



Ricerca di Sistema elettrico

Sviluppo di una metodologia per il
labelling energetico di componenti
trasparenti per l'involucro edilizio,
lucernari e infissi

Gaetano Fasano, Francesca Margiotta

SVILUPPO DI UNA METODOLOGIA PER IL LABELLING ENERGETICO DI COMPONENTI TRASPARENTI PER
L'INVOLUCRO EDILIZIO, LUCERNARI E INFISSI

Gaetano Fasano (ENEA), Francesca Margiotta, Associazione di categoria (ZENITAL)

Settembre 2014

Report Ricerca di Sistema Elettrico

Accordo di Programma Ministero dello Sviluppo Economico – ENEA

Piano Annuale di Realizzazione 2013

Area: Razionalizzazione e risparmio nell'uso dell'energia

Progetto: Sviluppo di modelli per la realizzazione di interventi di efficienza energetica sul patrimonio immobiliare pubblico

Obiettivo: Valutazione e la definizione del labelling energetico per componenti trasparenti dell'involucro

Responsabile del Progetto: Gaetano Fasano ENEA

Indice

| | |
|--|----|
| SOMMARIO..... | 4 |
| 1 INTRODUZIONE..... | 5 |
| 2 IL CONTESTO..... | 6 |
| 2.1 IL PATRIMONIO EDILIZIO NAZIONALE..... | 6 |
| 2.2 IL PARCO EDILIZIO RESIDENZIALE..... | 8 |
| 2.3 IL PARCO EDILIZIO NON RESIDENZIALE..... | 9 |
| 3 IL QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO..... | 10 |
| 3.1 LA DIRETTIVA 2009/125/CE DEL 21.10.2009 (“ERP- ENERGY RELATED PRODUCTS”)..... | 11 |
| 3.2 LA DIRETTIVA 2010/30/UE DEL 21.10.2009 (“ERP- ENERGY RELATED PRODUCTS”)..... | 12 |
| 3.3 RECEPIMENTO DELLA NUOVA DIRETTIVA 2010/30/UE: D.LGS 104/2012..... | 13 |
| 4 STATO DELL’ARTE DEL LABELLING..... | 13 |
| 4.1 PERCHÉ IL LABELLING?..... | 13 |
| 4.2 I REGOLAMENTI UE DI ATTUAZIONE DELLA DIRETTIVA 2009/125/CE (“ECO-DESIGN”)..... | 14 |
| 4.3 I REGOLAMENTI UE DI ATTUAZIONE DELLA DIRETTIVA 2010/30/UE (“ECOLABEL”)..... | 15 |
| 5 IL SISTEMA TRASPARENTE DI COPERTURA: CUPOLINI E LUCERNARI..... | 16 |
| 5.1 L’ILLUMINAZIONE NATURALE..... | 16 |
| 6 ZENITAL: LE TIPOLOGIE DELLE CUPOLE E DEI LUCERNARI..... | 20 |
| 6.1 DESCRIZIONE DEI PRODOTTI..... | 21 |
| 6.1.1 <i>Cupole monolitiche EN 1873</i> | 21 |
| 6.1.2 <i>Lucernari continui EN 14963</i> | 23 |
| 6.1.3 <i>Marcatatura CE</i> | 26 |
| 7 SITUAZIONE EUROPEA: L’ETICHETTATURA FRANCESE..... | 27 |
| 8 SITUAZIONE ITALIANA: L’ETICHETTATURA ENERGETICA PER SISTEMI TRASPARENTI?..... | 28 |
| 9 CONCLUSIONI..... | 28 |
| 10 RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI..... | 28 |

Sommario

L'Unione europea si trova di fronte a sfide senza precedenti determinate da una maggiore dipendenza dalle importazioni di energia, dalla scarsità di risorse energetiche, nonché dalla necessità di limitare i cambiamenti climatici e di superare la crisi economica. L'efficienza energetica costituisce un valido strumento per affrontare tali sfide. Essa migliora la sicurezza di approvvigionamento dell'Unione, riducendo il consumo di energia primaria e diminuendo le importazioni di energia. Essa contribuisce a ridurre le emissioni di gas serra in modo efficiente in termini di costi e quindi a ridurre i cambiamenti climatici.

Lo sviluppo delle nuove tecnologie che possano essere integrate in strutture edilizie esistenti e che mirino a ridurre l'impatto sul consumo di energia durante il proprio utilizzo sono ormai temi contemplati e normati nel quadro di armonizzazione istituito dall'Unione Europea.

In particolare, in relazione a quanto previsto dalla Direttiva Eco-Design e dal D.L. 104/2012, il lavoro svolto in collaborazione con l'associazione di categoria ZENITAL ha consentito di sviluppare una metodologia per la valutazione e la definizione delle prestazioni energetiche dei componenti trasparenti per le coperture degli edifici, idonee alla identificazione di un labelling energetico di cupole e lucernari.

Lo scambio di informazioni tecniche, esperienze e know how relativamente ai prodotti di copertura trasparenti ha così condotto alla valutazione della prestazione energetica complessiva delle cupole e dei lucernari continui e ha costituito mero supporto per progettisti ed utilizzatori a ottimizzare l'impiego di questi prodotti ai fini del risparmio energetico e del confort dell'ambiente.

La metodologia, definita in riferimento al quadro normativo vigente, considerando le caratteristiche tipologiche edilizie del parco immobiliare esistente e delle zone climatiche in cui è suddiviso il territorio nazionale, ha permesso di condurre un'attenta analisi delle tipologie di componenti e sistemi trasparenti idonei al raggiungimento degli obiettivi di risparmio energetico attesi, con lo scopo di contribuire a raggiungere l'obiettivo dell'UE di una diminuzione dei consumi di energia del 20 % entro il 2020.

1 Introduzione

La complessità dei problemi energetico-ambientali vede, fra gli interventi e le azioni da intraprendere per ridurre le emissioni inquinanti e favorire le politiche di sostegno per un uso razionale delle risorse energetiche, il tema dell'efficienza e del risparmio energetico in edilizia come ruolo centrale e di interesse generale.

In tal senso le priorità della politica energetica risultano essere:

- a) garantire la sicurezza degli approvvigionamenti energetici (security of supply);
- b) limitare la dipendenza dalle importazioni di idrocarburi (competitiveness);
- c) coniugare le politiche energetiche al cambiamento climatico (sustainability).

L'Unione Europea si trova quindi a fronteggiare sfide determinate da una maggiore dipendenza dalle importazioni di energia, dalla scarsità di risorse energetiche, nonché dalla necessità di limitare i cambiamenti climatici e di superare la crisi economica.

Crisi che ha investito le economie occidentali e ha depresso notevolmente anche il contesto economico italiano. In questa fase storica, la crescita sostenibile dovrebbe dunque essere l'obiettivo principale del Governo e del Paese, ottenibile solo attraverso un accrescimento sostanziale della competitività del sistema produttivo.

Il passaggio ad un'economia più efficiente sotto il profilo energetico dovrebbe allora accelerare la diffusione di soluzioni tecnologiche innovative e migliorare la competitività dell'industria dell'Unione, rilanciando la crescita economica in diversi settori connessi con l'efficienza energetica.

Lo sviluppo delle nuove tecnologie, la possibilità di poter utilizzare strumenti e modelli di valutazione per le scelte di involucro e di impianto (da definire nell'ambito della riqualificazione energetico-ambientale degli edifici) e la diffusione e l'informazione all'utenza concorrono a migliorare l'efficienza energetica insieme alla competitività e allo sviluppo del mercato del settore edilizio.

E' da evidenziare che la disponibilità di poter accedere e utilizzare informazioni e soluzioni tecnologiche per l'efficienza energetica negli edifici, di nuova costruzione o da riqualificare, è un fattore di cui beneficia il sistema Paese, in generale, e l'utente finale, in particolare.

Le direttive sulla progettazione ecocompatibile e sull'etichettatura energetica sono strumenti giuridici d'importanza cruciale per affrontare a livello di Unione europea i problemi energetici e ambientali connessi ai prodotti. La direttiva sulla progettazione ecocompatibile fissa alcune specifiche di minima che eliminano dal mercato i prodotti meno efficienti; mentre la direttiva sulle etichette energetiche che riportano la scala da A (migliore) a G (peggiore) si prefigge d'informare i consumatori. Questi strumenti sono sviluppati consultando Stati membri, associazioni settoriali e organizzazioni non governative.

La ragione di un eventuale intervento in questo campo risiede nel fatto che esso può contribuire agli obiettivi 20/20/20 dell'UE aumentando l'efficienza energetica, contrastando le insufficienze del mercato e colmando le lacune che ostacolano l'innovazione e la trasformazione del mercato stesso.

L'Unione europea ha cominciato a disciplinare l'etichettatura energetica partendo dai grandi elettrodomestici (elettrodomestici bianchi) con la Direttiva 92/75/CEE, concernente l'indicazione del consumo di energia e di altre risorse degli apparecchi domestici mediante un'etichettatura.

Nel corso degli anni, la Direttiva 92/75/CEE ha subito diverse e sostanziali modifiche. In occasione di nuovi rimaneggiamenti, volti ad ampliare l'ambito di applicazione, è stata emanata la Direttiva 2010/30/UE - Norme sull'etichettatura del consumo energetico degli elettrodomestici e di altri prodotti connessi

all'energia. Le disposizioni presenti nella Direttiva 2010/30/UE sono state recepite in Italia dal D.lgs n. 104/2012.

La direttiva sull'etichettatura si inserisce in un quadro giuridico volto a produrre ulteriori risparmi di energia e vantaggi per l'ambiente. Di questo quadro fa parte anche la Direttiva Eup (Directive for Energy-using Products - 2009/125/CE), che disciplina la progettazione ecocompatibile dei prodotti che consumano energia. La Direttiva Eup, a differenza della Direttiva 2010/30/UE, impone precisi standard di progettazione volti a ridurre l'impatto ambientale e migliorare l'efficienza energetica dei prodotti che consumano energia. Entrambi gli strumenti riguardano prodotti commerciali e industriali che consumano energia e prodotti connessi ad essa.

Le attività previste nel PAR 2013, *Area: RAZIONALIZZAZIONE E RISPARMIO NELL'USO DELL'ENERGIA, Tema di Ricerca: SVILUPPO DI MODELLI PER LA REALIZZAZIONE DI INTERVENTI DI EFFICIENZA ENERGETICA SUL PATRIMONIO IMMOBILIARE PUBBLICO; linea : b.1*, sono finalizzate alla individuazione e classificazione dei requisiti prestazionali di componenti trasparenti dell'involucro, tenendo conto di quanto già realizzato in Europa e dei prodotti già esistenti in Italia. Obiettivo ultimo è l'individuazione di una metodologia per la valutazione e la definizione del labelling energetico dei componenti trasparenti dell'involucro, in particolare di copertura quali lucernari e cupolini.

L'obiettivo è adottare misure di progettazione altamente sostenibili e di promuovere e sostenere la penetrazione nel mercato di prodotti che consentano una riduzione in termini sia di consumi energetici che di emissioni di CO₂, e che siano facilmente riconoscibili (labelling). Questo, al contempo, favorirebbe e sarebbe favorito dalle esigenze dei consumatori a essere informati sui consumi energetici dei prodotti per poter effettuare scelte consapevoli dal punto di vista dei consumi energetici.

2 Il contesto

2.1 Il patrimonio edilizio nazionale

Per il raggiungimento di tutti gli obiettivi di risparmio energetico e di riduzione delle emissioni climalteranti, tra cui la stessa previsione di un aumento del numero complessivo degli "edifici a energia quasi zero", non è possibile prescindere dal fondamentale contributo che può pervenire dalla riqualificazione energetica del parco immobiliare esistente. Il contributo del settore edile è di importanza cruciale per la trasformazione del sistema energetico della UE, con conseguenti benefici effetti in termini di contenimento dei costi e quindi di competitività economica, oltre naturalmente che di minore impatto sull'ambiente e di contrasto ai cambiamenti climatici. In virtù di ciò, il settore delle costruzioni è chiamato a una grande sfida: contribuire al risparmio di energia e di risorse naturali della nostra economia.

