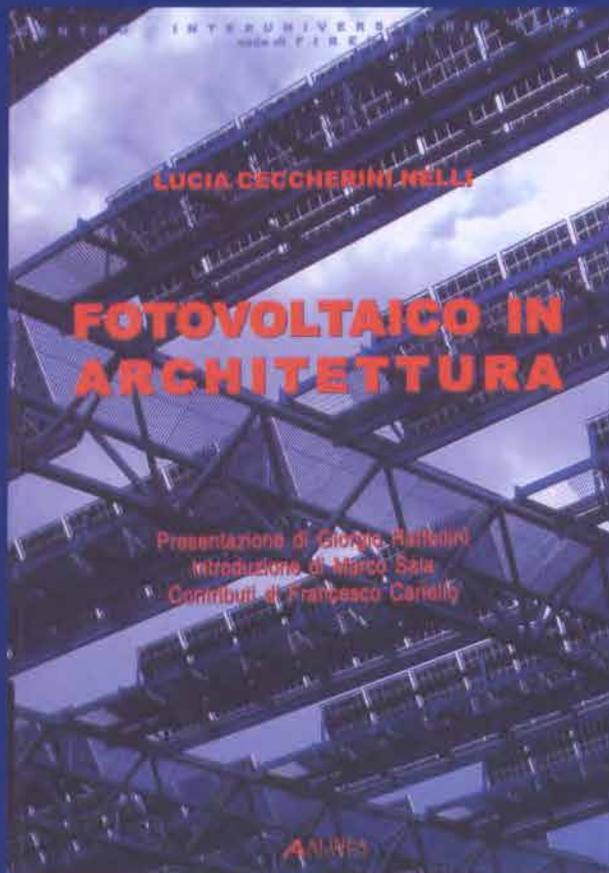


A photograph of a modern building facade. The building features a grid of solar panels (photovoltaic) and a prominent spiral staircase. The text is overlaid on the image.

LUCIA CECCHERINI NELLI

**SCHERMATURE
FOTOVOLTAICHE**

ANIMA



Fra le diverse tecnologie messe a punto per lo sfruttamento dell'energia solare, quella fotovoltaica è la più innovativa e promettente, a medio e lungo termine, in virtù delle sue caratteristiche di modularità, semplicità, affidabilità ridotte esigenze di manutenzione.

L'integrazione strutturale, elettrica e architettonica dei sistemi fotovoltaici negli edifici, permette di ridurre in maniera consistente il costo degli impianti, per la parte relativa al generatore vero e proprio, che costituisce una parte rilevante dell'installazione.

A causa della continua crescita della popolazione mondiale e dei relativi fabbisogni, la problematica energetico-ambientale rappresenta negli ultimi anni uno degli argomenti di maggiore interesse, a livello tanto scientifico, quanto politico e sociale.

Questo libro fornisce un repertorio di soluzioni architettoniche e tipologiche per l'integrazione architettonica della tecnologia fotovoltaica, oltre che un repertorio di prodotti, facili da installarsi, in modo da informare progettisti e tecnici del settore sullo sviluppo e sulle possibilità che questa tecnologia offre. Nel solo settore edilizio, il fotovoltaico rappresenta, al giorno d'oggi, una tecnologia prossima alla maturità e caratterizzata da innumerevoli vantaggi che consistono: nel ridotto impatto ambientale, nella possibilità di produzione decentrata dell'elettricità direttamente nei luoghi di utilizzo, nella modularità delle realizzazioni possibili.

Moduli fotovoltaici integrati possono diventare un ottimo materiale schermante negli edifici, sia per realizzare schermature fisse che mobili, in ogni parte dell'edificio; in pareti verticali, lucernari o coperture. La tecnologia fotovoltaica offre inoltre un enorme potenziale compositivo per i progettisti, tuttavia, è necessario che l'integrazione dei sistemi FV avvenga sin dalle prime fasi del processo progettuale e non a progettazione conclusa, dal momento che utilizzare il fotovoltaico influirà non solo sull'orientamento, sulla forma e sul layout dell'edificio, ma anche sul suo bilancio energetico.



Lucia Ceccherini Nelli architetto e ricercatore, svolge attività didattica, di ricerca e progetto presso il Centro Interuniversitario ABITA dell'Università di Firenze, occupandosi principalmente di tecnologie per il risparmio energetico negli edifici e di integrazione architettonica dei sistemi fotovoltaici per la progettazione urbana sostenibile, Architettura Bioclimatica e Tecnologie ecocompatibili. Gestisce e coordina progetti di ricerca europei che puntano al miglioramento delle prestazioni energetiche degli edifici per l'innovazione tecnologica. Curatrice e autrice dei volumi, Schermature Solari (2000), Economia della Sostenibilità (2004), Impianto fotovoltaico integrato da 20 kWp per l'edificio aule e biblioteca a Sesto Fiorentino (2004), Fotovoltaico in Architettura (2006), EULEB Cd rom (2007).

€ 12,00





1

© copyright Alinea Editrice s.r.l. Firenze 2007
50144 Firenze via Pierluigi da Palestrina 17/19 rosso
Tel +39 055 333428 Fax +39 055 331013

e-mail: ordini@alinea.it
<http://www.alinea.it>

*tutti i diritti sono riservati:
nessuna parte può essere riprodotta in alcun modo
(compresi fotocopie e microfilms)
senza il permesso scritto dalla Casa Editrice*

ISBN 978-88-6055-208-2

In copertina: foto Mario Faraoni e Lucia Ceccherini Nelli
progetto grafico a cura di Lucia Ceccherini Nelli

finito di stampare Ottobre 2007

Stampa: Genesi Gruppo Editoriale srl - Città di Castello (PG)

DIAMMOB

SCHERMATURE FOTOVOLTAICHE

Lucia Ceccherini Nelli



ALINEA
EDITRICE

S O M M A R I O

PARTE PRIMA

| | | |
|------|--|----|
| 1.1 | Integrazione architettonica del fotovoltaico e schermature solari | 6 |
| 1.2. | Ubicazione dell'impianto fotovoltaico utilizzato come sistema di schermatura | 7 |
| 1.3. | Le tipologie architettoniche principali | 8 |
| 1.4 | Tecnologie di integrazione | 10 |
| 1.5 | Coperture inclinate e piane | 11 |
| 1.6 | Lucernari | 12 |
| 1.7 | Shed e altre soluzioni di illuminazione delle coperture | 13 |
| 1.8 | Coperture curve | 13 |
| 1.9 | Sistemi integrati nelle facciate | 14 |
| 1.10 | Sistemi di schermatura | 15 |
| 1.11 | Pensiline | 17 |

PARTE SECONDA - Schede progetti

| | | | | | |
|-----|--|----|-----|---|----|
| F1 | Bed Zed, Croydon, UK | 20 | F24 | Centro Brundtland, Toftlund, Danimarca | 48 |
| F2 | Edificio della Società TOBIAS GRAU a Rellingen, Amburgo, Germania | 22 | F25 | Mercato rionale a Roma | 49 |
| F3 | Laboratori Tsukuba OSL, Tokyo, Giappone | 23 | F26 | Museo dei bambini. Roma, Italia | 50 |
| F4 | Biblioteca, Matarò, Catalunya, Spagna | 24 | F27 | Università Tecnica, Esslingen, Germania | 52 |
| F5 | Stazione dei vigili del fuoco, Houten, Olanda | 26 | F28 | Padiglione Meereslauschen, Steinhude, Germania | 54 |
| F6 | Centro fieristico di Essen, Germania | 27 | F29 | SIHK-Centro per l'istruzione, Colonia, Germania | 56 |
| F7 | Edificio 42 ECN, Petten, Olanda | 28 | F30 | Energie-Forum-Innovation (EFI), Bad Oeynhausen, Germania | 57 |
| F8 | Museo Nazionale della Scienza e della Tecnica, Catalunya, Spagna | 29 | F31 | Centro per la sostenibilità, Toronto, Canada. | 58 |
| F9 | Accademia di Istruzione Superiore del Mont-Cenis, Herne, Nord-Reno Westfalia, Germania | 30 | F32 | Scuola per l'infanzia 'Plons', Amersfoort, Olanda | 59 |
| F10 | Serra fotovoltaica, ospedale Meyer a Firenze | 32 | F33 | Stazione della metropolitana a New York | 60 |
| F11 | Simon Glas, Buckeburg, Germania | 33 | F34 | Studi televisivi Eslugues, Barcellona, Spagna | 61 |
| F12 | Residenze nel distretto di Vauban a Friburgo, Germania | 34 | F35 | Università di Erlangen, Klinisch Molekularbiologisches Institut, Erlangen, Germania | 62 |
| F13 | Edifici residenziali, Panta Rhei, Amersfoort, Olanda | 36 | F36 | Aule e biblioteca, Polo Scientifico Di Sesto Fiorentino (FI), Italia | 64 |
| F14 | Rifugio alpino, Malga Cimana (Trento) | 37 | F37 | Progetto per l'Eco-building al Campus Universitario Tsinghua a Pechino | 66 |
| F15 | Il Castello Groenhof, Flounders, Belgio | 38 | F38 | Fabbrica Wilkhahn, Bad Deister, Germania | 67 |
| F16 | Edificio Tecnologico e solare, Emmerthal, Germania | 39 | F39 | Eden Project, Cornovaglia, Gran Bretagna | 70 |
| F17 | Uffici Paul-Lobe-Haus, Berlino, Germania | 40 | F40 | SOLAR-FABRIK, Friburgo, Germania. | 72 |
| F18 | Edificio per uffici, Landshut, Germania | 41 | F41 | Edificio del gestore elettrico di Konstanz, Germania | 74 |
| F19 | Jakob-kaiser-House, Berlino, Germania | 42 | F42 | Casa di moda Kaiser, Friburgo, Germania | 76 |
| F20 | Uffici SBIC East Japan, Tokyo, Giappone | 43 | F43 | MWB Messwandler-Bau AG, Bamberg, Germania | 77 |
| F21 | Catamarano solare sull'Alster, Amburgo, Germania | 44 | F44 | Industria di semiconduttori Rohn, Giappone. | |
| F22 | Stazione Lehrter Bahnhof a Berlino, Germania | 45 | | | |
| F23 | Sede dello Zöllern Alb Kurier, Albstadt, Germania | 46 | | | |

PARTE PRIMA - Tipologie di integrazione

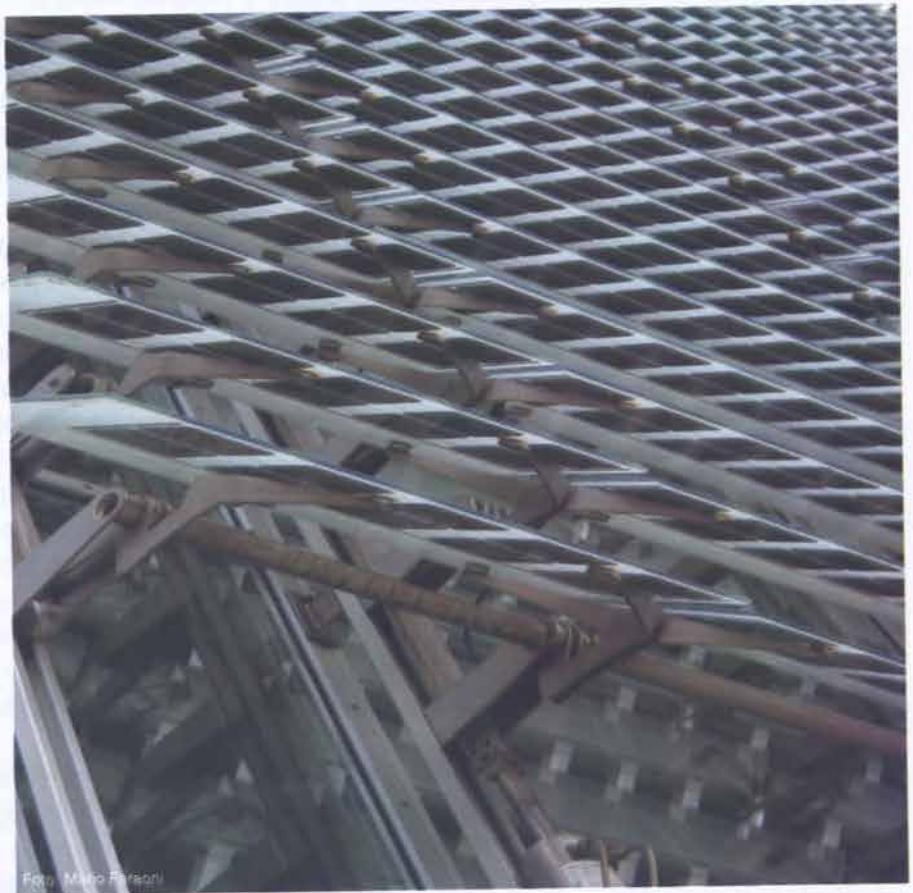


Foto: Marco Pirelli



1.1 Integrazione architettonica del fotovoltaico e schermature solari

La tecnologia fotovoltaica consente di trasformare direttamente l'energia solare in energia elettrica. Le sue caratteristiche di modularità, affidabilità, assenza di parti in movimento, generazione elettrica senza emissione di inquinanti o di rumore, fanno sì che questa tecnologia possa integrarsi meglio di ogni altra nei contesti urbani e nelle strutture architettoniche.

L'integrazione fotovoltaica negli edifici permette di produrre energia elettrica 'pulita' nei centri urbani senza destinare parte del territorio alle centrali elettriche.

In tutta Europa si stima un rilevante potenziale per l'integrazione del fotovoltaico negli edifici, se nei paesi meridionali il potenziale è rappresentato dalla forte presenza di radiazione solare, nei paesi del Nord la maggiore superficie edificata disponibile da esporre al sole compensa il minor livello di radiazione solare.

La valutazione del potenziale del fattore solare diventa lo strumento di pianificazione che può essere usato in accordo con le strategie per uno sviluppo e pianificazione sostenibile. Tre, sono gli aspetti fondamentali da valutare: la disponibilità di radiazione solare, l'efficienza degli impianti e la superficie degli edifici a disposizione per una efficiente integrazione fotovoltaica.

I moduli fotovoltaici integrati possono diventare un ottimo materiale schermante negli edifici, sia per realizzare schermature fisse che mobili, in ogni parte dell'edificio; in pareti verticali, lucernari o coperture.

La tecnologia fotovoltaica offre inoltre un enorme potenziale compositivo per i progettisti, tuttavia, è necessario che l'integrazione dei sistemi FV avvenga sin dalle prime fasi del processo progettuale e non a progettazione conclusa, dal momento che utilizzare il fotovoltaico influirà non solo sull'orientamento, sulla forma e sul layout dell'edificio, ma anche sul suo bilancio energetico.

Quindi si rende necessario un approccio progettuale "integrato", dove tutti i tecnici del gruppo di progettazione (architetti, ingegneri, designer, ecc.) devono dialogare in modo congiunto, non meno importante va data agli aspetti sociali, economici, ambientali, energetici ed ecologici.

Nella progettazione di un edificio con schermature realizzate con un generatore fotovoltaico integrato in facciata o in copertura, dovrà rispondere a specifiche esigenze;

- di tipo estetico, uso cromatico dei colori, integrazione dimensionale e di forma
- di tipo luminoso, sistemi di schermatura e controllo del passaggio della luce naturale.

Le prime valutazioni da effettuarsi per poter realizzare una corretta progettazione di un progetto FV integrato in un edificio, sono relative alla presenza o meno di ostruzioni fisiche che possano ostacolare la radiazione solare, il fattore di irraggiamento solare e il tipo di superficie utilizzabile e il suo possibile orientamento. I moduli fotovoltaici saranno impiegati come materiale da costruzione e dovranno rispondere sia alle esigenze estetiche, funzionali e di qualità.

Il fotovoltaico offre i seguenti vantaggi

- possibilità di fornire in situ tutta o parte dell'energia elettrica necessaria all'edificio;
- ridurre l'impatto sull'ambiente;



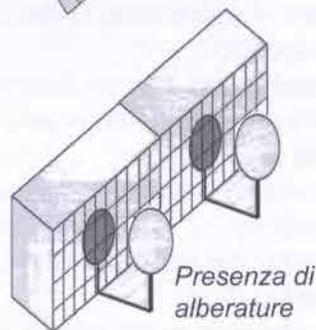
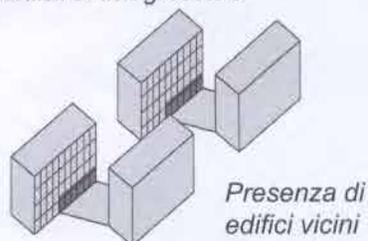
Schermature fotovoltaiche

- costruire un edificio innovativo dal punto di vista architettonico e ingegneristico;
- utilizzare l'impianto dell'edificio come esempio dimostrativo e progetto per la formazione;
- la sostituzione del materiale da costruzione con un prodotto fotovoltaico consente di dedurre il valore del primo dal costo totale dell'impianto FV;
- negli uffici e negli edifici commerciali, il consumo della maggior parte dell'energia richiesta avviene durante il giorno, quando questa è più costosa, pertanto il Fv consente di abbattere i costi di picco;
- nel caso di tipologie di integrazione legate anche a soluzioni bioclimatiche, come gli elementi di ombreggiamento e le facciate ventilate, un componente costruttivo FV può anche incidere direttamente sulla riduzione dei costi di gestione di riscaldamento e sul raffrescamento artificiale;

ed è conveniente se:

- l'edificio ha una buona esposizione al sole e la quantità di radiazione solare incidente è elevata;
- se la maggior parte o tutta l'energia elettrica

Rendimenti energetici ottenibili secondo le diverse possibilità di integrazione



Possibili cause di ombreggiamento dei moduli FV

prodotta dall'impianto fotovoltaico è consumata dallo stesso edificio;

- il risultato estetico risulterà di notevole valenza architettonica.

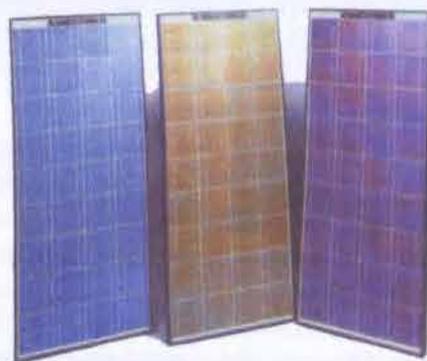
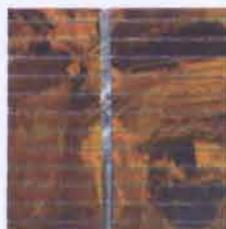
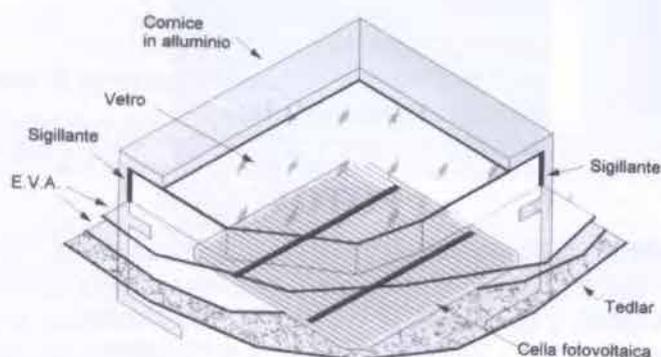
Il componente fotovoltaico può apportare interessanti valenze architettoniche da aggiungere a quelle energetiche, creando un nuovo linguaggio architettonico di riferimento per l'integrazione della tecnologia fotovoltaica negli elementi che appartengono alle nostre città, come gli edifici, le infrastrutture e l'arredo urbano.

1.2. Ubicazione dell'impianto fotovoltaico utilizzato come sistema di schermatura

Durante l'intero percorso progettuale si dovrà tener conto di tutti gli aspetti tecnici ed estetici del sistema FV per poter arrivare ad ottenere un soddisfacente risultato nell'integrazione.

Caratteristiche del sito

Le caratteristiche del sito sono determinate dal:



- clima (radiazione, nuvolosità media, precipitazioni, umidità, velocità e frequenza dei venti)
- microclima (presenza o meno di polvere, vegetazione, ostruzioni artificiali, ecc.),
- latitudine
- condizioni sismiche

Come è già stato indicato, per ottenere la massima efficienza dei moduli FV, essi devono orientarsi a sud, non ricevere delle ombre ed essere inclinati con un angolo equivalente alla latitudine locale meno circa 10° .

Le facciate degli edifici, invece, sono generalmente verticali, quelle orientate ad est ed ovest funzionano hanno un rendimento buono per angoli sui 90° , con una efficienza pari a 60% rispetto a quella ottimale a sud.

Localizzazione

Le caratteristiche del sito influiranno sul progetto e determineranno dove e come integrare un sistema FV nell'edificio.

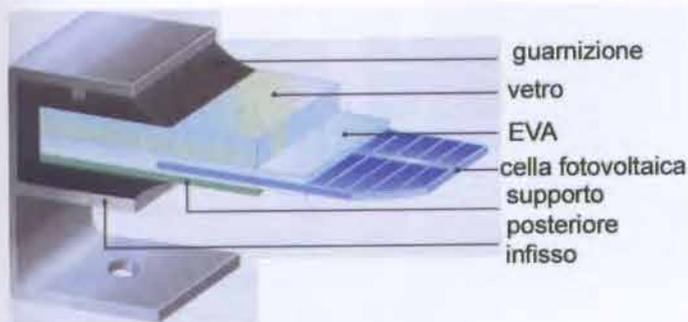
La superficie abitabile di un edificio è spesso un parametro che non può essere in alcun modo variato. In alcuni casi, avere una facciata inclinata può ridurre la superficie abitabile di non poco. Nei centri urbani è molto importante che l'impianto FV non sia mai ombreggiato da altri edifici, poiché ciò determinerebbe una notevole diminuzione dell'efficienza del sistema.

Negli edifici multipaiano è molto frequente che gli impianti fotovoltaici siano posizionati ai piani più alti, per evitare fenomeni di ombreggiamento. Una soluzione progettuale possibile per non fare notare la differenza cromatica della facciata, è quella di creare una facciata fotovoltaica formata da moduli attivi e non attivi in modo da non diversificare l'uso dei materiali utilizzati ed ottenere una omogeneità dei materiali impiegati.

1.3. Le tipologie architettoniche fotovoltaiche principali

L'estetica è uno dei motivi principali per il quale sarebbe opportuno integrare gli impianti fotovoltaici, e pertanto l'integrazione negli elementi frangisole potrà avere una interessante valenza architettonica, numerosi sono gli esempi di integrazione in cui la cromaticità dei moduli e l'effetto di schermatura delle celle alternate a vetro trasparente, consente di ottenere suggestivi ambienti con notevole effetto schermante.

La qualità dei moduli deve fornire la tenuta all'acqua ed agli agenti atmosferici ed una notevole durata nel tempo, per garantire il funzionamento dell'impianto e diminuire il tempo di ritorno del-



l'investimento e creare un edificio economicamente vantaggioso.

Le schermature fotovoltaiche possono essere impiegate con diverse soluzioni di integrazione:

- sulle facciate;
- sui tetti piani e inclinati.

Le tecnologie che consentono una buona integrazione dei sistemi fotovoltaici devono consentire i seguenti requisiti:

- Estetica
- Tenuta agli agenti atmosferici
- Tenuta al vento
- Durata dei materiali utilizzati
- Sicurezza (costruttiva, al fuoco, elettrica, ecc...)
- Costi e valutazione del tempo di ritorno dell'investimento.

Oltre a ciò per ottimizzare l'efficienza di un impianto è necessario verificare i seguenti aspetti:

- quantità di ombreggiamento dei pannelli fotovoltaici;
- produzione di calore e ventilazione dei moduli;
- accedere facilmente al cablaggio dell'impianto;
- prevedere una adeguata manutenzione.

Per ottimizzare il funzionamento dell'impianto FV è necessario evitare il surriscaldamento dei moduli e massimizzare la ventilazione:

1. L'effetto potenziale di raggiungere elevate temperature
2. La necessità di ventilare le stringhe dei moduli in modo da migliorare l'efficienza
3. Possibilità di recuperare il calore prodotto dai moduli fotovoltaici.

La durata dei materiali, i movimenti termici, il ciclo della temperatura, la sostenibilità dei cablaggi ad elevate temperature sono aspetti progettuali che devono essere studiati accuratamente quando si progetta un impianto fotovoltaico integrato architettonicamente.

Il calore prodotto dai moduli fotovoltaici dovrà essere recuperato con una buona progettazione passiva, poichè la riduzione del calore prodotto dalle celle potrà consentire una ottimizzazione nel rendimento dell'impianto. Alcune sperimentazioni sui sistemi ibridi ad aria, stanno mettendo a punto tecnologie per lo sfruttamento fotovoltaico e termico, oppure sistemi ad acqua, consentono di riscaldare serpentine d'acqua poste nei moduli e poi essere utilizzati come pannelli solari per la produzione di acqua calda.

Normalmente il calore prodotto dalle celle FV viene dissipato attraverso la ventilazione naturale, in condizioni di elevato irraggiamento dei moduli, in cui le celle da $700-750 \text{ W/m}^2$ raggiungono



la temperatura da 40° a 70°, dovrà essere effettuata una ventilazione maggiore dei moduli fotovoltaici, creando dispositivi adatti a questa necessità e inserendoli nel contesto architettonico. La temperatura dei moduli dovrebbe essere tenuta sempre bassa in modo da ottimizzare l'efficienza del sistema fotovoltaico, ciò è possibile regolando la ventilazione attraverso bocchette di areazione oppure con altri sistemi di ventilazione integrati nell'edificio.

