

sommario

In questo numero 2

Riassunti 3

Studi

**Specchi anticati: studio dei metodi di anticazione
mediante SEM-EDS e mappe EPMA-WDS** 5

*Distressed look mirrors: investigation by SEM-EDS
and EPMA-WDS mapping on antiquing methods*

*Elena Arizio, Emilio Francesco Orsega,
Roberto Falcone, Giuseppe Sommariva*

**Integrazione di celle solari di terza generazione nel
vetromattone per la realizzazione di pannelli traslucidi
fotovoltaici. Analisi prestazionale e stato dell'arte** 11

*DSSC Integrated Glassblocks for the construction of
translucent, photovoltaic panels: Performance Analysis*

Rossella Corrao, Dario D'Anna

Performance sperimentali di travi in vetro
Experimental performance of glass beams 22

Stefano Agnetti, Emanuela Speranzini

**L'utilizzo del vetro nelle opere di restauro:
recenti sviluppi in architettura**

*The use of glass in renovations: recent developments
in architecture and building technology* 27

Benedetta Marradi

Vetro e trasparenza
"Glass mannerism" and transparency issues 33

Styliani Lefaki

Manifestazioni 38

12th ESG Conference 41

Agenda 45

Dal mondo del vetro 46

a cura di Erica Ladogana

Direttore responsabile

Antonio Tucci

Redazione

Erica Ladogana

email: eladogana@spevetro.it

Impaginazione e grafica

Betti Bertoncello

Direzione e Redazione - Proprietà

Stazione Sperimentale del Vetro

Via Briati 10 - 30141 Murano (VE)

Tel.: +39 041 2737011

Fax: +39 041 2737048

email: mail@spevetro.it

<http://www.spevetro.it>

Autorizzazione del Tribunale di Venezia n. 271 in data 23.01.1971

R.O.C. 3913

Rivista Associata alla Unione
Stampa Periodica Italiana



Istruzioni per gli Autori

La Rivista pubblica studi, ricerche ed esperienze sulla tecnologia e sulla scienza del vetro e i materiali ad esso collegati. Chiunque può mandare elaborati, memorie, ecc. La Redazione si riserva o meno la loro pubblicazione.

I testi, corredati da un breve riassunto di circa dieci righe, in italiano e inglese, dovranno pervenire in forma elettronica (preferibilmente in *Microsoft Word*).

Immagini e tabelle dovranno essere in file separati: le immagini preferibilmente in formato *tif* o *jpg* (minimo 300 dpi); le tabelle in *Microsoft Excel* o *Microsoft Word*. La Rivista diventa proprietaria dei lavori pubblicati e questi non possono essere riprodotti altrove senza autorizzazione. I testi accettati per la pubblicazione saranno considerati definitivi. Eventuali sostanziali variazioni dovranno essere concordati con la Redazione.

La Direzione è estranea alle tesi sostenute nei loro articoli dai singoli collaboratori. Questi assumono la piena responsabilità dei loro scritti.

È vietata la riproduzione, anche parziale, dei testi e delle illustrazioni senza la preventiva autorizzazione della Redazione.

Il primo articolo che presentiamo ai nostri lettori è *“Specchi anticati: studio dei metodi di anticazione mediante SEM-EDS e mappe EPMA-WDS”*, a firma Elena Arizio, Emilio Francesco Orsega, Giuseppe Sommariva e Roberto Falcone (a pag. 5): nel lavoro si affronta per la prima volta lo studio dei metodi di anticazione di specchi ad argento. Gli strati riflettenti di sei campioni di specchio anticati con diversi effetti sono stati studiati mediante Microscopia Ottica, analisi SEM-EDS e mappe EPMA-WDS.

Nel secondo articolo, *“Integrazione di celle solari di terza generazione nel vetromattone per la realizzazione di pannelli traslucidi fotovoltaici. Analisi prestazionale e stato dell’arte”*, a firma Rossella Corrao e Dario D’Anna, vengono illustrati i primi risultati ottenuti nell’ambito dell’analisi prestazionale del vetromattone fotovoltaico, un prodotto edilizio innovativo derivato dall’integrazione di celle fotovoltaiche di terza generazione (DSSC) nel vetromattone, ideato per la realizzazione di involucri traslucidi energeticamente efficienti ed “attivi”, in grado di ridurre i consumi energetici degli edifici e di produrre, al contempo, energia verde (a pag. 11).

Continua inoltre la pubblicazione dei lavori in lingua inglese relativi al vetro piano presentati al seminario ATIV tenutosi nel mese di novembre 2012. In questo numero, troverete: *“Experimental performance of glass beams”* di Stefano Agnetti ed Emanuela Speranzini, a pag. 22; *“The use of glass in renovations: recent developments in architecture and building technology”* di Benedetta Marradi, a pag. 27, e *“Glass mannerism and transparency issues”* di Styliani Lefaki, a pag. 33.

Antonio Tucci

Specchi anticati: studio dei metodi di anticazione mediante SEM-EDS e mappe EPMA-WDS

Distressed look mirrors: investigation by SEM-EDS and EPMA-WDS mapping on antiquing methods

Elena Arizio, Emilio Francesco Orsega, Roberto Falcone, Giuseppe Sommariva
Riv. Staz. Sper. Vetro 43 (2013), 5, p. 5-10

In questo lavoro si affronta per la prima volta lo studio dei metodi di antichizzazione di specchi ad argento. Gli strati riflettenti di sei campioni di specchio anticati con diversi effetti sono stati studiati mediante Microscopia Ottica, analisi SEM-EDS e mappe EPMA-WDS.

Gli specchi anticati sono comuni specchi ad argento con strati riflettenti intenzionalmente degradati, al fine di ottenere gli aspetti di deterioramento tipici di molti specchi antichi. Le tecniche di antichizzazione comportano reazioni chimiche tra l'argento dello strato riflettente e degli agenti anticanti. Tali reazioni portano alla dissoluzione dell'argento o al suo degrado, causando macchie scure e irregolari e la perdita di potere riflettente della zona anticata.

I risultati di questo studio hanno permesso l'identificazione di due diversi metodi di antichizzazione dovuti ad agenti diversi e quindi a differenti reazioni chimiche.

The reflective layer of six samples of differently featured antiqued mirrors were studied by inspection with Optical and Scanning Electron Microscope and analyzed by SEM-EDS and by EPMA-WDS elemental mapping. This study faces for the first time the distressing techniques of silver mirrors. Antiqued look mirrors are silver mirrors whose reflective layers were intentionally distressed to obtain the deterioration effects typical of many ancient mirrors. Distressing techniques involve chemical reactions between silver and some distressing agents to achieve loss or degradation of part of the silver reflective layer. This leads to produce irregular darken or non-reflective areas which give effects of ancient to mirrors. The results allowed to recognize two types of distressing techniques, corresponding to different distressing agents and chemical processes.

Integrazione di celle solari di terza generazione nel vetromattone per la realizzazione di pannelli traslucidi fotovoltaici. Analisi prestazionale e stato dell'arte

DSSC Integrated Glassblocks for the construction of translucent, photovoltaic panels: Performance Analysis

Rossella Corrao, Dario D'Anna
Riv. Staz. Sper. Vetro 43 (2013), 5, p. 11-21

L'articolo illustra i primi risultati ottenuti nell'ambito dell'analisi prestazionale del vetromattone fotovoltaico, un prodotto edilizio innovativo derivato dall'integrazione di celle fotovoltaiche di terza generazione (DSSC) nel vetromattone, ideato per la realizzazione di involucri traslucidi energeticamente efficienti ed "attivi", in grado di ridurre i consumi energetici degli edifici e di produrre, al contempo, energia verde.

L'analisi è stata condotta su quattro differenti ipotesi di integrazione. Attraverso simulazioni numeriche si è effettuata una valutazione dell'energia assorbita dagli strati attivi oltre che delle prestazioni ottiche complessive del dispositivo. Lo studio analitico via software rappresenta il primo passo nella valutazione delle prestazioni del prodotto e prelude ad un'analisi di tipo sperimentale. L'articolo illustra anche i risultati di una ricerca condotta nell'ambito della brevettazione nazionale ed internazionale riguardante la tecnologia DSSC e le sue applicazioni; i brevetti sono stati analizzati e classificati secondo diverse categorie di indagine ed attraverso le informazioni raccolte è stato costituito un esteso database digitale.

In this article the first results of the performance analysis of the photovoltaic glassblock are given. The photovoltaic glassblock is an innovative product which integrates third generation solar cells (DSSC), invented for the construction of translucent building envelopes, energetically efficient and "active", able to reduce the energy consumption in buildings and to produce at the same time green energy.

The analysis was conducted on four different hypotheses of integration through numerical simulations in order to evaluate the energy absorption and the optical performance of the device. The software simulations represent a first step for the understanding of the performance of the element and prelude to an experimental analysis session. The results of a research conducted about national and international patents publications on the DSSC technology and its applications will be illustrated too. The data collected during this research had been organized in a digital database.

Performance sperimentali di travi in vetro

Experimental performance of glass beams

Stefano Agnetti,
Emanuela Speranzini
Riv. Staz. Sper. Vetro 43
(2013), 5, p. 22-26

Nell'articolo viene presentato uno studio sul comportamento strutturale di alcune particolari travi in vetro. Le travi sono state costruite accoppiando vetro e acciaio, vetro e profilato poltruso, oppure alternando lastre di vetro e fibre di vetro; il tutto è stato sottoposto a prove di flessione. Si sono inoltre effettuati studi preliminari sulla formazione di cricche impiegando la tecnica della Digital Image Correlation.

The study of the structural behaviour of some particular glass beams is presented. Beams were constructed coupling glass and steel, glass and pultruded profile or alternating glass sheets with glass fibres and were subjected to bending tests. Preliminary studies regarding the formation of cracks were performed using the Digital Image Correlation technique.

L'utilizzo del vetro nelle opere di restauro: recenti sviluppi in architettura

The use of glass in renovations: recent developments in architecture and building technology

Benedetta Marradi
Riv. Staz. Sper. Vetro 43
(2013), 5, p. 27-32

Lo sviluppo di strutture architettoniche in vetro è aumentato in modo significativo negli ultimi anni in funzione della pressante domanda legata alla luminosità degli edifici. La trasparenza degli edifici è una caratteristica sempre più richiesta anche per i progetti di restauro. Oggigiorno il rinnovo degli edifici incentrato sull'efficienza energetica è un punto fondamentale per riqualificare il nostro patrimonio architettonico: l'intero processo di design deve essere in quest'ottica accuratamente definito scegliendo tra le diverse soluzioni tecniche esistenti.

The development of architectural glass structures has increased significantly in recent years, due to the pressing demand for lightness: the quest for performing façades towards extreme transparency is required also in renovation projects, in case of routine maintenance, change of use or ownership and to comply with new codes. Nowadays, the energy-efficient renovation of existing glass façades is a central issue to qualify and reuse our architectural heritage: the entire design process must be carefully defined, in order to optimize and choose among different technical solutions.

Vetro e trasparenza

"Glass mannerism" and transparency issues

Styliani Lefaki
Riv. Staz. Sper. Vetro 43
(2013), 5, p. 33-37

La trasparenza è fondamentale nella costruzione di opere architettoniche in vetro e può avere molteplici significati ed espressioni. È sempre stata al centro di idee rivoluzionarie e visioni utopiche nella realizzazione di progetti architettonici. Ai giorni nostri, attraverso la tecnologia impiegata nell'uso del vetro, la trasparenza si spinge sino quasi alla dematerializzazione, senza però per questo andare ad intaccare quelli che sono i cardini e le regole dell'architettura classica.

Transparency sustains glass architecture and has many meanings and expressions. It has been always an important architectural issue that supported revolutionary ideas, social utopias and visions. Nowadays, through glass technology, it is close to the limits of dematerialization but without breaking substantially obsolete architectural orders. Technological refinements and exaggerations can be perceived as a contemporary glass mannerism.

Specchi anticati: studio dei metodi di anticazione mediante SEM-EDS e mappe EPMA-WDS

Distressed look mirrors: investigation by SEM-EDS and EPMA-WDS mapping on antiquing methods

Elena Arizio, Emilio Francesco Orsega, Roberto Falcone, Giuseppe Sommariva

Introduzione

Gli specchi antichizzati sono specchi formati da un sottile strato di argento metallico precipitato su una lastra di vetro (strato riflettente), intenzionalmente deteriorato per dare allo specchio aspetti tipici di molti specchi antichi [1].

La domanda di mercato di specchi anticati è in costante aumento: essi vengono utilizzati per la sostituzione degli antichi manufatti ad amalgama di stagno e mercurio troppo degradati, come imitazioni meno costose e pericolose, oppure come oggetti decorativi. La grande diffusione degli specchi anticati ha portato infatti alla necessità di conoscere i metodi utilizzati industrialmente e artigianalmente per creare l'invecchiamento dello strato riflettente.

Poiché a tutt'oggi non esistono studi riguardo a questo tipo di manufatti, in questo lavoro si affronta per la prima volta lo studio delle tipologie, dei processi e degli effetti dei metodi di antichizzazione degli specchi ad argento. Il presente lavoro ha quindi l'obiettivo di fornire le conoscenze per una facile distinzione degli antichi originali ad amalgama di stagno e mercurio dagli specchi moderni anticati, e di caratterizzare e permettere la differenziazione visiva dei possibili diversi metodi di antichizzazione.

Poiché le tecniche di anticamento sono gelosamente custodite dai produttori e dagli artigiani e poiché non esistono precedenti studi a cui fare riferimento, questo lavoro è basato quasi unicamente su analisi chimico-fisiche di campioni reperiti sul mercato. Alcune utili ma frammentarie informazioni riguardo alle tecniche presenti e passate usate per anticare gli specchi sono state fornite da alcuni antiquari. La ricerca inoltre, di metodi artigianali

per l'antichizzazione degli specchi ha permesso di riscontrare l'uso di prodotti venduti come articoli per anticare i metalli¹.

In generale, le tecniche di antichizzazione utilizzate dagli specchieri comprendono probabilmente delle reazioni chimiche tra gli agenti anticanti e l'argento dello strato riflettente dello specchio, al fine di ottenere la perdita parziale di tale strato o la formazione di composti di degrado dell'argento. L'antichizzazione di uno specchio consiste nella formazione di scure macchie irregolari che causano la perdita di potere riflettente dello strato di argento e che producono così l'effetto di "antico" al manufatto [1].

In questo lavoro sono stati studiati mediante Microscopia Ottica, SEM-EDS e mappe EPMA-WDS gli strati riflettenti di sei campioni di specchio anticati di diversi aspetti. I frammenti degli specchi antichizzati studiati sono stati gentilmente donati da antiquari e privati veneziani.

Infine, mappe EPMA-WDS sono state ottenute per la prima volta su specchi ad argento. Esse forniscono una rappresentazione grafica della distribuzione degli elementi, al fine di determinare la correlazione tra di essi, come indice della presenza di particolari composti.

¹ Una delle tecniche di antichizzazione prevede probabilmente l'uso di solfuro di potassio. Venduto come "fegato di zolfo" è infatti utilizzato, in soluzione con ammoniacca, per l'antichizzazione di numerosi manufatti metallici contenenti argento e rame porta alla formazione di macchie scure e non lucide di solfuri di argento o rame [2].

1. Materiali e Metodi

Le analisi SEM-EDS e le mappe EPMA-WDS dello strato riflettente dei sei specchi campione sono state eseguite su frammenti senza vernice protettiva retrostante. Le vernici protettive sono state rimosse mediante l'uso di solventi specifici per ognuna di esse e con un bisturi, per permettere le analisi dello strato riflettente. I campioni sono stati analizzati dopo essere stati fissati su un porta campioni di alluminio mediante nastro adesivo conduttivo e dopo essere stati metallizzati sotto vuoto con grafite.

Le analisi SEM-EDS sono state eseguite con un Microscopio Elettronico JEOL JSM 5900 equipaggiato con Microanalisi a Raggi X Oxford ISIS EDS con detector silicio-litio. Le condizioni analitiche sono state scelte in base al tipo di campione in esame: il fascio elettronico aveva un potenziale regolato tra 5 e 20 kV e una corrente compresa tra 0,01 e 10 nA. Le analisi EPMA-WDS sono state eseguite mediante lo strumento JEOL JXA 8800 R SUPER PROBE equipaggiato con quattro spettrometri. Le mappe EPMA-WDS sono state acquisite con potenziale di 15 kV e corrente di 40 nA.

Le mappe sono state create attraverso una sequenza di 250x250 e 800x800 spot: le aree studiate sono state di circa 1x1 e 3x3 mm rispettivamente per i campioni D e E. In ogni singola mappa EPMA-WDS la scala di colore rappresenta il *range* di concentrazione del corrispondente elemento. La scala colore relativa a un dato elemento è indipendente da quelle degli altri elementi, per cui a parità di colore, le concentrazioni non sono comparabili. Le mappe EPMA-WDS hanno permesso di rilevare sia gli elementi presenti nello strato riflettente che quelli presenti nel vetro sottostante. Tuttavia le quantità di elementi presenti nel vetro non hanno influito sulla significatività dei risultati riguardanti lo strato riflettente in quanto gli elementi presenti nel vetro erano in esso omogeneamente distribuiti e comunque del tutto diversi da quelli presenti nello strato riflettente.

Le mappe EPMA-WDS sono maggiormente precise rispetto a quelle ottenute mediante l'analisi SEM-EDS, hanno un *detection limit* inferiore e una maggiore risoluzione. Ciononostante, le mappe SEM-EDS sono generalmente più largamente utilizzate in quanto meno costose e più facilmente ottenibili [3].

2. Risultati e Discussione

In Fig. 1 si possono notare i diversi aspetti delle macchie dovute all'antichizzazione nei campioni A, B, C, D, E ed F.

L'osservazione dei campioni al microscopio ottico [Figg. 2 e 3] e al SEM [Figg. 4 e 5] hanno permesso di ipotizzare la presenza di due tipi di antichizzazione. Alcuni campioni mostrano infatti macchie sfumate di forma irregolare, mentre altri mostrano macchie nucleate circolari dai contorni ben definiti [Fig. 5 (A)]. In particolare, si può notare che in questi ultimi lo strato riflettente anticato lascia trasparire la vernice protettiva retrostante [Fig. 1 (E), (F)], mentre nei campioni del primo tipo l'antichizzazione consiste in macchie scure opache [Fig. 1 (B)]. I campioni A, B, C e D, con macchie sfumate e irregolari, appartengono al primo tipo di specchi antichizzati, mentre i campioni E ed F, con macchie circolari e nucleate, appartengono al secondo tipo.

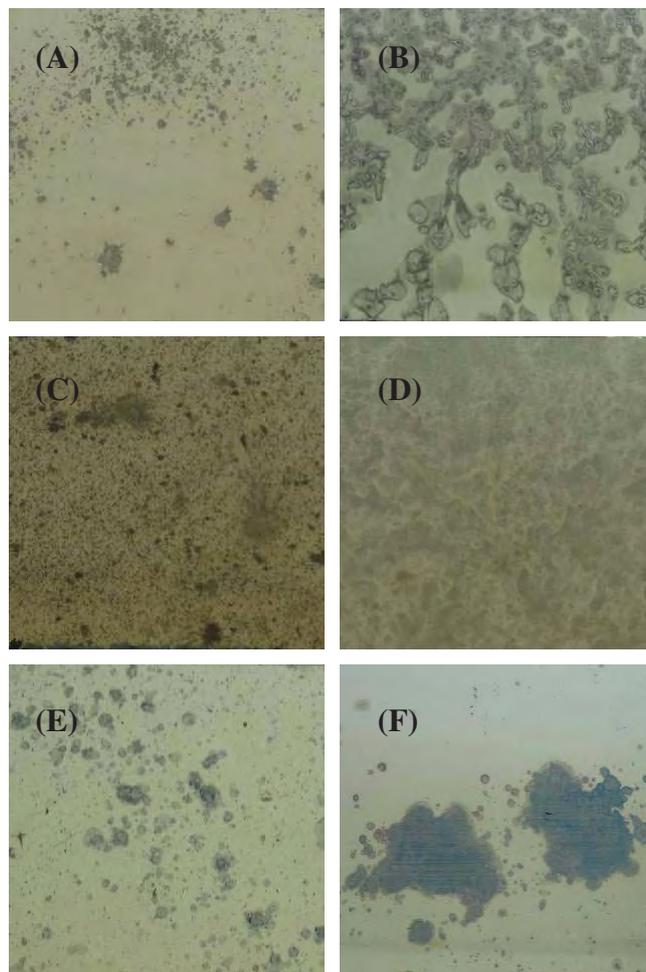


Fig. 1. Esempi dei diversi tipi di macchie presenti negli specchi anticati in commercio (le aree considerate sono di circa 5 x 5 cm per ogni campione)

Le analisi SEM-EDS e EPMA-WDS hanno permesso di investigare i composti di degrado formati nei campioni in seguito al processo di antichizzazione, per stabilire se a *pattern* diversi corrispondono diversi metodi di antichizzazione.

Sono state eseguite le analisi SEM-EDS e le mappe EPMA-WDS dei campioni D ed E, in quanto considerati rappresentativi dei due diversi *pattern*.