I significativi consumi di energia primaria riconducibili al settore civile in Europa necessitano di incisivi interventi di retrofit energetico per conseguire gli ambiziosi obiettivi contenuti nella strategia del 20-20-20 (Direttiva 2009/28/CE).

In particolare, l'analisi energetica del parco immobiliare italiano evidenzia sprechi rilevanti e ampi margini per migliorare l'efficienza di un settore responsabile di circa un terzo dei consumi energetici nazionali.

In Italia lo stock edilizio è costituito da un consistente numero di edifici, caratterizzato da vetustà ed obsolescenza tecnologica. Infatti più di 17,5 milioni di abitazioni sono state realizzate nel periodo ante 1976, anno di emanazione della prima legge sul dispendio energetico (L373/76: norma per il contenimento

energetico per usi termici negli edifici), in un contesto di assenza assoluta di legislazione energetica nel settore civile, che ha portato a realizzazioni prive di qualsivoglia qualità energetica, costruite con metodi e materiali non attenti al risparmio energetico e alla sostenibilità ambientale.

Anche nel periodo post 1976, pur in presenza di leggi all'avanguardia, la scarsissima attuazione delle stesse e la scarsa propensione ad una progettazione "energeticamente consapevole" non ha portato comunque a livelli di efficienza significativi e rilevanti, certamente migliori dei precedenti livelli, solo per la disponibilità di tecnologie e componenti più efficienti.

Fino al 2005 la normativa italiana sull'efficienza energetica degli edifici è stata la legge 10/91 e il suo decreto attuativo D.P.R. 412/93, il quale regola la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici, distingue gli edifici in categorie, individua le sei zone climatiche italiane in funzione dei gradi giorno e fissa la temperatura interna di progetto a 20°C.

La direttiva europea 91/2002 ha indotto tutti gli Stati Membri, tra i quali l'Italia, a emanare regole più severe in materia di consumo energetico degli edifici.

In Italia, La Direttiva Europea EPBD, viene recepita con il DLgs 192/05, e dal suo Decreto Attuativo DM 59/09, il quale stabilisce i criteri e le condizioni per migliorare le prestazioni energetiche degli edifici attraverso un sistema di certificazione e lo sviluppo delle fonti rinnovabili, con i seguenti ambiti di intervento:

- Realizzazione di edifici e impianti di nuova costruzione
- Installazione di nuovi impianti termici in edifici esistenti
- Ristrutturazione di edifici esistenti
- Manutenzione e ispezione degli impianti termici
- Certificazione energetica degli edifici

Ad oggi il D.L. n. 90/2013, di recepimento della Direttiva 2010/31/UE, sulla prestazione energetica nell'edilizia, ha introdotto nella legislazione italiana il concetto di "edificio a energia quasi zero", con cui si intende un edificio ad altissima prestazione energetica, con un fabbisogno energetico molto basso o quasi nullo coperto in misura significativa da energia da fonti rinnovabili.

2.2 Il parco edilizio residenziale

In Italia si registrano oltre 30 milioni di abitazioni e quasi 12 milioni di edifici sono a carattere residenziale, come si evince dallo studio del CRESME che segue in Figura 1.

Edifici residenziali nel 2011 per epoca di costruzione - Regioni

| | Numero 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 |
|----------------|----------------|----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|--------------|
| Piemonte | 911.303 | 34,8% | 14,1% | 11,2% | 13,2% | 11,8% | 5,9% | 5,3% | 3,7% |
| Valle d'Aosta | 40.997 | 25,7% | 9,9% | 12,1% | 14,1% | 15,3% | 10,5% | 7,6% | 4,7% |
| Lombardia | 1.419.292 | 17,7% | 10,1% | 14,6% | 18,6% | 15,9% | 9,3% | 8,2% | 5,6% |
| Liguria | 255.442 | 35,3% | 13,9% | 13,8% | 14,8% | 10,2% | 5,3% | 3,6% | 3,0% |
| Trentino A.A. | 200.665 | 26,9% | 8,4% | 10,3% | 14,7% | 13,5% | 9,3% | 9,7% | 7,3% |
| Veneto | 1.021.721 | 14,6% | 9,1% | 14,3% | 20,1% | 18,0% | 9,7% | 8,2% | 6,0% |
| Friuli V.G. | 294.741 | 19,0% | 9,9% | 13,7% | 16,2% | 19,2% | 10,2% | 6,9% | 4,9% |
| Emilia Romagna | 776.089 | 16,6% | 12,1% | 17,4% | 18,2% | 15,7% | 7,9% | 6,8% | 5,3% |
| Toscana | 691.505 | 29,7% | 13,8% | 15,3% | 15,3% | 12,0% | 6,1% | 4,4% | 3,4% |
| Umbria | 180.414 | 22,1% | 9,5% | 12,8% | 15,7% | 17,0% | 10,2% | 8,0% | 4,7% |
| Marche | 303.849 | 23,0% | 11,9% | 13,4% | 16,8% | 16,4% | 8,2% | 5,7% | 4,6% |
| Lazio | 768.299 | 12,9% | 8,6% | 14,5% | 18,1% | 21,1% | 13,2% | 6,9% | 4,7% |
| Abruzzo | 347.263 | 21,2% | 13,7% | 14,2% | 15,0% | 14,9% | 9,9% | 5,6% | 5,5% |
| Molise | 105.782 | 32,8% | 17,0% | 11,7% | 10,7% | 10,8% | 8,3% | 4,9% | 3,9% |
| Campania | 855.129 | 15,5% | 10,3% | 11,4% | 16,1% | 18,2% | 17,4% | 7,4% | 3,8% |
| Puglia | 935.312 | 13,2% | 11,5% | 14,2% | 17,1% | 20,2% | 13,6% | 5,7% | 4,4% |
| Basilicata | 153.509 | 20,7% | 12,8% | 14,9% | 13,6% | 13,4% | 14,0% | 7,1% | 3,6% |
| Calabria | 610.481 | 15,1% | 14,8% | 14,6% | 15,2% | 17,3% | 13,2% | 6,0% | 3,9% |
| Sicilia | 1.395.211 | 10,7% | 14,7% | 15,1% | 17,3% | 19,8% | 13,6% | 5,8% | 3,0% |
| Sardegna | 495.743 | 8,3% | 9,9% | 14,5% | 15,4% | 19,1% | 16,0% | 10,7% | 6,1% |
| Nord-Ovest | 2.627.035 | 25,5% | 11,8% | 13,3% | 16,3% | 13,9% | 7,8% | 6,7% | 4,7% |
| Nord-Est | 2.293.216 | 16,9% | 10,2% | 14,9% | 18,5% | 17,0% | 9,1% | 7,7% | 5,7% |
| Centro | 1.944.067 | 21,3% | 11,1% | 14,5% | 16,7% | 16,7% | 9,6% | 5,9% | 4,2% |
| Sud | 3.007.476 | 16,2% | 12,3% | 13,4% | 15,8% | 17,7% | 14,0% | 6,3% | 4,2% |
| Isole | 1.890.954 | 10,1% | 13,4% | 14,9% | 16,8% | 19,6% | 14,3% | 7,0% | 3,9% |
| ITALIA | 11.762.748 | 18,3% | 11,8% | 14,1% | 16,7% | 16,9% | 11,0% | 6,7% | 4,6% |

Figura 1. Fonte: elaborazioni e stime CRESME su dati Istat e CRESME/Si

Dai dati riportati in Figura 2 si nota come oltre il 60% degli edifici abbia più di quarant'anni. In particolare, l'incidenza percentuale degli edifici residenziali presenti sul territorio, relativamente all'anno di costruzione, è poco più dell'80% per edifici costruiti prima del 1976 e oltre il 95% per quelli costruiti prima del 1990.

| Data di costruzione | Struttura portante | Cemento armato | Altro | Totale |
|---------------------|--------------------|------------------|------------------|-------------------|
| <1919 | 2.026.538 | 0 | 123.721 | 2.150.259 |
| 1919-1945 | 1.183.869 | 83.413 | 116.533 | 1.383.815 |
| 1946-1961 | 1.166.107 | 288.784 | 204.938 | 1.659.829 |
| 1962-1971 | 1.056.383 | 591.702 | 319.872 | 1.967.957 |
| 1972-1981 | 823.523 | 789.163 | 370.520 | 1.983.206 |
| 1982-1991 | 418.914 | 620.698 | 250.890 | 1.290.502 |
| >1991 | 228.648 | 394.445 | 167.934 | 791.027 |
| Totale | 6.903.982 | 2.768.205 | 1.554.408 | 11.226.595 |

Figura 2. Caratteristiche strutturali delle unità abitative

Da uno studio effettuato da Federcasa si riscontra inoltre che l'edilizia residenziale pubblica rappresenta, meno di 1 milione di alloggi, meno del 5% del patrimonio residenziale, con un'incidenza percentuale di edifici costruiti prima del 1976 quasi del 70% e di quelli costruiti prima del 1990 oltre il 90%.

Per quanto riguarda le caratteristiche strutturali, essi risultano realizzati, negli anni precedenti al 1976, per poco più del 70% in muratura portante, mentre per quasi il 17% in cemento armato; gli anni dopo il 1991

sono invece caratterizzati da edifici costruiti per quasi il 65% in muratura portante e oltre il 22% in cemento armato.

Relativamente ai principali consumi energetici, nel settore residenziale, sono stimati mediamente i seguenti valori:

- fabbisogno energetico edificio di vecchia costruzione (ante Dlg 373/73): tra 150 e 180 kWh/m²a
- fabbisogno energetico convenzionale Italiano (post Dlg 10/90): tra 90 e 120 kWh/m²a.

2.3 Il parco edilizio non residenziale

Edifici ad uso ufficio: pubblici e privati

L'analisi energetica del parco immobiliare italiano evidenzia sprechi significativi e ampi margini per migliorare l'efficienza di un settore responsabile di circa un terzo dei consumi energetici nazionali. In particolare gli edifici ad uso ufficio rappresentano una parte rilevante del comparto edilizio, di grande rilievo anche in termini di consumi energetici.