Il calore dei moduli fotovoltaici può essere utilizzato nelle stagioni fredde per riscaldare l'edificio, mentre nei periodi caldi dell'anno è necessario dissipare all'esterno il calore e ventilare i moduli. Per riutilizzare il calore prodotto dai moduli fotovoltaici per riscaldare l'edificio, possono essere impiegati diversi sistemi, condotti di areazione oppure per trasmissione diretta sull'involucro edilizio e reimmesso nel sistema di riscaldamento sia di tipo passivo che attivo.

1.4. Tecnologie di integrazione

L'integrazione in copertura potrà essere economicamente vantaggiosa se si tratta di nuova edificazione, in caso di ristrutturazioni l'integrazione sarà più onerosa a meno che non vengano sostituite parti dell'edificio con altre integrate in modo che possano essere compensati i costi manutentivi con i costi delle nuove strutture integrate.

Le coperture sono caratterizzate dai seguenti elementi:

- generalmente sono prive di sistemi di schermatura;
- la pendenza della copertura spesso non condiziona l'installazione di impianti fotovoltaici;
- esteticamente e funzionalmente semplice da integrare.

Questo sistema può essere alternato con parti trasparenti e parti opache e semitrasparenti fotovoltaiche. La ventilazione è realizzabile creando una camera d'aria di circa 10 cm tra i moduli e la struttura di copertura oppure si crea una soluzione di microventilazione dal colmo e dalla gronda.

La ventilazione dei moduli è necessaria, come già detto in precedenza al fine di poter ottimizzare il rendimento di quest'ultimi.

Sistemi di Facciata vetrate continue

Le facciate si prestano notevolmente per l'uso di moduli fotovoltaici vetro-vetro. Le superfici trasparenti sono generalmente con doppio vetro e camera d'aria e le parti opache sono realizzate con vetri opachi o pannelli isolanti. I moduli fotovoltaici sono preassemblati in fabbrica nelle unità



Alcuni esempi di lucernari semitrasparenti in film sottile

con doppio vetro. Il vetro esterno con fotovoltaico è di tipo temperato, intercapedine d'aria e vetro interno; lo spessore generale è di circa di 300 mm. Nei montanti dei moduli vengono fatti passare i cablaggi dell'impianto fotovoltaico. Questo tipo di sistema è previsto sia per facciate vetrate verticali che inclinate ed inclinate di tipo seghettato.

Schermature esterne FV

Le schermature fotovoltaiche potranno essere di tipo trasparente od opaco, normalmente consistono di un pannello in alluminio, oppure vetro/vetro, aggettante in facciata e posizionato su supporti metallici per consentire il passaggio dell'acqua e la ventilazione dei moduli fotovoltaici. La distanza, tra i moduli deve consentire un buon ombreggiamento della facciata o della copertura e al contempo dovrà essere calcolata l'inclinazione dei moduli in funzione di un buon rendimento dell'impianto senza trascurare il calcolo della distanza tra gli elementi per evitare fenomeni di ombreggiamento tra le celle. Nei montanti saranno posizionali i cablaggi dell'impianto fotovoltaico. Come elementi di schermatura possono essere utilizzati moduli opachi oppure vetro-vetro con celle distanziate, per consentire il graduale passaggio di luce.

1.5. Coperture inclinate e piane

Nelle applicazioni di sistemi fotovoltaici posti sulle coperture piane, gli impianti devono essere progettati considerando i carichi accidentali come quello della neve, dell'acqua o del vento. In particolare in climi freddi con frequente presenza di neve, le coperture integrate con fotovoltaico dovranno avere una pendenza tale da evitare l'accumulo della neve e minimizzare le perdite di rendimento degli impianti, i moduli fotovoltaici in commercio sono di tipo autopulente, ciò favorirà lo scivolamento della neve dall'impianto.

Nelle applicazioni di coperture trasparenti oppure lucernari o shed, rivolti a sud, l'uso di moduli fotovoltaici, vetro-vetro, semitrasparenti, consentirà di migliorare l'ingresso dell'illuminazione naturale, ottenendo una graduale schermatura e il passaggio della radiazione solare migliorando il comfort interno degli ambienti.

Le soluzioni che adottano shed fotovoltaici con aperture a nord, consentono di avere una buona ventilazione naturale ed in particolare il raffrescamento dei moduli, ottimizzandone il rendimento.

Sulle coperture piane possono essere utilizzati moduli in film sottile semitrasparenti posizionabili con lastre

Impianto fotovoltaico complanare alla copertura

I moduli per coperture sono a forma rettangolare oppure hanno la forma di vere e proprie tegole. In questo caso i moduli avranno le stesse caratteristiche e requisiti di qualità di una copertura tradizionale.



Questa soluzione, può raggiungere un alto livello di integrazione architettonica ed è consigliabile anche dal punto di vista economico, poichè in questo caso il costo dell'impianto sarà determinato dal cablaggio, inverter e dal fotovoltaico e non dalla struttura che lo sostiene; al costo generale dell'opera ed alla valutazione del tempo di ritorno dell'investimento, dovrà essere comunque sottratto quello della fornitura e messa in opera delle tegole o altra copertura corrispondente alla superficie occupata dall'impianto fotovoltaico, pertanto in questo caso per l'impianto fotovoltaico complanare potrà essere considerato un costo inferiore rispetto a quello sovratetto. Questa soluzione, ha come limitazione, che non consente di scegliere liberamente l'inclinazione e orientamento dei moduli, essendo questi direttamente dipendenti dalla configurazione delle coperture dell'edificio.

Per le coperture piane lucernario, l'inserimento complanare dei moduli è costituito dalla sostituzione totale della copertura piana con un telaio sul quale vengono posizionati direttamente i moduli fotovoltaici. Questa tipologia di integrazione prevede l'utilizzo di moduli "doppio vetro" semitrasparenti, a volte alternati a lastre trasparenti; ciò permette alla luce naturale di penetrare parzialmente negli ambienti interni con conseguenti benefici legati al comfort ambientale.

L'integrazione è possibile anche in tutte quelle soluzioni di elementi per areazione piani o inclinati che consentono la ventilazione di copertura di garage, supermercati ecc., realizzati per i ricambi d'aria e la ventilazione interna. E' importante calcolare la giusta altezza delle aperture, progettare la forma e l'eventuale movimentazione per evitare che creino ombra sui moduli fotovoltaici. I materiali con cui sono realizzati sono diversi: ad esempio metacrilati, policarbonati, vetroresina, sandwich di alluminio, poliuretano e vetro di tipo opaco o semitrasparente.

Padiglioni

I padiglioni sono generalmente grandi coperture trasparenti od opache destinate a proteggere atri, zone esterne di collegamento tra più edifici, aree pedonali, gallerie e giardini d'inverno. Tali elementi sono spesso realizzati con strutture in vetro e alluminio, appositamente progettate per avere interessanti valenze estetico-architettoniche.

1.6. Lucernari

Per lucernari si intendono quelle strutture trasparenti o semi-trasparenti che permettono l'illuminazione naturale dall'alto. Essi generalmente si trovano sulle coperture piane e sono sporgenti dal volume del fabbricato, ma possono essere previsti anche su falde di tetto o su coperture curve. Possono inoltre essere isolati o disposti a filari paralleli, nei grandi edifici con destinazioni ad uso pubblico.

L'aspetto interessante di questa tipologia è che il lucernario è un componente architettonico le cui caratteristiche possono essere standardizzabili ed e quindi compatibile con procedimenti di produzione seriale. Ciò consente di realizzare prodotti fotovoltaici che nascono per essere impiegati nelle costruzioni edili, e pertanto raggiungono ottimi livelli di qualità integrativa.



Esistono lucernari dalle forme e dimensioni più diverse, ma i più adatti per essere integrati al FV sono quelli con sezione a doppia falda. In questo caso la falda del lucernario esposta in prossimità del sud può essere realizzata con moduli FV a doppio vetro in modo da fornire, oltre alla produzione energetica, una protezione dai raggi solari. La falda a nord sarà invece costituita da lastre trasparenti e dotata, possibilmente, di un sistema per l'aspirazione dell'aria calda interna. Le tipologie per i lucernari sono generalmente integrate con soluzioni che fanno filtrare la luce, celle distanziate in vetro-vetro o vetro e tedar trasparente oppure in film sottile semitrasparente. I moduli sono caratterizzati dall'essere completamente trasparenti nelle zone non occupate dalle celle di silicio. Tale potenzialità trasforma i moduli in veri e propri elementi architettonici, cioè in componenti assolutamente integrati all'edificio. La struttura portante dei moduli fotovoltaici di questo tipo può essere formata da; travetti in acciaio, alluminio, legno o cemento armato, sostenendo i moduli FV direttamente o tramite una sottostruttura. I moduli si alternano alle lastre in vetro-camera oppure, se le condizioni climatiche lo richiedono, le sostituiscono completamente costituendo un'adeguata protezione termica, questa soluzione implementa le caratteristiche termiche dell'ambiente interno, i moduli vetro-vetro consentono una buona ombreggiatura interna. Per il miglioramento delle condizioni di comfort interno e il rendimento delle celle dovrà essere anche previsto un buon sistema di ventilazione sia naturale oppure di areazione forzata. Infine il lucernario se è inclinato risulta raggiungere una buona produttività dei moduli fotovoltaici.

1.7. Shed e altre soluzioni di illuminazione delle coperture

Questa soluzione viene prevalentemente adottata per edifici industriali e edifici commerciali. Questo tipo di copertura è finalizzata a fornire un'illuminazione naturale dall'alto ed un buon livello di areazione. Gli shed sono generalmente realizzati con materiali e forme differenti, talvolta hanno un lato trasparente, mentre l'altro è realizzato con materiali opachi. In altri casi entrambi i lati sono trasparenti. Le aperture vengono utilizzate per controllare l'areazione dei locali e l'espulsione dell'aria calda che si accumula nelle parti più alte. Le coperture con seghettature e a shed è un tipo di supporto ideale per l'installazione di moduli FV, in particolare con un orientamento nord-sud degli shed sarà massimizzata l'acquisizione di irraggiamento solare e consentita una buona ventilazione con aperture poste a nord.

In questi casi le aperture sono generalmente dotate di dispositivi di apertura a distanza o controllate da dispositivi automatici per soddisfare esigenze di ventilazione naturale degli ambienti interni.

1.8. Coperture curve

Le coperture curve, ben si prestano ad essere integrate con moduli FV standard. La principale

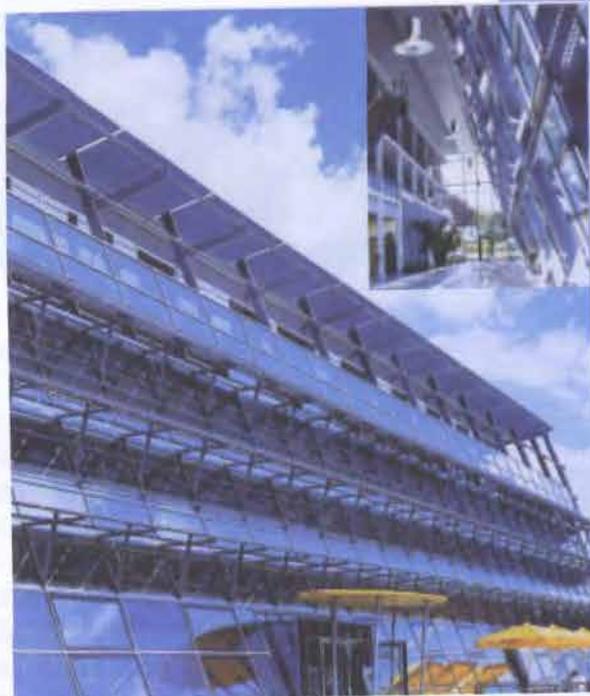


difficoltà in questo tipo di integrazione è la differente inclinazione delle diverse zone dell'impianto. La curvatura determinerà la formazione di zone con differente posizionamento per cui le caratteristiche elettriche dovranno essere valutate in modo differente secondo l'inclinazione dei moduli. Tale particolarità consente di ottenere un'interessante flessibilità produttiva del generatore FV al variare dell'altezza del sole nelle diverse stagioni. Inoltre la copertura curva è solitamente rivestita da elementi di grandi dimensioni o da lastre metalliche che si prestano a suggerire soluzioni di elevata qualità integrativa ed estetica del FV. Nel caso in cui la struttura edilizia consenta l'utilizzo di una copertura semitrasparente, è necessario utilizzare moduli FV integrati a strutture a vetro-camera. Questi moduli sono gli stessi che potranno essere utilizzati per le facciate continue o per i lucernari e potranno essere di tipo trasparente oppure semitrasparente. Utilizzando moduli trasparenti o semitrasparenti gli ambienti interni saranno molto ben illuminati, insieme ad un'adeguata protezione termica dovuta al vetro-camera e all'effetto frangiluce delle celle di silicio. La disposizione dei moduli deve seguire un'andamento orizzontale in modo da garantire un'irraggiamento uniforme su moduli di uguale orientamento e inclinazione.

1.9. Sistemi integrati nelle facciate

L'impiego della tecnologia FV nelle facciate degli edifici è attualmente una valida alternativa ai tradizionali sistemi di integrazione. Da un punto di vista tecnico ed economico la facciata offre una superficie adatta ad ospitare moduli FV, facilmente integrabili. La grande diffusione delle facciate continue nelle recenti tipologie edilizie costituisce un notevole potenziale per l'inserimento del FV, anche attraverso interventi di ristrutturazione. Per una eventuale sostituzione di moduli FV danneggiati o malfunzionanti si ricorre alle stesse procedure manutentive che si adottano generalmente per le altre superfici in vetro. Tecnicamente gli elementi FV hanno le stesse caratteristiche dimensionali e strutturali delle altre parti in vetro della facciata. Oltre a produrre energia elettrica, la facciata FV svolge la funzione di rivestimento dell'edificio. Gli elementi in vetro integrati con FV offrono protezione contro gli agenti atmosferici, isolamento termico, acustico e schermatura solare. Sono stati realizzati diversi progetti in cui il componente fotovoltaico è stato integrato come componente prefabbricato, formando un intero elemento di facciata. In particolare questo sistema è stato realizzato per la biblioteca di Matarò in Spagna, in cui la facciata è stata assemblata con elementi prefabbricati, ogni elemento è costituito da moduli fotovoltaici ibridi, solare e termico, infatti la facciata tramite una serie di bocchette consente di recuperare l'aria calda accumulata nel vetrocamera e recuperata per il riscaldamento nei mesi invernali, questo tipo di soluzione prefabbricata offre molti vantaggi, tra i quali: la notevole facilità e velocità di montaggio della facciata, ottimale collocazione del cablaggio, dei diodi di blocco ed inverter e notevole valenza di integrazione architettonica, poichè i moduli sono perfettamente inseriti nella struttura del componente vetrato.

Nel caso di interventi di retrofit è consigliabile integrare la facciata FV costruendo una doppia facciata, dove i moduli funzionano da facciata esterna non sigillata, mentre la superficie interna rappresenta la vera e propria superficie di chiusura, in modo da evitare problemi di infiltrazioni



di acqua.

È possibile integrare i moduli FV su facciate che presentano parti inclinate, in questo modo si ottimizza l'orientamento dei moduli e al tempo stesso si ottengono superfici verticali ombreggiate. La seghettatura esterna, se ventilata, ottimizza l'efficienza dei moduli, le doppie facciate permettono di ottenere una buona ventilazione e al contempo si consente la dispersione del calore prodotto dal surriscaldamento dei moduli fotovoltaici.

Per motivi strutturali, funzionali o estetici, non è sempre possibile inserire in modo continuo moduli fotovoltaici su di una facciata. In questi casi il progetto di integrazione deve mirare a identificare le parti della facciata compatibili, per motivi architettonici ed elettrici, per l'inserimento del fotovoltaico. A tale scopo risultano particolarmente adatte le zone dei parapetti, quelle poste al di sopra di finestrate e tutte le altre superfici nelle quali è possibile installare elementi fotovoltaici opachi.

Curtain wall FV inclinato o scalato

L'integrazione dei moduli FV sulle facciate inclinate è una delle soluzioni esteticamente più valide, in particolare se vengono utilizzati moduli vetro-vetro trasparenti o semitrasparenti. L'integrazione FV può occupare tutta la superficie della facciata oppure solo alcune parti ritenute idonee. La scelta di integrare moduli fotovoltaici nell'involucro inclinato consente un'ottimale produzione energetica e una conseguente maggiore produttività energetica. Le zone della facciata solitamente più compatibili all'integrazione sono, generalmente, le fasce poste al di sopra e al di sotto delle finestrate. Interessanti soluzioni di integrazione architettonica hanno utilizzato due tipi di moduli FV: trasparenti ed opachi.

Le facciate continue inclinate costituiscono una scelta progettuale sempre più diffusa specialmente negli edifici con destinazioni terziarie.

1.10. Sistemi di schermatura

I moduli fotovoltaici possono essere utilizzati come protezione solare oppure come frangisole per ombreggiare e diffondere la luce naturale negli ambienti interni. Nel caso dei frangisole



è possibile utilizzare moduli standard oppure ci sono sul mercato elementi frangisole fotovoltaici, già assemblati di tipo mobile o fisso. Interessanti sono le soluzioni che adottano frangisole con inseriti moduli a film sottile semitrasparenti, progettati in modo da consentire il passaggio di una certa quantità di luce e al contempo una buona visione verso l'esterno.

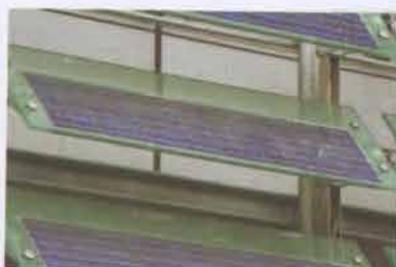
Altre soluzioni utilizzano moduli in vetro - vetro con celle distanziate in modo da graduare la luce e scegliere il tipo di schermatura ideale per l'ambiente che deve essere ombreggiato.

Frangisole fissi fotovoltaici

In alcuni casi i moduli fotovoltaici possono essere utilizzati direttamente come protezione solare. E' infatti sempre più diffusa la loro integrazione nei sistemi frangisole la cui struttura risulta indipendente dal fabbricato e generalmente può essere inserita senza problemi in nuove costruzioni o in edifici già esistenti. Oltre a produrre energia elettrica, questa tipologia offre un valore aggiunto, un beneficio direttamente legato ai criteri bioclimatici: l'ombreggiamento. Ciò consente un innalzamento del comfort interno ed una notevole riduzione dei costi di condizionamento dell'edificio. In questo tipo di intervento l'integrazione con il fotovoltaico è legata alle caratteristiche della struttura frangisole e difficilmente può essere trattata in termini tipologici. In genere il modulo fotovoltaico può essere integrato alla struttura con assemblaggi meccanici. Nel caso del frangisole fisso, la struttura mantiene un'inclinazione costante con conseguente limitazione nelle prestazioni di ombreggiatura e nella flessibilità di utilizzo. Risulta, rispetto alle soluzioni a inclinazione variabile, estremamente più economica, di semplice realizzazione e non necessita di una particolare manutenzione.

Frangisole mobili fotovoltaici

I moduli fotovoltaici utilizzati come elemento frangisole possono aumentare le loro prestazioni bioclimatiche ed elettriche se muniti di un sistema che ne regoli l'inclinazione. Tale soluzione, rispetto a quella dei frangisole fissi, offre la possibilità di un posizionamento accurato del modulo in funzione dell'altezza del sole, delle condizioni meteorologiche e delle specifiche esigenze di luminosità interna. In presenza, ad esempio, di condizioni meteorologiche particolarmente perturbate, con un conseguente abbassamento del livello di luminosità ambientale, i moduli possono essere posizionati in modo da far penetrare la massima luce possibile, riducendo il costo dell'illuminazione artificiale rispetto a soluzioni di frangisole fissi. Nel caso al contrario di condizioni di luminosità eccessiva per le necessità interne, l'impianto può essere regolato in modo da ottimizzare le sue prestazioni di schermo, con una conseguente riduzione dell'apporto termico interno ed un risparmio sull'eventuale energia impiegata per il condizionamento. Anche le prestazioni del fotovoltaico possono essere migliorate grazie alla possibilità di orientare accuratamente i moduli in funzione dell'altezza del sole. I sistemi utilizzati per effettuare la regolazione sono meccanici, a trazione elettrica o oleodinamici. A sua volta la regolazione può essere azionata manualmente o regolata automaticamente grazie ad un sensore di rilevamento della posizione solare che fornisce direttamente all'impianto di regolazione le informazioni sull'altezza del sole. I limiti più rilevanti dei sistemi frangisole mobili, rispetto a quelli fissi, sono il sostanziale incremento dei costi dovuti



al meccanismo (che può essere più o meno sofisticato), le maggiori difficoltà di installazione e, specialmente, i maggiori oneri manutentivi.

1.11. Pensiline

A protezione di percorsi pedonali e nelle zone limitrofe agli accessi degli edifici sono a volte presenti elementi di copertura. Essi sono sostenuti da strutture esterne al fabbricato e solitamente dotate di fondazioni indipendenti. Questa tipologia rappresenta un importante potenziale per l'integrazione del fotovoltaico anche all'esterno dell'involucro dell'edificio.

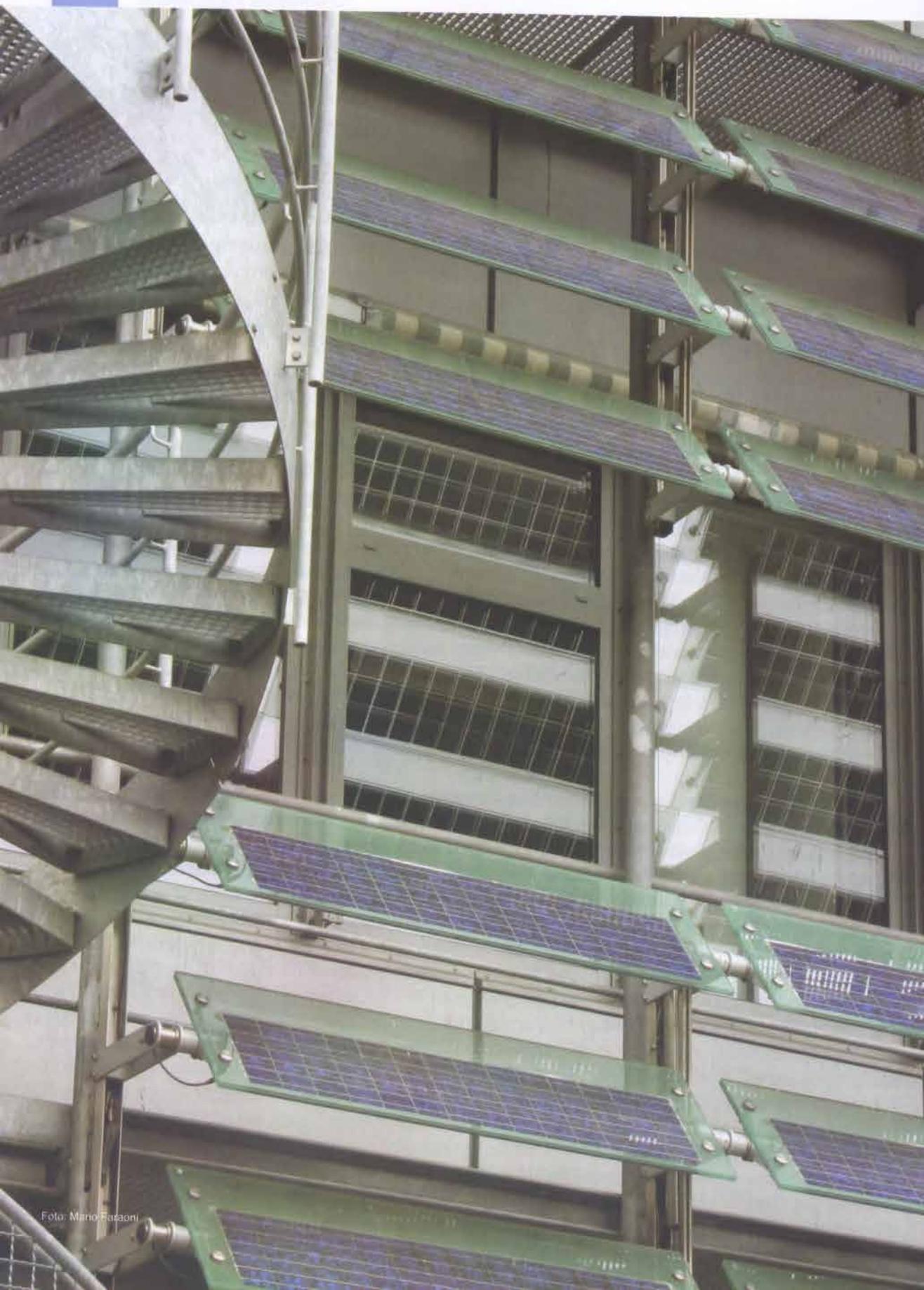
In funzione dei requisiti abitativi dei corrispondenti ambienti interni e delle caratteristiche climatiche, è opportuno progettare l'integrazione fotovoltaica delle pensiline scegliendo preliminarmente l'uso di moduli opachi o semitrasparenti.

