

smart village

Smart buildings for Smart cities

Progettazione ed esecuzione di edifici a basso consumo energetico: un percorso per l'approccio: "Gli edifici a energia zero: suggerimenti progettuali e criticità"

Prof. Ing. Fabio Fantozzi



UNIVERSITÀ DI PISA

*DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA DELL'ENERGIA, DEI SISTEMI, DEL
TERRITORIO E DELLE COSTRUZIONI (DESTEC)*

Largo Lucio Lazzarino, 56122 PISA

DIRETTIVA 2010/31/UE

É recentemente entrata in vigore la **Direttiva 2010/31/UE** sull'efficienza energetica degli edifici, in seguito alla quale la Direttiva 2002/91/CE è stata abrogata dal 1° febbraio 2012.

IN PROPOSITO → si legge all'Articolo 9 – comma 1

Edifici a energia quasi zero

1. Gli Stati membri provvedono affinché:

- a) entro il 31 dicembre 2020 tutti gli edifici di nuova costruzione siano edifici a energia quasi zero**; e
- b) a partire dal 31 dicembre 2018 gli edifici di nuova costruzione occupati da enti pubblici e di proprietà di questi ultimi siano edifici a energia quasi zero**.

Gli Stati membri elaborano piani nazionali destinati ad aumentare il numero di edifici a energia quasi zero. Tali piani nazionali possono includere obiettivi differenziati per tipologia edilizia.

É inoltre evidente che la presente Direttiva rivolga la sua attenzione anche ad **edifici esistenti**. In tal caso:

..... si parla, art. 1, comma 2 c) dell'applicazione di requisiti minimi alla prestazione energetica di:

- i) **edifici esistenti**, unità immobiliari ed elementi edilizi sottoposti a ristrutturazioni importanti;*
- ii) elementi edilizi che fanno parte dell'involucro dell'edificio e hanno un impatto significativo sulla prestazione energetica dell'involucro dell'edificio quando sono rinnovati o sostituiti; nonché*
- iii) sistemi tecnici per l'edilizia quando sono installati, sostituiti o sono oggetto di un intervento di miglioramento;*

Edifici ad uso abitativo per epoca di costruzione

Edifici

	Prima del 1919	Dal 1919 al 1945	Dal 1946 al 1961	Dal 1962 al 1971	Dal 1972 al 1981	Dal 1982 al 1991	Dal 1992 al 2001	dopo il 2001	Totale
Piemonte	316.845	128.529	101.827	120.461	107.233	53.999	48.250	28.132	905.276
Valle d'Aosta	10.546	4.064	4.975	5.770	6.281	4.304	3.121	1.598	40.659
Lombardia	251.018	143.059	207.746	263.994	225.047	132.338	116.256	67.080	1.406.538
Liguria	90.182	35.396	35.370	37.915	26.136	13.491	9.222	12.432	260.144
Trentino-Alto Adige	53.879	16.888	20.709	29.452	27.016	18.607	19.409	52.409	238.369
Veneto	148.780	93.000	146.372	205.167	184.075	98.607	84.255	12.315	972.571
Friuli-Venezia Giulia	56.088	29.286	40.323	47.764	56.520	30.053	20.280	6.095	286.409
Emilia-Romagna	129.045	94.115	135.151	140.989	121.597	61.251	52.918	35.107	770.173
Toscana	205.268	95.522	105.764	105.588	82.869	42.317	30.394	20.047	687.769
Umbria	39.857	17.136	23.057	28.273	30.749	18.462	14.483	6.861	178.878
Marche	69.910	36.235	40.741	51.055	49.845	24.876	17.172	11.872	301.706
Lazio	99.483	66.226	111.584	139.028	162.014	101.062	53.170	29.588	762.155
Abruzzo	73.619	47.413	49.445	52.113	51.715	34.434	19.539	16.660	344.938
Molise	34.735	17.976	12.346	11.353	11.376	8.745	5.151	3.360	105.042
Campania	132.242	87.747	97.772	137.361	155.639	148.847	63.139	26.780	849.527
Puglia	123.865	107.894	132.797	159.684	188.753	127.603	53.268	34.483	928.347
Basilicata	31.714	19.621	22.811	20.882	20.518	21.495	10.931	4.538	152.510
Calabria	91.985	90.089	89.135	92.936	105.447	80.456	36.784	19.450	606.282
Sicilia	149.826	204.598	210.007	242.033	275.742	190.317	80.315	34.989	1.387.827
Sardegna	41.372	49.021	71.897	76.139	94.634	79.238	52.970	25.792	491.063
Italia	2.150.259	1.383.815	1.659.829	1.967.957	1.983.206	1.290.502	791.027	449.588	11.676.183

Fonte: elaborazione e stime CRESME / SI

CRESME = Centro Ricerche Economiche Sociali di Mercato per l'Edilizia e il Territorio

Def.ne ristrutturazione importante

Si veda art. 2 comma 10:

.....

10) «ristrutturazione importante»: ristrutturazione di un edificio quando:

a) il costo complessivo della ristrutturazione per quanto riguarda l'involucro dell'edificio o i sistemi tecnici per l'edilizia supera il 25 % del valore dell'edificio, escluso il valore del terreno sul quale questo è situato;

oppure

b) la ristrutturazione riguarda più del 25 % della superficie dell'involucro dell'edificio;

gli Stati membri possono scegliere di applicare l'opzione di cui alla lettera a) o quella di cui alla lettera b);



DIRETTIVA 2010/31/UE



UNIVERSITÀ DI PISA
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA
DELL'ENERGIA, DEI SISTEMI, DEL
TERRITORIO E DELLE COSTRUZIONI
Largo Lucio Lazzarino, 56122 PISA

Def.ne edificio a energia quasi zero

Si veda art. 2 comma 2:

.....

2) «edificio a energia quasi zero»: edificio ad altissima prestazione energetica, determinata conformemente all'allegato I.

Il 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;

.... e in una prospettiva non troppo remota

6) **Edifici attivi**: Una casa attiva è una tipologia di abitazione innovativa che produce più energia di quella che consuma grazie all'utilizzo intelligente delle fonti di energia rinnovabili prevalentemente disponibili laddove è stata costruita.

Sostanzialmente si tratta di un'abitazione altamente efficiente dal punto di vista energetico che usa come vettore, per ogni tipologia di impiego (riscaldamento incluso) l'energia elettrica prodotta dal sole (o dal vento se disponibile in una certa misura) e sfrutta il calore contenuto nel terreno e quello solare per i fabbisogni termici che comunque vengono integrati in caso di condizioni atmosferiche e climatiche non favorevoli da apparecchiature elettriche ad alta efficienza.

Definizioni di ZEB

Alcuni autori (v. nota) hanno lasciato alcune definizioni che danno più chiavi di lettura di cosa si possa intendere per “Edificio a Energia Zero”:

- *Net Zero Site Energy Building*, che produce come minimo tanta energia quanta è necessaria in un anno, assumendo come confini del sistema l'edificio
- *Net Zero Energy Costs Building*, il cui bilancio viene operato non sull'energia ma sui costi dell'energia (bilancio economico tra l'energia "venduta" in rete e l'energia acquistata in rete).