Uno studio effettuato da ENEA, sulla base di informazioni estrapolate dall'indagine effettuata da CRESME per ENEA e dai risultati del Progetto BEEPS [1], ha portato all'individuazione di diversi modelli di edifici "tipo" caratterizzati da due distinte geometrie e da tipologie strutturali, in funzione delle epoche di costruzione in cui è stato suddiviso il parco immobiliare ad uso ufficio dell'intero territorio nazionale. [2]

Sulla base della distribuzione degli edifici per aree geografiche e per incidenza percentuale nelle diverse zone climatiche (Figura 3), per la suddivisione del parco suddetto secondo 5 epoche di costruzione, caratterizzate dall'omogeneità delle modalità costruttive: prima del 1920, dal 1921 al 1945, dal 1946 al 1970, dal 1971 al 1990 e dal 1991 ad oggi (Figura 4), per la combinazione di due tipologie costruttive delle strutture opache (- struttura mista in cemento armato e muratura, - struttura in cemento armato e vetro) con strutture trasparenti di differenti caratteristiche (legno ed alluminio per i telai accoppiati con vetri singoli o doppi) e la classificazione delle tipologie e caratteristiche impiantistiche degli edifici, in funzione della tipologia di alimentazione, del sistema di emissione dell'aria e del sistema di regolazione della temperatura, si è potuta ottenere una attenta stima dei consumi energetici dello stato dell'arte dell'intero parco nazionale di edifici ad uso uffici (Figura 5), che potrebbe costituire anche un valido strumento di pianificazione per una valutazione idonea del potenziale di risparmio energetico dell'intero settore.

| | N. edifici | Incidenza su territorio nazionale | Incidenza per zone | | | |
|----------------------|--------------|-----------------------------------|--------------------|-----|-----|-----|
| | | | B | C | D | E |
| Nord-Italia | 29559 | 45,5% | 0% | 0% | 9% | 91% |
| Centro-Italia | 11582 | 17,8% | 0% | 8% | 72% | 20% |
| Sud-Italia e | 23770 | 36,6% | 19% | 53% | 28% | 0% |
| Totale | 64911 | 100,0% | | | | |

Figura 3. Fonte: elaborazioni e stime Cresme su dati Istat e indagine Cresme 2009

| Incidenza per fasce di costruzione | | | | | |
|------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | Ante 1920 | 1921/1945 | 1946/1970 | 1971/1990 | 1991/oggi |
| | % | % | % | % | % |
| Nord-Italia | 22,3 | 9,0 | 23,2 | 25,7 | 19,8 |
| Centro-Italia | 24,7 | 9,7 | 25,3 | 20,7 | 19,6 |
| Sud-Italia e Isole | 20,5 | 11,3 | 28,3 | 26,7 | 13,3 |

Figura 4. Fonte: elaborazioni e stime Cresme su dati Istat e indagine Cresme 2009

| | NUMERO EDIFICI | Volume TOT | Fabbisogno termico invernale | Fabbisogno termico invernale | Fabbisogno termico estivo | Fabbisogno termico estivo | Fabbisogno termico TOTALE | Fabbisogno termico TOTALE |
|--------------------|----------------|------------------|------------------------------|------------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| | | m ³ | [kWh/a] | [kWh/m ³ a] | [kWh/a] | [kWh/m ³ a] | [kWh/a] | [kWh/m ³ a] |
| Nord-Italia | 29559 | 59555549 | 2117277486 | 36 | 612107266 | 10 | 2729384751 | 46 |
| Centro-Italia | 11582 | 22323931 | 449937530 | 20 | 219089688 | 10 | 669027218 | 30 |
| Sud-Italia e Isole | 23770 | 36415285 | 500368222 | 14 | 415474159 | 11 | 915842381 | 25 |
| NAZIONALE | 64911 | 118294765 | 3067583238 | 26 | 1246671112 | 11 | 4314254350 | 36 |

Figura 5. Elaborazione dati CRESME e Stima dei consumi energetici

Edifici pubblici: scuole

La consistenza numerica degli edifici scolastici è stimata nell’ordine delle 53000 unità. Prendendo a riferimento il dato della suddivisione territoriale dal rapporto CRESME ENEA e degli addetti, fornito da CONSIP, si possono attribuire, in quota percentuale, i valori del numero di edifici, riportati in Figura 6, per il Nord, il Centro e il Sud del territorio nazionale, e la suddivisione tra quelli costruiti prima dell’entrata in vigore della legge 373/76 e quelli realizzati dopo, nonché i consumi energetici. (Figura 7)

| | NORD | CENTRO | SUD |
|---------------------|------|--------|-----|
| Percentuale edifici | 40% | 22% | 38% |
| Ante L.373/76 | 68% | 67% | 67% |
| Post L.373/76 | 32% | 33% | 33% |

Figura 6. Edifici Scolastici - Edifici totali 53.000 - Distribuzione percentuale

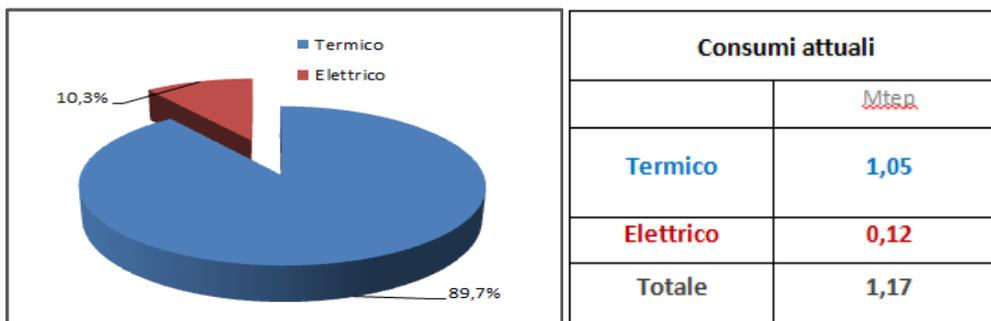


Figura 7. Consumi energetici attuali

In un contesto del genere, una progettazione efficiente degli edifici e degli impianti potrebbe costituire una leva fondamentale su cui agire, considerando che, nel nostro Paese, il fabbisogno di energia per riscaldamento del settore civile copre una quota pari a circa il 50 % del consumo energetico nazionale.

3 Il quadro normativo di riferimento

La politica energetica dell’Unione Europea da sempre ha avuto come uno dei suoi pilastri l’interesse per l’efficienza energetica (= minor consumo a parità di risultato) ed è intervenuta un po’ in tutti i settori con Direttive (spesso modificate successivamente).

Sono stati infatti elaborati specifici documenti e definito obiettivi generali di politica energetica riguardanti l'efficienza energetica; infatti i punti cardine della nuova politica europea sull'energia, sono da un lato la direttiva 2001/77/Ce sostituita dalla direttiva 2009/28/Ce sulle fonti di energia rinnovabili, dall'altro le direttive sull'efficienza energetica n.2012/27/UE e quella sull'efficienza energetica in edilizia n. 2010/31/UE. A queste norme si affianca il "pacchetto" sull'efficienza dei prodotti che consumano energia, che agisce da un lato sulla progettazione dei prodotti che sia ecocompatibile (direttiva 2009/125/Ce) dall'altro sul "labelling" cioè sulle informazioni sul consumo energetico che devono recare le etichette da mettere sui prodotti (direttiva 2010/30/UE).

La normativa europea si preoccupa di stabilire sia il COME i prodotti devono essere PROGETTATI e FABBRICATI per ridurre il consumo energetico (si parla in tal caso di " Ecodesign "o di " ERP " - Energy Related Products, la cui fonte principale è la Direttiva 2009/125/CE del 21.10.2009 ed i correlativi Regolamenti delegati di attuazione) , sia il COME i prodotti devono ESSERE PRESENTATI ai CONSUMATORI al fine di incentivare l'acquisto (e conseguentemente la messa in commercio) di prodotti energeticamente virtuosi (si parla in tal caso di "Ecolabel ", la cui fonte principale è la Direttiva 2010/30/UE del 19 .05.2010 ed correlativi Regolamenti di attuazione).

In particolare le direttive 2009/125/CE e 2010/30/EU prevedono l'emanazione di misure di implementazione che contengono i requisiti minimi di efficienza energetica/eco-progettazione e le etichette energetiche dei prodotti relativi all'energia, cioè beni e servizi che consumano energia nella fase d'uso o che hanno influenza sul consumo di energia quando installati; costituendo, così, validi ed importanti strumenti per il raggiungimento dei target europei al 2020 in materia di efficienza energetica e di riduzione delle emissioni.

3.1 La Direttiva 2009/125/CE del 21.10.2009 ("ERP- Energy Related Products")

La Direttiva 2009/125/CE (Energy – related - Products – ErP), nota anche come Eco-design, è una riformulazione della Direttiva 2005/32/CE (Energy–Using–Products - EuP) e di fatto è una direttiva-quadro che, attraverso specifici regolamenti attuativi, regola i requisiti di eco-design per tutti i prodotti che utilizzano energia, eccetto quelli destinati al settore dei trasporti.

Tale direttiva rappresenta la più importante iniziativa intrapresa dall'UE per migliorare l'efficienza energetica del 20% entro l'anno 2020. Si tratta della prima direttiva che riguarda l'intero ciclo di vita del prodotto; infatti contiene requisiti per:

- acquisizione di materie prime
- produzione
- trasporto e commercio
- uso e manutenzione
- riutilizzo/riciclo/trattamento alla fine del ciclo di vita.

L'obiettivo finale della direttiva è quello di migliorare le performance ambientali dei prodotti connessi all'energia, e di promuovere, quindi, un quadro per l'integrazione degli aspetti ambientali nella progettazione delle apparecchiature. La progettazione ecologica dei prodotti rappresenta infatti un elemento fondamentale della strategia comunitaria sulla politica integrata dei prodotti. Con tale impostazione preventiva si auspica al raggiungimento dell'ottimizzazione delle prestazioni ambientali dei prodotti mantenendo contemporaneamente le proprie qualità funzionali.

La normativa impone ai produttori di immettere sul mercato solo prodotti conformi alle caratteristiche tecniche previste dal Regolamento e di attestarne la conformità tramite gli stessi strumenti previsti ai fini della marcatura CE, ossia: il marchio CE da riportarsi su ogni prodotto; la dichiarazione di conformità del prodotto alla misura di esecuzione applicabile (da esibirsi, a richiesta, alle autorità); un modulo di documentazione tecnica redatto per iscritto, da esibire su richiesta alle autorità di sorveglianza.

3.2 La Direttiva 2010/30/UE del 21.10.2009 (“ERP- Energy Related Products”)

Dall’inizio degli anni novanta si sono succedute numerose direttive sull’etichettatura energetica.

Il 18 giugno 2010 è stata pubblicata sulla Gazzetta ufficiale dell’Unione europea la nuova Direttiva 2010/30/CE concernente l’indicazione del consumo di energia e di altre risorse dei prodotti connessi all’energia, mediante l’etichettatura ed informazioni uniformi relative ai prodotti, che sostituisce la 92/75/CEE (con effetto dal 21 luglio 2011 – rif. Art.17).

La Direttiva 2010/30/UE stabilisce un quadro per l’armonizzazione delle normative nazionali sui prodotti connessi all’energia ed il loro consumo anche tramite etichette ed informazioni sugli standard di ogni prodotto, al fine di permettere ai consumatori di scegliere con maggior oculatezza i prodotti energeticamente più efficienti da acquistare.

Concretamente, essa stabilisce quanto segue:

- A. Informazioni destinate ai consumatori finali: (1) ETICHETTA + (2) SCHEDA INFORMATIVA: tutti i prodotti, devono essere accompagnati da un’etichetta, redatta secondo quanto previsto dal correlativo regolamento UE, riportante dettagliate informazioni sul consumo energetico e sulla correlativa classe energetica attribuita.
- B. Informazioni destinate alle autorità: DOCUMENTAZIONE TECNICA: il Fornitore deve tenere a disposizione delle autorità, per 5 anni dalla data di fabbricazione dell’ultimo prodotto interessato, una documentazione tecnica, redatta in una delle lingue ufficiali della UE, sufficiente a valutare l’esattezza dei dati che figurano sull’ etichetta e sulla scheda, redatta in conformità a certi parametri stabiliti.

Lo scopo della Direttiva è esteso anche agli “energy related products”, ovvero quei prodotti che, pur non direttamente, impattano sui prodotti connessi all’energia (in linea con l’estensione dello scopo della direttiva quadro).

La forma grafica e il contenuto dell’etichetta, per quanto possibile, devono possedere caratteristiche grafiche uniformi per i vari gruppi di prodotti e deve essere sempre chiaramente visibili e leggibili. Il formato dell’etichetta deve mantenere come base la classificazione che utilizza le lettere da A a G. L’articolo 10.4 indica che alla classificazione possono essere aggiunte tre classi addizionali ove reso necessario dal progresso tecnologico. Le classi addizionali saranno A+, A++ e A+++ per la classe più efficiente. In linea di principio il numero totale di classi sarà limitato a sette, a meno che più classi siano ancora popolate. La scala cromatica è composta da non più di sette colori diversi che vanno dal verde scuro al rosso. Il verde scuro indica sempre e solo la classe migliore. Se ci sono più di sette classi soltanto il rosso può essere.