Nel caso della scelta di moduli fotovoltaici semitrasparenti è possibile adottare soluzioni "a giorno", dove l'elemento fotovoltaico viene utilizzato senza cornice e direttamente ancorato alla struttura di supporto. Tale opportunità può consentire il raggiungimento di elevati standard estetici.

Oltre al requisito di ombreggiamento, alla struttura pensilina è richiesta la protezione dalle precipitazioni. Questo obiettivo induce il progettista a porre particolare attenzione allo studio della tenuta dei giunti. Non deve essere trascurata, inoltre, la predisposizione dell'alloggiamento dell'impianto elettrico specie nel caso in cui alcune sue parti siano poste ad altezza d'uomo.

Considerazioni conclusive

Un edificio orientato a sud, libero da ombreggiature è un edificio favorevole all'installazione di un impianto fotovoltaico. Anche le integrazioni fotovoltaiche in facciata si prestano per soluzioni architettoniche molto interessanti, è importante tenere presente che per una corretta ed elevata efficienza energetica ed illuminotecnica delle parti finestrate è necessario lasciare libero il 30-45% della superficie vetrata esposta a sud, pertanto sarà possibile coprire il 55-70% con superfici opache di fotovoltaico affinché l'edificio non risenta di un deficit di illuminazione diurna.



PARTE SECONDA - Schede progetti

Foto: Lucia Ceccherini Nelli

F.1. Bed Zed, Croydon, UK

Dati tecnici

Proprietà

Privati e pubblico

Progettisti

Bill Bunster Architects,
SMA, Van Dam

Strutture

Arup Associati

Settore di sviluppo

Residenze e commercio

Localizzazione

Croydon, Londra, UK

Nuovo/Ristrutturazione

Nuovo

Tipo di componenti FV installati

BP Solar.

Posizione dell'impianto FV

A tetto, lucernari e facciate

Superficie utilizzata

780 mq

n moduli utilizzati

1138

Potenza nominale FV

108 kWp

Finanziamento

EC, DTI, SEEBOARD

Inizio funzionamento

2002

Contatti

www.bpsolar.com

Riferimenti: "Energia Solare FV n.4/2002 articolo di Cinzia Abbate"



1 Foto: Lucia Ceccherini Nelli



2 Foto: Lucia Ceccherini Nelli

1,2,4,5,6 Viste delle serre integrate con FV, moduli FV vetro/tecllar

3 Vista generale del complesso



3 Foto: Tom Chance

Il Bed ZED Factory (Zero Energy Development) è stato realizzato come quartiere residenziale sperimentale a Sutton, nella periferia di Londra. L'insediamento urbano BED-ZED ha come obiettivo una considerevole riduzione di CO₂ migliorando la qualità di vita della zona. Il quartiere comprende unità abitative collettive e 18 singole e spazi ufficio per complessivi circa 1600 m². Tutti gli edifici sono realizzati con criteri di sostenibilità, sono previste serre o terrazze, coperture verdi e giardini pensili.

Gli edifici sono organizzati su tre livelli, a piano terra, nelle zone ombreggiate sono posti gli uffici. Il quartiere nonostante offra una notevole densità abitativa, sono stati creati notevoli standard qualitativi con circa 26 mq di spazi verdi privati e 8 mq spazi verdi pubblici per abitazione.

Grazie alle tecnologie solari passive utilizzate nel complesso il fabbisogno di riscaldamento è stato ridotto del 10%. L'impianto centralizzato di riscaldamento è di tipo a biomasse, utilizza legnami riciclati e scarti di lavorazione provenienti dai laboratori delle zone circostanti. Gli edifici sono stati realizzati con un ottimo isolamento termico delle murature perimetrali ad alto isolamento, le vetrate sono state rea-

lizzate con tripli vetri.

I moduli fotovoltaici sono stati forniti dalla BP Solar e ne sono stati installati 1.138.

I laminati fotovoltaici, appositamente costruiti per questi edifici sono stati combinati con infissi ad elevato isolamento e sistemi di ventilazione avanzati. I pannelli FV utilizzati a Bed Zed sono stati scelti per tre motivi: controllo dell'ombreggiamento, generazione di elettricità e come rivestimento dell'edificio in modo da offrire impermeabilizzazione, ombreggiamento e produzione elettrica.

L'attuale elevato costo dei moduli FV è stato compensato dal loro uso come parti integranti gli edifici in sostituzione ai normali materiali edilizi. I pannelli FV forniscono elettricità in modo da ricaricare oltre 40 auto elettriche con energia sufficiente a percorrere 10.000 miglia all'anno.

I moduli fotovoltaici sono stati posizionati su facciate esposte a Sud, montati su infissi standard, sono stati integrati anche sui lucernari e sulle coperture.

Il progetto prevede inoltre uno spazio commerciale per la vendita di alimenti organici prodotti stagionalmente in questa comunità. Per la consegna e la distribuzione degli ordini, viene utilizzato internet e le consegne vengono effettuate utilizzando furgoncini elettrici.

I materiali da costruzione utilizzati sono stati di provenienza locale e comunque provenienti in un raggio di 35 miglia, oppure prefabbricati con materiale riciclato o di recupero, come le strutture in legno utilizzate per gli uffici.

L'idea di unire le residenze agli uffici ha reso l'investimento economicamente più vantaggioso, poiché il tessuto urbano realizzato al solo costo del residenziale ha prodotto un valore aggiunto al complesso in virtù delle nuove potenzialità di produttività dell'area.

Il complesso verrà sfruttato maggiormente, poiché verrà utilizzato in uguale misura durante l'arco di tutta la giornata al contrario dell'effetto provocato dai soli quartieri residenziali.

La Peabody Trust, un'organizzazione caritatevole che fornisce abitazioni economiche per usi sociali e privati a Londra è la compagnia responsabile dello sviluppo di 82 fra appartamenti e case nell'insediamento di Bed Zed.



Foto: Lucia Ceccherini Nelli

4



Foto: Lucia Ceccherini Nelli

5



Foto: Lucia Ceccherini Nelli

6

F2. Edificio della Società TOBIAS GRAU a Rellingen, Amburgo, Germania

Dati tecnici

Proprietà

Tobias Grau

Progettisti

BRT Architekten,
Bothe Richter Teherani,
Amburgo, Germ.

Strutture

Huber

Settore di sviluppo

Amministrazione, produzione, showroom

Localizzazione

Germania

Nuovo/Ristrutturazione

Nuovo

Produttore moduli

Huber

Posizione dell'impianto FV

Fv integrati in facciata

Superficie utilizzata

54 m²

Potenza nominale FV

4,5 kWp

Finanziamento

nessuno

Inizio funzionamento

1998

A Rellingen, alle porte di Amburgo, sorge una costruzione futuristica: è la sede aziendale della ditta produttrice di lampade Tobias Grau.

Il nuovo edificio, costituito da uffici, locali adibiti alla produzione e da uno showroom, è stato progettato dallo studio di architettura Bothe Richter Teherani di Amburgo.

Il fabbricato ha una forma lunga e ovale ed assomiglia ad un tubo schiacciato. La costruzione portante è composta da 11 travi di legno lamellare, con una interasse di 5m mentre gran parte della facciata esterna è stata realizzata con il metodo a montanti e traverse dove finestre e porte in vetro sono state integrate.

Per la parte Sud dell'edificio è stata realizzata una facciata strutturale con pannelli fotovoltaici, dove le celle in silicio sono state integrate nel vetro isolante della facciata strutturale. Una superficie complessiva di 54m² rivestita dai pannelli fotovoltaici produce circa 4,5 kW di potenza che coprono buona parte del fabbisogno annuo di corrente elettrica.

L'elemento più caratteristico sono le lamelle ricurve in vetro del sistema di protezione dai raggi solari, previste per la parte Est e Ovest: 14 lamelle larghe 2,50m e disposte in 12 file per un'altezza totale di 8m garantiscono l'ombra necessaria nelle giornate di sole. Le lamelle ricurve in vetro, si spostano in modo automatico secondo la posizione del sole; ed inoltre per ogni interasse di 2,50m le lamelle potranno essere regolate autonomamente manualmente. Il sistema di oscuramento è stato brevettato dallo studio di architettura.



Foto: Tobias Grau KG

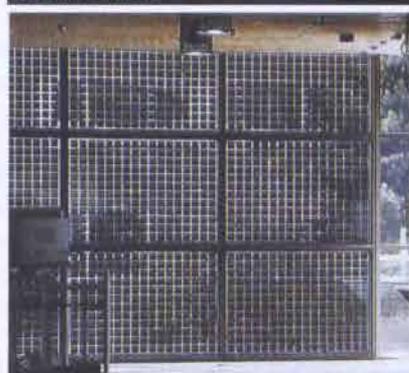


Foto: Tobias Grau KG

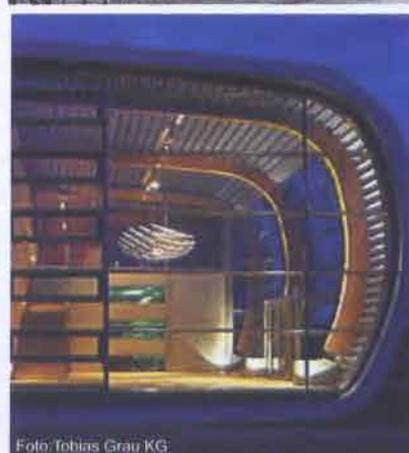


Foto: Tobias Grau KG

- 1 Vista generale
2 parete Fv con celle distanziate vista dall'interno
3,4 Vista del fronte esterno a sud



Foto: Tobias Grau KG

F3. Laboratori Tsukuba OSL, Tokyo, Giappone

L'edificio per ricerche Tsukuba sorge in un cortile del laboratorio dell'Agenzia per la Scienza e la Tecnologia Industriale. L'edificio ospita numerosi visitatori e ricercatori pertanto ha un significativo impatto sociale in relazione alla promozione della tecnologia fotovoltaica. La parete fotovoltaica integrata è collocata in due diverse parti, le celle rotonde sono installate in una parete in vetro strutturale con rinforzi metallici e cavi di sostegno, sulla facciata sud dell'atrio dell'edificio, mentre le celle di silicio amorfo sono installate nel lucernario alla sommità dell'atrio centrale. La parete in vetro FV funziona anche da schermatura. Per il lucernario FV alla sommità dell'atrio è stato necessario utilizzare il doppio vetro per evitare fenomeni di condensa nei mesi invernali.

Infine è stata installata anche una pensilina fotovoltaica utilizzando moduli vetro/vetro con celle quadrate in silicio policristallino.

Parete in vetro FV: moduli in silicio monocristallino 2676x1360 mm celle rotonde diametro 150 mm

Lucernario FV: moduli in silicio amorfo 1229x657 . mm. **Pensilina:** moduli in silicio policristallino (125mmx125mm)

Monitoraggio: Pireliometro orizzontale, pireliometro inclinato, misuratore della temperatura dell'aria, anemometro, misuratore della temperatura del modulo, PC per le misurazioni, PC per le telecomunicazioni.

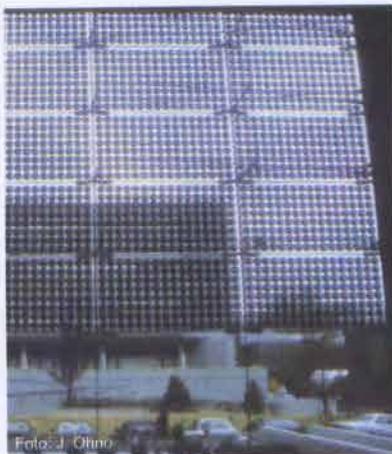


Foto: J. Otsu

1



Foto: J. Otsu

2

Dati tecnici

Proprietà

Agenzia per la Scienza e la Tecnologia Industriale, MITI

Progettisti

Nihon Sekkei Inc.

Settore di sviluppo

centro di ricerche

Localizzazione

Tokyo, Giappone

Nuovo/Ristrutturazione

nuovo

Produttore moduli

Fuji Sash, Pilkinton

Solere

Posizione dell'impianto FV

facciata sospesa,

lucernario e pensilina

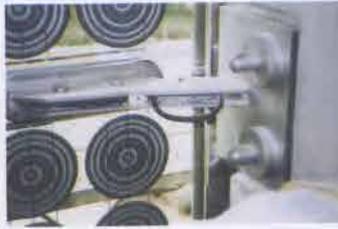
FV

Potenza nominale FV

250 kWp

Inizio funzionamento

2001



3,4,5



6,7

F4. Biblioteca, Matarò, Catalunya, Spagna

Dati tecnici

Proprietà

Comune di Matarò

Progettisti

M. Brullet i Tenats

Settore di sviluppo

Uffici

Localizzazione

Aachen, Germania

Nuovo/Ristrutturazione

Nuovo

Produttore moduli

ASE e PST, Photowatt e BP Solar

Posizione dell'impianto

FV

Fv integrati in facciata

Superficie utilizzata

603,40 m²

Potenza nominale FV

53 kWp

Finanziamento

nessuno

Inizio funzionamento

1996

La biblioteca di Matarò è stata ultimata nel 1996, si contraddistingue per la sua particolare facciata principale completamente costruita in moduli FV in silicio policristallino di colore blu. I moduli FV hanno il compito di produrre gran parte dell'energia elettrica e termica consumata nell'edificio. La superficie FV è di 225 m² ed è stata installata sopra un basamento in cemento armato che corre anche lungo tutta la facciata Nord. L'edificio sulla facciata Sud è rivestito in moduli speciali di facciata continua integrati con FV mentre gli altri lati sono rivestiti di pannelli prefabbricati sandwich di metallo. All'interno dell'edificio, a piano terra, si trova una grande hall a tutta altezza che ospita la reception, dalla quale, attraverso una scala a doppia rampa si giunge al piano superiore dove si trova la sala lettura. I vari livelli sono illuminati naturalmente da lucernari posti sulla copertura a shed e dalla facciata fotovoltaica della facciata Sud. Le celle FV della facciata sono state disposte distanziate di 1,4 cm in modo da consentire il passaggio della luce naturale e la visuale verso l'esterno. Il prospetto Sud ha una doppia facciata: la più esterna, costituita dai pannelli di 1m x 2m di altezza e contiene le celle FV tra due vetri di sicurezza ed installate come normali vetrate, mentre la seconda, costruita in vetri isolanti, si trova a 15 cm dalla prima formando una camera di ventilazione. L'aria calda che si forma nelle due intercapedini viene immessa nel circuito dell'impianto di riscaldamento, oppure viene fatta fuoriuscire all'esterno, nel periodo estivo. Quando occorre che la facciata sia ventilata vengono aperte delle bocchette per favorire il dissipamento di calore dei moduli in eccesso. La copertura è realizzata con quattro lucernari a shed, di cui la parte Sud è realizzata con moduli FV.

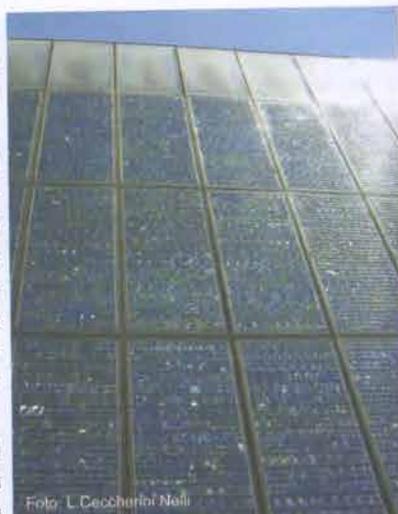


Foto: L. Cecchiari Nelli

1 particolare della facciata FV

2 Vista generale dell'edificio con i due impianti FV, a shed e in facciata

3,4 Viste interne



Foto: L. Cecchiari Nelli



2

Foto: L. Cecchiari Nelli



F5. Stazione dei vigili del fuoco, Houten, Olanda

Dati tecnici

Proprietà

Vigili del fuoco

Progettisti

Samyn & Partners

Strutture Schüco

Settore di sviluppo

Stazione vigili del fuoco

Localizzazione

Olanda

Nuovo/Ristrutturazione

Nuovo

Produttore moduli

Schüco

Posizione dell'impianto FV

Fv integrati in facciata curva

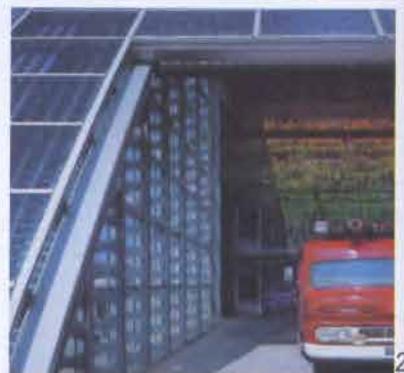
Inizio funzionamento

2000

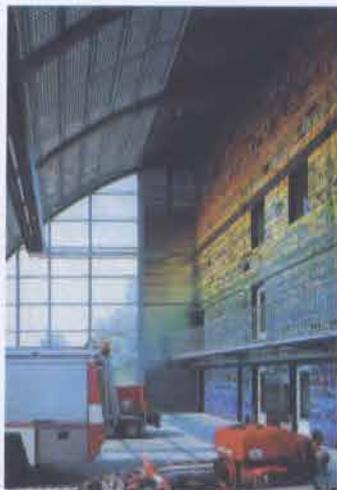
Foto e informazioni:
"FV Energia Solare", Anno4
n.2/2003 dall'articolo di Cinzia Abbate

La nuova Stazione dei vigili del fuoco di Houten si erge in una vasta area verde, l'edificio è assai semplice nella sua configurazione geometrica, una grande copertura ad iperbole con la parte a Sud trasparente, mentre la copertura nord è completamente chiusa, tamponata con una parete di mattoni. La copertura trasparente ha una struttura con travi arcuate in acciaio, divisa in sei campate equivalenti all'ingresso di sei automezzi dei vigili del fuoco. Nella parte bassa della parete semiellittica vetrata sono state realizzate 6 aperture per la fuoriuscita degli automezzi, per la chiusura notturna di questa zona, tra trave e trave sono state realizzate delle grandi serrande, sempre trasparenti, e quando sono chiuse non si notano più dove sono ubicate le aperture. Nella zona coperta dalla parete vetrata il vano è a tutta altezza ed è destinata a garage, dal punto di vista termico essa è una grande serra che viene utilizzata per riscaldare gli ambienti degli uffici, posti sull'altro lato. Nell'altra metà che non ospita gli automezzi, sono stati realizzati gli uffici, le sale riunioni, i bagni, gli spogliatoi, i magazzini e le aree per gli impianti essi sono suddivisi in quattro livelli.

La facciata fotovoltaica è strutturale, i moduli sono in doppio vetro, quattro per ogni campata, montati con infissi in alluminio (Schüco).



1 Particolare della facciata vetrata FV
2 particolare di un ingresso per automezzi
3, 4 Viste interne



4

3

F6. Centro fieristico di Essen, Germania

La galleria fotovoltaica del centro fieristico di Essen è stata realizzata in due fasi, la prima è durata 12 m.

La galleria ha una lunghezza di 140m e profondità 19 m, con una altezza di 16,5 m per una area complessiva di 2660 mq.

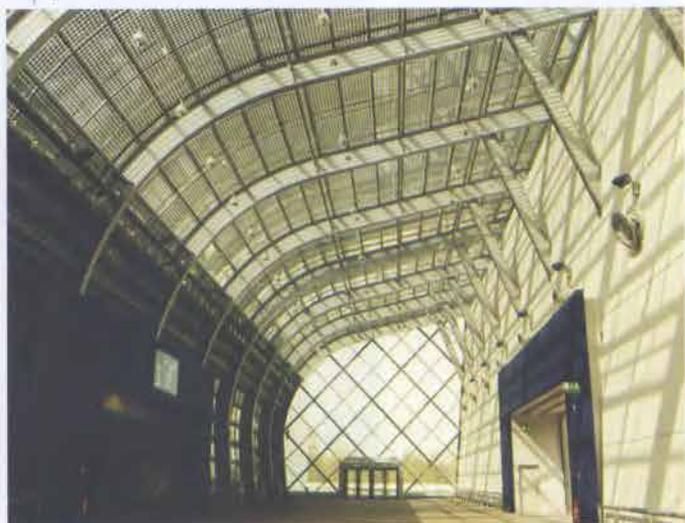
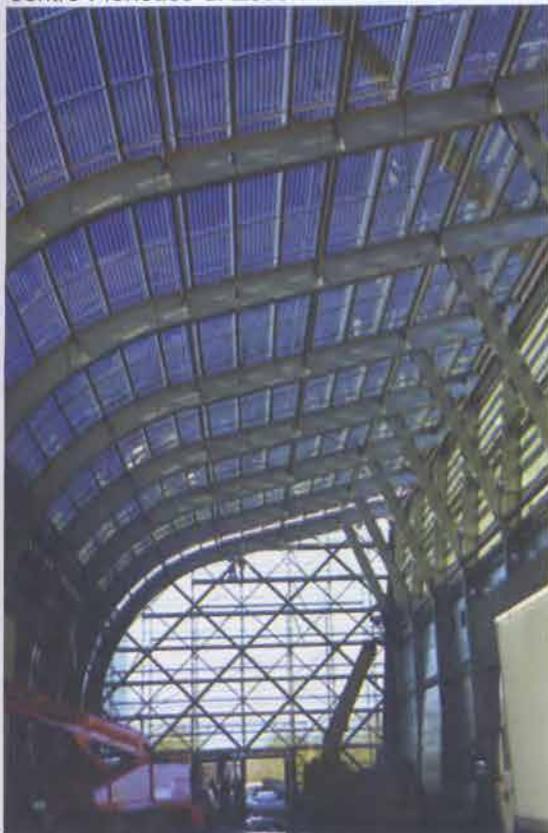
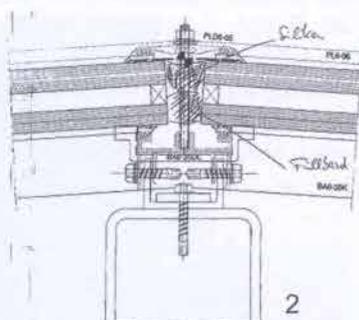
La nuova struttura è stata aperta alle fiere nel Settembre del 2005 con l'evento fieristico "Schweißen & Schneiden".

La galleria è interamente realizzata in acciaio e vetro, i moduli vetrati impiegati sono più di 1000 elementi, l'impianto fotovoltaico è stato integrato in facciata e copertura nei moduli vetrati e genera una potenza di 207 kWp (170,000 kWh).

La prima fase ha visto la realizzazione dell'impianto fotovoltaico ed ha avuto un costo di € 7.8 milioni, mentre la seconda ha visto l'estensione della galleria senza impianto fotovoltaico ha raggiunto un costo di € 7.3 milioni. Il progetto è stato finanziato interamente dal Centro Fieristico di Essen.



1 Rendering - vista esterna
2 Particolare ecnologico dell'attacco dei moduli
3, 4 Viste interne



Dati tecnici

Proprietà

Progettisti

Braekel
Scheuten Solar

Settore di sviluppo

Centro fieristico

Localizzazione

Essen, Germania

Nuovo/Ristrutturazione

Nuovo

Produttore moduli

Scheuten solar

Posizione dell'impianto FV

FV

copertura curva

Numero dei moduli

734

Potenza nominale FV

207 kWp

Inizio funzionamento

2001

informazioni:

<http://www.scheutensolar-systems.nl/>

F7. Edificio 42 ECN, Petten, Olanda

Dati tecnici

Proprietà

Netherlands Energy
research Foundation
ECN

Progettisti

Bear Architetti

Settore di sviluppo

uffici e laboratori

Localizzazione

Petten, Olanda

Nuovo/Ristrutturazione

nuovo

Produttore moduli

BP Solar Ltd.

Posizione dell'impianto FV

lucernario FV

Superficie utilizzata

400 m²

Potenza nominale FV

43 kWp

Finanziamento

EC programma THER-
MIE

Inizio funzionamento

2001

L'edificio 42, è l'esempio di applicazione di energie rinnovabili integrate nell'ambiente costruito, con ridotti consumi energetici in un edificio per la ricerca.

La struttura dell'edificio è realizzata con travi in legno curve accoppiate, l'orditura orizzontale è stata realizzata con profili in acciaio IPE alti 80 mm. La copertura è realizzata con moduli in vetro e telaio in alluminio per sostenere orizzontalmente e verticalmente i moduli FV. Il moduli FV sono stati prodotti e installati da BP solar.

I moduli laminati a doppio vetro con celle FV sono incapsulati con EVA. Ciascun modulo ha una dimensione di 575 mmx1175 mm. Le celle sono distanziate di uno e due centimetri per assicurare una trasparenza del 30%, che previene il surriscaldamento dell'edificio, e ne consente l'illuminazione naturale.

L'edificio è stato realizzato in tre blocchi per una potenza complessiva di 43 kWp che hanno interessando una superficie di 400 m².

Gli inverter utilizzati sono stati 24 di tipo Sunny Boy 2400 e 1100-E.

Il sistema è costantemente monitorato da un modem inserito negli inverter, che trasferisce i dati ad una unità di raccolta.