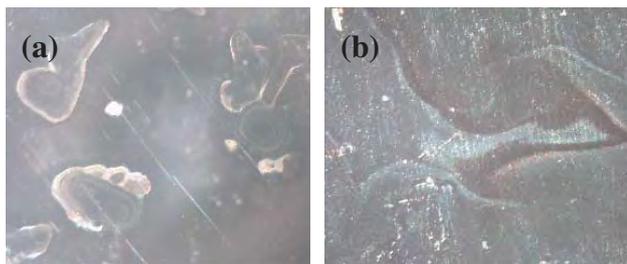


Fig. 2. Immagini al Microscopio Ottico (8x) di aree del campione D

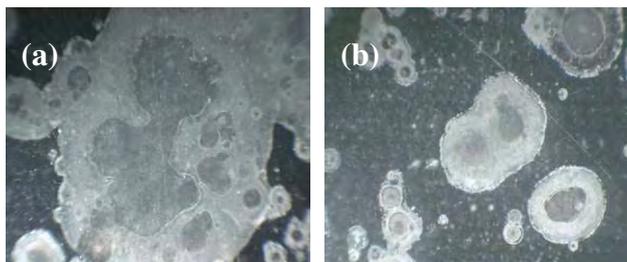


Fig. 3. Immagini al Microscopio Ottico (8x) di aree del campione E

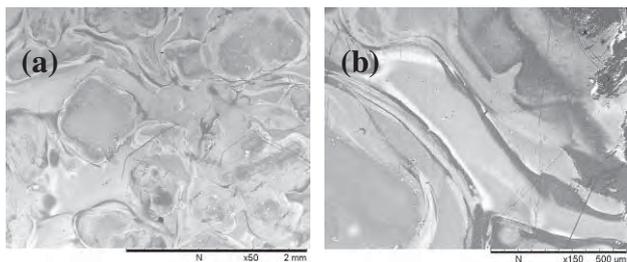


Fig. 4. Immagini SEM: (a) 50x di una zona del campione D; (b) 150x di una zona del campione D

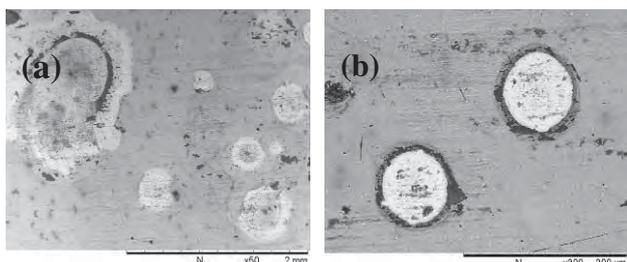


Fig. 5. Immagini SEM: (a) 50x di una zona del campione E; (b) 300x di una zona del campione E

2.1. SEM-EDS

Le analisi EDS dei campioni D ed E hanno permesso di riscontrare, in entrambi i campioni, i principali elementi costituenti il vetro (Ca, Mg, Na, O, Si e Al) e l'argento del film riflettente.

L'analisi puntuale dei campioni ha invece evidenziato la presenza di elementi diversi nelle porzioni anticate e in quelle non anticate dei due campioni.

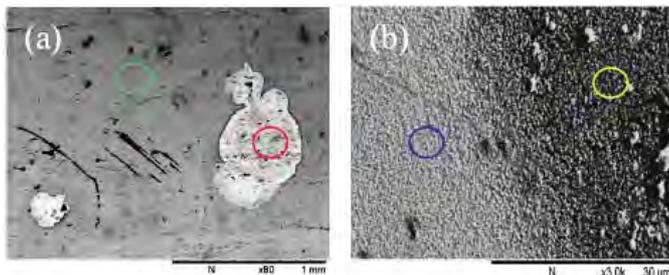


Fig. 6. Immagini SEM: (a) 80x di un'area del campione E; (b) 3000x di un'area del campione D

Le analisi SEM-EDS di una porzione del campione D in cui lo strato di argento appariva perfettamente riflettente [Fig. 6 (b), cerchio blu], e di una porzione dove tale strato appariva scuro [Fig. 6 (b), cerchio giallo] hanno permesso di rilevare una maggiore quantità di zolfo nella zona anticata rispetto alla integra zona riflettente. Questo potrebbe indicare, in accordo con i prodotti venduti sul mercato per l'invecchiamento dei metalli, l'uso di qualche composto di zolfo per l'imbrunimento delle aree anticate. Al contrario, le analisi SEM-EDS hanno rilevato che le macchie chiare del campione E (Fig. 6 (a), cerchio rosso) sono maggiormente ricche in mercurio rispetto alle zone dove lo strato d'argento non è anticato (Fig. 6 (a), cerchio verde).

Il campione E potrebbe quindi essere stato anticato usando mercurio. Questi, amalgamandosi con l'argento dello strato riflettente, potrebbe rimuoverne una parte, producendo le macchie che lasciano trasparire la vernice riflettente del retro dello specchio. I risultati dell'analisi EDS indicano quindi che esistono due diverse tecniche di antichizzazione, distinguibili anche mediante osservazione visiva. Gli specchi del primo tipo, come il campione D, mostrano la presenza di macchie omogenee e dai contorni non definiti, e la presenza di zolfo nelle aree scure, mentre gli specchi del secondo tipo, come il campione E, presentano singole e ben definite macchie ricche in mercurio.

2.2. EPMA-WDS

I campioni D ed E sono quindi stati analizzati mediante mappe EPMA-WDS. Sono state eseguite le mappe di numerosi elementi di cui era stata ipotizzata la presenza, al fine di determinare quali composti di zolfo e mercurio fossero stati usati per l'antichizzazione.

2.2.1. Antichizzazione con mercurio

L'analisi mediante mappe EPMA-WDS del campione E ha rivelato la presenza, oltre che di mercurio e argento e dei principali elementi che compongono il vetro, anche di stagno e zolfo.

La mappa EPMA-WDS in Fig.7 mostra che nel campione E lo strato di argento del film riflettente non è omogeneamente distribuito su tutta la superficie del vetro.

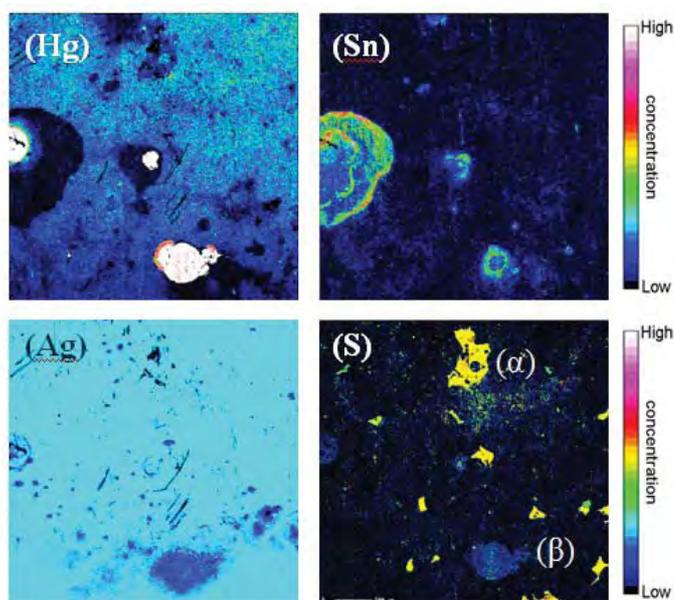


Fig. 7. Mappe EPMA-WDS di Hg, Sn, Ag e S del campione E

Sono presenti infatti piccoli graffi (probabilmente causati dall'asportazione meccanica della vernice protettiva dello specchio) e solo tracce di argento in corrispondenza di alcune delle macchie, a indicare che l'argento dello strato riflettente è stato parzialmente rimosso in tali zone.

La presenza di stagno e mercurio nelle zone interessate da antichizzazione del film d'argento permette inoltre di ipotizzare l'uso di un amalgama ricco in stagno per l'invecchiamento artificiale. La presenza

di stagno può essere infatti spiegata solo in relazione al mercurio usato per l'antichizzazione: lo stagno non è in grado di ossidare l'argento, per dare allo specchio l'effetto di antico. Non è quindi probabilmente utilizzato intenzionalmente come agente anticante, ma solo quale residuo di amalgama.

L'uso di un amalgama di stagno in luogo del mercurio puro, effettivo agente anticante per lo strato riflettente, risulta di difficile comprensione, essendo lo stagno inutile al processo. Tuttavia è possibile che tale amalgama provenga da antichi specchi ad amalgama, come successivamente confermato da alcuni antiquari che hanno menzionato lo smembramento e il riuso dell'amalgama degradato di antichi specchi. La polvere di amalgama raccolta da cocci di antichi specchi degradati veniva probabilmente sparsa sullo strato di argento prima della stesura della vernice protettiva [4].

L'argento tende, come lo stagno, ad amalgamarsi con il mercurio. La successiva rimozione dell'amalgama comporta così la rimozione di parte dell'argento dello strato riflettente, rendendo l'area interessata da antichizzazione meno riflettente rispetto al resto dello specchio e rendendo visibile, in alcuni casi, la vernice protettiva retrostante.

In Fig. 7 si evidenzia inoltre una separazione tra i due elementi dell'amalgama (Sn e Hg) dopo l'antichizzazione: piccole macchie circolari ricche di mercurio sono circondate da una corona ad anelli ricca di stagno. Questa separazione può essere spiegata dalla precipitazione dello stagno metallico in seguito all'amalgamazione dell'argento del film riflettente e/o dell'evaporazione del mercurio.

La mappa dello zolfo in Fig. 7 (S) mostra invece la presenza di due diverse tipologie di macchie, probabilmente indici di due diversi tipi di degrado del film riflettente. Le due tipologie di macchie riscontrate possono essere riconducibili alla presenza, nei diversi punti, di degrado naturale o artificiale.

Il primo tipo di macchie (α) è riconducibile alla naturale solforazione dell'argento del film riflettente dovuta allo zolfo presente nell'atmosfera. Si tratta di un comune processo di degrado degli specchi ad argento, come riportato in letteratura [1, 5, 6].

Invece le macchie del secondo tipo (β), il cui contenuto di zolfo risulta essere perfettamente correlato con quello di mercurio della mappa in Fig. 7 (Hg), potrebbero essere dovute alla presenza di tracce cinabro (solfo di mercurio, HgS), formatosi per reazione del mercurio con lo zolfo di provenienza atmosferica, nel mercurio utilizzato come agente anticante.

2.2.2. Antichizzazione con zolfo

In Fig. 8 sono presentate le mappe EPMA-WDS di Ag, K, S e Na del campione D. Esse sono utili al riconoscimento della tecnica di antichizzazione.

Al contrario delle mappe in Fig. 7, è possibile notare come non esista una separazione netta tra le zone anticate e quelle non alterate dello strato riflettente. La correlazione tra le mappe di Ag, S e K permette di avanzare l'ipotesi che il metodo di antichizzazione utilizzato in questo campione sia a base di solfuro di potassio.

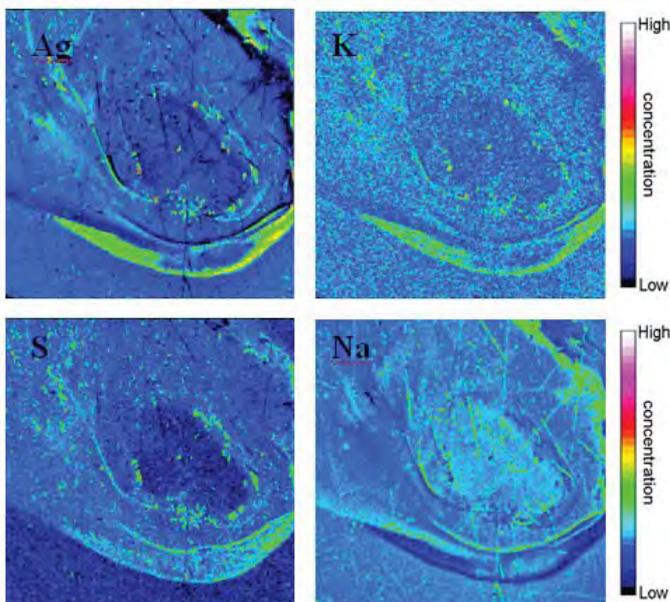
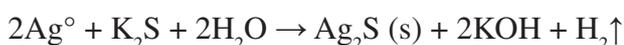


Fig. 8. Mappe EPMA-WDS di Ag, K, S e Na del campione D

Il solfuro di potassio reagisce con l'argento dello strato riflettente, formando solfuro d'argento e sali di potassio, secondo la reazione:



L'anti-correlazione di Ag, S e K rispetto a Na indica inoltre che la presenza di sodio, contrariamente al

potassio è dovuta al suo contenuto nel vetro. Questa tecnica di antichizzazione prevede probabilmente lo spruzzo di una soluzione di solfuro di potassio sullo strato di argento, in accordo con quanto consigliato dai produttori di articoli per l'antichizzazione dei metalli.

Essendo le macchie brune non riflettenti dovute all'antichizzazione corrispondenti alle gocce di solfuro di potassio spruzzate sulla superficie di argento, la tecnica utilizzata a tale scopo determina il tipo di *texture* delle macchie. Il colore delle zone anticate dipende invece dal tempo in cui la soluzione viene lasciata reagire.

Alcune ricette per anticare gli specchi prevedono anche l'aggiunta di ammoniacca nella soluzione. L'ammoniacca permette la dissoluzione di una maggiore quantità di argento rispetto alla soluzione di solfuro di potassio, in quanto forma complessi ammoniacali d'argento e facilita così la solforazione dell'argento [4].

Conclusioni

Le analisi SEM-EDS e le mappe EPMA-WDS hanno permesso di distinguere gli specchi antichi ad amalgama di stagno da quelli anticati, e i diversi tipi di specchi anticati tra loro, in accordo con alcuni pareri di esperti antiquari. Dai risultati di tali analisi sono emerse due diverse tecniche di antichizzazione comunemente utilizzate negli specchi in commercio: con solfuro di potassio e con il mercurio.

La prima prevede l'uso di solfuro di potassio in soluzione e prevede la formazione di solfuro di argento, che causa macchie scure e non riflettenti, che donano allo specchio l'effetto di antico.

La seconda tecnica prevede invece l'uso di mercurio sotto forma di amalgama: il mercurio causa l'amalgamazione dell'argento dello strato riflettente, che risulta quindi alterato e lascia in certi punti trasparire la vernice protettiva sottostante.

Attraverso questo lavoro si sono quindi potuti stabilire dei criteri per il riconoscimento delle tecniche di antichizzazione mediante la sola osservazione visiva del verso degli specchi.

Ringraziamenti

Si ringraziano F.lli Barbini, Bruno Rizzato, S.A.L.I.R. e Ongaro & Fuga per aver gentilmente donato alcuni frammenti di specchio. Ringraziamo inoltre sentitamente la Dr. Ligia M. Moretto, la Dr. Morena Silvestrini e il Dr. Michael Ongaro per le analisi SEM.

Bibliografia

- [1] E. Arizio, *Tesi di Laurea Magistrale: Specchi dal XVII secolo ai giorni nostri: studio chimico fisico preliminare su vetri, strati riflettenti e loro degrado*, Univ. Ca' Foscari di Venezia, 2012.
- [2] R. Hughes, M. Rowe in *The colouring, bronzing and patination of metals, a manual for the fine metal worker and sculptor*, The Crafts Council, London, 1982.
- [3] S. Panighello, V. S. Šelih, J.T. van Elteren, G. Sommariva and E.F. Orsega, Elemental mapping of polychrome ancient glasses by LA-ICP-MS and EPMA-WDS: a new approach to the study of elemental distribution and correlation, *Proceeding of Narnia Conference*, Bruxelles, 2012.
- [4] A.A.V.V., comunicazione personale, 2011.
- [5] L. R. Pederson, M.T. Thomas, Characterization of new and degraded mirrors with AES, ESCA and SIMS, *Solar Energy Materials* 1980, 3, 151-163
- [6] F. Geotti Bianchini, M. Preo, M. Verità, Contributo analitico alla comprensione del fenomeno della corrosione negli specchi con bordi lavorati, *Rivista della Stazione Sperimentale del Vetro* 2000, 3, 183-191.

I contenuti di questo lavoro sono stati originalmente pubblicati in inglese sulla rivista "Sciences at Ca' Foscari", (Vol. 1, pagg. 3-8, 2012 - <http://edizionicf.unive.it/index.php/SciCF/article/view/182>) dell'Università Ca' Foscari di Venezia. Risultati e figure sono qui riportati per gentile concessione delle Edizioni Ca' Foscari.

Autori

Elena Arizio, Emilio Francesco Orsega
Dipartimento di Scienze Molecolari e Nanosistemi,
Università Ca' Foscari di Venezia, Venezia
elenaarizio@virgilio.it
ors-ef@unive.it

Roberto Falcone, Giuseppe Sommariva
Stazione Sperimentale del Vetro, Murano, Venezia
rfalcone@spevetro.it
gsommariva@spevetro.it

Integrazione di celle solari di terza generazione nel vetromattone per la realizzazione di pannelli traslucidi fotovoltaici. Analisi prestazionale e stato dell'arte

Rossella Corrao, Dario D'Anna

1. Introduzione

La tecnologia DSSC (Dye-Sensitized Solar Cell, letteralmente “celle sensibilizzate a colorante”) rappresenta oggi l'ultima frontiera del fotovoltaico. Le DSSC sono particolari celle solari caratterizzate da una struttura nanometrica formata da un “sandwich” di layer sottili, assemblati tra due substrati conduttivi trasparenti. Tali celle, ottenute attraverso comuni processi di stampaggio, si distinguono da quelle tradizionali per caratteristiche quali la trasparenza, la possibilità di essere prodotte in diverse forme e colori, la flessibilità. Inoltre, dal punto di vista prestazionale, mostrano un ottimo comportamento anche in condizioni di illuminazione sfavorevole (installazione “non orientata”, luce diffusa, cielo nuvoloso).

Oggi il progetto e lo sviluppo di dispositivi fotovoltaici che integrano celle solari di terza generazione sono spesso basati su principi empirici e non è facile prevedere con esattezza quale sarà il comportamento di un sistema fotovoltaico DSSC prima della realizzazione di un suo prototipo. Tale problematica influisce direttamente sui processi di ottimizzazione degli stessi essendo, sovente, la realizzazione di uno o più prototipi un procedimento lungo e costoso. Da ciò nasce l'esigenza di sviluppare dei modelli matematici di comportamento che, prendendo in considerazione le caratteristiche fisiche fondamentali dell'oggetto, permettano di costituire un metodo di analisi di massima per la modellizzazione di dispositivi fotovoltaici DSSC, che preceda la loro realizzazione.

Ciò dovrebbe permettere di prevedere con sufficiente approssimazione quale possa essere il comportamento reale del dispositivo prima del suo effettivo assemblaggio, migliorando i processi di perfezionamento in termini di tempi e costi.

La comunità scientifica ha già sviluppato dei modelli per descrivere il comportamento ottico ed elettrico delle DSSC, mentre sono tuttora in fase di sviluppo modelli di tipo combinato¹. Tuttavia è già stato dimostrato che per la valutazione del comportamento ottico di sistemi DSSC è esaustivo un modello basato sulla legge di assorbimento di Lambert-Beer².

Si descrivono qui di seguito il metodo di analisi ed i risultati ottenuti in merito alle prestazioni del vetromattone integrato con DSSC, un prodotto edilizio innovativo per la realizzazione di involucri edilizi traslucidi energeticamente efficienti ed “attivi”, ideato nell'ambito dell'attività di ricerca condotta dagli autori presso il Dipartimento di Architettura dell'Università degli Studi di Palermo³. Di tale dispositivo, sono state elaborate quattro diverse ipotesi di integrazione, schematicamente descritte di seguito⁴:

- **Ipotesi 1:** Modifica di una delle conchiglie del vetromattone e deposizione di celle solari dye-sensitized sullo spazio piano della faccia esterna riquadrato dal bordo del vetromattone stesso, con mantenimento del profilo esterno.
- **Ipotesi 2:** Modifica di una delle conchiglie che compongono il vetromattone e deposizione di celle solari dye-sensitized sulla faccia esterna della conchiglia, resa interamente piana.
- **Ipotesi 3:** Deposizione di celle solari dye-sensitized sulla faccia interna di una delle conchiglie -ottenuta senza la modifica dello stampo- e successivo assemblaggio a freddo dell'intero vetromattone.
- **Ipotesi 4:** Inserimento di un modulo DSSC vetro su vetro all'interno della “cintura termica” in materiale plastico a cui sono incollate a freddo le conchiglie di vetro (Fig. 1)⁵.

