



CONTATTI

SULFURCELL Solartechnik GmbH
Groß-Berliner Damm 149
D-12487 Berlin
Tel.: +49 (0)30 46 77 77 – 0
Fax: +49 (0)30 46 77 77 – 400

E-mail: info@sulfurcell.de
www.sulfurcell.com

IMAGE_IT_REV1.0



A low-angle photograph of a solar panel array against a blue sky with scattered white clouds. The panels are dark and arranged in a grid, with their perspective lines converging towards the top of the frame.

EDILIZIA SOLARE CON I MODULI SULFURCELL: IL CONNUBIO FRA SOLUZIONI INNOVATIVE E STILE

Moduli fotovoltaici a film sottile in semiconduttori CIS

A vertical legend with three colored bars: yellow, light green, and teal.

EDILIZIA SOLARE
SOSTENIBILITÀ
TECNOLOGIA





Gentili Signore e Signori,

viviamo tempi davvero appassionanti, un periodo contraddistinto da un mercato dell'energia in pieno fermento e nel quale oscillazioni estreme dei prezzi dei combustibili fossili assieme ai mutamenti climatici ci pongono di fronte a sfide totalmente nuove. Mai come oggi le alternative ai vettori energetici fossili sono così importanti. Il fotovoltaico – la generazione di energia dalla luce del sole – è sicuramente la fonte energetica del futuro, in quanto fornisce risposte a quesiti impellenti che toccano l'industria e la società odierna: è possibile coniugare una generazione dell'energia rispettosa dell'ambiente con l'attuale tendenza all'edilizia ecologica? È possibile superare l'apparente contrasto tra funzionalità, estetica ed economicità nell'impiego delle fonti rinnovabili?

Ed è infine possibile trovare in un mercato così dinamico prodotti validi che riuniscano in sé innovazione e qualità ad un prezzo abbordabile? È in questo ambito che Sulfurcell ha pronte delle soluzioni convincenti. Sulfurcell, azienda leader nella produzione di moduli solari a film sottile in semiconduttori CIS, rappresenta lo stato dell'arte nella tecnologia fotovoltaica. Vi invito quindi a scorrere le pagine successive per farvi un'idea in prima persona di come sarà il futuro del fotovoltaico.

Sulfurcell ha immesso sul mercato i propri moduli fotovoltaici già nel 2005, guadagnandosi da allora la fiducia di numerosi utenti; i nomi prestigiosi dei nostri rivenditori specializzati, come IBC SOLAR, Krannich ed Energiebau, riflettono la collaudata maturità qualitativa raggiunta negli anni. Tuttavia non ci fermiamo qui, ma lavoriamo giorno dopo giorno all'ulteriore sviluppo dei nostri prodotti per trasformare in realtà la visione di un futuro basato sull'energia solare. Nelle nostre soluzioni fotovoltaiche basate sulla tecnologia dei semiconduttori CIS ci sono grandi potenzialità da sfruttare, e non solo per quanto riguarda il rendimento.

I progressi da noi compiuti hanno destato interesse anche in campo internazionale: importanti investitori del settore tecnologico, come Intel Capital e i fondi BEU sostenuti da Gaz de France Suez e Vattenfall Europe hanno messo a disposizione di Sulfurcell nel 2008 un finanziamento alla crescita pari a 85 milioni di euro, un capitale che metteremo a frutto per accrescere sensibilmente la capacità produttiva e dare il via alla produzione di massa. Rimane tuttavia prioritario il nostro intento di conciliare la produzione sostenibile di energia con un'architettura solare dall'aspetto gradevole. Ne sono esempi concreti la costruzione del nuovo stabilimento produttivo e dell'edificio amministrativo ad autarchia energetica. Non vogliamo però svelarvi tutto noi: scoprite il resto da soli su queste pagine.

Distinti saluti



Dott. Nikolaus Meyer,
Amministratore e fondatore della
SULFURCELL Solartechnik GmbH



Il gruppo dirigente della Sulfurcell: Dott. Axel Neisser, Martin Beck, Henrik Krüpper (CSO), Dott. Nikolaus Meyer (CEO),
Dott. Rüdiger Stroh (COO), Birgit Grüner, Ulfert Rühle

LA CRESCITA È IL FRUTTO DELL'INNOVAZIONE

SULFURCELL Solartechnik GmbH

Sulfurcell progetta e produce moduli fotovoltaici a film sottile di elevata qualità per la generazione di corrente dall'energia solare. A tale scopo l'azienda di Berlino si è concentrata sulla famiglia dei composti semiconduttori calcopiritici alla quale appartengono sia il solfuro di rame ed indio che il diseleniuro di rame, indio e gallio, entrambi chiamati brevemente semiconduttori CIS. Le calcopiriti sono minerali che si trovano in natura e appartengono alla classe dei solfuri. La forza innovativa di Sulfurcell risiede proprio in soluzioni basate su questi semiconduttori, motivo per cui la loro denominazione è entrata a far parte del nome dell'azienda.

Sulfurcell, spin-off del rinomato istituto Hahn-Meitner di Berlino (oggi centro Helmholtz di Berlino per i materiali e l'energia), il più grande centro europeo di ricerca per il fotovoltaico a film sottile, è l'azienda che è riuscita a trasferire con successo i risultati della ricerca d'avanguardia nelle applicazioni industriali, producendo e vendendo dal 2005 moduli fotovoltaici commerciali. I clienti di Sulfurcell hanno subito imparato ad apprezzare il nuovo prodotto e i suoi vantaggi; la fiducia con il passare degli anni si è accresciuta e un numero sempre più crescente di moduli Sulfurcell viene impiegato in impianti e altre applicazioni. Nell'ottobre 2009 sono stati completati la nuova sede centrale (3 000 m²) e lo stabilimento produttivo (17 000 m²) nel quale ogni anno verranno prodotti moduli fotovoltaici per una potenza totale di 35 MW.

I moduli fotovoltaici a film sottile in semiconduttori CIS offrono ampie prospettive di sviluppo e Sulfurcell nel

passato ha migliorato continuamente il materiale e le sue innovazioni sono tutte protette da brevetto. Se nei primi moduli fotovoltaici del 2005 il rendimento non raggiungeva il 5%, questo nel 2008 era già salito all'8%. I risultati di laboratorio attestano che le potenzialità sono ancora ben lungi dall'essere esaurite. Oggigiorno le celle fotovoltaiche realizzate con semiconduttori CIS raggiungono in laboratorio un rendimento del 20%, superiore a quello di tutti i comuni materiali impiegati per i moduli a film sottile. È per questo che Sulfurcell investe su grande scala in nuovi sviluppi nel settore dei semiconduttori CIS.

Il team di Sulfurcell persegue i suoi obiettivi con esperienza e passione: tra gli oltre cinquanta tecnologi che operano presso Sulfurcell, si annoverano esperti in scienze naturali con pluriennale esperienza nel campo dei CIS, ingegneri provenienti dai settori dei semiconduttori e dell'industria elettronica e specialisti in edilizia solare. Tramite l'innovazione rendere l'energia solare sempre più interessante: questa è la nostra passione.

Sulfurcell tiene fede all'elevato livello qualitativo espresso dal "Made in Germany" con prodotti maturi dalla tecnologia d'avanguardia, caratterizzati da stabilità nel tempo, un allettante rapporto qualità prezzo ed estetica di alto livello. I suoi moduli fotovoltaici sono adatti ad essere impiegati come elementi a vista negli edifici e vengono oggi utilizzati come un comune materiale da costruzione. Sulfurcell rende così possibile una nuova dimensione del costruire: economica, sostenibile ed esteticamente pregevole.