1 Vista della copertura FV

2 Vista interna della copertura tetto-luce

3 vista generale dell'edificio

F8. Museo Nazionale della Scienza e della Tecnica , Catalunya , Spagna

Il museo utilizza celle fotovoltaiche colorate per la realizzazione di un impianto FV integrato nella facciata. Questo edificio rappresenta una sperimentazione nell'uso di celle colorate opache e semi trasparenti. L'impianto FV da 34 kWp connesso alla rete è stato realizzato creando una doppia facciata ad un edificio esistente mettendo insieme celle di tre colori diversi in mono e policristallino. I colori utilizzati dal basso verso l'alto sono: blu, magenta e oro. Le celle semitrasparenti consentono alla luce naturale di illuminare l'atrio di ingresso dell'edificio. Un altro aspetto importante del progetto è costituito dalla ventilazione, questa seconda facciata consente una buona ventilazione dei moduli e dell'interno dell'edificio e garantisce un buon isolamento termico della facciata. Una buona ventilazione dei moduli e delle celle consente di ridurre la temperatura delle celle FV e massimizzarne il rendimento di produzione di energia dell'impianto. Con le celle colorate è importante che l'impianto funzioni per il massimo rendimento poiché le celle colorate hanno un rendimento inferiore alle celle blu standard.

Dati tecnici

Proprietà

Museo Nazionale della Scienza e della Tecnica di Catalunya

Progettisti

Laboratori di analisi e di architettura, BP Solarex, Sistemi CNRS

Settore di sviluppo

Museo

Localizzazione

Terrasa, Spagna

Nuovo/Ristrutturazione

nuovo

Produttore moduli

BP-Solar

Posizione dell'impianto FV

facciata FV colorata monocristallino

Superficie utilizzata

380 m² lucernario

Potenza nominale FV

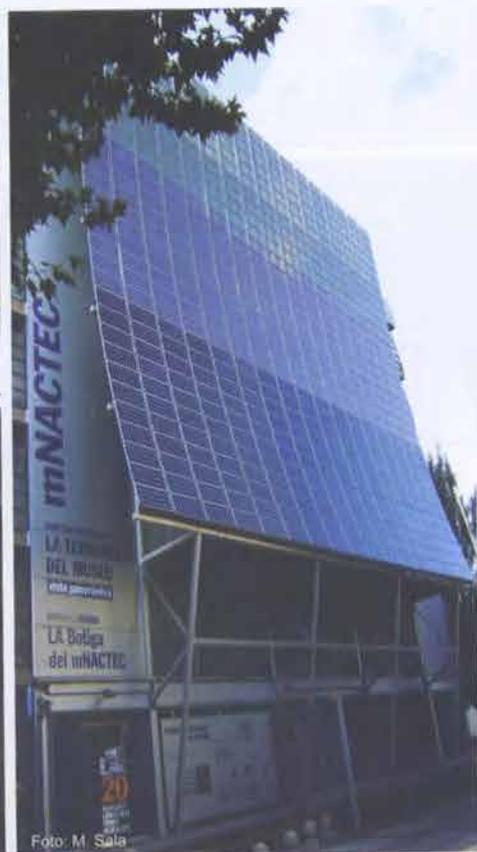
34 kWp

Finanziamento

EC programma THERMIE

Inizio funzionamento 1999

1 Facciata fotovoltaica sovrapposta a quella esistente che utilizza celle fotovoltaiche in silicio monocristallino
2 particolare del sistema di ancoraggio dei moduli e struttura di sostegno



F9. Accademia di Istruzione Superiore del Mont-Cenis, Herne, Nord-Reno Westfalia, Germania

Dati tecnici

Proprietà

EMC, Ministero degli Interni del Reno del Nord Westphalia, città di Herne

Progettisti

Jourda e Perraudin Architetti

Strutture

Schlich, Bergemann e Partners

Ingegneria elettronica

HL - Technik

Settore di sviluppo

Accademia

Localizzazione

Herne, Nord Reno - Westphalia, Germania

Nuovo/Ristrutturazione

Nuovo

Produttore moduli

Pilkington Solar International, Colonia

Posizione dell'impianto FV

FV

Fv integrati in copertura

Tipo di celle FV

Silicio mono e policristallino

Superficie utilizzata

10.000 m²

Potenza nominale FV

1 MWp

Impianto FV

1 MWp

Output del sistema elettrico

750.000 kWh/annuo

Peso dell'impianto FV

130 kg per 3.2 mq di moduli FV

Produttore inverter

SMA, Kassel

Interconnessione

Connesso in rete

Inizio funzionamento

1999

Nell'area di una vecchia miniera di carbone a Herne era stato realizzato l'edificio per Esposizioni di Emscher Park in Germania, questo edificio è ora utilizzato per un'altro scopo, così il nuovo sviluppo urbano di Herne ha realizzato il quartiere di Sodingen con un nuovo centro, l'Accademia dell'Istruzione Superiore del Ministero degli Interni del Reno del Nord nella Westphalia.

Questo edificio è stato realizzato con una grandissima copertura di vetro (180x72 m), esso includerà non solo l'Accademia ma anche un Albergo, una biblioteca, e gli edifici amministrativi municipali. L'area coperta a vetro è di uso multifunzionale, essa protegge l'interno dall'acqua piovana, dal freddo e dal vento e utilizza l'energia solare, sia attiva che passiva, producendo riscaldamento e generando elettricità.

Sono stati installati 3180 moduli solari multifunzione sia in copertura che in facciata e rappresentano il nucleo dell'installazione solare. La copertura ha una superficie di 10,000 mq, ed è orientata a Sud Est, così come le facciate FV.

1 Vista esterna

2,3 Viste interne della copertura e facciata FV



Foto: L. Ceccherini Nelli



Foto: L. Ceccherini Nelli



Foto: Lucia Ceccherini Nelli



Foto: Lucia Ceccherini Nelli

4



Foto: Lucia Ceccherini Nelli

5

4 Particolare dei vetri olografici
 5 Vista interna della serra

Serra fotovoltaica, ospedale Meyer a Firenze

Dati tecnici

Proprietà

Ospedale Meyer

Progettisti

Complesso ospedaliero: CSPE
Coordinamento e DL; Prof. Paolo Felli,
progetto impianto fotovoltaico: Marco Sala
Associati

Settore di sviluppo

Ospedale pediatrico

Localizzazione

Firenze, Italia

Nuovo/

Ristrutturazione

nuovo e ristrutturazione

Produttore moduli

SE project

Posizione dell'im-

pianto FV

serra FV

Superficie utilizzata

300 m²

Potenza nominale FV

circa 30 kWp

Finanziamento

Ministero dell'ambiente
e EC programma
Hospital

Inizio funzionamento

2007

Il nuovo ospedale sorgerà in relazione con il complesso di Villa Ognissanti, costituita da tre edifici da ristrutturare e destinare ad uffici ed amministrazione. Una grande hall semi-trasparente fungerà da ingresso di rappresentanza con funzione anche di spazio ricreativo destinato alla socializzazione e alle mostre. L'uso controllato di questo spazio "serra", consente una buona integrazione con il parco circostante; durante la stagione invernale lo spazio sarà riscaldato principalmente per irraggiamento riducendo le dispersioni termiche degli ambienti adiacenti e conseguentemente il consumo energetico e l'emissione di CO₂; durante la stagione estiva, la possibilità di aprire la superficie vetrata della hall del 40% permetterà di relazionarsi facilmente con il parco circostante, usufruendo di un microclima mitigato e favorevole, migliorando la qualità dell'aria interna anche durante le ore di massimo irraggiamento. Nella superficie di curvatura della facciata principale della hall, esposta a sud, è stato integrato un sistema di pannelli fotovoltaici per un totale di 30 kWp. Il progetto prevede l'utilizzo di celle disposte in file parallele integrate in pannelli trasparenti del tipo vetro-vetro con celle in silicio distanziate.

Il sistema garantisce inoltre un buon ombreggiamento durante l'estate e favorisce una buona illuminazione durante l'inverno, quando i raggi solari hanno una inclinazione minore.

Il surriscaldamento delle celle fotovoltaiche garantisce durante la stagione invernale un apporto termico alla serra ed agli ambienti che vi si affacciano, mentre nella stagione estiva innesca moti convettivi e ascensionali a favore di una buona ventilazione naturale grazie anche alle aperture poste in sommità.



1 Vista della serra
fotovoltaica
2 Veduta interna



2 Foto: Lucia Cerchiari Nelli

F11. Simon Glas, Buckeburg, Germania

L'impianto fotovoltaico per la fabbrica Simon Glas è stato attivato nell'Aprile 2000. L'impianto fotovoltaico consiste di due sistemi diversi ma entrambi integrati in un doppio vetro isolato. La parte centrale della facciata consiste di 15 moduli FV vetro/vetro e la facciata è ad alto isolamento termico. Le celle fotovoltaiche utilizzate sono in silicio policristallino semitrasparenti, le parti laterali della vetrata sempre in doppio vetro includono all'interno un sistema di ombreggiatura a lamelle fotovoltaiche "CIS solar cells" orientate con una inclinazione ottimale. La vetrata utilizza un vetro isolante verso il lato interno. Questa soluzione è in produzione chiamata 'ISO FIX'. Il colore dei vetri esterni è blu. Sia le lamelle che la facciata FV sono in silicio monocristallino blu così come i vetri laminati, infatti esternamente la facciata ha una colorazione quasi uniforme blu. All'interno la luce penetra filtrata dalla presenza di questi due impianti FV. La facciata multifunzionale fotovoltaica ha una potenza di circa 900 wp ed è stata realizzata da Solon Corp.

Dati tecnici

Proprietà

SIMON Glas GmbH and Co KG

Progettisti

SIMON Glas

Settore di sviluppo

industria

Localizzazione

Buckeburg, Germania

Nuovo/Ristrutturazione

Nuovo

Produttore moduli

Solon AG fuer Solar-technik

Posizione dell'impianto FV

facciata + frangisole

Superficie utilizzata

21 m²

Potenza nominale FV

0,9 kWp

Inizio funzionamento

2000

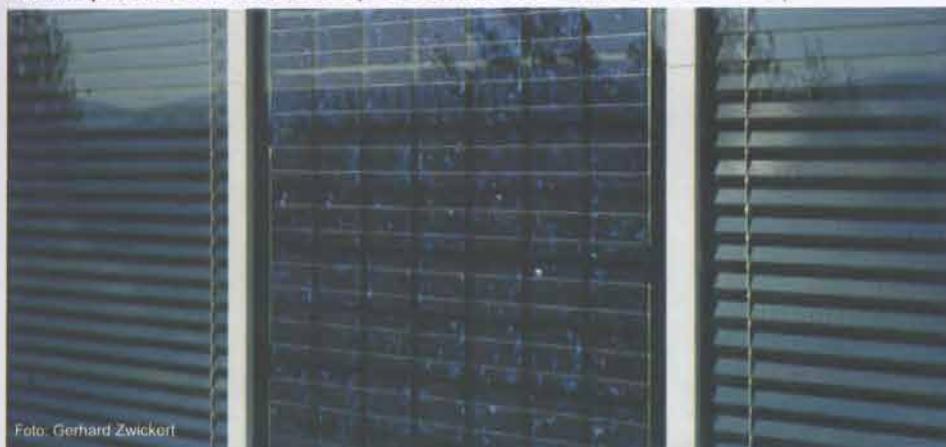


Foto: Gerhard Zwickert

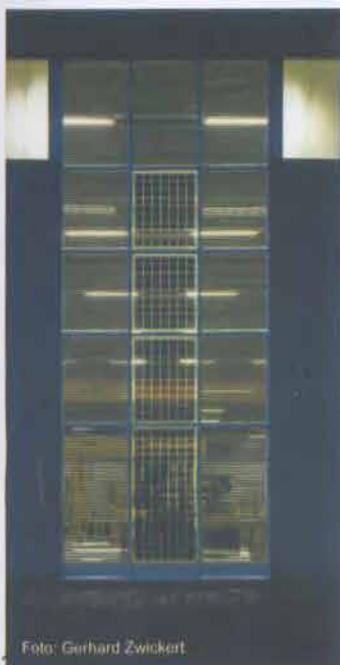


Foto: Gerhard Zwickert



Foto: Gerhard Zwickert



Foto: Gerhard Zwickert



Foto: Gerhard Zwickert

1,4 Particolari della facciata FV
3 Particolare effetto di ombreggiamento visto dall'interno.

2, 5 Vista esterna della facciata

F12. Residenze nel distretto di Vauban a Friburgo, Germania

Dati tecnici

Proprietà

privata

Progettisti

Arch. Rolf Disch

Settore di sviluppo

abitazione

Localizzazione

Distretto di Vauban
Friburgo, Germania

Nuovo/Ristrutturazione

Nuovo

Produttore FV

Solarstrom AG

Posizione dell'impianto FV

FV integrati in copertura

Superficie utilizzata

da circa 30 m² a 100 m²

Potenza nominale FV

da 3 a 10 kWp

Finanziamento statale

Inizio funzionamento

2003

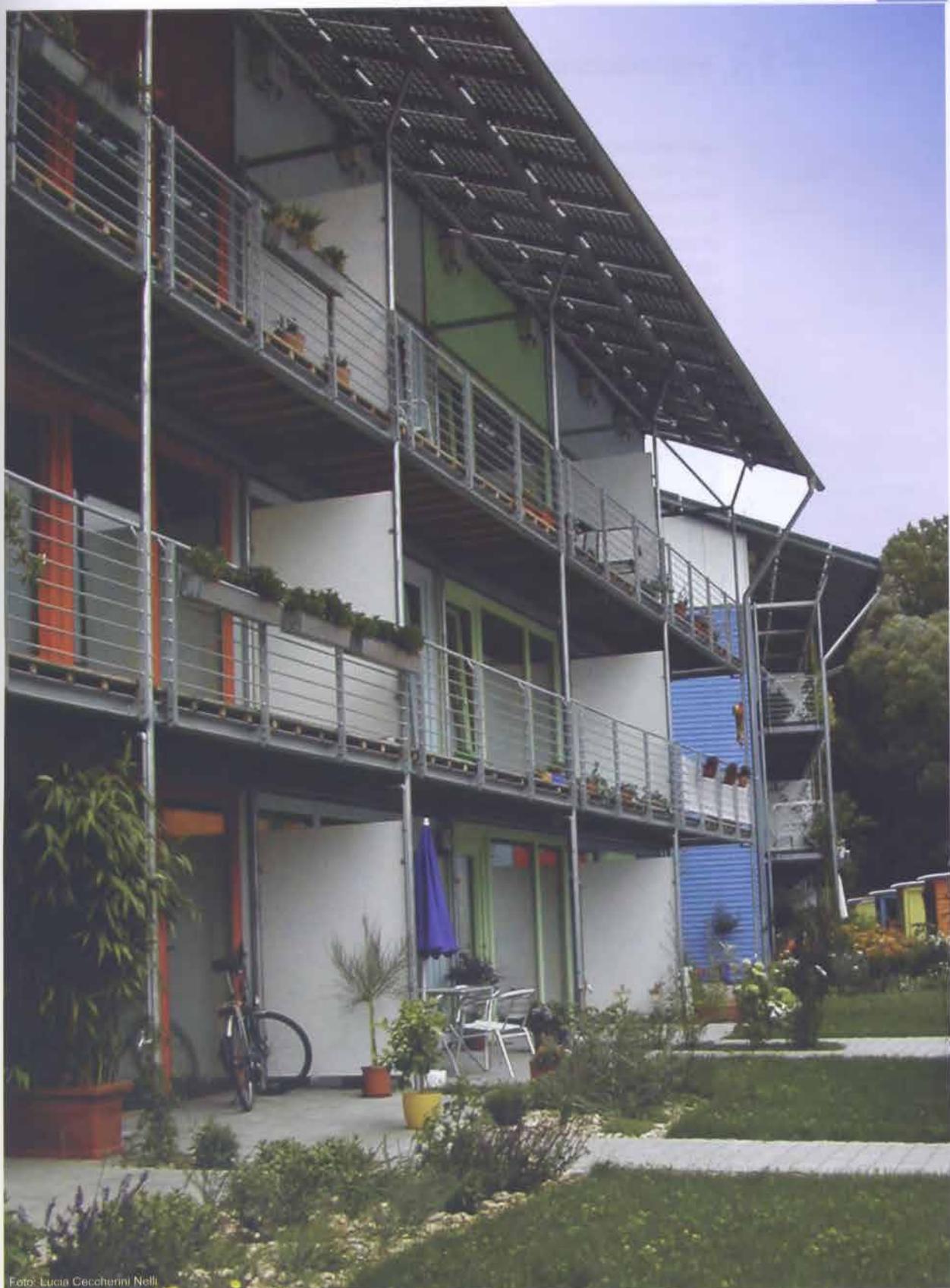
Una grande area compresa tra lo Schlierberg e le colline Schönberg è stata liberata dai militari francesi ed in questa zona è stato realizzato il distretto di Vauban, in posizione vicina al centro urbano. Un questa area ci sono numerosi edifici privati che utilizzano sistemi solari attivi e passivi. Oltre circa 120 abitazioni sono state costruite in quest'area utilizzando tecnologie solari e l'energia prodotta dai fabbricati copre quasi l'intera domanda di energia di queste abitazioni. Anzi talvolta producono più energia rispetto al fabbisogno ed il surplus viene ceduto alla rete elettrica locale. L'insediamento Schlrsee nel quartiere di Vauban è attualmente uno dei maggiori progetti solari in Europa.

Gli edifici a schiera sono orientati a Sud, dove si affacciano le zone giorno mentre a Nord si trovano i locali di servizio. Gli edifici sono aperti al sole tramite grandi vetrate che illuminano e irradiano le camere al primo piano ed il soggiorno a piano terra, tutti i tipi di alloggi, di grandezze diverse, hanno questa disposizione dei vani. La copertura a falde inclinate è aggettante all'esterno per quasi circa 2 metri, ciò consente di ottenere, al primo piano, un adeguato ombreggiamento durante il mese estivo, mentre a piano terra i balconi ampiamente aggettanti offrono un buon ombreggiamento alla zona giorno. La falda inclinata delle coperture verso Sud è realizzata utilizzando una doppia copertura, una normale copertura in metallo e una copertura fotovoltaica. Sulla copertura un telaio in alluminio sospende i moduli fotovoltaici, creando un notevole effetto di luce tra le celle disposte distanziate tra di loro. Il sistema di riscaldamento degli edifici è del tipo a pareti radianti, i muri ben isolati minimizzano le dispersioni all'interno degli alloggi, in inverno, la sensazione di calore è uniformemente distribuita.

I materiali utilizzati nelle abitazioni sono naturali e di provenienza locale, ad esempio il legno di rivestimento degli edifici, serve a migliorare l'isolamento e proviene dai boschi circostanti.



1, 2 Vista della copertura aggettante fotovoltaica

Schermature fotovoltaiche

F13. Edifici residenziali, Panta Rhei, Amersfoort, Olanda

Dati tecnici

Proprietà

N.V. REMU, regio:
Eemland

Progettisti

Van Zwol BV, Amers-
foort

Settore di sviluppo
abitazione

Localizzazione
Amersfoort

**Nuovo/Ristruttura-
zione**

Nuovo

**Posizione dell'im-
pianto FV**

Facciata

Superficie utilizzata

776 m² sulle abitazioni

94 m² sulle pensiline

Produttore moduli

Shell solar

Potenza nominale FV

85 kWp

Produttività

65,000 kWh

Finanziamento

EC

Inizio funzionamento

1999

La Comunità di Panta Rhei consiste in 50 appartamenti, di cui 38 con impianto FV, disposti simmetricamente su entrambi i lati della strada. Una parte della copertura è integrata con moduli fotovoltaici. All'ingresso del complesso sono state realizzate due pensiline fotovoltaiche con moduli trasparenti vetro-vetro. Le facciate delle abitazioni rivolte a sud sono vetrate, in modo da accumulare calore durante il giorno con giornate soleggiate. La copertura che non è occupata dall'impianto FV è piana, i moduli FV sono inclinati di 18° e hanno una lunghezza di 1,20 m.



1. Vista della pensilina FV vetro/vetro con celle distanziate

F14. Rifugio alpino, Malga Cimana (Trento)

Malga Cimana sorge nel Comune di Villa Lagarina, inserita in un ambiente naturale nel Trentino, vicino al lago Cei.

La Malga inizialmente adibita a stalla e caseria, è stata trasformata dopo gli interventi di ristrutturazione, in una sorta di rifugio alpino in cui aspetti produttivi, turistici e culturali si integrano. Sono state realizzate una serie di camere da letto e servizi, per ospitare e 32 persone, si è creto un punto vendita per prodotti agricoli locali, un punto di ristorazione per 50 persone, una sala convegni, mostre e uno spazio espositivo. Poichè la Malga non era elettrificata, è stato realizzato un impianto stand-alone di 6,30 kWp e un collettore solare a tubi sottovuoto di circa 13m².

L'impianto fotovoltaico è stato realizzato con un sistema di moduli trasparenti con celle distanziate, in modo da formare un lucernario centrale sul lato sud-est, i collettori solari sono stati posti sulla stessa falda, in posizione più bassa rispetto all'impianto FV. La creazione del lucernario centrale consente la diffusione della luce all'interno dell'edificio, funzionando come un camino solare "light pipe". Il lucernario ha un'inclinazione di 30° e un azimuth di circa 20° verso est.

Sono stati effettuati calcoli sulle ombre, della vetazione e dei rilievi montuosi, per poter posizionare correttamente l'impianto FV. La struttura di copertura è in legno lamellare d'abete. Sulla sommità è stato realizzato il lucernario con strutture Schüco, con moduli in vetro-vetro di sicurezza bassoemissivi (Saint Gobain - Glass solar prosol) con celle ASE monocristalline. Sono stati installati sessantacinque moduli FV. Il calcolo della distanza tra le celle è stato determinato realizzando alcuni prototipi, per studiare l'effetto del pannello in controluce. Per ottimizzare il rendimento dell'impianto i moduli sono stati suddivisi in 5 stringhe. Due doppie stringhe sono collegati ad inverter Sunny Boy 700 E e una stringa è collegata a un Sunny Boy 850E, a loro volta sono collegati a due Sunny Island da 3,3 kW e da un Sunny Boy Control. Da questi si ha la gestione e l'interfaccia con il pacco batterie e con il generatore diesel. La produzione annua è stata di circa 10.500 kWh e una conseguente riduzione di CO₂ annua pari a 5.575 kg. I pannelli solari, inclinati a 30° sono di tipo Viessmann con riscaldamento a serpentina in acciaio di 500 litri.

Dati tecnici

Proprietà

Comune di Villa Lagarina

Progettisti

Leoni & Leoni

Settore di sviluppo

rifugio alpino

Localizzazione

Comune di Villa Lagarina (TR)

Nuovo/Ristrutturazione

ristrutturazione

Produttore FV

ASE e strutture Schüco
726x1183 mm

Inverter Sunny Boy

Posizione dell'impianto FV

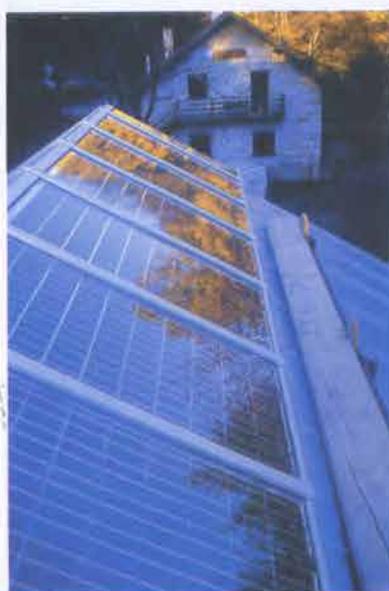
copertura

Potenza nominale FV

6,30 kWp

Immagini e informazioni tratte da "Fotovoltaici" FV n. 1/2005, articolo di Emiliano Leoni

- 1 vista del lucernario FV posto in copertura
- 2 vista interna del lucernario FV
- 3 particolare della copertura



F15. Il Castello Groenhof, Flounders, Belgio

Dati tecnici

Proprietà

privata

Progettisti

Samyn & partners

Settore di sviluppo

abitazioni

Localizzazione

Flounders, Belgio

Nuovo/Ristrutturazione

ristrutturazione

Produttore FV

Schüco

Posizione dell'impianto FV

frangisole

Inizio funzionamento

2001

Immagine e informazioni:
"FV Energia Solare", Anno 4
n.2/2003 dall'articolo di Cinzia
Abbate

Particolare è l'intervento di retrofit del castello Groenhof, le prescrizioni date dalla Soprintendenza ai beni architettonici locale richiedevano che l'intervento fosse completamente amovibile. Il castello costruito nel 1830 è in stile francese ed è stato mantenuto tale su tutti i lati ad eccezione del prospetto a Sud, al quale è stata affiancata una nuova parete a 2,70 m di distanza.

La distanza tra le due facciate, l'originale in pietra l'altra in vetro e metallo è sede di una serra a piano terra, una loggia a primo piano con vetrate apribili per la ventilazione e alcuni frangisole fotovoltaici al secondo piano.

All'ultimo piano è stato realizzato un pergolato in acciaio, con collettori solari sulla copertura. I frangisole sono orientabili tramite un dispositivo posto all'interno dell'edificio.

Questa seconda facciata è asimmetrica come l'edificio. I sette moduli della facciata corrispondono all'organizzazione elettrica dell'impianto FV. Le stringhe collegate verticalmente consentono di limitare le perdite di efficienza dell'impianto, dovuti a possibili parziali problemi di ombreggiatura dovuti alla presenza di alberature vicine.