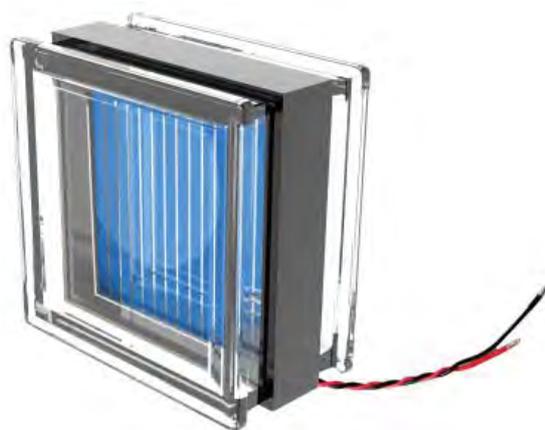
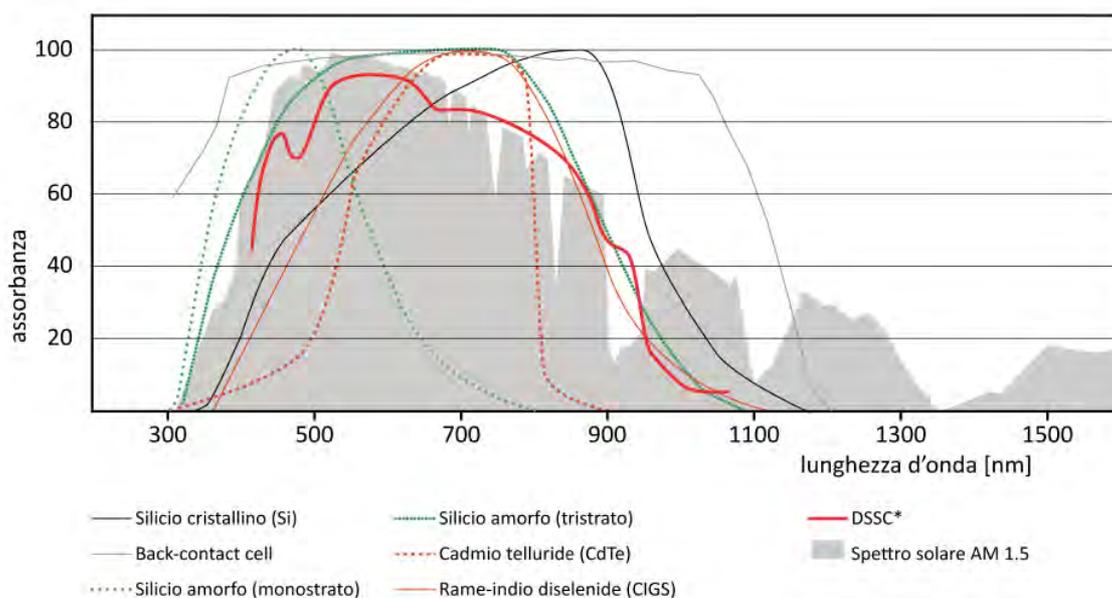


Fig. 1. Esempio di configurazione del vetromatton integrato con DSSC assemblato secondo l'Ipotesi 4

Lo studio delle prestazioni ottiche di questo prodotto, effettuato sulle quattro differenti ipotesi di integrazione, è significativo per almeno due aspetti: il primo riguarda la quantità di energia luminosa che raggiunge la superficie attiva delle celle e che influisce direttamente sulla loro efficienza; il secondo riguarda la valutazione di quella parte di energia luminosa che, nell'intervallo della luce visibile, attraversa il dispositivo o, in altre parole, la valutazione della sua trasparenza, caratteristica di fondamentale importanza in con-

siderazione delle modalità di impiego di questo prodotto⁶. In merito al primo di questi due aspetti, è interessante sottolineare come una cella di tipo dye-sensitized sia in grado di assorbire una maggiore porzione dello spettro solare rispetto a qualsiasi altra tecnologia fotovoltaica (Fig. 2); la possibilità di intervenire sulla combinazione di più coloranti, infatti, permette di variare lo spettro di assorbimento della cella quasi "a piacimento" e di assecondare quanto più possibile quello della radiazione solare.



* DSSC prodotta da Sony Ltd. che sfrutta il cosiddetto "effetto concerto", ottenuto dal mescolamento di coloranti con diversi spettri di assorbimento

Fig. 2. Spettri di assorbimento di differenti tipi di celle solari. Dati elaborati da: Photovoltaics, Edition Detail, 2010

2. Metodo di analisi

Per la determinazione delle caratteristiche ottiche del vetromattone integrato con DSSC si è fatto riferimento alla norma UNI EN 410:2011 “Vetro per edilizia - Determinazione delle caratteristiche luminose e solari delle vetrate”. In particolare sono stati calcolati per ciascuna delle diverse ipotesi:

- Il fattore solare (g);
- Il coefficiente di trasmissione luminosa nel visibile (τ);
- Il coefficiente di ombreggiamento (SC).

Si è proceduto, inoltre, al calcolo della quota parte di energia luminosa assorbita dalle celle al fine di valutarne le ripercussioni sull’efficienza delle stesse.

Tali analisi sono state effettuate attraverso simulazioni numeriche condotte servendosi di un software specializzato per l’analisi tridimensionale dei sistemi ottici⁷ (Fig. 3-4).

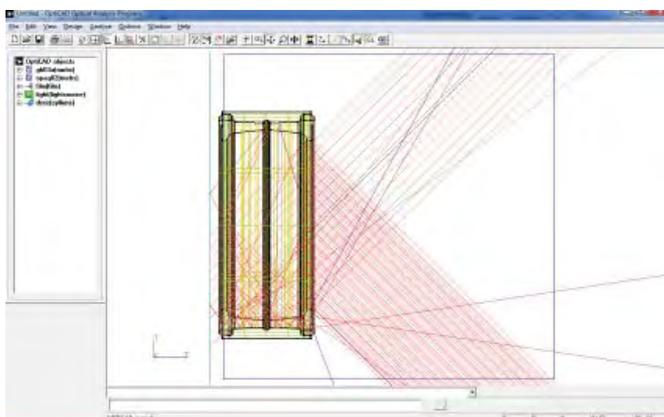
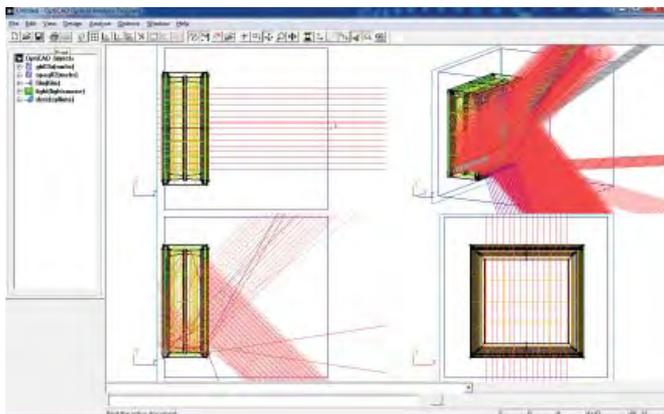


Fig. 3 e Fig. 4. Schermate illustrative delle analisi condotte sul vetromattone integrato con DSSC, realizzate con il software OptiCAD®

Il software sfrutta un algoritmo di raytracing geometrico basato sulla legge di assorbimento di Lambert-Beer e permette di modellizzare il comportamento di un sistema di lenti delle quali siano state definite la geometria e le caratteristiche ottiche (riflettanza, assorbanza, coefficiente di rifrazione, etc.), restituendo al termine di ciascuna simulazione una *Absorptance table*, ovvero un elenco contenente i valori di assorbimento relativi a ciascuno degli oggetti presenti nel modello.

Per ognuna delle ipotesi è stata considerata l’integrazione, con il vetromattone “standard” (19x19 cm)⁸, di un modulo DSSC preassemblato dello spessore complessivo di 6,1 mm, comprendente due substrati in vetro conduttivo tra i quali sono sigillate le celle. Il vetromattone ed il modulo DSSC sono stati introdotti come input dati nel software considerandoli, rispettivamente, come oggetti singoli. Si evidenzia qui la semplificazione divenuta necessaria nel corso delle simulazioni e che ha indotto a modellizzare il modulo DSSC come unico oggetto e non secondo i suoi strati componenti⁹.

In prima istanza le analisi sono state condotte considerando la fonte luminosa perpendicolare alla superficie esterna del vetromattone; successivamente si sono valutate le prestazioni del dispositivo al variare dell’inclinazione dei raggi. Per la valutazione della trasmittanza totale è stato, inoltre, inserito un film di controllo, ovvero un elemento bidimensionale posto al di là del dispositivo, con la sola funzione di registrare l’energia totale passante, come schematicamente mostrato in Fig. 5.

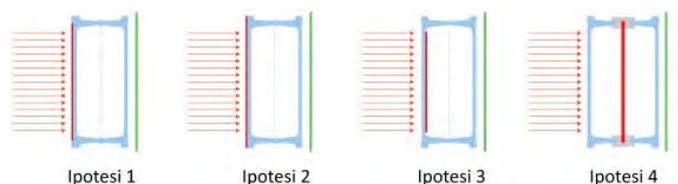


Fig. 5. Schemi di simulazione adottati per l’analisi delle prestazioni ottiche su 4 differenti ipotesi di integrazione del vetromattone con le DSSC. In rosso è indicata la posizione del modulo DSSC, in verde quella del film di controllo. Le frecce indicano la direzione della luce

A differenza delle celle solari di prima e seconda generazione, le celle di tipo DSSC sono dei prodotti altamente customizzabili. Questa proprietà comporta, conseguentemente, notevoli differenze tra cella e cella in riferimento sia all'efficienza e sia al comportamento ottico in generale. Per queste ragioni, nelle analisi effettuate, si è dovuto fare riferimento ad una cella in particolare per potere estendere, successivamente, il metodo ad altre celle. Si è, dunque, modellizzato un modulo DSSC che impiega un tipo di cella realizzata presso l'École Polytechnique Fédérale di Losanna e descritta approfonditamente, soprattutto dal punto di vista delle prestazioni ottiche, da Wenger et al.¹⁰. La stratigrafia di tale cella è riportata in Fig. 6.



Fig. 6. Stratigrafia di cella DSSC

Fonte: "Coupled Optical and Electronic Modelling of Dye-Sensitized Solar Cells...", Journal of Physical Chemistry C, 115, 2011

Sono state effettuate due diverse tipologie di analisi: una di tipo spettrale, in cui le simulazioni sono state svolte singolarmente per 12 diverse lunghezze d'onda, ed un'altra che utilizza contemporaneamente 12 lunghezze d'onda opportunamente pesate.

Le analisi sono state condotte considerando, inoltre, due diversi intervalli di lunghezze d'onda: tra i 400 ed i 1400 nm, per la determinazione del fattore solare (g)¹¹; tra i 430 ed i 720 nm, per la determinazione della trasmissione luminosa nel visibile (τ).

Per il calcolo di " g " le lunghezze d'onda sono state pesate in base al loro contenuto energetico; per la determinazione di " τ ", le stesse sono state pesate in base al prodotto del contenuto energetico ed il fattore di sensibilità dell'occhio umano. I risultati che si riportano di seguito sono stati ottenuti considerando nel software una sorgente luminosa collimata di energia unitaria, perpendicolare alla superficie frontale del vetromattone e di estensione pari a 14x14 cm, dimensioni che assicurano l'incidenza della luce sulla sola porzione piana della superficie esterna dello stesso.

3. Risultati e considerazioni finali

Si riportano graficamente i risultati delle simulazioni di tipo spettrale effettuate per le 4 diverse ipotesi di assemblaggio (Fig. 7).

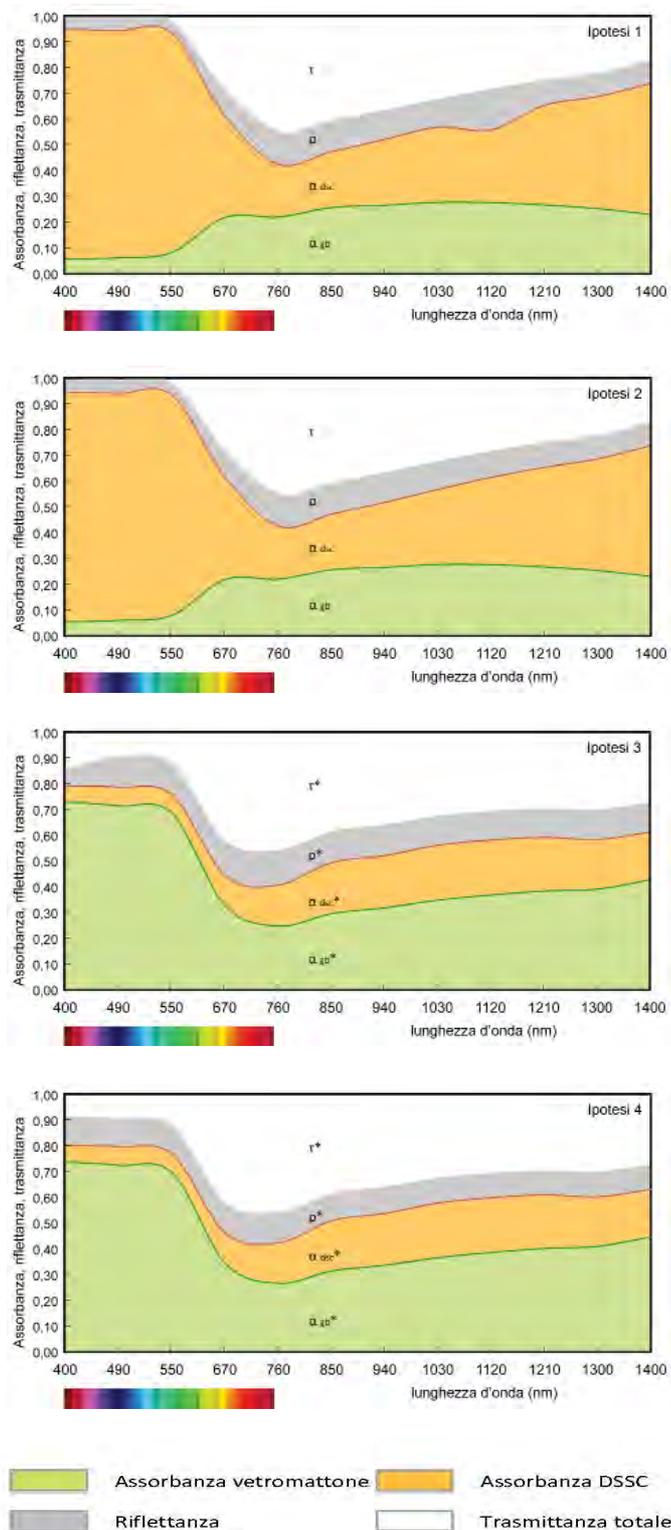


Fig. 7. Comportamento spettrale del dispositivo nelle 4 ipotesi di integrazione

I risultati delle simulazioni corrispondenti alle ipotesi 3 e 4 sono considerati poco attendibili. Deve, infatti, qui essere evidenziato il comportamento anomalo registrato, che descriverebbe il vetromattone come il componente con maggiore assorbimento ed il modulo DSSC come assorbente solo una piccola percentuale del flusso incidente (compresa tra il 5 ed il 20% nel comportamento spettrale). Inoltre la trasmittanza spettrale mostra sensibili differenze nei confronti delle ipotesi 1 e 2, comportamento che va contro le aspettative.

Poiché tale comportamento non ha effettivo riscontro fisico, è stata valutata la necessità di cambiare metodo di analisi per le due ipotesi in cui il modulo DSSC è posizionato dentro l'intercapedine del vetromattone. Si è, dunque, proceduto nelle simulazioni sostituendo al modulo DSSC un film di controllo nella stessa posizione per misurare l'energia che effettivamente raggiunge la superficie attiva delle celle, come mostrato in Fig. 8.

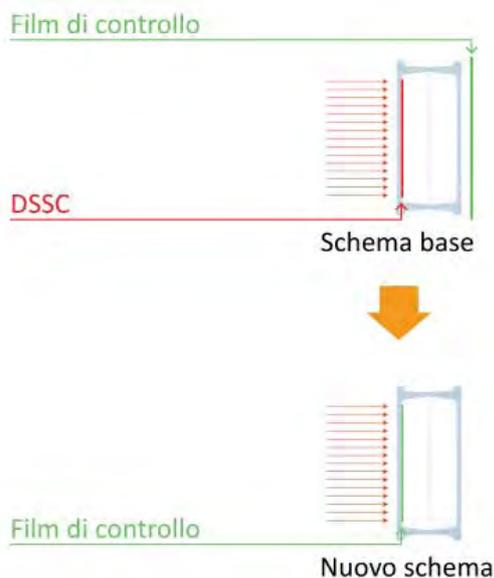


Fig. 8. Schema di base e nuovo schema sostitutivo utilizzato nelle simulazioni

Tale film ha registrato un valore di assorbimento pari a 80,1% (simulazione completa, su 12 lunghezze d'onda in contemporanea). Una semplice moltiplicazione può confermare la suddetta non attendibilità: considerando le celle posizionate all'esterno, a diretto contatto con la fonte luminosa, queste assorbono il 49,39%¹² del flusso incidente; quando

posizionate all'interno dovrebbero quindi assorbire approssimativamente il $49,39\% \times 80,1\% = 39,56\%$ e non il 13,94% come da risultato delle simulazioni (simulazione completa, su 12 lunghezze d'onda in contemporanea, ipotesi 3).

Confermata l'impossibilità di considerare attendibili i risultati ottenuti per le ipotesi di integrazione 3 e 4 utilizzando lo schema di base ed a seguito di un confronto nato a riguardo anche con gli sviluppatori del software di calcolo¹³, si è deciso di procedere con il metodo di stima delle prestazioni alternativo, descritto di seguito.

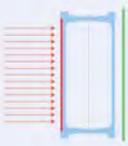
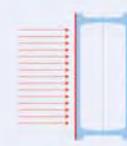
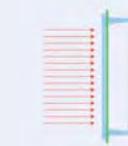
Attraverso lo schema sostitutivo sopra illustrato si è potuto, infatti, procedere in ogni caso, ad una stima dei due parametri fondamentali: *assorbimento energetico delle celle e trasmittanza totale*.

Per il calcolo dell'assorbimento delle celle nelle ipotesi di integrazione 3 e 4 si è proceduto moltiplicando il valore del flusso assorbito dal film di controllo all'interno dell'intercapedine per il valore del flusso assorbito dalle celle quando a diretto contatto con la fonte (spettrale e totale) e si è invece fatto riferimento ai risultati già determinati per le ipotesi 1 e 2 in merito alla trasmittanza (spettrale e totale). Per quanto riguarda quest'ultima è, infatti, lecito immaginare che non debbano esserci significative variazioni tra i risultati nelle 4 ipotesi, poiché dal punto di vista pratico il fascio luminoso (che incide in ogni caso su una superficie pari a 14x14 cm) attraversa sempre lo stesso pacchetto di elementi, semplicemente in ordine inverso nel caso delle ipotesi 3 e 4.

Si riporta dunque una tabella riepilogativa dei risultati ottenuti dall'analisi condotta utilizzando 12 lunghezze d'onda simultaneamente (v. Tab. 1).

Si può evidenziare un comportamento ottico pressoché equivalente per le 4 ipotesi di integrazione considerate. Il parametro che risulta determinate per la scelta di una ipotesi rispetto alle altre è, dunque, l'energia luminosa assorbita dalle DSSC, che individua come preferibili le ipotesi 1 e 2, con uno scarto di energia assorbita pari a circa il 10% rispetto all'energia totale. Tra queste, l'ipotesi 2 risulta essere la più efficiente, in quanto il modulo fotovoltaico presenta un'estensione maggiore. In ogni caso, rispetto

Tab. 1. Riepilogo dei risultati ottenuti relativo al comportamento ottico di un vetromattone integrato con DSSC

	IPOTESI 1	IPOTESI 2	IPOTESI 3	IPOTESI 4
Schema di simulazione				
Fattore solare (g)	31,25 %	31,24 %	31,25 %	-
Trasmissione luminosa nel visibile (τ)	3,73 %	3,64 %	3,73 %	3,73 %
Coefficiente ombreggiamento (SC)	0,36	0,36	0,36	-
Assorbanza DSSC	49,39 %	49,37 %	39,58 %	39,58 %

ai valori ottenuti, può essere considerato un incremento del 10% nella trasmittanza ottica totale di ciascun dispositivo progettato, per tener conto della presenza di aree non attive all'interno del modulo fotovoltaico che, in quest'analisi, non sono state considerate. Un modulo DSSC è, infatti, comunemente formato da una serie di celle di larghezza pari a circa 1 cm e lunghezza variabile, distanziate fra loro di 1 - 2 mm. Tale superficie non attiva, seppure funzionale alla sigillatura e messa a sistema delle celle, mediamente incide sull'area del modulo, appunto per il 10%. Ulteriori analisi sono in corso per la valutazione delle prestazioni riguardanti l'ipotesi 4, per la quale, nonostante l'energia accumulata sia in misura inferiore, è richie-

sto uno studio approfondito in merito, soprattutto, alle sue prestazioni termiche. Considerando infatti l'applicazione effettiva in un edificio, nel calcolo del consumo di energia globale, si dovrebbe tenere in conto anche il maggiore risparmio energetico legato al minore consumo di energia necessaria per la climatizzazione.

Si riportano, infine, graficamente i risultati delle simulazioni effettuate per le ipotesi 1 e 2 al variare dell'inclinazione dei raggi in merito al comportamento della trasmittanza totale calcolata rispettivamente per 30°, 45°, 60°. A 90° (raggi paralleli al piano contenente la faccia esterna del vetromattone) la trasmittanza converge a zero (Fig. 9).

