

DESCRIZIONE TECNICA

Le chiusure trasparenti dell'involucro edilizio assolvono a diverse funzioni (energetica, visibilità, acustica ecc.) e hanno una incidenza ben diversa da quelle opache, contribuendo al bilancio energetico dell'edificio in modo più complesso. Sono di diversa forma e realizzate con componenti diversi sia nel telaio che nel pannello trasparente. Di seguito si illustrano le tipologie più diffuse di infisso, vetro, materiali trasparenti e sistemi schermanti.

Tipologie di infisso

Infissi in legno

sono utilizzati da secoli e rappresentano ancora oggi la maggiore quota parte di mercato per l'edilizia residenziale. Le caratteristiche termo-fisiche sono legate al tipo di legno utilizzato e allo spessore dell'infisso. Con l'introduzione di nuovi prodotti di finitura è migliorata la stabilità e la curabilità del prodotto, così come l'utilizzo di guarnizioni sintetiche e naturali ha consentito di ridurre l'elevata permeabilità all'aria. I valori di trasmittanza termica U degli infissi in legno è funzione della densità del legno e dello spessore e della geometria dell'infisso e tipicamente variano tra 1.35 ed $1.5 \text{ W/m}^2\text{K}$ (UNI EN ISO 100077).

Infissi in PVC

(polivinilcloruro) sono costituiti da profilati cavi a più camere, uniti mediante saldatura e rinforzati con profilati metallici. La loro diffusione è legata alle buone caratteristiche termiche, alla bassa manutenzione e alla molteplicità di soluzioni geometriche. I valori standard di questo tipo di infisso sono di circa $2.2 \text{ W/m}^2\text{K}$ nel caso di profilo a 2 camere e di $2 \text{ W/m}^2\text{K}$ per profili a 3 camere (UNI EN ISO 100077). Esistono, seppure a diffusione limitata, infissi in poliuretano. Nel caso di spessore dell'infisso superiore a 5 millimetri, il valore di riferimento, secondo le norme EN, della trasmittanza termica è di $2.8 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Infissi in alluminio

rappresentano una notevole fetta di mercato nel settore residenziale e la maggior parte del volume di vendita nel terziario. Le caratteristiche termiche dei serramenti metallici sono piuttosto limitate per i prodotti tradizionali, mentre diventano più interessanti con le soluzioni a taglio termico. Negli infissi tradizionali, la povertà delle prestazioni dipende dalla elevata conduttività dei metalli in genere, che non offrono grossa resistenza al trasferimento del calore (trasmittanza compresa tra 6 e $7 \text{ W/m}^2\text{K}$). Negli infissi a taglio termico, tutto ciò viene evitato realizzando dei profilati cavi per sfruttare le capacità isolanti delle camere d'aria, e spezzando la continuità del metallo con degli elementi isolanti, in genere di materiale plastico. La trasmittanza termica di riferimento dipende da: dimensione delle camere d'aria dei profili, eventuali vernici riflettenti all'interno dei profili, tipo di materiale utilizzato per il taglio termico, caratteristiche geometriche dell'infisso ecc., ed è compresa tra i $2,2$ e $3,8 \text{ W/m}^2\text{K}$ (UNI EN ISO 100077).

Le soluzioni di stratigrafie proposte nella riqualificazione energetica, tenendo conto degli standard prestazionali prescritti dalla normativa, prevedono usualmente la soluzione con doppia lastra, intercapedine d'aria o di gas argon e rivestimento basso emissivo. Le soluzioni con tripla lastra e doppia intercapedine sono impiegate maggiormente in località con alti valori di gradi giorno (zone climatiche E/F).

Tipologie di vetro

Vetri a controllo solare e con rivestimenti basso-emissivi

non propriamente innovativi perché introdotti con una tecnologia risalente ai primi anni '80, i vetri a controllo solare integrati con rivestimenti basso-emissivi rappresentano prodotti efficienti dal punto di vista energetico. Infatti, alcune innovazioni le introducono effettivamente. Usualmente vengono accorpate sia per alcune similitudini produttive, sia per risolvere la dicotomia che esiste riguardo a tali materiali. Infatti, esiste la percezione di una sorta di dualismo tra vetri a controllo solare, per i climi caldi e a bassa emissività, per i climi freddi; in realtà i due tipi vanno ad agire su proprietà differenti, ma, mentre i vetri a controllo solare sono efficaci solo in zone calde, i basso-emissivi lo sono in qualsiasi condizione, migliorando in assoluto le prestazioni della finestra.