3.3 *Recepimento della nuova Direttiva 2010/30/UE: D.Lgs 104/2012*

Con il D.lgs n.104/2012, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 168 del 20 luglio, l'Italia ha recepito la Direttiva europea 2010/30/UE sull'Energy label concernente l'obbligo di etichettatura energetica per i prodotti che consumano energia e altre risorse, offerti in vendita, affitto o locazione finanziaria.

Il D.lgs. 104/2012 estende l'obbligo di etichettatura energetica a tutti i prodotti correlati al consumo di energia. Con le nuove norme consumatori, Pubbliche Amministrazioni e aziende hanno a disposizione uno strumento in più per scegliere (e offrire) prodotti ad alta efficienza energetica, orientando il mercato verso la sostenibilità e contribuendo alla riduzione delle emissioni di CO₂.

A differenza della precedente normativa, che aveva un ambito di applicazione oggettivo limitato agli elettrodomestici di maggiore diffusione, il decreto in esame estende a carico dei fornitori l'obbligo di fornire un'etichetta e una scheda del prodotto o del servizio indicanti il consumo di energia oltre che informazioni integrative per i prodotti connessi all'energia; analogamente, i distributori devono apporre sul prodotto etichette ben visibili e leggibili o fornire informazioni specifiche nell'opuscolo di accompagnamento.

A tal fine il decreto definisce prodotto connesso con l'energia "qualsiasi bene che abbia un impatto sul consumo di energia durante l'uso, immesso in commercio ovvero messo in servizio, comprese le parti destinate ad essere integrate in prodotti connessi all'energia disciplinati dal presente decreto e immesse in commercio ovvero messe in servizio come parti a se' stanti per gli utilizzatori finali e di cui è possibile valutare le prestazioni ambientali in maniera indipendente".

Le misure previste dal decreto si applicano "ai prodotti che hanno un notevole impatto diretto o indiretto sul consumo di energia e, se del caso, su altre risorse essenziali durante l'uso" (art. 1, comma 2) quindi non solo prodotti che consumano energia ma anche "prodotti che contribuiscono alla conservazione dell'energia durante l'uso" (art. 2 lett. f)) quali ad esempio serramenti, infissi e cappottature, mentre invece ne è esclusa l'applicazione ai prodotti usati, ai mezzi adibiti al trasporto di cose o di persone, alla piastrina, o l'equivalente della piastrina, indicante la potenza, apposta per motivi di sicurezza sui prodotti.

4 Stato dell'arte del labelling

4.1 *Perché il labelling*

Lo scopo dell'etichettatura energetica comunitaria è, come già detto, di informare gli utenti finali sul consumo di energia e di altre risorse essenziali dei prodotti, per consentire un impiego più razionale e favorire il risparmio di risorse naturali, oltre che ridurre l'inquinamento atmosferico.

Inoltre, promuovendo la scelta dei modelli con consumi più contenuti ed elevate prestazioni al momento dell'acquisto, l'etichetta favorisce lo sviluppo tecnologico dei prodotti.

Del resto, come anche sollecitato dalla Commissione europea, la comunicazione e l'informazione a tutti i target della filiera rappresentano un fattore determinante per raggiungere l'obiettivo dell'efficienza energetica; incentivare, stimolare e promuovere iniziative in tal senso è una priorità basilare.

Esigenze, queste, che hanno trovato fondamenta disciplinari e di tutela nelle Direttive Europee già citate e nei Regolamenti attuativi delle stesse.

4.2 I Regolamenti UE di attuazione della Direttiva 2009/125/CE (“Eco-Design”)

Essendo la Direttiva 2009/125/CE una direttiva quadro non stabilisce norme vincolanti. Questo compito è lasciato appunto al Comitato di regolamentazione, il quale, sulla base di uno studio preparatorio e con la partecipazione di un Forum di consultazione in rappresentanza dei diversi stakeholders, elabora le misure di attuazione per ogni tipologia di prodotto.

A partire da novembre 2009, i prodotti che hanno ricevuto un regolamento a sé e devono soddisfare i requisiti della suddetta direttiva sono:

- boiler (gas/gasolio/elettricità)
- elettronica di consumo (televisori)
- perdite di energia in modalità stand-by e off degli ErP
- caricabatteria e alimentatori esterni
- illuminazione per uffici
- illuminazione stradale (pubblica)
- motori elettrici
- circolatori indipendenti e senza premistoppa
- frigoriferi e congelatori ad uso domestico
- decoder semplici
- illuminazione domestica

In particolare i Regolamenti di attuazione vigenti sono:

- REGOLAMENTO (UE) n.813/2013 della Commissione del 2 agosto 2013 - Apparecchi per il riscaldamento d’ambiente e degli apparecchi di riscaldamento misti;
- REGOLAMENTO (UE) n.814/2013 della Commissione del 2 agosto 2013 - Apparecchi scaldacqua e serbatoi per l’acqua calda;
- REGOLAMENTO (UE) n.666/2013 della Commissione dell’8 luglio 2013 – Apparecchi aspirapolvere;
- REGOLAMENTO (UE) n.617/2013 della Commissione del 26 giugno 2013 - Computer e server informatici;
- REGOLAMENTO (UE) n.932/2012 della Commissione del 3 ottobre 2012 - Asciugabiancheria per uso domestico;
- REGOLAMENTO (CE) n.641/2009 della Commissione del 22 luglio 2009 - Circolatori senza premistoppa indipendenti e circolatori senza premistoppa integrati in prodotti;
- REGOLAMENTO (UE) n.622/2012 della Commissione dell’ 11 luglio 2012 recante modifica del regolamento (CE) n. 641/2009;
- REGOLAMENTO (UE) n. 547/2012 della Commissione del 25 giugno 2012 - Pompe per acqua ;
- REGOLAMENTO (UE) n. 206/2012 della Commissione del 6 marzo 2012 – Condizionatori d’aria e ventilatori;

- REGOLAMENTO (UE) n. 327/2011 della Commissione del 30 marzo 2011 - Ventilatori a motore la cui potenza elettrica di ingresso è compresa tra 125 W e 500 kW;
- REGOLAMENTO (UE) n. 1016/2010 della Commissione del 10 novembre 2010 - Lavastoviglie a uso domestico;
- REGOLAMENTO (UE) n. 1015/2010 della Commissione, del 10 novembre 2010 - Lavatrici per uso domestico;
- REGOLAMENTO (UE) n. 1194/2012 della Commissione del 12 dicembre 2012 – Lampade direzionali, delle lampade con diodi a emissione luminosa e pertinenti apparecchiature;
- REGOLAMENTO (UE) n. 347/2010 della Commissione del 21 aprile 2010 che modifica il regolamento (CE) n. 245/2009 della Commissione per quanto riguarda le specifiche per la progettazione ecocompatibile di lampade fluorescenti senza alimentatore integrato, lampade a scarica ad alta intensità e alimentatori e apparecchi di illuminazione in grado di far funzionare tali lampade;
- REGOLAMENTO (CE) n. 859/2009 della Commissione del 18 settembre 2009 recante modifica del regolamento (CE) n. 244/2009 in merito alle specifiche per la progettazione ecocompatibile per la radiazione ultravioletta delle lampade non direzionali per uso domestico;
- REGOLAMENTO (CE) n. 244/2009 della Commissione del 18 marzo 2009 lampade non direzionali per uso domestico;
- REGOLAMENTO (CE) n. 245/2009 della Commissione del 18 marzo 2009 – Lampade fluorescenti senza alimentatore integrato, lampade a scarica ad alta intensità e di alimentatori e apparecchi di illuminazione in grado di far funzionare tali lampade;
- REGOLAMENTO (CE) n. 643/2009 della Commissione del 22 luglio 2009 - Apparecchi di refrigerazione per uso domestico;
- REGOLAMENTO (CE) n. 642/2009 della Commissione del 22 luglio 2009 - Televisori;
- REGOLAMENTO (CE) n. 640/2009 della Commissione del 22 luglio 2009 - Motori elettrici;
- REGOLAMENTO (CE) n. 278/2009 della Commissione del 6 aprile 2009 – Alimentatori esterni;
- REGOLAMENTO (CE) n. 107/2009 della Commissione del 4 febbraio 2009 – Ricevitori digitali semplici;
- REGOLAMENTO (UE) N. 801/2013 della Commissione del 22 agosto 2013 recante modifica del regolamento (CE) n. 1275/2008 per quanto riguarda le specifiche di progettazione ecocompatibile relative al consumo di energia elettrica nei modi stand-by e spento delle apparecchiature elettriche ed elettroniche domestiche e da ufficio e recante modifica del regolamento (CE) n. 642/2009 in merito alle specifiche per la progettazione ecocompatibile dei televisori.

4.3 I Regolamenti UE di attuazione della Direttiva 2010/30/UE (“Ecolabel”)

I prodotti che hanno ricevuto un regolamento a sé e devono soddisfare i requisiti della suddetta direttiva sono:

- REGOLAMENTO n. 1059/2010 della Commissione del 28.09.2010 (etichettatura riguardante il consumo energetico delle lavastoviglie per uso domestico);

- REGOLAMENTO n. 1060/2010 della Commissione del 28.09.2010 (etichettatura riguardante il consumo energetico degli apparecchi di refrigerazione per uso domestico);
- REGOLAMENTO n. 1061/2010 della Commissione del 28.09.2010 (etichettatura riguardante il consumo energetico delle lavatrici per uso domestico);
- REGOLAMENTO n. 1062/2010 della Commissione del 28.09.2010 (etichettatura riguardante il consumo energetico dei televisori);
- REGOLAMENTO n. 626/2011 della Commissione del 04.05.2011 (etichettatura riguardante il consumo energetico dei condizionatori);
- REGOLAMENTO n. 392/2012 della Commissione del 01.03.2012 (etichettatura riguardante il consumo energetico degli apparecchi asciugabiancheria domestici);
- REGOLAMENTO n. 874/2012 della Commissione del 12.07.2012 (etichettatura riguardante il consumo energetico di lampade ed accessori per l'illuminazione);
- REGOLAMENTO n. 811/2013 della Commissione del 18 febbraio 2013 (etichettatura riguardante apparecchi per il riscaldamento d'ambiente, dispositivi di controllo della temperatura e dispositivi solari);
- REGOLAMENTO n. 812/2013 della Commissione del 18 febbraio 2013 (etichettatura energetica degli scaldacqua, dei serbatoi per l'acqua calda e degli insiemi di scaldacqua e dispositivi solari);
- REGOLAMENTO n. 665/2013 della Commissione del 3.05.2013 (etichettatura indicante il consumo degli aspirapolvere).

5 Il sistema trasparente di copertura: cupolini e lucernari

Tra i differenti prodotti a cui è stato esteso l'obbligo di etichettatura energetica, successivamente al recepimento della Direttiva 2010/30/UE con il D.Lgs n.104/2012, perché ritenuti prodotti che consumano energia e altre risorse, anche per i componenti trasparenti ancora si attende l'emanazione della normativa di dettaglio (Regolamenti), da parte della Commissione europea, per conoscere la struttura che dovrà avere l'etichetta.

All'interno dei sistemi trasparenti dell'involucro una maggiore attenzione deve essere rivolta alla scelta di utilizzo di sistemi di copertura trasparenti, quali cupolini e lucernari, poiché rappresentano dei validi sistemi di coperture per illuminazione di interni a luce naturale, che con la loro luminosità e capacità di captazione solare, consentono, non solo risparmio energetico, ma anche un buon confort visivo ed ambientale.

5.1 L'illuminazione naturale

L'illuminazione degli ambienti attraverso lo sfruttamento della luce naturale, godendo quindi dei suoi benefici effetti, porta numerosi vantaggi, tra cui:
riduzione della necessità di illuminazione artificiale, di conseguenza dei consumi di energia elettrica;
riduzione del calore generato dalle lampade, quindi dei carichi per gli impianti di climatizzazione.

