

Cross-link augmentation enhances CFR-PEEK short fixation in lumbar metastasis stabilization

Original

Cross-link augmentation enhances CFR-PEEK short fixation in lumbar metastasis stabilization / Borrelli, Simone; Putame, Giovanni; Audenino, Alberto L.; Bignardi, Cristina; Ferro, Andrea; Marone, Stefano; Terzini, Mara. - In: FRONTIERS IN BIOENGINEERING AND BIOTECHNOLOGY. - ISSN 2296-4185. - ELETTRONICO. - 11:(2023). [10.3389/fbioe.2023.1114711]

Availability:

This version is available at: 11583/2977811 since: 2023-04-06T17:10:32Z

Publisher:

Frontiers Media S.A.

Published

DOI:10.3389/fbioe.2023.1114711

Terms of use:

This article is made available under terms and conditions as specified in the corresponding bibliographic description in the repository

Publisher copyright

(Article begins on next page)

Un componente di facciata attivo integrato nell'edificio: dallo studio al prototipo innovativo

RICERCA/RESEARCH

Andrea Levra Levron, Valentino Manni, Gabriella Peretti, Francesca Thiebat
Dipartimento di Architettura e Design, Politecnico di Torino

andrea.levralevron@polito.it
valentino.manni@polito.it
gabriella.peretti@polito.it
francesca.thiebat@polito.it

Abstract. L'articolo riporta i risultati di una ricerca condotta nell'ambito del progetto "Energyskin: facciate edilizie attive", finanziato dalla Regione Piemonte e dal FSE (Fondo Sociale Europeo), tra partner industriali e accademici con l'obiettivo di sviluppare, monitorare e ottimizzare la progettazione di un componente di involucro dinamico adattivo innovativo che, integrando la tecnologia della pompa di calore e del solare termico, utilizza l'involucro come fonte/pozzo di recupero di calore. La ricerca prende avvio dall'ipotesi di mettere a sistema le competenze accademiche con quelle delle realtà industriali per innescare quel processo che porta all'innovazione, superando le barriere degli specialismi che, nella prassi corrente, caratterizzano sia gli specifici modelli funzionali delle aziende sia gli ambiti disciplinari accademici.

Parole chiave: Innovazione tecnologica, Involucro adattivo, Risparmio energetico

Introduzione

L'innovazione tecnologica in ambito industriale ha un ruolo sempre più importante e rappresenta una necessità a cui le aziende devono sapere rispondere anche per essere competitive sul mercato, tanto più in questo momento di crisi. Il rapporto sinergico tra progettazione architettonica e industria ha rappresentato fin dall'inizio del '900 un elemento chiave verso l'innovazione tecnologica del settore del design di prodotto/edificio. Il risultato di tale sinergia si manifesta attraverso la sperimentazione di tecnologie e materiali nel campo delle costruzioni con la creazione di *joint-venture* specifiche tra il mondo della ricerca, per gli aspetti di progettazione, e il mondo industriale, per la realizzazione e la messa in opera dei prototipi. Alcuni primi tentativi di integrazione tra l'industria e le discipline artistiche, inclusa l'architettura, si possono individuare, ad esempio, nelle opere di Walter Gropius, Jean Prouvé, Charles e Ray Eames, per citare solo alcuni esempi in cui è sempre presente la ricerca di sperimentazioni sull'uso di materiali e di tecnologie alternative da applicare a edifici o altri

Active façade component integrated into the building: from the study to the innovative prototype

Abstract. The article shows the results of a research that has been conducted within the project: "Energyskin: active building façades". The project has been financed by the Piedmont Region and ESF (European Social Fund), among different industrial and academic partners with the aim to develop, monitor and optimize an adaptive dynamic innovative envelope component, that integrates the heat pump and the solar thermal system technology, by using the envelope as source/well for collecting heat.

The research starts with the idea to integrate academic expertise with industrial realities, in order to start together the process that leads to the innovation and overcome the barriers of individual specializations. Those competences, under current practice, characterize both the functional specific models of companies on the one hand and the academic areas of expertise on the other hand.

prodotti di design. Le tecniche costruttive tradizionali vengono sostituite con sistemi prefabbricati composti da elementi modulari intercambiabili realizzati fuori opera che assolvono funzioni diverse (per i sistemi di facciata: controllo climatico, ventilazione, illuminazione, ecc.).