Prendere esempio dalla natura

Sulfurcell utilizza semiconduttori CIS, simili al minerale naturale della calcopirite (foto: Lapis/Christian Weise Verlag, München)

LA CRESCITA È IL FRUTTO DELL'INNOVAZIONE

L'inizio di una storia di successo

Sulfurcell è stata fondata nel luglio del 2001 da Nikolaus Meyer, l'odierno amministratore delegato della società, e da alcuni colleghi dell'istituto Hahn-Meitner, i quali hanno saputo cogliere l'occasione e applicare per la prima volta su scala industriale i risultati di una ricerca sulla tecnologia a film sottile per moduli fotovoltaici, dando così il via ad una storia il cui successo perdura fino ad oggi.

Nel 2004 è stato messo in funzione l'impianto produttivo, un anno dopo Sulfurcell ha presentato un primo prototipo

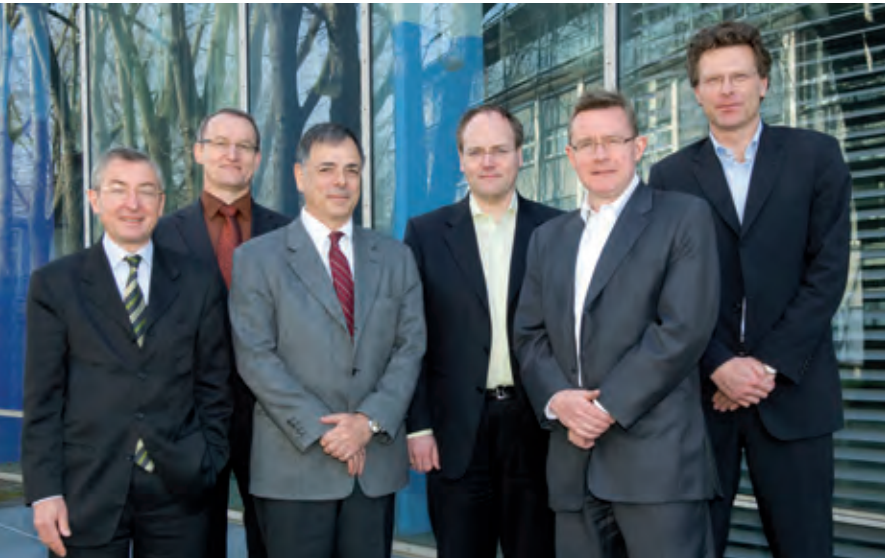
e già alla fine del 2005 è iniziata la produzione e la commercializzazione dei moduli. Dal momento del proprio ingresso sul mercato Sulfurcell ha incrementato sensibilmente la propria capacità produttiva: all'inizio del 2010 sono stati venduti e installati ben 75 000 moduli fotovoltaici, un dato che posiziona Sulfurcell fra i tre più importanti fabbricanti di moduli CIS al mondo. Per la sua attività d'avanguardia nel campo della ricerca e della progettazione di prodotti la società è stata insignita di numerosi premi, tra i quali l'Innovationspreis Berlin-Brandenburg 2006.



Sulfurcell è un'azienda giovane e promettente che dispone di una tecnologia estremamente innovativa. Il vasto know-how tecnico dei suoi collaboratori unito ad un ambizioso piano di sviluppo fanno presupporre che Sulfurcell nei prossimi anni diverrà un importante produttore tedesco di tecnologia fotovoltaica, contribuendo così a mantenere l'industria fotovoltaica tedesca ai vertici mondiali



Gerhard Stryi-Hipp, Istituto Fraunhofer per i sistemi energetici solari ISE, direttore del settore politiche energetiche, membro del consiglio di sorveglianza della Sulfurcell Solartechnik GmbH



Consiglio di sorveglianza della Sulfurcell Solartechnik GmbH (da sinistra)

Raoul Arvengas, **Gaz de France Suez, Parigi**

Gerhard Stryi-Hipp, **Istituto Fraunhofer per i sistemi energetici solari, Friburgo**

Kalman Kaufman (presidente), **imprenditore, Tel Aviv**

Dott. Stefan Beyer, **Ventegis Capital, Berlino**

Alex Betts, **Climate Change Capital, Londra**

Heiko von Dewitz (observer), **Intel Capital,**

Monaco di Baviera

Christof Sagasser (non fotografato), **Vattenfall**

Europe, Berlino

Dal progetto pilota alla produzione di massa

La competenza in campo tecnologico, il solido sviluppo avuto dalla società e la domanda globale in continua ascesa sono stati i fattori che hanno convinto importanti investitori finanziari a mettere a disposizione di Sulfurcell, nel luglio del 2008, un finanziamento alla crescita per 85 milioni di Euro. Nel gruppo degli investitori e dei partner si annoverano attori di prima grandezza del settore: il produttore californiano di chip Intel partecipa tramite la Intel Capital (Santa Clara), Climate Change Capital (Londra) è uno dei gruppi leader tra le banche d'investimento attive nel settore delle energie pulite e dell'economia a bassa emissione di CO₂, il Berliner Energie Umweltfonds è sostenuto dal terzo più grande gruppo energetico tedesco, Vattenfall Europe, e dal ramo tedesco del leader francese del settore energetico, Gaz de France Suez; hanno una partecipazione infine anche Ventegis Capital (Berlino), Demeter (Parigi), Zouk (London), AIG (Zurigo), Bankinvest (Copenaghen), Engelbert Giesen (Berlino) e Masdar Clean Tech Fund (Abu Dhabi).

L'iniezione di capitale fresco è stata destinata alla costruzione di un impianto produttivo a Berlino Adlershof e ai programmi di ricerca. Grazie al nuovo stabilimento Sulfurcell incrementa la propria capacità produttiva dapprima a 35 MW e in una seconda fase fino a 75 MW: il passaggio alla produzione di massa è oramai un dato di fatto.

Il capitale più prezioso: il personale

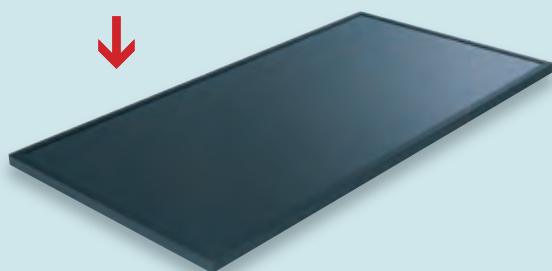
È soprattutto ai nostri 200 collaboratori (dati del maggio 2010) che dobbiamo il successo dell'azienda: tecnologi altamente qualificati, tecnici e collaboratori di produzione assicurano lo sviluppo continuo di Sulfurcell e dei suoi prodotti. L'operatività è garantita da un team amministrativo-commerciale dinamico e non sovradimensionato che rappresenta per i nostri clienti e partner un interlocutore competente sempre a loro disposizione e la cui forza propulsiva è costituita dalla comune passione per le soluzioni solari d'avanguardia. L'entusiasmo per la tecnologia e un ottimo clima di cooperazione cementa questo gruppo di successo che caratterizza profondamente la Sulfurcell e costituisce la base solida su cui fondare il suo futuro sviluppo. Proprio in virtù di ciò Sulfurcell progetta di raddoppiare il numero degli addetti, soprattutto tramite l'assunzione di altri ingegneri e studiosi di scienze naturali, dato che solo personale altamente qualificato le consentirà di mantenere anche in futuro la propria forza innovativa e la spinta alla crescita.

