Building Typology Brochure – Italy

Fascicolo sulla Tipologia Edilizia Italiana

nuova edizione

Vincenzo Corrado

Ilaria Ballarini

Stefano Paolo Corgnati

Politecnico di Torino – Dipartimento Energia

Gruppo di Ricerca TEBE

ISBN: 978-88-8202-065-1

Luglio 2014

Co-funded by the Intelligent Energy Europe Programme of the European Union

The sole responsibility for the content of this publication lies with the authors. It does not necessarily reflect the opinion of the European Union. Neither the EACI nor the European Commission are responsible for any use that may be made of the information contained therein.

Contratto N°: IEE/12/695/SI2.644739 - *EPISCOPE*

Coordinatore: IWU - Institut Wohnen und Umwelt GmbH, Darmstadt / Germany
Durata del progetto: Aprile 2013 - Marzo 2016

INDICE

PREFAZIONE 5

1. DATI STATISTICI 8

2. INTRODUZIONE SULLA TIPOLOGIA EDILIZIA ITALIANA 13

2.1. Classificazione della tipologia edilizia 13

2.2. Definizione degli “edifici-tipo” 15

3. TIPOLOGIE COSTRUTTIVE 21

3.1. Involucro opaco 21

3.2. Involucro trasparente 26

4. TIPOLOGIE IMPIANTISTICHE 27

4.1. Impianto di riscaldamento 27

4.2. Impianto di produzione di acqua calda sanitaria 32

5. MISURE DI RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI ESISTENTI 40

5.1. Interventi sull’involucro edilizio 40

5.2. Interventi sugli impianti termici 41

6. VARIANTI AGLI EDIFICI DI NUOVA COSTRUZIONE 45

6.1. Requisiti prestazionali relativi all’involucro edilizio 45

6.2. Requisiti prestazionali relativi agli impianti termici 47

7. DETERMINAZIONE DELLA PRESTAZIONE ENERGETICA 50

8. SCHEDE ILLUSTRATIVE DEGLI EDIFICI-TIPO 53

8.1. Case monofamiliari 55

8.2. Case a schiera 72

8.3. Edifici multifamiliari 89

8.4. Blocchi di appartamenti 106

9. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE 123

NOMENCLATURA 127

BIBLIOGRAFIA 128

PREFAZIONE

Il progetto TABULA (*Typology Approach for BUiLding stock energy Assessment*, 2009-2012), finanziato dal programma europeo *Intelligent Energy Europe*, è stato rivolto a creare una struttura armonizzata delle tipologie edilizie residenziali europee.

Ogni tipologia nazionale è costituita da un insieme di edifici residenziali modello con tipiche caratteristiche energetiche. Ciascun edificio rappresenta un determinato periodo di costruzione e una specifica dimensione. Gli edifici-tipo possono essere utilizzati in ciascun paese come mezzo per rendere nota la prestazione energetica ed i potenziali di risparmio energetico raggiungibili attraverso azioni di riqualificazione dell'involucro edilizio e degli impianti termici. In TABULA si sono analizzati due livelli di riqualificazione dell'edificio-tipo: una "riqualificazione tipica", mediante l'applicazione di misure comunemente utilizzate all'interno del paese, ed una "riqualificazione avanzata", attraverso l'introduzione di interventi che riflettono le migliori tecnologie disponibili.

Le potenzialità di risparmio energetico sono state valutate utilizzando la metodologia di calcolo fornita dalle norme tecniche europee a supporto della *Energy Performance of Buildings Directive* (EPBD, 2002/91/CE) e confrontando la prestazione energetica prima e dopo la riqualificazione. Informazioni aggiuntive sulla frequenza delle tipologie edilizie ed impiantistiche rendono possibile l'utilizzo della classificazione tipologica come modello per la stima della prestazione energetica del parco edilizio globale su scala nazionale.

Il progetto EPISCOPE (*Energy Performance Indicator Tracking Schemes for the Continuous Optimisation of Refurbishment Processes in European Housing Stocks*, 2013-2016), finanziato dal programma europeo *Intelligent Energy Europe*, si pone a continuazione del progetto TABULA e ha come principali obiettivi l'aggiornamento della tipologia edilizia e la definizione di "azioni pilota" sul patrimonio edilizio residenziale esistente.

L'aggiornamento della tipologia edilizia nazionale prevede l'analisi della prestazione energetica degli edifici di nuova costruzione, prendendo in considerazione più varianti ai requisiti minimi definiti dalla legislazione vigente; tali varianti includono anche i parametri prestazionali che caratterizzano gli edifici ad energia quasi zero. L'edificio ad energia quasi zero è definito, nella Direttiva 2010/31/UE (EPBD recast), come "*edificio ad altissima prestazione energetica, il cui fabbisogno energetico molto basso o quasi nullo dovrebbe essere coperto in misura molto significativa da energia da fonti rinnovabili, compresa l'energia da fonti rinnovabili prodotta in loco o nelle vicinanze*".

Le "azioni pilota", applicate a livello nazionale o locale, sono finalizzate a monitorare i processi di riqualificazione energetica, a valutare i risparmi energetici conseguiti e a verificare gli obiettivi di efficienza energetica nel medio e lungo periodo attraverso scenari di intervento.

Entrambi i progetti europei sono rivolti agli esperti che lavorano su analisi di scenario, così come a coloro che prendeno decisioni politiche a vari livelli (regionale, nazionale, comunitario). Anche i consulenti energetici possono utilizzare le tipologie per le fasi iniziali della propria attività.

I risultati principali del progetto TABULA sono i seguenti:

- Struttura della tipologia edilizia/impiantistica

È stata sviluppata una struttura comune per le tipologie edilizie sulla base delle tipologie nazionali già esistenti per gli edifici residenziali e gli impianti termici. Tale struttura considera i diversi tipi di costruzione diffusi nel paese. La sua presentazione segue le esigenze dei gruppi target e degli attori coinvolti nel progetto.

- Dati relativi alla tipologia edilizia

La struttura della tipologia edilizia è stata completata con i dati nazionali di ciascun paese partecipante, comprendenti:

- dati tipologico-dimensionali;
- parametri termo-fisici dei componenti d'involucro;
- prestazioni degli impianti termici;
- distribuzione statistica dei diversi tipi di edificio ed impianto nel parco edilizio nazionale;
- possibili interventi di risparmio energetico, distinti in due livelli, "tipico" e "avanzato".

- Webtool delle tipologie edilizie

I dati relativi alla tipologie edilizie elaborati nel corso del progetto sono pubblicati attraverso uno speciale *Webtool* delle tipologie edilizie (http://webtool.building-typology.eu/). Per ogni paese partecipante la tipologia nazionale viene presentata nella forma di una matrice con fotografie degli edifici-tipo, organizzata secondo il periodo di costruzione e le dimensioni dell'edificio. Per ogni tipo di edificio, se disponibili, sono fornite informazioni sulla distribuzione statistica, sui tipici impianti termici, sulle prestazioni energetiche medie. Inoltre è indicato il potenziale risparmio energetico e la conseguente riduzione dell'emissione di biossido di carbonio.

Selezionando un tipo di edificio si ha accesso alle schede dei dati sulla costruzione e sugli impianti termici. Per ogni tipo di edificio di ogni paese può essere effettuato un calcolo on-line per valutare la prestazione energetica dell'edificio nel suo stato originario e il risparmio energetico ottenibile mediante l'applicazione di uno o più interventi selezionabili dall'utente.

I risultati principali del progetto EPISCOPE riguardano l'aggiornamento dei dati sulla tipologia edilizia nazionale, il conseguente aggiornamento del *Webtool*, l'inserimento degli edifici-tipo di nuova costruzione all'interno della matrice della tipologia edilizia e l'analisi energetica di questi edifici considerando più varianti costruttive e impiantistiche a diversi livelli prestazionali. Lo sviluppo dell' "azione pilota" è invece al di fuori dello scopo della presente pubblicazione.

Il presente fascicolo, elaborato all'interno del progetto EPISCOPE, è un aggiornamento della precedente versione sviluppata nel dicembre 2011 nell'ambito del progetto TABULA. Nel presente fascicolo è illustrata la struttura tipologica sviluppata all'interno del progetto TABULA con particolare riferimento alla tipologia edilizia

nazionale. Una particolare attenzione è rivolta alla definizione degli edifici-tipo all'interno della classificazione tipologica che è stata sviluppata per l'area climatica italiana definita "media" e coincidente con la zona climatica E (da 2100 a 3000 gradi-giorno), che rappresenta il 52% dei comuni italiani. Sono inoltre presentati i dati relativi alla tipologia costruttiva e impiantistica italiana. Una sezione specifica del fascicolo, organizzata sottoforma di schede illustrative, è dedicata all'analisi energetica degli edifici-tipo. Per gli edifici-tipo appartenenti ad epoche di costruzione antecedenti il 2005, viene indicato il risparmio energetico raggiungibile a seguito di interventi di riqualificazione sull'involucro edilizio e sull'impianto termico; per gli edifici-tipo di nuova costruzione (epoca di costruzione successiva al 2005) è illustrata la prestazione energetica conseguente all'applicazione di varianti costruttive e impiantistiche.

1. DATI STATISTICI

Secondo le linee guida del progetto TABULA, la classificazione della tipologia edilizia nazionale deve essere supportata da indicazioni quantitative circa la frequenza delle tipologie edilizie, il numero di abitazioni, le superfici degli appartamenti, le tipologie costruttive e impiantistiche più diffuse, il vettore energetico più utilizzato, etc. Queste informazioni sono ricavate a partire dai dati statistici forniti dall'ISTAT (censimento 2001) e dall'ENEA (Rapporto Energia 2008), e sono riportate di seguito in grafici così raggruppati:

- elaborazioni sui dati dimensionali (da Figura 1 a Figura 7);
- elaborazioni sulle tipologie costruttive (Figura 8);
- elaborazioni sulle tipologie impiantistiche (Figura 9 e Figura 10);
- elaborazioni sui consumi energetici e i vettori energetici (Figura 11).

Alcune elaborazioni si riferiscono al territorio nazionale nel suo complesso, altre sono riferite alla sola regione Piemonte, assunta come zona di riferimento per rappresentare l'area climatica definita "media" – ipotizzata coincidente con la zona climatica E (da 2100 a 3000 gradi-giorno) – all'interno della classificazione della tipologia edilizia nazionale (cfr. par. 2.1.). A tal proposito, si precisa che ben il 74% dei comuni della regione Piemonte fa parte della zona climatica E.

A livello nazionale si riportano le seguenti informazioni generali:

- numero complessivo di edifici residenziali, pari a 11.226.595;
- numero complessivo di appartamenti, pari a 27.291.993;
- superficie degli appartamenti a livello nazionale, mediamente pari a 96 m^2.

Attualmente i dati statistici illustrati nel presente capitolo sono in fase di aggiornamento a valle del censimento nazionale della popolazione e delle abitazioni svoltosi nell'anno 2011. Le prime elaborazioni dell'Istituto Nazionale di Statistica, ancora in versione provvisoria, forniscono i seguenti dati nazionali aggiornati:

- numero complessivo di edifici residenziali, pari a 11.720.482;
- numero complessivo di appartamenti, pari a 29.074.722;
- superficie degli appartamenti a livello nazionale, mediamente pari a 99 m^2.

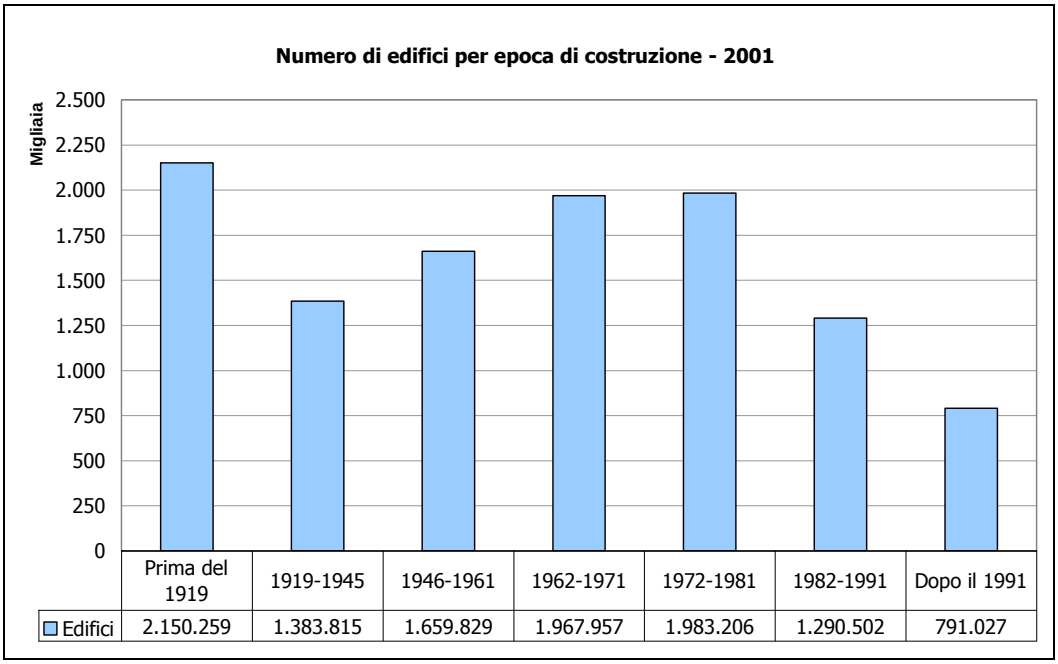


Figura 1. Elaborazione dati ISTAT. Numero di edifici ad uso abitativo per epoca di costruzione – Italia (dati censimento 2001).

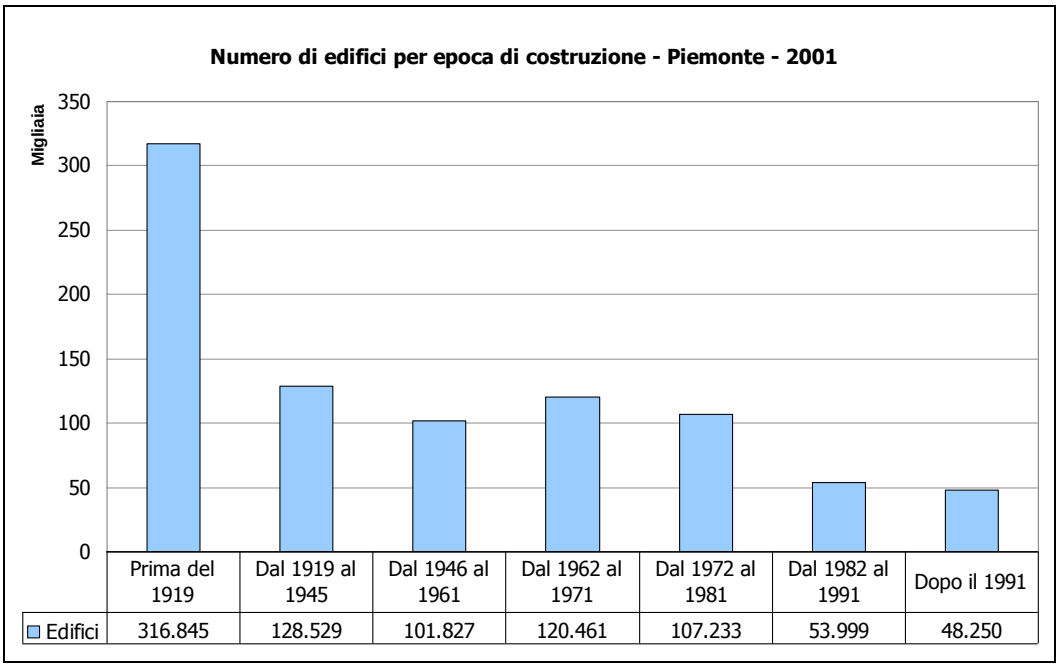


Figura 2. Elaborazione dati ISTAT. Numero di edifici ad uso abitativo per epoca di costruzione – Piemonte (dati censimento 2001).

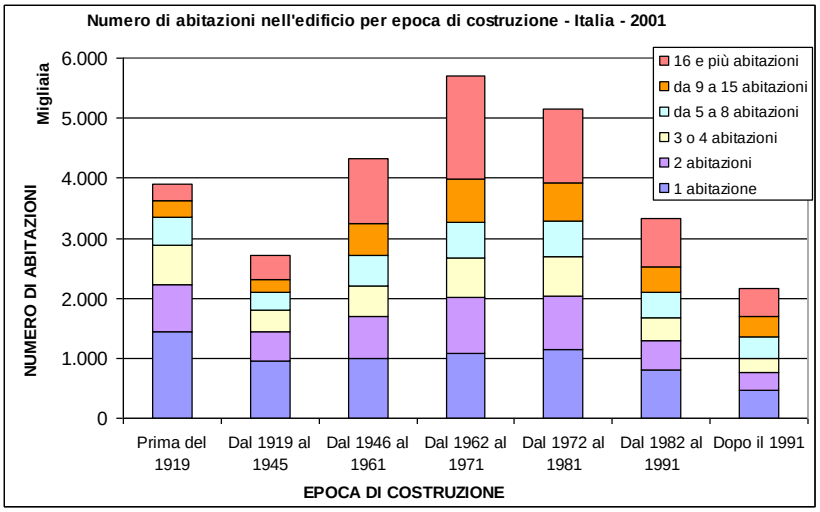


Figura 3. Elaborazione dati ISTAT. Abitazioni in edifici ad uso abitativo per epoca di costruzione e numero di abitazioni nell'edificio – Italia (dati censimento 2001).

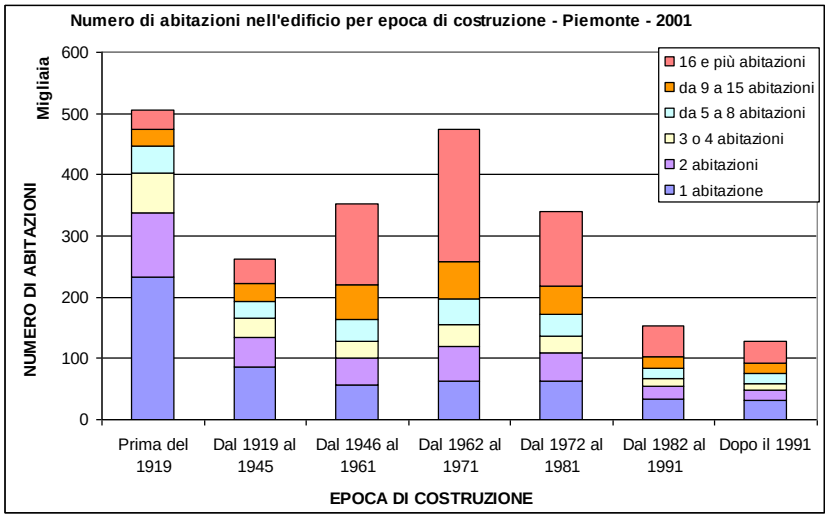
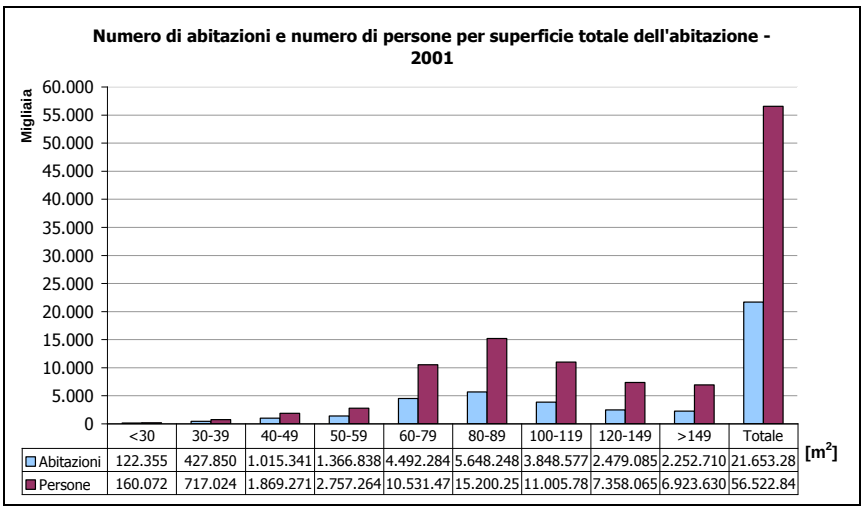


Figura 4. Elaborazione dati ISTAT. Abitazioni in edifici ad uso abitativo per epoca di costruzione e numero di abitazioni nell'edificio – Piemonte (dati censimento 2001).



	<30	30-39	40-49	50-59	60-79	80-89	100-119	120-149	>149	Totale
Abitazioni	122.355	427.850	1.015.341	1.366.838	4.492.284	5.648.248	3.848.577	2.479.085	2.252.710	21.653.28
Persone	160.072	717.024	1.869.271	2.757.264	10.531.47	15.200.25	11.005.78	7.358.065	6.923.630	56.522.84

Figura 5. Elaborazione dati ISTAT. Numero di abitazioni e numero di persone per superficie totale dell'abitazione – Italia (dati censimento 2001).

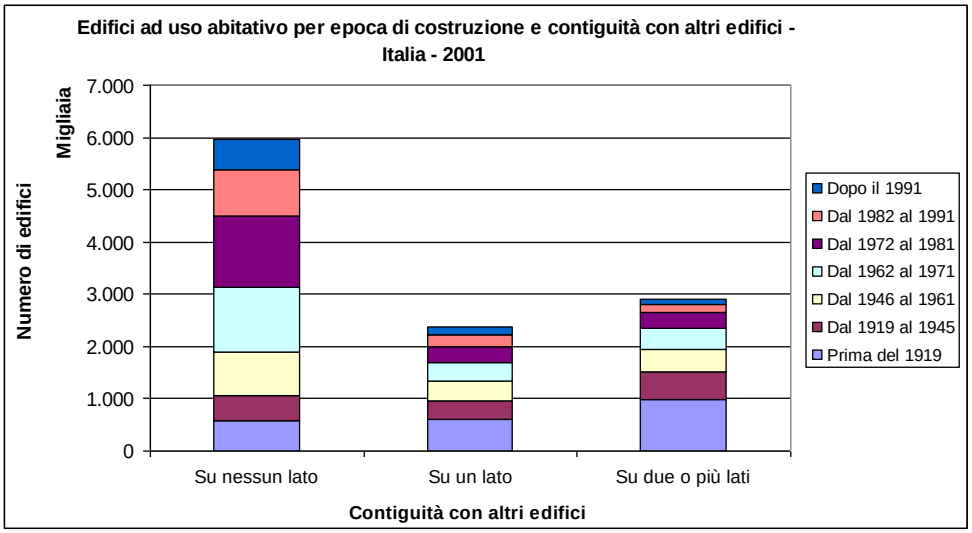


Figura 6. Elaborazione dati ISTAT. Numero di edifici ad uso abitativo per epoca di costruzione e contiguità con altri edifici – Italia (dati censimento 2001).

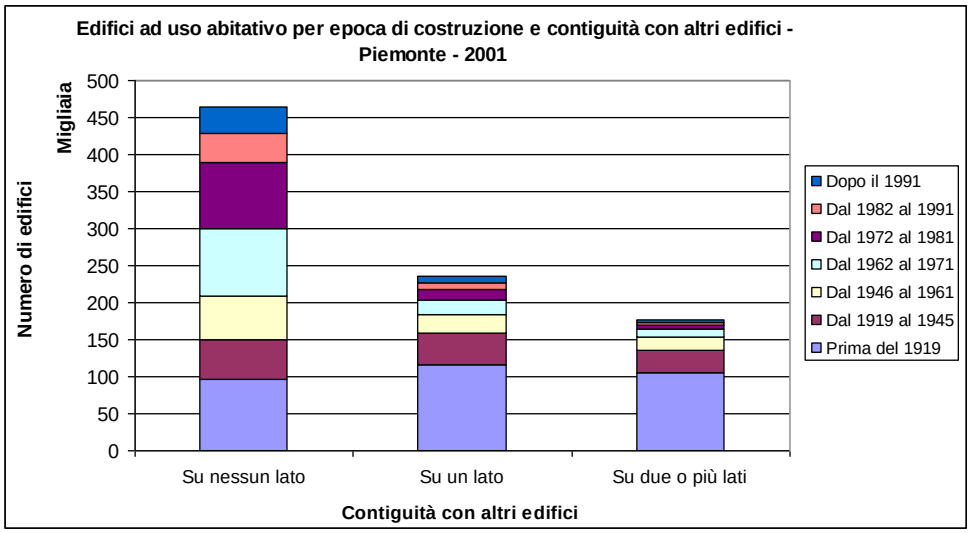


Figura 7. Elaborazione dati ISTAT. Numero di edifici ad uso abitativo per epoca di costruzione e contiguità con altri edifici – Piemonte (dati censimento 2001).

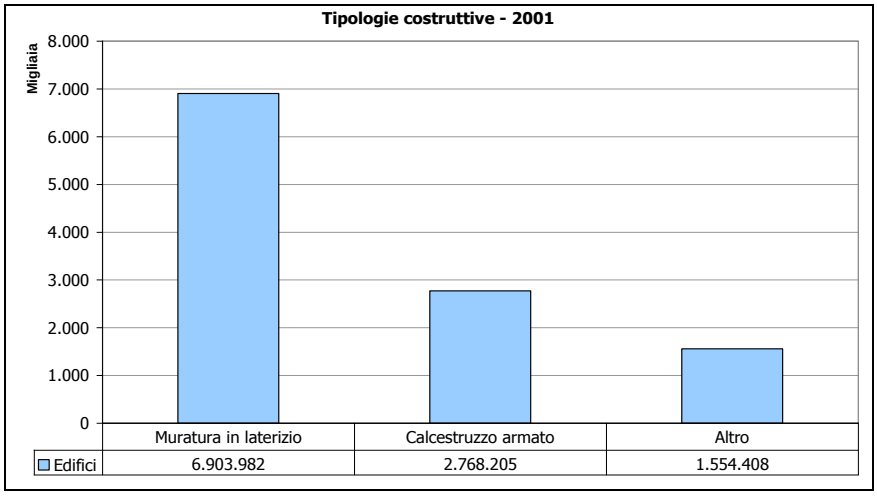


Figura 8. Elaborazione dati ISTAT. Numero di edifici per tipologia costruttiva – Italia (dati censimento 2001).

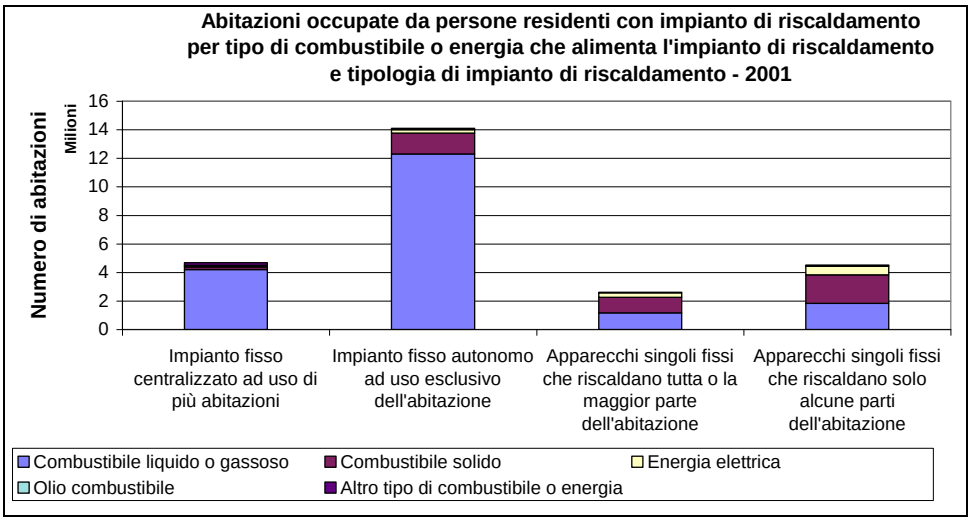


Figura 9. Elaborazione dati ISTAT. Abitazioni per tipo di impianto di riscaldamento e combustibile – Italia (2001).

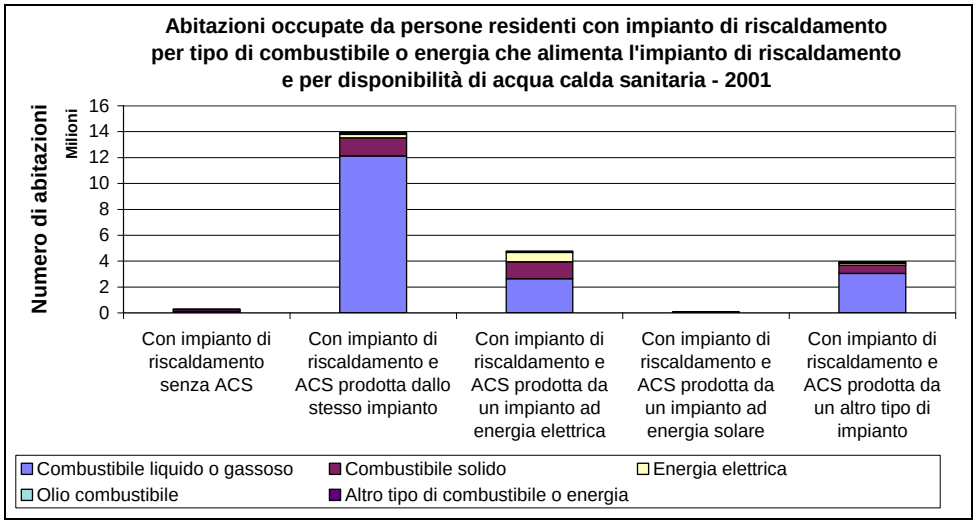


Figura 10. Elaborazione dati ISTAT. Abitazioni per tipo di combustibile che alimenta l'impianto di riscaldamento e per disponibilità di acqua calda sanitaria – Italia (2001).

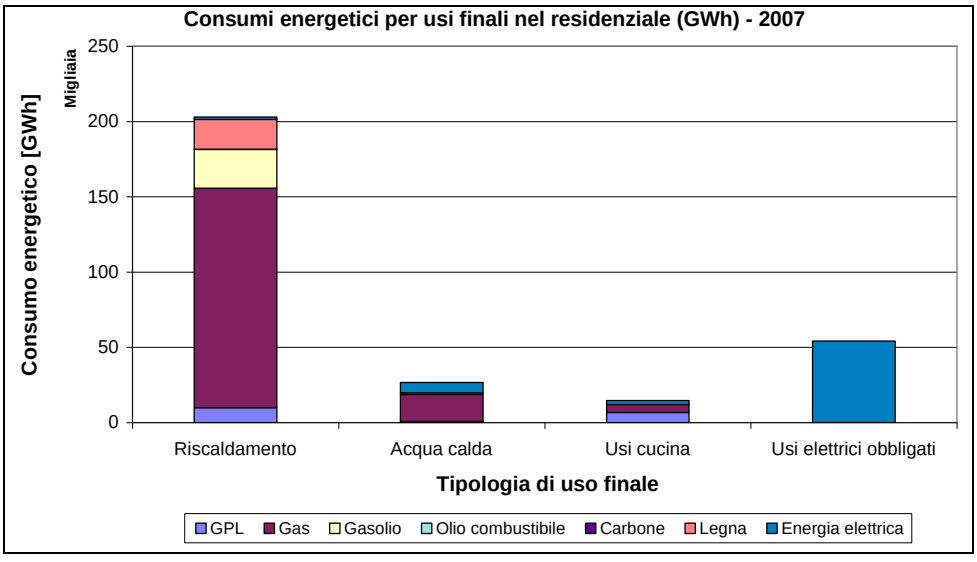


Figura 11. Elaborazione dati ENEA. Consumi energetici per usi finali nel residenziale – Italia (2007).

2. INTRODUZIONE SULLA TIPOLOGIA EDILIZIA ITALIANA

2.1. Classificazione della tipologia edilizia

Con riferimento alla classificazione delle "tipologie edilizie", poiché il progetto di ricerca TABULA si è strettamente rivolto alla valutazione e al miglioramento della prestazione energetica di edifici esistenti, il concetto tipologico si focalizza sui parametri edilizi correlati al consumo energetico. La tipologia edilizia nazionale è classificata secondo le seguenti categorie:

- regione/zona climatica;

- classe di epoca di costruzione;

- classe di dimensione edilizia.

Il territorio nazionale è caratterizzato da sei zone climatiche secondo il D.P.R. n. 412/1993[1] (dalla A alla F) sulla base del numero dei gradi-giorno (cfr. Figura 12); per la classificazione della tipologia edilizia si sono individuate tre aree climatiche che risultano dal raggruppamento di alcune zone:

- *area climatica media* che si è ipotizzata coincidente con le zona climatica "E";
- *area climatica alpina* che si è ipotizzata coincidente con la zona climatica "F";
- *area climatica mediterranea-costiera* che si è ipotizzata coincidente con le zone climatiche "A", "B", "C", "D".

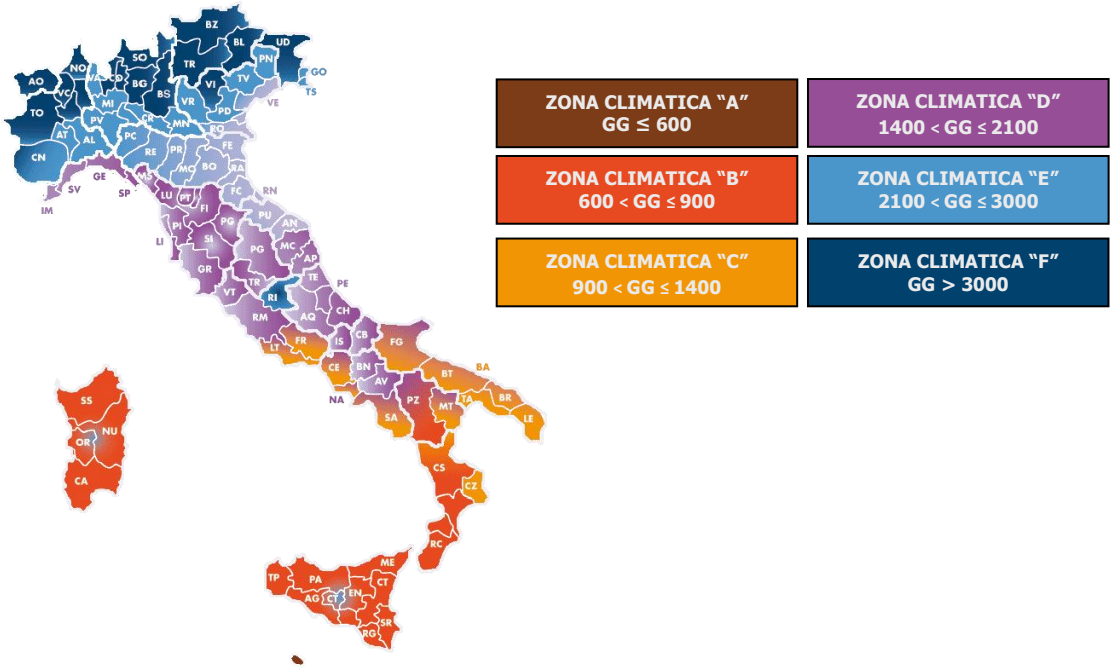


Figura 12. Indicazione delle zone climatiche all'interno del territorio nazionale.

[1] Il D.P.R. 412/1993 è stato modificato e integrato dal D.P.R. 74/2013.

Per ogni area climatica sono state individuate otto classi che definiscono l'epoca di costruzione.

Ciascuna classe rappresenta un determinato periodo storico che riflette specifiche tipologie dimensionali e costruttive, significative dal punto di vista energetico. Le classi di epoca di costruzione sono le seguenti:

- *classe 1*, fino al 1900, rappresentata dal diciannovesimo secolo;
- *classe 2*, dal 1901 al 1920, identificata dall'inizio del ventesimo secolo;
- *classe 3*, dal 1921 al 1945, compresa tra le due Guerre Mondiali;
- *classe 4*, dal 1946 al 1960, caratterizzata dal Dopoguerra e dalla Ricostruzione;
- *classe 5*, dal 1961 al 1975, definita dal periodo della crisi petrolifera;
- *classe 6*, dal 1976 al 1990, contraddistinta dalle prime disposizioni legislative in materia di efficienza energetica negli edifici;
- *classe 7*, dal 1991 al 2005, caratterizzata dalle più recenti regolamentazioni sulla prestazione energetica degli edifici (dalla Legge n. 10 del 1991 al Decreto Legislativo n. 192 del 2005);
- *classe 8*, dopo il 2005, rapprentata da più restrittivi requisiti di prestazione energetica richiesti alle nuove costruzioni (decreti attuativi del Decreto Legislativo n. 192 del 2005 e successive deliberazioni regionali).

Ciascuna classe di epoca di costruzione è rappresentata da classi di dimensione edilizia; esse si riferiscono a specifiche tipologie dimensionali, ovvero costruzioni caratterizzate da una specifica estensione e geometria. Si sono individuate le seguenti classi:

- *casa monofamiliare*, caratterizzata da un'unica unità immobiliare, su uno o due piani, di tipo isolato o confinante con un altro edificio;
- *casa a schiera*, costituita da un'unica unità immobiliare, su uno o due piani, confinante con altre unità abitative (complesso a schiera);
- *edificio multifamiliare*, edificio di ridotte dimensioni caratterizzato da un numero limitato di unità immobiliari (da 2 a 5 piani e fino a 15 appartamenti, oppure da 2 a 4 piani e da 16 a 20 appartamenti);
- *blocco di appartamenti*, edificio di grandi dimensioni caratterizzato da un numero più elevato di unità immobiliari.

Gli elementi che concorrono a classificare la tipologia edilizia costituiscono gli assi della cosiddetta "Matrice della Tipologia Edilizia". Ogni area climatica è contraddistinta da una matrice ed ogni matrice è costituita da righe, che rappresentano le classi di epoca di costruzione, e da colonne, che rappresentano le classi di dimensione edilizia. Ogni cella della matrice è sede di un "edificio-tipo" da considerarsi rappresentativo di quella specifica condizione (area climatica/epoca di costruzione/dimensione).

La "Matrice della Tipologia Edilizia" italiana è stata sviluppata per la zona climatica E (*area climatica media*) che rappresenta 4250 comuni italiani su un totale di 8100.

2.2. Definizione degli "edifici-tipo"

In TABULA, per la definizione degli "edifici-tipo", appartenenti ad una specifica area climatica e utili a rappresentare una specifica dimensione edilizia all'interno di una data epoca di costruzione, sono stati seguiti tre diversi approcci metodologici.

- Secondo il *primo approccio*, la definizione dell'edificio rappresentativo, denominato "Real Example Building" (*ReEx*), si basa sulla scelta operata in base all'esperienza; l'edificio-tipo è selezionato all'interno di un dato contesto climatico come maggiormente rappresentativo di una specifica dimensionale e di un'epoca di costruzione. Questo approccio si utilizza in assenza di dati statistici attendibili.
- Il *secondo approccio* identifica l'edificio-tipo, denominato "Real Average Building" (*ReAv*), mediante un'analisi statistica. I dati raccolti vengono elaborati statisticamente al fine di individuare un edificio reale che abbia caratteri geometrici e costruttivi coincidenti con la media del campione di edifici analizzato.
- Il *terzo approccio* identifica l'edificio-tipo, ovvero il "Synthetical Average Building" o "Theoretical Building" (*SyAv*), come un "archetipo", che è definito come: "a statistical composite of the features found within a category of buildings in the stock" (ECBCS, 2004). L'archetipo non è un edificio reale, ma è un edificio "virtuale" caratterizzato da un insieme di proprietà individuate statisticamente all'interno di una categoria di edifici.

Ciascuno di questi approcci può tuttavia essere applicato separatamente per definire l'edificio-tipo nelle sue proprietà geometriche (volume, rapporto di forma, …), da un lato, e nelle sue caratteristiche costruttive e impiantistiche, dall'altro. In Tabella 1 è illustrata la possibile combinazione tra la modalità di determinazione dell'edificio-tipo nelle sue caratteristiche geometriche (prima sigla all'interno della cella) e l'approccio utilizzato per definire le sue proprietà costruttive e impiantistiche (seconda sigla all'interno della cella). Le varie combinazioni sono di seguito elencate:

- edificio-tipo reale scelto secondo l'esperienza dal punto di vista dei caratteri geometrici e caratterizzato da una tecnologia costruttiva e impiantistica presente nell'edificio reale scelto (*ReEx*);
- edificio-tipo reale scelto secondo analisi statistica, rappresentante la media di un campione dal punto di vista dei caratteri geometrici e caratterizzato da una tecnologia costruttiva e impiantistica presente nell'edificio reale scelto (*ReAv*);
- edificio-tipo reale scelto secondo l'esperienza dal punto di vista dei caratteri geometrici e caratterizzato da una tecnologia costruttiva e impiantistica non reale, ma definita tipica secondo l'esperienza (*ReEx - ReEx*);
- edificio-tipo reale scelto secondo analisi statistica, che rappresenta la media di un campione dal punto di vista dei caratteri geometrici, e caratterizzato da una tecnologia costruttiva e impiantistica non reale, ma definita tipica secondo l'esperienza (*ReAv - ReEx*);
- edificio-tipo non reale (archetipo) che rappresenta la media di un campione dal punto di vista dei caratteri geometrici e caratterizzato da una tecnologia costruttiva e impiantistica definita tipica secondo l'esperienza

(*SyAv - ReEx*);

- edificio-tipo reale scelto secondo l'esperienza dal punto di vista dei caratteri geometrici e caratterizzato da una tecnologia costruttiva e impiantistica diversa da quella presente nell'edificio scelto, ma definita tipica mediante analisi statistica (*ReEx - SyAv*);
- edificio-tipo reale scelto secondo analisi statistica, che rappresenta la media di un campione dal punto di vista dei caratteri geometrici, e caratterizzato da una tecnologia costruttiva e impiantistica diversa da quella presente nell'edificio scelto, ma definita tipica mediante analisi statistica (*ReAv - SyAv*);
- edificio-tipo non reale (archetipo) che rappresenta la media di un campione dal punto di vista dei caratteri geometrici e caratterizzato da una tecnologia costruttiva e impiantistica definita tipica mediante analisi statistica (*SyAv - SyAv*).

Tabella 1. Schema relativo alla definizione degli edifici-tipo nei caratteri dimensionali, costruttivi e impiantistici.

		EDIFICI-TIPO (CARATTERISTICHE GEOMETRICHE)		
		Edificio reale (scelto secondo l'esperienza)	Edificio reale (scelto da analisi statistica)	Edificio teorico (scelto da analisi statistica)
TIPOLOGIE COSTRUTTIVE E IMPIANTISTICHE	Tecnologia reale presente nell'edificio reale scelto	***ReEx***	***ReAv***	
	Tecnologia scelta secondo l'esperienza	***ReEx*** ***ReEx***	***ReAv*** ***ReEx***	***SyAv*** ***ReEx***
	Tecnologia definita da analisi statistica	***ReEx*** ***SyAv***	***ReAv*** ***SyAv***	***SyAv*** ***SyAv***

In Tabella 2 sono indicati gli approcci seguiti a livello nazionale per definire gli edifici-tipo dell'*area climatica media* nella loro geometria e per individuare le tipologie costruttive e impiantistiche ad essi associate. In questa rappresentazione si evince che la tecnologia è sempre definita secondo l'esperienza (*ReEx*); il criterio di associazione di una data tecnologia all'edificio-tipo si basa sia sulla classe dimensionale dell'edificio, se una data tecnologia è correlata all'aspetto dimensionale, sia sul confronto tra l'epoca di costruzione dell'edificio e il periodo di maggior diffusione di quella tecnologia sul territorio nazionale. La definizione delle tipologie costruttive e impiantistiche è riportata, rispettivamente, all'interno del capitolo 3 e del capitolo 4.

Per quanto riguarda, invece, la definizione dell'edificio-tipo nelle sue caratteristiche geometriche, in base alla diversa disponibilità di dati statistici, esso è stato scelto secondo l'esperienza (*ReEx*) per alcune tipologie

dimensionali e classi di epoca di costruzione, mentre è stato identificato mediante analisi statistica, caratterizzandosi come un archetipo (*SyAv*), per altre categorie per le quali erano disponibili dati riferiti ad un campione significativo (cfr. Tabella 2).

Tabella 2. Schema relativo alla definizione degli edifici-tipo appartenenti all'*area climatica media*.

		EDIFICI-TIPO (CARATTERISTICHE GEOMETRICHE)		
		Edificio reale (scelto secondo l'esperienza)	Edificio reale (scelto da analisi statistica)	Edificio teorico (scelto da analisi statistica)
TIPOLOGIE COSTRUTTIVE E IMPIANTISTICHE	Tecnologia reale presente nell'edificio reale scelto			
	Tecnologia scelta secondo l'esperienza	***Edifici multifamiliari*** *e* ***Blocchi di appartamenti*** *(classi da 1 a 7)*		***Case monofamiliari*** *e* ***Case a schiera*** *(classi da 1 a 8)* ***Edifici multifamiliari*** *e* ***Blocchi di appartamenti*** *(classe 8)*
	Tecnologia definita da analisi statistica			

L'insieme degli edifici-tipo individuati a livello nazionale costituisce la "Matrice della Tipologia Edilizia", che è stata sviluppata per la zona climatica E ed è rappresentata in Figura 13. Gli edifici-tipo all'interno della matrice per le classi di edifici multifamiliari e di blocchi di appartamenti, per le epoche da 1 a 7, sono considerati dal punto di vista geometrico dei "Real Example Buildings" (*ReEx*). Trattandosi di edifici reali, di essi sono riportate le fotografie (cfr. Figura 13); i loro principali dati tipologico-dimensionali (volume lordo riscaldato, rapporto di forma, superficie lorda di pavimento, numero di piani, numero di appartamenti) sono dati reali (cfr. capitolo 8).

Per quanto riguarda le case monofamiliari e le case a schiera, per tutte le epoche di costruzione, e gli edifici multifamiliari e i blocchi di appartamenti per l'ottava epoca di costruzione (dopo il 2005), i rispettivi edifici-tipo sono stati individuati geometricamente mediante l'approccio teorico, ovvero si caratterizzano come "archetipi" (*SyAv*). Gli archetipi sono caratterizzati da proprietà dimensionali (volume lordo riscaldato, rapporto di forma, superficie utile di pavimento, numero di piani, numero di appartamenti) medie di un campione di edifici determinate mediante analisi statistica. In riferimento all'*area climatica media*, l'analisi è stata sviluppata su un campione rappresentativo di edifici della regione Piemonte di cui si posseggono i certificati energetici (database dei certificati energetici regionali). All'interno della matrice gli archetipi sono illustrati mediante volumetrici semplificati (cfr. Figura 13).

Volendo associare un'immagine realistica all'archetipo, in Figura 14 è riportata la matrice con gli archetipi illustrati mediante una fotografia che rappresenta un edificio reale caratterizzato dalle stesse proprietà geometriche dell'archetipo. Occorre specificare, tuttavia, che tra l'archetipo e il corrispondente edificio reale sussiste una corrispondenza geometrica solo per quanto riguarda i dati dimensionali generali e non per i dati tipologici specifici (es. superficie disperdente complessiva e superficie disperdente finestrata per esposizione, orientamento principale dell'edificio, confini, etc.) a motivo del livello di dettaglio del database utilizzato per l'individuazione dell'edificio-tipo. Questo aspetto fa sì che l'edificio-tipo individuato con l'analisi statistica sia un edificio teorico (*SyAv*) e non un edificio reale (*ReAv*) poiché non definito dettagliamente nelle sue caratteristiche geometriche.

In Tabella 3 si riportano i dati geometrici degli edifici-tipo.

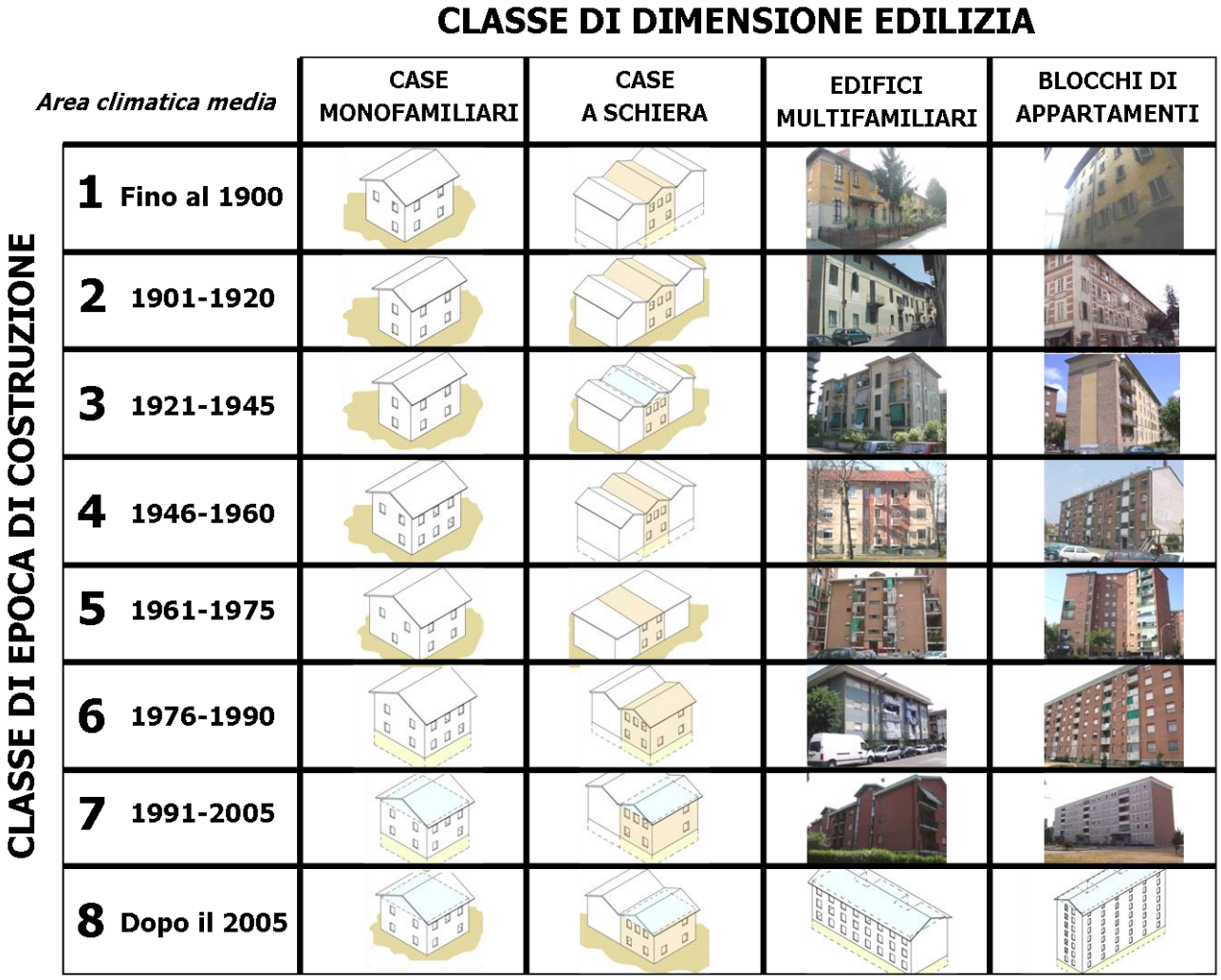


Figura 13. "Matrice della Tipologia Edilizia" italiana (*area climatica media*) con l'illustrazione degli edifici-tipo. Gli archetipi sono illustrati attraverso un volumetrico semplificato.

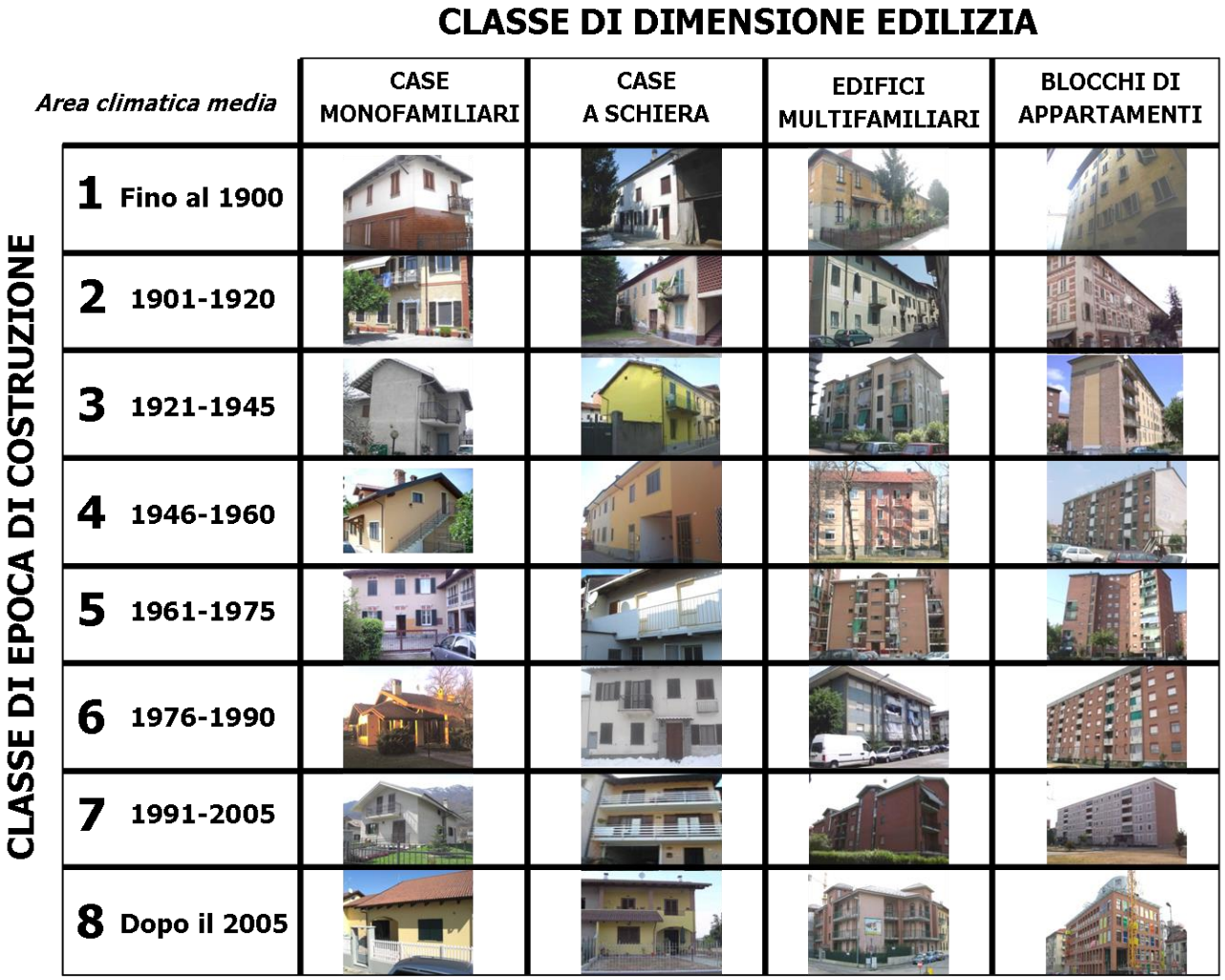


Figura 14. "Matrice della Tipologia Edilizia" italiana (*area climatica media*) con l'illustrazione degli edifici-tipo. Gli archetipi sono illustrati attraverso un'immagine reale.

Tabella 3. Dati geometrici degli edifici-tipo dell'*area climatica media*.

Classe di dimensione edilizia	Classe di epoca di costruzione	Volume lordo climatizzato [m^3]	Superficie utile di pavimento [m^2]	Superficie lorda di pavimento [m^2]	Rapporto di forma [m^{-1}]	N. piani	N. appartamenti
Case monofamiliari	1	533	139	-	0,77	2	1
	2	448	115	-	0,82	2	1
	3	455	116	-	0,81	2	1
	4	583	162	-	0,75	2	1
	5	679	156	-	0,73	2	1
	6	725	199	-	0,72	2	1
	7	605	172	-	0,73	2	1
	8	607	174	-	0,72	2	1
Case a schiera	1	500	123	-	0,51	2	1
	2	478	112	-	0,51	2	1
	3	428	113	-	0,49	2	1
	4	400	111	-	0,51	2	1
	5	374	89	-	0,52	2	1
	6	434	125	-	0,69	2	1
	7	426	111	-	0,67	2	1
	8	519	127	-	0,64	2	1
Edifici multifamiliari	1	2684	-	647	0,55	2	5
	2	4113	-	1306	0,54	2	16
	3	4388	-	1164	0,51	4	20
	4	3076	-	961	0,51	3	12
	5	3074	-	934	0,54	5	10
	6	4136	-	1209	0,48	3	12
	7	3526	-	1120	0,54	3	15
	8	2959	829	-	0,54	3	13
Blocchi di appartamenti	1	3745	-	1058	0,35	5	16
	2	11029	-	2880	0,47	4	40
	3	7197	-	2249	0,46	5	30
	4	5949	-	1763	0,46	4	24
	5	9438	-	2869	0,46	8	40
	6	12685	-	4125	0,37	6	48
	7	9912	-	3271	0,43	6	36
	8	8199	2124	-	0,40	7	31

3. TIPOLOGIE COSTRUTTIVE

Le tipologie costruttive nazionali, con particolare riferimento alla zona climatica E (2100-3000 gradi-giorno) per la quale è stata sviluppata l'analisi, sono state definite mediante l'esperienza con il supporto della letteratura e della normativa tecnica. Esse riguardano le tecnologie d'involucro che si considerano tipiche all'interno di un dato periodo storico. Di ciascun componente edilizio sono forniti di seguito, la descrizione, il periodo di massima diffusione e il valore della trasmittanza termica (U) per i componenti opachi e trasparenti, e della trasmittanza di energia solare totale ($g_{gl,n}$) per i componenti trasparenti.