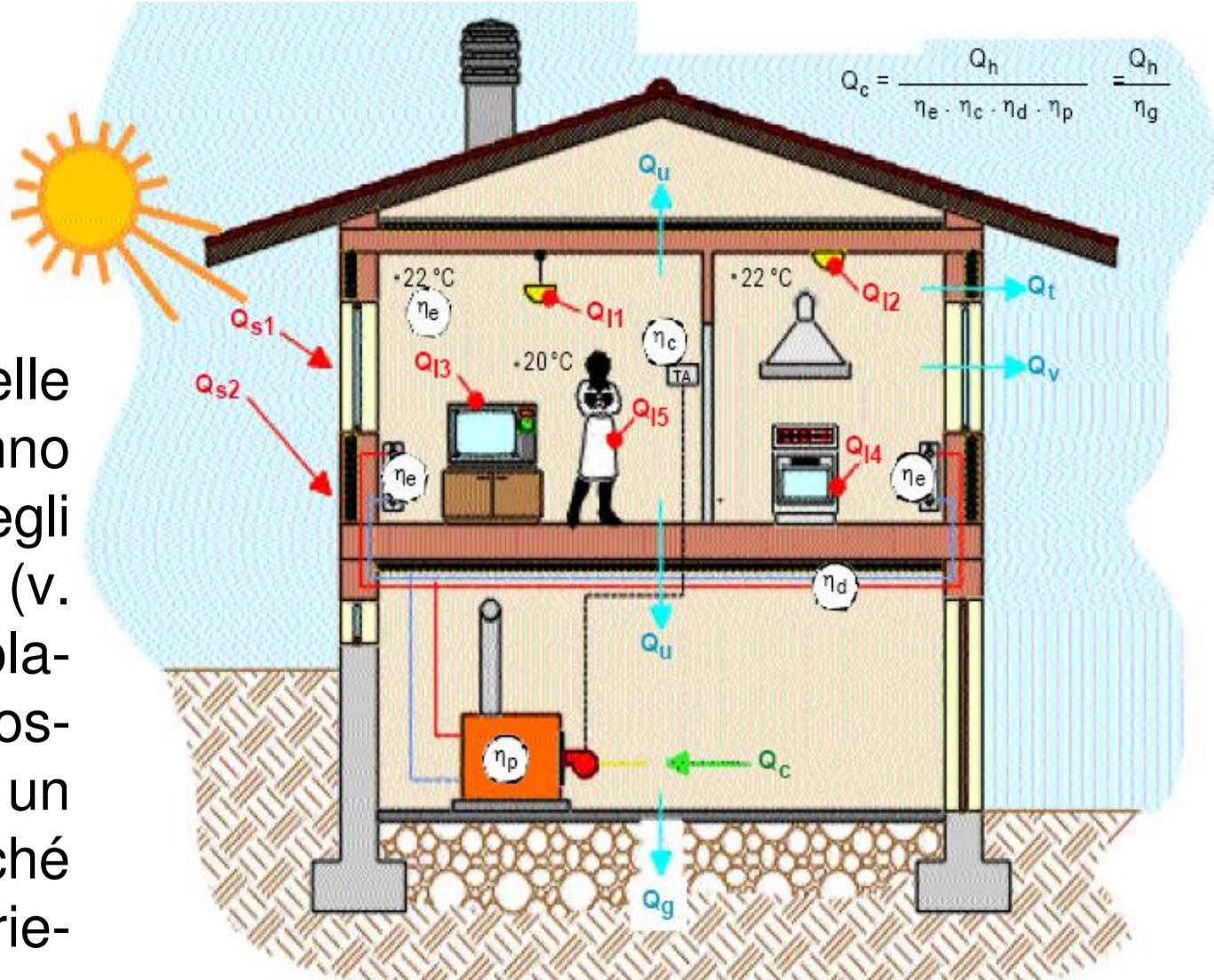
NOTA: Definizioni tratte da “Torcellini, P, Pless, S, Deru, M, Crawley D 2006, “Zero Energy Buildings: A Critical Look at the Definition”, National Renewable Energy Laboratory, U.S. Department of Energy (DOE),” <<http://www.osti.gov>>

Definizioni di ZEB

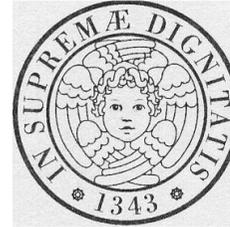
- Net Zero Source Energy Building, che produce come minimo tanta energia quanta è necessaria in un anno, assumendo come confini del sistema la fonte di produzione di energia. Source Energy si riferisce all'energia primaria necessaria per generare e distribuire l'energia. Questa è la definizione che corrisponde a quella della Commissione Industria del Parlamento Europeo.
- Net Zero Energy Emissions, il cui bilancio di emissioni deve essere "zero" (tra energia prodotta da fonti rinnovabili a zero emissioni ed energia consumata da fonti che producono emissioni). Questa definizione è anche quella di Zero Carbon Building.

$$EP_i = \frac{Q_c}{S_{\text{utile riscaldata}}}$$

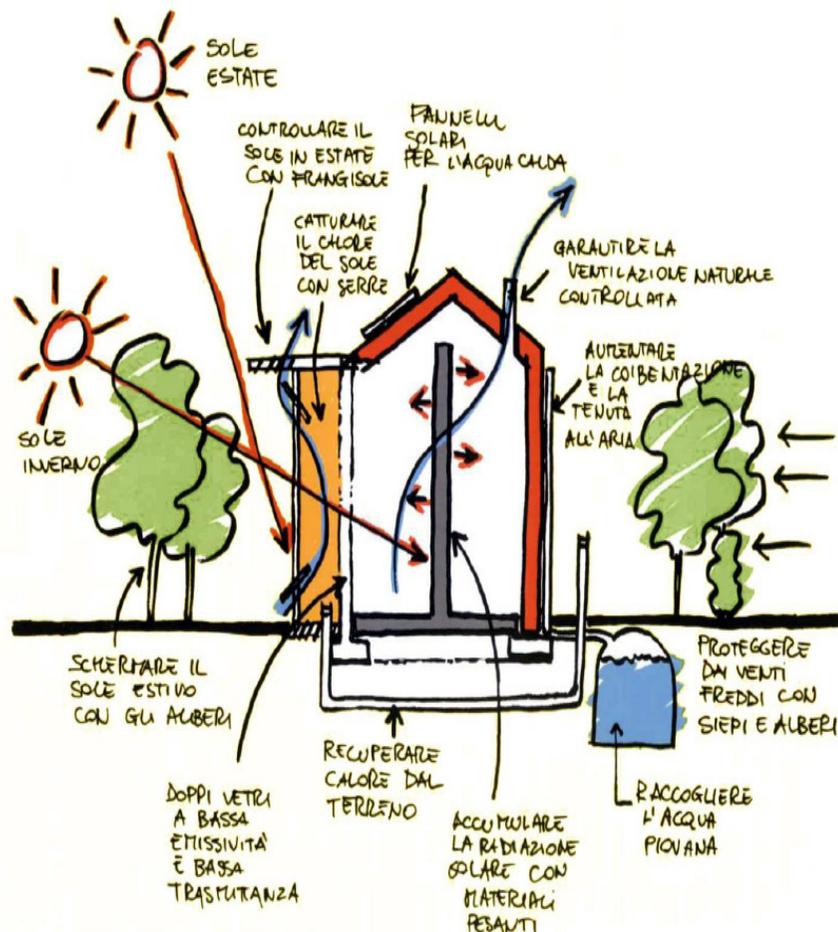
Il parametro di riferimento per classificare gli edifici da un punto di vista energetico è l' EP_i che, in certe dimensioni di Non trascurare nelle scelte che si faranno il contributo degli apporti gratuiti (v. figura) di superficie abitabile riscaldata di un immobile, come deducibile dal bilancio di cui alla figura in oggetto. Non riescono a disperderli



$$Q_c = \frac{Q_h}{\eta_e \cdot \eta_c \cdot \eta_d \cdot \eta_p} = \frac{Q_h}{\eta_g}$$



COME ABBASSARE DUNQUE IL FABBISOGNO ENERGETICO DI UN EDIFICIO e garantirsi un edificio a energia quasi zero



Orientamento (con riferimento a esposizione e dati climatici luogo)  e corretto rapporto S/V edificio