In alcuni momenti della giornata, le prime due stringhe risultano parzialmente ombreggiate dalle alberature vicine. Il disegno delle celle in silicio trasmettono alla facciata in pietra piacevoli effetti cromatici di colore.



- 1 particolare del pergolato posto sulla terrazza dell'edificio
2 Sezioni in cui è visibile la serra a piano terra
3 Vista del prospetto Sud con inseriti i frangisole FV



Edificio Tecnologico e solare , Emmerthal, Germania

La torre multifunzionale, solare e Tecnologica nell'Emmerthal, è stata realizzata per essere utilizzata come centrale energetica per l'installazione di impianti solari. La torre tecnologica ospita al suo interno una pompa di calore e una stazione informativa per i visitatori. La costruzione della torre consiste di un basamento in cemento e acciaio dal quale si erge una struttura in acciaio. Le diverse funzioni dell'edificio sono distribuite su sei piani. Due piani interrati, tre fuori terra e la terrazza in copertura. Nei due piani interrati viene sfruttata l'energia prodotta dall'acqua del fiume adiacente, a piano terra si trova l'ufficio informazioni, al primo e secondo piano è posta la pompa di calore e la centrale di stoccaggio. Il terzo livello è la terrazza che consente di supervisionare la piattaforma.

I lati nord e sud della torre solare sono interamente rivestiti in vetro, mentre i lati est ed ovest sono ricoperti da una struttura formata da lamelle in alluminio integrate con celle FV che formano la facciata, e consentono comunque la vista all'esterno.

La facciata sud è realizzata con due ali che sostengono le lamelle fotovoltaiche, 11 file di frangisole disposte in tre parti di cui una parte formata da lamelle contenenti 3 moduli FV e due parti con lamelle con 2 moduli FV ciascuna. Le ali che sostengono i frangisole FV sono mobili, ed inseguono il sole durante il giorno. La rotazione consente di ottimizzare la produzione di energia dell'impianto fotovoltaico.



Dati tecnici

Progettisti

Niederwährmeier +
Wiese, Darmstadt/
Blomberg

Settore di sviluppo

centro di ricerca

Localizzazione

Emmerthal, Germania

Nuovo/

Ristrutturazione

retrofit

Produttore moduli

ISFH, Hameln-
Emmerthal and Colt
International INC.,
Baar, Svizzera

Posizione dell'im- pianto FV

schermature mobili FV

Superficie utilizzata

70 m²

Potenza nominale FV

6,6 kWp

Inizio funzionamento

2000

1 vista notturna

dell'edificio

2 Lato sud

dell'edificio

F17. Uffici Paul-Lobe-Haus, Berlino, Germania

Dati tecnici

Proprietà

Uffici Bundespräsidialamt

Progettisti FV

Stefan Braunfels, Berlino

Settore di sviluppo

Uffici

Localizzazione

Berlino, Germania

Nuovo/Ristrutturazione

Nuovo

Tipo di componenti FV installati

Tessag-ASE, Putzbrunn, e Solon AG., Berlino

Posizione dell'impianto FV

Fv lucernari- frangisole

Superficie utilizzata

3240 m²

Potenza nominale FV

123 kWp

Produzione annua

73 000 kWh/a.

Inizio funzionamento

2001

Gli uffici Paul-Lobe sono situati nelle vicinanze del Reichstag di Berlino e agli uffici del Primo Ministro. L'edificio è stato costruito a supporto delle funzioni del Parlamento.

La struttura dell'edificio si sviluppa su una pianta assai semplice di forma rettangolare coperta da una copertura a cassettoni in cemento armato. I cassettoni a loro volta sono coperti con finestre in vetro al di sopra delle quali, per ogni quadrato, sono posizionati 7 frangisole in cui sono alloggiati le celle fotovoltaiche.

Le celle non hanno interruzione all'interno del doppio vetro delle lamelle frangisole.

I frangisole sono mobili e orientabili in modo da sfruttare il maggior numero di ore di soleggiamento durante il giorno.

Sulla copertura di 171 m x 32 m, sono stati realizzati 864 formelle quadrate, per una superficie di circa 5500 m²

Le celle fotovoltaiche sono state realizzate in silicio amorfo e semitrasparenti in modo da consentire il passaggio della luce.

Il vetro che copre i lucernari è inclinato in modo da consentire il defluire dell'acqua piovana che attraverso canalette viene condotta a terra.

1 vista del lucernario dall'interno

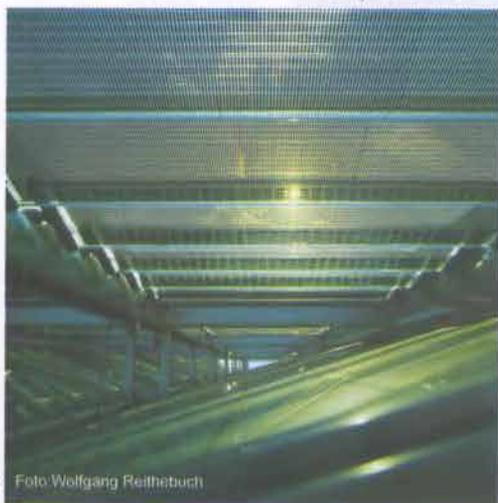
2 Vista della copertura

3 particolare delle lamelle frangisole FV



Solon AG, Berlin + Astrid Schneider

1



3

Foto Wolfgang Reilhebuch



Foto Wolfgang Reilhebuch

2

F18. Edificio per uffici, Landshut, Germania

Dati tecnici

Proprietà

Dr. Jockisch Rechtsanwälte

Progettisti

HBH Architekten

Strutture FV

Gehrlicher Umweltschönende Energiesysteme GmbH

Settore di sviluppo

Uffici

Localizzazione

Landshut, Germania

Nuovo/Ristrutturazione

Nuovo

Produttore moduli

Gehrlicher Umweltschönende Energiesysteme GmbH

Posizione dell'impianto FV

frangisole mobili e copertura FV

Potenza nominale FV

27 kWp

Finanziamento

nessuno

Inizio funzionamento

1998

informazioni

www.Architekten-HBH.de/

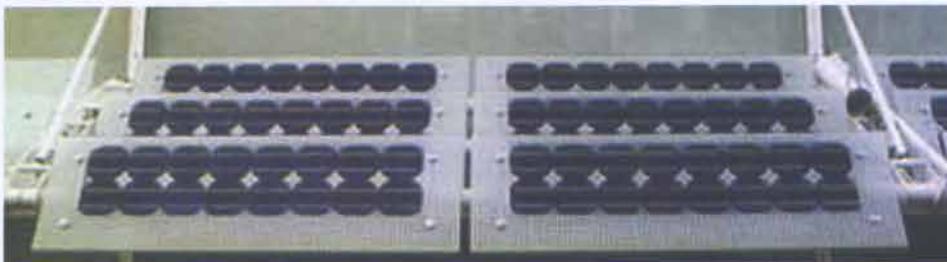
L'edificio interamente vetrato, sul prospetto Sud è protetto da schermature solari fotovoltaiche realizzate con la tecnologia "shadovoltaic louver", sistema sviluppato per combinare l'effetto schermante con l'acquisizione di irraggiamento solare.

A tale scopo sono stati utilizzati dei frangisole, vetro/vetro laminati supportati da una struttura in alluminio.

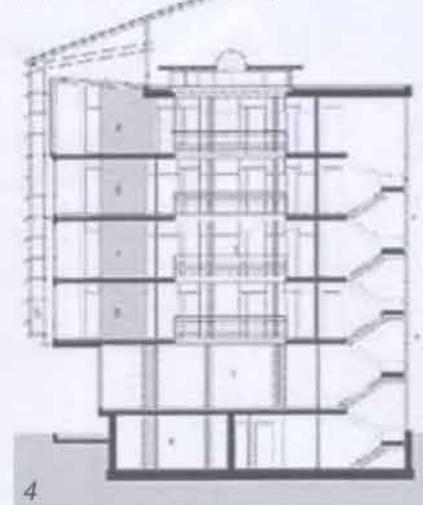
La struttura dei frangisole collega i moduli fotovoltaici con singoli punti di ancoraggio, in modo da rendere la struttura libera da telaio e pertanto aumentarne la trasparenza e la visibilità dai locali interni senza peraltro diminuire l'effetto schermante dei frangisole. L'impianto in totale tra i frangisole ed i moduli montati sulla copertura (tipo standard) genera una potenza di 27 kWp. I frangisole sono mobili e vengono ruotati automaticamente verso l'orientamento ottimale al fine di conseguire il migliore rendimento dell'impianto FV.



1 vista generale dell'edificio



2,4 particolare dei frangisole Fv 3 sezione con la posizione dei frangisole FV



4



3



5 vista dall'interno

F19. Jakob-kaiser-House, Berlino, Germania

Dati tecnici

Proprietà

Uffici Bundespublik
Deutschland

Progettisti FV

Busmann & Haberer
GmbH

Settore di sviluppo

Uffici

Localizzazione

Berlino, Germania

Nuovo/Ristrutturazione

Nuovo

Produttore del FV installato

Solon AG., Berlino

Posizione dell'impianto FV

frangisole

Potenza nominale FV

45 kWp

Inizio funzionamento

2001

Gli uffici Jakob-Kaiser-House sono situati nelle immediate vicinanze del reichstag e l'edificio del Federal office of Representatives. L'impianto fotovoltaico è posizionato sulla copertura ed integrato come elementi frangisole, utilizzati oltre che per fornire energia elettrica all'edificio ma come elementi per schermare la radiazione solare sulla copertura interamente vetrata.



1 Foto: Paul Landrock

1. Vista della copertura realizzata con frangisole FV
2. vista di porzione di facciata Sud



2 Foto: Solon AG, Berlin

F20. Uffici SBIC East Japan, Tokyo, Giappone

Il progetto per la SBIC è stato portato avanti dal centro di ricerca NEDO per integrare architettonicamente diversi impianti fotovoltaici osservando criteri di progettazione ambientale per ottenere una buona integrazione di sistemi di risparmio energetico. In questo edificio sono state realizzate quattro diverse installazioni fotovoltaiche:

1. un sistema di schermatura per una pensilina di 0,9 kWp realizzata da Atlantis Solar Energy Systems (11 m²)

2. un impianto in copertura realizzato da Sharp da 5,1 kWp (38,2 m²)

3. integrazione di facciata, montando moduli FV sul parapetto di rivestimento 4,4 kWp, realizzate da Kyocera (48,4 m²)

4. frangisole FV per la facciata Ovest con una potenza di 20,1 kWp realizzate da Atlantis Solar Energy Systems (38,2 m²)

Tutti i sistemi sono collegati ad un inverter centrale da 30 kW (Nisshin Denki).

Questi impianti FV, sono stati realizzati per attirare l'opinione pubblica sulle possibilità offerte dall'integrazione dei sistemi fotovoltaici in architettura, sfruttando la posizione centrale dell'edificio, situato non molto distante da una delle linee ferroviarie più frequentate di Tokyo in cui transitano giornalmente centinaia di migliaia di Giapponesi. I frangisole sono stati fissati con un nuovo supporto in metallo leggero utilizzando il metodo del vetro strutturale, forando il vetro temperato e collegandolo con alette e profili metallici di sezione tonda. Il progetto è stato realizzato come test dalla NEDO, finanziandolo al 50%.



Dati tecnici

Proprietà

SBIC

Progettisti

Mr. Jiro Ohno
Nihon Sekkei Inc.

Settore di sviluppo
uffici

Localizzazione

Tokyo, Giappone

Nuovo/Ristrutturazione

Nuovo

Produttore moduli

Ykk Architectural products Inc.

Posizione dell'impianto FV

frangisole, a tetto e pergola

Potenza nominale FV

30,5 kWp

Finanziamento

Nedo e SBIC

Inizio funzionamento

1998

Contatti: www.ykkap.co.jp/top.html Atlantis

1 vista del prospetto con l'integrazione FV realizzata con frangisole FV

2 vista dell'ultima porzione di facciata integrata con moduli standard intervallati al rivestimento di facciata

3 pensilina fotovoltaica

4 vista dei frangisole FV

F21. Catamarano solare sull'Alster, Amburgo, Germania

Dati tecnici

Proprietà

Alster Touristic Kopf AG

Progettisti

Sunovation

Settore di sviluppo
imbarcazione

Localizzazione
naviga sul Alster Ger-
mania

**Nuovo/Ristruttura-
zione**

Nuovo

Produttore moduli

Sunovation

**Posizione dell'im-
pianto FV**

copertura

Potenza nominale FV

8k Wp

Finanziamento

nessuno

Tipo di celle FV

Silicio policristallino in

vetro acrilico

Inizio funzionamento

2003

Foto e informazioni:

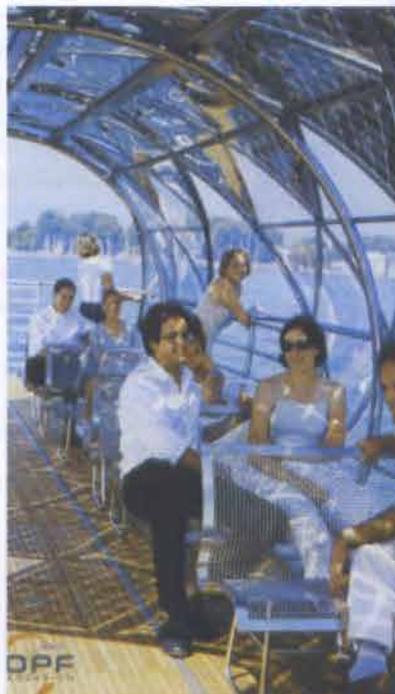
"FV Energia Solare", Anno3

n.6/2002 dall'articolo pag.56

Il catamarano solare "il sole dell'Alster" è una imbarcazione per giri turistici alimentata da un impianto FV. Questa nave è in grado di navigare alla velocità di 10 chilometri orari per 16 ore senza sole. La copertura dell'imbarcazione è stata realizzata in vetro acrilico e acciaio. Il catamarano ha un motore silenzioso e privo di emissioni nocive.

Il sistema FV con moduli trasparenti del Sunovation produce 8kW di energia all'ora, ma a tutta velocità il catamarano produce più energia di quanta ne consuma.

La riserva energetica è immagazzinata in batterie a gel del peso di 6 tonnellate situate all'interno della nave. Oltre che ai motori, le batterie forniscono energia agli altri dispositivi che consumano elettricità a bordo come calamite di attraccaggio, illuminazione, la dispensa e dei servizi igienici.



1,2 Vista del ponte dell'imbarcazione e del sistema di collegamento dei moduli FV curvi

3,4 Vista del catamarano con la copertura FV

F22. Stazione Lehrter Bahnhof a Berlino, Germania

Il progetto per la nuova stazione ferroviaria Lehrter a Berlino è stata realizzata nel 2002, utilizzando la più grande copertura vetrata curva d'Europa. La copertura è stata realizzata con moduli vetrati singoli, integrati con celle fotovoltaiche per una superficie di 3.311 m². la copertura FV è orientata verso sud, con le celle, in silicio monocristallino sono inclinate con angoli da 7 a 19 gradi. il generatore fotovoltaico ha una potenza complessiva di 325 kWp.

L'installazione fotovoltaica è connessa alla rete elettrica (BEWAG Berliner Energiewerke AG) ed è progettata per produrre una potenza di 274.000 kWh.

Gli inverter sono posti vicino ai binari, in modo da garantire una facile manutenzione e la corretta efficienza.

I moduli fotovoltaici, integrati nella copertura vetrata hanno funzione anche di schermatura, essi sono formati da 2 vetri singoli da 8 mm entro i quali le celle fotovoltaiche sono applicate con EVA.

Per garantire il corretto funzionamento dell'impianto, il sistema è stato monitorato per un periodo di 2 anni, e i dati raccolti dal sistema sono stati analizzati analiticamente secondo delle norme nazionali che regolano il funzionamento degli impianti fotovoltaici.



Numero di celle fotovoltaiche utilizzate 133,200

Energia elettrica generata 274,000 kWh



Dati tecnici

Proprietà

Deutsche Bahn AG)

Progettisti

Progetto FV

Settore di sviluppo

Copertura

Localizzazione

Berlino, Germania

Nuovo/Ristrutturazione

Nuovo

Produttore moduli

Flabeg solar International GmbH, Pilkington Solar International, BP Solar Ltd.

Posizione dell'impianto FV

Fv integrati in copertura stazione 3.311 m²

Potenza nominale FV

325 kWp

n. moduli 1.440

CO2 evitata

Interconnessione

connesso alla rete

Costo totale 4.31 milioni di Euro

Costo Vetrata Fv 2.7 milioni di Euro

Finanziamento EC 1.72 milioni di Euro (European Commission 4th Framework Programme)

1. Copertura della stazione
2. Vista interna dai binari

F23. Sede dello Zöllern Alb Kurier, Albstadt, Germania

Dati tecnici

Proprietà

Zöllern Alb Kurier

Progettisti

Gebrüder Michels

Settore di sviluppo

uffici

Localizzazione

Albstadt,
Germania

Nuovo/Ristrutturazione

Nuovo

Produttore moduli

Scheuten Solar

Posizione dell'impianto FV integrato

frangisole

Superficie utilizzata

94 m²

Numero moduli

80

dimensione moduli

3576 x 548 x 16 m

Inverter

Sunny Boy

Potenza nominale

circa 7 kwp

modulo

87 Wp

Inizio funzionamento

2003

L'edificio sede dell'editoriale Zöllern Alb Kurier, si trova in centro alla cittadina Albstadt. L'edificio con facciata a sud vetrata è stato schermato da un sistema in vetro/vetro e fotovoltaico incapsulato, le celle fotovoltaiche, in policristallino sono state poste distanziate tra di loro in modo da consentire un buon passaggio di luce all'interno degli uffici, il sistema di schermatura ha inclinazione fissa in modo da ottimizzare il rendimento dell'impianto.

L'impianto fotovoltaico è formato da 80 moduli suddivisi in 8 sottosistemi ad ognuno dei quali fa capo un inverter Sunny Boy SMA SWR 700.

La struttura di sostegno dei frangisole è realizzata in profili in alluminio ed il telaio supporta anche delle fasce in vetro satinato verde che fungono da fasce di rivestimento poste ad ogni piano dell'edificio. Le lamelle in vetro/vetro temperato incapsulano le celle fotovoltaiche ad una distanza di circa 10 cm dal bordo in modo da evitare fenomeni di ombreggiamento tra le celle fotovoltaiche.

1,2,4 particolare della struttura dei frangisole

3 vista della facciata FV



Foto: L. Ceccherini Nelli



Foto: L. Ceccherini Nelli



Foto: L. Ceccherini Nelli



Schermature fotovoltaiche

F24. Centro Brundtland, Toftlund, Danimarca

Dati tecnici

Proprietà

Brundtlandb di Toftlund
Nørre-Rangstrup
Kommune

Progettisti

KHR A/S Architects
Esbensen Rådgiven-
de Ingeniører F.R.I.;
Henrik Sørensen

Settore di sviluppo

centro espositivo e
uffici

Localizzazione

Friburgo, Germania

Nuovo/Ristrutturazione

Nuovo

Produttore moduli

Solel Ltd.

Posizione dell'im-

pianto FV

FV integrati in copertu-
ra e facciata

Superficie utilizzata

214 m²

Potenza nominale FV

14,2 kWp

Finanziamento

EC Joule II: JOU2-
CT92-0193

Finanziamenti

EC, Danish Energy
agency, municipalit  di
Norre- Rangstrup

Inizio funzionamento

1995

- 1 Vista dell'ingresso
- 2 Vista del lucernario
- 3 Particolare dei moduli integrati in facciata di tipo standard con cornici in alluminio

Il centro dei ricerca Brundtland in Danimarca   un centro per l'istruzione e per esposizioni sullo sviluppo sostenibile. Tecnologie altamente avanzate, nuovi materiali sono stati utilizzati per ridurre i consumi di energia in questo edificio incrementato il comfort degli utenti ed utilizzatori.

In questo edificio sono state utilizzate tecniche per l'illuminazione naturale con schermature fotovoltaiche e nuove strategie di ventilazione naturale.

Il Centro Brundtland   il risultato di una combinazione di tecnologie innovative riguardanti l'impiego della tecnologia fotovoltaica.

Il centro   posto all'interno del villaggio di Toftlund nel sud della Danimarca. Lo scopo di questo progetto   di dimostrare che la domanda di energia pu  drammaticamente ridursi utilizzando tecnologie innovative e sostenibili.

Il centro si sviluppa su una superficie di 1800 m² ed   diventato operativo nel 1995. Questo progetto ha ricevuto il premio Europeo *Solar Reward*.

L'atrio centrale dell'edificio, orientato a sud-est, utilizza un sistema di riscaldamento passivo, l'atrio   anche utilizzato come sala per conferenze per 150 persone.

L'atrio ha una doppia vetrata con valore di isolamento termico pari a U di 1.6 W/m²K ed una copertura e facciata integrati con 65 m² di moduli fotovoltaici semitrasparenti. Questi moduli FV producono elettricit  e provvedono alla necessaria ombreggiatura dell'atrio. Il 20% di luce naturale pu  entrare nell'atrio.

La copertura a shed   realizzata con moduli FV in vetro verso sud e l'altro lato nord   vetrato per consentire il passaggio della luce.

I moduli FV utilizzati sono in silicio monocristallino di tipo vetro/vetro semitrasparenti, questo impianto occupa una superficie pari a 167 m² per una potenza di 9,8 kWp, mentre l'impianto FV di facciata (sud-est)   realizzato con moduli vetro/vetro in silicio policristallino e copre una superficie di 47,50m² per una potenza di 4,40 kWp.

La ventilazione dell'edificio   stata garantita utilizzando l'atrio come spazio tampone per pre-riscaldare l'aria attraverso uno scambiatore di calore.



Foto: Bear Architects



Foto: Bear Architects



F25. Mercato rionale a Roma

La copertura fotovoltaica del mercato rionale Serpentara di Via Talli di Roma, fa parte del progetto del Comune di Roma di realizzare, coperture per mercati rionali, con l'integrazione della tecnologia fotovoltaica e non solo, ma dove possibile anche in altri edifici del Comune.

Questa è uno dei primi progetti realizzati, ha una potenza nominale di 2,7 kWp ed è stato realizzato utilizzando 100 moduli DI SILICIO AMORFO pc 1073625 ASITHRU - 30 SG della RWE Schott e un inverter Sunny Boy 2500 fornito da Leitner Hubert.



Foto: S. Campochiaro

- 1., 4. Viste della copertura fotovoltaica
2., 3. Viste interne e particolare della struttura di copertura



Foto: S. Campochiaro

Dati tecnici

Progettisti

RED 2002 Srl, FISE Srl

Strutture

ICL Sas

Settore di sviluppo

pensilina di mercato rionale

Localizzazione

Roma

Nuovo/Ristrutturazione

Nuovo

Produttore moduli

ASITHRU

Posizione dell'impianto

FV

copertura

Potenza nominale FV

2,7 kWp

Tipo di celle FV

amorfo

Produttore inverter

Sunny boy 2500

Interconnessione

Connessi in rete

Inizio funzionamento

2005



Foto: S. Campochiaro



Foto: S. Campochiaro

F26. Museo dei bambini. Roma, Italia

Dati tecnici

Proprietà

Museo dei bambini di Roma Scarl Onlus

Progettisti

Studio Abbate & Vigevano

Progettisti impianto

FV

Studio Abbate & Vigevano, Gechelin Group

Settore di sviluppo

Museo

Localizzazione

Roma, Italia

Nuovo/Ristrutturazione

retrofit

Produttore moduli

Eurosolare S.p.A.

Posizione dell'impianto FV

lucernario e pensiline FV

Superficie utilizzata

142 m² lucernario

76 m² pensiline

Potenza nominale FV

8,2 kWp copertura

7 kWp pensiline

Finanziamento

EC programma THERMIE

Inizio funzionamento

2001

Nel museo dei Bambini a Roma è stato realizzato un impianto FV da 15,2 kWp integrato nella falda sud della copertura dell'edificio principale e collegato alla rete Enel. Uno dei principi che il museo si prefigge è quello di sottolineare le possibili alternative sostenibili per le applicazioni di energie rinnovabili. I moduli FV a doppio vetro utilizzati nel progetto, sono collegati fra di loro con cavi ed inverter colorati esposti lungo il percorso didattico ed espositivo del museo, introducendo i giovani visitatori al fotovoltaico e all'energia dal sole. L'impianto FV è diviso in due sistemi pensiline e lucernari integrati nella falda sud dell'edificio. Il sistema delle pensiline è da 7kw e si divide in sezioni fisse e mobili alternate, collegate alla parte inferiore della copertura. Tale sistema è in grado di fornire una buona schermatura della facciata sud. Il sistema FV da 8,2 kW ha sostituito parte del manto di copertura del vecchio tetto con un lucernario appositamente progettato di moduli FV in doppio vetro trasparente.



1 Vista della copertura integrata con un lucernario FV vetro/vetro
2,3 Vista dell'interno del museo
4,5,6 Viste delle pensiline FV



Foto: Abbate & Vigevano

sformano la luce solare generando una potenza complessiva, in grado di fornire il 30% dell'energia richiesta per il funzionamento degli allestimenti museali, e il 60% dell'illuminazione artificiale totale del padiglione. La copertura utilizza un telaio Schüco e lascia a vista le scatole di giunzione dei moduli FV. I motori che consentono la movimentazione alle pensiline sono a vista e colorati in modo da poter essere individuati facilmente dai visitatori.