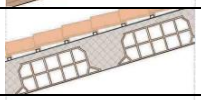
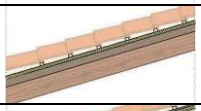
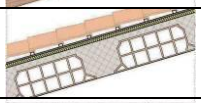
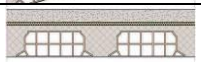
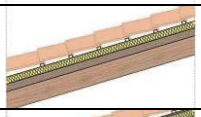
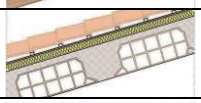
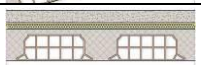
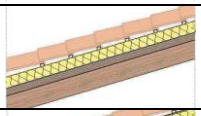
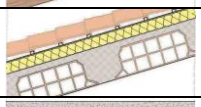
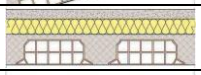
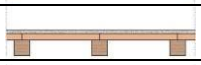
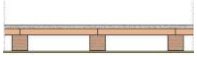
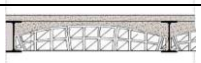
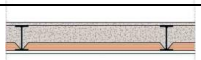
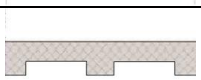
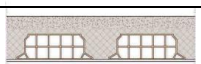
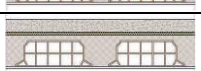
3.1. Involucro opaco

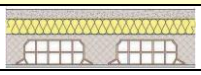
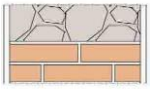
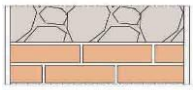
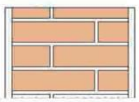
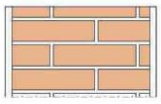
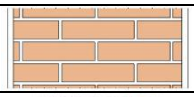
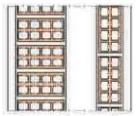
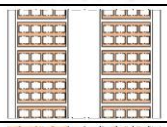
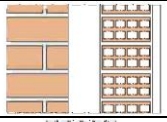
Le tipologie costruttive tipiche in riferimento ai componenti dell'involucro edilizio opaco sono riportate in Tabella 4. Per la definizione delle tipologie costruttive e dei loro parametri termo-fisici è necessario specificare quanto segue:

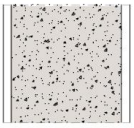
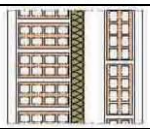
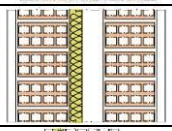
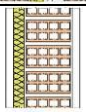
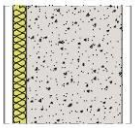
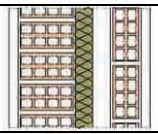
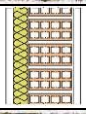
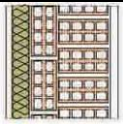
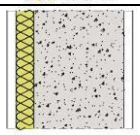
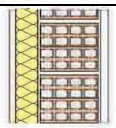
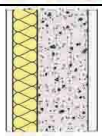
- le costruzioni italiane sono tipicamente strutture massive;
- i materiali tradizionali che costituiscono i componenti edilizi sono laterizi (pieni e forati) e calcestruzzo;
- il periodo di costruzione è fondamentale per la definizione del livello di isolamento termico dei componenti edilizi. Si considera la seguente classificazione:
    - prima del 1976 non è presente materiale isolante termico all'interno delle strutture (i valori di trasmittanza termica dipendono dalla tipologia del componente e dal suo spessore);
    - tra il 1976 e il 1991 si considera un basso livello di isolamento termico (es. $U_{parete} \approx 0{,}8$ W/m^{2}K);
    - tra il 1991 e il 2005 si considera un medio livello di isolamento termico (es. $U_{parete} \approx 0{,}6$ W/m^{2}K);
    - dopo il 2005 il livello di isolamento termico è determinato dalla legislazione nazionale in vigore (D. Lgs. 192/2005 e s.m.i.[2]) attraverso valori limite di trasmittanza termica.

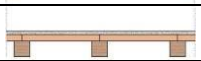
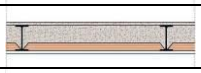
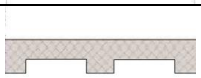
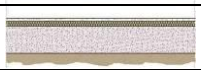
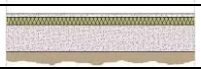
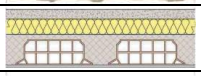
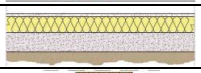
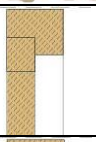
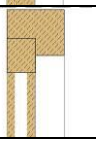
[2] Le disposizioni legislative che modificano e integrano il D. Lgs. 192/2005 sono il D. Lgs. 311/2006 e la L. 90/2013; quest'ultima, in particolare, recepisce la Direttiva 2010/31/UE del Parlamento europeo e del Consiglio del 19 maggio 2010 (EPBD recast).

Tabella 4. Tipologie costruttive – involucro opaco.

	DESCRIZIONE	IMMAGINE	PERIODO DI MAGGIORE DIFFUSIONE		*U* [W/(m^2 K)]
CHIUSURA OPACA SUPERIORE (Copertura)	Tetto a falde con struttura e tavolato in legno		-	1950	1,80
	Tetto a falde in laterizio		1930	1975	2,20
	Tetto piano in latero-cemento		1930	1975	1,85
	Tetto a falde con struttura e tavolato in legno, basso livello di isolamento		1976	1990	0,95
	Tetto a falde in laterizio, basso livello di isolamento		1976	1990	1,14
	Tetto piano in latero-cemento, basso livello di isolamento		1976	1990	1,01
	Tetto a falde con struttura e tavolato in legno, medio livello di isolamento		1991	2005	0,64
	Tetto a falde in laterizio, medio livello di isolamento		1991	2005	0,74
	Tetto piano in latero-cemento, medio livello di isolamento		1991	2005	0,70
	Tetto a falde con struttura e tavolato in legno, alto livello di isolamento		2006	-	0,30
	Tetto a falde in laterizio, alto livello di isolamento		2006	-	0,30
	Tetto piano in latero-cemento, alto livello di isolamento		2006	-	0,30
CHIUSURA OPACA ORIZZONTALE SUPERIORE (Solaio verso sottotetto non climatizzato)	Solaio a volte in laterizio		-	1900	2,07
	Solaio in legno e tavelle in laterizio		-	1900	2,86
	Solaio in legno e tavelle in laterizio, finitura in cannicciato		-	1900	1,96
	Solaio a profilati in acciaio e voltine in laterizio		-	1930	2,60
	Solaio a profilati in acciaio e volterrane		1910	1940	1,88
	Solaio a profilati in acciaio e tavelloni in laterizio		1920	1945	2,48
	Soletta in calcestruzzo armato		1901	1930	2,66
	Solaio latero-cementizio		1930	1975	1,65
	Solaio latero-cementizio, basso livello di isolamento		1976	1990	0,97
	Solaio latero-cementizio, medio livello di isolamento		1991	2005	0,69

	DESCRIZIONE	IMMAGINE	PERIODO DI MAGGIORE DIFFUSIONE		U [W/(m^2 K)]
	Solaio latero-cementizio, alto livello di isolamento		2006	-	0,30
CHIUSURA OPACA VERTICALE (Parete)	Muratura di pietra intonacata (45 cm)		-	1920	2,40
	Muratura di pietra intonacata (60 cm)		-	1920	2,00
	Muratura di pietra listata con mattoni (40 cm)		-	1930	1,61
	Muratura di pietra listata con mattoni (60 cm)		-	1930	1,19
	Muratura in mattoni pieni (25 cm)		1900	1950	2,01
	Muratura in mattoni pieni (38 cm)		1900	1950	1,48
	Muratura in mattoni pieni (50 cm)		1900	1950	1,14
	Muratura in mattoni pieni (62 cm)		1900	1950	1,02
	Muratura a cassa-vuota con mattoni forati (30 cm)		1930	1975	1,15
	Muratura a cassa-vuota con mattoni forati (40 cm)		1930	1975	1,10
	Muratura a cassa-vuota con mattoni pieni (paramano) e forati (40 cm)		1930	1975	1,26
	Muratura in mattoni forati (25 cm)		1950	1975	1,76
	Muratura in mattoni forati (40 cm)		1950	1975	1,26
	Muratura in calcestruzzo (18 cm)		1955	1975	3,40

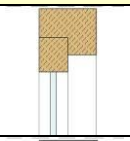
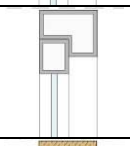
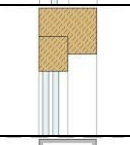
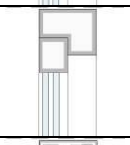
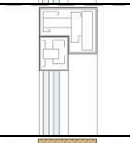
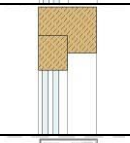
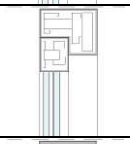
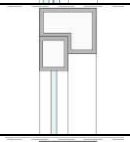
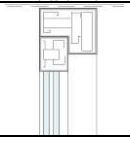
	DESCRIZIONE	IMMAGINE	PERIODO DI MAGGIORE DIFFUSIONE		*U* [W/(m^2 K)]
	Muratura in calcestruzzo (30 cm)		1955	1975	2,80
	Muratura a cassa-vuota con mattoni forati (30 cm), basso livello di isolamento		1976	1990	0,78
	Muratura a cassa-vuota con mattoni forati (40 cm), basso livello di isolamento		1976	1990	0,76
	Muratura in mattoni forati (25 cm), basso livello di isolamento		1976	1990	0,80
	Muratura in mattoni forati (40 cm), basso livello di isolamento		1976	1990	0,76
	Muratura in calcestruzzo (anche prefabbricata, 18 cm), basso livello di isolamento		1976	1990	0,82
	Muratura in calcestruzzo (anche prefabbricata, 30 cm), basso livello di isolamento		1976	1990	0,79
	Muratura a cassa-vuota con mattoni forati (30 e oltre), medio livello di isolamento		1991	2005	0,59
	Muratura in mattoni forati (25 cm), medio livello di isolamento		1991	2005	0,61
	Muratura in mattoni forati (40 cm), medio livello di isolamento		1991	2005	0,59
	Muratura in calcestruzzo (anche prefabbricata, 18-20 cm), medio livello di isolamento		1991	2005	0,62
	Muratura in calcestruzzo (anche prefabbricata, 30 cm), medio livello di isolamento		1991	2005	0,60
	Muratura in mattoni alveolati (alta resistenza termica), alto livello di isolamento		2006	-	0,34
	Muratura in calcestruzzo (anche prefabbricata), alto livello di isolamento		2006	-	0,34

	DESCRIZIONE	IMMAGINE	PERIODO DI MAGGIORE DIFFUSIONE		*U* [W/(m^2 K)]
CHIUSURA OPACA ORIZZONTALE INFERIORE	Solaio a volte in laterizio		-	1900	1,58
	Solaio in legno e tavelle in laterizio		-	1900	2,04
	Solaio a profilati in acciaio e voltine in laterizio		-	1930	1,87
	Basamento in calcestruzzo su terreno		-	1975	2,00
	Solaio a profilati in acciaio e volterrane		1910	1940	1,47
	Solaio a profilati in acciaio e tavelloni in laterizio		1920	1945	1,81
	Soletta in calcestruzzo armato		1901	1930	1,95
	Solaio latero-cementizio		1930	1975	1,30
	Solaio latero-cementizio, basso livello di isolamento		1976	1990	0,98
	Basamento in calcestruzzo su terreno, basso livello di isolamento		1976	1990	1,24
	Solaio latero-cementizio, medio livello di isolamento		1991	2005	0,77
	Basamento in calcestruzzo su terreno, medio livello di isolamento		1991	2005	0,93
	Solaio latero-cementizio, alto livello di isolamento		2006	-	0,33
	Basamento in calcestruzzo su terreno, alto livello di isolamento		2006	-	0,33
CHIUSURA OPACA VERTICALE (Porta)	Porta in legno		-	1980	3,00
	Porta in legno a doppio pannello		1980	-	1,70

3.2. Involucro trasparente

Le tipologie costruttive tipiche in riferimento ai componenti dell'involucro edilizio trasparente sono riportate in Tabella 5.

Tabella 5. Tipologie costruttive – involucro trasparente.

	DESCRIZIONE	IMMAGINE	PERIODO DI MAGGIOR DIFFUSIONE		U [W/(m^2 K)]	$g_{gl,n}$ [-]
CHIUSURA TRASPARENTE (Finestra)	Vetro singolo, telaio in legno		-	1975	4,9	0,85
	Vetro singolo, telaio in metallo senza taglio termico		-	1975	5,7	0,85
	Vetro-camera con intercapedine d'aria, telaio in legno		1976	2005	2,8	0,75
	Vetro-camera con intercapedine d'aria, telaio in metallo senza taglio termico		1976	2005	3,7	0,75
	Vetro-camera con intercapedine d'aria, telaio in metallo a taglio termico		1991	2005	3,4	0,75
	Vetro-camera basso-emissivo con intercapedine d'aria o di altri gas, telaio in legno		2000	-	2,2	0,67
	Vetro-camera basso-emissivo con intercapedine d'aria o di altri gas, telaio in metallo con taglio termico		2000	-	2,4	0,67
CHIUSURA TRASPARENTE (Porta)	Porta in vetro e metallo		-	1980	5,7	0,85
	Porta in vetro e metallo (migliorata termicamente)		1980	2005	3,8	0,75

4. TIPOLOGIE IMPIANTISTICHE

Le tipologie impiantistiche nazionali sono state definite secondo l'esperienza con il supporto della letteratura e della normativa tecnica. Esse riguardano le tecnologie di impianto di riscaldamento e di impianto di produzione di acqua calda sanitaria che si considerano tipiche all'interno di un dato periodo storico.

La tipologia impiantistica è definita attraverso la combinazione dei tipi di sottosistemi impiantistici (emissione/distribuzione, accumulo, generazione, ausiliari elettrici); di essi è fornita la descrizione, l'epoca caratteristica di installazione/costruzione e il valore medio del parametro prestazionale di riferimento (efficienza, perdita di energia termica, etc.). L'insieme dei tipi di sottosistemi impiantistici forniti non è da considerarsi esaustivo di tutti quelli presenti nella realtà, ma significativo per rappresentare le tecnologie più diffuse sul territorio nazionale (cfr. capitolo 1).

Ciascun tipo di sottosistema impiantistico può essere riferito separatamente ad una specifica classe di dimensione edilizia oppure a tutte le classi dimensionali. Si indica con "SUH" (*single-unit housing*) l'attribuzione specifica alle *case monofamiliari* e alle *case a schiera*, con "MUH" (*multi-unit housing*) l'attribuzione specifica agli *edifici multifamiliari* e ai *blocchi di appartamenti*, con "Gen" l'attribuzione a tutte le classi dimensionali indistintamente.

4.1. Impianto di riscaldamento

Sottosistema di emissione/distribuzione

All'interno del progetto TABULA non è stata prevista una specifica classificazione dei tipi di sottosistemi di emissione dell'impianto di riscaldamento: le perdite di energia termica del sottosistema di emissione sono state considerate all'interno delle perdite di energia termica della rete di distribuzione. Ai fini del calcolo della prestazione energetica degli edifici-tipo (cfr. capitolo 7), per ciascuna classe di epoca di costruzione si è considerato un sottosistema di emissione di riferimento, come indicato in Tabella 6. I valori dei rendimenti di emissione sono tratti dalla specifica tecnica UNI/TS 11300-2 (prospetto 17).

Tabella 6. Sottosistemi di emissione di riferimento (impianto di riscaldamento).

CLASSE DI EPOCA DI COSTRUZIONE	TIPO DI SOTTOSISTEMA DI EMISSIONE	SPECIFICHE (rif. UNI/TS 11300-2)	$\eta_{H,e}$ [-]
1 – fino al 1900	Radiatori	parzialmente su parete esterna non isolata – carico termico medio annuo compreso tra 4 e 10 W/m^3	0,925
2 – dal 1901 al 1920			
3 – dal 1921 al 1945			
4 – dal 1946 al 1960			
5 – dal 1961 al 1975			
6 – dal 1976 al 1990	Radiatori	parzialmente su parete esterna isolata – carico termico medio annuo compreso tra 4 e 10 W/m^3	0,945
7 – dal 1991 al 2005	Pannelli radianti	annegati a pavimento – carico termico medio annuo compreso tra 4 e 10 W/m^3	0,960
8 – dopo il 2005	Pannelli radianti	isolati/annegati – inferiore a 4 W/m^3	0,98-0,99

In Tabella 7 sono riportati i tipi di sottosistema di distribuzione (impianto di riscaldamento), classificati secondo:

- il campo di applicazione (categoria di edificio "MUH", "SUH" o "Gen");
- la lunghezza della rete, in termini di numero di piani dell'edificio;
- il tipo di impianto di riscaldamento (autonomo/centralizzato) per la categoria "MUH";
- l'affaccio prevalente della rete di distribuzione (interno/parzialmente esterno);
- il tipo di distribuzione (prevalentemente verticale/prevalentemente orizzontale);
- il livello di isolamento termico della rete (correlato al periodo di costruzione).

Il valore del rendimento di distribuzione ($\eta_{H,d}$) per i vari tipi di sottosistema di distribuzione è ricavato dalla UNI/TS 11300-2 (prospetto 21).

Tabella 7. Tipi di sottosistema di distribuzione (impianto di riscaldamento).

CAMPO DI APPLICAZIONE	**DESCRIZIONE**	**PERIODO**		**$\eta_{H,d}$ [-]**				
				numero piani				
				1	2	3	4	≥ 5
MUH	Distribuzione centralizzata a colonne montanti verticali, collegamenti orizzontali in ambienti non riscaldati (es. cantina o terreno)	-	1960	-	0,876	0,889	0,901	0,913
		1961	1976	-	0,901	0,913	0,913	0,925
		1977	1993	-	0,913	0,927	0,938	0,943
		1994	2005	-	0,925	0,939	0,949	0,955
		2005	-	-	0,947	0,958	0,969	0,980
MUH	Distribuzione separata per appartamento	-	1960	0,958				
		1961	1976	0,969				
		1977	1993	0,980				
		1994	2005	0,990				
		2005	-	0,990				
SUH	Distribuzione centralizzata orizzontale in ambienti riscaldati	-	1960	0,947	0,947	-	-	-
		1961	1976	0,958	0,958	-	-	-
		1977	1993	0,969	0,969	-	-	-
		1994	2005	0,980	0,980	-	-	-
		2005	-	0,980	0,980	-	-	-
SUH	Distribuzione centralizzata a colonne montanti verticali, collegamenti orizzontali in ambienti non riscaldati (es. cantina o terreno)	-	1960	0,824	0,876	-	-	-
		1961	1976	0,851	0,901	-	-	-
		1977	1993	0,880	0,913	-	-	-
		1994	2005	0,908	0,925	-	-	-
		2005	-	0,936	0,947	-	-	-

Sottosistema di accumulo

In Tabella 8 sono riportati i tipi di sottosistema di accumulo (impianto di riscaldamento), classificati secondo:

- il campo di applicazione (categoria di edificio "MUH", "SUH" o "Gen");
- il livello di isolamento del serbatoio di accumulo (basso, medio, alto);

- il tipo di impianto di riscaldamento (autonomo/centralizzato) per la categoria “MUH”.

Il calcolo delle perdite di energia termica del sottosistema di accumulo ($Q_{ls,H,s}$) è effettuato secondo la UNI/TS 11300-2 (par. 6.6.4). Il valore delle perdite di energia termica per ciascun tipo di sottosistema di accumulo è un valore medio di riferimento ricavato considerando i seguenti dati d’ingresso:

- capacità dell’accumulo variabile da 60 a 200 litri per unità immobiliare;
- differenza media tra la temperatura dell’acqua contenuta nell’accumulo e la temperatura dell’ambiente in cui è localizzato l’accumulo variabile da 40 °C (per impianti a bassa temperatura) a 70 °C (per impianti ad alta temperatura);
- spessore di isolamento intorno all’accumulo variabile da 2 cm (basso livello) a 6 cm (alto livello);
- conduttività termica del materiale isolante fissata a 0,04 W/(m K).

In Tabella 8 non è esplicitamente indicato un periodo di riferimento. Si ipotizza la seguente classificazione:

- basso livello di isolamento, fino al 1975;
- medio livello di isolamento, dal 1976 al 2005;
- alto livello di isolamento, dopo il 2005.

Affinché venisse fornito un valore prestazionale di riferimento, le perdite di energia termica del sottosistema di accumulo sono state normalizzate sulla superficie utile di pavimento, come dato caratteristico di una tipologia dimensionale: il suo valore è la media delle superfici utili degli edifici-tipo appartenenti a ciascuna delle categorie “SUH” e “MUH”.

Tabella 8. Tipi di sottosistema di accumulo (impianto di riscaldamento).

CAMPO DI APPLICAZIONE	**DESCRIZIONE**		**PERIODO**		**$Q_{ls,H,s}$ [kWh/m^2]**
	Tipo di accumulo	**Livello di isolamento**			
MUH	Serbatoio di accumulo di acqua calda per riscaldamento centralizzato	basso	-	-	4,4
		medio	-	-	2,2
		alto	-	-	0,8
MUH	Serbatoio di accumulo di acqua calda per riscaldamento autonomo	basso	-	-	6,6
		medio	-	-	3,3
		alto	-	-	1,3
SUH	Serbatoio di accumulo di acqua calda per riscaldamento	basso	-	-	7,5
		medio	-	-	3,8
		alto	-	-	1,4

Sottosistema di generazione

In Tabella 9 sono riportati i tipi di sottosistema di generazione (impianto di riscaldamento), classificati secondo:

- il campo di applicazione (categoria di edificio “MUH”, “SUH” o “Gen”);
- il tipo di impianto di riscaldamento (autonomo/centralizzato) per la categoria “MUH”;

- il tipo di generatore di energia termica e il periodo di installazione;
- l'ubicazione del generatore (in ambiente climatizzato, in ambiente non climatizzato, in centrale termica);
- il vettore energetico utilizzato.

Il valore medio stagionale del rendimento di generazione ($\eta_{H,gn}$) è ricavato dalla UNI/TS 11300-2 (prospetto 23) per generatori di calore a gas e a gasolio, e dalla UNI/TS 11300-4 per generatori di calore a biomassa.

In Tabella 10 sono indicati i tipi di generatore di energia termica utilizzati negli edifici di nuova costruzione (dopo il 2005). I valori medi stagionali dell'efficienza dei generatori sono ricavati a partire dai valori minimi di efficienza richiesti dalla legislazione in vigore (D.P.R. 59/2009), corretti per tenere conto delle condizioni effettive di funzionamento e di installazione, secondo la UNI/TS 11300-2 per i generatori che utilizzano combustibili fossili, secondo la UNI/TS 11300-4 per i generatori a biomassa combustibile e secondo la UNI EN 14825 per le pompe di calore. Poiché la legislazione in vigore (D.P.R. 59/2009) considera generatori di calore a combustione senza indicare specificatamente le caldaie a condensazione, per la caldaia a condensazione si utilizza il rendimento medio stagionale caratteristico ricavato dalla UNI/TS 11300-2 (prospetto 23d).

Tabella 9. Tipi di sottosistema di generazione (impianto di riscaldamento).

CAMPO DI APPLICAZIONE	DESCRIZIONE Tipo di generatore	Ubicazione	VETTORE ENERGETICO	PERIODO		PARAMETRO PRESTAZIONALE	
SUH	caldaia standard, bruciatore atmosferico, camino < 10 m	ambiente non climatizzato	gas	-	1995	0,73	$\eta_{H,gn}$ [-]
				1996	-	0,79	
		ambiente climatizzato		-	1995	0,82	
				1996	-	0,88	
MUH	caldaia standard, bruciatore atmosferico, camino > 10 m	ambiente non climatizzato	gas	-	1995	0,71	
				1996	-	0,77	
		ambiente climatizzato		-	1995	0,80	
				1996	-	0,86	
Gen	caldaia standard, bruciatore ad aria soffiata	centrale termica	gas	-	1995	0,85	
				1996	-	0,89	
			gasolio	-	1995	0,85	
				1996	-	0,89	
MUH	caldaia standard per impianti di riscaldamento autonomi (per appartamento)	ambiente non climatizzato	gas	-	-	0,88	
		ambiente climatizzato		-	-	0,92	
Gen	termostufa (o termocamino)	-	legna tradizionale	-	1977	0,50	
				1978	1994	0,60	
				1995	-	0,70	
Gen	caldaia a combustione di legna (pellet)	ambiente non climatizzato	pellet	-	-	0,87	
		ambiente climatizzato		-	-	0,89	
Gen	caldaia a condensazione	centrale termica	gas	-	-	0,98	

Tabella 10. Tipi di sottosistema di generazione (impianto di riscaldamento) per edifici di nuova costruzione.

CAMPO DI APPLICAZIONE	DESCRIZIONE Tipo di generatore	Ubicazione	VETTORE ENERGETICO	PERIODO		PARAMETRO PRESTAZIONALE	
SUH	caldaia a combustione di legna (pellet)	ambiente climatizzato	pellet	2009	-	0,74	$\eta_{H,gn}$ [-]
MUH	caldaia a combustione di legna (pellet)	ambiente non climatizzato	pellet	2009	-	0,75	
SUH	caldaia standard a bassa temperatura	centrale termica	gas	2009	-	0,92	
MUH	caldaia standard a bassa temperatura	centrale termica	gas	2009	-	0,94	
Gen	caldaia a condensazione	centrale termica	gas	-	-	0,98	
SUH	pompa di calore ad aria	-	elettricità	2009	-	2,04	*COP*
MUH	pompa di calore ad aria	-	elettricità	2009	-	2,14	

Sottosistema relativo agli ausiliari elettrici

In Tabella 11 sono riportati i tipi di sottosistema relativi agli ausiliari elettrici (impianto di riscaldamento), classificati secondo:

- il campo di applicazione (categoria di edificio "MUH", "SUH" o "Gen");
- la presenza o meno di una pompa di circolazione del fluido termovettore;
- la tipologia di generatore che determina il tipo di ausiliario elettrico installato (potenza elettrica).

L'energia elettrica ($Q_{aux,H}$, valore medio annuo) richiesta per il funzionamento degli ausiliari dell'impianto di riscaldamento è calcolata secondo la procedura riportata nella UNI/TS 11300-2 (par. 6.7) e nella UNI/TS 11300-4 (par. 8.4.3), quest'ultima per i generatori a biomassa. I valori riportati in Tabella 11 sono valori medi di riferimento determinati considerando le seguenti assunzioni e semplificazioni:

- portata d'acqua nelle tubazioni variabile da 850 a 1.600 l/h per la categoria "SUH" e da 5.000 a 10.000 l/h per la categoria "MUH";
- prevalenza della pompa variabile in funzione del numero dei piani dell'edificio, ma riconducibile ad un unico valore medio di riferimento per la categoria "MUH" e la categoria "SUH". Tale valore è determinato considerando la variabilità delle perdite di carico conseguente all'utilizzo di un intervallo di riferimento della velocità del fluido nelle tubazioni (in funzione della portata d'acqua);
- potenza elettrica degli ausiliari dei generatori di energia termica determinata in funzione del tipo e della taglia del generatore di calore (legata anche alla categoria dimensionale dell'edificio);
- fattore di carico medio stagionale del generatore assunto pari a 0,7.

In Tabella 11, non è esplicitamente indicato un periodo di riferimento. Il periodo segue generalmente quello legato al tipo di sottosistema (distribuzione, generazione) a cui si riferisce l'ausiliario.

Il consumo di energia elettrica degli ausiliari della pompa di calore è già considerato all'interno dell'efficienza

di generazione della pompa di calore.

La superficie utile di pavimento intesa come parametro di normalizzazione dell'energia elettrica per il funzionamento degli ausiliari dei sottosistemi impiantistici è il valore medio delle superfici utili degli edifici-tipo appartenenti a ciascuna delle categorie "SUH" e "MUH".

Tabella 11. Tipi di sottosistema relativi agli ausiliari elettrici (impianto di riscaldamento).

CAMPO DI APPLICAZIONE	DESCRIZIONE	PERIODO		$Q_{aux,H}$ [kWh/m^2]
MUH	Pompa di circolazione per impianto centralizzato - ausiliario elettrico per caldaia standard con bruciatore atmosferico	-	-	1,7
MUH	Pompa di circolazione per impianto centralizzato - ausiliario elettrico per caldaia con bruciatore ad aria soffiata	-	-	2,6
MUH	Pompa di circolazione per impianto centralizzato - ausiliario elettrico per caldaia a condensazione	-	-	2,6
MUH	Pompa di circolazione per impianto centralizzato – ausiliario elettrico per caldaia a biomassa	-	-	1,7
MUH	Pompa di circolazione per impianto centralizzato	-	-	1,6
MUH	Ausiliario elettrico per caldaia standard (impianto di riscaldamento autonomo)	-	-	1,6
MUH	Ausiliario elettrico per caldaia a condensazione (impianto di riscaldamento autonomo)	-	-	4,9
SUH	Pompa di circolazione per impianto centralizzato - ausiliario elettrico per caldaia standard con bruciatore atmosferico	-	-	3,7
SUH	Pompa di circolazione per impianto centralizzato - ausiliario elettrico per caldaia con bruciatore ad aria soffiata	-	-	4,4
SUH	Pompa di circolazione per impianto centralizzato - ausiliario elettrico per caldaia a condensazione	-	-	4,4
SUH	Pompa di circolazione per impianto centralizzato – ausiliario elettrico per caldaia a biomassa	-	-	3,7
SUH	Pompa di circolazione per impianto centralizzato	-	-	2,7

4.2. Impianto di produzione di acqua calda sanitaria

Sottosistema di distribuzione

In Tabella 12 sono riportati i tipi di sottosistema di distribuzione (impianto di acqua calda sanitaria), classificati secondo:

- il campo di applicazione (categoria di edificio "MUH", "SUH" o "Gen");
- il tipo di impianto di produzione di acqua calda sanitaria (autonomo o centralizzato);
- la presenza o meno di ricircolo;
- l'ubicazione della rete di distribuzione (affacciata all'interno, parzialmente affacciata all'esterno);
- la lunghezza della rete (in presenza di ricircolo) in termini di numero di piani dell'edificio;
- la trasmittanza termica delle tubazioni, correlata al periodo di costruzione.

Il calcolo delle perdite di energia termica della rete di distribuzione dell'acqua calda sanitaria ($Q_{ls,W,d}$) si effettua secondo la UNI/TS 11300-2 (par. 6.9.2) considerando anche i recuperi di energia termica.

In assenza di ricircolo, le perdite di energia termica sono determinate in funzione del fabbisogno di energia termica utile per acqua calda sanitaria (cfr. UNI/TS 11300-2, par. 6.9.2).

Il calcolo delle perdite di energia termica in presenza di ricircolo si effettua secondo l'Appendice A della UNI/TS 11300-2; si considerano le seguenti assunzioni e semplificazioni:

- la lunghezza della rete è determinata forfetariamente in funzione del numero dei piani (in Tabella 12 si fa riferimento ai piani degli edifici-tipo);
- l'ubicazione della rete parzialmente affacciata all'esterno implica una differenza media di temperatura tra l'acqua nel circuito e l'ambiente in cui sono installate le tubazioni di 40 °C circa;
- l'ubicazione della rete affacciata all'interno implica una differenza media di temperatura tra l'acqua nel circuito e l'ambiente in cui sono installate le tubazioni di 30 °C circa;
- lo spessore dell'isolamento termico delle tubazioni, che determina il valore della trasmittanza termica, è considerato:
    - nullo, fino al 1975;
    - pari a un terzo del valore riportato all'interno del D.P.R. 412/1993, dal 1976 al 1990;
    - pari al valore riportato all'interno del D.P.R. 412/1993, dopo il 1991.

La superficie utile di pavimento, intesa come parametro di normalizzazione delle perdite di energia termica del sottosistema di distribuzione, è un valore convenzionale assunto come media delle superfici utili degli edifici-tipo appartenenti a ciascuna delle categorie "SUH" e "MUH" secondo il numero dei piani.

Tabella 12. Tipi di sottosistema di distribuzione (impianto di ACS).

CAMPO DI APPLICAZIONE	DESCRIZIONE Tipologia	Ricircolo	Ubicazione	PERIODO		N. piani	$Q_{ls,W,d\ (gross)}$ [kWh/m^2]	$Q_{ls,W,d\ (rec)}$ [kWh/m^2]
SUH	distribuzione di ACS centralizzata	no	rete affacciata all'interno	-	1975	-	variabile in funzione di $Q_{W,nd}$ (cfr. UNI/TS 11300-2 par. 6.9.2)	
				1976	-	-	variabile in funzione di $Q_{W,nd}$ (cfr. UNI/TS 11300-2 par. 6.9.2)	
SUH	distribuzione di ACS centralizzata	sì	porzione di rete affacciata all'esterno	-	1975	2	13,9	2,80
				1976	1990	2	5,50	1,10
				1991	-	2	3,00	0,60
SUH	distribuzione di ACS centralizzata	sì	rete affacciata all'interno	-	1975	2	10,2	2,00
				1976	1990	2	4,10	0,80
				1991	-	2	2,20	0,40
MUH	distribuzione di ACS separata per appartamento	no	rete affacciata all'interno	-	1975	-	variabile in funzione di $Q_{W,nd}$ (cfr. UNI/TS 11300-2 par. 6.9.2)	
				1976	-	-	variabile in funzione di $Q_{W,nd}$ (cfr. UNI/TS 11300-2 par. 6.9.2)	
MUH	distribuzione di ACS centralizzata	sì	porzione di rete	-	1975	3	10,7	2,14
						4	12,1	2,42

CAMPO DI APPLICAZIONE	DESCRIZIONE Tipologia	Ricircolo	Ubicazione	PERIODO		N. piani	$Q_{ls,W,d\ (gross)}$ [kWh/m^2]	$Q_{ls,W,d\ (rec)}$ [kWh/m^2]
			affacciata all'esterno			5	17,9	3,58
						6	8,03	1,61
						7-8	13,4	2,68
				1976	1990	3	4,90	0,98
						4	5,54	1,11
						5	8,21	1,66
						6	3,68	0,74
						7-8	6,15	1,23
				1991	-	3	2,41	0,48
						4	2,72	0,54
						5	4,03	0,81
						6	1,81	0,36
						7-8	3,02	0,60
MUH	distribuzione di ACS centralizzata	sì	rete affacciata all'interno	-	1975	3	7,81	1,56
						4	8,83	1,77
						5	13,1	2,62
						6	5,88	1,18
						7-8	9,82	1,96
				1976	1990	3	3,58	0,72
						4	4,05	0,81
						5	6,00	1,20
						6	2,69	0,54
						7-8	4,50	0,90
				1991	-	3	1,76	0,35
						4	1,99	0,40
						5	2,95	0,59
						6	1,32	0,26
						7-8	2,21	0,44

Sottosistema di accumulo

In Tabella 13 sono riportati i tipi di sottosistema di accumulo (impianto di acqua calda sanitaria), classificati secondo:

- il campo di applicazione (categoria di edificio "MUH", "SUH" o "Gen");
- il livello di isolamento del serbatoio di accumulo (basso, medio, alto);
- il tipo di impianto di acqua calda sanitaria (autonomo/centralizzato) per la categoria "MUH";
- la localizzazione dell'accumulo (in ambiente non climatizzato, in ambiente climatizzato).

Il calcolo delle perdite di energia termica e dei recuperi termici del sottosistema di accumulo ($Q_{ls,W,s}$) è effettuato secondo la UNI/TS 11300-2 (par. 6.9.3). Il valore delle perdite di energia termica per ciascun tipo di sottosistema di accumulo è un valore medio di riferimento ricavato considerando i seguenti dati d'ingresso:

- capacità dell'accumulo variabile da 60 a 200 litri per unità immobiliare;
- differenza media tra la temperatura dell'acqua contenuta nell'accumulo e la temperatura dell'ambiente in cui è localizzato l'accumulo variabile da 50 °C circa (per accumuli installati in ambienti non climatizzati) a 40 °C circa (per accumuli installati in ambienti climatizzati);

- spessore di isolamento intorno all'accumulo variabile da 2 cm (basso livello) a 6 cm (alto livello);
- conduttività termica del materiale isolante fissata a 0,04 W/(m K).

In Tabella 13 non è esplicitamente indicato un periodo di riferimento. Si ipotizza la seguente classificazione:

- basso livello di isolamento, fino al 1975;
- medio livello di isolamento, dal 1976 al 2005;
- alto livello di isolamento, dopo il 2005.

Affinchè venisse fornito un valore prestazionale di riferimento, le perdite di energia termica del sottosistema di accumulo sono state normalizzate sulla superficie utile di pavimento, come dato caratteristico di una tipologia dimensionale: il suo valore è la media delle superfici utili degli edifici-tipo appartenenti a ciascuna delle categorie "SUH" e "MUH".

Tabella 13. Tipi di sottosistema di accumulo (impianto di ACS).

CAMPO DI APPLICAZIONE	DESCRIZIONE			PERIODO		$Q_{ls,W,s\ (gross)}$ [kWh/m^2]	$Q_{ls,W,s\ (rec)}$ [kWh/m^2]
	Tipo di accumulo	Ubicazione	Livello di isolamento				
MUH	serbatoio di accumulo per produzione centralizzata di ACS	in ambiente non climatizzato	basso	-	-	6,2	0
			medio	-	-	3,1	0
			alto	-	-	2,1	0
SUH	serbatoio di accumulo di ACS	in ambiente non climatizzato	basso	-	-	10,7	0
			medio	-	-	5,4	0
			alto	-	-	3,6	0
MUH	serbatoio di accumulo per produzione centralizzata di ACS	in ambiente climatizzato	basso	-	-	4,9	2,6
			medio	-	-	2,5	1,3
			alto	-	-	1,6	0,9
SUH	serbatoio di accumulo di ACS	in ambiente climatizzato	basso	-	-	8,4	4,5
			medio	-	-	4,2	2,2
			alto	-	-	2,8	1,5
MUH	serbatoio di accumulo di ACS per appartamento	in ambiente climatizzato	basso	-	-	7,4	4,0
			medio	-	-	3,7	2,0
			alto	-	-	2,5	1,3

Sottosistema di generazione

In Tabella 14 sono riportati i tipi di sottosistema di generazione (impianto di acqua calda sanitaria), classificati secondo:

- il campo di applicazione (categoria di edificio "MUH", "SUH" o "Gen");
- il tipo di impianto di acqua calda sanitaria:
    - autonomo, produzione dedicata con scaldacqua;
    - autonomo, produzione combinata riscaldamento/ACS;

- centralizzato, produzione separata riscaldamento/ACS;
- centralizzato, produzione combinata riscaldamento/ACS;

- il tipo di generatore di energia termica e il periodo di installazione;
- l'ubicazione del generatore (in ambiente climatizzato, in ambiente non climatizzato, in centrale termica);
- il vettore energetico utilizzato.

Il rendimento di generazione ($\eta_{W,gn}$) è ricavato secondo la UNI/TS 11300-2 (par. 6.9.6) per generatori di calore a gas e a gasolio, e bollitori elettrici.

In Tabella 15 sono indicati i tipi di generatore di energia termica per la produzione di ACS utilizzati negli edifici di nuova costruzione (dopo il 2005). I valori medi stagionali dell'efficienza dei generatori sono ricavati a partire dai valori minimi di efficienza richiesti dalla legislazione in vigore (D.P.R. 59/2009), corretti per tenere conto delle condizioni effettive di funzionamento e di installazione, secondo la UNI/TS 11300-2 per i generatori che utilizzano combustibili fossili, secondo la UNI/TS 11300-4 per i generatori a biomassa combustibile e secondo la EN 14825 per le pompe di calore. Poiché la legislazione in vigore (D.P.R. 59/2009) considera generatori di calore a combustione senza indicare specificatamente le caldaie a condensazione, per la caldaia a condensazione si utilizza il rendimento medio stagionale caratteristico ricavato dalla UNI/TS 11300-2.

Per gli edifici di nuova costruzione, la percentuale di copertura del fabbisogno di energia termica per l'acqua calda sanitaria da parte dell'impianto solare termico è assunta pari al 50%, in applicazione del D. Lgs. 28/2011.

Tabella 14. Tipi di sottosistema di generazione (impianto di ACS).

CAMPO DI APPLICAZIONE	DESCRIZIONE Tipo di generatore	Ubicazione	VETTORE ENERGETICO	PERIODO		PARAMETRO PRESTAZIONALE	
MUH	caldaia standard, bruciatore atmosferico, camino > 10 m	in ambiente non climatizzato	gas	-	1995	0,73	$\eta_{W,gn}$ [-]
				1996	-	0,79	
		in ambiente climatizzato	gas	-	1995	0,82	
				1996	-	0,88	
MUH	caldaia standard, bruciatore ad aria soffiata	in centrale termica	gas	-	1995	0,86	
				1996	-	0,90	
			gasolio	-	1995	0,86	
				1996	-	0,90	
MUH	caldaia standard per impianti di ACS autonomi (produzione combinata riscaldamento e ACS, per appartamento)	in ambiente non climatizzato	gas	-	-	0,84	
		in ambiente climatizzato		-	-	0,86	
SUH	caldaia standard (produzione combinata riscaldamento e ACS), bruciatore atmosferico, camino < 10 m	in ambiente non climatizzato	gas	-	1995	0,75	
				1996	-	0,78	
		in ambiente climatizzato	gas	-	1995	0,80	
				1996	-	0,82	
SUH	caldaia standard	in centrale	gas	-	1995	0,83	

CAMPO DI APPLICAZIONE	DESCRIZIONE Tipo di generatore	Ubicazione	VETTORE ENERGETICO	PERIODO		PARAMETRO PRESTAZIONALE	
	(produzione combinata riscaldamento e ACS), bruciatore ad aria soffiata	termica		1996	-	0,85	
			gasolio	-	1995	0,83	
				1996	-	0,85	
Gen	caldaia standard a gas per la produzione istantanea di acqua calda sanitaria, a camera aperta con pilota permanente		gas	-	-	0,45	
Gen	caldaia standard a gas per la produzione istantanea di acqua calda sanitaria, a camera aperta senza pilota permanente		gas	-	-	0,77	
Gen	caldaia standard a gas per la produzione istantanea di acqua calda sanitaria, a camera chiusa senza pilota permanente		gas	-	-	0,80	
Gen	caldaietta a condensazione a gas per la produzione di acqua calda sanitaria		gas	-	-	0,90	
Gen	bollitore elettrico ad accumulo		elettricità	-	-	0,75	
Gen	caldaia a condensazione	in centrale termica	gas	-	-	0,99	

Tabella 15. Tipi di sottosistema di generazione (impianto di ACS) per edifici di nuova costruzione.

CAMPO DI APPLICAZIONE	DESCRIZIONE Tipo di generatore	Ubicazione	VETTORE ENERGETICO	PERIODO		PARAMETRO PRESTAZIONALE	
Gen	caldaietta a condensazione a gas per la produzione di acqua calda sanitaria		gas	-	-	0,90	
SUH	caldaia a combustione di legna (pellet, produzione combinata riscaldamento e ACS)	ambiente climatizzato	pellet	2009	-	0,74	$\eta_{W,gn}$ [-]
SUH	caldaia standard a bassa temperatura (produzione combinata riscaldamento e ACS)	centrale termica	gas	2009	-	0,91	
Gen	caldaia a condensazione	centrale termica	gas	-	-	0,99	
SUH	pompa di calore ad aria (produzione combinata riscaldamento e ACS)	-	elettricità	2009	-	2,46	*COP*
MUH	pompa di calore ad aria (produzione combinata riscaldamento e ACS)	-	elettricità	2009	-	2,55	

Sottosistema relativo agli ausiliari elettrici

In Tabella 16 sono riportati i tipi di sottosistema relativi agli ausiliari elettrici (impianto di acqua calda sanitaria), classificati secondo:

- il campo di applicazione (categoria di edificio “MUH”, “SUH” o “Gen”);
- la presenza o meno di una pompa di circolazione;

- la tipologia di generatore che determina il tipo di ausiliario elettrico installato (potenza elettrica).

L'energia elettrica ($Q_{aux,W}$, valore medio annuo) richiesta per il funzionamento degli ausiliari dell'impianto di acqua calda sanitaria è calcolata secondo la procedura utilizzata per gli ausiliari dell'impianto di riscaldamento. L'energia elettrica per gli ausiliari dell'impianto solare termico (pompa di circolazione) è determinata secondo la UNI/TS 11300-4.

I valori riportati in Tabella 16 sono valori medi di riferimento determinati considerando le seguenti assunzioni e semplificazioni:

- portata d'acqua nelle tubazioni variabile da 200 a 400 l/h per la categoria "SUH" e da 1.600 a 3.400 l/h per la categoria "MUH";
- prevalenza della pompa variabile in funzione del numero dei piani dell'edificio, ma riconducibile ad un unico valore medio di riferimento per la categoria "MUH" e la categoria "SUH". Tale valore è determinato considerando la variabilità delle perdite di carico conseguente all'utilizzo di un intervallo di riferimento della velocità del fluido nelle tubazioni (in funzione della portata d'acqua);
- potenza elettrica degli ausiliari dei generatori di energia termica (impianto di ACS centralizzato) determinata in funzione del tipo e della taglia del generatore di calore (legata anche alla categoria dimensionale dell'edificio);
- fattore di carico medio stagionale del generatore assunto pari a 0,6.

In Tabella 16, non è esplicitamente indicato un periodo di riferimento. Il periodo segue generalmente quello legato al tipo di sottosistema (distribuzione, generazione) a cui si riferisce l'ausiliario.

Il consumo di energia elettrica degli ausiliari della pompa di calore è già considerato all'interno dell'efficienza di generazione della pompa di calore.

La superficie utile di pavimento intesa come parametro di normalizzazione dell'energia elettrica per il funzionamento degli ausiliari dei sottosistemi impiantistici è il valore medio delle superfici utili degli edifici-tipo appartenenti a ciascuna delle categorie "SUH" e "MUH".

Tabella 16. Tipi di sottosistema relativi agli ausiliari elettrici (impianto di ACS).

CAMPO DI APPLICAZIONE	**DESCRIZIONE**	**PERIODO**		**$Q_{aux,W}$ [kWh/m^2]**
Gen	Produzione di ACS per appartamento o separata/individuale	-	-	0
MUH	Produzione di ACS centralizzata con pompa di circolazione - ausiliario elettrico per caldaia standard con bruciatore atmosferico	-	-	2,1
MUH	Produzione di ACS centralizzata con pompa di circolazione - ausiliario elettrico per caldaia standard con bruciatore ad aria soffiata	-	-	2,8
MUH	Produzione di ACS centralizzata con pompa di circolazione - ausiliario elettrico per caldaia a condensazione	-	-	2,8
MUH	Produzione di ACS centralizzata con pompa di circolazione	-	-	2,0
SUH	Produzione di ACS centralizzata con pompa di circolazione -	-	-	3,9

CAMPO DI APPLICAZIONE	DESCRIZIONE	PERIODO		$Q_{aux,W}$ [kWh/m^2]
	ausiliario elettrico per caldaia standard con bruciatore atmosferico			
SUH	Produzione di ACS centralizzata con pompa di circolazione - ausiliario elettrico per caldaia standard con bruciatore ad aria soffiata	-	-	4,6
SUH	Produzione di ACS centralizzata con pompa di circolazione - ausiliario elettrico per caldaia a condensazione	-	-	4,6
SUH	Produzione di ACS centralizzata con pompa di circolazione	-	-	3,2
MUH	Produzione di ACS centralizzata con impianto solare termico, con pompa di circolazione	-	-	2,2
MUH	Produzione di ACS centralizzata con impianto solare termico, con pompa di circolazione, in associazione ad una caldaia a condensazione (ausiliario elettrico)	-	-	2,5
SUH	Produzione di ACS centralizzata con impianto solare termico, con pompa di circolazione	-	-	4,1
SUH	Produzione di ACS centralizzata con impianto solare termico, con pompa di circolazione, in associazione ad una caldaia a condensazione (ausiliario elettrico)	-	-	4,9

5. MISURE DI RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI ESISTENTI

In riferimento alle misure di riqualificazione energetica, ipotizzate da applicarsi agli edifici-tipo al fine di migliorare la loro prestazione energetica, sono stati considerati interventi sull'involucro edilizio e interventi sull'impianto termico (riscaldamento e produzione di acqua calda sanitaria) separatamente.

Le misure di riqualificazione energetica si applicano agli edifici della "Matrice della Tipologia Edilizia" (Figura 13) costruiti prima del 2005 (classi di epoca di costruzione dalla prima alla settima), e sono state valutate su due livelli:

- riqualificazione standard, volta all'applicazione di misure di intervento comunemente utilizzate all'interno del paese;
- riqualificazione avanzata, che prevede l'introduzione di interventi che riflettono le migliori tecnologie disponibili.

5.1. Interventi sull'involucro edilizio

In riferimento alle misure di riqualificazione energetica da applicarsi all'involucro degli edifici-tipo, si è considerato di isolare termicamente le tipologie costruttive analizzate al capitolo 3.

È stato rispettato un valore limite di trasmittanza termica dei componenti d'involucro edilizio, attraverso l'applicazione dei requisiti minimi di prestazione energetica richiesti dalla recente legislazione in materia di efficienza energetica in edilizia. La scelta si è rivolta all'applicazione della D.G.R. n. 46-11968 (4 agosto 2009) della Regione Piemonte che individua valori limite di trasmittanza termica più restrittivi rispetto al D. Lgs. n. 192/2005 e s.m.i. e al D.M. 26/01/2010 a livello nazionale.

Considerando un livello standard di riqualificazione si è ipotizzato di conseguire, a seguito dell'intervento di coibentazione termica, i seguenti valori di trasmittanza termica delle strutture edilizie:

- chiusure opache verticali: U = 0,33 W/(m^2 K);
- chiusure opache orizzontali e inclinate: U = 0,30 W/(m^2 K);
- chiusure trasparenti: U = 2,00 W/(m^2 K).

I livelli di trasmittanza termica sopra elencati corrispondono al requisito cogente all'interno della D.G.R. n. 46-11968.

Considerando, invece, un livello avanzato di riqualificazione si è ipotizzato di conseguire, a seguito dell'intervento di coibentazione termica, i seguenti valori di trasmittanza termica delle strutture edilizie:

- chiusure opache verticali: U = 0,25 W/(m^2 K);
- chiusure opache orizzontali e inclinate: U = 0,23 W/(m^2 K);
- chiusure trasparenti: U = 1,70 W/(m^2 K).

I livelli di trasmittanza termica sopra elencati corrispondono al requisito volontario o incentivato all'interno della D.G.R. n. 46-11968. A titolo esemplificativo si consideri che per raggiungere tali livelli prestazionali occorre applicare ai componenti di cui alla Tabella 4 (ad eccezione delle strutture successive al 2005) i seguenti spessori di materiale isolante (con conduttività termica pari a 0,04 W/(m K)):

- da 6 a 11 cm per le chiusure opache verticali con il livello standard di riqualificazione;
- da 7 a 12 cm per le chiusure opache orizzontali inferiori e superiori con il livello standard di riqualificazione;
- da 10 a 15 cm per le chiusure opache verticali con il livello avanzato di riqualificazione;
- da 11 a 16 cm per le chiusure opache orizzontali inferiori e superiori con il livello avanzato di riqualificazione.

Per quanto riguarda i serramenti (finestre e porte) è prevista la sostituzione con nuove strutture affinché rispettino i requisiti di trasmittanza termica sopra indicati.

Gli interventi sui componenti d'involucro opaco che separano gli ambienti non climatizzati dall'ambiente esterno (es. copertura di un sottotetto non climatizzato) rispettano un valore limite di trasmittanza termica pari a 0,8 W/(m^2 K).

5.2. Interventi sugli impianti termici

Gli interventi di riqualificazione energetica dell'impianto sono rivolti separatamente all'impianto di riscaldamento e all'impianto di acqua calda sanitaria. Anche in questo caso, come per l'involucro edilizio, sono previsti due livelli di riqualificazione energetica, standard ed avanzato.

Per quanto riguarda la riqualificazione dell'impianto di riscaldamento, sia *standard* che *avanzata*, si sono ipotizzati i seguenti interventi:

- sostituzione dei radiatori con pannelli radianti;
- coibentazione della rete di distribuzione del fluido termovettore;
- sostituzione o eventuale nuova installazione di un accumulo termico (alto livello di isolamento);
- intervento di trasformazione dell'impianto di riscaldamento da autonomo a centralizzato.

Per quanto riguarda la riqualificazione *standard* dell'impianto di riscaldamento, si è ipotizzato inoltre il seguente intervento:

- sostituzione del generatore di calore tradizionale con:
    - caldaia a condensazione, oppure
    - collegamento alla rete di teleriscaldamento, oppure
    - pompa di calore aria-acqua.

Per quanto riguarda la riqualificazione *avanzata* dell'impianto di riscaldamento, si è ipotizzato invece il seguente intervento:

- sostituzione del generatore di calore tradizionale con:
    - pompa di calore geotermica, oppure
    - pompa di calore geotermica in associazione all'impianto solare termico, oppure
    - caldaia a condensazione in associazione all'impianto solare termico, oppure
    - pompa di calore ad aria in associazione all'impianto solare termico.

I parametri prestazionali dei nuovi generatori di calore per il riscaldamento sono riportati in Tabella 17. I valori medi stagionali dell'efficienza dei generatori sono ricavati a partire dai valori minimi di efficienza fissati dalla legislazione in vigore (D.M. 19/02/2007, D.M. 06/08/2009), necessari per accedere agli incentivi di natura fiscale per interventi di riqualificazione energetica in edifici esistenti. I valori fissati dai decreti sono stati corretti per tenere conto delle condizioni effettive di funzionamento e di installazione del generatore, secondo la UNI/TS 11300-2 per i generatori che utilizzano combustibili fossili e secondo la EN 14825 per le pompe di calore. Tuttavia, poiché la legislazione in vigore (D.M. 19/02/2007) richiede un rendimento minimo della caldaia a condensazione troppo basso per un generatore di questa tipologia, si utilizza il rendimento medio stagionale caratteristico ricavato dalla UNI/TS 11300-2 (prospetto 23d). Le perdite di energia termica della sottostazione di teleriscaldamento sono determinate secondo la procedura riportata nella UNI/TS 11300-4.

La percentuale di copertura del fabbisogno di energia termica per il riscaldamento da parte dell'impianto solare termico, se previsto, è assunta pari al 20%.

Tabella 17. Parametri prestazionali dei nuovi generatori di calore (impianto di riscaldamento) per la riqualificazione degli edifici esistenti.

CAMPO DI APPLICAZIONE	**DESCRIZIONE**		**VETTORE ENERGETICO**	**PARAMETRO PRESTAZIONALE**	
	Tipo di generatore	**Ubicazione**			
Gen	caldaia a condensazione	centrale termica	gas	0,98	$\eta_{H,gn}$ **[-]**
MUH	teleriscaldamento – sottostazione di scambio termico ad elevata efficienza	-	-	da determinare caso per caso (cfr. UNI/TS 11300-4)	$Q_{ls,H,ss}$ **[kWh/m^2]**
SUH	pompa di calore ad aria	-	elettricità	2,41	***COP***
MUH	pompa di calore ad aria	-	elettricità	2,14	
Gen	pompa di calore geotermica	-	elettricità	3,46	

Per quanto riguarda la riqualificazione dell'impianto di acqua calda sanitaria, sia *standard* che *avanzata*, si sono ipotizzati i seguenti interventi:

- coibentazione della rete di distribuzione dell'acqua calda;
- sostituzione o eventuale nuova installazione di un accumulo termico (alto livello di isolamento);

- in alcuni casi, intervento di trasformazione dell'impianto di produzione di acqua calda sanitaria da autonomo a centralizzato.