Elevato isolamento termico pareti opache

Finestre termoisolanti

Assenza o riduzione dei ponti termici

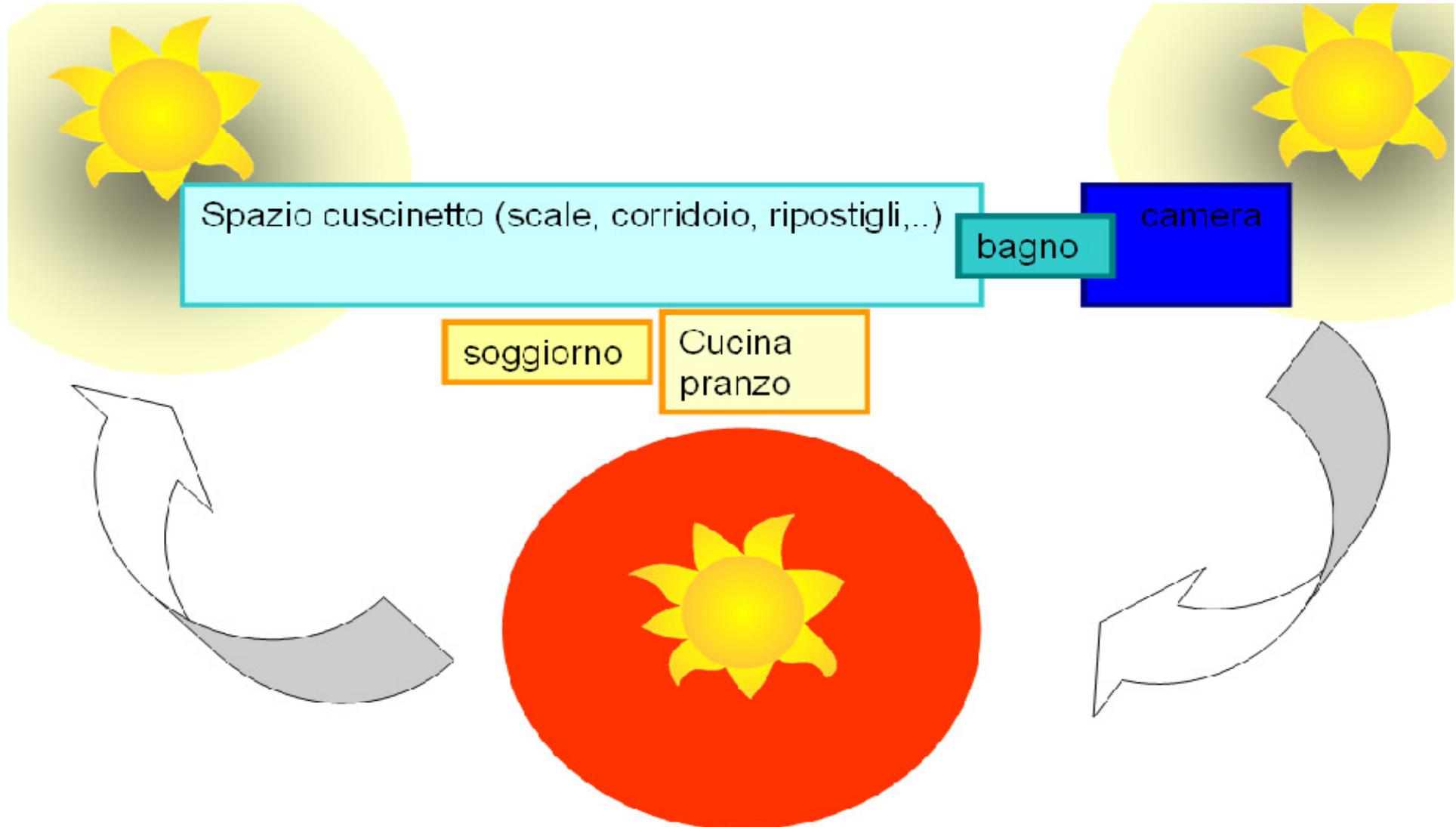
Accurata esecuzione dei lavori

Controllo della ventilazione

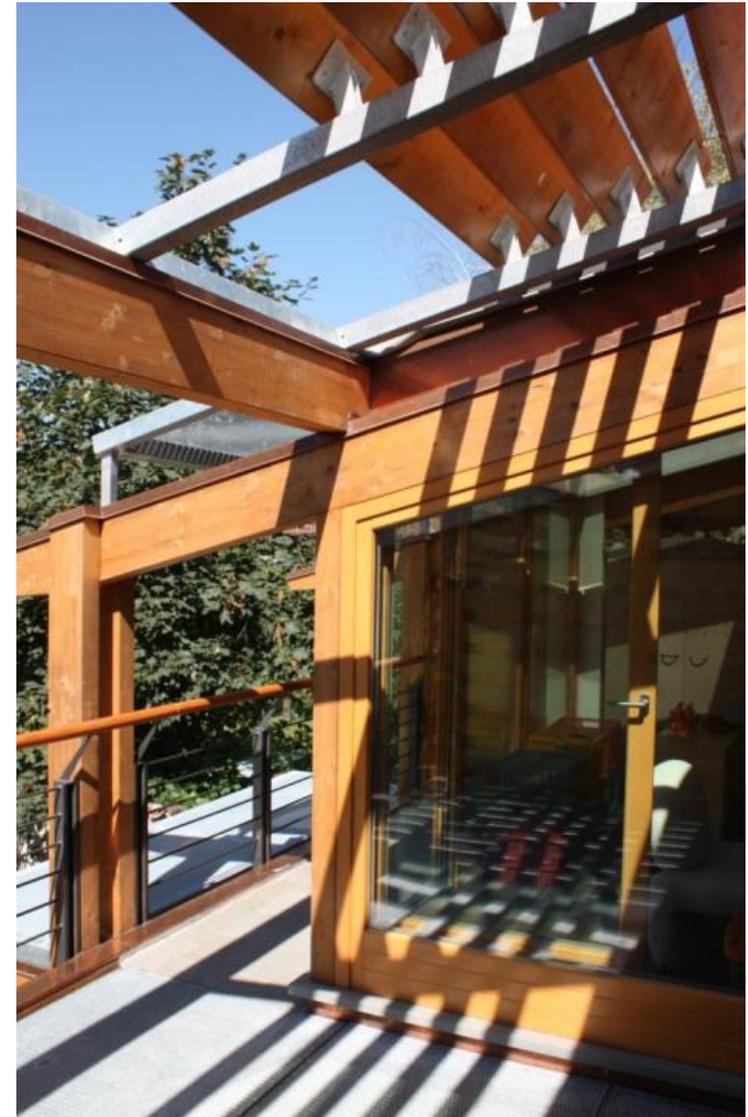
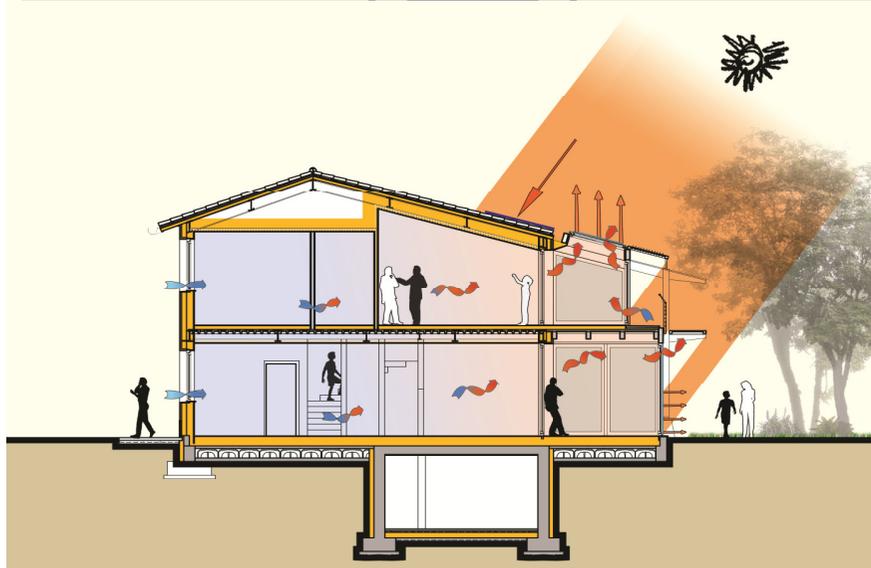
Sfruttamento energia solare e/o di altre forme di energia rinnovabile, soprattutto se si vogliono raggiungere traguardi importanti, a partire dagli edifici a basso consumo ed indipendentemente dagli obblighi normativi

Ottimizzazione scelta impiantistica

Sfruttamento dell'energia solare: una corretta esposizione dell'edificio

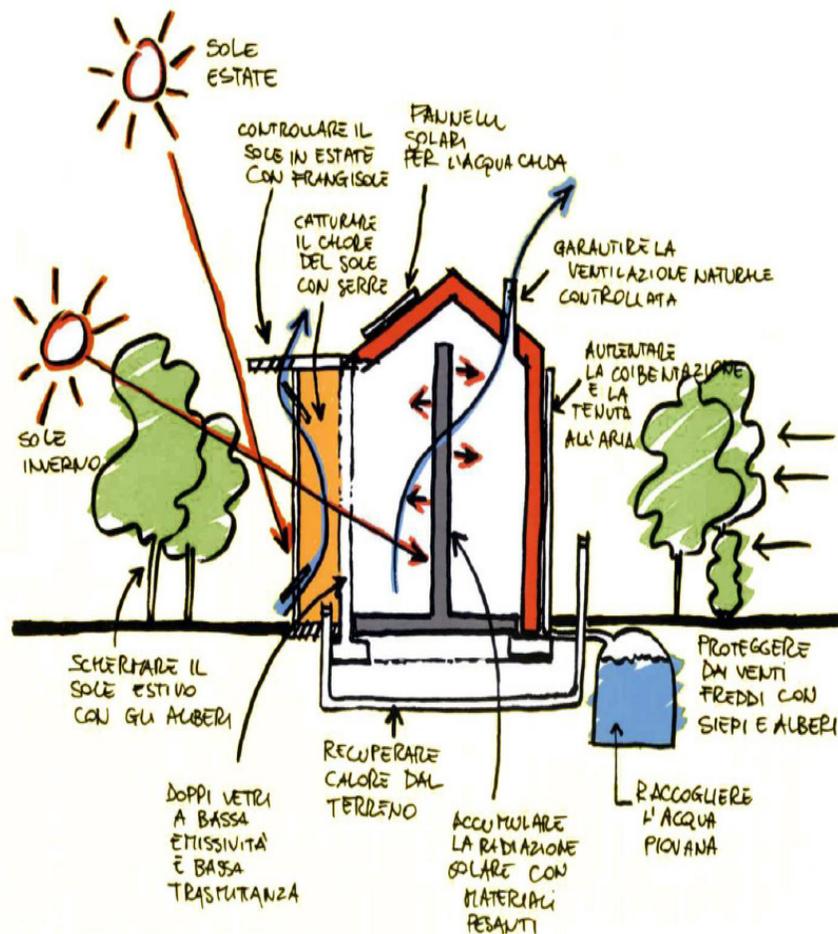


Sfruttamento dell'energia solare: l'influenza dell'orientamento dell'edificio





COME ABBASSARE DUNQUE IL FABBISOGNO ENERGETICO DI UN EDIFICIO e garantirsi un edificio a energia quasi zero



