condizioni medie mensili come da norma tecnica di riferimento. In caso la verifica analitica segnali la formazione di condensa, è indispensabile prevedere il posizionamento di una barriera al vapore sulla faccia calda dell'isolante per limitare il flusso del vapore interno - esterno al quantitativo massimo ammissibile per quel tipo di struttura e zona climatica.

Vanno infine progettate le zone di giunzione d'angolo, di sovrapposizione tra due sistemi, nonché le zone adiacenti a porte e finestre.

Durante la fase progettuale, se si prevede un sistema preaccoppiato con lastre di cartongesso e nel caso siano presenti arredi appesi alla parete, bisogna predisporre un sistema rinforzato adatto a sostenere e distribuire i carichi.

Nel caso di contropareti da realizzare su pareti esistenti umide o in locali soggetti ad elevati tassi di umidità quali bagni e cucine, è necessario utilizzare lastre con caratteristiche adeguate e prevedere che il materiale isolante, soprattutto se fibroso, sia staccato dalla parete perimetrale interponendo un intercapedine.



Parete attrezzata per sanitari sospesi per strutture leggere in gesso rivestito – Fonte: TEP srl



Parete attrezzata per sanitari sospesi su strutture leggere in gesso rivestito – Fonte TEP srl

Figura 9.9 – fasi di lavoro dell'isolamento dall'interno di strutture opache verticali

Ponti termici. Nel caso di ponti termici come pilastri correnti l'isolamento va a coprire tutta la struttura e ridurre l'incidenza del ponte termico tuttavia la situazione generale termo igrometrica può peggiorare e quindi risulta indispensabile fare delle verifiche di condensa anche sulle zone di ponte termico e prevedere barriere al vapore. Alcune zone di discontinuità non sono risolvibili con l'isolamento dall'interno, ad esempio i balconi, a meno che non si preveda una coibentazione totale dell'ambiente interno sia verticale che orizzontale con aggravio dei costi e di difficoltà dell'intervento.

Criticità legate comfort e abitabilità. Questa tipologia di intervento prevede una riduzione delle dimensioni interne dei locali quindi in questa fase è necessario verificare la fattibilità dell'intervento in base allo stato di fatto iniziale dell'ambiente e alle dimensioni minime abitative.

Rapporto

• Fase di realizzazione

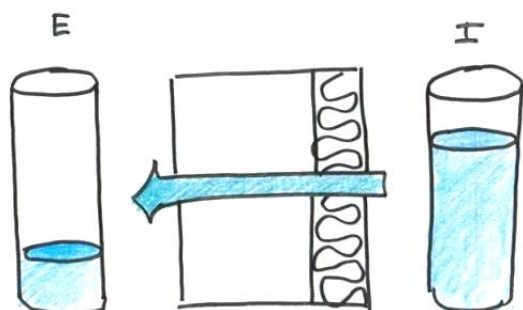
Si consiglia di fare eseguire l'intervento solo da personale specializzato e ditte certificate e che forniscono garanzia di risultato.

Possiamo suddividere le problematiche di realizzazione in funzione del tipo di applicazione: incollaggio, fissaggio meccanico, intonacatura.

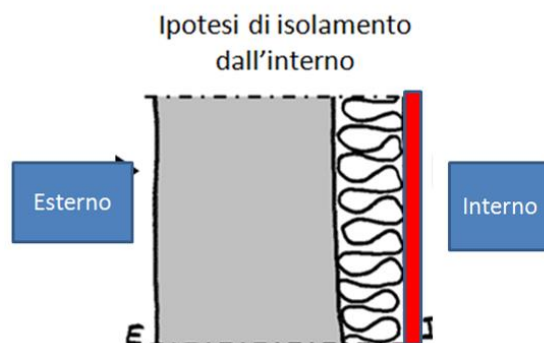
Incollaggio. Nell'incollaggio risulta fondamentale valutare il tipo di prodotto adesivo in funzione del supporto e del sistema isolante. Le aziende produttrici dei sistemi sono in grado di fornire tutte le indicazioni corrette di posa e applicazione. Nel caso vengano utilizzati anche dei fissaggi meccanici a supporto della colla, essi dovranno essere di materiale isolante per evitare ponti termici puntuali e sarà necessario valutare bene la loro interazione con la barriera al vapore.

Struttura di sostegno. Nel caso di fissaggio meccanico con montanti e traversi vanno valutati gli interassi tra i montanti in funzione degli spessori e della larghezza delle lastre e progettati correttamente tutti i punti di fissaggio dei pannelli sia per un discorso statico che di prestazione termica e acustica. Anche in questo caso sarà necessario valutare bene l'interazione con la barriera al vapore.

Barriera al vapore. Un problema comune all'isolamento dall'interno con pannelli riguarda la barriera al vapore: tale strato deve essere posizionato in maniera continua e costante, infatti eventuali discontinuità possono provocare danni localizzati con formazione di macchie o muffe.



*Migrazione del vapore in regime stazionario
(Fonte: TEP sr)l*



*Posizione della barriera al vapore ovvero lato caldo
del materiale isolante*

Figura 9.10 – problematiche e soluzioni nell'isolamento dall'interno di strutture opache verticali

Rasatura e finiture. Infine è fondamentale la corretta rasatura e gessatura per evitare crepe o segnature nei punti di giunzione dei pannelli e con il soffitto.

Intonaco isolante In fase di applicazione a spruzzo si consiglia di limitare la lavorazione del materiale in parete onde evitare sfridi di lavorazione o l'eccessiva compattazione dell'impasto facendo molta attenzione alla miscela e al quantitativo di acqua: seguire con attenzione le indicazioni di realizzazione e posa del produttore.

In corrispondenza di eventuali discontinuità geometriche o materiche bisogna fare attenzione alla posa della rete porta intonaco, in caso contrario potrebbero formarsi crepe nelle zone di irregolarità.

Rapporto

- Possibili criticità successive*

Nel caso di mancato posizionamento della barriera al vapore si potrebbero evidenziare zone di degrado in corrispondenza della struttura o dei fissaggi e successivamente questo potrebbe portare ad una riduzione del potere isolante della parete dovuto al degrado del materiale coibente.

La scorretta rasatura e gessatura può provocare la formazione di crepe e fessurazioni, soprattutto in corrispondenza dei giunti e dei collegamenti con le altre strutture (soffitto, pavimento).

- Valutazione della gravità delle possibili criticità*

La tabella sottostante riassume l'individuazione delle possibili principali criticità del sistema e le conseguenze delle stesse, che possono essere di natura prestazionale, economica, oppure di natura generale. Le conseguenze possono essere sintetizzate sulla base di diversi livelli di gravità così identificabili:




























	Livello grave		Livello medio		Livello lieve
---	---------------	---	---------------	---	---------------

Tabella 9.2 - possibili criticità e conseguenze nell'isolamento dall'interno di strutture opache verticali

Descrizione criticità	Valutazione conseguenze					
	Impossibile realizzare il cappotto	Danni funzionali al sistema	Aggravio dei costi	Aspetto estetico compromesso	Perdita di prestazioni e termica	Non completa risoluzione dei problemi
<i>Dimensioni interne ridotte ai minimi di legge</i>						
<i>Formazione di condensa interstiziale</i>						
<i>Impiego di materiali non idonei</i>						
<i>Non corretta preparazione del supporto</i>						
<i>Non corretto accostamento dei pannelli</i>						
<i>Non corretto incollaggio</i>						
<i>Non corretta realizzazione della finitura</i>						
<i>Posa da parte di manodopera non qualificata</i>						

- Normativa*

Principali riferimenti normativi da tenere presenti per l'isolamento di strutture opache verticali dall'interno:

- UNI EN 998-1 "Specifiche per malte per opere murarie - Malte per intonaci interni ed esterni"

Rapporto

- UNI EN 16025-1:2013- Isolanti termici e/o acustici per la costruzione di edifici - Malte premiscelate alleggerite con EPS - Parte 1: Requisiti per malte pre-miscelate contenenti perle di EPS
- UNI 11424:2011. "Sistemi costruttivi non portanti di lastre di gesso rivestito su orditure metalliche. Posa in opera"

9.1.3 Strutture opache verticali: isolamento in intercapedine con insufflaggio

- *Descrizione generale della tecnologia*

L'isolamento delle intercapedini vuote (vedi Figura 9.11) prevede la messa in opera di materiali isolanti sfusi che possono essere di diversa densità e tipologia: polistirene espanso, perlite, fibre di cellulosa, poliuretano, sughero, vermiculite, lana di roccia, lana di vetro.

Il sistema prevede l'esecuzione di piccoli fori sulle pareti perimetrali, dall'esterno o dall'interno. Attraverso i fori viene iniettato con la macchina insufflatrice a pressione il materiale isolante all'interno della cassa vuota.

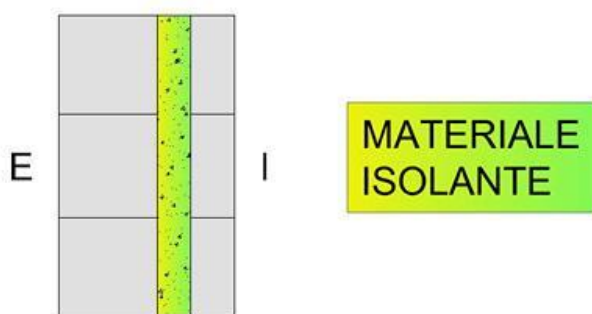


Figura 9.11 – schema di isolamento in intercapedine con insufflaggio (Fonte: ANIT)

- *Fase di progettazione*

Analisi preliminari della struttura. In fase di progettazione dell'intervento è necessario effettuare una verifica preliminare della situazione dell'intercapedine con strumentazione idonea alle video ispezioni. Tale analisi serve a capire se la zona è completamente sgombra da altri materiali o se ci sono delle parti parzialmente piene magari di materiali di scarto di cantiere. Questa fase è fondamentale perché se non eseguita potrebbe, a lavoro finito, portare ad avere delle zone con riempimento disomogeneo e di conseguenza prestazioni di parete differenziate e possibili ponti termici.

Nel caso di intervento parziale in un unità immobiliare o anche in un singolo locale, si consiglia di valutare in maniera idonea quale sia la parte più svantaggiata (maggiormente disperdente – tipicamente a nord) .

Verifiche preliminari delle possibili conseguenze. In base alla scelta del materiale vanno effettuate le verifiche termo igrometriche per accertarsi che non vi siano rischi di formazione di condensa.

In questa fase va poi verificata la fattibilità tecnica dal piano strada (occupazione suolo pubblico, altezza massima..) o la necessità di portare la macchina da lavoro al piano.

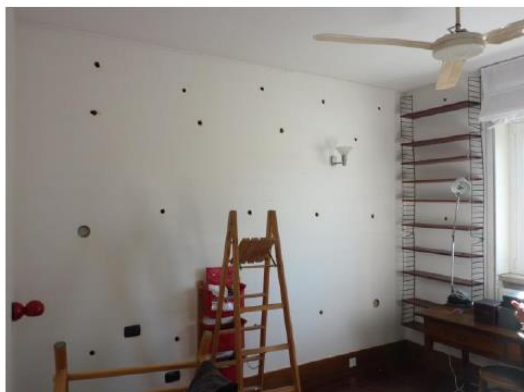
- *Fase di realizzazione*

Insufflaggio. Bisogna porre attenzione alla corretta pressione esercitata durante la posa, tale fase consente di rendere il materiale compatto e stabile all'interno dell'intercapedine.

E' fondamentale la verifica della costipazione per evitare che negli anni si possano verificare degli abbassamenti del materiale che creerebbero delle zone di vuoto e quindi dei ponti termici e acustici.

Rapporto

Pag.
53/146



Fase di posa: realizzazione di fori per l'insufflaggio



Prospetto sud-est

Indagine termografica dall'esterno: risultati dell'insufflaggio con temperatura superficiale inferiore

Figura 9.12 – preparazioni e controlli nell'isolamento in intercapedine con insufflaggio

Si consiglia di prevedere una coibentazione il più possibile omogenea all'interno della stessa zona termica, in caso contrario potrebbero crearsi disagi di comfort differente tra locali della stessa unità.

Finitura. Infine risulta altresì importante la chiusura dei fori e conseguente finitura della parete. Se i fori sono stati posti sulla muratura esterna sarà indispensabile sigillare bene con materiali idonei per l'esterno.

- *Possibili criticità successive*

Eventuali disomogeneità nella posa del materiale isolante nella muratura che può essere dovuto anche ad un non corretto costipamento dell'isolante, potrebbero provocare zone di ponte termico perché meno isolate con conseguente segnatura della parete e formazione di muffe e condense.

- *Valutazione della gravità delle possibili criticità*















La tabella sottostante riassume l'individuazione delle possibili principali criticità del sistema e le conseguenze delle stesse, che possono essere di natura prestazionale, economica, oppure di natura generale. Le conseguenze possono essere sintetizzate sulla base di diversi livelli di gravità così identificabili:

	Livello grave		Livello medio		Livello lieve
--	---------------	--	---------------	--	---------------

Rapporto

Pag.
54/146

**Tabella 9.3 - possibili criticità e conseguenze
nell'isolamento tramite insufflaggio di strutture opache verticali**

Descrizione criticità	Valutazione conseguenze					
	Impossibile realizzare il cappotto	Danni funzionali al sistema	Aggravio dei costi	Aspetto estetico compromesso	Perdita di prestazioni e termica	Non completa risoluzione dei problemi
<i>Dimensioni interne ridotte ai minimi di legge</i>						
<i>Mancata verifica preliminare intercapedine</i>						
<i>Mancate verifiche termoigrometriche da progetto</i>						
<i>Impossibilità di utilizzo del piano strada</i>						
<i>Mancata verifica della costipazione e compattazione</i>						
<i>Chiusura dei fori e finitura non a regola d'arte</i>						

• Normativa

Principali riferimenti normativi da tenere presenti per l'isolamento tramite insufflaggio di strutture opache verticali:

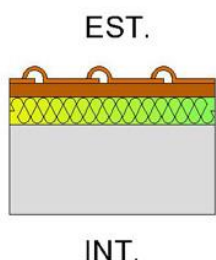
- UNI EN 14318-1:2013- Isolanti termici per edilizia - Prodotti di poliuretano espanso rigido (PUR) e di poliisocianurato espanso rigido (PIR) formati in situ per iniezione - Parte 1: Specifiche per il sistema espanso rigido per iniezione prima dell'installazione
- UNI EN 14318-2:2013- Isolanti termici per edilizia - Prodotti di poliuretano espanso rigido (PUR) e di poliisocianurato espanso rigido (PIR) formati in situ per iniezione - Parte 2: Specifiche per i prodotti messi in opera
- UNI EN 14316-2:2007- Isolanti termici per edilizia - Isolamento termico realizzato in situ con prodotti di perlite espansa (EP) - Parte 2: Specifiche per prodotti messi in opera
- UNI EN 14063-2:2013- Isolanti termici per edilizia - Prodotti di aggregati leggeri di argilla espansa realizzati in situ - Parte 2: Specifiche per i prodotti messi in opera
- UNI EN 14317-2:2007- Isolanti termici per edilizia - Isolamento termico realizzato in situ con prodotti di vermiculite espansa (EV) - Parte 2: Specifiche per prodotti messi in opera
- UNI EN 15101-1:2013- Isolanti termici per edilizia - Isolamento termico realizzato in situ con prodotti di cellulosa sfusa (LFCI) - Parte 1: Specifiche per i prodotti prima della messa in opera
- UNI EN 15101-2:2013- Isolanti termici per edilizia - Isolamento termico realizzato in situ con prodotti di cellulosa sfusa (LFCI) - Parte 2: Specifiche per i prodotti installati

Rapporto

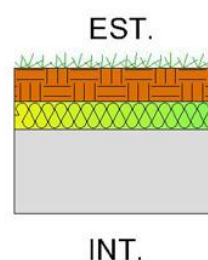
9.1.4 Strutture opache orizzontali/inclinate: isolamento della copertura finale esistente con struttura in c.a.

• Descrizione generale della tecnologia

La copertura è solitamente costituita da una parte “strutturale” in cemento armato e/o laterocemento, sulla quale vengono posate direttamente le tegole o altre tipologie di rivestimento esterno tipo lamiera secondo due modalità: posate direttamente sulla struttura o su listelli in legno che compongono l’orditura. L’isolamento termico di una copertura dall’esterno è quindi costituito in materiale isolante in forma di pannelli rigidi da fissare meccanicamente attraverso tasselli alla struttura esistente se non si è in presenza di orditura in legno o in forma di pannelli semirigidi o feltri, se è presente l’orditura. I pannelli devono essere ben accostati e sfalsati. L’intervento di isolamento può essere realizzato anche dall’interno e le criticità sono descritte successivamente nel capitolo dedicato all’isolamento del solaio sottotetto all’intradosso. Seguono alcune immagini che schematizzano le principali modalità di posa dello strato isolante rispetto al sistema di rivestimento esterno (tegole o lamiera):



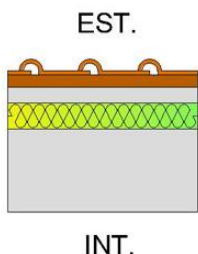
MATERIALE
ISOLANTE



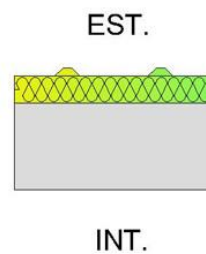
MATERIALE
ISOLANTE

Anit: l’isolamento della copertura con orditura di sostegno delle tegole posata sopra materiale isolante

Anit: l’isolamento della copertura con tetto verde e isolante portante



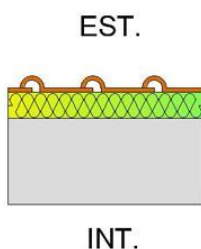
MATERIALE
ISOLANTE



MATERIALE
ISOLANTE

Anit: l’isolamento della copertura con orditura di sostegno delle tegole posata sopra lo strato di livellamento a sua volta posato su isolante portante

Anit: l’isolamento della copertura con materiale isolante presagomato per la posa dello strato di rivestimento esterno



MATERIALE
ISOLANTE

Anit: l’isolamento della copertura con materiale isolante sul quale posare lo strato di rivestimento esterno senza orditura in legno

Figura 9.13 – schematizzazione di possibili casi di isolamento di copertura finale esistente in c.a.

Rapporto

- *Fase di progettazione*

Possibili criticità legate all'edificio:

Morfologia dell'edificio. Questo tipo di intervento è tanto più efficace quanto più la superficie della copertura da isolare è percentualmente rilevante sul totale della superficie disperdente. Su un edificio molto esteso con pochi piani può avere una buona efficacia in termini di efficienza energetica globale; su un edificio molto alto con superficie in pianta ridotta (torre) dà risultati in termini di risparmio energetico se abbinato ad altri interventi sull'involucro esterno. L'intervento migliora il comfort in eventuali appartamenti direttamente al di sotto della copertura (mansarde).

Altezza dell'edificio. Qualora l'intervento comporti un aumento di spessore del pacchetto di copertura, occorre incrementare l'altezza totale dell'edificio, cosa non sempre possibile per limiti di tipo volumetrico/urbanistico.

Difficoltà di accesso alla copertura. Nel caso la copertura sia difficilmente raggiungibile (per la posizione dell'edificio ad esempio) la realizzazione dell'intervento può essere difficoltosa e di conseguenza può verificarsi un aggravio di costo.

Geometria della copertura. Qualora la copertura abbia una geometria complessa (ad esempio se composta da molte falde con direzioni diverse e numerosi colmi e giunzioni) può verificarsi un aggravio dei costi.

Difficoltà di realizzazione del ponteggio. E' possibile che, per la posizione dell'edificio, sia complicato realizzare il ponteggio per mancanza di spazio. L'eventuale occupazione di suolo pubblico comporta un aggravio di costi.

Verifiche termo igrometriche e sui ponti termici. Per quanto riguarda la struttura nel suo complesso è importante verificare preliminarmente la posizione degli strati impermeabilizzanti e delle barriere al vapore per assicurare l'assenza del rischio di condensazione interstiziale attraverso le opportune verifiche termo igrometriche. È opportuno studiare preliminarmente anche l'interazione con altre strutture per evitare il rischio di condensazione superficiale e di formazione di muffa nei punti considerabili "ponti termici".

Possibili criticità legate agli utenti:

Decisione. Nel caso dei condomini, la criticità è nella decisione di esecuzione dell'intervento. La decisione di intervenire con un adeguamento della copertura in termini di efficienza energetica è più facile se abbinata ad un intervento già programmato di rifacimento del manto, ad esempio per problemi di tenuta all'acqua.

- *Fase di realizzazione*

Realizzazione dello strato isolante. La posizione del materiale isolante verso l'esterno e su di una copertura a falda comporta la necessità di verificare l'idoneità del materiale rispetto ai seguenti requisiti: ridotto assorbimento d'acqua nel breve e lungo periodo (se il materiale è in possibile contatto con acqua piovana) e stabilità dimensionale nel tempo (ovvero il materiale rimane integro e non si deforma se soggetto alle sollecitazioni igrotermiche ambientali, cioè alle variazioni di umidità e temperatura). Per il corretto funzionamento dell'isolamento termico i pannelli devono essere integri e devono essere posati con i giunti ben accostati.

Rapporto

Il materiale isolante al momento della posa deve essere asciutto. Nel caso vi sia presenza di umidità, prima di posare gli altri strati e in funzione della posizione dell'impermeabilizzante, l'isolante deve asciugarsi.

Opere accessorie. La realizzazione dell'isolamento in copertura a falda generalmente comporta l'intervenire anche con l'eventuale realizzazione di strati impermeabilizzanti e di rivestimenti esterni (tegole o lamiere); sono inoltre generalmente necessarie anche le opere di carpenteria (orditura in legno) e lattoneria (pluviali, scossaline e gronde). A seconda delle condizioni esistenti riscontrate potrebbe essere necessaria anche la demolizione di strati esistenti.

Sulla copertura inoltre sono generalmente presenti componenti impiantistici che devono essere momentaneamente rimossi e quindi reinstallati.

Tutte queste operazioni devono essere eseguite a regola d'arte.

- *Possibili criticità successive*

Il non corretto accostamento dei pannelli può portare a infiltrazioni di acqua, così come la non corretta realizzazione del manto di copertura o delle opere accessorie.

- *Valutazione della gravità delle possibili criticità*

La tabella sottostante riassume l'individuazione delle possibili principali criticità del sistema e le conseguenze delle stesse, che possono essere di natura prestazionale, economica, oppure di natura generale. Le conseguenze possono essere sintetizzate sulla base di diversi livelli di gravità così identificabili:










	Livello grave		Livello medio		Livello lieve
---	---------------	---	---------------	---	---------------

Tabella 9.4 - possibili criticità e conseguenze nell'isolamento di coperture finali esistenti in cemento armato

Descrizione criticità	Valutazione conseguenze					
	Impossibile realizzare il cappotto	Danni funzionali al sistema	Aggravio dei costi	Aspetto estetico compromesso	Perdita di prestazioni e termica	Non completa risoluzione dei problemi
<i>Morfologia dell'edificio</i>						
<i>Altezza dell'edificio</i>						
<i>Difficoltà di accesso alla copertura</i>						
<i>Geometria della copertura</i>						
<i>Difficoltà di realizzazione del ponteggio</i>						

Rapporto

Pag.
58/146

Mancata esecuzione delle verifiche termo igrometriche e sui ponti termici						
Materiale non idoneo per l'applicazione						
Non corretto accostamento dei pannelli						
Non corretta realizzazione delle opere accessorie						

9.1.5 Strutture opache orizzontali/inclinate: sostituzione della copertura finale in legno

- Descrizione generale della tecnologia

In presenza di una copertura finale in legno esistente, specie se ammalorata, deformata o non adatta ai carichi legati ad una ristrutturazione, usualmente viene rifatto completamente l'intero tetto. Nel caso si opti per riproporre una soluzione in legno, avremo di nuovo una struttura portante con travi in legno ed assito sempre in legno. Al di sopra dell'assito viene posato uno strato di materiale isolante eventualmente fissato meccanicamente attraverso tasselli o viti autofilettanti all'assito stesso. I pannelli devono essere ben accostati e sfalsati. La protezione dei pannelli isolanti avviene con un secondo assito in legno, sopra il quale vengono posate le tegole o altre tipologie di rivestimento esterno tipo lamiera.

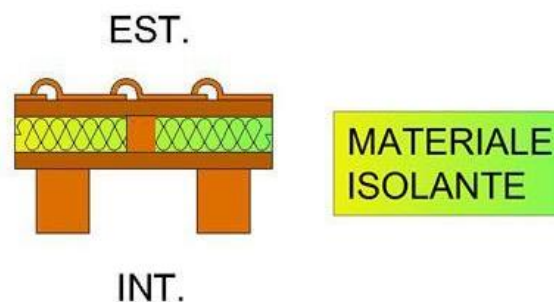


Figura 9.14 – schema di isolamento di copertura in legno (Fonte ANIT)

- Fase di progettazione

Possibili criticità legate all'edificio:

Morfologia dell'edificio. Questo tipo di intervento è tanto più efficace quanto più la superficie della copertura da isolare è percentualmente rilevante sul totale della superficie disperdente. Su un edificio molto esteso con pochi piani può avere una buona efficacia in termini di efficienza energetica globale, su un edificio molto alto con superficie in pianta ridotta (torre) dà risultati in termini di risparmio energetico se abbinato ad altri interventi sull'involucro esterno. L'intervento migliora il comfort in eventuali appartamenti direttamente al di sotto della copertura (mansarde).

Altezza dell'edificio. Qualora l'intervento comporti un aumento di spessore del pacchetto di copertura, occorre incrementare l'altezza totale dell'edificio, cosa non sempre possibile per limiti di tipo volumetrico/urbanistico.

Rapporto

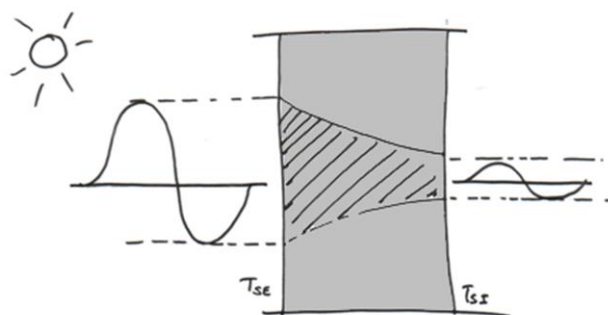
Difficoltà di accesso alla copertura. Nel caso la copertura sia difficilmente raggiungibile (per la posizione dell'edificio ad esempio) la realizzazione dell'intervento può essere difficoltosa e di conseguenza può verificarsi un aggravio di costo.

Geometria della copertura. Qualora la copertura abbia una geometria complessa (ad esempio se composta da molte falde con direzioni diverse e numerosi colmi e giunzioni) può verificarsi un aggravio dei costi.

Difficoltà di realizzazione del ponteggio. E' possibile che, per la posizione dell'edificio, sia complicato realizzare il ponteggio per mancanza di spazio. L'eventuale occupazione di suolo pubblico comporta un aggravio di costi.

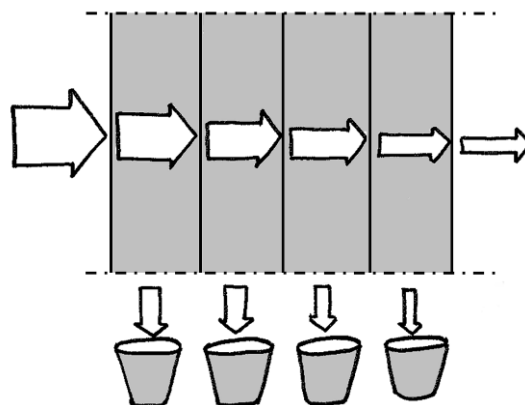
Verifiche termo igrometriche e sui ponti termici. Per quanto riguarda la struttura nel suo complesso è importante verificare preliminarmente la posizione degli strati impermeabilizzanti e delle barriere al vapore per assicurare l'assenza del rischio di condensazione interstiziale attraverso le opportune verifiche termo igrometriche. È opportuno studiare preliminarmente anche l'interazione con altre strutture per evitare il rischio di condensazione superficiale e di formazione di muffa nei punti considerabili "ponti termici".

Problema estivo- La realizzazione di una copertura in legno, che ha la caratteristica di essere "leggera", pone il problema della corretta progettazione per ottenere buone prestazioni dal punto di vista estivo. E' quindi necessario eseguire le opportune verifiche e scegliere accuratamente i materiali da impiegare per abbinare ad un buon isolamento termico nella stagione invernale, un buon valore di sfasamento ed attenuazione dell'onda termica nel periodo estivo.



Restituzione grafica dell'oscillazione della temperatura superficiale esterna T_{se} e interna T_{si} .

Le condizioni esterne sono influenzate temperatura sole-aria funzione dell'irraggiamento solare e della temperatura dell'aria esterna



Materiale diviso in diversi strati soggetto a trasmissione di calore; ogni strato trattiene dell'energia per riscaldarsi con il risultato istantaneo di diminuzione del flusso termico passante. E' quindi importante verificare la capacità inerziale delle strutture leggere.

Figura 9.15 – aspetti da valutare per l'ottimizzazione di isolamenti di coperture finali in legno

Possibili criticità legate agli utenti:

Decisione. Nel caso dei condomini, la criticità è nella decisione di esecuzione dell'intervento. La decisione di intervenire con un adeguamento della copertura in termini di efficienza energetica è più

Rapporto

facile se abbinata ad un intervento già programmato di rifacimento del manto, ad esempio per problemi di tenuta all'acqua.

- *Fase di realizzazione*

Realizzazione della struttura portante. La struttura portante deve essere correttamente dimensionata e realizzata. Le giunzioni con la struttura esistente devono essere particolarmente curate con specifica attenzione al problema dei ponti termici.

Realizzazione dello strato isolante. La posizione del materiale isolante verso l'esterno e su di una copertura a falda comporta la necessità di verificare l'idoneità del materiale rispetto ai seguenti requisiti: ridotto assorbimento d'acqua nel breve e lungo periodo (se il materiale è in possibile contatto con acqua piovana) e stabilità dimensionale nel tempo (ovvero il materiale rimane integro e non si deforma soggetto alle sollecitazioni igrotermiche ambientali, cioè alle variazioni di umidità e temperatura).

Per il corretto funzionamento dell'isolamento termico i pannelli devono essere integri e devono essere posati con i giunti ben accostati.

Il materiale isolante al momento della posa deve essere asciutto. Nel caso vi sia presenza di umidità, prima di posare gli altri strati e in funzione della posizione dell'impermeabilizzante, l'isolante deve asciugarsi.

Opere accessorie. In caso di realizzazione di una nuova copertura, tutte le opere come gli strati impermeabilizzanti, i rivestimenti esterni (tegole o lamiere), le opere di carpenteria (orditura in legno), le linee vita per la sicurezza e lattoneria (pluviali, scossaline e gronde) devono essere realizzati a regola d'arte.

Analogamente, deve essere curato l'inserimento di eventuali sistemi impiantistici con la dovuta attenzione ai ponti termici, quindi alle giunzioni/innesti e alle discontinuità.



Esempio di copertura esistente in legno oggetto di rifacimento completo: orditura primaria e secondaria e tegole a vista (Fonte: TEP sr)l



Stratigrafia di materiali isolanti per copertura in legno con materiali isolante tra le travi: fibra di legno e sopra e sotto le travi: lana di legno (Fonte: TEP sr)l

Figura 9.16 – copertura finale in legno pre e post intervento di isolamento termico

- *Possibili criticità successive*

La non corretta cura del ponte termico in corrispondenza della giunzione tra la nuova struttura portante in legno e la struttura dell'edificio esistente può causare fenomeni di maggiori dispersioni termiche e di formazione di muffe/condense a causa di formazione di punti a bassa temperatura superficiale.

Rapporto

Il non corretto accostamento dei pannelli può portare a infiltrazioni di acqua, così come la non corretta realizzazione del manto di copertura o delle opere accessorie.

- Valutazione della gravità delle possibili criticità

La tabella sottostante riassume l'individuazione delle possibili principali criticità del sistema e le conseguenze delle stesse, che possono essere di natura prestazionale, economica, oppure di natura generale. Le conseguenze possono essere sintetizzate sulla base di diversi livelli di gravità così identificabili:



























	Livello grave		Livello medio		Livello lieve
---	---------------	---	---------------	---	---------------

Tabella 9.5 - possibili criticità e conseguenze nell'isolamento di coperture finali in legno

Descrizione criticità	Valutazione conseguenze					
	Impossibile realizzare l'intervento	Danni funzionali al sistema	Aggravio dei costi	Aspetto estetico compromesso	Perdita di prestazione termica	Non completa risoluzione dei problemi
Morfologia dell'edificio						
Altezza dell'edificio						
Difficoltà di accesso alla copertura						
Geometria della copertura						
Difficoltà di realizzazione del ponteggio						
Mancata cura della giunzione nuova struttura/struttura esistente dal punto di vista del ponte termico						
Mancata esecuzione delle verifiche termo igrometriche e sui ponti termici						
Mancata esecuzione delle verifiche estive						
Materiale non idoneo per l'applicazione						
Non corretto accostamento dei pannelli						
Non corretta realizzazione delle opere accessorie						

Rapporto

9.1.6 Strutture opache orizzontali/inclinate: isolamento del solaio sottotetto all'estradosso

- *Descrizione generale della tecnologia*

L'isolamento termico del sottotetto con intervento dall'estradosso, è costituito da pannelli o feltri in materiale isolante posati direttamente sul solaio. L'isolamento può essere di tipo portante (quando l'isolante è direttamente calpestabile perché le sue caratteristiche meccaniche lo consentono) o non portante (se l'isolante non è calpestabile). In quest'ultimo caso, qualora debba essere garantito l'accesso al sottotetto, occorre realizzare al di sopra dell'isolante una pavimentazione autoportante.

L'isolamento può essere realizzato anche tramite spruzzo di materiale sfuso (ad esempio in fiocchi) o in schiuma fino ad ottenere lo spessore isolante progettato.

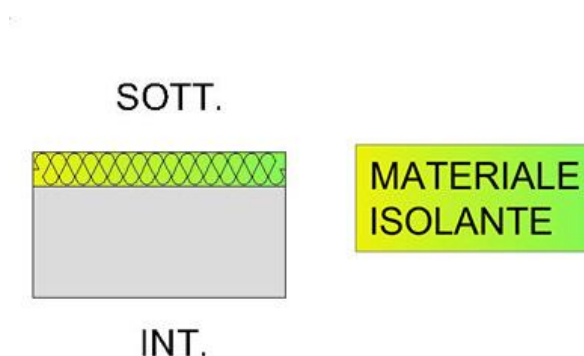


Figura 9.17 - schema di isolamento del solaio di sottotetto dall'estradosso (Fonte ANIT)

- *Fase di progettazione*

Possibili criticità legate all'edificio:

Morfologia dell'edificio. Questo tipo di intervento è tanto più efficace quanto più la superficie del solaio sottotetto da isolare è percentualmente rilevante sul totale della superficie disperdente. Su un edificio molto esteso con pochi piani può avere una buona efficacia, su un edificio molto alto con superficie in pianta ridotta (torre) dà risultati in termini di risparmio energetico se abbinato ad altri interventi sull'involucro esterno. L'intervento migliora invece sempre il comfort negli appartamenti direttamente al di sotto del solaio isolato.

Altezza interna ridotta o scarsa accessibilità del sottotetto. Qualora l'altezza interna del sottotetto sia molto bassa o il locale sia difficilmente accessibile, l'intervento può essere di difficile realizzazione. In questo caso va valutata di volta in volta la fattibilità dell'intervento e il tipo di isolante più opportuno da impiegare. In questi casi è comunque prevedibile un aggravio dei costi.

Forti irregolarità sulla superficie del solaio Se sulla superficie del solaio sono presenti numerose irregolarità (ad esempio muretti, tubi ecc..) occorre valutare attentamente come procedere. In caso di presenza di numerose piccole irregolarità, potrebbe essere valutato l'impiego di un materiale spruzzato (ad esempio poliuretano a spruzzo) o insufflato (ad esempio fiocchi di cellulosa). Questi tipi di materiali consentono di ricoprire completamente eventuali piccole irregolarità ed adattare lo strato isolante alla loro forma. Se le irregolarità sono numerose e rilevanti, ad esempio un grande numero di muretti posati sulla superficie del solaio, occorre prestare particolare attenzione al problema della formazione di eventuali ponti termici, perché ci saranno diverse porzioni della superficie del solaio che non potranno essere isolate. In quest'ultimo caso deve essere attentamente valutata la stessa fattibilità dell'intervento (valutando, se possibile in termini di altezza interna dei locali) di intervenire sulla parte inferiore del solaio con un controsoffitto.

Rapporto

Pag.
63/146

Conservazione della pedonabilità del sottotetto Qualora occorra preservare la pedonabilità del sottotetto (ad esempio per accedere ad eventuali impianti installati) occorre prevedere un tipo di isolante che possa essere calpestato (quindi con le opportune caratteristiche di resistenza a compressione) o, in alternativa, progettare un sistema di pavimentazione al di sopra dell'isolante. Possono essere previste anche solo aree limitate che siano pavimentate (camminamenti).