Per quanto riguarda la riqualificazione *standard* dell'impianto di acqua calda sanitaria, si è ipotizzato inoltre il seguente intervento:

- sostituzione del generatore di calore tradizionale con:
    - caldaia a condensazione (produzione di ACS individuale per appartamento);
    - caldaia a condensazione (produzione di ACS centralizzata);
    - impianto solare termico e bollitori elettrici ausiliari ad accumulo (individuali);
    - pompa di calore aria-acqua.

Per quanto riguarda la riqualificazione *avanzata* dell'impianto di acqua calda sanitaria, si è ipotizzato invece il seguente intervento:

- sostituzione del generatore di calore tradizionale con:
    - pompa di calore geotermica, oppure
    - pompa di calore geotermica in associazione all'impianto solare termico, oppure
    - caldaia a condensazione in associazione all'impianto solare termico.

I parametri prestazionali dei nuovi generatori di calore per l'acqua calda sanitaria sono riportati in Tabella 18. I valori medi stagionali dell'efficienza dei generatori sono ricavati a partire dai valori minimi di efficienza fissati dalla legislazione in vigore (D.M. 06/08/2009), necessari per accedere agli incentivi di natura fiscale per interventi di riqualificazione energetica in edifici esistenti. I valori fissati dai decreti sono stati corretti per tenere conto delle condizioni effettive di funzionamento e di installazione del generatore, secondo la UNI/TS 11300-2 per i generatori che utilizzano combustibili fossili e secondo la EN 14825 per le pompe di calore.

La percentuale di copertura del fabbisogno di energia termica per l'acqua calda sanitaria da parte dell'impianto solare termico, se previsto, è assunta pari al 60%.

Tabella 18. Parametri prestazionali dei nuovi generatori di calore (impianto di ACS) per la riqualificazione degli edifici esistenti.

CAMPO DI APPLICAZIONE	**DESCRIZIONE** **Tipo di generatore**	**Ubicazione**	**VETTORE ENERGETICO**	**PARAMETRO PRESTAZIONALE**	
Gen	bollitore elettrico ad accumulo		elettricità	0,75	$\eta_{W,gn}$ **[-]**
Gen	caldaietta a condensazione a gas per la produzione di acqua calda sanitaria		gas	0,90	
Gen	caldaia a condensazione	centrale termica	gas	0,99	
SUH	pompa di calore ad aria (produzione combinata	-	elettricità	2,83	***COP***

CAMPO DI APPLICAZIONE	DESCRIZIONE Tipo di generatore	Ubicazione	VETTORE ENERGETICO	PARAMETRO PRESTAZIONALE	
	riscaldamento e ACS)				
MUH	pompa di calore ad aria (produzione combinata riscaldamento e ACS)	-	elettricità	2,55	
Gen	pompa di calore geotermica (produzione combinata riscaldamento e ACS)	-	elettricità	3,48	

6. VARIANTI AGLI EDIFICI DI NUOVA COSTRUZIONE

Gli edifici-tipo della "Matrice della Tipologia Edilizia" (Figura 13) costruiti dopo il 2005 (ottava classe di epoca di costruzione) si caratterizzano come edifici di nuova costruzione. I parametri prestazionali di questi edifici (caso base) sono contenuti nelle tabelle dei capitoli 3 e 4.

Per ciascun edificio-tipo di nuova costruzione sono state ipotizzate due varianti alla tecnologia costruttiva e impiantistica di base, rappresentate dai corrispondenti parametri prestazionali dell'involucro edilizio e degli impianti termici (riscaldamento e acqua calda sanitaria).

La prima variante è caratterizzata da livelli prestazionali migliorativi rispetto al caso base. Se quest'ultimo riflette i valori minimi dei parametri di trasmittanza termica dell'involucro edilizio e di efficienza impiantistica richiesti dalla legislazione in vigore, la prima variante adotta parametri più performanti, stabiliti ad esempio da programmi di incentivazione e sussidio fiscale.

La seconda variante riflette una prestazione energetica avanzata, con livelli prestazionali dell'involucro e degli impianti che si riscontrano nei progetti di edifici ad energia quasi zero (NZEB).

Per ciascuna delle due varianti, si illustrano di seguito i requisiti relativi all'involucro edilizio e i requisiti relativi all'impianto termico (riscaldamento e produzione di acqua calda sanitaria).

6.1. Requisiti prestazionali relativi all'involucro edilizio

La prima variante (insieme di requisiti migliorativi) all'edificio di nuova costruzione, dal punto di vista dell'involucro edilizio, riguarda l'applicazione di valori di trasmittanza termica più restrittivi rispetto al caso base. Ai valori prestazionali non viene, tuttavia, associata una tecnologia specifica, poiché non è possibile individuare a priori la tipologia costruttiva più diffusa tra gli edifici di ultima generazione.

Il riferimento legislativo per la prima configurazione d'involucro è il Decreto Ministeriale 26 gennaio 2010, che fissa i valori di trasmittanza termica da rispettare per accedere alle detrazioni fiscali del 55% per interventi di riqualificazione energetica sul patrimonio edilizio esistente, introdotti dalla Legge Finanziaria 2007[3]. La trasmittanza termica dei singoli componenti d'involucro è riportata in Tabella 19, in riferimento alla zona climatica E. Nel calcolo del fabbisogno netto di energia termica per la climatizzazione invernale, i valori di trasmittanza termica dei componenti d'involucro opaco sono stati incrementati del 15% per tener conto dell'effetto dei ponti termici[4].

[3] Sebbene nella realtà questi requisiti si applichino solo agli edifici esistenti, nel presente lavoro essi sono stati utilizzati come valori di riferimento per le varianti progettuali dei nuovi edifici, perché non vi sono documenti legislativi che fissino per le nuove costruzioni livelli più restrittivi rispetto ai requisiti minimi stabiliti dal D. Lgs. 192/2005 e s.m.i.

[4] Anche nella configurazione di base dell'edificio di nuova costruzione è stato applicato un incremento del 15% della trasmittanza termica degli elementi opachi per considerare l'effetto dei ponti termici.

La seconda variante (insieme di requisiti avanzati) all'edificio di nuova costruzione, dal punto di vista dell'involucro edilizio, riguarda l'applicazione di valori di trasmittanza termica che riflettono i livelli prestazionali di un edificio ad energia quasi zero. Non essendo ancora disponibile oggi un documento legislativo che fissi i requisiti prestazionali di un edificio di questa natura, si è fatto riferimento a progetti di NZEB attualmente in corso. In particolare, sono state analizzate le proposte relative ad un bando per la concessione di contributi per la realizzazione di edifici a energia quasi zero finanziato dalla Regione Piemonte (D.D. 25 luglio 2011, n. 160). La trasmittanza termica caratteristica dei componenti d'involucro dei progetti analizzati è riportata in Tabella 20. Si assume che i ponti termici siano completamente eliminati.

Tabella 19. Prima variante all'edificio di nuova costruzione. Trasmittanza termica dei componenti d'involucro (D.M. 26/01/2010).

Componente d'involucro	***U*** **[W/(m^2 K)]**
Chiusura opaca verticale	0,27
Chiusura opaca orizzontale superiore	0,24
Chiusura opaca orizzontale inferiore	0,30
Chiusura trasparente	1,80

Tabella 20. Seconda variante all'edificio di nuova costruzione. Trasmittanza termica dei componenti d'involucro (edifici ad energia quasi zero in progetto nella regione Piemonte).

Componente d'involucro	***U*** **[W/(m^2 K)]**
Chiusura opaca verticale (parete)	0,13
Chiusura opaca verticale (porta)	1,00
Chiusura opaca orizzontale superiore (solaio di copertura)	0,11
Chiusura opaca orizzontale superiore (solaio del sottotetto)	0,13
Chiusura opaca orizzontale inferiore (su ambiente non climatizzato)	0,19
Chiusura opaca orizzontale inferiore (su terreno)	0,14
Chiusura trasparente (finestra)	1,10

Nel grafico di Figura 15 si confrontano le trasmittanze termiche dei componenti d'involucro nelle tre configurazioni degli edifici di nuova costruzione, ossia caso base, prima variante e seconda variante.

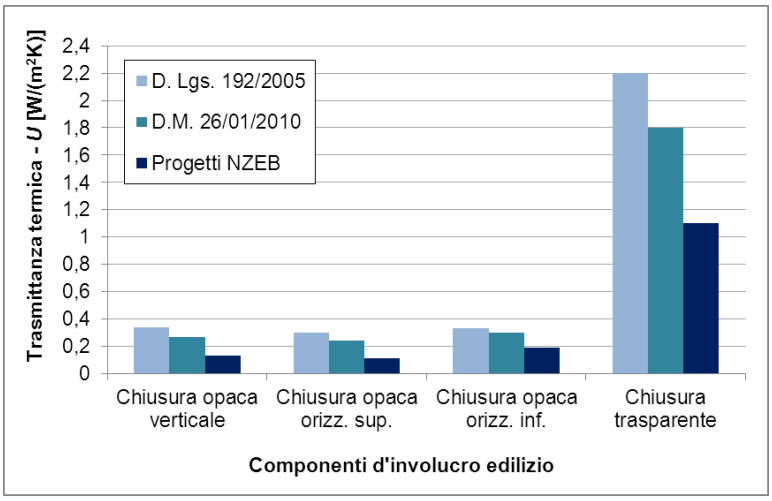


Figura 15. Valori di trasmittanza termica dei componenti d'involucro nelle tre configurazioni di edificio di nuova costruzione.

6.2. Requisiti prestazionali relativi agli impianti termici

La prima variante (insieme di requisiti migliorativi) all'edificio di nuova costruzione, dal punto di vista degli impianti termici (riscaldamento e ACS), consiste nell'applicazione di generatori di calore caratterizzati da una maggiore efficienza rispetto alla configurazione di base (requisiti minimi di legge). I tipi di generatori considerati e i relativi valori medi stagionali di efficienza sono indicati in Tabella 21 per il riscaldamento, e in Tabella 22 per l'acqua calda sanitaria. I valori medi stagionali di efficienza sono ricavati a partire dai valori di efficienza fissati dalla legislazione in vigore (D.M. 19/02/2007, D.M. 06/08/2009, D. Lgs. 28/2011), necessari per accedere ad incentivi di natura fiscale.

I valori di efficienza a pieno carico sono stati corretti per tenere conto delle condizioni effettive di funzionamento e di installazione del generatore, secondo la UNI/TS 11300-2 per i generatori che utilizzano combustibili fossili, secondo la EN 14825 per le pompe di calore e secondo la UNI/TS 11300-4 per i generatori a biomassa combustibile. Per la caldaia a condensazione, poiché la legislazione in vigore (D.M. 19/02/2007) richiede un rendimento minimo troppo basso per un generatore di questa tipologia, è stato utilizzato il rendimento medio stagionale caratteristico ricavato dalla UNI/TS 11300-2.

È previsto l'utilizzo dell'impianto solare termico per garantire la copertura del 30% del fabbisogno di energia termica per il riscaldamento e del 50% del fabbisogno di energia termica per l'acqua calda sanitaria, in applicazione del D. Lgs. 28/2011. In aggiunta è prevista l'installazione dell'impianto fotovoltaico, considerando le seguenti potenze di picco installate: 5 kW_p per le *multi-unit housing* (MUH) e 1,4 kW_p per le *single-unit housing* (SUH), in applicazione del D. Lgs. 28/2011.

Tabella 21. Varianti all'edificio di nuova costruzione. Efficienze dei generatori di calore (riscaldamento).

	CAMPO DI APPLICAZIONE	DESCRIZIONE Tipo di generatore	Ubicazione	VETTORE ENERGETICO	PARAMETRO PRESTAZIONALE	
PRIMA VARIANTE	SUH	caldaia a combustione di legna (pellet)	ambiente climatizzato	pellet	0,88	$\eta_{H,gn}$ [-]
	MUH	caldaia a combustione di legna (pellet)	ambiente non climatizzato	pellet	0,85	
	SUH	caldaia standard a bassa temperatura	centrale termica	gas	0,95	
	MUH	caldaia standard a bassa temperatura	centrale termica	gas	0,97	
	Gen	caldaia a condensazione	centrale termica	gas	0,98	
	SUH	pompa di calore ad aria	-	elettricità	2,41	*COP*
	MUH	pompa di calore ad aria	-	elettricità	2,14	
SECONDA VARIANTE	Gen	pompa di calore ad aria	-	elettricità	2,45	*COP*
	Gen	pompa di calore geotermica	-	elettricità	3,46	

Tabella 22. Varianti all'edificio di nuova costruzione. Efficienze dei generatori di calore (ACS).

	CAMPO DI APPLICAZIONE	DESCRIZIONE Tipo di generatore	Ubicazione	VETTORE ENERGETICO	PARAMETRO PRESTAZIONALE	
PRIMA VARIANTE	Gen	caldaietta a condensazione a gas per la produzione di acqua calda sanitaria		gas	0,90	$\eta_{W,gn}$ [-]
	SUH	caldaia a combustione di legna (pellet, produzione combinata riscaldamento e ACS)	ambiente climatizzato	pellet	0,88	
	SUH	caldaia standard a bassa temperatura (produzione combinata riscaldamento e ACS)	centrale termica	gas	0,93	
	Gen	caldaia a condensazione	centrale termica	gas	0,99	
	SUH	pompa di calore ad aria (produzione combinata riscaldamento e ACS)	-	elettricità	2,83	*COP*
	MUH	pompa di calore ad aria (produzione combinata riscaldamento e ACS)	-	elettricità	2,55	
SECONDA VARIANTE	Gen	pompa di calore ad aria (produzione combinata riscaldamento e ACS)	-	elettricità	2,83	*COP*
	Gen	pompa di calore geotermica (produzione combinata riscaldamento e ACS)	-	elettricità	3,48	

La seconda variante (insieme di requisiti avanzati) all'edificio di nuova costruzione, dal punto di vista degli

impianti termici (riscaldamento e ACS), consiste nell'applicazione di generatori di calore e relative efficienze caratteristici di un edificio ad energia quasi zero. Come per l'involucro edilizio, anche per gli impianti, il riferimento è costituito dai progetti di NZEB della Regione Piemonte (bando per la concessione di contributi per la realizzazione di edifici a energia quasi zero, D.D. 25 luglio 2011, n. 160).

Il generatore utilizzato negli edifici ad energia quasi zero analizzati è tipicamente la pompa di calore (ad aria o geotermica). In Tabella 21 per il riscaldamento e in Tabella 22 per l'acqua calda sanitaria, sono indicati i valori medi stagionali di efficienza delle pompe di calore, determinati secondo la EN 14825. È previsto l'utilizzo dell'impianto solare termico per garantire la copertura del 45% del fabbisogno di energia termica per il riscaldamento e del 75% del fabbisogno di energia termica per l'acqua calda sanitaria. In aggiunta è prevista l'installazione dell'impianto fotovoltaico, considerando le seguenti potenze di picco installate: 10 kW_p per le *multi-unit housing* (MUH) e 3 kW_p per le *single-unit housing* (SUH).

Negli edifici ad energia quasi-zero è previsto l'utilizzo della ventilazione meccanica e l'installazione di un recuperatore di calore sull'aria di ventilazione avente efficienza pari all'80%. La potenza elettrica dei ventilatori installati per unità di portata è stata assunta pari a 0,4 W/(m^3/h), e il corrispondente consumo di energia elettrica annuale, normalizzato sulla superficie utile di pavimento, per il funzionamento dei ventilatori è stato stimato pari a 1,42 kWh/m^2.

7. DETERMINAZIONE DELLA PRESTAZIONE ENERGETICA

Di ciascun edificio-tipo rappresentato all'interno della "Matrice della Tipologia Edilizia" per l'*area climatica media* è stata determinata la prestazione energetica in termini di fabbisogno annuo di energia primaria per il riscaldamento e per la produzione di acqua calda sanitaria. All'edificio-tipo, geometricamente definito (cfr. par. 2.2), è stata associata una tipologia costruttiva (componenti d'involucro opaco e trasparente, cfr. capitolo 3) e una tipologia impiantistica (sottosistemi degli impianti di riscaldamento e acqua calda sanitaria, cfr. capitolo 4), coerentemente con l'epoca di costruzione e la classe dimensionale. Inoltre, si ipotizzato di applicare, da un lato, agli edifici-tipo appartenenti alle prime sette classi di epoca di costruzione, una riqualificazione standard e una riqualificazione avanzata dell'involucro (cfr. par. 5.1) e degli impianti (cfr. par. 5.2), dall'altro, agli edifici-tipo appartenenti all'ottava classe di epoca di costruzione, le due varianti progettuali sull'involucro (cfr. par. 6.1) e sugli impianti (cfr. par. 6.2)[5].

La prestazione energetica di ciascun edificio-tipo nello stato originario e per le due riqualificazioni (per gli edifici esistenti), o nel caso base e per le due varianti (per gli edifici di nuova costruzione) è stata determinata applicando la procedura di calcolo della serie delle specifiche tecniche UNI/TS 11300, in particolare, la parte 1 per il calcolo del fabbisogno di energia netta per il riscaldamento e la parte 2 per il calcolo del fabbisogno di energia netta per l'acqua calda sanitaria e di energia primaria per il riscaldamento e l'acqua calda sanitaria.

La procedura di calcolo delle UNI/TS 11300 prevede le seguenti fasi:

1) definizione dei confini dell'insieme degli ambienti climatizzati e non climatizzati dell'edificio;
2) se richiesta, definizione dei confini delle diverse zone di calcolo;
3) definizione delle condizioni interne di calcolo e dei dati di ingresso relativi al clima esterno;
4) calcolo, per ogni mese e per ogni zona dell'edificio, dei fabbisogni netti di energia termica per riscaldamento ($Q_{H,nd}$) e il raffrescamento ($Q_{C,nd}$ - non considerato);
5) calcolo dei rendimenti impiantistici e dei fabbisogni di energia primaria (Q_p);
6) aggregazione dei risultati relativi alle diverse zone servite dagli stessi impianti.

Il calcolo è stato effettuato considerando il clima di Torino come località di riferimento dell'*area climatica media* (UNI 10349) e applicando le seguenti assunzioni e semplificazioni:

- modellazione dell'edificio-tipo come un'unica zona termica;
- tasso di ventilazione naturale fissato a 0,3 h^{-1} (UNI/TS 11300-1 par. 12.1.1);

[5] Nelle schede del capitolo 8 viene proposta, per ogni edificio-tipo, una possibile tecnologia costruttiva e impiantistica ad esso associata. Tuttavia, ad ogni edificio-tipo potrebbero essere attribuite svariate tipologie di involucro (capitolo 3) e di impianti (capitolo 4), coerentemente con la sua dimensione e l'epoca di costruzione, così come differenti ipotesi di riqualificazione (capitolo 5) o varianti progettuali (capitolo 6).

- calcolo degli apporti termici interni in funzione della superficie utile di pavimento (UNI/TS 11300-1 par. 13.1.1);
- in assenza di dati, determinazione semplificata della superficie utile di pavimento a partire dalla superficie lorda (UNI/TS 11300-1 par. 13.3);
- determinazione semplificata della capacità termica interna dell'edificio in funzione della tipologia costruttiva (UNI/TS 11300-1 prospetto 16);
- determinazione semplificata dell'effetto dei ponti termici mediante applicazione di un incremento percentuale delle dispersioni termiche per trasmissione in funzione della tipologia di chiusura opaca verticale (UNI/TS 11300-1 prospetto 4);
- determinazione semplificata dello scambio termico verso ambienti non climatizzati in funzione del tipo di ambiente (UNI/TS 11300-1 prospetto 5);
- assenza di chiusure oscuranti e di schermature solari sulle superfici dei serramenti negli edifici esistenti;
- assenza di chiusure oscuranti e presenza di schermature solari sulle superfici dei serramenti negli edifici di nuova costruzione (si assume un rapporto tra i valori di trasmittanza di energia solare totale della finestra con e senza schermatura pari a 0,35);
- fattore di riduzione per ombreggiatura da ostruzioni esterne fissato pari a 0,8 per tutti i componenti d'involucro trasparente;
- fattore di correzione dovuto al telaio (fattore telaio) assunto pari a 0,2 per tutti i componenti trasparenti.

Il calcolo delle perdite di energia termica dei sottosistemi impiantistici è stato effettuato applicando i valori delle relative efficienze di cui alle tabelle dei capitoli 4-6 o, in alternativa, i valori pre-determinati delle perdite di energia termica disponibili per alcuni sottosistemi analizzati.

Il fabbisogno di energia netta per acqua calda sanitaria è stato determinato secondo la UNI/TS 11300-2 (par. 5.2) applicando i parametri forniti dalla specifica tecnica per determinare il volume d'acqua calda richiesto giornalmente da un'unità abitativa. In particolare, il parametro di riferimento si determina in funzione della superficie utile di pavimento. Le perdite di erogazione dell'impianto di acqua calda sanitaria sono state calcolate considerando un rendimento di erogazione pari a 0,95 (cfr. UNI/TS 11300-2 par. 6.9.1).

L'energia elettrica prodotta dall'impianto fotovoltaico è stata determinata secondo la procedura riportata nella UNI/TS 11300-4, ipotizzando l'installazione di moduli moderatamente ventilati. Si considera la compensazione mensile del fabbisogno di energia elettrica (ausiliari e pompe di calore) fino a completa copertura; l'energia elettrica prodotta in eccesso, temporaneamente esportata e riconsegnata su base annua è caratterizzata da un fattore di energia primaria pari a 0, come indicato nella Raccomandazione del Comitato Termotecnico Italiano (CTI) n. 14 del febbraio 2013. Dal medesimo riferimento normativo sono stati ricavati anche i fattori di energia primaria dei vettori energetici (cfr. Tabella 23) applicati nel calcolo del fabbisogno di energia primaria degli edifici-tipo.

Tabella 23. Fattori di energia primaria dei vettori energetici (Raccomandazione CTI 14:2013).

VETTORE ENERGETICO	$f_{p,nren}$	$f_{p,ren}$	f_p
Gas naturale	1	0	1
GPL	1	0	1
Olio combustibile	1	0	1
Biomasse solide, liquide e gassose	0,3	0,7	1
Energia elettrica da rete	2,174	0	2,174
Teleriscaldamento	dichiarato dal fornitore	-	-

8. SCHEDE ILLUSTRATIVE DEGLI EDIFICI-TIPO

Si riportano di seguito le schede illustrative degli edifici-tipo. Ogni scheda è composta da due pagine contenenti le seguenti informazioni.

- **Informazioni generali** sull'edificio-tipo:
  - area climatica di appartenenza, classe di epoca di costruzione, classe di dimensione edilizia;
  - dati geometrici significativi.
- Caratteristiche dell'edificio-tipo nel suo **stato originario** (per edifici esistenti) o nel **caso base** (per edifici di nuova costruzione):
  - **tipologia costruttiva** e parametri prestazionali dell'involucro edilizio (trasmittanza termica dei componenti d'involucro)[6,7];
  - **tipologia impiantistica** in riferimento all'**impianto di riscaldamento** e all'impianto di **produzione di acqua calda sanitaria** con l'indicazione dei sottosistemi impiantistici (generazione, distribuzione, accumulo e ausiliari elettrici) e dei loro parametri prestazionali (efficienze, perdite di energia termica, consumi elettrici, etc.)[8].
- Per gli edifici-tipo dalla prima alla settima classe di epoca di costruzione (edifici esistenti), indicazione delle misure di **riqualificazione standard**:
  - misure di riqualificazione sull'involucro edilizio con l'indicazione dei nuovi valori di trasmittanza termica e degli spessori di isolamento termico necessari a conseguirli;
  - misure di riqualificazione sugli impianti termici (riscaldamento e ACS) e indicazioni in riferimento ai nuovi sottosistemi impiantistici e ai loro parametri prestazionali.
- Per gli edifici-tipo dalla prima alla settima classe di epoca di costruzione (edifici esistenti), indicazione delle misure di **riqualificazione avanzata**:
  - misure di riqualificazione sull'involucro edilizio con l'indicazione dei nuovi valori di trasmittanza

[6] La trasmittanza termica delle pareti verso ambienti non climatizzati e dei solai inferiori su ambiente esterno è ricavata dai valori in Tabella 4 corretti nei coefficienti di scambio termico liminare secondo la UNI EN ISO 6946.

[7] Si considera fino ad un numero massimo di due tipi diversi di pareti e serramenti.

[8] All'interno delle schede, il valore del rendimento del sottosistema di distribuzione dell'impianto di riscaldamento ($\eta_{H,d}$) è un valore corretto che tiene conto anche il rendimento del sottosistema di emissione. Le perdite di energia termica del sottosistema di distribuzione ($Q_{ls,W,d}$) e del sottosistema di accumulo ($Q_{ls,W,s}$) dell'impianto di ACS sono considerate al netto dei recuperi termici.

termica e degli spessori di isolamento termico necessari a conseguirli;

- misure di riqualificazione sugli impianti termici (riscaldamento e ACS) e indicazioni in riferimento ai nuovi sottosistemi impiantistici e ai loro parametri prestazionali.

- Per gli edifici-tipo dell'ottava classe di epoca di costruzione (edifici di nuova costruzione), indicazione della **prima variante** progettuale (insieme di requisiti migliorativi):

  - requisiti prestazionali relativi all'involucro edilizio (valori di trasmittanza termica della variante progettuale);

  - tecnologia degli impianti termici (riscaldamento e ACS) e requisiti prestazionali (efficienze medie stagionali) dei generatori di calore.

- Per gli edifici-tipo dell'ottava classe di epoca di costruzione (edifici di nuova costruzione), indicazione della **seconda variante** progettuale (insieme di requisiti avanzati):

  - requisiti prestazionali relativi all'involucro edilizio (valori di trasmittanza termica della variante progettuale);

  - tecnologia degli impianti termici (riscaldamento e ACS) e requisiti prestazionali (efficienze medie stagionali) dei generatori di calore.

- Risultati del calcolo della **prestazione energetica** degli edifici-tipo nello stato originario o nel caso base e con l'applicazione delle misure di riqualificazione (due livelli di intervento) o delle varianti progettuali (due configurazioni). Il confronto tra le tre condizioni avviene attraverso l'indicazione tabellare e grafica delle seguenti grandezze:

  - fabbisogno annuo di energia netta per il riscaldamento ($Q_{H,nd}$);

  - fabbisogno annuo di energia netta per l'acqua calda sanitaria ($Q_{W,nd}$);

  - fabbisogno annuo di energia primaria per il riscaldamento ($Q_{H,p}$);

  - fabbisogno annuo di energia primaria per l'acqua calda sanitaria ($Q_{W,p}$);

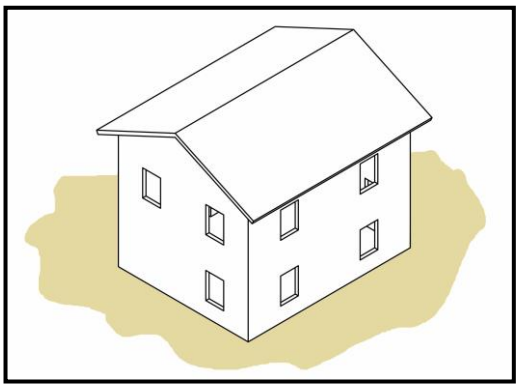
  - fabbisogno annuo di energia primaria per il riscaldamento e l'acqua calda sanitaria ($Q_{H,W,p}$).

8.1. Case monofamiliari

Regione/Zona climatica: Area climatica media

Classe di epoca di costruzione: 1 (fino al 1900)

Classe di dimensione edilizia: Casa monofamiliare



V [m^3]	*S/V* [m^{-1}]	$A_{f,n}$ [m^2]	Numero di appartamenti	Numero di piani climatizzati
533	0,77	139	1	2

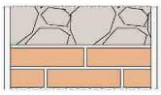
STATO ORIGINARIO

TIPOLOGIA COSTRUTTIVA

COPERTURA

Tetto a falde con struttura e tavolato in legno

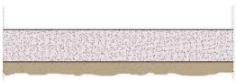
PARETE



Muratura di pietra listata con mattoni (40 cm)

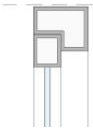
SOLAIO

(inferiore, su terreno)

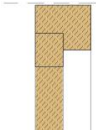


Basamento in calcestruzzo su terreno

SERRAMENTI



1. Vetro singolo, telaio in metallo senza taglio termico



2. Porta in legno

COPERTURA	PARETE	SOLAIO (inferiore)	SERRAMENTI			
U [$W/(m^2K)$]	*U* [$W/(m^2K)$]	*U* [$W/(m^2K)$]	U_1 [$W/(m^2K)$]	$g_{gl,n1}$ [-]	U_2 [$W/(m^2K)$]	$g_{gl,n2}$ [-]
1,80	1,61	2,00	5,70	0,85	3,00	-

TIPOLOGIA IMPIANTISTICA

IMPIANTO DI RISCALDAMENTO

GENERAZIONE	$\eta_{H,gn}$ = 0,82	*ACCUMULO*	$Q_{ls,H,s}$ = 0 kWh/m^2	*DISTRIBUZIONE*	$\eta_{H,d}$ = 0,88	*AUSILIARIO*	$Q_{aux,H}$ = 3,7 kWh/m^2
caldaia standard a gas, bruciatore atmosferico, installata in ambiente climatizzato, camino < 10 m, antecedente al 1996		-		distribuzione centralizzata orizzontale in ambienti riscaldati / fino al 1960		pompa di circolazione per impianto centralizzato - ausiliario elettrico per caldaia standard con bruciatore atmosferico	

IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ACQUA CALDA SANITARIA

GENERAZIONE	$\eta_{W,gn}$ = 0,80	*ACCUMULO*	$Q_{ls,W,s}$ = 3,9 kWh/m^2	*DISTRIBUZIONE*	$Q_{ls,W,d}$ = 8,2 kWh/m^2	*AUSILIARIO*	$Q_{aux,W}$ = 3,9 kWh/m^2
caldaia standard a gas (produzione combinata di riscaldamento e ACS), bruciatore atmosferico, installata in ambiente climatizzato, camino < 10 m, antecedente al 1996		serbatoio di accumulo di acqua calda, in ambiente climatizzato - basso livello di isolamento		distribuzione di ACS con ricircolo, rete affacciata all'interno, fino al 1975		produzione di ACS centralizzata con pompa di circolazione - ausiliario elettrico per caldaia standard con bruciatore atmosferico	

RIQUALIFICAZIONE STANDARD

INTERVENTI SULL'INVOLUCRO

ELEMENTO	U_{ex} W/(m²K)	U_{new} W/(m²K)	TIPO DI INTERVENTO
COPERTURA	1,80	0,30	Inserimento isolante (11 cm)
PARETE	1,61	0,33	Inserimento isolante (10 cm)
SOLAIO (inferiore)	2,00	0,30	Inserimento isolante (11 cm)
SERRAMENTI	5,70 ($g_{gl,n}$ 0,85) 3,00	2,00 ($g_{gl,n}$ 0,67) 2,00	Sostituzione

INTERVENTI SUGLI IMPIANTI

RISCALDAMENTO

GENERAZIONE $\eta_{H,gn}$ = 0,98	*ACCUMULO* $Q_{ls,H,s}$ = 0 kWh/m²	*DISTRIBUZIONE* $\eta_{H,d}$ = 0,96	*AUSILIARIO* $Q_{aux,H}$ = 4,4 kWh/m²
caldaia a condensazione, installata in centrale termica	-	distribuzione centralizzata orizzontale in ambienti riscaldati / livello di isolamento elevato	pompa di circolazione per impianto centralizzato - ausiliario elettrico per caldaia a condensazione

ACQUA CALDA SANITARIA

GENERAZIONE $\eta_{W,gn}$ = 0,99	*ACCUMULO* $Q_{ls,W,s}$ = 1,3 kWh/m²	*DISTRIBUZIONE* $Q_{ls,W,d}$ = 1,8 kWh/m²	*AUSILIARIO* $Q_{aux,W}$ = 4,6 kWh/m²
caldaia a condensazione, installata in centrale termica	serbatoio di accumulo di acqua calda, in ambiente climatizzato - alto livello di isolamento	distribuzione di ACS con ricircolo, rete affacciata all'interno, dopo il 1991	produzione di ACS centralizzata con pompa di circolazione - ausiliario elettrico per caldaia a condensazione

RIQUALIFICAZIONE AVANZATA

INTERVENTI SULL'INVOLUCRO

ELEMENTO	U_{ex} W/(m²K)	U_{new} W/(m²K)	TIPO DI INTERVENTO
COPERTURA	1,80	0,23	Inserimento isolante (15 cm)
PARETE	1,61	0,25	Inserimento isolante (14 cm)
SOLAIO (inferiore)	2,00	0,23	Inserimento isolante (15 cm)
SERRAMENTI	5,70 ($g_{gl,n}$ 0,85) 3,00	1,70 ($g_{gl,n}$ 0,5) 1,70	Sostituzione

INTERVENTI SUGLI IMPIANTI

RISCALDAMENTO

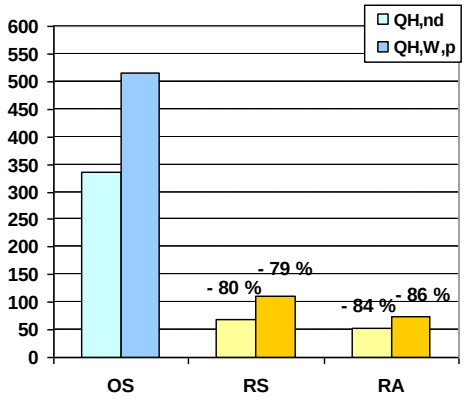
GENERAZIONE $\eta_{H,gn(FNR)}$ = 0,98	*ACCUMULO* $Q_{ls,H,s}$ = 1,4 kWh/m²	*DISTRIBUZIONE* $\eta_{H,d}$ = 0,97	*AUSILIARIO* $Q_{aux,H}$ = 4,4 kWh/m²
solare termico (20%)	serbatoio di accumulo di acqua calda per riscaldamento - alto livello di isolamento	distribuzione centralizzata orizzontale in ambienti riscaldati / livello di isolamento elevato	pompa di circolazione per impianto centralizzato - ausiliario elettrico per caldaia a condensazione
caldaia a condensazione (80%)			

ACQUA CALDA SANITARIA

GENERAZIONE $\eta_{W,gn(FNR)}$ = 0,99	*ACCUMULO* $Q_{ls,W,s}$ = 1,3 kWh/m²	*DISTRIBUZIONE* $Q_{ls,W,d}$ = 1,8 kWh/m²	*AUSILIARIO* $Q_{aux,W}$ = 4,9 kWh/m²
solare termico (60%)	serbatoio di accumulo di acqua calda, in ambiente climatizzato - alto livello di isolamento	distribuzione di ACS con ricircolo, rete affacciata all'interno, dopo il 1991	produzione di ACS centralizzata con impianto solare termico, con pompa di circolazione, in associazione ad una caldaia a condensazione (ausiliario elettrico)
caldaia a condensazione (40%)			

PRESTAZIONE ENERGETICA

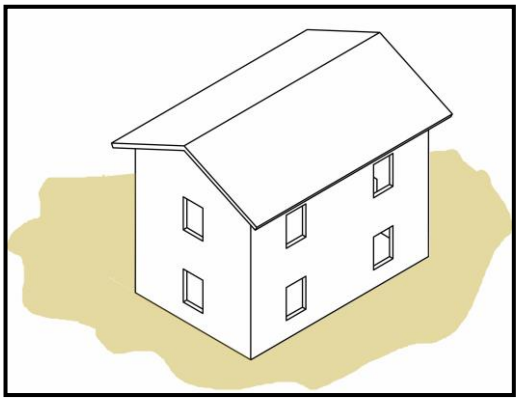
Stato originario (SO)		Riqualificazione standard (RS)		Riqualificazione avanzata (RA)	
$Q_{H,nd}$ [kWh/m²]	335	$Q_{H,nd}$ [kWh/m²]	68,3	$Q_{H,nd}$ [kWh/m²]	53,1
$Q_{W,nd}$ [kWh/m²]	15,0	$Q_{W,nd}$ [kWh/m²]	15,0	$Q_{W,nd}$ [kWh/m²]	15,0
$Q_{H,p}$ [kWh/m²]	474	$Q_{H,p}$ [kWh/m²]	82,1	$Q_{H,p}$ [kWh/m²]	55,4
$Q_{W,p}$ [kWh/m²]	42,3	$Q_{W,p}$ [kWh/m²]	28,2	$Q_{W,p}$ [kWh/m²]	17,9
$Q_{H,W,p}$ [kWh/m²]	517	$Q_{H,W,p}$ [kWh/m²]	110	$Q_{H,W,p}$ [kWh/m²]	73,3



Regione/Zona climatica: Area climatica media

Classe di epoca di costruzione: 2 (1901-1920)

Classe di dimensione edilizia: Casa monofamiliare



V [m^3]	*S/V* [m^{-1}]	$A_{f,n}$ [m^2]	Numero di appartamenti	Numero di piani climatizzati
448	0,82	115	1	2

STATO ORIGINARIO

TIPOLOGIA COSTRUTTIVA

COPERTURA

Tetto a falde con struttura e tavolato in legno

PARETE

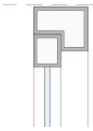
Muratura di pietra listata con mattoni (40 cm)

SOLAIO

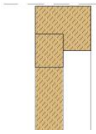
(inferiore, su terreno)

Basamento in calcestruzzo su terreno

SERRAMENTI



1. Vetro singolo, telaio in metallo senza taglio termico



2. Porta in legno

COPERTURA	PARETE	SOLAIO (inferiore)	SERRAMENTI			
U [$W/(m^2K)$]	*U* [$W/(m^2K)$]	*U* [$W/(m^2K)$]	U_1 [$W/(m^2K)$]	$g_{gl,n1}$ [-]	U_2 [$W/(m^2K)$]	$g_{gl,n2}$ [-]
1,80	1,61	2,00	5,70	0,85	3,00	-

TIPOLOGIA IMPIANTISTICA

IMPIANTO DI RISCALDAMENTO

GENERAZIONE	$\eta_{H,gn}$ = 0,82	*ACCUMULO*	$Q_{ls,H,s}$ = 0 kWh/m^2	*DISTRIBUZIONE*	$\eta_{H,d}$ = 0,88	*AUSILIARIO*	$Q_{aux,H}$ = 3,7 kWh/m^2
caldaia standard a gas, bruciatore atmosferico, installata in ambiente climatizzato, camino < 10 m, antecedente al 1996		-		distribuzione centralizzata orizzontale in ambienti riscaldati / fino al 1960		pompa di circolazione per impianto centralizzato - ausiliario elettrico per caldaia standard con bruciatore atmosferico	

IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ACQUA CALDA SANITARIA

GENERAZIONE	$\eta_{W,gn}$ = 0,75	*ACCUMULO*	$Q_{ls,W,s}$ = 0 kWh/m^2	*DISTRIBUZIONE*	$Q_{ls,W,d}$ = 0,99 kWh/m^2	*AUSILIARIO*	$Q_{aux,W}$ = 0 kWh/m^2
bollitore elettrico ad accumulo		-		distribuzione di ACS senza ricircolo, rete affacciata all'interno - fino al 1975		produzione di ACS per appartamento o separata/individuale	

RIQUALIFICAZIONE STANDARD

INTERVENTI SULL'INVOLUCRO

ELEMENTO	U_{ex} W/(m^{2}K)	U_{new} W/(m^{2}K)	TIPO DI INTERVENTO
COPERTURA	1,80	0,30	Inserimento isolante (11 cm)
PARETE	1,61	0,33	Inserimento isolante (10 cm)
SOLAIO (inferiore)	2,00	0,30	Inserimento isolante (11 cm)
SERRAMENTI	5,70 ($g_{gl,n}$ 0,85) 3,00	2,00 ($g_{gl,n}$ 0,67) 2,00	Sostituzione

INTERVENTI SUGLI IMPIANTI

RISCALDAMENTO

GENERAZIONE $\eta_{H,gn}$ = 0,98	*ACCUMULO* $Q_{ls,H,s}$ = 0 kWh/m^2	*DISTRIBUZIONE* $\eta_{H,d}$ = 0,96	*AUSILIARIO* $Q_{aux,H}$ = 4,4 kWh/m^2
caldaia a condensazione, installata in centrale termica	-	distribuzione centralizzata orizzontale in ambienti riscaldati / livello di isolamento elevato	pompa di circolazione per impianto centralizzato - ausiliario elettrico per caldaia a condensazione

ACQUA CALDA SANITARIA

GENERAZIONE $\eta_{W,gn}$ = 0,90	*ACCUMULO* $Q_{ls,W,s}$ = 0 kWh/m^2	*DISTRIBUZIONE* $Q_{ls,W,d}$ = 0,66 kWh/m^2	*AUSILIARIO* $Q_{aux,W}$ = 0 kWh/m^2
caldaietta a condensazione a gas per la produzione di acqua calda sanitaria	-	distribuzione di ACS senza ricircolo, rete affacciata all'interno - dopo il 1975	produzione di ACS per appartamento o separata/individuale

RIQUALIFICAZIONE AVANZATA

INTERVENTI SULL'INVOLUCRO

ELEMENTO	U_{ex} W/(m^{2}K)	U_{new} W/(m^{2}K)	TIPO DI INTERVENTO
COPERTURA	1,80	0,23	Inserimento isolante (15 cm)
PARETE	1,61	0,25	Inserimento isolante (14 cm)
SOLAIO (inferiore)	2,00	0,23	Inserimento isolante (15 cm)
SERRAMENTI	5,70 ($g_{gl,n}$ 0,85) 3,00	1,70 ($g_{gl,n}$ 0,5) 1,70	Sostituzione

INTERVENTI SUGLI IMPIANTI

RISCALDAMENTO

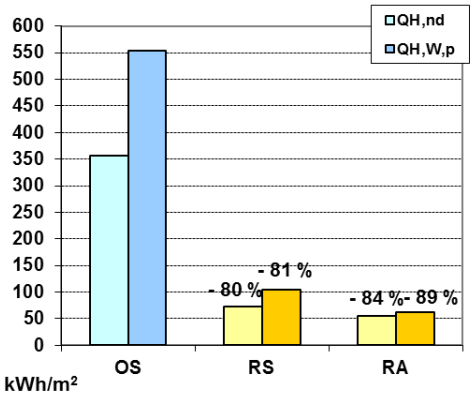
GENERAZIONE *COP* = 3,46	*ACCUMULO* $Q_{ls,H,s}$ = 1,4 kWh/m^2	*DISTRIBUZIONE* $\eta_{H,d}$ = 0,97	*AUSILIARIO* $Q_{aux,H}$ = 2,7 kWh/m^2
pompa di calore geotermica	serbatoio di accumulo di acqua calda per riscaldamento - alto livello di isolamento	distribuzione centralizzata orizzontale in ambienti riscaldati / livello di isolamento elevato	pompa di circolazione per impianto centralizzato

ACQUA CALDA SANITARIA

GENERAZIONE *COP* = 3,48	*ACCUMULO* $Q_{ls,W,s}$ = 1,3 kWh/m^2	*DISTRIBUZIONE* $Q_{ls,W,d}$ = 1,8 kWh/m^2	*AUSILIARIO* $Q_{aux,W}$ = 3,2 kWh/m^2
pompa di calore geotermica	serbatoio di accumulo di acqua calda, in ambiente climatizzato - alto livello di isolamento	distribuzione di ACS con ricircolo, rete affacciata all'interno, dopo il 1991	produzione di ACS centralizzata con pompa di circolazione

PRESTAZIONE ENERGETICA

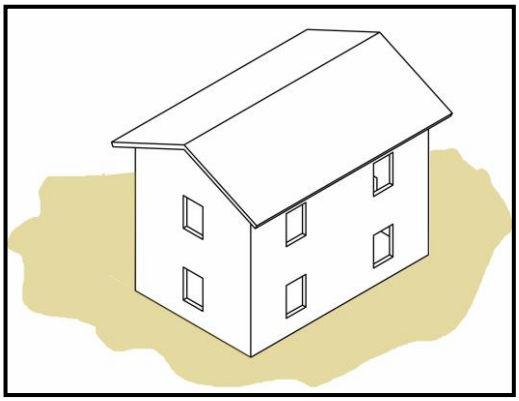
Stato originario (SO)		**Riqualificazione standard (RS)**		**Riqualificazione avanzata (RA)**	
$Q_{H,nd}$ [kWh/m^2]	357	$Q_{H,nd}$ [kWh/m^2]	72,4	$Q_{H,nd}$ [kWh/m^2]	55,7
$Q_{W,nd}$ [kWh/m^2]	15,7	$Q_{W,nd}$ [kWh/m^2]	15,7	$Q_{W,nd}$ [kWh/m^2]	15,7
$Q_{H,p}$ [kWh/m^2]	505	$Q_{H,p}$ [kWh/m^2]	86,5	$Q_{H,p}$ [kWh/m^2]	42,7
$Q_{W,p}$ [kWh/m^2]	48,2	$Q_{W,p}$ [kWh/m^2]	18,1	$Q_{W,p}$ [kWh/m^2]	18,6
$Q_{H,W,p}$ [kWh/m^2]	553	$Q_{H,W,p}$ [kWh/m^2]	105	$Q_{H,W,p}$ [kWh/m^2]	61,4



Regione/Zona climatica: Area climatica media

Classe di epoca di costruzione: 3 (1921-1945)

Classe di dimensione edilizia: Casa monofamiliare



V [m^3]	*S/V* [m^{-1}]	$A_{f,n}$ [m^2]	Numero di appartamenti	Numero di piani climatizzati
455	0,81	116	1	2

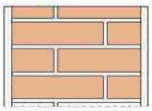
STATO ORIGINARIO

TIPOLOGIA COSTRUTTIVA

COPERTURA

Tetto a falde con struttura e tavolato in legno

PARETE



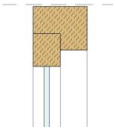
Muratura in mattoni pieni (38 cm)

SOLAIO

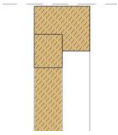
(inferiore, su terreno)

Basamento in calcestruzzo su terreno

SERRAMENTI



1. Vetro singolo, telaio in legno



2. Porta in legno

COPERTURA	PARETE	SOLAIO (inferiore)	SERRAMENTI			
U [$W/(m^2K)$]	*U* [$W/(m^2K)$]	*U* [$W/(m^2K)$]	U_1 [$W/(m^2K)$]	$g_{gl,n1}$ [-]	U_2 [$W/(m^2K)$]	$g_{gl,n2}$ [-]
1,80	1,48	2,00	4,90	0,85	3,00	-

TIPOLOGIA IMPIANTISTICA

IMPIANTO DI RISCALDAMENTO

GENERAZIONE	$\eta_{H,gn}$ = 0,85	*ACCUMULO*	$Q_{ls,H,s}$ = 0 kWh/m^2	*DISTRIBUZIONE*	$\eta_{H,d}$ = 0,81	*AUSILIARIO*	$Q_{aux,H}$ = 4,4 kWh/m^2
caldaia standard a gas, bruciatore ad aria soffiata, installata in centrale termica, antecedente al 1996		-		distribuzione centralizzata a colonne montanti verticali, collegamenti orizzontali in ambienti non riscaldati (es. cantina o terreno) / fino al 1960		pompa di circolazione per impianto centralizzato - ausiliario elettrico per caldaia con bruciatore ad aria soffiata	

IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ACQUA CALDA SANITARIA

GENERAZIONE	$\eta_{W,gn}$ = 0,77	*ACCUMULO*	$Q_{ls,W,s}$ = 0 kWh/m^2	*DISTRIBUZIONE*	$Q_{ls,W,d}$ = 0,99 kWh/m^2	*AUSILIARIO*	$Q_{aux,W}$ = 0 kWh/m^2
caldaia standard a gas per la produzione istantanea di acqua calda sanitaria, a camera aperta senza pilota permanente		-		distribuzione di ACS senza ricircolo, rete affacciata all'interno - fino al 1975		produzione di ACS per appartamento o separata/individuale	

RIQUALIFICAZIONE STANDARD

INTERVENTI SULL'INVOLUCRO

ELEMENTO	U_{ex} W/(m²K)	U_{new} W/(m²K)	TIPO DI INTERVENTO
COPERTURA	1,80	0,30	Inserimento isolante (11 cm)
PARETE	1,48	0,33	Inserimento isolante (9 cm)
SOLAIO (inferiore)	2,00	0,30	Inserimento isolante (11 cm)
SERRAMENTI	4,90 ($g_{gl,n}$ 0,85) 3,00	2,00 ($g_{gl,n}$ 0,67) 2,00	Sostituzione

INTERVENTI SUGLI IMPIANTI

RISCALDAMENTO

GENERAZIONE COP = 2,41	*ACCUMULO* $Q_{ls,H,s}$ = 1,4 kWh/m²	*DISTRIBUZIONE* $\eta_{H,d}$ = 0,93	*AUSILIARIO* $Q_{aux,H}$ = 2,7 kWh/m²
pompa di calore ad aria	serbatoio di accumulo di acqua calda per riscaldamento - alto livello di isolamento	distribuzione centralizzata a colonne montanti verticali, collegamenti orizzontali in ambienti non riscaldati (es. cantina o terreno) / livello di isolamento elevato	pompa di circolazione per impianto centralizzato

ACQUA CALDA SANITARIA

GENERAZIONE $\eta_{W,gn}$ = 0,90	*ACCUMULO* $Q_{ls,W,s}$ = 0 kWh/m²	*DISTRIBUZIONE* $Q_{ls,W,d}$ = 0,66 kWh/m²	*AUSILIARIO* $Q_{aux,W}$ = 0 kWh/m²
caldaietta a condensazione a gas per la produzione di acqua calda sanitaria	-	distribuzione di ACS senza ricircolo, rete affacciata all'interno - dopo il 1975	produzione di ACS per appartamento o separata/individuale

RIQUALIFICAZIONE AVANZATA

INTERVENTI SULL'INVOLUCRO

ELEMENTO	U_{ex} W/(m²K)	U_{new} W/(m²K)	TIPO DI INTERVENTO
COPERTURA	1,80	0,23	Inserimento isolante (15 cm)
PARETE	1,48	0,25	Inserimento isolante (13 cm)
SOLAIO (inferiore)	2,00	0,23	Inserimento isolante (15 cm)
SERRAMENTI	4,90 ($g_{gl,n}$ 0,85) 3,00	1,70 ($g_{gl,n}$ 0,5) 1,70	Sostituzione

INTERVENTI SUGLI IMPIANTI

RISCALDAMENTO

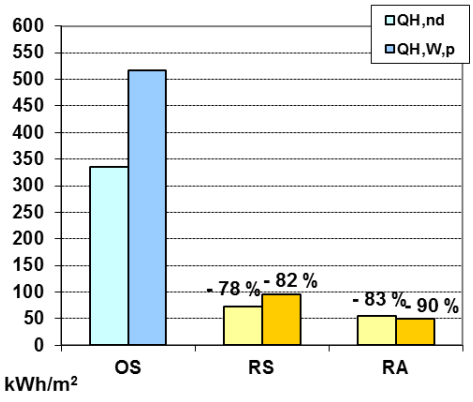
GENERAZIONE COP_{FNR} = 3,46	*ACCUMULO* $Q_{ls,H,s}$ = 1,4 kWh/m²	*DISTRIBUZIONE* $\eta_{H,d}$ = 0,94	*AUSILIARIO* $Q_{aux,H}$ = 2,7 kWh/m²
solare termico (20%)	serbatoio di accumulo di acqua calda per riscaldamento - alto livello di isolamento	distribuzione centralizzata a colonne montanti verticali, collegamenti orizzontali in ambienti non riscaldati (es. cantina o terreno) / livello di isolamento elevato	pompa di circolazione per impianto centralizzato
pompa di calore geotermica (80%)			

ACQUA CALDA SANITARIA

GENERAZIONE $COP_{(FNR)}$ = 3,48	*ACCUMULO* $Q_{ls,W,s}$ = 3,6 kWh/m²	*DISTRIBUZIONE* $Q_{ls,W,d}$ = 2,4 kWh/m²	*AUSILIARIO* $Q_{aux,W}$ = 4,1 kWh/m²
solare termico (60%)	serbatoio di accumulo di acqua calda, in ambiente non climatizzato - alto livello di isolamento	distribuzione di ACS con ricircolo, porzione di rete affacciata all'esterno, dopo il 1991	produzione di ACS centralizzata con impianto solare termico, con pompa di circolazione
pompa di calore geotermica (40%)			

PRESTAZIONE ENERGETICA

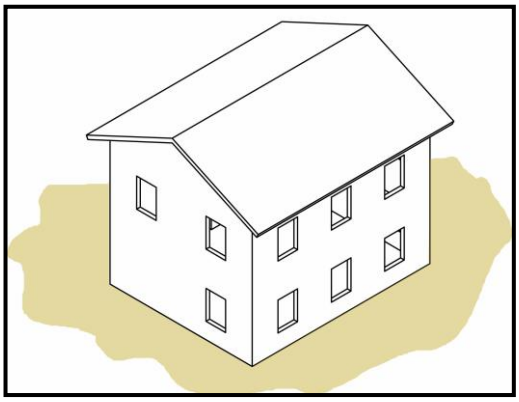
Stato originario (SO)		Riqualificazione standard (RS)		Riqualificazione avanzata (RA)	
$Q_{H,nd}$ [kWh/m²]	335	$Q_{H,nd}$ [kWh/m²]	72,3	$Q_{H,nd}$ [kWh/m²]	55,7
$Q_{W,nd}$ [kWh/m²]	15,6	$Q_{W,nd}$ [kWh/m²]	15,6	$Q_{W,nd}$ [kWh/m²]	15,6
$Q_{H,p}$ [kWh/m²]	496	$Q_{H,p}$ [kWh/m²]	77,3	$Q_{H,p}$ [kWh/m²]	36,4
$Q_{W,p}$ [kWh/m²]	21,6	$Q_{W,p}$ [kWh/m²]	18,1	$Q_{W,p}$ [kWh/m²]	14,3
$Q_{H,W,p}$ [kWh/m²]	518	$Q_{H,W,p}$ [kWh/m²]	95,4	$Q_{H,W,p}$ [kWh/m²]	50,7



Regione/Zona climatica: Area climatica media

Classe di epoca di costruzione: 4 (1946-1960)

Classe di dimensione edilizia: Casa monofamiliare



V [m^3]	*S/V* [m^{-1}]	$A_{f,n}$ [m^2]	Numero di appartamenti	Numero di piani climatizzati
583	0,75	162	1	2

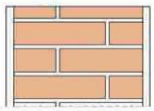
STATO ORIGINARIO

TIPOLOGIA COSTRUTTIVA

COPERTURA

Tetto a falde in laterizio

PARETE



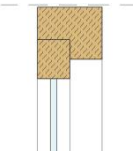
Muratura in mattoni pieni (38 cm)

SOLAIO

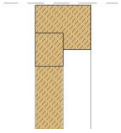
(inferiore, su terreno)

Basamento in calcestruzzo su terreno

SERRAMENTI



1. Vetro singolo, telaio in legno



2. Porta in legno

COPERTURA	PARETE	SOLAIO (inferiore)	SERRAMENTI			
U [$W/(m^2K)$]	*U* [$W/(m^2K)$]	*U* [$W/(m^2K)$]	U_1 [$W/(m^2K)$]	$g_{gl,n1}$ [-]	U_2 [$W/(m^2K)$]	$g_{gl,n2}$ [-]
2,20	1,48	2,00	4,90	0,85	3,00	-

TIPOLOGIA IMPIANTISTICA

IMPIANTO DI RISCALDAMENTO

GENERAZIONE	$\eta_{H,gn}$ = 0,85	*ACCUMULO*	$Q_{ls,H,s}$ = 0 kWh/m^2	*DISTRIBUZIONE*	$\eta_{H,d}$ = 0,81	*AUSILIARIO*	$Q_{aux,H}$ = 4,4 kWh/m^2
caldaia standard a gasolio, bruciatore ad aria soffiata, installata in centrale termica, antecedente al 1996		-		distribuzione centralizzata a colonne montanti verticali, collegamenti orizzontali in ambienti non riscaldati (es. cantina o terreno) / fino al 1960		pompa di circolazione per impianto centralizzato - ausiliario elettrico per caldaia con bruciatore ad aria soffiata	

IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ACQUA CALDA SANITARIA

GENERAZIONE	$\eta_{W,gn}$ = 0,83	*ACCUMULO*	$Q_{ls,W,s}$ = 10,7 kWh/m^2	*DISTRIBUZIONE*	$Q_{ls,W,d}$ = 11,1 kWh/m^2	*AUSILIARIO*	$Q_{aux,W}$ = 4,6 kWh/m^2
caldaia standard a gasolio (produzione combinata riscaldamento e ACS), bruciatore ad aria soffiata, installata in centrale termica, antecedente al 1996		serbatoio di accumulo di acqua calda, in ambiente non climatizzato - basso livello di isolamento		distribuzione di ACS con ricircolo, porzione di rete affacciata all'esterno, fino al 1975		produzione di ACS centralizzata con pompa di circolazione - ausiliario elettrico per caldaia standard con bruciatore ad aria soffiata	