Orientamento (con riferimento a esposizione e dati climatici luogo) e corretto rapporto S/V edificio 

Elevato isolamento termico pareti opache

Finestre termoisolanti

Assenza o riduzione dei ponti termici

Accurata esecuzione dei lavori

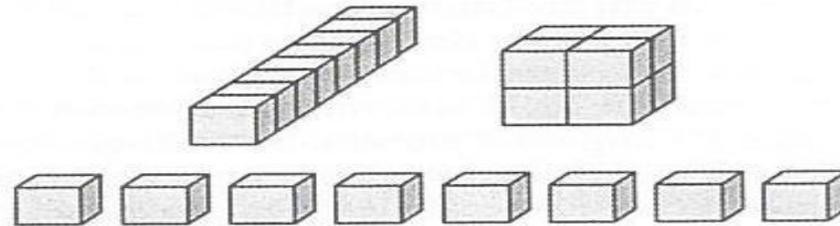
Controllo della ventilazione

Sfruttamento energia solare e/o di altre forme di energia rinnovabile, soprattutto se si vogliono raggiungere traguardi importanti, a partire dagli edifici a basso consumo ed indipendentemente dagli obblighi normativi

Ottimizzazione scelta impiantistica

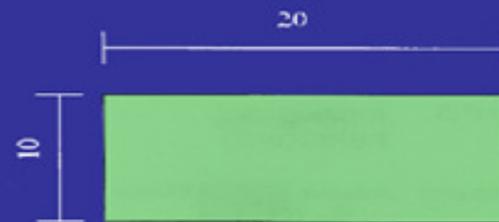
1. EFFETTO VOLUME

	Edificio piccolo V = 1.000 m ³		Edificio grande V = 10.000 m ³	
	S	S/V	S	S/V
Tutti gli 8 dadi riuniti in un grande dado	600	0,6	2.785	0,28
Gli otto dadi schierati	850	0,85	3.945	0,39
8 dadi singoli	1.200	1,2	5.570	0,56

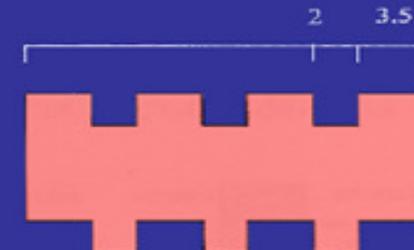


Forma compatta e forma dispersiva di un edificio.

2. EFFETTO FORMA

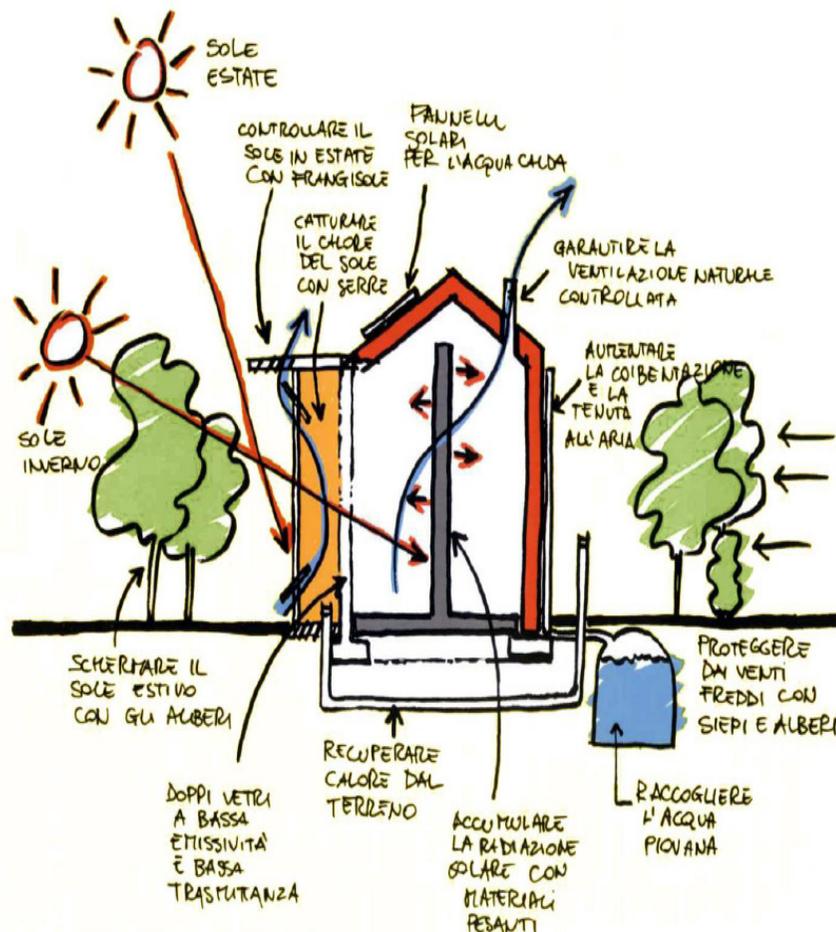


S/V = 0.52



S/V = 0.67

COME ABBASSARE DUNQUE IL FABBISOGNO ENERGETICO DI UN EDIFICIO e garantirsi un edificio a energia quasi zero



Orientamento (con riferimento a esposizione e dati climatici luogo) e corretto rapporto S/V edificio

Elevato isolamento termico pareti opache

Finestre termoisolanti

Assenza o riduzione dei ponti termici

Accurata esecuzione dei lavori

Controllo della ventilazione

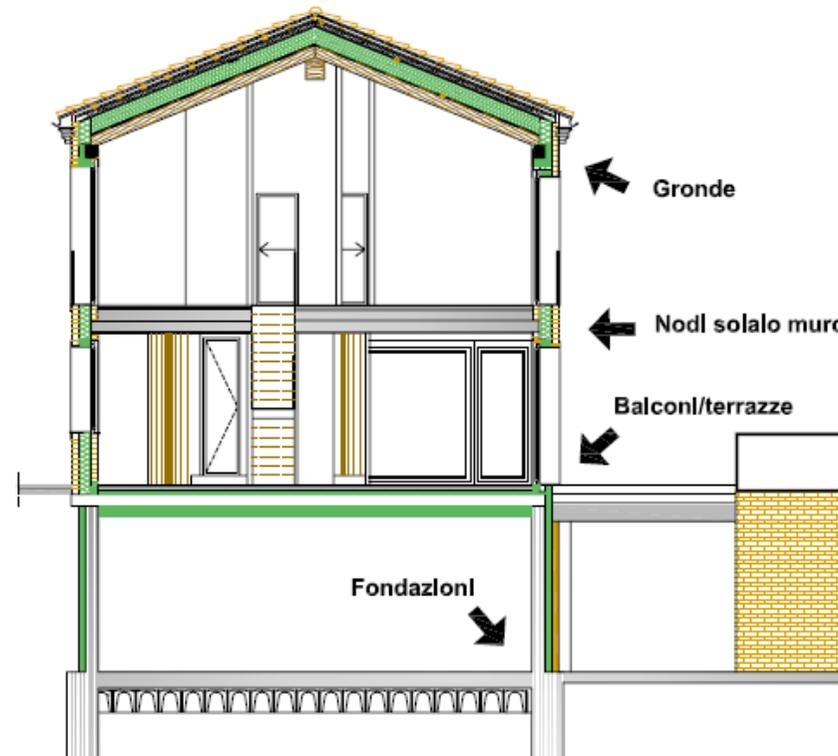
Sfruttamento energia solare e/o di altre forme di energia rinnovabile, soprattutto se si vogliono raggiungere traguardi importanti, a partire dagli edifici a basso consumo ed indipendentemente dagli obblighi normativi

Ottimizzazione scelta impiantistica

I ponti termici



I ponti termici nelle costruzioni edilizie producono una modifica del flusso termico e una modifica della temperatura superficiale; possono dar luogo a basse temperature superficiali con rischio di condensazione e creazione di muffe. I ponti termici, inoltre, aumentano il valore di Q_h