Al fine di raccordare la campata della struttura in ghisa del tetto con le dimensioni dei moduli FV, i progettisti hanno inserito speciali pannelli di vetro trasparente sopra la preesistente struttura del tetto, evidenziandone la bellezza con l'ingresso della luce naturale.

Dimensioni modulari:

pensilina 555x1215 mm

tetto 1145x1145 mm

Inverter:

6 inverter SMA Sunny Boy 2500, 2500 W max ciascuno, 15 kW max in totale

Impianto di monitoraggio a distanza tramite Datalogger Sunny Boy Control Plus



3 Foto: Abbate & Vigevano



Foto: Abbate & Vigevano

4



Foto: Abbate & Vigevano

5

7 Sistema mobile delle pensiline



7 Grafica: Abbate & Vigevano



Foto: Abbate & Vigevano

6

F27. Università Tecnica, Esslingen, Germania

Dati tecnici

Proprietà

Università di Esslingen

Progettisti

Hermann + Bosch

Settore di sviluppo

Università

Localizzazione

Esslingenn, Germania

Nuovo/Ristrutturazione

Nuovo

Produttore moduli

Sonnenschutz

Fassadengestaltung.

Posizione dell'impianto

FV

frangisole FV

Superficie utilizzata

120 m²

Potenza nominale FV

7,1 kWp

Inizio funzionamento

1996

Foto- Informationszen-

trum Energie Baden-

Württemberg

La nuova Università Tecnica di Esslingen è stata realizzata con particolare riguardo verso le nuove tecnologie per lo sfruttamento dell'energia solare.

Sula parete Sud dell'edificio, nella zona di distribuzione confinante con l'ingresso è stata costruita una grande serra con una facciata inclinata di circa 60°. La struttura della serra è realizzata con travi leggere in acciaio controventate da cavi in acciaio, i vetri (doppi vetri con camera d'aria) sono intelaiati con profili metallici ancorati alla struttura delle travi inclinate, poste internamente all'edificio.

All'esterno è stata realizzata una parete di frangisole fotovoltaici sostenuta alla struttura dei profili della parete vetrata.

L'impianto FV genera una potenza di 7,1 KWp ed è realizzato con moduli FV in vetro con 20 celle distanziate tra di loro per consentire un effetto ombreggiante della facciata ed al tempo stesso una buona visibilità all'esterno.

La parete con frangisole FV è stata realizzata in posizione ben visibile per consentire agli studenti di vedere bene l'installazione e valutarne il rendimento attraverso i sistemi di monitoraggio messi a disposizione dell'Università.

La struttura dei frangisole è in acciaio zincato e collega la lastra dei frangisole in 4 punti, i moduli sono realizzati senza cornice e hanno una dimensione di 139x35 cm.

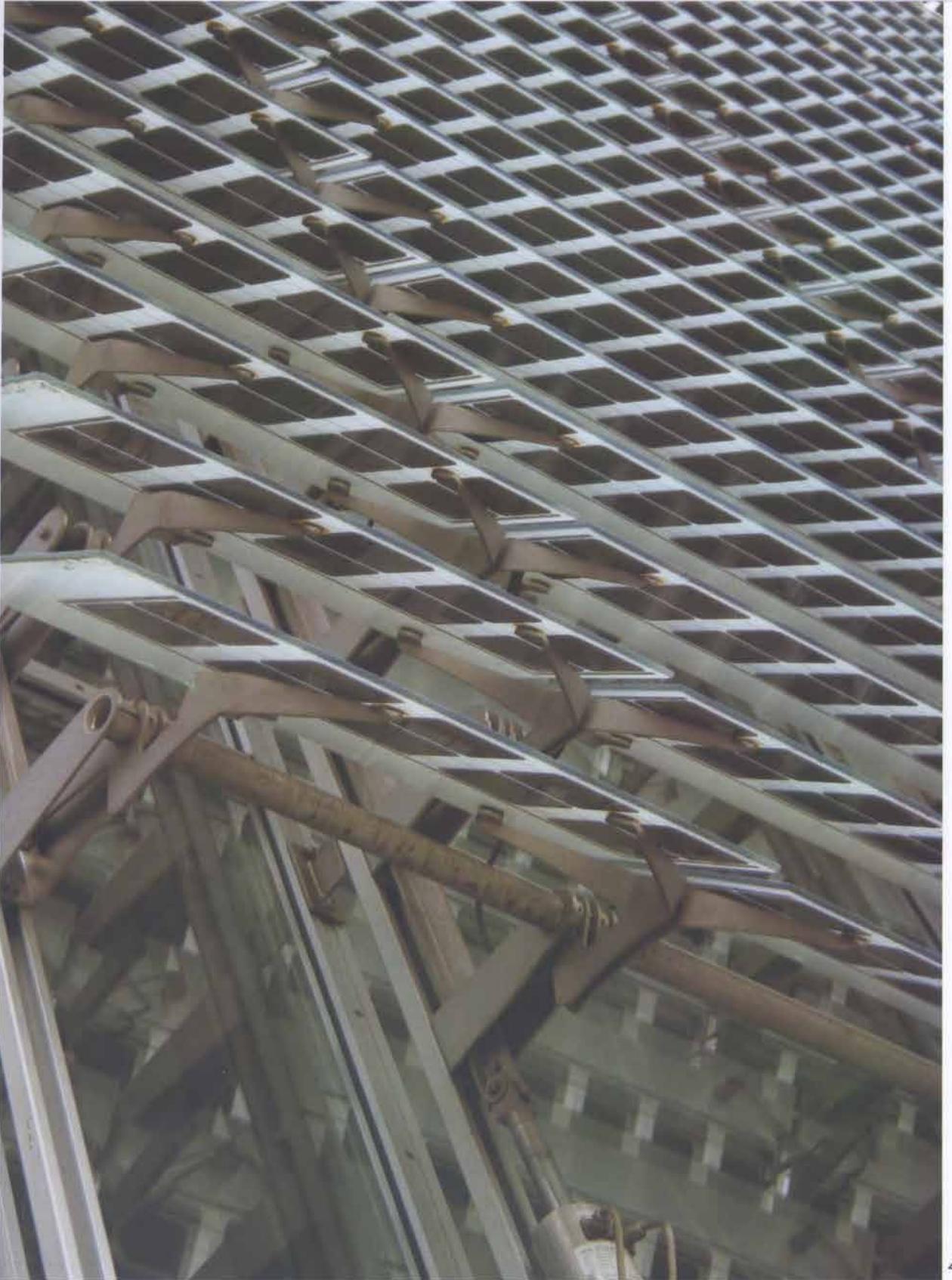


Foto: L. Ceccherini Nelli



Foto: L. Ceccherini Nelli

1,2 Particolare della facciata con i frangisole FV vetro/vetro
3,4 Prospetto Sud dell'edificio con i frangisole FV

Schermature fotovoltaiche

F28. Padiglione Meereslauschen, Steinhude, Germania

Dati tecnici

Proprietà

Museo dei bambini di
Roma Scarl Onlus

Progettisti

Randall Stout e Har-
twig Rullkötter

Settore di sviluppo

Museo

Localizzazione

Steinhude, Germania

Nuovo/Ristruttura- zione

nuovo

Produttore moduli

Solon INC., Berlino

Posizione dell'im- pianto FV

schermature FV

Superficie utilizzata

142 m² lucernario

Potenza nominale FV

16 kWp

Inizio funzionamento

2000

Il padiglione Meereslauschen è la stazione di servizio per l'isola balneare di Steinhuder, l'area è in continua espansione, offre 46.000 m² di spiagge con sabbia, ombrelloni e sdraio, campi da gioco e aree attrezzate. L'area è la più famosa in tutta la regione. Differenti eventi hanno luogo durante tutta la stagione estiva, ad esempio partite a palla a volo sulla spiaggia, concerti jazz ed altro...

La nuova stazione di servizio svolge molte funzioni, caffetteria, rimessaggio barche e infermeria. Dal molo possono attraccare catamarani solari e ricaricare le batterie. L'edificio di forma assai particolare integra nelle superfici trasparenti moduli fotovoltaici, la struttura dell'edificio è in legno, le celle fotovoltaiche sono integrate e distanziate tra di loro, in modo da far passare la luce tra di esse ed essere utilizzate come frangisole. La struttura della copertura è realizzata in legno ed esternamente è rivestita con scossaline in alluminio, le parti opache sono realizzate con pannelli sandwich in alluminio e isolante all'interno. Le celle fotovoltaiche sono in silicio amorfo di colore grigio scuro. Per la particolare posizione in cui si trova l'edificio, l'obiettivo principale è stato quello di minimizzare l'impatto dell'edificio sulla natura ma allo stesso tempo dotare il luogo di una struttura di servizio particolarmente necessaria.



Foto: Gerhard



Foto: Gerhard



Foto: Gerhard



Foto: Gerhard

4

Per questo edificio sono stati impiegati 110 moduli FV in vetro montati su profili in alluminio. Le celle (98) in silicio monocristallino distanziate di 3mm orizzontalmente e 7 mm in verticale e montati su due vetri trasparenti laminati.



Foto: Gerhard

5



Foto: Gerhard

6

1 Effetti di luce della copertura-lucernario FV
2,3,4,5,6 Viste e particolari della copertura FV

F29. SIHK-Centro per l'istruzione, Colonia, Germania

Dati tecnici

Proprietà

SIHK - Ausbildungszentrum Koeln

Progettisti

GLB Gesellschaft fuer Licht- und Bautechnik mbH

Settore di sviluppo

Centro per l'istruzione

Localizzazione

Colonia, Germania

Nuovo/Ristrutturazione

nuovo

Produttore moduli e film olografici

-

Posizione dell'impianto FV

frangisole

Superficie utilizzata

m²

Potenza nominale FV

- kWp

Finanziamento

EC programma THERMIE

Inizio funzionamento

2001

Interessante ed innovativa è la soluzione di schermature utilizzata per il centro SIHK a Colonia. I frangisole producono elettricità, sono mobili in modo da ottimizzare in rendimento in rapporto all'irraggiamento solare. Le lamelle hanno una forma curva ed incorporano film olografici che consentono di direzionare la luce a seconda dell'angolo di incidenza dell'irraggiamento solare, a tale scopo questo sistema è utilissimo per convogliare la luce naturale all'interno dei locali nelle aree interessate.

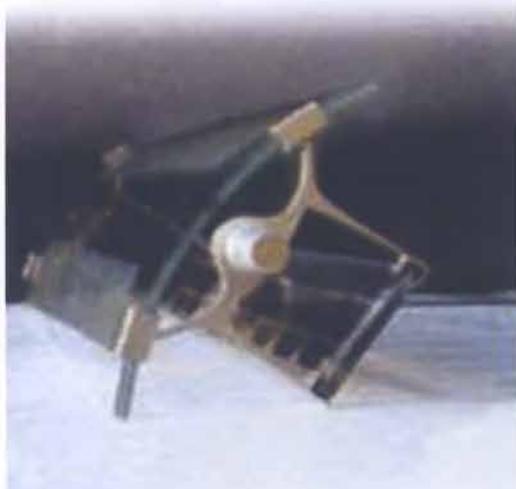
In questo modo questi moduli possono ricevere tre volte maggiore la radiazione solare rispetto ai normali moduli FV. A tale scopo i frangisole sono mobili ed inseguono il sole.

La pellicola olografica HOE è trasparente e consente la visione all'esterno diffondendo la luce che vi passa attraverso.



1 Particolare dei frangisole fotovoltaici e struttura di sostegno mobile per orientare le lamelle verso il soleggiamento massimo

2,3 Elemento frangisole FV realizzato con un elemento di supporto per un modulo FV in vetro/vetro e due lastre in vetro con film olografici. Struttura di sostegno in acciaio



F30. Energie-Forum-Innovation (EFI), Bad Oeynhausen, Germania

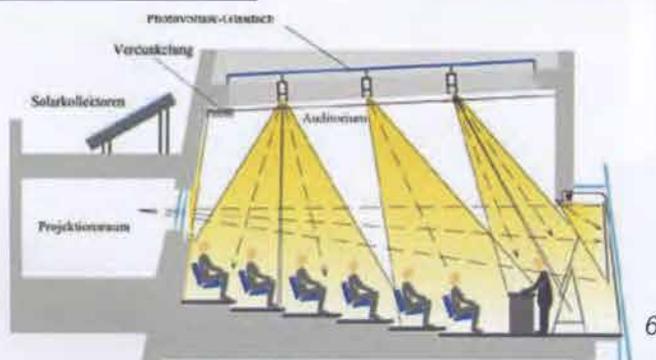
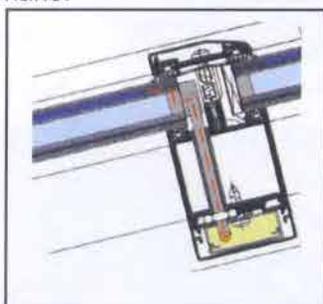
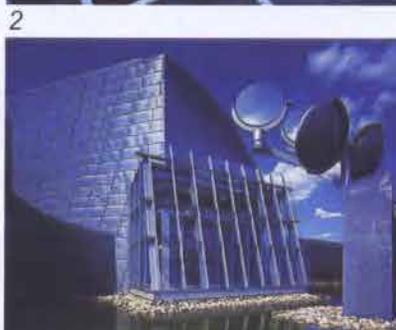
L'edificio sede della compagnia elettrica di Bad Oeynhausen, è stato progettato dall'architetto americano Frank O. Gehry ed il suo gruppo di progettazione. L'edificio ha una forma articolata e sulla copertura -lucernario della sala per conferenze è stato installato un innovativo impianto a film sottile semitrasparente.

La struttura di sostegno del lucernario è stata realizzata in profili di alluminio di sezione sottile in modo da consentire all'acqua piovana di defluire facilmente.

La copertura vetrata è stata realizzata con vetri singoli e vetri isolati termicamente.

I cablaggi provenienti dai moduli fotovoltaici sono posizionati parallelamente ai profili di sostegno della struttura e sono coperti da un sovraprofilo per non rimanere a vista.

La struttura in alluminio è stata realizzata da Schüco Synergie PV Glass Roof Profile Country - Schüco International KG con dimensioni massime di 1400 mm, distanziate di 1000 mm. I moduli in film sottile prodotti da Kinon ricoprono una superficie di 54 m² per generare una potenza di 2,4 kWp. In questo edificio il film sottile è semitrasparente ed assomiglia a delle leggere tende per l'ombreggiamento del lucernario.



Dati tecnici

Proprietà

Elektrizitätswerks
Minden-Ravensberg
GmbH

Progettisti

Design Arch. Frank O.
Gehry & Associates
Inc. and AKNW, Bad
Oeynhausen, DE

Settore di sviluppo

edificio per conferenze

Localizzazione

Roma, Italia

Nuovo/Ristrutturazione

nuovo

Produttore moduli

Kinon Sicherheitsglas

Posizione dell'im-

pianto FV

lucernario FV

Superficie utilizzata
54 m²

Potenza nominale FV

2,4 kWp

Inizio funzionamento

1994

1 Vista generale
dell'edificio

2,4 vista del lucernario FV dall'esterno
e dall'interno

3 Vista della vetrata
sulla sala conferenze

5 particolare tecnologico della struttura

8 Sezione del lucernario FV nella sala conferenze

F31. Centro per la sostenibilità, Toronto, Canada.

Dati tecnici

Proprietà

Toronto Region Conservation Authority

Progettisti

Edward Russell Associates

Sol source Engineering

Settore di sviluppo

edificio per conferenze

Localizzazione

Toronto, Canada

Nuovo/Ristrutturazione

nuovo

Produttore moduli

ASE Americas

Posizione dell'impianto FV

pensiline frangisole FV

Superficie utilizzata

m²

Potenza nominale FV

4,24 kWp

Inizio funzionamento

1994

Il centro per la Sostenibilità di Toronto è una struttura didattica che oltre ad insegnare tutti gli aspetti dell'ecosistema si occupa di energie rinnovabili, l'energia FV connessa in rete è una delle molteplici tecnologie illustrate dal centro. L'edificio è ubicato in un'oasi naturale costituita da 350 ettari di foreste incontaminate lungo la valle del fiume Humber. L'edificio è ubicato in una zona fredda pertanto il principale problema da risolvere è il riscaldamento. L'edificio è stato progettato per essere energeticamente autosufficiente tramite l'adozione di sistemi per lo sfruttamento dell'energia solare passiva e di tecnologie solari attive per la produzione dell'acqua calda e il riscaldamento geotermico. L'impianto fotovoltaico è stato realizzato su pensiline metalliche. I moduli utilizzati per le pensiline sono ASE Americas Inc. da 300 e 50 Watt, con gli inverter, tipo Arise Technologies GX-5000, montati su tubi orizzontali di acciaio galvanizzato, a loro volta fissati al telaio in acciaio dell'edificio. Ciascuna stringa da 1kW è collegata a una cassetta di combinazione, posta nella sala quadro elettrico, al piano terra. L'energia prodotta alimenta l'inverter, che è collegato direttamente all'interruttore. L'energia prodotta nel 1995 è stata di 119 kWh. Ancher il colore verde dell'edificio è stato scelto per integrarsi meglio tra la vegetazione dell'oasi naturale.



1 Fase di montaggio dei moduli FV in facciata come frangisole. I moduli utilizzati sono di tipo standard.

2 Scheletri strutturale dell'edificio in legno

3 Vista generale dell'edificio, fronte sud.



F32. Scuola per l'infanzia 'Plons', Amersfoort, Olanda

Anche la scuola per l'infanzia 'Plons' integra un sistema fotovoltaico sulla copertura. Il fronte principale a sud è formato da una lunga vetrata che scandisce tutto il prospetto, mentre il lato opposto, a nord, in gran parte affiancato dall'acqua, è sostanzialmente differente, con piccole aperture e formato da 4 blocchi: a piano terra colorato di blu e mattoni rossi, al primo piano è rivestito in legno e le parti murarie sono di colore antracite. La forma e il colore crea un effetto dinamico. La scuola è stata realizzata per ospitare 70 bambini, suddivisi in tre unità, tutte disposte a piano terra, oltre che la cucina e i servizi igienici. Al primo piano è disposto l'ufficio.

L'impianto fotovoltaico occupa una superficie di 85m², ed i moduli sono inclinati di 20°, è stimata una produttività dell'impianto di 6,500 kWh annui.

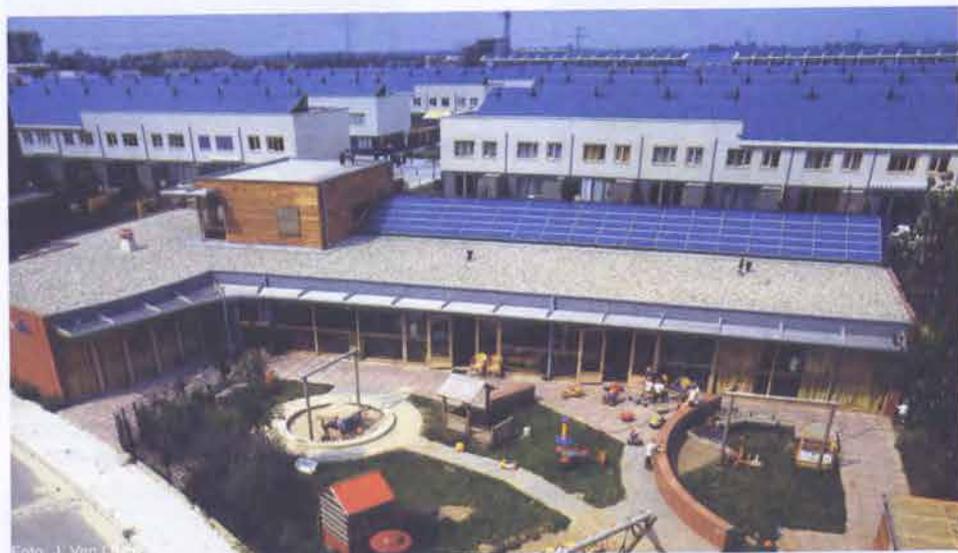


Foto: J. Van Ljken

1,2 Viste dall'alto della scuola e dell'impianto FV inclinato a 20°



Foto: J. Van Ljken



3

3 Prospetto nord

Dati tecnici

Proprietà

REMU NV

Progettisti

C. Moller, Citra Architecten, Utrecht

Settore di sviluppo

Scuola dell'infanzia

Localizzazione

Zurigo, Svizzera

Nuovo/Ristrutturazione

Nuovo

Produttore moduli

Shell solar, Helmond

Posizione dell'impianto

FV

Fv integrati in copertura e frangisole

Superficie utilizzata

85 m² copertura

Potenza nominale FV

8 kWp

Inizio funzionamento

1999

F33. Stazione della metropolitana a New York

Dati tecnici

Proprietà

Azienda pubblica della metropolitana di New York

Progettisti

Kiss + Cathcart Architects

Ingegneria

Jacobs Engineering

Settore di sviluppo

Copertura

Localizzazione

Brooklyn, New York

Nuovo/Ristrutturazione

ristrutturazione

Produttore moduli

RWE Schott

Posizione dell'impianto FV

Fv integrati in copertura

Produzione elettrica

260.000 kWh

Potenza nominale FV

210 kWp

Inizio funzionamento

2004

Interconnessione

connesso alla rete

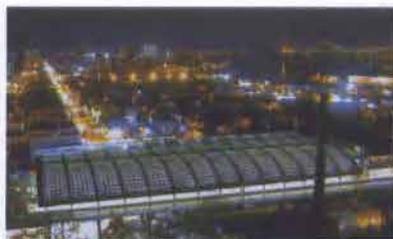
Foto e informazioni:
dall'articolo di Cinzia Abbate
FV Fotovoltaici, Anno2 n.3
2005

La New York City Transit, l'azienda pubblica della metropolitana di New York, ha dotato la stazione di Brooklyn (Stillwell Avenue Terminal) di una grande copertura fotovoltaica, 210 kW e genererà 260.000 kWh di elettricità dal sole. La stazione, costruita nel 1916 è stata oggetto di un piano di ristrutturazione urbana teso alla valorizzazione delle attrattive spiagge di Coney Island.

Lo studio Kiss e Cathcart Architects di New York in collaborazione con lo studio tecnico del New York City Transit, hanno realizzato la copertura metallica della stazione metropolitana, insieme agli uffici, nuovi spazi commerciali, ampliamenti delle piattaforme e altro.

La struttura della copertura che sovrasta l'impianto FV è divisa in tre grandi arcate di ferro a struttura tubolare quadra vuota e da tiranti in ferro, montate al di sopra della struttura in acciaio della stazione. La copertura semi trasparente consente di avere una buona illuminazione diurna, la copertura è ispezionabile per la manutenzione, tramite passerelle e l'adozione di cavi di acciaio ai quali i manutentori possono attaccarsi, in piena sicurezza, durante le operazioni di manutenzione dell'impianto FV.

L'impianto FV è dotato di un sistema di monitoraggio, Supervisory Control and Data Acquisition) SCADA.



1. Vista notturna della copertura FV

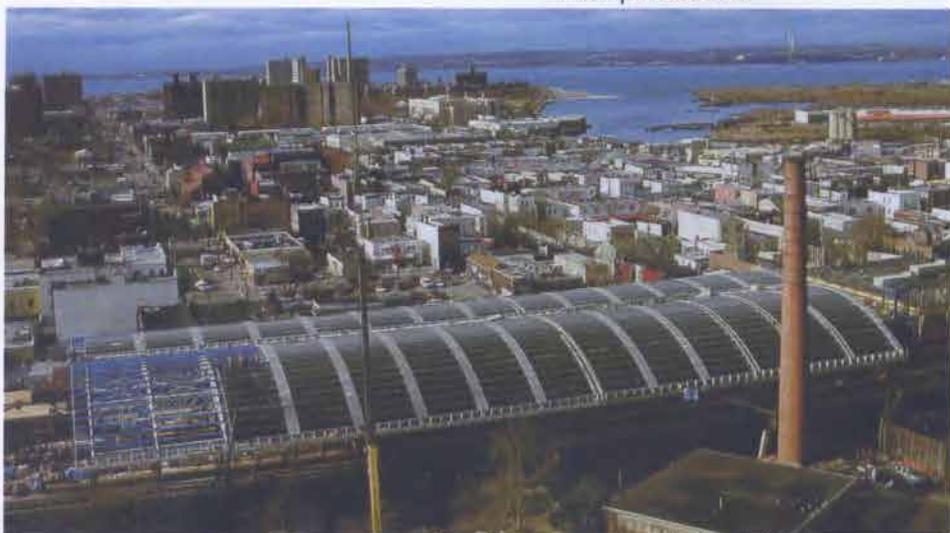


2. Particolare dei moduli a film sottile

3,4 Vista generale della copertura formata dalle tre arcate FV

5. Particolare della struttura di copertura

6. La struttura in ferro e i vetri semitrasparenti dei moduli FV lasciano passare molta luce naturale nelle piattaforme



F34. Studi televisivi Eslugues, Barcellona, Spagna

L'uso di soluzioni ibride di tipo termico-fotovoltaico, è già stata sperimentata con successo in un altro edificio, nella biblioteca di Matarò, con successo nel 1995r.

La copertura fotovoltaica, semitrasparente, degli studi televisivi è la più grande in Spagna, essa è posta sul ristorante e parte degli uffici. Per evitare il surriscaldamento estivo, la copertura è di tipo ventilato, formata da una intercapedine con due aperture, una nella porzione di vetro camera inferiore ed una apertura è posta sul vetro esterno, in modo da espellere l'aria calda in modo naturale.