La ricerca

Negli ultimi anni un forte impulso all'innovazione è giunto dalla maggior attenzione alla sostenibilità ambientale. In particolare, nel settore dell'involucro vetrato, si sono registrati elementi di innovazione per esempio nell'accessoristica, nei trattamenti superficiali di vetri e telai, ma l'organismo "facciata", ossia il sistema dei diversi elementi, può ancora evolversi e la riflessione indotta dalla crisi dell'energia può portare alla messa a punto di nuovi componenti ad elevato livello di innovazione, come per esempio:

- sistemi ad integrazione di tecnologie attive e passive per lo sfruttamento delle risorse naturali, la riduzione dello spreco e il risparmio energetico;
- sistemi costruttivi modulari e pre-assemblabili per facilitare le operazioni di posa, manutenzione e sostituzione dei componenti e per garantire la flessibilità d'uso nel tempo, il riuso e il riciclaggio;
- componenti realizzati con materiali utilizzati in altri settori, in altri processi produttivi che possono trovare applicazione in edilizia (es. trattamenti derivati dall'ambito tessile per la valorizzazione e l'utilizzo della lana di pecora come materiale isolante).

Nel nostro Paese, anche in ragione della crisi economica, sono tuttavia oggi in aumento le difficoltà legate ai processi di ri-

Keywords: Technological innovation, Adaptive envelope, Energy saving

Introduction

The technological innovation at industrial level plays an increasingly important role, representing needs for companies, in order to be competitive on the market. The synergy between the architectural design and the industry has represented, since the beginning of the 20th century, a key element toward the technological innovation for the design sector of the product/building. The result of a such synergy is established through the testing of technologies and materials in the construction field with the creation of specific joint-ventures between the sphere of research, as regards the design aspects, and the industrial world, as the regards to construction and installation of prototypes. Some

first integration attempts between the industry and architecture are found, for instance, in the works of Walter Gropius, Jean Prouvé, Charles e Ray Eames, to list just a few, in which the research and the testing on the use of materials and the alternative technologies to apply to buildings or other design products is always present.

The traditional construction techniques are substituted by prefabricated systems with interchangeable modular elements, which are assembled out of the site and perform different roles (for the façade systems: climatic control, ventilation, lightning and so on).

The research

In recent years a technological innovation engine for the building industry is without any doubt the environmental quality. Innovation in glass facades

cerca, sperimentazione e immissione sul mercato di prodotti e componenti edilizi innovativi soprattutto da parte di realtà industriali medio piccole. Questa oggettiva difficoltà può essere superata incentivando la creazione di reti tra i soggetti portatori di conoscenze diverse, stimolando la condivisione tra gli stessi di know-how ed esperienza per sviluppare maggior competitività, intercettare linee di finanziamento e contributi comunitari, partecipare a progetti di ricerca e sviluppare nuove soluzioni per problemi emergenti. In Piemonte, ad esempio, la Regione dal 2009 ha costituito i “Poli di Innovazione” ovvero raggruppamenti di imprese e organismi di ricerca che perseguono questi obiettivi indirizzando le azioni regionali a sostegno della ricerca e dell’innovazione. Polight (cluster di ricerca e sviluppo dedicato alle tecnologie sostenibili e coordinato dal parco scientifico Environment Park di Torino) opera in questa direzione, facilitando la creazione di reti tra imprese, università e centri di ricerca e affiancando i propri aderenti nell’avvio e nella concretizzazione di azioni di ricerca e sviluppo nell’ambito del *green building* e delle tecnologie dell’idrogeno. In questi anni Polight ha gestito fondi di finanziamento per progetti di ricerca/sviluppo e per studi di fattibilità per un totale di 25 milioni di euro, di cui circa 13,8 milioni finanziati dalla Regione Piemonte e i restanti investiti dalle aziende. Molti di questi progetti, che hanno coinvolto tra i partner imprese localizzate sul territorio regionale, hanno sviluppato il tema dell’innovazione tecnologica in chiave ambientale per nuovi componenti di involucro. L’involucro edilizio è al centro del dibattito ed è chiamato a rispondere a sempre più elevati livelli prestazionali.