SFIDE ED OBIETTIVI

FASE 1: 2003-2005 DAL MODELLO AL PROTOTIPO



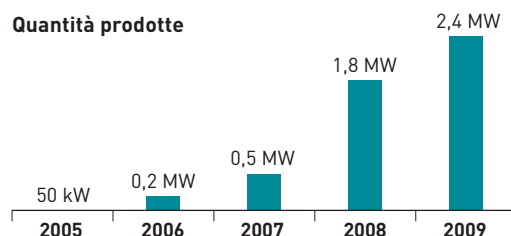
2003
Modello sperimentale dell'istituto Hahn-Meitner (5 cm x 5 cm)



2005
Primi moduli fotovoltaici (125 cm x 65 cm)

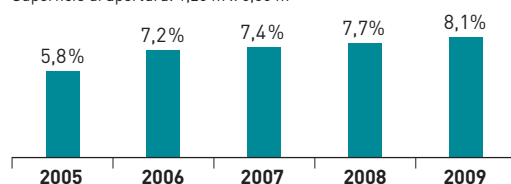
FASE 2: 2005-2009 INDUSTRIALIZZAZIONE

Quantità prodotte



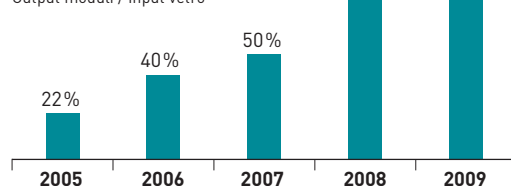
Rendimento medio

Superficie di apertura: 1,20 m x 0,60 m



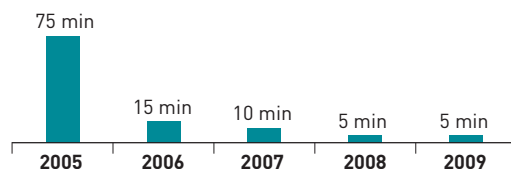
Resa

Output moduli / Input vetro



Tempi di ciclo della produzione CIS

Intervalli di tempo tra due processi di deposizione



SOSTENIBILITÀ MESSA IN PRATICA

Il nuovo centro produttivo Sulfurcell

Anche nelle scelte che riguardano direttamente l'azienda, Sulfurcell è guidata dai valori della sostenibilità; alla fine del 2008 è stata una delle prime firmatarie del patto per il clima di Berlino (Berliner Klimabündnis), con il quale si impegna, assieme ad altre dodici prestigiose aziende, a ridurre le emissioni di CO₂ della capitale: nel periodo dal 1990 al 2020 dovranno essere tagliate di oltre il 40%. Per i collaboratori ed il management la protezione del clima è parte integrante delle responsabilità aziendali, alla quale contribuiscono con l'espansione della capacità produttiva dello stabilimento di Berlino Adlershof, dove

il tasso di produzione annuale verrà portato a 35 MW. Ogni chilowattora di corrente prodotta in un impianto fotovoltaico è un passo nella giusta direzione. È per questo motivo che nella costruzione del nuovo edificio amministrativo e del nuovo stabilimento produttivo sono stati utilizzati moduli fotovoltaici. Impianti fotovoltaici dalle ampie superfici alimentano di energia il nuovo edificio; 700 moduli sulla facciata e un impianto su tetto da 300 kW riforniscono di energia rinnovabile lo stabilimento produttivo. L'edificio amministrativo è energeticamente autosufficiente al 100%.

FASE 3: DAL 2008

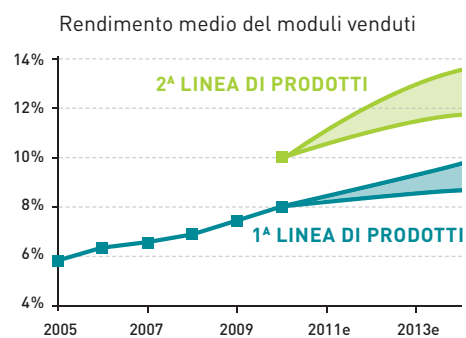
RIDUZIONE DEI COSTI E PARITÀ CON LA RETE

Produzione di massa



✓ Iniziata l'espansione verso i 75 MW

Miglioramento continuo della tecnologia



✓ **2008** Progetti di sviluppo definiti, finanziati e avviati

Sede centrale della Sulfurcell



EDILIZIA SOLARE: L'INTEGRAZIONE ARCHITETTONICA SU TETTO

Sulfurcell definisce i nuovi standard per l'edilizia del futuro

Che si tratti di abitazioni private, edifici pubblici o costruzioni industriali, il connubio tra la produzione di energia rinnovabile, l'edilizia energeticamente efficiente e forme architettoniche gradevoli acquista sempre maggiore importanza. Sulfurcell riesce in maniera mirabile ad unire questi obiettivi grazie a moduli fotovoltaici che possono essere impiegati come elementi costitutivi di facciate o tetti. Questa è l'edilizia del futuro. Questa è l'edilizia solare.

I moduli Sulfurcell color antracite dalle sottili rigature sono particolarmente apprezzati dagli installatori, artigiani e architetti. Grazie al loro formato compatto si adattano perfettamente a ricoprire le più disparate superfici di edifici; utilizzati sui tetti questi moduli conferiscono loro una struttura armonica come le tegole tradizionali. I moduli

Sulfurcell si distinguono non solo da quelli in silicio cristallino, il cui aspetto a scacchi non è affatto apprezzato in edilizia solare, bensì anche da altri moduli a film sottile, che per lo più hanno aspetto disomogeneo e colore tendente al marrone o violetto. Sulfurcell invece garantisce il massimo livello qualitativo e offre moduli dalla superficie omogeneamente scura che vengono descritti da molti dei nostri partner come i moduli fotovoltaici dall'aspetto più gradevole presenti sul mercato.

I grandi edifici ad uso agricolo o industriale sono naturalmente predestinati per l'impiego dei moduli fotovoltaici Sulfurcell. Essi infatti si integrano con discrezione nel panorama circostante e danno valore al tetto, e non solo dal punto di vista estetico, ma anche da quello economico:

I moduli Sulfurcell ben si adattano al paesaggio, anche su edifici adibiti ad uso agricolo



infatti con un impianto fotovoltaico sul tetto divengono redditizie superfici che altrimenti rimarrebbero inutilizzate. Se invece si provvede a munirle di moduli fotovoltaici ecco che è possibile guadagnare del denaro, in quantità crescenti in funzione dell'orientamento del tetto rispetto al sole, della semplicità di montaggio e dell'economicità dei moduli stessi. I vantaggi dei moduli fotovoltaici Sulfurcell si palesano particolarmente in questi casi, essendo semplici da montare ed avendo un eccezionale rapporto qualità-prezzo, un fattore al quale contribuiscono le speciali soluzioni di sistema dei nostri rivenditori specializzati. L'utente dunque trae beneficio dall'economicità straordinariamente elevata dell'impianto fotovoltaico e sfrutta una tecnologia ecocompatibile, innovativa e di elevata qualità.



I moduli Sulfurcell ad integrazione architettonica sostituiscono le tegole proteggendo la casa dagli agenti atmosferici e al contempo servono a coprire il fabbisogno energetico dell'immobile, conferendogli un gradevole aspetto moderno.





Facciata fotovoltaica sull'edificio della ditta Rückgrat di Donaueschingen (architetto: Günter Limberger)

EDILIZIA SOLARE: L'INTEGRAZIONE ARCHITETTONICA IN FACCIATA

Costruire secondo i principi dell'edilizia solare significa utilizzare i moduli fotovoltaici come comuni materiali edili sostituendo quelli passivi. I moduli assolvono così a due funzioni: quella di involucro edilizio e quella di generatore di energia; l'impianto fotovoltaico inoltre risulterà ancor più vantaggioso in quanto permette di risparmiare sulle tegole o sul rivestimento della facciata. La gamma di prodotti Sulfurcell dispone di elementi costruttivi ottimali per ogni parte di edificio. Un caso esemplare di fotovoltaico ad integrazione in facciata è rappresentato dallo stabilimento produttivo della ditta Heuchemer di Miehlen (Taunus), nel quale i moduli Sulfurcell rivestono la facciata e sostituiscono i materiali da costruzioni passivi. Una soluzione

simile è stata adottata da Sulfurcell nella costruzione della propria nuova sede (vedi foto pag. 9). In questo caso vengono impiegati dei cassetti la cui superficie è costituita da moduli Sulfurcell senza telaio. Tuttavia vengono utilizzati anche comuni sistemi di montaggio che con i moduli Sulfurcell raggiungono risultati estetici gradevoli. Nell'edificio raffigurato in questa pagina sono stati montati moduli Sulfurcell senza telaio sfruttando il sistema AluTec dell'azienda CreoTecc. Anche in questo esempio il modulo fotovoltaico si rivela il vero punto focale architettonico, rivalutando l'edificio come altrimenti sarebbe possibile solo adottando soluzioni molto costose con speciali vetrate e lastre in pietra naturale.