Le simulazioni hanno dimostrato come il rendimento elettrico, dovuto all'impianto fotovoltaico, aumentasse le prestazioni in presenza di una copertura ventilata. Il valore U è stato rilevato da $1,84 \text{ W/m}^2\text{K}$ invece di $2,87$ di una normale camera d'aria non ventilata.

Il monitoraggio dell'impianto è in atto ed è visibile su sito web www.redsolar.it.



Foto: L. Ceccherini Nelli



Foto: L. Ceccherini Nelli

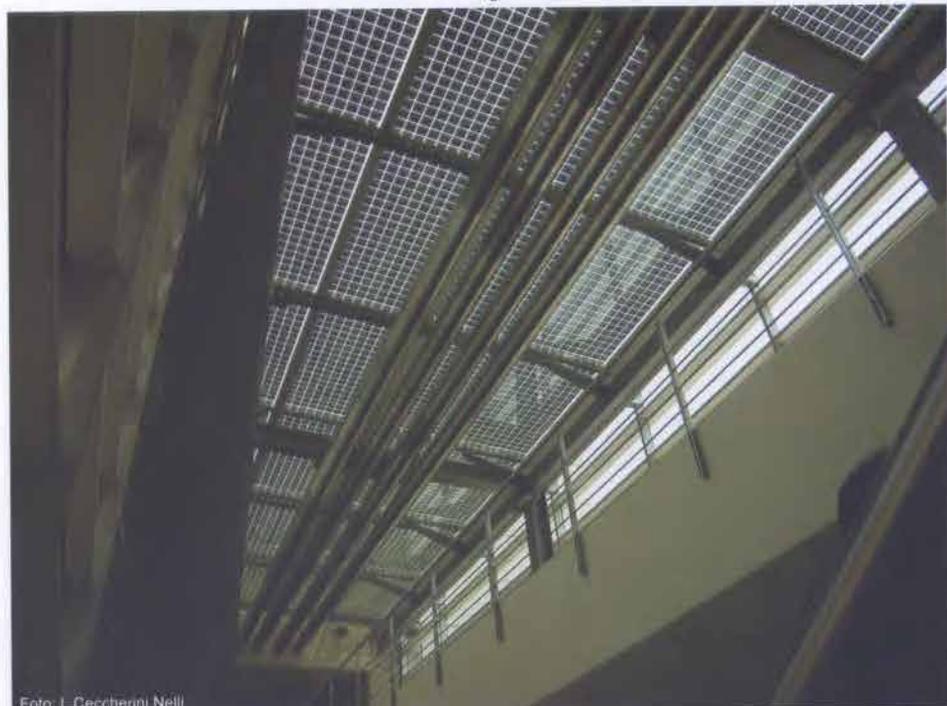
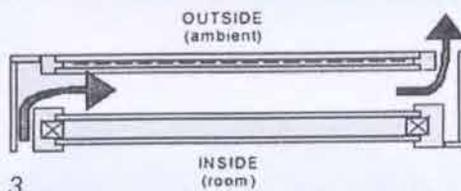


Foto: L. Ceccherini Nelli

Dati tecnici

Proprietà

Studi televisivi

Progettisti

Oscar Aceves, Emili

Llorach, Eugènia

Barbat

Patrick Genard, Danie-

la Hentschel

Alfons Ort, Enric

Berga

Settore di sviluppo

Ospedale pediatrico

Localizzazione

Eslugues, Barcellona

Nuovo/Ristrutturazione

nuovo

Produttore moduli

TFM

Posizione dell'im-

pianto FV

Copertura

Superficie utilizzata

1000 m^2

Potenza nominale FV

$99,84 \text{ kWp}$

Inizio funzionamento

Ottobre 2004

- 1,2 Viste della copertura FV della mensa
 3. Sezione della copertura con vetro camera e indicazione della ventilazione
 4. Vista dei corridoi con la copertura in vetro camera ventilata

F35. Università di Erlangen, Klinisch Molekularbiologisches Institut, Erlangen, Germania

Dati tecnici

Proprietà

Universitaet-
sbauamt Erlangen

Settore di sviluppo
università

Localizzazione
Erlangen, Germania

Nuovo/Ristrutturazione

Nuovo

Produttore moduli
Solon AG fuer

Solartechnik AG

**Posizione dell'im-
pianto FV**

frangisole FV

Superficie utilizzata
200 m²

Potenza nominale FV
22 kWp

Inizio funzionamento

1998

La nuova Università di Erlangen, ha sviluppato un'interessante facciata integrata con frangisole FV. I frangisole sono realizzati con doppio vetro temperato e le celle incapsulate all'interno sono in silicio policristallino.

Ogni frangisole è realizzato con un modulo FV e l'intero impianto genera una potenza di 22 kWp.

Il sistema dei frangisole è sorretto da una struttura in alluminio imbullonata agli infissi della facciata vetrata. I profili di alluminio della struttura, a loro volta, sostengono dei bracci sempre in alluminio che fissano i vetri dei frangisole FV, quest'ultimi sono forati e consentono di essere avvitati ai bracci di sostegno.

I frangisole sono distanziati in modo che le celle FV non siano mai in ombra non riducendo mai l'efficienza del sistema FV.

I frangisole della Solon AG, sono in vetro vetro con celle distanziate in silicio policristallino.



Foto: M. Faragani

1



Foto: M. Faragani

1,2 Particolare dei
frangisole FV vetro/
vetro

3 Vista generale della
facciata Sud e dell'im-
pianto FV da 22kW

Schermature fotovoltaiche

F36. Aule e biblioteca, Polo Scientifico Di Sesto Fiorentino (FI), Italia

Dati tecnici

Proprietà

Università degli Studi di Firenze

Progettisti

Arch. Lucia Ceccherini Nelli, Ing. Luigi Campa ETA-Florence; Ing. Cariello Francesco, Ing. Gianluca Tondi

Settore di sviluppo

Università

Localizzazione

Sesto Fiorentino, Italia

Nuovo/Ristrutturazione

Integrazione su edificio esistente

Produttore moduli

Photowatt, montati da Gechelin Group

Posizione dell'impianto

FV

Integrato in copertura

Superficie utilizzata

200 m²

Potenza nominale FV

20 kWp

Finanziamenti

Ministero dell'Ambiente e EC

Inizio funzionamento

2004

Sito Web

<http://www.webtaed/abita/sesto>

Nel mese di Febbraio 2004 si è conclusa la realizzazione del nuovo impianto fotovoltaico da 20 kWp sulla corte dell'edificio aule e biblioteca al Polo Scientifico universitario di Sesto Fiorentino. L'impianto è stato co-finanziato dal Ministero dell'Ambiente e Regione Toscana, nell'ambito del Programma Nazionale "Tetti Fotovoltaici" e dalla Comunità Europea, con la partecipazione al progetto di ricerca "PV Enlargement".

L'impianto fotovoltaico funziona in parallelo con la rete di distribuzione dell'energia elettrica di bassa tensione e provvede a coprire parzialmente il fabbisogno energetico dell'edificio, ma comunque la produzione energetica non rimane lo scopo principale di questa realizzazione, ma con essa si affiancano l'applicazione di nuovi prodotti e l'interazione didattica, obiettivi principali per la partecipazione alla ricerca Europea e conseguimento del finanziamento Europeo. Il progetto, in ambito Europeo, è stato scelto tra tanti per poter divenire un caso studio in Italia sulla tecnologia fotovoltaica applicata a casi di integrazione architettonica.



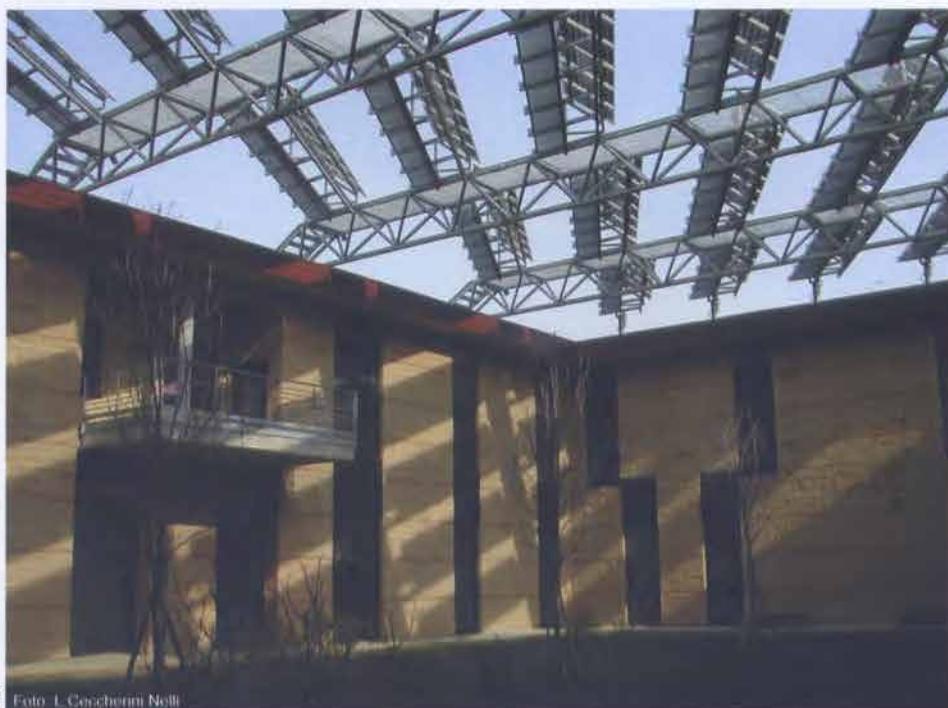
Foto: L. Ceccherini Nelli



Foto: L. Ceccherini Nelli

1,2 Particolari dei frangisole fotovoltaici

3. Vista della corte interna ombreggiata dai frangisole fotovoltaici



3 Foto: L. Ceccherini Nelli

Schermature fotovoltaiche

F37. Progetto per l'Eco-building al Campus Universitario Tsinghua a Pechino

Dati tecnici

Proprietà

Campus Universitario
Tsinghua a Pechino

Progettisti

Mario Cucinella, Associati e
Politecnico di Milano

Settore di sviluppo

Campus universitario

Localizzazione

Pechino, Cina

Nuovo/Ristrutturazione

nuovo

Posizione dell'impianto

FV

Frangisole

Superficie utilizzata

1000 m²

Potenza nominale FV

circa 100 kWp

Con le recenti opere architettoniche, progettate da studi occidentali, si è iniziato a porre attenzione al fattore *sostenibilità*, lo sviluppo sfrenato delle città ha posto l'attenzione al consumo delle risorse iniziando a ricercare soluzioni adeguate. Il progetto è il risultato della cooperazione tra il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio Italiano ed il Ministero della Scienza e della Tecnologia Cinese nell'ambito degli accordi di Kyoto per la riduzione delle emissioni di CO₂, e di un vasto programma sui problemi dell'ambiente.

La cooperazione fra i due Ministeri ha dato come frutto il progetto di un edificio all'interno del campus universitario dell'Università Tsinghua a Pechino, situato a nord ovest della capitale. Progettista è l'architetto Mario Cucinella, assieme ad un team del Politecnico di Milano. L'edificio è formato da una serie di terrazze

giardino, esposte a sud, che ospiteranno una folta vegetazione ed oltre 1.000 metri quadrati di pannelli fotovoltaici che assicureranno la maggior parte dell'elettricità dell'edificio. L'edificio è a forma di ferro di cavallo ed è orientato in modo da ottimizzare il fabbisogno di luce naturale e irraggiamento nei mesi invernali mentre soluzioni di frangisole garantiranno una buona protezione dai raggi solari, nei mesi estivi. Riducendo il fabbisogno di illuminazione artificiale sarà ridotto il fabbisogno di energia riducendo pertanto le emissioni di CO₂. L'edificio alto circa 40 metri, avrà circa 20.000 metri quadrati di superficie utile e presenta caratteristiche di efficienza energetica, e ridotte emissioni di CO₂. L'edificio sarà sede di un centro di ricerca italo-cinese per la tutela dell'ambiente e la conservazione dell'energia ed ospiterà dipartimenti, laboratori ed un auditorium oltre che uno spazio espositivo dedicato alle tecnologie italiane. Le facciate esposte ad est ed ovest saranno realizzate con un sistema a "doppia pelle" dove il vetro esterno verrà trattato con una particolare molatura in grado di modificare l'andamento dei raggi solari evitando così l'effetto di abbagliamento. Oltre agli obiettivi di risparmio energetico, l'edificio sarà caratterizzato anche dal risparmio di risorse; in particolare ci sarà un risparmio su acqua e materiali da costruzione, e quelli usati saranno durevoli e a basso impatto ambientale.



2

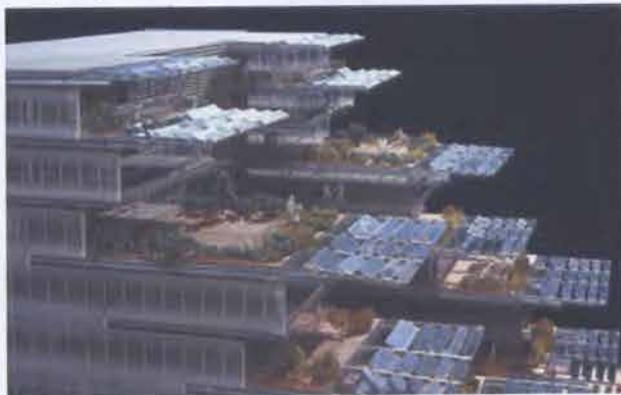


3



4

1,2,3,4,5 Plastico e
foto studio MCA



5

F38. Fabbrica Wilkhahn, Bad Deister, Germania

La fabbrica Wilkhahn progettata dallo studio Herzog & partners è stata realizzata con criteri di risparmio energetico. L'edificio è contemporaneamente fabbrica di mobili e mostra della produzione prodotta. L'edificio è stato realizzato con pannelli perimetrali in legno altamente isolati e collegati ad una struttura in acciaio. Le finestre del primo e secondo piano sono state schermate da una grande pensilina fotovoltaica, realizzata con una struttura in acciaio e inclinata a 45°. I moduli sono di tipo opaco e realizzati con moduli a film sottile di colore rossastro. L'impianto FV è formato da 5 stringhe di 30 moduli e genera una potenza di 3,5 kW occupando una superficie di circa 87 m². I moduli sono rettangolari con supporto in alluminio, i moduli poi sono ancorati ad un telaio in alluminio realizzato con profili speciali per alloggiare i moduli FV.



Foto: Herzog & Partners

1,2 Vista dei frangisole FV lato Sud
3 Vista prospetto ovest



Foto: Herzog & Partners



Foto: Herzog & Partners



Foto: Herzog & Partners

Dati tecnici

Proprietà

Fabbrica di mobili
Wilkhahn

Progettisti

Thomas Herzog &
Partners

Strutture

Thomas Herzog &
Partners

Settore di sviluppo
commerciale

Localizzazione

Bad Deister, Germania

Nuovo/Ristrutturazione
Nuovo

Produttore moduli

film sottile

Posizione dell'impianto FV

Frangisole FV

Superficie utilizzata
87 m²

Potenza nominale FV
3,5 Wp

Interconnessione
connesso alla rete

Inizio funzionamento
1992

4 Vista generale
5 dettaglio costruttivo
del sistema di collegamento tra i moduli FV

F39. Eden Project, Cornovaglia, Gran Bretagna

L'Eden Project è un parco tecnologico e scientifico in Cornovaglia che è stato inaugurato nel 2001 e realizzato da Nicholas Grimshaw, Arup e A.Hunt strutture.

Il progetto complessivo di N.Grimshaw è molto articolato rispetto anche alla realizzazione delle grandi serre, si colloca infatti, all'interno di una regione depressa ad alto tasso di disoccupazione, all'interno di una grande cava abbandonata di argilla a Bodelva e diventa l'elemento di mediazione economico-sociale oltre che architettonico-ambientale. Il cantiere della più grande serra del mondo fu aperto ai visitatori sin dal 2000, anno in cui fu completato il Visitor's Centre che consentì a ben 500.000 persone di poter assistere le fasi di cantiere. Il progetto è composto da 8 cupole con raggio variabile tra 18 e 65 metri che ospitano flora tipica di diverse aree geografiche del pianeta, con climi molto differenti. Queste cupole sono formate da icosaedri geodetici, di acciaio galvanizzato, sorretti da una struttura spaziale, sempre in acciaio e tamponati da una tripla membrana pneumatica in ETFE. Oltre alle cupole il complesso è formato dal Centro Visitatori, edifici amministrativi, da cisterne che raccolgono l'acqua piovana e dall'Energy Centre, dall'edificio di ingresso che ospita il ristorante ed infine l'ultima realizzazione il Core realizzato nel Settembre 2005.



Dati tecnici

Proprietà

Progettisti

N.Grimshaw

Localizzazione

Arisdorf, Svizzera

Nuovo/Ristrutturazione

Nuovo

Produttore moduli

Atlantis Energie AG und Zetter AG

Posizione dell'impianto FV

Fv integrati in copertura

Superficie utilizzata

85,70 m² facciata

530 m² copertura

Potenza nominale FV

8,40kWp facciata

53 kWp in copertura

Inizio funzionamento

1991

Informazioni:

http://www.eden-project.co.uk/latest_happenings38.htm

1 Vista generale del Parco Eden

2 particolare della copertura in rame con gli shed

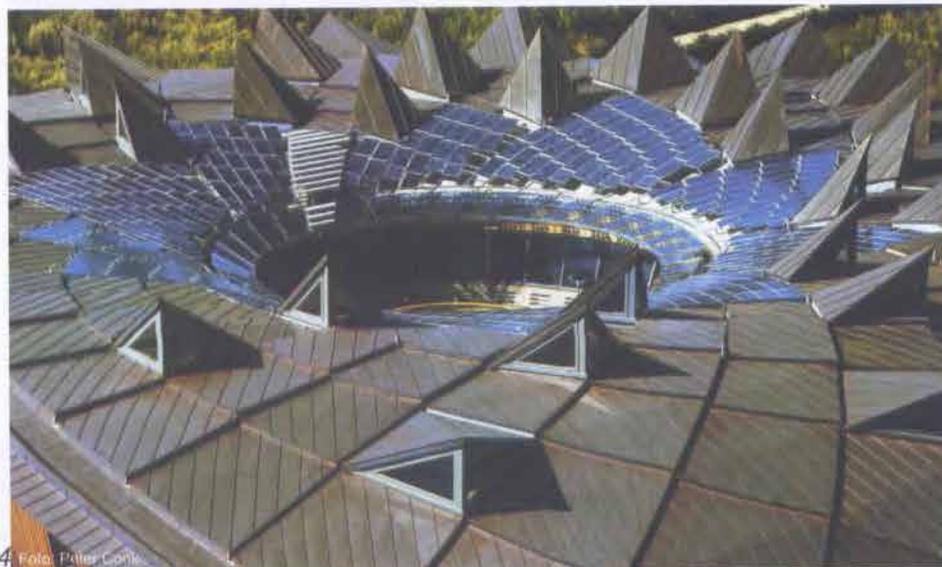
3, 4 Vista dei petali fotovoltaici

che formano un girasole con l'area centrale forata

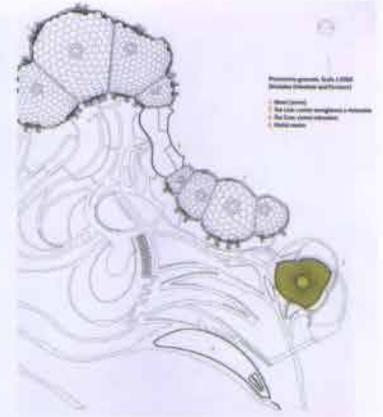
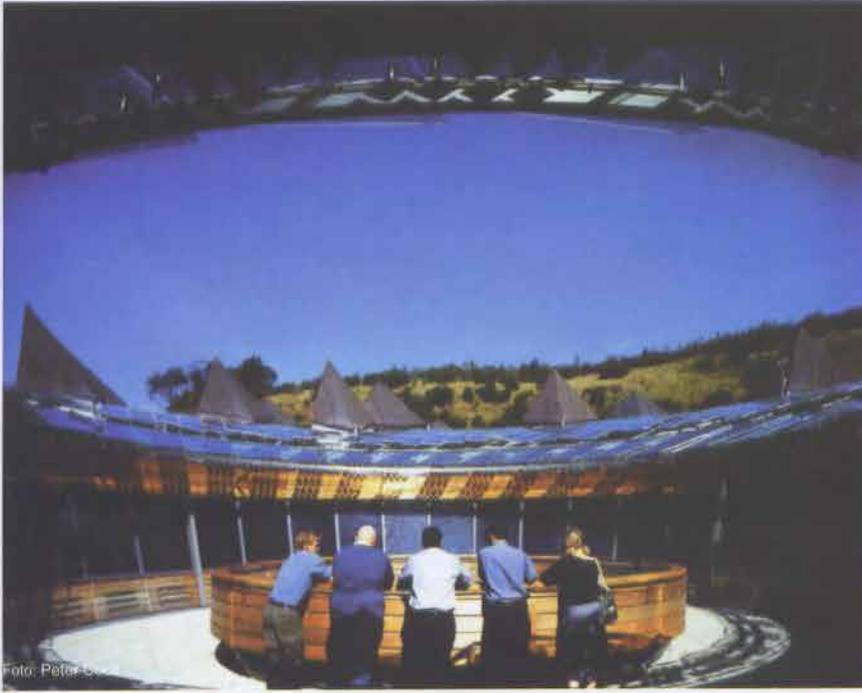
5 Vista della corte interna

6 Pianta del giardino con le serre

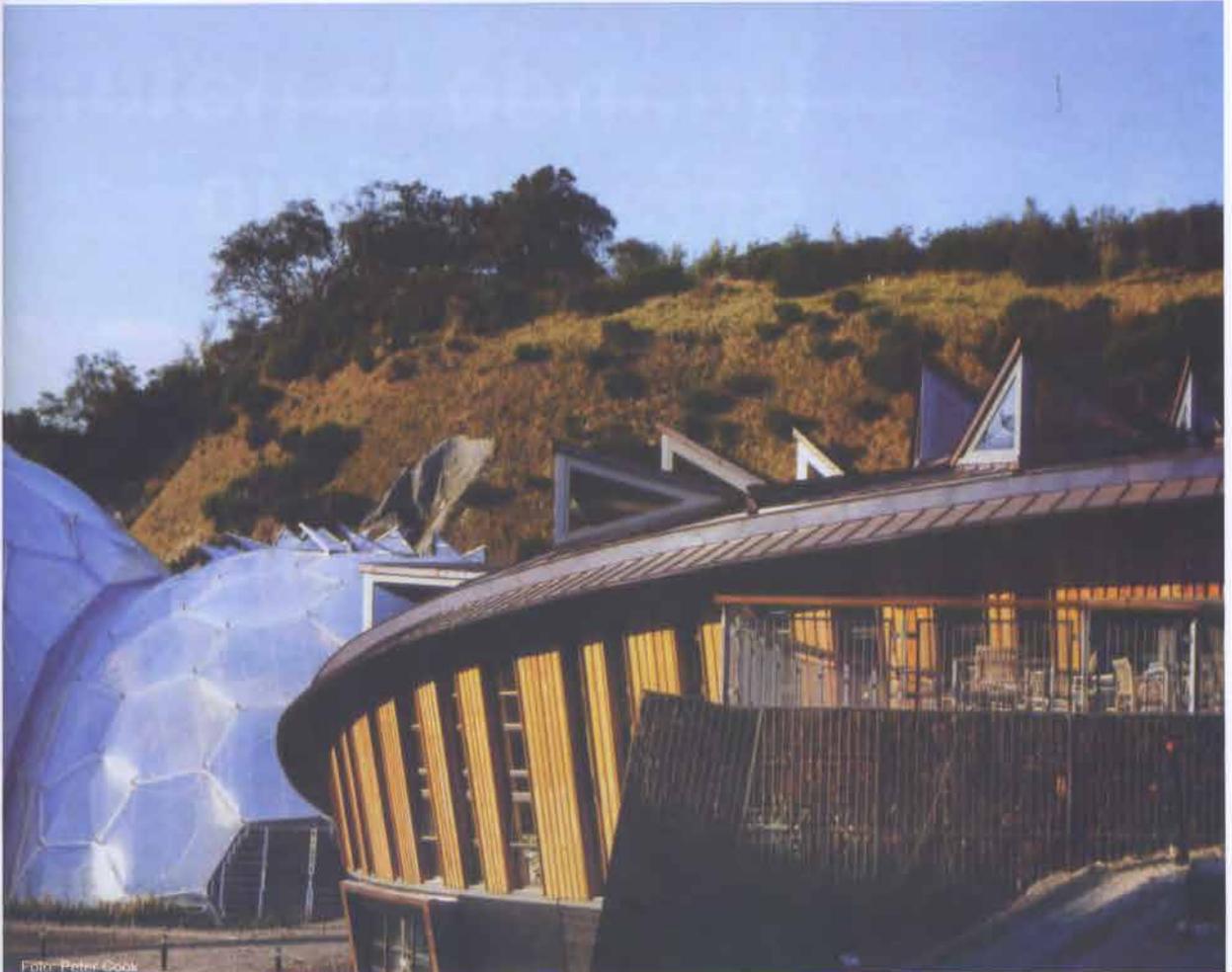
7 Scorcio prospettico con le serre e i lucernari del padiglione



Schermature fotovoltaiche



7



F40. SOLAR-FABRIK, Friburgo, Germania.