Le tre differenti strategie di illuminazione che sfruttano la luce naturale sono:

- illuminazione laterale
- illuminazione dall'alto
- illuminazione con sistemi di trasporto

ILLUMINAZIONE LATERALE

Come dimostrano vari studi e varie analisi effettuati in questo ambito la luce naturale in ingresso lateralmente penetra per una profondità di circa 2—2,5 volte l'altezza della finestra, al massimo comunque una decina di metri. (Figura 8)

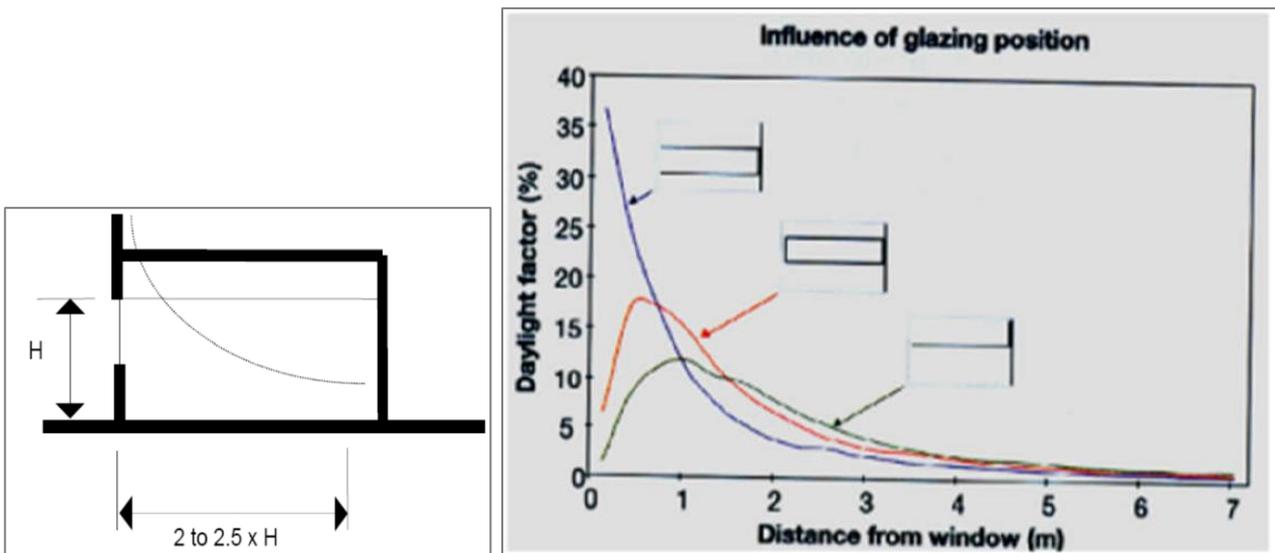


Figura 8. Influenza della posizione delle finestre per l'illuminamento naturale degli ambienti
(N. Baker, K. Steemers, Daylight design of Buildings, James & James, Londra)

È necessario, inoltre, al fine di ottimizzare la progettazione di elementi trasparenti e relative prestazioni, osservare degli accorgimenti sia sul dimensionamento idoneo degli infissi in relazione all'orientamento della parete sulla quale giace lo stesso infisso, sia sugli effetti della riflessione che superfici e materiali interni potrebbero condizionare in merito alla distribuzione della luce negli ambienti. (Figura 9 e Figura 10)

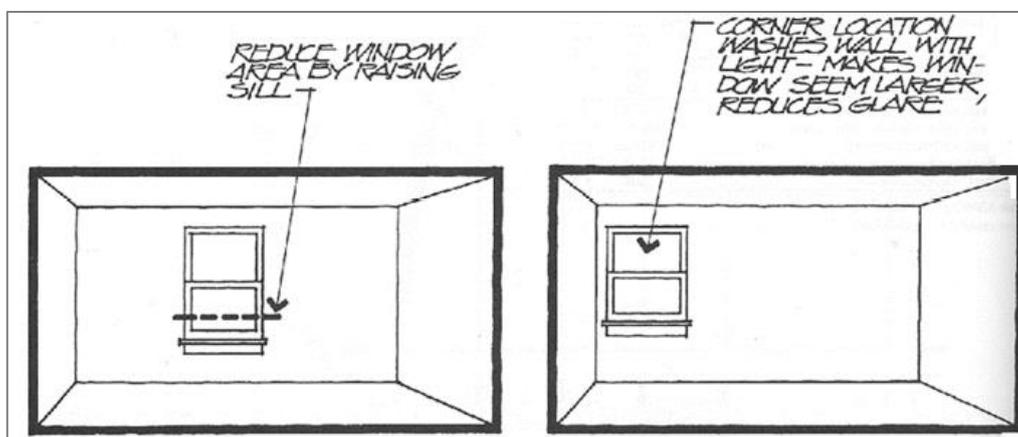


Figura 9. Fonte:www.jaloxa.euradiance

| Surface | Recommended Reflectance (%) | Reflector Finish | Reflectance (%) |
|---------------------|-----------------------------|---------------------------------|-----------------|
| Ceilings | 70-80 | Concrete | 30-50 |
| Walls | 40-80 | Old snow | 40-70 |
| Floors | 20-40 | New snow | 80-90 |
| Color | Reflectance (%) | Polished aluminum | 75-95 |
| white | 80-90 | Aluminized mylar | 60-80 |
| pale yellow & rose | 80 | Polished stainless steel | 60-80 |
| pale beige & lilac | 70 | White porcelain enamel | 70-77 |
| pale blue & green | 70-75 | Acrylic with aluminized backing | 85 |
| mustard yellow | 35 | Aluminum foil | 86 |
| medium brown | 25 | Electroplated Silver, new | 96 |
| medium blue & green | 20-30 | | |
| black | 10 | | |

Figura 10. Fonte: www.jaloxa.euradiance

ILLUMINAZIONE DALL'ALTO

L'illuminazione dall'alto o zenitale si ottiene con cupolini o lucernari appositamente ricavati tra gli elementi di chiusura superiore quando è richiesta una quantità di luce zenitale media. Quando invece è necessaria una fonte di illuminazione con una distribuzione diffusa, l'illuminazione naturale si realizza con apposite coperture a shed, con corretto e studiato orientamento per evitare gli effetti dell'irraggiamento solare.

In base alle specifiche esigenze, possono avere andamento perpendicolare o parallelo alle linee di lavorazione.

Sulla base di analisi effettuate in letteratura si evince come la luce naturale in ingresso dall'alto permetta di illuminare ambienti molto profondi. Ciò è evidente da quanto riportato nello schema seguente: (Figura 11)

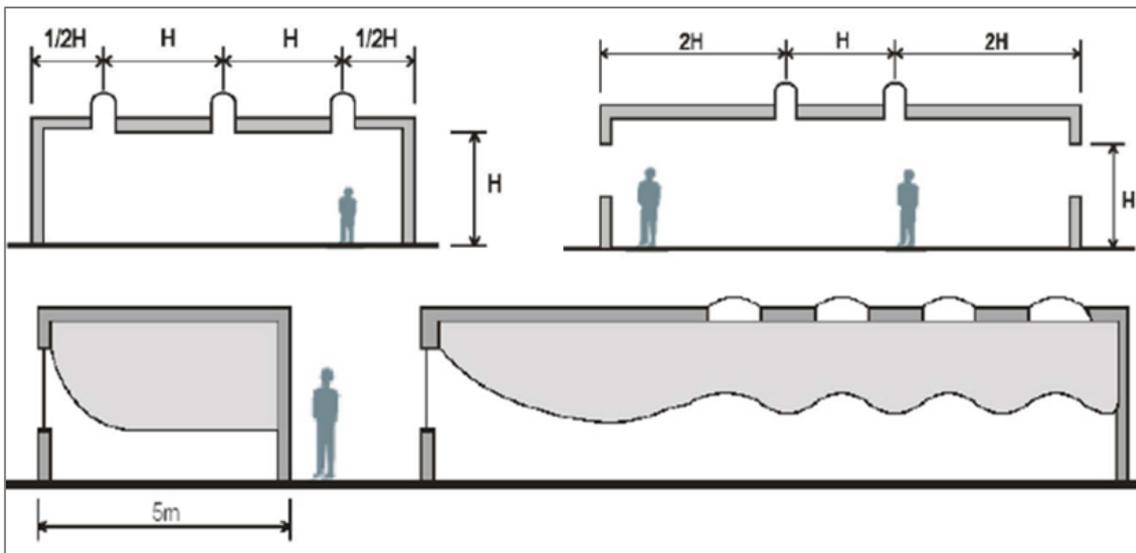


Figura 11. Fonte: www.iuav.it - Distribuzione della luce in ambienti profondi

Le tipologie di illuminazione naturale dall'alto ormai in commercio sono numerose, caratterizzate da differenti dimensionamenti e forme, oltre che adattabili a diverse tipologie di copertura. (Figura 12)

Infatti sono progettati:

- per essere posizionati sia in maniera orizzontale su copertura piana, che con inclinazione quando è necessario seguire l'andamento della falda;
- di svariate forme: circolare, quadrata, rettangolare, a piramide, oppure a cupola, in modo da poter ottenere una determinata forma estetica e design, oltre che elevati livelli prestazionali in termini di isolamento termico e confort visivo ed illuminotecnico.

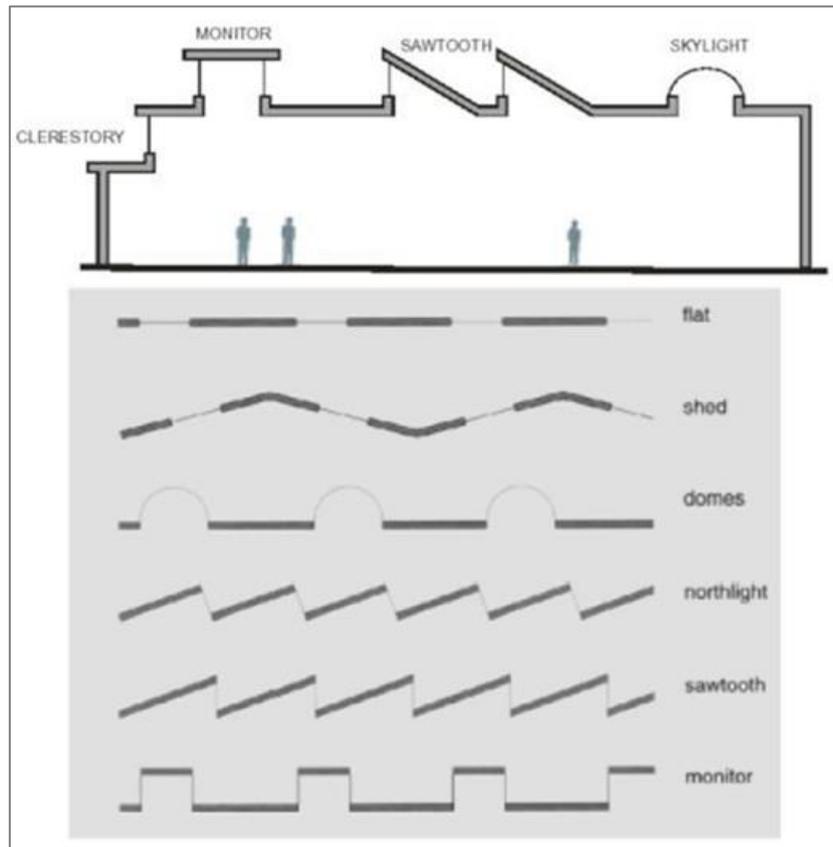


Figura 12. Fonte: www.iuav.it - Sistemi di illuminazione zenitale

Ai fini dell'ottimizzazione energetica di detti sistemi di copertura con elementi trasparenti sarebbe buona regola: evitare la luce diretta dal sole o dal cielo su aree critiche; fare riflettere la luce diretta sulle superfici intorno alle aperture; preferire l'ingresso della luce naturale dall'alto per una maggior penetrazione; filtrare la luce naturale per evitare le conseguenze negative della luce diretta attraverso la previsione di opportune strategie di controllo solare; aumentare l'altezza dei soffitti in modo da avere una migliore uniformità; separare nelle aperture la funzione di illuminamento da quella della visione esterna.