Moduli ad integrazione in facciata dello stabilimento produttivo della ditta Heuchmer di Miehlen (progetto: Goldbeck Bau)



Rivestimento di facciata con moduli fotovoltaici utilizzati come protezione parasole sull'edificio della ditta Max Fuss di Berlino

La facciata fotovoltaica dell'istituto Ferdinand Braun per le tecnologie in altissima frequenza a Berlino

Con la facciata fotovoltaica dell'istituto Ferdinand Braun per le tecnologie in altissima frequenza (FBH) Sulfurcell definisce i nuovi criteri standard per l'architettura solare. Sulfurcell in qualità di partner competente ha assistito l'FBH dalla progettazione fino all'installazione; la lucida parete nera ha una superficie di circa 640 metri quadrati (8 x 80 m) ed ha una potenza di picco pari a circa 39 kilowatt. Il progetto della parete fotovoltaica dall'elegante curvatura è dovuto all'architetto Christian Matzke, di Dresda, che l'ha inserita nell'ambito di importanti interventi di modifica e costruzione ex-novo operate sull'FBH, mentre l'installazione è stata eseguita dalla ditta Dachland GmbH. Con questa imponente facciata fotovoltaica Sulfurcell mostra eloquentemente quali siano le possibilità nel settore dell'architettura solare.



IL FOTOVOLTAICO DEL FUTURO

Sulfurcell produce moduli fotovoltaici a film sottile a base di materiali semiconduttori della famiglia CIS

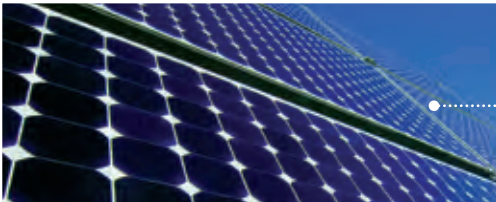

Negli ultimi anni si è assistito ad un sensibile aumento del numero di assorbitori fotovoltaici; agli oramai comuni moduli in silicio cristallino si sono affiancati quelli a film sottile, che offrono vantaggi in numerose applicazioni. Tra le tecnologie a film sottile rientrano anche i moduli a base di semiconduttori CIS, come quelli che Sulfurcell produce da anni, una tecnologia fotovoltaica d'avanguardia nella cui fase di ricerca l'azienda di Berlino ha avuto grande parte e che poi ha provveduto a tutelare tramite brevetti.

La tecnologia a film sottile basata sui semiconduttori CIS fin dal principio si contraddistingue dalle altre varianti per la sua ecocompatibilità: in fase di produzione non si fa ricorso a processi dalle temperature elevate, per cui il consumo energetico rimane limitato e può essere recuperato nel primo anno di attività grazie allo sfruttamento della luce solare. Vengono evitati la formazione di gas tossici di processo e il ricorso alla chimica del cloro.

Ma quel che conta più di tutto è che la produzione avviene all'insegna del risparmio delle risorse: infatti è solo un sottilissimo strato di materiale semiconduttore, depositato sul vetro, a trasformare la luce solare in corrente, uno strato più sottile di un capello e cento volte più sottile delle fette di silicio che vengono usate per i comuni moduli. Isolate obiezioni riguardanti il fatto che l'indio, componente del materiale semiconduttore CIS, risulti troppo scarso per essere utilizzato nella produzione di massa, sono state confutate scientificamente.¹⁾ L'indio è un elemento presente nella crosta terrestre in quantità sufficienti, più frequente anche dell'argento.

Sulfurcell continuerà con decisione ad incrementare il proprio vantaggio tecnologico e collabora a questo scopo con rinnovato slancio assieme a importanti istituti di ricerca come il centro Helmholtz di Berlino e l'Università di Oldenburg. Già adesso i semiconduttori CIS raggiungono

Quadro comparativo tra tecnologia CIS e concorrenti

		Materiale semiconduttore
Moduli in silicio policristallino	 Wafer	Silicio policristallino
Moduli CIS di Sulfurcell	 Film sottile	CIS CuInS ₂ , Cu(In,Ga)Se ₂ , Cu(In,Ga)(S,Se) ₂
		Tellururo di cadmio CdTe
		Silicio amorfo/ microcristallino a-Si/μ-Si

¹⁾ cfr. in "Indium: Geology, Mineralogy, and Economics" di Ulrich Schwarz-Schampera e Peter M. Herzig, Springer, Berlino (2002)

²⁾ Solar efficiency tables, Progress in Photovoltaics, Vol. 15, 425-430 (2007)



Per il centro Helmholtz di Berlino Sulfurcell costituisce il più importante dei partner industriali nel settore delle celle fotovoltaiche CIS. Grazie alla sua lungimiranza imprenditoriale e all'esperienza scientifica accumulata il team dell'azienda è riuscito a sviluppare un prodotto fotovoltaico affidabile e dall'aspetto gradevole; la roadmap tecnologica dell'azienda è convincente e le consentirà di incrementare in maniera continua il rendimento dei suoi moduli fotovoltaici.



Prof. Hans-Werner Schock, centro Helmholtz di Berlino per i materiali e l'energia

in laboratorio il maggior rendimento di tutti i comuni materiali impiegati per i moduli a film sottile. L'obiettivo è quello di poter sfruttare industrialmente questo potenziale. La possibilità di modificare il materiale alimenta la spinta al continuo miglioramento della potenza dei moduli in quanto i suoi costituenti, indio, gallio, zolfo e selenio possono essere combinati in rapporti variabili fra loro. Inoltre l'applicazione di processi produttivi alternativi amplia l'ambito nel quale i nostri tecnologi possono lavorare in maniera innovativa. Lo sfruttamento di queste potenzialità

crea i presupposti che consentiranno ai semiconduttori CIS, nel lungo periodo, di raggiungere i medesimi gradi di rendimento che oggi caratterizzano i moduli fotovoltaici in silicio policristallino. Nei confronti di questi ultimi però i primi presentano dei vantaggi decisivi: nel processo produttivo il fabbisogno di costoso materiale semiconduttore cala drasticamente, passando da 500 grammi di silicio a cinque grammi di CIS; viene evitato l'articolato processo produttivo dei moduli tradizionali e due terzi delle fasi di produzione vengono risparmiati.

Rendimento massimo (record di laboratorio ²⁾)	Vantaggi	Svantaggi
20,3%	<ul style="list-style-type: none"> — soluzione in caso di scarsa superficie disponibile ed elevato fabbisogno di potenza 	<ul style="list-style-type: none"> — costi e dispendio di energia elevati in produzione — aspetto non idoneo all'edilizia solare — perdita di potenza a temperature d'esercizio elevate
19,5%	<ul style="list-style-type: none"> — elevato potenziale in termini di rendimento e riduzione dei costi — tecnologia ecocompatibile — aspetto gradevole, eccezionale per l'utilizzo in edilizia solare 	<ul style="list-style-type: none"> — produzione in quantitativi ancora ridotti
16,5%	<ul style="list-style-type: none"> — costi di produzione ridotti 	<ul style="list-style-type: none"> — basso livello di accettazione nelle applicazioni su edifici
11,7%	<ul style="list-style-type: none"> — buona disponibilità per produzione in grandi quantitativi — utilizzabile anche negli orologi e nelle calcolatrici tascabili 	<ul style="list-style-type: none"> — basso potenziale in termini di rendimento — la resa energetica cala nei primi anni di esercizio — formato del modulo e progettazione elettrica spesso sfavorevoli

CORRENTE DA UNA LASTRA DI VETRO

La produzione dei moduli Sulfurcell

La produzione dei moduli fotovoltaici CIS è a prima vista semplice, ma complessa dal punto di vista delle tecnologie implicate. Il prodotto di partenza dei moduli fotovoltaici Sulfurcell è il semplice vetro per finestre; è su questa lastra di vetro che sono riportati i sottili strati di metalli e semiconduttori che costituiscono le celle fotovoltaiche CIS.

