



## produzione e consumo di energia

2



| Indicatori (I) e Approfondimenti (A)  | DPSIR | Valutazione dell'indicatore |                   |          | Pag. |
|---|-------|-----------------------------|-------------------|----------|------|
|   |       | Qualità dell'informazione   | Giudizio di stato | Tendenza |      |
| I Produzione e consumo energetico lordo regionale                           | D     | ☺                           | ☹                 | ↓        | 24   |
| I Consumi energetici (usi finali)   | D     | ☺                           | ☹                 | ↓        | 26   |
| I Consumi energetici per riscaldamento                                      | D     | ☺                           | na                | ↔        | 28   |
| I Superfici di collettori solari termici installati                         | R     | ☺                           | ☺                 | ↑        | 30   |
| A <i>L'irraggiamento solare, fonte di energia</i>                           |       |                             |                   |          | 32   |
| A <i>Campagna di rilievi termografici sugli edifici - inverno 2006/2007</i> |       |                             |                   |          | 34   |
| A <i>Prestazioni energetiche degli edifici</i>                              |       |                             |                   |          | 39   |

2.1

# Produzione e consumo energetico lordo regionale



Il consumo energetico lordo mette in evidenza i flussi di energia fornendo un bilancio tra le risorse in entrata (produzione ed import) e saldo in uscita (export) ed è al lordo delle perdite. I valori di produzione, import ed export permettono di avere un quadro del sistema energetico regionale, di mettere in luce le risorse del territorio e di confrontarle con il fabbisogno energetico.

## classificazione

- ▶ **Area tematica SINAnet**  
Processi energetici
- ▶ **Tema SINAnet**  
(Energia)
- ▶ **DPSIR** **D**

DETERMINANTI - PRESSIONI - STATO - IMPATTO - RISPOSTE

Qualità dell'informazione 

Giudizio stato 

Tendenza 

## riferimenti normativi

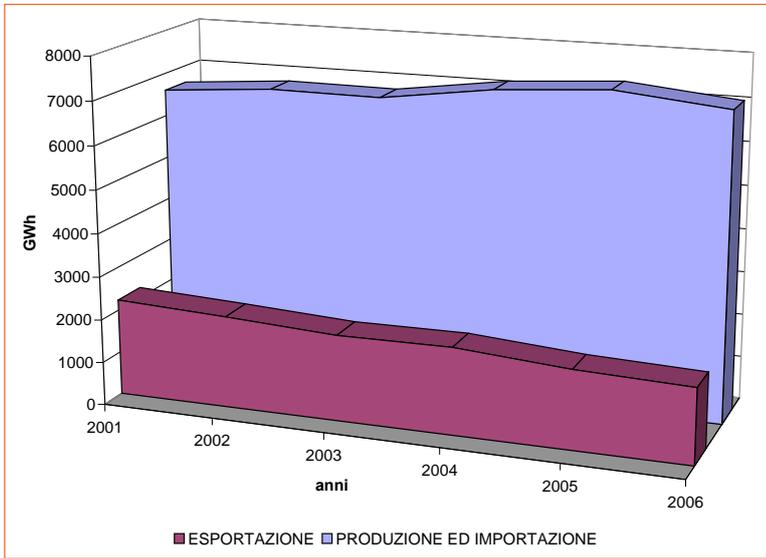
- ▶ **Normativa di riferimento**  
L. 10/91  
L.R. 3/06
- ▶ **Relazione con la normativa**  
La predisposizione e l'aggiornamento del bilancio energetico regionale è richiesto esplicitamente dalla L. 10/91
- ▶ **Livelli normativi di riferimento**  
Non applicabile

## copertura temporale e spaziale

- ▶ **Aggiornamento**  
31/12/2006
- ▶ **Periodicità di aggiornamento**  
Ogni 5 anni, in futuro biennale
- ▶ **Copertura territoriale**  
Tutto il territorio regionale

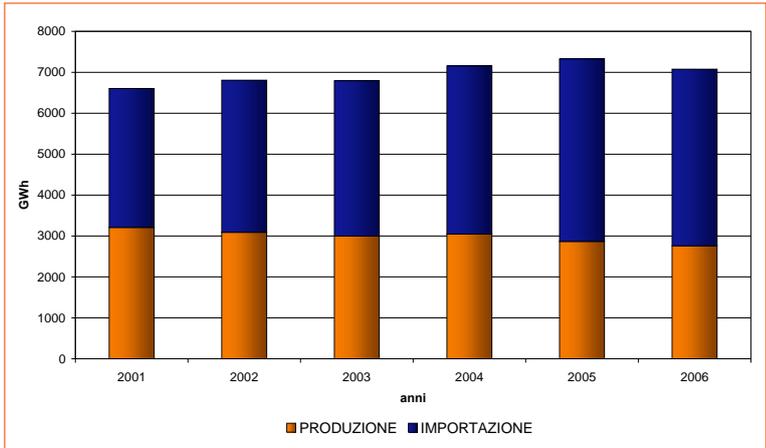
elaborazione e presentazione

► **PRODUZIONE, IMPORTAZIONE / ESPORTAZIONE DI ENERGIA**



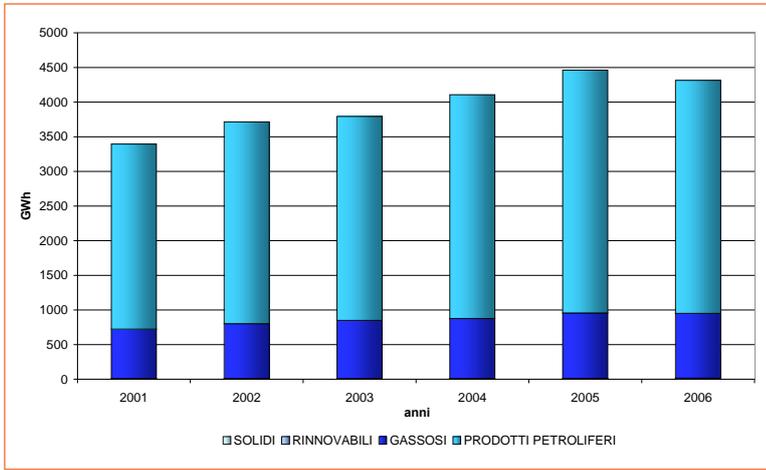
Il consumo interno lordo è inteso come differenza tra la somma di produzione ed importazione e le esportazioni. Nel 2006 sono stati prodotti circa 2764 GWh, composti quasi esclusivamente da energia idroelettrica e sono stati importati 4313 GWh. Le esportazioni, costituite esclusivamente da energia elettrica, sono state pari a circa 1732 GWh.

► **PRODUZIONE ED IMPORTAZIONE DI ENERGIA**



Il saldo in entrata mostra la preponderanza delle importazioni rispetto alla produzione.

► **IMPORTAZIONI DI ENERGIA 2001/2006**



Le importazioni, in continuo aumento, sono costituite in prevalenza da prodotti petroliferi e gassosi (in percentuale trascurabile anche da legname e carbone). Nel 2006, in particolare, sono stati introdotti in Valle d'Aosta prodotti petroliferi per circa 3362 GWh e metano per circa 935,4 GWh.

Fonti dei dati Elaborazioni da "Studi per la redazione dei Bilanci Energetici Regionali (BER 2001 -2006)" – a cura di Finaosta S.p.A. – Centro di Osservazione Avanzato sulle energie di flusso e sull'energia di rete (COA), 2007

2.2

## Consumi energetici (usi finali)



I consumi energetici regionali considerano gli usi finali nei vari macrosettori di consumo (civile, industria, trasporti ed agricoltura), relativamente ai diversi vettori energetici. Tale indicatore permette di individuare il fabbisogno energetico regionale e mette in luce i settori maggiormente energivori, nonché come tale fabbisogno venga soddisfatto. I dati complessivi vengono espressi in GWh.