Con il recepimento della direttiva europea 2002/91/CE tramite l'adozione dei D.Lgs. n° 192 e D.Lgs. n° 311, l'Italia si è allineata agli stati membri per quanto riguarda le disposizioni da rispettare in materia di rendimento energetico degli edifici. Gli stessi Decreti determinano valori di trasmittanza termica limite per tutte le superfici trasparenti dell'involucro, ma non fanno alcuna distinzione tra superfici vetrate verticali, inclinate e orizzontali.

Questa la sfida alla quale si è chiamati in causa, per la determinazione di parametri idonei alla classificazione di elementi di chiusura trasparenti per l'individuazione di una metodologia per il labelling energetico di componenti trasparenti per l'involucro edilizio, lucernari e infissi.

6 ZENITAL: le tipologie delle cupole e dei lucernari

Sulla base delle informazioni fornite dal Comitato Tecnico dell'associazione di categoria ZENITAL, viene di seguito riportata la descrizione delle varie tipologie delle cupole e dei lucernari, in relazione a caratteristiche tipologico-dimensionali e a parametri termofisici e relative marcature CE, in linea con le normative di riferimento.

Da constatazioni effettuate da Zenital, le superfici orizzontali trasparenti hanno avuto una rapida e importante evoluzione dalla metà del secolo scorso. Questa evoluzione è coincisa con lo sviluppo di materiali plastici traslucidi in lastre che potevano essere sagomati mediante termoformatura o curvatura a freddo.

Inizialmente realizzati per coprire in modo semplice ed economico le aperture realizzate sul tetto per illuminare gli ambienti garantendo la protezione dagli agenti atmosferici, questi prodotti si sono evoluti migliorandone le prestazioni e la durata nel tempo. La loro funzione principale è di dare luce naturale all'interno dei locali, e se equipaggiati con opportuni dispositivi di apertura, anche di realizzare la ventilazione naturale degli edifici.

L'efficienza dei suddetti sistemi di illuminazione zenitale dipende dalla loro forma, da una corretta installazione e dalla qualità dei materiali impiegati. infatti il corretto dimensionamento dei sistemi di illuminazione zenitale viene eseguito rispettando i rapporti fra superficie calpestabile e superficie illuminante, indicata nei regolamenti edilizi, per garantire il Fattore Medio di Luce Diurna FLDM richiesto ed in termini di caratteristiche termofisiche rispettano pienamente gli standard energetici in tutte le zone climatiche italiane, come si può evincere dalla Figura 13 di seguito riportata, che a titolo esemplificativo, rappresenta la scheda tecnica di uno dei sistemi di copertura zenitale di uno dei soci dell'Associazione di categoria Zenital.

| | |  |  |
|---|-------------------------|--|---|
| | Standard di riferimento | Cupola trasparente | Cupola opalina |
| Trasmittanza termica calcolata secondo lo standard delle finestre | EN ISO 12657--2:2005 | 1,4 $U_w [W/(m^2K)]$ | 1,4 $U_w [W/(m^2K)]$ |
| Trasmittanza termica calcolata secondo lo standard dei cupolini | DS 418 | 0,72 $U_w [W/(m^2K)]$ | 0,72 $U_w [W/(m^2K)]$ |
| Trasmittanza della luce | EN 1873:2005 | 0,71 τ_{D65} | 0,20 τ_{D65} |
| Fattore solare | EN 410:1998 | 0,52 g | 0,19 g |
| Permeabilità dell'aria versione fissa | EN 12207:1999 | Classe 4 | Classe 4 |
| Permeabilità dell'aria versione apribile | EN 12207:1999 | Classe 2 | Classe 2 |
| Resistenza alla pressione dall'interno verso l'esterno | EN 1873:2005 | Classe UL 1500 | Classe UL 1500 |
| Resistenza alla pressione dall'esterno verso l'interno | EN 1873:2005 | Classe DL 2500 | Classe DL 2500 |

Figura 13. Fonte: www.velux.it - Scheda tecnica Finestra Cupolino VELUX

6.1 Descrizione dei prodotti

Gli elementi componenti le cupole ed i lucernari continui sono descritti nelle rispettive norme armonizzate di prodotto, EN 1873 per le cupole (UNI EN 1873: 2006: Accessori prefabbricati per coperture - Cupole monolitiche di materiale plastico - Specifica di prodotto e metodi di prova) e EN 14963 (UNI EN 14963:2007: Coperture - Lucernari continui di materiale plastico con o senza basamenti - Classificazione, requisiti e metodi di prova) per i lucernari continui. Questi prodotti possono essere forniti con o senza basamento.

6.1.1 Cupole monolitiche EN 1873

Generalità

La terminologia è la seguente:

| | Inglese | Italiano |
|-----|----------------------|-----------------------|
| 1 | Individual rooflight | Cupola monolitica |
| 1.1 | Translucent part | Parte traslucida |
| 1.2 | Edge profile | Telaio |
| 1.3 | Junction part | Elemento di giunzione |
| 2 | Upstand | Basamento |

L'espressione della prestazione di trasmittanza termica è diversificata a secondo del tipo di prodotto consegnato:

- U_r per la cupola senza basamento
- U_{rc} per la cupola con basamento

I valori sono determinati in conformità con l'appendice D della EN 1873.

Viene inoltre dichiarato con la marcatura CE il valore di un modello di riferimento le cui dimensioni sono indicate nella norma: $U_{r,ref}$, $U_{rc,ref300}$.

La norma si applica a cupole monolitiche aventi dimensioni massime di 2,5 x 3,0 m.

Costruzioni tipiche

➤ **Cupole (rooflight)**

- Parte traslucida (translucent part): la parte traslucida è sempre composta da un elemento esterno termoformato. È ricavato dalle lastre compatte di materiale plastico (PMMA, PC) e può essere a semplice, doppia o tripla parete, oppure è ricavato da lastre di PC alveolare. Nel caso di elementi ricavati da lastre di materiale compatto l'elemento traslucido esterno può essere accoppiato ad un velario orizzontale interno.

I valori di trasmittanza termica U_t delle parti traslucide calcolati in conformità con la EN 1873 variano da 1 W/(m²·K) circa fino a valori maggiori di 6 W/(m²·K).

- Telaio (edge profile): I telai sono normalmente utilizzati per rendere apribile la cupola. Nel caso di cupole fisse, l'elemento traslucido è fissato direttamente sul basamento. La soluzione di cupole fisse con telaio intermedio sono possibili ma non molto diffuse sul mercato.

I telai sono costruiti soprattutto in alluminio con eventuali elementi che creano un taglio termico, oppure con elementi in materiale plastico a protezione delle pareti interne del telaio.

I valori di trasmittanza termica U_e dei telai calcolati in conformità con la EN 1873 variano da 3 $W/(m^2 \cdot K)$ circa fino a valori maggiori di 6 $W/(m^2 \cdot K)$ per le pareti semplici.

➤ **Basamenti**

I basamenti costruiti dai fabbricanti di cupole sono in lamiera di acciaio opportunamente coibentata oppure in vetroresina coibentata.

I valori di trasmittanza termica U_{up} dei basamenti calcolati in conformità con la EN 1873 variano da 0,3 $W/(m^2 \cdot K)$ circa fino a 0,8 $W/(m^2 \cdot K)$.

I basamenti su cui sono installate le cupole fornite senza basamento sono installati su cordoli in muratura o CLS oppure alcune volte in legno.

Esempio di tipologie di cupole monolitiche del mercato italiano

Vengono di seguito riportate, rispettivamente nelle Figura 13, figura 14, e Figura 15 le tre tipologie rappresentative del mercato italiano secondo quanto indicato dall'Associazione di categoria Zenital in relazione a cupole monolitiche fisse, fisse/apribili e apribili.