RIQUALIFICAZIONE STANDARD

INTERVENTI SULL'INVOLUCRO

ELEMENTO	U_{ex} W/(m^{2}K)	U_{new} W/(m^{2}K)	TIPO DI INTERVENTO
COPERTURA	2,20	0,30	Inserimento isolante (12 cm)
PARETE	1,48	0,33	Inserimento isolante (9 cm)
SOLAIO (inferiore)	2,00	0,30	Inserimento isolante (11 cm)
SERRAMENTI	4,90 ($g_{gl,n}$ 0,85) 3,00	2,00 ($g_{gl,n}$ 0,67) 2,00	Sostituzione

INTERVENTI SUGLI IMPIANTI

RISCALDAMENTO

GENERAZIONE $\eta_{H,gn} = 0,98$	*ACCUMULO* $Q_{ls,H,s} = 0$ kWh/m^2	*DISTRIBUZIONE* $\eta_{H,d} = 0,93$	*AUSILIARIO* $Q_{aux,H} = 4,4$ kWh/m^2
caldaia a condensazione, installata in centrale termica	-	distribuzione centralizzata a colonne montanti verticali, collegamenti orizzontali in ambienti non riscaldati (es. cantina o terreno) / livello di isolamento elevato	pompa di circolazione per impianto centralizzato - ausiliario elettrico per caldaia a condensazione

ACQUA CALDA SANITARIA

GENERAZIONE $\eta_{W,gn} = 0,99$	*ACCUMULO* $Q_{ls,W,s} = 3,6$ kWh/m^2	*DISTRIBUZIONE* $Q_{ls,W,d} = 2,4$ kWh/m^2	*AUSILIARIO* $Q_{aux,W} = 4,6$ kWh/m^2
caldaia a condensazione, installata in centrale termica	serbatoio di accumulo di acqua calda, in ambiente non climatizzato - alto livello di isolamento	distribuzione di ACS con ricircolo, porzione di rete affacciata all'esterno, dopo il 1991	produzione di ACS centralizzata con pompa di circolazione - ausiliario elettrico per caldaia a condensazione

RIQUALIFICAZIONE AVANZATA

INTERVENTI SULL'INVOLUCRO

ELEMENTO	U_{ex} W/(m^{2}K)	U_{new} W/(m^{2}K)	TIPO DI INTERVENTO
COPERTURA	2,20	0,23	Inserimento isolante (16 cm)
PARETE	1,48	0,25	Inserimento isolante (13 cm)
SOLAIO (inferiore)	2,00	0,23	Inserimento isolante (15 cm)
SERRAMENTI	4,90 ($g_{gl,n}$ 0,85) 3,00	1,70 ($g_{gl,n}$ 0,5) 1,70	Sostituzione

INTERVENTI SUGLI IMPIANTI

RISCALDAMENTO

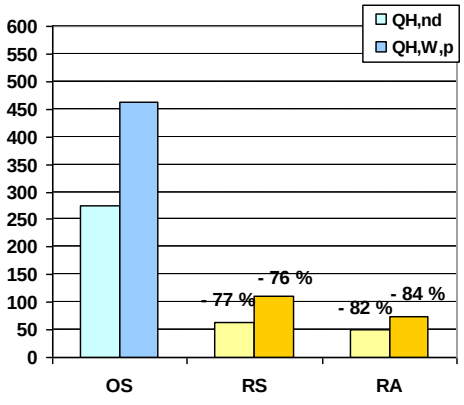
GENERAZIONE $\eta_{H,gn(FNR)} = 0,98$	*ACCUMULO* $Q_{ls,H,s} = 1,4$ kWh/m^2	*DISTRIBUZIONE* $\eta_{H,d} = 0,94$	*AUSILIARIO* $Q_{aux,H} = 4,4$ kWh/m^2
solare termico (20%)	serbatoio di accumulo di acqua calda per riscaldamento - alto livello di isolamento	distribuzione centralizzata a colonne montanti verticali, collegamenti orizzontali in ambienti non riscaldati (es. cantina o terreno) / livello di isolamento elevato	pompa di circolazione per impianto centralizzato - ausiliario elettrico per caldaia a condensazione
caldaia a condensazione (80%)			

ACQUA CALDA SANITARIA

GENERAZIONE $\eta_{W,gn(FNR)} = 0,99$	*ACCUMULO* $Q_{ls,W,s} = 3,6$ kWh/m^2	*DISTRIBUZIONE* $Q_{ls,W,d} = 2,4$ kWh/m^2	*AUSILIARIO* $Q_{aux,W} = 4,9$ kWh/m^2
solare termico (60%)	serbatoio di accumulo di acqua calda, in ambiente non climatizzato - alto livello di isolamento	distribuzione di ACS con ricircolo, porzione di rete affacciata all'esterno, dopo il 1991	produzione di ACS centralizzata con impianto solare termico, con pompa di circolazione, in associazione ad una caldaia a condensazione (ausiliario elettrico)
caldaia a condensazione (40%)			

PRESTAZIONE ENERGETICA

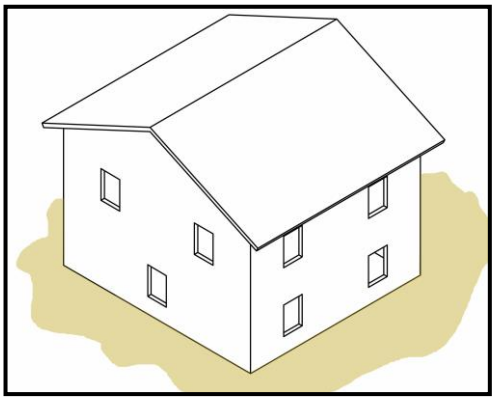
Stato originario (SO)		**Riqualificazione standard (RS)**		**Riqualificazione avanzata (RA)**	
$Q_{H,nd}$ [kWh/m^2]	275	$Q_{H,nd}$ [kWh/m^2]	63,8	$Q_{H,nd}$ [kWh/m^2]	50,2
$Q_{W,nd}$ [kWh/m^2]	14,4	$Q_{W,nd}$ [kWh/m^2]	14,4	$Q_{W,nd}$ [kWh/m^2]	14,4
$Q_{H,p}$ [kWh/m^2]	409	$Q_{H,p}$ [kWh/m^2]	79,7	$Q_{H,p}$ [kWh/m^2]	54,4
$Q_{W,p}$ [kWh/m^2]	53,7	$Q_{W,p}$ [kWh/m^2]	30,6	$Q_{W,p}$ [kWh/m^2]	18,9
$Q_{H,W,p}$ [kWh/m^2]	462	$Q_{H,W,p}$ [kWh/m^2]	110	$Q_{H,W,p}$ [kWh/m^2]	73,3



Regione/Zona climatica: Area climatica media

Classe di epoca di costruzione: 5 (1961-1975)

Classe di dimensione edilizia: Casa monofamiliare



V [m^3]	S/V [m^{-1}]	$A_{f,n}$ [m^2]	Numero di appartamenti	Numero di piani climatizzati
679	0,73	156	1	2

STATO ORIGINARIO

TIPOLOGIA COSTRUTTIVA

COPERTURA

Tetto a falde in laterizio

PARETE

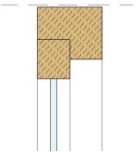
Muratura in mattoni forati (40 cm)

SOLAIO

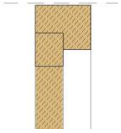
(inferiore, su terreno)

Basamento in calcestruzzo su terreno

SERRAMENTI



1. Vetro singolo, telaio in legno



2. Porta in legno

COPERTURA	PARETE	SOLAIO (inferiore)	SERRAMENTI			
U [W/(m²K)]	U [W/(m²K)]	U [W/(m²K)]	U_1 [W/(m²K)]	$g_{gl,n1}$ [-]	U_2 [W/(m²K)]	$g_{gl,n2}$ [-]
2,20	1,26	2,00	4,90	0,85	3,00	-

TIPOLOGIA IMPIANTISTICA

IMPIANTO DI RISCALDAMENTO

GENERAZIONE	$\eta_{H,gn}$ = 0,82	*ACCUMULO*	$Q_{ls,H,s}$ = 0 kWh/m²	*DISTRIBUZIONE*	$\eta_{H,d}$ = 0,89	*AUSILIARIO*	$Q_{aux,H}$ = 3,7 kWh/m²
caldaia standard a gas, bruciatore atmosferico, installata in ambiente climatizzato, camino < 10 m, antecedente al 1996		-		distribuzione centralizzata orizzontale in ambienti riscaldati / 1961-1976		pompa di circolazione per impianto centralizzato - ausiliario elettrico per caldaia standard con bruciatore atmosferico	

IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ACQUA CALDA SANITARIA

GENERAZIONE	$\eta_{W,gn}$ = 0,80	*ACCUMULO*	$Q_{ls,W,s}$ = 3,9 kWh/m²	*DISTRIBUZIONE*	$Q_{ls,W,d}$ = 8,2 kWh/m²	*AUSILIARIO*	$Q_{aux,W}$ = 3,9 kWh/m²
caldaia standard a gas (produzione combinata di riscaldamento e ACS), bruciatore atmosferico, installata in ambiente climatizzato, camino < 10 m, antecedente al 1996		serbatoio di accumulo di acqua calda, in ambiente climatizzato - basso livello di isolamento		distribuzione di ACS con ricircolo, rete affacciata all'interno, fino al 1975		produzione di ACS centralizzata con pompa di circolazione - ausiliario elettrico per caldaia standard con bruciatore atmosferico	

RIQUALIFICAZIONE STANDARD

INTERVENTI SULL'INVOLUCRO

ELEMENTO	U_{ex} W/(m^{2}K)	U_{new} W/(m^{2}K)	TIPO DI INTERVENTO
COPERTURA	2,20	0,30	Inserimento isolante (12 cm)
PARETE	1,26	0,33	Inserimento isolante (9 cm)
SOLAIO (inferiore)	2,00	0,30	Inserimento isolante (11 cm)
SERRAMENTI	4,90 ($g_{gl,n}$ 0,85) 3,00	2,00 ($g_{gl,n}$ 0,67) 2,00	Sostituzione

INTERVENTI SUGLI IMPIANTI

RISCALDAMENTO

GENERAZIONE COP = 2,41	*ACCUMULO* $Q_{ls,H,s}$ = 1,4 kWh/m^2	*DISTRIBUZIONE* $\eta_{H,d}$ = 0,96	*AUSILIARIO* $Q_{aux,H}$ = 2,7 kWh/m^2
pompa di calore ad aria	serbatoio di accumulo di acqua calda per riscaldamento - alto livello di isolamento	distribuzione centralizzata orizzontale in ambienti riscaldati / livello di isolamento elevato	pompa di circolazione per impianto centralizzato

ACQUA CALDA SANITARIA

GENERAZIONE COP = 2,83	*ACCUMULO* $Q_{ls,W,s}$ = 1,3 kWh/m^2	*DISTRIBUZIONE* $Q_{ls,W,d}$ = 1,80 kWh/m^2	*AUSILIARIO* $Q_{aux,W}$ = 3,2 kWh/m^2
pompa di calore ad aria	serbatoio di accumulo di acqua calda, in ambiente climatizzato - alto livello di isolamento	distribuzione di ACS con ricircolo, rete affacciata all'interno, dopo il 1991	produzione di ACS centralizzata con pompa di circolazione

RIQUALIFICAZIONE AVANZATA

INTERVENTI SULL'INVOLUCRO

ELEMENTO	U_{ex} W/(m^{2}K)	U_{new} W/(m^{2}K)	TIPO DI INTERVENTO
COPERTURA	2,20	0,23	Inserimento isolante (16 cm)
PARETE	1,26	0,25	Inserimento isolante (13 cm)
SOLAIO (inferiore)	2,00	0,23	Inserimento isolante (15 cm)
SERRAMENTI	4,90 ($g_{gl,n}$ 0,85) 3,00	1,70 ($g_{gl,n}$ 0,5) 1,70	Sostituzione

INTERVENTI SUGLI IMPIANTI

RISCALDAMENTO

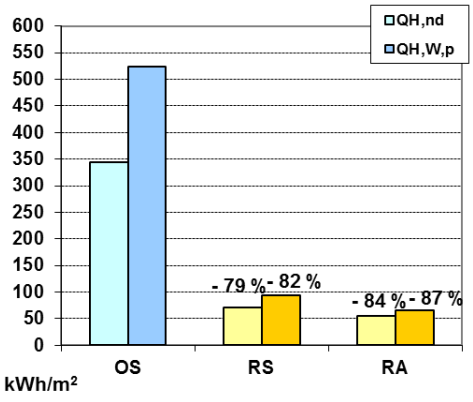
GENERAZIONE COP_{FNR} = 2,41	*ACCUMULO* $Q_{ls,H,s}$ = 1,4 kWh/m^2	*DISTRIBUZIONE* $\eta_{H,d}$ = 0,97	*AUSILIARIO* $Q_{aux,H}$ = 2,7 kWh/m^2
solare termico (20%) pompa di calore ad aria (80%)	serbatoio di accumulo di acqua calda per riscaldamento - alto livello di isolamento	distribuzione centralizzata orizzontale in ambienti riscaldati / livello di isolamento elevato	pompa di circolazione per impianto centralizzato

ACQUA CALDA SANITARIA

GENERAZIONE $\eta_{W,gn(FNR)}$ = 0,99	*ACCUMULO* $Q_{ls,W,s}$ = 1,3 kWh/m^2	*DISTRIBUZIONE* $Q_{ls,W,d}$ = 1,80 kWh/m^2	*AUSILIARIO* $Q_{aux,W}$ = 4,9 kWh/m^2
solare termico (60%) caldaia a condensazione (40%)	serbatoio di accumulo di acqua calda, in ambiente climatizzato - alto livello di isolamento	distribuzione di ACS con ricircolo, rete affacciata all'interno, dopo il 1991	produzione di ACS centralizzata con impianto solare termico, con pompa di circolazione, in associazione ad una caldaia a condensazione (ausiliario elettrico)

PRESTAZIONE ENERGETICA

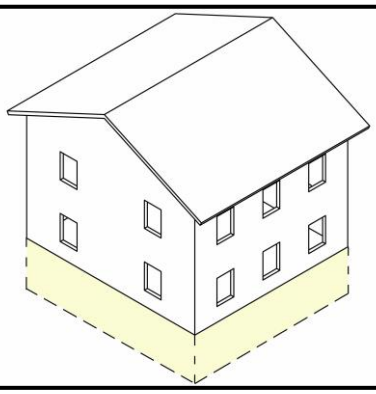
Stato originario (SO)		**Riqualificazione standard (RS)**		**Riqualificazione avanzata (RA)**	
$Q_{H,nd}$ [kWh/m^2]	344	$Q_{H,nd}$ [kWh/m^2]	71,5	$Q_{H,nd}$ [kWh/m^2]	55,3
$Q_{W,nd}$ [kWh/m^2]	14,6	$Q_{W,nd}$ [kWh/m^2]	14,6	$Q_{W,nd}$ [kWh/m^2]	14,6
$Q_{H,p}$ [kWh/m^2]	481	$Q_{H,p}$ [kWh/m^2]	74,2	$Q_{H,p}$ [kWh/m^2]	47,9
$Q_{W,p}$ [kWh/m^2]	41,8	$Q_{W,p}$ [kWh/m^2]	20,5	$Q_{W,p}$ [kWh/m^2]	17,8
$Q_{H,W,p}$ [kWh/m^2]	523	$Q_{H,W,p}$ [kWh/m^2]	94,7	$Q_{H,W,p}$ [kWh/m^2]	65,7



Regione/Zona climatica: Area climatica media

Classe di epoca di costruzione: 6 (1976-1990)

Classe di dimensione edilizia: Casa monofamiliare



V [m^3]	S/V [m^{-1}]	$A_{f,n}$ [m^2]	Numero di appartamenti	Numero di piani climatizzati
725	0,72	199	1	2

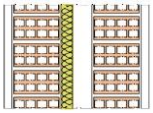
STATO ORIGINARIO

TIPOLOGIA COSTRUTTIVA

COPERTURA

Tetto a falde in laterizio, basso livello di isolamento

PARETE



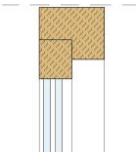
Muratura a cassa-vuota con mattoni forati (40 cm), basso livello di isolamento

SOLAIO

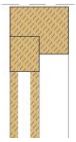
(inferiore, su ambiente non riscaldato)

Solaio latero-cementizio, basso livello di isolamento

SERRAMENTI



1. Vetro-camera con intercapedine d'aria, telaio in legno



2. Porta in legno a doppio pannello

COPERTURA	PARETE	SOLAIO (inferiore)	SERRAMENTI			
U [W/(m^2K)]	U [W/(m^2K)]	U [W/(m^2K)]	U_1 [W/(m^2K)]	$g_{gl,n1}$ [-]	U_2 [W/(m^2K)]	$g_{gl,n2}$ [-]
1,14	0,76	0,98	2,80	0,75	1,70	-

TIPOLOGIA IMPIANTISTICA

IMPIANTO DI RISCALDAMENTO

GENERAZIONE	$\eta_{H,gn}$ = 0,73	*ACCUMULO*	$Q_{ls,H,s}$ = 0 kWh/m^2	*DISTRIBUZIONE*	$\eta_{H,d}$ = 0,86	*AUSILIARIO*	$Q_{aux,H}$ = 3,7 kWh/m^2
caldaia standard a gas, bruciatore atmosferico, installata in ambiente non climatizzato, camino < 10 m, antecedente al 1996		-		distribuzione centralizzata a colonne montanti verticali, collegamenti orizzontali in ambienti non riscaldati (es. cantina o terreno) / 1977-1993		pompa di circolazione per impianto centralizzato - ausiliario elettrico per caldaia standard con bruciatore atmosferico	

IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ACQUA CALDA SANITARIA

GENERAZIONE	$\eta_{W,gn}$ = 0,75	*ACCUMULO*	$Q_{ls,W,s}$ = 5,4 kWh/m^2	*DISTRIBUZIONE*	$Q_{ls,W,d}$ = 4,4 kWh/m^2	*AUSILIARIO*	$Q_{aux,W}$ = 3,9 kWh/m^2
caldaia standard a gas (produzione combinata riscaldamento e ACS), bruciatore atmosferico, installata in ambiente non climatizzato, camino < 10 m, antecedente al 1996		serbatoio di accumulo di acqua calda, in ambiente non climatizzato - medio livello di isolamento		distribuzione di ACS con ricircolo, porzione di rete affacciata all'esterno, 1976-1990		produzione di ACS centralizzata con pompa di circolazione - ausiliario elettrico per caldaia standard con bruciatore atmosferico	

RIQUALIFICAZIONE STANDARD

INTERVENTI SULL'INVOLUCRO

ELEMENTO	U_{ex} W/(m^{2}K)	U_{new} W/(m^{2}K)	TIPO DI INTERVENTO
COPERTURA	1,14	0,30	Inserimento isolante (10 cm)
PARETE	0,76	0,33	Inserimento isolante (7 cm)
SOLAIO (inferiore)	0,98	0,30	Inserimento isolante (9 cm)
SERRAMENTI	2,80 ($g_{gl,n}$ 0,75)	2,00 ($g_{gl,n}$ 0,67)	Sostituzione
	1,70	-	Nessuno

INTERVENTI SUGLI IMPIANTI

RISCALDAMENTO

GENERAZIONE COP = 2,41	*ACCUMULO* $Q_{ls,H,s}$ = 1,4 kWh/m^2	*DISTRIBUZIONE* $\eta_{H,d}$ = 0,93	*AUSILIARIO* $Q_{aux,H}$ = 2,7 kWh/m^2
pompa di calore ad aria	serbatoio di accumulo di acqua calda per riscaldamento - alto livello di isolamento	distribuzione centralizzata a colonne montanti verticali, collegamenti orizzontali in ambienti non riscaldati (es. cantina o terreno) / livello di isolamento elevato	pompa di circolazione per impianto centralizzato

ACQUA CALDA SANITARIA

GENERAZIONE COP = 2,83	*ACCUMULO* $Q_{ls,W,s}$ = 3,6 kWh/m^2	*DISTRIBUZIONE* $Q_{ls,W,d}$ = 2,40 kWh/m^2	*AUSILIARIO* $Q_{aux,W}$ = 3,2 kWh/m^2
pompa di calore ad aria	serbatoio di accumulo di acqua calda, in ambiente non climatizzato - alto livello di isolamento	distribuzione di ACS con ricircolo, porzione di rete affacciata all'esterno, dopo il 1991	produzione di ACS centralizzata con pompa di circolazione

RIQUALIFICAZIONE AVANZATA

INTERVENTI SULL'INVOLUCRO

ELEMENTO	U_{ex} W/(m^{2}K)	U_{new} W/(m^{2}K)	TIPO DI INTERVENTO
COPERTURA	1,14	0,23	Inserimento isolante (14 cm)
PARETE	0,76	0,25	Inserimento isolante (11 cm)
SOLAIO (inferiore)	0,98	0,23	Inserimento isolante (13 cm)
SERRAMENTI	2,80 ($g_{gl,n}$ 0,75)	1,70 ($g_{gl,n}$ 0,5)	Sostituzione
	1,70	-	Nessuno

INTERVENTI SUGLI IMPIANTI

RISCALDAMENTO

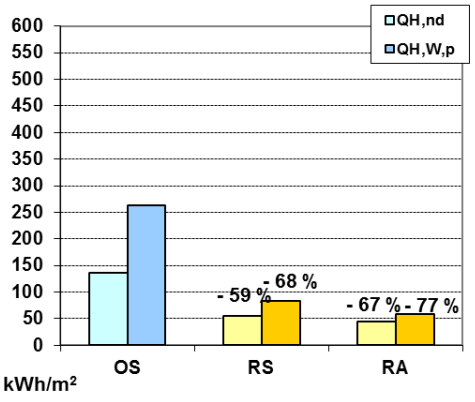
GENERAZIONE COP_{FNR} = 2,41	*ACCUMULO* $Q_{ls,H,s}$ = 1,4 kWh/m^2	*DISTRIBUZIONE* $\eta_{H,d}$ = 0,94	*AUSILIARIO* $Q_{aux,H}$ = 2,7 kWh/m^2
solare termico (20%)	serbatoio di accumulo di acqua calda per riscaldamento - alto livello di isolamento	distribuzione centralizzata a colonne montanti verticali, collegamenti orizzontali in ambienti non riscaldati (es. cantina o terreno) / livello di isolamento elevato	pompa di circolazione per impianto centralizzato
pompa di calore ad aria (80%)			

ACQUA CALDA SANITARIA

GENERAZIONE $\eta_{W,gn(FNR)}$ = 0,99	*ACCUMULO* $Q_{ls,W,s}$ = 3,6 kWh/m^2	*DISTRIBUZIONE* $Q_{ls,W,d}$ = 2,4 kWh/m^2	*AUSILIARIO* $Q_{aux,W}$ = 4,9 kWh/m^2
solare termico (60%)	serbatoio di accumulo di acqua calda, in ambiente non climatizzato - alto livello di isolamento	distribuzione di ACS con ricircolo, porzione di rete affacciata all'esterno, dopo il 1991	produzione di ACS centralizzata con impianto solare termico, con pompa di circolazione, in associazione ad una caldaia a condensazione (ausiliario elettrico)
caldaia a condensazione (40%)			

PRESTAZIONE ENERGETICA

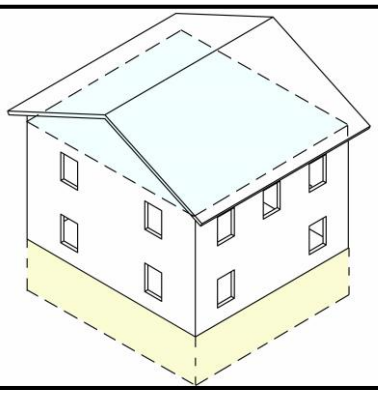
Stato originario (SO)		Riqualificazione standard (RS)		Riqualificazione avanzata (RA)	
$Q_{H,nd}$ [kWh/m^2]	136	$Q_{H,nd}$ [kWh/m^2]	55,6	$Q_{H,nd}$ [kWh/m^2]	44,4
$Q_{W,nd}$ [kWh/m^2]	13,8	$Q_{W,nd}$ [kWh/m^2]	13,8	$Q_{W,nd}$ [kWh/m^2]	13,8
$Q_{H,p}$ [kWh/m^2]	224	$Q_{H,p}$ [kWh/m^2]	61,1	$Q_{H,p}$ [kWh/m^2]	41,0
$Q_{W,p}$ [kWh/m^2]	40,0	$Q_{W,p}$ [kWh/m^2]	22,1	$Q_{W,p}$ [kWh/m^2]	18,6
$Q_{H,W,p}$ [kWh/m^2]	264	$Q_{H,W,p}$ [kWh/m^2]	83,2	$Q_{H,W,p}$ [kWh/m^2]	59,6



Regione/Zona climatica: Area climatica media

Classe di epoca di costruzione: 7 (1991-2005)

Classe di dimensione edilizia: Casa monofamiliare



V [m^3]	*S/V* [m^{-1}]	$A_{f,n}$ [m^2]	Numero di appartamenti	Numero di piani climatizzati
605	0,73	172	1	2

STATO ORIGINARIO

TIPOLOGIA COSTRUTTIVA

COPERTURA

Tetto a falde in laterizio [sottotetto non climatizzato]

PARETE

Muratura in mattoni forati (40 cm), medio livello di isolamento

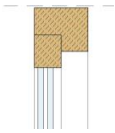
SOLAIO (superiore, verso ambiente non riscaldato)

Solaio latero-cementizio, medio livello di isolamento

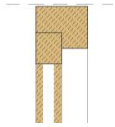
SOLAIO (inferiore, su ambiente non riscaldato)

Solaio latero-cementizio, medio livello di isolamento

SERRAMENTI



1. Vetro-camera con intercapedine d'aria, telaio in legno



2. Porta in legno a doppio pannello

COPERTURA	PARETE	SOLAIO (superiore)	SOLAIO (inferiore)	SERRAMENTI			
U [$W/(m^2K)$]	*U* [$W/(m^2K)$]	*U* [$W/(m^2K)$]	*U* [$W/(m^2K)$]	U_1 [$W/(m^2K)$]	$g_{gl,n1}$ [-]	U_2 [$W/(m^2K)$]	$g_{gl,n2}$ [-]
2,20	**0,59**	**0,69**	**0,77**	**2,80**	**0,75**	**1,70**	**-**

TIPOLOGIA IMPIANTISTICA

IMPIANTO DI RISCALDAMENTO

GENERAZIONE	$\eta_{H,gn}$ = 0,89	*ACCUMULO*	$Q_{ls,H,s}$ = 0 kWh/m^2	*DISTRIBUZIONE*	$\eta_{H,d}$ = 0,88	*AUSILIARIO*	$Q_{aux,H}$ = 4,4 kWh/m^2
caldaia standard a gas, bruciatore ad aria soffiata, installata in centrale termica, successiva al 1996		-		distribuzione centralizzata a colonne montanti verticali, collegamenti orizzontali in ambienti non riscaldati (es. cantina o terreno) / 1994-2005		pompa di circolazione per impianto centralizzato - ausiliario elettrico per caldaia con bruciatore ad aria soffiata	

IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ACQUA CALDA SANITARIA

GENERAZIONE	$\eta_{W,gn}$ = 0,80	*ACCUMULO*	$Q_{ls,W,s}$ = 0 kWh/m^2	*DISTRIBUZIONE*	$Q_{ls,W,d}$ = 0,60 kWh/m^2	*AUSILIARIO*	$Q_{aux,W}$ = 0 kWh/m^2
caldaia standard a gas per la produzione istantanea di acqua calda sanitaria, a camera chiusa senza pilota permanente		-		distribuzione di ACS senza ricircolo, rete affacciata all'interno - dopo il 1975		produzione di ACS per appartamento o separata/individuale	

RIQUALIFICAZIONE STANDARD

INTERVENTI SULL'INVOLUCRO

ELEMENTO	U_{ex} W/(m²K)	U_{new} W/(m²K)	TIPO DI INTERVENTO
COPERTURA	2,20	0,80	Inserimento isolante (3 cm)
PARETE	0,59	0,33	Inserimento isolante (6 cm)
SOLAIO (superiore)	0,69	0,30	Inserimento isolante (8 cm)
SOLAIO (inferiore)	0,77	0,30	Inserimento isolante (8 cm)
SERRAMENTI	2,80 ($g_{gl,n}$ 0,75)	2,00 ($g_{gl,n}$ 0,67)	Sostituzione
	1,70	-	Nessuno

INTERVENTI SUGLI IMPIANTI

RISCALDAMENTO

GENERAZIONE $\eta_{H,gn}$ = 0,98	*ACCUMULO* $Q_{ls,H,s}$ = 0 kWh/m²	*DISTRIBUZIONE* $\eta_{H,d}$ = 0,93	*AUSILIARIO* $Q_{aux,H}$ = 4,4 kWh/m²
caldaia a condensazione, installata in centrale termica	-	distribuzione centralizzata a colonne montanti verticali, collegamenti orizzontali in ambienti non riscaldati (es. cantina o terreno) / livello di isolamento elevato	pompa di circolazione per impianto centralizzato - ausiliario elettrico per caldaia a condensazione

ACQUA CALDA SANITARIA

GENERAZIONE $\eta_{W,gn}$ = 0,90	*ACCUMULO* $Q_{ls,W,s}$ = 0 kWh/m²	*DISTRIBUZIONE* $Q_{ls,W,d}$ = 0,60 kWh/m²	*AUSILIARIO* $Q_{aux,W}$ = 0 kWh/m²
caldaietta a condensazione a gas per la produzione di acqua calda sanitaria	-	distribuzione di ACS senza ricircolo, rete affacciata all'interno - dopo il 1975	produzione di ACS per appartamento o separata/individuale

RIQUALIFICAZIONE AVANZATA

INTERVENTI SULL'INVOLUCRO

ELEMENTO	U_{ex} W/(m²K)	U_{new} W/(m²K)	TIPO DI INTERVENTO
COPERTURA	2,20	0,80	Inserimento isolante (3 cm)
PARETE	0,59	0,25	Inserimento isolante (9 cm)
SOLAIO (superiore)	0,69	0,23	Inserimento isolante (12 cm)
SOLAIO (inferiore)	0,77	0,23	Inserimento isolante (12 cm)
SERRAMENTI	2,80 ($g_{gl,n}$ 0,75)	1,70 ($g_{gl,n}$ 0,50)	Sostituzione
	1,70	-	Nessuno

INTERVENTI SUGLI IMPIANTI

RISCALDAMENTO

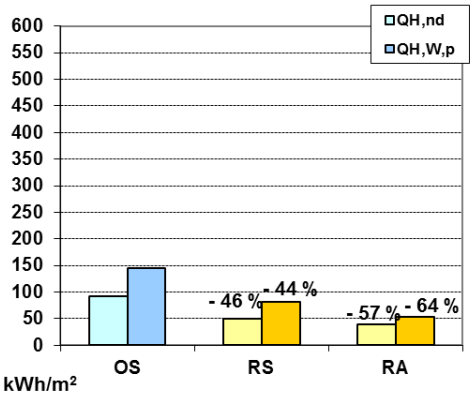
GENERAZIONE *COP* = 3,46	*ACCUMULO* $Q_{ls,H,s}$ = 1,4 kWh/m²	*DISTRIBUZIONE* $\eta_{H,d}$ = 0,94	*AUSILIARIO* $Q_{aux,H}$ = 2,7 kWh/m²
pompa di calore geotermica	serbatoio di accumulo di acqua calda per riscaldamento - alto livello di isolamento	distribuzione centralizzata a colonne montanti verticali, collegamenti orizzontali in ambienti non riscaldati (es. cantina o terreno) / livello di isolamento elevato	pompa di circolazione per impianto centralizzato

ACQUA CALDA SANITARIA

GENERAZIONE *COP* = 3,48	*ACCUMULO* $Q_{ls,W,s}$ = 3,6 kWh/m²	*DISTRIBUZIONE* $Q_{ls,W,d}$ = 2,4 kWh/m²	*AUSILIARIO* $Q_{aux,W}$ = 3,2 kWh/m²
pompa di calore geotermica	serbatoio di accumulo di acqua calda, in ambiente non climatizzato - alto livello di isolamento	distribuzione di ACS con ricircolo, porzione di rete affacciata all'esterno, dopo il 1991	produzione di ACS centralizzata con pompa di circolazione

PRESTAZIONE ENERGETICA

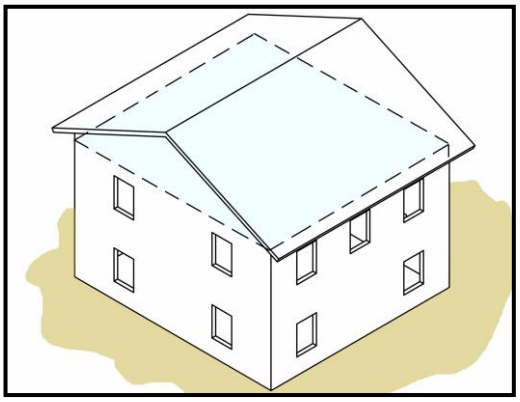
Stato originario (SO)		Riqualificazione standard (RS)		Riqualificazione avanzata (RA)	
$Q_{H,nd}$ [kWh/m²]	92,3	$Q_{H,nd}$ [kWh/m²]	49,8	$Q_{H,nd}$ [kWh/m²]	39,9
$Q_{W,nd}$ [kWh/m²]	14,2	$Q_{W,nd}$ [kWh/m²]	14,2	$Q_{W,nd}$ [kWh/m²]	14,2
$Q_{H,p}$ [kWh/m²]	127	$Q_{H,p}$ [kWh/m²]	64,3	$Q_{H,p}$ [kWh/m²]	33,4
$Q_{W,p}$ [kWh/m²]	18,6	$Q_{W,p}$ [kWh/m²]	16,5	$Q_{W,p}$ [kWh/m²]	19,6
$Q_{H,W,p}$ [kWh/m²]	145	$Q_{H,W,p}$ [kWh/m²]	80,8	$Q_{H,W,p}$ [kWh/m²]	53,0



Regione/Zona climatica: Area climatica media

Classe di epoca di costruzione: 8 (dopo il 2005)

Classe di dimensione edilizia: Casa monofamiliare



V [m^3]	S/V [m^{-1}]	$A_{f,n}$ [m^2]	Numero di appartamenti	Numero di piani climatizzati
607	0,72	174	1	2

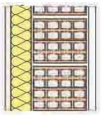
CASO BASE

TIPOLOGIA COSTRUTTIVA

COPERTURA

Tetto a falde in laterizio, medio livello di isolamento [sottotetto non riscaldato]

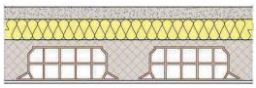
PARETE



Muratura in mattoni alveolati (alta resistenza termica), alto livello di isolamento

SOLAIO

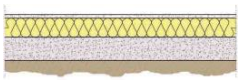
(superiore, verso ambiente non riscaldato)



Solaio latero-cementizio, alto livello di isolamento

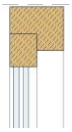
SOLAIO

(inferiore, su terreno)



Basamento in calcestruzzo su terreno, alto livello di isolamento

SERRAMENTI



1. Vetro-camera basso-emissivo con intercapedine d'aria o di altri gas, telaio in legno

2. Porta in legno a doppio pannello

COPERTURA	PARETE	SOLAIO (superiore)	SOLAIO (inferiore)	SERRAMENTI			
U [W/(m^2K)]	U [W/(m^2K)]	U [W/(m^2K)]	U [W/(m^2K)]	U_1 [W/(m^2K)]	$g_{gl,n1}$ [-]	U_2 [W/(m^2K)]	$g_{gl,n2}$ [-]
0,74	**0,34**	**0,30**	**0,33**	**2,20**	**0,67**	**1,70**	**-**

TIPOLOGIA IMPIANTISTICA

IMPIANTO DI RISCALDAMENTO

GENERAZIONE	$\eta_{H,gn}$ = 0,92	*ACCUMULO*	$Q_{ls,H,s}$= 0 kWh/m^2	*DISTRIBUZIONE*	$\eta_{H,d}$ = 0,97	*AUSILIARIO*	$Q_{aux,H}$ = 3,7 kWh/m^2
caldaia standard a gas a bassa temperatura		-		distribuzione centralizzata orizzontale in ambienti riscaldati / dopo il 2005		pompa di circolazione per impianto centralizzato - ausiliario elettrico per caldaia standard con bruciatore artosferico	

IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ACQUA CALDA SANITARIA

GENERAZIONE	$\eta_{W,gn(FNR)}$ = 0,91	*ACCUMULO*	$Q_{ls,W,s}$= 1,3 kWh/m^2	*DISTRIBUZIONE*	$Q_{ls,W,d}$ = 1,80 kWh/m^2	*AUSILIARIO*	$Q_{aux,W}$ = 4,1 kWh/m^2
solare termico (50%)		serbatoio di accumulo di acqua calda, in ambiente climatizzato - alto livello di isolamento		distribuzione di ACS con ricircolo, rete affacciata all'interno, dopo il 1991		produzione di ACS centralizzata con impianto solare termico, con pompa di circolazione	
caldaia standard a gas a bassa temperatura (50%)							

PRIMA VARIANTE

REQUISITI RELATIVI ALL'INVOLUCRO

ELEMENTO	***U*** W/(m^{2}K)
COPERTURA	0,74
PARETE	0,27
SOLAIO (superiore)	0,24
SOLAIO (inferiore)	0,30
SERRAMENTI	1,80 ($g_{gl,n}$ 0,67)
	1,70

REQUISITI RELATIVI AGLI IMPIANTI

RISCALDAMENTO

GENERAZIONE $\eta_{H,gn(FNR)} = 0,98$	*ACCUMULO* $Q_{ls,H,s} = 1,4$ kWh/m^2	*DISTRIBUZIONE* $\eta_{H,d} = 0,97$	*AUSILIARIO* $Q_{aux,H} = 4,4$ kWh/m^2
solare termico (30%)	serbatoio di acqua calda per riscaldamento – alto livello di isolamento	distribuzione centralizzata orizzontale in ambienti riscaldati / dopo il 2005	pompa di circolazione per impianto centralizzato, ausiliario elettrico per caldaia a condensazione
caldaia a condensazione, installata in centrale termica (70%)			

ACQUA CALDA SANITARIA

GENERAZIONE $\eta_{W,gn(FNR)} = 0,99$	*ACCUMULO* $Q_{ls,W,s} = 1,3$ kWh/m^2	*DISTRIBUZIONE* $Q_{ls,W,d} = 1,80$ kWh/m^2	*AUSILIARIO* $Q_{aux,W} = 4,9$ kWh/m^2
solare termico (50%)	serbatoio di accumulo di acqua calda, in ambiente climatizzato - alto livello di isolamento	distribuzione di ACS con ricircolo, rete affacciata all'interno, dopo il 1991	produzione di ACS centralizzata con impianto solare termico, con pompa di circolazione, in associazione ad una caldaia a condensazione (ausiliario elettrico)
caldaia a condensazione, installata in centrale termica (50%)			

Produzione annuale di energia elettrica impianto fotovoltaico: 9,2 kWh/m^2

SECONDA VARIANTE

REQUISITI RELATIVI ALL'INVOLUCRO

ELEMENTO	***U*** W/(m^{2}K)
COPERTURA	0,11
PARETE	0,13
SOLAIO (superiore)	0,13
SOLAIO (inferiore)	0,14
SERRAMENTI	1,10 ($g_{gl,n}$ 0,50)
	1,00

REQUISITI RELATIVI AGLI IMPIANTI

RISCALDAMENTO

GENERAZIONE $COP_{FNR} = 2,45$	*ACCUMULO* $Q_{ls,H,s} = 1,4$ kWh/m^2	*DISTRIBUZIONE* $\eta_{H,d} = 0,98$	*AUSILIARIO** $Q_{aux,H} = 2,7$ kWh/m^2
solare termico (45%)	serbatoio di acqua calda per riscaldamento – alto livello di isolamento	distribuzione centralizzata orizzontale in ambienti riscaldati / livello di isolamento elevato	pompa di circolazione per impianto centralizzato
pompa di calore ad aria (55%)			

* In aggiunta si considera il consumo medio annuo di energia elettrica per il ventilatore, pari a 1,42 kWh/m^2

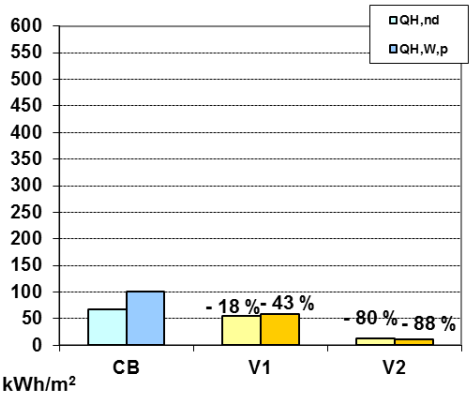
ACQUA CALDA SANITARIA

GENERAZIONE $COP_{FNR} = 2,83$	*ACCUMULO* $Q_{ls,W,s} = 1,3$ kWh/m^2	*DISTRIBUZIONE* $Q_{ls,W,d} = 1,80$ kWh/m^2	*AUSILIARIO* $Q_{aux,W} = 4,1$ kWh/m^2
solare termico (75%)	serbatoio di accumulo di acqua calda, in ambiente climatizzato - alto livello di isolamento	distribuzione di ACS con ricircolo, rete affacciata all'interno, dopo il 1991	produzione di ACS centralizzata con impianto solare termico, con pompa di circolazione
pompa di calore ad aria (25%)			

Produzione annuale di energia elettrica impianto fotovoltaico: 19,7 kWh/m^2

PRESTAZIONE ENERGETICA

Caso base (CB)		**Prima variante (V1)**		**Seconda variante (V2)**	
$Q_{H,nd}$ [kWh/m^2]	67,0	$Q_{H,nd}$ [kWh/m^2]	54,8	$Q_{H,nd}$ [kWh/m^2]	13,5
$Q_{W,nd}$ [kWh/m^2]	14,2	$Q_{W,nd}$ [kWh/m^2]	14,2	$Q_{W,nd}$ [kWh/m^2]	14,2
$Q_{H,p}$ [kWh/m^2]	83,1	$Q_{H,p}$ [kWh/m^2]	46,7	$Q_{H,p}$ [kWh/m^2]	9,01
$Q_{W,p}$ [kWh/m^2]	18,4	$Q_{W,p}$ [kWh/m^2]	11,1	$Q_{W,p}$ [kWh/m^2]	2,85
$Q_{H,W,p}$ [kWh/m^2]	101	$Q_{H,W,p}$ [kWh/m^2]	57,9	$Q_{H,W,p}$ [kWh/m^2]	11,9

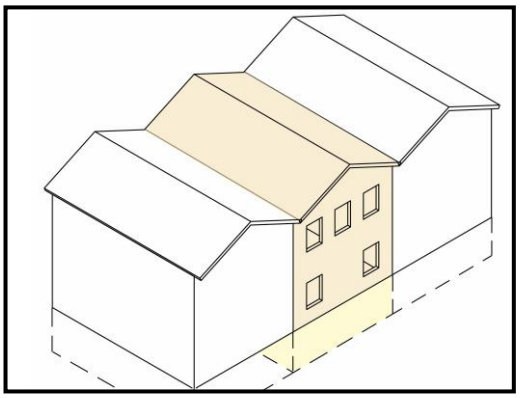


8.2. Case a schiera

Regione/Zona climatica: Area climatica media

Classe di epoca di costruzione: 1 (fino al 1900)

Classe di dimensione edilizia: Casa a schiera



V [m^3]	*S/V* [m^{-1}]	$A_{f,n}$ [m^2]	Numero di appartamenti	Numero di piani climatizzati
500	0,51	123	1	2

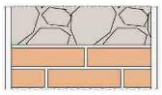
STATO ORIGINARIO

TIPOLOGIA COSTRUTTIVA

COPERTURA

Tetto a falde con struttura e tavolato in legno

PARETE



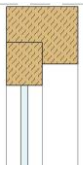
Muratura di pietra listata con mattoni (40 cm)

SOLAIO

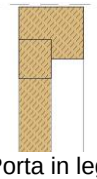
(inferiore, su ambiente non riscaldato)

Solaio a volte in laterizio

SERRAMENTI



1. Vetro singolo, telaio in legno



2. Porta in legno

COPERTURA	PARETE	SOLAIO (inferiore)	SERRAMENTI			
U [W/(m^2K)]	*U* [W/(m^2K)]	*U* [W/(m^2K)]	U_1 [W/(m^2K)]	$g_{gl,n1}$ [-]	U_2 [W/(m^2K)]	$g_{gl,n2}$ [-]
1,80	1,61	1,58	4,90	0,85	3,00	-

TIPOLOGIA IMPIANTISTICA

IMPIANTO DI RISCALDAMENTO

GENERAZIONE	$\eta_{H,gn}$ = 0,73	*ACCUMULO*	$Q_{ls,H,s}$ = 0 kWh/m^2	*DISTRIBUZIONE*	$\eta_{H,d}$ = 0,81	*AUSILIARIO*	$Q_{aux,H}$ = 3,7 kWh/m^2
caldaia standard a gas, bruciatore atmosferico, installata in ambiente non climatizzato, camino < 10 m, antecedente al 1996		-		distribuzione centralizzata a colonne montanti verticali, collegamenti orizzontali in ambienti non riscaldati (es. cantina o terreno) / fino al 1960		pompa di circolazione per impianto centralizzato - ausiliario elettrico per caldaia standard con bruciatore atmosferico	

IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ACQUA CALDA SANITARIA

GENERAZIONE	$\eta_{W,gn}$ = 0,75	*ACCUMULO*	$Q_{ls,W,s}$ = 0 kWh/m^2	*DISTRIBUZIONE*	$Q_{ls,W,d}$ = 0,97 kWh/m^2	*AUSILIARIO*	$Q_{aux,W}$ = 0 kWh/m^2
bollitore elettrico ad accumulo		-		distribuzione di ACS senza ricircolo, rete affacciata all'interno - fino al 1975		produzione di ACS per appartamento o separata/individuale	

RIQUALIFICAZIONE STANDARD

INTERVENTI SULL'INVOLUCRO

ELEMENTO	U_{ex} W/(m²K)	U_{new} W/(m²K)	TIPO DI INTERVENTO
COPERTURA	1,80	0,30	Inserimento isolante (11 cm)
PARETE	1,61	0,33	Inserimento isolante (10 cm)
SOLAIO (inferiore)	1,58	0,30	Inserimento isolante (11 cm)
SERRAMENTI	4,90 ($g_{gl,n}$ 0,85) 3,00	2,00 ($g_{gl,n}$ 0,67) 2,00	Sostituzione

INTERVENTI SUGLI IMPIANTI

RISCALDAMENTO

GENERAZIONE COP = 2,41	*ACCUMULO* $Q_{ls,H,s}$ = 1,4 kWh/m²	*DISTRIBUZIONE* $\eta_{H,d}$ = 0,93	*AUSILIARIO* $Q_{aux,H}$ = 2,7 kWh/m²
pompa di calore ad aria	serbatoio di accumulo di acqua calda per riscaldamento - alto livello di isolamento	distribuzione centralizzata a colonne montanti verticali, collegamenti orizzontali in ambienti non riscaldati (es. cantina o terreno) / livello di isolamento elevato	pompa di circolazione per impianto centralizzato

ACQUA CALDA SANITARIA

GENERAZIONE $\eta_{W,gn}$ = 0,90	*ACCUMULO* $Q_{ls,W,s}$ = 0 kWh/m²	*DISTRIBUZIONE* $Q_{ls,W,d}$ = 0,65 kWh/m²	*AUSILIARIO* $Q_{aux,W}$ = 0 kWh/m²
caldaietta a condensazione a gas per la produzione di acqua calda sanitaria	-	distribuzione di ACS senza ricircolo, rete affacciata all'interno - dopo il 1975	produzione di ACS per appartamento o separata/individuale

RIQUALIFICAZIONE AVANZATA

INTERVENTI SULL'INVOLUCRO

ELEMENTO	U_{ex} W/(m²K)	U_{new} W/(m²K)	TIPO DI INTERVENTO
COPERTURA	1,80	0,23	Inserimento isolante (15 cm)
PARETE	1,61	0,25	Inserimento isolante (14 cm)
SOLAIO (inferiore)	1,58	0,23	Inserimento isolante (15 cm)
SERRAMENTI	4,90 ($g_{gl,n}$ 0,85) 3,00	1,70 ($g_{gl,n}$ 0,5) 1,70	Sostituzione

INTERVENTI SUGLI IMPIANTI

RISCALDAMENTO

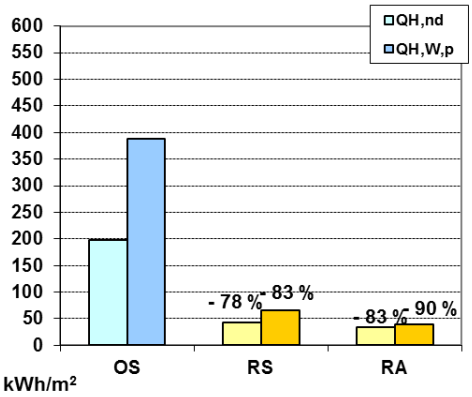
GENERAZIONE COP_{FNR} = 3,46	*ACCUMULO* $Q_{ls,H,s}$ = 1,4 kWh/m²	*DISTRIBUZIONE* $\eta_{H,d}$ = 0,94	*AUSILIARIO* $Q_{aux,H}$ = 2,7 kWh/m²
solare termico (20%)	serbatoio di accumulo di acqua calda per riscaldamento - alto livello di isolamento	distribuzione centralizzata a colonne montanti verticali, collegamenti orizzontali in ambienti non riscaldati (es. cantina o terreno) / livello di isolamento elevato	pompa di circolazione per impianto centralizzato
pompa di calore geotermica (80%)			

ACQUA CALDA SANITARIA

GENERAZIONE $COP_{(FNR)}$ = 3,48	*ACCUMULO* $Q_{ls,W,s}$ = 3,6 kWh/m²	*DISTRIBUZIONE* $Q_{ls,W,d}$ = 2,4 kWh/m²	*AUSILIARIO* $Q_{aux,W}$ = 4,1 kWh/m²
solare termico (60%)	serbatoio di accumulo di acqua calda, in ambiente non climatizzato - alto livello di isolamento	distribuzione di ACS con ricircolo, porzione di rete affacciata all'esterno, dopo il 1991	produzione di ACS centralizzata con impianto solare termico, con pompa di circolazione
pompa di calore geotermica (40%)			

PRESTAZIONE ENERGETICA

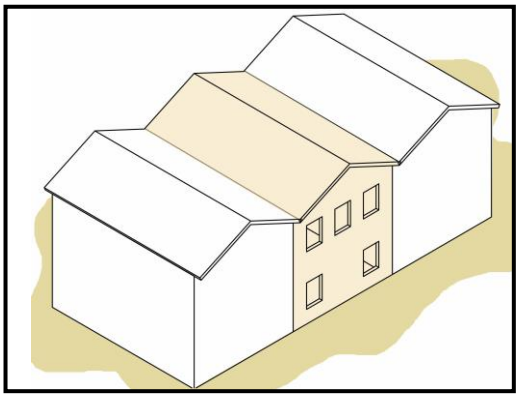
	Stato originario (SO)	**Riqualificazione standard (RS)**	**Riqualificazione avanzata (RA)**
$Q_{H,nd}$ [kWh/m²]	197	42,5	34,2
$Q_{W,nd}$ [kWh/m²]	15,4	15,4	15,4
$Q_{H,p}$ [kWh/m²]	341	48,4	24,9
$Q_{W,p}$ [kWh/m²]	47,4	17,8	14,2
$Q_{H,W,p}$ [kWh/m²]	388	66,2	39,1



Regione/Zona climatica: Area climatica media

Classe di epoca di costruzione: 2 (1901-1920)

Classe di dimensione edilizia: Casa a schiera



V [m^3]	*S/V* [m^{-1}]	$A_{f,n}$ [m^2]	Numero di appartamenti	Numero di piani climatizzati
478	0,51	112	1	2

STATO ORIGINARIO

TIPOLOGIA COSTRUTTIVA

COPERTURA

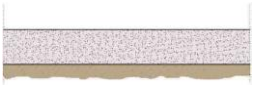
Tetto a falde con struttura e tavolato in legno

PARETE

Muratura di pietra listata con mattoni (40 cm)

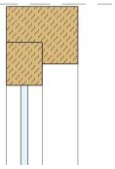
SOLAIO

(inferiore, su terreno)

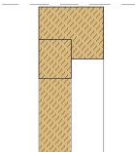


Basamento in calcestruzzo su terreno

SERRAMENTI



1. Vetro singolo, telaio in legno



2. Porta in legno

COPERTURA	PARETE	SOLAIO (inferiore)	SERRAMENTI			
U [$W/(m^2K)$]	*U* [$W/(m^2K)$]	*U* [$W/(m^2K)$]	U_1 [$W/(m^2K)$]	$g_{gl,n1}$ [-]	U_2 [$W/(m^2K)$]	$g_{gl,n2}$ [-]
1,80	**1,61**	**2,00**	**4,90**	**0,85**	**3,00**	**-**

TIPOLOGIA IMPIANTISTICA

IMPIANTO DI RISCALDAMENTO

GENERAZIONE	$\eta_{H,gn}$ = 0,85	*ACCUMULO*	$Q_{ls,H,s}$ = 0 kWh/m^2	*DISTRIBUZIONE*	$\eta_{H,d}$ = 0,81	*AUSILIARIO*	$Q_{aux,H}$ = 4,4 kWh/m^2
caldaia standard a gasolio, bruciatore ad aria soffiata, installata in centrale termica, antecedente al 1996		-		distribuzione centralizzata a colonne montanti verticali, collegamenti orizzontali in ambienti non riscaldati (es. cantina o terreno) / fino al 1960		pompa di circolazione per impianto centralizzato - ausiliario elettrico per caldaia con bruciatore ad aria soffiata	

IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ACQUA CALDA SANITARIA

GENERAZIONE	$\eta_{W,gn}$ = 0,83	*ACCUMULO*	$Q_{ls,W,s}$ = 10,7 kWh/m^2	*DISTRIBUZIONE*	$Q_{ls,W,d}$ = 11,1 kWh/m^2	*AUSILIARIO*	$Q_{aux,W}$ = 4,6 kWh/m^2
caldaia standard a gasolio (produzione combinata riscaldamento e ACS), bruciatore ad aria soffiata, installata in centrale termica, antecedente al 1996		serbatoio di accumulo di acqua calda, in ambiente non climatizzato - basso livello di isolamento		distribuzione di ACS con ricircolo, porzione di rete affacciata all'esterno, fino al 1975		produzione di ACS centralizzata con pompa di circolazione - ausiliario elettrico per caldaia standard con bruciatore ad aria soffiata	

RIQUALIFICAZIONE STANDARD

INTERVENTI SULL'INVOLUCRO

ELEMENTO	U_{ex} W/(m^{2}K)	U_{new} W/(m^{2}K)	TIPO DI INTERVENTO
COPERTURA	1,80	0,30	Inserimento isolante (11 cm)
PARETE	1,61	0,33	Inserimento isolante (10 cm)
SOLAIO (inferiore)	2,00	0,30	Inserimento isolante (11 cm)
SERRAMENTI	4,90 ($g_{gl,n}$ 0,85) 3,00	2,00 ($g_{gl,n}$ 0,67) 2,00	Sostituzione

INTERVENTI SUGLI IMPIANTI

RISCALDAMENTO

GENERAZIONE $\eta_{H,gn}$ = 0,98	*ACCUMULO* $Q_{ls,H,s}$ = 0 kWh/m^2	*DISTRIBUZIONE* $\eta_{H,d}$ = 0,93	*AUSILIARIO* $Q_{aux,H}$ = 4,4 kWh/m^2
caldaia a condensazione, installata in centrale termica	-	distribuzione centralizzata a colonne montanti verticali, collegamenti orizzontali in ambienti non riscaldati (es. cantina o terreno) / livello di isolamento elevato	pompa di circolazione per impianto centralizzato - ausiliario elettrico per caldaia a condensazione

ACQUA CALDA SANITARIA

GENERAZIONE $\eta_{W,gn}$ = 0,99	*ACCUMULO* $Q_{ls,W,s}$ = 3,6 kWh/m^2	*DISTRIBUZIONE* $Q_{ls,W,d}$ = 2,4 kWh/m^2	*AUSILIARIO* $Q_{aux,W}$ = 4,6 kWh/m^2
caldaia a condensazione, installata in centrale termica	serbatoio di accumulo di acqua calda, in ambiente non climatizzato - alto livello di isolamento	distribuzione di ACS con ricircolo, porzione di rete affacciata all'esterno, dopo il 1991	produzione di ACS centralizzata con pompa di circolazione - ausiliario elettrico per caldaia a condensazione