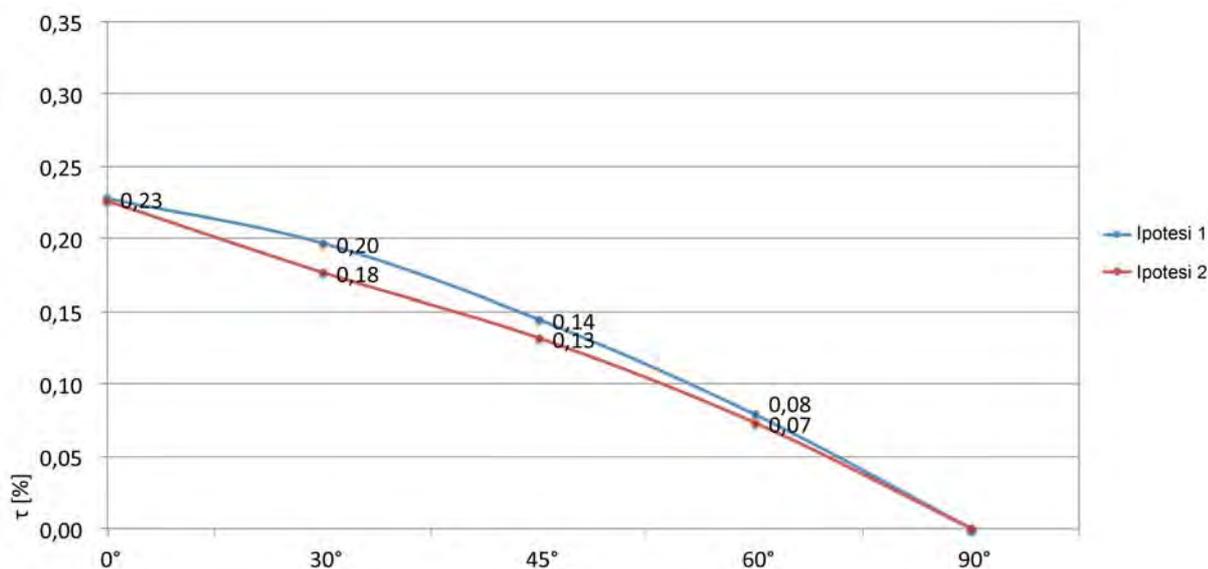


Fig. 9. Trasmittanza totale delle ipotesi 1 e 2 al variare dell'inclinazione dei raggi luminosi incidenti

4. DSSC: Lo stato dell'arte attraverso lo studio dei brevetti

L'interesse della comunità scientifica nella promettente tecnologia DSSC si riflette in un numero di pubblicazioni scientifiche e brevetti sempre crescenti. In particolare, per quanto riguarda la pubblicazione di brevetti, l'attuale panorama è complesso e in continua evoluzione.

La storia delle DSSC è relativamente recente: il primo brevetto pubblicato a riguardo risale al 1988 (EP0333641 M. Graetzel, P. Liska "Photoelectrochemical cell, process for making such a cell and use of this cell").

Si presentano di seguito i risultati di una ricerca condotta attraverso l'archivio online dell'EPO (European Patent Office) effettuata nell'archivio internazionale utilizzando le parole chiave "dye-sensitized solar cell". Attraverso tale ricerca sono state individuate 1625 "patents family", ovvero brevetti originati dallo stesso priority document¹⁴, nel periodo che va dal 1998 al primo semestre del 2011. Tali brevetti sono stati organizzati secondo lo schema riportato in Fig. 10 per costituire un esteso database digitale.



Fig. 10. Schema grafico delle analisi effettuate sui brevetti

Si è proceduto dapprima alla quantificazione dei brevetti pubblicati annualmente analizzando, al contempo, prima la nazionalità del brevetto (analisi geografica) e poi il particolare argomento trattato (analisi tecnica). Si è poi indagata la natura del brevetto in relazione al tipo di richiedente.

La crescita del numero di brevetti pubblicati ha avuto un andamento esponenziale a partire dal 2000 per circa 10 anni; a partire dal 2011 si è registrato invece un leggero calo, infatti i brevetti pubblicati nel primo semestre dello stesso anno sono in numero leggermente inferiore alla metà di quelli pubblicati l'anno precedente, come mostrato in Fig. 11.

Ciò è presumibilmente legato alle crescenti aspettative sull'uso delle energie rinnovabili maturate in tutto il mondo nella prima decade del 2000, che si sono tradotte in numerosi programmi di sostegno finanziario dei governi nazionali nei confronti di ricerca ed industria. Si ritiene che questa tecnologia sia stata, in questo periodo, ampiamente indagata mentre ci si aspetta, da oggi e per gli anni a venire, una maggiore diffusione dei brevetti legati ad applicazioni concrete, per una estesa diffusione di prodotti commerciali.

Malgrado l'elevato numero di brevetti pubblicati si può notare, invece, che la comunità scientifica è geograficamente ristretta; sono, infatti, solo 11 le nazioni che possono vantare un brevetto pubblicato in materia di celle fotovoltaiche a colorante. In questo senso le più produttive risultano essere, in ordine decrescente: Giappone, Repubblica Coreana, Cina. Anche paesi come Taiwan e Stati Uniti hanno registrato un numero rilevante di brevetti (Fig. 11). Inoltre le 1625 "patents family" individuate appartengono a soli 310 diversi richiedenti, anche questo un numero estremamente ridotto. Tra questi, circa l'80% appartengono a società ed imprese, mentre il restante 20% ad università o istituti di ricerca.

Queste percentuali, però, possono sensibilmente variare da paese a paese, come mostrato in Fig. 12; si veda, fra tutti, il caso della Cina, dove circa il 60% dei brevetti è, invece, pubblicato da enti di ricerca pubblici.

In Fig. 13 si mette in evidenza quale sia il numero di brevetti pubblicati da società o imprese, da università o istituti di ricerca ed il numero di brevetti nati dalla collaborazione di enti privati ed enti pubblici.

Un'ulteriore classificazione è stata effettuata in relazione all'oggetto del brevetto e sono state individuate, in particolare, le seguenti 12 categorie:

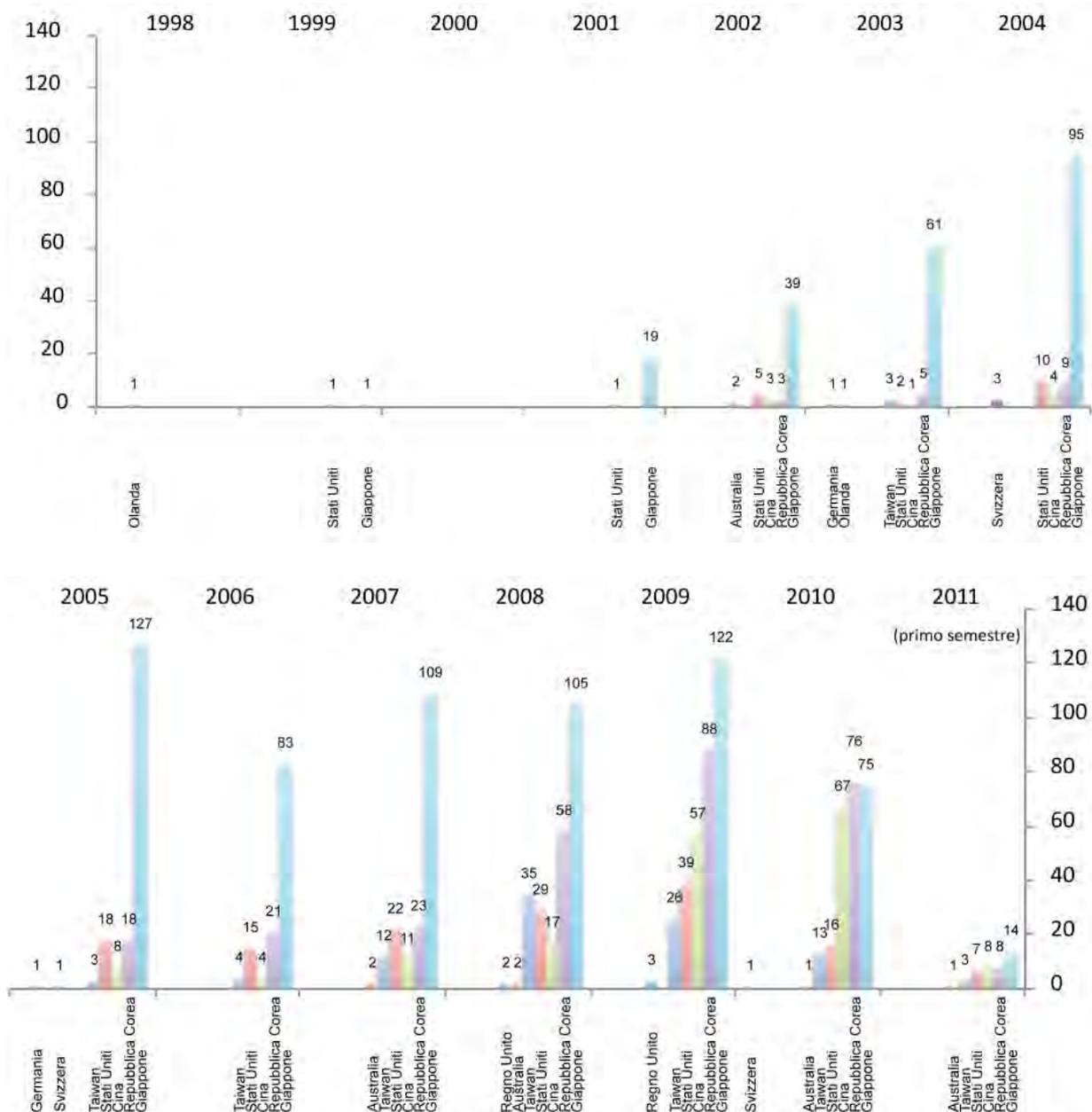


Fig. 11. Trend della brevettazione relativa alle DSSC con riferimento alla nazionalità del richiedente

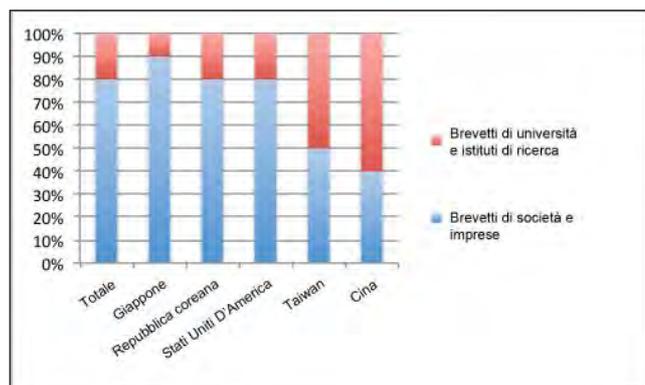


Fig. 12. Confronto percentuale di brevetti pubblicati da società o imprese rispetto a quelli pubblicati da università o istituti di ricerca

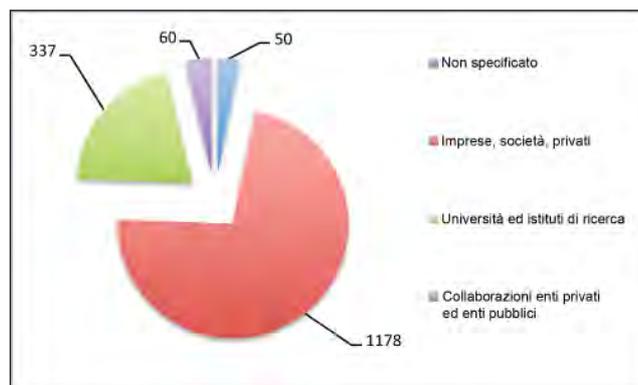


Fig. 13. Brevetti pubblicati da società o imprese, da università o istituti di ricerca, o da collaborazioni tra enti pubblici e privati

- 1) **DSSC metodi di fabbricazione:** principalmente si possono individuare due principali modelli di riferimento. Il primo è rappresentato da quanto inventato e brevettato da Graetzel ed O'Regan; tale modello, al quale si rifanno la maggior parte dei brevetti, è basato sull'uso di un fotoelettrodo costituito da nanoparticelle di biossido di titanio in forma mesoporosa, un elettrolita contenente ioni di iodio, un controelettrodo in platino. Un secondo modello è costituito dalle cosiddette celle monolitiche, brevettate da Kay et al.¹⁵;
- 2) **Moduli DSSC:** la realizzazione di moduli DSSC è uno dei temi più importanti e complessi legato allo sviluppo di questa tecnologia. Il cosiddetto *scaling* delle celle, dalle dimensioni di laboratorio (pochi cm²) a dimensioni maggiori non può avvenire semplicemente aumentando proporzionalmente le dimensioni e gli spessori degli strati e comporta, quindi, delle problematiche aggiuntive. Esistono almeno 4 tipologie di interconnessione tra le celle per la formazione di moduli: interconnessione "z", interconnessione "w", tipo "meandro", moduli monolitici¹⁶;
- 3) **Configurazioni del fotoelettrodo e paste di TiO₂:** il fotoelettrodo (come detto, generalmente costituito da una pasta di biossido di titanio in forma mesoporosa) rappresenta il cuore del sistema DSSC, influenzando sensibilmente sulla loro efficienza ed è stata la vera innovazione introdotta nell'invenzione. Questa categoria spesso si sovrappone con la categoria 1 (DSSC metodi di fabbricazione) visto il forte legame esistente tra questo sub-componente e la formazione della cella DSSC nel suo complesso;
- 4) **Coloranti organici ed inorganici:** i tipi di colorante più usati sono i coloranti inorganici basati su composti del rutenio. Tra questi si distinguono il colorante N3 (detto "colorante rosso") ed il cosiddetto black dye. Anche i coloranti di natura organica (estratti da piante e frutti) sono molto diffusi, sebbene le celle che ne fanno uso mostrano efficienze sensibilmente minori;
- 5) **Controelettrodi:** il materiale più diffuso per la realizzazione del controelettrodo è indubbiamente il platino. Come alternativa sono usati nanotubi polimerici o in carbonio;
- 6) **Tipi di elettrolita e relativa composizione:** generalmente sono usati elettroliti contenenti gli ioni redox I⁻/I₃⁻. L'elevata volatilità dell'elettrolita rappresenta un punto critico per la realizzazione di DSSC stabili a lungo termine;
- 7) **Substrati trasparenti conduttivi:** per massimizzare l'efficienza delle celle, i substrati usati devono avere elevata trasparenza e, al contempo, bassa resistenza superficiale. Si fa, quindi, uso di vetri sui quali viene disposto un sottile strato conduttore (TCO, Transparent Conductive Oxide). I più usati sono l'ITO (Indium Tin Oxide¹⁷) e l'FTO (Fluorine doped Tin Oxide¹⁸);
- 8) **Metodi di sigillatura e distanziamento delle celle:** la sigillatura delle celle è indispensabile per prevenire l'evaporazione e la dispersione del solvente che costituisce l'elettrolita¹⁹. È necessario che si faccia uso di materiali non stabili dal punto di vista chimico (per via del contatto diretto con l'elettrolita) e che possano, al contempo, proteggere dalla corrosione le connessioni metalliche usate per mettere in modulo le celle²⁰.
- 9) **DSSC flessibili:** la fabbricazione di DSSC flessibili è principalmente correlata alla possibilità di realizzare elettrodi e contro elettrodi flessibili. Per la realizzazione del fotoelettrodo, in sostituzione della pasta di TiO₂ usata nelle DSSC non flessibili, possono essere usate fibre conduttive (ad esempio fibre di vetro) rivestite di FTO o ITO. Per la realizzazione del controelettrodo si possono invece usare nanotubi in carbonio.
- 10) **DSSC solide:** ideate principalmente per ovviare al problema di elevata volatilità degli elettroliti liquidi, fanno uso di elettroliti allo stato solido o in forma di gel. Questa tipologia di DSSC è, ad oggi, in fase di sviluppo: malgrado si registri un miglioramento della stabilità della cella, le efficienze registrate sono, infatti, ancora piuttosto ridotte;
- 11) **Apparati per la manifattura ed il controllo:** quali simulatori solari, serigrafici, macchine laser, forni ecc.;
- 12) **Applicazioni:** grazie alle loro peculiari pro-

prietà come trasparenza, colorabilità, leggerezza, le DSSC offrono ampi campi di applicazione che vanno spesso oltre a quanto possibile utilizzando sistemi fotovoltaici tradizionali. Si segnalano applicazioni su: finestre, lampade, schermi led, veicoli, segnali stradali, pannelli per interni, sistemi di ventilazione, decorazioni.

Da un punto di vista tecnico, come mostrato in Fig. 14, la maggior parte dei brevetti riguarda i metodi di fabbricazione delle celle o i materiali semiconduttori utilizzati per la realizzazione del fotoelettrodo. Altri campi particolarmente studiati sono: i coloranti, l'elettrolita, i substrati ed i moduli.

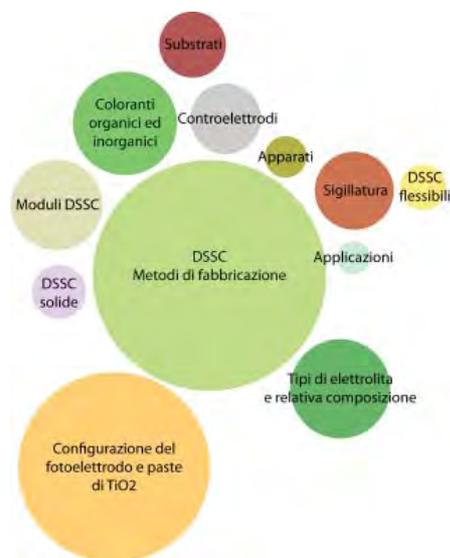


Fig. 14. Magnitudo relativa tra le 12 categorie

Risulta evidente che mettendo insieme le due categorie “DSSC Metodi di fabbricazione” e “Configurazioni del fotoelettrodo e paste di TiO_2 ” praticamente si ottiene più della metà del totale dei brevetti. Tale sproporzione è da attribuirsi al forte legame esistente tra l'efficienza delle celle ed il tipo di fotoelettrodo utilizzato (che è comunque fulcro e parte sostanziale anche dei brevetti sotto la categoria “DSSC Metodi di fabbricazione”) poiché l'efficienza è il principale fattore che può rendere le DSSC commercializzabili e dunque in grado di produrre profitto.

L'integrazione delle DSSC nel vetromattone può, certamente, contribuire alla diffusione di questa nuova tecnologia fotovoltaica dando vita ad un innovativo prodotto edilizio strettamente connesso all'industria vetraria, utile alla realizzazione di involucri traslucidi sostenibili, in linea con i dettami normativi in materia di risparmio energetico e di salvaguardia ambientale.

Note

1 Wenger S. et al. hanno gettato le basi per la costituzione di un modello optoelettronico per l'ottimizzazione sistematica assistita di dispositivi DSSC. L'output del modello ottico viene utilizzato come input nel modello elettronico. Cfr. Wenger, S., Schmid, M., Rothenberger, G., Gentsch, A., Graetzel, M., & Schumacher, J. O. (2011). Coupled Optical and Electronic Modeling of Dye-Sensitized Solar Cells for Steady-State Parameter Extraction. *J. Phys. Chem. C*, 115, 10218–10229.

2 La legge di Lambert-Beer è una legge di tipo esponenziale che lega l'assorbimento luminoso dei corpi alle proprietà dei materiali che il raggio luminoso attraversa. Cfr. Wenger S., et al., “Coupled Optical and Electronic Modeling of Dye-Sensitized Solar Cells...” op. cit.

3 Si vedano anche:

- Corrao, Rossella, Morini, Marco, “Integration of Dye-Sensitized Solar Cells with Glassblock”, in *Czasopismo Techniczne. Budownictwo - Technical Transactions*, Politechnika Krakowska, z. 2-B/2012, Issue 3, Year 109, Kraków, 2012, pagg. 55-64.
- Corrao, Rossella, D'Anna, Dario, Morini, Marco, Pastore, Luisa, “Vetromattone fotovoltaico. Moduli con celle “Dye-sensitized” integrati nel vetromattone per la costruzione di pannelli traslucidi fotovoltaici multifunzionali”, *Casa & Clima*, n° 41, Anno VIII, Gennaio-Febbraio, 2013.
- Morini, M. “Involucri edilizi sostenibili: Integrazione di celle solari di terza generazione nel vetromattone per la realizzazione di pannelli traslucidi fotovoltaici”, Tesi di laurea, Facoltà di Ingegneria di Palermo, a.a. 2010-2011;

- D'Anna, D., "Sustainable Building Envelopes: DSC Integrated Glassblocks. Performance Analysis / Involucri Edilizi Sostenibili: Integrazione di Celle Solari di Terza Generazione nel Vetromattone. Analisi Prestazionale", Tesi di laurea, Facoltà di Ingegneria di Palermo, a.a. 2011-12. Da quest'ultima sono tratte le informazioni contenute in questo articolo.

4 Cfr. Corrao, R., Morini, M., "Integrazione di celle solari di terza generazione nel vetromattone per la realizzazione di involucri edilizi traslucidi fotovoltaici", *Rivista della Stazione Sperimentale del Vetro*, vol. 43, n° 3, Maggio-Giugno 2013, pagg. 11-21.

5 Le diverse ipotesi di integrazione delle DSSC nel vetromattone sono coperte da brevetto. Cfr.: PCT/IT2013/000069, Corrao, R., Morini, M., Pastore, L., *A hybrid solar cells integrated glassblock and prestressed panel made of dry-assembled glassblocks for the construction of translucent building envelopes*, WO 2013132525 A2, 12 Settembre 2013.

6 Il vetromattone è un prodotto il cui utilizzo, dopo un periodo di declino, ha negli ultimi anni registrato un sensibile incremento soprattutto per applicazioni esterne. Relegato nel XIX sec. ad impieghi decisamente limitativi per le sue caratteristiche (quali trasparenza, bassa trasmittanza termica, resistenza al fuoco ecc...) ed usato principalmente come elemento di arredo interno, è stato riportato in auge per la costituzione di involucri edilizi traslucidi da varie archistar di fama internazionale.