### classificazione

- ▶ **Area tematica SINAnet**  
Processi energetici
- ▶ **Tema SINAnet**  
Energia
- ▶ **DPSIR** **D**

DETERMINANTI – PRESSIONI – STATO – IMPATTO – RISPOSTE

Qualità dell'informazione

Giudizio stato

Tendenza

### riferimenti normativi

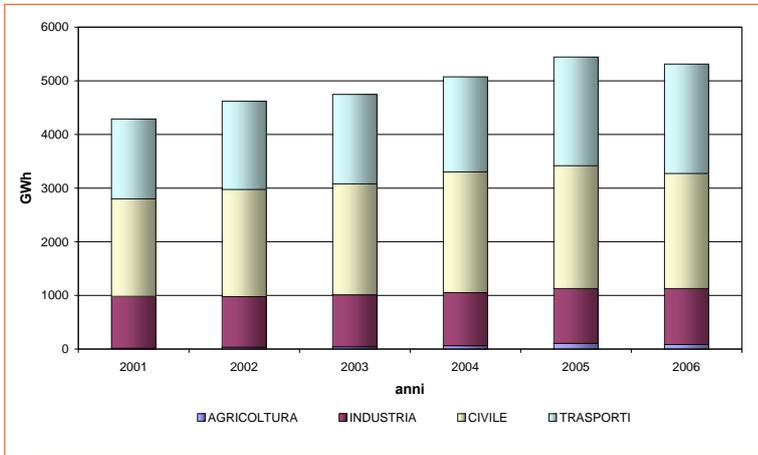
- ▶ **Normativa di riferimento**  
L. 10/91  
L.R. 3/06
- ▶ **Relazione con la normativa**  
La predisposizione e l'aggiornamento del bilancio energetico regionale è richiesto esplicitamente dalla L. 10/91
- ▶ **Livelli normativi di riferimento**  
Non applicabile

### copertura temporale e spaziale

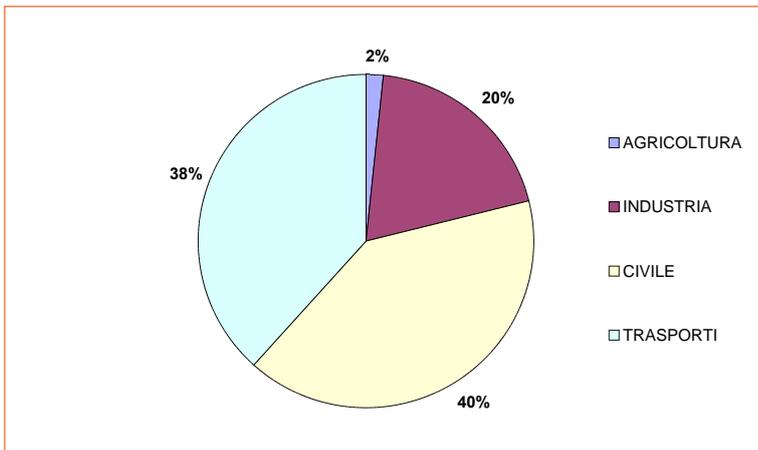
- ▶ **Aggiornamento**  
31/12/2006
- ▶ **Periodicità di aggiornamento**  
Ogni 5 anni, in futuro biennale
- ▶ **Copertura territoriale**  
Tutto il territorio regionale

elaborazione e presentazione

► **CONSUMI FINALI PER SETTORE - ANNI 2001/2006**

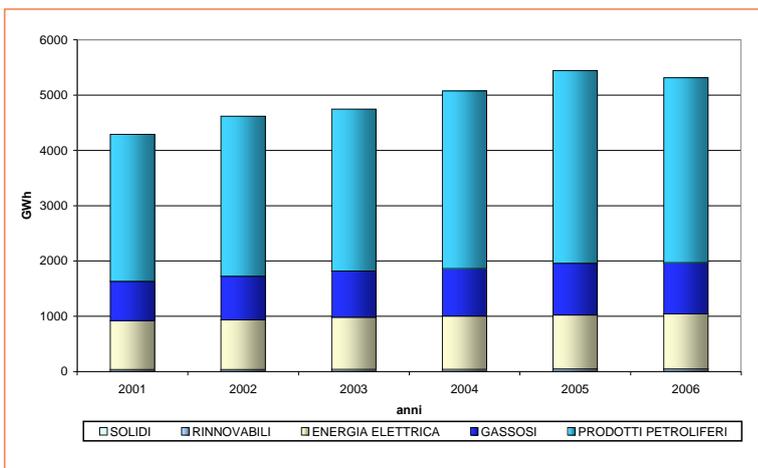


Il trend dei consumi è risultato in aumento negli ultimi anni, pur registrando una lieve flessione nel 2006. L'agricoltura rappresenta una percentuale trascurabile sul totale.



La ripartizione dei consumi nei vari settori (2006) evidenzia come i settori maggiormente energivori siano quello civile (40%) e quello dei trasporti (38%).

► **CONSUMI FINALI PER TIPOLOGIA DI FONTE ENERGETICA**



I consumi, ripartiti tra i diversi vettori (fonti energetiche), mostrano una forte predominanza dei prodotti petroliferi ed un aumento dell'utilizzo di metano ed energia elettrica. La voce "rinnovabili" comprende solare termico e biomasse: i bilanci energetici, infatti, non distinguono, a livello di consumi, la fonte di produzione dell'energia elettrica.

Fonti dei dati Elaborazioni da "Studi per la redazione dei Bilanci Energetici Regionali (BER 2001 -2006)" - a cura di Finaosta S.p.A. - Centro di Osservazione Avanzato sulle energie di flusso e sull'energia di rete (COA), 2007

2.3

# Consumi energetici per riscaldamento



I consumi energetici per riscaldamento determinano, insieme al tipo di combustibili utilizzati, le emissioni in atmosfera da riscaldamento, che sono un fattore di pressione di primaria importanza per la qualità dell'aria.

## classificazione

- ▶ **Area tematica SINAnet**  
Processi energetici
- ▶ **Tema SINAnet**  
(Energia)
- ▶ **DPSIR** **D**

DETERMINANTI - PRESSIONI - STATO - IMPATTO - RISPOSTE

Qualità dell'informazione

Giudizio stato **n.a.**

Tendenza

## riferimenti normativi

- ▶ **Normativa di riferimento**  
L. 10/91  
L.R. 2/07 (Piano aria)  
Piano Energetico Regionale (aprile 2003, Assessorato Attività Produttive)
- ▶ **Relazione con la normativa**  
La quantificazione dell'indicatore é collegata al Piano regionale per il risanamento, il miglioramento e il mantenimento della qualità dell'aria (LR 2/07) riguardo alle misure: "EN2.a - Sostituzione delle caldaie", "EN3. a - Sviluppo di impianti ad energia solare e micro-eolica", "EN3.b - Impianti a biomassa legnosa", "EN4.a - Cogenerazione", "EN4. b - Teleriscaldamento", "EN5.a - Limitazione all'impiego di olio combustibile" ed "EN5.b - Diffusione dell'utilizzo di combustibili gassosi"
- ▶ **Livelli normativi di riferimento**  
Non previsti

## copertura temporale e spaziale

- ▶ **Aggiornamento**  
31/12/2006
- ▶ **Periodicità di aggiornamento**  
Annuale
- ▶ **Copertura territoriale**  
Tutta la regione

## elaborazione e presentazione

2.3

► **NUMERO ALLACCIAMENTI ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE DI METANO PER RISCALDAMENTO DOMESTICO**

| comune            | 2002  | 2003  | 2004  | 2005  | 2006  |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Aosta             | 4065  | 4340  | 4664  | 5015  | 5190  |
| Arnad             | 147   | 172   | 194   | 207   | 226   |
| Bard              | 49    | 54    | 60    | 65    | 68    |
| Brissogne         | 12    | 11    | 11    | 12    | 13    |
| Chambave          | 192   | 202   | 214   | 222   | 234   |
| Charvensod        | 475   | 498   | 534   | 574   | 592   |
| Chatillon         | 1053  | 1086  | 1151  | 1202  | 1229  |
| Donnas            | 611   | 633   | 654   | 690   | 711   |
| Fénis             | 466   | 477   | 513   | 538   | 554   |
| Gressan           | 67    | 74    | 82    | 92    | 101   |
| Hone              | 271   | 293   | 304   | 314   | 332   |
| Issogne           | 283   | 294   | 313   | 333   | 339   |
| Nus               | 284   | 309   | 335   | 355   | 382   |
| Pollein           | 348   | 366   | 383   | 399   | 415   |
| Pont-Saint-Martin | 1239  | 1268  | 1300  | 1369  | 1363  |
| Pontey            | 144   | 163   | 181   | 193   | 197   |
| Quart             | 65    | 71    | 73    | 80    | 79    |
| Saint Christophe  | 726   | 776   | 822   | 858   | 877   |
| Saint Pierre      | 277   | 301   | 321   | 374   | 399   |
| Saint Vincent     | 879   | 922   | 983   | 1027  | 1052  |
| Sarre             | 836   | 914   | 989   | 1054  | 1121  |
| Verrayes          | 60    | 70    | 70    | 76    | 76    |
| Verres            | 608   | 639   | 679   | 730   | 756   |
| Villeneuve        | 82    | 89    | 101   | 119   | 126   |
| TOTALE            | 13239 | 14022 | 14931 | 15898 | 16432 |