Solaio sottotetto non isolato



Solaio sottotetto con isolamento a spruzzo in poliuretano pedonabile

Figura 9.18 – riprese fotografiche di estradossi di solaio di sottotetto

Possibili criticità legate agli utenti:

Decisione Nel caso dei condomini, la criticità è nella decisione di esecuzione dell'intervento. Il vantaggio maggiore in termini di comfort va infatti a chi occupa l'appartamento all'ultimo piano, direttamente al di sotto del solaio isolato, mentre l'effetto sul risparmio energetico dell'intero edificio dipende molto dalla morfologia dell'edificio stesso, come sopra descritto.

- *Fase di realizzazione*

Preparazione del supporto. Prima della posa occorre verificare che il supporto (superficie del sottotetto) sia pulito ed asciutto.

Posa dell'isolante. L'isolante deve essere scelto con caratteristiche adeguate al tipo di intervento da realizzare (ad esempio con adeguata resistenza a compressione se dovrà essere garantita la pedonabilità del sottotetto successiva all'intervento).

La posa dell'isolante deve essere realizzata a regola d'arte. I pannelli devono essere perfettamente accostati. I feltri devono essere sormontati della lunghezza prescritta dal produttore.

In caso di materiale spruzzato o insufflato, occorre prestare attenzione al raggiungimento dello spessore ottimale, anche al di sopra di eventuali irregolarità.

- *Possibili criticità successive*

Nel caso di non corretta realizzazione dello strato isolante (per errato accostamento dei pannelli, realizzazione di zone di spessore inferiore ecc...) è possibile che si creino delle zone non isolate, con conseguente formazione di ponti termici. Questi si esplicano in zone a temperatura superficiale più fredda, che possono provocare macchie o formazione di muffe.

Rapporto

- Valutazione della gravità delle possibili criticità

La tabella sottostante riassume l'individuazione delle possibili principali criticità del sistema e le conseguenze delle stesse, che possono essere di natura prestazionale, economica, oppure di natura generale. Le conseguenze possono essere sintetizzate sulla base di diversi livelli di gravità così identificabili:


















	Livello grave		Livello medio		Livello lieve
---	---------------	---	---------------	---	---------------

Tabella 9.6 - possibili criticità e conseguenze nell'isolamento all'estradosso di solai di sottotetto

Descrizione criticità	Valutazione conseguenze					
	Impossibile realizzare l'intervento	Danni funzionali al sistema	Aggravio dei costi	Aspetto estetico compromesso	Perdita di prestazioni e termica	Non completa risoluzione dei problemi
Morfologia dell'edificio						
Altezza interna ridotta o scarsa accessibilità del sottotetto						
Forti irregolarità sulla superficie del sottotetto						
Conservazione della pedonabilità del sottotetto						
Mancata preparazione del supporto						
Scelta di un prodotto non idoneo						
Mancato accostamento/sormonto dei feltri o pannelli isolanti						
Spessore non idoneo del materiale spruzzato/insufflato						

Rapporto

9.1.7 Strutture opache orizzontali/inclinate: isolamento del solaio sottotetto all'intradosso

- *Descrizione generale della tecnologia*

L'isolamento di un solaio di sottotetto dall'interno dell'appartamento (vale a dire dall'intradosso – vedi Figura 9.19) può essere realizzato con l'applicazione di pannelli o intonaci isolanti. I pannelli possono essere singoli o preaccoppiati e vengono applicati tramite incollaggio o collegati ad una struttura metallica con fissaggi meccanici. Particolare attenzione deve essere posta al corretto fissaggio meccanico per assicurare le necessarie caratteristiche statiche. L'intervento con intonaci isolanti invece prevede l'applicazione mediante macchina intonacatrice e a mano.

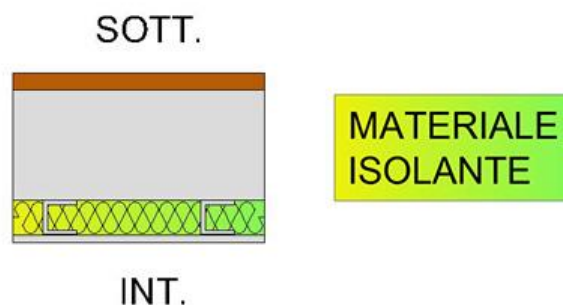


Figura 9.19 - schema di isolamento del solaio di sottotetto dall'intradosso (Fonte ANIT)

Tali intonaci sono costituiti di una componente isolante, che può essere fornita da materiali minerali espansi o da materiali minerali fibrosi o ancora da sostanze sintetiche in granulometria opportuna e costante, di leganti idraulici e di speciali resine addittivanti. Successivamente, questi intonaci sono protetti da rivestimenti con funzioni di rinforzo alle effrazioni, finitura.

L'intervento di isolamento può essere realizzato anche all'estradosso e le criticità sono descritte nel capitolo dedicato all'isolamento della copertura esistente con struttura in c.a.

- *Fase di progettazione*

Criticità legate alla tipologia costruttiva:

Statica. Trattandosi di un elemento fissato ad una struttura orizzontale, è necessario fare le opportune verifiche di tipo statico e dimensionare correttamente il fissaggio.

Verifiche termo igrometriche. E' indispensabile per tutti gli interventi dall'interno porre particolare attenzione alle verifiche igrotermiche e soprattutto alla verifica della condensa interstiziale. Il solaio sottotetto infatti rimane freddo e quindi il rischio di formazione di acqua negli strati freddi potrebbe aumentare. In fase progettuale quindi è obbligatorio effettuare le verifiche igrotermiche in base alle norme vigenti e con le condizioni di legge ed è auspicabile effettuare le verifiche anche in condizioni medie mensili come da norma tecnica di riferimento. In caso la verifica analitica segnali la formazione di condensa, è indispensabile prevedere il posizionamento di una barriera al vapore sulla faccia calda dell'isolante per limitare il flusso del vapore interno - esterno al quantitativo massimo ammissibile.

Carichi appesi. Durante la fase progettuale, se si prevede un sistema preaccoppiato con lastre di cartongesso e nel caso siano presenti elementi sospesi a soffitto (lampade ecc...), bisogna predisporre un sistema rinforzato adatto a sostenere e distribuire i carichi.

Impianti. Nella realizzazione dei fori per il fissaggio del sistema di sospensione occorre fare attenzione ad eventuali reti di impianti passanti nella struttura. Un'indagine termografica preliminare può essere utile per localizzare eventuali impianti.

Rapporto

Criticità legate comfort e abitabilità. Questa tipologia di intervento prevede una riduzione dell'altezza interna dei locali quindi in questa fase è necessario verificare la fattibilità dell'intervento in base allo stato di fatto iniziale dell'ambiente e all'altezza minima per l'abitabilità.

- *Fase di realizzazione*

Si consiglia di fare eseguire l'intervento solo da personale specializzato e ditte certificate e che forniscono garanzia di risultato.

Possiamo suddividere le problematiche di realizzazione in funzione del tipo di applicazione: incollaggio, fissaggio meccanico, intonacatura.

Incollaggio. Nell'incollaggio risulta fondamentale valutare il tipo di prodotto adesivo in funzione del supporto e del sistema isolante. Le aziende produttrici dei sistemi sono in grado di fornire tutte le indicazioni corrette di posa e applicazione. Nel caso vengano utilizzati anche dei fissaggi meccanici a supporto della colla, essi dovranno essere di materiale isolante per evitare ponti termici puntuali e sarà necessario valutare bene la loro interazione con la barriera al vapore.

Struttura di sostegno. Nel caso di fissaggio meccanico con montanti e traversi vanno valutati gli interessi tra i montanti in funzione degli spessori e della larghezza delle lastre e progettati correttamente tutti i punti di fissaggio dei pannelli sia per un discorso statico che di prestazione termica e acustica. Anche in questo caso sarà necessario valutare bene l'interazione con la barriera al vapore.

Barriera al vapore. Un problema comune all'isolamento dall'interno con pannelli riguarda la barriera al vapore: tale strato deve essere posizionato in maniera continua e costante, infatti eventuali discontinuità possono provocare danni localizzati con formazione di macchie o muffe.

Rasatura e finiture. E' fondamentale la corretta rasatura e gessatura per evitare crepe o segnature nei punti di giunzione dei pannelli e con il soffitto.

Intonaco isolante. In fase applicazione a spruzzo si consiglia di limitare la lavorazione del materiale in parete onde evitare sfridi di lavorazione o l'eccessiva compattazione dell'impasto facendo molta attenzione alla miscela e al quantitativo di acqua: seguire con attenzione le indicazioni di realizzazione e posa del produttore.

In corrispondenza di eventuali discontinuità geometriche o materiche bisogna fare attenzione alla posa della rete porta intonaco, in caso contrario potrebbero formarsi crepe nelle zone di irregolarità.

- *Possibili criticità successive*

Nel caso di mancato posizionamento della barriera al vapore si potrebbero evidenziare zone di degrado in corrispondenza della struttura o dei fissaggi e successivamente questo potrebbe portare ad una riduzione del potere isolante della parete dovuto al degrado del materiale coibente.

La scorretta rasatura e gessatura può provocare la formazione di crepe e fessurazioni, soprattutto in corrispondenza dei giunti e dei collegamenti con le pareti.

- *Valutazione della gravità delle possibili criticità*

La tabella sottostante riassume l'individuazione delle possibili principali criticità del sistema e le conseguenze delle stesse, che possono essere di natura prestazionale, economica, oppure di natura generale. Le conseguenze possono essere sintetizzate sulla base di diversi livelli di gravità così identificabili:




























Rapporto

Pag.
67/146

Tabella		Livello grave		Livello medio		Livello lieve
---------	---	---------------	---	---------------	---	---------------

9.7 -

possibili criticità e conseguenze nell'isolamento all'intradosso di solai di sottotetto

	Valutazione conseguenze					
Descrizione criticità	Impossibile realizzare l'intervento	Danni funzionali al sistema	Aggravio dei costi	Aspetto estetico compromesso	Perdita di prestazioni e termica	Non completa risoluzione dei problemi
<i>Dimensioni interne ridotte ai minimi di legge</i>						
<i>Non corretta realizzazione da punto di vista statico</i>						
<i>Mancata individuazione passaggio impianti</i>						
<i>Formazione di condensa interstiziale</i>						
<i>Impiego di materiali non idonei</i>						
<i>Non corretta preparazione del supporto</i>						
<i>Non corretto accostamento dei pannelli</i>						
<i>Non corretto incollaggio</i>						
<i>Non corretta realizzazione della finitura</i>						
<i>Posa con manodopera non qualificata</i>						

9.1.8 Chiusure trasparenti: sostituzione dei serramenti

• Descrizione generale della tecnologia

La sostituzione del serramento consiste nella rimozione del serramento esistente e nell'apposizione di uno nuovo caratterizzato da un livello prestazione conforme ai vigenti limiti di legge.





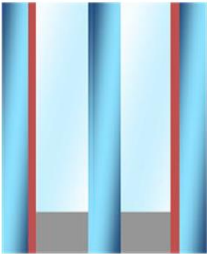
La sostituzione dei serramenti è uno degli interventi che più ha trovato applicazione tra gli interventi di riqualificazione energetica degli edifici in quanto ritenuto semplice ma soprattutto pulito, pensando che non sia un intervento che tocchi le strutture e veloce in quanto non richiede necessariamente l'obbligatorietà di un titolo abilitativo, visto che spesso ricade nell'ambito di interventi di edilizia libera.

Rapporto

La parte vetrata dei serramenti è costituita da lastre in vetro e da eventuali intercapedini d'aria o di altro fluido maggiormente isolante. Le lastre possono essere ricoperte da rivestimenti che possono variare le prestazioni delle superfici rispetto alle radiazioni termiche nell'infrarosso (vetri basso emissivi), rispetto allo spettro solare e alle frequenze relative all'illuminazione (vetri selettivi). Per l'isolamento acustico si realizzano anche soluzioni che accoppiano le lastre con dei film trasparenti in pvb (i cosiddetti vetri stratificati). Le soluzioni di stratigrafie proposte nella riqualificazione energetica invernale prevedono perlopiù la soluzione con doppia lastra, intercapedine d'aria o di gas argon e rivestimento basso emissivo.

La tabella sottostante mostra alcuni esempi di vetrature ai fini dell'isolamento termico con valori in accordo con la norma UNI EN 10077-1:

Tabella 9.8 – esempi di composizione e valori di trasmittanza di vetrature per edifici

	Vetro singolo normale da 3 mm. Trasmittanza termica: $U = 5.9 \div 5.2 \text{ W/m}^2\text{K}$		Vetrata stratificata composta da tre lastre. Trasmittanza termica: $U = 5.9 \div 5.2 \text{ W/m}^2\text{K}$
	Vetrata isolante composta da due lastre da 4 mm e da intercapedine d'aria di 12 mm. Trasmittanza termica: $U = 2.2 \div 3.3 \text{ W/m}^2\text{K}$		Vetrata isolante composta da due lastre da 4 mm e da intercapedine di gas argon di 12 mm e rivestimento basso emissivo con in Trasmittanza termica: $U = 1.1 \div 2.3 \text{ W/m}^2\text{K}$
	Vetrata isolante composta da tre lastre da 4 mm e da due intercapedine di gas kripton di 12 mm e doppio rivestimento basso emissivo Trasmittanza termica: $U = 0.5 \div 1.2 \text{ W/m}^2\text{K}$		

I serramenti esistenti sono generalmente costituiti da vetrature composte da vetri singoli e in alcuni casi da doppio vetro con intercapedine d'aria. La soluzione con tripla lastra e doppia intercapedine è impiegata maggiormente in località con elevate dispersioni energetiche o per il raggiungimento di standard di costruzione di basso consumo.

Il produttore della parte vetrata realizza anche il distanziatore delle lastre che è un punto debole di trasmissione di calore. Il distanziatore è tradizionalmente realizzato in metallo e può anche essere

Rapporto

migliorato termicamente realizzandolo in plastica o in materiali isolanti. Nella caratterizzazione termica della trasmittanza complessiva del serramento viene pesato tale aspetto.

- *Fase di progettazione*

Rilievo dettagliato dei serramenti. E' importante eseguire un accurato rilievo geometrico degli infissi e delle bucaure nella struttura muraria e rilevare poi le caratteristiche termiche, di permeabilità all'aria degli infissi che si vanno a sostituire in modo da pensare ad eventuali strategie progettuali per evitare fenomeni di muffa e condensa.

Progettazione dei serramenti. Scegliere un serramento significa porre attenzione al suo comportamento all'aria, all'acqua, al vento, oltre che alla sua capacità di isolamento termico.

E' importante scegliere un serramento in funzione:

- delle prestazioni energetiche invernali ed estive, quindi della sua trasmittanza termica e del fattore solare del vetro;
- della sua classe di permeabilità all'aria. La modalità di classificazione, dalla prima alla quinta, si basa sui valori in metri cubi d'aria che passano dal serramento;
- della classe di tenuta all'acqua. Esistono undici classi di appartenenza (0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,E - dalla peggiore alla migliore). Superata la classe 9, viene indicata la lettera E seguita dalla pressione raggiunta in prova, quindi valori maggiori (E750 - E900 - E1050 e così via) indicano prestazioni migliori;
- della classe di resistenza al vento. Esistono cinque classi per la pressione del vento (1,2,3,4,5 - dalla peggiore alla migliore) e tre classi (A,B,C - dalla peggiore alla migliore) per la relativa deformazione. L'abbinamento dei due indici fornisce la classificazione del serramento. Un serramento classificato C5 (la classe massima) supera indenne una pressione equiparata ad una velocità del vento di circa 230 km/h;
- dell'illuminamento naturale che è in grado di garantire, il serramento è un sistema costituito da telaio e vetro la cui scelta è importante per garantire un fattore di luce diurna adeguato alla destinazione d'uso dell'ambiente.

In merito alle prestazioni estive dei serramenti è importante la scelta del vetro e del suo fattore solare, il DPR.59/09 prevede l'obbligo di un fattore solare pari a 0,5 ottenibile dalla combinazione di vetro + schermature esterne. Il solo vetro trattato non risponde all'esigenza di avere un buon controllo solare in tutte le stagioni. Infatti per definizione il fattore solare g è la parte del flusso incidente che viene trasmessa all'interno di un ambiente, più è ridotto il valore di g minori sono i guadagni solari, il che è ideale nella stagione estiva ma risulta penalizzante nella stagione invernale in cui gli apporti sono fondamentali per bilanciare le perdite di calore verso l'esterno. Il ricorso a sistemi schermanti specificatamente progettati meglio ancora se mobili o dinamici, consente lo sfruttamento massimo degli apporti solari.

Presenza di un cassonetto. A volte vengono sostituiti gli infissi ma non viene eseguito nessun intervento sul cassonetto, che spesso è in legno e non coibentato. E' quindi importante progettare possibili soluzioni al problema: una consiste nel rivestire internamente il vecchio cassonetto con pannelli isolanti; un'altra consiste nel sostituire il cassonetto con uno prefabbricato per ristrutturazione, le operazioni murarie sono comunque limitate e l'isolamento è sicuramente migliore, sia dal punto di vista termico che acustico.

Cura del dettaglio. Il nodo muratura-telaio fisso va studiato agli elementi finiti per ridurre il ponte termico tra l'aggancio del nuovo telaio fisso e la muratura e occorre pensare anche al taglio della soglia. Le due immagini seguenti mostrano un esempio del livello di dettaglio da curare in fase di progettazione per verificare correttamente il nodo muratura-telaio fisso: ogni strato della struttura deve essere

Rapporto

caratterizzato geometricamente e termicamente per verificare l'andamento delle temperature all'interno della struttura.

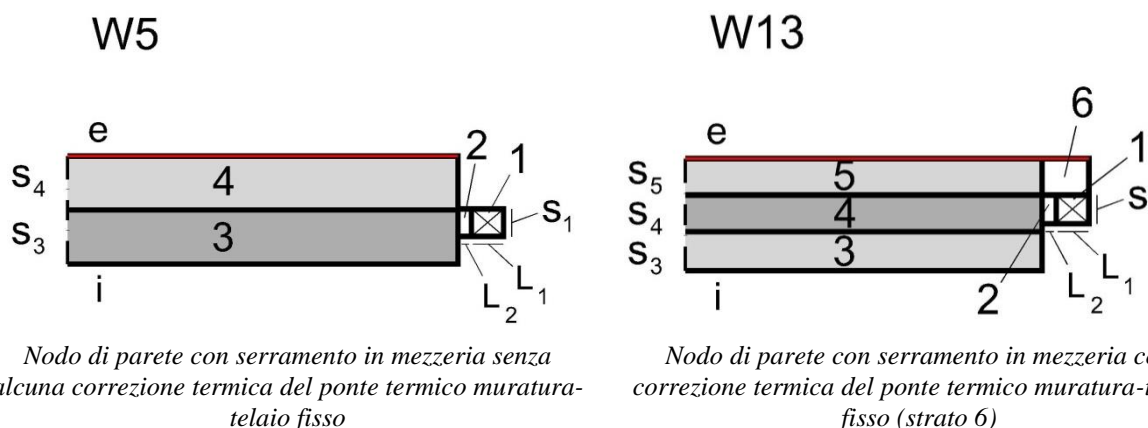


Figura 9.20 – nodo parete-serramento e ponte termico

Per meglio identificare gli strati degli schemi si propone la seguente tabella. Allo strato identificato con il numero è associabile anche uno spessore “s” e una larghezza “L”. Le lettere “i” ed “e” indicano rispettivamente: ambiente interno ed ambiente esterno.

Tabella 9.9 – strati in un nodo parete-serramento

Strato nr.	Descrizione
1	Telaio del serramento parte fissa e/o mobile
2	Controtelaio del serramento generalmente “murato”
3/4	Struttura della parete (per esempio laterizio)
5/6	Materiale isolante a cappotto

• Fase di realizzazione

Mantenimento del telaio fisso esistente. Le maggiori problematiche realizzative si incontrano quando ci si limita alla sostituzione “puntuale” degli infissi, senza apportare ulteriori modifiche murarie e senza di fatto intervenire sulla struttura.

E’ infatti consuetudine utilizzare il telaio fisso del serramento esistente come falsotelaio del nuovo, alcuni produttori di PVC hanno studiato profili ad hoc per questo tipo di installazione, mentre con il legno si usa eseguire delle fresate sul lato esterno del telaio per creare la battuta di appoggio. Quando il telaio esistente è in legno le problematiche di isolamento termico sono chiaramente ridotte, quando invece è di alluminio è molto probabile la formazione di condensa all’interno, lungo il bordo del telaio o sotto il coprifilo. Difficilmente, sfruttando il telaio fisso costituito da un telaio in alluminio come supporto per il nuovo serramento si riesce a correggere l'andamento delle isoterme. Servirebbe poter isolare il nodo di installazione dall'esterno, rivestendo ad esempio la spalletta con del materiale isolante. Quando l'ancoraggio avviene sul telaio esistente è necessario assicurarsi della tenuta meccanica di quest'ultimo: spesso questo punto viene trascurato, ma prima di effettuare l'installazione del nuovo sarebbe necessario rinforzare l'ancoraggio del vecchio, non fosse altro che per il fatto di non dover affidare la tenuta a viti e tasselli vecchi di 20-30 anni.

Presenza di un cassonetto. Anche nei casi in cui si possa rimuovere il telaio esistente, difficilmente la posizione può essere variata, perché magari sono presenti delle avvolgibili o non è possibile apportare modifiche alla muratura, ciò comporta a volte una errata posizione del serramento, che compromette il corretto andamento delle isoterme con conseguente formazione di punti di condensa.

Rapporto

Pag.
71/146

Nodo telaio-muratura e telaio-soglia o davanzale. Dal punto di vista termico resta quasi sempre irrisolto il problema della soglia, che dovrebbe essere tagliata per inserire un listello in legno o pochi cm di materiale isolante che faccia da taglio termico, ma essendo un'operazione tecnicamente complessa viene spesso trascurata.

È sempre necessario effettuare una doppia sigillatura del giunto di posa, all'esterno per evitare infiltrazioni di acqua e all'interno per l'isolamento acustico. Sono da prediligere i nastri auto espandenti invece che la classica schiuma e il silicone, in quanto questi ultimi potrebbero avere problemi di adesione al supporto e comunque i nastri si adattano meglio alle diverse situazioni che si possono riscontrare.

È opportuno scegliere il sistema di fissaggio meccanico con un tipo di vite "universale" in funzione della tipologia di supporto, vista la varietà di situazioni.

Per ultimo, va considerato che il nuovo infisso ha prestazioni di tenuta all'aria nettamente più elevate dell'infisso vecchio, il rischio più frequente è che la sostituzione di infissi porti alla creazione di condense e muffe sui ponti termici strutturali. Se possibile occorrerebbe almeno aver cura di installare apparecchiature che permettano il controllo dell'umidità dell'aria, o quanto meno sensibilizzare l'utente circa la necessità di un maggior numero di ricambi d'aria.

- *Possibili criticità successive*

Eventuale formazione di condensa sul controtelaio in quanto costituisce un elemento a temperatura più bassa e possibili formazioni di muffe nell'ambiente per errato controllo dei ricambi d'aria.

- *Valutazione della gravità delle possibili criticità*

La tabella sottostante riassume l'individuazione delle possibili principali criticità del sistema e le conseguenze delle stesse, che possono essere di natura prestazionale, economica, oppure di natura generale. Le conseguenze possono essere sintetizzate sulla base di diversi livelli di gravità così identificabili:












	Livello grave		Livello medio		Livello lieve
---	---------------	---	---------------	---	---------------

Tabella 9.10 - possibili criticità e conseguenze nella sostituzione di serramenti

Descrizione criticità	Valutazione conseguenze					
	Impossibile realizzare l'intervento	Danni funzionali al sistema	Aggravio dei costi	Aspetto estetico compromesso	Perdita di prestazioni e termica	Non completa risoluzione dei problemi
<i>Mantenimento del telaio fisso</i>						
<i>Presenza del cassonetto</i>						
<i>Nodo telaio fisso-muratura</i>						
<i>Taglio termico della soglia</i>						

Rapporto

Pag.
72/146

9.1.9 Impianti: sostituzione del generatore con caldaia a condensazione

- *Descrizione generale della tecnologia*

La caldaia a condensazione (schema di funzionamento in Figura 9.21) è un generatore a combustione che supera e sfrutta due dei limiti principali dei generatori tradizionali: ridotte temperature dei fumi (per il corretto funzionamento del camino) e ridotta temperatura del fluido termovettore (acqua) dell'impianto che comporta generalmente incrostazioni e corrosione dei materiali. Aggiunge infatti al normale scambio di calore dovuto alla combustione e alla produzione di fumi caldi anche la cessione di calore al fluido dovuto alla condensazione dei fumi che incontrano il circuito di ritorno a temperatura minore. Il fenomeno di condensazione è un cambio di stato che comporta cessione di calore.

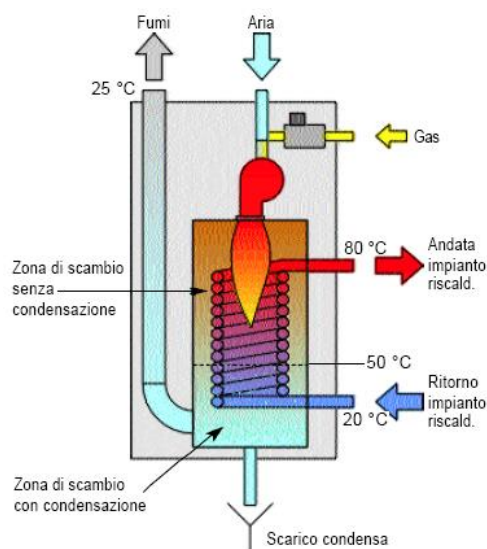


Figura 9.21 – schema caldaia a condensazione
(Fonte: guida impianti Assotermica)

A parità quindi di combustibile bruciato la caldaia a condensazione è in grado di “scaldare” maggiormente il fluido termovettore. Tale possibilità si traduce in un miglior rendimento del generatore, dove per rendimento si considera la quantità di energia prodotta rispetto a quella producibile dal combustibile impiegato.

In sostanza il generatore è in grado di sfruttare anche parte del calore latente del combustibile. Il funzionamento della caldaia a condensazione comporta quindi materiali da costruzione più resistenti e necessità di provvedere alla immissione/estrazione di fumi per mezzo di ventilatori. La tecnologia costruttiva ha inoltre ridotto notevolmente le perdite a vuoto.

Rapporto

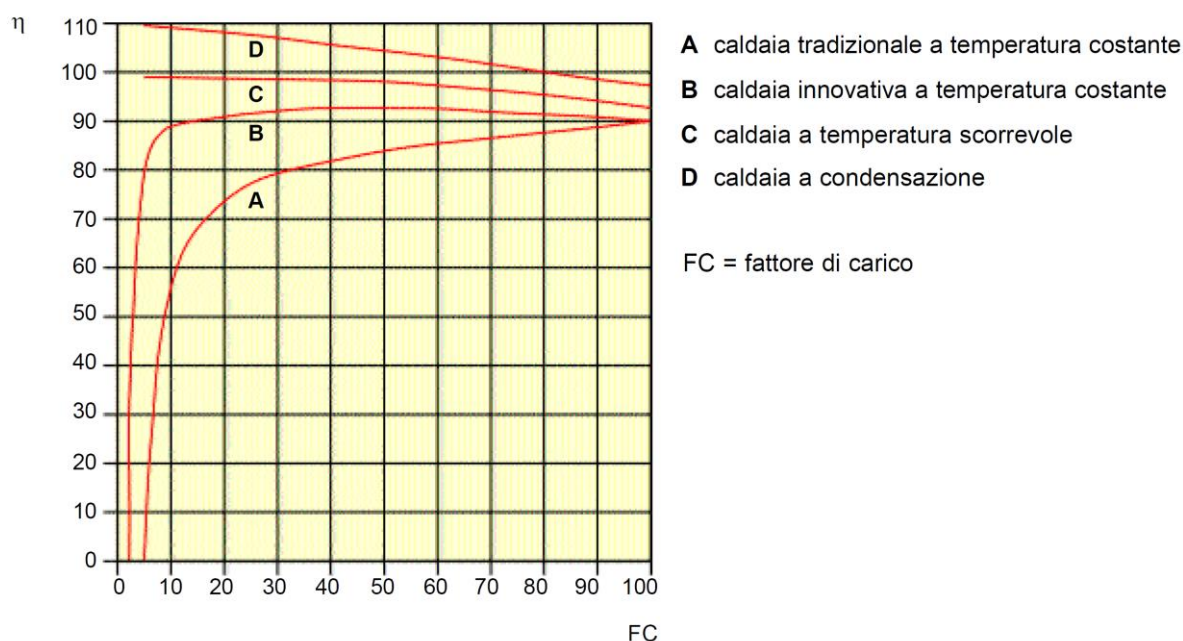


Figura 9.22 – Variazione del rendimento utile in funzione delle diverse tipologie di generatori e del fattore di carico (Fonte: Guida Impianti Assotermica)

I generatori di acqua calda hanno la marcatura di rendimento espressa in stelle variabili da un minimo di una stella * fino a **** a seconda del rendimento utile conseguito in ambedue le condizioni di prova a regime massimo e a carico parziale e i generatori a condensazione sono a ***** stelle (vedi Tabella 9.11).

Tabella 9.11 – marcatura a stelle e rendimenti nelle caldaie

Marcatura	Requisito di rendimento alla potenza nominale Φ_n alla temperatura media dell'acqua di 70°C [%]	Requisito di rendimento a carico parziale 0.3 Φ_n alla temperatura media dell'acqua $\geq 50^\circ\text{C}$ [%]
*	$\geq 84 + 2 \log \Phi_n$	$\geq 80 + 3 \log \Phi_n$
**	$\geq 87 + 2 \log \Phi_n$	$\geq 83 + 3 \log \Phi_n$
***	$\geq 90 + 2 \log \Phi_n$	$\geq 86 + 3 \log \Phi_n$
****	$\geq 93 + 2 \log \Phi_n$	$\geq 89 + 3 \log \Phi_n$

• Fase di progettazione

Per la fase di progettazione di sostituzione di generatore di calore tradizionale con generatore a condensazione è fondamentale studiare le criticità legate a diversi aspetti dell'edificio, del tipo di impianto esistente e della centrale termica.

Possibili criticità legate direttamente all'edificio:

Tipo di combustibile. Se il combustibile della centrale esistente è gasolio si prevede oltre alla sostituzione del generatore anche la variazione del tipo di combustibile passando a gas. Tale sostituzione comporta la realizzazione dell'impianto di alimentazione e le pratiche di allacciamento oltre che il rispetto dei requisiti minimi per la centrale termica. Il tutto quindi si configura come un aumento dei costi.

Rapporto

Posizione del generatore. La sostituzione del generatore tradizionale, con generatore a condensazione non comporta generalmente problemi di sorta per quanto riguarda l'ingombro del generatore poiché probabilmente si è in presenza di una riduzione della potenza nominale a causa o del precedente sovradimensionamento o della ridotta potenza derivante dalla realizzazione di altri interventi di efficientamento sull'involucro.

Su caldaie esistenti per condomini o edifici di una certa dimensione, si pone il problema logistico degli ingombri per lo smantellamento del vecchio generatore e per il posizionamento del nuovo. E' quindi opportuno valutare in questi casi la fattibilità tecnica e gli eventuali sovraccosti legati alle opere accessorie.



Figura 9.23 – esempio di centrale termica con spazi contenuti
(Fonte: TEP srl)

Idoneità della centrale termica. Su caldaie esistenti per condomini o edifici di una certa dimensione, a seguito di un intervento sul generatore è possibile che si debbano prevedere delle misure sul complesso della centrale termica rispetto ai requisiti richiesti dalle prescrizioni dei VV.FF. In tal caso è possibile che le opere da realizzare comportino un aumento dei costi.

Idoneità del condotto di evacuazione fumi. L'evacuazione corretta dei fumi può essere una criticità nel momento in cui si interviene sul generatore e il tipo di camino esistente è inadatto ad ospitare i fumi risultanti dal nuovo processo di combustione e raffreddamento. Inoltre è necessario prevedere la raccolta della condensazione che inevitabilmente si formerà.

Valore di rendimento di combustione. I rendimenti dichiarati dai produttori sono rendimenti che tengono conto dell'effettivo funzionamento a condensazione dei generatori. E' quindi necessario, in fase di progettazione, prevedere se la natura dell'impianto e quindi le temperature a cui mediamente lavorano i corpi scaldanti e di conseguenza le temperature di ritorno sono tali da consentire la condensazione. Generalmente su impianti esistenti le temperature sono alte (60-80 °C) e quindi la mera sostituzione del generatore di calore non comporta il passaggio diretto da rendimenti di combustione tipici di caldaie vetuste esistenti (80-92%) a rendimenti rappresentativi delle caldaie a condensazione (102-107%) in cui la temperatura di ritorno è mediamente compresa tra i 55 e 50 °C. E' quindi necessario che in fase di progettazione siano impiegati i corretti valori di rendimento della caldaia a condensazione per evitare di realizzare valutazioni riguardanti riduzione dei consumi non corrette.

Rapporto

Nell'immagine, estratto di una scheda tecnica, è evidenziato come, a seconda della possibilità di condensare o meno, i rendimenti di combustione siano compresi tra il 98.5% e il 105.5% proprio in virtù della possibilità di condensare o meno.

		EPOCA F 25 NR		EPOCA F 35 NR	
POTENZA AL FOCOLARE	Combustibile	G20		G20	
	Pressione gas di rete (nominale)	20		20	mbar
	Categoria apparecchio	II2H3+			
	Tipo apparecchio	C23, C33, C43, C53, C63, C83			
CARATTERISTICHE DEL GENERATORE	Portata termica nominale	max	25,2	34,8	kW
		min	5,3	6,5	kW
	Potenza utile nominale 80/60°C (Pn)	max	24,6	34,2	kW
		min	5,2	6,3	kW
	Potenza utile nominale 50/30°C (Pn)	max	26,6	36,7	kW
		min	5,7	6,9	kW
	Rendimento utile a 80°C-60°C a Pn max		98,3	98,5	%
	Rendimento utile a 50°C-30°C a Pn max		105,4	105,5	%
	Rendimento utile a 30°C al 30% di Pn		109,1	109,1	%
	Temperatura fumi a a Pn	max	62	62	°C
ASSORBIMENTI ELETTRICI		min	60	60	°C
	Portata massica fumi a Pn	max	0,013	0,016	kg/s
		min	0,003	0,0031	kg/s
	CO ₂ a Pn	max	9,0	9,0	%
		min	8,5	8,5	%
	CO a Pn (0% di O ₂)	max	115	117	mg/kWh
		min	19	25	mg/kWh
	CO ponderato (0% di O ₂)		29	35	mg/kWh
	NOx a Pn (0% di O ₂)	max	41	38	mg/kWh
		min	8	11	mg/kWh
PERDITE	NOx ponderato (0% di O ₂)		20	22	mg/kWh
	Classe NOx		5	5	
	Temperatura massima ammessa		95	95	°C
	Pressione max ammessa circuito riscaldamento		3	3	bar
	Contenuto acqua caldaia		1,5	2	l
	Quantità condensa a Pn	max	2,9	11,5	kg/h
		min	0,7	0,8	kg/h
	Alimentazione elettrica		230~50		V~Hz
	Potenza elettrica assorbita		120	140	W
	Grado di protezione elettrica		X5D	X5D	IP
PERDITE	Volume vaso di espansione riscaldamento		8	10	l
	Prearica vaso di espansione riscaldamento		1	1	bar
	Perdite al camino a bruciatore acceso a Pn max		1,5	1,3	%
	Perdita al camino a bruciatore spento		0,02	0,02	%
	Perdite al mantello a Pn max		0,2	0,2	%
Marcatura rendimento energetico (CEE 92/42)			★★★★	★★★★	

Figura 9.24 – esempio di scheda tecnica reale per caldaia a condensazione
(Fonte: esercitazione corsi ANIT)

Possibili criticità legate all'impianto esistente:

Sistema di emissione di calore esistente: Il tipo di sistema di emissione esistente e il generatore a condensazione sono due aspetti della corretta progettazione dell'impianto assai rilevanti. Il sistema radiante esistente deve essere infatti in grado di trasferire la potenza termica richiesta con temperature "non alte" altrimenti si vanifica il recupero di calore latente. Generalmente, a meno dei casi di pannelli radianti, il sistema di emissione esistente lavora ad alta temperatura, mentre i fumi di combustione possono condensare, in presenza di una buona combustione e quindi di un adeguato bruciatore e con valori di temperatura di ritorno inferiori a 56-50 °C. I sistemi adatti alla sostituzione con generatore a condensazione sono quindi fan coil, radiatori a bassa temperatura e pannelli radianti (di edifici non troppo vecchi mentre per i sistemi con corpi emittenti tipo radiatori ad alta temperatura va valutata la possibilità di scaldare effettivamente gli ambienti o è necessaria la sostituzione di corpi scaldanti con altri di maggiore superficie, il che comporta un aggravio dei costi, pena il non raggiungimento del comfort). Nello specifico i radiatori ad alta temperatura (80/70°C) non sono adatti per il funzionamento con generatore a condensazione. Infatti volendo effettuare un corretto dimensionamento, si evince che

Rapporto

generalmente i fumi non cederanno calore latente e quindi il generatore si comporta come un generatore tradizionale efficiente (vanificando l'impiego di materiali più costosi per la realizzazione del generatore e delle opere accessorie).