7 Si è utilizzato il software OptiCAD®, sviluppato da OptiCAD Corporation, Santa Fe, New Mexico. Il software messo a disposizione dall'ex Dipartimento di Ricerche Energetiche ed Ambientali (DREAM) dell'Ateneo di Palermo è stato utilizzato con il supporto del prof. M. Beccali.

8 Viene qui inteso vetromattone "standard" il modello "CLEAR Q19 SMOOTH TRANSPARENT" di Seves S.p.A., Firenze.

9 Il software, infatti, ha restituito risultati poco attendibili per simulazioni in cui vengono modellizzati film sottili (spessori di poche centinaia di nm, comparabili con la lunghezza della fase della radiazione luminosa). Un confronto con gli sviluppatori ha mostrato che è possibile ottenere risultati diversi utilizzando le ultime release del software, non disponibili all'atto del lavoro che qui si illustra.

10 Wenger S., et al., "Coupled Optical and

Electronic Modeling of Dye-Sensitized Solar Cells..." op. cit.

11 La norma UNI EN 410:2011 richiede, per la determinazione del fattore solare, che sia preso in considerazione l'intervallo tra i 300 e i 2500 nm. Considerando un intervallo ristretto, in questo caso tra i 400 ed i 1400 nm (tale intervallo è stato selezionato per carenza di informazioni sul comportamento delle DSSC al di fuori dello stesso) si commette un errore di minima entità, poiché è minima l'energia luminosa solare contenuta nelle lunghezze d'onda oltre i 1400 nm.

12 È il dato registrato nel caso dell'ipotesi 1 per simulazione completa su 12 diverse lunghezze d'onda in contemporanea.

13 I risultati contraddittori nascono nel momento in cui il raggio luminoso colpisce prima un elemento con indice di rifrazione minore, poi uno con indice di rifrazione maggiore (è il caso delle ipotesi 3 e 4). A riguardo gli sviluppatori del software hanno dichiarato la possibilità che si tratti di un bug.

14 Ovvero brevetti che nascono dalla stessa richiesta, pubblicata in diversi paesi del mondo.

15 Kay A. et al., "Monolithic, series-connected photovoltaic modules and processes for their preparation", brevetto DE19540712, Germania, 1995.

16 Cfr. Hagfeldt, A., Boschloo, G., Sun, L., Kloo, L., & Pettersson, H. (2010). Dye-Sensitized Solar Cells. *Chem. Rev.* (110), 6595-6663.

17 trad. Ossido di indio e stagno.

18 trad. Ossido di stagno drogato con fluoro.

19 Generalmente una soluzione di acetone nitrile.

20 Surlyn (Du Pont™), un copolimero di etilene ed acido acrilico, possiede le suddette caratteristiche.

Autori

Rossella Corrao
 DARCH Dipartimento di Architettura
 Università degli Studi di Palermo
 rossella.corrao@unipa.it

Dario D'Anna
 libero professionista
 dannadario@gmail.com

Experimental performance of glass beams

Stefano Agnetti, Emanuela Speranzini

Introduction

The glass is brittle and its tensile strength is small and unreliable due to the random distribution of surface flaws and impurities that induce cracks suddenly. Due to its characteristics, the ductility of structural glass elements must be ensured through the design of the constituent elements. There are several ways of improving the strength of glass, for example reinforcing the glass elements by means of glass/carbon fiber rods [4], or steel band [5, 6], or steel profile [6, 10], or CFRP rebars [1].

The authors of this paper made an element obtained by coupling glass with GFRP (Fibre-Reinforced Plastic) with the aim of upgrading the specifications of glass by increasing its tensile strength and increasing its degree of safety on breaking [8]. After the first tests, new types of beams were studied and new experimentations were performed. The satisfactory results suggested the making of beams alternating glass and sheets of GFRP, coupling glass and glass fibres pultruded profile and combining glass and steel [9].

1. Adhesion tests on materials

In the behaviour of the elements obtained by coupling the glass with other reinforcing materials, the adhesion between the various components plays an important role. Therefore tests for pull-out were carried out to evaluate the adhesion force as a function of the bond length. Specimens consisting of glass and fibers were prepared using various types of reinforcement (glass fiber, steel fiber and pultruded profile), in different lengths of anchor and different epoxy resins for the bonding (Resin 1 is viscous and no-transparent, Resin 2 is fluid and transparent).

1.1 Glass and glass fibers

Samples were prepared, each of which consisted of glass elements to which different types of fibre had been glued according to the different lengths of anchorage (50, 100 and 150 mm). The results obtained in the case of the gluing length of 50 mm showed the detachment of the composite material from the glass, while for the length of 100 mm and 150 mm there was the breaking of the glass fiber due to the reaching of the ultimate tensile stress. Resin 2 was used for the bonding.

Table 1: Results of the adhesion tests

Length [mm]	Glass - Steel Fibers Resin 1		Glass - Steel Fibers Resin 2		Glass - Glass Fibers Resin 2	
	Mean Load[N]	Mean Adhesion [Mpa]	Mean Load[N]	Mean Adhesion [Mpa]	Mean Load[N]	Mean Adhesion [Mpa]
50	1589.86	1.06	4717.40	3.14	6972	6.97
100	2545.33	0.85	6578.90	2.19	8008	4.00
150	3859.17	0.85	6984.70	1.55	9820	3.27
200	5168.53	0.86	7004.90	1.17	-	-

1.2 Glass and steel fibers

Some samples were prepared using two types of epoxy-resin and gluing the steel fiber according to different lengths of adhesion: 50 mm, 100 mm, 150 mm e 200 mm. (Tab. 1).

Table 1 shows the mean values of the failure load and the failure adhesion stress. The values of the failure load in the case of Resin 2 were greater than the ones of the Resin 1. For Resin 2 there was a significant increase of the load between 50 mm and 100 mm of the bond length. For Resin 1 the load increases with the increment of the bond length, while the value of the adhesion stress is similar for the length of 100, 150 and 200 mm.

1.3 Glass and GFRP pultruded

The samples was made coupling glass sheet with pultruded element. The bonding was carried out in two different ways: applying the Resin 2 after a coat of primer or using Resin 2 alone. The samples without the primer showed good results in term of the ultimate adhesion load, while the ones with the primer provided lower values of the adhesion (Tab. 2).

Table 2: Results of the adhesion tests for Glass-GFRP pultruded

Sample	Max load [N]	Min load [N]	Mean load [N]	Mean Stress [MPa]
Without-p	10814.0	4430.3	7306.97	2.9228
With-p	3133.2	1531.5	2183.21	0.8733

2. Glass beams

Structural behaviour was analysed by subjecting the beams to four-point bending tests. The behaviour of the beams can be clearly seen: all specimens showed a pre-critical phase characterized by a linear phase until the first crack, after which there was a drop

in the load followed by a rising of the load and the forming of new fissures which occurred in the beam until collapsing. In all the experiments the beams showed residual resistances and a great value of the ratio between final failure displacement and initial failure displacement which is indicative of a ductile behaviour.

2.1 Glass beams with glass fibers

In the first experimental stage two different types of glass beams made from sheets of float glass with GFRP were designed, constructed and subjected to bending tests. The total length was 2500 mm and the cross section was 80x170 mm. In prototype "GFRP-H" the float glass sheets with thickness of 8 mm were laid horizontally, alternating with sheets of GFRP. In prototype "GFRP-V" the glass sheets were placed side by side vertically, with glass fiber inter-lays. The results are shown in Figure 1: the beams present a good ductile behavior characterized by a considerable rising of the load. "GFRP-H" beam present a better ductile behavior than "GFRP-V" beam, because of the horizontal disposition of the sheets.

2.2 Glass beams with GFRP pultruded profile

In the second experimental stage, two types of glass beams (float glass "P-FG" and tempered glass "P-TFG") were made by coupling glass sheets and glass fibres pultruded profile, in "C" shape, applied to the intrados. All the beams were of the same size: the total length was 3000 mm and the cross section was 50.8x206.5 mm. Four glass sheets are at the core of the beam and two glass sheets are placed outside to closure, supported on the wings of the profile. The glass sheets have been glued between them and the pultruded profile through epoxy resin. The behaviour of the post-critical phase is characterized by peaks corresponding to the progressive fissures of the glass (Figure 2). In this phase, the beam increases its bearing capacity but the final failure load does not always exceed the initial failure load, even if the pultruded profile ensures a good ductile behaviour.

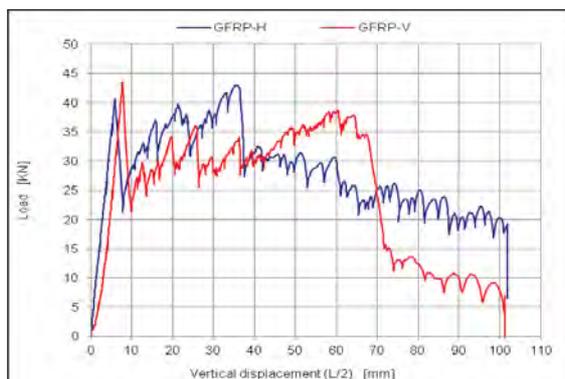


Figure 1. Load-displacement curves of the glass beams with glass fibers

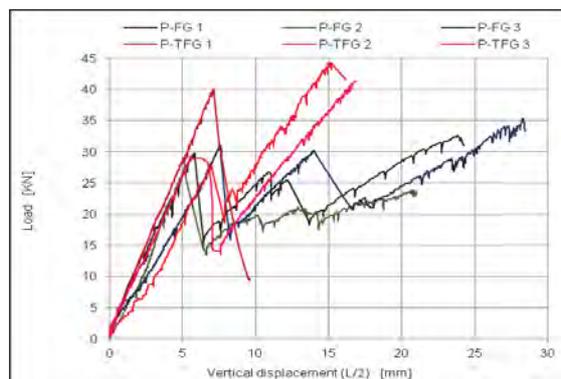


Figure 2. Load-displacement curves of the glass beams with pultruded profile

2.3 Glass beams with steel profile

Glass beams were made by coupling glass sheets and steel profile, in “C” shape, applied to the intrados. The behaviour was compared with that of the beams reinforced with pultruded profile. All the beams were of the same size: the total length was 1100 mm and the cross section was 50 x120 mm.

The glass beams coupled with steel elements has a behaviour similar to that of the beams with pultruded. The first shows a better behavior in the post critical phase in which the load exceeds always the initial failure load and there aren't sudden drops in the load (Figure 3). The stiffness of beams reinforced with steel, higher than that of the pultruded profile, allows the system to establish new configurations of balance without causing sudden load decreases.

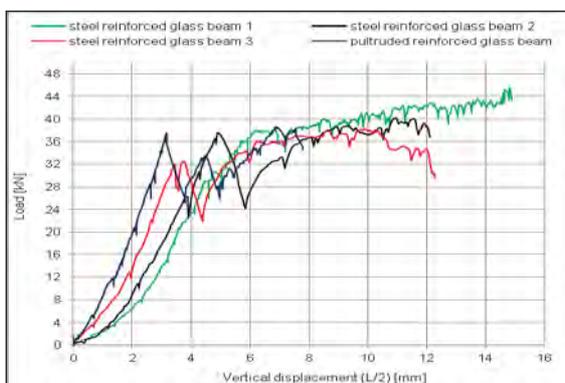


Figure 3. Load-displacement curves of the steel profile reinforced beams

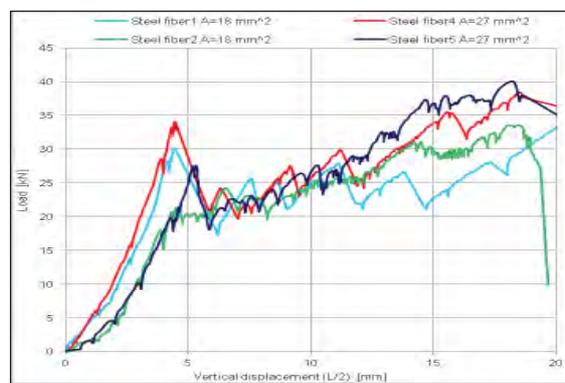


Figure 4. Load-displacement curves of the steel fiber reinforced beams

2.4 Glass beams with steel fibers

Glass beams were realized by coupling the glass with steel fibers and inox steel fibers. Different areas of steel were applied to the intrados of the beams to evaluate the influence of the reinforcement area on the resistance (Figure 3).

Ductility factors can be calculated for each types of glass beams with reference to the collapse of the beam and the initial failure when the glass reaches the maximum tensile stress: the ratio between the rotation of the section in both the situations (“section ductility”), and the ratio between the displacement of the beams at the collapse and the initial failure (“structural ductility”).

3. Investigation with the DIC technique

Preliminary studies regarding the formation of cracks of the beams subjected to the bending tests have been performed using the Digital Image Correlation technique (DIC). This technique is based on the acquisition and analysis of a set of digital images. DIC measurement principle is based on comparison of a reference and at least one deformed image of a random pattern of the surface of the object. Strains are calculated from the displacement of pixel blocks (subsets, windows etc). The recent development of the DIC is due also to the performance improvement of cameras for image acquisition, in terms of resolution and acquisition speed. In this case the image acquisition system, which is controlled by PC, consists of a reflex camera for the image acquisition and two synchronized flashes to illuminate the sample surface.

In this investigation the image acquisitions have been performed during the bending tests. Therefore

it has been possible to detect cracks by means of the measure of the displacement field on the surface of the glass beams and to identify the beginning of cracks. The goal is to determine the parameters of fracture mechanics (for example the stress intensification factor K_I and the fracture energy G) and measure stresses.

In the case of the beam subjected to bending tests, measured the length of the crack (a) by means of DIC, it is possible to study the variability of the factor K_I as function of the ratio a/h , where h is the height of the beam. It is also possible to determine the growth rate of the fracture, correlated to the stress intensification factor.

In the Figures 5 and 6, a typical acquisition concerning the stress before the failure of the beam subjected to bending are shown. In the case of the beam with a defect, concentrations of traction tensions can be seen in the area near the defect, in the lower surface from which starts the cracks.

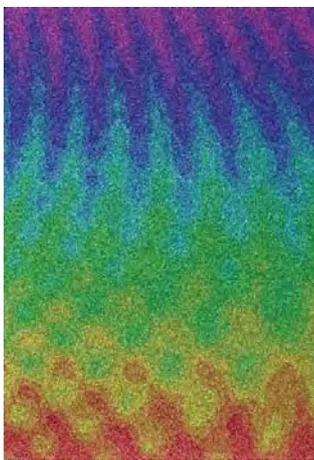


Figure 5. Stress before the failure in the beam without defects

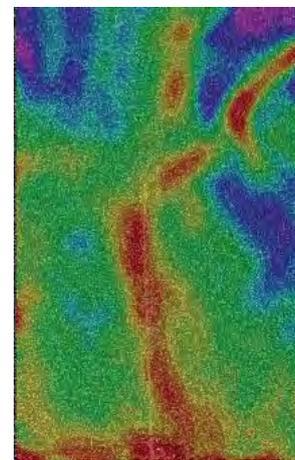


Figure 6. Stress before the failure in the beam with defects

References

[1] Cagnacci E., Orlando M., Spinelli P., (2009) "Experimental campaign and numerical simulation of the behavior of reinforced glass beams", Proceedings of GPD, Tampere, Finland, 12-15 June 2009, p. 484-487.

[2] Ferretti D., Royer-Carfagni G., Rossi M., Silvestri M. (2009), "An experimental study of crack propagation in glass with the Electronic Speckle Pattern Interferometry". Proceedings of GPD, Tampere, Finland, 12-15 June 2009, p. 208-212.

[3] Ferretti D., Rossi M., Royer-Carfagni G. (2010), "The plasticity of glass", Proceedings of XXV A.T.I.V. Conference, 18-19 November 2010 Parma, Italy.

[4] Louter C., Belis J., Veer F., Lebet J. (2011) "Durability of SG-laminated reinforced glass beams". Proceedings of GPD, Tampere, Finland, 17-20 June 2011, p. 343-347.

[5] Netusil M., Eliasova M. (2011) "Hybrid steel-glass beams with polymer adhesive". Proceedings of GPD, Tampere, Finland, 17-20 June 2011, p. 294-298.

[6] Nielsen J. H., Olesen J.F. (2008), "Mechanically reinforced glass beams", Structural Engineering, Mechanics and Computations 3.

[7] Sedlacek G., Wellershoff F., Kasper R. (2004): "Basis of design and standard codes for glass structures", Proceedings of Workshop Building with Glass Structures, Pisa, Italy.

[8] Speranzini E., Neri P. (2007), "On the bending of GFRP reinforced glass element", Proceedings of Conference APFIS, 12-14 December 2007, Hong Kong.

[9] Speranzini E., Agnetti S. (2011) "Glass-steel structural elements: bending behaviour". Proceedings of CTA, Ischia (NA), Italy, 9-12 October 2011.

[10] Watson J., Overend M. (2011) "Novel connections for steel-glass and glass-glass structures".

Proceedings of GPD, Tampere, Finland, 17-20 June 2011, p. 290-293.

Authors

Stefano Agnetti, Emanuela Speranzini
Department of Civil and Environmental Engineering
University of Perugia, Italy

The use of glass in renovations: recent developments in architecture and building technology

Benedetta Marradi

Introduction

The recent issues related to energy saving and environmental sustainability in the construction sector are particularly problematic for professionals dealing with existing buildings, especially when buildings have a historic value: which is the most appropriate approach to have when renovating existing envelopes? How should a project balance the need to comply with regulatory standards and the issue of conservation, reuse and renovation of architecture?

These topics emerge significantly if we consider the glass components of an existing façade, due to two different reasons:

- Glass elements, especially if used in continuous curtain walls or in high wall to window ratio surfaces, determine significantly the performance of the entire envelope. Furthermore, it is relatively easier to increase the thermal performance of existing opaque components, by adding, for instance, one or more layers of insulating material, while it is very complex to improve the behaviour of transparent elements: then, it is extremely important to know and compare available technologies and innovative products.
- Some categories of buildings belonging to modern and contemporary architecture (i.e. industrial buildings dating back to XIX-XX centuries, Modern architecture from the 1930s to International Style buildings) are mainly characterized by an extensive use of glass surfaces, that often perform poorly and increase the energy load: their improvement must always be balanced with restoration principles and must respect original architectural features.

In addition, it is also important to underline that a wide use of glass in renovations shall be carefully assessed case-by-case, since glass, due to its qualities of transparency and its innate ability to create buildings from minimal visual impact, can be often adopted to integrate, partially or totally, gaps and entire portions of existing buildings. The design and construction process for renovating glass façades require a complex and multi-objective approach, not only for “iconic” buildings, but also for existing structures with minor historic value: this debated topic often comes up against with the needs to replace an underperforming façade and the requirements to improve the occupants well-being [1].

The research project focuses on the use of glass systems in interventions on building heritage, with a critical examination of recent works. Some paradigmatic case-studies have been analyzed and compared, from several viewpoints: building technology, structural and energy aspects, aesthetics and metaphysical values. The main aim is to capture the fundamental steps related to the design process for re-facing and upgrading glass façades, especially by using novel technologies such as double skin façade (DSF) systems. The concepts and the projects that are briefly exposed in this paper are then only a part of a wider on-going work, regarding the optimization of design and construction process in glass façades renovations.

The scope of the present paper is also to underline the importance of a correct and integrated design and to summarize the main steps that shall be considered in a process map for glass renovations. As a technical solution, environmental control integrated with façade design is recognized as a useful stra-

tegy in terms of energy-efficient building renovation [2]; the principles of DSFs systems are studied and discussed, in order to find out significant design parameters.

Two different case-studies are then illustrated: both of them involve the complete renovation of an existing building, now devoted to office headquarters, but the adopted strategies can be “paradigmatic” and embody completely different approaches towards design process and novel technological solutions.

1. Integrated design process for glass façade renovation

1.1 Methodological issues: the importance of monitoring and the development of process mapping

Modern glass façade projects involve a wide range of disciplines and materials, that shall be carefully assessed since the early stages of design process to achieve an optimal outcome [3]; moreover, renovations present further constraints and complexities, involving geometry, structural and thermal issues, aesthetics. In particular, modern and contemporary renovations for buildings in which glass façades play a fundamental role have to cope with different issue: the need to repair and prevent from degradation, the norm and code compliance, the preservation of key-architectural features.

The main task is to enhance a process mapping for glass façades renovations; first, different kinds of works are divided into classes, that require specific design approaches (local repair and general conservation; replacement of the entire facade with similar frames or with a totally new cladding system; construction of an additional glass facade). Then, a process map describing renovation projects for existing glass envelopes is developed and verified; as a demonstration, the process is validated for real-world façade projects, and the validation consists of the following steps:

- A simplified process map is produced for use in interviews with selected industry experts.
- The industry representatives are asked to work through the process maps, step by step, adding information and making corrections.

- The first version of the map is then reviewed and the corrections are incorporated, using the BPMN-BuildingSMART notation.

The development of the process mapping has showed that one of the main issue when dealing with an existing envelope is to assess how it is actually performing now. The evaluation of existing performances shall be deduced by monitoring and *in-situ* tests, concerning thermal and structural behaviour. The number and the types of monitoring shall be defined in the early steps of design, to undertake useful surveys and obtain the information for the baseline benchmark: this is the basis to develop technical solutions and to compare different options.

Moreover, the analysis of case-studies revealed that two of the main problems related to glass renovations concern *safety* and *energy improvement/enhancement* of internal comfort; these issues should be discussed and included in the design of the entire building from the very beginning: too often the façade design is carried out when fundamental decisions, for instance pertaining to the HVAC system, have already been taken; at this point it can be too late to benefit fully of advanced façade solutions.