RIQUALIFICAZIONE AVANZATA

INTERVENTI SULL'INVOLUCRO

ELEMENTO	U_{ex} W/(m^{2}K)	U_{new} W/(m^{2}K)	TIPO DI INTERVENTO
COPERTURA	1,80	0,23	Inserimento isolante (15 cm)
PARETE	1,61	0,25	Inserimento isolante (14 cm)
SOLAIO (inferiore)	2,00	0,23	Inserimento isolante (15 cm)
SERRAMENTI	4,90 ($g_{gl,n}$ 0,85) 3,00	1,70 ($g_{gl,n}$ 0,5) 1,70	Sostituzione

INTERVENTI SUGLI IMPIANTI

RISCALDAMENTO

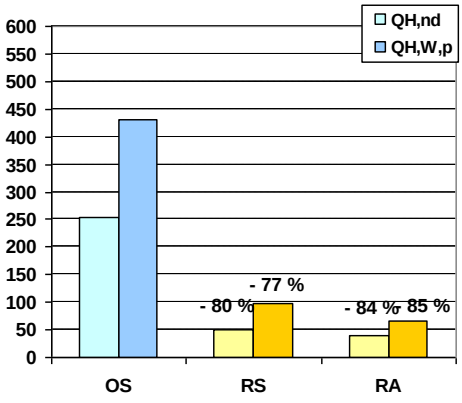
GENERAZIONE $\eta_{H,gn(FNR)}$ = 0,98	*ACCUMULO* $Q_{ls,H,s}$ = 1,4 kWh/m^2	*DISTRIBUZIONE* $\eta_{H,d}$ = 0,94	*AUSILIARIO* $Q_{aux,H}$ = 4,4 kWh/m^2
solare termico (20%)	serbatoio di accumulo di acqua calda per riscaldamento - alto livello di isolamento	distribuzione centralizzata a colonne montanti verticali, collegamenti orizzontali in ambienti non riscaldati (es. cantina o terreno) / livello di isolamento elevato	pompa di circolazione per impianto centralizzato - ausiliario elettrico per caldaia a condensazione
caldaia a condensazione (80%)			

ACQUA CALDA SANITARIA

GENERAZIONE $\eta_{W,gn(FNR)}$ = 0,99	*ACCUMULO* $Q_{ls,W,s}$ = 3,6 kWh/m^2	*DISTRIBUZIONE* $Q_{ls,W,d}$ = 2,4 kWh/m^2	*AUSILIARIO* $Q_{aux,W}$ = 4,9 kWh/m^2
solare termico (60%)	serbatoio di accumulo di acqua calda, in ambiente non climatizzato - alto livello di isolamento	distribuzione di ACS con ricircolo, porzione di rete affacciata all'esterno, dopo il 1991	produzione di ACS centralizzata con impianto solare termico, con pompa di circolazione, in associazione ad una caldaia a condensazione (ausiliario elettrico)
caldaia a condensazione (40%)			

PRESTAZIONE ENERGETICA

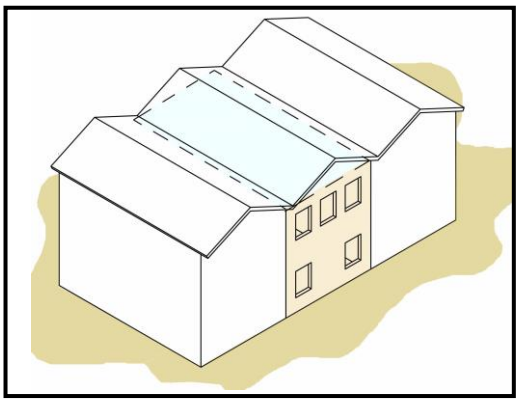
Stato originario (SO)		Riqualificazione standard (RS)		Riqualificazione avanzata (RA)	
$Q_{H,nd}$ [kWh/m^2]	253	$Q_{H,nd}$ [kWh/m^2]	50,8	$Q_{H,nd}$ [kWh/m^2]	40,1
$Q_{W,nd}$ [kWh/m^2]	15,7	$Q_{W,nd}$ [kWh/m^2]	15,7	$Q_{W,nd}$ [kWh/m^2]	15,7
$Q_{H,p}$ [kWh/m^2]	377	$Q_{H,p}$ [kWh/m^2]	65,4	$Q_{H,p}$ [kWh/m^2]	45,6
$Q_{W,p}$ [kWh/m^2]	55,2	$Q_{W,p}$ [kWh/m^2]	31,9	$Q_{W,p}$ [kWh/m^2]	19,4
$Q_{H,W,p}$ [kWh/m^2]	432	$Q_{H,W,p}$ [kWh/m^2]	97,3	$Q_{H,W,p}$ [kWh/m^2]	65,0



Regione/Zona climatica: Area climatica media

Classe di epoca di costruzione: 3 (1921-1945)

Classe di dimensione edilizia: Casa a schiera



V [m^3]	S/V [m^{-1}]	$A_{f,n}$ [m^2]	Numero di appartamenti	Numero di piani climatizzati
428	0,49	113	1	2

STATO ORIGINARIO

TIPOLOGIA COSTRUTTIVA

COPERTURA

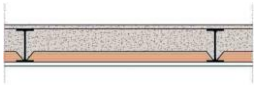
Tetto a falde con struttura e tavolato in legno [sottotetto non climatizzato]

PARETE

Muratura in mattoni pieni (25 cm)

SOLAIO

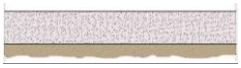
(superiore, verso ambiente non riscaldato)



Solaio a profilati in acciaio e tavelloni in laterizio

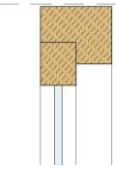
SOLAIO

(inferiore, su terreno)

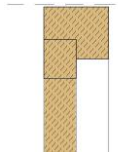


Basamento in calcestruzzo su terreno

SERRAMENTI



1. Vetro singolo, telaio in legno



2. Porta in legno

COPERTURA	PARETE	SOLAIO (superiore)	SOLAIO (inferiore)	SERRAMENTI			
U [W/(m^2K)]	U [W/(m^2K)]	U [W/(m^2K)]	U [W/(m^2K)]	U_1 [W/(m^2K)]	$g_{gl,n1}$ [-]	U_2 [W/(m^2K)]	$g_{gl,n2}$ [-]
1,80	**2,01**	**2,48**	**2,00**	**4,90**	**0,85**	**3,00**	**-**

TIPOLOGIA IMPIANTISTICA

IMPIANTO DI RISCALDAMENTO

GENERAZIONE	$\eta_{H,gn}$ = 0,82	*ACCUMULO*	$Q_{ls,H,s}$ = 0 kWh/m^2	*DISTRIBUZIONE*	$\eta_{H,d}$ = 0,88	*AUSILIARIO*	$Q_{aux,H}$ = 3,7 kWh/m^2
caldaia standard a gas, bruciatore atmosferico, installata in ambiente climatizzato, camino < 10 m, antecedente al 1996		-		distribuzione centralizzata orizzontale in ambienti riscaldati / fino al 1960		pompa di circolazione per impianto centralizzato - ausiliario elettrico per caldaia standard con bruciatore atmosferico	

IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ACQUA CALDA SANITARIA

GENERAZIONE	$\eta_{W,gn}$ = 0,77	*ACCUMULO*	$Q_{ls,W,s}$ = 0 kWh/m^2	*DISTRIBUZIONE*	$Q_{ls,W,d}$ = 0,99 kWh/m^2	*AUSILIARIO*	$Q_{aux,W}$ = 0 kWh/m^2
caldaia standard a gas per la produzione istantanea di acqua calda sanitaria, a camera aperta senza pilota permanente		-		distribuzione di ACS senza ricircolo, rete affacciata all'interno - fino al 1975		produzione di ACS per appartamento o separata/individuale	

RIQUALIFICAZIONE STANDARD

INTERVENTI SULL'INVOLUCRO

ELEMENTO	U_{ex} W/(m²K)	U_{new} W/(m²K)	TIPO DI INTERVENTO
COPERTURA	1,80	0,80	Inserimento isolante (3 cm)
PARETE	2,01	0,33	Inserimento isolante (10 cm)
SOLAIO (superiore)	2,48	0,30	Inserimento isolante (12 cm)
SOLAIO (inferiore)	2,00	0,30	Inserimento isolante (11 cm)
SERRAMENTI	4,90 ($g_{gl,n}$ 0,85) 3,00	2,00 ($g_{gl,n}$ 0,67) 2,00	Sostituzione

INTERVENTI SUGLI IMPIANTI

RISCALDAMENTO

GENERAZIONE COP = 2,41	*ACCUMULO* $Q_{ls,H,s}$ = 1,4 kWh/m²	*DISTRIBUZIONE* $\eta_{H,d}$ = 0,96	*AUSILIARIO* $Q_{aux,H}$ = 2,7 kWh/m²
pompa di calore ad aria	serbatoio di accumulo di acqua calda per riscaldamento - alto livello di isolamento	distribuzione centralizzata orizzontale in ambienti riscaldati / livello di isolamento elevato	pompa di circolazione per impianto centralizzato

ACQUA CALDA SANITARIA

GENERAZIONE $\eta_{W,gn}$ = 0,90	*ACCUMULO* $Q_{ls,W,s}$ = 0 kWh/m²	*DISTRIBUZIONE* $Q_{ls,W,d}$ = 0,66 kWh/m²	*AUSILIARIO* $Q_{aux,W}$ = 0 kWh/m²
caldaietta a condensazione a gas per la produzione di acqua calda sanitaria	-	distribuzione di ACS senza ricircolo, rete affacciata all'interno - dopo il 1975	produzione di ACS per appartamento o separata/individuale

RIQUALIFICAZIONE AVANZATA

INTERVENTI SULL'INVOLUCRO

ELEMENTO	U_{ex} W/(m²K)	U_{new} W/(m²K)	TIPO DI INTERVENTO
COPERTURA	1,80	0,80	Inserimento isolante (3 cm)
PARETE	2,01	0,25	Inserimento isolante (14 cm)
SOLAIO (superiore)	2,48	0,23	Inserimento isolante (16 cm)
SOLAIO (inferiore)	2,00	0,23	Inserimento isolante (15 cm)
SERRAMENTI	4,90 ($g_{gl,n}$ 0,85) 3,00	1,70 ($g_{gl,n}$ 0,50) 1,70	Sostituzione

INTERVENTI SUGLI IMPIANTI

RISCALDAMENTO

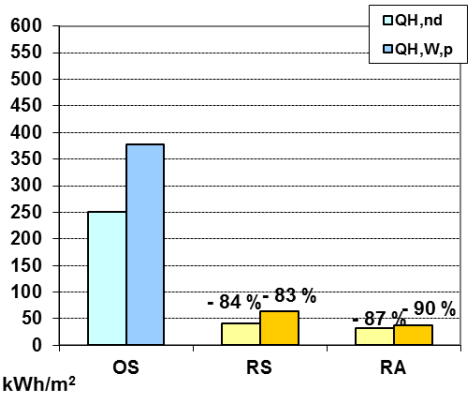
GENERAZIONE COP_{FNR} = 3,46	*ACCUMULO* $Q_{ls,H,s}$ = 1,4 kWh/m²	*DISTRIBUZIONE* $\eta_{H,d}$ = 0,97	*AUSILIARIO* $Q_{aux,H}$ = 2,7 kWh/m²
solare termico (20%) pompa di calore geotermica (80%)	serbatoio di accumulo di acqua calda per riscaldamento - alto livello di isolamento	distribuzione centralizzata orizzontale in ambienti riscaldati / livello di isolamento elevato	pompa di circolazione per impianto centralizzato

ACQUA CALDA SANITARIA

GENERAZIONE $COP_{(FNR)}$ = 3,48	*ACCUMULO* $Q_{ls,W,s}$ = 1,3 kWh/m²	*DISTRIBUZIONE* $Q_{ls,W,d}$ = 1,8 kWh/m²	*AUSILIARIO* $Q_{aux,W}$ = 4,1 kWh/m²
solare termico (60%) pompa di calore geotermica (40%)	serbatoio di accumulo di acqua calda, in ambiente climatizzato - alto livello di isolamento	distribuzione di ACS con ricircolo, rete affacciata all'interno, dopo il 1991	produzione di ACS centralizzata con impianto solare termico, con pompa di circolazione

PRESTAZIONE ENERGETICA

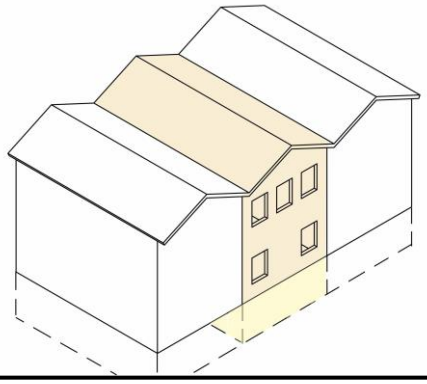
Stato originario (SO)		Riqualificazione standard (RS)		Riqualificazione avanzata (RA)	
$Q_{H,nd}$ [kWh/m²]	250	$Q_{H,nd}$ [kWh/m²]	40,8	$Q_{H,nd}$ [kWh/m²]	32,8
$Q_{W,nd}$ [kWh/m²]	15,7	$Q_{W,nd}$ [kWh/m²]	15,7	$Q_{W,nd}$ [kWh/m²]	15,7
$Q_{H,p}$ [kWh/m²]	356	$Q_{H,p}$ [kWh/m²]	45,4	$Q_{H,p}$ [kWh/m²]	23,5
$Q_{W,p}$ [kWh/m²]	21,7	$Q_{W,p}$ [kWh/m²]	18,2	$Q_{W,p}$ [kWh/m²]	13,6
$Q_{H,W,p}$ [kWh/m²]	378	$Q_{H,W,p}$ [kWh/m²]	63,6	$Q_{H,W,p}$ [kWh/m²]	37,1



Regione/Zona climatica: Area climatica media

Classe di epoca di costruzione: 4 (1946-1960)

Classe di dimensione edilizia: Casa a schiera



V [m^3]	S/V [m^{-1}]	$A_{f,n}$ [m^2]	Numero di appartamenti	Numero di piani climatizzati
400	0,51	111	1	2

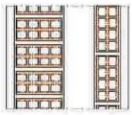
STATO ORIGINARIO

TIPOLOGIA COSTRUTTIVA

COPERTURA

Tetto a falde in laterizio

PARETE



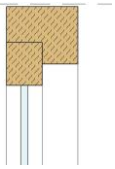
Muratura a cassa-vuota con mattoni forati (30 cm)

SOLAIO

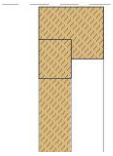
(inferiore, su ambiente non riscaldato)

Solaio latero-cementizio

SERRAMENTI



1. Vetro singolo, telaio in legno



2. Porta in legno

COPERTURA	PARETE	SOLAIO (inferiore)	SERRAMENTI			
U [W/(m^2K)]	U [W/(m^2K)]	U [W/(m^2K)]	U_1 [W/(m^2K)]	$g_{gl,n1}$ [-]	U_2 [W/(m^2K)]	$g_{gl,n2}$ [-]
2,20	**1,15**	**1,30**	**4,90**	**0,85**	**3,00**	**-**

TIPOLOGIA IMPIANTISTICA

IMPIANTO DI RISCALDAMENTO

GENERAZIONE	$\eta_{H,gn}$ = 0,85	*ACCUMULO*	$Q_{ls,H,s}$= 0 kWh/m^2	*DISTRIBUZIONE*	$\eta_{H,d}$ = 0,81	*AUSILIARIO*	$Q_{aux,H}$ = 4,4 kWh/m^2
caldaia standard a gas, bruciatore ad aria soffiata, installata in centrale termica, antecedente al 1996		-		distribuzione centralizzata a colonne montanti verticali, collegamenti orizzontali in ambienti non riscaldati (es. cantina o terreno) / fino al 1960		pompa di circolazione per impianto centralizzato - ausiliario elettrico per caldaia con bruciatore ad aria soffiata	

IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ACQUA CALDA SANITARIA

GENERAZIONE	$\eta_{W,gn}$ = 0,83	*ACCUMULO*	$Q_{ls,W,s}$= 10,7 kWh/m^2	*DISTRIBUZIONE*	$Q_{ls,W,d}$ = 11,1 kWh/m^2	*AUSILIARIO*	$Q_{aux,W}$ = 4,6 kWh/m^2
caldaia standard a gas (produzione combinata riscaldamento e ACS), bruciatore ad aria soffiata, installata in centrale termica, antecedente al 1996		serbatoio di accumulo di acqua calda, in ambiente non climatizzato - basso livello di isolamento		distribuzione di ACS con ricircolo, porzione di rete affacciata all'esterno, fino al 1975		produzione di ACS centralizzata con pompa di circolazione - ausiliario elettrico per caldaia standard con bruciatore ad aria soffiata	

RIQUALIFICAZIONE STANDARD

INTERVENTI SULL'INVOLUCRO

ELEMENTO	U_{ex} W/(m^{2}K)	U_{new} W/(m^{2}K)	TIPO DI INTERVENTO
COPERTURA	2,20	0,30	Inserimento isolante (12 cm)
PARETE	1,15	0,33	Inserimento isolante (9 cm)
SOLAIO (inferiore)	1,30	0,30	Inserimento isolante (10 cm)
SERRAMENTI	4,90 ($g_{gl,n}$ 0,85) 3,00	2,00 ($g_{gl,n}$ 0,67) 2,00	Sostituzione

INTERVENTI SUGLI IMPIANTI

RISCALDAMENTO

GENERAZIONE COP = 2,41	*ACCUMULO* $Q_{ls,H,s}$ = 1,4 kWh/m^2	*DISTRIBUZIONE* $\eta_{H,d}$ = 0,93	*AUSILIARIO* $Q_{aux,H}$ = 2,7 kWh/m^2
pompa di calore ad aria	serbatoio di accumulo di acqua calda per riscaldamento - alto livello di isolamento	distribuzione centralizzata a colonne montanti verticali, collegamenti orizzontali in ambienti non riscaldati (es. cantina o terreno) / livello di isolamento elevato	pompa di circolazione per impianto centralizzato

ACQUA CALDA SANITARIA

GENERAZIONE COP = 2,83	*ACCUMULO* $Q_{ls,W,s}$ = 3,6 kWh/m^2	*DISTRIBUZIONE* $Q_{ls,W,d}$ = 2,40 kWh/m^2	*AUSILIARIO* $Q_{aux,W}$ = 3,2 kWh/m^2
pompa di calore ad aria	serbatoio di accumulo di acqua calda, in ambiente non climatizzato - alto livello di isolamento	distribuzione di ACS con ricircolo, porzione di rete affacciata all'esterno, dopo il 1991	produzione di ACS centralizzata con pompa di circolazione

RIQUALIFICAZIONE AVANZATA

INTERVENTI SULL'INVOLUCRO

ELEMENTO	U_{ex} W/(m^{2}K)	U_{new} W/(m^{2}K)	TIPO DI INTERVENTO
COPERTURA	2,20	0,23	Inserimento isolante (16 cm)
PARETE	1,15	0,25	Inserimento isolante (13 cm)
SOLAIO (inferiore)	1,30	0,23	Inserimento isolante (14 cm)
SERRAMENTI	4,90 ($g_{gl,n}$ 0,85) 3,00	1,70 ($g_{gl,n}$ 0,5) 1,70	Sostituzione

INTERVENTI SUGLI IMPIANTI

RISCALDAMENTO

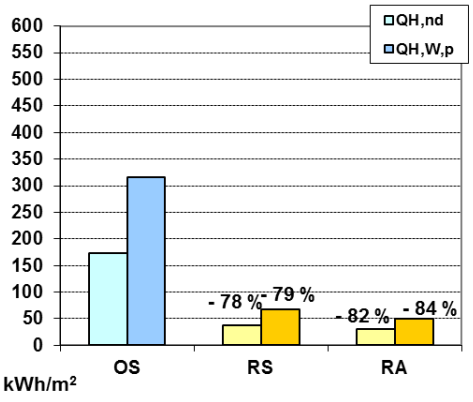
GENERAZIONE COP_{FNR} = 2,41	*ACCUMULO* $Q_{ls,H,s}$ = 1,4 kWh/m^2	*DISTRIBUZIONE* $\eta_{H,d}$ = 0,94	*AUSILIARIO* $Q_{aux,H}$ = 2,7 kWh/m^2
solare termico (20%)	serbatoio di accumulo di acqua calda per riscaldamento - alto livello di isolamento	distribuzione centralizzata a colonne montanti verticali, collegamenti orizzontali in ambienti non riscaldati (es. cantina o terreno) / livello di isolamento elevato	pompa di circolazione per impianto centralizzato
pompa di calore ad aria (80%)			

ACQUA CALDA SANITARIA

GENERAZIONE $\eta_{W,gn(FNR)}$ = 0,99	*ACCUMULO* $Q_{ls,W,s}$ = 3,6 kWh/m^2	*DISTRIBUZIONE* $Q_{ls,W,d}$ = 2,4 kWh/m^2	*AUSILIARIO* $Q_{aux,W}$ = 4,9 kWh/m^2
solare termico (60%)	serbatoio di accumulo di acqua calda, in ambiente non climatizzato - alto livello di isolamento	distribuzione di ACS con ricircolo, porzione di rete affacciata all'esterno, dopo il 1991	produzione di ACS centralizzata con impianto solare termico, con pompa di circolazione, in associazione ad una caldaia a condensazione (ausiliario elettrico)
caldaia a condensazione (40%)			

PRESTAZIONE ENERGETICA

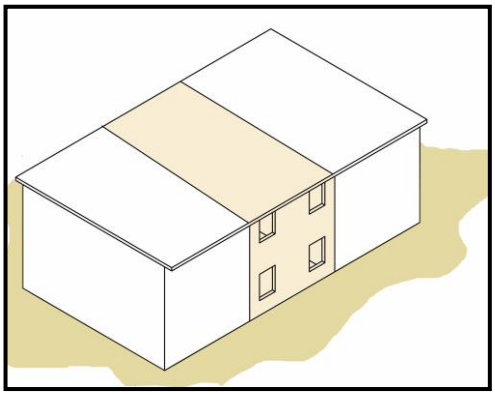
Stato originario (SO)		Riqualificazione standard (RS)		Riqualificazione avanzata (RA)	
$Q_{H,nd}$ [kWh/m^2]	173	$Q_{H,nd}$ [kWh/m^2]	37,8	$Q_{H,nd}$ [kWh/m^2]	30,6
$Q_{W,nd}$ [kWh/m^2]	15,8	$Q_{W,nd}$ [kWh/m^2]	15,8	$Q_{W,nd}$ [kWh/m^2]	15,8
$Q_{H,p}$ [kWh/m^2]	261	$Q_{H,p}$ [kWh/m^2]	43,8	$Q_{H,p}$ [kWh/m^2]	30,4
$Q_{W,p}$ [kWh/m^2]	55,3	$Q_{W,p}$ [kWh/m^2]	23,7	$Q_{W,p}$ [kWh/m^2]	19,4
$Q_{H,W,p}$ [kWh/m^2]	316	$Q_{H,W,p}$ [kWh/m^2]	67,5	$Q_{H,W,p}$ [kWh/m^2]	49,8



Regione/Zona climatica: Area climatica media

Classe di epoca di costruzione: 5 (1961-1975)

Classe di dimensione edilizia: Casa a schiera



V [m^3]	*S/V* [m^{-1}]	$A_{f,n}$ [m^2]	Numero di appartamenti	Numero di piani climatizzati
374	0,52	89	1	2

STATO ORIGINARIO

TIPOLOGIA COSTRUTTIVA

COPERTURA

Tetto piano in latero-cemento

PARETE

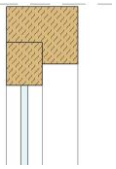
Muratura in mattoni forati (40 cm)

SOLAIO

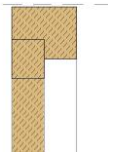
(inferiore, su terreno)

Basamento in calcestruzzo su terreno

SERRAMENTI



1. Vetro singolo, telaio in legno



2. Porta in legno

COPERTURA	PARETE	SOLAIO (inferiore)	SERRAMENTI			
U [$W/(m^2K)$]	*U* [$W/(m^2K)$]	*U* [$W/(m^2K)$]	U_1 [$W/(m^2K)$]	$g_{gl,n1}$ [-]	U_2 [$W/(m^2K)$]	$g_{gl,n2}$ [-]
1,85	1,26	2,00	4,90	0,85	3,00	-

TIPOLOGIA IMPIANTISTICA

IMPIANTO DI RISCALDAMENTO

GENERAZIONE	$\eta_{H,gn}$ = 0,82	*ACCUMULO*	$Q_{ls,H,s}$ = 0 kWh/m^2	*DISTRIBUZIONE*	$\eta_{H,d}$ = 0,89	*AUSILIARIO*	$Q_{aux,H}$ = 3,7 kWh/m^2
caldaia standard a gas, bruciatore atmosferico, installata in ambiente climatizzato, camino < 10 m, antecedente al 1996		-		distribuzione centralizzata orizzontale in ambienti riscaldati / 1961-1976		pompa di circolazione per impianto centralizzato - ausiliario elettrico per caldaia standard con bruciatore atmosferico	

IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ACQUA CALDA SANITARIA

GENERAZIONE	$\eta_{W,gn}$ = 0,80	*ACCUMULO*	$Q_{ls,W,s}$ = 3,9 kWh/m^2	*DISTRIBUZIONE*	$Q_{ls,W,d}$ = 8,2 kWh/m^2	*AUSILIARIO*	$Q_{aux,W}$ = 3,9 kWh/m^2
caldaia standard a gas (produzione combinata di riscaldamento e ACS), bruciatore atmosferico, installata in ambiente climatizzato, camino < 10 m, antecedente al 1996		serbatoio di accumulo di acqua calda, in ambiente climatizzato - basso livello di isolamento		distribuzione di ACS con ricircolo, rete affacciata all'interno, fino al 1975		produzione di ACS centralizzata con pompa di circolazione - ausiliario elettrico per caldaia standard con bruciatore atmosferico	

RIQUALIFICAZIONE STANDARD

INTERVENTI SULL'INVOLUCRO

ELEMENTO	U_{ex} W/(m^{2}K)	U_{new} W/(m^{2}K)	TIPO DI INTERVENTO
COPERTURA	1,85	0,30	Inserimento isolante (11 cm)
PARETE	1,26	0,33	Inserimento isolante (9 cm)
SOLAIO (inferiore)	2,00	0,30	Inserimento isolante (11 cm)
SERRAMENTI	4,90 ($g_{gl,n}$ 0,85) 3,00	2,00 ($g_{gl,n}$ 0,67) 2,00	Sostituzione

INTERVENTI SUGLI IMPIANTI

RISCALDAMENTO

GENERAZIONE $\eta_{H,gn}$ = 0,98	*ACCUMULO* $Q_{ls,H,s}$ = 0 kWh/m^2	*DISTRIBUZIONE* $\eta_{H,d}$ = 0,96	*AUSILIARIO* $Q_{aux,H}$ = 4,4 kWh/m^2
caldaia a condensazione, installata in centrale termica	-	distribuzione centralizzata orizzontale in ambienti riscaldati / livello di isolamento elevato	pompa di circolazione per impianto centralizzato - ausiliario elettrico per caldaia a condensazione

ACQUA CALDA SANITARIA

GENERAZIONE $\eta_{W,gn}$ = 0,99	*ACCUMULO* $Q_{ls,W,s}$ = 1,3 kWh/m^2	*DISTRIBUZIONE* $Q_{ls,W,d}$ = 1,80 kWh/m^2	*AUSILIARIO* $Q_{aux,W}$ = 4,6 kWh/m^2
caldaia a condensazione, installata in centrale termica	serbatoio di accumulo di acqua calda, in ambiente climatizzato - alto livello di isolamento	distribuzione di ACS con ricircolo, rete affacciata all'interno, dopo il 1991	produzione di ACS centralizzata con pompa di circolazione - ausiliario elettrico per caldaia a condensazione

RIQUALIFICAZIONE AVANZATA

INTERVENTI SULL'INVOLUCRO

ELEMENTO	U_{ex} W/(m^{2}K)	U_{new} W/(m^{2}K)	TIPO DI INTERVENTO
COPERTURA	1,85	0,23	Inserimento isolante (15 cm)
PARETE	1,26	0,25	Inserimento isolante (13 cm)
SOLAIO (inferiore)	2,00	0,23	Inserimento isolante (15 cm)
SERRAMENTI	4,90 ($g_{gl,n}$ 0,85) 3,00	1,70 ($g_{gl,n}$ 0,5) 1,70	Sostituzione

INTERVENTI SUGLI IMPIANTI

RISCALDAMENTO

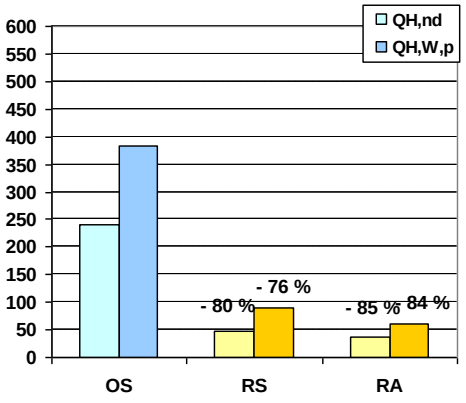
GENERAZIONE $\eta_{H,gn(FNR)}$ = 0,98	*ACCUMULO* $Q_{ls,H,s}$ = 1,4 kWh/m^2	*DISTRIBUZIONE* $\eta_{H,d}$ = 0,97	*AUSILIARIO* $Q_{aux,H}$ = 4,4 kWh/m^2
solare termico (20%)	serbatoio di accumulo di acqua calda per riscaldamento - alto livello di isolamento	distribuzione centralizzata orizzontale in ambienti riscaldati / livello di isolamento elevato	pompa di circolazione per impianto centralizzato - ausiliario elettrico per caldaia a condensazione
caldaia a condensazione (80%)			

ACQUA CALDA SANITARIA

GENERAZIONE $\eta_{W,gn(FNR)}$ = 0,99	*ACCUMULO* $Q_{ls,W,s}$ = 1,3 kWh/m^2	*DISTRIBUZIONE* $Q_{ls,W,d}$ = 1,80 kWh/m^2	*AUSILIARIO* $Q_{aux,W}$ = 4,9 kWh/m^2
solare termico (60%)	serbatoio di accumulo di acqua calda, in ambiente climatizzato - alto livello di isolamento	distribuzione di ACS con ricircolo, rete affacciata all'interno, dopo il 1991	produzione di ACS centralizzata con impianto solare termico, con pompa di circolazione, in associazione ad una caldaia a condensazione (ausiliario elettrico)
caldaia a condensazione (40%)			

PRESTAZIONE ENERGETICA

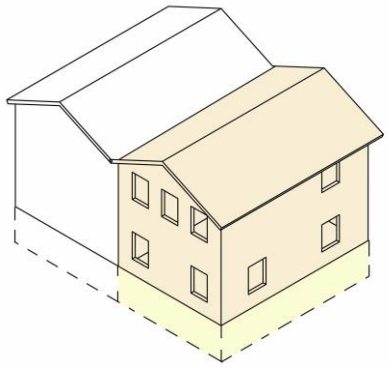
Stato originario (SO)		Riqualificazione standard (RS)		Riqualificazione avanzata (RA)	
$Q_{H,nd}$ [kWh/m^2]	241	$Q_{H,nd}$ [kWh/m^2]	47,9	$Q_{H,nd}$ [kWh/m^2]	37,1
$Q_{W,nd}$ [kWh/m^2]	16,6	$Q_{W,nd}$ [kWh/m^2]	16,6	$Q_{W,nd}$ [kWh/m^2]	16,6
$Q_{H,p}$ [kWh/m^2]	340	$Q_{H,p}$ [kWh/m^2]	60,4	$Q_{H,p}$ [kWh/m^2]	41,9
$Q_{W,p}$ [kWh/m^2]	44,4	$Q_{W,p}$ [kWh/m^2]	29,9	$Q_{W,p}$ [kWh/m^2]	18,6
$Q_{H,W,p}$ [kWh/m^2]	384	$Q_{H,W,p}$ [kWh/m^2]	90,4	$Q_{H,W,p}$ [kWh/m^2]	60,5



Regione/Zona climatica: Area climatica media

Classe di epoca di costruzione: 6 (1976-1990)

Classe di dimensione edilizia: Casa a schiera



V [m^3]	S/V [m^{-1}]	$A_{f,n}$ [m^2]	Numero di appartamenti	Numero di piani climatizzati
434	0,69	125	1	2

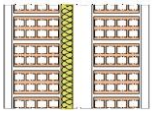
STATO ORIGINARIO

TIPOLOGIA COSTRUTTIVA

COPERTURA

Tetto a falde con struttura e tavolato in legno, basso livello di isolamento

PARETE



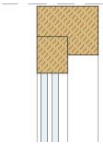
Muratura a cassa-vuota con mattoni forati (40 cm), basso livello di isolamento

SOLAIO

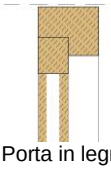
(inferiore, su ambiente non riscaldato)

Solaio latero-cementizio, basso livello di isolamento

SERRAMENTI



1. Vetro-camera con intercapedine d'aria, telaio in legno



2. Porta in legno a doppio pannello

COPERTURA	PARETE	SOLAIO (inferiore)	SERRAMENTI			
U [W/(m^2K)]	U [W/(m^2K)]	U [W/(m^2K)]	U_1 [W/(m^2K)]	$g_{gl,n1}$ [-]	U_2 [W/(m^2K)]	$g_{gl,n2}$ [-]
0,95	**0,76**	**0,98**	**2,80**	**0,75**	**1,70**	**-**

TIPOLOGIA IMPIANTISTICA

IMPIANTO DI RISCALDAMENTO

GENERAZIONE	$\eta_{H,gn}$ = 0,86	*ACCUMULO*	$Q_{ls,H,s}$ = 0 kWh/m^2	*DISTRIBUZIONE*	$\eta_{H,d}$ = 0,86	*AUSILIARIO*	$Q_{aux,H}$ = 4,4 kWh/m^2
caldaia standard a gas, bruciatore ad aria soffiata, installata in centrale termica, antecedente al 1996		-		distribuzione centralizzata a colonne montanti verticali, collegamenti orizzontali in ambienti non riscaldati (es. cantina o terreno) / 1977-1993		pompa di circolazione per impianto centralizzato - ausiliario elettrico per caldaia con bruciatore ad aria soffiata	

IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ACQUA CALDA SANITARIA

GENERAZIONE	$\eta_{W,gn}$ = 0,75	*ACCUMULO*	$Q_{ls,W,s}$ = 0 kWh/m^2	*DISTRIBUZIONE*	$Q_{ls,W,d}$ = 0,65 kWh/m^2	*AUSILIARIO*	$Q_{aux,W}$ = 0 kWh/m^2
bollitore elettrico ad accumulo		-		distribuzione di ACS senza ricircolo, rete affacciata all'interno - dopo il 1975		produzione di ACS per appartamento o separata/individuale	

RIQUALIFICAZIONE STANDARD

INTERVENTI SULL'INVOLUCRO

ELEMENTO	U_{ex} W/(m²K)	U_{new} W/(m²K)	TIPO DI INTERVENTO
COPERTURA	0,95	0,30	Inserimento isolante (9 cm)
PARETE	0,76	0,33	Inserimento isolante (7 cm)
SOLAIO (inferiore)	0,98	0,30	Inserimento isolante (9 cm)
SERRAMENTI	2,80 ($g_{gl,n}$ 0,75)	2,00 ($g_{gl,n}$ 0,67)	Sostituzione
	1,70	-	Nessuno

INTERVENTI SUGLI IMPIANTI

RISCALDAMENTO

GENERAZIONE $\eta_{H,gn}$ = 0,98	*ACCUMULO* $Q_{ls,H,s}$ = 0 kWh/m²	*DISTRIBUZIONE* $\eta_{H,d}$ = 0,93	*AUSILIARIO* $Q_{aux,H}$ = 4,4 kWh/m²
caldaia a condensazione, installata in centrale termica	-	distribuzione centralizzata a colonne montanti verticali, collegamenti orizzontali in ambienti non riscaldati (es. cantina o terreno) / livello di isolamento elevato	pompa di circolazione per impianto centralizzato - ausiliario elettrico per caldaia a condensazione

ACQUA CALDA SANITARIA

GENERAZIONE $\eta_{W,gn}$ = 0,90	*ACCUMULO* $Q_{ls,W,s}$ = 0 kWh/m²	*DISTRIBUZIONE* $Q_{ls,W,d}$ = 0,65 kWh/m²	*AUSILIARIO* $Q_{aux,W}$ = 0 kWh/m²
caldaietta a condensazione a gas per la produzione di acqua calda sanitaria	-	distribuzione di ACS senza ricircolo, rete affacciata all'interno - dopo il 1975	produzione di ACS per appartamento o separata/individuale

RIQUALIFICAZIONE AVANZATA

INTERVENTI SULL'INVOLUCRO

ELEMENTO	U_{ex} W/(m²K)	U_{new} W/(m²K)	TIPO DI INTERVENTO
COPERTURA	0,95	0,23	Inserimento isolante (14 cm)
PARETE	0,76	0,25	Inserimento isolante (11 cm)
SOLAIO (inferiore)	0,98	0,23	Inserimento isolante (13 cm)
SERRAMENTI	2,80 ($g_{gl,n}$ 0,75)	1,70 ($g_{gl,n}$ 0,5)	Sostituzione
	1,70	-	Nessuno

INTERVENTI SUGLI IMPIANTI

RISCALDAMENTO

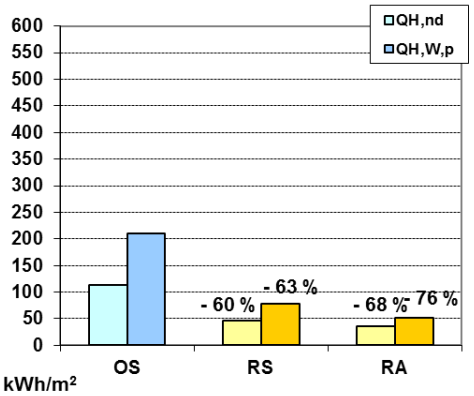
GENERAZIONE *COP* = 3,46	*ACCUMULO* $Q_{ls,H,s}$ = 1,4 kWh/m²	*DISTRIBUZIONE* $\eta_{H,d}$ = 0,94	*AUSILIARIO* $Q_{aux,H}$ = 2,7 kWh/m²
pompa di calore geotermica	serbatoio di accumulo di acqua calda per riscaldamento - alto livello di isolamento	distribuzione centralizzata a colonne montanti verticali, collegamenti orizzontali in ambienti non riscaldati (es. cantina o terreno) / livello di isolamento elevato	pompa di circolazione per impianto centralizzato

ACQUA CALDA SANITARIA

GENERAZIONE *COP* = 3,48	*ACCUMULO* $Q_{ls,W,s}$ = 3,6 kWh/m²	*DISTRIBUZIONE* $Q_{ls,W,d}$ = 2,4 kWh/m²	*AUSILIARIO* $Q_{aux,W}$ = 3,2 kWh/m²
pompa di calore geotermica	serbatoio di accumulo di acqua calda, in ambiente non climatizzato - alto livello di isolamento	distribuzione di ACS con ricircolo, porzione di rete affacciata all'esterno, dopo il 1991	produzione di ACS centralizzata con pompa di circolazione

PRESTAZIONE ENERGETICA

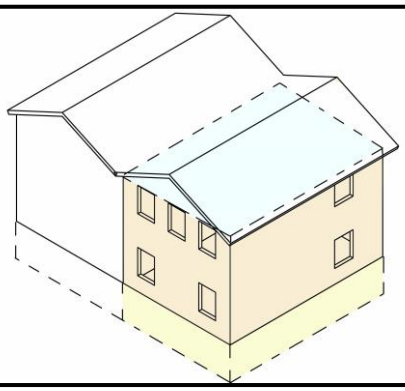
Stato originario (SO)		**Riqualificazione standard (RS)**		**Riqualificazione avanzata (RA)**	
$Q_{H,nd}$ [kWh/m²]	113	$Q_{H,nd}$ [kWh/m²]	45,7	$Q_{H,nd}$ [kWh/m²]	36,0
$Q_{W,nd}$ [kWh/m²]	15,3	$Q_{W,nd}$ [kWh/m²]	15,3	$Q_{W,nd}$ [kWh/m²]	15,3
$Q_{H,p}$ [kWh/m²]	164	$Q_{H,p}$ [kWh/m²]	59,8	$Q_{H,p}$ [kWh/m²]	30,8
$Q_{W,p}$ [kWh/m²]	46,3	$Q_{W,p}$ [kWh/m²]	17,8	$Q_{W,p}$ [kWh/m²]	20,3
$Q_{H,W,p}$ [kWh/m²]	210	$Q_{H,W,p}$ [kWh/m²]	77,6	$Q_{H,W,p}$ [kWh/m²]	51,1



Regione/Zona climatica: Area climatica media

Classe di epoca di costruzione: 7 (1991-2005)

Classe di dimensione edilizia: Casa a schiera



V [m^3]	*S/V* [m^{-1}]	$A_{f,n}$ [m^2]	Numero di appartamenti	Numero di piani climatizzati
426	0,67	111	1	2

STATO ORIGINARIO

TIPOLOGIA COSTRUTTIVA

COPERTURA

Tetto a falde in laterizio [sottotetto non climatizzato]

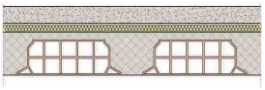
PARETE

Muratura in mattoni forati (40 cm), medio livello di isolamento

SOLAIO (superiore, verso ambiente non riscaldato)

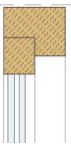
Solaio latero-cementizio, medio livello di isolamento

SOLAIO (inferiore, su ambiente non riscaldato)

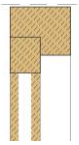


Solaio latero-cementizio, medio livello di isolamento

SERRAMENTI



1. Vetro-camera con intercapedine d'aria, telaio in legno



2. Porta in legno a doppio pannello

COPERTURA	PARETE	SOLAIO (superiore)	SOLAIO (inferiore)	SERRAMENTI			
U [$W/(m^2K)$]	*U* [$W/(m^2K)$]	*U* [$W/(m^2K)$]	*U* [$W/(m^2K)$]	U_1 [$W/(m^2K)$]	$g_{gl,n1}$ [-]	U_2 [$W/(m^2K)$]	$g_{gl,n2}$ [-]
2,20	**0,59**	**0,69**	**0,77**	**2,80**	**0,75**	**1,70**	**-**

TIPOLOGIA IMPIANTISTICA

IMPIANTO DI RISCALDAMENTO

GENERAZIONE	$\eta_{H,gn}$ = 0,79	*ACCUMULO*	$Q_{ls,H,s}$ = 0 kWh/m^2	*DISTRIBUZIONE*	$\eta_{H,d}$ = 0,88	*AUSILIARIO*	$Q_{aux,H}$ = 3,7 kWh/m^2
caldaia standard a gas, bruciatore atmosferico, installata in ambiente non climatizzato, camino < 10 m, successiva al 1996		-		distribuzione centralizzata a colonne montanti verticali, collegamenti orizzontali in ambienti non riscaldati (es. cantina o terreno) / 1994-2005		pompa di circolazione per impianto centralizzato - ausiliario elettrico per caldaia standard con bruciatore atmosferico	

IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ACQUA CALDA SANITARIA

GENERAZIONE	$\eta_{W,gn}$ = 0,78	*ACCUMULO*	$Q_{ls,W,s}$ = 5,4 kWh/m^2	*DISTRIBUZIONE*	$Q_{ls,W,d}$ = 2,4 kWh/m^2	*AUSILIARIO*	$Q_{aux,W}$ = 3,9 kWh/m^2
caldaia standard a gas (produzione combinata riscaldamento e ACS), bruciatore atmosferico, installata in ambiente non climatizzato, camino < 10 m, successiva al 1996		serbatoio di accumulo di acqua calda, in ambiente non climatizzato - medio livello di isolamento		distribuzione di ACS con ricircolo, porzione di rete affacciata all'esterno, dopo il 1991		produzione di ACS centralizzata con pompa di circolazione - ausiliario elettrico per caldaia standard con bruciatore atmosferico	

RIQUALIFICAZIONE STANDARD

INTERVENTI SULL'INVOLUCRO

ELEMENTO	U_{ex} W/(m^{2}K)	U_{new} W/(m^{2}K)	TIPO DI INTERVENTO
COPERTURA	2,20	0,80	Inserimento isolante (3 cm)
PARETE	0,59	0,33	Inserimento isolante (6 cm)
SOLAIO (superiore)	0,69	0,30	Inserimento isolante (8 cm)
SOLAIO (inferiore)	0,77	0,30	Inserimento isolante (8 cm)
SERRAMENTI	2,80 ($g_{gl,n}$ 0,75)	2,00 ($g_{gl,n}$ 0,67)	Sostituzione
	1,70	-	Nessuno

INTERVENTI SUGLI IMPIANTI

RISCALDAMENTO

GENERAZIONE *COP* = 2,41	*ACCUMULO* $Q_{ls,H,s}$ = 1,4 kWh/m^2	*DISTRIBUZIONE* $\eta_{H,d}$ = 0,93	*AUSILIARIO* $Q_{aux,H}$ = 2,7 kWh/m^2
pompa di calore ad aria	serbatoio di accumulo di acqua calda per riscaldamento - alto livello di isolamento	distribuzione centralizzata a colonne montanti verticali, collegamenti orizzontali in ambienti non riscaldati (es. cantina o terreno) / livello di isolamento elevato	pompa di circolazione per impianto centralizzato

ACQUA CALDA SANITARIA

GENERAZIONE *COP* = 2,83	*ACCUMULO* $Q_{ls,W,s}$ = 3,6 kWh/m^2	*DISTRIBUZIONE* $Q_{ls,W,d}$ = 2,40 kWh/m^2	*AUSILIARIO* $Q_{aux,W}$ = 3,2 kWh/m^2
pompa di calore ad aria	serbatoio di accumulo di acqua calda, in ambiente non climatizzato - alto livello di isolamento	distribuzione di ACS con ricircolo, porzione di rete affacciata all'esterno, dopo il 1991	produzione di ACS centralizzata con pompa di circolazione

RIQUALIFICAZIONE AVANZATA

INTERVENTI SULL'INVOLUCRO

ELEMENTO	U_{ex} W/(m^{2}K)	U_{new} W/(m^{2}K)	TIPO DI INTERVENTO
COPERTURA	2,20	0,80	Inserimento isolante (3 cm)
PARETE	0,59	0,25	Inserimento isolante (9 cm)
SOLAIO (superiore)	0,69	0,23	Inserimento isolante (12 cm)
SOLAIO (inferiore)	0,77	0,23	Inserimento isolante (12 cm)
SERRAMENTI	2,80 ($g_{gl,n}$ 0,75)	1,70 ($g_{gl,n}$ 0,50)	Sostituzione
	1,70	-	Nessuno

INTERVENTI SUGLI IMPIANTI

RISCALDAMENTO

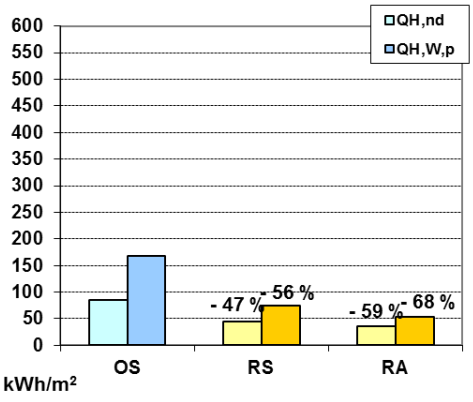
GENERAZIONE COP_{FNR} = 2,41	*ACCUMULO* $Q_{ls,H,s}$ = 1,4 kWh/m^2	*DISTRIBUZIONE* $\eta_{H,d}$ = 0,94	*AUSILIARIO* $Q_{aux,H}$ = 2,7 kWh/m^2
solare termico (20%)	serbatoio di accumulo di acqua calda per riscaldamento - alto livello di isolamento	distribuzione centralizzata a colonne montanti verticali, collegamenti orizzontali in ambienti non riscaldati (es. cantina o terreno) / livello di isolamento elevato	pompa di circolazione per impianto centralizzato
pompa di calore ad aria (80%)			

ACQUA CALDA SANITARIA

GENERAZIONE $\eta_{W,gn(FNR)}$ = 0,99	*ACCUMULO* $Q_{ls,W,s}$ = 3,6 kWh/m^2	*DISTRIBUZIONE* $Q_{ls,W,d}$ = 2,4 kWh/m^2	*AUSILIARIO* $Q_{aux,W}$ = 4,9 kWh/m^2
solare termico (60%)	serbatoio di accumulo di acqua calda, in ambiente non climatizzato - alto livello di isolamento	distribuzione di ACS con ricircolo, porzione di rete affacciata all'esterno, dopo il 1991	produzione di ACS centralizzata con impianto solare termico, con pompa di circolazione, in associazione ad una caldaia a condensazione (ausiliario elettrico)
caldaia a condensazione (40%)			

PRESTAZIONE ENERGETICA

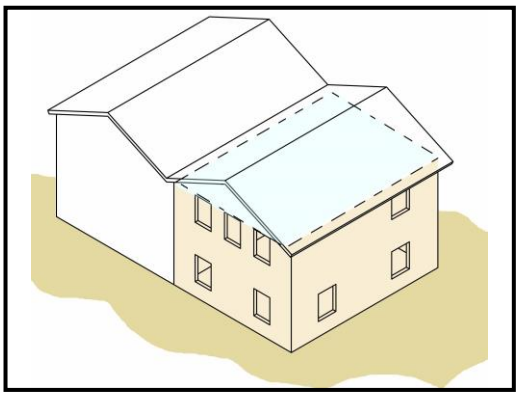
Stato originario (SO)		Riqualificazione standard (RS)		Riqualificazione avanzata (RA)	
$Q_{H,nd}$ [kWh/m^2]	85,1	$Q_{H,nd}$ [kWh/m^2]	44,8	$Q_{H,nd}$ [kWh/m^2]	35,0
$Q_{W,nd}$ [kWh/m^2]	15,8	$Q_{W,nd}$ [kWh/m^2]	15,8	$Q_{W,nd}$ [kWh/m^2]	15,8
$Q_{H,p}$ [kWh/m^2]	130	$Q_{H,p}$ [kWh/m^2]	50,6	$Q_{H,p}$ [kWh/m^2]	33,8
$Q_{W,p}$ [kWh/m^2]	38,7	$Q_{W,p}$ [kWh/m^2]	23,7	$Q_{W,p}$ [kWh/m^2]	19,4
$Q_{H,W,p}$ [kWh/m^2]	169	$Q_{H,W,p}$ [kWh/m^2]	74,2	$Q_{H,W,p}$ [kWh/m^2]	53,2



Regione/Zona climatica: Area climatica media

Classe di epoca di costruzione: 8 (dopo il 2005)

Classe di dimensione edilizia: Casa a schiera



V [m^3]	*S/V* [m^{-1}]	$A_{f,n}$ [m^2]	Numero di appartamenti	Numero di piani climatizzati
519	0,64	127	1	2

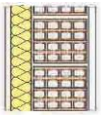
CASO BASE

TIPOLOGIA COSTRUTTIVA

COPERTURA

Tetto a falde in laterizio, medio livello di isolamento [sottotetto non climatizzato]

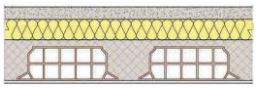
PARETE



Muratura in mattoni alveolati (alta resistanza termica), alto livello di isolamento

SOLAIO

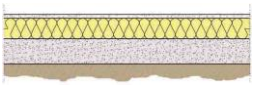
(superiore, verso ambiente non riscaldato)



Solaio latero-cementizio, alto livello di isolamento

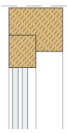
SOLAIO

(inferiore, su terreno)



Basamento in calcestruzzo su terreno, alto livello di isolamento

SERRAMENTI



1. Vetro-camera basso-emissivo con intercapedine d'aria o di altri gas, telaio in legno

2. Porta in legno a doppio pannello

COPERTURA	PARETE	SOLAIO (superiore)	SOLAIO (inferiore)	SERRAMENTI			
U [$W/(m^2K)$]	*U* [$W/(m^2K)$]	*U* [$W/(m^2K)$]	*U* [$W/(m^2K)$]	U_1 [$W/(m^2K)$]	$g_{gl,n1}$ [-]	U_2 [$W/(m^2K)$]	$g_{gl,n2}$ [-]
0,74	**0,34**	**0,30**	**0,33**	**2,20**	**0,67**	**1,70**	**-**

TIPOLOGIA IMPIANTISTICA

IMPIANTO DI RISCALDAMENTO

GENERAZIONE	$\eta_{H,gn}$ = 0,74	*ACCUMULO*	$Q_{ls,H,s}$ = 1,4 kWh/m^2	*DISTRIBUZIONE*	$\eta_{H,d}$ = 0,97	*AUSILIARIO*	$Q_{aux,H}$ = 3,7 kWh/m^2
caldaia a combustione di legna (pellet)		serbatoio di acqua calda per riscaldamento – alto livello di isolamento		distribuzione centralizzata orizzontale in ambienti riscaldati / dopo il 2005		pompa di circolazione per impianto centralizzato - ausiliario elettrico per caldaia a biomassa	

IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ACQUA CALDA SANITARIA

GENERAZIONE	$\eta_{W,gn(FNR)}$ = 0,74	*ACCUMULO*	$Q_{ls,W,s}$ = 1,3 kWh/m^2	*DISTRIBUZIONE*	$Q_{ls,W,d}$ = 1,80 kWh/m^2	*AUSILIARIO*	$Q_{aux,W}$ = 4,1 kWh/m^2
solare termico (50%)		serbatoio di accumulo di acqua calda, in ambiente climatizzato - alto livello di isolamento		distribuzione di ACS con ricircolo, rete affacciata all'interno, dopo il 1991		produzione di ACS centralizzata con impianto solare termico, con pompa di circolazione	
caldaia a combustione di legna (pellet) (50%)							

PRIMA VARIANTE

REQUISITI RELATIVI ALL'INVOLUCRO

ELEMENTO	***U*** W/(m^{2}K)
COPERTURA	0,74
PARETE	0,27
SOLAIO (superiore)	0,24
SOLAIO (inferiore)	0,30
SERRAMENTI	1,80 ($g_{gl,n}$ 0,67) / 1,70

REQUISITI RELATIVI AGLI IMPIANTI

RISCALDAMENTO

GENERAZIONE $\eta_{H,gn(FNR)} = 0,88$	*ACCUMULO* $Q_{ls,H,s} = 1,4$ kWh/m^2	*DISTRIBUZIONE* $\eta_{H,d} = 0,97$	*AUSILIARIO* $Q_{aux,H} = 3,7$ kWh/m^2
solare termico (30%) / caldaia a combustione di legna (pellet) (70%)	serbatoio di acqua calda per riscaldamento – alto livello di isolamento	distribuzione centralizzata orizzontale in ambienti riscaldati / dopo il 2005	pompa di circolazione per impianto centralizzato - ausiliario elettrico per caldaia a biomassa

ACQUA CALDA SANITARIA

GENERAZIONE $\eta_{W,gn(FNR)} = 0,88$	*ACCUMULO* $Q_{ls,W,s} = 1,3$ kWh/m^2	*DISTRIBUZIONE* $Q_{ls,W,d} = 1,80$ kWh/m^2	*AUSILIARIO* $Q_{aux,W} = 4,1$ kWh/m^2
solare termico (50%) / caldaia a combustione di legna (pellet) (50%)	serbatoio di accumulo di acqua calda, in ambiente climatizzato - alto livello di isolamento	distribuzione di ACS con ricircolo, rete affacciata all'interno, dopo il 1991	produzione di ACS centralizzata con impianto solare termico, con pompa di circolazione

Produzione annuale di energia elettrica impianto fotovoltaico: 12,6 kWh/m^2

SECONDA VARIANTE

REQUISITI RELATIVI ALL'INVOLUCRO

ELEMENTO	***U*** W/(m^{2}K)
COPERTURA	0,11
PARETE	0,13
SOLAIO (superiore)	0,13
SOLAIO (inferiore)	0,14
SERRAMENTI	1,10 ($g_{gl,n}$ 0,50) / 1,00

REQUISITI RELATIVI AGLI IMPIANTI

RISCALDAMENTO

GENERAZIONE $COP_{FNR} = 3,46$	*ACCUMULO* $Q_{ls,H,s} = 1,4$ kWh/m^2	*DISTRIBUZIONE* $\eta_{H,d} = 0,98$	*AUSILIARIO** $Q_{aux,H} = 2,7$ kWh/m^2
solare termico (45%) / pompa di calore geotermica (55%)	serbatoio di acqua calda per riscaldamento – alto livello di isolamento	distribuzione centralizzata orizzontale in ambienti riscaldati / livello di isolamento elevato	pompa di circolazione per impianto centralizzato