In quest’ottica si è sviluppato il progetto “Energyskin: facc-

has been recorded for example in the accessory components, in the superficial treatments of glass and frames, but the complex façade structure, that is to say the different elements system, has still to change conceptually. The effects of the last energy crisis can lead to the installation of high level innovation components, like for example:

- active and passive technology integration systems for the exploitation of natural resources, wastage reduction and energy saving;
- modular and preassembled construction systems aimed at simplify the installation operations, components replacement and maintenance, to guarantee the users the flexibility of use over time up to reusing and recycling;
- components made of materials used in other sectors and production processes, which can find applications in

the building industry (i.e. treatments deriving from the textile sector in order to enhance the use of sheep wool as insulating material).

In our country, due also to the economic crisis, there are still increasing difficulties regarding the processes of research, testing and placing on the market innovative products and components for construction and in particular from small and medium sized enterprises. This objective difficulty can be addressed by encouraging the creation of networking among those different knowledge bearers, inciting the sharing about the know-how and experience, in order to develop greater competitiveness, to intercept financing and Community funds, to take part in research projects and to develop new solution for visible problems. Since 2009, for instance in Piedmont, the Region has established “Innova-

te edilizie attive” attraverso la creazione di una partnership tra due dipartimenti del Politecnico di Torino e cinque aziende che operano in settori diversi.

Obiettivi e metodologia

Energyskin è un sistema di involucro opaco evoluto per edifici a facciata continua che presenta un alto livello di integrazione di componenti dinamici adattivi con i dispositivi impiantistici per la climatizzazione dell’edificio, consente di realizzare costruzioni a basso consumo energetico, privilegiando il ridotto spessore degli elementi di involucro e il loro aspetto formale. Il sistema, progettato per essere integrato nelle porzioni opache di edifici vetrati a facciata continua, utilizza una pompa di calore acqua-acqua per sottrarre energia dagli elementi di involucro e trasferirla, a mezzo di un sistema impiantistico, all’ambiente interno. Questa tecnologia, opportunamente integrata in un tradizionale sistema a montanti e traversi, induce importanti risparmi energetici con extra costi relativamente contenuti e senza perdita di volumetria; costituisce inoltre un’interessante alternativa ai sistemi a pompa di calore con sonde geotermiche, talvolta non utilizzabili per l’assenza di spazi esterni necessari alla trivellazione dei pozzi o per limiti imposti localmente allo sfruttamento della risorsa geotermica (Fig. 1).

I principi che hanno guidato lo sviluppo del progetto sono identificabili come possibile risposta alle seguenti problematiche :

- definizione di nuove soluzioni di involucro attivo che consentano la riduzione dell’impatto ambientale legato alla fase d’uso dell’edificio;
- integrazione in sistemi di involucro industrializzato leggero di componenti per lo sfruttamento dell’energia solare;

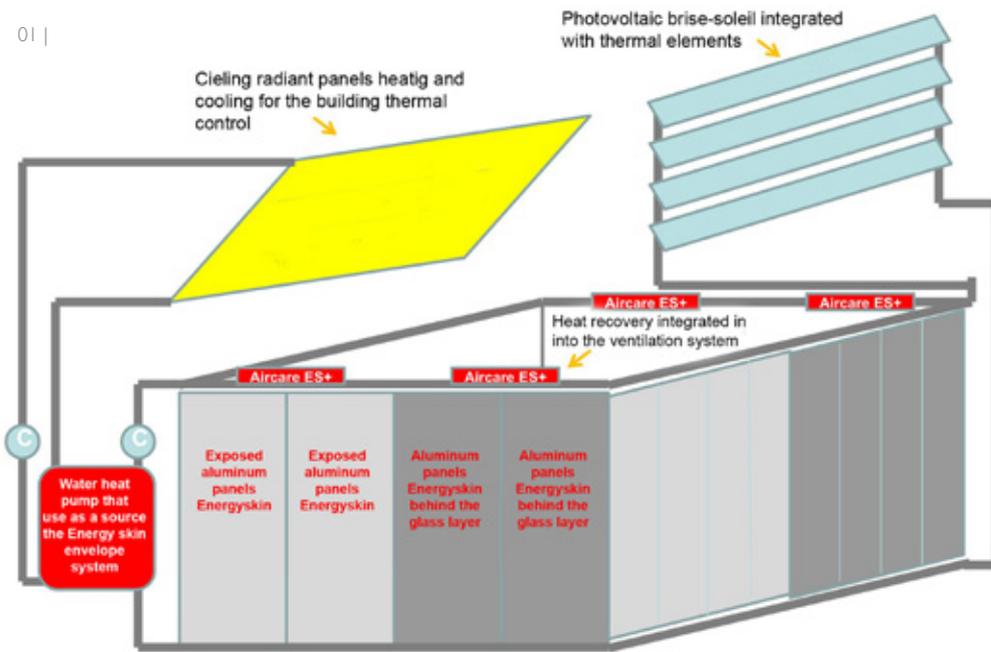
tion Clusters”, grouping of independent enterprises (small, medium and large businesses) and research organizations, which pursue these aims, in order to direct the regional attention for innovation and research support. Polight (research and development cluster whose attention is focused on sustainable technologies and it is coordinated by the scientific park “Environment Park”) operates in this direction and simplifies the creation of networking among enterprises, universities and research institutions, supporting them from the beginning and during the realization of research and development actions within the green building and the hydrogen technologies. In recent years, Polight has managed financing funds for research/development planning and for feasibility studies for a total amount of 25 millions of Euros, whose about 13,8