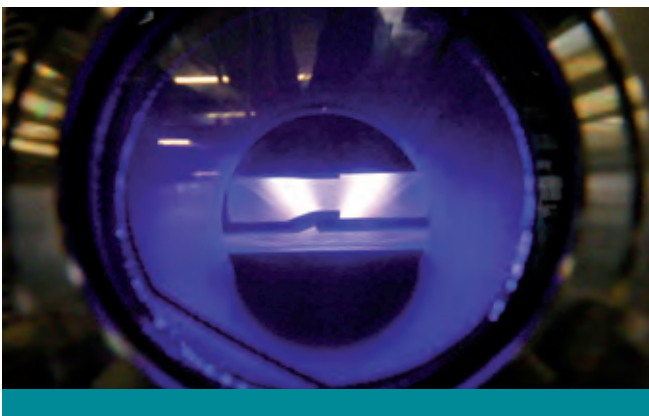
Per depositare gli strati sul vetro viene utilizzato il cosiddetto procedimento di sputtering (polverizzazione ionica), un processo utilizzato con successo da decenni per il rivestimento di grandi superfici di vetro per uso architettonico e che si contraddistingue per la sua elevata efficienza energetica. Oggi non c'è praticamente lastra in vetro nel settore dell'edilizia industriale che non sia stata trattata in un impianto di rivestimento a polverizzazione ionica per essere dotata di uno strato protettivo contro il sole o di uno termoisolante. Sulfurcell ha sfruttato l'esperienza accumulata dall'industria vetraria rivestendo il vetro con questo procedimento e ottenendo così un'omogeneità straordinaria. Grazie a questo processo nasce quel design omogeneo che in seguito conferirà al prodotto finito il suo peculiare aspetto accattivante.

Per produrre il cuore del modulo fotovoltaico, vale a dire il semiconduttore CIS, devono essere accoppiati più elementi assieme. Operazione questa che Sulfurcell effettua esponendo strati di rame, indio e gallio depositi per polverizzazione ionica al vapore di zolfo e riscaldandoli fino a 500 gradi Celsius. Per gli ingegneri della Sulfurcell era estremamente importante sviluppare a questo scopo un processo rapido, quindi produttivo e a basso consumo

energetico. Se ancora nel 2006 le lastre dovevano essere riscaldate per oltre 15 minuti, oggi il tempo si è ridotto a meno di due, straordinariamente breve se paragonato con quello della concorrenza.

Per ottenere un modulo fotovoltaico non basta solo "colorare" a mezzo di sottilissimi strati la superficie di una lastra di vetro. Gli strati devono anche assolvere ad una funzione elettrica. È qui che risiede la vera e propria sfida nella produzione di un modulo fotovoltaico CIS. Gli strati depositati non devono essere contaminati, devono aderire gli uni agli altri ed essere collegati elettricamente tra loro; le loro caratteristiche infine devono essere mantenute costanti di lastra in lastra, da una settimana di produzione all'altra. Prima di dare il via alla produzione di massa nel 2008 l'azienda ha quindi condotto per più di tre anni una produzione pilota per ottimizzare tutti i processi e le sequenze di operazioni. Nella scelta della tecnologia all'inizio si è puntato su un semplice procedimento CIS utilizzando solamente rame, indio e zolfo. Con questo procedimento di base si è subito riusciti a raggiungere dei buoni rendimenti e ad organizzare una produzione stabile. Alla fine del 2005 quindi Sulfurcell è stato uno dei primi produttori ad immettere sul mercato moduli fotovoltaici CIS. Partendo dalla oramai collaudata tecnologia di base, Sulfurcell svilupperà ulteriormente il processo e realizzerà varianti ancora più complesse; le formule scientificamente verificate per raggiungere rendimenti ancora più alti sono già disponibili e grazie alla propria esperienza in campo produttivo Sulfurcell le applicherà con successo.

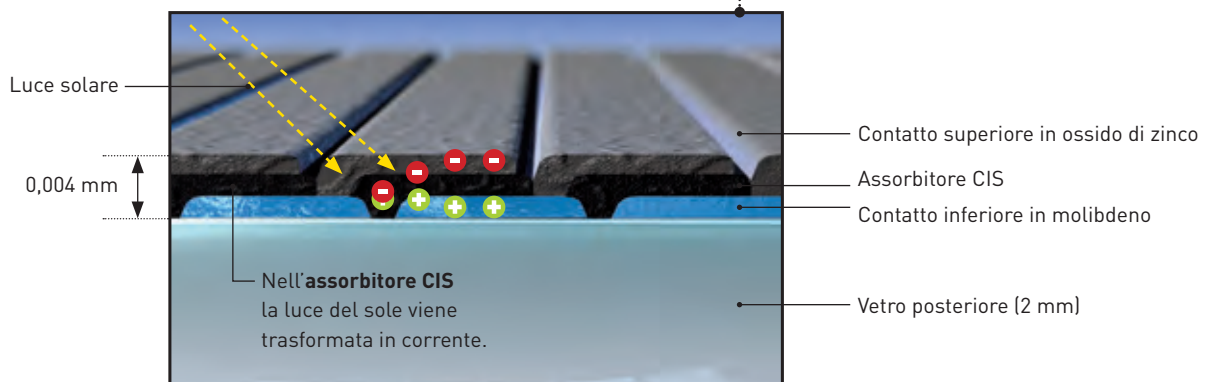
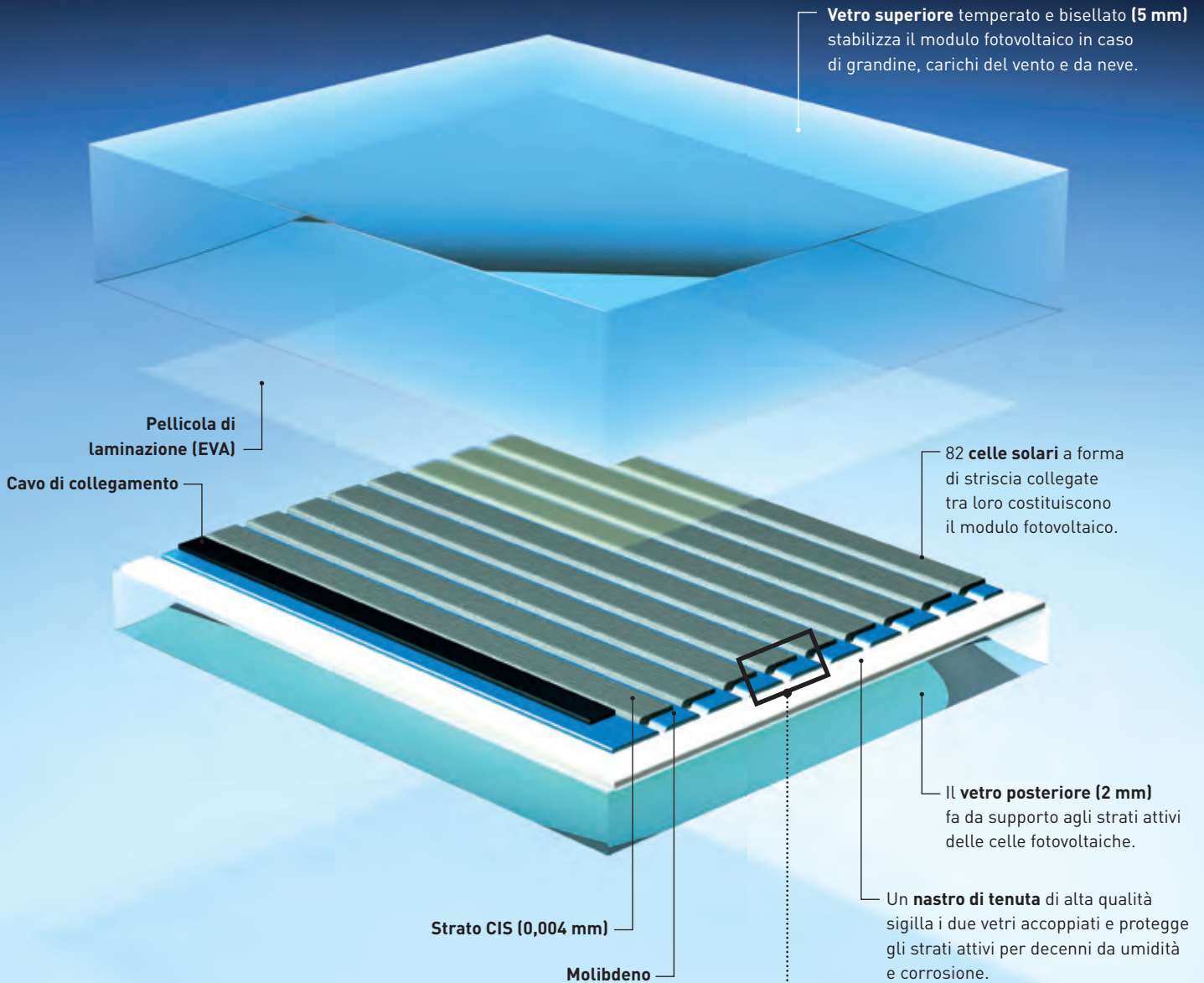
Plasma durante il processo di rivestimento per polverizzazione ionica