Schema idraulico esistente. Oltre alla natura dei corpi emittenti ha anche importanza lo schema idraulico esistente dell'impianto in centrale. E' infatti necessario valutare se la temperatura di ritorno del circuito è legata direttamente alla temperatura derivante dal raffreddamento dei corpi scaldanti o se è anche influenzata da eventuali circuiti anticondensa, o da circuiti a by-pass, o da collettori principali alimentati da circuiti primari. In questi casi è necessario studiare l'impianto idraulico esistente e verificare che sia possibile mantenere il tutto o modificarlo ai fini della realizzazione della condensazione.

Possibili criticità legate all'utente

Continuità del servizio. E' necessario valutare come la sostituzione del generatore comporti generalmente l'assenza dell'erogazione del servizio di riscaldamento e, se la caldaia è di tipo combinato, di quello della produzione di acqua calda sanitaria. E' quindi opportuno che in fase di progettazione sia programmato con molta attenzione il periodo destinato alla fornitura e posa del generatore e al relativo collaudo.

Gestione dell'impianto. Radiatori esistenti pensati per funzionare ad alta temperatura in modo discontinuo possono erogare la stessa quantità di energia giornaliera funzionando a temperatura ridotta ma per maggior tempo. Questa soluzione può essere prevista per far lavorare effettivamente la caldaia a condensazione con i rendimenti indicati.

- *Possibili criticità successive*

Manutenzione. E' opportuno prevedere oltre alla manutenzione ordinaria della caldaia anche interventi di manutenzione che verifichino periodicamente il corretto funzionamento del bruciatore per evitare eccessi di aria nella combustione che possono ridurre la temperatura di rugiada comportando così maggior difficoltà ai fini della condensazione.

- *Valutazione delle possibili criticità*

La tabella sottostante riassume l'individuazione delle possibili principali criticità del sistema e le conseguenze delle stesse, che possono essere di natura prestazionale, economica, oppure di natura generale. Le conseguenze possono essere sintetizzate sulla base di diversi livelli di gravità così identificabili:




	Livello grave		Livello medio		Livello lieve
---	---------------	---	---------------	---	---------------

Tabella 9.12 - possibili criticità e conseguenze nella sostituzione del generatore con caldaie a condensazione

Rapporto

Descrizione criticità	Valutazione conseguenze					
	Impossibile realizzare l'intervento	Danni funzionali al sistema	Aggravio dei costi	Aspetto estetico/acustico compromesso	Perdita di prestazioni e termica	Non raggiungimento del comfort
Tipo di combustibile			●			
Posizione del generatore			●			
Valore di rendimento di combustione			●		●	
Idoneità della centrale termica			●			
Idoneità del condotto di evacuazione fumi	●		●			
Sistema di emissione di calore esistente	●	●			●	
Schema idraulico esistente	●		●		●	
Continuità del servizio	●					●

9.1.10 Impianti: sostituzione del generatore con pompa di calore a ciclo annuale

- Descrizione generale della tecnologia

La pompa di calore (vedi schema in Figura 9.25) è caratterizzata da una serie di componenti standard: un evaporatore, un compressore, un condensatore, la valvola di laminazione, la valvola di inversione del ciclo e la pompa di circolazione del fluido. L'idea è che si impieghi dell'energia e del lavoro per trasferire dell'energia da una sorgente a un fluido pur essendo la sorgente più fredda. Il meccanismo sfrutta il calore necessario all'evaporazione o restituito attraverso la condensazione.

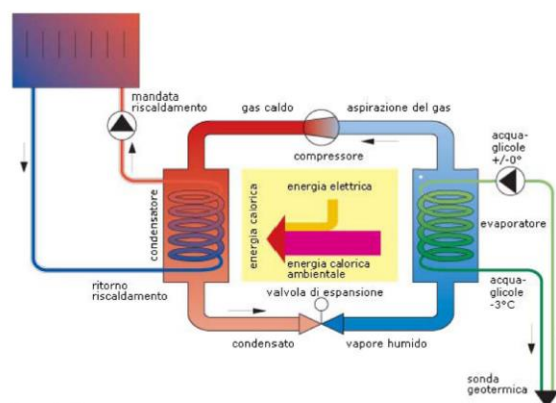


Figura 9.25 – rappresentazione schematica del funzionamento di una pompa di calore
(Fonte: Corso ANIT impianti)

Il lavoro del compressore può essere realizzato con energia elettrica o con motori che producono energia elettrica e quindi è il caso di una pompa di calore a gas. Il serbatoio di energia può essere l'aria esterna, il terreno o l'acqua nei pressi della struttura. Il parametro di efficienza invernale per valutare una pompa

Rapporto

di calore è il C.O.P ovvero il coefficiente di prestazione, rapporto tra l'energia termica fornita e quella elettrica assorbita; per il comportamento estivo a ciclo inverno il coefficiente di efficienza è denominato E.E.R. La seguente scheda è implicitamente dedicata alle pompe di calore aria-acqua a funzionamento invernale che sono la modalità di sostituzione più diffusa rispetto ai generatori esistenti a combustione per tre motivi: assenza di gas e delle problematiche ad esso associate nel momento di intervento sull'esistente, disponibilità della sorgente aria e predisposizione dell'impianto di distribuzione, regolazione ed emissione all'uso dell'acqua calda come fluido termovettore. Se non esplicitamente indicato quindi le varie problematiche sono relative alla tipologia di pompa di calore aria-acqua a ciclo invernale alimentata elettricamente dalla rete.

- *Fase di progettazione*

Per la fase di progettazione di sostituzione di generatore di calore tradizionale con pompa di calore è fondamentale studiare le criticità legate a diversi aspetti dell'edificio, del tipo di impianto (centralizzato o autonomo) e del sito.

Possibili criticità legate direttamente all'edificio:

Tipo di sorgente disponibile. Per poter impiegare una pompa di calore è necessario avere a disposizione delle sorgenti esterne dalle quali attingere energia per la zona termica. Le sorgenti possono essere di tre tipologie: terreno, acqua o aria. A seconda della temperatura della sorgente e delle sua stabilità l'efficienza della pompa di calore varia. Acqua e terreno sono serbatoi che consentono una buona efficienza data la stabilità della temperatura e il fatto che è a valori non troppo ridotti (7-15°C); l'aria, invece, nei climi freddi (già dalla zona E) non porta ad una efficienza elevata. La criticità è legata quindi alla disponibilità del tipo di sorgente che può non essere disponibile oppure può essere sempre disponibile (vedi aria) ma con condizioni al contorno che rendono la scelta poco efficace dal punto di vista dell'efficienza.

Posizione della macchina.

Per installare una pompa di calore è necessario avere a disposizione lo spazio per il posizionamento dell'unità esterna. Spazio che comporta problemi di estetica, statica e di acustica non sempre risolvibili. Generalmente le unità ventilanti esterne vengono infatti posizionate in copertura, in facciate, su balconi o dentro cortili dedicati. La criticità è legata all'impossibilità di realizzare l'intervento oppure alle possibili conseguenze estetiche ed acustiche successive. Va inoltre ricordata la necessità di prevedere uno scarico per la condensazione.

Per quanto riguarda le unità interne, generalmente lo spazio occupato dal precedente generatore è sufficiente per la pompa di calore e per l'eventuale accumulo ad essa legato.



Figura 9.26 – unità interna pompa di calore aria/acqua da 6kW termici

Accessibilità tecnico-amministrativa alla sorgente. Se è stata individuata un tipo di sorgente tipo acqua di falda o similare, è necessario studiare l'iter tecnico amministrativo per poter impiegare tale serbatoio

Rapporto

ai fini del riscaldamento/raffrescamento della zona termica. L'iter è da valutarsi in accordo con la legislazione regionale e comunale del sito. Le richieste potrebbe comportare un aggravio dei costi o l'impossibilità a realizzare l'intervento.

Zona climatica. Stabilito il tipo di sorgente è necessario valutare se la pompa si troverà a lavorare mediamente in condizioni di scarsa efficienza dovuta alle basse temperature della sorgente e delle condizioni esterne di picco. Potrebbe quindi verificarsi un comportamento medio del generatore poco efficiente. Il C.O.P. infatti è il coefficiente di prestazione, rapporto tra la potenza termica fornita e la potenza assorbita dal compressore e da tutte le altre apparecchiature che equipaggiano la pompa di calore, e non ha un valore costante, ma è funzione della temperatura del sistema di emissione del calore e di quella della sorgente fredda. Più elevato è il valore della temperatura di mandata e più basso quello della sorgente fredda, tanto peggiore è il coefficiente di prestazione.

Nello specifico è necessario ricordare che per gli impianti che hanno come sorgente l'aria, il C.O.P. può essere negativamente influenzato da consumi elettrici che non fanno parte del lavoro necessario a "pompare" il calore tra le due sorgenti ma che sono necessari al corretto funzionamento della macchina evaporante esterna: per esempio, il consumo delle resistenze elettriche necessarie allo sbrinamento è parte del ridotto C.O.P. a basse temperature.

Come esempio della variabilità del C.O.P. segue una tabella che evidenzia per un modello di pompa di calore in modalità invernale il coefficiente di prestazione al variare della temperatura della sorgente fredda (colonne) e della temperatura media del condensatore (righe).

9.13. WRL600X⁰⁰⁰⁰⁰⁰⁰⁰ HEATING MODE

		Condenser water outlet temperature °C																	
		25			30			35			40			45			50		
		Ph	Pe	C.O.P.	Ph	Pe	C.O.P.	Ph	Pe	C.O.P.	Ph	Pe	C.O.P.	Ph	Pe	C.O.P.	Ph	Pe	C.O.P.
		[kW]	[kW]		[kW]	[kW]		[kW]	[kW]		[kW]	[kW]		[kW]	[kW]		[kW]	[kW]	
EVAPORATOR WATER OUTLET TEMPERATURE °C	-8	113.62	22.87	4.97	111.54	25.36	4.40	109.76	28.27	3.88	108.03	31.52	3.43	-	-	-	-	-	-
	-6	123.70	23.13	5.35	121.45	25.57	4.75	119.43	28.45	4.20	117.37	31.65	3.71	114.99	35.08	3.28	-	-	-
	-4	133.38	23.36	5.71	130.97	25.76	5.08	128.70	28.60	4.50	126.31	31.77	3.98	123.53	35.15	3.51	120.08	38.65	3.11
	-3	138.09	23.47	5.89	135.60	25.85	5.24	133.22	28.68	4.65	130.67	31.82	4.11	127.68	35.19	3.63	123.98	38.66	3.21
	-2	142.74	23.57	6.06	140.17	25.94	5.40	137.67	28.75	4.79	134.95	31.88	4.23	131.76	35.22	3.74	127.82	38.68	3.30
	0	151.87	23.76	6.39	149.14	26.11	5.71	146.40	28.88	5.07	143.37	31.98	4.48	139.77	35.29	3.96	135.34	38.71	3.50
	2	160.84	23.95	6.72	157.96	26.26	6.02	154.99	29.01	5.34	151.64	32.07	4.73	147.64	35.35	4.18	142.73	38.74	3.68
	4	169.73	24.12	7.04	166.71	26.41	6.31	163.51	29.13	5.61	159.84	32.17	4.97	155.45	35.42	4.39	150.06	38.78	3.87
	5	174.18	24.21	7.20	171.09	26.49	6.46	167.76	29.19	5.75	163.95	32.22	5.09	159.99	35.68	4.48	153.72	38.80	3.96
	6	178.64	24.29	7.35	175.47	26.56	6.61	172.04	29.26	5.88	168.06	32.27	5.21	163.28	35.50	4.60	157.41	38.83	4.05
	7	183.11	24.37	7.51	179.88	26.63	6.75	176.33	29.32	6.01	172.21	32.33	5.33	167.22	35.54	4.71	161.12	38.86	4.15
	8	187.62	24.46	7.67	184.32	26.71	6.90	180.66	29.39	6.15	176.38	32.38	5.45	171.20	35.59	4.81	164.86	38.89	4.24
	10	196.78	24.63	7.99	193.34	26.87	7.20	189.46	29.53	6.42	184.88	32.50	5.69	179.31	35.69	5.02	172.50	38.97	4.43
	12	-	-	-	202.60	27.03	7.50	198.51	29.68	6.69	193.63	32.64	5.93	187.68	35.81	5.24	180.40	39.08	4.62
	14	-	-	-	212.20	27.21	7.80	207.90	29.84	6.97	202.72	32.79	6.18	196.39	35.95	5.46	188.65	39.20	4.81
	16	-	-	-	-	-	-	217.70	30.03	7.25	212.23	32.97	6.44	205.53	36.12	5.69	197.32	39.36	5.01
	18	-	-	-	-	-	-	228.00	30.24	7.54	222.24	33.17	6.70	215.16	36.31	5.93	206.50	39.54	5.22

Figura 9.27 – esempio di dati tecnici COP di generatore a pompa di calore acqua-acqua in modalità riscaldamento

Possibili criticità legate alla figura del progettista:

Competenze dei progettisti termotecnici: storicamente la produzione di energia per il riscaldamento sul territorio nazionale è di competenza dei progettisti/installatori di generatori di calore a combustione. Tale aspetto comporta la non completa competenza disponibile sui temi legati alla progettazione dell'uso della pompe di calore. L'inadeguatezza tecnica di un progettista può provocare conseguenze su diversi temi: prestazione generale, non raggiungimento delle temperature di comfort, possibile blocco

Rapporto

della macchina, elevata rumorosità, elevati consumi e sovradimensionamento ecc... La preparazione del progettista deve riguardare anche gli aspetti legati all'assorbimento elettrico.

Possibili criticità legate all'impianto esistente:

Sistema di emissione di calore esistente: Il tipo di sistema di emissione esistente e il generatore a pompa di calore sono due aspetti della corretta progettazione dell'impianto assai rilevanti. Il sistema radiante esistente deve essere infatti in grado di trasferire la potenza termica richiesta al più basso valore possibile di temperatura di mandata. Generalmente, a meno dei casi di pannelli radianti, il sistema di emissione esistente lavora ad alta temperatura, mentre per motivi di carattere costruttivo nella maggior parte delle pompe di calore oggi in commercio il valore della temperatura dell'acqua calda di mandata per il riscaldamento varia al massimo tra valori compresi tra +55 °C e 60 °C. I sistemi adatti alla sostituzione con pompa di calore sono quindi fan coil e pannelli radianti (di edifici non troppo vecchi) mentre per i sistemi con corpi emittenti tipo radiatori va valutata la possibilità di scaldare effettivamente gli ambienti intervenendo con interventi di isolamento termico o variando, dove possibile, il periodo di accensione; in alternativa è necessaria la sostituzione di corpi scaldanti con altri di maggiore superficie, il che comporta un aggravio dei costi, pena il non raggiungimento del comfort. Radiatori ad alta temperatura (90/70°C) non sono molto adatti per il funzionamento con generatore singolo a pompa di calore. Infatti volendo effettuare un corretto dimensionamento, si evince che generalmente la massima temperatura di mandata di +55°C si raggiunge allorchè la temperatura della sorgente fredda "aria esterna" è a 7°C. Sotto i 7 °C non è possibile impiegare la pompa di calore in autonomia per garantire temperature di mandata idonee. Potrebbe essere necessario integrare con altro generatore.

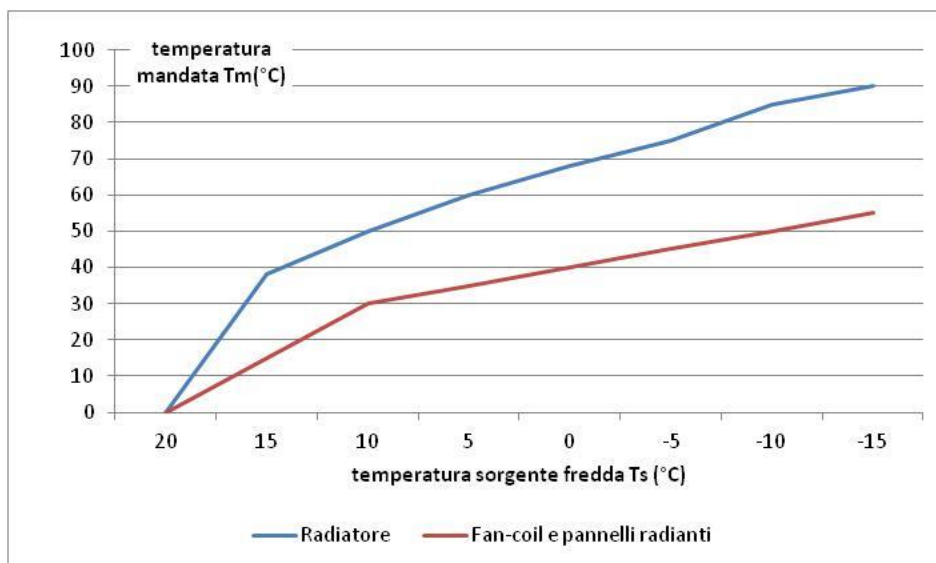


Figura 9.28 - relazione tra temperatura massima di mandata e temperatura della sorgente fredda di una pompa di calore aria-acqua in funzione del tipo di corpo scaldante

Integrazione con altro generatore: se la macchina per effetto della sorgente disponibile e della località non può garantire il comfort nelle condizioni di picco esterne, è necessario introdurre un secondo generatore a combustione che integri la pompa di calore con evidenti conseguenze economiche, di ingombro, ecc...

Possibili criticità legate all'utente

Maturità industriale: le pompe di calore hanno un costo maggiore rispetto alle caldaie di pari potenza che è una tecnologia matura e con elevati volumi produttivi, anche se in termini di costi/benefici nel tempo la scelta può essere economicamente conveniente.

Rapporto

Potenza elettrica assorbita: La scelta di installare una pompa di calore elettrica comporta un'adeguata attenzione alla potenza elettrica di picco che l'ente di distribuzione elettrica deve essere in grado di garantire senza sovraccarichi. Il diverso e maggiore assorbimento elettrico istantaneo e il diverso e maggiore consumo elettrico nel tempo comportano una variazione delle condizioni del contratto di fornitura elettrica dal punto di vista dei kW di picco ed eventualmente per l'installazione di un contatore dedicato al solo riscaldamento con tutte le problematiche legate all'effettiva realizzabilità dell'intervento di divisione. Se tecnicamente è impossibile posizionare il contatore dedicato si verificherà un aggravio dei costi di consumo.

- *Fase di installazione*

Nella fase installazione si possono verificare le seguenti frequenti criticità:

Dimensioni delle tubazioni esistenti. La pompa di calore generalmente necessita di elevata quantità di fluido termovettore circolante e quindi può accadere di avere a disposizione tubazioni esistenti di dimensioni troppo ridotta. Si ovvia intervenendo sulla pompa di circolazione con aggravio dei costi.

Spessore dei cavi elettrici. La pompa di calore elettrica deve essere alimentata da cavi elettrici di spessore idoneo. È quindi necessario verificare che i cavi siano di diametro sufficiente per poter garantire il funzionamento della macchina.

Qualifica del personale. La pompa di calore è un macchinario soggetto a obbligo di patentino da parte del personale installatore di frigorista in accordo con la norma UNI EN 13313.

- *Possibili criticità successive*

Disturbi da rumore. La pompa di calore presenta una serie di ventilatori che promuovono l'attraversamento della batteria dell'evaporatore da parte dell'aria esterna. Il rumore generato dalla pompa di calore e da controllare è prevalentemente generato dall'immissione di aria nel ventilatore. La strategia adottata in generale per prevenire il problema acustico è quindi di posizionare la PdC in posizione periferica, lontano dai ricettori sensibili. Nei casi più complicati è possibile prevedere barriere acustiche.

Variazione della tariffa. Il consumo elettrico annuale derivante dall'uso di pompe di calore elettrico può generare l'aumento della tariffa oraria dovuto all'elevato consumo. Per prevenire tale aumento è necessario predisporre un contatore dedicato per l'impianto di riscaldamento, operazione non sempre tecnicamente realizzabile. È quindi possibile che si verifichi un aumento della tariffa elettrica e quindi un aggravio dei costi.

Gestione dei carichi di picco. Il consumo di picco di una pompa di calore elettrica è un elemento da gestire con attenzione variando il contratto di fornitura dell'energia elettrica. Per ridurre le probabilità di interruzione dell'energia per superamento della soglia è possibile prevedere di intervenire sull'impianto elettrico introducendo soluzioni di tipo domotico sul controllo della gestione di carichi.

Blocco della macchina: Le pompe di calore in eccezionali condizioni di freddo senza l'integrazioni con un secondo generatore possono andare in blocco non garantendo il comfort interno sino al perdurare delle condizioni estreme

.

Rapporto

- Valutazione della gravità delle possibili criticità

La tabella sottostante riassume l'individuazione delle possibili principali criticità del sistema e le conseguenze delle stesse, che possono essere di natura prestazionale, economica, oppure di natura generale. Le conseguenze possono essere sintetizzate sulla base di diversi livelli di gravità così identificabili:






























	Livello grave		Livello medio		Livello lieve
---	---------------	---	---------------	---	---------------

Tabella 9.13 - possibili criticità e conseguenze nella sostituzione del generatore con pompa di calore a ciclo annuale

Descrizione criticità	Valutazione conseguenze					
	Impossibile realizzare l'intervento	Danni funzionali al sistema	Aggravio dei costi	Aspetto estetico/acustico compromesso	Perdita di prestazione e termica	Non raggiungimento del comfort
<i>Tipo di sorgente disponibile</i>						
<i>Accessibilità tecnico-amministrativa alla sorgente</i>						
<i>Posizione della macchina</i>						
<i>Zona climatica</i>						
<i>Competenze dei progettisti termotecnici</i>						
<i>Sistema di emissione di calore esistente</i>						
<i>Maturità industriale</i>						
<i>Integrazione con altro generatore</i>						
<i>Potenza elettrica assorbita, contatore elettrico dedicato</i>						
<i>Dimensioni delle tubazioni esistenti</i>						
<i>Spessore dei cavi elettrici</i>						
<i>Disturbi da rumore</i>						

Rapporto

Pag.
83/146

Gestione dei carichi di picco.						
Blocco della macchina						

- Normativa**

Principali riferimenti normativi da tenere presenti nella sostituzione del generatore con pompa di calore a ciclo annuale:

- UNI TS 11300-4: Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 4: Utilizzo di energie rinnovabili e di altri metodi di generazione per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria
- UNI EN 15316-4-2 Impianti di riscaldamento degli edifici - Metodo per il calcolo dei requisiti energetici e dei rendimenti dell'impianto - Parte 4-2: Sistemi di generazione per il riscaldamento degli ambienti, pompe di calore

9.1.11 Impianti: sostituzione del generatore con caldaia a biomasse

- Descrizione generale della tecnologia**

Le caldaie a biomasse sono generatori di calore che utilizzano la biomassa vegetale come combustibile per la produzione di acqua calda. Sono impiegate sia per la produzione di acqua calda sanitaria che per il riscaldamento. Raggiungono efficienze molto elevate al pari dei sistemi tradizionali di ultima generazione (inferiori comunque ai generatori a condensazione) e rientrano nei sistemi di produzione da fonti rinnovabili.



Figura 9.29 - biomasse utilizzate nei generatori di calore

Infatti con il termine biomasse si identificano tutti quei materiali di origine organica che non hanno subito processi di fossilizzazione. Il loro impiego come combustibile fornisce un impatto nullo sull'effetto serra, in quanto la CO₂ liberata con la combustione è pari a quella che hanno assorbito dall'ambiente e che restituirebbero nella fase di degradazione organica. I combustibili fossili, invece, con la combustione, immettono nell'atmosfera il carbonio (in forma di CO₂) assorbito migliaia di anni prima e fissato stabilmente nel sottosuolo.

A fronte di un bilancio di emissione di CO₂ nullo e di un prezzo del combustibile inferiore, si deve però considerare una spesa più alta per l'acquisto del generatore (anche 3 volte maggiore). Gli incentivi fiscali contribuiscono a migliorare la redditività dell'investimento.

Le tipologie di biomasse principalmente utilizzate sono tre: legna in ciocchi, cippato, pellet.

Legna in ciocchi



È la biomassa più diffusa, la legna da ardere utilizzata per le caldaie a biomasse può provenire da alberi o arbusti sia di conifere che di latifoglie. La durata di combustione maggiore è data da alberi come faggi e querce. È importante che il contenuto di umidità sia inferiore al 25% per ridurre la formazione di condense corrosive e fumosità. Data la necessità di carico manuale dei ciocchi, questa biomassa è adatta a caldaie di potenza limitata

L'efficienza delle caldaie a legna è elevata ma non hanno la possibilità di parzializzare la combustione, una volta accese devono funzionare nel modo più continuo possibile e senza interruzioni data l'elevata inerzia termica dovuta alla presenza di una considerevole quantità di combustibile solido. Per questo motivo è necessario installare un serbatoio di accumulo termico per gestire la variabilità della richiesta di calore da parte dell'utenza



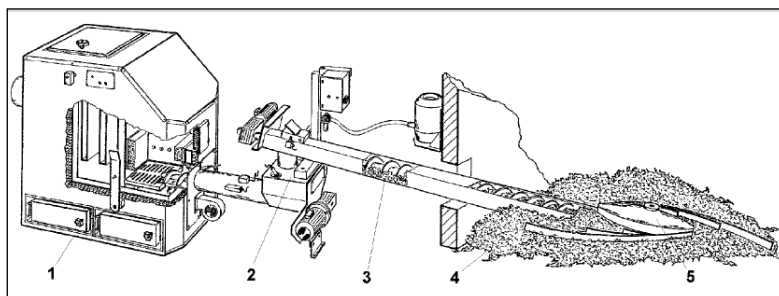
Figura 9.30 - caldaia a legna
(Fonte: ITABIA)

Cippato



Il cippato è legno vergine ridotto in pezzi di piccole dimensioni, massimo qualche centimetro, proveniente da potature, scarti di segheria, manutenzioni boschive ecc.. se il contenuto di umidità è elevato tende ad agglomerarsi e a fermentare. La movimentazione e il carico in caldaia avvengono automaticamente ma è importante che la dimensione, per i piccoli impianti domestici, non superi 4-5 cm, per evitare inceppamenti nel sistema di alimentazione. L'umidità è un fattore meno critico rispetto ai ciocchi di legna ma influisce sul potere calorifico del combustibile.

Le caldaie a cippato possono essere di potenze molto diverse e risultano maggiormente flessibili rispetto a alle precedenti, modulando la quantità di combustibile in funzione della richiesta di calore, richiedono però



Rapporto

molto spazio per la presenza del sistema di movimentazione.

Figura 9.31 - caldaia a cippato
(Fonte: ITABIA)

Pellet



Il pellet è legno vergine essiccato e pressato in cilindretti di piccole dimensioni, raggiunge densità anche di 700 kg/m^3 (più elevato di trucioli e cippato). La forma e le piccole dimensioni ne agevolano la movimentazione e il caricamento automatico. È adatto quindi a impianti di tutte le dimensioni. Le caldaie che utilizzano questo combustibile sono ancora più efficienti e flessibili di quelle

che utilizzano il cippato e assicurano quindi un elevato livello di comfort. Il pellet deve essere di buona qualità per non compromettere la resa termica della combustione, per non danneggiare le caldaie con depositi incrostanti e per non immettere nell'atmosfera polveri e fumi troppo inquinanti.

Esistono altre tipologie minori di biomasse che sono: sansa di olive, trucioli, segatura, cereali, gusci e noccioli.



Figura 9.32 - caldaia a pellet

Installare una caldaia a biomasse significa anche prevedere spazio per lo stoccaggio e la movimentazione del combustibile, oltre che per il serbatoio di accumulo termico, consigliato nel caso di caldaie a cippato o pellet e praticamente necessario per le caldaie a legna.

Emissioni delle caldaie a biomassa e limiti di riferimento. Se l'emissione di CO_2 non è influente quando si brucia biomassa, lo sono invece altri prodotti di combustione, CO , H_2 , idrocarburi incombusti CH_4 , NO_x , SO_2 e particolato PM_{10} , $\text{PM}_{2.5}$, PM_1 . Caldaie a biomasse poco efficienti e obsolete hanno emissioni inquinanti superiori alle caldaie tradizionali, ma per le moderne caldaie ad alta tecnologia, progettate per ottenere una combustione quasi perfetta della legna si hanno emissioni comparabili a quelle delle caldaie a combustibile convenzionale (tendenzialmente nelle caldaie a biomasse si hanno emissioni di CO e CH_4 minori mentre NO_x e SO_2 e particolato maggiori).

A livello nazionale sono imposti dei limiti di emissione solo per i generatori con potenze superiori a 35 kW, i limiti sono regolati dal DLgs n.152/2006, allegato IX, parte quinta.

Verificare l'esistenza a livello regionale e/o locale di ulteriori prescrizioni con limiti più restrittive.

- *Fase di progettazione*

Corretto dimensionamento del generatore. Per la progettazione di una sostituzione di una caldaia obsoleta con una efficiente caldaia a biomasse è molto importante dimensionare correttamente la potenza installata, soprattutto per quanto riguarda le caldaie a legna che devono lavorare in modo continuo e senza interruzioni per la loro limitata flessibilità nella modulazione della potenza erogata.

Rapporto

Questo tipo di generatore infatti non è in grado di fermare né rallentare la combustione, con il rischio di produrre energia termica in eccesso che andrebbe dissipata in uno scambiatore dedicato.

Accumulo termico. Per gestire al meglio la variabilità della richiesta termica negli interventi più complessi e nel caso di utilizzo di caldaie a legna è necessaria l'installazione di un serbatoio di accumulo per la gestione dei picchi di richiesta. L'intervento sarà quindi possibile se vi è spazio disponibile in centrale termica.

Stoccaggio. A differenza del gas metano, la natura solida della biomassa non permette una distribuzione capillare dalle centrali alle utenze. Questo significa che lo stoccaggio del combustibile deve avvenire in loco, nei pressi del generatore, richiedendo spazio libero anche per i sistemi di movimentazione. La posizione del silos o serbatoio di stoccaggio deve essere scelta anche con l'obiettivo di facilitare l'approvvigionamento da parte del fornitore. Il pellet è il più semplice da movimentare e assieme al cippato prevedono una movimentazione e carico in caldaia automatizzato. I ciocchi di legna invece sono caricati manualmente in caldaia.

Camino. Il camino deve assicurare il tiraggio necessario al buon funzionamento del generatore mantenendo la temperatura dei fumi elevata fino alla fuoriuscita in atmosfera. Questo sarà possibile isolando termicamente il camino per limitare il raffreddamento durante la risalita dei fumi. Un camino "freddo" genera maggiori condense di impurità e incrostazioni con conseguente incremento di richiesta di pulizia. La progettazione dei condotti per evacuare i fumi vanno realizzati in base alle norme vigenti (UNI 9615 e UNI 10683).

Vaso d'espansione. Sopra la soglia dei 35 kW è richiesta l'installazione di un vaso d'espansione aperto in grado di gestire aumenti di pressione all'interno del circuito. Oltre a questo esistono diverse alternative tecniche per gestire gli aumenti di pressione e assicurare la sicurezza nel circuito.

Sistemi di sicurezza. Se non integrati nel generatore, è necessario prevedere sistemi di sicurezza per evitare il pericoloso ritorno di fiamma al serbatoio di stoccaggio. Nel cambiare il generatore e la potenza installata occorre valutare se sono previsti adeguamenti alla centrale termica per essere resa conforme alle prescrizioni dei VV FF. Infine è buona regola lasciare uno spazio minimo intorno ai componenti d'impianto per agevolare installazione e manutenzione.

- *Possibili criticità successive*

Surriscaldamento. Per le caldaie a legna in caso di guasto alla pompa di circolazione o interruzione dell'energia elettrica, se non è stato previsto un sistema di dissipazione del calore alternativo in parallelo all'utenza, la temperatura dell'acqua può crescere fino all'ebollizione provocando danni al circuito molto gravi.

Qualità dell'approvvigionamento. L'approvvigionamento deve avvenire con combustibile di buona qualità, quindi non è banale individuare il fornitore adatto. L'umidità elevata peggiora la combustione e diminuisce il PCI del combustibile, la presenza di impurità provoca maggiori emissioni inquinanti e incrostazioni.

Manutenzione. Oltre alla normale manutenzione prevista per i generatori tradizionali, le caldaie a biomassa devono essere pulite e svuotate delle ceneri residue (combustibile solido) inoltre il camino dovrà essere pulito regolarmente.

- *Valutazione della gravità delle possibili criticità*

La tabella sottostante riassume l'individuazione delle possibili principali criticità del sistema e le conseguenze delle stesse, che possono essere di natura prestazionale, economica, oppure di natura

Rapporto

Pag.
87/146

generale. Le conseguenze possono essere sintetizzate sulla base di diversi livelli di gravità così identificabili:




























	Livello grave		Livello medio		Livello lieve
---	---------------	---	---------------	---	---------------

Tabella 9.14 - possibili criticità e conseguenze nella sostituzione del generatore con pompa di calore a ciclo annuale

Descrizione criticità	Valutazione conseguenze					
	Impossibile realizzare l'intervento	Danni funzionali al sistema	Aggravio dei costi	Aspetto estetico/acustico compromesso	Perdita di prestazioni e termica	Non raggiungimento del comfort
<i>Sovradimensionamento del generatore</i>						
<i>Assenza di accumulo termico nelle caldaie a legna</i>						
<i>Assenza di spazio per lo stoccaggio del combustibile</i>						
<i>Errata progettazione del camino</i>						
<i>Assenza di sistemi di sicurezza</i>						
<i>Qualità dell'approvvigionamento</i>						
<i>Mancata pulizia del generatore e del camino</i>						
<i>Manutenzione e pulizia</i>						

- Normativa**

Principali riferimenti normativi da tenere presenti nella sostituzione del generatore con caldaia a biomassa:

- UNI 10683: Generatori di calore alimentati a legna o altri biocombustibili solidi - Verifica, installazione, controllo e manutenzione
- UNI EN 13384: Camini - Metodi di calcolo termico e fluido dinamico
- UNI EN 303-5: Caldaie per riscaldamento - Parte 5: Caldaie per combustibili solidi, con alimentazione manuale o automatica, con una potenza termica nominale fino a 500 kW Terminologia, requisiti, prove e marcatura
- D. Lgs. 3/4/06 n°152: Norme in materia ambientale

Rapporto

9.1.12 Impianti: installazione di pannelli solari per acs

- *Descrizione generale della tecnologia*

I sistemi solari termici sfruttano la radiazione solare per produrre acqua calda. In pratica trasferiscono ad un fluido termovettore parte dell'energia solare captata dal pannello/collettore. Negli edifici residenziali sono impiegati soprattutto per coprire una porzione del fabbisogno di acqua calda sanitaria e meno frequentemente ad integrazione dell'impianto per la climatizzazione invernale.

Per queste applicazioni vengono realizzati impianti solari termici a bassa temperatura in grado di produrre acqua calda in un range di 40°C – 120°C in funzione della tecnologia del pannello e del tipo di impianto.

L'elemento fondamentale per la realizzazione di un impianto solare termico è il collettore solare o pannello solare che nella maggioranza delle applicazioni domestiche è un pannello piano vetrato in grado di assorbire parte della radiazione solare incidente aumentando la sua temperatura e trasferire calore, per conduzione, al fluido vettore al netto delle inevitabili dispersioni verso l'esterno.

Le componenti di un collettore solare piano vetrato, mostrate nell'immagine seguente, sono:

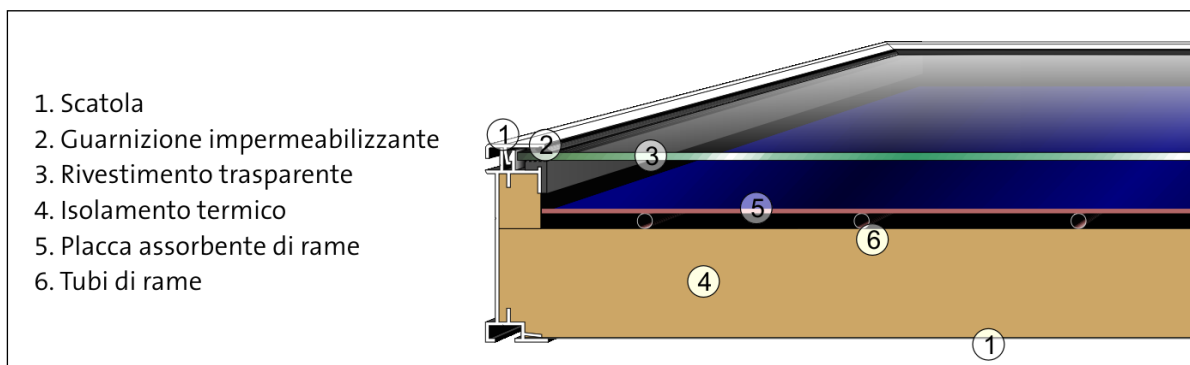


Figura 9.33 - principali componenti di un collettore solare piano (Fonte: corso ANIT rinnovabili)

- Profilo o scatola di contenimento: conferisce compattezza e solidità al collettore e protegge gli elementi interni dalla sporcizia e dagli agenti atmosferici.
- Vetro o rivestimento trasparente: realizzata in materiale trasparente alla maggior parte della radiazione solare e opaca alla radiazione infrarossa emessa dalla piastra captante, per ridurre le dispersioni verso l'esterno.
- Isolante termico: materiale isolante per limitare le dispersioni di calore verso l'esterno.
- Assorbitore o piastra assorbente: piastra metallica trattata superficialmente con vernici scure e opache per aumentare l'assorbimento e ridurre la riflessione della radiazione solare.
- Tubi o serpentina: circuito idraulico integrato o a contatto con la piastra captante in cui scorre il fluido termovettore che riceve per conduzione il calore dell'assorbitore. Il fluido termovettore è generalmente acqua con aggiunta di antigelo.