Fonti dei dati ITALGAS SpA

► **CONSUMI ENERGETICI TOTALI ANNUALI**

| TOTALI REGIONALI                            | Fonte  | 2001  | 2002  | 2003  | 2004  | 2005  | 2006  |
|---|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Gasolio (tonnellate)                        | UTF  | 62003 | 56808 | 57930 | 58417 | 57541 | 56705 |
| GPL (tonnellate)                            | Rivenditori  | 14053 | 14309 | 15532 | 16347 | 17471 | 17057 |
| Metano (milioni di m3)                      | B.E.R.   | 21,6  | 32,5  | 36,8  | 39,3  | 43,7  | 41,4  |
| Olio combustibile (tonnellate)              | UTF  | 6831  | 7428  | 6147  | 6569  | 6323  | 5561  |
| Legna - locale ed importazione (tonnellate) | Ass. dell'Agricoltura, Forestazione e Risorse Naturali, studi di settore e rivenditori | 11857 | 11655 | 11757 | 11987 | 14276 | 14012 |

Fonti dei dati RAVA, Ufficio Tecnico di Finanza (UTF), ITALGAS spa, Assessorato dell'Agricoltura, Forestazione e Risorse Naturali, Ministero delle Attività Produttive (Studi per la redazione dei Bilanci Energetici Regionali - BER 2001 -2006), rivenditori locali

Si osserva nel trend dal 2001 al 2006 una riduzione dei consumi di gasolio e di olio combustibile, un aumento dell'utilizzo del GPL e della legna. Per quanto riguarda il metano, negli ultimi anni i consumi tendono a stabilizzarsi dopo una forte crescita iniziale.

2.4

# Superficie di collettori solari termici installati



Vengono riportate le superfici di collettori solari termici (pannelli solari) per la produzione di acqua calda sanitaria ed integrazione al riscaldamento installati in Valle d'Aosta ed incentivati in base alle L.R. 62/93 e 3/06. Sono inoltre evidenziati anche il numero di richieste di contributo e l'ammontare dei contributi erogati.

## classificazione

- ▶ **Area tematica SINAnet**  
Processi energetici
- ▶ **Tema SINAnet**  
(Energia)
- ▶ **DPSIR** **R**

DETERMINANTI - PRESSIONI - STATO - IMPATTO - RISPOSTE

Qualità dell'informazione

Giudizio stato

Tendenza

## riferimenti normativi

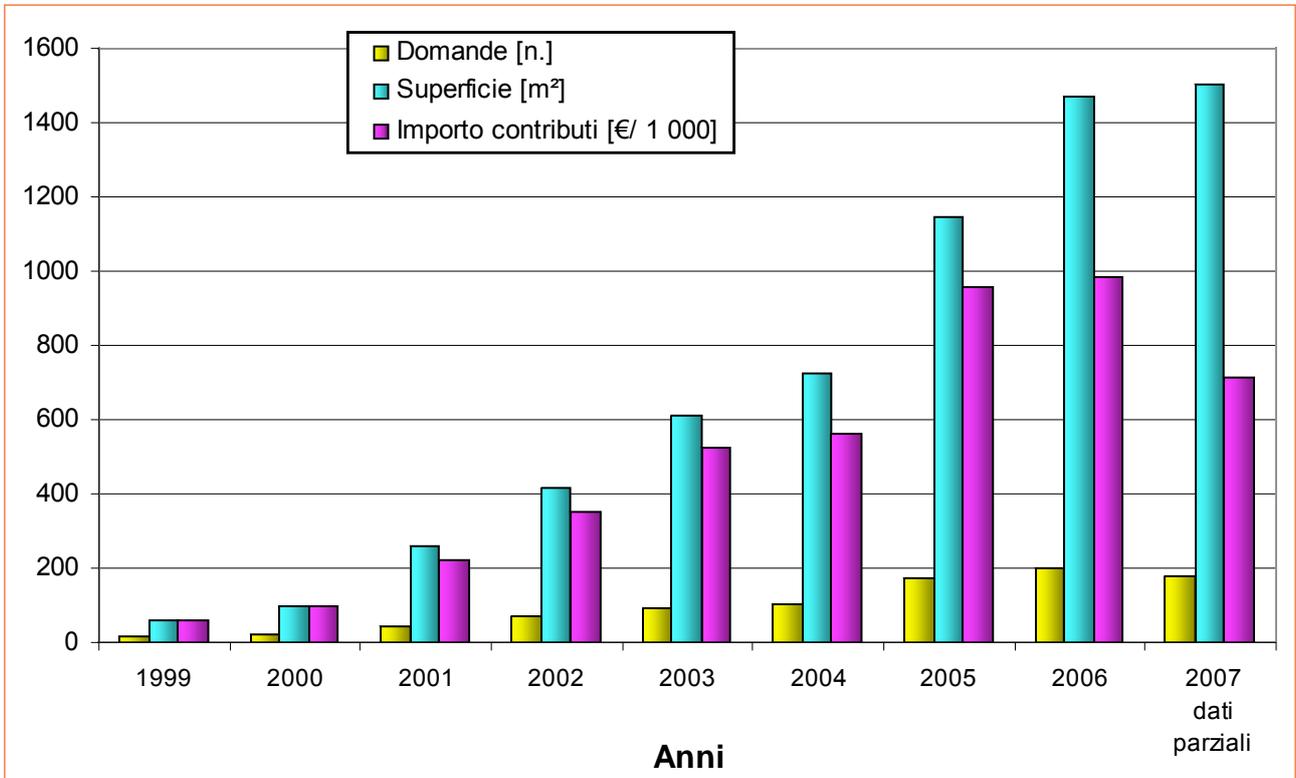
- ▶ **Normativa di riferimento**  
L.R. 62/93  
L.R. 3/06  
D.Lgs. 192/05 e s.m.i.
- ▶ **Relazione con la normativa**  
Nel caso di nuovi edifici il D.Lgs. 192/05 (modificato dal D.Lgs. 311/06) prevede che almeno il 50% del fabbisogno di acqua calda sanitaria sia soddisfatto mediante il ricorso alle fonti energetiche rinnovabili (art. 11 allegato I, punto 12).
- ▶ **Livelli normativi di riferimento**  
L'informazione proviene dai dati allegati alle richieste di contributo ai sensi della L.R. 62/93 e 3/06

## copertura temporale e spaziale

- ▶ **Aggiornamento**  
01/12/2007
- ▶ **Periodicità di aggiornamento**  
Annuale
- ▶ **Copertura territoriale**  
Intero territorio regionale

elaborazione e presentazione

► SUPERFICIE COLLETTORI SOLARI INSTALLATI, N. DOMANDE E IMPORTO CONTRIBUTI EROGATI



Fonti dei dati Assessorato Attività produttive e politiche del lavoro

Per incentivare maggiormente l'impiego della risorsa solare, l'Amministrazione regionale ha previsto dapprima con la L.R. 62/93 e poi dal 2006 con la L.R. 3/06, l'erogazione di contributi destinati alla realizzazione di impianti solari termici per la produzione di acqua calda sanitaria e di integrazione al riscaldamento. Si può osservare una notevole crescita del numero degli impianti realizzati e contemporaneamente una crescita della superficie media per ogni intervento che è passata da circa 3 m<sup>2</sup> per gli impianti realizzati nel 1999 a circa 8 m<sup>2</sup> per quelli realizzati nel 2007; questo dimostra che si è passati da impianti destinati unicamente alla produzione di acqua calda sanitaria al servizio di singole abitazioni, ad impianti centralizzati al servizio di più utenze o impianti destinati anche all'integrazione del riscaldamento. In seguito all'entrata in vigore della L.R. 3/06 (giugno 2006) si può osservare una riduzione dell'importo dell'agevolazione, dovuta ad una diversa metodologia di calcolo dell'ammontare degli aiuti (in precedenza il contributo era pari al 50 % della spesa sostenuta, con la L.R. 3/06 l'incentivo risulta proporzionale all'energia prodotta con un massimo del 50% della spesa sostenuta).

# L'irraggiamento solare, fonte di energia

Lorenzo Frassy



approfondimento

## La radiazione solare

**A**lle soglie superiori dell'atmosfera terrestre, la potenza radiante del sole è mediamente di 1367 W/m<sup>2</sup>; tale valore viene chiamato *costante solare*.

In base alla lunghezza del percorso che i raggi com-

piono per raggiungere la superficie terrestre, alle condizioni meteorologiche, alla composizione dell'aria che attraversano (più o meno ricca di inquinanti), la radiazione cambia di intensità e ne viene modificata la distribuzione energetica alle varie lunghezze d'onda (il cosiddetto spettro energetico).



Figura 1 Radiazione solare al suolo in diverse condizioni meteorologiche

In condizioni di cielo sereno, in una giornata estiva, la radiazione solare che perviene alla superficie terrestre arriva a circa 1000 W/ m<sup>2</sup>, mentre quando il cielo è completamente coperto l'irradiazione diminuisce fino a ridursi a circa 100 W/ m<sup>2</sup>.