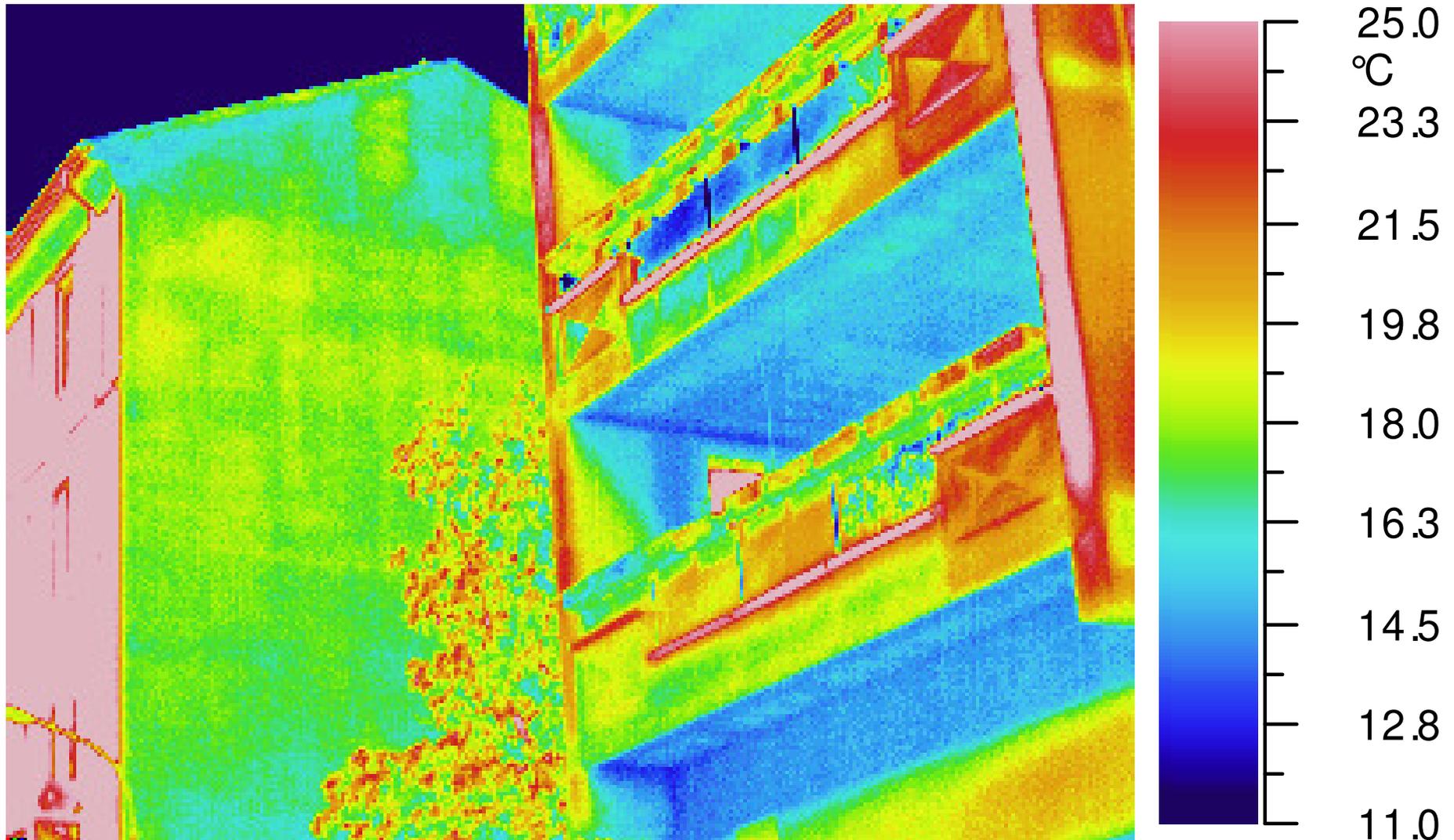


UNIVERSITÀ DI PISA
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA
DELL'ENERGIA, DEI SISTEMI, DEL
TERRITORIO E DELLE COSTRUZIONI
Largo Lucio Lazzarino, 56122 PISA

Esempi di ponti termici



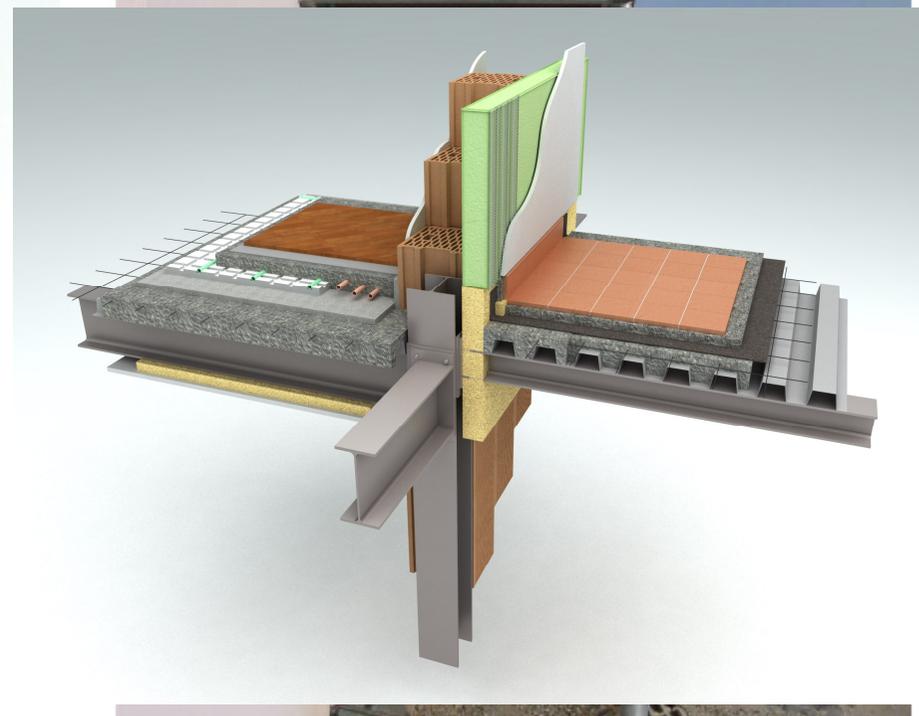
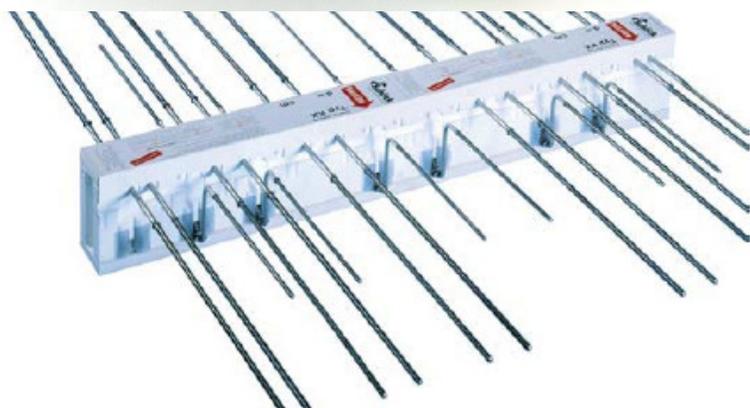
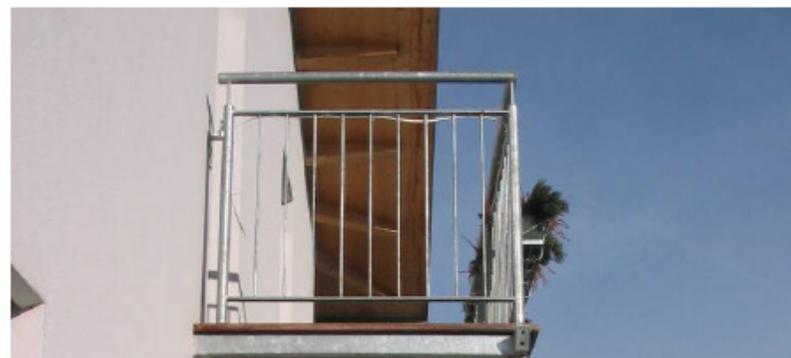
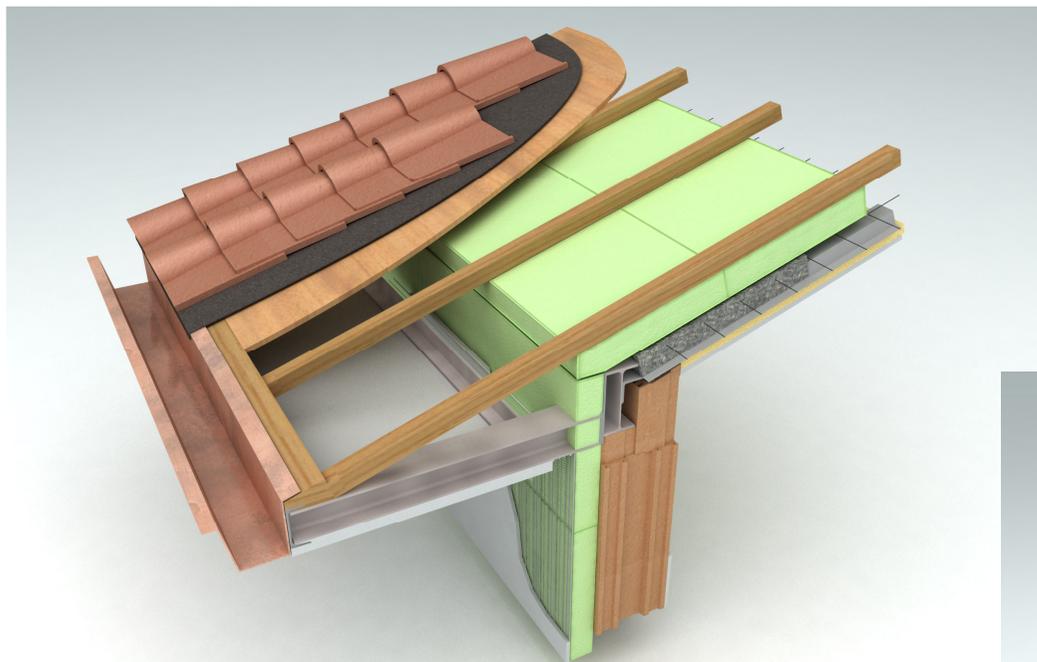
Ponti termici ed irregolarità dell'isolamento dell'edificio