Esistono in commercio principalmente tre diverse tipologie di collettori solari; i collettori solari piani non vetrati, i collettori solari piani vetrati (anche in versione selettiva) e i collettori a tubi sottovuoto.

Collettori solari piani non vetrati. Sono realizzati in materiale plastico (polipropilene, neoprene o PVC) e costituiti semplicemente da un fascio tubiero esposto direttamente alla radiazione solare, senza l'interposizione di una copertura vetrata e senza alcun sistema di isolamento termico sottostante.

- Vantaggi: per la loro semplicità costruttiva risultano i più economici e in presenza di temperature favorevoli (periodo estivo) raggiungono anche efficienze elevate.

Rapporto

- Svantaggi: al diminuire della temperatura esterna l'efficienza di questi collettori cala drasticamente perché in assenza di un involucro isolato aumentano notevolmente le dispersioni termiche verso l'ambiente.

Sono impiegabili efficacemente, ad esempio, negli stabilimenti balneari, nelle strutture turistiche estive e nel riscaldamento delle piscine scoperte.

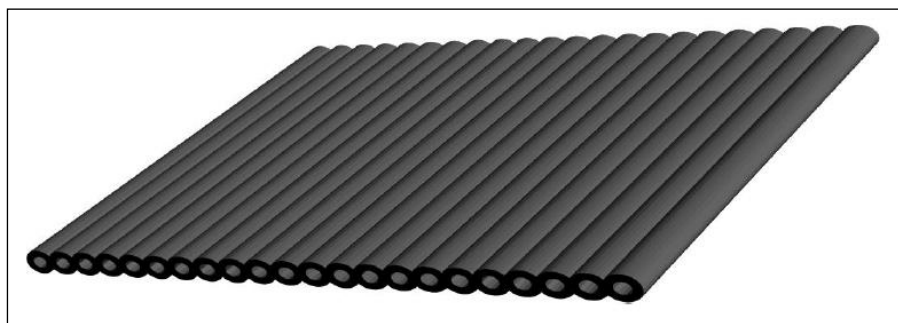


Figura 9.34 - collettore solare piano non vetrato (fonte: corso ANIT rinnovabili)

Collettori solari piani vetrati. In questi collettori il fascio tubiero, coperto da una piastra assorbente, è isolato termicamente da una scatola di contenimento vetrata nella parte superiore, per assicurare la radiazione solare sulla piastra assorbente. Una variante costruttiva consiste nel realizzare la piastra assorbente con caratteristiche selettive ovvero caratterizzata da limitate emissioni nel campo dell'infrarosso.

- Vantaggi: risultano mediamente più efficienti della tipologia non vetrata durante l'arco dell'anno, perché mantengono basse dispersioni termiche anche in presenza di temperature esterne limitate. Risultano quindi molto versatili e per questo godono di una larga diffusione sul territorio nazionale. Le prestazioni maggiori si ottengono con l'impiego di piastre selettive in grado di incrementare l'efficienza fino al 10% in tutto l'arco dell'anno.
- Svantaggi: necessariamente più costosi rispetto ai precedenti, soprattutto nel caso di piastre assorbenti selettive. Perdono comunque efficienza se utilizzati con climi molto rigidi.

Diffusa e principalmente impiegata per coprire il fabbisogno domestico soprattutto in aree geografiche soleggiate anche d'inverno, grazie ad un favorevole rapporto prestazione/prezzo.

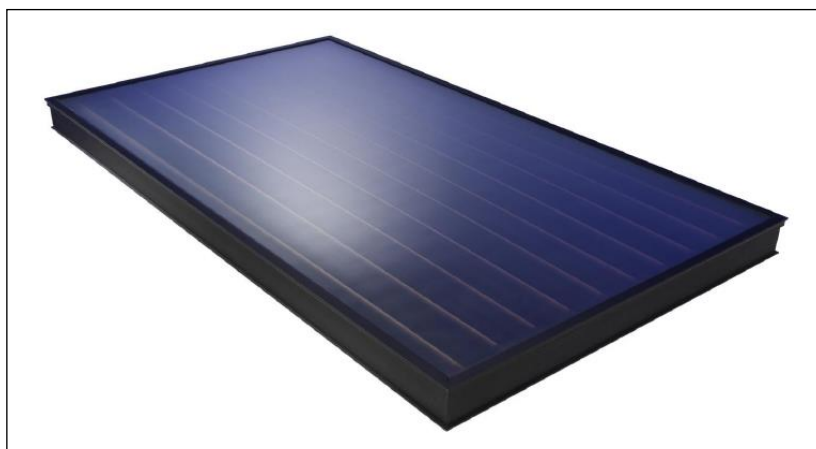


Figura 9.35 - collettore solare piano vetrato (Fonte: corso ANIT rinnovabili)

Collettori solari a tubi sottovuoto. In questa tipologia di collettori sono ulteriormente ridotte le dispersioni termiche verso l'esterno. In particolare eliminando quasi totalmente l'aria tra piastra

Rapporto

assorbente e vetro di copertura diminuiscono drasticamente le dispersioni per convezione. È possibile raggiungere il “vuoto” all’interno del collettore grazie all’utilizzo di tubi vetrati. Ogni tubo sottovuoto contiene un solo tubicino metallico, ricoperto da piastra assorbente, che raggiunge temperature elevate portando il fluido a evaporazione (questo permette uno scambio termico più efficiente).

- Vantaggi: le prestazioni sono elevate durante tutto l’arco dell’anno perché risentono meno della temperatura esterna rispetto alle tipologie precedenti.
- Svantaggi: la tecnica costruttiva è complessa e il costo è conseguentemente più elevato delle altre tipologie. Inoltre in condizioni climatiche molto favorevoli hanno prestazioni inferiori ai collettori solari non vetrati.

Garantendo un rendimento elevato in tutti i mesi dell’anno sono adatti per l’impiego a condizioni di irraggiamento medio - basso e condizioni climatiche rigide.

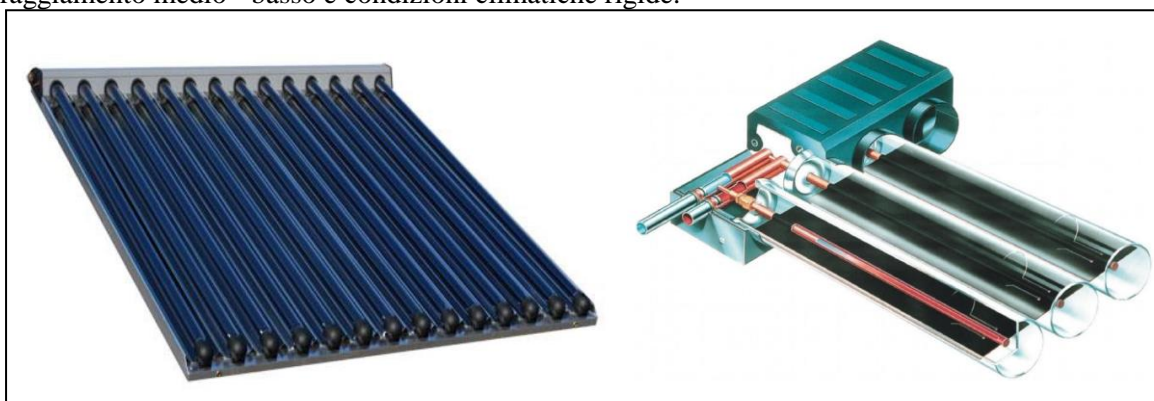


Figura 9.36 - collettore solare a tubi sottovuoto (Fonte: corso ANIT rinnovabili)

Il grafico seguente mostra l’efficienza delle tipologie di collettori solari appena descritti al variare delle condizioni di irraggiamento, temperatura esterna e temperatura di lavoro.

L’influenza di questi tre parametri è riassunta nel termine $\Delta T^* = (T_{mf} - T_a) / I$

Dove

- T_{mf} = temperatura media del fluido vettore [°C]
- T_a = temperatura ambiente [°C]
- I = radiazione solare incidente [W/m^2]

Rapporto

Pag.
91/146

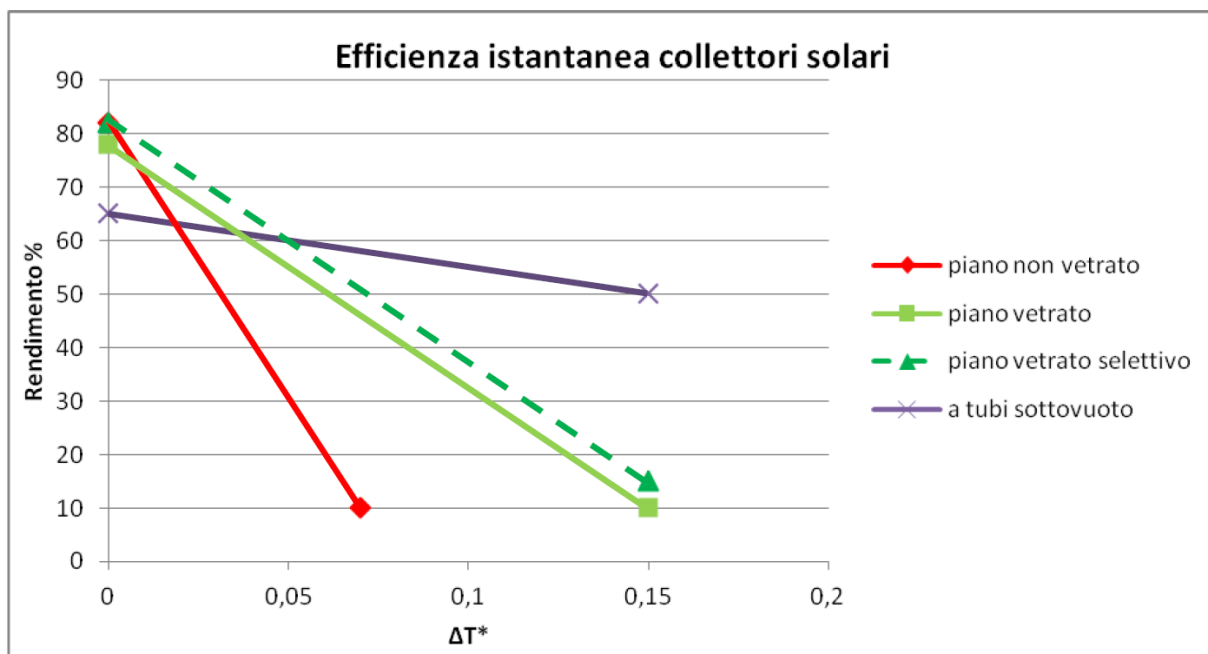


Figura 9.37 - diagramma efficienza istantanea dei collettori solari (Fonte: TEP srl)

Un impianto solare termico a bassa temperatura, oltre che dal collettore solare, si compone di:

- serbatoio/boiler di accumulo per rendere disponibile l'energia termica nell'arco della giornata indipendentemente dalla produzione. I serbatoi sono coibentati per ridurre le dispersioni e possono avere uno scambiatore aggiuntivo per ricevere calore da un sistema di produzione ausiliario.
- scambiatori di calore per trasferire energia dal fluido vettore all'acqua calda sanitaria o al circuito di riscaldamento.
- pompe di circolazione per garantire il flusso dei fluidi di lavoro.
- elementi necessari al circuito idraulico (valvole, evaso di espansione) e centralina di regolazione per gestire il serbatoio di accumulo e il pannello solare in caso di collettore a circolazione forzata.

L'immagine seguente mostra un esempio di impianto solare termico e relativi componenti.

Rapporto

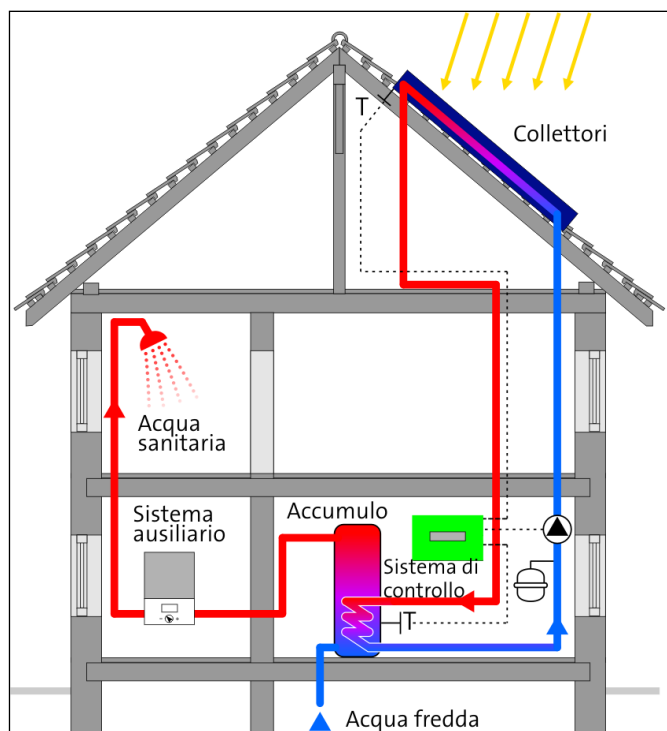


Figura 9.38 - riassunto schematico delle componenti di un impianto solare termico
(Fonte: corso ANIT Rinnovabili)

- *Fase di progettazione*

Fattibilità. Per valutare la fattibilità dell'intervento bisogna verificare: l'esistenza di un impianto centrale per l'acqua calda sanitaria; la superficie disponibile, l'orientamento e la stabilità del tetto; possibilità di accesso per installazione e manutenzione; vincoli autorizzativi; radiazione solare disponibile.

Dimensionamento. Per dimensionare un impianto solare termico è necessario stimare il fabbisogno energetico dell'utenza su base giornaliera/mensile/annua e individuare il compromesso tra energia prodotta dai pannelli solari e quella prodotta dal sistema ausiliare convenzionale, ovvero il fattore di copertura del fabbisogno dell'utenza. Questo compromesso si rende necessario per la grande variabilità della radiazione solare nell'arco dell'anno, se il sistema fosse dimensionato per coprire il fabbisogno richiesto nel mese di dicembre (fabbisogno per riscaldamento elevato e efficienza dei collettori minima) risulterebbe sovradimensionato per i mesi estivi (fabbisogno per riscaldamento nullo ed efficienza dei collettori massima), ovvero superficie captante estremamente elevata e una produzione di acqua calda durante i mesi estivi sovrabbondante. In questa configurazione il fattore di utilizzo del sistema solare (percentuale di energia prodotta dall'impianto durante l'anno che viene consumata dall'utenza) risulta inferiore all'unità, allungando i tempi di ritorno dell'investimento. Oltre alla minor convenienza economica, il sovradimensionamento dell'impianto solare termico, che comporta un surplus di calore non utilizzato durante i mesi estivi, porta ad un fenomeno molto grave chiamato "stagnazione". Quando il sistema è in "stagnazione" l'acqua calda nel circuito non cede calore all'utenza e la sua temperatura può raggiungere anche 200°C con rischio di danni temporanei e/o permanenti a tutto l'impianto. L'installazione di una valvola di sfiato del fluido di lavoro può ridurre il rischio di danni al sistema solo durante brevi periodi di stagnazione. Un corretto dimensionamento di un collettore solare quindi prevede sempre che l'utenza utilizzi completamente l'energia prodotta. L'immagine seguente mostra un

Rapporto

esempio di fabbisogno energetico per ACS, energia prodotta dall'impianto e fattore di copertura per un'utenza di 120 m² in centro Italia con un collettore piano vetrato orientato a Sud e inclinato di 45°C.

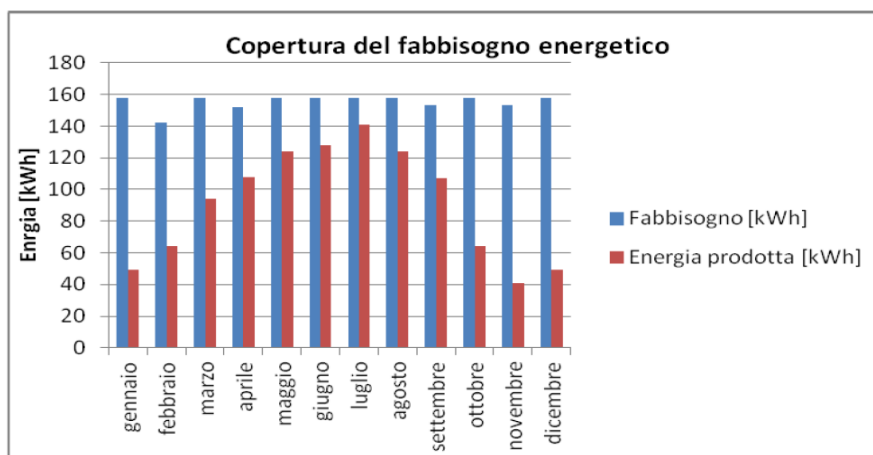


Figura 9.39 – esempio di fabbisogno energetico per acs, energia prodotta e fattore di copertura per un'utenza di 120m2 in centro Italia
(Fonte: TEP srl, esempio tratto da UNITS 11300-4)

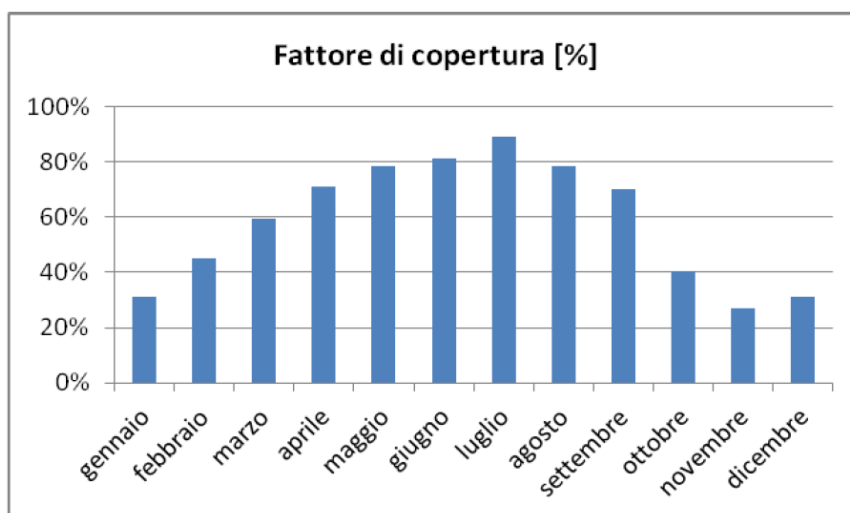


Figura 9.40 – esempio di variabilità mensile del fattore di copertura
(Fonte: TEP srl, esempio tratto da UNITS 11300-4)

Scelta del collettore. La scelta della tipologia di collettore dipende dalla zona climatica in cui deve essere installato, nonché dal periodo di funzionamento e da valutazioni economiche. Ogni collettore ha una sua curva di efficienza istantanea, dipendente dalle caratteristiche costruttive, che assieme alle condizioni esterne (incidenza radiazione solare e temperatura esterna) e le condizioni operative (posizione, orientamento, temperature del fluido di lavoro) permette di calcolare l'efficienza del sistema in un determinato istante o in media giornaliera/mensile.

Rapporto

Pag.
94/146

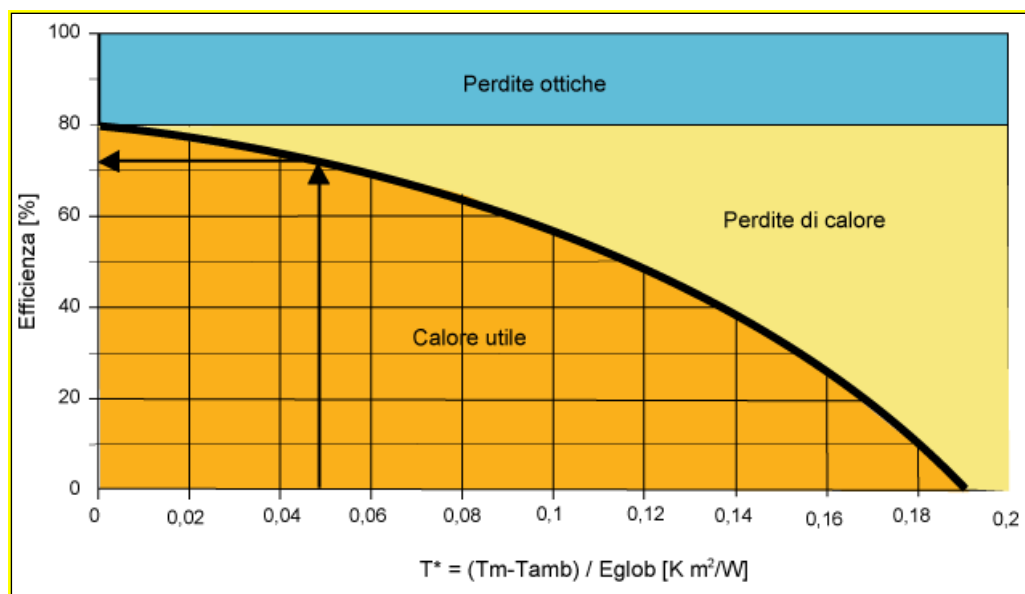


Figura 9.41 – esempio di curva di efficienza istantanea di un pannello solare
(Fonte: corso ANIT rinnovabili)

Con queste informazioni si ricava l'energia che il sistema è in grado di produrre per ogni m² di pannello. Ottenuta questa potenzialità, in funzione del fabbisogno dell'utenza e del fattore di copertura scelto è possibile calcolare la superficie captante totale.

Serbatoio. Per concludere la fase di progettazione è necessario stimare il volume del serbatoio di accumulo (funzione della variabilità giornaliera del fabbisogno energetico) e le componenti del circuito idraulico la cui scelta va eseguita con molta cura per evitare malfunzionamenti in esercizio. L'analisi economica è influenzata dagli incentivi fiscali previsti che possono ridurre di molto il tempo di ritorno dell'investimento.

- *Fase di realizzazione*

Il rendimento di un impianto solare dipende anche dalla coibentazione del circuito, il materiale coibente deve resistere alle alte temperature (oltre 100°C) e agli agenti atmosferici, ai raggi ultravioletti e alle beccate degli uccelli.

L'impianto elettrico deve essere realizzato da figura con idonea competenza in quanto rappresenta una componente importante per il corretto funzionamento dell'impianto e fonte di rischio di incendio.

Nel caso sia presente un dispositivo parafulmine, il collettore dovrà essere collegato a questo.

Durante la fase di realizzazione riveste notevole importanza la sicurezza, dato che nella maggior parte dei casi la costruzione di un impianto solare avviene sul tetto, si devono quindi prendere le precauzioni necessarie per evitare la caduta accidentale di componenti e il lavoro in sicurezza degli operatori (linee vita, Dlgs 81/2008).

Una volta assemblato il sistema, prima di riempire l'impianto con acqua e antigelo, è necessario far circolare dell'acqua per eliminare eventuali residui dal circuito. Dopo si potrà procedere con il controllo della tenuta e le successive fasi di messa in esercizio.

- *Possibili criticità successive*

Orientamenti diversi da quello ideale riducono la prestazione dell'impianto molto meno di quanto normalmente si pensi. Nella maggior parte dei casi questo può essere compensato da un minimo aumento della superficie dei collettori in fase progettuale. Una struttura di supporto per ottenere un migliore orientamento del collettore è, ove possibile, da evitare per motivi estetici.

Rapporto

Nel caso di utilizzo di acqua e glicole come fluido vettore, i materiali zincati nel circuito sono soggetti a deterioramento e quindi a problemi di tenuta.

L'errata impostazione della pressione di esercizio e un calcolo impreciso delle dimensioni del vaso di espansione sono una frequente fonte di malfunzionamento negli impianti solari.

Questi impianti sono normalmente affidabili e richiedono manutenzione minima, tuttavia è idoneo prevedere dei controlli da eseguire con regolarità come ad esempio: verificare che la pressione dell'impianto rimanga costante e che la differenza tra temperatura di mandata e ritorno del collettore non sia troppo eccessiva; controllare che non ci sia aria nell'impianto, controllare la concentrazione dell'antigelo. Questi controlli determinano un costo di esercizio.

- *Valutazione della gravità delle possibili criticità*

La tabella sottostante riassume l'individuazione delle possibili principali criticità del sistema e le conseguenze delle stesse, che possono essere di natura prestazionale, economica, oppure di natura generale. Le conseguenze possono essere sintetizzate sulla base di diversi livelli di gravità così identificabili:
































	Livello grave		Livello medio		Livello lieve
---	---------------	---	---------------	---	---------------

Tabella 9.15 - possibili criticità e conseguenze nell'installazione di pannelli solari per produzione di acs

Descrizione criticità	Valutazione conseguenze					
	Impossibile realizzare l'intervento	Danni funzionali al sistema	Aggravio dei costi	Aspetto estetico/acustico compromesso	Perdita di prestazione e termica	Non raggiungimento del comfort
<i>Mancanza di impianto centralizzato per ACS</i>						
<i>Orientamento del tetto non ottimale</i>						
<i>Superficie disponibile del tetto limitata</i>						
<i>Impossibilità di accesso al tetto per manutenzione</i>						
<i>Ombreggiamento elevato</i>						
<i>Zona climatica e radiazione solare non favorevole</i>						
<i>Sovradimensionamento del pannello solare</i>						
<i>Coibentazione circuito non ottimale</i>						
<i>Impianto elettrico non idoneo</i>						

Rapporto

Pag.
96/146

<i>Linee vita per lavoro su tetto</i>						
<i>Materiali del circuito non idonei al fluido vettore</i>						
<i>Componenti d'impianto non dimensionati correttamente</i>						
<i>Mancata manutenzione</i>						

Rapporto

- *Normativa*

Principali riferimenti normativi da tenere presenti nell'installazione di pannelli solari per produzione di acs:

- Direttiva Europea RES (Renewable Energy Sources) 2009/28/CE del 23 aprile 2009
- Decreto Legislativo 28 del 3 marzo 2011 - Recepimento in Italia della direttiva RES ed obbligo di integrazione delle fonti rinnovabili negli edifici di nuova costruzione e negli edifici esistenti sottoposti a ristrutturazioni rilevanti
- DLGS 115 DEL 30/05/2008 - pannelli solari aderenti o appoggiati al tetto, che non modificano la sagoma dell'edificio, con superficie minore di quella del tetto sono considerati attività libera.
- UNI TS 11300-4: Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 4: Utilizzo di energie rinnovabili e di altri metodi di generazione per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria
- UNI EN 12975-1, "Impianti solari termici e loro componenti. Collettori solari. Requisiti generali"
- UNI EN 12975-2, "Impianti solari termici e loro componenti. Collettori solari. Metodi di prova"
- UNI EN 12976-1, "Impianti solari termici e loro componenti. Impianti prefabbricati. Requisiti generali";
- UNI EN 12976-2, "Impianti solari termici e loro componenti. Impianti prefabbricati. Metodi di prova";

Rapporto

10 APPENDICE 3: CRITICITÀ E BARRIERE ALLA DIFFUSIONE DELL'EFFICIENZA ENERGETICA

Da quanto già presentato è emerso come sia possibile realizzare riqualificazione energetiche i cui costi sono interamente ripagati dai risparmi energetici conseguiti. Ciò può avvenire nella maggior parte degli edifici residenziale presenti sul nostro territorio e, grazie a sistemi di incentivazione previsti, con tempi di ritorno relativamente contenuti. Tuttavia, è un dato di fatto che questi interventi di efficienza energetica non vengono realizzati o, quantomeno, non nella misura che sarebbe lecito attendersi. La ragione va ricercata nella presenza di numerose barriere che limitano il ricorso alle riqualificazioni anche nei casi in cui queste sarebbero convenienti. Per elencare e approfondire queste barriere si è deciso di condurre delle interviste a differenti attori coinvolti nella filiera, spaziando dalle imprese alle banche, dalle associazioni agli amministratori locali e ai consumatori, così da riportare una pluralità di punti di vista.

Nella Figura 6.1 è fornito un quadro di sintesi delle risposte ricevute, sulla base di indicatori compresi tra 1 (poco rilevante) a 5 (molto rilevante).

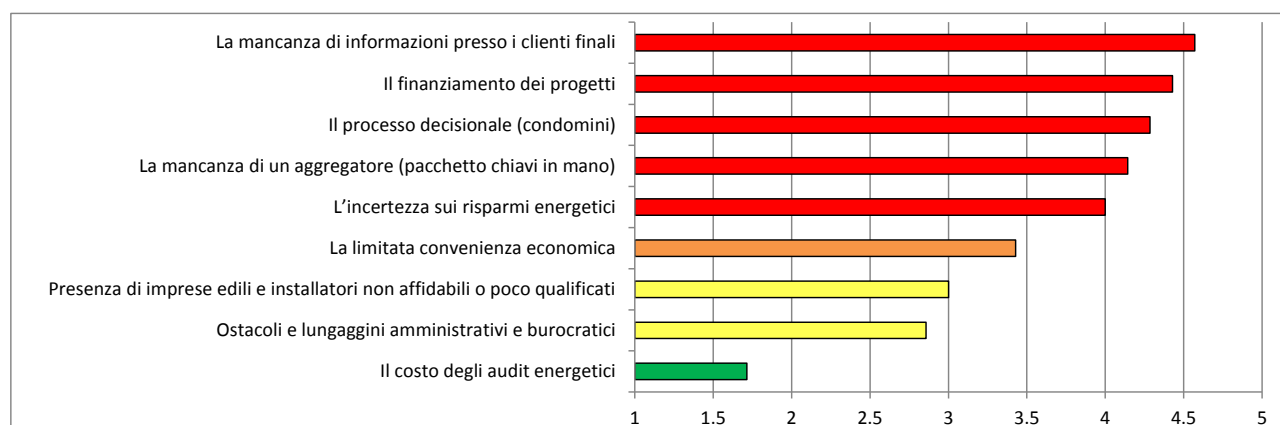


Figura 6.1. Quadro di sintesi delle barriere identificate e della loro rilevanza

10.1 Mancanza di informazioni presso i clienti finali

È emerso che la barriera principale risiede nella mancanza di informazioni presso i clienti finali. Infatti, per quanto i cittadini siano sensibili alle spese per il riscaldamento e l'acqua calda sanitaria, non sono tuttavia coscienti della reale possibilità di ridurre in maniera consistente i propri consumi attraverso interventi i cui costi possono essere ripagati dai risparmi energetici conseguiti. Paradossalmente, Paolo Landi, presidente della Fondazione Consumo Sostenibile¹², rimarca come il consumatore sia raggiunto da moltissime informazioni sul tema dell'energia, ma perlopiù veicolate con scopi meramente commerciali e che vengono recepite con giusto scetticismo. Servirebbe, invece, che un'entità indipendente fornisse al cittadino, in maniera semplice e comprensibile, indicazioni circa le innovazioni tecnologiche, i costi di investimento e i tempi in cui questa spesa si può ammortizzare. Questo ruolo potrebbe essere ricoperto anche dalle amministrazione e dalle agenzie locali che potrebbero fare comunicazione e informazione sui benefici economici e ambientali derivanti dalle riqualificazioni e sugli incentivi disponibili. Ma, probabilmente la questione è da porsi ancora più a monte. Come riporta Cecilia Hugony, responsabile innovazione di Rete Irene¹³, siamo di fronte a una barriera di tipo culturale giacché, più delle incognite sugli aspetti economici e tecnici, risulta decisivo il mancato riconoscimento del valore sociale delle riqualificazioni energetiche. I cittadini, infatti, sono sensibili al tema della riduzione delle emissioni di CO₂ e se informati correttamente sarebbero pronti a contribuire a tale

¹² Fondazione Consumo Sostenibile è una fondazione legata al mondo dei consumatori e allo sviluppo sostenibile.

¹³ Rete Irene è una rete di 13 imprese impegnate nel settore delle riqualificazioni energetiche.

Rapporto

obbiettivo. Non si registra una vera e propria domanda di riqualificazioni energetiche e non si può certo parlare di un mercato già maturo. Gli interventi realizzati sono trainati quasi esclusivamente dalla necessità di ristrutturare e la riduzione dei consumi non è quasi mai l'obiettivo principale del lavoro. Concludendo, per superare questa difficoltà è fondamentale che si moltiplichino e si pubblicizzino adeguatamente gli interventi già realizzati così che si crei una consapevolezza diffusa alimentata da vettori indipendenti e molteplici e, perché no, anche attraverso l'efficace mezzo del passa-parola.

10.2 Il finanziamento dei progetti

Secondo l'opinione degli intervistati, la seconda barriera per importanza è il finanziamento dei progetti. È opinione che lo sviluppo del mercato sia fortemente rallentato dal difficile coinvolgimento di soggetti finanziari che consentano investimenti significativi caratterizzati da lunghi tempi di rientro. Per superare questa barriera, sostiene Bruno Villavecchia, direttore ambiente e energia di AMAT¹⁴, un aspetto innovativo potrebbe essere coinvolgere le banche e le assicurazioni creando linee di credito dedicate. Ciò consentirebbe di agevolare il finanziamento dell'opera e contribuirebbe a dare la certezza di rientrare nei costi. Mario Tallarico, rappresentante di Banca Popolare di Milano, ricorda che già esistono prodotti specifici orientati sia ai privati che ai condomini. Tuttavia non bisogna farsi illusioni, la bontà del progetto di riqualificazione di per sé non è una condizione sufficiente per accedere al credito se non è accompagnata da presupposti di solvibilità. Per quanto riguarda il credito alle ESCO, una collaborazione con le banche ha senso soprattutto per progetti di dimensioni importanti. Per i piccoli progetti del residenziale, le banche preferiscono finanziare direttamente i privati o i condomini, piuttosto che piccole società (spesso con limitato capitale sociale) che sembrano create apposta per la realizzazione di specifici interventi. Da sottolineare, inoltre, che la richiesta di finanziamenti è in aumento, indice che qualcosa si sta muovendo e anche per i condomini sembra che i tempi stiano per diventare maturi per la realizzazione di un numero considerevole di progetti. Fondamentale, sostiene l'assessore del comune di Parma Michele Alinovi, sarebbe l'istituzione di fondi rotativi. Tali fondi (di natura pubblica o privata) potrebbero essere alimentati attraverso un credito agevolato da parte delle banche, finanziamenti regionali e parzialmente anche da contributi energetici perequativi connessi a bonus volumetrici. Nuovamente Tallarico ricorda che sparsi sul territorio esistono già numerosi esempi di fondi rotativi che si contraddistinguono per essere marcatamente locali e settoriali.

10.3 Il processo decisionale nei condomini

Una barriera che si rivela spesso decisiva negli edifici condominiali risiede nel processo decisionale. Del resto è abbastanza naturale che non sia facile mettere d'accordo un numero consistente di persone su investimenti onerosi. La soluzione, sostiene Hugony, non può però essere il conferimento di maggiori poteri agli amministratori. Il condominio non è un residence in cui si paga un canone per un servizio. I condomini devono essere partecipi della decisione e per questo vanno informati adeguatamente. Ovviamente i tempi tenderanno a dilatarsi, ma la via maestra per superare questa barriera è, fuor di dubbio, una maggiore informazione e, magari, anche nel fornire garanzie. Come ricorda Marco Corradi, presidente di ACER Reggio Emilia¹⁵, in realtà, non ci siano ostacoli da un punto di vista normativo, giacché la legge consente di prendere una decisione. Ovviamente però c'è bisogno di tempo per convincere i condomini sulla bontà del progetto.

¹⁴ AMAT è un'agenzia del comune di Milano che si occupa di trasporti, energia e ambiente.

¹⁵ ACER è l'agenzia per la casa della regione Emilia-Romagna.

Rapporto

10.4 La mancanza di un aggregatore

La mancanza di un aggregatore che fornisca ai clienti un pacchetto “chiavi in mano” è senz’altro una delle barriere più importanti. Valeria Erba, presidente di ANIT¹⁶, fa notare come sarebbe estremamente utile il diffondersi di reti che includano al loro interno sia imprese, edili ed impiantistiche, sia un ente finanziatore. Così, il cliente finale avrebbe un unico interlocutore a partire dalla diagnosi fino alla realizzazione passando per il finanziamento del progetto. Tuttavia, nel residenziale, questo ruolo difficilmente potrà essere coperto dalle ESCO, giacché le dimensioni dei progetti sono tali da non interessare le società più grandi, mentre le quelle “medio-piccole” raramente hanno la capacità di gestire anche finanziariamente gli interventi nonché di promuoversi e comunicare i vantaggi ai privati. In un senso più generale, il compito di mettere insieme i diversi attori coinvolti nella filiera potrebbe essere svolto, anche se non necessariamente secondo Corradi, da un entità pubblica. Opinione condivisa da Alinovi, che vede necessaria la presenza di network che includano diverse professionalità e dove l’ente pubblico può esercitare il ruolo di garante.