Vetri a controllo solare riflettenti

rappresentano il primo vero miglioramento rispetto ai tradizionali vetri chiari, e sono in commercio già da parecchi anni con l'obiettivo di ridurre i carichi termici (oltre ad un eccessivo illuminamento) dovuti alla radiazione solare entrante attraverso le aperture vetrate. L'obiettivo è perseguito con l'utilizzo di vetri colorati nella massa o con depositi superficiali. Nel primo caso parte della radiazione incidente è assorbita dal materiale e parzialmente riemessa verso l'esterno, nel secondo è direttamente riflessa all'esterno. I due procedimenti utilizzati sono la pirolisi e la polverizzazione. Prestazioni migliori si hanno con rivestimenti selettivi, i quali lasciano passare la radiazione visibile ma non quella dell'infrarosso vicino, in tal modo si riducono gli apporti solari senza pregiudicare la qualità della visione. Questo tipo di prodotti, dal costo ancora elevato, è realizzato mediante deposizione di film metallici, tipicamente l'argento, che conferiscono caratteristiche di elevata visione e riflessione quasi totale nell'infrarosso vicino.

Doppi vetri evacuati

sono composti da almeno due lastre di vetro, nella cui intercapedine è stato praticato il vuoto. Il vantaggio di questa soluzione è di eliminare il trasferimento termico dovuto alla conduzione e alla convezione del gas presente nell'intercapedine. Le prestazioni energetiche diventano molto interessanti se accoppiate all'uso di vetri basso emissivi, con i quali si riduce anche lo scambio di tipo radiativo. Altri due vantaggi tipici delle finestre evacuate sono l'indipendenza delle proprietà isolanti dallo spessore dell'intercapedine, con la possibilità di avere componenti non ingombranti, e l'aspetto della finestra, identico a quello di un vetro camera tradizionale.

Materiali trasparenti

I materiali trasparenti rappresentano probabilmente il settore dell'involucro edilizio a maggior grado di innovazione. Numerosi prodotti hanno trovato negli ultimi anni applicazione in edilizia. In alcuni casi, si tratta di soluzioni mature, già sul mercato, in altri si è ancora in fase di sviluppo o precompetitiva. È comunque interessante fornire delle indicazioni di base per soluzioni tecnologiche che potrebbero essere, in tempi brevi, adottate in edifici residenziali e, soprattutto, commerciali.

L'aerogel

è un materiale costituito da particelle di silice, e, grazie a particolari procedimenti produttivi, è caratterizzato da una struttura porosa aperta trasparente in grado di fornire ottime prestazioni sia ottiche sia energetiche.

Cromogenici

sono così definiti quei materiali in grado di modificare le loro caratteristiche ottiche in funzione di stimoli esterni, quali: temperatura, radiazione solare, differenza di potenziale elettrico. I componenti trasparenti così realizzati sono noti anche come "finestre intelligenti". Per i materiali cromogenici esiste una fase di ricerca in pieno sviluppo e, sebbene alcuni prodotti siano già in commercio, nei prossimi anni si auspica di raccogliere i frutti consistenti dell'attività di laboratorio, in corso già da molto tempo.

Elettrocromici

hanno la capacità di modificare le proprie caratteristiche in modo reversibile in funzione di uno stimolo elettrico ad essi applicato: la variazione di tensione, la quale induce la trasmittanza a passare da valori elevati (bleached state) a valori più bassi (coloured state), con effetti sia luminosi che energetici. Le prospettive di applicazione sono promettenti, tuttavia, esistono problemi sia di natura gestionale sia tecnologica legati principalmente al fatto che le prestazioni di edifici equipaggiati con sistemi di questo tipo sono fortemente dipendenti dalle tecniche, le strategie e gli algoritmi di controllo.

Materiali termotropici

in questo caso la grandezza che determina il cambio di colore è la temperatura che induce nel materiale una reazione chimica o una transizione di fase tra due stati. Le loro applicazioni principali sono, allo stato attuale: indicatori di temperatura, vernici speciali e inchiostri da utilizzare per documenti riservati. Dal punto di vista teorico è evidente che una loro applicazione in edilizia porterebbe a notevoli risparmi energetici.