Scorcio della linea di produzione in grandi serie della Sulfurcell



I moduli fotovoltaici Sulfurcell: funzionamento e caratteristiche qualitative



ECONOMICI, DURATURI, ESTETICI



- Qualified, IEC EN 61646
- Safety tested, IEC EN 61730
- Periodic Inspection

Qualità: garanzia dei massimi standard

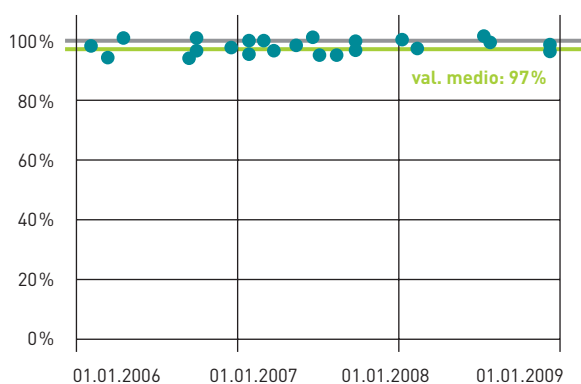
Sulfurcell adotta criteri molto rigidi. La qualità copre tutto il ciclo produttivo, organizzato in ottemperanza agli standard ISO 9000/9001, dal suo inizio fino al prodotto finito. Chi acquista un modulo Sulfurcell acquisisce un prodotto duraturo, garantito da test condotti periodicamente sia all'interno che all'esterno dell'azienda e con risultati eccellenti: il rinomato istituto TÜV Rheinland ha certificato tutti e tre i modelli di modulo fotovoltaico Sulfurcell in conformità agli standard qualitativi IEC EN 61646 ed IEC EN 61730.

I nostri prodotti vengono continuamente testati anche nei laboratori interni dell'azienda, tra l'altro anche con prove di invecchiamento accelerato durante le quali i moduli vengono esposti ad elevata umidità dell'aria ed oscillazioni estreme della temperatura. Le nostre prove

simulano anche i carichi dovuti a vento forte, grandi quantitativi di neve e grandinate. Infine sui nostri moduli vengono condotte verifiche della stabilità a lungo termine nei confronti dell'irraggiamento UV e test della rigidità dielettrica con correnti elevate su ciascun singolo pezzo. La potenza di ogni modulo viene misurata con simulatori della luce solare di classe A estremamente accurati e i risultati messi a disposizione dei clienti.

I moduli fotovoltaici Sulfurcell non solo superano le prove in condizioni di laboratorio, ma dimostrano la loro affidabilità anche nei test di durata in condizioni reali. I risultati dei test danno importanti informazioni su come ottimizzare le rese energetiche durante il funzionamento continuo e consentono di misurare le rese effettive di un impianto fotovoltaico. I test di durata hanno confermato quanto ci

Potenza dei moduli dopo il test di invecchiamento
(1 000 h, 85°C, 85% um. rel.)



si attendeva dalla teoria fisica: nel primo anno di esercizio i moduli fotovoltaici in materiali semiconduttori CIS non registrano quella perdita di efficienza dal 10 al 20% come succede invece ai moduli a film sottile in silicio amorfo. La curva di resa dei moduli Sulfurcell è più simile a quella dei comuni moduli in silicio policristallino con in più dei palesi vantaggi nei paesi caldi con intenso irraggiamento.

Sulfurcell ha inoltre mostrato come l'efficienza di un impianto fotovoltaico possa essere ottimizzata scegliendo i componenti di sistema adatti. Nelle istruzioni di installazione fornite da Sulfurcell si trovano quindi delle linee guida su come debba essere allestita la parte elettrica di un impianto fotovoltaico, garantendo, in questo modo, che inverter e sistema di montaggio siano idonei all'utilizzo con i nostri tipi di moduli.

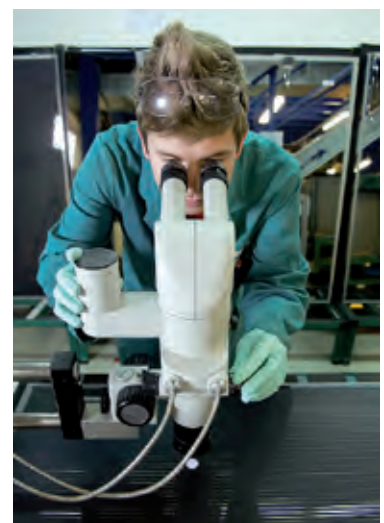
Montaggio: semplice e poco costoso

I moduli Sulfurcell hanno una superficie di 0,8 metri quadrati, che consente di ottenere un buon quoziente di copertura e di mantenere distanze ridotte da bordo tetto e balconi finestrati. Il loro peso ridotto e il loro formato consentono all'installatore di trasportarli e montarli senza l'aiuto di dispendiosi mezzi ausiliari. I moduli sono ideati al montaggio sia verticale che orizzontale, dispongono di un lungo cavo di allacciamento e di connettori conformi agli standard internazionali. La loro ridotta tensione Voc e la massima tensione di sistema ammissibile consentono di realizzare lunghe stringhe e riducono i costi di cablaggio. In poche parole: all'installatore viene data tutta la flessibilità di cui ha bisogno per rispondere a tutti i requisiti specifici di un progetto.