10.5 L’incertezza sui risparmi energetici

Anche l’incertezza sui risparmi energetici è risultata essere una delle barriere principali. Marco Zagni, direttore tecnico di Ars Aedificandi¹⁷, ribadisce come incertezza ci sia, ancora prima che nei potenziali risparmi, anche negli stessi costi degli interventi di riqualificazione. Una strada per superare questo ostacolo potrebbe essere la garanzia del risultato. È il caso citato da Hugony in cui le imprese realizzatrici degli interventi si impegnano a garantire una certa riduzione dei consumi attraverso una fidejussione bancaria. Un’altra possibilità, su cui pone molta enfasi e fiducia Corradi, potrebbe essere rappresentata dai contratti a garanzia di risultato (EPC - *energy performance contracts*). Anche Villavecchia, che crede possibile e auspica una diffusione degli EPC, ricorda però che deve essere chiaro chi si assume il rischio e il rischio non deve essere a carico dell’utente finale. Diversamente il sistema non può decollare. In un mercato già più strutturato, potrebbero esistere prodotti assicurativi atti a fornire al cliente finale ed, eventualmente anche al soggetto finanziatore, le adeguate garanzie sui risparmi energetici. Tuttavia, sottolinea Tallarico, sebbene questi strumenti possano considerarsi positivi, e quindi potrebbero facilitare l’accesso al credito, bisogna sempre aver presente che la solvibilità rimane una condizione vincolante. Infine, collegato al tema dei risparmi energetici e di chi ne fruisce, c’è la questione delle abitazioni in affitto. Landi rimarca come in alcuni paesi europei quali l’Olanda, nei casi in cui venga realizzato un intervento di riqualificazione energetica e ci sia una riduzione del costo dell’energia per l’inquilino, l’ammontare del canone di affitto subisce un adeguamento secondo modalità regolamentate.

10.6 La limitata convenienza economica

La limitata convenienza economica e, di conseguenza, i tempi di ritorno che possono essere più lunghi rispetto alla durata dei finanziamenti concessi, sono ostacoli rilevanti ma decisamente meno decisivi di quelli a cui si è già accennato. Tallarico osserva che in realtà, specie per i privati, esistono linee di credito che prevedono durate di 10 anni e che quindi dovrebbero essere in linea con la realizzazione degli interventi più comuni e più efficaci sotto il profilo dei costi. Per i condomini la situazione è più complessa in quanto sono allo studio finanziamenti fino a 7 anni.

10.7 Imprese ed installatori poco qualificati

Poco rilevante o quantomeno facilmente superabile come barriera è da considerarsi, invece, la presenza di imprese edili e installatori non affidabili o poco qualificati. Sebbene serva una professionalità più alta,

¹⁶ ANIT (Associazione nazionale per l’isolamento termico e acustico) è un’associazione nazionale che raggruppa oltre 1600 progettisti e un centinaio di aziende.

¹⁷ Ars Aedificandi è un’azienda che si occupa di ristrutturazioni e di nuove costruzioni, in Italia e all’estero.

Rapporto

rimarca Alinovi, questa si potrebbe costruire in poco tempo se nella gente ci fosse quell'attenzione e consapevolezza verso le riqualificazioni energetiche e, soprattutto, la volontà di intraprendere tali azioni. Erba riporta che gli operatori devono formarsi secondo regole chiare e univoche ed essere in grado di comunicare efficacemente le proprie capacità. Al limite, solo per alcune tipologie di interventi più delicati (come ad esempio il "cappotto") potrebbe essere auspicabile una sorta di patentino che attesti la formazione dell'operatore. In generale, avere figure certificate obbligatoriamente, non aiuterebbe il sistema. Questa linea è condivisa anche da tutti gli altri intervistati, contrari ad un ennesimo obbligo. Landi fa notare che, finché una certificazione rimane facoltativa, il consumatore può ricercarla se la reputa autorevole. Contrariamente, diverrebbe una sorta di pedaggio che si recherebbe di assolvere al minor costo e, come ben sintetizza Zagni, il meccanismo si ridurrebbe in breve tempo in un mercimonio. Opinioni abbastanza concordi sono da segnalarsi anche circa l'effettiva sinergia tra imprese edili ed impiantistiche. Erba nota come i professionisti termotecnici legati all'impiantistica, in maggioranza, continuino a spingere solo sugli impianti senza pensare che il loro funzionamento è ottimizzato qualora anche l'involucro raggiunge buone prestazioni. Anche il viceversa è vero, anche se è più frequente che i tecnici edili si consultino e cerchino collaborazioni con gli impiantisti. Infine Zagni rimarca come non esista una sinergia, quanto piuttosto esiste una pluralità: punti di vista diversi costretti a convivere che convergono qualora una regia li riconduca ad un dimensione d'insieme.

10.8 Ostacoli amministrativi e burocratici

A detta delle persone coinvolte nell'inchiesta, risultano ancora meno rilevanti gli ostacoli di tipo amministrativo e/o burocratico. Tuttavia, in termini di promozione lo Stato centrale può fare sicuramente di più. Corradi sostiene che il "Conto termico" non sia sufficiente per interventi profondi, ma le regioni potrebbero integrare attraverso fondi strutturali. Alinovi lamenta la mancanza di certezza circa la continuità degli incentivi e un quadro normativo che cambia ogni anno. Hugony auspica sistemi di incentivazione che prevedano una giusta premialità in funzione dei risparmi energetici conseguiti. Erba, seppur parzialmente d'accordo e osservando come sia poco stimolante mettere quasi sullo stesso livello le riqualificazioni energetiche e le semplici ristrutturazioni, vede difficile l'attuarsi di tali meccanismi. Propone invece sistemi mirati a coprire il finanziamento dell'intervento. Un esempio potrebbe consistere in detrazioni fiscali rivolte direttamente alle imprese che realizzeranno gli interventi, così da abbattere i costi di investimento iniziale e superare l'ostacolo dell'incapienza fiscale. Per quanto riguarda il ruolo che possono svolgere le amministrazioni e gli enti pubblici si riscontra una certa convergenza nelle opinioni degli intervistati. Villavecchia immagina che le agenzie locali, oltre a promuovere e organizzare iniziative di formazione e informazione, possano svolgere una funzione di assistenza e accompagnamento dell'intero processo, in modo da coadiuvare attivamente gli attori nelle diverse fasi che portano alla realizzazione di interventi, collaborando soprattutto alla rimozione delle barriere che attualmente impediscono al mercato uno sviluppo adeguato. Alinovi, in sintonia con quest'idea, reputa che le amministrazioni locali debbano attuare due tipi di politiche intersecanti. Una a livello di *governance* del processo di riqualificazione, attraverso progetti dove la pubblica amministrazione dispone un protocollo di intesa¹⁸ tra i vari soggetti coinvolti nel network delle riqualificazioni quali gli amministratori di condominio, le imprese, i professionisti, le banche e le assicurazioni. Il secondo asse è la pianificazione urbanistica strategica di matrice energetica. In breve, lo strumento chiave è il piano energetico e le possibili leve da sfruttare sono la riduzione degli oneri di urbanizzazione secondaria (U2) e l'incremento volumetrico in caso o di prestazioni energetiche eccellenti o di contributi energetici "perequativi". Connesso al ruolo dello stato e dei suoi enti centrali e periferici, c'è il tema degli edifici residenziali di proprietà pubblica. Corradi riporta che, al momento, gli interventi nel "social housing" non sono adeguatamente promossi, sebbene sul tema si stia acquisendo una certa consapevolezza. Il limite è legato ad un approccio per cui si attende la copertura finanziaria al 100% prima di intraprendere delle azioni. Purtroppo in questo modo sarà sempre più difficile operare e

¹⁸ Degli esempi possono essere i progetti condomini intelligenti (comune di Genova), condomini sostenibili (comune di Ferrara) e Patti chiari per l'efficienza energetica (Comune di Milano).

Rapporto

per questo sarà fondamentale l'integrazione degli strumenti finanziari e, in particolare, il ricorso a strumenti innovativi come i contratti EPC. È questo un pensiero abbastanza condiviso con Villavecchia che vede l'elemento chiave l'opportunità di accedere a finanziamenti nel rispetto dei vincoli cui si devono attenere gli enti pubblici. L'EPC costituisce uno strumento utile e la stessa CONSIP tende a formulare contratti che vanno in questa direzione (si vedano il servizio energia e l'illuminazione pubblica). In generale gli enti pubblici devono seguire procedure e regole ben precise, diverse e più vincolate rispetto alla contrattualistica privata, quindi pur restando valido il principio che regola l'EPC, gli strumenti specifici e la contrattualistica devono essere definite ad hoc, così come il quadro regolatorio che disciplina gli enti pubblici deve essere eventualmente adeguato ai nuovi strumenti.

10.9 Costo degli audit energetici

Per concludere, il costo degli audit energetici non è vista come una barriera. Anzi, sostiene Villavecchia, se effettuati correttamente e con i dovuti approfondimenti, essi dovrebbero essere il primo passo ogni qual volta si vuole realizzare un intervento importante sull'involucro o sull'impianto. Un audit attendibile costituisce, inoltre, una garanzia per l'utente finale e per l'eventuale ente finanziatore. Tuttavia, provvedimenti che rendano obbligatori gli audit potrebbero rivelarsi controproducenti, giacché è elevato il rischio che siano vissuti come un mero adempimento cui ottemperare al minimo costo a scapito della qualità. A tal proposito, Hugony e Zagni citano l'esempio negativo fornito dalla certificazione energetica che, anche in assenza di adeguati controlli, ha portato talvolta ad attestati di infimo livello e dubbia utilità. Si segnala inoltre, come sottolineato da Erba, la possibile confusione che potrebbe crearsi proprio tra diagnosi e certificazione energetica, il tutto a scapito dei cittadini e dell'intero sistema. Infine, controcorrente è l'opinione di Landi che, talvolta, vede superflui gli audit energetici, giacché, specie per interventi meno profondi, potrebbe essere sufficiente la condivisione di best practices.

10.10 Da necessità ad opportunità

Il parco edilizio residenziale italiano è in gran parte caratterizzato da edifici con oltre mezzo secolo di vita ed energeticamente inefficienti. Ciò si traduce in "uno spreco energetico" di circa 8 miliardi di tonnellate equivalenti di petrolio. Eliminare questo spreco è possibile: varie tecnologie, incentrate sia sugli involucri edilizi sia sugli impianti, fanno sì che le "riqualificazioni energetiche" siano un percorso che porta alla riduzione dei consumi in una maniera che può essere finanziariamente sostenibile. Percorso che induce anche positive ricadute all'interno del nostro Paese, tenendo conto che l'edilizia, nonostante la grave crisi degli ultimi, rappresentano ancora un settore chiave della nostra economia. In questa monografia si è visto come sia possibile realizzare interventi di efficienza energetica i cui costi si ripaghino attraverso le minori spese per le bollette energetiche. Si stima che quasi nel 60% del parco residenziale sia possibile mettere in atto misure di efficienza energetica che abbiano tempi di ritorno degli investimenti pari o inferiori a 15 anni. Tuttavia si è osservato come, nella realtà, solo una piccola frazione di questo potenziale sia sfruttato. Ciò accade a causa di numerose barriere, tra cui le principali, a giudizio degli esperti interpellati, sono la mancanza di consapevolezza nei cittadini, il finanziamento dei progetti e il processo decisionale nei condomini.

Una strategia per superare questa impasse potrebbe consistere nello sfruttare appieno le cosiddette finestre d'opportunità, ossia, anche grazie ai benefici economici derivanti dagli incentivi previsti, realizzare le riqualificazioni energetiche in occasione di interventi necessari per il funzionamento, il decoro e la sicurezza di un edificio. La maggiore convenienza economica che si registra in questi casi è fondamentale, in quanto riduce i tempi di ritorno degli investimenti entro i 10 anni, rendendoli compatibili con le durate dei finanziamenti concessi dagli istituti di credito o dai fondi rotativi. È, quindi, un'opportunità che può facilitare il superamento della barriera "finanziamento". Oltre al vile denaro, realizzare la riqualificazione energetica contestualmente ad opere di manutenzione già di per sé necessarie, significa che i fastidi connessi a una ristrutturazione si sarebbero dovuti comunque sopportare e non sono da considerarsi come un onere aggiuntivo da sobbarcarsi. Soprattutto, è un

Rapporto

momento favorevole per proporre un intervento di efficienza energetica nel contesto di un condominio, essendo l'argomento ristrutturazione già all'ordine del giorno. Inoltre, in un tale contesto è più facile cogliere l'attenzione dei condomini e, in generale, dei cittadini, veicolando dei messaggi proprio quando sono più disponibili a ricevere tali informazioni.

Si è scritto strategia. Non è un caso. Infatti, se in parte il presentarsi di queste occasioni dipende dall'età e dalle caratteristiche costruttive dell'edificio, dati di fatto, ci sono comunque almeno tre aspetti nei cui confronti il decisore politico ha un ruolo attivo: incentivazione, regolamentazione e ruolo esemplare. In questa monografia si è parlato ampiamente di incentivi e di come, spesso, le riqualificazioni energetiche si giustificano sul piano economico solo grazie a questi strumenti (in primis le detrazioni fiscali). Allo stato attuale le detrazioni fiscali per l'efficienza energetica non sono correlate ai risparmi energetici conseguiti. Inoltre, è da rimarcare che, seppur in misura minore (50% anziché 65%), detrazioni sono previste anche per ristrutturazioni che non comportano alcun beneficio in termini di minori consumi. Senz'altro si potrebbe pensare a un sistema che premi maggiormente chi scelga di ridurre i propri consumi. Non da ultimo, potenziare il sistema dei fondi rotativi favorirebbe il finanziamento dei progetti.

Il secondo asse su cui è possibile agire è quello della regolamentazione, indirizzando chi ristruttura un edificio a prevedere opportune misure di efficienza energetica. Con il recepimento della Direttiva 2010/31 si sta andando in questa direzione, anche se, comprensibilmente, è complesso trovare un equilibrio tra rischiare di perdere l'opportunità di ridurre i consumi e disincentivare le ristrutturazioni ponendo dei vincoli troppo esigenti.

L'esempio delle istituzioni pubbliche è cruciale: far conoscere ai cittadini le riqualificazioni realizzate concorre a creare consapevolezza verso il tema del risparmio energetico e i benefici, anche economici, che si possono ottenere. Da non tralasciare che un tale ruolo esemplare stimola la crescita professionale degli operatori coinvolti contribuendo allo sviluppo di una filiera efficace.

In conclusione, è quindi fondamentale prevedere, potenziare e diffondere quegli strumenti che favoriscono e accrescono l'interesse verso la riqualificazione energetica degli edifici residenziali, avendo ben presente che perdere queste opportunità potrebbe voler dire bloccare dei potenziali risparmi energetici per tempi molto lunghi.

Rapporto

11 APPENDICE 4: MECCANISMI DI INCENTIVAZIONE

Con riferimento alle politiche di incentivazione finalizzate all'incremento dell'efficienza energetica nel settore residenziale, viene presentata una sintesi delle disposizioni legislative associate alle tre tipologie di incentivi previsti dalla normativa italiana (Titoli di Efficienza Energetica, Detrazioni Fiscali e Conto Termico). In particolare, oltre al quadro normativo di riferimento, sono riportate le disposizioni relative agli ambiti di applicazione, ai soggetti interessati, alle tipologie di intervento agevolabili e ai requisiti tecnici necessari per accedere ai diversi incentivi.

Per alcuni interventi di maggiore interesse viene riportato uno schema comparativo delle diverse specifiche tecniche richieste e delle modalità di determinazione degli incentivi. Inoltre, per due edifici (monofamiliare e grande condominio) collocati in differenti zone climatiche (E/Milano e C/Bari), è presentato un confronto tra l'entità degli incentivi calcolati secondo le diverse normative da cui emergono, con maggiore chiarezza, i criteri che li sottendono.

Infine, nel capitolo finale, vengono presentate le forme di incentivazione per l'efficienza energetica nei consumi elettrici. In particolare si ripercorrono le normative con i rispettivi incentivi a partire dal 2006, per meglio comprendere su quali tecnologie si sono concentrati i principali sforzi e attraverso quali forme di incentivazione.

11.1 Detrazioni fiscali

La prima forma di incentivi atti a promuovere gli interventi di riqualificazione e valorizzazione energetica del patrimonio edilizio esistente viene introdotta con la Legge 27 dicembre 2006, n. 296 *"Disposizioni per la formazione del bilancio annuale e pluriennale dello Stato – Legge finanziaria 2007"* insieme ad altre agevolazioni finalizzate a incrementare l'efficienza energetica del parco italiano di alcuni apparecchi elettrici. Si tratta di un pacchetto di disposizioni contenute in 19 commi (344-363) dell'unico articolo (art. 1) della legge.

Gli articoli 344-347 individuano i quattro filoni di intervento che riguardano in modo specifico la riqualificazione energetica degli edifici, più precisamente la riduzione del fabbisogno energetico per il riscaldamento, il miglioramento termico dell'edificio (finestre comprensive di infissi, coibentazioni, pavimenti), l'installazione di pannelli solari e la sostituzione degli impianti di climatizzazione invernale con altri di maggior efficienza.

In questi casi, nel seguito specificati, viene riconosciuta una detrazione dall'imposta lorda, a valere sia sull'Irpef che sull'Ires, pari inizialmente al 55% delle spese sostenute, agevolazione che, con alcune modifiche, è stata riconfermata negli anni fino al 31 dicembre 2015 per interventi su singole unità immobiliari e al 30 giugno 2016 per interventi su parti comuni di edificio condominiale o che interessano tutte le unità immobiliari del condominio.

11.1.1 Riferimenti normativi

La prima colonna della Figura 11.1, riporta la serie di leggi finanziarie/stabilità e decreti legge di riferimento emessi a partire dal dicembre 2006 all'agosto 2013.

In successione si ritrovano:

- la Legge 27/12/ 2006 n. 296 che introduce la detrazione del 55%;
- la Legge 24/12/ 2007 n. 244 che integra ed estende la suddetta detrazione agli interventi effettuati entro il 2010;
- la Legge 13/12/2010 n. 220 che conferma la detrazione per tutto il 2011, ripartendola in 10 quote annuali di pari importo;
- la Legge 22/12/ 2011 n.214 e il D.Lgs .22/06/12 n. 83, convertito dalla Legge 07/08/12 n.134, che estendono le agevolazioni fiscali rispettivamente a fine 2012 e al 13 giugno 2013;
- il D.Lgs. 04/06/2013 n. 63 convertito dalla Legge 03/08/2013 n. 90 che incrementa la detrazione dal 55 al 65% e ne proroga la validità al 31/12/2013;

Rapporto

- infine la *Legge del 27/12/13 n.147 (Legge di stabilità 2014)* che, con riferimento a interventi su unità immobiliari, conferma le detrazioni del 65% al 31/12/14 e, successivamente, ridotte al 50%, al 31/12/2015. Con riferimento a interventi su parti comuni di un edificio o effettuati su tutte le unità di un condominio, la detrazione del 65% permane fino al 30/06/2015 e, ridotta al 50%, riconosciuta fino al 30/06/16.

A partire dal 1° gennaio 2016 (e dal 01/07/16 per interventi su parti comuni di condomini) gli interventi di riqualificazione energetica sono associati a quelli relativi a ristrutturazioni edilizie per i quali è prevista una detrazione del 36%.

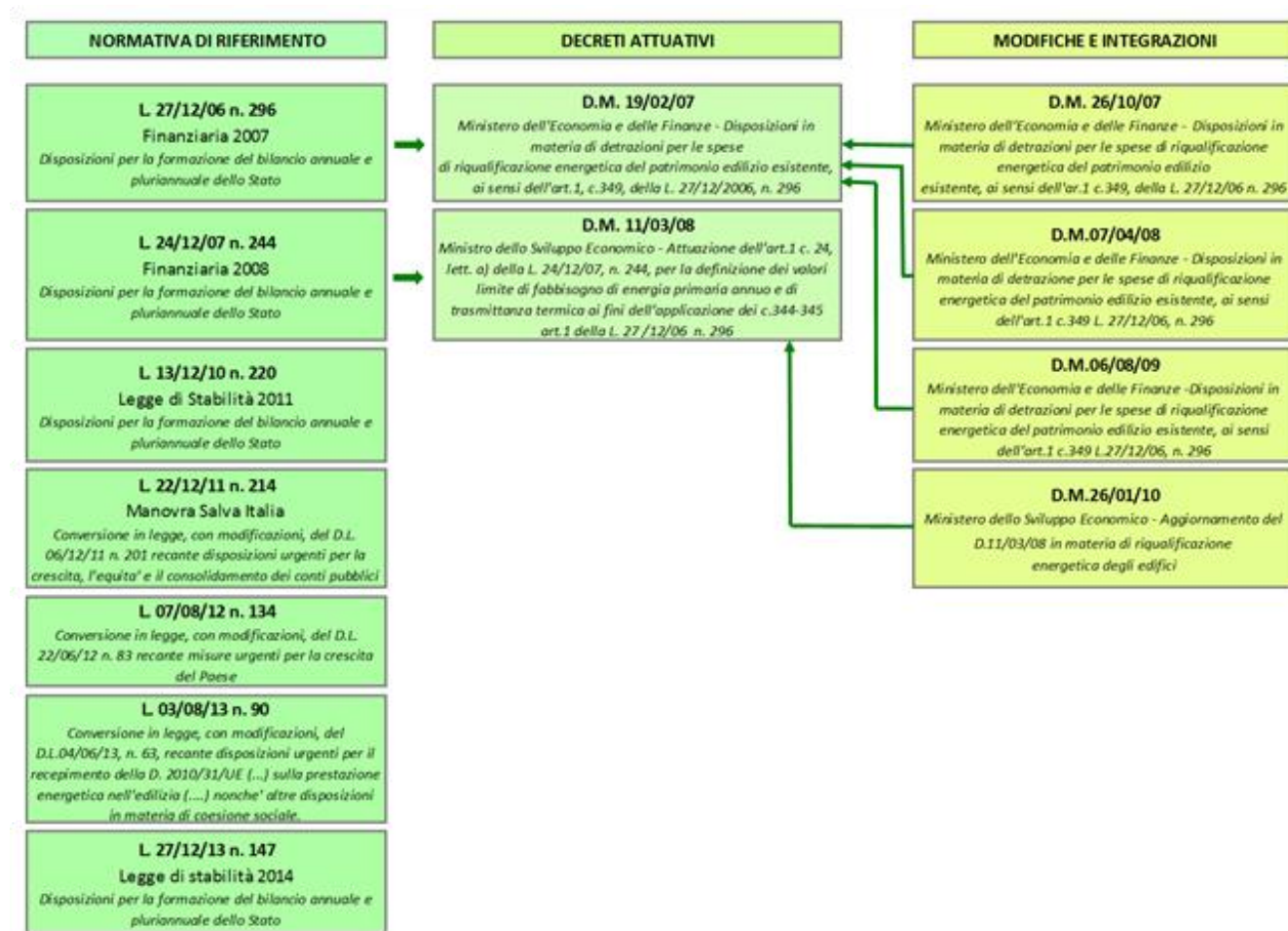


Figura 11.1 - Quadro normativo relativo a detrazioni fiscali associate a interventi di efficienza energetica

Ai provvedimenti di riferimento si affiancano due decreti attuativi, il *D.M. 19/02/2007* (correlato alla finanziaria 2007) e il *D.M. 11/03/2008* (correlato alla finanziaria 2008) con relativi Decreti Ministeriali di modifica e integrazione (*D.M. 26/10/2007*; *D.M. 07/04/08*; *D.M. 06/09/2009* e *D.M. 26/01/10*). Specifici chiarimenti sull'applicazione della detrazione sono inoltre contenuti in Circolari, Risoluzioni e Provvedimenti riportati nel sito ENEA (<http://efficienzaenergetica.acs.enea.it/decreti.htm>) e dell'Agenzia delle Entrate (<http://www.agenziaentrate.gov.it>).

Rapporto

11.1.2 Soggetti interessati

Possono accedere alle detrazioni le persone fisiche, gli enti e i soggetti non titolari di redditi d'impresa di cui all'art.5 del Testo unico delle imposte sui redditi, approvato con il DPR 22/12/86 n. 917 e i soggetti titolari di reddito d'impresa.

A titolo d'esempio:

- le persone fisiche, compresi gli esercenti di arti e professioni;
- i contribuenti che conseguono reddito d'impresa (persone fisiche, società di persone o di capitali);
- le associazioni di professionisti;
- gli enti pubblici e privati che non svolgono attività commerciale.

Con riferimento alle persone fisiche possono fruire dell'agevolazione anche:

- i titolari di un diritto reale sull'immobile;
- i condomini, per gli interventi sulle parti comuni;
- gli inquilini;
- chi detiene l'immobile in comodato.

11.1.3 Edifici ammessi (Circolare Agenzia Entrate 31/05/07)

Le detrazioni dell'imposta lorda riguardano gli edifici esistenti di qualunque destinazione d'uso e dotati di impianto di riscaldamento, requisito questo non richiesto nel caso di intervento di installazione di pannelli solari. Non sono considerati impianti termici apparecchi quali: stufe, caminetti, radiatori individuali e scaldacqua unifamiliari a meno che la somma delle potenze nominali del focolare al servizio della singola unità immobiliare non sia ≥ 5 kW (D.M. 04/06/13 n.63 e s.m.i.)

A seguito di un intervento che preveda il frazionamento dell'unità immobiliare, l'impianto termico deve essere comunque centralizzato e, nel caso di demolizione e ricostruzione dell'immobile, la ristrutturazione deve rispettare la fedele ricostruzione dell'esistente.

11.1.4 Interventi agevolabili

Gli interventi sono nel seguito identificati con i numeri di articolo e comma che li individuano nella Legge 27/12/06 n.296 ai quali fanno riferimento le norme successive e sono aggiornati al 04/08/13, data di entrata in vigore dell'ultima disposizione legislativa al riguardo, la legge 03/08/13 n.90.

La detrazione spetta per le spese documentate relative a:

Art. 1 c.344: interventi di riqualificazione energetica di edifici esistenti che conseguono un valore limite di fabbisogno di energia primaria annuo, per la climatizzazione invernale, inferiore di almeno il 20% ai valori riportati in Tabella 11.1 e Tabella 11.2 (Allegato A del Decreto MiSE del 11/03/2008 come modificato dal Decreto MiSE del 26/01/2010). In questi casi è prevista la detrazione, dall'imposta lorda, del 65% delle spese sostenute dal contribuente, fino a un valore massimo di detrazione pari a 100.000 euro, da ripartire in dieci quote annuali di uguale importo.

Il fabbisogno di energia primaria annuo va calcolato con riferimento all'intero edificio e non alle singole porzioni immobiliari che lo compongono.

Rapporto

Tabella 11.1 - Valori limite dell'indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale in kWh/m³ anno Edifici residenziali di classe E (art.3-DPR 412/93) esclusi collegi, conventi, case di pena e caserme

Rapporto di forma dell'edificio S/V	Zona climatica									
	A	B		C		D		E		F
	fino a 600 GG	a 601 GG	a 900 GG	a 901 GG	a 1400 GG	a 1401 GG	a 2100 GG	a 2101 GG	a 3000 GG	oltre 3000 GG
≤0,2	7,7	7,7	11,5	11,5	19,2	19,2	27,5	27,5	37,9	37,9
≥0,9	32,4	32,4	43,2	43,2	61,2	61,2	71,3	71,3	94,0	94,0

Tabella 11.2 - Valori limite dell'indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale espressi in kWh/m³ anno – Tutti gli altri edifici

Rapporto di forma dell'edificio S/V	Zona climatica									
	A	B		C		D		E		F
	fino a 600 GG	a 601 GG	a 900 GG	a 901 GG	a 1400 GG	a 1401 GG	a 2100 GG	a 2101 GG	a 3000 GG	oltre 3000 GG
≤0,2	1,8	1,8	3,2	3,2	5,4	5,4	7,7	7,7	10,3	10,3
≥0,9	7,4	7,4	11,5	11,5	15,6	15,6	18,3	18,3	25,1	25,1

I valori limite riportati nella Tabella 11.1 e Tabella 11.2 sono espressi in funzione della zona climatica, così come individuata all'Art. 2 del D.P.R. 26/08/1993 n. 412, e del rapporto di forma dell'edificio S/V, dove:

- S, espressa in metri quadrati, è la superficie che delimita verso l'esterno (ovvero verso ambienti non dotati di impianto di riscaldamento), il volume riscaldato V;
- V è il volume lordo, espresso in metri cubi, delle parti di edificio riscaldate, definito dalle superfici che lo delimitano.

Per valori di S/V compresi nell'intervallo 0,2 - 0,9 e, analogamente, per gradi giorno (GG) intermedi ai limiti delle zone climatiche riportati in tabella, si procede mediante interpolazione lineare.

Per località caratterizzate da un numero di gradi giorno superiori a 3001 i valori limite sono determinati per estrapolazione lineare, sulla base dei valori fissati per la zona climatica E, con riferimento al numero di GG proprio della località in esame.

Nelle indicazioni di normativa riferite al comma 344, fatti salvi i limiti posti al fabbisogno di energia primaria annuo per la climatizzazione invernale dell'edificio, non vengono specificati i possibili interventi, e loro caratteristiche, atti a raggiungere le suddette prescrizioni di legge. Pertanto, a titolo d'esempio, possono rientrare in questa categoria quegli interventi di coibentazione dell'immobile e di sostituzione o installazione di impianti di climatizzazione invernale che non possiedono i requisiti richiesti nei successivi commi 345-347 come gli impianti di climatizzazione invernale dotati di caldaie non a condensazione o di scambiatori per teleriscaldamento oppure strutture opache con valori di trasmittanza che non rispettano i limiti prescritti dall'Art. 345.

Tuttavia, nel caso di sostituzione di impianti di climatizzazione invernale con altri dotati di generatori di calore alimentati da biomasse combustibili, i generatori devono rispettare le seguenti condizioni:

- avere un rendimento utile nominale minimo conforme alla classe 3 di cui alla norma Europea UNI-EN 303-5;

Rapporto

- b) rispettare i limiti di emissione di cui all'All. IX alla parte quinta del D.Lgs 03/04/06 n.152 e s.m.i. o i più restrittivi limiti fissati da norme regionali, ove presenti;
- c) utilizzare biomasse combustibili ammissibili ai sensi dell'All. X alla parte quinta del D.Lgs 03/04/06, n. 152 e successive modifiche e integrazioni;
- d) per i soli edifici ubicati nelle zone climatiche C, D, E ed F, avere valori della trasmittanza (U) delle chiusure apribili e assimilabili, quali porte, finestre e vetrine ecc. che delimitano l'edificio verso l'esterno o verso locali non riscaldati, compresi entro i limiti massimi riportati in Tabella 11.3 (vedi Tab.4a Art.4, c.4, lett.c, del DPR del 02/04/09 n. 59).

Tabella 11.3 - Valori limite della trasmittanza termica U delle chiusure trasparenti comprensive di infissi espressa in W/m^2K (Tabella 4a, Art.4, c. 4, lettera c - DPR 59/09)

Zona climatica	Dal 1/1/2006 U ($W/mq\ ^\circ K$)	Dal 1/1/2008 U ($W/mq\ ^\circ K$)	Dal 1/1/2010 U ($W/mq\ ^\circ K$)
A	5,5	5,0	4,6
B	4,0	3,6	3,0
C	3,3	3,0	2,6
D	3,1	2,8	2,4
E	2,8	2,4	2,2
F	2,4	2,2	2,0

Art. 1 c.345: Interventi su edifici, parti di edifici o unità immobiliari esistenti, riguardanti strutture opache verticali, orizzontali e inclinate, finestre comprensive di infissi delimitanti il volume riscaldato verso l'esterno e verso vani non riscaldati, che rispettino i requisiti di trasmittanza termica U (W/m^2K), definiti nella Tabella 11.4 (Tab.2b Allegato B al D.MiSE 11/03/2008 e s.m.i.).

In questi casi spetta una detrazione, dall'imposta lorda, pari al 65% degli importi a carico del contribuente, fino a un valore massimo della detrazione di 60.000 euro, da ripartire in dieci quote annuali di uguale importo.

Tabella 11.4 – Valori di trasmittanza termica utile U in W/m^2K (Tab.2b, All.B - D.MiSE 11/03/08 e s.m.i)

Zona climatica	Strutture opache verticali	Strutture opache orizzontali o inclinate		Chiusure apribili e assimilabili (**)
		Coperture	Pavimenti (*)	
A	0,54	0,32	0,60	3,7
B	0,41	0,32	0,46	2,4
C	0,34	0,32	0,40	2,1
D	0,29	0,26	0,34	2,0
E	0,27	0,24	0,30	1,8
F	0,26	0,23	0,28	1,6

(*) Pavimenti verso locali non riscaldati o verso l'esterno

(**) Conformemente a quanto previsto dall'Art. 4, comma 4, lettera c) del decreto del Presidente della Repubblica 2 aprile 2009, n. 559, che fissa il valore massimo della trasmittanza (U) delle chiusure apribili e assimilabili, quali porte, finestre e vetrine anche se non apribili, comprensive degli infissi.

Il D.M. 19/02/07 e s.m.i. specifica i singoli interventi che rientrano nella detrazione (art. 3 c.1 lett. a-b):

Rapporto

a) *con riferimento a una riduzione della trasmittanza termica U degli elementi opachi costituenti l'involucro edilizio:*

- fornitura e messa in opera di materiale coibente per il miglioramento delle caratteristiche termiche delle strutture esistenti;
- fornitura e messa in opera di materiali ordinari, anche necessari alla realizzazione di ulteriori strutture murarie a ridosso di quelle preesistenti, per il miglioramento delle caratteristiche termiche delle strutture esistenti;
- demolizione e ricostruzione dell'elemento costruttivo;

b) *con riferimento a una riduzione della trasmittanza termica U delle finestre comprensive degli infissi:*

- miglioramento delle caratteristiche termiche delle strutture esistenti con la fornitura e posa in opera di una nuova finestra comprensiva di infisso;
- miglioramento delle caratteristiche termiche dei componenti vetrati esistenti, con integrazioni e sostituzioni.

Con infissi si intendono anche le strutture accessorie che influiscono sulla dispersione di calore quali, ad esempio, scuri o persiane, o che risultino strutturalmente accorpate al manufatto quali, ad esempio, cassonetti incorporati nel telaio dell'infisso.

E' compresa anche la sostituzione dei portoni d'ingresso a condizione che si tratti di serramenti che delimitano l'involucro riscaldato dell'edificio verso l'esterno o verso locali non riscaldati, e risultino rispettati gli indici di trasmittanza termica richiesti per la sostituzione delle finestre (Risoluzione n. 475/E del 09/12/08 dell'Agenzia delle Entrate).

Art. 1 c.346: installazione di pannelli solari per la produzione di acqua calda per usi domestici o industriali e per la copertura del fabbisogno di acqua calda in piscine, strutture sportive, case di ricovero e cura, istituti scolastici e università. In questo caso spetta una detrazione dall'imposta lorda per una quota pari al 65% della spesa sostenuta dal contribuente, fino a un valore massimo della detrazione pari a 60.000 euro, da ripartire in dieci quote annuali di uguale importo.

I pannelli solari devono rispettare i seguenti requisiti (Art. 8 del D.M. 19/02/07 e s.m.i.):

- a) un termine minimo di garanzia di almeno cinque anni per i pannelli e i bollitori
- b) e di due anni per gli accessori e i componenti tecnici;
- c) la certificazione di qualità conforme alle norme UNI EN 12975 o UNI EN 12976 rilasciata da un laboratorio accreditato. Sono equiparate alle norme UNI EN 12975 e UNI EN 12976 le norme EN 12975 e EN 12976 recepite da un organismo certificatore nazionale di un Paese membro dell'Unione Europea o della Svizzera.
- d) la conformità di esecuzione a quanto richiesto dai manuali di installazione dei principali componenti

Per i pannelli solari realizzati in autocostruzione, in alternativa a quanto disposto ai punti a) e c) può essere prodotto l'attestato di partecipazione a uno specifico corso di formazione da parte del soggetto beneficiario.

La detrazione spetta per le spese relative a interventi impiantistici concernenti fornitura e posa in opera di tutte le apparecchiature termiche, meccaniche, elettriche ed elettroniche, nonché delle opere idrauliche e murarie necessarie per la realizzazione a regola d'arte di impianti solari termici organicamente collegati alle utenze, anche in integrazione con impianti di riscaldamento (Art. 8 del D.M. 19/02/07 e s.m.i.).

Rapporto

Art. 1 c.347: interventi di sostituzione, integrale o parziale, di impianti di climatizzazione invernale con impianti dotati di caldaie a condensazione (L. 27/12/06 n. 296), di pompe di calore ad alta efficienza o geotermici a bassa entalpia e contestuale messa a punto ed equilibratura del sistema di distribuzione (Art. 1 c.5 del D.M. 19/02/07 e s.m.i.).