Materiali Trasparenti Isolanti (TIM)

questi materiali sono anche chiamati geometric media, poiché utilizzano delle strutture geometriche per limitare le dispersioni termiche per convezione e irraggiamento. In pratica, con del materiale plastico (ultimamente sono in fase di sviluppo alcuni prototipi anche in vetro) trasparente nel visibile e nel vicino infrarosso, ma opaco nel lontano, si realizzano delle pareti divisorie atte a bloccare i moti convettivi dell'aria e ridurre lo scambio radiativo.

Esistono, inoltre, speciali **pellicole** per il risparmio energetico con proprietà isolanti, che, se applicate alle vetrature esistenti, creano una barriera ai raggi del sole. Un vetro senza pellicola fa passare l'82% dell'irraggiamento solare che lo colpisce, lo stesso vetro trattato con pellicola solo il 20%, riducendo anche il fenomeno dell'abbagliamento.

Sistemi schermanti

La possibilità di schermare la radiazione solare ha una grandissima importanza nelle moderne costruzioni, dove si registra un sempre maggiore aumento dei carichi di climatizzazione estiva. L'ombreggiamento può essere garantito dal punto di vista termico con elementi trasparenti, vetri a controllo solare o cromogenici. Per garantire il comfort visivo è necessario, però, prevedere ulteriori sistemi schermanti, generalmente opachi.

Essi possono essere classificati in funzione di:

- gestione: fissi e orientabili;
- struttura: omogenei e non omogenei;
- posizione rispetto alla superficie vetrata;
- geometria: verticali o orizzontali.



Finestra con vetri elettrocromici
(Fonte: ENEA)

STATO DI AVANZAMENTO

Internazionale

A livello internazionale (USA), europeo (GB e D) e nazionale l'industria sta investendo sulla ricerca e sviluppo di componenti per migliorare le prestazioni degli infissi[2]. Le attività si indirizzano sia sul miglioramento delle prestazioni del telaio e sulle sigillature, sia sui vetri.

Per i vetri elettrocromici si stanno sviluppando ricerche per risolvere problemi di natura tecnologica, in relazione soprattutto alla possibilità di realizzare vetri di dimensioni sufficienti per le finestre, senza pregiudicare l'uniformità e la transizione da uno stato all'altro.

Anche per i sistemi schermanti il settore è molto impegnato in attività di sviluppo e ricerca.

Nazionale

Il mercato attualmente è fortemente indirizzato su lavori di riqualificazione energetica degli edifici piuttosto che sulle nuove realizzazioni. Nonostante il periodo di grande difficoltà economica il settore, pur avendo registrato una significativa contrazione, rimane tra quelli più attivi grazie alle misure di incentivazione. Questi interventi, con l'applicazione della misura del 55% - 65%, hanno comportato una maggiore efficienza dell'edificio con un risparmio di circa 3.000 kWh/anno. (Fonte ENEA)

L'installazione di nuovi infissi interessa soprattutto quello della riqualificazione.

Per quanto investe il mercato dei sistemi schermanti questo si sta riprendendo anche grazie all'export. Si stima, per i nostri climi, che, mediamente, si possa ottenere una riduzione globale dei consumi energetici di circa il 10% per il riscaldamento invernale e circa il 30% per il raffrescamento estivo.

TRL (TECHNOLOGY READINESS LEVEL)

I prodotti di questa categoria sono soggetti al rispetto delle normative nazionali ed europee per la loro corretta e uniforme commercializzazione. Sono soggetti alle regole della marcatura CE dei prodotti per mezzo di norme di prodotto o di benessere tecnici europei. Il labelling è a carattere volontario, al momento, ma il mercato nazionale si sta muovendo per produrre il labelling dei prodotti per avere maggiore competitività sul mercato europeo e nazionale, dato che gli altri Paesi offrono già prodotti energeticamente etichettati. Il settore è molto maturo e offre prodotti e soluzioni molto avanzate. Serve comunque promuovere la formazione degli operatori e dei professionisti per aumentare il TRL del settore.

RELAZIONI CON LE FONTI ENERGETICHE

L'integrazione con il solare fotovoltaico, al momento, è la tecnologia più utilizzata e su cui si stanno sviluppando attività di ricerca e sviluppo, anche con soluzioni integrate per la ventilazione degli ambienti.