* In aggiunta si considera il consumo medio annuo di energia elettrica per il ventilatore, pari a 1,42 kWh/m^2

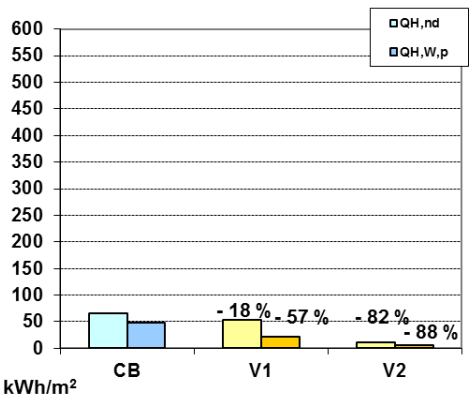
ACQUA CALDA SANITARIA

GENERAZIONE $COP_{FNR} = 3,48$	*ACCUMULO* $Q_{ls,W,s} = 1,3$ kWh/m^2	*DISTRIBUZIONE* $Q_{ls,W,d} = 1,80$ kWh/m^2	*AUSILIARIO* $Q_{aux,W} = 4,1$ kWh/m^2
solare termico (75%) / pompa di calore geotermica (25%)	serbatoio di accumulo di acqua calda, in ambiente climatizzato - alto livello di isolamento	distribuzione di ACS con ricircolo, rete affacciata all'interno, dopo il 1991	produzione di ACS centralizzata con impianto solare termico, con pompa di circolazione

Produzione annuale di energia elettrica impianto fotovoltaico: 27 kWh/m^2

PRESTAZIONE ENERGETICA

Caso base (CB)		**Prima variante (V1)**		**Seconda variante (V2)**	
$Q_{H,nd}$ [kWh/m^2]	65,8	$Q_{H,nd}$ [kWh/m^2]	53,7	$Q_{H,nd}$ [kWh/m^2]	11,6
$Q_{W,nd}$ [kWh/m^2]	15,3	$Q_{W,nd}$ [kWh/m^2]	15,3	$Q_{W,nd}$ [kWh/m^2]	15,3
$Q_{H,p}$ [kWh/m^2]	36,1	$Q_{H,p}$ [kWh/m^2]	16,5	$Q_{H,p}$ [kWh/m^2]	4,60
$Q_{W,p}$ [kWh/m^2]	12,6	$Q_{W,p}$ [kWh/m^2]	4,37	$Q_{W,p}$ [kWh/m^2]	1,43
$Q_{H,W,p}$ [kWh/m^2]	48,7	$Q_{H,W,p}$ [kWh/m^2]	20,9	$Q_{H,W,p}$ [kWh/m^2]	6,03



8.3. Edifici multifamiliari

Regione/Zona climatica: Area climatica media

Classe di epoca di costruzione: 1 (fino al 1900)

Classe di dimensione edilizia: Edificio multifamiliare

V [m^3]	*S/V* [m^{-1}]	$A_{f,l}$ [m^2]	Numero di appartamenti	Numero di piani climatizzati
2684	0,55	647	5	2

STATO ORIGINARIO

TIPOLOGIA COSTRUTTIVA

COPERTURA

Tetto a falde con struttura e tavolato in legno [sottotetto non climatizzato]

PARETE

Muratura di pietra listata con mattoni (60 cm)

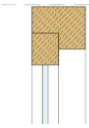
SOLAIO (superiore, verso ambiente non riscaldato)

Solaio a volte in laterizio

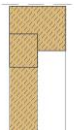
SOLAIO (inferiore, su ambiente non riscaldato)

Solaio a volte in laterizio

SERRAMENTI



1. Vetro singolo, telaio in legno



2. Porta in legno

COPERTURA	PARETE	SOLAIO (superiore)	SOLAIO (inferiore)	SERRAMENTI			
U [$W/(m^2K)$]	*U* [$W/(m^2K)$]	*U* [$W/(m^2K)$]	*U* [$W/(m^2K)$]	U_1 [$W/(m^2K)$]	$g_{gl,n1}$ [-]	U_2 [$W/(m^2K)$]	$g_{gl,n2}$ [-]
1,80	**1,19**	**2,07**	**1,58**	**4,90**	**0,85**	**3,00**	**-**

TIPOLOGIA IMPIANTISTICA

IMPIANTO DI RISCALDAMENTO

GENERAZIONE	$\eta_{H,gn}$ = 0,71	*ACCUMULO*	$Q_{ls,H,s}$ = 0 kWh/m^2	*DISTRIBUZIONE*	$\eta_{H,d}$ = 0,81	*AUSILIARIO*	$Q_{aux,H}$ = 1,7 kWh/m^2
caldaia standard (gas), bruciatore atmosferico, installata in ambiente non climatizzato, camino > 10 m, antecedente al 1996		-		distribuzione centralizzata a colonne montanti verticali, collegamenti orizzontali in ambienti non riscaldati (es. cantina o terreno) / fino al 1960		pompa di circolazione per impianto centralizzato - ausiliario elettrico per caldaia standard con bruciatore atmosferico	

IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ACQUA CALDA SANITARIA

GENERAZIONE	$\eta_{W,gn}$ = 0,77	*ACCUMULO*	$Q_{ls,W,s}$ = 0 kWh/m^2	*DISTRIBUZIONE*	$Q_{ls,W,d}$ = 1,02 kWh/m^2	*AUSILIARIO*	$Q_{aux,W}$ = 0 kWh/m^2
caldaia standard a gas per per la produzione istantanea di acqua calda sanitaria, a camera aperta senza pilota permanente		-		distribuzione di acqua calda sanitaria separata per appartamento, senza ricircolo - fino al 1975		produzione di ACS per appartamento o separata/individuale	

RIQUALIFICAZIONE STANDARD

INTERVENTI SULL'INVOLUCRO

ELEMENTO	U_{ex} W/(m²K)	U_{new} W/(m²K)	TIPO DI INTERVENTO
COPERTURA	1,80	0,80	Inserimento isolante (3 cm)
PARETE	1,19	0,33	Inserimento isolante (9 cm)
SOLAIO (superiore)	2,07	0,30	Inserimento isolante (11 cm)
SOLAIO (inferiore)	1,58	0,30	Inserimento isolante (11 cm)
SERRAMENTI	4,90 ($g_{gl,n}$ 0,85) 3,00	2,00 ($g_{gl,n}$ 0,67) 2,00	Sostituzione

INTERVENTI SUGLI IMPIANTI

RISCALDAMENTO

GENERAZIONE $\eta_{H,gn}$ = 0,98	*ACCUMULO* $Q_{ls,H,s}$ = 0 kWh/m²	*DISTRIBUZIONE* $\eta_{H,d}$ = 0,93	*AUSILIARIO* $Q_{aux,H}$ = 2,6 kWh/m²
caldaia a condensazione, installata in centrale termica	-	distribuzione centralizzata a colonne montanti verticali, collegamenti orizzontali in ambienti non riscaldati (es. cantina o terreno) / livello di isolamento elevato	pompa di circolazione per impianto centralizzato - ausiliario elettrico per caldaia a condensazione

ACQUA CALDA SANITARIA

GENERAZIONE $\eta_{W,gn}$ = 0,90	*ACCUMULO* $Q_{ls,W,s}$ = 0 kWh/m²	*DISTRIBUZIONE* $Q_{ls,W,d}$ = 0,68 kWh/m²	*AUSILIARIO* $Q_{aux,W}$ = 0 kWh/m²
caldaietta a condensazione a gas per la produzione di acqua calda sanitaria	-	distribuzione di acqua calda sanitaria separata per appartamento, senza ricircolo - dopo il 1975	produzione di ACS per appartamento o separata/individuale

RIQUALIFICAZIONE AVANZATA

INTERVENTI SULL'INVOLUCRO

ELEMENTO	U_{ex} W/(m²K)	U_{new} W/(m²K)	TIPO DI INTERVENTO
COPERTURA	1,80	0,80	Inserimento isolante (3 cm)
PARETE	1,19	0,25	Inserimento isolante (13 cm)
SOLAIO (superiore)	2,07	0,23	Inserimento isolante (15 cm)
SOLAIO (inferiore)	1,58	0,23	Inserimento isolante (15 cm)
SERRAMENTI	4,90 ($g_{gl,n}$ 0,85) 3,00	1,70 ($g_{gl,n}$ 0,50) 1,70	Sostituzione

INTERVENTI SUGLI IMPIANTI

RISCALDAMENTO

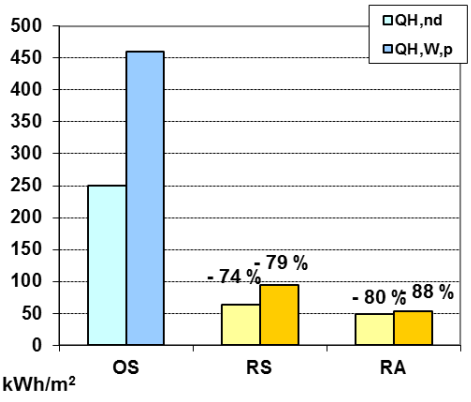
GENERAZIONE *COP* = 3,46	*ACCUMULO* $Q_{ls,H,s}$ = 0,8 kWh/m²	*DISTRIBUZIONE* $\eta_{H,d}$ = 0,94	*AUSILIARIO* $Q_{aux,H}$ = 1,6 kWh/m²
pompa di calore geotermica	serbatoio di accumulo di acqua calda per riscaldamento centralizzato - alto livello di isolamento	distribuzione centralizzata a colonne montanti verticali, collegamenti orizzontali in ambienti non riscaldati (es. cantina o terreno) / livello di isolamento elevato	pompa di circolazione per impianto centralizzato

ACQUA CALDA SANITARIA

GENERAZIONE *COP* = 3,48	*ACCUMULO* $Q_{ls,W,s}$ = 2,1 kWh/m²	*DISTRIBUZIONE* $Q_{ls,W,d}$ = 2,39 kWh/m²	*AUSILIARIO* $Q_{aux,W}$ = 2 kWh/m²
pompa di calore geotermica	serbatoio di accumulo per produzione centralizzata di ACS, in ambiente non climatizzato - alto livello di isolamento	distribuzione di ACS centralizzata con ricircolo, porzione di rete affacciata all'esterno, dopo il 1991	produzione di ACS centralizzata con pompa di circolazione

PRESTAZIONE ENERGETICA

Stato originario (SO)		Riqualificazione standard (RS)		Riqualificazione avanzata (RA)	
$Q_{H,nd}$ [kWh/m²]	250	$Q_{H,nd}$ [kWh/m²]	64,1	$Q_{H,nd}$ [kWh/m²]	49,0
$Q_{W,nd}$ [kWh/m²]	16,1	$Q_{W,nd}$ [kWh/m²]	16,1	$Q_{W,nd}$ [kWh/m²]	16,1
$Q_{H,p}$ [kWh/m²]	438	$Q_{H,p}$ [kWh/m²]	76,1	$Q_{H,p}$ [kWh/m²]	36,8
$Q_{W,p}$ [kWh/m²]	22,2	$Q_{W,p}$ [kWh/m²]	18,6	$Q_{W,p}$ [kWh/m²]	17,2
$Q_{H,W,p}$ [kWh/m²]	460	$Q_{H,W,p}$ [kWh/m²]	94,7	$Q_{H,W,p}$ [kWh/m²]	53,9



Regione/Zona climatica: Area climatica media

Classe di epoca di costruzione: 2 (1901-1920)

Classe di dimensione edilizia: Edificio multifamiliare

V [m^3]	S/V [m^{-1}]	$A_{f,l}$ [m^2]	Numero di appartamenti	Numero di piani climatizzati
4113	0,54	1306	16	2

STATO ORIGINARIO

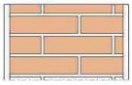
TIPOLOGIA COSTRUTTIVA

COPERTURA

Tetto a falde con struttura e tavolato in legno [sottotetto non climatizzato]

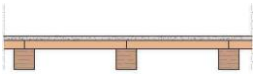
PARETI

1. Muratura di pietra listata con mattoni (60 cm)



2. Muratura in mattoni pieni (38 cm) (verso ambiente non riscaldato)

SOLAIO (superiore, verso ambiente non riscaldato)

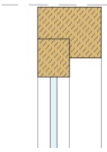


Solaio in legno e tavelle in laterizio

SOLAIO (inferiore, su ambiente non riscaldato)

Solaio a profilati in acciaio e voltine in laterizio

SERRAMENTO



Vetro singolo telaio, in legno

COPERTURA	PARETI		SOLAIO (superiore)	SOLAIO (inferiore)	SERRAMENTO	
U [W/(m^2K)]	U_1 [W/(m^2K)]	U_2 [W/(m^2K)]	U [W/(m^2K)]	U [W/(m^2K)]	U [W/(m^2K)]	$g_{gl,n}$ [-]
1,80	1,19	1,31	2,86	1,87	4,90	0,85

TIPOLOGIA IMPIANTISTICA

IMPIANTO DI RISCALDAMENTO

GENERAZIONE	$\eta_{H,gn}$ = 0,71	*ACCUMULO*	$Q_{ls,H,s}$ = 0 kWh/m^2	*DISTRIBUZIONE*	$\eta_{H,d}$ = 0,81	*AUSILIARIO*	$Q_{aux,H}$ = 1,7 kWh/m^2
caldaia standard (gas), bruciatore atmosferico, installata in ambiente non climatizzato, camino > 10 m, antecedente al 1996		-		distribuzione centralizzata a colonne montanti verticali, collegamenti orizzontali in ambienti non riscaldati (es. cantina o terreno) / fino al 1960		pompa di circolazione per impianto centralizzato - ausiliario elettrico per caldaia standard con bruciatore atmosferico	

IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ACQUA CALDA SANITARIA

GENERAZIONE	$\eta_{W,gn}$ = 0,75	*ACCUMULO*	$Q_{ls,W,s}$ = 0 kWh/m^2	*DISTRIBUZIONE*	$Q_{ls,W,d}$ = 1,13 kWh/m^2	*AUSILIARIO*	$Q_{aux,W}$ = 0 kWh/m^2
bollitore elettrico ad accumulo		-		distribuzione di acqua calda sanitaria separata per appartamento, senza ricircolo - fino al 1975		produzione di ACS per appartamento o separata/individuale	

RIQUALIFICAZIONE STANDARD

INTERVENTI SULL'INVOLUCRO

ELEMENTO	U_{ex} W/(m^{2}K)	U_{new} W/(m^{2}K)	TIPO DI INTERVENTO
COPERTURA	1,80	0,80	Inserimento isolante (3 cm)
PARETI	1,19 1,31	0,33	Inserimento isolante (9 cm; 9 cm)
SOLAIO (superiore)	2,86	0,30	Inserimento isolante (12 cm)
SOLAIO (inferiore)	1,87	0,30	Inserimento isolante (11 cm)
SERRAMENTO	4,90 ($g_{gl,n}$ 0,85)	2,00 ($g_{gl,n}$ 0,67)	Sostituzione

INTERVENTI SUGLI IMPIANTI

RISCALDAMENTO

GENERAZIONE $\eta_{H,gn}$ = 0,80	*ACCUMULO* $Q_{ls,H,s}$ = 0 kWh/m^2	*DISTRIBUZIONE* $\eta_{H,d}$ = 0,93	*AUSILIARIO* $Q_{aux,H}$ = 1,6 kWh/m^2
teleriscaldamento - sottostazione di scambio termico ad elevata efficienza	-	distribuzione centralizzata a colonne montanti verticali, collegamenti orizzontali in ambienti non riscaldati (es. cantina o terreno) / livello di isolamento elevato	pompa di circolazione per impianto centralizzato

ACQUA CALDA SANITARIA

GENERAZIONE $\eta_{W,gn(FNR)}$ = 0,75	*ACCUMULO* $Q_{ls,W,s}$ = 0,7 kWh/m^2	*DISTRIBUZIONE* $Q_{ls,W,d}$ = 0,75 kWh/m^2	*AUSILIARIO* $Q_{aux,W}$ = 2,2 kWh/m^2
solare termico (60%)	serbatoio di accumulo per produzione centralizzata di ACS, in ambiente climatizzato - alto livello di isolamento	distribuzione di acqua calda sanitaria separata per appartamento, senza ricircolo - dopo il 1975	produzione di ACS centralizzata con impianto solare termico, con pompa di circolazione
bollitore elettrico ad accumulo (40%)			

RIQUALIFICAZIONE AVANZATA

INTERVENTI SULL'INVOLUCRO

ELEMENTO	U_{ex} W/(m^{2}K)	U_{new} W/(m^{2}K)	TIPO DI INTERVENTO
COPERTURA	1,80	0,80	Inserimento isolante (3 cm)
PARETI	1,19 1,31	0,25	Inserimento isolante (13 cm; 13 cm)
SOLAIO (superiore)	2,86	0,23	Inserimento isolante (16 cm)
SOLAIO (inferiore)	1,87	0,23	Inserimento isolante (15 cm)
SERRAMENTO	4,90 ($g_{gl,n}$ 0,85)	1,70 ($g_{gl,n}$ 0,50)	Sostituzione

INTERVENTI SUGLI IMPIANTI

RISCALDAMENTO

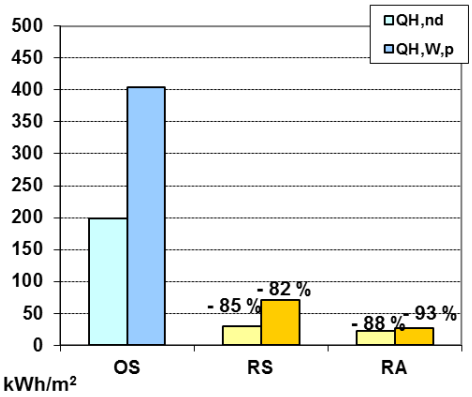
GENERAZIONE $COP_{(FNR)}$ = 3,46	*ACCUMULO* $Q_{ls,H,s}$ = 0,8 kWh/m^2	*DISTRIBUZIONE* $\eta_{H,d}$ = 0,94	*AUSILIARIO* $Q_{aux,H}$ = 1,6 kWh/m^2
solare termico (20%)	serbatoio di accumulo di acqua calda per riscaldamento centralizzato - alto livello di isolamento	distribuzione centralizzata a colonne montanti verticali, collegamenti orizzontali in ambienti non riscaldati (es. cantina o terreno) / livello di isolamento elevato	pompa di circolazione per impianto centralizzato
pompa di calore geotermica (80%)			

ACQUA CALDA SANITARIA

GENERAZIONE $COP_{(FNR)}$ = 3,48	*ACCUMULO* $Q_{ls,W,s}$ = 2,1 kWh/m^2	*DISTRIBUZIONE* $Q_{ls,W,d}$ = 2,39 kWh/m^2	*AUSILIARIO* $Q_{aux,W}$ = 2,2 kWh/m^2
solare termico (60%)	serbatoio di accumulo per produzione centralizzata di ACS, in ambiente non climatizzato - alto livello di isolamento	distribuzione di ACS centralizzata con ricircolo, porzione di rete affacciata all'esterno, dopo il 1991	produzione di ACS centralizzata con impianto solare termico, con pompa di circolazione
pompa di calore geotermica (40%)			

PRESTAZIONE ENERGETICA

Stato originario (SO)		**Riqualificazione standard (RS)**		**Riqualificazione avanzata (RA)**	
$Q_{H,nd}$ [kWh/m^2]	199	$Q_{H,nd}$ [kWh/m^2]	30,0	$Q_{H,nd}$ [kWh/m^2]	23,1
$Q_{W,nd}$ [kWh/m^2]	17,9	$Q_{W,nd}$ [kWh/m^2]	17,9	$Q_{W,nd}$ [kWh/m^2]	17,9
$Q_{H,p}$ [kWh/m^2]	349	$Q_{H,p}$ [kWh/m^2]	43,7	$Q_{H,p}$ [kWh/m^2]	16,2
$Q_{W,p}$ [kWh/m^2]	55,1	$Q_{W,p}$ [kWh/m^2]	27,2	$Q_{W,p}$ [kWh/m^2]	10,4
$Q_{H,W,p}$ [kWh/m^2]	404	$Q_{H,W,p}$ [kWh/m^2]	70,9	$Q_{H,W,p}$ [kWh/m^2]	26,6



Regione/Zona climatica: Area climatica media

Classe di epoca di costruzione: 3 (1921-1945)

Classe di dimensione edilizia: Edificio multifamiliare

V [m^3]	S/V [m^{-1}]	$A_{f,l}$ [m^2]	Numero di appartamenti	Numero di piani climatizzati
4388	0,51	1164	20	4

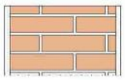
STATO ORIGINARIO

TIPOLOGIA COSTRUTTIVA

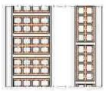
COPERTURA

Tetto a falde con struttura e tavolato in legno [sottotetto non climatizzato]

PARETI

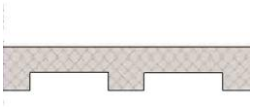


1. Muratura in mattoni pieni (38 cm)



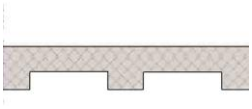
2. Muratura a cassa-vuota con mattoni forati (30 cm) (verso ambiente non riscaldato)

SOLAIO (superiore, verso ambiente non riscaldato)



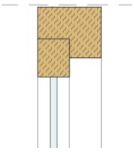
Soletta in calcestruzzo armato

SOLAIO (inferiore, su ambiente non riscaldato)



Soletta in calcestruzzo armato

SERRAMENTO



Vetro singolo telaio, in legno

COPERTURA	PARETI		SOLAIO (superiore)	SOLAIO (inferiore)	SERRAMENTO	
U [$W/(m^2K)$]	U_1 [$W/(m^2K)$]	U_2 [$W/(m^2K)$]	U [$W/(m^2K)$]	U [$W/(m^2K)$]	U [$W/(m^2K)$]	$g_{gl,n}$ [-]
1,80	1,48	1,04	2,66	1,95	4,90	0,85

TIPOLOGIA IMPIANTISTICA

IMPIANTO DI RISCALDAMENTO

GENERAZIONE	$\eta_{H,gn}$ = 0,85	*ACCUMULO*	$Q_{ls,H,s}$ = 4,4 kWh/m²	*DISTRIBUZIONE*	$\eta_{H,d}$ = 0,83	*AUSILIARIO*	$Q_{aux,H}$ = 2,6 kWh/m²
caldaia standard a gas, bruciatore ad aria soffiata, installata in centrale termica, antecedente al 1996		serbatoio di accumulo di acqua calda per riscaldamento centralizzato - basso livello di isolamento		distribuzione centralizzata a colonne montanti verticali, collegamenti orizzontali in ambienti non riscaldati (es. cantina o terreno) / fino al 1960		pompa di circolazione per impianto centralizzato - ausiliario elettrico per caldaia con bruciatore ad aria soffiata	

IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ACQUA CALDA SANITARIA

GENERAZIONE	$\eta_{W,gn}$ = 0,86	*ACCUMULO*	$Q_{ls,W,s}$ = 6,2 kWh/m²	*DISTRIBUZIONE*	$Q_{ls,W,d}$ = 9,66 kWh/m²	*AUSILIARIO*	$Q_{aux,W}$ = 2,8 kWh/m²
caldaia standard a gas, bruciatore ad aria soffiata, installata in centrale termica, antecedente al 1996		serbatoio di accumulo per produzione centralizzata di ACS, in ambiente non climatizzato - basso livello di isolamento		distribuzione di ACS centralizzata con ricircolo, porzione di rete affacciata all'esterno, fino al 1975		produzione di ACS centralizzata con pompa di circolazione - ausiliario elettrico per caldaia standard con bruciatore ad aria soffiata	

RIQUALIFICAZIONE STANDARD

INTERVENTI SULL'INVOLUCRO

ELEMENTO	U_{ex} W/(m²K)	U_{new} W/(m²K)	TIPO DI INTERVENTO
COPERTURA	1,80	0,80	Inserimento isolante (3 cm)
PARETI	1,48 1,04	0,33	Inserimento isolante (9 cm; 8 cm)
SOLAIO (superiore)	2,66	0,30	Inserimento isolante (12 cm)
SOLAIO (inferiore)	1,95	0,30	Inserimento isolante (11 cm)
SERRAMENTO	4,90 ($g_{gl,n}$ 0,85)	2,00 ($g_{gl,n}$ 0,67)	Sostituzione

INTERVENTI SUGLI IMPIANTI

RISCALDAMENTO

GENERAZIONE $\eta_{H,gn} = 0,98$	*ACCUMULO* $Q_{ls,H,s} = 0$ kWh/m²	*DISTRIBUZIONE* $\eta_{H,d} = 0,95$	*AUSILIARIO* $Q_{aux,H} = 2,6$ kWh/m²
caldaia a condensazione, installata in centrale termica	-	distribuzione centralizzata a colonne montanti verticali, collegamenti orizzontali in ambienti non riscaldati (es. cantina o terreno) / livello di isolamento elevato	pompa di circolazione per impianto centralizzato - ausiliario elettrico per caldaia a condensazione

ACQUA CALDA SANITARIA

GENERAZIONE $\eta_{W,gn} = 0,99$	*ACCUMULO* $Q_{ls,W,s} = 2,1$ kWh/m²	*DISTRIBUZIONE* $Q_{ls,W,d} = 2,18$ kWh/m²	*AUSILIARIO* $Q_{aux,W} = 2,8$ kWh/m²
caldaia a condensazione, installata in centrale termica	serbatoio di accumulo per produzione centralizzata di ACS, in ambiente non climatizzato - alto livello di isolamento	distribuzione di ACS centralizzata con ricircolo, porzione di rete affacciata all'esterno, dopo il 1991	produzione di ACS centralizzata con pompa di circolazione - ausiliario elettrico per caldaia a condensazione

RIQUALIFICAZIONE AVANZATA

INTERVENTI SULL'INVOLUCRO

ELEMENTO	U_{ex} W/(m²K)	U_{new} W/(m²K)	TIPO DI INTERVENTO
COPERTURA	1,80	0,80	Inserimento isolante (3 cm)
PARETI	1,48 1,04	0,25	Inserimento isolante (13 cm; 12 cm)
SOLAIO (superiore)	2,66	0,23	Inserimento isolante (16 cm)
SOLAIO (inferiore)	1,95	0,23	Inserimento isolante (15 cm)
SERRAMENTO	4,90 ($g_{gl,n}$ 0,85)	1,70 ($g_{gl,n}$ 0,50)	Sostituzione

INTERVENTI SUGLI IMPIANTI

RISCALDAMENTO

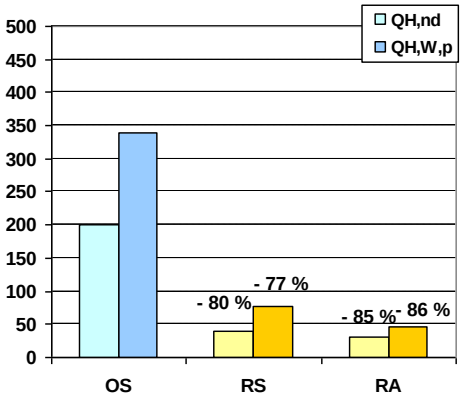
GENERAZIONE $\eta_{H,gn(FNR)} = 0,98$	*ACCUMULO* $Q_{ls,H,s} = 0,8$ kWh/m²	*DISTRIBUZIONE* $\eta_{H,d} = 0,96$	*AUSILIARIO* $Q_{aux,H} = 2,6$ kWh/m²
solare termico (20%)	serbatoio di accumulo di acqua calda per riscaldamento centralizzato - alto livello di isolamento	distribuzione centralizzata a colonne montanti verticali, collegamenti orizzontali in ambienti non riscaldati (es. cantina o terreno) / livello di isolamento elevato	pompa di circolazione per impianto centralizzato - ausiliario elettrico per caldaia a condensazione
caldaia a condensazione (80%)			

ACQUA CALDA SANITARIA

GENERAZIONE $\eta_{W,gn(FNR)} = 0,99$	*ACCUMULO* $Q_{ls,W,s} = 2,1$ kWh/m²	*DISTRIBUZIONE* $Q_{ls,W,d} = 2,18$ kWh/m²	*AUSILIARIO* $Q_{aux,W} = 2,5$ kWh/m²
solare termico (60%)	serbatoio di accumulo per produzione centralizzata di ACS, in ambiente non climatizzato - alto livello di isolamento	distribuzione di ACS centralizzata con ricircolo, porzione di rete affacciata all'esterno, dopo il 1991	produzione di ACS centralizzata con impianto solare termico, con pompa di circolazione, in associazione ad una caldaia a condensazione (ausiliario elettrico)
caldaia a condensazione (40%)			

PRESTAZIONE ENERGETICA

	Stato originario (SO)	**Riqualificazione standard (RS)**	**Riqualificazione avanzata (RA)**
$Q_{H,nd}$ [kWh/m²]	200	39,3	30,5
$Q_{W,nd}$ [kWh/m²]	19,1	19,1	19,1
$Q_{H,p}$ [kWh/m²]	293	47,9	32,2
$Q_{W,p}$ [kWh/m²]	46,7	29,7	14,9
$Q_{H,W,p}$ [kWh/m²]	340	77,6	47,1



Regione/Zona climatica: Area climatica media

Classe di epoca di costruzione: 4 (1946-1960)

Classe di dimensione edilizia: Edificio multifamiliare

V [m^3]	S/V [m^{-1}]	$A_{f,l}$ [m^2]	Numero di appartamenti	Numero di piani climatizzati
3076	0,51	961,3	12	3

STATO ORIGINARIO

TIPOLOGIA COSTRUTTIVA

COPERTURA

Tetto a falde con struttura e tavolato in legno [sottotetto non climatizzato]

PARETI

1. Muratura in mattoni pieni (38 cm)

2. Muratura in mattoni pieni (25 cm) (verso ambiente non riscaldato)

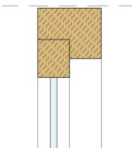
SOLAIO (superiore, verso ambiente non riscaldato)

Solaio latero-cementizio

SOLAIO (inferiore, su ambiente non riscaldato)

Solaio latero-cementizio

SERRAMENTO



Vetro singolo, telaio in legno

COPERTURA	PARETI		SOLAIO (superiore)	SOLAIO (inferiore)	SERRAMENTO	
U [W/(m²K)]	U_1 [W/(m²K)]	U_2 [W/(m²K)]	U [W/(m²K)]	U [W/(m²K)]	U [W/(m²K)]	$g_{gl,n}$ [-]
1,80	1,48	1,70	1,65	1,30	4,90	0,85

TIPOLOGIA IMPIANTISTICA

IMPIANTO DI RISCALDAMENTO

GENERAZIONE	$\eta_{H,gn}$ = 0,85	*ACCUMULO*	$Q_{ls,H,s}$ = 4,4 kWh/m²	*DISTRIBUZIONE*	$\eta_{H,d}$ = 0,82	*AUSILIARIO*	$Q_{aux,H}$ = 2,6 kWh/m²
caldaia standard a gasolio, bruciatore ad aria soffiata, installata in centrale termica, antecedente al 1996		serbatoio di accumulo di acqua calda per riscaldamento centralizzato - basso livello di isolamento		distribuzione centralizzata a colonne montanti verticali, collegamenti orizzontali in ambienti non riscaldati (es. cantina o terreno) / fino al 1960		pompa di circolazione per impianto centralizzato - ausiliario elettrico per caldaia con bruciatore ad aria soffiata	

IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ACQUA CALDA SANITARIA

GENERAZIONE	$\eta_{W,gn}$ = 0,75	*ACCUMULO*	$Q_{ls,W,s}$ = 0 kWh/m²	*DISTRIBUZIONE*	$Q_{ls,W,d}$ = 1,12 kWh/m²	*AUSILIARIO*	$Q_{aux,W}$ = 0 kWh/m²
bollitore elettrico ad accumulo		-		distribuzione di acqua calda sanitaria separata per appartamento, senza ricircolo - fino al 1975		produzione di ACS per appartamento o separata/individuale	

RIQUALIFICAZIONE STANDARD

INTERVENTI SULL'INVOLUCRO

ELEMENTO	U_{ex} W/(m²K)	U_{new} W/(m²K)	TIPO DI INTERVENTO
COPERTURA	1,80	0,80	Inserimento isolante (3 cm)
PARETI	1,48 1,70	0,33	Inserimento isolante (9 cm; 10 cm)
SOLAIO (superiore)	1,65	0,30	Inserimento isolante (11 cm)
SOLAIO (inferiore)	1,30	0,30	Inserimento isolante (10 cm)
SERRAMENTO	4,90 ($g_{gl,n}$ 0,85)	2,00 ($g_{gl,n}$ 0,67)	Sostituzione

INTERVENTI SUGLI IMPIANTI

RISCALDAMENTO

GENERAZIONE $\eta_{H,gn}$ = 0,98	*ACCUMULO* $Q_{ls,H,s}$ = 0 kWh/m²	*DISTRIBUZIONE* $\eta_{H,d}$ = 0,94	*AUSILIARIO* $Q_{aux,H}$ = 2,6 kWh/m²
caldaia a condensazione, installata in centrale termica	-	distribuzione centralizzata a colonne montanti verticali, collegamenti orizzontali in ambienti non riscaldati (es. cantina o terreno) / livello di isolamento elevato	pompa di circolazione per impianto centralizzato - ausiliario elettrico per caldaia a condensazione

ACQUA CALDA SANITARIA

GENERAZIONE $\eta_{W,gn}$ = 0,90	*ACCUMULO* $Q_{ls,W,s}$ = 0 kWh/m²	*DISTRIBUZIONE* $Q_{ls,W,d}$ = 0,74 kWh/m²	*AUSILIARIO* $Q_{aux,W}$ = 0 kWh/m²
caldaietta a condensazione a gas per la produzione di acqua calda sanitaria	-	distribuzione di acqua calda sanitaria separata per appartamento, senza ricircolo - dopo il 1975	produzione di ACS per appartamento o separata/individuale

RIQUALIFICAZIONE AVANZATA

INTERVENTI SULL'INVOLUCRO

ELEMENTO	U_{ex} W/(m²K)	U_{new} W/(m²K)	TIPO DI INTERVENTO
COPERTURA	1,80	0,80	Inserimento isolante (3 cm)
PARETI	1,48 1,70	0,25	Inserimento isolante (13 cm; 14 cm)
SOLAIO (superiore)	1,65	0,23	Inserimento isolante (15 cm)
SOLAIO (inferiore)	1,30	0,23	Inserimento isolante (14 cm)
SERRAMENTO	4,90 ($g_{gl,n}$ 0,85)	1,70 ($g_{gl,n}$ 0,50)	Sostituzione

INTERVENTI SUGLI IMPIANTI

RISCALDAMENTO

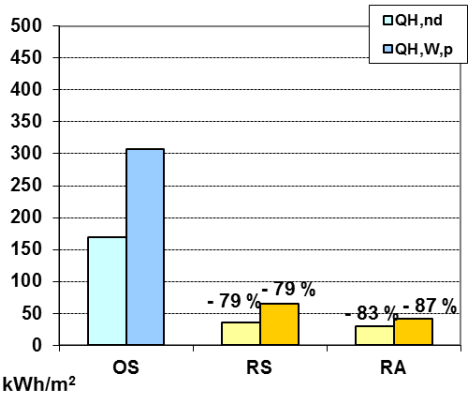
GENERAZIONE *COP* = 3,46	*ACCUMULO* $Q_{ls,H,s}$ = 0,8 kWh/m²	*DISTRIBUZIONE* $\eta_{H,d}$ = 0,95	*AUSILIARIO* $Q_{aux,H}$ = 1,6 kWh/m²
pompa di calore geotermica	serbatoio di accumulo di acqua calda per riscaldamento centralizzato - alto livello di isolamento	distribuzione centralizzata a colonne montanti verticali, collegamenti orizzontali in ambienti non riscaldati (es. cantina o terreno) / livello di isolamento elevato	pompa di circolazione per impianto centralizzato

ACQUA CALDA SANITARIA

GENERAZIONE *COP* = 3,48	*ACCUMULO* $Q_{ls,W,s}$ = 2,1 kWh/m²	*DISTRIBUZIONE* $Q_{ls,W,d}$ = 1,92 kWh/m²	*AUSILIARIO* $Q_{aux,W}$ = 2 kWh/m²
pompa di calore geotermica	serbatoio di accumulo per produzione centralizzata di ACS, in ambiente non climatizzato - alto livello di isolamento	distribuzione di ACS centralizzata con ricircolo, porzione di rete affacciata all'esterno, dopo il 1991	produzione di ACS centralizzata con pompa di circolazione

PRESTAZIONE ENERGETICA

Stato originario (SO)		Riqualificazione standard (RS)		Riqualificazione avanzata (RA)	
$Q_{H,nd}$ [kWh/m²]	170	$Q_{H,nd}$ [kWh/m²]	36,3	$Q_{H,nd}$ [kWh/m²]	29,3
$Q_{W,nd}$ [kWh/m²]	17,7	$Q_{W,nd}$ [kWh/m²]	17,7	$Q_{W,nd}$ [kWh/m²]	17,7
$Q_{H,p}$ [kWh/m²]	253	$Q_{H,p}$ [kWh/m²]	45,1	$Q_{H,p}$ [kWh/m²]	23,4
$Q_{W,p}$ [kWh/m²]	54,3	$Q_{W,p}$ [kWh/m²]	20,5	$Q_{W,p}$ [kWh/m²]	17,9
$Q_{H,W,p}$ [kWh/m²]	308	$Q_{H,W,p}$ [kWh/m²]	65,6	$Q_{H,W,p}$ [kWh/m²]	41,2



Regione/Zona climatica: Area climatica media

Classe di epoca di costruzione: 5 (1961-1975)

Classe di dimensione edilizia: Edificio multifamiliare

V [m^3]	*S/V* [m^{-1}]	$A_{f,l}$ [m^2]	Numero di appartamenti	Numero di piani climatizzati
3074	0,54	934	10	5

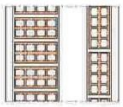
STATO ORIGINARIO

TIPOLOGIA COSTRUTTIVA

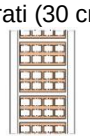
COPERTURA

Tetto a falde in laterizio [sottotetto non climatizzato]

PARETI



1. Muratura a cassa-vuota con mattoni forati (30 cm)



2. Muratura in mattoni forati (25 cm) (verso ambiente non riscaldato)

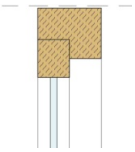
SOLAIO (superiore, verso ambiente non riscaldato)

Solaio latero-cementizio

SOLAIO (inferiore, su ambiente non riscaldato)

Solaio latero-cementizio

SERRAMENTO



Vetro singolo, telaio in legno

COPERTURA	PARETI		SOLAIO (superiore)	SOLAIO (inferiore)	SERRAMENTO	
U [W/(m^2K)]	U_1 [W/(m^2K)]	U_2 [W/(m^2K)]	*U* [W/(m^2K)]	*U* [W/(m^2K)]	*U* [W/(m^2K)]	$g_{gl,n}$ [-]
2,20	**1,15**	**1,52**	**1,65**	**1,30**	**4,90**	**0,85**

TIPOLOGIA IMPIANTISTICA

IMPIANTO DI RISCALDAMENTO

GENERAZIONE	$\eta_{H,gn}$ = 0,88	*ACCUMULO*	$Q_{ls,H,s}$ = 0 kWh/m^2	*DISTRIBUZIONE*	$\eta_{H,d}$ = 0,90	*AUSILIARIO*	$Q_{aux,H}$ = 1,6 kWh/m^2
caldaia standard per impianti di riscaldamento autonomi (per appartamento), installata in ambiente non climatizzato		-		distribuzione separata per appartamento / 1961-1976		ausiliario elettrico per caldaia standard (impianto di riscaldamento autonomo)	

IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ACQUA CALDA SANITARIA

GENERAZIONE	$\eta_{W,gn}$ = 0,84	*ACCUMULO*	$Q_{ls,W,s}$ = 3,4 kWh/m^2	*DISTRIBUZIONE*	$Q_{ls,W,d}$ = 1,07 kWh/m^2	*AUSILIARIO*	$Q_{aux,W}$ = 0 kWh/m^2
caldaia standard per impianti di ACS autonomi (produzione combinata riscaldamento e ACS, per appartamento), installata in ambiente non climatizzato		serbatoio di accumulo di acqua calda per appartamento - basso livello di isolamento		distribuzione di acqua calda sanitaria separata per appartamento, senza ricircolo - fino al 1975		produzione di ACS per appartamento o separata/individuale	

RIQUALIFICAZIONE STANDARD

INTERVENTI SULL'INVOLUCRO

ELEMENTO	U_{ex} W/(m²K)	U_{new} W/(m²K)	TIPO DI INTERVENTO
COPERTURA	2,20	0,80	Inserimento isolante (3 cm)
PARETI	1,15 1,52	0,33	Inserimento isolante (9 cm; 9 cm)
SOLAIO (superiore)	1,65	0,30	Inserimento isolante (11 cm)
SOLAIO (inferiore)	1,30	0,30	Inserimento isolante (10 cm)
SERRAMENTO	4,90 ($g_{gl,n}$ 0,85)	2,00 ($g_{gl,n}$ 0,67)	Sostituzione

INTERVENTI SUGLI IMPIANTI

RISCALDAMENTO

GENERAZIONE $\eta_{H,gn} = 0,98$	*ACCUMULO* $Q_{ls,H,s} = 0$ kWh/m²	*DISTRIBUZIONE* $\eta_{H,d} = 0,96$	*AUSILIARIO* $Q_{aux,H} = 2,6$ kWh/m²
caldaia a condensazione, installata in centrale termica	-	distribuzione centralizzata a colonne montanti verticali, collegamenti orizzontali in ambienti non riscaldati (es. cantina o terreno) / livello di isolamento elevato	pompa di circolazione per impianto centralizzato - ausiliario elettrico per caldaia a condensazione

ACQUA CALDA SANITARIA

GENERAZIONE $\eta_{W,gn} = 0,99$	*ACCUMULO* $Q_{ls,W,s} = 2,1$ kWh/m²	*DISTRIBUZIONE* $Q_{ls,W,d} = 3,22$ kWh/m²	*AUSILIARIO* $Q_{aux,W} = 2,8$ kWh/m²
caldaia a condensazione, installata in centrale termica	serbatoio di accumulo per produzione centralizzata di ACS, in ambiente non climatizzato - alto livello di isolamento	distribuzione di ACS centralizzata con ricircolo, porzione di rete affacciata all'esterno, dopo il 1991	produzione di ACS centralizzata con pompa di circolazione - ausiliario elettrico per caldaia a condensazione

RIQUALIFICAZIONE AVANZATA

INTERVENTI SULL'INVOLUCRO

ELEMENTO	U_{ex} W/(m²K)	U_{new} W/(m²K)	TIPO DI INTERVENTO
COPERTURA	2,20	0,80	Inserimento isolante (3 cm)
PARETI	1,15 1,52	0,25	Inserimento isolante (13 cm; 13 cm)
SOLAIO (superiore)	1,65	0,23	Inserimento isolante (15 cm)
SOLAIO (inferiore)	1,30	0,23	Inserimento isolante (14 cm)
SERRAMENTO	4,90 ($g_{gl,n}$ 0,85)	1,70 ($g_{gl,n}$ 0,50)	Sostituzione

INTERVENTI SUGLI IMPIANTI

RISCALDAMENTO

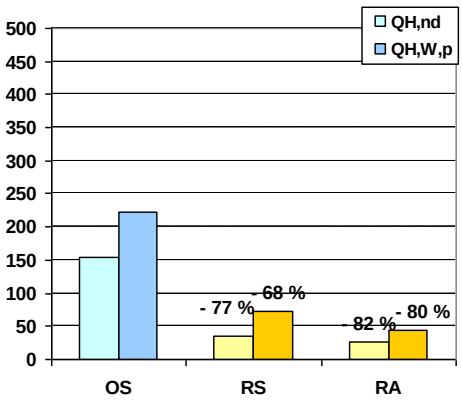
GENERAZIONE $\eta_{H,gn(FNR)} = 0,98$	*ACCUMULO* $Q_{ls,H,s} = 0,8$ kWh/m²	*DISTRIBUZIONE* $\eta_{H,d} = 0,97$	*AUSILIARIO* $Q_{aux,H} = 2,6$ kWh/m²
solare termico (20%)	serbatoio di accumulo di acqua calda per riscaldamento centralizzato - alto livello di isolamento	distribuzione centralizzata a colonne montanti verticali, collegamenti orizzontali in ambienti non riscaldati (es. cantina o terreno) / livello di isolamento elevato	pompa di circolazione per impianto centralizzato - ausiliario elettrico per caldaia a condensazione
caldaia a condensazione (80%)			

ACQUA CALDA SANITARIA

GENERAZIONE $\eta_{W,gn(FNR)} = 0,99$	*ACCUMULO* $Q_{ls,W,s} = 2,1$ kWh/m²	*DISTRIBUZIONE* $Q_{ls,W,d} = 3,22$ kWh/m²	*AUSILIARIO* $Q_{aux,W} = 2,5$ kWh/m²
solare termico (60%)	serbatoio di accumulo per produzione centralizzata di ACS, in ambiente non climatizzato - alto livello di isolamento	distribuzione di ACS centralizzata con ricircolo, porzione di rete affacciata all'esterno, dopo il 1991	produzione di ACS centralizzata con impianto solare termico, con pompa di circolazione, in associazione ad una caldaia a condensazione (ausiliario elettrico)
caldaia a condensazione (40%)			

PRESTAZIONE ENERGETICA

Stato originario (SO)		Riqualificazione standard (RS)		Riqualificazione avanzata (RA)	
$Q_{H,nd}$ [kWh/m²]	153	$Q_{H,nd}$ [kWh/m²]	35,7	$Q_{H,nd}$ [kWh/m²]	27,5
$Q_{W,nd}$ [kWh/m²]	16,9	$Q_{W,nd}$ [kWh/m²]	16,9	$Q_{W,nd}$ [kWh/m²]	16,9
$Q_{H,p}$ [kWh/m²]	198	$Q_{H,p}$ [kWh/m²]	43,6	$Q_{H,p}$ [kWh/m²]	29,4
$Q_{W,p}$ [kWh/m²]	25,5	$Q_{W,p}$ [kWh/m²]	28,6	$Q_{W,p}$ [kWh/m²]	14,4
$Q_{H,W,p}$ [kWh/m²]	223	$Q_{H,W,p}$ [kWh/m²]	72,1	$Q_{H,W,p}$ [kWh/m²]	43,9



Regione/Zona climatica: Area climatica media

Classe di epoca di costruzione: 6 (1976-1990)

Classe di dimensione edilizia: Edificio multifamiliare

V [m^3]	S/V [m^{-1}]	$A_{f,l}$ [m^2]	Numero di appartamenti	Numero di piani climatizzati
4136	0,48	1209	12	3

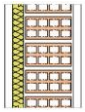
STATO ORIGINARIO

TIPOLOGIA COSTRUTTIVA

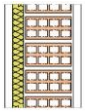
COPERTURA

Tetto a falde in laterizio [sottotetto non climatizzato]

PARETI



1. Muratura in mattoni forati (25 cm), basso livello di isolamento



2. Muratura in mattoni forati (25 cm), basso livello di isolamento (verso ambiente non riscaldato)

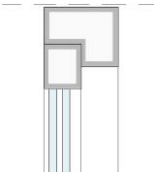
SOLAIO (superiore, verso ambiente non riscaldato)

Solaio latero-cementizio, basso livello di isolamento

SOLAIO (inferiore, su ambiente esterno)

Solaio latero-cementizio, basso livello di isolamento

SERRAMENTO



Vetro-camera con intercapedine d'aria, telaio in metallo senza taglio termico

COPERTURA	PARETI		SOLAIO (superiore)	SOLAIO (inferiore)	SERRAMENTO	
U [W/(m^2K)]	U_1 [W/(m^2K)]	U_2 [W/(m^2K)]	U [W/(m^2K)]	U [W/(m^2K)]	U [W/(m^2K)]	$g_{gl,n}$ [-]
2,20	**0,80**	**0,75**	**0,97**	**1,12**	**3,70**	**0,75**

TIPOLOGIA IMPIANTISTICA

IMPIANTO DI RISCALDAMENTO

GENERAZIONE	$\eta_{H,gn}$ = 0,88	*ACCUMULO*	$Q_{ls,H,s}$ = 0 kWh/m^2	*DISTRIBUZIONE*	$\eta_{H,d}$ = 0,93	*AUSILIARIO*	$Q_{aux,H}$ = 1,6 kWh/m^2
caldaia standard per impianti di riscaldamento autonomi (per appartamento), installata in ambiente non climatizzato		-		distribuzione separata per appartamento / 1977-1993		ausiliario elettrico per caldaia standard (impianto di riscaldamento autonomo)	

IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ACQUA CALDA SANITARIA

GENERAZIONE	$\eta_{W,gn}$ = 0,84	*ACCUMULO*	$Q_{ls,W,s}$ = 1,7 kWh/m^2	*DISTRIBUZIONE*	$Q_{ls,W,d}$ = 0,7 kWh/m^2	*AUSILIARIO*	$Q_{aux,W}$ = 0 kWh/m^2
caldaia standard per impianti di ACS autonomi (produzione combinata riscaldamento e ACS, per appartamento), installata in ambiente non climatizzato		serbatoio di accumulo di acqua calda per appartamento - medio livello di isolamento		distribuzione di acqua calda sanitaria separata per appartamento, senza ricircolo - dopo il 1975		produzione di ACS per appartamento o separata/individuale	

RIQUALIFICAZIONE STANDARD

INTERVENTI SULL'INVOLUCRO

ELEMENTO	U_{ex} W/(m²K)	U_{new} W/(m²K)	TIPO DI INTERVENTO
COPERTURA	2,20	0,80	Inserimento isolante (3 cm)
PARETI	0,80 0,75	0,33	Inserimento isolante (7 cm; 7 cm)
SOLAIO (superiore)	0,97	0,30	Inserimento isolante (9 cm)
SOLAIO (inferiore)	1,12	0,30	Inserimento isolante (10 cm)
SERRAMENTO	3,70 ($g_{gl,n}$ 0,75)	2,00 ($g_{gl,n}$ 0,67)	Sostituzione

INTERVENTI SUGLI IMPIANTI

RISCALDAMENTO

GENERAZIONE COP = 2,14	*ACCUMULO* $Q_{ls,H,s}$ = 0,8 kWh/m²	*DISTRIBUZIONE* $\eta_{H,d}$ = 0,94	*AUSILIARIO* $Q_{aux,H}$ = 1,6 kWh/m²
pompa di calore ad aria	serbatoio di accumulo di acqua calda per riscaldamento centralizzato - alto livello di isolamento	distribuzione centralizzata a colonne montanti verticali, collegamenti orizzontali in ambienti non riscaldati (es. cantina o terreno) / livello di isolamento elevato	pompa di circolazione per impianto centralizzato

ACQUA CALDA SANITARIA

GENERAZIONE COP = 2,55	*ACCUMULO* $Q_{ls,W,s}$ = 2,1 kWh/m²	*DISTRIBUZIONE* $Q_{ls,W,d}$ = 1,92 kWh/m²	*AUSILIARIO* $Q_{aux,W}$ = 2 kWh/m²
pompa di calore ad aria	serbatoio di accumulo per produzione centralizzata di ACS, in ambiente non climatizzato - alto livello di isolamento	distribuzione di ACS centralizzata con ricircolo, porzione di rete affacciata all'esterno, dopo il 1991	produzione di ACS centralizzata con pompa di circolazione

RIQUALIFICAZIONE AVANZATA

INTERVENTI SULL'INVOLUCRO

ELEMENTO	U_{ex} W/(m²K)	U_{new} W/(m²K)	TIPO DI INTERVENTO
COPERTURA	2,20	0,80	Inserimento isolante (3 cm)
PARETI	0,80 0,75	0,25	Inserimento isolante (11 cm; 11 cm)
SOLAIO (superiore)	0,97	0,23	Inserimento isolante (13 cm)
SOLAIO (inferiore)	1,12	0,23	Inserimento isolante (14 cm)
SERRAMENTO	3,70 ($g_{gl,n}$ 0,75)	1,70 ($g_{gl,n}$ 0,50)	Sostituzione

INTERVENTI SUGLI IMPIANTI

RISCALDAMENTO

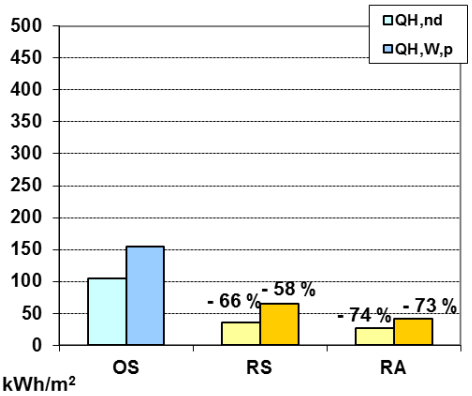
GENERAZIONE COP_{FNR} = 2,14	*ACCUMULO* $Q_{ls,H,s}$ = 0,8 kWh/m²	*DISTRIBUZIONE* $\eta_{H,d}$ = 0,95	*AUSILIARIO* $Q_{aux,H}$ = 1,6 kWh/m²
solare termico (20%)	serbatoio di accumulo di acqua calda per riscaldamento centralizzato - alto livello di isolamento	distribuzione centralizzata a colonne montanti verticali, collegamenti orizzontali in ambienti non riscaldati (es. cantina o terreno) / livello di isolamento elevato	pompa di circolazione per impianto centralizzato
pompa di calore ad aria (80%)			

ACQUA CALDA SANITARIA

GENERAZIONE $\eta_{W,gn(FNR)}$ = 0,99	*ACCUMULO* $Q_{ls,W,s}$ = 2,1 kWh/m²	*DISTRIBUZIONE* $Q_{ls,W,d}$ = 1,92 kWh/m²	*AUSILIARIO* $Q_{aux,W}$ = 2,5 kWh/m²
solare termico (60%)	serbatoio di accumulo per produzione centralizzata di ACS, in ambiente non climatizzato - alto livello di isolamento	distribuzione di ACS centralizzata con ricircolo, porzione di rete affacciata all'esterno, dopo il 1991	produzione di ACS centralizzata con impianto solare termico, con pompa di circolazione, in associazione ad una caldaia a condensazione (ausiliario elettrico)
caldaia a condensazione (40%)			

PRESTAZIONE ENERGETICA

Stato originario (SO)		Riqualificazione standard (RS)		Riqualificazione avanzata (RA)	
$Q_{H,nd}$ [kWh/m²]	105	$Q_{H,nd}$ [kWh/m²]	35,7	$Q_{H,nd}$ [kWh/m²]	27,6
$Q_{W,nd}$ [kWh/m²]	16,6	$Q_{W,nd}$ [kWh/m²]	16,6	$Q_{W,nd}$ [kWh/m²]	16,6
$Q_{H,p}$ [kWh/m²]	132	$Q_{H,p}$ [kWh/m²]	42,8	$Q_{H,p}$ [kWh/m²]	27,7
$Q_{W,p}$ [kWh/m²]	22,6	$Q_{W,p}$ [kWh/m²]	21,9	$Q_{W,p}$ [kWh/m²]	13,7
$Q_{H,W,p}$ [kWh/m²]	155	$Q_{H,W,p}$ [kWh/m²]	64,7	$Q_{H,W,p}$ [kWh/m²]	41,5



Regione/Zona climatica: Area climatica media

Classe di epoca di costruzione: 7 (1991-2005)

Classe di dimensione edilizia: Edificio multifamiliare

V [m^3]	*S/V* [m^{-1}]	$A_{f,l}$ [m^2]	Numero di appartamenti	Numero di piani climatizzati
3526	0,54	1120,5	15	3

STATO ORIGINARIO

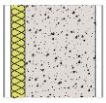
TIPOLOGIA COSTRUTTIVA

COPERTURA

Tetto a falde in laterizio [sottotetto non climatizzato]

PARETI

1. Muratura a cassa-vuota con mattoni forati (30 cm e oltre), medio livello di isolamento



2. Muratura in calcestruzzo (anche prefabbricata, 30 cm), medio livello di isolamento (verso ambiente non riscaldato)

SOLAIO

(superiore, verso ambiente non riscaldato)

Solaio latero-cementizio, medio livello di isolamento

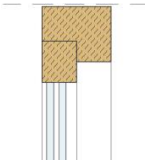
SOLAI

(inferiori)

1. Solaio latero-cementizio, medio livello di isolamento (su ambiente esterno)

2. Solaio latero-cementizio, medio livello di isolamento (su ambiente non riscaldato)

SERRAMENTO



Vetro-camera basso-emissivo con intercapedine d'aria o di altri gas, telaio in legno

COPERTURA	PARETI		SOLAIO (superiore)	SOLAI (inferiori)		SERRAMENTO	
U [$W/(m^2K)$]	U_1 [$W/(m^2K)$]	U_2 [$W/(m^2K)$]	*U* [$W/(m^2K)$]	U_1 [$W/(m^2K)$]	U_2 [$W/(m^2K)$]	*U* [$W/(m^2K)$]	$g_{gl,n}$ [-]
2,20	**0,59**	**0,57**	**0,69**	**0,86**	**0,77**	**2,20**	**0,67**