Sono comprese anche le trasformazioni di impianti individuali autonomi in un impianto di climatizzazione invernale centralizzato con contabilizzazione del calore e le modifiche a impianti centralizzati per rendere applicabile la contabilizzazione del calore. E' invece esclusa la trasformazione di impianti di climatizzazione invernale centralizzati, per edificio o complesso di edifici, a impianti individuali autonomi.

In questi casi è concessa una detrazione dall'imposta lorda per una quota pari al 65 per cento degli importi a carico del contribuente, fino a un valore massimo della detrazione di 30.000 euro, da ripartire in dieci quote annuali di pari importo.

La detrazione spetta per le spese relative al generatore di calore in particolare (Art.3 c.1 lett.c.2 del D.M. 19/02/07 e s.m.i.):

- lo smontaggio e dismissione dell'impianto di climatizzazione invernale esistente, parziale o totale;
- la fornitura e posa in opera di tutte le apparecchiature termiche, meccaniche, elettriche ed elettroniche;
- l'esecuzione delle opere idrauliche e murarie necessarie per la sostituzione di impianti di climatizzazione invernale con impianti dotati di caldaie a condensazione o di pompe di calore ad alta efficienza e con impianti geotermici a bassa entalpia.
- gli eventuali interventi sulla rete di distribuzione, sui sistemi di trattamento dell'acqua, sui dispositivi controllo e regolazione e sui sistemi di emissione.

1. *Per la sostituzione di impianti di climatizzazione invernale con impianti dotati di caldaie a condensazione sono richiesti i seguenti requisiti:*

- a) generatori di calore a condensazione ad aria o ad acqua con rendimento termico utile η_u , a carico pari al 100% della potenza termica utile nominale, $\eta_u \geq 93 + 2 \log P_n$, dove $\log P_n$ è il logaritmo in base 10 della potenza utile nominale del singolo generatore, espressa in kW, e dove per valori di P_n maggiori di 400 kW si applica il limite massimo corrispondente a 400 kW;
- b) ove tecnicamente compatibili, valvole termostatiche a bassa inerzia termica (o altra regolazione di tipo modulante agente sulla portata) su tutti i corpi scaldanti a esclusione degli impianti di climatizzazione invernale progettati e realizzati con temperature medie del fluido termovettore inferiori a 45°C.

2. *Per la sostituzione di impianti di climatizzazione invernale con impianti di potenza nominale del focolare ≥ 100 kW è richiesto:*

- il rispetto di quanto riportato al punto 1;
- un bruciatore di tipo modulante;
- la regolazione climatica operante direttamente sul bruciatore;
- una pompa di tipo elettronico a giri variabili.

3. *Per la sostituzione di impianti di climatizzazione invernale con impianti dotati di pompa di calore ad alta efficienza o impianti geotermici a bassa entalpia è necessario che:*

Rapporto

- le pompe di calore abbiano un coefficiente di prestazione (COP) e, nel caso di climatizzazione estiva, un indice di efficienza energetica (EER) almeno pari ai valori minimi fissati nelle seguenti Tabella 11.5, Tabella 11.6 e Tabella 11.7 (rif. Allegato I del D.M. 06/08/09).
- il sistema di distribuzione sia messo a punto ed equilibrato in relazione alle portate;
- nel caso di pompe di calore elettriche dotate di variatore di velocità (inverter), i pertinenti valori di cui all'allegato I siano ridotti del 5%.

Per tutti gli interventi **c.344÷c.347** la detrazione comprende anche le spese per le prestazioni professionali necessarie alla realizzazione degli interventi comprensive della redazione dell'attestato di certificazione energetica o di qualificazione energetica.

**Tabella 11.5 - Valori minimi del coefficiente di prestazione per pompe di calore elettriche
(Allegato I al D.M. 06/08/09)**

Tipo di pompa di calore Ambiente esterno/interno	Ambiente esterno [°C]	Ambiente interno [°C]	COP	COP
			2008-2009	2010
aria/aria	Bulbo secco all'entrata : 7 Bulbo umido all'entrata : 6	Bulbo secco all'entrata: 20 Bulbo umido all'entr.: 15	3,8	3,9
aria/acqua potenza termica utile riscaldamento ≤ 35 kW	Bulbo secco all'entrata : 7 Bulbo umido all'entrata : 6	Temperatura entrata: 30 Temperatura uscita: 35	3,9	4,1
aria/acqua potenza termica utile riscaldamento >35 kW	Bulbo secco all'entrata : 7 Bulbo umido all'entrata : 6	Temperatura entrata: 30 Temperatura uscita: 35	3,7	3,8
salamoia/aria	Temperatura entrata: 0	Bulbo secco all'entrata: 20 Bulbo umido all'entr.: 15	4,0	4,3
salamoia/acqua	Temperatura entrata: 0	Temperatura entrata: 30 Temperatura uscita: 35	4,0	4,3
acqua/aria	Temperatura entrata: 15 Temperatura uscita: 12	Bulbo secco all'entrata: 20 Bulbo umido entrata: 15	4,3	4,7
acqua/acqua	Temperatura entrata: 10	Temperatura entrata: 30 Temperatura uscita: 35	4,4	5,1

Rapporto

La prestazione deve essere misurata in conformità alla norma UNI EN 14511:2004. Al momento della prova la pompa di calore deve funzionare a pieno regime, nelle condizioni indicate in tabella.

**Tabella 11.6 - Valori minimi del coefficiente di efficienza energetica per pompe di calore elettriche
(Allegato I al D.M. 06/08/09)**

Tipo di pompa di calore Ambiente esterno/interno	Ambiente esterno [°C]	Ambiente interno [°C]	EER	EER
			2008-2009	2010
aria/aria	Bulbo secco all'entrata : 35 Bulbo umido all'entr.: 24	Bulbo secco all'entrata: 27 Bulbo umido all'entr.: 19	3,3	3,4
aria/acqua potenza termica utile riscaldamento ≤ 35 kW	Bulbo secco all'entrata : 35 Bulbo umido all'entr.: 24	Temperatura entrata: 23 Temperatura uscita: 18	3,4	3,8
aria/acqua potenza termica utile riscaldamento >35 kW	Bulbo secco all'entrata : 35 Bulbo umido all'entr.: 24	Temperatura entrata: 23 Temperatura uscita: 18	3,1	3,2
salamoia/aria	Temperatura entrata: 30 Temperatura uscita: 35	Bulbo secco all'entrata: 27 Bulbo umido all'entr.: 19	4,2	4,4
salamoia/ acqua	Temperatura entrata: 30 Temperatura uscita: 35	Temperatura entrata: 23 Temperatura uscita: 18	4,2	4,4
acqua/aria	Temperatura entrata: 30 Temperatura uscita: 35	Bulbo secco all'entrata: 27 Bulbo umido all'entr.: 19	4,2	4,4
acqua/acqua	Temperatura entrata: 30 Temperatura uscita: 35	Temperatura entrata: 23 Temperatura uscita: 18	4,6	5,1

La prestazione deve essere misurata in conformità alla norma UNI EN 14511:2004. Al momento della prova la pompa di calore deve funzionare a pieno regime, nelle condizioni indicate in tabella.

Rapporto

Pag.
113/146

**Tabella 11.7 - Valori minimi del coefficiente di prestazione per pompe di calore a gas
(Allegato I al D.M. 06/08/09)**

Tipo di pompa di calore Ambiente esterno/interno	Ambiente esterno [°C]	Ambiente interno [°C] (*)	COP	COP
			2008-2009	2010
aria/aria	Bulbo secco all'entrata : 7 Bulbo umido all'entrata : 6	Bulbo secco all'entrata: 20 °C	1,42	1,46
aria/acqua	Bulbo secco all'entrata : 7 Bulbo umido all'entrata : 6	Temperatura all'entrata: 30 °C (*)	1,34	1,38
salamoia/aria	Temperatura entrata: 0	Bulbo secco all'entrata: 20 °C	1,55	1,59
salamoia/ acqua	Temperatura entrata: 0	Temperatura all'entrata: 30 °C (*)	1,44	1,47
acqua/aria	Temperatura entrata: 10	Bulbo secco all'entrata: 20 °C	1,57	1,60
acqua/acqua	Temperatura entrata: 10	Temperatura all'entrata: 30 °C (*)	1,52	1,56

(*) Per pompe di calore ad assorbimento $\Delta t = 30^\circ - 40^\circ$ - per pompe di calore a motore endotermico $\Delta t = 30^\circ - 40^\circ$

La prestazione deve essere misurata in conformità alla norme:

EN 12309-2: 2000 per quanto riguarda le pompe di calore a gas ad assorbimento (valori di prova sul p.c.i.)

EN 14511: 2004 per quanto riguarda le pompe di calore a gas a motore endotermico.

Al momento della prova le pompe di calore devono funzionare a pieno regime, nelle condizioni indicate in tabella.

Per le pompe di calore a gas endotermiche, non essendoci una norma specifica, si procede in base alla EN 145111, utilizzando il rapporto di trasformazione primario-elettrico = 0,4.

I valori minimi dell'efficienza energetica (EER) per pompe di calore a gas sono pari a 0,6 per tutte le tipologie.

Rapporto

11.1.5 Quadri di sintesi

Le successive Figura 11.2÷ B.5 riportano i quadri di sintesi delle principali indicazioni di normativa e la loro evoluzione nel tempo.

	L 27/12/06 n. 296	L 24/12/07 n. 244				L 13/12/10 n. 220	DL 06/12/11 n. 201	L 07/08/12 n. 134	L 03/08/13 n. 90	L 27/12/13 n. 147	
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013		2014	2015	
							al 06/06/13	al 31/12/13	al 31/12/14*	al 31/12/15*	
detrazione	55%	55%				55%	55%	55%	65%		50%
c. 344	100.000 €										
c. 345	60.000 €										
c. 346	60.000 €										
c. 347	30.000 €										
ripartizione quote	3 quote annuali	da 3 a 10 quote annuali	5 quote annuali			10 quote annuali					
note	* agevolazioni non cumulabili con altre agevolazioni fiscali previste da altre disposizioni di legge (D.M.19/02/07 art. 10)										
	* l'incentivo è compatibile con la richiesta di titoli di efficienza energetica di cui DM 24/07/04 e specifici incentivi disposti da regioni, province e comuni (D.M.19/02/07 art. 10)					la detrazione non è cumulabile con il premio previsto dal Conto Energia e con eventuali incentivi riconosciuti dalla C.E., dalle Regioni o dagli enti locali per i medesimi interventi. DM 06/08/09: modifica all'art.10 del DM 19/02/07 con inserimento c.2bis - (Risoluzione 3/E del 2010 e Circolare 21/E del 2010 dell'Agenzia delle Entrate).					

* 30/06/2015 per interventi su parti comuni di edifici condominiali o che interessano tutte le unità del condominio

^ 30/06/2016 per interventi su parti comuni di edifici condominiali o che interessano tutte le unità del condominio

Figura 11.2 - Detrazioni fiscali per interventi di efficienza energetica. Quadro di sintesi: indicazioni generali

	L 27/12/06 n. 296	L 24/12/07 n. 244				L 13/12/10 n. 220	DL 06/12/11 n. 201	L 07/08/12 n. 134	L 03/08/13 n. 90	L 27/12/13 n. 147
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013		2014	2015
							al 06/06/13	al 31/12/13	al 31/12/14*	al 31/12/15*
detrazione	55%	55%				55%	55%	55%	65%	50%
c. 344	Valori limite dell'indice di prestazione energetica per le climatizzazione invernale (kWh/m2 anno)									
	Dlgs 29/12/06-Ali. C → Introdotte 2 classi: 1)Edifici res. classe E1, esclusi collegi, conventi, case di pena e caserme; 2)Tutti gli altri edifici - Tab. 1.1 e 2.1→ entro 2007; Tab. 1.2 e 2.2 →da 01/01/08; Tab. 1.3 e 2.3→da 01/01/10.	valori previsti per 2010 anticipati al 2008 (DM 11/03/08 -Ali. B Tab. 1).				nuovi valori a partire dal 01/01/2010 (DM 11/03/08 -Ali. B Tab. 2).				
						Per sostituzione di impianti di climatizzazione invernale con impianti dotati di generatori di calore alimentati da biomasse combustibili si assume una quota di energia fossile pari all'energia primaria realmente fornita all'impianto moltiplicata per il fattore 0,3. (D.M. 11/03/08 - Art.3 come mod. da D.M. 26/01/10).				
	Generatori di calore alimentati da biomasse combustibili									
	Qualora l'intervento, realizzato ai fini dell'applicazione del comma 344, includa la sostituzione di impianti di climatizzazione invernale con impianti dotati di generatori di calore alimentati da biomasse combustibili, tali generatori devono rispettare le seguenti ulteriori condizioni:									
	a) avere un rendimento utile nominale minimo conforme alla classe 3 di cui alla norma Europea UNI-EN 303-5; b) rispettare i limiti di emissione di cui all'Ali. IX Parte V del D. Lgs. 03/04/06, n. 152, e s.m.i. o i piu' restrittivi limiti fissati da norme regionali, ove presenti; c) utilizzare biomasse combustibili ammissibili ai sensi dell'Ali. X Parte V del D. Lgs 03/04/06, n. 152, e s.m.i. (D.M.11/03/11 art.1 c.2 lett. a,b,c).	a) idem; b) idem; c) idem; d) sia garantito, per i soli edifici ubicati nella zone climatiche C, D, E e F, che i valori della trasmittanza (U) delle chiusure apribili e assimilabili, quali porte, finestre e vetrine anche se non apribili, comprensive degli infissi, considerando le parti trasparenti e/o opache che le compongono, che delimitano l'edificio verso l'esterno o verso locali non riscaldati, rispettino i limiti massimi riportati nella tabella 4.a, di cui all'art. 4, comma 4, lettera c), del decreto del Presidente della Repubblica 2 aprile 2009, n. 59; a) avere un rendimento utile nominale minimo conforme alla classe 3 di cui alla norma Europea UNI-EN 303-5 (D.M. 11/03/11 art.1 c.2 lett. a,b,c,d come modificato da D.M. 26/01/10.)								

Figura 11.3 - Detrazioni fiscali per interventi di efficienza energetica. Requisiti associati all'art. 344

Rapporto

Pag.
115/146

	L 27/12/06 n. 296	L 24/12/07 n. 244				L 13/12/10 n. 220	DL 06/12/11 n. 201	L 07/08/12 n. 134	L 03/08/13 n. 90	L 27/12/13 n. 147
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013		2014	2015
							al 06/06/13	al 31/12/13	al 31/12/14*	al 31/12/15*
detrazione	55%	55%				55%	55%	55%	65%	50%
c. 345	Valori limite di trasmittanza termica (W/m2K)									
	L 24/12/2007 art.1 c. 23 - modifica valori della Tab. 3 della L 27/12/06	All.B del D.M. 11/03/08 - valori di trasmittanza termica utile per strutture opache vert, orizz, opache e finestre comprensive di infissi - Tab.1 fino a 31/12/09 - Tab.2 da 01/01/10			D.M. 26/01/10 - aggiornamento valori di All.B Tab.2 del D.M. 11/03/08 - valori di trasmittanza termica utile per strutture opache vert, orizz, opache e finestre comprensive di infissi					
c. 346	Requisiti per installazione pannelli solari									
	a) pannelli solari e bollitori garantiti per 5 anni; b)accessori e componenti elettrici ed elettronici garantiti per 2 anni; c)conformità alle UNI 12975; d)per pannelli autocostruiti, in alternativa ad a) e c) certificazione di qualità del vetro solare e delle strisce assorbenti, secondo UNI vigenti, e partecipazione a specifico corso di formazione da parte del soggetto beneficiario (D.M. 19/02/07-Art.8 c.1 c.2-G.U. n.47 del 26/02/07).	c)certificazione conforme a norme UNI-EN-12975 o UNI-EN-12976. Vengono equiparate alle norme UN-EN-12975 e UNI-EN-12976 le norme EN-12975 e EN-12076 recepite da organismo certificatore nazionale di un Paese membro U.E. o della Svizzera (DM 26/10/07-modifica al DM 19/02/07).			d) per pannelli realizzati in autocostruzione, in alternativa ad a) e c) attestato di partecipazione a uno specifico corso di formazione da parte del soggetto beneficiario (DM 06/08/09 -modifica al DM 19/02/07).					

Figura 11.4 - Detrazioni fiscali per interventi di efficienza energetica. Requisiti associati agli art. 345-346

	L 27/12/06 n. 296	L 24/12/07 n. 244				L 13/12/10 n. 220	DL 06/12/11 n. 201	L 07/08/12 n. 134	L 03/08/13 n. 90	L 27/12/13 n. 147
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013		2014	2015
							al 06/06/13	al 31/12/13	al 31/12/14*	al 31/12/15*
detrazione	55%	55%				55%	55%	55%	65%	50%
c. 347	Caldaie a condensazione									
	<p>1a) generatori di calore a condensazione <i>ad aria o ad acqua</i> con rendimento termico utile η_u, a carico pari al 100% della potenza termica utile nominale, $\geq 93+2 \log P_n$, dove $\log P_n$ è il logaritmo in base 10 della potenza utile nominale del singolo generatore, espressa in kW, e dove per valori di P_n maggiori di 400 kW si applica il limite massimo corrispondente a 400 kW;</p> <p>1b) <i>ove tecnicamente compatibili</i>, valvole termostatiche a bassa inerzia termica su tutti i corpi scaldanti a esclusione degli impianti di climatizzazione invernale progettati e realizzati con temperature medie del fluido termovettore inferiori a 45°C.</p> <p>2) Per la sostituzione di impianti di climatizzazione invernale con impianti di potenza nominale del focolare ≥ 100 kW:</p> <p>1) il rispetto di quanto sopra riportato;</p> <p>2) un bruciatore di tipo modulante;</p> <p>3) la regolazione climatica operante direttamente sul bruciatore;</p> <p>4) una pompa di tipo elettronico a giri variabili.</p>									
	Pompe di calore ad alta efficienza o impianti geotermici a bassa entalpia									
	non ammesse	a) pompe di calore con un coefficiente di prestazione (COP) e, nel caso di climatizzazione estiva, un indice di efficienza energetica (EER) almeno pari ai valori minimi fissati nell' All.H del DM 07/04/08 e riferiti agli anni 2008-09;	a) pompe di calore con un coefficiente di prestazione (COP) e, nel caso di climatizzazione estiva, un indice di efficienza energetica (EER) almeno pari ai valori minimi fissati nell' All.I del D.M. 06/06/09 e riferiti all'anno 2009;	a) pompe di calore con un coefficiente di prestazione (COP) e, nel caso di climatizzazione estiva, un indice di efficienza energetica (EER) almeno pari ai valori minimi fissati nell' All. I e riferiti all'anno 2010;	b) sistema di distribuzione messo a punto e equilibrato in relazione alle portate;					
		b) sistema di distribuzione messo a punto e equilibrato in relazione alle portate;	c) se le pompe di calore elettriche sono dotate di variatore di velocità (inverter), i pertinenti valori di cui all' All. H sono ridotti del 5% (L.24/12/07 n. 244 Art.1 c.20).	c) (...) i pertinenti valori di cui all' All. I sono ridotti del 5%.	c) qualora siano installate pompe di calore elettriche dotate di variatore di velocità (inverter), i pertinenti valori di cui agli All. H e I sono ridotti del 5% (rif. All. I: D.M. 06/08/09).					
							le disposizioni si applicano anche alle spese per interventi di sostituzione di scaldacqua tradizionali con scaldacqua a pompa di calore dedicati alla produzione di acqua calda sanitaria (DL 06/12/11 n.201 (Art.4) convertito in L 22/12/11 n.214).			

Figura 11.5 - Detrazioni fiscali per interventi di efficienza energetica. Requisiti associati all'art. 347

Rapporto

1.1 Conto Termico (DM 28/12/12)

Il DM 28/12/12 (Decreto Conto Termico), in attuazione dell'art. 28 del decreto legislativo n. 28 del 3 marzo 2011, regola l'incentivazione di *interventi di piccole dimensioni* per l'incremento dell'efficienza energetica e la produzione di energia termica da fonti rinnovabili.

Il Gestore dei Servizi Energetici – GSE S.p.A. è il soggetto responsabile dell'attuazione e della gestione del meccanismo, inclusa l'erogazione degli incentivi ai soggetti beneficiari.

Gli interventi incentivabili si riferiscono sia all'efficientamento dell'involucro di edifici esistenti (coibentazione pareti e coperture, sostituzione serramenti e installazione schermature solari) sia alla sostituzione di impianti esistenti per la climatizzazione invernale con impianti a più alta efficienza (caldaie a condensazione) sia alla sostituzione, o in alcuni casi alla nuova installazione, di impianti alimentati da fonti rinnovabili (pompe di calore, caldaie, stufe e camini a biomassa, impianti solari termici anche abbinati a tecnologia solar cooling per la produzione di freddo).

Il nuovo decreto introduce anche incentivi specifici per la Diagnosi Energetica e la Certificazione Energetica se abbinate, ad alcune condizioni, agli interventi sopra citati.

Le misure di incentivazione sono sottoposte ad aggiornamento periodico con decreto del Ministro dello sviluppo economico di concerto con il Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio e mare, il Ministero delle politiche agricole, alimentari e forestali e la Conferenza unificata.

11.1.6 Tipologia di interventi incentivabili (Art.4)

Sono incentivabili:

Art.4 c.1 Gli interventi di incremento dell'efficienza energetica in edifici esistenti, parti di edifici esistenti¹⁹ o unità immobiliari di qualsiasi categoria catastale, dotati di impianti di climatizzazione. Precisamente:

- a) isolamento termico di superfici opache delimitanti il volume climatizzato;
- b) sostituzione di chiusure trasparenti comprensive di infissi delimitanti il volume climatizzato;
- c) sostituzione di impianti di climatizzazione invernale con generatori di calore a condensazione;
- d) installazione di sistemi di schermatura e/o ombreggiamento di chiusure trasparenti con esposizione da Est-Sud-Est a Ovest, fissi o mobili, non trasportabili.

Art.4 c.2 Gli interventi di *piccole dimensioni* di produzione di energia termica da fonti rinnovabili e di sistemi ad alta efficienza:

- a) sostituzione di *impianti esistenti* di climatizzazione invernale con impianti dotati di pompe di calore (elettriche o a gas) che utilizzino energia aerotermica, geotermica o idrotermica, e di potenza termica nominale complessiva, riferita al singolo edificio o unità immobiliare, compresa entro i 1000 kW;
- b) sostituzione di impianti di climatizzazione invernale o di riscaldamento di serre esistenti e di fabbricati rurali esistenti con impianti di climatizzazione invernale dotati di generatore di calore alimentato da biomassa di potenza termica nominale complessiva, riferita al singolo fabbricato rurale o serra, inferiore a 1000 kW.
- c) installazione di collettori solari termici, con superficie lorda inferiore ai 1000 m², anche abbinati a sistemi di *solar cooling*;

¹⁹ Edifici esistenti (e fabbricati rurali esistenti): iscritti al catasto edilizio urbano o per i quali sia stata dichiarata la fine lavori e presentata la richiesta di iscrizione al catasto edilizio urbano entro il 03/01/13 (entrata in vigore del DM 28/12/12) o per i quali sia stata dichiarata la fine lavori entro il 28/12/12 e avviata la procedura di affidamento dell'incarico a un professionista, la procedura di accatastamento dell'immobile in data antecedente alla data di richiesta dell'incentivazione (art.2 c.1 lett.g).

Rapporto

d) sostituzione di scaldacqua elettrici con scaldacqua a pompa di calore.

Possono accedere agli incentivi associati a:

- gli interventi dell'Art.4 c.1 solo le amministrazioni pubbliche;
- gli interventi dell'Art.4 c.2 sia le amministrazioni pubbliche sia i soggetti privati intesi come persone fisiche, condomini e soggetti titolari di reddito di impresa o di reddito agrario.

Per gli edifici di nuova costruzione o soggetti a rilevanti ristrutturazioni, è previsto che gli interventi effettuati in osservanza a quanto richiesto dall'art. 11 del D. Lgs n. 28/2011 (e cioè l'utilizzo di fonti rinnovabili per la parziale copertura dei consumi di calore, elettricità e per il raffrescamento) possano accedere agli incentivi limitatamente alla quota eccedente quella richiesta dal suddetto decreto legislativo.

11.1.7 Ammontare e durata dell'incentivo

In Tabella 11.8, con riferimento alle tipologie di intervento previste all'art. 4, sono riportati i soggetti ammessi ai rispettivi incentivi e la durata dell'incentivo previsto in rate annuali.

Tabella 11.8 - Soggetti ammessi e durata dell'incentivo in anni

Art. comma	Tipologia di riferimento	Soggetti ammessi	Durata incentivo (anni)
4.1.a	Isolamento termico di <i>superfici opache</i> delimitanti il volume climatizzato	Amministrazioni pubbliche	5
4.1.b	Sostituzione di <i>chiusure trasparenti</i> comprensive di infissi delimitanti il volume climatizzato	Amministrazioni pubbliche	5
4.1.c	Sostituzione di <i>impianti di climatizzazione invernale</i> con generatori di calore a condensazione	Amministrazioni pubbliche	5
4.1.d	Installazione di sistemi di <i>schermatura e/o ombreggiamento</i> di chiusure trasparenti con esposizione da ESE a O, fissi o mobili, non trasportabili	Amministrazioni pubbliche	5
4.2.a	Sostituzione di <i>impianti di climatizzazione invernale</i> esistenti con impianti di climatizzazione invernale utilizzanti pompe di calore elettriche o a gas, anche geotermiche con $P_{t_n} \leq 35 \text{ kW}$	Amministrazioni pubbliche e soggetti privati	2
4.2.a	Sostituzione di <i>impianti di climatizzazione invernale</i> esistenti con impianti di climatizzazione invernale utilizzanti pompe di calore elettriche o a gas, anche geotermiche $P_{t_n} > 35 \text{ kW e } \leq 1000 \text{ kW}$.	Amministrazioni pubbliche e soggetti privati	5
4.2.b	Sostituzione di <i>impianti di climatizzazione invernale</i> o di riscaldamento di <i>serre e fabbricati rurali</i> esistenti con generatori di calore alimentati da biomassa con $P_n \leq 35 \text{ kW}$	Amministrazioni pubbliche e soggetti privati	2
4.2.b	Sostituzione di <i>impianti di climatizzazione invernale</i> o di riscaldamento delle serre esistenti e dei fabbricati rurali esistenti con generatori di calore alimentati da biomassa con potenza termica nominale al focolare $> 35 \text{ kW e } \leq 1000 \text{ kW}$	Amministrazioni pubbliche e soggetti privati	5
4.2.c	Installazione di <i>collettori solari termici</i> , anche abbinati a sistemi di solar cooling, con superficie solare lorda $\leq 50 \text{ m}^2$	Amm. pubbliche soggetti privati	2
4.2.c	Installazione di <i>collettori solari termici</i> , anche abbinati a sistemi di solar cooling, con superficie solare lorda $> 50 \text{ m}^2 \text{ e } \leq 1000 \text{ m}^2$	Amm. pubbliche soggetti privati	5
4.2.d	Sostituzione di <i>scaldacqua elettrici</i> con scaldacqua a pompa di	Amm. pubbliche soggetti privati	2

Rapporto

	calore		
--	--------	--	--

11.1.8 Cumulabilità

L'incentivo può essere assegnato esclusivamente agli interventi che non accedono ad altri incentivi statali a eccezione dei fondi di garanzia, i fondi di rotazione e i contributi in conto interesse. Limitatamente agli edifici pubblici ad uso pubblico, tali incentivi sono cumulabili con gli incentivi in conto capitale, nel rispetto della normativa comunitaria e nazionale.

Nei casi di interventi beneficiari di altri incentivi non statali cumulabili, l'incentivo è attribuibile nel rispetto della normativa comunitaria e nazionale vigente.

11.1.9 Spese ammissibili associate all'Art.4, comma 1

Sono considerate ammissibili, ai fini dell'incentivo, le seguenti spese comprensive di IVA qualora costituisca un costo:

4.1.a) *interventi finalizzati alla riduzione della trasmittanza termica degli elementi opachi che costituiscono l'involucro edilizio, comprensivi delle opere provvisorie e accessorie:*

- 1) fornitura e messa in opera di materiale coibente per il miglioramento delle caratteristiche termiche delle strutture esistenti;
- 2) fornitura e messa in opera di materiali ordinari, necessari alla realizzazione di ulteriori strutture murarie a ridosso di quelle preesistenti realizzate contestualmente alle opere di cui al punto 1;
- 3) demolizione e ricostruzione dell'elemento costruttivo, ove coerente con gli strumenti urbanistici vigenti;

4.1.b) *interventi finalizzati alla riduzione della trasmittanza termica U di chiusure apribili o assimilabili, quali porte, finestre e vetrine, anche se non apribili, comprensive di infissi e di eventuali sistemi di schermatura e/o ombreggiamento integrati nell'infisso stesso:*

- 1) fornitura e messa in opera di nuove chiusure apribili o assimilabili;
- 2) miglioramento delle caratteristiche termiche dei componenti vetrati esistenti, con integrazioni e sostituzioni;

4.1.c) *interventi impiantistici relativi alla climatizzazione invernale:*

smontaggio e dismissione dell'impianto di climatizzazione esistente, parziale o totale; fornitura e posa in opera di tutte le apparecchiature termiche, meccaniche, elettriche ed elettroniche, delle opere idrauliche e murarie necessarie e dei sistemi di contabilizzazione individuale; eventuali interventi sulla rete di distribuzione, sui sistemi di trattamento dell'acqua, sui dispositivi di controllo e regolazione, sui sistemi di estrazione e alimentazione dei combustibili e sui sistemi di emissione; tutte le opere e i sistemi di captazione per impianti che utilizzino lo scambio termico con il sottosuolo;

4.1.d) *interventi che comportino la riduzione dell'irraggiamento solare negli ambienti interni nel periodo estivo:*

- 1) fornitura e messa in opera di tende tecniche, schermature solari esterne regolabili (mobili) o assimilabili;
- 2) fornitura e messa in opera di meccanismi automatici di regolazione e controllo;

4.1) *prestazioni professionali connesse alla redazione di diagnosi energetiche e di attestati di certificazione energetica relativi agli edifici oggetto degli interventi, come specificato all'art. 15²⁰.*

²⁰ le richieste di incentivo devono essere corredate da diagnosi energetica precedente l'intervento e da successiva certificazione energetica nel caso di interventi relativi:

- all'art. 4, comma 1, lettera a;

Rapporto

11.1.10 Art.4 comma 1 a) e b)

- Criteri di ammissibilità

La Tabella 11.9 riporta i livelli massimi di trasmittanza consentiti per l'accesso agli incentivi dell'Art. 4 c.1 a (superfici opache) e b (chiusure trasparenti).

Tabella 11.9 - Valori di trasmittanza consentiti per l'accesso agli incentivi Art.4 c.1 a) e b)

Tipologia di intervento	Requisiti tecnici di soglia per la tecnologia	
	Zona climatica	Valore
4.1.a Strutture opache orizzontali: isolamento coperture	Zona climatica A	$\leq 0,27 \text{ W/mq}^{\circ}\text{K}$
	Zona climatica B	$\leq 0,27 \text{ W/mq}^{\circ}\text{K}$
	Zona climatica C	$\leq 0,27 \text{ W/mq}^{\circ}\text{K}$
	Zona climatica D	$\leq 0,22 \text{ W/mq}^{\circ}\text{K}$
	Zona climatica E	$\leq 0,20 \text{ W/mq}^{\circ}\text{K}$
	Zona climatica F	$\leq 0,19 \text{ W/mq}^{\circ}\text{K}$
4.1.a Strutture opache orizzontali: isolamento pavimenti	Zona climatica A	$\leq 0,50 \text{ W/mq}^{\circ}\text{K}$
	Zona climatica B	$\leq 0,38 \text{ W/mq}^{\circ}\text{K}$
	Zona climatica C	$\leq 0,33 \text{ W/mq}^{\circ}\text{K}$
	Zona climatica D	$\leq 0,28 \text{ W/mq}^{\circ}\text{K}$
	Zona climatica E	$\leq 0,25 \text{ W/mq}^{\circ}\text{K}$
	Zona climatica F	$\leq 0,23 \text{ W/mq}^{\circ}\text{K}$
4.1.a Strutture opache verticali: isolamento pareti perimetrali	Zona climatica A	$\leq 0,45 \text{ W/mq}^{\circ}\text{K}$
	Zona climatica B	$\leq 0,34 \text{ W/mq}^{\circ}\text{K}$
	Zona climatica C	$\leq 0,28 \text{ W/mq}^{\circ}\text{K}$
	Zona climatica D	$\leq 0,24 \text{ W/mq}^{\circ}\text{K}$
	Zona climatica E	$\leq 0,23 \text{ W/mq}^{\circ}\text{K}$
	Zona climatica F	$\leq 0,22 \text{ W/mq}^{\circ}\text{K}$
4.1.b Sostituzione di chiusure trasparenti, comprensive di infissi, se installate congiuntamente a sistemi di termoregolazione o valvole termostatiche ovvero in presenza di detti sistemi al momento dell'intervento.	Zona climatica A	$\leq 3,08 \text{ W/mq}^{\circ}\text{K}$
	Zona climatica B	$\leq 2,00 \text{ W/mq}^{\circ}\text{K}$
	Zona climatica C	$\leq 1,75 \text{ W/mq}^{\circ}\text{K}$
	Zona climatica D	$\leq 1,67 \text{ W/mq}^{\circ}\text{K}$
	Zona climatica E	$\leq 1,50 \text{ W/mq}^{\circ}\text{K}$
	Zona climatica F	$\leq 1,33 \text{ W/mq}^{\circ}\text{K}$

Tali valori di trasmittanza sono inferiori di circa il 15÷17 % a quelli richiesti, per analoghi interventi, dalla Legge 296/06 al fine di ottenere le detrazioni previste.

Nel solo caso di interventi 4 c.1 a) effettuati su edifici di cui entro il 29/10/93 (data di entrata in vigore del DPR 26/08/93 n. 412) sia stata dichiarata la fine dei lavori e presentata la richiesta di iscrizione al Catasto edilizio urbano, in alternativa al rispetto delle trasmittanze di Tabella 11.9 è necessaria una riduzione dell'indice di prestazione energetica pari almeno al 70% del valore precedente all'intervento.

- all'art. 4, comma 1, lettere b) c) e d) e comma 2, lettere a) b) c), nel caso di interventi realizzati su interi edifici con impianti di riscaldamento di potenza nominale totale del focolare $\geq 100 \text{ kW}$.

Le spese sostenute dalle amministrazioni pubbliche per la diagnosi e certificazione energetica sono incentivate nella misura del cento per cento della spesa (con limiti definiti nell'Allegato III del D. Lgs).

Le spese sostenute per la diagnosi e certificazione energetica dai soggetti privati sono incentivate nella misura del cinquanta per cento della spesa (con limiti definiti nell'Allegato III del D. Lgs)..

I suddetti incentivi non concorrono alla determinazione dell'incentivo complessivo nei limiti del valore massimo erogabile.

Rapporto

In questo caso sono richiesti gli attestati di certificazione energetica dello stato dell'immobile prima e dopo la realizzazione dell'intervento.

- *Calcolo dell'incentivo*

L'incentivo è determinato come percentuale della spesa sostenuta con il vincolo che il costo specifico degli interventi, riferito alla metratura delle opere realizzate, sia inferiore a un valore stabilito. Gli incentivi non possono superare un tetto massimo di riferimento.

L'incentivo è calcolato secondo la seguente espressione (rif. Tabella 11.10)

$$I_{\text{tot}} = \%_{\text{spesa}} \cdot C \cdot S_{\text{int}}$$

con $I_{\text{tot}} \leq I_{\text{max}}$

dove:

S_{int} = superficie oggetto dell'intervento (m²)

C = costo specifico effettivamente sostenuto e definito dal rapporto tra spesa sostenuta in euro e superficie di intervento in metri quadrati. I valori massimi ammissibili di C ai fini del calcolo dell'incentivo, sono indicati in Tabella 11.10;

$\%_{\text{spesa}}$ = percentuale incentivata della spesa totale sostenuta per l'intervento;

I_{tot} = incentivo totale, cumulato per gli anni di godimento, connesso all'intervento in oggetto;

I_{max} = valore massimo raggiungibile dall'incentivo totale.