VERSATILITÀ (CAPACITÀ DI IMPATTARE SU PIÙ SETTORI)

L'infisso è un prodotto complesso che coinvolge diversi produttori e operatori del mercato. Ci sono forti differenze tra le diverse tipologie di infisso, sopra descritte, per cui si limita a fornire comunque una descrizione generale di riferimento ai principali aspetti che investono più settori. Si deve tener conto dei produttori di:

- materiali sigillanti, per l'assemblaggio vetro-telaio o per il montaggio dei vetro-camera, per la sigillatura all'aria
- elementi di supporto dell'infisso (parte fissa telaio - parte mobile), per soddisfare le tipologie di ancoraggio e movimentazione per le diverse tipologie di apertura
- nodi di ancoraggio alla struttura muraria, anche per evitare i ponti termici, e, per i materiali avanzati come gli elettrocromici, l'integrazione con sistemi di controllo e gestione
- componenti schermanti che possono essere fissi, mobili o inseriti all'interno del vetro camera e con soluzioni anche integrate con il solare termico fotovoltaico
- sistemi di ventilazione naturale o meccanica integrata nell'infisso
- profilati specifici per la realizzazione dei telai (alluminio, PVC, acciaio ecc.).

C'è da considerare, inoltre, l'impatto sul sistema per la distribuzione/consegna dei prodotti e del settore dei progettisti.

POTENZIALE DI DIFFUSIONE IN AMBITO NAZIONALE

La vetustà del parco edilizio ha un forte potenziale di applicazione e sviluppo. In termini costo/beneficio, è molto più conveniente l'uso di finestre ad alte prestazioni con schermature: negli edifici nuovi e in quelli esistenti è ormai obbligatorio, per il rispetto

degli standard prescritti dalla normativa. Nel settore residenziale, la prestazione di questi componenti può ridurre di un fattore di circa 3 la domanda di condizionamento rispetto a soluzioni standard con costi aggiuntivi di pochi punti percentuali rispetto al costo totale dell'edificio, mentre per il non residenziale i costi possono variare diversamente in relazione alla tipologia e alla destinazione d'uso.

Si consideri, inoltre, che molti edifici realizzati prima degli anni ottanta hanno ancora infissi con vetro singolo e bassa prestazione energetica ($> 5 \text{ W/m}^2\text{°C}$) e che la tecnologia ha raggiunto un alto grado di sviluppo che permette gli interventi nella quasi totalità dei casi. Indicativamente i costi per la sostituzione degli infissi possono variare tra i 250 €/m² ad oltre i 430 €/m² in relazione alle prestazioni che si richiedono e al tipo di telaio utilizzato. Un infisso in legno ha un costo maggiore rispetto ad uno in alluminio a taglio termico.

Ai costi vanno aggiunti quelli per le opere di sigillatura per la tenuta all'aria che possono avere un'incidenza di circa 3-10€/m²

IMPATTO E SOSTENIBILITÀ AMBIENTALE

Questi prodotti hanno un basso impatto ambientale e sono da considerarsi sostenibili. Dalla letteratura tecnica e dagli studi di settore, che hanno valutato gli impatti e la sostenibilità di questi materiali tenendo conto dell'LCA, si evidenzia che i prodotti principali impiegati quali il legno, l'alluminio, il PVC e il vetro, materiali con un alto grado di riciclabilità, sono sostenibili e con un basso impatto per l'ambiente.

Emissioni CO₂/MWh

Il settore è caratterizzato da un ciclo produttivo che vede diverse industrie che concorrono alla produzione dell'infisso. Per esempio, per gli infissi in alluminio i vari componenti sono prodotti da diverse aziende produttrici (profilati, vetro, sigillanti, ferramenta ecc.) che utilizzano diversi processi e combustibili, per cui risulta difficile poter definire valutazioni relative alla CO₂.

Inoltre, queste vanno elaborate tenendo conto di diversi indicatori energetici e ambientali tra cui: GER (Gross Energy Requirement), GWP (Global Warming Potential), ODP (Ozone Depletion Potential) EP (Eutrophication Potential), POCP (Photochemical Ozone Creation Potential) che rendono ancor più complessa una quantificazione rappresentativa delle emissioni.

Emissioni CO₂/MWh evitate

La tecnologia di produzione è differenziata per ciclo di produzione e utilizzo della materia prima che, già come evidenziato, risulta molto variegata. La tecnologia, comunque, presenta un margine di mitigazione dovuto al miglioramento dell'efficienza del ciclo di produzione e all'applicazione di modelli quali l'economia circolare.

EFFICIENZA, TEMPO DI VITA E RENDIMENTO PREVISTI

L'efficienza della tecnologia è fortemente legata all'innovazione di processo/prodotto e alle condizioni operative/installative. Si possono stimare prestazioni variabili dal 6% ad oltre 10% dipendenti dalla variabilità della stagione climatica, dalla zona

climatica in cui si trova l'edificio e dalla sua esposizione rispetto all'orientamento e al contesto urbano, dalla percentuale involucro opaco/involucro trasparente, dai profili di utenza e dalle prestazioni complessive dell'edificio.