L'intensità della radiazione dipende fortemente anche dalla posizione del Sole: in inverno la nostra stella si presenta molto più bassa sull'orizzonte rispetto ai mesi estivi (altezza solare al solstizio invernale: 20°), riducendo di conseguenza la radiazione disponibile a causa del maggiore percorso in atmosfera compiuto

dai raggi solari. Ancora per questo motivo è maggiore in inverno la differenza di insolazione tra le località soleggiate di montagna e la pianura. Nel periodo estivo le differenze tra luoghi posti a differenti altitudini si riducono in quanto i raggi solari si presentano molto più vicini alla perpendicolarità e quindi minore è la differenza di percorso in atmosfera.

Nel grafico seguente si vede che alla quota di Cervinia (2000 m slm) la radiazione solare, in una giornata soleggiata, anche in pieno inverno non scende sotto gli 850 W/m<sup>2</sup>.

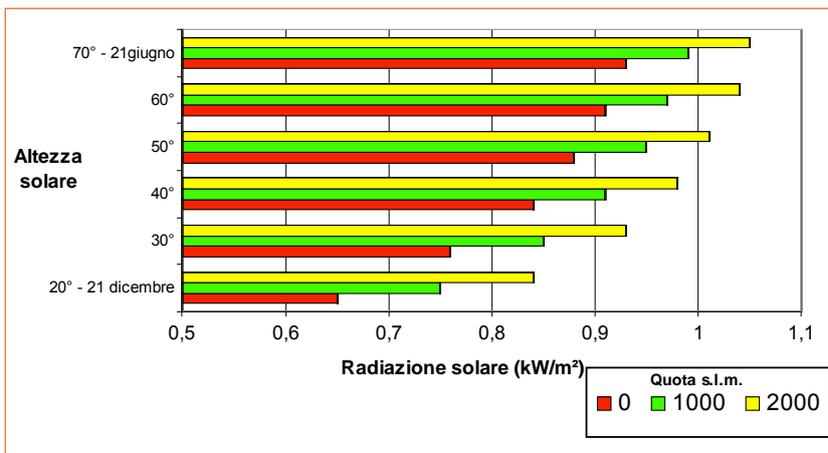


Figura 2 Variazione della radiazione solare al suolo con la stagione e la quota

## Le facce del sole

L'energia proveniente dal sole può essere sfruttata secondo due tecnologie differenti: la prima definita *solare termico*, destinata alla produzione di calore, impiega i collettori solari che trasformano fino all'80% dell'energia; la seconda, volta alla produzione diretta di energia elettrica - più propriamente denominata *fotovoltaica* - utilizza, per la conversione, dei pannelli capaci di fornire circa il 10-15% dell'energia incidente.

Per l'utilizzo dell'energia solare a scopo termico è importante fare una valutazione appropriata della radiazione durante l'arco di tutto l'anno: circa il 75% della quantità di energia irradiata dal sole è disponibile nei mesi estivi, da aprile a settembre. Inoltre soprattutto in un ambiente alpino la pre-

senza delle montagne modifica, in certi casi anche radicalmente, l'insolazione. La reale disponibilità solare può essere valutata con la rappresentazione dell'orizzonte solare che mostra il percorso solare nelle varie stagioni nello specifico contesto orografico.



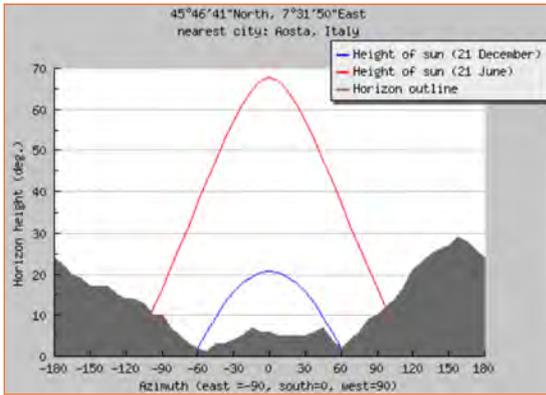


Figura 3 Percorso del sole e profilo dell'orizzonte

In Valle d'Aosta l'energia solare incidente è molto elevata in confronto con la vicina pianura padana. In effetti la disponibilità di energia è prossima a quella delle regioni dell'Italia centrale o addirittura di regioni ben più meridionali come la Campania o la Sicilia, principalmente per effetto della limpidezza dell'atmosfera, a causa dell'assenza di nebbie e foschie che invece penalizzano buona parte del nord Italia, e per l'elevata altitudine media del territorio. Nella figura è riportata l'energia solare disponibile in varie località della Valle d'Aosta sulla base dei dati ricavati dallo studio "Fonti Energetiche Alternative", approvato dal Consiglio Regionale il 29 giugno 1982. I punti colorati sono rappresentativi della disponibilità di energia (giallo - limitata, rosso scuro - elevata).

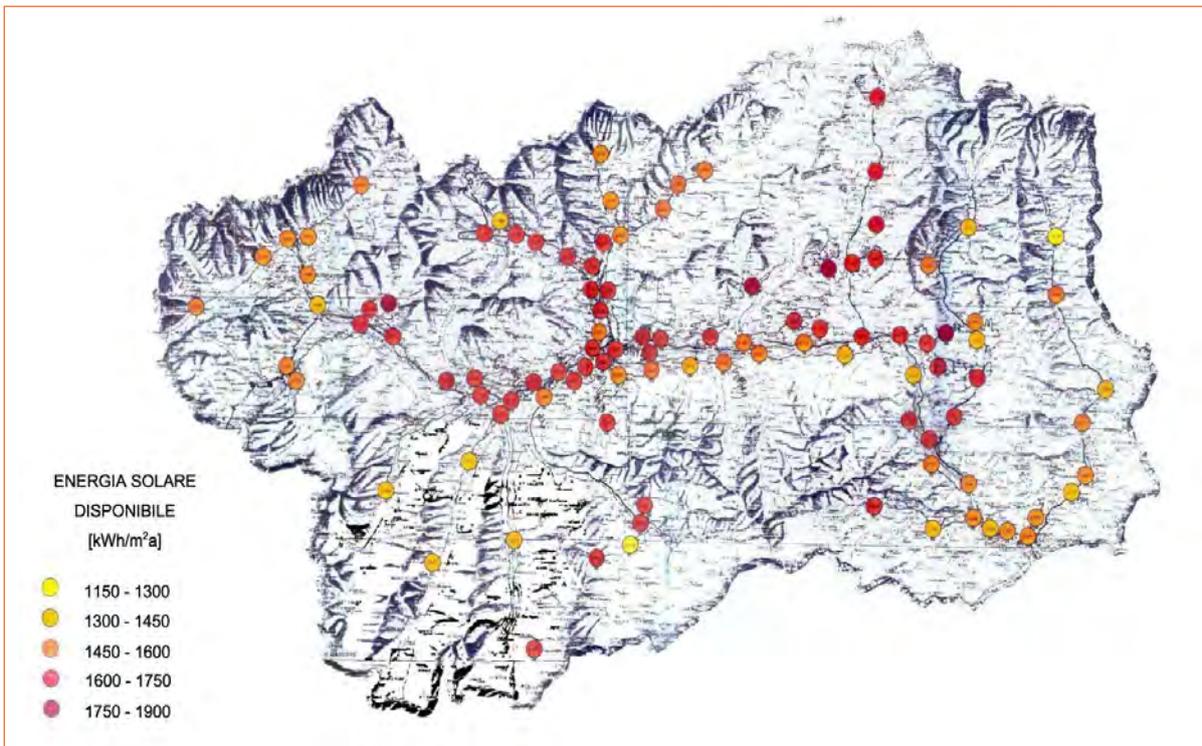


Figura 4 Distribuzione dell'energia solare sul territorio della Valle d'Aosta

Per caratterizzare maggiormente la disponibilità di energia si riportano i dati di alcune località prevalentemente poste all'*adret*. L'energia disponibile è espressa anche in quantità equivalente di gasolio per renderne un valore più tangibile. Si può osservare che anche località meno favorite presentano comunque rilevanti disponibilità energetiche. Tutto questo rende possibile realizzare sistemi solari che consentono la copertura del 60-70% dei fabbisogni di acqua calda sanitaria e 30-50% dei fabbisogni di riscaldamento. Le località di montagna sono particolarmente favorite in quest'ultima opzione; in effetti in quota la necessità di riscaldamento è distribuita lungo tutto l'anno solare consentendo un maggiore sfruttamento dell'impianto solare, che può essere utilmente impiegato anche per le funzioni di antigelo nel periodo invernale. Lo sfruttamento intelligente dell'energia solare, come integrazione nella produzione di acqua calda a bassa e media temperatura e nel riscaldamento ambiente, nonché nella produzione di energia elettrica, attraverso la tecnologia fotovoltaica di tipo diffuso, possono rappresentare un apporto rilevante al fab-

bisogno energetico della Valle d'Aosta. A differenza di quanto avviene per l'energia idroelettrica, molto resta ancora da fare nella nostra regione per un adeguato utilizzo della risorsa energetica solare.