millions have been financed by the Piedmont region, while the remaining ones have been invested by companies. Many of these projects, that have involved among the partners enterprises on the regional territory, have developed the technological innovation of new envelope components. The building envelope is at the heart of the debate in the environmental issue and it has to respond to the high performances levels.

The “Energyskin plan: active building façades” have developed in this context, through the creation of a partnership among two departments of the Turin Polytechnic and five companies, which operate in different fields.

Objectives and methods

Energyskin is an advanced opaque envelope system for continuous façade buildings. It has a high level of



01 | Esempio di funzionamento del sistema di facciata Energyskin, Savio S.p.a.
The Energyskin façade system, Savio S.p.a.

02 | Fase di posa della facciata continua, foto di Annalisa Oldino
Installation of the curtain wall, photo by Annalisa Oldino

– definizione di un sistema modulare, flessibile in relazione alle necessità di progetto, che possa consentire una continuità formale e compositiva del sistema a facciata continua.

Caratteristiche tecnologiche del sistema

Il progetto di ricerca ha visto la sua realizzazione a partire dalla progettazione di un prototipo di pannello ad acqua integrato nel sistema della facciata esterna, cui è seguita la messa a punto di strumenti di analisi qualitativa per la simulazione del comportamento termico del modulo al fine di progettare il sistema impiantistico e di monitoraggio, fino alla realizzazione del dimostratore in cui la facciata innovativa è stata integrata per verificare le prestazioni del sistema.

Il sistema di facciata intelligente è stato concepito come un componente di involucro del tipo a montanti e traversi (*stick system*) facile da integrare, in caso di retrofit, alla maggior par-

te delle facciate continue, costituito da un insieme di pannelli (cellule) opachi e da una griglia strutturale. Il reticolo strutturale in profilati estrusi verticali e orizzontali è realizzato in lega di alluminio. Gli elementi sono collegati in modo da formare un'intelaiatura portante cui è affidato il compito di sopportare i carichi permanenti relativi al peso proprio di tutti gli elementi di facciata e assicurare un'adeguata risposta, in termini di resistenza, alle azioni determinate da vento, urti, variazioni termiche, manovre di movimentazione ed eventuali sismi (Fig. 2). La parte opaca, costituita da specifici strati funzionali svolge, oltre alla funzione di filtro tra il microclima esterno e l'endoclima, anche quella di scambiatore di calore per il circuito termofrigorifero della pompa di calore. Il modulo integra al proprio interno (intercapedine) tutta la rete impiantistica: circuito idraulico, cablaggi elettrici, sensori, apparecchi telemetrici e sistemi di servo-assistenza (Fig. 3).