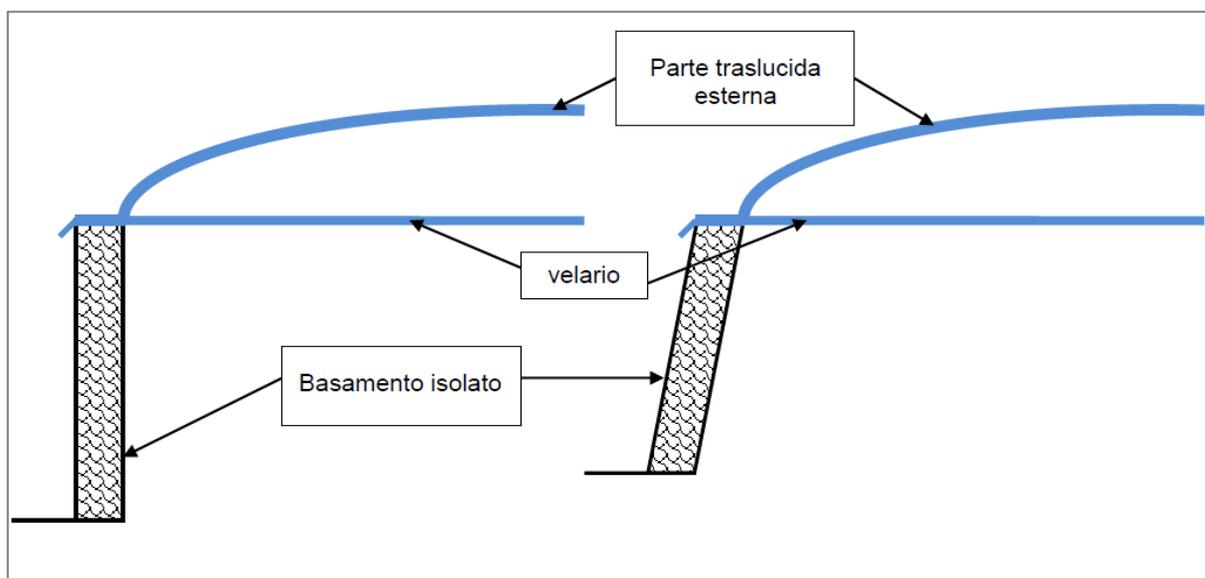


Figura 14. Cupole fisse

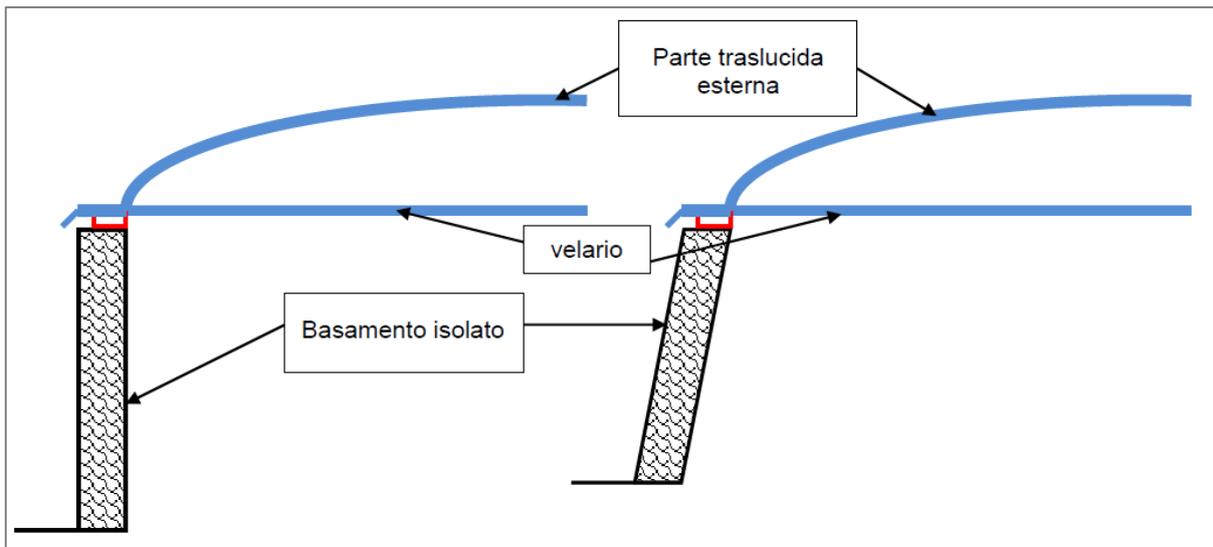


Figura 15. Cupole fisse/apribili

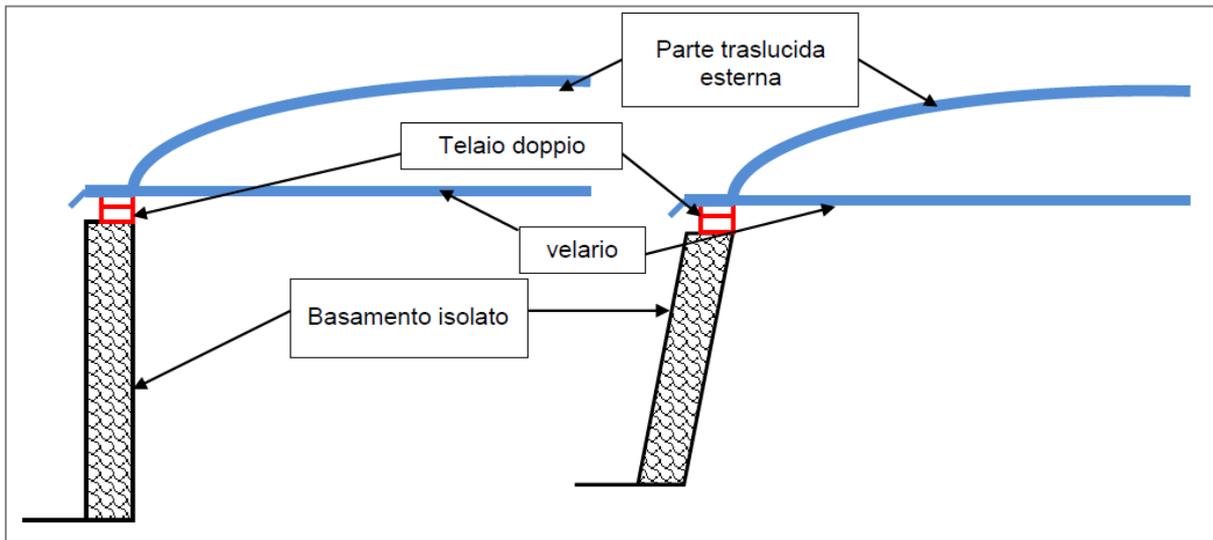


Figura 16. Cupole apribili

6.1.2 Lucernari continui EN 14963

Generalità

La terminologia è la seguente:

| | Inglese | Italiano |
|-------|----------------------|---------------------|
| 1 | Continuous rooflight | Lucernario continuo |
| 1.1 | Translucent part | Parte traslucida |
| 1.1.1 | Standard sheet | Lastra standard |
| 1.1.2 | Marginal sheet | Lastra terminale |
| 1.1.3 | Gable end | Timpano |
| 1.2 | Edge profile | Telaio |
| 1.2.1 | Longitudinal | Longitudinale |
| 1.2.2 | At the gable end | Sul timpano |

| | | |
|-------|------------------|-----------------------|
| 1.3 | Junction part | Elemento di giunzione |
| 1.3.1 | Longitudinal | Longitudinale |
| 1.3.2 | At the gable end | Sul timpano |
| 2 | Upstand | Basamento |

L'espressione della prestazione di trasmittanza termica è diversificata a secondo del tipo di prodotto consegnato:

- U_r per il lucernario senza basamento
- U_{rc} per il lucernario con basamento

I valori sono determinati in conformità con l'appendice D della EN 14963.

Viene inoltre dichiarato con la marcatura CE il valore di un modello di riferimento le cui dimensioni sono indicate nella norma: $U_{r,ref}$, $U_{rc,ref300}$.

Costruzioni tipiche

Esistono due tipi di costruzioni tipiche:

- Lucernario auto portante realizzato con elementi termoformati che non hanno elementi di giunzione aggiuntivi e non comprendono un timpano in quanto l'elemento terminale è opportunamente sagomato per realizzare la chiusura. Per questa tipologia si ritrovano gli stessi elementi descritti per le cupole monolitiche.
- Lucernario centinato realizzato con elementi di giunzione e supporto intermedi in cui sono inseriti delle lastre in materiale plastico curvate a freddo.

➤ **Lucernario continuo (continuous rooflight)**

- Parte traslucida (translucent part): la parte traslucida è composta da una o più lastre compatte di materiale plastico (PMMA, PC) per creare elementi a semplice, doppia o tripla parete, oppure possono essere impiegate lastre di PC alveolare. I valori di trasmittanza termica U_t delle parti traslucide calcolati in conformità con la EN 14963 variano da 1 $W/(m^2 \cdot K)$ circa fino a valori maggiori di 6 $W/(m^2 \cdot K)$ per le pareti semplici.
- Elemento di giunzione (junction part): Gli elementi di giunzione sono realizzati con profilati di alluminio e profili in EPDM che hanno la funzione di distanziali e di guarnizioni. In alcuni casi la guarnizione in EPDM svolge anche la funzione di taglio termico.
- Telaio (edge profile): I telai servono per fissare le lastre longitudinalmente sul basamento. I telai longitudinali possono anche essere utilizzati per rendere apribile il lucernario. I telai sono costruiti soprattutto in alluminio.

I valori di trasmittanza termica U_e dei telai calcolati in conformità con la EN 14963 variano da 3 $W/(m^2K)$ circa fino a valori maggiori di 7 $W/(m^2K)$.

➤ **Basamenti**

I basamenti costruiti dai fabbricanti di lucernari sono in lamiera di acciaio opportunamente coibentata oppure in vetroresina coibentata.

I valori di trasmittanza termica U_{up} dei basamenti calcolati in conformità con la EN 1873 variano da 0,3 $W/(m^2K)$ circa fino a 0,8 $W/(m^2K)$.

I basamenti su cui sono installate le cupole fornite senza basamento sono installati su cordoli in muratura o CLS oppure alcune volte in legno.

Esempio di tipologie di lucernari continui del mercato italiano

Vengono di seguito riportate le due tipologie di lucernari, rappresentative del mercato italiano secondo quanto indicato dall'Associazione di categoria Zenital; in particolare si hanno alla Figura 16 la Sezione longitudinale del Lucernario termoformato fisso, alle Figura 17 e Figura 18 rispettivamente la Sezione trasversale e la Sezione longitudinale del Lucernario centinato.