Il test di svergolamento condotto da Sulfurcell sui moduli senza telaio



Controlli microscopici della qualità in linea di produzione



FONDAMENTI TECNICI

Rendimento, resa energetica ed economicità

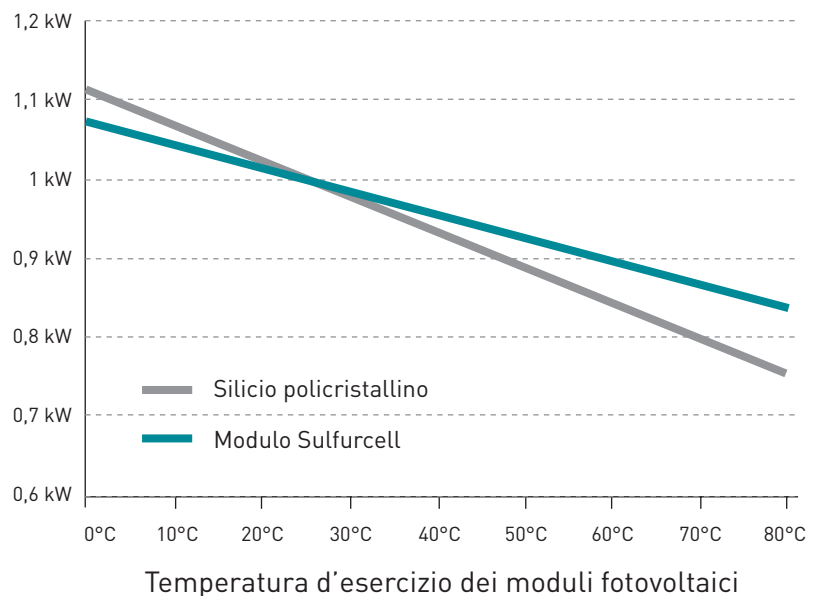
Il **rendimento** di un modulo fotovoltaico descrive quanta parte della luce solare viene trasformata in corrente elettrica e quale potenza elettrica può essere raggiunta su una determinata superficie. I moduli fotovoltaici vengono pagati in base alla potenza (espressa in **Watt [W]**, così che differenti rendimenti avranno prezzi diversi. Ciò che distingue impianti fotovoltaici con diverso rendimento è solamente la superficie da questi occupata a parità di potenza. Moduli con rendimento inferiore di solito hanno un prezzo per Watt più ridotto di quelli caratterizzati da rendimento elevato, sebbene la potenza sia la medesima. Nel caso in cui si disponga di sufficiente spazio o se il volume d'investimento deve rimanere contenuto, si ricorgerà a moduli fotovoltaici economici con rendimento basso; se invece lo spazio è limitato e deve essere massimizzata la potenza è necessario un rendimento più elevato e di conseguenza si dovrà preventivare un maggior costo per Watt. Un rendimento elevato quindi è spesso legato a bassa economicità e maggior impegno finanziario, ma ad una struttura più compatta. Il rendimento dunque è uno fra tanti criteri qualitativi, tuttavia non indica il **rapporto qualità prezzo**.

Nel 2008 Sulfurcell ha venduto moduli con rendimento fino al 7,5%, nel 2009 e nel 2010 l'azienda conta su percentuali più elevate. Lo spazio richiesto da un impianto costituito da moduli Sulfurcell è di circa due terzi maggiore rispetto ad uno realizzato con comuni moduli fotovoltaici in silicio policristallino; i nostri clienti apprezzano tuttavia il fatto che i moduli della nostra gamma hanno un prezzo per Watt di potenza elettrica sensibilmente minore rispetto a moduli in silicio cristallino qualitativamente comparabili. Se rapportato alla superficie di un tetto l'effetto risparmio è addirittura maggiore rispetto alla potenza: in questo caso infatti un impianto con moduli Sulfurcell risulta più a buon mercato di ben il 50% rispetto ad uno con moduli tradizionali in silicio. Qualora si debba ricoprire completamente un tetto con moduli fotovoltaici, i modelli della Sulfurcell riducono quindi sensibilmente l'impegno finanziario e l'ammontare di un eventuale mutuo.

La **resa energetica** annuale – espressa in chilowattora all'anno (kWh/a) – non viene determinata esclusivamente dal rendimento, dato che quest'ultimo dipende dalle con-

- 1 I moduli fotovoltaici Sulfurcell hanno un comportamento alle alte temperature "più tollerante" rispetto a quelli in silicio cristallino e quindi sono più indicati nelle regioni a latitudini basse.
- 2 L'analisi mensile delle rese energetiche attesta la stabilità della potenza dei moduli Sulfurcell e il loro punto di forza durante i caldi mesi estivi.
- 3 La resa energetica dei moduli Sulfurcell è altrettanto stabile ed elevata quanto quella dei moduli in silicio policristallino. Diversamente dai prodotti in silicio amorfo l'efficienza dei moduli Sulfurcell non cala nel secondo anno di funzionamento.
- 4 Quanto più caldo il sito previsto per l'installazione di un impianto, tanto più vantaggioso risulta l'utilizzo di moduli Sulfurcell. In Grecia è stato misurato un 5% di resa in più rispetto ai moduli in silicio cristallino.

1 Potenza reale di impianti da 1 kWp (incidenza verticale della luce, AM 1.5, 1 000 W/m²)

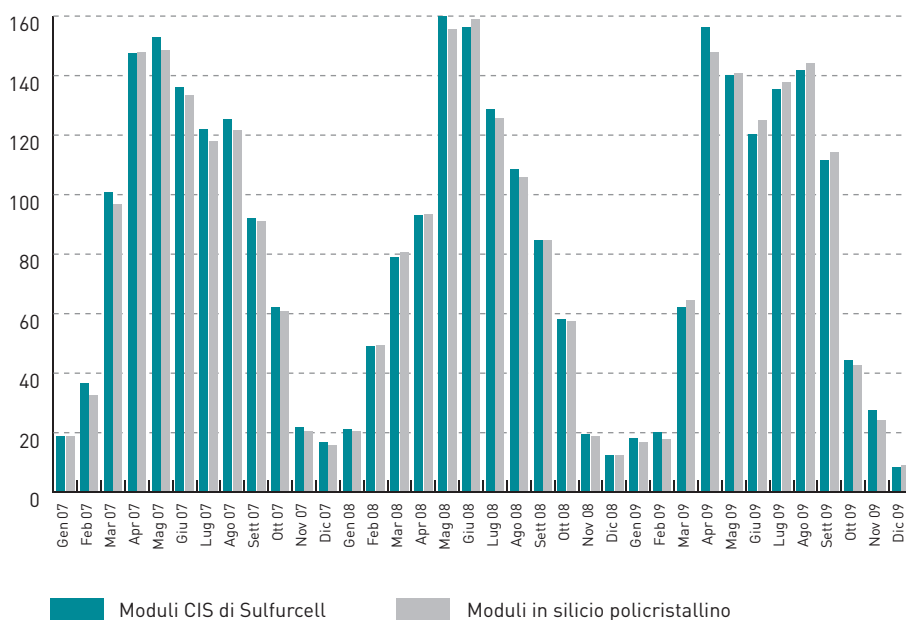


dizioni di illuminazione e dalla temperatura d'esercizio dei moduli fotovoltaici. L'industria del fotovoltaico ha quindi definito delle **condizioni standard di test** per determinare il rendimento. Anche la **potenza nominale** di un modulo fotovoltaico riportata sulla scheda tecnica (e misurata in **Watt di picco** [Wp]) viene dedotta dai fabbricanti da questa misurazione effettuata in laboratorio e calcolano i prezzi dei moduli di conseguenza. Le condizioni standard di test – ad esempio temperatura di esercizio di 25°C e incidenza verticale della luce solare con intensità da piena stagione estiva (1 000 W/m²) – in effetti si presentano di rado durante il normale funzionamento di un impianto fotovoltaico e sono possibili solo in giornate estive fresche. D'estate invece i moduli fotovoltaici devono lavorare con temperature comprese tipicamente tra i 50 e gli 80°C e il rendimento cala. La riduzione di potenza per grado Celsius viene descritta dal fattore denominato **coefficiente di temperatura**. È a tal riguardo che emerge un'ulteriore punto di forza dei moduli fotovoltaici Sulfurcell: il loro vantaggioso coefficiente di temperatura ne fa gli articoli predestinati all'utilizzo nelle aree calde (ad esempio

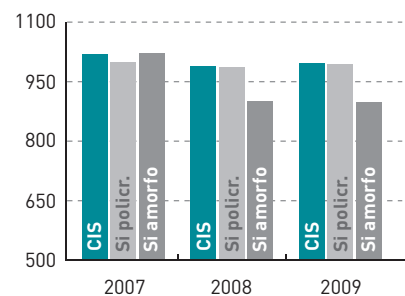
Europa meridionale) e si traduce in una maggiore resa energetica per Watt di picco. A seconda del luogo di utilizzo è possibile ottenere rese annuali superiori dal 4 all'8% rispetto a quelle ottenibili con moduli al silicio cristallino.