Il tempo di vita di tale tecnologia è mediamente maggiore di 25 anni.

PAYBACK TECNOLOGICO, DI INVESTIMENTO E DI OPERATION AND MAINTENANCE PREVISTO

Tenendo conto degli standard prestazionali prescritti dalla normativa sull'efficienza energetica e di sviluppo della tecnologia si può stimare mediamente, considerando la eterogeneità del parco edifici e delle destinazioni d'uso, che il payback, valutando le misure di incentivazione, possa variare tra un minimo di 8 anni a più di 15 anni.

PRINCIPALI OSTACOLI ALLO SVILUPPO

Questo settore ha raggiunto un buon livello di maturità come qualità prestazionale, tecnologica, di prodotto e di design. Attualmente un ostacolo molto critico potrebbe essere rappresentato dal fatto che il mercato nazionale si trova a competere con produttori europei che si stanno inserendo nel mercato nazionale con prodotti non sempre rispondenti alla qualità dichiarata anche in termini di labelling prestazionale.

Fatta questa premessa, si evidenziano alcuni ostacoli, che riguardano il settore degli infissi:

- Difficoltà di accesso al prestito finanziario
- Tassi di sconto elevati

- Incertezza nel quantificare i benefici raggiungibili
- Procedure e quadro normativo poco stabili
- Semplificazione delle procedure amministrative e per il ricorso agli incentivi, almeno per casi “semplici” che, per esempio, potrebbero essere gestiti con modelli o schede predisposte
- Patto di stabilità per interventi in edifici della PA.

POTENZIALITÀ DI SVILUPPO TECNOLOGICO IN AMBITO NAZIONALE

Il mercato degli infissi si distribuisce, per le diverse tipologie, con quelli in alluminio 34,1 %, in legno 32,9 % e in PVC 33% [19]. Il trend degli ultimi anni registra un leggero incremento, inferiore alle potenzialità del mercato. Le potenzialità dello sviluppo tecnologico investono il settore del prodotto finito e dei componenti che lo costituiscono. Quello del prodotto finito riguarda le modalità e procedure per migliorare le prestazioni in fase di assemblaggio dei componenti al fine di mantenere nel tempo le prestazioni dell'infisso. Quello dei componenti riguarda lo sviluppo di soluzioni innovative che si scontrano, alle volte, con problemi di natura economica, costi di ricerca e prezzi dei prodotti innovativi per il mercato.

Una interessante potenzialità di questo prodotto risiede nella realizzazione di facciate dinamiche per l'involucro edilizio o per il controllo “dinamico” delle prestazioni nelle diverse situazioni climatiche.

POTENZIALITÀ DI ESPORTAZIONE DELLA TECNOLOGIA

C'è una forte competitività sul mercato di questi prodotti che non sempre, per quelli non prodotti in Italia, rispondono alle caratteristiche prestazionali dichiarate dal produttore. La potenzialità di esportazione risulta essere condizionata dai costi, espressi per m² di infisso o per unità di prodotto, da fattori prestazionali, sicurezza, estetici e qualità. Per poter competere con maggior incisività sul mercato nazionale e sulla esportazione della tecnologia e dei prodotti le associazioni di categoria si stanno attivando per concordare e coordinare le azioni opportune.

POSSIBILI RICADUTE PER IL SISTEMA INDUSTRIALE, DEI TRASPORTI, RESIDENZIALE E NEL TERZIARIO

Il settore degli infissi trova la sua applicazione per quanto riguarda le emissioni nei settori:

- civile (residenziale e non residenziale), con il miglioramento dell'efficienza energetica degli edifici e relativi consumi energetici ed emissioni di CO₂
- industriale, con incremento dell'efficienza dei processi di produzione anche mediante integrazione con fonti rinnovabili e con il miglioramento dei processi per il riutilizzo dei prodotti da dismissione
- trasporti, con applicazioni di prodotti ad alte prestazioni energetiche, acustiche ed ambientali che migliorano il comfort e la qualità dell'utenza.