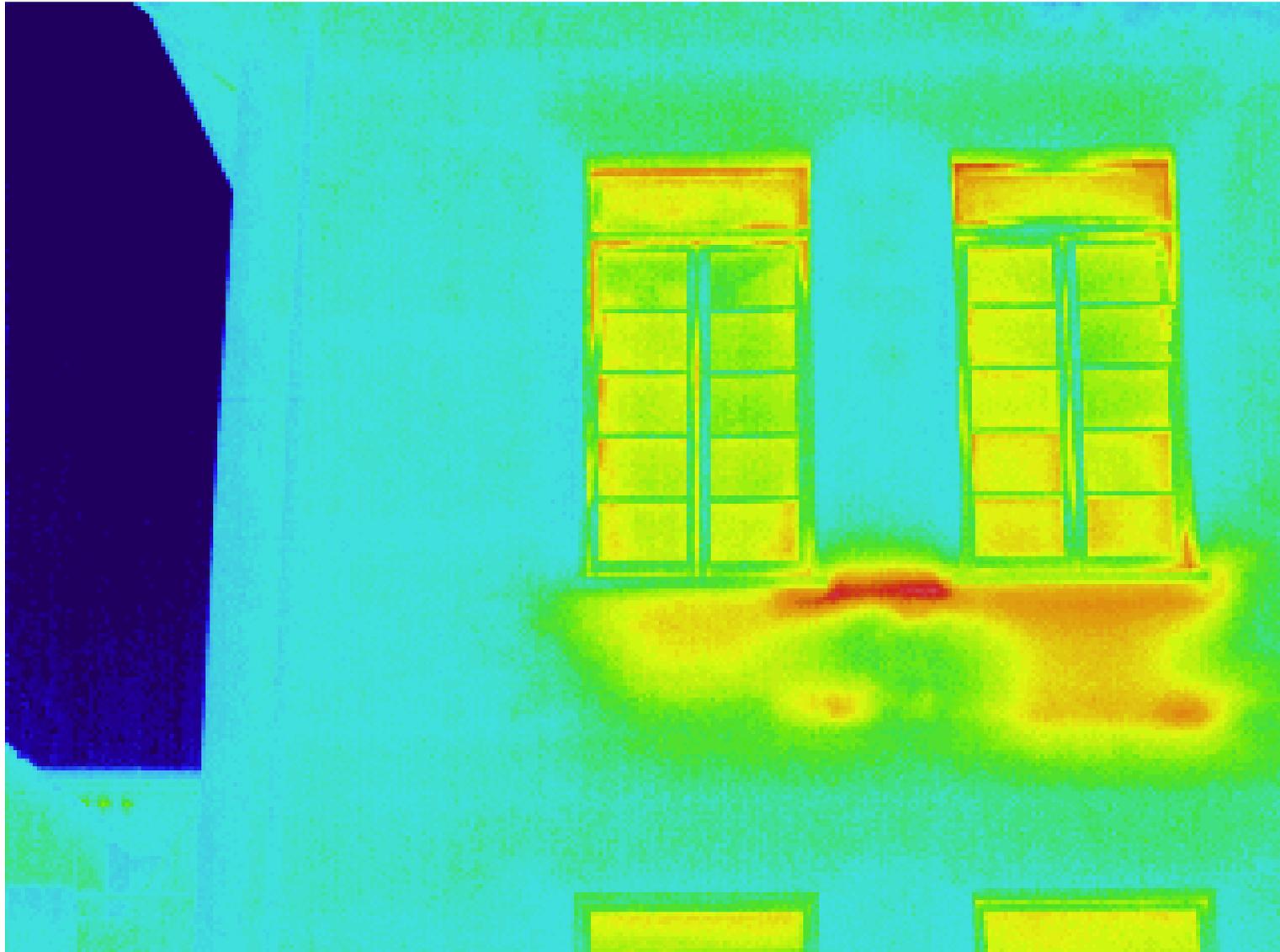
Possibili soluzioni



Possibili soluzioni

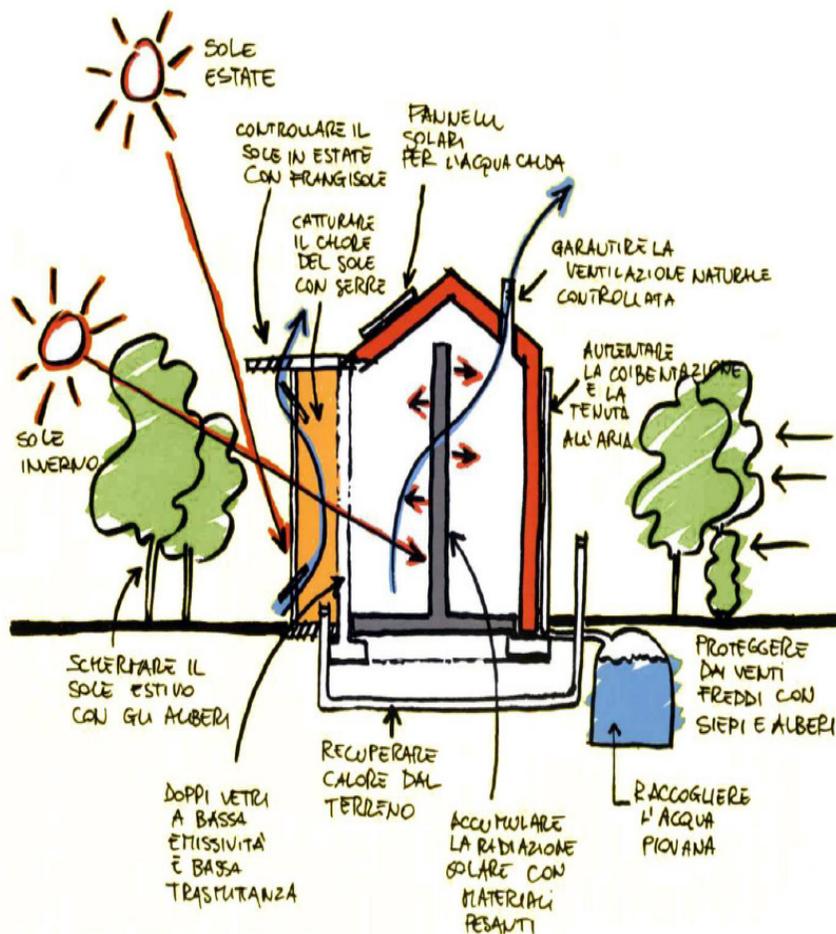


Problemi legati al cattivo uso degli impianti





COME ABBASSARE DUNQUE IL FABBISOGNO ENERGETICO DI UN EDIFICIO e garantirsi un edificio a energia quasi zero



Orientamento (con riferimento a esposizione e dati climatici luogo) e corretto rapporto S/V edificio