There is a pronounced need for an understandable design process and a common language in order to characterise and communicate the performance of innovative systems; for instance, quantities such as U-value and solar factor are not readily applicable when the envelope interacts with the ventilation system, and traditional ways of designing HVAC systems may not be adequate when assessing possible application of innovative solutions.

Furthermore, the problem of renovating glass façades shall not be intended only by an energy and technical performance point of view, but it must also be seen in terms of the more general theme of conservation and reuse of architectural heritage, especially for listed buildings: the external skin defines the unique identity of a building, and its image must be preserved.

All these considerations, deduced from the case studies and by interviewing designers, should not be evaluated only qualitatively, but also be included in

a process diagram able to explain clearly what are the steps to be taken during the design, construction and maintenance phases, who are the professionals involved and what are the timelines, since only a comprehensive and integrated approach can produce a performing and balanced outcome.

1.2 *Restoration issues and principles for glass renovations*

One of the main methodological issues related to the reuse of modern and contemporary architectures lies first in their conservation, since some of them were designed to be temporary or otherwise of limited duration: rationalist architects, for instance, contemplated the aging and the following replacement of their works within 40-50 years. The need for conservation, however, also stems from the way we “perceive” a building: if we recognize in it a “*material witness having the force of civilization*” (Franceschini Commission, 1964), we will keep it regardless of the original concept.

After that, a further problem regards the attitude to adopt towards the original architectural elements (frames, mullions, transoms, etc.) that are in poor condition and shall be locally repaired or even substituted: some can be still manufactured but a large part of them are now unavailable; furthermore, other products or technological solutions have proven to be unsuitable and do not provide internal comfort and protection against moisture and weathering. A common feature of modern architecture, for instance, was the use of windows frames with thin steel or aluminium profile and single glazing panes: this technological system suffers from a several problems of damage and degradation and cannot ensure adequate levels of comfort.

The attitude towards renovating glass envelopes, from the repair and conservation *tout court* to the complete replacement of existing elements, shall be always balanced case-by-case in order to find solutions that can improve the performance of the façade and, at the same time, save both the material features and the architectural image of the building.

In Europe, the cultural and technical debate has been gradually recognized the unique value of buildings

belonging to modern and contemporary architecture; furthermore this appreciation affects not only single paradigmatic examples, but also concerns about common types of buildings, that were previously considered of secondary importance, such as industrial buildings.

The concept of *architectural heritage* has been then extended, as the awareness of its intrinsic fragility, since the timing of obsolescence are significantly shorter than the pre-modern works, and modifications or replacements of elements and materials can cause the loss of relevant features. The deep knowledge and the critical evaluation of intrinsic cultural qualities of modern and contemporary architectural heritage is therefore fundamental to choose what should be preserved and what can instead be replaced to meet the new code requirements.

1.3 *Novel glass technologies in renovations: the example of Double Skin Façades(DSFs)*

The use of high-technology glass products and of new façade systems can offer significant benefits in renovation projects. It has been shown that, when designed carefully, innovative systems do not represent additional initial costs, running costs are lower and energy costs can be reduced by approximately 30% compared with conventional solutions [4]: successful application of these systems depends closely on the adoption of an integral design approach from the early, schematic phases of a given project.

For years the development of advanced façades has aimed at creating fully glazed buildings with low energy consumption and high levels of occupant comfort. Double skin façades (DSFs) reducing solar gains in summer and providing thermal insulation in winter are an example of a technology, which is becoming still more common and which can be successfully applied in renovations, as opposed to the more typically glazed curtain wall.

The correct assessment of the qualities of double-skin façade implies to consider not only the economic factors, but also several aspects related to the impact on the comfort and well-being of building occupants and the advantages in terms of image of the building. These issues are extremely important

when DSF systems are applied for restoring or renovating existing buildings: the construction of a second glass skin can improve the performance of the façade and give to the building a new look, but it is a complex operation, that must be undertaken only after a clever analysis of the current building characteristics and of the local climatic conditions. In case of a new building, one has in principle an unlimited freedom in the concept of the façade and the level of integration with the building and the HVAC system; in the case of retrofitting existing facades, there might be restrictions for optimizing the integration between the ventilated double façade, the building and the HVAC.

The DSF is a system typically consisting of two glass skins placed in such a way that air flows in the intermediate cavity; the ventilation of the cavity can be natural, fan supported or mechanical. The glass skins can be single or double glazing units with a distance from 20 cm up to 2 meters, although in case of renovations, it is often preferable to use compact DSFs, integrated with the HVAC system or stand-alone type; when retrofitting existing facades, DSFs can also be used by a second glazing either in front or behind the actual building opaque façade, as described in the following overview (i.e. Guna Building).

According to the form of the intermediate space and to the required ventilation function, the DSFs can be classified into the following main four categories [5]:

- *Multi-storey façade*, where the cavity is undivided.
- *Corridor façade*, where the cavity is separated horizontally into storey-high sections.
- *Box-window façade*, where the cavity is separated horizontally and vertically at each bay.
- *Shaft-box façade*, where the box-window system is linked with a continuous vertical shaft.

All these kinds of façades, varying also on other characteristics (types of glass, percentage of transparent and opaque surfaces, type and position of shading devices, etc. etc.), present advantages and weaknesses that shall be carefully assessed during the design process, especially for renovations projects: energy models shall be created for the building, first to evaluate the actual baseline condition

and to establish a benchmark performance; then, several technical solutions shall be modelled and compared. When renovating a glass facades, experimental applications in and literature results show the selected parameters that that most influence the behaviour of a DSF: first the cavity width and ventilation operation, then the impact of internal shading devices within cavity space. The aim of simulations is to investigate the effect of different systems options on the energy consumed and on internal comfort levels, to have a reasonable pay-back period and to preserve the architectural aspect of the building.

2. CASE-STUDIES

The complex variety of approaches to renovate and upgrade existing glass envelopes can be illustrated by the analysis of some case-studies, which embody different philosophies regarding renovation attitudes (maintenance of the existing façade and local repair, complete or partial replacement of the elements, introduction of new building components) and identify a number of specific technical solutions. This paper describes two renovation projects: the first regards a building characterized by an unique cultural and technological value; the second renovation project investigates what is the design approach to a former industrial plant, now converted to an office building.

2.1 *Restoration of ICO Olivetti, Ivrea*

The ICO Central plant (Industries Camillo Olivetti) of Ivrea (Italy), designed by Luigi Figini and Gino Pollini between 1938 and 1949 and now head office of an important call center of a telephone company, has been completely restored by architects Dante O. Benini and Enrico Giacomelli, during 2005-09. The building is one of the most significant Italian architectural examples of the early XXth century and its most distinctive architectural feature is definitely the large continuous glass façade on the main elevation: it became, since its creation, the “advertising” image of the company, highlighting the intention brought by both the designers and the owner towards instances of modernity and social progress. The renovation of the impressive façade, consisting of double skin glass envelope, led to various inter-

vention strategies, since the advanced state of decay and the inadequacy of existing systems (frames, glazings, gaskets, putty etc. etc.) denied the possibility to repair the local lacks.

Two different renovating strategies have been carried out: the two longitudinal main elevations, the outer layer of the façade, consisting of a total of 2,300 square meters, were locally restored, while the interior skin was completely replaced with a new one: the thermal break aluminium frames and insulating glass units with low-emissivity coating are able to satisfy regulatory requirements and internal well-being. On the other hand, completely new glazed curtain walls were used for secondary elevations, respecting the existing architectural constraints. The new glass envelopes, which extends for a total of over 5,700 sqm, have been designed according to the sizes and the aesthetic characteristics of the original façade; the design team has developed, together with the manufacturer, an *ad hoc* system of profiles and glazing panes to accomplish with the structural and thermal constraints and to ensure greater durability [6, 7].

2.2 Reuse of an industrial building (Guna Building) of the '50s, Milan

As previously analyzed, the use of glass for renovation projects can meet different criteria, from the complete conservation of existing features and materials, to the partial or total replacement of the transparent components: the design process depends

on whether we are favouring the maintenance of the original elements that characterize the façade or whether instead we choose to significantly improve the performance of the envelope, while maintaining a mimesis with the shapes and dimensional features of the original. However, there is another design attitude, that uses innovative glass surfaces to “exhibit” the characteristics of modernity; these technological solutions aim to improve the qualities of the envelope and can be pursued especially in the renovation of buildings belonging to a diffuse and less valuable heritage, such as industrial construction and production plants, where constraints are less stringent.

A significant example is the reuse of a former industrial building in the '50s in Milan (Italy), that was completely renovated in 2007 to become the new headquarters of pharmaceutical laboratories Guna, under the direction of Polis Engineering.

The specific theme of the project involved the construction of a new glass façade on the main elevation, that provides a new representative and symbolic image to the building, as well as improving the overall functioning: the existing underperforming masonry wall has been covered by a second “skin”, at a distance of about 25 cm, made of a double IGU; the cavity space is ventilated naturally and significantly contributes to the climate of interior offices in both summer and winter conditions. The steel bearing structure consists of an anodized aluminium system of mullions and transoms, produced by extrusion and 55 mm thick; to reduce or eliminate thermal bridges, several PVC slats are inserted between the



Fig. 1, 2: ICO main elevation before and after renovation

inner and the external side of the aluminium profiles, while laminated glass panels are assembled in insulated glass units, with external tempered glass pane 8 mm thick, air cavity of 16 mm and inner tempered pane of opaque glass, 6 mm thick. The thermal analysis underlined the positive effect of slats: the high reflective shading devices allow a sufficient amount of solar gain for the indoor space in heating season and a considerable load reduction in summer [8]. Glass panels are about 2,500 rectangular elements of different sizes and are arranged randomly to give more dynamism to the façade. In this case the transparency of the glass is modulated in a variable manner to obtain different shades and to hide the existing structural type, while achieving excellent performance characteristics.



References

- [1] Galliani P., *Restauro del Moderno: obiettivi e ragioni del progetto*. Territorio n. 40, 130-133. 2007.
- [2] Kim G. et alii, *Development of a Double-skin façade for sustainable renovation of old residential buildings*. SHC 2012 Proceedings. Seoul, Korea. 2012.
- [3] Berard O., Karlshoej J., *Information delivery manuals to integrate building product information into design*. Journal of Information Technology in Construction. 2012.
- [4] Kragh M., *Monitoring of Advanced Façades and Environmental Systems. The whole-life performance of façades*, University of Bath, UK, 2001.
- [5] Andreotti G., *The Development of Double Skin*



Fig. 3, 4: GUNA building main elevation before and after renovation

Conclusion

Transparency in architecture has always been desirable and the problem has always been to realise a glass building envelope without compromising energy performance and indoor climate; transparent or opaque surfaces are also appreciated in renovation projects because they can embody symbolic meanings. Glazing products and advanced façade systems can also give an innovative approach towards conservation and improve significantly the internal comfort, but the wide use of glass in modern, energy-efficiency focused renovation design requires holistic planning as well as multi-disciplinary cooperation between architects, engineers and facade installers, during the whole design and construction process. Therefore a “Glass Renaissance” can only be achieved by the synthesis of architecture and technology and can give this antique material, linked to light and energy, unbounded opportunities in the redevelopment of existing contexts.

- Façades Systems*. GPD Proceedings, Tampere, Finland, 2003.
- [6] Giacobelli E., *I destini dell'architettura moderna di Ivrea: un problema di restauro?* Parametro n. 262, 56-63. 2006.
- [7] Mulazzani M., *Il restauro dell'officina ICO*. Casabella n. 766, 60-65. 2008.
- [8] Paoletti I., Magarotto E., *Trasparenze colorate*. NF n. 01, 136-141. 2008.

Author

Benedetta Marradi
 PhD Student, Department of Civil Engineering
 University of Pisa

“Glass mannerism” and transparency issues

Styliani Lefaki

Introduction

Nowadays transparency is a value with many meanings. It can be at the same time an expression of liberating dematerialization, an aesthetic refinement, but also an unbearable state of control, a lack of mystery, of surprise or fantasy.

In architecture mostly identified with glass, industrialization and modern movement, transparency is not such a modern “invention”. It has inspired architecture from its very beginning as juxtaposition between the massive and the immaterial.



Figure 1. Column and transparency

Column and wall

The column is considered the first component of transparency. The idea derives from Leon Battista Alberti (1404-1472), who defined the colonnade as an “open wall”. He honored the column as the highest ornament ever featured in architecture [1] but he also subordinated it to the wall.

In this way, the colonnade, the semi-interior area, maybe the peristyle, loggia, stoa, or hayatt, lost its functional importance through a projection to the façade, which definition became also quite uncertain: was it in front, or behind the columns? Where did outside begin and inside end? The loss of importance of a gradation area is closer to the architectural envelope, which plays a critical role for today’s conception of transparency.

The building envelope as wall, the German *Wand* connected to the *Gewand* - the dress of a building, stands for an altered transparency with no in-between trans-space. The intermediate transparency zone is intergraded into a pierced screening panel, which in history has been constantly “illustrated” by fenestration, decorations, frescos and paintings by the restless effort towards dematerialization.

Although the architecture of today has shifted from the iconicity of space to that of surface, this transparency zone is sometimes rediscovered in a new contemporary way, like P. Eisenman says, as “... *the space of difference between the exterior and the interior and the space of difference that is also within the interior. The term... used... is the interstitial*” [2].

Transparency: literal and phenomenal

Colin Rowe and Robert Slutzky also agree that a simple seeing-through surface is insufficient to express transparency. They introduced the complexity of transparency's conception, but mostly, its connection with time and space[3].



a



b

Figure 2. a) Gropius's Bauhaus Dessau - lite, b) Le Corbusier - Villa at Garches

The interpretation of transparency given by Gyorgy Kepes in his "Language of vision" was fundamental to their approach: *"If one sees two or more figures overlapping one another, and its of them claims for itself the common overlapped part, then one is confronted with a contradiction of spatial dimensions. To resolve this contradiction one must assume... a new optical quality... transparency; Transparency ...implies a broader spatial order... a simultaneous perception of different spatial locations."*[4].

Inspired also by cubists, their effort was to project these ambiguous issues on architecture. Literal is the physical transparency, related with cubist painting and machine aesthetics, while the phenomenal derives from the cubist painting alone[5]. Accordingly architectural transparency is not only a matter of transparent materials, which, with obsessive use, can create confusions in space, but also an order with alternative readings, a clear system of spatial stratifications.

The key examples for the two versions were two contemporaneous buildings: for the literal, the Bau-

haus in Dessau by Gropius, and for the phenomenal Le Corbusier's villa at Garches (Fig. 2).

With the first, the extensive use of glass offers an unambiguous space, an envelope that invests its qualities on the material glass. With the second, the interest lies not only on glass' translucent attitudes,

but also on its planar qualities. Le Corbusier creates tensions and hints of movement through the rhythmical division of windows, while "Gropius hangs his translucent surface rather loosely from a fascia"[6].

It is not a coincidence that Gropius, as a member of the glass chain, was more attracted by glass, while Le Corbusier, closer to Paris and to cubism, developed other qualities in articulating his space. His material palette was considered to be more multifaceted, as he seemed to be highly concerned with the potentialities of the reinforced concrete.

"Kernform" versus "Kunstform"

With concrete the building shell was approached differently as with glass and steel. As J. Cohen points out, *"the tectonics of concrete heralded the fusion of Semper's Kernform - (structural core) and Kunstform - (aesthetic appearance)"*[7]. Semper's notion of discerning the interior structure from the exterior expression, can be intuited in Gropius's Bauhaus

and shows similarities with the previous ideas of Ruskin, who through this differentiation defined the Architectural Truth. The hiding of the inner structure through the outer skin was denounced as structural deceit and the metaphor he used for emphasizing this was the human frame that conceals its anatomy. Ruskin introduced the implicit transparency, giving to it an ethical importance as well as an attractive dimension for further discovery.

These transparency ideas of revealing the structure, of honesty and truth, still critical today, have been considered as main issues in the modern movement, where transparency dressed social ideas, and a vague social utopianism.

The revealed structure and the transparency visions

The modern movement, though stripped of its social idealism, triumphed around the world in the fifties with its modern aesthetics [8]. Its heritage was the trust on technology, industrialization and on the disputable guarantee of a “good life”. Its glass-steel examples required a high budget for construction and maintenance. The “modern” man was like part of the Gesamtkunstwerk, healthy, young and rich: aesthetically correct. It was difficult to keep such a character after the destructions of the war.

However the idea of transparency, as light and freedom, survived after the war. The science, industry, new methods of construction and glass production

supported the old illusions that were still attractive: Nikolai Gogol’s vision of a new architecture, despite its gothic origin, praised transparency and also Sheerbart’s *Glasarchitektur* (1914), devoted to Bruno Taut, was promising a “better” world full of light and democracy through a *Glaskultur*. These “naive” illusions contained the grain of many contemporary glass ideas. The glass cupolas of Bruno Taut, or Sheerbart’s double-glazing façades became today’s commonplaces.

These visions helped to change the negative reflection of the glass architecture of the fifties, when it was being gradually identified with bureaucracy that commissioned, inhabited, and sometimes even designed it, when “...some of the best architects spent their greatest energies in refining the exterior wrappings for monopolies...”[9].

Idealistic visions favored also the “metaphysical school of architecture”, as C. Jenks characterizes the new architectural expressionism. Louis Kahn, representing this intuitive tradition, introduced a quasi-mystical spirit of an “intangible order”, with clear references to phenomenal transparency.

The “fragmentary utopias” of the 60ies introduced a new public sense, which glass could satisfy. At the time, the industrial technology transformed glass into a mass-consuming product. The glass-code was clear: space luminous and transparent, generously offered for public use. Accessibility to the increasing public had to be visual and transparency became an almost democratic statement.

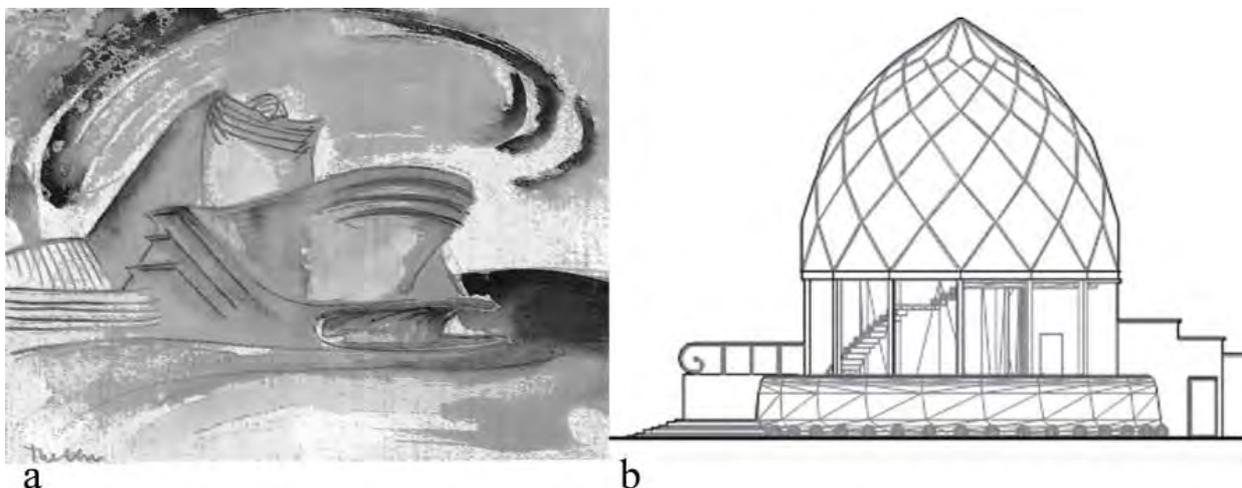


Figure 3. Glass Chain, a) H. Scharoun - theater 1919, b) B. Taut - glass pavilion 1914

Collective memory became important and approached environment as a palimpsest: memories and tradition should coexist with new architecture. That arised another issue of transparency, that of the simultaneous look of time layers, related to the cubist phenomenal transparency.

However transparency, in the above expressions, has, till recently, demonstrated literal and phenomenal superficiality; the energy issue of the 70's arised as a negative consequence of its extensive use. The transparent shell had to be transformed into an energy saver, no matter how much energy had to be consumed in its production and transport. Technology satisfied every demand but transformed transparency into a relative attitude and distorted its optical existential quality. "Transparent" became the state of hiding functions, characteristics, nano-structures. It hid the fear of attack through pretending to be indifferent. A state of hypocrisy?

Glass mannerism

Technology insists on the "transparency optimism" mostly blind to new realities: environmental and cultural issues, the tremendous change in scale of populations, space and information. Structural glass answers with a transparent world of technological wonders, though consisting of screens and facades that enclose an obsolete core, a Kernform: a literal transparency to its extreme limits.

This is a point where the term mannerism can enter. Apart of its reference to a specific historical period, mannerism is meant to be an ideological and stylistical rupture with an established style, the tradition of which the rebels are still following. Although they try to transcend its perfectness and logic, they reach in the end, through the attractiveness of the paradox and the refinement, a meaningful anarchy, comprehended mostly by an intellectual elite[10]. The refined technology of structural glass hasn't reached yet this New and Innovative, the Architecture is dreaming off. Maybe, because this search for the "New", today's sword of Damocles, is mostly a policy-market demand. Today's architecture seems to find easygoing parallels with modernity, as the most consequent movement that worshiped technology.