Dati tecnici

Proprietà

Solar Fabrik

Progettisti

Architect: Rolf + Hotz
freie Architekten BDA

Settore di sviluppo

Industriale

Localizzazione

Friburgo, Germania

Nuovo/Ristrutturazione

Nuovo

Produttore moduli

Solar Fabrik

Posizione dell'impianto FV

Fv integrati in facciata e copertura

Superficie utilizzata

450 m²

Potenza nominale FV

56,6 kWp

Inizio funzionamento

1999

La fabbrica Solar Fabrik a Friburgo ha un impianto per la produzione di celle FV e la vendita di prodotti ecologici e si colloca in un edificio a piastra esposto verso nord; gli uffici amministrativi e due appartamenti si trovano, invece, in un volume a stecca a quattro piani esposto verso Sud. Gli uffici sono racchiusi su tre lati da una parete in muratura con isolamento termico e spessore di 16 mm. Davanti alla facciata Sud è stato realizzato un nuovo padiglione vetrato che è il nuovo ingresso e spazio di comunicazione, con gli altri corpi, oltre che a luogo per eventi.

Circa il 28% della domanda di elettricità dell'intero complesso è coperta dal nuovo impianto FV che si estende per una superficie di 575 m² e produce 56,6 kWp con una produzione annua di 50000kWh.

I volumi compatti ed un alto coefficiente di isolamento termico delle pareti esterne sono le caratteristiche principali di questo edificio passivo (vetrata ed isolamento termico: $k = 1,1 \text{ W/m}^2 \text{ K}$). Il padiglione orientato a Sud fornisce passivamente il 15% dell'energia termica necessaria al complesso. Una zona ombreggiata è ottenuta con 210m² frangisole FV, 25 m² moduli ad alto isolamento sono inoltre integrati in facciata, e infine una superficie di 300 m² di moduli FV sono integrati in copertura. Per la ventilazione sono state realizzate due bocchette che consentono la ventilazione integrata, condotti con diametro da 1000 mm ciascuna lunghi 30 metri che forniscono ricambi d'aria per 7200 m²/h di aria fresca, e assicurano che la temperatura media estiva nel padiglione vetrato salga ad un massimo di 2° oltre la temperatura esterna. Il padiglione vetrato e le aree adiacenti ventilate naturalmente sono dotate di un sistema di riscaldamento aggiuntivo che funziona con la combustione di olii vegetali estratti dalla rapa CHP, la cui produzione di CO₂ è alquanto ridotta rispetto ai combustibili fossili. L'impianto ha una capacità elettrica di 130.000 kWh ed una capacità termica annua di 180.000 kWh. Il consumo di olio di rapa è di 30.000 litri all'anno e necessita di un'area di coltivazione di circa 30 ha (550 x 550 m). Le rape dovrebbero provenire da coltivazioni ecologiche site in appezzamenti di terreno agricolo in disuso. L'approccio olistico ambientale è complementato dalla scelta di materiali ecologici e dall'utilizzo di acqua piovana per i servizi igienici e per gli impianti di irrigazione dell'area verde.

1,3 Vista del fronte Sud dell'edificio

2 vista del laghetto e la sistemazione ambientale della fabbrica

4 Vista interna dell'edificio



Foto: L.Ceccherini Nelli



Foto: L.Ceccherini Nelli

Schermature fotovoltaiche

3



Foto: L.Ceccherini Nelli

4

F41. Edificio del gestore elettrico di Konstanz, Germania

Dati tecnici

Proprietà

Stadtwerke Konstanz

Progettisti

Architekturbüro

Schautdt

Sunways GmbH

Settore di sviluppo

commerciale

Localizzazione

Konstanz, Germania

Nuovo/Ristrutturazione

Nuovo

Produttore moduli

Pilkington Solar International GmbH

Posizione dell'impianto FV

Fv integrati in facciata-copertura

Superficie utilizzata

circa 544 m²

Potenza nominale FV

63 kWp

Finanziamento

Stadtwerke Konstanz e Bürgerbeteiligungsprojekt

Inizio funzionamento

1996

Informazioni:

e-mail: tom@fh-konstanz.de

L'edificio Konstanz è un edificio che ospita uffici, laboratori e uffici del gestore Elettrico di Konstanz. Il complesso è stato finanziato dalla "Stadtwerken Konstanz e Bürgerbeteiligungsprojekt". L'edificio nella parte inclinata ospita sale pluriuso e riunioni mentre l'altro lato è suddiviso tra gli uffici e le aree per i laboratori. L'edificio presenta

una facciata inclinata a Sud realizzata con un rivestimento in lamiera grecata, realizzato con elementi prefabbricati ad elevato isolamento termico. Quattro strisce finestrate percorrono la facciata-copertura. Al fine di ombreggiare la struttura è stato realizzato un impianto fotovoltaico sorretto da una struttura in tubolari metallici che collega, tramite una sottostruttura, in tubolari metallici, i frangisole FV in 8 punti. I moduli scelti per l'ombreggiamento sono di tipo standard uniti tra di loro in gruppi di sei. La parete FV, inclinata a 45° con orientamento Sud-Sud Ovest è suddivisa in quattro parti, composte da 60 moduli montati su 10 file.

La ventilazione è garantita dall'apertura delle superfici finestrate. Il surriscaldamento prodotto dai moduli viene dissipato, direttamente dalla struttura, essendo la struttura FV distante dalla parete finestrata di almeno 70 cm, tale distanza consente anche l'apertura delle finestre a vasista verso l'esterno.



Foto: L. Ceccherini Nelli



Foto: M. Fararoni

- 1 Facciata Sud
- 2 Vista generale della facciata integrata con frangisole fotovoltaici
- 3 Particolare dei frangisole
- 4 Vista dell'ingresso dell'edificio

Schermature fotovoltaiche

3



4

F42. Casa di moda Kaiser, Friburgo, Germania

Dati tecnici

Proprietà

Casa di moda Kaiser

Progettisti

ADO Solar Gesellschaft fuer Tageslichtnutzsysteme mbH

Settore di sviluppo

commerciale

Localizzazione

Friburgo, Germania

Nuovo/Ristrutturazione

Nuovo

Produttore moduli

Solon AG fuer Solartechnik

Posizione dell'impianto FV

frangisole FV

Potenza nominale FV

4 kWp

Interconnessione

connesso alla rete

Inizio funzionamento

1999

Fotografie di Giulia

Lusuardi

Il negozio Kaiser è stato rimodernato ed è situato nel centro di Friburgo nell'area pedonale. La facciata è stata valorizzata con una installazione fotovoltaica, realizzata con elementi frangisole. Le celle FV sono state integrate in elementi in vetro laminati. I frangisole sono sostenuti da una struttura in tubolare alla quale sono applicate due bracci che sostengono gli elementi vetrati in due punti. Le lamelle frangisole sono collegate a dei montanti in carpenteria metallica e distanziate tra di loro per una altezza di circa 1,30 cm. I vetri utilizzati sono stratificati e temperati con inserite le celle di silicio policristallino.

L'impianto realizzato genera una potenza di 4kW ed è stato realizzato con elementi FV appositamente realizzati per questo edificio. La casa di moda ha scelto questa strategia energetica per dare una nuova facciata all'edificio poiché il dibattito e le politiche ambientali, stanno avendo una notevole diffusione, in particolare nella città solare di Friburgo. Utilizzare sistemi a basso consumo energetico come soluzioni per la riduzione di CO₂ servono a valorizzare gli edifici e in un certo senso pubblicizzarli poiché operanti per la sostenibilità ambientale.



Foto: G. Lusuardi

1



Foto: G. Lusuardi

2

1,3,5 Viste prospettive

2,4, 6 particolare tecnologico dei frangisole FV



3

Foto: G. Lusuardi



Foto: G. Lusuardi

4

Schermature fotovoltaiche

Foto G. Lusuardi

5



Foto G. Lusuardi

6

F43. MWB Messwandler-Bau AG, Bamberg, Germania

Dati tecnici

Proprietà

MWB Messwandler-Bau AG

Progettisti

MWB Messwandler-Bau AG

Settore di sviluppo
commerciale

Localizzazione
Bamberg Germania

Nuovo/Ristrutturazione
Sperimentazione

Produttore moduli
Film sottile

Posizione dell'impianto FV
frangisole FV

Potenza nominale FV
- kWp

Interconnessione
connesso alla rete

Inizio funzionamento
1992

Unica nel suo genere sonole schermature fotovoltaiche realizzate su membrana da MWB Messwandler a Bamberg. La schermatura è di tipo continuo con celle fotovoltaiche applicate su supporto in tensostruttura in tela bianca.

In questo esempio realizzato nell'edificio della MWB a Bamberg i moduli FV sono 14 realizzati con 36 celle in silicio amorfo. Le celle di 10x10 cm distanziate tra di loro in una maglia di 6x6 sono plastificate su una pellicola trasparente che consente la protezione delle celle e successivamente il film con le celle incorporate viene sigillato a una tenda bianca in tela plastificata.

La tenda è ancorata alla facciata con sette profili speciali, in acciaio formati da una doppia curva e fissati alla parete con espansori.

2,3 plastificazione flessibile delle celle FV su supporto plastico. Il modulo FV è composto da 36 celle in silicio amorfo



Foto: M. Faraoni

1



Foto: MWB Bamberg

2

1 Esempio sperimentale di supporto plastico flessibile con inserimento di moduli FV standard in silicio policristallino



Foto: M. Faraoni

3

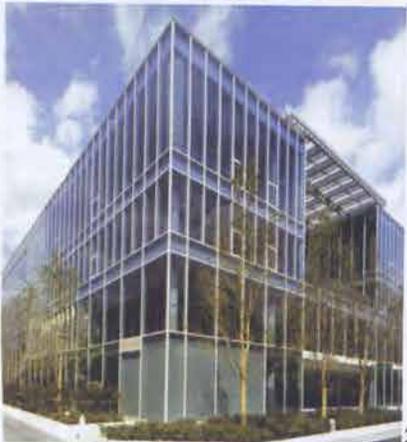
F44. Industria di semiconduttori Rohn, Giappone.

L'edificio ha forma di parallelepipedo svuotato nello spazio centrale per formare una grande terrazza coperta da una copertura di frangisole FV. I moduli fotovoltaici sono realizzati con celle in policristallino a doppio vetro trasparente, con celle distanziate tra di loro per consentire la massima trasparenza. La copertura FV è appoggiata su dei binari che consentono lo scorrimento per variare la posizione della copertura, andando a coprire un cortile interno per riparare dalla pioggia gli utilizzatori dell'edificio. I frangisole FV possono essere anche orientati in modo da favorire il soleggiamento dei moduli oppure l'illuminazione delle facciate. Alcuni sensori posti sulla copertura regolano il funzionamento dei frangisole FV. Queste movimentazioni consentono all'edificio di variare la sua configurazione durante il giorno e massimizzare la produzione energetica dell'edificio.

Le porzioni centrali delle facciate esterne sono dotate di vetri orientabili in modo da favorire la ventilazione nell'edificio. L'edificio dispone, inoltre, di un attento riciclo dell'aria e un impianto di condizionamento ad alta efficienza con accumulo di calore.



1



2

Dati tecnici

Proprietà

Industria di semiconduttori Rohn

Progettisti

Takenaka Corporation

Settore di sviluppo

industria e uffici

Localizzazione

Giappone

Nuovo/Ristrutturazione

nuovo

Posizione dell'impianto FV

frangisole in copertura

Potenza nominale FV

12 kWp

Inizio funzionamento

2003

Immagini e informazioni tratte da "Energia Solare" n.4/2003, articolo di Cinzia Abbate

1,4 Viste della corte interna coperta dai frangisole FV
2,3 Viste esterne dell'edificio e dei

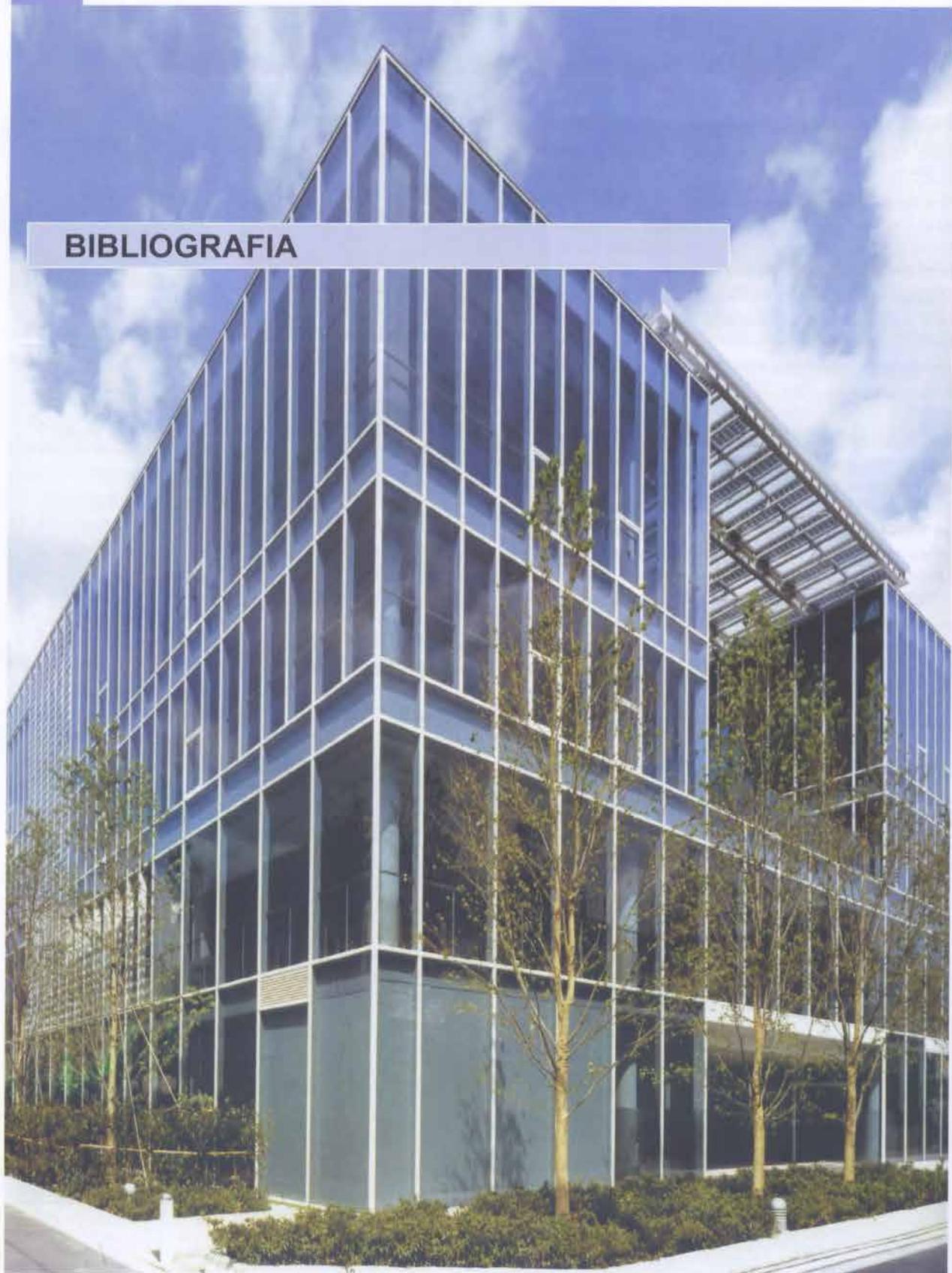


3



4

BIBLIOGRAFIA



PUBBLICAZIONI

- AA.VV., *La città del Sole*, ETA, Firenze, 2001.
- AA.VV., *Freiburger Solarenergie-Führer*, Stadt Freiburg im Breisgau Umweltschutzamt, 1999.
- AA.VV., *Energie Photovoltaik, Architektonische Gebäudeintegration*, Informationszentrum Energie, Landesverwaltungsamt Baden-Württemberg, Stuttgart, 2000.
- AA.VV., *Architektur Photovoltaik*, Informationszentrum Energie, Architektenkammer Baden-Württemberg, Stuttgart, 2003.
- AA.VV., *Photovoltaics in buildings - Testing, commissioning and monitoring guide*, Energy Technology Support Unit, BSRIA, 1998.
- Aste Niccolò, *Il fotovoltaico in architettura*, Sistemi editoriali, Napoli, 2002.
- Ayoub J., Dignard-Baley L., Filion A., *Photovoltaics for Buildings. Opportunities for Canada*. CANMET, Varennes, Quebec, 2001.
- BP Solar, *A Study of the feasibility of Photovoltaic Modules as a Commercial Building Cladding Component*. ETSU S/P2/00131/REP, ETSU: Harwell, 1993.
- Brenne W, Eble, J.Jaschke F., *Gartenstadt Berlin- Pankow, Modellproject fur einen nachhaltigen- ökologischen Wohnungsbau. Umsetzungsstudie Band*, Konzeptphase. Berlin 1997.
- Ceccherini Nelli Lucia, *Fotovoltaico in Architettura*, Alinea, Firenze, 2006.
- Ceccherini Nelli Lucia, *Impianto fotovoltaico integrato da 20 kWp per l'edificio aule e biblioteca a Sesto Fiorentino*, Alinea Firenze, 2004
- Charles Stirling and Paul Baker, *Photovoltaics: integration into buildings*, BRE, 1999
- CIBSE, *Technical Memoranda: Understanding building photovoltaics*, CIBSE
- ECOTEC, ECD, NPAC, *The Value of Electricity Generated from Photovoltaic Power Systems in Buildings*. ETSU S/P2/00279/REP, ETSU: Harwell, 1998.
- ENEA, "10.000 tetti fotovoltaici" a cura di Francesco Paolo Vivoli, M. Gamberale, M. Lucentini, L. Rubini, Roma, 1999.
- ENEA, Vivoli Francesco Paolo e Spagnolo Mauro, *L'integrazione dei sistemi fotovoltaici nell'edilizia e nelle infrastrutture urbane*, ENEA, Roma, 1999.
- ENEA, Vivoli Francesco Paolo, ISES ITALIA, *Energia elettrica dal sole*, ENEA-ISES Italia, Roma, 1998
- ETA., *PV City guide*, ETA, Firenze, 2001
- ETSU, Harwell, *Newcastle Photovoltaics Applications Centre. Architecturally Integrated Grid-Connected PV Facade at the University of Northumbria*. ETSU S/P2/00171/REP, ETSU.
- European Communities Commission Directorate-General for Energy, *Photovoltaic rural electrification of 79 dwellings at Sierra de Segura (Jaén)*, The Stationery Office, 1994
- European Communities Commission Directorate-General for Research, Science and Education, *Solar energy programme of the Commission of the European Communities abstracts of final reports of solar energy applications for dwellings, 1 MW (el) solar power plant of the EEC, photovoltaic power generation and energy from biomass*, The Stationery Office, 1980.
- European Directory, *Sustainable and energy efficient building - component- services - materials*, JAMES & JAMES, London, 1999.
- Frankl P., *Analisi del ciclo di vita di sistemi fotovoltaici*, ISES ITALIA, 1996
- Groppi Francesco, Zuccaro Carlo, *Impianti solari fotovoltaici a norma CEI*, UTET, Milano, 2000.
- Hagemann B. Ingo, *Gebäudeintegrierte Photovoltaik*, Rudolf Mueller, Koln, 2002.
- Halcrow Gilbert Associates, *Grid Connection of Photovoltaic Systems*, ETSU, 1993. ETSU S 1394-P1, ETSU: Harwell, 1999.
- Hullman Heinz, *Photovoltaik in Gebäuden*, Fraunhofer IRB-Verlag, Stuttgart 2000.
- Humm O., Togweiler P., *Photovoltaics in Architecture*, Birkhauser, Basel, 1993.
- Laukamp, H., *The basic German Electric safety Standard and its Application to PV System. nelle infrastrutture urbane*, ENEA, Roma, 1999.
- Nasielski J. Kirsch-De Mesmaeker A., *Construction of a photovoltaic cell based on the photoelectrochemistry of organic dyes at transparent semi-conducting electrodes*. Final report, Université Libre de Bruxelles Faculté des Sciences European Communities Commission Directorate-General for Research, Science and Education, The Stationery Office, 1982.
- Patrina Eiffert, Grego y J.Kiss, *Building-Integrated Photovoltaic Designs for Commercial and Institutional Structures, A Sourcebook for Architects*, NREL, U.S.A..February 2000 NREL/BK-520-25272.
- Pearson C, Rawlings R, Nanayakkara R, *Photovoltaics in Buildings - Safety and the CDM Regulations*, BSRIA, 2000.
- Perlin John, *Dal Sole*, ed Ambiente, ISES Italia, Roma, 2000.
- Randall Thomas, Max Fordham & Partners, *Photovoltaics and Architecture*, Spon Press, London, 2001.

- .. Roaf Susan, *Ecohouse: A Design Guide*, Butterworth Neinenann, London, 2001.
- .. Roaf Susan, Vivien Walker, *21AD Architectural Digest for the 21th Century Photovoltaics*. Eds., V. Oxford Brookes University.
- .. Sala Marco, (a cura di) *Integrazione architettonica del fotovoltaico, casi studio di edifici pubblici in Toscana*, Alinea, Firenze 2003.
- .. Sala Marco, Lucia CeccheriniNelli, Antonella Trombadore, Alain Lusardi, Eugenio D'Audino, *Schermature Solari*, Alinea, Firenze 2000.
- .. Sick. F., T. Erge, *Photovoltaics in buildings, a design handbook for architects and engineers*, James & James Editori, Londra, 1996.
- .. Spagnolo Mauro, *Il sole nella città. L'uso del fotovoltaico nell'edilizia*, Franco Muzzio Editore, Roma, 2002.
- .. Studio E Architects, *Photovoltaics in Buildings - A Survey of Design Tools*, 1995. ETSU S/P2/00289/REP, ETSU: Harwell.
- .. Studio E Architects, *Photovoltaics in Buildings BIPV Projects*. ETSU S/P2/00328/REP, ETSU: Harwell.

WEB LINK

- <http://pvdatabase.com>
Database internazionale di esempi di impianti realizzati nel mondo
- <http://europa.eu.int/en/comm/dg17/thermie/volt/study/building.htm>
Progetti integrati con impianti FV dal 1990 (THERMIE)
- http://www.xs4all.nl/~sens/toepassing/en/net-gekoppeld/nettour/nettour_home.html
Un tour attraverso i progetti e dati degli impianti.
- <http://solstice.crest.org/renewables/pv-tour-switzerland/toc.html>
Foto e descrizioni di impianti FV in Svizzera
- <http://www.demosite.ch/>
Dati e progetti FV Leso-EPFL - Svizzera
- <http://www.ultranet.com/~sda/worldreport/worldreport.html>
Progetti in America
- <http://www.nrel.gov/ncpv/documents/seb/>
Brochure con edifici residenziali e commerciali integrati con FV
- http://www.nedo.go.jp/nedo-info/search-e/solar_photo/index.html
Sito Giapponese, NEDO, fotografie e progetti
- <http://solstice.crest.orci/renewables/PV-tour-switzerland/toc.html>
Installazioni FV in Svizzera.
- <http://www.eren.doe.gov/>
Informazioni dal US Department of Energy programme on PV
- http://www.ttcorp.com/UPVCI/PV_othr.htm
Informazioni sulla tecnologia FV
- <http://www.PV-uk.org>
British PV Association. Esempi FV in Inghilterra
- <http://www.cat.orn.uk/information/Pvrg.html>
CAT- pubblicazioni sulle energie rinnovabili
- <http://www.eurorex.com/>
EuroREX promozione delle energie rinnovabili in EU
- <http://www.cee.org.uk>
Council for Environmental Education (CEE). Progetti
- <http://www.homepower.com/>
Home page del US magazine Homepower.
- <http://www.pvpower.com/pvphome.html>
Informazioni sulla tecnologia fotovoltaica
- <http://www.en.eun.ornl/menu/projects/index.html>
Aspetti educativi nel FV nelle scuole
- <http://www.scolar.org.uk/index.html>
Programma UK Solar programme.
- <http://www.swissolar.ch/>
Organizzazione Swiss Solar
- <http://www.solarschools.com/index.asp>
Scuole solari nel mondo
- <http://www.sonneonline.de/index1.html>
Il programma tedesco "sonneonline" nelle scuole
- <http://www.solarschulen.de/solar/schulen/so12000.htm>
Iniziativa tedesca Solarschulen 2000
- <http://www.bavernwerk.de/de/index.htm?a3490000.htm>
Scuole FV in Germania, Agenzia Bayernwerk.
- <http://www.aep.com/environment/solar/>
Informazioni sul progetto "PV in Schools" in US.
- <http://www.eco-schools.org/>
Programma internazionale "eco-schools"
- <http://www.ises.org>
International Solar Energy Society Solar programma sulle scuole
- <http://www.granada-learning.com/>
CD-ROMS e software
- <http://www.schoolsgoingsolar.org/>
Database su progetti di edilizia scolastica FV
- <http://www.ase.org.uk>
Association for Science Education (ASE) supporto ed informazioni
- <http://www.inforegio.cec.eu.int>
www.recs.org
Edilizia FV in Olanda