Elevato isolamento termico pareti opache

Finestre termoisolanti

Assenza o riduzione dei ponti termici

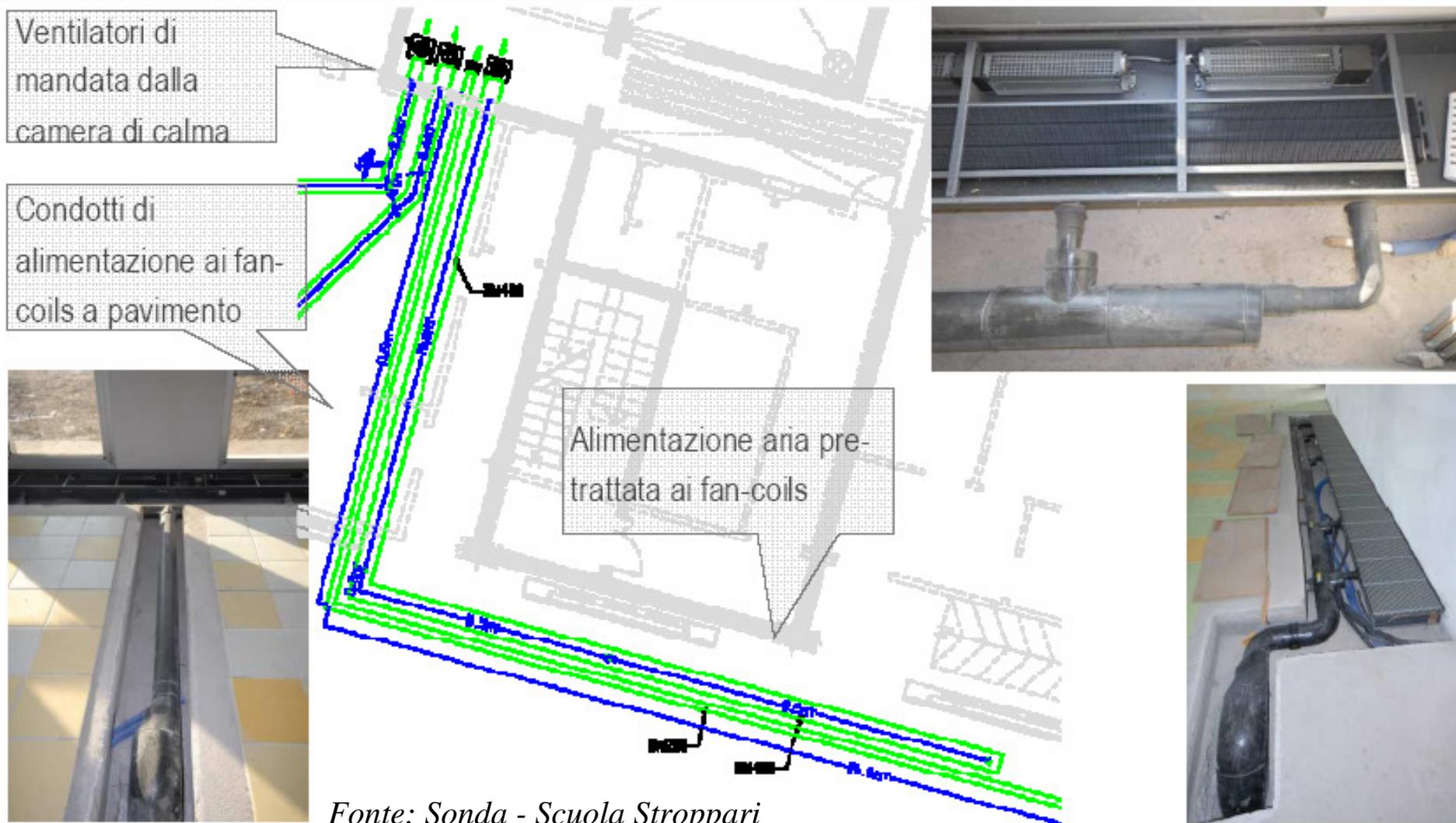
Accurata esecuzione dei lavori

Controllo della ventilazione 

Sfruttamento energia solare e/o di altre forme di energia rinnovabile, soprattutto se si vogliono raggiungere traguardi importanti, a partire dagli edifici a basso consumo ed indipendentemente dagli obblighi normativi

Ottimizzazione scelta impiantistica

Scamb.interrati/1



Fonte: Sonda - Scuola Stroppari

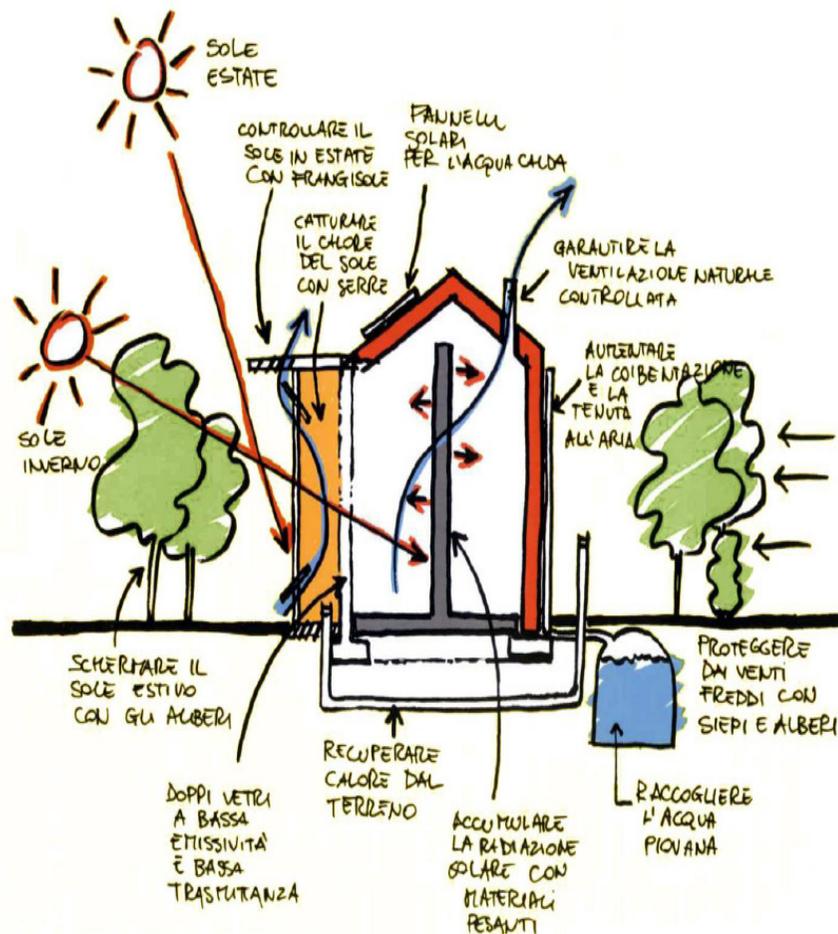
Scamb.interrati/2



Fonte: Sonda - Scuola Stroppari



COME ABBASSARE DUNQUE IL FABBISOGNO ENERGETICO DI UN EDIFICIO e garantirsi un edificio a energia quasi zero



Orientamento (con riferimento a esposizione e dati climatici luogo) e corretto rapporto S/V edificio