Sono state realizzate tre tipologie di pannello caratterizzate da

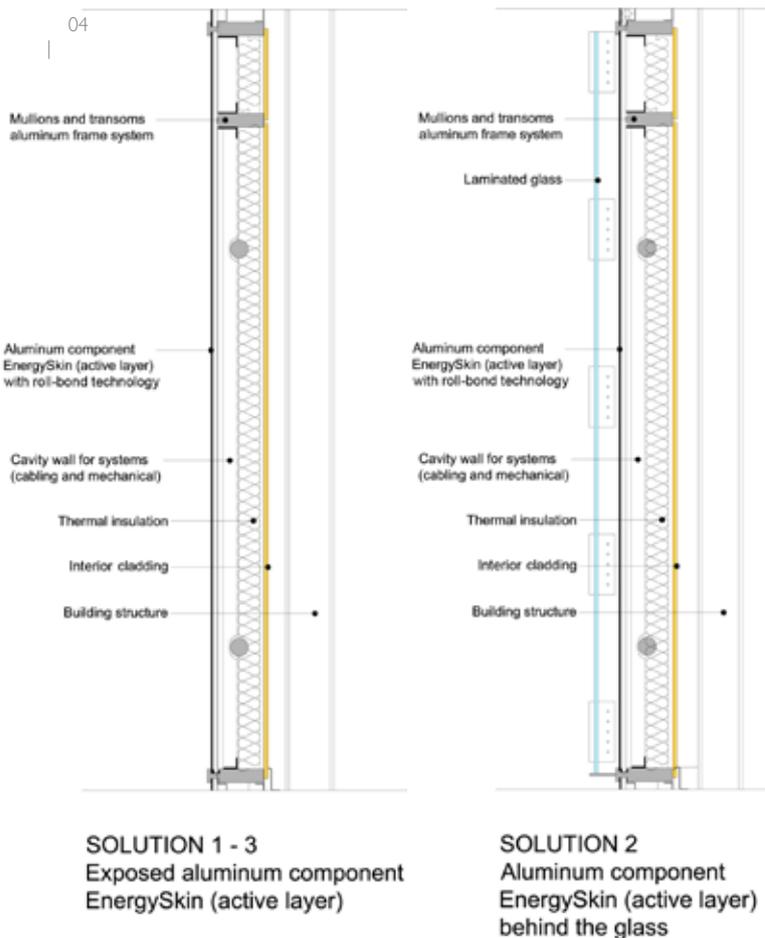
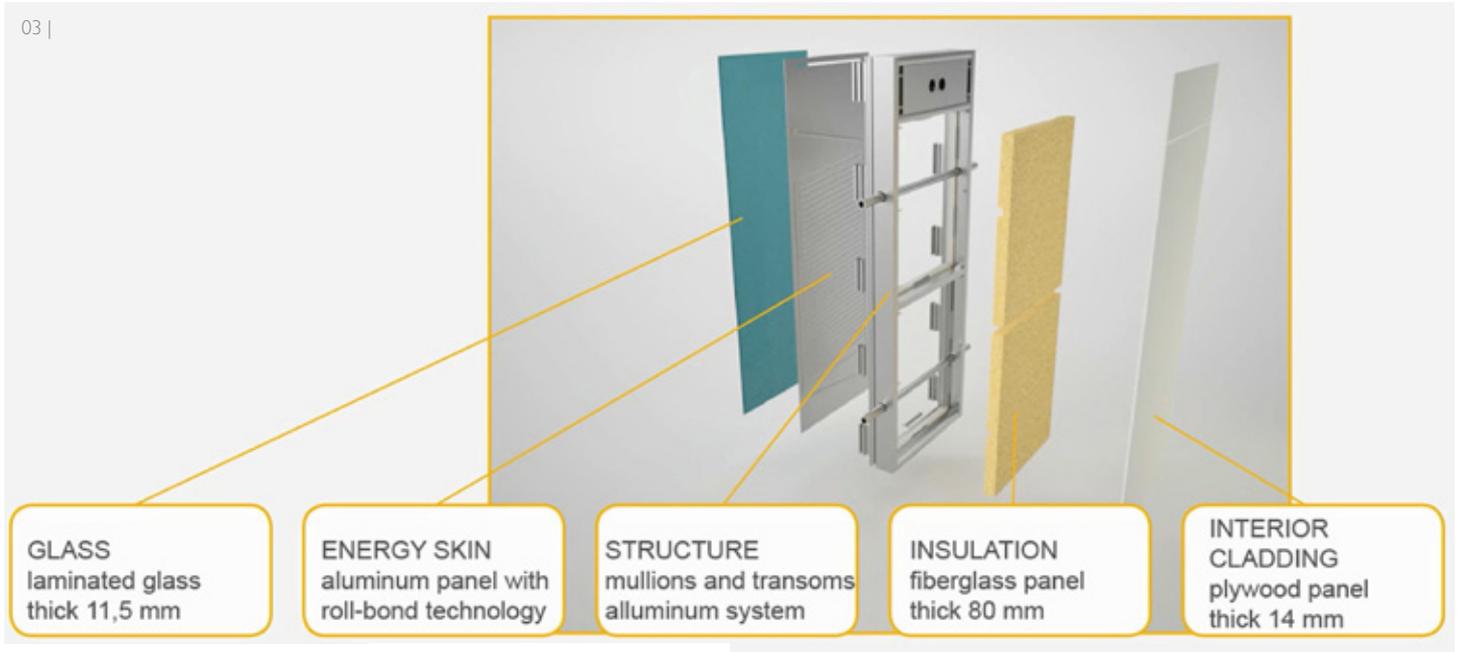