| Energia solare disponibile |             |                         |                                    |
|----------------------------|-------------|-------------------------|------------------------------------|
| Località                   | Comune      | kWh/m <sup>2</sup> anno | litri gasolio/ m <sup>2</sup> anno |
| Col di Joux                | St. Vincent | 1 823                   | 184                                |
| Lignan                     | Nus         | 1 894                   | 191                                |
| Morge                      | La Salle    | 1 766                   | 178                                |
| Fossaz                     | St. Nicolas | 1 719                   | 174                                |
| Scuola Agricoltura         | Aosta       | 1 693                   | 171                                |
| Chiesa                     | Gressan     | 1 724                   | 174                                |
| Eliporto                   | Pollein     | 1 546                   | 156                                |
| media                      |             | 1 738                   | 175                                |

Figura 5 Energia solare disponibile in alcune località della Valle d'Aosta



approfondimento



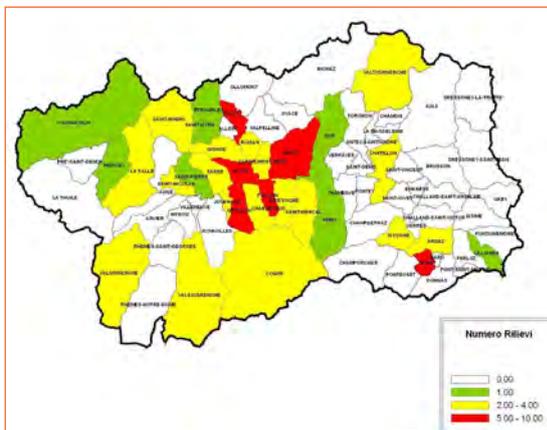
# Campagna di rilievi termografici sugli edifici Inverno 2006/2007

Fabrizia Joly



approfondimento

**N**el mese di dicembre 2006, l'Area Energia dell'ARPA ha avviato una campagna di rilevamenti termografici sugli edifici. I rilievi sono stati effettuati su abitazioni con un massimo di 2 piani oltre il piano terra e di 6 appartamenti, su richiesta dei privati che hanno provveduto alla compilazione di un modulo appositamente predisposto dall'Agenzia, scaricabile dal sito internet o reperibile nelle sedi delle comunità montane e di alcuni comuni. Sono stati effettuati circa cento rilevamenti distribuiti su tutto il territorio valdostano, come evidenziato nella figura sottostante.



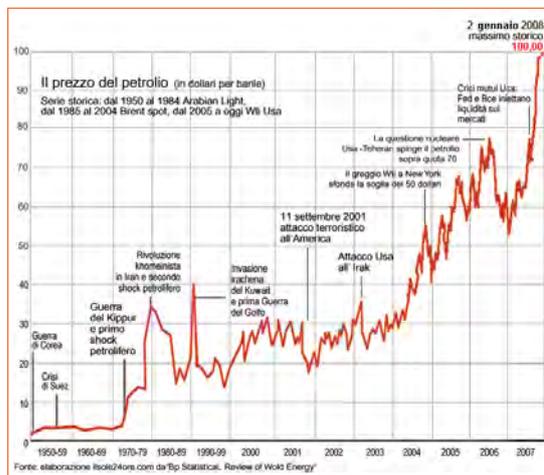
**Figura 1** Cartina dei rilevamenti termografici effettuati sul territorio valdostano

La campagna è stata effettuata al fine di conoscere e caratterizzare lo stato degli edifici della Valle d'Aosta dal punto di vista dell'isolamento termico. I dati sono stati valutati in relazione alla data di costruzione degli edifici e alle rispettive normative vigenti.

### Un po' di storia

Dal secondo dopoguerra fino agli anni '70 non ci sono stati particolari problemi di approvvigionamento energetico ed il costo dei combustibili era più che sostenibile. A seguito della crisi energetica del 1973, conseguente al conflitto arabo-israeliano del Kippur, che provocò un notevole aumento dei costi del petrolio e l'adozione delle prime misure di riduzione dei consumi, si diffuse una maggior consapevolezza dell'instabilità del sistema di approvvigionamento e l'interesse verso il risparmio energetico.

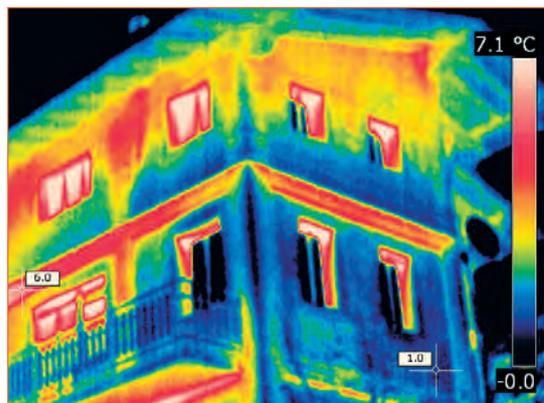
Per ridurre il fabbisogno di energia necessario per il riscaldamento degli edifici, in Italia, nel corso degli anni sono stati emanati diversi provvedimenti che hanno prescritto un sempre maggiore isolamento termico. Alla prima legge, pubblicata nel 1976, sono seguite la L. 9 gennaio 1991 n. 10, con il relativo decreto attuativo (DPR 26 Agosto 1993, n. 412) ed infine il D.Lgs 19 agosto 2005, n. 192.



**Figura 2** Andamento del prezzo del petrolio in relazione ad eventi storici internazionali

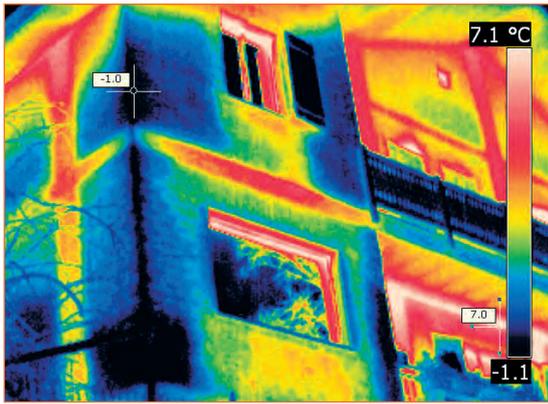
### Rilevamenti su edifici costruiti prima del 1976

Gli edifici, costruiti antecedentemente all'emanazione della prima legge che imponeva l'isolamento termico dell'involucro dei fabbricati, presentano notevoli dispersioni di calore, soprattutto in corrispondenza dei ponti termici (pilastri, solette, balconi sporgenti in calcestruzzo, intersezioni tra le pareti perimetrali ed i tetti,...). Rilevanti sono anche i flussi di calore uscenti attraverso i componenti finestrati, costituiti da vetri singoli, attraverso i cassonetti di contenimento delle tapparelle non coibentati e in corrispondenza degli elementi riscaldanti installati sotto le finestre in nicchie ricavate all'interno del muro che ne assottigliano lo spessore.

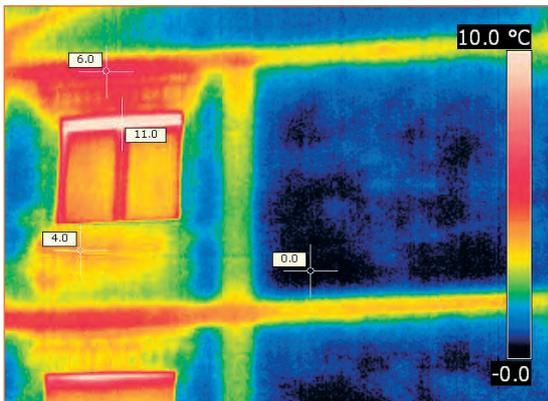


**Figura 3** Dispersioni termiche di un edificio costruito negli anni '60, privo di isolamento

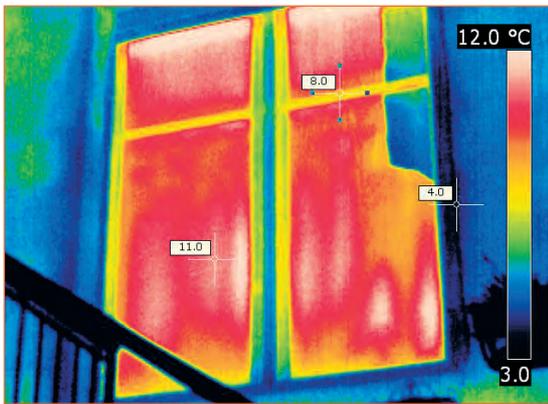




**Figura 4** Dispersioni termiche di un edificio costruito nei primi anni '70, privo di isolamento



**Figura 5** Flusso di calore uscente dall'involucro riscaldato attraverso i cassonetti di contenimento delle tapparelle e nella zona sotto finestra in corrispondenza del termosifone



**Figura 6** Dispersione di calore in corrispondenza di un infisso con vetri singoli

**Rilevamenti su edifici costruiti nel periodo tra il 1976 ed il 1991**

Gli edifici costruiti successivamente all'entrata in vigore della L. 30 aprile 1976, n. 373 dovrebbero possedere migliori caratteristiche di isolamento termico; i rilevamenti termografici effettuati tuttavia non mostrano una significativa riduzione delle perdite di calore.