TIPOLOGIA IMPIANTISTICA

IMPIANTO DI RISCALDAMENTO

GENERAZIONE	$\eta_{H,gn}$ = 0,77	*ACCUMULO*	$Q_{ls,H,s}$ = 0 kWh/m^2	*DISTRIBUZIONE*	$\eta_{H,d}$ = 0,90	*AUSILIARIO*	$Q_{aux,H}$ = 1,7 kWh/m^2
caldaia standard (gas), bruciatore atmosferico, installata in ambiente non climatizzato, camino > 10 m, successiva al 1996		-		distribuzione centralizzata a colonne montanti verticali, collegamenti orizzontali in ambienti non riscaldati (es. cantina o terreno) / 1994-2005		pompa di circolazione per impianto centralizzato - ausiliario elettrico per caldaia standard con bruciatore atmosferico	

IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ACQUA CALDA SANITARIA

GENERAZIONE	$\eta_{W,gn}$ = 0,80	*ACCUMULO*	$Q_{ls,W,s}$ = 0 kWh/m^2	*DISTRIBUZIONE*	$Q_{ls,W,d}$ = 0,75 kWh/m^2	*AUSILIARIO*	$Q_{aux,W}$ = 0 kWh/m^2
caldaia standard a gas per la produzione istantanea di acqua calda sanitaria, a camera chiusa senza pilota permanente		-		distribuzione di acqua calda sanitaria separata per appartamento, senza ricircolo - dopo il 1975		produzione di ACS per appartamento o separata/individuale	

RIQUALIFICAZIONE STANDARD

INTERVENTI SULL'INVOLUCRO

ELEMENTO	U_{ex} W/(m²K)	U_{new} W/(m²K)	TIPO DI INTERVENTO
COPERTURA	2,20	0,80	Inserimento isolante (3 cm)
PARETI	0,59 0,57	0,33	Inserimento isolante (5 cm; 5 cm)
SOLAIO (superiore)	0,69	0,30	Inserimento isolante (8 cm)
SOLAI (inferiori)	0,86 0,77	0,30	Inserimento isolante (9 cm; 8 cm)
SERRAMENTO	2,20 ($g_{gl,n}$ 0,67)	2,00 ($g_{gl,n}$ 0,67)	Sostituzione

INTERVENTI SUGLI IMPIANTI

RISCALDAMENTO

GENERAZIONE $\eta_{H,gn}$ = 0,98	*ACCUMULO* $Q_{ls,H,s}$ = 0 kWh/m²	*DISTRIBUZIONE* $\eta_{H,d}$ = 0,94	*AUSILIARIO* $Q_{aux,H}$ = 2,6 kWh/m²
caldaia a condensazione, installata in centrale termica	-	distribuzione centralizzata a colonne montanti verticali, collegamenti orizzontali in ambienti non riscaldati (es. cantina o terreno) / livello di isolamento elevato	pompa di circolazione per impianto centralizzato - ausiliario elettrico per caldaia a condensazione

ACQUA CALDA SANITARIA

GENERAZIONE $\eta_{W,gn}$ = 0,90	*ACCUMULO* $Q_{ls,W,s}$ = 0 kWh/m²	*DISTRIBUZIONE* $Q_{ls,W,d}$ = 0,75 kWh/m²	*AUSILIARIO* $Q_{aux,W}$ = 0 kWh/m²
caldaietta a condensazione a gas per la produzione di acqua calda sanitaria	-	distribuzione di acqua calda sanitaria separata per appartamento, senza ricircolo - dopo il 1975	produzione di ACS per appartamento o separata/individuale

RIQUALIFICAZIONE AVANZATA

INTERVENTI SULL'INVOLUCRO

ELEMENTO	U_{ex} W/(m²K)	U_{new} W/(m²K)	TIPO DI INTERVENTO
COPERTURA	2,20	0,80	Inserimento isolante (3 cm)
PARETI	0,59 0,57	0,25	Inserimento isolante (9 cm; 9 cm)
SOLAIO (superiore)	0,69	0,23	Inserimento isolante (12 cm)
SOLAI (inferiori)	0,86 0,77	0,23	Inserimento isolante (13 cm; 12 cm)
SERRAMENTO	2,20 ($g_{gl,n}$ 0,67)	1,70 ($g_{gl,n}$ 0,50)	Sostituzione

INTERVENTI SUGLI IMPIANTI

RISCALDAMENTO

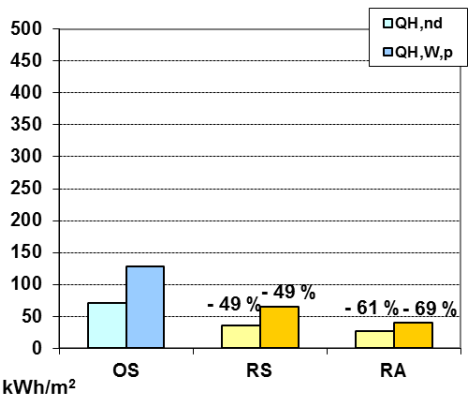
GENERAZIONE *COP* = 3,46	*ACCUMULO* $Q_{ls,H,s}$ = 0,8 kWh/m²	*DISTRIBUZIONE* $\eta_{H,d}$ = 0,95	*AUSILIARIO* $Q_{aux,H}$ = 1,6 kWh/m²
pompa di calore geotermica	serbatoio di accumulo di acqua calda per riscaldamento centralizzato - alto livello di isolamento	distribuzione centralizzata a colonne montanti verticali, collegamenti orizzontali in ambienti non riscaldati (es. cantina o terreno) / livello di isolamento elevato	pompa di circolazione per impianto centralizzato

ACQUA CALDA SANITARIA

GENERAZIONE *COP* = 3,48	*ACCUMULO* $Q_{ls,W,s}$ = 2,1 kWh/m²	*DISTRIBUZIONE* $Q_{ls,W,d}$ = 1,92 kWh/m²	*AUSILIARIO* $Q_{aux,W}$ = 2 kWh/m²
pompa di calore geotermica	serbatoio di accumulo per produzione centralizzata di ACS, in ambiente non climatizzato - alto livello di isolamento	distribuzione di ACS centralizzata con ricircolo, porzione di rete affacciata all'esterno, dopo il 1991	produzione di ACS centralizzata con pompa di circolazione

PRESTAZIONE ENERGETICA

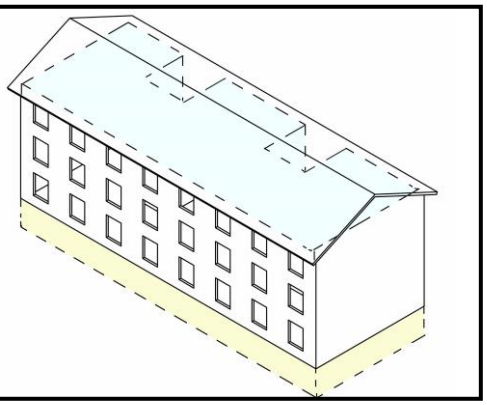
Stato originario (SO)		**Riqualificazione standard (RS)**		**Riqualificazione avanzata (RA)**	
$Q_{H,nd}$ [kWh/m²]	70,3	$Q_{H,nd}$ [kWh/m²]	36,1	$Q_{H,nd}$ [kWh/m²]	27,5
$Q_{W,nd}$ [kWh/m²]	17,9	$Q_{W,nd}$ [kWh/m²]	17,9	$Q_{W,nd}$ [kWh/m²]	17,9
$Q_{H,p}$ [kWh/m²]	105	$Q_{H,p}$ [kWh/m²]	44,9	$Q_{H,p}$ [kWh/m²]	22,2
$Q_{W,p}$ [kWh/m²]	23,3	$Q_{W,p}$ [kWh/m²]	20,7	$Q_{W,p}$ [kWh/m²]	18,0
$Q_{H,W,p}$ [kWh/m²]	129	$Q_{H,W,p}$ [kWh/m²]	65,6	$Q_{H,W,p}$ [kWh/m²]	40,2



Regione/Zona climatica: Area climatica media

Classe di epoca di costruzione: 8 (dopo il 2005)

Classe di dimensione edilizia: Edificio multifamiliare



V [m^3]	S/V [m^{-1}]	$A_{f,n}$ [m^2]	Numero di appartamenti	Numero di piani climatizzati
2959	0,54	829	13	3

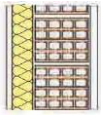
CASO BASE

TIPOLOGIA COSTRUTTIVA

COPERTURA

Tetto a falde in laterizio, medio livello di isolamento [sottotetto non climatizzato]

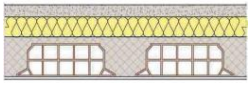
PARETI



1. Muratura in mattoni alveolati (alta resistenza termica), alto livello di isolamento

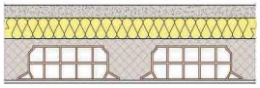
2. Muratura in calcestruzzo (anche prefabbricata), alto livello di isolamento (verso ambiente non riscaldato)

SOLAIO (superiore, verso ambiente non riscaldato)



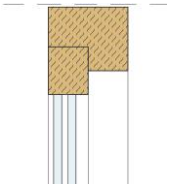
Solaio latero-cementizio, alto livello di isolamento

SOLAIO (inferiore, su ambiente non riscaldato)



Solaio latero-cementizio, alto livello di isolamento

SERRAMENTO



Vetro-camera basso-emissivo con intercapedine d'aria o di altri gas, telaio in legno

COPERTURA	PARETI		SOLAIO (superiore)	SOLAIO (inferiore)	SERRAMENTO	
U [W/(m^2K)]	U_1 [W/(m^2K)]	U_2 [W/(m^2K)]	U [W/(m^2K)]	U [W/(m^2K)]	U [W/(m^2K)]	$g_{gl,n}$ [-]
0,74	**0,34**	**0,34**	**0,30**	**0,33**	**2,20**	**0,67**

TIPOLOGIA IMPIANTISTICA

IMPIANTO DI RISCALDAMENTO

GENERAZIONE	$\eta_{H,gn}$ = 0,94	*ACCUMULO*	$Q_{ls,H,s}$ = 0 kWh/m^2	*DISTRIBUZIONE*	$\eta_{H,d}$ = 0,97	*AUSILIARIO*	$Q_{aux,H}$ = 1,7 kWh/m^2
caldaia standard a gas a bassa temperatura		-		distribuzione centralizzata a colonne montanti verticali, collegamenti orizzontali in ambienti non riscaldati (es. cantina o terreno) / dopo il 2005		pompa di circolazione per impianto centralizzato - ausiliario elettrico per caldaia standard con bruciatore artosferico	

IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ACQUA CALDA SANITARIA

GENERAZIONE	$\eta_{W,gn(FNR)}$ = 0,90	*ACCUMULO*	$Q_{ls,W,s}$ = 2,1 kWh/m^2	*DISTRIBUZIONE*	$Q_{ls,W,d}$ = 0,76 kWh/m^2	*AUSILIARIO*	$Q_{aux,W}$ = 2,2 kWh/m^2
solare termico (50%) caldaietta a condensazione a gas (50%)		serbatoio di accumulo di acqua calda, in ambiente non climatizzato - alto livello di isolamento		distribuzione di acqua calda sanitaria separata per appartamento, senza ricircolo – dopo il 1975		produzione di ACS con impianto solare termico, con pompa di circolazione	

PRIMA VARIANTE

REQUISITI RELATIVI ALL'INVOLUCRO

ELEMENTO	*U* W/(m²K)
COPERTURA	0,74
PARETI	0,27
SOLAIO (superiore)	0,24
SOLAIO (inferiore)	0,30
SERRAMENTI	1,80 ($g_{gl,n}$ 0,67)

REQUISITI RELATIVI AGLI IMPIANTI

RISCALDAMENTO

GENERAZIONE $\eta_{H,gn(FNR)} = 0,98$	*ACCUMULO* $Q_{ls,H,s} = 0,8$ kWh/m²	*DISTRIBUZIONE* $\eta_{H,d} = 0,97$	*AUSILIARIO* $Q_{aux,H} = 2,6$ kWh/m²
solare termico (30%) caldaia a condensazione, installata in centrale termica (70%)	serbatoio di accumulo di acqua calda per riscaldamento centralizzato - alto livello di isolamento	distribuzione centralizzata a colonne montanti verticali, collegamenti orizzontali in ambienti non riscaldati (es. cantina o terreno) / dopo il 2005	pompa di circolazione per impianto centralizzato - ausiliario elettrico per caldaia a condensazione

ACQUA CALDA SANITARIA

GENERAZIONE $\eta_{W,gn(FNR)} = 0,90$	*ACCUMULO* $Q_{ls,W,s} = 2,1$ kWh/m²	*DISTRIBUZIONE* $Q_{ls,W,d} = 0,76$ kWh/m²	*AUSILIARIO* $Q_{aux,W} = 2,2$ kWh/m²
solare termico (50%) caldaietta a condensazione a gas (50%)	serbatoio di accumulo di acqua calda, in ambiente non climatizzato - alto livello di isolamento	distribuzione di acqua calda sanitaria separata per appartamento, senza ricircolo – dopo il 1975	produzione di ACS con impianto solare termico, con pompa di circolazione

Produzione annuale di energia elettrica impianto fotovoltaico: 6,9 kWh/m²

SECONDA VARIANTE

REQUISITI RELATIVI ALL'INVOLUCRO

ELEMENTO	*U* W/(m²K)
COPERTURA	0,11
PARETI	0,13
SOLAIO (superiore)	0,13
SOLAIO (inferiore)	0,19
SERRAMENTI	1,10 ($g_{gl,n}$ 0,50)

REQUISITI RELATIVI AGLI IMPIANTI

RISCALDAMENTO

GENERAZIONE $COP_{FNR} = 2,45$	*ACCUMULO* $Q_{ls,H,s} = 0,8$ kWh/m²	*DISTRIBUZIONE* $\eta_{H,d} = 0,98$	*AUSILIARIO** $Q_{aux,H} = 1,6$ kWh/m²
solare termico (45%) pompa di calore ad aria (55%)	serbatoio di accumulo di acqua calda per riscaldamento centralizzato - alto livello di isolamento	distribuzione centralizzata a colonne montanti verticali, collegamenti orizzontali in ambienti non riscaldati (es. cantina o terreno) / livello di isolamento elevato	pompa di circolazione per impianto centralizzato

* In aggiunta si considera il consumo medio annuo di energia elettrica per il ventilatore, pari a 1,42 kWh/m²

ACQUA CALDA SANITARIA

GENERAZIONE $COP_{FNR} = 2,83$	*ACCUMULO* $Q_{ls,W,s} = 2,1$ kWh/m²	*DISTRIBUZIONE* $Q_{ls,W,d} = 1,59$ kWh/m²	*AUSILIARIO* $Q_{aux,W} = 2,2$ kWh/m²
solare termico (75%) pompa di calore ad aria (25%)	serbatoio di accumulo di acqua calda, in ambiente non climatizzato - alto livello di isolamento	distribuzione di ACS con ricircolo, rete affacciata all'interno, dopo il 1991	produzione di ACS centralizzata con impianto solare termico, con pompa di circolazione

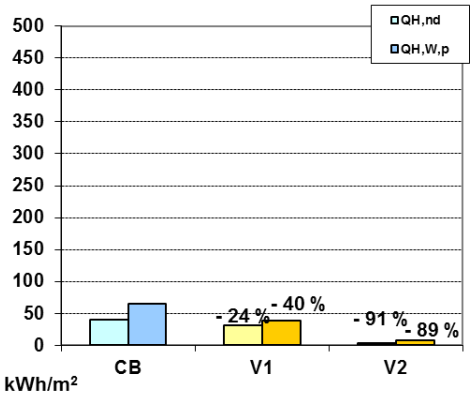
Produzione annuale di energia elettrica impianto fotovoltaico: 13,8 kWh/m²

PRESTAZIONE ENERGETICA

Caso base (CB)	
$Q_{H,nd}$ [kWh/m²]	40,5
$Q_{W,nd}$ [kWh/m²]	18,0
$Q_{H,p}$ [kWh/m²]	48,1
$Q_{W,p}$ [kWh/m²]	16,4
$Q_{H,W,p}$ [kWh/m²]	64,4

Prima variante (V1)	
$Q_{H,nd}$ [kWh/m²]	30,8
$Q_{W,nd}$ [kWh/m²]	18,0
$Q_{H,p}$ [kWh/m²]	26,0
$Q_{W,p}$ [kWh/m²]	12,4
$Q_{H,W,p}$ [kWh/m²]	38,4

Seconda variante (V2)	
$Q_{H,nd}$ [kWh/m²]	3,71
$Q_{W,nd}$ [kWh/m²]	18,0
$Q_{H,p}$ [kWh/m²]	5,50
$Q_{W,p}$ [kWh/m²]	1,90
$Q_{H,W,p}$ [kWh/m²]	7,34



8.4. Blocchi di appartamenti

Regione/Zona climatica: Area climatica media

Classe di epoca di costruzione: 1 (fino al 1900)

Classe di dimensione edilizia: Blocco di appartamenti

V [m^3]	*S/V* [m^{-1}]	$A_{f,l}$ [m^2]	Numero di appartamenti	Numero di piani climatizzati
3745	0,35	1058	16	5

STATO ORIGINARIO

TIPOLOGIA COSTRUTTIVA

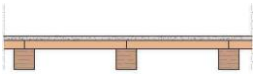
COPERTURA

Tetto a falde con struttura e tavolato in legno [sottotetto non climatizzato]

PARETI

1. Muratura di pietra listata con mattoni (60 cm)
2. Muratura in mattoni pieni (50 cm) (verso ambiente non riscaldato)
3. Muratura in mattoni pieni (62 cm) (verso ambiente non riscaldato)

SOLAIO (superiore, verso ambiente non riscaldato)

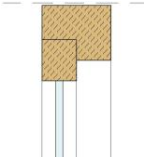


Solaio in legno e tavelle in laterizio

SOLAIO (inferiore, su ambiente non riscaldato)

Solaio a volte in laterizio

SERRAMENTO



Vetro singolo, telaio in legno

COPERTURA	PARETI			SOLAIO (superiore)	SOLAIO (inferiore)	SERRAMENTO	
U [$W/(m^2K)$]	U_1 [$W/(m^2K)$]	U_2 [$W/(m^2K)$]	U_3 [$W/(m^2K)$]	*U* [$W/(m^2K)$]	*U* [$W/(m^2K)$]	*U* [$W/(m^2K)$]	$g_{gl,n}$ [-]
1,80	**1,19**	**1,03**	**0,93**	**2,86**	**1,58**	**4,90**	**0,85**

TIPOLOGIA IMPIANTISTICA

IMPIANTO DI RISCALDAMENTO

GENERAZIONE	$\eta_{H,gn}$ = 0,71	*ACCUMULO*	$Q_{ls,H,s}$ = 0 kWh/m^2	*DISTRIBUZIONE*	$\eta_{H,d}$ = 0,84	*AUSILIARIO*	$Q_{aux,H}$ = 1,7 kWh/m^2
caldaia standard (gas), bruciatore atmosferico, installata in ambiente non climatizzato, camino > 10 m, antecedente al 1996		-		distribuzione centralizzata a colonne montanti verticali, collegamenti orizzontali in ambienti non riscaldati (es. cantina o terreno) / fino al 1960		pompa di circolazione per impianto centralizzato - ausiliario elettrico per caldaia standard con bruciatore atmosferico	

IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ACQUA CALDA SANITARIA

GENERAZIONE	$\eta_{W,gn}$ = 0,73	*ACCUMULO*	$Q_{ls,W,s}$ = 6,2 kWh/m^2	*DISTRIBUZIONE*	$Q_{ls,W,d}$ = 14,3 kWh/m^2	*AUSILIARIO*	$Q_{aux,W}$ = 2,1 kWh/m^2
caldaia standard (gas), bruciatore atmosferico, installata in ambiente non climatizzato, camino > 10 m, antecedente al 1996		serbatoio di accumulo per produzione centralizzata di ACS, in ambiente non climatizzato - basso livello di isolamento		distribuzione di ACS centralizzata con ricircolo, porzione di rete affacciata all'esterno, fino al 1975		produzione di ACS centralizzata con pompa di circolazione - ausiliario elettrico per caldaia standard con bruciatore atmosferico	

RIQUALIFICAZIONE STANDARD

INTERVENTI SULL'INVOLUCRO

ELEMENTO	U_{ex} W/(m²K)	U_{new} W/(m²K)	TIPO DI INTERVENTO
COPERTURA	1,80	0,80	Inserimento isolante (3 cm)
PARETI	1,19 1,03 0,93	0,33	Inserimento isolante (9 cm; 8 cm; 8 cm)
SOLAIO (superiore)	2,86	0,30	Inserimento isolante (12 cm)
SOLAIO (inferiore)	1,58	0,30	Inserimento isolante (11 cm)
SERRAMENTO	4,90 ($g_{gl,n}$ 0,85)	2,00 ($g_{gl,n}$ 0,67)	Sostituzione

INTERVENTI SUGLI IMPIANTI

RISCALDAMENTO

GENERAZIONE $\eta_{H,gn} = 0,98$	*ACCUMULO* $Q_{ls,H,s} = 0$ kWh/m²	*DISTRIBUZIONE* $\eta_{H,d} = 0,96$	*AUSILIARIO* $Q_{aux,H} = 2,6$ kWh/m²
caldaia a condensazione, installata in centrale termica	-	distribuzione centralizzata a colonne montanti verticali, collegamenti orizzontali in ambienti non riscaldati (es. cantina o terreno) / livello di isolamento elevato	pompa di circolazione per impianto centralizzato - ausiliario elettrico per caldaia a condensazione

ACQUA CALDA SANITARIA

GENERAZIONE $\eta_{W,gn} = 0,99$	*ACCUMULO* $Q_{ls,W,s} = 2,1$ kWh/m²	*DISTRIBUZIONE* $Q_{ls,W,d} = 3,22$ kWh/m²	*AUSILIARIO* $Q_{aux,W} = 2,8$ kWh/m²
caldaia a condensazione, installata in centrale termica	serbatoio di accumulo per produzione centralizzata di ACS, in ambiente non climatizzato - alto livello di isolamento	distribuzione di ACS centralizzata con ricircolo, porzione di rete affacciata all'esterno, dopo il 1991	produzione di ACS centralizzata con pompa di circolazione - ausiliario elettrico per caldaia a condensazione

RIQUALIFICAZIONE AVANZATA

INTERVENTI SULL'INVOLUCRO

ELEMENTO	U_{ex} W/(m²K)	U_{new} W/(m²K)	TIPO DI INTERVENTO
COPERTURA	1,80	0,80	Inserimento isolante (3 cm)
PARETI	1,19 1,03 0,93	0,25	Inserimento isolante (13 cm; 12 cm; 12 cm)
SOLAIO (superiore)	2,86	0,23	Inserimento isolante (16 cm)
SOLAIO (inferiore)	1,58	0,23	Inserimento isolante (15 cm)
SERRAMENTO	4,90 ($g_{gl,n}$ 0,85)	1,70 ($g_{gl,n}$ 0,50)	Sostituzione

INTERVENTI SUGLI IMPIANTI

RISCALDAMENTO

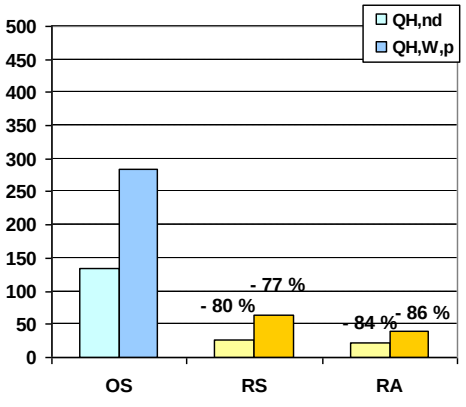
GENERAZIONE $\eta_{H,gn(FNR)} = 0,98$	*ACCUMULO* $Q_{ls,H,s} = 0,8$ kWh/m²	*DISTRIBUZIONE* $\eta_{H,d} = 0,97$	*AUSILIARIO* $Q_{aux,H} = 2,6$ kWh/m²
solare termico (20%)	serbatoio di accumulo di acqua calda per riscaldamento centralizzato - alto livello di isolamento	distribuzione centralizzata a colonne montanti verticali, collegamenti orizzontali in ambienti non riscaldati (es. cantina o terreno) / livello di isolamento elevato	pompa di circolazione per impianto centralizzato - ausiliario elettrico per caldaia a condensazione
caldaia a condensazione (80%)			

ACQUA CALDA SANITARIA

GENERAZIONE $\eta_{W,gn(FNR)} = 0,99$	*ACCUMULO* $Q_{ls,W,s} = 2,1$ kWh/m²	*DISTRIBUZIONE* $Q_{ls,W,d} = 3,22$ kWh/m²	*AUSILIARIO* $Q_{aux,W} = 2,5$ kWh/m²
solare termico (60%)	serbatoio di accumulo per produzione centralizzata di ACS, in ambiente non climatizzato - alto livello di isolamento	distribuzione di ACS centralizzata con ricircolo, porzione di rete affacciata all'esterno, dopo il 1991	produzione di ACS centralizzata con impianto solare termico, con pompa di circolazione, in associazione ad una caldaia a condensazione (ausiliario elettrico)
caldaia a condensazione (40%)			

PRESTAZIONE ENERGETICA

	Stato originario (SO)	**Riqualificazione standard (RS)**	**Riqualificazione avanzata (RA)**
$Q_{H,nd}$ [kWh/m²]	133	27,1	21,6
$Q_{W,nd}$ [kWh/m²]	18,8	18,8	18,8
$Q_{H,p}$ [kWh/m²]	226	34,4	24,5
$Q_{W,p}$ [kWh/m²]	58,5	30,5	15,2
$Q_{H,W,p}$ [kWh/m²]	285	64,9	39,7



Regione/Zona climatica: Area climatica media

Classe di epoca di costruzione: 2 (1901-1920)

Classe di dimensione edilizia: Blocco di appartamenti

V [m^3]	S/V [m^{-1}]	$A_{f,l}$ [m^2]	Numero di appartamenti	Numero di piani climatizzati
11029	0,47	2880	40	4

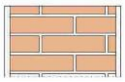
STATO ORIGINARIO

TIPOLOGIA COSTRUTTIVA

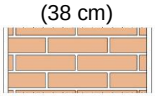
COPERTURA

Tetto a falde con struttura e tavolato in legno [sottotetto non climatizzato]

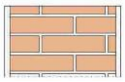
PARETI



1. Muratura in mattoni pieni (38 cm)



2. Muratura in mattoni pieni (50 cm)



3. Muratura in mattoni pieni (38 cm)
(verso ambiente non riscaldato)

SOLAIO

(superiore, verso ambiente non riscaldato)

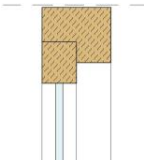
Solaio a profilati in acciaio e voltine in laterizio

SOLAIO

(inferiore, su ambiente non riscaldato)

Solaio a profilati in acciaio e voltine in laterizio

SERRAMENTO



Vetro singolo, telaio in legno

COPERTURA	PARETI			SOLAIO (superiore)	SOLAIO (inferiore)	SERRAMENTO	
U [W/(m^2K)]	U_1 [W/(m^2K)]	U_2 [W/(m^2K)]	U_3 [W/(m^2K)]	U [W/(m^2K)]	U [W/(m^2K)]	U [W/(m^2K)]	$g_{gl,n}$ [-]
1,80	**1,48**	**1,14**	**1,31**	**2,60**	**1,87**	**4,90**	**0,85**

TIPOLOGIA IMPIANTISTICA

IMPIANTO DI RISCALDAMENTO

GENERAZIONE	$\eta_{H,gn}$ = 0,85	*ACCUMULO*	$Q_{ls,H,s}$ = 4,4 kWh/m^2	*DISTRIBUZIONE*	$\eta_{H,d}$ = 0,83	*AUSILIARIO*	$Q_{aux,H}$ = 2,6 kWh/m^2
caldaia standard a gasolio, bruciatore ad aria soffiata, installata in centrale termica, antecedente al 1996		serbatoio di accumulo di acqua calda per riscaldamento centralizzato - basso livello di isolamento		distribuzione centralizzata a colonne montanti verticali, collegamenti orizzontali in ambienti non riscaldati (es. cantina o terreno) / fino al 1960		pompa di circolazione per impianto centralizzato - ausiliario elettrico per caldaia con bruciatore ad aria soffiata	

IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ACQUA CALDA SANITARIA

GENERAZIONE	$\eta_{W,gn}$ = 0,77	*ACCUMULO*	$Q_{ls,W,s}$ = 0 kWh/m^2	*DISTRIBUZIONE*	$Q_{ls,W,d}$ = 1,14 kWh/m^2	*AUSILIARIO*	$Q_{aux,W}$ = 0 kWh/m^2
caldaia standard a gas per per la produzione istantanea di acqua calda sanitaria, a camera aperta senza pilota permanente		-		distribuzione di acqua calda sanitaria separata per appartamento, senza ricircolo - fino al 1975		produzione di ACS per appartamento o separata/individuale	

RIQUALIFICAZIONE STANDARD

INTERVENTI SULL'INVOLUCRO

ELEMENTO	U_{ex} W/(m²K)	U_{new} W/(m²K)	TIPO DI INTERVENTO
COPERTURA	1,80	0,80	Inserimento isolante (3 cm)
PARETI	1,48 1,14 1,31	0,33	Inserimento isolante (9 cm; 9 cm; 9 cm)
SOLAIO (superiore)	2,60	0,30	Inserimento isolante (12 cm)
SOLAIO (inferiore)	1,87	0,30	Inserimento isolante (11 cm)
SERRAMENTO	4,90 ($g_{gl,n}$ 0,85)	2,00 ($g_{gl,n}$ 0,67)	Sostituzione

INTERVENTI SUGLI IMPIANTI

RISCALDAMENTO

GENERAZIONE $\eta_{H,gn} = 0,93$	*ACCUMULO* $Q_{ls,H,s} = 0$ kWh/m²	*DISTRIBUZIONE* $\eta_{H,d} = 0,95$	*AUSILIARIO* $Q_{aux,H} = 1,6$ kWh/m²
teleriscaldamento - sottostazione di scambio termico ad elevata efficienza	-	distribuzione centralizzata a colonne montanti verticali, collegamenti orizzontali in ambienti non riscaldati (es. cantina o terreno) / livello di isolamento elevato	pompa di circolazione per impianto centralizzato

ACQUA CALDA SANITARIA

GENERAZIONE $\eta_{W,gn} = 0,90$	*ACCUMULO* $Q_{ls,W,s} = 0$ kWh/m²	*DISTRIBUZIONE* $Q_{ls,W,d} = 0,76$ kWh/m²	*AUSILIARIO* $Q_{aux,W} = 0$ kWh/m²
caldaietta a condensazione a gas per la produzione di acqua calda sanitaria	-	distribuzione di acqua calda sanitaria separata per appartamento, senza ricircolo - dopo il 1975	produzione di ACS per appartamento o separata/individuale

RIQUALIFICAZIONE AVANZATA

INTERVENTI SULL'INVOLUCRO

ELEMENTO	U_{ex} W/(m²K)	U_{new} W/(m²K)	TIPO DI INTERVENTO
COPERTURA	1,80	0,80	Inserimento isolante (3 cm)
PARETI	1,48 1,14 1,31	0,25	Inserimento isolante (13 cm; 12 cm; 13 cm)
SOLAIO (superiore)	2,60	0,23	Inserimento isolante (16 cm)
SOLAIO (inferiore)	1,87	0,23	Inserimento isolante (15 cm)
SERRAMENTO	4,90 ($g_{gl,n}$ 0,85)	1,70 ($g_{gl,n}$ 0,50)	Sostituzione

INTERVENTI SUGLI IMPIANTI

RISCALDAMENTO

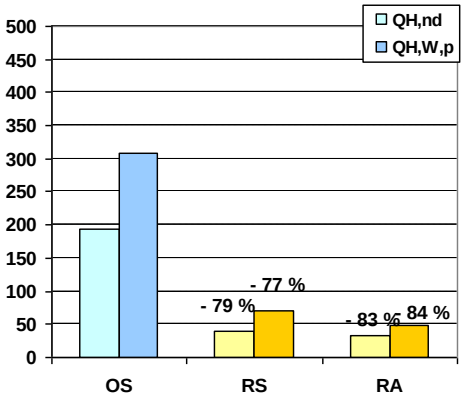
GENERAZIONE $\eta_{H,gn(FNR)} = 0,98$	*ACCUMULO* $Q_{ls,H,s} = 0,8$ kWh/m²	*DISTRIBUZIONE* $\eta_{H,d} = 0,96$	*AUSILIARIO* $Q_{aux,H} = 2,6$ kWh/m²
solare termico (20%) caldaia a condensazione (80%)	serbatoio di accumulo di acqua calda per riscaldamento centralizzato - alto livello di isolamento	distribuzione centralizzata a colonne montanti verticali, collegamenti orizzontali in ambienti non riscaldati (es. cantina o terreno) / livello di isolamento elevato	pompa di circolazione per impianto centralizzato - ausiliario elettrico per caldaia a condensazione

ACQUA CALDA SANITARIA

GENERAZIONE $\eta_{W,gn(FNR)} = 0,99$	*ACCUMULO* $Q_{ls,W,s} = 2,1$ kWh/m²	*DISTRIBUZIONE* $Q_{ls,W,d} = 2,18$ kWh/m²	*AUSILIARIO* $Q_{aux,W} = 2,5$ kWh/m²
solare termico (60%) caldaia a condensazione (40%)	serbatoio di accumulo per produzione centralizzata di ACS, in ambiente non climatizzato - alto livello di isolamento	distribuzione di ACS centralizzata con ricircolo, porzione di rete affacciata all'esterno, dopo il 1991	produzione di ACS centralizzata con impianto solare termico, con pompa di circolazione, in associazione ad una caldaia a condensazione (ausiliario elettrico)

PRESTAZIONE ENERGETICA

Stato originario (SO)		Riqualificazione standard (RS)		Riqualificazione avanzata (RA)	
$Q_{H,nd}$ [kWh/m²]	194	$Q_{H,nd}$ [kWh/m²]	40,0	$Q_{H,nd}$ [kWh/m²]	32,3
$Q_{W,nd}$ [kWh/m²]	18,1	$Q_{W,nd}$ [kWh/m²]	18,1	$Q_{W,nd}$ [kWh/m²]	18,1
$Q_{H,p}$ [kWh/m²]	284	$Q_{H,p}$ [kWh/m²]	48,9	$Q_{H,p}$ [kWh/m²]	33,8
$Q_{W,p}$ [kWh/m²]	25,0	$Q_{W,p}$ [kWh/m²]	21,0	$Q_{W,p}$ [kWh/m²]	14,5
$Q_{H,W,p}$ [kWh/m²]	309	$Q_{H,W,p}$ [kWh/m²]	69,9	$Q_{H,W,p}$ [kWh/m²]	48,2



Regione/Zona climatica: Area climatica media

Classe di epoca di costruzione: 3 (1921-1945)

Classe di dimensione edilizia: Blocco di appartamenti

V [m^3]	S/V [m^{-1}]	$A_{f,l}$ [m^2]	Numero di appartamenti	Numero di piani climatizzati
7197	0,46	2249	30	5

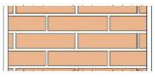
STATO ORIGINARIO

TIPOLOGIA COSTRUTTIVA

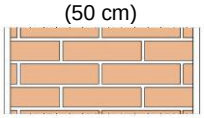
COPERTURA

Tetto a falde in laterizio [sottotetto non climatizzato]

PARETI



1. Muratura in mattoni pieni (50 cm)

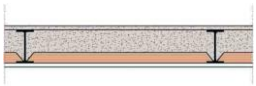


2. Muratura in mattoni pieni (62 cm)

3. Muratura in mattoni pieni (25 cm)
(verso ambiente non riscaldato)

SOLAIO

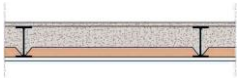
(superiore, verso ambiente non riscaldato)



Solaio a profilati in acciaio e tavelloni in laterizio

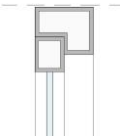
SOLAIO

(inferiore, su ambiente non riscaldato)



Solaio a profilati in acciaio e tavelloni in laterizio

SERRAMENTO



Vetro singolo, telaio in metallo senza taglio termico

COPERTURA	PARETI			SOLAIO (superiore)	SOLAIO (inferiore)	SERRAMENTO	
U [W/(m²K)]	U_1 [W/(m²K)]	U_2 [W/(m²K)]	U_3 [W/(m²K)]	U [W/(m²K)]	U [W/(m²K)]	U [W/(m²K)]	$g_{gl,n}$ [-]
2,20	1,14	1,02	1,70	2,48	1,81	5,70	0,85

TIPOLOGIA IMPIANTISTICA

IMPIANTO DI RISCALDAMENTO

GENERAZIONE	$\eta_{H,gn}$ = 0,71	*ACCUMULO*	$Q_{ls,H,s}$ = 0 kWh/m²	*DISTRIBUZIONE*	$\eta_{H,d}$ = 0,84	*AUSILIARIO*	$Q_{aux,H}$ = 1,7 kWh/m²
caldaia standard (gas), bruciatore atmosferico, installata in ambiente non climatizzato, camino > 10 m, antecedente al 1996		-		distribuzione centralizzata a colonne montanti verticali, collegamenti orizzontali in ambienti non riscaldati (es. cantina o terreno) / fino al 1960		pompa di circolazione per impianto centralizzato - ausiliario elettrico per caldaia standard con bruciatore atmosferico	

IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ACQUA CALDA SANITARIA

GENERAZIONE	$\eta_{W,gn}$ = 0,73	*ACCUMULO*	$Q_{ls,W,s}$ = 6,2 kWh/m²	*DISTRIBUZIONE*	$Q_{ls,W,d}$ = 10,5 kWh/m²	*AUSILIARIO*	$Q_{aux,W}$ = 2,1 kWh/m²
caldaia standard (gas), bruciatore atmosferico, installata in ambiente non climatizzato, camino > 10 m, antecedente al 1996		serbatoio di accumulo per produzione centralizzata di ACS, in ambiente non climatizzato - basso livello di isolamento		distribuzione di ACS centralizzata con ricircolo, rete affacciata all'interno, fino al 1975		produzione di ACS centralizzata con pompa di circolazione - ausiliario elettrico per caldaia standard con bruciatore atmosferico	

RIQUALIFICAZIONE STANDARD

INTERVENTI SULL'INVOLUCRO

ELEMENTO	U_{ex} W/(m²K)	U_{new} W/(m²K)	TIPO DI INTERVENTO
COPERTURA	2,20	0,80	Inserimento isolante (3 cm)
PARETI	1,14 1,02 1,70	0,33	Inserimento isolante (9 cm; 8 cm; 10 cm)
SOLAIO (superiore)	2,48	0,30	Inserimento isolante (12 cm)
SOLAIO (inferiore)	1,81	0,30	Inserimento isolante (11 cm)
SERRAMENTO	5,70 ($g_{gl,n}$ 0,85)	2,00 ($g_{gl,n}$ 0,67)	Sostituzione

INTERVENTI SUGLI IMPIANTI

RISCALDAMENTO

GENERAZIONE COP = 2,14	*ACCUMULO* $Q_{ls,H,s}$ = 0,8 kWh/m²	*DISTRIBUZIONE* $\eta_{H,d}$ = 0,96	*AUSILIARIO* $Q_{aux,H}$ = 1,6 kWh/m²
pompa di calore ad aria	serbatoio di accumulo di acqua calda per riscaldamento centralizzato - alto livello di isolamento	distribuzione centralizzata a colonne montanti verticali, collegamenti orizzontali in ambienti non riscaldati (es. cantina o terreno) / livello di isolamento elevato	pompa di circolazione per impianto centralizzato

ACQUA CALDA SANITARIA

GENERAZIONE COP = 2,55	*ACCUMULO* $Q_{ls,W,s}$ = 2,1 kWh/m²	*DISTRIBUZIONE* $Q_{ls,W,d}$ = 3,22 kWh/m²	*AUSILIARIO* $Q_{aux,W}$ = 2 kWh/m²
pompa di calore ad aria	serbatoio di accumulo per produzione centralizzata di ACS, in ambiente non climatizzato - alto livello di isolamento	distribuzione di ACS centralizzata con ricircolo, porzione di rete affacciata all'esterno, dopo il 1991	produzione di ACS centralizzata con pompa di circolazione

RIQUALIFICAZIONE AVANZATA

INTERVENTI SULL'INVOLUCRO

ELEMENTO	U_{ex} W/(m²K)	U_{new} W/(m²K)	TIPO DI INTERVENTO
COPERTURA	2,20	0,80	Inserimento isolante (3 cm)
PARETI	1,14 1,02 1,70	0,25	Inserimento isolante (12 cm; 12 cm; 14 cm)
SOLAIO (superiore)	2,48	0,23	Inserimento isolante (16 cm)
SOLAIO (inferiore)	1,81	0,23	Inserimento isolante (15 cm)
SERRAMENTO	5,70 ($g_{gl,n}$ 0,85)	1,70 ($g_{gl,n}$ 0,50)	Sostituzione

INTERVENTI SUGLI IMPIANTI

RISCALDAMENTO

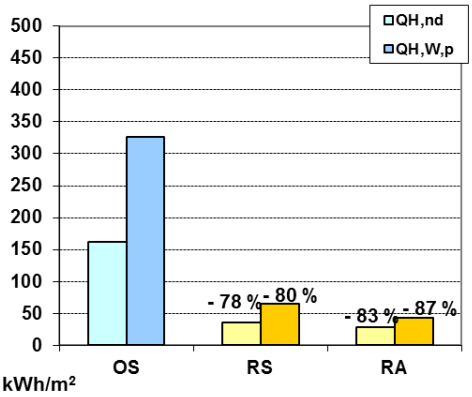
GENERAZIONE COP_{FNR} = 2,14	*ACCUMULO* $Q_{ls,H,s}$ = 0,8 kWh/m²	*DISTRIBUZIONE* $\eta_{H,d}$ = 0,97	*AUSILIARIO* $Q_{aux,H}$ = 1,6 kWh/m²
solare termico (20%)	serbatoio di accumulo di acqua calda per riscaldamento centralizzato - alto livello di isolamento	distribuzione centralizzata a colonne montanti verticali, collegamenti orizzontali in ambienti non riscaldati (es. cantina o terreno) / livello di isolamento elevato	pompa di circolazione per impianto centralizzato
pompa di calore ad aria (80%)			

ACQUA CALDA SANITARIA

GENERAZIONE $\eta_{W,gn(FNR)}$ = 0,99	*ACCUMULO* $Q_{ls,W,s}$ = 2,1 kWh/m²	*DISTRIBUZIONE* $Q_{ls,W,d}$ = 3,22 kWh/m²	*AUSILIARIO* $Q_{aux,W}$ = 2,5 kWh/m²
solare termico (60%)	serbatoio di accumulo per produzione centralizzata di ACS, in ambiente non climatizzato - alto livello di isolamento	distribuzione di ACS centralizzata con ricircolo, porzione di rete affacciata all'esterno, dopo il 1991	produzione di ACS centralizzata con impianto solare termico, con pompa di circolazione, in associazione ad una caldaia a condensazione (ausiliario elettrico)
caldaia a condensazione (40%)			

PRESTAZIONE ENERGETICA

Stato originario (SO)		**Riqualificazione standard (RS)**		**Riqualificazione avanzata (RA)**	
$Q_{H,nd}$ [kWh/m²]	162	$Q_{H,nd}$ [kWh/m²]	35,0	$Q_{H,nd}$ [kWh/m²]	27,9
$Q_{W,nd}$ [kWh/m²]	18,1	$Q_{W,nd}$ [kWh/m²]	18,1	$Q_{W,nd}$ [kWh/m²]	18,1
$Q_{H,p}$ [kWh/m²]	275	$Q_{H,p}$ [kWh/m²]	41,2	$Q_{H,p}$ [kWh/m²]	27,5
$Q_{W,p}$ [kWh/m²]	52,2	$Q_{W,p}$ [kWh/m²]	24,3	$Q_{W,p}$ [kWh/m²]	14,9
$Q_{H,W,p}$ [kWh/m²]	327	$Q_{H,W,p}$ [kWh/m²]	65,5	$Q_{H,W,p}$ [kWh/m²]	42,4



Regione/Zona climatica: Area climatica media

Classe di epoca di costruzione: 4 (1946-1960)

Classe di dimensione edilizia: Blocco di appartamenti

V [m^3]	*S/V* [m^{-1}]	$A_{f,l}$ [m^2]	Numero di appartamenti	Numero di piani climatizzati
5949	0,46	1763	24	4

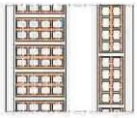
STATO ORIGINARIO

TIPOLOGIA COSTRUTTIVA

COPERTURA

Tetto a falde con struttura e tavolato in legno [sottotetto non climatizzato]

PARETI



1. Muratura a cassa-vuota con mattoni forati (30 cm)

2. Muratura in calcestruzzo (18 cm)
(verso ambiente non riscaldato)

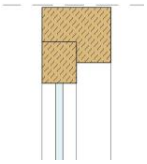
SOLAIO
(superiore, verso ambiente non riscaldato)

Solaio latero-cementizio

SOLAIO
(inferiore, su ambiente non riscaldato)

Solaio latero-cementizio

SERRAMENTO



Vetro singolo, telaio in legno

COPERTURA	PARETI		SOLAIO (superiore)	SOLAIO (inferiore)	SERRAMENTO	
U [$W/(m^2K)$]	U_1 [$W/(m^2K)$]	U_2 [$W/(m^2K)$]	*U* [$W/(m^2K)$]	*U* [$W/(m^2K)$]	*U* [$W/(m^2K)$]	$g_{gl,n}$ [-]
1,80	**1,15**	**2,60**	**1,65**	**1,30**	**4,90**	**0,85**

TIPOLOGIA IMPIANTISTICA

IMPIANTO DI RISCALDAMENTO

GENERAZIONE	$\eta_{H,gn}$ = 0,85	*ACCUMULO*	$Q_{ls,H,s}$ = 4,4 kWh/m^2	*DISTRIBUZIONE*	$\eta_{H,d}$ = 0,83	*AUSILIARIO*	$Q_{aux,H}$ = 2,6 kWh/m^2
caldaia standard a gas, bruciatore ad aria soffiata, installata in centrale termica, antecedente al 1996		serbatoio di accumulo di acqua calda per riscaldamento centralizzato - basso livello di isolamento		distribuzione centralizzata a colonne montanti verticali, collegamenti orizzontali in ambienti non riscaldati (es. cantina o terreno) / fino al 1960		pompa di circolazione per impianto centralizzato - ausiliario elettrico per caldaia con bruciatore ad aria soffiata	

IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ACQUA CALDA SANITARIA

GENERAZIONE	$\eta_{W,gn}$ = 0,75	*ACCUMULO*	$Q_{ls,W,s}$ = 0 kWh/m^2	*DISTRIBUZIONE*	$Q_{ls,W,d}$ = 1,13 kWh/m^2	*AUSILIARIO*	$Q_{aux,W}$ = 0 kWh/m^2
bollitore elettrico ad accumulo		-		distribuzione di acqua calda sanitaria separata per appartamento, senza ricircolo - fino al 1975		produzione di ACS per appartamento o separata/individuale	

RIQUALIFICAZIONE STANDARD

INTERVENTI SULL'INVOLUCRO

ELEMENTO	U_{ex} W/(m^{2}K)	U_{new} W/(m^{2}K)	TIPO DI INTERVENTO
COPERTURA	1,80	0,80	Inserimento isolante (3 cm)
PARETI	1,15 2,60	0,33	Inserimento isolante (9 cm; 11 cm)
SOLAIO (superiore)	1,65	0,30	Inserimento isolante (11 cm)
SOLAIO (inferiore)	1,30	0,30	Inserimento isolante (10 cm)
SERRAMENTO	4,90 ($g_{gl,n}$ 0,85)	2,00 ($g_{gl,n}$ 0,67)	Sostituzione

INTERVENTI SUGLI IMPIANTI

RISCALDAMENTO

GENERAZIONE $\eta_{H,gn}$ = 0,87	*ACCUMULO* $Q_{ls,H,s}$ = 0 kWh/m^2	*DISTRIBUZIONE* $\eta_{H,d}$ = 0,95	*AUSILIARIO* $Q_{aux,H}$ = 1,6 kWh/m^2
teleriscaldamento - sottostazione di scambio termico ad elevata efficienza	-	distribuzione centralizzata a colonne montanti verticali, collegamenti orizzontali in ambienti non riscaldati (es. cantina o terreno) / livello di isolamento elevato	pompa di circolazione per impianto centralizzato

ACQUA CALDA SANITARIA

GENERAZIONE $\eta_{W,gn(FNR)}$ = 0,75	*ACCUMULO* $Q_{ls,W,s}$ = 0,7 kWh/m^2	*DISTRIBUZIONE* $Q_{ls,W,d}$ = 0,76 kWh/m^2	*AUSILIARIO* $Q_{aux,W}$ = 2,2 kWh/m^2
solare termico (60%)	serbatoio di accumulo per produzione centralizzata di ACS, in ambiente climatizzato - alto livello di isolamento	distribuzione di acqua calda sanitaria separata per appartamento, senza ricircolo - dopo il 1975	produzione di ACS centralizzata con impianto solare termico, con pompa di circolazione
bollitore elettrico ad accumulo (40%)			

RIQUALIFICAZIONE AVANZATA

INTERVENTI SULL'INVOLUCRO

ELEMENTO	U_{ex} W/(m^{2}K)	U_{new} W/(m^{2}K)	TIPO DI INTERVENTO
COPERTURA	1,80	0,80	Inserimento isolante (3 cm)
PARETI	1,15 2,60	0,25	Inserimento isolante (13 cm; 14 cm)
SOLAIO (superiore)	1,65	0,23	Inserimento isolante (15 cm)
SOLAIO (inferiore)	1,30	0,23	Inserimento isolante (14 cm)
SERRAMENTO	4,90 ($g_{gl,n}$ 0,85)	1,70 ($g_{gl,n}$ 0,50)	Sostituzione

INTERVENTI SUGLI IMPIANTI

RISCALDAMENTO

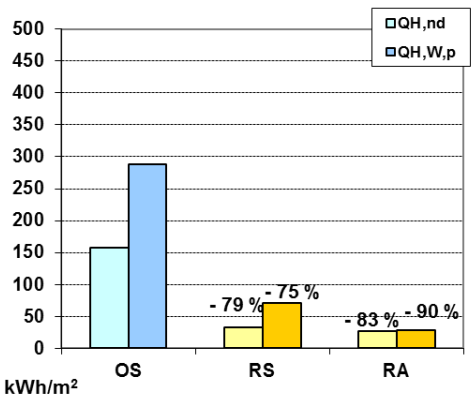
GENERAZIONE $COP_{(FNR)}$ = 3,46	*ACCUMULO* $Q_{ls,H,s}$ = 0,8 kWh/m^2	*DISTRIBUZIONE* $\eta_{H,d}$ = 0,96	*AUSILIARIO* $Q_{aux,H}$ = 1,6 kWh/m^2
solare termico (20%)	serbatoio di accumulo di acqua calda per riscaldamento centralizzato - alto livello di isolamento	distribuzione centralizzata a colonne montanti verticali, collegamenti orizzontali in ambienti non riscaldati (es. cantina o terreno) / livello di isolamento elevato	pompa di circolazione per impianto centralizzato
pompa di calore geotermica (80%)			

ACQUA CALDA SANITARIA

GENERAZIONE $COP_{(FNR)}$ = 3,48	*ACCUMULO* $Q_{ls,W,s}$ = 2,1 kWh/m^2	*DISTRIBUZIONE* $Q_{ls,W,d}$ = 2,18 kWh/m^2	*AUSILIARIO* $Q_{aux,W}$ = 2,2 kWh/m^2
solare termico (60%)	serbatoio di accumulo per produzione centralizzata di ACS, in ambiente non climatizzato - alto livello di isolamento	distribuzione di ACS centralizzata con ricircolo, porzione di rete affacciata all'esterno, dopo il 1991	produzione di ACS centralizzata con impianto solare termico, con pompa di circolazione
pompa di calore geotermica (40%)			

PRESTAZIONE ENERGETICA

Stato originario (SO)		**Riqualificazione standard (RS)**		**Riqualificazione avanzata (RA)**	
$Q_{H,nd}$ [kWh/m^2]	157	$Q_{H,nd}$ [kWh/m^2]	33,0	$Q_{H,nd}$ [kWh/m^2]	26,2
$Q_{W,nd}$ [kWh/m^2]	17,9	$Q_{W,nd}$ [kWh/m^2]	17,9	$Q_{W,nd}$ [kWh/m^2]	17,9
$Q_{H,p}$ [kWh/m^2]	233	$Q_{H,p}$ [kWh/m^2]	43,5	$Q_{H,p}$ [kWh/m^2]	17,6
$Q_{W,p}$ [kWh/m^2]	55,2	$Q_{W,p}$ [kWh/m^2]	27,2	$Q_{W,p}$ [kWh/m^2]	10,3
$Q_{H,W,p}$ [kWh/m^2]	288	$Q_{H,W,p}$ [kWh/m^2]	70,7	$Q_{H,W,p}$ [kWh/m^2]	27,9



Regione/Zona climatica: Area climatica media

Classe di epoca di costruzione: 5 (1961-1975)

Classe di dimensione edilizia: Blocco di appartamenti

V [m^3]	S/V [m^{-1}]	$A_{f,l}$ [m^2]	Numero di appartamenti	Numero di piani climatizzati
9438	0,46	2869	40	8

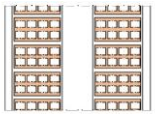
STATO ORIGINARIO

TIPOLOGIA COSTRUTTIVA

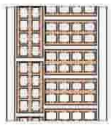
COPERTURA

Tetto a falde in laterizio [sottotetto non climatizzato]

PARETI



1. Muratura a cassa-vuota con mattoni forati (40 cm)



2. Muratura in mattoni forati (40 cm)
(verso ambiente non riscaldato)

SOLAIO
(superiore, verso ambiente non riscaldato)

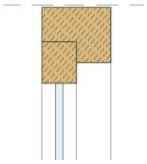
Solaio latero-cementizio

SOLAI
(inferiori)

1. Solaio latero-cementizio
(su ambiente esterno)

2. Solaio latero-cementizio
(su ambiente non riscaldato)

SERRAMENTO



Vetro singolo, telaio in legno

COPERTURA	PARETI		SOLAIO (superiore)	SOLAI (inferiori)		SERRAMENTO	
U [W/(m²K)]	U_1 [W/(m²K)]	U_2 [W/(m²K)]	U [W/(m²K)]	U_1 [W/(m²K)]	U_2 [W/(m²K)]	U [W/(m²K)]	$g_{gl,n}$ [-]
2,20	**1,10**	**1,13**	**1,65**	**1,56**	**1,30**	**4,90**	**0,85**

TIPOLOGIA IMPIANTISTICA

IMPIANTO DI RISCALDAMENTO

GENERAZIONE	$\eta_{H,gn}$ = 0,71	*ACCUMULO*	$Q_{ls,H,s}$ = 0 kWh/m²	*DISTRIBUZIONE*	$\eta_{H,d}$ = 0,86	*AUSILIARIO*	$Q_{aux,H}$ = 1,7 kWh/m²
caldaia standard (gas), bruciatore atmosferico, installata in ambiente non climatizzato, camino > 10 m, antecedente al 1996		-		distribuzione centralizzata a colonne montanti verticali, collegamenti orizzontali in ambienti non riscaldati (es. cantina o terreno) / 1961-1976		pompa di circolazione per impianto centralizzato - ausiliario elettrico per caldaia standard con bruciatore atmosferico	

IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ACQUA CALDA SANITARIA

GENERAZIONE	$\eta_{W,gn}$ = 0,73	*ACCUMULO*	$Q_{ls,W,s}$ = 6,2 kWh/m²	*DISTRIBUZIONE*	$Q_{ls,W,d}$ = 10,7 kWh/m²	*AUSILIARIO*	$Q_{aux,W}$ = 2,1 kWh/m²
caldaia standard (gas), bruciatore atmosferico, installata in ambiente non climatizzato, camino > 10 m, antecedente al 1996		serbatoio di accumulo per produzione centralizzata di ACS, in ambiente non climatizzato - basso livello di isolamento		distribuzione di ACS centralizzata con ricircolo, porzione di rete affacciata all'esterno, fino al 1975		produzione di ACS centralizzata con pompa di circolazione - ausiliario elettrico per caldaia standard con bruciatore atmosferico	