adaptive and dynamic components integrated with the HVAC system of the building that allow to realize low energy consumption constructions by favoring the low thickness of the envelope elements and their aesthetic aspects. The system, designed for being integrated into the opaque portions of the glazed buildings with continuous glass façade, use a water to water heat pump that collect the energy from the envelope elements and transfer it inside the building. This technology, duly integrated into a traditional mullions/transoms system, allows important energy savings with relatively low extra costs and without any volume loss. It represents also an interesting option to the geothermal heat pump systems, which are sometimes not usable due to the lack of the required outdoor spaces for the well drilling or to limits imposed locally for the ex-

ploitation of the geothermal resources (Fig. 1).

The principles that have led the development of the project can be identified, as possible answer, to the following problems:

- new solutions definition of active envelope, which allow the reduction of the environmental impact linked up to the use phase of the building;
- components integration into industrialized lightweight envelope systems for the exploitation of the solar energy;
- definition of a modular system, which is flexible in relation to the project needs and which can allow a formal and compositional continuity of the continuous façade system.



stratigrafie diverse, contraddistinte dalla posizione dello “strato attivo” (che utilizza la tecnologia *roll bond*) e dalla presenza di sistemi di ventilazione controllata con recupero di calore. La configurazione di base è costituita da un pannello in alluminio che rappresenta l’elemento attivo del pacchetto, un’intercapedine, uno strato di materiale isolante, un pannello di rivestimento interno (soluzione 1). Una soluzione alternativa è stata studiata anteponendo, a una distanza predefinita, al pannello di alluminio una lastra di vetro stratificato (soluzione 2). La lastra, oltre ad avere valenza estetica, contribuisce in modo attivo al funzionamento intelligente del pacchetto di involucro. La terza soluzione è rappresentata dall’inserimento, in un alloggiamento opportunamente predisposto all’interno del pannello, di un dispositivo per il ricambio controllato dell’aria con recupero di calore (soluzione 3) (Fig.4).

Cellule opache e struttura sono collegate solidamente tramite aggancio continuo. Ogni elemento di facciata e la facciata nel

Technological characteristics of the system

The research has been carried out starting from a prototype of water panel integrated into the external façade system. Qualitative and quantitative analysis tools have been set up to simulate the thermal behavior of the module, in order to plan the installation and monitoring system up to the implementation of the demonstration building, in which the innovative façade has been integrated to verify the system performance.

The intelligent façade system has been realized as an envelope component of the mullions and transoms type (stick system), which is easy to integrate to most continuous façades in case of retrofit. It is made up of a set of opaque panels and a structural grid. The horizontal vertical extrusion profile structural grid is made of aluminum alloy.

The elements are linked up in order to form a light carrying frame, whose role is to bear permanent loads relating to weight of all the façade elements and to ensure an adequate response, in terms of resistance, to the actions caused by wind, impacts, thermal changes, handling maneuvers, and possible earthquakes (Fig. 2).

The opaque part is made up of special functional layers and performs, besides the filter mediation function between the external microclimate and the endoclimate, also the function of heat exchanger for the thermal refrigeration circuit of the heat pump. The module integrates internally (cavity wall) all the systems: hydraulic circuit, electrical wiring, sensors, telemetric devices, servo assistance systems (Fig.3).

Three types of panel have been made, which are characterized by different

03 | Esploso assometrico del sistema di facciata Energyskin, Thesan S.p.a.
Axonometric view of the Energyskin façade system, Thesan S.p.a.

04 | Stratigrafie di progetto, Dipartimento di Architettura e Design, Politecnico di Torino
Wall-layer of the project, Dipartimento di Architettura e Design, Politecnico di Torino

suo complesso sono stati concepiti in modo tale da consentire agevolmente le operazioni di manutenzione ordinaria e straordinaria, ossia sostituirne una parte senza per questo dover smontare altre parti, ad eccezione dei moduli immediatamente adiacenti.