Il termogramma mostra distintamente la struttura del fabbricato, costituita da pilastri e solai interpiano in calcestruzzo armato.



**Figura 7** Dispersioni di calore in corrispondenza dello scheletro di un edificio, costruito negli anni '80, composto da pilastri e solette

Nelle case valdostane, una delle tipologie costruttive tradizionali più diffuse è la struttura portante in pietra. È una convinzione comune che la pietra sia un ottimo isolante, in quanto già le case realizzate dai nostri nonni avevano questa caratteristica. In realtà la pietra è un materiale che presenta un modestissimo potere termoisolante, come si può ben notare dall'immagine riportata sotto. Possiede, però, un'altra caratteristica importante: l'alta inerzia termica, ossia la capacità di accumulare calore e rilasciarlo in modo lento, cosicché anche quando l'impianto di riscaldamento è spento (per esempio di notte) non vi è un brusco abbassamento delle temperature dei locali. Inoltre, l'inerzia termica produce anche notevoli benefici durante la stagione estiva, in quanto contribuisce a mantenere più stabili le temperature anche quando all'esterno si verificano grandi escursioni termiche.



**Figura 8** Casa in pietra costruita negli anni '80

**Rilevamenti su edifici costruiti nel periodo tra il 1991 ed il 2005**

A seguito dell'entrata in vigore della L. 9 gennaio 1991, n. 10, sono stati imposti valori limite di fabbisogno energetico per la climatizzazione invernale in base alla zona climatica, definita in relazione ai gradi giorno della località.

La definizione di "gradi giorno" di una località, è fornita all'art. 1 comma 1 punto z) del DPR 26 agosto 1993, n. 412, "Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia, in attuazione dell'art. 4, comma 4, della L. 9 gennaio 1991, n. 10"; tale valore consiste nella somma, estesa a tutti i giorni di un pe-



approfondimento





approfondimento

riodo annuale convenzionale di riscaldamento, delle sole differenze positive giornaliere tra la temperatura dell'ambiente, convenzionalmente fissata a 20° C, e la temperatura media esterna giornaliera. Tale valore indica quanto la località in oggetto è "fredda": la Valle d'Aosta è caratterizzata da valori che partono

dai 2700 GG per Donnas ed arrivano ai 4955 GG di Chamois. Nella tabella allegata sono stati riportati i valori dei "gradi giorno" per tutti i comuni valdostani, calcolati dal centro di ricerche ENEA sulla base della posizione della sede municipale, considerando esclusivamente la quota altimetrica.

| Comune                 | Altitudine [m s.l.m.] | Gradi giorno | Comune               | Altitudine [m s.l.m.] | Gradi giorno |
|------------------------|-----------------------|--------------|----------------------|-----------------------|--------------|
| ALLEIN                 | 1190                  | 3994         | JOVENCAN             | 632                   | 2925         |
| ANTEY SAINT ANDRE'     | 1074                  | 3843         | LA MAGDELEINE        | 1644                  | 4698         |
| AOSTA                  | 583                   | 2850         | LA SALLE             | 1001                  | 3734         |
| ARNAD                  | 361                   | 2774         | LA THUILE            | 1441                  | 4394         |
| ARVIER                 | 776                   | 3396         | LILLIANES            | 665                   | 3223         |
| AVISE                  | 775                   | 3395         | MONTJOVET            | 406                   | 2785         |
| AYAS                   | 1699                  | 4781         | MORGEX               | 923                   | 3617         |
| AYMAVILLES             | 640                   | 2937         | NUS                  | 529                   | 3026         |
| BARD                   | 400                   | 2832         | OLLOMONT             | 1356                  | 4266         |
| BIONAZ                 | 1606                  | 4641         | OYACE                | 1377                  | 4313         |
| BRISSOGNE              | 839                   | 3516         | PERLOZ               | 661                   | 3210         |
| BRUSSON                | 1338                  | 4453         | POLLEIN              | 551                   | 2802         |
| CHALLAND SAINT ANSELME | 1040                  | 3791         | PONT-SAINT-MARTIN    | 345                   | 2735         |
| CHALLAND SAINT VICTOR  | 744                   | 3321         | PONTBOSET            | 780                   | 3402         |
| CHAMBAVE               | 486                   | 2912         | PONTEY               | 523                   | 2971         |
| CHAMOIS                | 1815                  | 4955         | PRE'-SAINT-DIDIER    | 1004                  | 3738         |
| CHAMPDEPRAZ            | 523                   | 2971         | QUART                | 535                   | 2778         |
| CHAMPORCHER            | 1427                  | 4373         | RHEMES-NOTRE-DAME    | 1725                  | 4820         |
| CHARVENSOD             | 746                   | 3351         | RHEMES-SAINT-GEORGES | 1218                  | 4059         |
| CHATILLON              | 549                   | 3012         | ROISAN               | 870                   | 3327         |
| COGNE                  | 1534                  | 4533         | SAINT-CHRISTOPHE     | 619                   | 2904         |
| COURMAYEUR             | 1224                  | 3926         | SAINT-DENIS          | 809                   | 3424         |
| DONNAS                 | 322                   | 2700         | SAINT-MARCEL         | 625                   | 2913         |
| DOUES                  | 1176                  | 3996         | SAINT-NICOLAS        | 1200                  | 4032         |
| EMARESE                | 1170                  | 3997         | SAINT-OYEN           | 1373                  | 4292         |
| ETROUBLES              | 1270                  | 4137         | SAINT-PIERRE         | 731                   | 3263         |
| FENIS                  | 541                   | 3063         | SAINT-RHEMY          | 1519                  | 4511         |
| FONTAINEMORE           | 760                   | 3372         | SAINT-VINCENT        | 575                   | 3053         |
| GABY                   | 1047                  | 3803         | SARRE                | 639                   | 2935         |
| GIGNOD                 | 988                   | 3505         | TORGNON              | 1489                  | 4466         |
| GRESSAN                | 626                   | 2915         | VALGRISENCHÉ         | 1664                  | 4728         |
| GRESSONEY LA TRINITE'  | 1635                  | 4787         | VALPELLINE           | 960                   | 3462         |
| GRESSONEY SAINT JEAN   | 1335                  | 4726         | VALSAVARENCHÉ        | 1541                  | 4544         |
| HONE                   | 363                   | 2778         | VALTOURNENCHÉ        | 1528                  | 4524         |
| INTROD                 | 869                   | 3472         | VERRAYES             | 1017                  | 3744         |
| ISSIME                 | 387                   | 3672         | VERRES               | 391                   | 2793         |
| ISSOGNE                | 387                   | 2786         | VILLENEUVE           | 670                   | 2982         |

Dai rilevamenti termografici effettuati su edifici costruiti seguendo tale normativa non si osservano rimarchevoli miglioramenti nelle caratteristiche di isolamento termico. Esistono ancora notevoli dispersioni di calore attraverso l'involucro riscaldato, dovute alla scarsità di isolamento termico, come rileva l'immagine del solaio non coibentato, oppure alla presenza di ponti termici ben visibili in corrispondenza dei pilastri e delle solette costruite a filo della muratura esterna di tamponamento e non coibentati.