The basic conceptions of the international style are consistent. Facades, as screens and surfaces, imitate previous expressionistic forms through sophisticated digital modeling, which breaks down complex shapes into components that can be calculated and industrially produced[11].

The technological wonder is consumed in refined exaggerations. What else is the apple cube in Manhattan than a manneristic approach to the pyramid of Louvre, which also reminds the crystal Stadt Krone of the glass chain? Both have similar architectural concepts though in Louvre the technology was not as far to achieve such a high transparency. (Maybe its time for a restoration).



a



b

Figure 4. a) Louvre Pyramid b) Apple Store Manhattan

Epilogue

A more complex transparency, a three-dimensional and culturally conscious one, may offer a way to innovative architectural approaches. The increase of refinements and paradox exaggerations cannot answer to questions of affordability and of sustainability that takes into account the embodied energy in glass production and transport; also questions of coexistence with a cultural space.

Maybe transparency has to redefine its lost revolutionary character through ripeness and reconciliation, maybe betraying the usual cause: “against the grain!”

“O let me be nothing but beauty alone! Quickly or slowly I will go, but I will dare what must be dared. I will destroy appearances, the casings will be burnt off and will fall from me, and I will appear there, some evening, on the palm of your hand, calm and pure like a statue of glass”.

J. Genet, from the Thief’s Journal, 1954[12]

Notes

1. F. Neumeyer, Nachdenken über Architektur. Eine kurze Geschichte ihrer Theorie, Quellentexte zur Architekturtheorie, Prestel Verlag, 2002, p. 21
2. Peter Eisenman. Blurred Zones: The Time of the Vertical Plane. Lecture given at the AIT Berlin. From Andrew Benjamin Architectural Philosophy
3. Colin Rowe and Robert Slutzky Transparency: Literal and Phenomenal, Yale Architectural Journal perspecta 8, 1964
4. Gyorgy Kepes: The Language of Vision. Paul Theobald, Chicago 1944, p. 77, Colin Rowe and Robert Slutzky: Transparency.
5. Colin Rowe and Robert Slutzky: Transparency: Literal and Phenomenal, p. 23
6. Colin Rowe and Robert Slutzky: Transparency: Literal and Phenomenal, p. 36
7. Jean-Luis Cohen, The Future of Architecture since 1889, Concrete Nationalism, p. 53
8. Charles Jenks, Modern Movements in Architecture, The Idealist Tradition, p. 40
9. Charles Jenks, Modern Movements in Architecture, The Idealist Tradition, p. 41
10. P. Tzonos, Four Evaluating Systems in the

Theory of Contemporary Architecture, After twelve years. And Now Post-Modern? p. 110

11. Jean-Luis Cohen, The Future of Architecture since 1889, The Continuity of Type, p. 14

12. Neri Oxman (Notes) On Late Style

Author

Styliani Lefaki

*Aristotle University of Thessaloniki,
School of Architecture, Greece*

Glass Furnaces & Environment XXVIII Convegno A.T.I.V.

Parma, 15 novembre 2013



GLASS FURNACES & ENVIRONMENT

Centro Congressi
Santa Elisabetta
Campus Universitario

Parma, 15 Novembre 2013



ativ@ativ-online.it
www.ativ-online.it

TECHNICAL COMMITTEE

Alessandro Bandini
A.T.I.V. President

Enrico Bernardo
Università degli Studi di Padova

Gianni Royer Carfagni
A.T.I.V. Vice President
Università degli Studi di Parma

Antonio Bruscella
Bormioli Luigi S.p.A.

Piero Ercole
A.T.I.V. Past President
Consultant

Nicola Favaro
Stazione Sperimentale del Vetro

Angelo Montenero
Università degli Studi di Parma

SEGRETERIA CONVEGNO

Barbara Ferrari – Guglielmina Gnappi
A.T.I.V. — Associazione Tecnici Italiani del Vetro
Phone/Fax +39.0525.404229
e-mail: ativ@ativ-online.it
<http://www.ativ-online.it>

XXVIII CONVEGNO A.T.I.V. - PROGRAMMA FINALE

9.15 – **Saluti di Benvenuto e**
9.30 **presentazione del Convegno**

Loris Borghi

Rettore Università di Parma

Alessandro Bandini

Presidente A.T.I.V.

Gianni Royer Carfagni

Vice Presidente A.T.I.V. Università di Parma

9.30-9.55 *Situazione ambientale dell'industria vetraria europea dal GLS BREF 2001 al GLS BREF 2012.*

Bianca Maria Scalet

European Commission DG Joint Research Centre (JRC) - IPTS - Unit Sustainable Production and Consumption European IPPC Bureau, Spagna

9.55-10.20 *Monitoraggio in continuo delle emissioni convogliate in atmosfera da forni fusori per vetro. Sezione e punto di prelievo, tarature e verifiche periodiche gestione dei Sistemi automatici di misura (SME).*

Walter Battaglia, Sandro Casagrande

Stazione Sperimentale del Vetro, Italia

10.20-10.45 *Il preriscaldamento della miscela vetrificabile : un aggiornamento per un processo innovativo.*

Alexander Sorg

Nikolaus Sorg GmbH & Co KG, Germania

10.45 **Coffee Break**

11.10-11.35 *Refrattari: soluzioni per nuove sfide nel processo di fusione del vetro.*

Fabio Iurlaro

RHI AG, Italia

11.35-12.00 *Cruciformi Tipo 8 per rigeneratori ad alte prestazioni: un aggiornamento sul loro utilizzo industriale.*

Sebastien Bourdonnais

SEFPRO, Francia

12.00-12.25 *Ambiente ed energia: trattamento fumi e produzione di energia elettrica in vetreria.*

Alessandro Monteforte

AREA Impianti, Italia

12.30 Lunch

14.00-14.25 *Analisi delle prestazioni dell'efficienza energetica di un forno industriale per la fusione del vetro. Applicazione di un bilancio energetico per trovare possibilità di risparmio energetico.*

Luuk Thielen, Adriaan Lankhorst, Andries Habraken, Ruud Beerkens, Joris Goossens

CelSian Glass & Solar, Olanda

14.25-14.50 *Il bilancio energetico di un forno fusorio per la produzione di vetro: cenni teorici, applicazioni pratiche e possibili benefici.*

Simone Tiozzo, Roberto Dall'Igna, Walter Battaglia

Stazione Sperimentale del Vetro, Italia

14.50-15.15 *Forni elettrici per vetri sodico calcico e vetri speciali: considerazioni sui vari scenari.*

Erik Muijsenberg

Glass Service, Inc, Repubblica Ceca

15.15- *Efficienza energetica in vetreria: dal recupero
15.40 dei cascami termici alla gestione energetica.*

Riccardo Facca
Gruppo Sangalli, Italia

15.40 Coffee Break

16.05- *Scambiatori ibridi di per forni da vetro:
16.30 esperienze, prestazioni e prospettive.*

**Alessandro Mola, Ernesto Cattaneo,
Giorgio Minestrini**
STARAGLASS, Italia

Carlo Cravero, Davide Basso
Università di Genova, Italia

16.30- Controllo dell'alimentazione di sistemi
16.55 "boosting" tramite unità intelligenti a tiristori,
per risparmiare sui costi energetici.

Grégoire Quéré, René Meuleman
Invensys Eurotherm, Olanda

17.00 Assemblea Annuale Soci A.T.I.V.

È prevista la traduzione simultanea
Inglese-Italiano-Inglese per le relazioni
dei relatori stranieri



CENTRO CONGRESSI SANTA ELISABETTA
CAMPUS UNIVERSITARIO
PARCO AREA DELLE SCIENZE, 95 –PARMA



- Together with:
- XXIX A.T.I.V. Conference
 - GlassTrend Seminar
 - ICG Annual Meeting
 - ESG Annual Meeting
 - ICG Technical Committees

Parma (Italy)
21-24 September 2014

*First Announcement
&
Call for Paper*

Organized by



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PARMA



CONFERENCE AIMS AND THEMES

A.T.I.V. (Association of Italian Glass Technologists) and SSV (Stazione Sperimentale del Vetro), in cooperation with the University of Parma, are pleased to announce the next 12th ESG Conference that will be held in Parma (Italy) in September 2014.

The 12th ESG Conference will be a three-days event with a conference agenda organized into parallel sessions, poster session and visits to plants. A Sightseeing Tour, Gala Dinner and Accompanying Person Program will additionally contribute to the success of the event.

The aim of this conference is to present and discuss ways to improve the quality and the performance of glass products in their various applications.

The conference will maintain the quality of the previous congresses while incorporating new features to learn about the latest developments in glass technology and European Regulations.

The technical tracks will focus on specific needs of glass industries and in particular we would like to discuss about:

1. Glass Technology
2. Glass & Environment
3. Properties & Measures
4. Special Glasses
5. Safety & Hygiene
6. Glass in Architecture

In connection with the 12th ESG Conference, the XXIX A.T.I.V. Conference, the GlassTrend Seminar, the Annual Meeting of the International Commission on Glass (ICG), the Annual Meeting of the European Glass Society (ESG) will be organized and the ICG TC Meetings will be hosted during the conference.

A sponsor program will be defined in order to promote their activities.

CALL FOR PAPER

The abstracts (about 300 words) should be written in English, the official language of the event. Authors should specify whether they prefer an oral or poster presentation. Please find the instructions for abstract preparation at the web page: <http://www.esg2014.it>

Authors will be notified about the acceptance of their abstract. All abstracts will be published on the Book of Abstracts.

The papers received before July 31, 2014 will be published in electronic version and distributed to the participants.

The powerpoint presentations received during the conference will be uploaded after the conference on the 12th ESG 2014 Conference web-site (upon author's authorization).

IMPORTANT DATES

Abstract submission deadline:
December 31, 2013

Notification acceptance of abstract:
January 31, 2014

Early bird registration: **June 30, 2014**

Final paper submission deadline: **July 31, 2014**

JOURNALS

All papers received within July 31, 2014 will be published on the Conference Proceedings in digital form.

Selected papers will be submitted to:

- Glass Worldwide (A.T.I.V.'s Official Journal), published by Chameleon Business Media Ltd.
- La Rivista della Stazione Sperimentale del Vetro, electronic Journal edited by Stazione Sperimentale del Vetro

PRELIMINARY REGISTRATION FORM
12th ESG CONFERENCE

*Please write in capital letters,
complete and fax or e-mail this form to:*

Scientific Secretariat
Fax +39 0525 404229 e-mail: info@esg2014.it

Surname *Title*

First Name(s)

Company, Institution etc

Street, PO Box

Postal Code *City*

Country

Phone

Fax

E-mail

*I am interested in the conference.
Send me the final announcement and program*

I plan to present a paper *Oral* *Poster*

Tentative title of the paper:

CONGRESS CHAIRS

Alessandro Bandini
A.T.I.V.
ativ@ativ-online.it

Stefano Manoli
SSV
mail@spevetro.it

SCIENTIFIC COMMITTEE

Ruud Beerkens
Paolo Colombo
Alicia Duran
Piero Ercole
Nicola Favaro
Angelo Montenero

Fabiano Nicoletti
John Parker
Gianni Royer Carfagni
Bianca Maria Scalet
Masahiro Tatsumisago
Roger Ulrich
René Vacher

ORGANIZING COMMITTEE

ASSOCIAZIONE TECNICI
ITALIANI DEL VETRO
www.ativ-online.it

STAZIONE SPERIMENTALE
DEL VETRO
www.spevetro.it

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PARMA

www.unipr.it

SUPPORTED BY

www.assovetro.it



www.icglass.org

ORGANIZING SECRETARIAT SCIENTIFIC SECRETARIAT

Emmevi SpA.
Phone +390521290191
Fax +390521291314
email: esg2014@mvcongressi.it

Dr.ssa Guglielmina Gnappi
Dipartimento di Chimica
Dr.ssa Barbara Ferrari
A.T.I.V.
email: info@esg2014.it

GENERAL INFORMATION

http://www.esg2014.it
email: info@esg2014.it

VENUE

The conference venue, Parma, is in northern Italy. It offers beautiful views and is well known also as the capital of the foodvalley: the rich tradition of the local products of the territory and the province include its famous Parma ham, salami and the renowned Parmigiano-Reggiano cheese.



In September, Parma weather is at its finest. Parma is a relatively small city, but it can nevertheless boasts some truly monumental architecture, rich artistic heritage and a range of important cultural institutions.

Among the main attractions in town, the masterpieces of Romanesque art, i.e. the Cathedral and the Baptistery. The frescoes by Correggio and Parmigianino, Pilotta Palace, some monumental churches, the Ducal Palace, the Regio Theatre are all evidence of the past as the capital of the Duchy of Parma and Piacenza, ruled by the Farnese family first, then by the Bourbons, now ruling Spain, then by Maria Luigia of Austria, Napoleon's wife. It is also the town of birth of Giuseppe Verdi and Arturo Toscanini.



The 12th ESG Conference will take place at the Department of Engineering at the University Campus in Parma (Italy). The seven multifunctional halls, with a total of 800

seats, can host parallel sessions. In every conference hall: wi-fi connection, slide film video projections, overhead projections.

The University Campus is about 5 km from Parma centre and it represents the scientific pole of its University. It is easily reached by bus (about 15 minutes from downtown) or by car.

Google Maps: 44.764721, 10.312588

Agenda 2013

November 15	Parma Italy	Glass Furnaces & Environment XXVIII Convegno A.T.I.V. <i>e-mail: ativ@ativ-online.it - www.ativ-online.it</i>
November 25-27	Kuala Lumpur Malaysia	Glasstech Asia 2013 <i>www.glasstechasia.com</i>
November 27-28	Düsseldorf Germany	GlassPrint 2013 <i>www.glassprint.org</i>
December 12-15	Mumbai India	Zak Glasstechnology Expo 2013 - MMRDA Exhibition Center <i>www.zakglasstech.com/press.html</i>

Agenda 2014

March 11-12	Sao Paulo Brazil	Glassman South America 2014 <i>www.glassmanevents.com/south-america/</i>
April 14-17	Shanghai China	China Glass 2014 <i>www.ceramsoc.com/english/english.htm</i>
June 3-6	Moscow Russia	Mir Stekla 2014 <i>www.mirstekla-expo.ru/en/</i>
June 22-26	Breda Netherlands	International Conference on Coatings on Glass and Plastics <i>www.iccg10.de/</i>
June 30 July 2	Pardubice Czech Republic	The 8th International Conference on Borate Glasses, Crystals and Melts <i>e-mail: Romana@icaris.cz - www.icaris.cz/conf/borate-phosphate-2014</i>
July 2-4	Pardubice Czech Republic	The International Conference on Phosphate Glasses <i>e-mail: Romana@icaris.cz - www.icaris.cz/conf/borate-phosphate-2014</i>
September 22-25	Parma Italy	ESG 2014: ATIV (Associazione Tecnici Italiani del Vetro) - Stazione Sperimentale del Vetro <i>e-mail: ferrari@ativ-online.it - www.ativ-online.it</i>
December 5-7	Mumbai India	Zak Glasstechnology Expo 2014 - MMRDA Exhibition Center <i>www.zakglasstech.com</i>

8^a Conferenza Internazionale su vetri al boro, cristalli, fusioni

Conferenza Internazionale sui vetri fosfatici

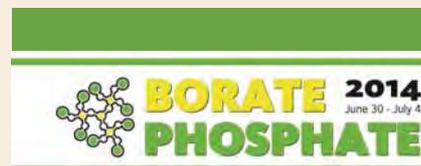
Dal 30 giugno al 4 luglio 2014 si svolgeranno a Pardubice, in Repubblica Ceca, l'ottava Conferenza Internazionale su vetri al boro, cristalli e fusi al boro e la Conferenza Internazionale sui vetri fosfatici.

La prima è dedicata al Professor *Stanislav Filatov*, della Saint Petersburg State University, per onorarne gli studi in cristallografia del boro. La seconda coprirà gli aspetti legati a vetri fosfatici, vetri a reticoli misti, vetri contenenti fosfati. Una sessione comune sui vetri borofosfatici il 2 luglio farà da ponte tra le due conferenze.

Gli argomenti cui sono dedicate le conferenze sono i seguenti:

Per la 8^a Conferenza Internazionale su vetri, cristalli e fusi al boro

- Ordine a breve e medio raggio in vetri e fusi borici
- Proprietà strutturali e fisiche
- Simulazioni al computer e modellizzazioni
- Separazioni di fase e disomogeneità
- Nuove tecniche spettroscopiche
- Studi mediante EPR, XAFS, XPS, IR, NMR, e diffrazione di borati
- Nuovi vetri e cristalli al boro
- Cristalli mineralogici
- Proprietà termiche locali
- Termodinamica dei sistemi contenenti boro
- Applicazioni industriali di



- vetri al boro e borosilicati
- Applicazioni biomediche
- Proprietà ottiche e materiali
- Sistemi superionici e conducibilità ionica

Per la Conferenza Internazionale su vetri fosfatici

- Vetri fosfatici, vetri a reticoli misti, vetri contenenti fosfati
- Vetro-ceramiche fosfatiche
- Vetri bioattivi
- Struttura, relazioni struttura-proprietà
- Studi spettroscopici e in diffrazione
- Modellizzazioni - MD ed ab initio
- Proprietà ottiche (UV edge, stato redox di ioni metallici di transizione, terre rare ecc.)
- Laser hosts, incluse interazioni femto-sec laser
- Conducibilità ionica
- Vetri fosfatici al litio per batterie
- Applicazioni a basso Tg
- Corrosione acqua
- Bonifica e immobilizzazione dei rifiuti
- Vetri fosfatici per concimi e mangimi
- Applicazioni tribologiche

Per ulteriori informazioni:
www.icaris.cz/conf/borate-phosphate-2014

Stevanato Group annuncia che il dottor Fabrizio Bonanni è entrato a far parte del gruppo come membro del Consiglio d'Amministrazione. Il dottor Bonanni vanta una lunga esperienza nel campo bio-farmaceutico, grazie al suo precedente coinvolgimento in due grandi multinazionali americane. Si è infatti appena ritirato da *Amgen*, dove ha ricoperto il ruolo di Executive Vice President, Operations; precedentemente aveva svolto il ruolo di Senior Vice President, Manufacturing e Senior Vice President, Quality & Compliance. Prima di *Amgen*, ha ricoperto posizioni di crescente responsabilità nelle aree qualità, produzione e affari regolatori presso *Baxter International*.

Il dottor Bonanni commenta: "Sono felice di contribuire al

successo di Stevanato Group. La sua dedizione nell'assicurare che i farmaci vengano somministrati in modo sicuro ai pazienti mi motiva con nuove idee. Essere parte di un gruppo il cui obiettivo principale è quello di garantire la massima qualità dei contenitori farmaceutici in vetro è un onore."

Il Cav. Sergio Stevanato, Presidente di Stevanato Group, dichiara: "Sono lieto che Fabrizio sia entrato a far parte del nostro Consiglio d'Amministrazione. La sua grande esperienza in campo farmaceutico darà un forte contributo e avrà molta influenza nelle future decisioni di Stevanato Group. Beneficiare della sua conoscenza in campo regolatorio dà al Gruppo una grande opportunità."



Stevanato Group annuncia l'entrata di Fabrizio Bonanni nel Consiglio d'Amministrazione

Per ulteriori informazioni:
www.stevanatogroup.com

È stata inaugurata lo scorso 28 settembre la prima struttura permanente della **Serpentine Gallery**. Si tratta della **Sackler Gallery**, nei giardini di Kensington, ed a firmarla è l'architetto anglo-iracheno **Zaha Hadid** con **Patrik Schumacher**.

L'intervento si compone di due parti distinte, la conversione di una struttura in mattoni del XIX secolo - ex polveriera nota come *The Magazine* - e una tensostruttura del XXII secolo. Dopo il *MAXXI* di Roma, questo è il secondo spazio dedicato all'arte in cui i due architetti hanno creato una sintesi di antico e moderno.

La nuova struttura, dalla forma ondulata e sinuosa, è stata "ad-

dossata" all'edificio preesistente. L'ampliamento, nonostante l'aspetto di struttura temporanea, è un padiglione permanente di 900 mq, la cui copertura, in fibra di vetro, è sorretta da 5 colonne interne. Le pareti esterne sono in vetro e danno l'impressione che il tetto sia sospeso e appoggiato su *The Magazine*.

L'ex polveriera è stata anch'essa oggetto del progetto di **Zaha Hadid** che ha recuperato gli ambienti interni trasformandoli in sale espositive per artisti emergenti del panorama internazionale.

Fonte:
www.edilportale.it

Inaugurata a Londra la Serpentine Sackler Gallery di Zaha Hadid



Il nuovo sistema fotovoltaico Prefa PS.13

Da sempre attenta agli aspetti funzionali e creativi dell'architettura moderna con soluzioni per le coperture e i rivestimenti per facciata che coniugano leggerezza, resistenza, garanzia di durata e grande impatto estetico, **Prefa** oggi completa la sua gamma con due impianti fotovoltaici di elevato contenuto tecnologico e altamente innovativi.

In un contesto storico e ambientale come quello in cui adesso viviamo, dove la creazione di energia dai combustibili fossili non è più sostenibile nelle proporzioni che attualmente conosciamo, lo sfruttamento dell'energia solare diventerà sempre più strategico per la sua natura illimitata e inesauribile, e la sua disponibilità a qualsiasi latitudine. Inoltre, a differenza delle fonti di energia fossili e dell'energia nucleare, lo sfruttamento dell'energia solare non produce inquinamento, scorie o gas serra. Basta infatti un impianto da 5KW con una superficie di circa 34 m² per coprire il fabbisogno annuale di una famiglia di 4 persone.