Risultati

Il primo risultato della ricerca è stato il perfezionamento dell'ingegnerizzazione dei pannelli che ha permesso la transizione dal *concept* alla produzione in stabilimento attraverso l'installazione in un edificio sperimentale. In quest'ottica, la necessità di analizzare il comportamento energetico del componente e di validare i modelli matematici messi a punto per la sua progettazione, obiettivi finali della ricerca, ha richiesto la costruzione di un edificio dimostratore su cui posare la facciata innovativa.

Il dimostratore è costituito da un unico locale con sviluppo volumetrico parallelepipedo. La scelta di realizzare un edificio di forma poligonale regolare è scaturita dalla necessità di far fronte all'esigenza di orientare i moduli Energyskin secondo i quattro assi cardinali: la facciata sperimentale, infatti, è collocata su tutte le superfici verticali del dimostratore. L'edificio, rialzato rispetto alla quota del terreno di sedime, è realizzato con tecnologia costruttiva stratificata a secco. La struttura portante principale è costituita da elementi profilati in acciaio. Le chiusure verticali sono costituite dalla facciata sperimentale Energyskin con integrazione di elementi fotovoltaici sui frangisole e sistemi di ricambio d'aria con recupero di calore, mentre la



copertura a doppia falda è realizzata con pannelli in legno e rivestita con lamiera grecata (Fig. 5).

Questa soluzione costruttiva è stata dettata, oltre che dall'esigenza di avere una struttura/costruzione capace di essere facilmente smontabile e riasssemblabile in un altro contesto, anche dal carattere di sostenibilità che doveva caratterizzare il sistema, dovuto al migliore rapporto tra le fasi di costruzione, funzionamento e dismissione per un minore impatto di tali fasi sull'ambiente, nonché dalla necessità di avere tempi rapidi di realizzazione. Tutti i componenti di involucro sono collegati alla struttura principale tramite elementi che ne consentono le dilazioni differenziali. In questo modo si evita l'insorgenza di coazioni che possono generare fenomeni di degrado e implicare interventi di manutenzione.

Al fine di valutare le condizioni per ottenere le massime prestazioni in termini di rendimento del sistema, e quindi di inte-

layers, distinguished by the position of the "active layer" (based on the roll-bond technology) and from the presence of controlled ventilation and heat recovery systems.

The basic configuration consists of an aluminum panel which represents the active element of the package, a cavity wall, a layer of insulating material, an interior cladding panel (solution 1). An alternative solution has been obtained by putting the aluminum panel before the laminated glass at a pre-determined distance (solution 2). The glass, in addition to its aesthetic value, contributes actively to the intelligent functioning of the envelope package. The third solution consists of inserting, inside the panel in a duly prepared housing, a device for the controlled air-exchange with heat recovery system (solution 3) (Fig. 4). The opaque cells and structure are

linked up firmly through a continuous hooking system. Each façade element and the façade in its entirety, have been conceived to allow easily the ordinary and extraordinary maintenance operation, that is to say to replace a part without, for this reason, removing other parts, with the sole exception of the immediately adjacent modules.

Results

A first result has been reached by perfecting the engineering of the panels and effectively make the transition from concept to factory and then to a real working building. In addition, the need to analyze the energy behavior of the component and validate the mathematical models developed for this research, representing the main objectives of the study, has requested the construction of a demonstration

building to place the innovative façade.

The demonstrating building consists of a single room with parallelepiped volume. The choice to realize a regular polygonal shaped building ensued from the need to adjust the Energyskin modules according to the four cardinal points: the experimental façade is indeed placed on all the vertical surfaces of the demonstration building. The building, which is raised from the ground, is built with a dry construction system. The load bearing structure is made of steel profile elements. The vertical closures consist of the Energyskin experimental façade with the integration of photovoltaic elements on the shading devices and air exchange systems with heat collector, while the double-pitched roof, is realized with wood panels and covered with corrugated steel sheet (Fig. 5).

This structural solution has been motivated, on the one hand, by the need to have a structure/building easily dismantled and reassembled in another context, and, on the other hand, by the sustainability feature, which had to characterize the system and due to a better relationship among the construction, functioning and the decommissioning phases for a lower impact among these stages on the environment, as well as the need for a fast construction.