RIQUALIFICAZIONE STANDARD

INTERVENTI SULL'INVOLUCRO

ELEMENTO	U_{ex} W/(m²K)	U_{new} W/(m²K)	TIPO DI INTERVENTO
COPERTURA	2,20	0,80	Inserimento isolante (3 cm)
PARETI	1,10 1,13	0,33	Inserimento isolante (8 cm; 9 cm)
SOLAIO (superiore)	1,65	0,30	Inserimento isolante (11 cm)
SOLAI (inferiori)	1,56 1,30	0,30	Inserimento isolante (11 cm; 10 cm)
SERRAMENTO	4,90 ($g_{gl,n}$ 0,85)	2,00 ($g_{gl,n}$ 0,67)	Sostituzione

INTERVENTI SUGLI IMPIANTI

RISCALDAMENTO

GENERAZIONE $\eta_{H,gn} = 0,98$	*ACCUMULO* $Q_{ls,H,s} = 0$ kWh/m²	*DISTRIBUZIONE* $\eta_{H,d} = 0,96$	*AUSILIARIO* $Q_{aux,H} = 2,6$ kWh/m²
caldaia a condensazione, installata in centrale termica	-	distribuzione centralizzata a colonne montanti verticali, collegamenti orizzontali in ambienti non riscaldati (es. cantina o terreno) / livello di isolamento elevato	pompa di circolazione per impianto centralizzato - ausiliario elettrico per caldaia a condensazione

ACQUA CALDA SANITARIA

GENERAZIONE $\eta_{W,gn} = 0,99$	*ACCUMULO* $Q_{ls,W,s} = 2,1$ kWh/m²	*DISTRIBUZIONE* $Q_{ls,W,d} = 2,42$ kWh/m²	*AUSILIARIO* $Q_{aux,W} = 2,8$ kWh/m²
caldaia a condensazione, installata in centrale termica	serbatoio di accumulo per produzione centralizzata di ACS, in ambiente non climatizzato - alto livello di isolamento	distribuzione di ACS centralizzata con ricircolo, porzione di rete affacciata all'esterno, dopo il 1991	produzione di ACS centralizzata con pompa di circolazione - ausiliario elettrico per caldaia a condensazione

RIQUALIFICAZIONE AVANZATA

INTERVENTI SULL'INVOLUCRO

ELEMENTO	U_{ex} W/(m²K)	U_{new} W/(m²K)	TIPO DI INTERVENTO
COPERTURA	2,20	0,80	Inserimento isolante (3 cm)
PARETI	1,10 1,13	0,25	Inserimento isolante (12 cm; 12 cm)
SOLAIO (superiore)	1,65	0,23	Inserimento isolante (15 cm)
SOLAI (inferiori)	1,56 1,30	0,23	Inserimento isolante (15 cm; 14 cm)
SERRAMENTO	4,90 ($g_{gl,n}$ 0,85)	1,70 ($g_{gl,n}$ 0,50)	Sostituzione

INTERVENTI SUGLI IMPIANTI

RISCALDAMENTO

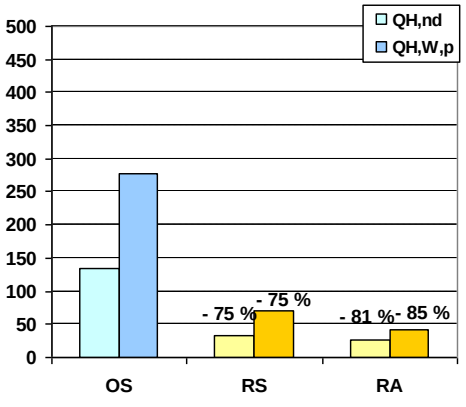
GENERAZIONE $\eta_{H,gn(FNR)} = 0,98$	*ACCUMULO* $Q_{ls,H,s} = 0,8$ kWh/m²	*DISTRIBUZIONE* $\eta_{H,d} = 0,97$	*AUSILIARIO* $Q_{aux,H} = 2,6$ kWh/m²
solare termico (20%)	serbatoio di accumulo di acqua calda per riscaldamento centralizzato - alto livello di isolamento	distribuzione centralizzata a colonne montanti verticali, collegamenti orizzontali in ambienti non riscaldati (es. cantina o terreno) / livello di isolamento elevato	pompa di circolazione per impianto centralizzato - ausiliario elettrico per caldaia a condensazione
caldaia a condensazione (80%)			

ACQUA CALDA SANITARIA

GENERAZIONE $\eta_{W,gn(FNR)} = 0,99$	*ACCUMULO* $Q_{ls,W,s} = 2,1$ kWh/m²	*DISTRIBUZIONE* $Q_{ls,W,d} = 2,42$ kWh/m²	*AUSILIARIO* $Q_{aux,W} = 2,5$ kWh/m²
solare termico (60%)	serbatoio di accumulo per produzione centralizzata di ACS, in ambiente non climatizzato - alto livello di isolamento	distribuzione di ACS centralizzata con ricircolo, porzione di rete affacciata all'esterno, dopo il 1991	produzione di ACS centralizzata con impianto solare termico, con pompa di circolazione, in associazione ad una caldaia a condensazione (ausiliario elettrico)
caldaia a condensazione (40%)			

PRESTAZIONE ENERGETICA

	Stato originario (SO)	**Riqualificazione standard (RS)**	**Riqualificazione avanzata (RA)**
$Q_{H,nd}$ [kWh/m²]	134	33,4	25,8
$Q_{W,nd}$ [kWh/m²]	18,2	18,2	18,2
$Q_{H,p}$ [kWh/m²]	224	41,1	28,0
$Q_{W,p}$ [kWh/m²]	52,6	29,0	14,6
$Q_{H,W,p}$ [kWh/m²]	277	70,1	42,6



Regione/Zona climatica: Area climatica media

Classe di epoca di costruzione: 6 (1976-1990)

Classe di dimensione edilizia: Blocco di appartamenti

V [m^3]	S/V [m^{-1}]	$A_{f,l}$ [m^2]	Numero di appartamenti	Numero di piani climatizzati
12685	0,37	4125	48	6

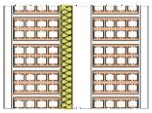
STATO ORIGINARIO

TIPOLOGIA COSTRUTTIVA

COPERTURA

Tetto piano in latero-cemento [sottotetto non climatizzato]

PARETI



1. Muratura a cassa-vuota con mattoni forati (40 cm), basso livello di isolamento

2. Muratura in calcestruzzo (anche prefabbricata, 18 cm), basso livello di isolamento (verso ambiente non riscaldato)

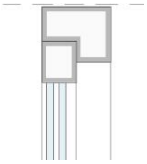
SOLAIO (superiore, verso ambiente non riscaldato)

Solaio latero-cementizio, basso livello di isolamento

SOLAIO (inferiore, su ambiente non riscaldato)

Solaio latero-cementizio, basso livello di isolamento

SERRAMENTO



Vetro-camera con intercapedine d'aria, telaio in metallo senza taglio termico

COPERTURA	PARETI		SOLAIO (superiore)	SOLAIO (inferiore)	SERRAMENTO	
U [W/(m²K)]	U_1 [W/(m²K)]	U_2 [W/(m²K)]	U [W/(m²K)]	U [W/(m²K)]	U [W/(m²K)]	$g_{gl,n}$ [-]
1,85	**0,76**	**0,76**	**0,97**	**0,98**	**3,70**	**0,75**

TIPOLOGIA IMPIANTISTICA

IMPIANTO DI RISCALDAMENTO

GENERAZIONE	$\eta_{H,gn}$ = 0,85	*ACCUMULO*	$Q_{ls,H,s}$ = 2,2 kWh/m²	*DISTRIBUZIONE*	$\eta_{H,d}$ = 0,89	*AUSILIARIO*	$Q_{aux,H}$ = 2,6 kWh/m²
caldaia standard a gas, bruciatore ad aria soffiata, installata in centrale termica, antecedente al 1996		serbatoio di accumulo di acqua calda per riscaldamento centralizzato - medio livello di isolamento		distribuzione centralizzata a colonne montanti verticali, collegamenti orizzontali in ambienti non riscaldati (es. cantina o terreno) / 1977-1993		pompa di circolazione per impianto centralizzato - ausiliario elettrico per caldaia con bruciatore ad aria soffiata	

IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ACQUA CALDA SANITARIA

GENERAZIONE	$\eta_{W,gn}$ = 0,80	*ACCUMULO*	$Q_{ls,W,s}$ = 0 kWh/m²	*DISTRIBUZIONE*	$Q_{ls,W,d}$ = 0,73 kWh/m²	*AUSILIARIO*	$Q_{aux,W}$ = 0 kWh/m²
caldaia standard a gas per la produzione istantanea di acqua calda sanitaria, a camera chiusa senza pilota permanente		-		distribuzione di acqua calda sanitaria separata per appartamento, senza ricircolo - dopo il 1975		produzione di ACS per appartamento o separata/individuale	

RIQUALIFICAZIONE STANDARD

INTERVENTI SULL'INVOLUCRO

ELEMENTO	U_{ex} W/(m²K)	U_{new} W/(m²K)	TIPO DI INTERVENTO
COPERTURA	1,85	0,80	Inserimento isolante (3 cm)
PARETI	0,76 0,76	0,33	Inserimento isolante (7 cm; 7 cm)
SOLAIO (superiore)	0,97	0,30	Inserimento isolante (9 cm)
SOLAIO (inferiore)	0,98	0,30	Inserimento isolante (9 cm)
SERRAMENTO	3,70 ($g_{gl,n}$ 0,75)	2,00 ($g_{gl,n}$ 0,67)	Sostituzione

INTERVENTI SUGLI IMPIANTI

RISCALDAMENTO

GENERAZIONE COP = 2,14	*ACCUMULO* $Q_{ls,H,s}$ = 0,8 kWh/m²	*DISTRIBUZIONE* $\eta_{H,d}$ = 0,96	*AUSILIARIO* $Q_{aux,H}$ = 1,6 kWh/m²
pompa di calore ad aria	serbatoio di accumulo di acqua calda per riscaldamento centralizzato - alto livello di isolamento	distribuzione centralizzata a colonne montanti verticali, collegamenti orizzontali in ambienti non riscaldati (es. cantina o terreno) / livello di isolamento elevato	pompa di circolazione per impianto centralizzato

ACQUA CALDA SANITARIA

GENERAZIONE $\eta_{W,gn}$ = 0,90	*ACCUMULO* $Q_{ls,W,s}$ = 0 kWh/m²	*DISTRIBUZIONE* $Q_{ls,W,d}$ = 0,73 kWh/m²	*AUSILIARIO* $Q_{aux,W}$ = 0 kWh/m²
caldaietta a condensazione a gas per la produzione di acqua calda sanitaria	-	distribuzione di acqua calda sanitaria separata per appartamento, senza ricircolo - dopo il 1975	produzione di ACS per appartamento o separata/individuale

RIQUALIFICAZIONE AVANZATA

INTERVENTI SULL'INVOLUCRO

ELEMENTO	U_{ex} W/(m²K)	U_{new} W/(m²K)	TIPO DI INTERVENTO
COPERTURA	1,85	0,80	Inserimento isolante (3 cm)
PARETI	0,76 0,76	0,25	Inserimento isolante (11 cm; 11 cm)
SOLAIO (superiore)	0,97	0,23	Inserimento isolante (13 cm)
SOLAIO (inferiore)	0,98	0,23	Inserimento isolante (13 cm)
SERRAMENTO	3,70 ($g_{gl,n}$ 0,75)	1,70 ($g_{gl,n}$ 0,50)	Sostituzione

INTERVENTI SUGLI IMPIANTI

RISCALDAMENTO

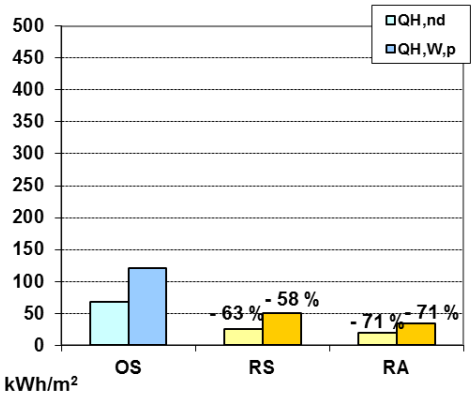
GENERAZIONE COP_{FNR} = 2,14	*ACCUMULO* $Q_{ls,H,s}$ = 0,8 kWh/m²	*DISTRIBUZIONE* $\eta_{H,d}$ = 0,97	*AUSILIARIO* $Q_{aux,H}$ = 1,6 kWh/m²
solare termico (20%) pompa di calore ad aria (80%)	serbatoio di accumulo di acqua calda per riscaldamento centralizzato - alto livello di isolamento	distribuzione centralizzata a colonne montanti verticali, collegamenti orizzontali in ambienti non riscaldati (es. cantina o terreno) / livello di isolamento elevato	pompa di circolazione per impianto centralizzato

ACQUA CALDA SANITARIA

GENERAZIONE $\eta_{W,gn(FNR)}$ = 0,99	*ACCUMULO* $Q_{ls,W,s}$ = 2,1 kWh/m²	*DISTRIBUZIONE* $Q_{ls,W,d}$ = 1,45 kWh/m²	*AUSILIARIO* $Q_{aux,W}$ = 2,5 kWh/m²
solare termico (60%) caldaia a condensazione (40%)	serbatoio di accumulo per produzione centralizzata di ACS, in ambiente non climatizzato - alto livello di isolamento	distribuzione di ACS centralizzata con ricircolo, porzione di rete affacciata all'esterno, dopo il 1991	produzione di ACS centralizzata con impianto solare termico, con pompa di circolazione, in associazione ad una caldaia a condensazione (ausiliario elettrico)

PRESTAZIONE ENERGETICA

Stato originario (SO)		Riqualificazione standard (RS)		Riqualificazione avanzata (RA)	
$Q_{H,nd}$ [kWh/m²]	67,6	$Q_{H,nd}$ [kWh/m²]	25,2	$Q_{H,nd}$ [kWh/m²]	19,7
$Q_{W,nd}$ [kWh/m²]	17,4	$Q_{W,nd}$ [kWh/m²]	17,4	$Q_{W,nd}$ [kWh/m²]	17,4
$Q_{H,p}$ [kWh/m²]	97,5	$Q_{H,p}$ [kWh/m²]	30,9	$Q_{H,p}$ [kWh/m²]	20,6
$Q_{W,p}$ [kWh/m²]	22,7	$Q_{W,p}$ [kWh/m²]	20,2	$Q_{W,p}$ [kWh/m²]	13,9
$Q_{H,W,p}$ [kWh/m²]	120	$Q_{H,W,p}$ [kWh/m²]	51,1	$Q_{H,W,p}$ [kWh/m²]	34,5



Regione/Zona climatica: Area climatica media

Classe di epoca di costruzione: 7 (1991-2005)

Classe di dimensione edilizia: Blocco di appartamenti

V [m^3]	S/V [m^{-1}]	$A_{f,l}$ [m^2]	Numero di appartamenti	Numero di piani climatizzati
9912	0,43	3271	36	6

STATO ORIGINARIO

TIPOLOGIA COSTRUTTIVA

COPERTURA

Tetto piano in latero-cemento, medio livello di isolamento [sottotetto non climatizzato]

PARETI

1. Muratura in calcestruzzo (anche prefabbricata, 30 cm), medio livello di isolamento
2. Muratura in mattoni forati (40 cm), medio livello di isolamento

3. Muratura in calcestruzzo (anche prefabbricata, 18-20 cm), medio livello di isolamento (verso ambiente non riscaldato)

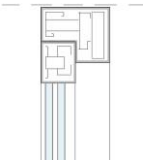
SOLAIO (superiore, verso ambiente non riscaldato)

Solaio latero-cementizio, medio livello di isolamento

SOLAIO (inferiore, su ambiente non riscaldato)

Solaio latero-cementizio, medio livello di isolamento

SERRAMENTO



Vetro-camera con intercapedine d'aria, telaio in metallo a taglio termico

COPERTURA	PARETI			SOLAIO (superiore)	SOLAIO (inferiore)	SERRAMENTO	
U [W/(m^2K)]	U_1 [W/(m^2K)]	U_2 [W/(m^2K)]	U_3 [W/(m^2K)]	U [W/(m^2K)]	U [W/(m^2K)]	U [W/(m^2K)]	$g_{gl,n}$ [-]
0,70	0,60	0,59	0,59	0,69	0,77	3,40	0,75

TIPOLOGIA IMPIANTISTICA

IMPIANTO DI RISCALDAMENTO

GENERAZIONE	$\eta_{H,gn}$ = 0,88	*ACCUMULO*	$Q_{ls,H,s}$ = 0 kWh/m^2	*DISTRIBUZIONE*	$\eta_{H,d}$ = 0,95	*AUSILIARIO*	$Q_{aux,H}$ = 1,6 kWh/m^2
caldaia standard per impianti di riscaldamento autonomi (per appartamento), installata in ambiente non climatizzato		-		distribuzione separata per appartamento / 1994-2005		ausiliario elettrico per caldaia standard (impianto di riscaldamento autonomo)	

IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ACQUA CALDA SANITARIA

GENERAZIONE	$\eta_{W,gn}$ = 0,84	*ACCUMULO*	$Q_{ls,W,s}$ = 1,7 kWh/m^2	*DISTRIBUZIONE*	$Q_{ls,W,d}$ = 0,72 kWh/m^2	*AUSILIARIO*	$Q_{aux,W}$ = 0 kWh/m^2
caldaia standard per impianti di ACS autonomi (produzione combinata riscaldamento e ACS, per appartamento), installata in ambiente non climatizzato		serbatoio di accumulo di acqua calda per appartamento - medio livello di isolamento		distribuzione di acqua calda sanitaria separata per appartamento, senza ricircolo - dopo il 1975		produzione di ACS per appartamento o separata/individuale	

RIQUALIFICAZIONE STANDARD

INTERVENTI SULL'INVOLUCRO

ELEMENTO	U_{ex} W/(m²K)	U_{new} W/(m²K)	TIPO DI INTERVENTO
COPERTURA	0,70	0,80	Nessuno
PARETI	0,60 0,59 0,59	0,33	Inserimento isolante (5 cm; 5 cm; 5 cm)
SOLAIO (superiore)	0,69	0,30	Inserimento isolante (8 cm)
SOLAIO (inferiore)	0,77	0,30	Inserimento isolante (8 cm)
SERRAMENTO	3,40 ($g_{gl,n}$ 0,75)	2,00 ($g_{gl,n}$ 0,67)	Sostituzione

INTERVENTI SUGLI IMPIANTI

RISCALDAMENTO

GENERAZIONE $\eta_{H,gn}$ = 0,98	*ACCUMULO* $Q_{ls,H,s}$ = 0 kWh/m²	*DISTRIBUZIONE* $\eta_{H,d}$ = 0,96	*AUSILIARIO* $Q_{aux,H}$ = 2,6 kWh/m²
caldaia a condensazione, installata in centrale termica	-	distribuzione centralizzata a colonne montanti verticali, collegamenti orizzontali in ambienti non riscaldati (es. cantina o terreno) / livello di isolamento elevato	pompa di circolazione per impianto centralizzato - ausiliario elettrico per caldaia a condensazione

ACQUA CALDA SANITARIA

GENERAZIONE $\eta_{W,gn}$ = 0,90	*ACCUMULO* $Q_{ls,W,s}$ = 0 kWh/m²	*DISTRIBUZIONE* $Q_{ls,W,d}$ = 0,72 kWh/m²	*AUSILIARIO* $Q_{aux,W}$ = 0 kWh/m²
caldaietta a condensazione a gas per la produzione di acqua calda sanitaria	-	distribuzione di acqua calda sanitaria separata per appartamento, senza ricircolo - dopo il 1975	produzione di ACS per appartamento o separata/individuale

RIQUALIFICAZIONE AVANZATA

INTERVENTI SULL'INVOLUCRO

ELEMENTO	U_{ex} W/(m²K)	U_{new} W/(m²K)	TIPO DI INTERVENTO
COPERTURA	0,70	0,80	Nessuno
PARETI	0,60 0,59 0,59	0,25	Inserimento isolante (9 cm; 9 cm; 9 cm)
SOLAIO (superiore)	0,69	0,23	Inserimento isolante (12 cm)
SOLAIO (inferiore)	0,77	0,23	Inserimento isolante (12 cm)
SERRAMENTO	3,40 ($g_{gl,n}$ 0,75)	1,70 ($g_{gl,n}$ 0,50)	Sostituzione

INTERVENTI SUGLI IMPIANTI

RISCALDAMENTO

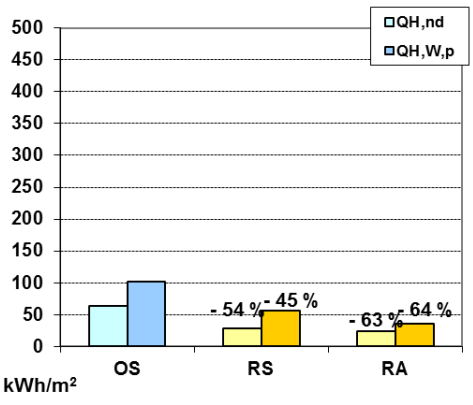
GENERAZIONE *COP* = 3,46	*ACCUMULO* $Q_{ls,H,s}$ = 0,8 kWh/m²	*DISTRIBUZIONE* $\eta_{H,d}$ = 0,97	*AUSILIARIO* $Q_{aux,H}$ = 1,6 kWh/m²
pompa di calore geotermica	serbatoio di accumulo di acqua calda per riscaldamento centralizzato - alto livello di isolamento	distribuzione centralizzata a colonne montanti verticali, collegamenti orizzontali in ambienti non riscaldati (es. cantina o terreno) / livello di isolamento elevato	pompa di circolazione per impianto centralizzato

ACQUA CALDA SANITARIA

GENERAZIONE *COP* = 3,48	*ACCUMULO* $Q_{ls,W,s}$ = 2,1 kWh/m²	*DISTRIBUZIONE* $Q_{ls,W,d}$ = 1,45 kWh/m²	*AUSILIARIO* $Q_{aux,W}$ = 2 kWh/m²
pompa di calore geotermica	serbatoio di accumulo per produzione centralizzata di ACS, in ambiente non climatizzato - alto livello di isolamento	distribuzione di ACS centralizzata con ricircolo, porzione di rete affacciata all'esterno, dopo il 1991	produzione di ACS centralizzata con pompa di circolazione

PRESTAZIONE ENERGETICA

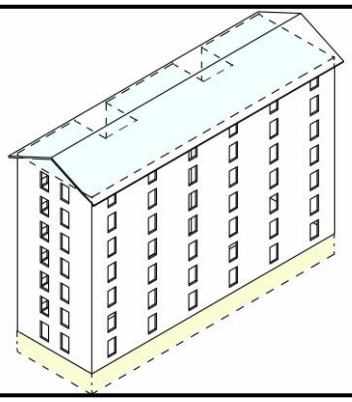
Stato originario (SO)		**Riqualificazione standard (RS)**		**Riqualificazione avanzata (RA)**	
$Q_{H,nd}$ [kWh/m²]	62,9	$Q_{H,nd}$ [kWh/m²]	29,0	$Q_{H,nd}$ [kWh/m²]	23,5
$Q_{W,nd}$ [kWh/m²]	17,1	$Q_{W,nd}$ [kWh/m²]	17,1	$Q_{W,nd}$ [kWh/m²]	17,1
$Q_{H,p}$ [kWh/m²]	79,0	$Q_{H,p}$ [kWh/m²]	36,4	$Q_{H,p}$ [kWh/m²]	19,2
$Q_{W,p}$ [kWh/m²]	23,2	$Q_{W,p}$ [kWh/m²]	19,7	$Q_{W,p}$ [kWh/m²]	17,2
$Q_{H,W,p}$ [kWh/m²]	102	$Q_{H,W,p}$ [kWh/m²]	56,2	$Q_{H,W,p}$ [kWh/m²]	36,4



Regione/Zona climatica: Area climatica media

Classe di epoca di costruzione: 8 (dopo il 2005)

Classe di dimensione edilizia: Blocco di appartamenti



V [m^3]	S/V [m^{-1}]	$A_{f,n}$ [m^2]	Numero di appartamenti	Numero di piani climatizzati
8199	0,40	2124	31	7

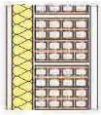
CASO BASE

TIPOLOGIA COSTRUTTIVA

COPERTURA

Tetto a falde in laterizio, medio livello di isolamento [sottotetto non climatizzato]

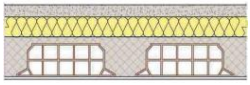
PARETI



1. Muratura in mattoni alveolati (alta resistenza termica), alto livello di isolamento

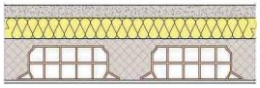
2. Muratura in calcestruzzo (anche prefabbricata), alto livello di isolamento (verso ambiente non riscaldato)

SOLAIO (superiore, verso ambiente non riscaldato)



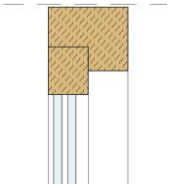
Solaio latero-cementizio, alto livello di isolamento

SOLAIO (inferiore, su ambiente non riscaldato)



Solaio latero-cementizio, alto livello di isolamento

SERRAMENTO



Vetro-camera basso-emissivo con intercapedine d'aria o di altri gas, telaio in legno

COPERTURA	PARETI		SOLAIO (superiore)	SOLAIO (inferiore)	SERRAMENTO	
U [W/(m^{2}K)]	U_1 [W/(m^{2}K)]	U_2 [W/(m^{2}K)]	U [W/(m^{2}K)]	U [W/(m^{2}K)]	U [W/(m^{2}K)]	$g_{gl,n}$ [-]
0,74	**0,34**	**0,34**	**0,30**	**0,33**	**2,20**	**0,67**

TIPOLOGIA IMPIANTISTICA

IMPIANTO DI RISCALDAMENTO

GENERAZIONE	$\eta_{H,gn}$ = 0,94	*ACCUMULO*	$Q_{ls,H,s}$ = 0 kWh/m^2	*DISTRIBUZIONE*	$\eta_{H,d}$ = 0,97	*AUSILIARIO*	$Q_{aux,H}$ = 1,7 kWh/m^2
caldaia standard a gas a bassa temperatura		-		distribuzione centralizzata a colonne montanti verticali, collegamenti orizzontali in ambienti non riscaldati (es. cantina o terreno) / dopo il 2005		pompa di circolazione per impianto centralizzato - ausiliario elettrico per caldaia standard con bruciatore artosferico	

IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ACQUA CALDA SANITARIA

GENERAZIONE	$\eta_{W,gn(FNR)}$ = 0,90	*ACCUMULO*	$Q_{ls,W,s}$ = 2,1 kWh/m^2	*DISTRIBUZIONE*	$Q_{ls,W,d}$ = 0,74 kWh/m^2	*AUSILIARIO*	$Q_{aux,W}$ = 2,2 kWh/m^2
solare termico (50%) caldaietta a condensazione a gas (50%)		serbatoio di accumulo di acqua calda, in ambiente non climatizzato - alto livello di isolamento		distribuzione di acqua calda sanitaria separata per appartamento, senza ricircolo – dopo il 1975		produzione di ACS con impianto solare termico, con pompa di circolazione	

PRIMA VARIANTE

REQUISITI RELATIVI ALL'INVOLUCRO

ELEMENTO	***U*** W/(m^{2}K)
COPERTURA	0,74
PARETI	0,27
SOLAIO (superiore)	0,24
SOLAIO (inferiore)	0,30
SERRAMENTI	1,80 ($g_{gl,n}$ 0,67)

REQUISITI RELATIVI AGLI IMPIANTI

RISCALDAMENTO

GENERAZIONE $\eta_{H,gn(FNR)}$ = 0,98	*ACCUMULO* $Q_{ls,H,s}$ = 0,8 kWh/m^2	*DISTRIBUZIONE* $\eta_{H,d}$ = 0,97	*AUSILIARIO* $Q_{aux,H}$ = 2,6 kWh/m^2
solare termico (30%) caldaia a condensazione, installata in centrale termica (70%)	serbatoio di accumulo di acqua calda per riscaldamento centralizzato - alto livello di isolamento	distribuzione centralizzata a colonne montanti verticali, collegamenti orizzontali in ambienti non riscaldati (es. cantina o terreno) / dopo il 2005	pompa di circolazione per impianto centralizzato - ausiliario elettrico per caldaia a condensazione

ACQUA CALDA SANITARIA

GENERAZIONE $\eta_{W,gn(FNR)}$ = 0,90	*ACCUMULO* $Q_{ls,W,s}$ = 2,1 kWh/m^2	*DISTRIBUZIONE* $Q_{ls,W,d}$ = 0,74 kWh/m^2	*AUSILIARIO* $Q_{aux,W}$ = 2,2 kWh/m^2
solare termico (50%) caldaietta a condensazione a gas (50%)	serbatoio di accumulo di acqua calda, in ambiente non climatizzato - alto livello di isolamento	distribuzione di acqua calda sanitaria separata per appartamento, senza ricircolo – dopo il 1975	produzione di ACS con impianto solare termico, con pompa di circolazione

Produzione annuale di energia elettrica impianto fotovoltaico: 2,7 kWh/m^2

SECONDA VARIANTE

REQUISITI RELATIVI ALL'INVOLUCRO

ELEMENTO	***U*** W/(m^{2}K)
COPERTURA	0,11
PARETI	0,13
SOLAIO (superiore)	0,13
SOLAIO (inferiore)	0,19
SERRAMENTI	1,10 ($g_{gl,n}$ 0,50)

REQUISITI RELATIVI AGLI IMPIANTI

RISCALDAMENTO

GENERAZIONE COP_{FNR} = 3,46	*ACCUMULO* $Q_{ls,H,s}$ = 0,8 kWh/m^2	*DISTRIBUZIONE* $\eta_{H,d}$ = 0,98	*AUSILIARIO** $Q_{aux,H}$ = 1,6 kWh/m^2
solare termico (45%) pompa di calore geotermica (55%)	serbatoio di accumulo di acqua calda per riscaldamento centralizzato - alto livello di isolamento	distribuzione centralizzata a colonne montanti verticali, collegamenti orizzontali in ambienti non riscaldati (es. cantina o terreno) / livello di isolamento elevato	pompa di circolazione per impianto centralizzato

* In aggiunta si considera il consumo medio annuo di energia elettrica per il ventilatore, pari a 1,42 kWh/m^2

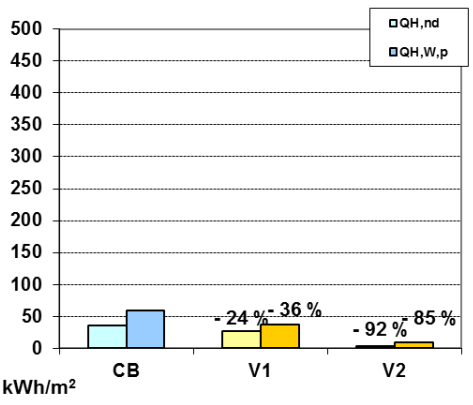
ACQUA CALDA SANITARIA

GENERAZIONE COP_{FNR} = 3,48	*ACCUMULO* $Q_{ls,W,s}$ = 2,1 kWh/m^2	*DISTRIBUZIONE* $Q_{ls,W,d}$ = 1,59 kWh/m^2	*AUSILIARIO* $Q_{aux,W}$ = 2,2 kWh/m^2
solare termico (75%) pompa di calore geotermica (25%)	serbatoio di accumulo di acqua calda, in ambiente non climatizzato - alto livello di isolamento	distribuzione di ACS con ricircolo, rete affacciata all'interno, dopo il 1991	produzione di ACS centralizzata con impianto solare termico, con pompa di circolazione

Produzione annuale di energia elettrica impianto fotovoltaico: 5,4 kWh/m^2

PRESTAZIONE ENERGETICA

Caso base (CB)		**Prima variante (V1)**		**Seconda variante (V2)**	
$Q_{H,nd}$ [kWh/m^2]	36,0	$Q_{H,nd}$ [kWh/m^2]	27,1	$Q_{H,nd}$ [kWh/m^2]	2,71
$Q_{W,nd}$ [kWh/m^2]	17,7	$Q_{W,nd}$ [kWh/m^2]	17,7	$Q_{W,nd}$ [kWh/m^2]	17,7
$Q_{H,p}$ [kWh/m^2]	43,1	$Q_{H,p}$ [kWh/m^2]	25,0	$Q_{H,p}$ [kWh/m^2]	6,60
$Q_{W,p}$ [kWh/m^2]	16,2	$Q_{W,p}$ [kWh/m^2]	12,9	$Q_{W,p}$ [kWh/m^2]	1,90
$Q_{H,W,p}$ [kWh/m^2]	59,3	$Q_{H,W,p}$ [kWh/m^2]	37,9	$Q_{H,W,p}$ [kWh/m^2]	7,34



9. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Si riportano di seguito alcuni grafici riassuntivi sulla prestazione energetica degli edifici-tipo illustrati al capitolo 8. Si confronta lo stato originario e la condizione riferita a ciascuna delle due riqualificazioni energetiche, standard ed avanzata, per gli edifici costruiti fino al 2005; si confronta il caso base e le due configurazioni di variante progettuale per gli edifici costruiti dopo il 2005. Il confronto è effettuato rispetto ai fabbisogni annuali netti di energia termica per il riscaldamento degli edifici-tipo, suddivisi per tipologia dimensionale, da Figura 16 a Figura 19. Il confronto è inoltre effettuato rispetto ai fabbisogni annuali di energia primaria per il riscaldamento e la produzione di acqua calda sanitaria degli edifici-tipo, suddivisi per tipologia dimensionale, da Figura 20 a Figura 23.

Dall'analisi dei grafici riassuntivi si evince che mediamente l'intervento di riqualificazione standard determina, rispetto alla condizione originaria, una riduzione del fabbisogno di energia primaria dal 44%, per la classe di epoca di costruzione 7, all'83%, per le classi di epoca di costruzione 1-3, mentre l'intervento di riqualificazione avanzata determina una riduzione del fabbisogno di energia primaria dal 64% al 90% in riferimento alle stesse classi.

Per ciò che concerne gli edifici di nuova costruzione, la prima variante determina una riduzione del fabbisogno di energia primaria compresa tra il 36% e il 57% rispetto al caso base, mentre la configurazione corrispondente all'edificio ad energia quasi-zero determina una riduzione del fabbisogno di energia primaria che varia dall'84% all'89% rispetto al caso base.

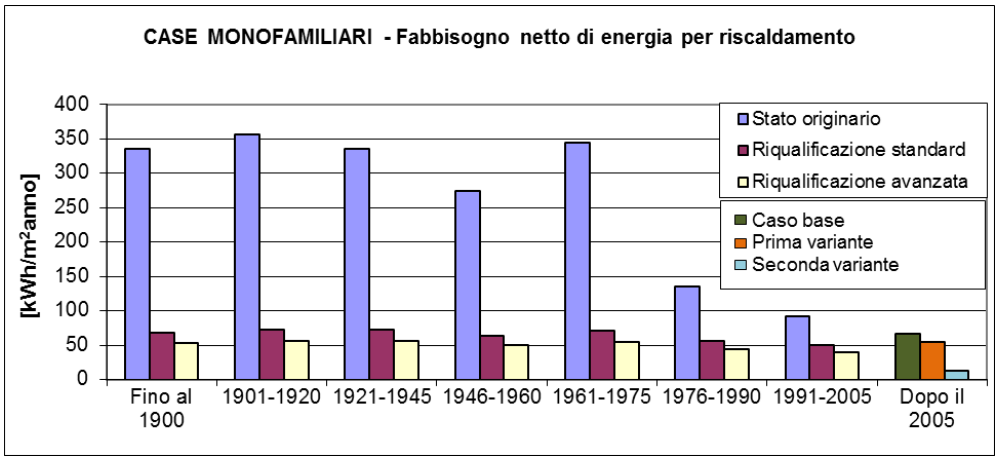


Figura 16. Fabbisogno annuo netto di energia termica per il riscaldamento nelle tre condizioni degli edifici-tipo appartenenti alla classe dimensionale delle case monofamiliari.

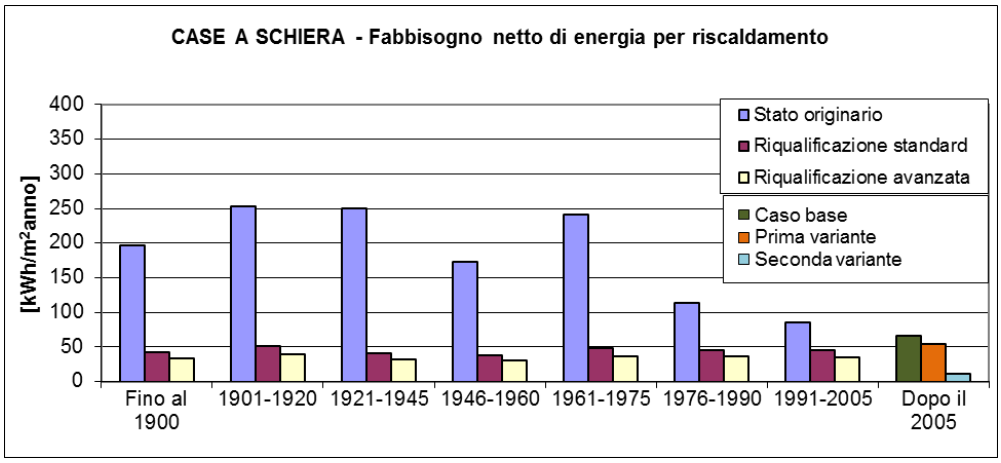


Figura 17. Fabbisogno annuo netto di energia termica per il riscaldamento nelle tre condizioni degli edifici-tipo appartenenti alla classe dimensionale delle case a schiera.

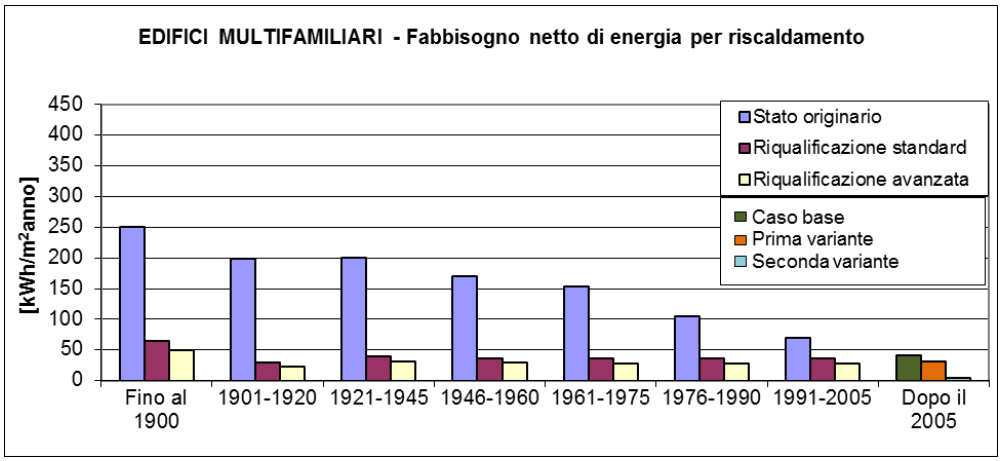


Figura 18. Fabbisogno annuo netto di energia termica per il riscaldamento nelle tre condizioni degli edifici-tipo appartenenti alla classe dimensionale degli edifici multifamiliari.

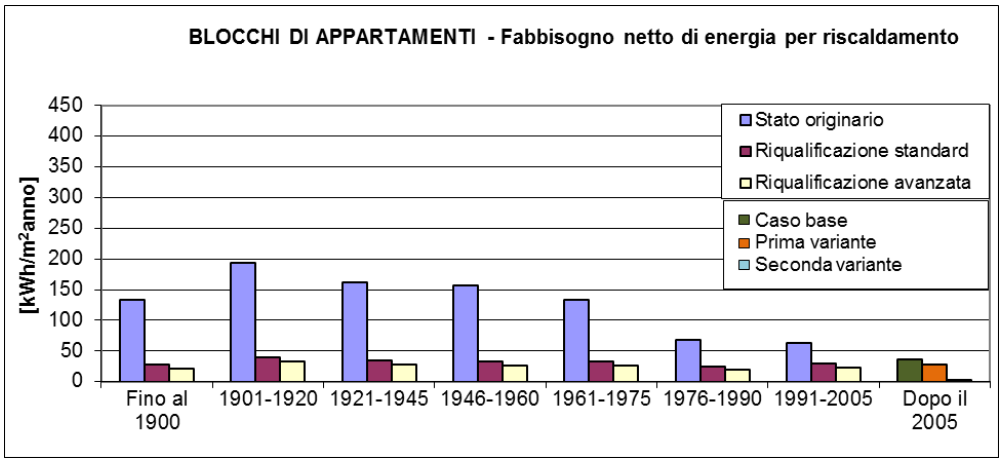


Figura 19. Fabbisogno annuo netto di energia termica per il riscaldamento nelle tre condizioni degli edifici-tipo appartenenti alla classe dimensionale dei blocchi di appartamenti.

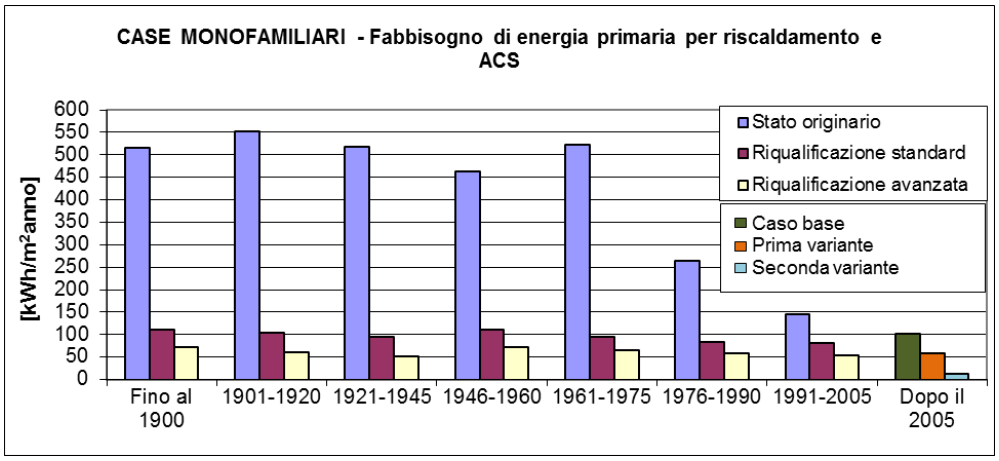


Figura 20. Fabbisogno annuo di energia primaria per il riscaldamento e l'acqua calda sanitaria nelle tre condizioni degli edifici-tipo appartenenti alla classe dimensionale delle case monofamiliari.

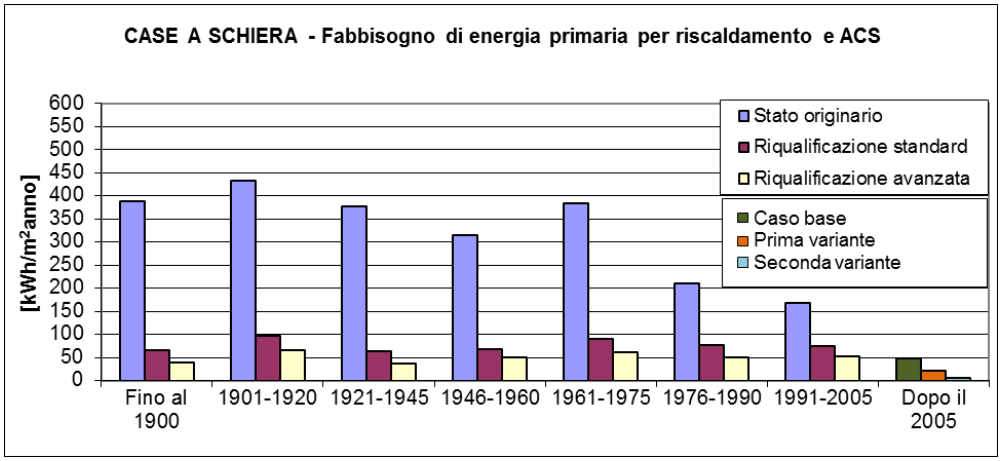


Figura 21. Fabbisogno annuo di energia primaria per il riscaldamento e l'acqua calda sanitaria nelle tre condizioni degli edifici-tipo appartenenti alla classe dimensionale delle case a schiera.

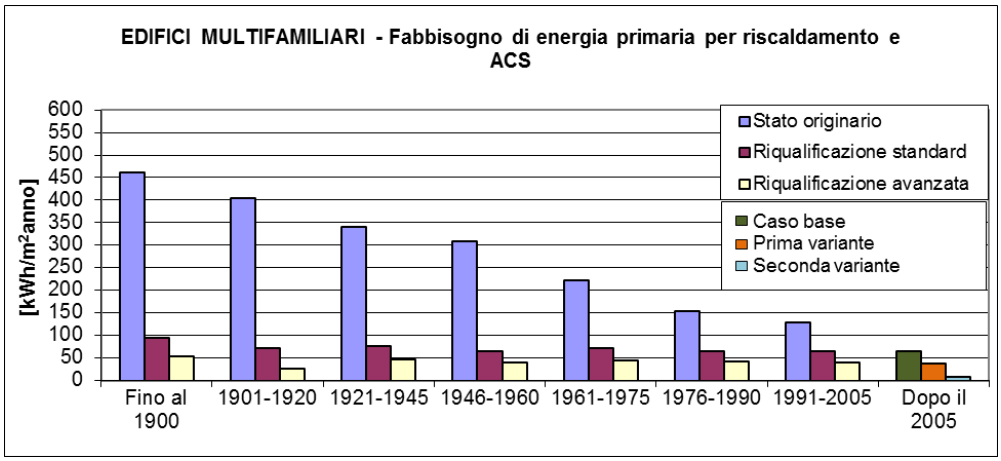


Figura 22. Fabbisogno annuo di energia primaria per il riscaldamento e l'acqua calda sanitaria nelle tre condizioni degli edifici-tipo appartenenti alla classe dimensionale degli edifici multifamiliari.

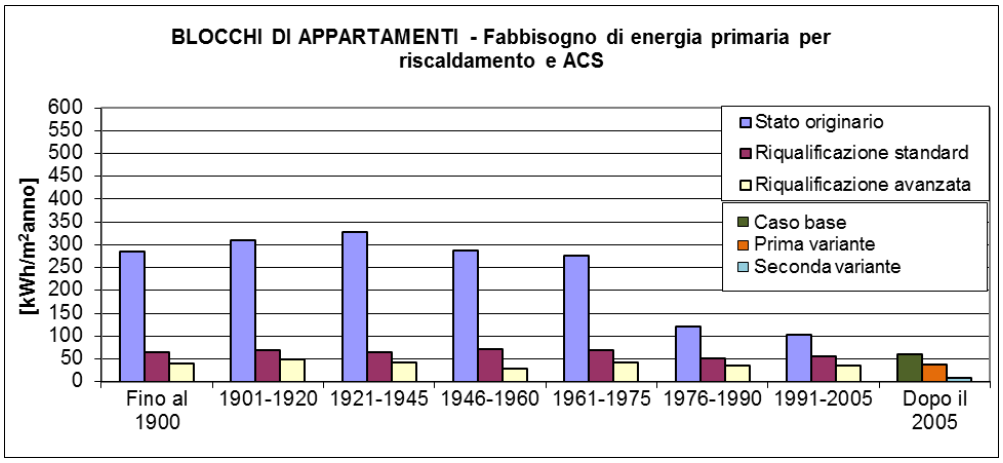


Figura 23. Fabbisogno annuo di energia primaria per il riscaldamento e l'acqua calda sanitaria nelle tre condizioni degli edifici-tipo appartenenti alla classe dimensionale dei blocchi di appartamenti.

NOMENCLATURA

Simbolo	Grandezza	Unità di misura
A	area	[m^2]
COP	coefficiente di prestazione	[-]
g	trasmittanza di energia solare totale	[-]
Q	energia	[J], [Wh]
S	superficie (disperdente)	[m^2]
V	volume	[m^3]
U	trasmittanza termica	[W(m^2 K)]
η	rendimento, efficienza	[-]

Pedici

aux	ausiliario elettrico
C	raffrescamento
d	distribuzione (sottosistema)
e	emissione (sottosistema)
f	pavimento
gl	vetro
gn	generazione (sottosistema)
H	riscaldamento
l	lordo
ls	perdite di energia termica
n	netto, normale (incidenza)
nd	fabbisogno netto
nren	non rinnovabile (energia)
p	energia primaria
rec	recuperatore di calore
ren	rinnovabile (energia)
s	accumulo (sottosistema)
ss	sottostazione (teleriscaldamento)
W	acqua calda sanitaria

BIBLIOGRAFIA

Monografie

- E. Cavallo, E. Monzeglio, Tipi di carattere, Politeko, Torino 2002.
- G. Colombo, Manuale dell'Ingegneria, Hoepli, Milano 1980.
- CRESME, Il mercato delle costruzioni 2006, Centro Ricerche Economiche Sociali di Mercato per l'Edilizia e il Territorio, 2006.
- G. Curioni, L'arte di edificare, Negro, Torino 1873-1884, appendice IV.
- ECBCS, Stock aggregation, in "Annex 31-Energy related environmental impact of buildings", IEA-ECBCS (International Energy Agency-Energy Conservation in Buildings and Community Systems), 2004.
- ENEA, Rapporto Energia e Ambiente 2008, Ente per le Nuove tecnologie, l'Energia e l'Ambiente, 2009.
- Intelligent Energy Europe (IEE), Typology Approach for Building Stock Energy Assessment (TABULA), in "Description of the Action", Annex I, SI2.528393, Aprile 2009.
- ISTAT, Censimento della popolazione. Elaborazioni dell'Istituto Nazionale di Statistica, 2001.
- C. Levi, Trattato teorico-pratico di costruzioni civili, rurali, stradali ed idrauliche, vol. I, Hoepli, Milano 1936.
- R. Nelva, Tipi edilizi caratterizzanti gli ambiti urbani, in "Politecnico di Torino – Beni Culturali Ambientali nel Comune di Torino", Società degli Ingegneri e Architetti in Torino, Torino 1984.
- R. Nelva, B. Signorelli, Caratterizzazioni architettoniche ed edilizie delle costruzioni economiche residenziali in Torino tra fine Ottocento e la prima Guerra Mondiale, in "Patrimonio edilizio esistente, un passato e un futuro", a cura di A. Abriani, Designers Riuniti Ed., Torino 1980.
- E. Neufert, Enciclopedia pratica per progettare e costruire, Hoepli, Milano 1999.
- E. Stuani, E. Iurcotta, U. Genta, Manuale tecnico del geometra e del perito agrario, Signorelli, Milano 1965.

Legislazione

- Legge 9 gennaio 1991, n. 10 "Norme per l'attuazione del piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia", pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale n. 13 del 16 gennaio 1991.
- D.P.R. 26 agosto 1993, n. 412 "Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione e la manutenzione degli impianti termici degli edifici, ai fini del contenimento dei consumi di energia, in attuazione dell'art. 4, comma 4 della legge 9 gennaio 1991, n.10", pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 242 del 14 ottobre 1993.

- Direttiva 2002/91/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 16 dicembre 2002 sul rendimento energetico nell'edilizia, pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale delle Comunità europee n. L1 del 4 gennaio 2003.
- Decreto Legislativo 19 agosto 2005, n. 192 "Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia", pubblicato sul Supplemento ordinario n. 158/L alla Gazzetta Ufficiale n. 222 del 23 settembre 2005.
- Legge 27 dicembre 2006, n. 296 "Disposizioni per la formazione del bilancio annuale e pluriennale dello Stato. Legge Finanziaria 2007", pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale n. 299 del 27 dicembre 2006.
- Decreto Legislativo 29 dicembre 2006, n. 311 "Disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, recante attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia", pubblicato sul Supplemento ordinario n. 26 alla Gazzetta Ufficiale n. 26 del 1° febbraio 2007.
- Decreto Ministeriale 19 febbraio 2007 "Disposizioni in materia di detrazioni per le spese di riqualificazione energetica del patrimonio edilizio esistente, ai sensi dell'articolo 1, comma 349, della legge 27 dicembre 2006, n. 296", pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 47 del 26 febbraio 2007.
- D.P.R. 2 aprile 2009 n. 59 "Regolamento di attuazione dell'articolo 4, comma 1, lettere a) e b), del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, concernente attuazione della direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico in edilizia", pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 132 del 10 giugno 2009.
- Decreto Ministeriale 6 agosto 2009 "Disposizioni in materia di detrazioni per le spese di riqualificazione energetica del patrimonio edilizio esistente, ai sensi dell'articolo 1, comma 349, della legge 27 dicembre 2006, n. 296", pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 224 del 26 settembre 2009.
- Deliberazione della Giunta Regionale 4 agosto 2009, n. 46-11968 "Aggiornamento del Piano regionale per il risanamento e la tutela della qualità dell'aria – Stralcio di piano per il riscaldamento ambientale e il condizionamento e disposizioni attuative in materia di rendimento energetico nell'edilizia ai sensi dell'articolo 21, comma 1, lettere a) b) e q) della legge regionale 28 maggio 2007, n. 13 Disposizioni in materia di rendimento energetico nell'edilizia", pubblicata sul Bollettino Ufficiale della Regione Piemonte n. 31, supplemento n. 4 del 7 agosto 2009.
- Decreto Ministeriale 26 gennaio 2010 "Aggiornamento del decreto 11 marzo 2008 in materia di riqualificazione energetica degli edifici", pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 35 del 12 febbraio 2010.
- Direttiva 2010/31/UE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 19 maggio 2010 sulla prestazione energetica nell'edilizia, pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale dell'Unione europea n. L153 del 18 giugno 2010.
- Decreto Legislativo 3 marzo 2011, n. 28 "Attuazione della direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE", pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 71 del 28 marzo 2011.
- Determinazione Dirigenziale 25 luglio 2011, n. 160 "Legge regionale 7 ottobre 2002, n. 23, art. 2, comma 2, lettera g) e 8, comma 5 e s.m.i. - Approvazione del "Bando regionale per la concessione di contributi per la

realizzazione di edifici a energia quasi zero" e della modulistica relativa", pubblicata sul Bollettino Ufficiale della Regione Piemonte n. 30 del 28 luglio 2011.

- D.P.R. 16 aprile 2013 n. 74 "Regolamento recante definizione dei criteri generali in materia di esercizio, conduzione, controllo, manutenzione e ispezione degli impianti termici per la climatizzazione invernale ed estiva degli edifici e per la preparazione dell'acqua calda per usi igienici sanitari, a norma dell'articolo 4, comma 1, lettere a) e c), del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192", pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 149 del 27 giugno 2013.
- L. 3 agosto 2013 n. 90 "Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 4 giugno 2013, n. 63, recante disposizioni urgenti per il recepimento della Direttiva 2010/31/UE del Parlamento europeo e del Consiglio del 19 maggio 2010, sulla prestazione energetica nell'edilizia per la definizione delle procedure d'infrazione avviate dalla Commissione europea, nonché altre disposizioni in materia di coesione sociale", pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale n. 181 del 3 agosto 2013.

Normativa tecnica

- CTI Raccomandazione 14, Prestazioni energetiche degli edifici – Determinazione della prestazione energetica per la classificazione dell'edificio, Comitato Termotecnico Italiano. Febbraio 2013.
- UNI E0201E130, Abaco delle strutture costituenti l'involucro opaco degli edifici. Parametri termofisici. Bozza di rapporto tecnico. Aprile 2014.
- UNI/TS 11300-1, Prestazioni energetiche degli edifici – Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale, Ente Nazionale Italiano di Unificazione. Maggio 2008.
- UNI/TS 11300-2, Prestazioni energetiche degli edifici – Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria, Ente Nazionale Italiano di Unificazione. Maggio 2008.
- UNI/TS 11300-4, Prestazioni energetiche degli edifici – Utilizzo di energie rinnovabili e di altri metodi di generazione per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria, Ente Nazionale Italiano di Unificazione. Maggio 2012.
- UNI 10349, Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici. Aprile 1994.
- UNI 10351, Materiali da costruzione. Conduttività termica e permeabilità al vapore. Marzo 1994.
- UNI 10355, Murature e solai. Valori della resistenza termica e metodo di calcolo. Maggio 1994.
- UNI EN 14825, Condizionatori d'aria, refrigeratori di liquido e pompe di calore, con compressore elettrico, per il riscaldamento e il raffrescamento degli ambienti - Metodi di prova e valutazione a carico parziale e calcolo del rendimento stagionale, Ente Nazionale Italiano di Unificazione. Ottobre 2013.

- UNI EN ISO 6946, Componenti edilizi ed elementi per l'edilizia. Resistenza termica e trasmittanza termica. Metodo di calcolo. Luglio 2008.
- UNI EN ISO 10077-1, Prestazione termica di finestre, porte e chiusure. Calcolo della trasmittanza termica. Parte 1: Generalità. Marzo 2007.