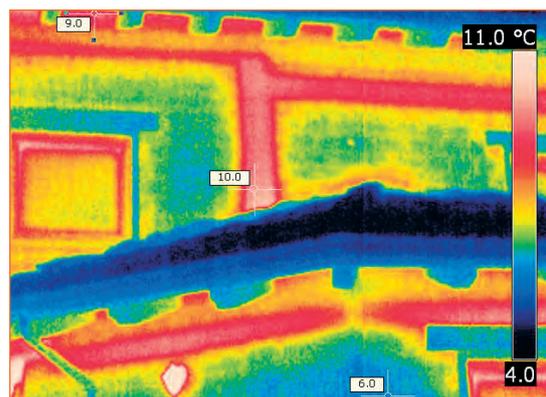
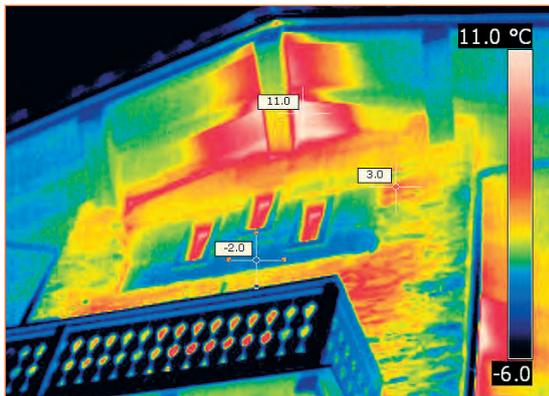


Figura 9 Edificio con pilastri e solette non coibentati



Un'altra fuga di calore rilevante riscontrata in quasi tutte le abitazioni con il tetto in legno si presenta in corrispondenza delle travi di sostegno del tetto, specialmente sulla trave di colmo come evidenziato nell'immagine

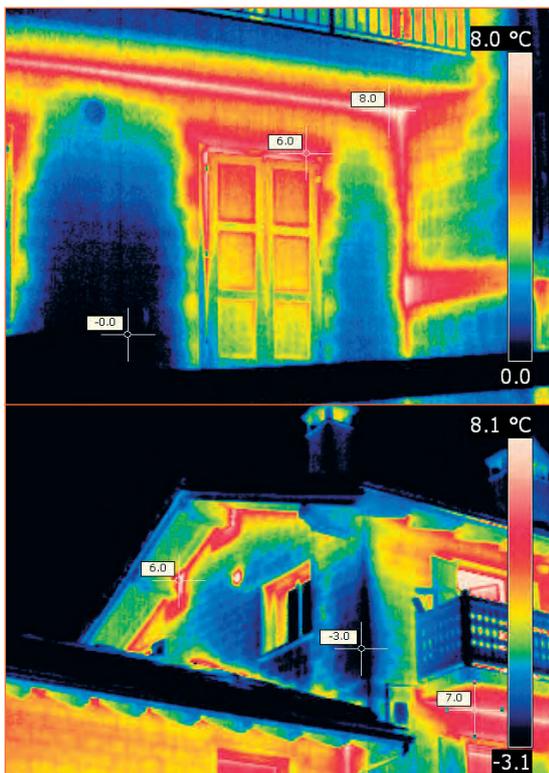


**Figura 10** Flusso di calore uscente dall'edificio in corrispondenza della trave di colmo del tetto

### Rilevamenti su edifici costruiti successivamente all'anno 2005

Il D.Lgs 19 agosto 2005, n. 192 ha introdotto valori limite di fabbisogno di energia per il riscaldamento degli edifici più restrittivi rispetto alla L. 10/91.

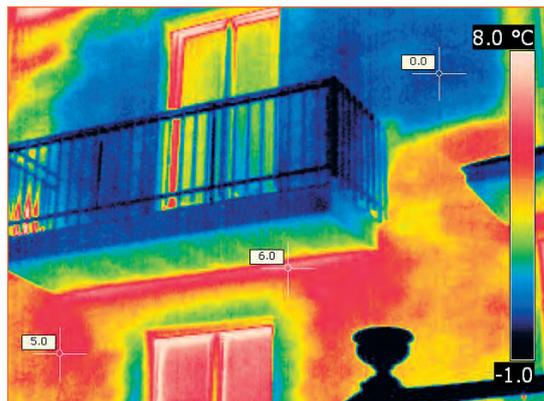
I rilevamenti effettuati sugli edifici costruiti a seguito dell'entrata in vigore della norma mostrano un miglioramento dell'isolamento delle pareti; permangono tuttavia dispersioni termiche legate alle caratteristiche costruttive che non hanno permesso di evitare i ponti termici. Si notano ancora infatti il flusso di calore uscente nella zona di intersezione tra le pareti perimetrali ed il tetto e le dispersioni causate dall'inserimento del balcone in calcestruzzo non coibentato nella parete perimetrale e travi in calcestruzzo non coibentato.



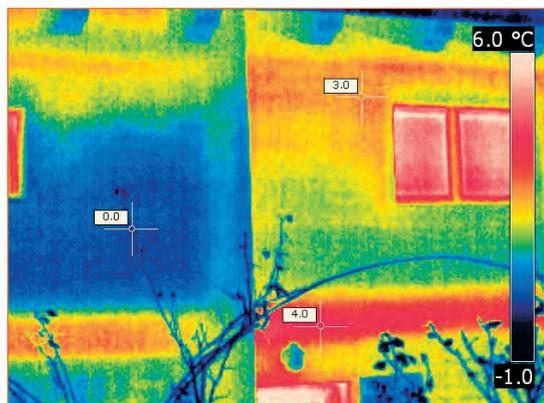
**Figura 11 e 12** Ponti termici non corretti in edificio di nuova costruzione

### Interventi di miglioramento dell'isolamento termico su edifici esistenti

Alcuni rilevamenti termografici sono stati effettuati su edifici oggetto di interventi di coibentazione successivi alla data di costruzione dell'edificio. Si tratta per lo più di insufflazione di materiale isolante in granuli (tipo vermiculite) all'interno della cassa vuota esistente nella muratura. In entrambi le immagini, l'intervento ha interessato solo una porzione dell'edificio, per cui sono ben riscontrabili i risultati ottenuti. Ovviamente questa tipologia di intervento non ha permesso di evitare tutte le dispersioni termiche (infatti i pilastri e le solette costruiti a filo della muratura esterna non sono stati ricoperti) ma ha comunque ridotto la dispersione di calore.



**Figura 13** Intervento di isolamento dell'intercapedine all'interno del muro eseguito solo al primo piano dell'edificio



**Figura 13** Intervento di isolamento dell'intercapedine all'interno del muro eseguito solo su una porzione di parete perimetrale

### Ridurre le perdite di calore per ridurre l'utilizzo di combustibile

Le immagini termografiche ottenute dai rilevamenti effettuati testimoniano una progressiva attenzione al risparmio energetico attraverso il miglioramento dell'isolamento. Gli edifici più recenti mostrano tutti la presenza di serramenti con vetrocamera, la cui adozione è certamente stata incentivata dalle normative regionali di sostegno economico, quali la L.R. 28 Marzo 1995, n. 9 sostituita dalla L.R. 3 Gennaio 2006, n. 3. Si rileva inoltre un progressivo miglioramento nell'isolamento termico delle pareti perimetrali. Nonostante il maggiore utilizzo di materiale coibente, i rilevamenti effettuati mettono purtroppo ancora in mostra notevoli dispersioni di calore causate principalmente dai ponti termici, che



approfondimento



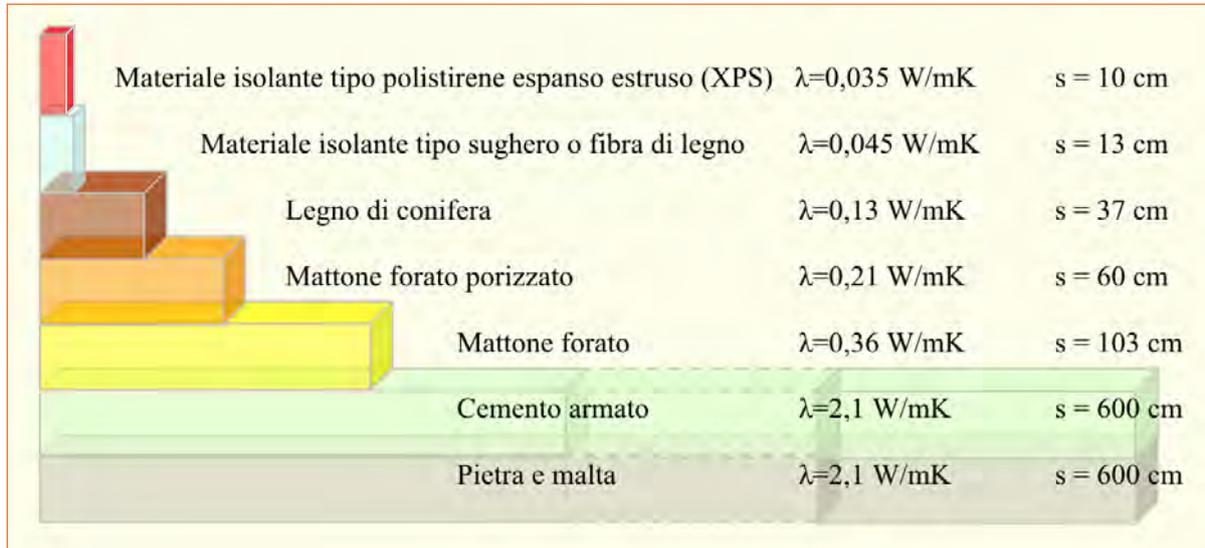


approfondimento

restano un punto debole perché trascurati in fase di progettazione e di realizzazione. La riduzione delle dispersioni di calore attraverso un accurato isolamento termico dell'involucro rappresenta una delle fonti di energia più importanti, in quanto consente una sensibile riduzione dei consumi energetici e quindi il risparmio delle materie prime e la riduzione di emissioni di inquinanti atmosferici tra cui gas climalteranti. Per questo è necessario progettare e costruire le nuove abitazioni con caratteristiche tecniche che consentano di limitare tutte le dispersioni di calore.