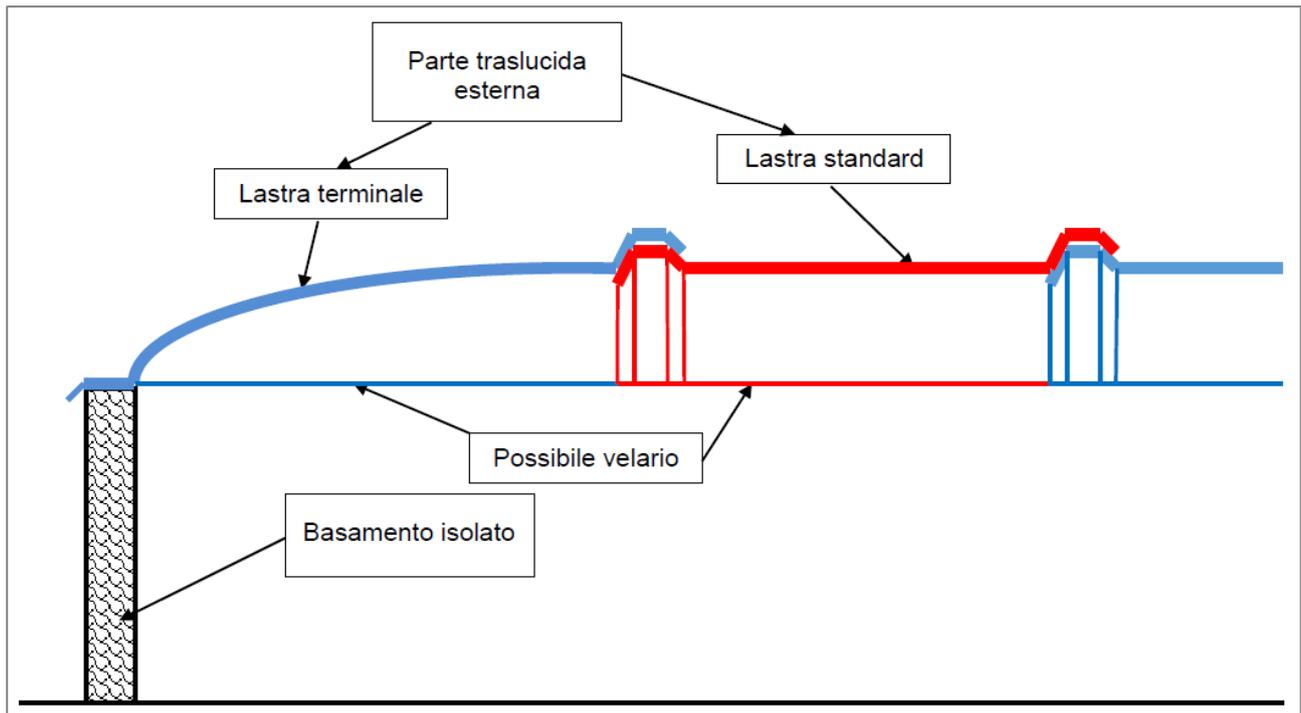


Figura 17. Sezione longitudinale del Lucernario termoformato fisso

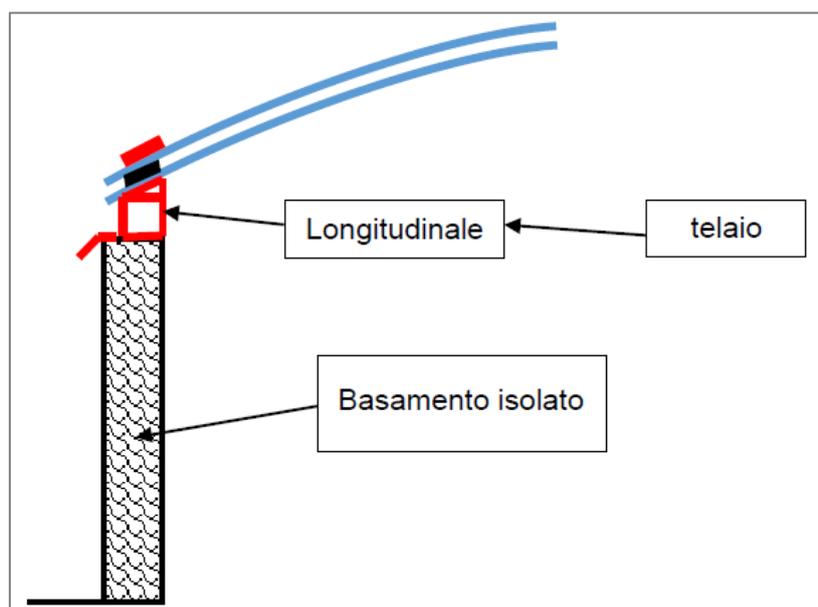


Figura 18. Sezione trasversale del Lucernario centinato

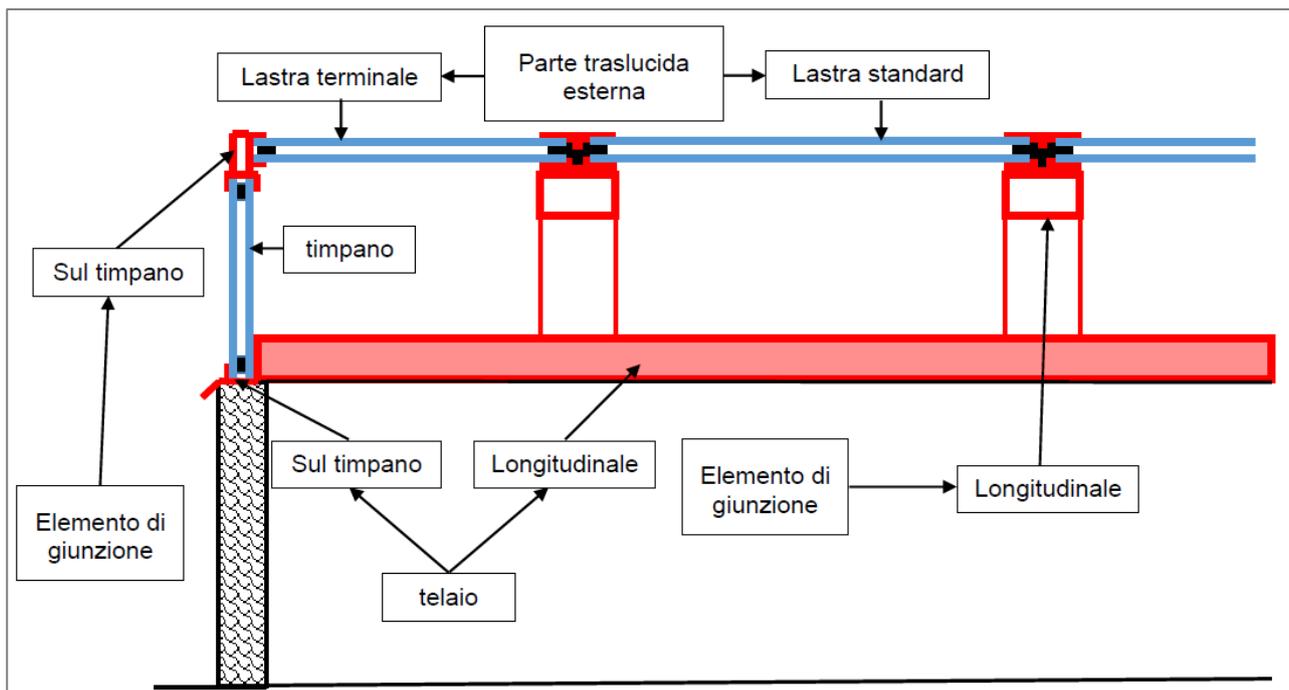


Figura 19. Sezione longitudinale del Lucernario centinato

6.1.3 Marcatura CE

La marcatura CE delle cupole monolitiche e dei lucernari continui prevede la dichiarazione di prestazioni illuminotecniche ed energetiche. Sono anche previste delle classi che misurano la durabilità delle prestazioni.

La prestazione energetica significativa è la trasmittanza termica media del prodotto calcolata rispetto alla superficie esterna sviluppata. La marcatura CE prevede la dichiarazione della trasmittanza termica e della superficie di riferimento (Figura 20).

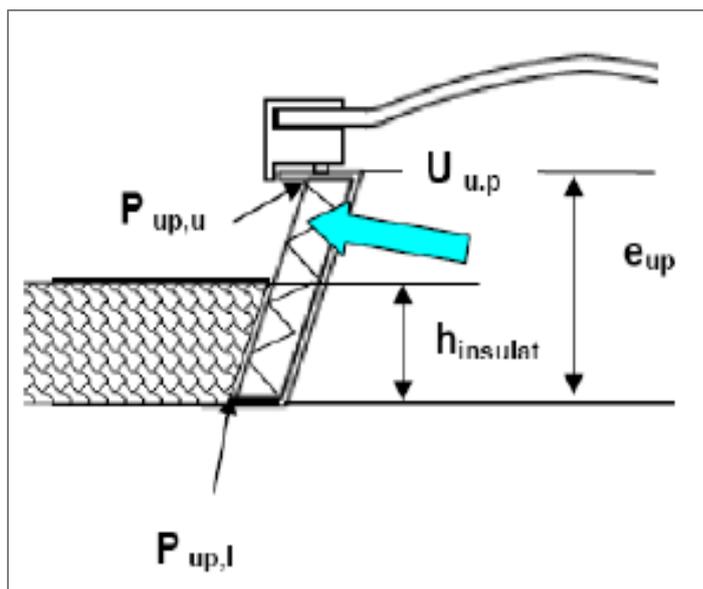


Figura 20: Parametri per la marcatura CE

Si tratta comunque della prestazione del prodotto consegnato e non del prodotto installato sull'edificio. La differenza dipende infatti dall'isolamento termico della soletta su cui è installato il prodotto.

Le norme armonizzate di prodotto non tengono conto di questo aspetto in quanto il fabbricante dichiara la prestazione del prodotto immesso sul mercato non installato. Tuttavia l'argomento è trattato nelle linee guida Eurolux (appendice 1) e Zenital ha inserito nel programma, che ha sviluppato per la determinazione della trasmittanza termica delle cupole, il metodo per calcolare la trasmittanza termica del prodotto installato in funzione dello spessore dell'isolamento.

7 Situazione europea: l'etichettatura francese

In Francia un primo passo è stato mosso per aiutare i consumatori nella scelta di nuovi infissi per finestre e porte d'ingresso, avendone ben chiare le performance energetiche e la tenuta termica.

La nuova iniziativa dell'Associazione francese dei Produttori di infissi esterni, l'UMFE, insieme all'Unione dei produttori di vetro piano per l'edilizia, il CSFVP, punta a questi obiettivi. Il 18 aprile c.a. le due associazioni francesi hanno lanciato l'etichetta energetica per i serramenti esterni, un sistema di riferimento per "acquisti effettuati sulla base di criteri oggettivi e trasparenti". La nuova etichetta, mostrata in Figura 21, è pensata per il mercato della ristrutturazione di edifici residenziali ed è applicabile alle finestre verticali e da tetto e alle porte di ingresso in alluminio, legno, pvc e materiale misto.

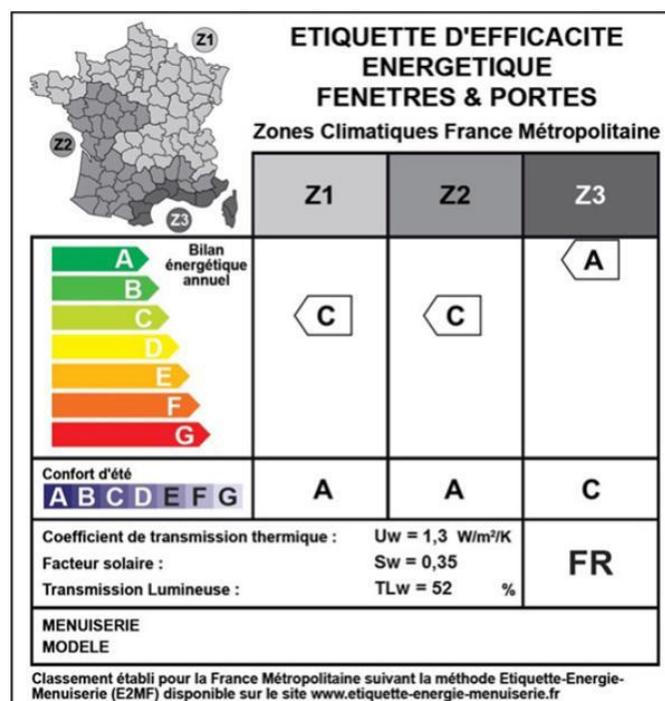


Figura 21: la nuova etichetta energetica per infissi in Francia

L'etichetta è stata creata grazie a un metodo di calcolo chiamato e2mf, scaricabile gratuitamente direttamente dal sito di riferimento che le due associazioni hanno messo a punto come supporto per produttori e consumatori (www.etiquette-energie-menuiserie.fr).

Similmente alle più note etichette energetiche degli elettrodomestici, anche la nuova etichetta fa corrispondere a ciascuna prestazione di consumo energetico una lettera, con una scala che va dalla A alla G (da verde a rosso): A è il più efficiente e G la prestazione minima. Due coefficienti di trasmittanza termica delle finestre (U_w) e delle porte (U_d) indicano anche il loro livello di tenuta isolante.

L'etichetta energetica tiene conto anche del fattore solare ed è suddivisa in tre fasce climatiche, dando giusto conto delle specificità dell'area mediterranea, aspetto di poco peso nel progetto europeo promosso da Glass for Europe.

Uno strumento semplice e di facile lettura, adattata alle differenti zone climatiche francesi. Gli obiettivi di UFME sono chiari: "entro il 2014 l'etichetta energetica sarà resa obbligatoria in Francia nel 2014 e già a fine 2013 saranno più di 2 milioni le finestre che porteranno l'etiquette Energie Menuiserie", dichiara il presidente UFME Jack Benoist.

8 Situazione italiana: l'etichettatura energetica per sistemi trasparenti?

Attualmente in Italia i lavori normativi in merito sono ancora in corso; per cui si attende che la Commissione Europea disponga di norme armonizzate di riferimento del settore allineate ai nuovi Regolamenti e di metodologie di calcolo delle prestazioni degli prodotti e sistemi riproducibili e accurate.

Il tavolo di lavoro al momento sta cercando di conciliare le differenti posizioni dei produttori di infissi in legno, PCV e alluminio. Una decisione definitiva dovrebbe essere presa in breve tempo, anche perché alcune aziende estere hanno iniziato a mettere in commercio sistemi trasparenti con classificazione tedesca, tarata su esigenze climatiche differenti rispetto a quelle italiane dove la protezione dall'irraggiamento estivo diventa una componente importante delle performance energetiche del serramento.

È per questo che l'Enea sta portando avanti una discussione con le Associazioni di categoria per giungere ad una proposta di etichetta energetica, per i sistemi trasparenti, che sia condivisa e adatta alle specificità del territorio nazionale, atta a testimoniare l'efficienza dei suddetti prodotti e idonea a stimarne il potenziale nella riduzione dei costi energetici.

L'attività svolta è stata improntata sulla identificazione prima, e sulla classificazione poi, di elementi identificativi e significativi per la definizione di una metodologia per il labelling energetico di componenti per coperture trasparenti per l'involucro edilizio.

9 Conclusioni

Nel contesto energetico-ambientale di cui si è finora parlato, la combinazione di etichettatura e progettazione ecocompatibile di energia è considerata come uno degli strumenti politici più efficace in materia di efficienza energetica, poiché mentre la progettazione ecocompatibile è volta a migliorare le prestazioni energetico-ambientali e i requisiti minimi dei prodotti, l'etichettatura energetica mira a fornire le informazioni relative alla stessa performance.

Sulla base delle informazioni tipologico-dimensionali e delle caratteristiche termofisiche dei lucernari e cupolini fornite da ZENITAL, dello studio dell'etichettatura francese e delle peculiari caratteristiche climatiche italiane sono stati individuati i parametri fondamentali da cui sviluppare ulteriori studi finalizzati alla definitiva realizzazione di modelli di classificazione energetica (labelling) per i sistemi di copertura trasparenti, quali cupolini e lucernari.

10 Riferimenti bibliografici

[1] BEEPS Building Energy Environment Performance System: programma del Ministero dell'Ambiente e del Dipartimento di Fisica Tecnica dell'Università "La Sapienza" di Roma sulla certificazione energetica degli edifici esistenti

[2] Report RSE/2009/164