All the envelope components are connected to the main structure through elements that allow the differential dilation. In this way coactions occurrence, which can cause failures phenomena and require maintenance operations, can be prevented. We chose to test the three different module solutions for each orientation, in order to evaluate the conditions and to

grazione tra involucro e impianto, si è scelto di sperimentare le diverse soluzioni di modulo per ogni orientamento.

Il programma di monitoraggio messo a punto prevede un periodo di osservazione di almeno un anno, tempo necessario per poter valutare il comportamento del sistema nelle quattro stagioni. Il monitoraggio avrà inizio dopo una fase programmata di esercizio provvisorio, attualmente in corso, necessaria per collaudare il sistema.

Conclusioni

Al progetto hanno partecipato, oltre al Politecnico di Torino e la Savio Spa, quale soggetto capofila, aziende con competenze specifiche nel campo della mecatronica, delle tecnologie di involucro, di sistemi termo-tecnici. La collaborazione con il settore industriale ha permesso di indagare concretamente le problematiche legate al processo produttivo, alla messa in opera dei componenti nonché alla loro integrazione con il sofisticato sistema impiantistico e di monitoraggio. Energyskin è stato realizzato utilizzando e adattando opportunamente profili in alluminio a taglio termico già presenti in commercio, scelta che ha consentito di contenere i costi e i tempi di sviluppo del progetto. La ricerca ha dimostrato come la collaborazione tra enti di ricerca e realtà industriali permetta di sviluppare progetti ad elevato contenuto di innovazione che possono trovare interessanti applicazioni reali, offrendo possibilità di risparmio energetico, garantendo un'agevole manutenzione e una buona durabilità dei componenti.

Nello specifico, la soluzione proposta intende garantire una riduzione delle perdite di calore dovute ad un isolamento non ottimale o insufficiente degli elementi di involucro opaco agen-

do attraverso l'integrazione nel sistema di facciata di componenti attivi collegati con i sistemi impiantistici. Il sistema di facciata Energyskin rappresenta, pertanto, una soluzione innovativa anche per gli interventi di retrofit, capace di rispondere in modo efficace alle richieste del mercato dei componenti di involucro per l'edilizia terziaria e residenziale.

REFERENCES

- Anderson, A. and Anderson, P. (2007), *Prefab prototypes. Site-specific design for offsite construction*, Princeton Architectural Press, New York.
- Knaack, U., Klein, T., Bilow, M. and Auer, T. (2007), *Façades. Principles of construction*, Birkhäuser, Basel.
- Sinopoli, N. and Tatano, V. (Eds.) (2002), *Sulle tracce dell'innovazione tra tecniche e architettura*, Franco Angeli, Milano.
- Paoletti, I. (2003), *Una finestra sul trasferimento. Tecnologie innovative per l'architettura*, CLUP srl, Milano.
- De Paoli, O. and Ricupero, M. (Eds.) (2006), *Sistemi solari fotovoltaici e termici. Strumenti per il progettista*, Celid, Torino.

obtain the best performance in terms of system efficiency and integration between the envelope and the installation.

The monitoring program, which has been set up, requires one year period of observation, in order to assess the system behavior over the four seasons. The monitoring process will start after a scheduled phase of preliminary operations, now in progress, which are necessary to test the system.

Conclusions

Many companies with specific skills/competences in the field of mechatronics, envelope technologies and thermo-technical systems have taken part in the project besides the Politecnico di Torino and Savio Spa, as leader partner. The collaboration with the industrial sector allows to investigate, in real terms, problems linked up to

the production process, to the component installation as well as to their integration with the sophisticated plant engineering and monitoring systems. Energyskin has been realized by using and duly adapting aluminum thermal break profiles, already on the market. This choice has allowed to contain costs and the project development times. The research shows how the collaboration between research bodies and industrial realities allows to develop project with a high rate of innovation, which can find important real applications, offering energy saving potential, guaranteeing an easy maintenance, as well as good component quality. Specifically, the proposed solution aims to guarantee a reduction of heat losses, due to an inadequate or lacking insulation of the opaque envelope elements. This situation often occurs when actions are taken on

existing buildings by integrating into the façade system, active components which are linked up to plant engineering systems. The Energyskin façade system represents an innovative solution, able to respond effectively to the requirements of the envelope components market for tertiary and residential building.