**La conduttività termica dei materiali**

La conduttività termica, generalmente espressa con la lettera  $\lambda$ , è un valore proprio di ogni materiale e rappresenta la capacità di condurre calore da un ambiente caldo ad un ambiente più freddo. Minore è questo valore, maggiore è la capacità isolante del materiale. Nello schema sono riportati gli spessori di alcuni materiali edili necessari per ottenere lo stesso potere termoisolante.



Dalla tabella sopra si può vedere che 10 cm di materiale isolante equivalgono a ben 6 m di muratura in pietra.



## Prestazioni energetiche degli edifici

Lorenzo Frassy, Simona Agostino, Chiara Bertolin

### Consumi energetici degli edifici

**D**i tutto il petrolio bruciato in Valle d'Aosta, circa il 40% è da attribuire al settore civile, dove si consumano circa 210.000 tonnellate equivalenti di petrolio (tep) all'anno.

Questo fabbisogno è coperto per circa il 60% da importazioni, con una notevole spesa che grava sul bilancio commerciale della nostra regione.

Il riscaldamento delle abitazioni (per il quale vengono utilizzate 130.000 tep all'anno), inoltre, rappresenta la voce di gran lunga preponderante sui consumi energetici delle famiglie e da solo costituisce più della metà delle spese di gestione per la casa dei valdostani.

Per il riscaldamento si bruciano ogni anno circa 40 milioni di metri cubi di gas, 57.000 tonnellate di gasolio, oltre a 14.000 tonnellate di combustibili solidi, soprattutto legna e un po' di carbone: in questo modo si riversano nell'aria ogni anno circa 240 tonnellate di ossidi d'azoto, 190 tonnellate di polveri, 530 tonnellate di biossido di zolfo.

Il riscaldamento è, dopo il traffico, la maggiore causa d'inquinamento del nostro Paese. Oltre alle sostanze inquinanti, per il riscaldamento delle abitazioni si riversano nell'atmosfera tonnellate di anidride carbonica (CO<sub>2</sub>), sostanza non tossica ma che contribuisce all'effetto serra causando l'innalzamento della temperatura media del nostro pianeta. In Valle d'Aosta il riscaldamento residenziale produce 350.000 tonnellate di CO<sub>2</sub> all'anno, valore che corrisponde al 50% circa delle emissioni complessive di CO<sub>2</sub>.

E' importante evidenziare come una parte consistente dell'elettricità impiegata nel settore residenziale (circa il 50%) venga impiegata per produrre energia termica (boiler elettrici, riscaldamento parziale, ecc.). Benché l'energia elettrica utilizzata venga prodotta da impianti idroelettrici, dunque da fonti energetiche rinnovabili, non si deve dimenticare che l'85% dell'energia elettrica italiana è prodotta da impianti termoelettrici.

In questa situazione l'utilizzo di energia elettrica per produrre acqua calda sanitaria comporta una doppia trasformazione. Nella centrale termoelettrica il calore fornito dai combustibili fossili viene convertito in energia elettrica, che poi viene trasportata fino all'utenza, dove verrà trasformata in energia termica per effetto Joule. Per produrre con uno scaldabagno elettrico 860 kcal è necessario 1 kWh elettrico. Ma è da considerare che, per la produzione di ogni kWh elettrico, vengono consumati dal parco di centrali elettriche italiane, circa 2.200 kcal, sotto forma di energia primaria.

Considerando questa doppia trasformazione da energia primaria in energia elettrica e da elettrica a termica, emerge che, per produrre l'acqua calda necessaria giornalmente per soddisfare il fabbisogno pro capite, sono necessarie ben 3.060 kcal. In tal modo solo il 35% dell'energia primaria consumata viene effettivamente utilizzata dall'utente.

### Legislazione in materia energetica per gli edifici

A livello nazionale l'8 ottobre 2005 è entrato in vigore il D.Lgs 19 agosto 2005, n. 192 (con le disposizioni correttive ed integrative del D.Lgs. 29 dicembre 2006, n. 311 in vigore da febbraio 2007), in attuazione della Direttiva europea 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia. L'obiettivo del decreto 192 è di migliorare le prestazioni energetiche degli edifici, ovvero di limitare il consumo di energia degli impianti di riscaldamento, di condizionamento e la dispersione termica attraverso i componenti edilizi (l'involucro). Il suddetto decreto, oltre al miglioramento delle prestazioni energetiche degli edifici, mira alla riduzione delle emissioni di gas ad effetto serra: ulteriore misura di attuazione del protocollo di Kyoto.

La legge si applica esclusivamente ad edifici di nuova costruzione e agli edifici che necessiteranno di ristrutturazione. Per quanto riguarda le ristrutturazioni, comunque, sono previsti diversi gradi di applicazione: si applica integralmente nel caso di ristrutturazioni di edifici di superficie superiore ai 1.000 m<sup>2</sup> e in maniera limitata ad interventi di ampliamento superiori al 20% in volume dell'edificio esistente (cioè quando il proprietario o il costruttore esegue dei lavori, volti all'ampliamento dello stabile, che comporta un incremento della volumetria lorda dell'edificio pari ad almeno il 20%). Il decreto non si applica ad edifici storici, a fabbricati isolati con una superficie inferiore a 50 m<sup>2</sup> e a fabbricati industriali o artigianali o agricoli qualora gli ambienti siano riscaldati per esigenze produttive.

Se vi è una nuova installazione di impianti termici in edifici esistenti, una ristrutturazione degli stessi impianti oppure se vi è la sostituzione di generatori di calore, la certificazione è sempre obbligatoria.

Entro un anno dalla data di entrata in vigore per i casi sopra citati è obbligatoria la certificazione energetica, intesa come l'insieme delle attività di valutazione finalizzate al rilascio dell'attestato di prestazione energetica, riportante i consumi convenzionali del fabbricato e i suggerimenti migliorativi della prestazione energetica stessa. La certificazione energetica consente infatti di conoscere i consumi energetici degli immobili e di avere informazioni sugli impianti installati, di conseguenza sarà possibile esplicitare un valore relativo alle emissioni di CO<sub>2</sub> legate all'edificio.

Tale certificato avrà una durata di dieci anni a partire dal suo rilascio e dovrà essere aggiornato nel caso di interventi di ristrutturazione che possono modificarne le prestazioni dichiarate. Nel caso di edifici con superficie superiore a 1.000 m<sup>2</sup>, il certificato dovrà essere affisso in un luogo visibile.

In Valle d'Aosta è stata recentemente approvata dal Consiglio regionale una legge regionale in materia di certificazione energetica degli edifici (proposta di legge n. 217 approvata il 07/04/2008).





### Le future attività

L'attività prevista dall'ARPA, ai fini di una futura applicazione della legge, risulta un *"operational rating"* (prEN 15203- prestazioni energetiche degli edifici – Valutazione dell'energia realmente utilizzata dai singoli edifici e definizione del loro indice di prestazione energetica; la norma definisce gli usi dell'energia da considerare al fine della prestazione energetica di edifici nuovi ed esistenti), ossia una misura (media pesata) dell'energia utilizzata dalle diverse tipologie edilizie esistenti e maggiormente diffuse sul territorio valdostano in relazione alle svariate condizioni climatiche locali.

Questa stima, a differenza dell' *"asset rating"* (calcolo dell'energia utilizzata dall'edificio secondo input standard relativi al clima ed al tasso di occupazione), tiene conto delle condizioni operative dell'edificio e quindi mette in risalto quelli che

sono i contributi degli utilizzi di energia da parte degli utenti. Il metodo di benchmarking presentato propone ai comuni selezionati all'interno della regione Valle d'Aosta di qualificare il proprio patrimonio edilizio secondo una classificazione relativa, che inquadra le prestazioni energetiche ed ambientali del parco edilizio locale definendone quindi i limiti specifici. Questa procedura consente un'immediata identificazione dei **"bacini energivori"**, ossia dei comuni i cui consumi convenzionali sono nettamente superiori ai valori medi locali; si demarca quindi una maglia di località e quindi di edifici su cui intervenire con priorità assoluta per abbattere significativamente i consumi energetici locali e di conseguenza per ridurre l'impatto ambientale. Entra quindi in gioco una pianificazione urbanistica programmata in relazione alle analisi energetiche.