Tabella 11.10 - Valori di riferimento dei parametri che determinano il calcolo dell'incentivo

Rapporto

Tipologia di intervento	Percentuale incentivata della spesa ammissibile (%spesa)	Costo massimo ammissibile (Cmax)	Valore massimo dell'incentivo (I _{max}) [€]
4.1.a Strutture opache orizzontali: isolamento coperture			(a+b+c) ≤ 250.000
Esterno	40	200 €/m ²	
Interno	40	100 €/m ²	
Copertura ventilata	40	250 €/m ²	
4.1.a Strutture opache orizzontali: isolamento pavimenti			
Esterno	40	120 €/m ²	
Interno	40	100 €/m ²	
4.1.a Strutture opache verticali: isolamento pareti perimetrali			
Esterno	40	100 €/m ²	
Interno	40	80 €/m ²	
Parete ventilata	40	150 €/m ²	
4.1.b Sostituzione di chiusure trasparenti, comprensive di infissi, se installate congiuntamente a sistemi di termoregolazione o valvole termostatiche ovvero in presenza di detti sistemi al momento dell'intervento.	40	350 €/m ² per le zone climatiche A, B e C 450 €/m ² per le zone climatiche D, E e F	45.000 60.000
4.1.c Installazione di generatore di calore a condensazione con P _{n int} ≤ 35 kWt	40	160 €/kWt	2.300
4.1.c Installazione di generatore di calore a condensazione con P _{n int} > 35 kWt	40	130 €/kWt	26.000

11.1.11 Art.4 comma 1 c)

• Criteri di ammissibilità

Con riferimento alla tipologia di intervento 4.1.c (sostituzione di impianti di climatizzazione invernale esistenti con generatori di calore a condensazione ad alta efficienza) la Tabella 11.11 riporta la soglia minima del rendimento termico utile dei generatori di calore necessaria per accedere agli incentivi. Tali requisiti coincidono con quanto richiesto dalla Legge 296/06 con riferimento agli interventi previsti al comma 347.

Tabella 11.11 - Requisiti tecnici di soglia minimi consentiti per l'accesso agli incentivi dell'Art.4 c.1c

Tipologia di intervento	Requisiti tecnici di soglia per la tecnologia
4.1.c Installazione di generatori di calore a condensazione ad alta efficienza di potenza termica al focolare inferiore o uguale a 35 kW	Rendimento termico utile $\geq 93 + 2 \cdot \log P_n$ (*)
4.1.c Installazione di generatori di calore a condensazione ad alta efficienza di potenza termica al focolare superiore a 35 kW	Rendimento termico utile $\geq 93 + 2 \cdot \log P_n$ (*)

(*) $\log P_n$ è il logaritmo in base 10 della potenza nominale del generatore, espressa in kWt. Per valori di P_n maggiori di 400 kWt si applica il limite massimo corrispondente a $P_n = 400$ kWt.

Rapporto

A esclusione degli impianti di climatizzazione invernale progettati e realizzati con temperature medie del fluido termovettore inferiori a 45°C, gli interventi di sostituzione di impianto di climatizzazione comportano anche l'installazione di una centralina di termoregolazione attiva sull'intero impianto, o parte di esso, o di valvole termostatiche a bassa inerzia termica (o altra regolazione di tipo modulante agente sulla portata). E' inoltre richiesta l'equilibratura del sistema di distribuzione del fluido termovettore e l'adozione, in caso di molteplici unità immobiliari, di un sistema di contabilizzazione individuale dell'energia termica utilizzata e di ripartizione delle spese.

Inoltre, per impianti di potenza nominale del focolare ≥ 100 kW, è richiesto:

- i. che sia adottato un bruciatore di tipo modulante;
- ii. che la regolazione climatica agisca direttamente sul bruciatore;
- iii. che sia installata una pompa di tipo elettronico a giri variabili.

Tali requisiti coincidono con quelli prescritti, sempre per gli impianti con $P_n \geq 100$ kW, dal DM 19/07/07 all'art. 9 con riferimento a quanto previsto dall'art.1 comma 347 della Legge 296/06.

Gli interventi 4.1 c) sono incentivati per le annualità successive alla prima a condizione che siano effettuate le manutenzioni secondo la norma tecnica di riferimento per ciascun impianto o, se più restrittive, le istruzioni per la manutenzione fornite dal fabbricante.

• *Calcolo dell'incentivo*

L'incentivo è determinato come percentuale della spesa sostenuta con il vincolo che il costo specifico degli interventi, riferito alla potenza del generatore, sia inferiore a un valore stabilito. Gli incentivi non possono superare un tetto massimo di riferimento.

L'incentivo è calcolato secondo la seguente espressione (rif. Tabella 11.10):

$$I_{\text{tot}} = \% \text{ spesa} \cdot C \cdot P_{\text{nint}}$$

con

$$I_{\text{tot}} \leq I_{\text{max}}$$

dove:

I_{tot} = incentivo totale, cumulato per gli anni di godimento, connesso all'intervento in oggetto;

P_{nint} = somma delle potenze termiche nominali del focolare dei generatori di calore installati, in kWt;

C = costo specifico effettivamente sostenuto definito dal rapporto tra spesa sostenuta in euro e la potenza termica al focolare installata in kWt. I valori massimi ammissibili di C , ai fini del calcolo dell'incentivo, sono riportati in Tabella 11.10;

$\% \text{ spesa}$ = percentuale incentivata della spesa totale sostenuta per l'intervento;

I_{max} = valore massimo raggiungibile dall'incentivo totale.

11.1.12 Art.4 comma 1 d)

• *Criteri di ammissibilità*

L'installazione di sistemi di schermatura e/o ombreggiamento di chiusure trasparenti con esposizione da EST-SUD-EST a OVEST, fissi o mobili, non trasportabili, è incentivata esclusivamente se abbinata ad almeno uno degli interventi dell'Art.4 comma 1 lettere a) o b) effettuato sul medesimo edificio a meno che gli elementi costruttivi di questo non soddisfino già i requisiti di Tabella 11.9.

I sistemi di schermatura e/o ombreggiamento installati devono garantire una prestazione di schermatura solare di classe 3 o superiore come definite dalla norma UNI EN 14501:2006.

Gli incentivi sono esclusivamente ammessi per meccanismi automatici di regolazione e controllo delle schermature basati sulla rilevazione della radiazione solare incidente.

• *Calcolo dell'incentivo*

L'incentivo è calcolato analogamente a quanto indicato per gli interventi relativi all'Art.4 comma 1 a) e b). I rispettivi coefficienti sono riportati in Tabella 11.12.

Rapporto

Tabella 11.12 - Coefficienti di calcolo dell'incentivo per tecnologia e corrispondente valore massimo dell'incentivo

Tipologia di Intervento	Percentuale incentivata della spesa ammissibile (%spesa)	Costo massimo ammissibile (Cmax)	Valore massimo dell'incentivo (I_{max}) [€]
4.1.d Installazione di sistemi di schermatura e/o ombreggiamento fissi, anche integrati, o mobili	40	150 €/m ²	20.000
4.1.d Installazione di meccanismi automatici di regolazione e controllo delle schermature	40	30 €/m ²	3.000

11.1.13 Spese ammissibili associate all'Art.4, comma 2

4.2.a-b) interventi impiantistici relativi alla climatizzazione invernale:

smontaggio e dismissione dell'impianto di climatizzazione esistente, parziale o totale; fornitura e posa in opera di tutte le apparecchiature termiche, meccaniche, elettriche ed elettroniche, delle opere idrauliche e murarie necessarie e dei sistemi di contabilizzazione individuale; eventuali interventi sulla rete di distribuzione, sui sistemi di trattamento dell'acqua, sui dispositivi di controllo e regolazione, sui sistemi di estrazione e alimentazione dei combustibili e sui sistemi di emissione; tutte le opere e i sistemi di captazione per impianti che utilizzino lo scambio termico con il sottosuolo;

4.2.c-d) interventi impiantistici relativi a produzione di acqua calda, anche se destinata, con la tecnologia solar cooling, alla climatizzazione estiva:

smontaggio e dismissione dell'impianto esistente, parziale o totale; fornitura e posa in opera di tutte le apparecchiature termiche, meccaniche, elettriche ed elettroniche e delle opere idrauliche e murarie necessarie;

4.2) prestazioni professionali connesse alla redazione di diagnosi energetiche e di attestati di certificazione energetica relativi agli edifici oggetto degli interventi, come specificato all'art. 15.

11.1.14 Art.4 comma 2 a) e d)

• Criteri di ammissibilità

L'installazione deve sostituire integralmente l'impianto di climatizzazione invernale già presente nell'immobile di qualsiasi categoria catastale. La sostituzione parziale è ammessa solo nel caso di impianto pre-esistente dotato di più generatori di calore.

Analogamente a quanto richiesto per gli interventi 4.1.c) sono necessarie:

- la messa a punto ed equilibratura del sistema di distribuzione, regolazione e controllo;
- l'installazione di elementi di regolazione della portata su tutti i corpi scaldanti, tipo valvole termostatiche a bassa inerzia termica, a esclusione degli impianti di climatizzazione invernale progettati e realizzati con temperature medie del fluido termovettore inferiori a 45°C e dei locali in cui è presente una centralina di termoregolazione; tale requisito non è richiesto per gli impianti di produzione di calore a servizio di piccole reti di teleriscaldamento;
- l'installazione di sistemi di contabilizzazione individuale dell'energia termica utilizzata, nel caso di impianti centralizzati a servizio di molteplici unità immobiliari.

Rapporto

Nelle successive tabelle sono riportati i requisiti di soglia associati agli specifici casi compresi nell'Art.4 comma 2.

a) Pompe di calore elettriche (4.2.a)

Il coefficiente di prestazione (COP) deve essere maggiore o uguale ai valori indicati in Tabella 11.13. In caso di pompe dotate di variatore di velocità (inverter o altra tipologia), i pertinenti valori sono ridotti del 5%. Durante la prova, effettuata in un laboratorio accreditato secondo la norma EN ISO/IEC 17025 in conformità alla norma UNI EN 14511:2011, la pompa di calore deve funzionare a pieno regime nelle condizioni indicate in tabella.

Tabella 11.13 - Coefficienti di prestazione minimi per pompe di calore elettr. (DM 28/12/12 – All.II – Tab.1)

Tipo di pompa di calore Ambiente esterno/interno	Ambiente esterno [°C]	Ambiente interno [°C]	COP
aria/aria	Bulbo secco all'entrata : 7	Bulbo secco all'entrata: 20	3,9
	Bulbo umido all'entrata : 6	Bulbo umido all'entrata: 15	
	Bulbo secco all'entrata: -7 (*)		2,7 (*)
aria/acqua potenza termica utile riscaldamento ≤ 35 kW	Bulbo secco all'entrata : 7	Temperatura entrata: 30	4,1
	Bulbo umido all'entrata : 6	Temperatura uscita: 35	
	Bulbo secco all'entrata: -7 (*)		2,7 (*)
aria/acqua potenza termica utile riscaldamento >35 kW	Bulbo secco all'entrata : 7	Temperatura entrata: 30	3,8
	Bulbo umido all'entrata : 6	Temperatura uscita: 35	
	Bulbo secco all'entrata: -7 (*)		2,7 (*)
salamoia/aria	Temperatura entrata: 0	Bulbo secco all'entrata: 20 Bulbo umido all'entrata: 15	4,3
salamoia/ acqua	Temperatura entrata: 0	Temperatura entrata: 30 Temperatura uscita: 35	4,3
acqua/aria	Temperatura entrata: 15 Temperatura uscita: 12	Bulbo secco all'entrata: 20 Bulbo umido entrata: 15	4,7
acqua/acqua	Temperatura entrata: 10	Temperatura entrata: 30 Temperatura uscita: 35	5,1

(*) Requisito valido esclusivamente per installazioni in zona climatica E o F.

b) Pompe di calore a gas (4.2.a)

Il coefficiente di prestazione (GUE) deve essere almeno pari in Tabella 11.14.

Nel caso le pompe siano dotate di variatore di velocità (inverter o altra tipologia), i pertinenti valori sono ridotti del 5%. La prestazione delle pompe deve essere misurata in un laboratorio accreditato in conformità alle norme:

- *UNI EN 12309-2*: per quanto riguarda le pompe di calore a gas ad assorbimento (valori di prova sul p.c.i.);
- *UNI EN 14511:11* per quanto riguarda le pompe di calore a gas a motore endotermico, restando fermo che al momento della prova le pompe di calore devono funzionare a pieno regime nelle condizioni indicate in Tabella 11.14.

Rapporto

Tabella 11.14 - Coefficienti di prestazione minimi per pompe di calore a gas (DM 28/12/12 – All.II – Tab.2)

Tipo di pompa di calore Ambiente esterno/interno	Ambiente esterno [°C]	Ambiente interno [°C]	GUE
aria/aria	Bulbo secco all'entrata : 7	Bulbo secco all'entrata: 20	1,46
	Bulbo umido all'entrata : 6		
	Bulbo secco all'entrata: -7(**)		1,1 (**)
aria/acqua	Bulbo secco all'entrata : 7	Temperatura entrata: 30(*)	1,38
	Bulbo umido all'entrata : 6		
	Bulbo secco all'entrata: -7(**)		1,1 (**)
salamoia/aria	Temperatura entrata: 0	Bulbo secco all'entrata: 20	1,59
salamoia/ acqua	Temperatura entrata: 0	Temperatura entrata: 30(*)	1,47
acqua/aria	Temperatura entrata: 10	Bulbo secco all'entrata: 20	1,60
acqua/acqua	Temperatura entrata: 10	Temperatura entrata: 30(*)	1,56

(*) Δt : pompe di calore ad assorbimento: temperatura di uscita di 40°C. Pompe di calore a motore endotermico: temperatura di uscita di 35°C

(**) Requisito valido esclusivamente per installazioni in zona climatica E o F.

Le emissioni in atmosfera degli ossidi di azoto NO_x (espressi come NO₂), dovute al sistema di combustione, devono essere inferiori a 120 mg/kWh per le pompe di calore a gas ad assorbimento e inferiori a 180 mg/kWh per le pompe di calore a gas con motore a combustione interna. Tale valore è da riferirsi al potere calorifico inferiore (p.c.i.) e alla portata di gas combustibile.

c) Scaldacqua a pompa di calore (4.2.d)

Per le pompe di calore dedicate alla sola produzione di acqua calda sanitaria è richiesto un COP $\geq 2,6$ misurato secondo la norma EN 16147 e successivo recepimento da parte degli organismi nazionali di normazione.

- *Calcolo dell'incentivo*
(Allegato II – 2.1 e 2.2 del DM 28/12/12)

L'incentivo per la sostituzione di impianti di climatizzazione invernale esistenti con impianti dotati di pompe di calore elettriche e a gas è stabilito sulla potenzialità dell'intervento ed è calcolato in funzione dell'energia termica prodotta in un anno. Il riconoscimento delle spese accessorie è incluso nei coefficienti di valorizzazione dell'energia termica prodotta (Ci).

a) Pompe di calore elettriche

L'incentivo annuo si calcola con la seguente formula:

$$I_{\text{atot}} = E_i \cdot C_i$$

con:

I_{atot} : incentivo annuo in euro

C_i : coefficiente di valorizzazione dell'energia termica prodotta riportato in Tabella 11.15.

E_i : energia termica incentivata prodotta in un anno, espressa in kWh_t e calcolata con la seguente relazione:

$$E_i = Q_u \cdot \left[1 - \frac{1}{COP} \right]$$

dove:

COP : coefficiente di prestazione della pompa di calore installata, come dedotto dai dati forniti dal produttore, nel rispetto dei requisiti minimi espressi dalla Tabella 11.13.

Rapporto

Q_u : calore totale prodotto dall'impianto, espresso in kWh_t e calcolato come segue con la seguente relazione:

$$Q_u = P_n \cdot Q_{uf}$$

con

P_n : potenza termica nominale della pompa di calore installata

Q_{uf} : coefficiente di utilizzo della pompa di calore dipendente dalla zona climatica come riportato in Tabella 11.16.

Tabella 11.15 - Coefficienti di valorizzazione dell'energia termica prodotta da pompe di calore

Tipologia di intervento	C_i per gli impianti con potenza termica utile nominale inferiore o uguale a 35 kW _t	C_i per gli impianti con potenza termica utile nominale maggiore di 35 kW _t e inferiore o uguale a 500 kW _t	C_i per gli impianti con potenza termica utile nominale maggiore di 500 kW _t
Pompe di calore elettriche	0,055 (€/kWh _t)	0,018 (€/kWh _t)	0,016 (€/kWh _t)
Pompe di calore a gas	0,055 (€/kWh _t)	0,018 (€/kWh _t)	0,016 (€/kWh _t)
Pompe di calore geotermiche elettriche	0,072 (€/kWh _t)	0,024 (€/kWh _t)	0,021 (€/kWh _t)
Pompe di calore geotermiche a gas	0,072 (€/kWh _t)	0,024 (€/kWh _t)	0,021 (€/kWh _t)

Tabella 11.16 - Coefficiente di utilizzo per le pompe di calore

Zona climatica	Q_{uf}
A	600
B	850
C	1100
D	1400
E	1700
F	1800

b) Pompe di calore a gas

Per installazione di pompe di calore a gas l'incentivo è calcolato secondo la seguente formula:

$$I_{atot} = E_i \cdot C_i$$

I_{atot} : incentivo annuo in euro

C_i : coefficiente di valorizzazione espresso in €/kWh_t e riportato in Tabella 11.15.

E_i : energia termica incentivata prodotta in un anno, ed è calcolata come segue:

$$E_i = Q_u \cdot \left[1 - \frac{1}{\frac{GUE}{0,46}} \right]$$

dove:

GUE : coefficiente di prestazione della pompa di calore a gas installata, come dedotto dai dati forniti dal produttore, nel rispetto dei requisiti minimi espressi nella Tabella 11.14.

Q_u : calore totale prodotto dall'impianto, espresso in kWh_t e calcolato con la seguente relazione:

Rapporto

$$Q_u = P_n \cdot Q_{uf}$$

con

P_n : potenza termica nominale della pompa di calore installata

Q_{uf} : coefficiente di utilizzo della pompa di calore dipendente dalla zona climatica come riportato in Tabella 11.16.

c) Scaldacqua a pompa di calore

Nel seguito è riportato il criterio di determinazione dell'incentivo previsto per l'installazione di scaldacqua a pompa di calore. I coefficienti di calcolo sono riportati in Tabella 11.17.

$$I_{tot} = \%_{spesa} \cdot S_P$$

con

$$I_{tot} \leq I_{max}$$

dove:

I_{tot} = incentivo totale associato all'intervento

$\%_{spesa}$ = percentuale incentivata della spesa totale sostenuta

S_P = spesa totale sostenuta per l'intervento

I_{max} = valore massimo dell'incentivo totale.

Tabella 11.17 - Coefficienti di calcolo dell'incentivo

Tipologia intervento	% spesa	I_{max}	
		Capacità (litri)	
Scaldacqua a pompa di calore	40	≤ 150	≥ 150
		400 €	700 €

11.1.15 Art.4 comma 2 b)

Gli incentivi riguardano la sostituzione di impianti di climatizzazione invernale in edifici esistenti, parti di edifici esistenti o unità immobiliari esistenti, o di riscaldamento di serre esistenti e fabbricati rurali esistenti, alimentati a biomassa, a carbone, a olio combustibile o a gasolio, con i seguenti generatori di calore:

- caldaie a biomassa di Potenza termica nominale $P_n \leq 500$ kWt;
- caldaie a biomassa con 500 kWt $< P_n \leq 1000$ kWt;
- stufe e termocamini a pellet;
- termocamini a legna;
- stufe a legna.

Per le sole aziende agricole è incentivata oltre la sostituzione, l'installazione di impianti di climatizzazione invernale dotati di generatori di calore tra quelli sopra elencati.

• Criteri di ammissibilità

Per i generatori di calore a biomassa di differenti tipologie è richiesto il rispetto dei criteri e requisiti stabiliti dall'Art. 290, c.4 del D. Lgs. 03/04/06 n. 152 e delle indicazioni riportate nel seguito ai punti a, b, c, d, fatti salvi eventuali limiti più restrittivi fissati da norme regionali.

Sostanzialmente si tratta di:

- conformità dei generatori alle rispettive norme di riferimento;
- rendimento termico utile maggiore di prestabiliti limiti;

Rapporto

- emissioni atmosferiche inferiori ai valori riportati in Tabella 11.11;
- utilizzo di pellet conformi alla norma UNI EN 14961-2 classe A1 o A2 o di biomasse combustibili previste tra quelle indicate dal D.Lgs. 152/06 e s.m.i., Parte V, Allegato X, parte II, Sezione 4.

In particolare:

a) *Caldaie a biomassa di potenza termica nominale ≤ 500 kWt:*

- 1) conformità alla norma UNI EN 303-5 classe 5 certificata da un organismo accreditato;
- 2) rendimento termico utile (%) non inferiore a $87 + \log(P_n)$ dove P_n è la potenza nominale dell'apparecchio;
- 3) emissioni in atmosfera non superiori a quanto riportato in Tabella 11.18, certificate da un organismo accreditato e calcolate secondo i metodi di misura riportati nelle norme indicate in Tabella 11.19;
- 4) installazione di un sistema di accumulo termico dimensionato:
 - a. per le caldaie con alimentazione manuale del combustibile, in accordo con quanto previsto dalla norma EN 303-5:2012;
 - b. per le caldaie con alimentazione automatica del combustibile prevedendo un volume di accumulo non inferiore a $20 \text{ dm}^3/\text{kWt}$.
- 5) pellet conforme alla norma UNI EN 14961-2 classe A1 oppure A2 e certificato da un organismo accreditato;
- 6) altre biomasse combustibili purché previste tra quelle indicate dal D: Lgs. 152/06 e s.m.i., parte V allegato X, Parte II, Sezione 4, solo nel caso siano rispettati i limiti di emissione in atmosfera riportati in Tabella 11.18.

Tabella 11.18 - Emissioni in atmosfera per impianti a biomassa misurate con i metodi indicati in Tabella B.19

Rapporto

Pag.
129/146

	Particolato primario totale comprensivo della frazione condensabile (PPBT) (*) (mg/Nm ³ rif. 13% O ₂)	CO (g/Nm ³ rif. 13% O ₂)
Caldaia a biomassa solida (escluso il pellet)	40	0,30
Caldaia a pellets	30	0,25
Stufe e termocamini a legna	80	1,25
Stufe e termocamini a pellets	40	0,25

(*)²¹

Tabella 11.19 - Metodi di misura per la determinazione delle emissioni in atmosfera

	Particolato primario (PP/PPBT)	OGC	CO
Stufa e termocamino	CEN/TS 15883	CEN/TS 15883	UNI/EN 13229:2006 UNI/EN 13240:2006
Stufa e termocamino (alimentazione a pellets)	CEN/TS 15883	CEN/TS 15883	UNI/EN 14785:2006
Caldaia a biomassa	CEN/TS 15883	CEN/TS 15883	EN 303-5

b) Caldaie a biomassa di $500 < P_n \leq 1000$ kWt:

- 1) rendimento termico utile non inferiore all'89% attestato dal produttore del generatore con riferimento al tipo di combustibile utilizzato;
- 2) emissioni in atmosfera non superiori a quanto riportato in Tabella 11.18 e certificate da un laboratorio accreditato secondo la norma UNI EN ISO/IEC 17025 e misurate all' impianto;
- 3) pellet conforme alla norma UNI EN 14961 - 2 classe A1 oppure A2 e certificato da un organismo accreditato;
- 4) altre biomasse combustibili purché indicate dal D.Lgs. 152/06 e s.m.i., parte V, Allegato X, parte II, Sezione 4 e solo nel caso di rispetto dei limiti di rendimento e di emissione in atmosfera riportati in Tabella 11.18.

²¹ (*) Il particolato primario (PPBT) deve essere determinato mediante un metodo di campionamento definito in una norma tecnica UNI applicabile ai generatori di calore oggetto del presente decreto. In mancanza di tale norma tecnica, è consentita la determinazione indiretta attraverso la correlazione di seguito riportata e utilizzando i metodi di misura indicati in Tabella 12:

$$PPBT \text{ (mg/Nm}^3\text{)} = PP \text{ (mg/Nm}^3\text{)} + 0,42 \cdot OGC \text{ (mg/Nm}^3\text{)}$$

dove:

[PPBT] è la concentrazione di particolato primario presente nei fumi di combustione, campionati a una temperatura compresa tra 20 e 50 gradi centigradi, espressa in mg/m³ alle condizioni normali e riferita al gas secco e ad una concentrazione volumetrica di O₂ residuo pari al 13%.

[PP] è la concentrazione di particolato primario presente nei fumi di combustione, campionati direttamente allo scarico del generatore di calore secondo quanto previsto dal metodo di campionamento indicato nella Tabella 2, espressa in mg/m³ alle condizioni normali e riferita al gas secco e ad una concentrazione volumetrica di O₂ residuo pari al 13%. Per la metodica di campionamento riferirsi al metodo austriaco/tedesco indicato dalla CEN/TS 15883.

[OGC] è la concentrazione di composti organici gassosi, espressi in termini di carbonio totale, presente nei fumi di combustione, campionati secondo quanto previsto dal metodo di campionamento indicato nella Tabella 2, espressa in mg/m³ alle condizioni normali e riferita al gas secco e ad una concentrazione volumetrica di O₂ residuo pari al 13%.

Rapporto

c) Stufe e termocamini a pellet:

- 1) conformità alla norma UNI EN 14785 e certificata da un organismo accreditato;
- 2) rendimento termico utile maggiore dell'85%;
- 3) emissioni in atmosfera non superiori a quanto riportato in Tabella 11.18 e certificate da un organismo accreditato;
- 4) pellet conforme alla norma UNI EN 14961 - 2 classe A1 oppure A2 e certificato da un organismo accreditato.

d) Termocamini a legna:

- 1) installati esclusivamente in sostituzione di camini aperti;
- 2) conformi alla norma UNI EN 13229 e certificati da un organismo accreditato;
- 3) rendimento termico utile maggiore dell'85%;
- 4) emissioni in atmosfera non superiori a quanto riportato in Tabella 11.18 e certificate da un organismo accreditato;
- 5) altre biomasse combustibili purché previste tra quelle indicate dal D.Lgs. 152/06 e s.m.i., parte V, Allegato X, parte II, Sezione 4, solo nel caso in cui siano rispettati i limiti di emissione in atmosfera di Tabella 11.18

e) Stufe a legna:

- 1) conformi alla norma UNI EN 13240 e certificate da un organismo accreditato;
- 2) rendimento termico utile maggiore dell'85%;
- 3) emissioni in atmosfera non superiori a quanto riportato in Tabella 11.18 e certificate da un organismo accreditato;
- 4) possono altresì essere utilizzate altre biomasse combustibili purché previste tra quelle indicate dal D.Lgs. 152/06 e s.m.i., Parte quinta, Allegato X, parte II, Sezione 4, solo nel caso in cui siano ugualmente rispettati i succitati limiti di emissione in atmosfera di Tabella 11.18.

- *Calcolo dell'incentivo*
(Allegato II – 2.4 del DM 128/12/12)

a) Generatori di calore alimentati da biomassa (4.2.b)

a1) Caldaie a biomassa

$$I_{atot} = P_n \cdot hr \cdot C_i \cdot Ce$$

I_{atot}: incentivo annuo in euro

C_i: coefficiente di valorizzazione dell'energia termica prodotta, espresso in €/kWht, definito in Tabella 11.20;

P_n: potenza termica nominale dell'impianto;

hr: ore di funzionamento stimate in relazione alla zona climatica di appartenenza, come riportato in Tabella 11.21;

C_e: coefficiente premiante riferito alle emissioni di polveri riportato nella Tabella 11.22 per le caldaie a legna e nella Tabella 11.23 per le caldaie a pellets.

Tabella 11.20 - Coefficienti di valorizzazione dell'energia termica prodotta da impianti a biomassa

Tipologia di intervento	<i>C_i</i> per gli impianti con potenza termica nominale inferiore o uguale a 35 kW	<i>C_i</i> per gli impianti con potenza termica nominale maggiore di 35 kWt e inferiore o uguale a 500 kWt	<i>C_i</i> per gli impianti con potenza termica nominale maggiore di 500 kWt
Caldaie a biomassa	0,045 (€/kWht)	0,020 (€/kWht)	0,018 (€/kWht)
Termocamini e stufe a legna	0,040 (€/kWht)	-	-
Termocamini e stufe a pellets	0,040 (€/kWht)	-	-

Rapporto

Pag.
131/146

Tabella 11.21 - Ore di funzionamento stimate in relazione alla zona climatica di appartenenza

Zona climatica	h_r
A	600
B	850
C	1100
D	1400
E	1700
F	1800

Tabella 11.22 - Coefficiente moltiplicativo C_e applicabile alle caldaie a legna (escluso pellet)

Caldaie a legna (escluso il pellet)	
Particolato primario totale comprensivo della frazione condensabile (PPBT) (*) (mg/Nm ³ rif. al 13% O ₂)	C_e
30 < Emissioni ≤ 40	1
20 < Emissioni ≤ 30	1,2
Emissioni ≤ 20	1,5

(*) Valutato secondo quanto previsto Tabella B.18 e Tabella B.19

Tabella 11.23 - Coefficiente moltiplicativo C_e applicabile alle caldaie a pellets

Caldaie a pellets	
Particolato primario totale comprensivo della frazione condensabile (PPBT) (*) (mg/Nm ³ rif. al 13% O ₂)	C_e
20 < Emissioni ≤ 30	1
10 < Emissioni ≤ 20	1,2
Emissioni ≤ 10	1,5

(*) Valutato secondo quanto previsto in Tabella B.18 e Tabella B.19

a2) Stufe a pellets, stufe a legna e termocamini

$$I_{atot} = 3,35 \cdot \ln(P_n) \cdot h_r \cdot C_i \cdot C_e$$

dove:

I_{atot} : incentivo annuo in euro

C_i : coefficiente di valorizzazione dell'energia termica prodotta, espresso in €/kWht, definito in Tabella 11.20;

P_n : potenza termica nominale dell'impianto;

h_r : ore di funzionamento stimate in relazione alla zona climatica di appartenenza, come riportato in Tabella 11.21;

C_e : coefficiente premiante riferito alle emissioni di polveri riportato nella Tabella 11.24 per i termocamini e le stufe a legna e in Tabella 11.25 per le caldaie a pellets.

Rapporto

Pag.
132/146

Tabella 11.24 - Coefficiente moltiplicativo C_e applicabile a termocamini e stufe a legna

Stufe e termocamini a legna	
Particolato primario totale comprensivo della frazione condensabile (PPBT) (*) (mg/Nm ³ rif. al 13% O ₂)	C_e
$60 < \text{Emissioni} \leq 80$	1
$40 < \text{Emissioni} \leq 60$	1,2
$\text{Emissioni} \leq 40$	1,5

(*) Valutato secondo quanto previsto in Tabella B.18 e Tabella B.19

Tabella 11.25 - Coefficiente moltiplicativo C_e applicabile a stufe e termocamini a pellets

Stufe e termocamini a pellets	
Particolato primario totale comprensivo della frazione condensabile (PPBT) (*) (mg/Nm ³ rif. al 13% O ₂)	C_e
$30 < \text{Emissioni} \leq 40$	1
$20 < \text{Emissioni} \leq 30$	1,2
$\text{Emissioni} \leq 20$	1,5

(*) Valutato secondo quanto previsto in Tabella B.18 e Tabella B.19

11.1.16 Art. 4 comma 2 c)

Solare termico e solar cooling

- *Criteri di ammissibilità*

Per impianti solari termici e di solar cooling, è richiesto che i collettori solari:

- siano conformi alle norme UNI EN 12975 o UNI EN 12976;
- abbiano valori di rendimento termico superiori ai valori minimi calcolati secondo le seguenti formule:

- per collettori piani:

$$\eta_{\min} = 0,7 - 7,5 \cdot T_m \quad (0,01 \leq T_m \leq 0,07)$$

- per collettori sottovuoto e dei collettori a concentrazione:

$$\eta_{\min} = 0,55 - 2,0 \cdot T_m \quad (0,01 \leq T_m \leq 0,07)$$

dove T_m è definita dalle norme UNI EN 12975-2 e UNI EN 12976-2 (Metodi di prova) e la *superficie di riferimento* è la superficie dell'assorbitore ai sensi delle stesse norme.

Inoltre, oltre alle usuali garanzie pluriennali per i diversi componenti, è richiesto che:

- a decorrere da due anni dall'entrata in vigore del decreto legislativo 28/2011, i pannelli siano dotati di certificazione solar keymark;

Rapporto

- siano installate valvole termostatiche a bassa inerzia termica (o altra regolazione di tipo modulante agente sulla portata) su tutti i corpi scaldanti a esclusione dei locali in cui è installata una centralina di termoregolazione che agisce sull'intero impianto o su parte di esso e di impianti di climatizzazione invernale con fluido termovettore a temperatura $T \leq 45^{\circ}\text{C}$;
 - per i soli impianti di solar cooling, il rapporto tra i metri quadrati di superficie solare lorda e la potenza frigorifera (espressa in kW) sia maggiore di 2;
 - per le macchine frigorifere DEC siano installati almeno 8 metri quadrati di collettori solari per ogni 1000 mc/ora di aria trattata.
- *Calcolo dell'incentivo*
(Allegato II – 2.5 del DM 28/12/12)

L'incentivo è calcolato secondo la seguente formula:

$$I_{\text{tot}} = C_i \cdot S_l$$

dove:

I_{tot} : incentivo annuo in euro

C_i : coefficiente di valorizzazione dell'energia termica prodotta, espresso in €/mq di superficie solare lorda, definito in Tabella 11.26.

S_l superficie solare lorda dell'impianto espressa in mq.

Tabella 11.26 - Coefficienti di valorizzazione dell'energia termica prodotta da impianti solari termici e di solar cooling

Tipologia di intervento	C_i per gli impianti con superficie solare lorda inferiore o uguale a 50 mq	C_i per gli impianti con superficie solare lorda superiore a 50 mq
Impianti solari termici	170 (€/mq)	55 (€/mq)
Impianti solari termici con sistema di solar cooling	255 (€/mq)	83 (€/mq)
Impianti solari termici a concentrazione	221 (€/mq)	72 (€/mq)
Impianti solari termici a concentrazione con sistema di solar cooling	306 (€/mq)	100 (€/mq)

11.2 Certificati Bianchi

I certificati bianchi, noti anche come “Titoli di Efficienza Energetica” (TEE), sono titoli negoziabili che certificano il conseguimento di risparmi energetici negli usi finali di energia attraverso interventi e progetti di incremento di efficienza energetica realizzati in particolari settori civili e industriali. In particolare si tratta di risparmi di:

- energia elettrica (certificati di Tipo I)
- gas naturale distribuito da reti (certificati di Tipo II)
- di energia o combustibili diversi dai precedenti vengono (certificati di Tipo III).

Rapporto

Il sistema dei certificati bianchi è stato introdotto nella legislazione italiana dai decreti ministeriali del 20 luglio 2004 e s.m.i. e prevede che i distributori di energia elettrica e di gas naturale raggiungano annualmente determinati obiettivi quantitativi di risparmio di energia primaria, espressi in Tonnellate Equivalenti di Petrolio risparmiate (TEP).

Un certificato equivale al risparmio di una tonnellata equivalente di petrolio (TEP).

Le aziende distributrici di energia elettrica e gas possono assolvere al proprio obbligo realizzando progetti di efficienza energetica che diano diritto ai certificati bianchi oppure acquistando i TEE da altri soggetti sul mercato dei Titoli di Efficienza Energetica organizzato dal GME a cui hanno accesso unicamente soggetti accreditati (grandi distributori, società con energy manager, ESCo).

Il mancato conseguimento degli obiettivi specifici da parte dei distributori è sanzionato.

11.2.1 Riferimenti normativi

Nel seguito sono riportati i principali atti legislativi riferiti ai TEE con alcuni cenni sugli aspetti preminenti da essi affrontati.

- *Decreto Legislativo 16/03/1999, n.79* all'Art.9 dispone che le imprese distributrici di energia elettrica adottino misure di incremento dell'efficienza negli usi finali dell'energia secondo obiettivi quantitativi stabiliti con successivo decreto del Ministro dell'Industria;
- *Decreto Legislativo 23/05/2000, n.164* all'Art.16 dispone per le imprese distributrici di gas naturale adottino misure di incremento dell'efficienza negli usi finali dell'energia, secondo obiettivi quantitativi determinati con decreto del Ministro dell'Industria;
- *Decreti del Ministro dell'Industria, del Commercio e dell'Artigianato del 24/04/2001* di attuazione dell'art.9 del D. Lgl. 79/99 e dell'art. 16 del D. Lgl.164/2000 definiscono, a carico rispettivamente dei distributori di energia elettrica e dei distributori di gas con più di 100.000 clienti finali a fine 2001, gli obiettivi annuali di risparmio di energia primaria per il periodo 2002-2006. In particolare viene stabilito un risparmio complessivo di 4,3 Mtep (milioni di tonnellate equivalenti di petrolio) a carico dei distributori di energia elettrica e di 3,5 Mtep a carico dei distributori di gas. Non meno del 50% di questi risparmi va ottenuto mediante una corrispondente riduzione dei consumi di e.e. e gas conseguiti con interventi ricadenti rispettivamente nelle 14 e 15 tipologie allegate ai D.M.
- *Delibera AEEG n. 103/03* che definisce le Linee Guida che regolano i nuovi progetti di risparmio energetico negli usi finali di energia elettrica e gas.
- *Decreti del Ministro delle Attività Produttive del 20/07/2004* che, in revisione dei D.M. 24/04/2001, individuano i nuovi obiettivi quantitativi di risparmio di energia primaria da raggiungere entro il quinquennio 2005-2009, pari a una riduzione complessiva dei consumi elettrici di 3,1 Mtep, e di quelli di gas di 2,7 Mtep.
- *Decreto del Ministro dello Sviluppo Economico del 21/12/2007* di modifica dei D.M. 20/07/2004. All'art. 1,c.1-2 stabilisce che, a partire dal 2008, siano soggetti a conseguire gli obblighi quantitativi nazionali annui di incremento dell'efficienza energetica i distributori di energia elettrica/gas che, al 31/12 di due anni antecedenti a ciascun anno d'obbligo, connettano alla propria rete di distribuzione più di 50.000 clienti finali.