Elevato isolamento termico pareti opache

Finestre termoisolanti

Assenza o riduzione dei ponti termici

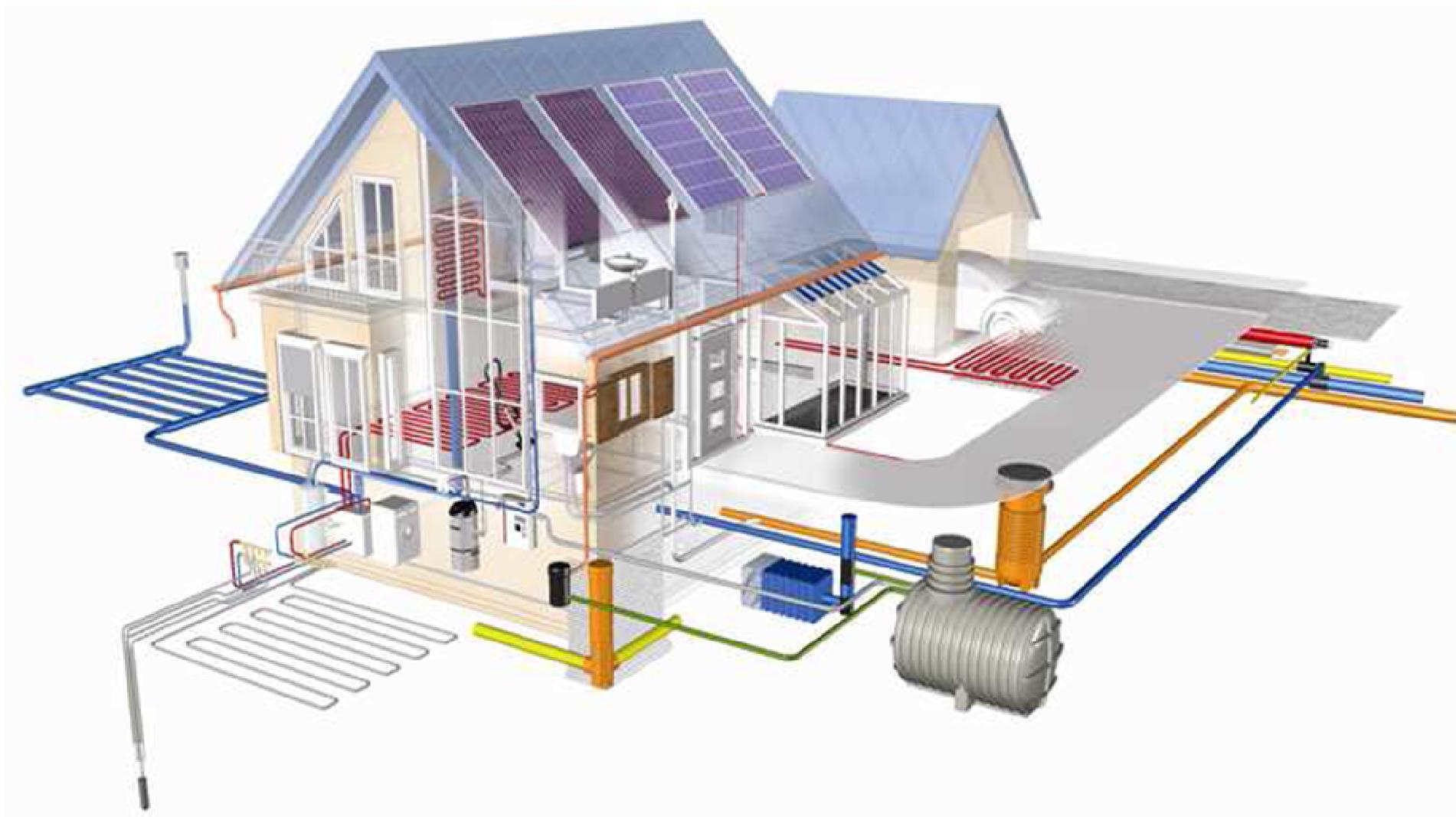
Accurata esecuzione dei lavori

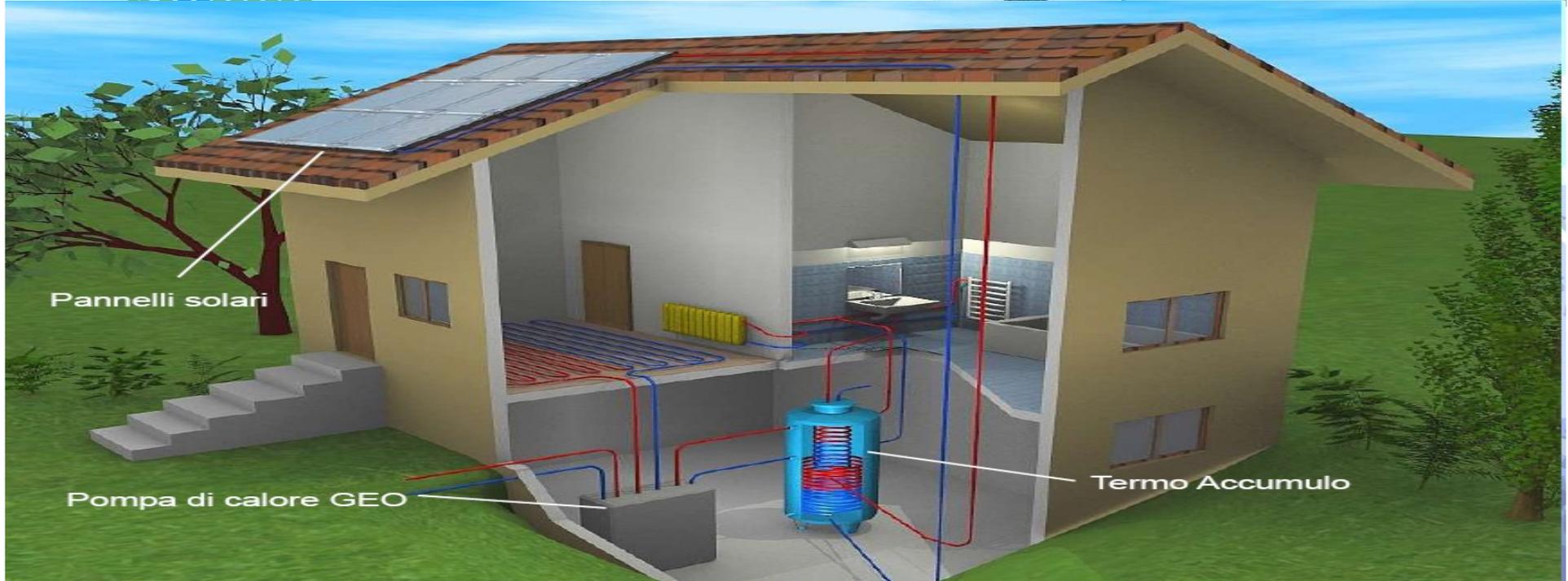
Controllo della ventilazione

Sfruttamento energia solare e/o di altre forme di energia rinnovabile, soprattutto se si vogliono raggiungere traguardi importanti, a partire dagli edifici a basso consumo ed indipendentemente dagli obblighi normativi

Ottimizzazione scelta impiantistica

Gli impianti

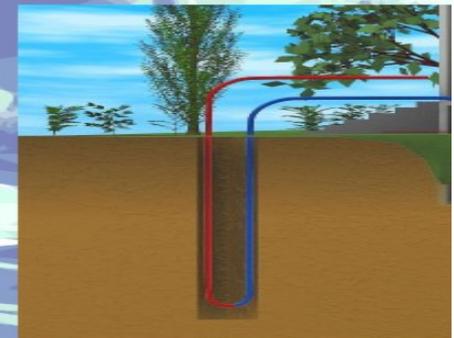




Pozzo

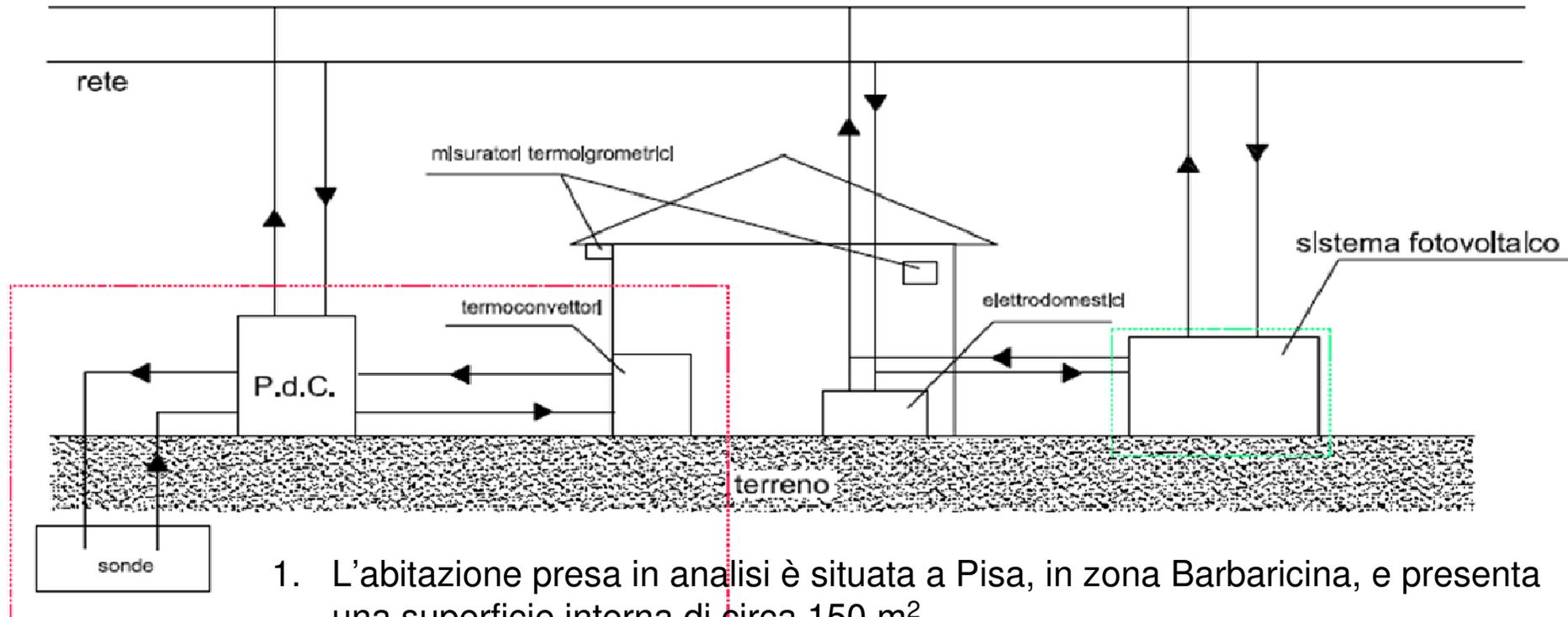


Sonda geotermica
orizzontale



Sonda geotermica
verticale

1 - Descrizione dell'impianto. Schema generale.



1. L'abitazione presa in analisi è situata a Pisa, in zona Barbaricina, e presenta una superficie interna di circa 150 m².
2. nel riquadro rosso si evidenzia il sistema pompa di calore geotermica;
3. nel riquadro in verde si evidenzia il sistema fotovoltaico;
4. Il caso in analisi costituisce un esempio abbastanza raro, seppure in recente crescita, in cui la climatizzazione non dipende dal gas, e riesce a rivelarsi autosufficiente.

**smart
village**
Smart buildings for Smart cities



UNIVERSITÀ DI PISA
**DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA
DELL'ENERGIA, DEI SISTEMI, DEL
TERRITORIO E DELLE COSTRUZIONI**
Largo Lucio Lazzarino, 56122 PISA



CONCLUSIONI

Alla luce di quanto appena visto, neppure isolamenti spinti e buoni impianti potranno permettere il risultato di edifici a energia quasi zero.

Sarà dunque necessario saper integrare i diversi aspetti e ricorrere ad un'impiantistica più innovativa, il cui impiego dovrà sicuramente riguardare in modo molto più deciso l'edilizia esistente.