Prefa, con i prodotti della gamma **PS.13**, propone soluzioni di fotovoltaico sia integrato nella copertura che ad incasso.

I moduli fotovoltaici **Prefa** sono all'avanguardia dal punto di vista tecnologico e assicurano il massimo rendimento di trasformazione dall'energia solare in energia elettrica. Inoltre, grazie alla garanzia di 40 anni sui materiali del sistema di montaggio **Prefa** e i 25 anni di garanzia sulle prestazioni, **i sistemi fotovoltaici Prefa assicurano la massima affidabilità, qualità e durata.**

Sia che si scelga la soluzione Sopra tetto Prefa PS.13, ideale per interventi non invasivi, oppure la soluzione ad incasso **Fotovoltaico integrato Prefa PS.13**, ottima in caso di nuove costruzioni o in fase di ristrutturazione della copertura, i sistemi fotovoltaici **Prefa** assicurano il massimo rendimento attraverso la retroventilazione ottimale dei moduli, una perfetta combinazione fra tecnologia e resa estetica e un rendimento energetico più elevato grazie allo speciale vetro protettivo. Il sistema fotovoltaico è completato da un'ampia gamma di accessori per il fissaggio appositamente studiati per la perfetta integrazione con tutti i sistemi di copertura **Prefa**.

Fonte:

www.edilportale.it





Il centro visitatori della **Bodegas Olarra** a Logroño (Spagna), progettato dallo studio basco **IA+B Arkitektura Taldea**, è ubicato al di sotto dell'imponente struttura in calcestruzzo di un edificio industriale.

Obiettivo principale del progetto è stato quello di realizzare il centro visitatori all'interno dell'atrio dell'edificio. Lungi dal generare confronti o rivalità con la potente preesistenza, la proposta architettonica cerca di stabilire un rapporto "attivo" con la

struttura, aggiungendo "aromi e sapori" dei vini dell'azienda vinicola **Olarra**.

Formalmente, l'atrio ha una pianta esagonale che è stata riproposta nel nuovo progetto. Al livello dell'ingresso, vi è uno spazio per la vendita al dettaglio, un'area di degustazione e un ampio spazio espositivo. Ubicata sull'asse dell'intervento vi è una scala che collega questo livello con il piano superiore e che è delimitata da volumi in vetro le cui tonalità evocano i colori del vino. A questo livello sono ospitati lo spazio per la degustazione di vini, una sala conferenze e vari spazi per uffici e sale riunioni, tutti organizzati intorno ai volumi in vetro.

Fonte:
www.edilportale.it

La nuova gamma **Conergy E** amplia il portafoglio di prodotti dell'azienda rispondendo alle più specifiche richieste di ogni utilizzatore. Interamente *made in Germany*, sono stati pensati per ogni ambito, dai progetti residenziali ai grandi parchi fotovoltaici e per molteplici tipologie di tetto: inclinato, piano e sistemi a terra.

Sono disponibili con classi di potenza 245P e 250P, dotati di tolleranza sulla potenza positiva (-0/+4,99 Wp), vetro ARC antiriflesso, una speciale cornice cava da 40 mm con fori di drenaggio e resistenza fino a 5400 Pa. Ogni modulo conta 60 celle policristalline, e misura 1660x990x40 mm per un peso totale di 20 kg.

Conergy E garantisce alti rendimenti anche in presenza di luce diffusa e gode di un ottimo rapporto qualità/prezzo. Si tratta di moduli molto semplici da installare grazie ai pratici connettori già premontati, e perfettamente combinabili con gli inverter e i sistemi di montaggio Conergy; rispettano inoltre standard di qualità e criteri di accettazione definiti da Conergy per garantire una qualità eccellente e un prodotto a lunga durata. I prodotti **Conergy E** hanno una garanzia di 10 anni e una garanzia lineare sulla potenza fino a 26 anni (fino all'80% della potenza nominale).

Fonte:
www.edilportale.it

Cemento, vetro e colore per la Bodegas Olarra di Logroño

Il nuovo centro visitatori firmato dallo studio IA+B Arkitektura Taldea

Conergy lancia sul mercato la nuova gamma Conergy E



Nuovo stabilimento Guardian per vetro float

La **Guardian Industries** ha inaugurato lo scorso 5 settembre, con una grande cerimonia di apertura, il suo nuovo stabilimento dedicato al vetro float, il **Guardian Steklo Rostov**.

Lo stabilimento è situato nel distretto Krasni Sulin di Rostov, in Russia, vicino a Sochi, città che ospiterà le Olimpiadi invernali del 2014. Più di 400 clienti, industriali e ospiti - inclusi il governatore di Rostov, Vasily Golubev, e il capo del distretto di Krasny Sulin - hanno preso parte all'evento. **Guardian Steklo Rostov** è il più recente e il più grande stabilimento per la produzione di vetro float, stimata in circa 900 tonnellate di vetro al giorno.

“La Guardian può vantare stabilimenti per vetro float in tutto il mondo, ma lo stabilimento di dimensioni maggiori è proprio questo di Krasny Sulin” ha commentato **Lajos Sapi**, vice presidente della **Guardian Float Glass Europe** durante la cerimonia di apertura. *“Possiamo anche contare sulla nostra più avanzata piattaforma di coating sottovuoto, una meraviglia tecnologica che ci consente di produrre vetro performante ed energeticamente efficiente per le scuole, ospedali, case e palazzi”*.



Il piano di vendite per il nuovo stabilimento si focalizzerà sulla produzione di questi prodotti a valore aggiunto per il mercato del Sud della Russia e le regioni dell'Ucraina dell'Est.

Lo stabilimento impiega più di 300 addetti e contribuisce largamente allo sviluppo economico dell'area in cui è situato. Questo è il secondo stabilimento per vetro float della **Guardian** in Russia. L'altro stabilimento è situato a Ryazan e ha come mercato di riferimento tutta la regione di Mosca.

Fonte:
www.guardian.com



La *Usable Glass Strength Coalition* (UGSC) ha recentemente annunciato l'assegnazione di una borsa di studio alla *Pennsylvania State University* (PSU), per una ricerca finalizzata al miglioramento della comprensione delle proprietà di resistenza meccanica di manufatti in vetro. "Siamo fortunati di poter finanziare una ricerca così all'avanguardia realizzabile solo in istituzioni, come la Penn State, che possiedono sia le strumentazioni che le competenze tecniche in grado di risolvere i problemi legati ai diversi fattori che controllano la resistenza del vetro" ha detto **Peter B. McGinnis**, UGSC Board Chairman and Glass Science and Technology Leader alla **Owens Corning**.

La ricerca, riguardante il controllo e la comprensione di siti di superficie reattivi su vetri multi-componenti, sarà guidata da due ricercatori: **Seong H. Kim**, PhD, Professore di Ingegneria chimica e Professore associato di Ingegneria e scienza dei materiali e **Carlo Pantano**, PhD, illustre Professore di Ingegneria e scienza dei materiali.

Scopo dello studio è la caratterizzazione della distribuzione e della natura chimica di siti di superficie reattivi su vetri che portano alla nucleazione di difetti che possono compromettere la resistenza meccanica. Come indicato nel riassunto della ricerca della PSU, "è ragionevole ipotizzare che l'esistenza e la concentrazione di precursori di difetti atomici e di scala nano che influenzano la resistenza dipendano dalla velocità di raffreddamento della su-



perficie e dall'atmosfera locale. Queste variabili di processo potrebbero fornire un mezzo efficace per controllare ed aumentare la resistenza del vetro attraverso passivazione chimica (o fisica) irreversibile di questi precursori dei difetti al momento della loro formazione."

"La resistenza meccanica del vetro è una grande sfida sia per l'industria che per il mondo accademico. Ci vorranno tempo e diversi approcci, ma lavorando insieme abbiamo la possibilità di vincere la sfida e, allo stesso tempo, addestrare la prossima generazione di scienziati e ingegneri del vetro" ha detto il professor Pantano.

Controllata dal *Glass Manufacturing Industry Council* (GMIC), la USGC è una coalizione industriale che ha come mission quella di sviluppare e promuovere il progresso nello studio sull'aumento della resistenza meccanica del vetro relativamente a tutti i settori (contenitori, vetro piano, fibre, vetri speciali ecc.); per far questo, dà l'opportunità ai ricercatori di sviluppare competenze tecniche in ambito industriale e mettere a punto strumenti e misure tecniche per il progresso nella scienza del vetro, e finanzia e promuove programmi di ricerca.

"Il fatto che le aziende che compongono l'industria del vetro abbiano messo da parte differenze e concorrenza per uno

Assegnato alla Pennsylvania State University finanziamento di \$110,000 per la ricerca sulla resistenza meccanica del vetro

*scopo comune e sostengano e finanzino insieme la ricerca sulla resistenza meccanica del vetro rappresenta un grande segnale di sviluppo per la nostra industria” ha detto **Robert Weisenburger Lipetz**, segretario della UGSC e Direttore Esecutivo della GMIC.*

Le associazioni che promuovono il progresso nella ricerca sono sempre meno e la maggior parte delle aziende, prese individualmente, non è in grado di finanziare la ricerca di base. La mission della UGSC è quella di condividere i risultati della ricer-

ca in modo che siano di pubblico dominio, fermo restando che i membri della coalizione avranno il privilegio di accedervi per primi, prima che questi vengano resi pubblici.

Il progetto di ricerca ha avuto inizio il 1° ottobre 2013 con un finanziamento iniziale valevole per un anno di ricerca. La UGSC accetta tuttora partecipanti. Coloro che sono interessati a divenirne membri possono contattare il Chaiman dell'associazione, Peter B. McGinnis, all'indirizzo peter.b.mcginis@owenscorning.com.

Bilancio positivo per la XVIII edizione di Vitrum

Si mantiene alto il numero di visitatori e si conferma fiera sempre più internazionale

Si chiude con ottimismo **Vitrum 2013**, appuntamento internazionale con l'industria del vetro che porta a Milano le più innovative tecnologie sviluppate nel settore delle macchine, attrezzature e prodotti speciali per la lavorazione del vetro piano e cavo - in programma dal 23 al 26 ottobre 2013 a Rho Fiera Milano.

Circa 20.000 metri quadrati di area espositiva netta, di cui il 70% occupato da imprese italiane, hanno ospitato 349 espositori provenienti da 28 paesi differenti, con una lieve flessione delle presenze rispetto alla precedente edizione ma con la conferma dei big player del settore da sempre presenti a **Vitrum**. Le principali aree di provenienza degli espositori sono Italia, Cina, Germania, seguite da Spagna e Regno Unito.



I dati confermano l'interesse dei visitatori per la manifestazione, rilevando un'affluenza stabile rispetto alla precedente edizione del 2011, con un leggero calo dei visitatori italiani: 19.599 ingressi totali, di cui 9.770 italiani e

9.829 stranieri, con un aumento dello 0.58% dei visitatori stranieri, per la prima volta superiori agli italiani.

Un dato che conferma il forte interesse per le tecnologie italiane da parte degli operatori del settore provenienti dall'estero, registrato anche da un significativo aumento dell'export delle aziende italiane associate a **Gimav** nei primi sette mesi del 2013 rispetto all'anno precedente, e che ha portato una ventata di ottimismo tra le aziende in fiera.

Come commenta **Dino Fenzi**, Presidente di **Vitrum**: *“Eravamo moderatamente ottimisti, pur con qualche timore, ma ora siamo moderatamente soddisfatti. Abbiamo incontrato molti clienti stranieri, veramente tanta gente. Questo è un appuntamento irrinunciabile per tutti perché il vero mercato è la fiera: qui si incontrano diversi interessi, la concorrenza, si confrontano idee e esperienze differenti. La fiera attrae chi ha intenzione di investire nel rinnovo della propria azienda e quindi nell'acquisto di nuovi macchinari; per fare questo è necessaria una disponibilità finanziaria ancora rara presso le aziende italiane”.*

Si dimostra molto positiva anche la sinergia con **Mecha-Tronika**, Salone dedicato alla tecnologia elettronica e informatica applicata alla meccanica, ospitata negli stessi giorni nel padiglione adiacente a **Vitrum**: la possibilità di accedere con un'unica registrazione ai due Saloni, di cui **Vitrum** si è dimostrata forza trainante, ha portato ad un totale

di presenze generali di 29.778, confermando la complementarietà delle due manifestazioni e l'apprezzamento del pubblico per la sinergia sviluppata.

Ha riscosso un notevole successo anche la mostra **Le Alfa Romeo dal vivo. Tappe di un percorso di eccellenza italiana**, che ha portato per la prima volta in una fiera dedicata alla tecnologia della lavorazione del vetro alcuni tra i modelli simbolo della celebre casa automobilistica italiana provenienti dal Museo Storico Alfa Romeo di Arese e l'ultima nata, già molto apprezzata, 4C Alfa Romeo. Il pubblico di **Vitrum** ha potuto ammirare dal vivo l'eccellenza tecnologica e stilistica Alfa Romeo presentata in un percorso tematico sviluppato in tre aree distinte, corrispondenti ad altrettanti periodi storici di cui l'ultimo il più attuale, riguarda il presente e l'immediato futuro del marchio.

Fonte:
www.vitrum.it



Vitrum 2013 apre le porte al mondo di Mecha-Tronika

Si è rafforzata la collaborazione tra **Vitrum 2013** - Salone Internazionale specializzato delle macchine, attrezzature ed impianti del vetro piano e cavo, del vetro e dei prodotti trasformati per l'industria - e **Mecha-Tronika 2013** - il Salone riservato ai robot industriali, all'automazione, ai sistemi di controllo e all'elettronica cosiddetta embedded.

Concomitante a **Vitrum**, **Mecha-Tronika** ha offerto un'esposizione dei sistemi e delle tecnologie capaci di ottimizzare la gestione delle macchine, degli impianti e dei processi produttivi. Simbiosi di tecnologia elettronica e informatica applicata alla meccanica, la mecatronica consente di ottimizzare la componente gestionale dei cicli automatizzati e logistici, simulare processi e risultati di una lavorazione, sorvegliare la catena di produzione e la sua qualità, elevare gli standard di sostenibilità e di lavoro.

Soluzioni perfettamente in linea con le macchine, attrezzature e prodotti speciali per la lavorazione del vetro proposte all'interno di **Vitrum** ai buyer internazionali che per quattro giorni hanno animato la kermesse internazionale del vetro. **Vitrum 2013** ha ospitato infatti le più innovative proposte relative alle diverse tipologie di applicazione del vetro piano, sofisticate tecnologie nei settori del vetro industriale, del vetro per l'edilizia, per l'arredamento e per la casa, con un particolare riguardo per le tecnologie volte al risparmio energetico e allo sfruttamento delle fonti rinnovabili.



Una completezza di proposte che ha reso i due Saloni perfettamente complementari in grado di soddisfare ancora di più le aspettative del pubblico.

Fonte:

www.vitrum-milano.com

www.mechatronika.it

La mostra **“Napoleone Martinuzzi. Venini 1925-1931”** a cura di **Marino Barovier** è la seconda del ciclo espositivo dedicato alla storia della vetreria Venini e organizzato da **Le Stanze del Vetro**, progetto culturale pluriennale avviato da **Fondazione Giorgio Cini** e **Pentagram Stiftung** per lo studio e la valorizzazione dell'arte vetraria del Novecento.

Il progetto de **Le Stanze del Vetro** prevede infatti, tra le sue molte attività culturali, la realizzazione di dieci mostre, una all'anno, che hanno come protagonista la Venini, la cui produzione si è distinta nel panorama del vetro artistico del XX secolo. Le mostre, a carattere monografico, illustrano di volta in volta l'opera di artisti che hanno negli anni collaborato con la nota vetreria muranese. Ogni mostra è accompagnata da un volume che, a conclusione del ciclo espositivo, costituirà il *Catalogo Ragionato* di Venini.

Lo spazio espositivo de **Le Stanze del Vetro** è stato progettato lo scorso anno dallo studio new-yorchese di **Annabelle Selldorf Architects**, specializzato nella progettazione di spazi e ambienti museali, che ha deciso di collaborare con alcune tra le più interessanti maestranze veneziane, in particolare Augusto Capovilla e Gino Zanon, aziende di tradizione familiare che rappresentano l'eccellenza nel territorio nei diversi ambiti lavorativi.

Come per la mostra **“Carlo Scarpa. Venini 1925-1931”** inaugurata a San Giorgio lo scorso

agosto 2012 e dal prossimo novembre ospitata al Metropolitan Museum of Contemporary Art di New York (5 novembre 2013 - 2 marzo 2014), l'esposizione dedicata a Napoleone Martinuzzi è resa possibile grazie all'accurata ricerca documentaria, intrapresa da **Marino Barovier**, coadiuvato da un gruppo di studiosi, sulla storia della vetreria muranese e dei grandi progettisti che l'hanno resa celebre nel mondo. Lo studio e la verifica incrociata delle diverse fonti documentarie (foto, cataloghi, disegni di fornace) e il confronto di queste con gli oggetti reali, messi a disposizione da musei, istituzioni pubbliche e private, collezionisti italiani e stranieri, hanno consentito di realizzare una rassegna completa dei vetri progettati da Napoleone Martinuzzi tra il 1925 e il 1931, periodo in cui fu direttore artistico della Venini.

Nel periodo in cui Martinuzzi collaborò con Paolo Venini realizzò splendidi oggetti, ispirati alla classicità della forma ma innovativi per le tecniche vetrarie e l'utilizzo delle paste vitree. La mostra **“Napoleone Martinuzzi. Venini 1925-1931”** ripercorre cronologicamente tutta la sua produzione: dagli eleganti soffiati trasparenti, alle opere dalla inedita tessitura opaca, dalle sperimentazioni con il vetro pulgoso e a fitte bollicine a quelle con il vetro opaco dalle intense e compatte colorazioni.

Le opere in mostra sono circa 200, rappresentative di quanto di più significativo la vetreria realizzò grazie all'inventiva dello scultore muranese. Molte di que-

A Venezia la mostra Napoleone Martinuzzi, Venini 1925-1931

*Presso la Fondazione
Giorgio Cini sino al
1° dicembre 2013*

ste opere furono presentate alle Biennali di Venezia dal 1926 al 1930, e alle grandi manifestazioni di arti decorative, in particolare la Biennale e la Triennale di Monza. Il 1930 fu un anno importante nella storia della Venini: grazie all'ingegno di Martinuzzi, la produzione si distinse per la particolare ricchezza di opere proposte in occasione di queste grandi esposizioni. Furono presentati i classici vetri trasparenti, insieme a una collezione di vetri pulegosi dal sapore arcaico; i singolari acquari insieme ai coloratissimi vasi velati; le piante grasse insieme a un variopinto bestiario.

L'esposizione dedica inoltre attenzione al legame che Martinuzzi ebbe con il poeta Gabriele D'Annunzio, il quale commissionò all'artista muranese non solo lavori scultorei ma anche diverse opere vetrarie. Per restituire questo particolare legame e il progetto artistico condiviso da queste due personalità, in mostra è stata riproposta una sala del Vittoriale, allestita dallo sceno-

grafo Pierluigi Pizzi, con alcuni degli esemplari più importanti che Martinuzzi disegnò per il poeta. Ne sono un esempio la zucca luminosa in vetro incamiciato, che Martinuzzi realizzò su specifica richiesta di D'Annunzio per la sua residenza, il vaso con grandi anse costolate e il canestro con frutta, la coppa in vetro trasparente azzurro e l'elefante in pasta vitrea rossa. Ognuno di questi oggetti è un pezzo unico.

Il catalogo, a cura di Marino Barovier, è edito da Skira.

Sede della mostra:

Isola di San Giorgio Maggiore, Venezia

8 settembre 2013 - 1 dicembre 2013, dalle 10 alle 19
ingresso libero
chiuso il mercoledì

Per ulteriori informazioni:

www.cini.it

Crediti foto:

by courtesy
Fondazione Giorgio Cini



Semplicità, raffinatezza ed efficacia antiscivolo sono le caratteristiche distintive di **Linea Flooring**, il nuovo modello **Madras®** specifico per piani di calpestio che possono essere esaltati proprio dalla linearità del motivo, come gradini e passerelle luminose o sospese.

A differenza di varie tecniche artigianali - quali fresature, serigrafie ceramiche, sabbiature, che rendono antiscivolo il vetro senza verifica dell'efficacia e con durata piuttosto limitata - tutti gli articoli **Madras® Flooring** sono realizzati con un particolare ed esclusivo processo di incisione chimica finalizzato proprio a fornire un materiale di provata efficacia e resistente nel tempo.

Le proprietà antiscivolo di **Madras® Linea Flooring** sono certificate secondo i principali

standard internazionali (BCR, DIN 51130 R11, ASTM C1028).

Materia prima e unica è il vetro float, chiaro ed extrachiaro, a norma UNI EN 572-1,2: 2004. In tutta sicurezza quindi può essere sottoposto a tutte le lavorazioni meccaniche e termiche del vetro.

Madras® Linea Flooring è prodotto in lastre di dimensione standard (2250 x 3210 mm), negli spessori 8 e 10 mm, ed è disponibile presso le migliori vetrerie: qui infatti viene tagliato a misura, molato, temperato, stratificato, cioè trasformato in gradini, moduli per pavimentazioni e coperture.

Fonte:
www.vitrealspecchi.it

Linea Flooring rinnova il design del vetro antiscivolo