Sono inoltre incrementate le riduzioni di energia primaria previste da D.M. 20/07/04 per gli anni 2008 e 2009 (incremento complessivo pari allo 0,6 Mtep per i distributori di e.e., e di 0,4 Mtep per i distributori di gas) mentre, per gli anni 2010-2012, viene prevista una riduzione totale dei consumi di energia primaria pari 9 Mtep per i distributori di e.e., e di 6,6 Mtep per i distributori di gas. Il MiSE, con successivo decreto, stabilirà gli obiettivi quantitativi nazionali di risparmio di energia primaria per gli anni successivi al 2012.

Rapporto

- *Decreto Legislativo 03/03/2011, n.28* di attuazione della direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili. Ai fini del potenziamento e della razionalizzazione del sistema dei certificati bianchi, all'art. 29:
 - è disposto il passaggio al GSE dell'attività di gestione del meccanismo di certificazione relativo ai certificati bianchi;
 - è raccordato il periodo di diritto ai certificati con la vita utile dell'intervento;
 - sono individuate modalità per ridurre tempi e adempimenti per l'ottenimento dei certificati;
 - sono stabiliti i criteri per la determinazione del contributo tariffario per i costi sostenuti dai soggetti obbligati.

E' previsto, inoltre, che i risparmi realizzati nel sistema dei trasporti siano equiparati a risparmi di gas naturale, che i risparmi di energia ottenuti attraverso interventi di efficientamento delle reti elettriche e del gas nazionale concorrano al raggiungimento degli obblighi senza diritto al rilascio di certificati bianchi e, infine, che gli impianti cogenerativi entrati in esercizio dopo il 01/04/99 e prima del 07/03/07 abbiano diritto, per un periodo di cinque anni e nel rispetto di determinate condizioni, a uno specifico incentivo.

- *Decreto del Ministro dello Sviluppo Economico 05/09/2011* definisce i criteri e il valore degli incentivi da erogare agli impianti di cogenerazione ad alto rendimento mediante rilascio di certificati bianchi.
- *Deliberazione AEEG EEN 9/11 del 27/10/ 2011* di aggiornamento, mediante sostituzione, dell'Allegato A, alla Delibera AEEG n. 103/03 e s.m.i. (Linee Guida per la preparazione, esecuzione e valutazione dei progetti e per la definizione dei criteri e delle modalità per il rilascio dei TEE). In particolare viene stabilito un aumento dell'incentivo mediante coefficienti moltiplicativi di durabilità che tengono conto della vita tecnica attesa degli interventi, vengono ridotte le soglie minime dei progetti rendendo più semplice la presentazione delle domande per interventi di dimensioni minori e viene innalzato a 180 giorni il tempo massimo entro cui presentare un progetto che ha raggiunto la dimensione minima.
- *Decreto del Ministero dello Sviluppo Economico 28/12/12* stabilisce in complessivi 25 Mtep l'obiettivo di risparmio energetico che, attraverso il meccanismo dei certificati bianchi, le imprese di distribuzione dell'e.e. e del gas devono perseguire nel periodo 2013-2016. Inoltre decreta:
 - il trasferimento, a partire dal 03/02/2013, da AEEG a GSE delle attività di gestione, valutazione e certificazione dei risparmi correlati a progetti di efficienza energetica svolti nell'ambito del meccanismo dei certificati bianchi.
 - i criteri per la determinazione del contributo tariffario per i costi sostenuti dai soggetti obbligati;
 - le modalità per ridurre tempi e adempimenti per l'ottenimento dei certificati bianchi;
 - le misure per potenziare l'efficacia complessiva del meccanismo dei certificati bianchi.

Vengono approvate 18 nuove schede tecniche, dalla 30E alla 47E, predisposte da ENEA per la misurazione, la verifica e quantificazione dei risparmi energetici per interventi nei settori dell'informatica e delle telecomunicazioni, del recupero termico, del solare termico a concentrazione, dei sistemi di depurazione delle acque, della distribuzione dell'energia elettrica. Infine, per incentivare la realizzazione di grandi progetti - infrastrutturali, industriali e nei trasporti - in grado di generare volumi di risparmi significativi, sono previsti premi espressi in termini di coefficienti moltiplicativi dei certificati bianchi rilasciati.

Rapporto

11.2.2 Cumulabilità

Con l'entrata in vigore del D.M. 28/12/12 i certificati bianchi non sono cumulabili con altri incentivi statali e a carico delle tariffe dell'energia elettrica e del gas (quali Certificati Verdi, Tariffa Onnicomprensiva, Detrazioni fiscali, Ecobonus per sostituzione di veicoli inquinanti ecc.) fatto salvo, nel rispetto delle rispettive norme operative, l'accesso a:

- fondi di garanzia e fondi di rotazione;
- contributi in conto interesse;
- detassazione del reddito d'impresa riguardante l'acquisto di macchinari e attrezzature.

11.2.3 Soggetti interessati

Possono presentare progetti per il rilascio dei certificati bianchi le imprese distributrici di energia elettrica e gas con più di 50.000 clienti finali ("soggetti obbligati"), le società controllate da tali imprese, i distributori non obbligati, le società operanti nel settore dei servizi energetici, le imprese e gli enti che si dotino di un *energy manager* o di un sistema di gestione dell'energia in conformità alla ISO 50001.

11.2.4 Schede tecniche

Sulla base delle caratteristiche tecniche, delle modalità e tempistiche di rilevazione del risparmio energetico e del risparmio netto integrale che un progetto può realizzare nell'arco temporale di un anno il proponente può scegliere la più opportuna delle tre seguenti tipologie di valutazione:

- metodi di valutazione standardizzati: consentono di definire a priori il risparmio medio ottenibile per ogni unità fisica di riferimento installata (per esempio, lampadine, caldaie ad alta efficienza) prescindendo da misurazioni dirette. I valori sono determinati nelle 39 schede tecniche standardizzate RVC-S presenti a inizio 2014. Per poter presentare tale tipologia di progetto, il risparmio netto integrale deve essere uguale o maggiore di 20 TEP/anno.
- metodi di valutazione analitica: il risparmio è quantificato mediante un algoritmo predefinito (10 schede analitiche RVC-A) e sulla base di misure dirette di alcuni parametri. Per poter presentare tale tipologia di progetto il risparmio netto integrale deve essere uguale o maggiore di 40 TEP/anno.
- metodi di valutazione a consuntivo: in questo caso è possibile quantificare il risparmio netto attraverso la misura dei consumi di energia prima e dopo l'intervento sulla base di un piano di monitoraggio energetico approvato preliminarmente da GSE. Non sono disponibili schede tecniche. Per poter presentare tale tipologia di progetto il risparmio netto integrale deve essere uguale o maggiore di 60 TEP/anno.

I principali interventi di efficientamento considerati dalle Detrazioni Fiscali e dal Conto Termico sono previsti, in ambito Certificati Bianchi, dalle seguenti Schede Tecniche Standardizzate:

ST 3T	Installazione di caldaia unifamiliare a 4 stelle di efficienza alimentata a gas naturale e di potenza termica nominale non superiore a 35 kW
ST 4T	Sostituzione di scaldacqua a gas, a camera aperta e fiamma pilota con scaldacqua a gas, a camera stagna e accensione piezoelettrica
ST 5T	Sostituzione di vetri semplici con doppi vetri
ST 6T	Isolamento delle pareti e delle coperture
ST 8T	Installazione di collettori solari per la produzione di acqua calda Sanitaria
ST 15T	Installazione di pompe di calore elettriche ad aria esterna in luogo di caldaie in edifici residenziali di nuova costruzione o ristrutturati

Rapporto

Pag.
137/146

- ST 26T Installazione di sistemi centralizzati per la climatizzazione invernale e/o estiva di edifici ad uso civile
- ST 27T Installazione di pompa di calore elettrica per produzione di acqua calda sanitaria in impianti nuovi ed esistenti
- ST 37E Nuova installazione di impianto di riscaldamento unifamiliare alimentato a biomassa legnosa di potenza ≤ 35 kW termici.

Rapporto

11.3 Confronto tra i diversi incentivi

Le seguenti figure riportano, con riferimento ad alcuni interventi di efficienza energetica su edifici residenziali, il confronto tra le differenti modalità di incentivazione previste dalla normativa relativa ai Certificati Bianchi (Titoli di Efficienza Energetica), alle Detrazioni fiscali e al Conto Termico.

Gli interventi considerati sono relativi a:

- la sostituzione di chiusure trasparenti compresi i relativi infissi con l'eccezione dei TEE che prevedono la sola sostituzione di vetri semplici con vetri doppi
- l'isolamento di pareti opache
- l'installazione di caldaia a condensazione per unità immobiliari o condomini. I TEE prevedono in questo caso due schede, la 3T e 26T.

Le Figura 11.6 ÷ Figura 11.8 riportano i requisiti tecnici necessari per accedere alle varie agevolazioni, i dati che concorrono alla determinazione dell'entità degli incentivi e le specifiche modalità di calcolo ed erogazione nel tempo.

Si ricorda che, con riferimento ai TEE, gli interventi 5T, 6T e 26T riguardano i settori residenziale, commerciale e terziario mentre il 3T il solo ambito domestico. Le detrazioni fiscali sono ammesse per persone fisiche, società di persone o capitali ecc. soggetti a IRPEF e IRES mentre ne è esclusa la Pubblica Amministrazione. Infine gli incentivi previsti dal conto termico all'art.4 comma 1.a e b sono riservati alle sole amministrazioni pubbliche mentre quello associato all'art.4 comma 1.c anche ai soggetti privati.

	SOSTITUZIONE DI CHIUSURE TRASPARENTI						
	TITOLI DI EFFICIENZA ENERGETICA			DETRAZIONI FISCALI		CONTO TERMICO	
	sostituzione di vetri semplici con vetri doppi			comprensive di infissi		comprensive di infissi, congiuntamente a sistemi di termoregolazione o valvole termostatiche	
	Scheda 5T			Art. 1 comma 345		Art. 4 comma 1.b	
REQUISITI	massima Trasmissanza termica K e fattore solare g (W/m ² K)			massima Trasmissanza K per zone climatiche (W/m ² K)		massima Trasmissanza K per zone climatiche (W/m ² K)	
	Tipo di vetro	Trasmissanza W/m ² ·K	F. solare (g)	Zona climatica	Chiusure apribili e assimilabili (W/m ² K)	Zona climatica	Chiusure apribili e assimilabili (W/m ² K)
	chiaro e basso emis.	≤ 3	—	A	3,7	A	3,08
	a controllo solare	≤ 2,2	≤ 0,4	B	2,4	B	2,00
				C	2,1	C	1,75
				D	2	D	1,67
				E	1,8	E	1,50
DATI				F	1,6	F	1,33
	zona climatica, destinazione d'uso edificio, riscaldamento gas/gasolio, m ² vetro			zona climatica e costo totale intervento (fornitura e messa in opera dei materiali, spese di prestazioni professionali compreso attestato di certificazione energetica o qualificazione energetica)		zona climatica, m ² intervento, spesa intervento (fornitura e messa in opera dei materiali) spesa per prestazioni professionali compreso attestato di certificazione o qualificazione energetica.	
CALCOLO	Risparmio Specifico Lordo di energia primaria (funzione di zona climatica e destinazione d'uso) $\tau = 2,91 \quad a = 100\% \rightarrow TEE = \tau \cdot a \cdot RSL \cdot m^2$			Detrazione dall'imposta lorda del 65% della spesa da ripartire in dieci quote annuali di pari importo. Tetto max = 60.000 euro (N.B. comprese eventuali spese per strutture opache)		$I_{tot} = \% \cdot C \cdot S_{int}$ $I_{tot} \leq I_{max}$	
						$C = Spesa_{int} / S_{int}$ $S_{int} = m^2$ intervento $\% = 40\%$ $C_{1max} = 350 \text{ €/m}^2$ (A,B,C) $C_{2max} = 450 \text{ €/m}^2$ (D,E,F) $I_{max1} = 45.000 \text{ €}$ $I_{max2} = 60.000 \text{ €}$	
TEMPISTICA	rinnovato per 8 anni			suddiviso in 10 anni		suddiviso in 5 anni	

Figura 11.6 – Sostituzione di chiusure trasparenti. Confronto tra diverse modalità di determinazione dell'incentivo

Con riferimento alla Figura 11.6, i limiti di trasmittanza dei vetri/infissi, espressi in funzione delle zone climatiche, risultano più restrittivi al passare dai TEE al Conto termico. La spesa sostenuta per l'intervento non rientra nel calcolo dei TEE mentre, ovviamente, rappresenta l'elemento fondante nella determinazione dell'incentivo associato alle detrazioni fiscali. L'aspetto economico è incluso anche nella valutazione dell'incentivo prevista dal Conto Termico in termini di costo specifico dell'intervento (in questo caso, costo/m² di infisso) cui però viene posto un limite massimo che varia a seconda della zona climatica. Detrazioni fiscali e Conto Termico stabiliscono un tetto massimo anche per

Rapporto

l'ammontare dell'incentivo totale. Tali osservazioni valgono, in generale, anche nei casi di isolamento di pareti e coperture e di installazione di caldaie a condensazione, riportati nelle Figura 11.7 e Figura 11.8.

	ISOLAMENTO PARETI E COPERTURE								
	TITOLI DI EFFICIENZA ENERGETICA		DETRAZIONI FISCALI				CONTO TERMICO		
	Scheda 6T		Art. 1 comma 345				Art. 4 comma 1.a		
REQUISITI	minima Resistenza ammissibile (m^2K/W)		massima Trasmittanza K per zone climatiche (W/m^2K)				massima Trasmittanza K per zone climatiche (W/m^2K)		
	Zona climatica	Resistenza minima (m^2K/W) (K)	Zona climatica	Strutture opache verticali	Strutture opache orizzontali o inclinate		Zona climatica	Strutture opache	
					Coperture	Pavimenti		coperture	pareti perimetrali
	A,B	0,9 (1,11)	A	0,54	0,32	0,60	A	0,27	0,45
	C	1,0 (1,0)	B	0,41	0,32	0,46	B	0,27	0,34
	D	1,1 (0,9)	C	0,34	0,32	0,40	C	0,27	0,28
	E	1,2 (0,83)	D	0,29	0,26	0,34	D	0,22	0,24
DATI	R = $d/\lambda = 1/K$ (m^2K/W) d= spessore, λ =conduttività		Zona climatica e spesa totale intervento (fornitura e messa in opera degli infissi, spese di prestazioni professionali compreso attestato di certificazione energetica o qualificazione energetica)				Zona climatica, m^2 intervento, spesa intervento (fornitura e messa in opera dei materiali) spesa per prestazioni professionali compreso attestato di certificazione o qualificazione energetica.		
			F				F		
CALCOLO	RSL di energia primaria (funzione di zona climatica, destinazione d'uso dell'edificio, K struttura prima di intervento) $\tau = 2,91 \quad a=100\% \rightarrow TEE = \tau \cdot a \cdot RSL \cdot m^2$		Detrazione dall'imposta lorda del 65% della spesa da ripartire in dieci quote annuali di pari importo. Tetto max = 60.000 euro (N.B. comprese eventuali spese per serramenti)				I tot = % $\cdot C \cdot S_{int}$ I tot $\leq I_{max}$ $S_{int} = m^2$ intervento $C = Spesa_{int}/S_{int}$ % = 40%		
							Cmax ($\text{€}/m^2$)		
							esterne	interne	ventilate
							a) coperture	200	100
							b) pavimenti	120	100
TEMPISTICA	rinnovato per 8 anni		suddiviso in 10 anni				I max (a+b+c) $\leq 250.000 \text{ €}$		
							suddiviso in 5 anni		

Figura 11.7 - Isolamento pareti e coperture. Confronto tra diverse modalità di determinazione dell'incentivo

	INSTALLAZIONE CALDAIA A CONDENSAZIONE											
	TITOLI DI EFFICIENZA ENERGETICA	DETRAZIONI FISCALI	CONTO TERMICO									
	unifam, 4 stelle di effic, gas naturale, Pn ≤ 35 kW (per riscaldamento e acs)	a) condensazione (L. 27/12/06 n. 296) per riscaldamento e messa a punto ed equilibratura del sistema di distribuzione.	generatore di calore a condensazione ad alta efficienza termica									
	Scheda 3T	Art. 1 comma 347	Art. 4 comma 1.c									
REQUISITI	Caldaia a 4 stelle (art. 6 DM 20/07/04 e DPR 15/11/96 n. 660)	a) rend. $\eta_u \geq 93 + 2 \log_{10} P_n$ ($P_n = P$ utile nom. del generatore) b) Valvole termostatiche tipo bassa inerzia termica su tutti i corpi scaldanti	a) rend. $\eta_u \geq 93 + 2 \log P_n$ b) valvole termostatiche a bassa inerzia c) sistema di contabilizzazione dell'energia termica utilizzata, in presenza di più unità immobiliari.									
DATI	zona climatica, potenza termica al focolare	spesa totale	spesa totale, potenza termica al focolare									
CALCOLO	RSL differenziato per riscald./ (riscald+acs) in funzione di zona climatica $\tau = 2,65$ $a = 100\% \rightarrow TEE = \tau \cdot a \cdot RSL$	Detrazione dall'imposta lorda del 65% della spesa da ripartire in dieci quote annuali di pari importo. Tetto max = 30.000 euro	$P_{nint} = \sum P$ term. nom. generatori installati in kWt; $C = Spesa_{int} / S_{int}$ % = 40%									
			<table><tr><td>P_{nint} (kWt)</td><td>C_{max} (€/kWt)</td><td>I_{max} (€)</td></tr><tr><td>≤ 35</td><td>160</td><td>2.300</td></tr><tr><td>> 35</td><td>130</td><td>26.000</td></tr></table>	P_{nint} (kWt)	C_{max} (€/kWt)	I_{max} (€)	≤ 35	160	2.300	> 35	130	26.000
			P_{nint} (kWt)	C_{max} (€/kWt)	I_{max} (€)							
≤ 35	160	2.300										
> 35	130	26.000										
TEMPISTICA	rinnovato per 5 anni	suddiviso in 10 anni	suddiviso in 5 anni									
	Sistemi centralizzati per la climatizzazione invernale di edifici ad uso civile con termoregolazione e contabilizzazione del calore	idem	idem									
	Scheda 26T											
DATI	a) $P_{t_{risc}}$ =Potenza termica nominale totale b) E_{frisc} =Energia termica utile misurata in centrale c) E_c =contenuto termico dei combustibili utilizzati											
CALCOLO	$TEE = \tau \cdot a \cdot (p \cdot ft - E_{frisc} / \eta - E_c \cdot ft)$											
TEMPISTICA	rinnovato per 5 anni											

Figura 11.8 - Installazione caldaia a condensazione. Confronto tra diverse modalità di determinazione dell'incentivo

Le figure seguenti riportano un confronto tra l'entità degli incentivi associati a interventi di efficientamento realizzati su due tipologie residenziali (edificio monofamiliare e grande condominio) collocati in due zone climatiche, precisamente la zona E e C (Milano e Bari). Si ipotizza che gli

Rapporto

interventi rispettino i requisiti tecnici richiesti dalle suddette normative e che l'impianto di riscaldamento esistente sia, in generale, a gas.

Gli importi degli incentivi sono attualizzati sulla base di un tasso di rendimento del 4%.

Le Figura 11.9 Figura 11.9e Figura 11.10 si riferiscono a edificio monofamiliare, sostituzione di chiusure trasparenti e collocazione sia in zona E sia in zona C.

Il costo superiore dell'intervento effettuato sullo stabile di Milano rispetto a quello di Bari dipende, sostanzialmente, dalle maggiori prestazioni termiche richieste agli infissi collocati in zona climatica E, più fredda della C. Va comunque sottolineato che, in questo caso, il risparmio economico, conseguente a quello energetico, risulta nel tempo significativamente superiore al delta di investimento iniziale.

Come già accennato, il rapporto tra gli incentivi attualizzati e la spesa sostenuta evidenzia che il massimo ritorno economico si ottiene con le detrazioni fiscali (54,83%), calcolate come percentuale della spesa stessa fino al raggiungimento del tetto massimo di detrazione consentita. Nel caso del Conto Termico e con il tasso di attualizzazione precedentemente assunto, il predetto rapporto può risultare al massimo pari al 37%, qualora il costo specifico dell'intervento sia inferiore al valore limite stabilito (350 €/m² per zone A,B,C e 450 €/m² per zone E, D e F).

In generale il rapporto tra l'incentivo associato ai TEE, il cui valore è stato assunto pari a 140 €, e il costo dell'intervento risulta molto ridotto. In questo caso la maggiore percentuale riscontrata per l'edificio di Milano rispetto a quello di Bari, dipende sostanzialmente dal valore di RSL (Risparmio Specifico Lordo di energia primaria conseguibile a m² (10⁻³ tep/anno/m²) che, a parità di destinazione dell'edificio, si incrementa per zone climatiche caratterizzate da minori temperature invernali.

SOSTITUZIONE CHIUSURE TRASPARENTI			MONOFAMILIARE A MILANO				
m2		19					
costo +IVA (€)		12.500					
Titoli di Efficienza Energetica		TEE (II)	quota annuale (€/anno)	N. anni	Valore TOT (€)	Valore TOT attualizzato (€)	Incentivo /costo
τ	2,91						
a	1						
RSL (10 ⁻³ tep/anno/UFR)	15	0,83	116	8	929	813	6,50%
Detrazioni (dall'imposta lorda)			quota annuale (€/anno)	N. rate	Valore TOT (€)	Valore TOT attualizzato (€)	Incentivo /costo
			813	10	8.125	6.854	54,83%
Conto termico	C= Spesa/m2 (€/m2)	C > or ≤ Cmax? (€/m2)	quota annuale (€/anno)	N. rate	Valore TOT (€)	Valore TOT attualizzato (€)	Incentivo /costo
	658	450	684	5	3420	3167	25,33%

Figura 11.9 - Edificio MF a Milano. Confronto tra gli incentivi previsti dalle diverse normative. Sostituzione di chiusure trasparenti

Rapporto

SOSTITUZIONE CHIUSURE TRASPARENTI			MONOFAMILIARE A BARI					
m2	19							
costo +IVA (€)	10.500							
Titoli di Efficienza Energetica			TEE (II)	quota annuale (€/anno)	N. anni	Valore TOT (€)	Valore TOT attualizzato (€)	Incentivo /costo
τ	2,91							
a	1							
RSL (10 ⁻³ tep/anno/UFR)	5	0,28	39	8	310	271	2,58%	
Detrazioni (dall'imposta lorda)			quota annuale (€/anno)	N. rate	Valore TOT (€)	Valore TOT attualizzato (€)	Incentivo /costo	
			683	10	6.825	5.757	54,83%	
Conto termico	C= Spesa/m2 (€/m2)	C > or ≤ Cmax? (€/m2)	quota annuale (€/anno)	N. rate	Valore TOT (€)	Valore TOT attualizzato (€)	Incentivo /costo	
	553	350	532	5	2660	2463	23.46%	

Figura 11.10 - Edificio MF a Bari. Confronto tra gli incentivi previsti dalle diverse normative. Sostituzione di chiusure trasparenti.

Le precedenti osservazioni valgono, sostanzialmente, anche per le altre due tipologie di intervento considerate. Nelle successive Figura 11.11 ÷ Figura 11.14 sono riportati i rispettivi risultati. Analogamente nelle Figura 11.15 ÷ Figura 11.20, per gli interventi precedentemente considerati e per un condominio collocato a Milano e Bari, è riportato il confronto tra gli incentivi calcolati sulla base delle tre normative esaminate.

ISOLAMENTO PARETI E COPERTURE							
PARETI VERTICALI				SOTTOTETTO			
m ²	243	m ²	108				
costo +IVA (€)	36.000	costo +IVA (€)	9.000				
K (W/m ² K)	1,28	K (W/m ² K)	1,65				
Titoli di Efficienza Energetica		TEE (II)	valore annuale (€/anno)	N. anni	Valore TOT (€)	Valore TOT attualizzato (€)	Incentivo /costo
a=100%	1						
τ = 2,91	2,91						
PARETI VERTICALI							
RSL (10 ⁻³ tep/anno/UFR)	3,9	3	386	8	3.089	2.703	7,51%
SOTTOTETTO							
RSL (10 ⁻³ tep/anno/UFR)	6,2	1,95	273	8	2.182	1.910	21,22%
Detrazioni (dall'imposta lorda)			quota annuale (€/anno)	N. rate	Valore TOT (€)	Valore TOT attualizzato (€)	Incentivo /costo
PARETI VERTICALI			2.340	10	23.400	19.739	54,83%
SOTTOTETTO			585	10	5.850	4.935	54,83%
Conto termico	C= Spesa/m ² (€/m ²)	C > or ≤ Cmax? (€/m ²)	quota annuale (€/anno)	N. rate	Valore TOT (€)	Valore TOT attualizzato (€)	Incentivo /costo
	148	100	1.944	5	9.720	9.001	25,00%
SOTTOTETTO			720	5	3.600	3.334	37,04%

Figura 11.11 - Edificio MF a Milano. Confronto tra gli incentivi previsti dalle diverse normative. Isolamento pareti e coperture.

Rapporto

ISOLAMENTO PARETI E COPERTURE				MONOFAMILIARE A BARI			
PARETI VERTICALI		SOTTOTETTO					
m ²	243	m ²	108				
costo +IVA (€)	34.000	costo +IVA (€)	8.500				
K (W/m ² K)	1,4	K (W/m ² K)	1,65				
Titoli di Efficienza Energetica		TEE (II)	valore annuale (€/anno)	N. anni	Valore TOT (€)	Valore TOT attualizzato (€)	Incentivo /costo
a=100%	1						
τ = 2,91	2,91						
PARETI VERTICALI							
RSL (10 ⁻³ tep/anno/UFR)	1,5	1,06	148	8	1.188	1.040	3,06%
SOTTOTETTO							
RSL (10 ⁻³ tep/anno/UFR)	1,9	0,60	84	8	669	585	6,89%
Detrazioni (dall'imposta lorda)			quota annuale (€/anno)	N. rate	Valore TOT (€)	Valore TOT attualizzato (€)	Incentivo /costo
PARETI VERTICALI			2.210	10	22.100	18.642	54,83%
SOTTOTETTO			553	10	5.525	4.661	54,83%
Conto termico	C= Spesa/m ² (€/m ²)	C > or ≤ Cmax? (€/m ²)	quota annuale (€/anno)	N. rate	Valore TOT (€)	Valore TOT attualizzato (€)	Incentivo /costo
PARETI VERTICALI	140	100	1.944	5	9.720	9.001	26,47%
SOTTOTETTO	79	200	680	5	3.400	3.148	37,04%

Figura 11.12 - Edificio MF a Bari. Confronto tra gli incentivi previsti dalle diverse normative Isolamento pareti e coperture

INSTALLAZIONE CALDAIA				MONOFAMILIARE A MILANO				
Pn (kWt)	34							
costo +IVA (€)	5.500							
Titoli di Efficienza Energetica			tipo TEE	valore annuale (€/anno)	N. anni	Valore TOT (€)	Valore TOT attualizzato (€)	Incentivo /costo
a=100%	1							
τ = 2,65	2,65							
RSL (10 ⁻³ tep/anno/UFR)	92		0,24	34	5	171	158	2,87%
Detrazioni (dall'imposta lorda)				quota annuale (€/anno)	N. rate	Valore TOT (€)	Valore TOT attualizzato (€)	Incentivo /costo
				358	10	3.575	3.016	54,83%
Conto termico		C= Spesa/Pn (€/kW)	C > or ≤ Cmax? (€/kW)	quota annuale (€/anno)	N. rate	Valore TOT (€)	Valore TOT attualizzato (€)	Incentivo /costo
		162	160	435	5	2.176	2.015	36,64%

Figura 11.13 - Edificio MF a Milano. Confronto tra gli incentivi previsti dalle diverse normative. Installazione caldaia

Rapporto

INSTALLAZIONE CALDAIA				MONOFAMILIARE A BARI			
Pn (kWt)	24						
costo +IVA (€)	5.000						
Titoli di Efficienza Energetica		tipo TEE	valore annuale (€/anno)	N. anni	Valore TOT (€)	Valore TOT attualizzato (€)	Incentivo /costo
a=100%	1						
τ = 2,65	2,65						
RSL (10 ⁻³ tep/anno/UFR)	48	0,13	18	5	89	82	1,65%
Detrazioni (dall'imposta lorda)			quota annuale (€/anno)	N. rate	Valore TOT (€)	Valore TOT attualizzato (€)	Incentivo /costo
			325	10	3.250	2.741	54,83%
Conto termico	C= Spesa/Pn (€/kW)	C > or ≤ Cmax? (€/kW)	quota annuale (€/anno)	N. rate	Valore TOT (€)	Valore TOT attualizzato (€)	Incentivo /costo
	208	160	307	5	1.536	1.422	28,45%

Figura 11.14 - Edificio MF a Bari. Confronto tra gli incentivi previsti dalle diverse normative. Installazione caldaia.

SOSTITUZIONE CHIUSURE TRASPARENTI				CONDOMINIO A MILANO			
m2	321						
costo +IVA (€)	204.000						
Titoli di Efficienza Energetica		TEE (II)	quota annuale (€/anno)	N. anni	Valore TOT (€)	Valore TOT attualizzato (€)	Incentivo /costo
τ	2,91						
a	1						
RSL (10 ⁻³ tep/anno/UFR)	15	14,01	1.962	8	15.693	13.735	6,73%
Detrazioni (dall'imposta lorda)			quota annuale (€/anno)	N. rate	Valore TOT (€)	Valore TOT attualizzato (€)	Incentivo /costo
			13.260	10	132.600	111.852	54,83%
Conto termico	C= Spesa/m2 (€/m2)	C > or ≤ Cmax? (€/m2)	quota annuale (€/anno)	N. rate	Valore TOT (€)	Valore TOT attualizzato (€)	Incentivo /costo
	636	450	11.556	5	57.780	53.503	26,23%

Figura 11.15 - Condominio a Milano. Confronto tra gli incentivi previsti dalle diverse normative. Sostituzione di chiusure trasparenti

SOSTITUZIONE CHIUSURE TRASPARENTI				CONDOMINIO A BARI			
m2	321						
costo +IVA (€)	172.000						
Titoli di Efficienza Energetica		TEE (II)	quota annuale (€/anno)	N. anni	Valore TOT (€)	Valore TOT attualizzato (€)	Incentivo /costo
τ	2,91						
a	1						
RSL (10 ⁻³ tep/anno/UFR)	5	4,67	654	8	5.231	4.578	2,66%
Detrazioni (dall'imposta lorda)			quota annuale (€/anno)	N. rate	Valore TOT (€)	Valore TOT attualizzato (€)	Incentivo /costo
			11.180	10	111.800	94.307	54,83%
Conto termico	C= Spesa/m2 (€/m2)	C > or ≤ Cmax? (€/m2)	quota annuale (€/anno)	N. rate	Valore TOT (€)	Valore TOT attualizzato (€)	Incentivo /costo
	536	350	8.988	5	44.940	41.613	24,19%

Figura 11.16 - Condominio a Bari. Confronto tra gli incentivi previsti dalle diverse normative. Sostituzione di chiusure trasparenti

Rapporto

Pag.
144/146

ISOLAMENTO PARETI E COPERTURE				CONDOMINIO A MILANO			
PARETI VERTICALI		SOTTOTETTO					
m ²	2219	m ²	358				
costo +IVA (€)	370.000	costo +IVA (€)	31.000				
K (W/m ² K)	1,1	K (W/m ² K)	1,65				
Titoli di Efficienza Energetica		TEE (II)	valore annuale (€/anno)	N. anni	Valore TOT (€)	Valore TOT attualizzato (€)	Incentivo /costo
a=100%	1						
τ = 2,91	2,91						
PARETI VERTICALI							
RSL (10 ⁻³ tep/anno/UFR)	3	19	2.712	8	21.696	18.990	5,13%
SOTTOTETTO							
RSL (10 ⁻³ tep/anno/UFR)	6,2	6,46	904	8	7.234	6.332	20,42%
Detrazioni (dall'imposta lorda)			quota annuale (€/anno)	N. rate	Valore TOT (€)	Valore TOT attualizzato (€)	Incentivo /costo
PARETI VERTICALI			24.050	10	240.500	202.870	54,83%
SOTTOTETTO			2.015	10	20.150	16.997	54,83%
Conto termico	C= Spesa/m2 (€/m2)	C > or ≤ Cmax? (€/m2)	quota annuale (€/anno)	N. rate	Valore TOT (€)	Valore TOT attualizzato (€)	Incentivo /costo
PARETI VERTICALI	167	100	17.752	5	88.760	82.190	22,21%
SOTTOTETTO	87	200	2.480	5	12.400	11.482	37,04%

Figura 11.17 - Condominio a Milano. Confronto tra gli incentivi previsti dalle diverse normative Isolamento pareti e coperture

ISOLAMENTO PARETI E COPERTURE				CONDOMINIO A BARI			
PARETI VERTICALI		SOTTOTETTO					
m ²	2219	m ²	358				
costo +IVA (€)	312.000	costo +IVA (€)	29.000				
K (W/m ² K)	1,4	K (W/m ² K)	1,65				
Titoli di Efficienza Energetica		TEE (II)	valore annuale (€/anno)	N. anni	Valore TOT (€)	Valore TOT attualizzato (€)	Incentivo /costo
a=100%	1						
τ = 2,91	2,91						
PARETI VERTICALI							
RSL (10 ⁻³ tep/anno/UFR)	1,5	10	2.712	8	10.848	9.495	3,04%
SOTTOTETTO							
RSL (10 ⁻³ tep/anno/UFR)	1,9	1,98	277	8	2.217	1.940	6,69%
Detrazioni (dall'imposta lorda)			quota annuale (€/anno)	N. rate	Valore TOT (€)	Valore TOT attualizzato (€)	Incentivo /costo
PARETI VERTICALI			20.280	10	202.800	171.069	54,83%
SOTTOTETTO			1.885	10	5.070	4.277	54,83%
Conto termico	C= Spesa/m ² (€/m ²)	C > or ≤ Cmax? (€/m ²)	quota annuale (€/anno)	N. rate	Valore TOT (€)	Valore TOT attualizzato (€)	Incentivo /costo
PARETI VERTICALI	141	100	17.752	5	88.760	82.190	26,34%
SOTTOTETTO	81	200	2.320	5	11.600	10.741	37,04%

Figura 11.18 - Condominio a Bari. Confronto tra gli incentivi previsti dalle diverse normative. Isolamento pareti e coperture

Rapporto

Pag.
145/146

INSTALLAZIONE CALDAIA			CONDOMINIO A MILANO					
Pn (kWt)	180							
costo +IVA (€)	53.000							
EC (MWh)	216							
EFrisc (MWh)	209							
Titoli di Efficienza Energetica			tipo TEE	valore annuale (€/anno)	N. anni	Valore TOT (€)	Valore TOT attualizzato (€)	Incentivo /costo
a	1							
τ	2,65							
η=0,7537+0,03Log10 Pn	0,82							
Ft	0,086							
p	1,15		17,46	2.445	5	12.224	11.319	21,36%
Detrazioni (dall'imposta lorda)				quota annuale (€/anno)	N. rate	Valore TOT (€)	Valore TOT attualizzato (€)	Incentivo /costo
				3.445	10	34.450	29.060	54,83%
Conto termico	C= Spesa/Pn (€/kW)	C > or ≤ Cmax? (€/kW)	quota annuale (€/anno)	N. rate	Valore TOT (€)	Valore TOT attualizzato (€)	Incentivo /costo	
	294	130	1.872	5	9.360	8.667	15.35%	

Figura 11.19 - Condominio a Milano. Confronto tra gli incentivi previsti dalle diverse normative. Installazione caldaia

INSTALLAZIONE CALDAIA			CONDOMINIO A BARI					
Pn (kWt)	160							
costo +IVA (€)	51.000							
EC (MWh)	76							
EFrisc (MWh)	74							
Titoli di Efficienza Energetica			tipo TEE	valore annuale (€/anno)	N. anni	Valore TOT (€)	Valore TOT attualizzato (€)	Incentivo /costo
a	1							
τ	2,65							
η=0,7537+0,03Log10 Pn	0,82							
Ft	0,086							
p	1,22		7,78	1.089	5	5.443	5.040	9,88%
Detrazioni (dall'imposta lorda)				quota annuale (€/anno)	N. rate	Valore TOT (€)	Valore TOT attualizzato (€)	Incentivo /costo
				3.315	10	33.350	27.963	54,83%
Conto termico	C= Spesa/Pn (€/kW)	C > or ≤ Cmax? (€/kW)	quota annuale (€/anno)	N. rate	Valore TOT (€)	Valore TOT attualizzato (€)	Incentivo /costo	
	319	130	1.664	5	8.320	7.704	15.11%	

Figura 11.20 - Condominio a Bari. Confronto tra gli incentivi previsti dalle diverse normative. Installazione caldaia.