MAGGIORI ATTORI ITALIANI COINVOLTI

Utilizzo della tecnologia

I principali attori coinvolti nella filiera sono:

- Costruttori edili,
- Aziende produttrici del settore (serramenti, di vetro, sigillanti ecc.)
- Professionisti (architetti, ingegneri, geometri ecc.)
- Enti di ricerca
- ESCO
- Settore agricolo
- Organismi pubblici e privati, soggetti rivolti alla Formazione/Qualificazione/Certificazione
- Gestori e proprietari di edifici/abitazioni residenziali e non residenziali
- Banche e Istituti finanziari.

Sviluppo della tecnologia

- AIPE, Associazione aziende poliuretano espanso www.epssas.it
- ANFIT Associazione Nazionale per la Tutela della Finestra www.anfit.it
- ASSISTES Associazione Italiana Tendwe e Schermature solari www.assistes.it
- ANPE Associazione poliuretano espanso www.anpe.it
- ASSOVETRO www.assovetro.it
- FEDERLEGNO Federazione imprese settore mobile e arredamento www.federlegnoarredo.it
- FINCO Federazione Industrie Prodotti Impianti Servizi ed Opere Specialistiche per le costruzioni www.fincoweb.org
- MAPEI adesivi e sigillanti www.mapei.com/it
- UNICMI Unione Nazionale Industrie Costruzioni Metalliche Involucro e Serramenti www.unicmi.it
- Dupont-dow sigillanti e elastomeri www.dupont.com
- SSV Stazione sperimentale del vetro www.spevetro.it

ECCELLENZE IN TERRITORIO NAZIONALE

- **ENEA:** qualificazione prestazioni energetiche e ottiche dei vetri, qualificazioni prodotti per schermature, partecipazione a progetti/azioni di innovazione del settore, sviluppo di SW per calcolare le proprietà termiche, solari e luminose dei serramenti e dei sistemi di schermatura solare.
- **Università:** POLITO, POLIMI, SAPIENZA Roma, IUAV,
- **Associazioni di categoria:** AIPE, ANFIT, ASSISTES, ASSOVETRO, UNICMI, ANPE, FEDERLEGNO, FINCO, MAPEI
- **Stazione Sperimentale del Vetro:** Ente pubblico economico di ricerca con il compito di promuovere il progresso tecnico dell'industria vetraria ed effettuare analisi e qualificazione prodotti.

BEST PRACTICES

- **Piramide** di vetro a Milano per la sede della Fondazione Feltrinelli e Microsoft.
- Sede **NESTLE** ad Assago realizzato con facciate a cellule con vetro a doppia camera con intercapedine riempita da gas argon e frangisole in vetro stratificato
- Sede **EUROPOOL** Opificio e palazzina uffici a Fidenza (PR), applicazione di infissi ad alta tecnologia con elementi schermanti integrati.
- **Fiorita** Passive House a Cesena, edificio residenziale riqualificato con infissi ad alta prestazione e schermi solari mobili.
- **Casa sul Parco** a Fidenza (PR), edificio residenziale passive House di 4-5 piani con serramenti e sistemi per serramenti ad alte prestazioni e schermature solari.
- **WALGREENS** Net Zero Store- Illinois edificio del terziario premiato dall'ASHRAE per le soluzioni innovative di progetto e l'uso di componenti ad altissima prestazione.

BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO

- [1] UNICMI –Rapporto sul mercato italiano dell'involucro edilizio 2016
- [2] IEA, 2015. Energy and Climate Change. World Energy Outlook Special Report. <https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/WEO2015SpecialReportonEnergyandClimateChange.pdf>
- [3] RAEE- ENEA- 2015
- [4] «Union Glass,» Agosto 2015. [Online]. Available: <http://www.unionglass.it/>
- [5] European Photovoltaic Industry Association (EPIA), Global market outlook for photovoltaic 2014-2018, 2014
- [6] CRESME- Rapporto RIUSO 003 -Febbraio 2014
- [7] RdS/2015/ 90 Analisi delle proprietà e delle prestazioni di vetrate isolanti con schermature in intercapedine M.Zinzi, S. Agnoli
- [8] Il mercato italiano delle finestre e delle superfici vetrate, CISL, 2013
- [9] Solar energy system in achitecture, IEA SHC Task 41 Solar energy and architecture, F. Frontini, M. Munari Probst, A. Scognamiglio, C. Roecker, K. Farkas, M. L. e I. Zanetti, 2012.
- [10] RdS/2012/109- Determinazione dei fabbisogni e dei consumi energetici dei sistemi edificio-impianto - Caratterizzazione del parco immobiliare ad uso residenziale
- [11] EPS ECOLOGICO AIPE www.aipe.biz