Infine non va dimenticato che le rese annuali per Watt di picco dipendono dalla tecnologia di sistema adottata e dall'irraggiamento solare. Le rese massime possono essere raggiunte quando il luogo e l'angolo di installazione sono stati scelti in maniera ottimale, l'inverter è quello più idoneo ai moduli e l'impianto è stato cablato e montato a regola d'arte. Sulfurcell a questo proposito collabora con rinomati rivenditori specializzati che dispongono della necessaria esperienza avendo già realizzato decine di migliaia di impianti; essi forniscono consulenza in loco e aiutano l'utente ad ottenere il massimo dai moduli fotovoltaici Sulfurcell.

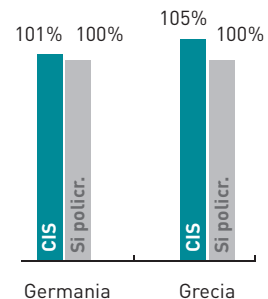
2 Resa energetica annuale di impianti da 1 kWp Berlino (su tetto)



3 Resa energetica annuale impianti da 1 kWp Berlino (su tetto)

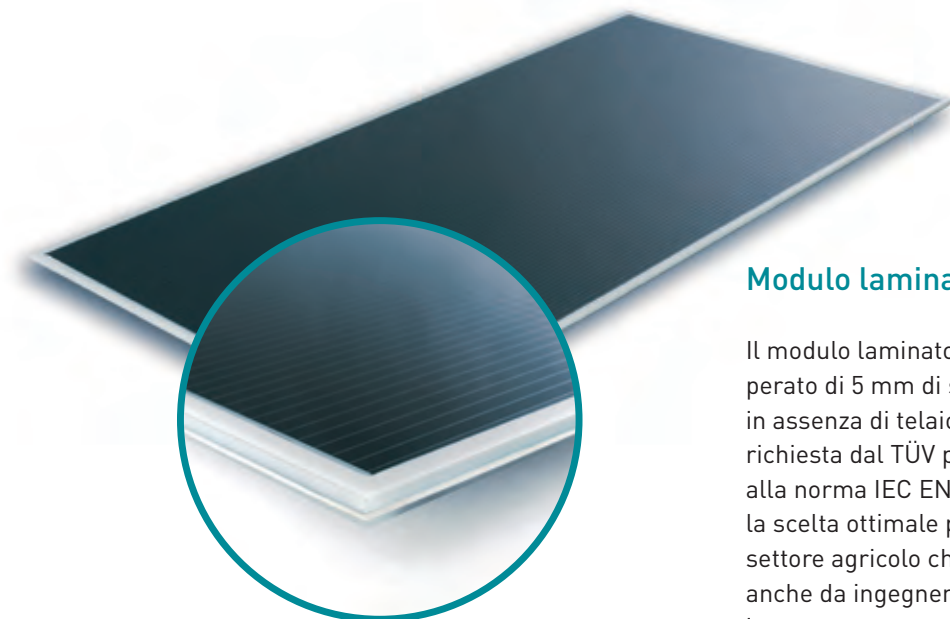


4 Resa energetica annuale 2008 impianti da 1 kWp Berlino/Trikala



I NOSTRI MODELLI E LE LORO POSSIBILITA' DI IMPIEGO

Grazie alla loro superficie di fondo quasi totalmente nera e alle piste conduttive chiare i moduli Sulfurcell hanno una colorazione che viene descritta come "antracite a righe sottili" e vengono considerati tra quelli più esteticamente gradevoli sul mercato, il che li qualifica particolarmente per l'impiego negli edifici. Sulfurcell equipaggia i propri moduli fotovoltaici in modo che possano essere utilizzati negli edifici in qualità di materiale edile senza alcun problema. Numerosi sono i progetti che testimoniano la competenza di Sulfurcell quale partner di architetti e costruttori nel soddisfare anche i più elevati requisiti estetici e tecnici.



Modulo laminato tipo SCG-HV-L

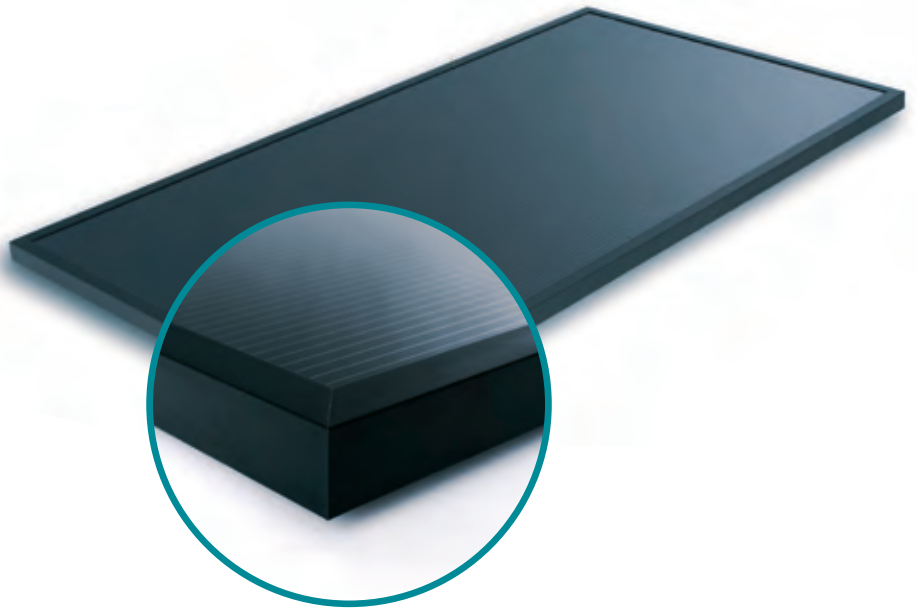
Il modulo laminato è munito di un vetro superiore temperato di 5 mm di spessore ed è caratterizzato, anche in assenza di telaio, dall'elevata stabilità meccanica richiesta dal TÜV per i moduli fotovoltaici in conformità alla norma IEC EN 61646. Questo modulo rappresenta la scelta ottimale per tetti di grandi dimensioni, sia nel settore agricolo che industriale. È apprezzato tuttavia anche da ingegneri e progettisti dato che può essere integrato senza problemi nelle normali strutture edili o in vetro. Ideale è anche l'impiego su tetti debolmente inclinati (fino a due gradi), dato che acqua e sporcizia possono defluire senza ostacoli.

Su questo modello Sulfurcell è riuscita ad ottimizzare i costi: il telaio in alluminio, molto caro, è stato eliminato, dato che i moduli Sulfurcell sono di dimensioni inferiori a quelle dei tradizionali moduli al silicio. Essi sono quindi caratterizzati da una stabilità intrinseca sensibilmente superiore e resistono durevolmente ai carichi imposti dal loro impiego. L'alluminio deve essere utilizzato solamente per la sottostruttura dell'impianto fotovoltaico, quindi l'impiego di questo materiale ad elevata intensità energetica si riduce così del 30%. Il modulo laminato quindi coniuga in maniera mirabile il massimo della redditività con il risparmio delle risorse.

I moduli laminati Sulfurcell offrono anche altri vantaggi: Sulfurcell fornisce i propri moduli laminati provvisti di terminali di protezione in cartone; questi proteggono il modulo durante il montaggio e attutiscono eventuali colpi. I terminali devono essere sfilati solo a montaggio concluso. In questo modo Sulfurcell ha unito i vantaggi del modulo senza telaio ad un montaggio semplice e sicuro.

I terminali in cartone proteggono i moduli laminati Sulfurcell durante il trasporto ed il montaggio





Modulo con telaio tipo SCG-HV-F

Impiegato come elemento di una facciata oppure su di un tetto il nostro modulo con telaio è il modulo adatto in ogni situazione. Il telaio in alluminio e il vetro superiore temprato lo rendono così robusto da poter essere impiegato anche con carichi da neve elevati (zona III). Il montaggio del modulo è particolarmente semplice visto che il telaio protegge il vetro dai danneggiamenti e quindi può essere montato anche in luoghi difficilmente raggiungibili, utilizzando staffe che non sarebbero idonee per moduli senza telaio.



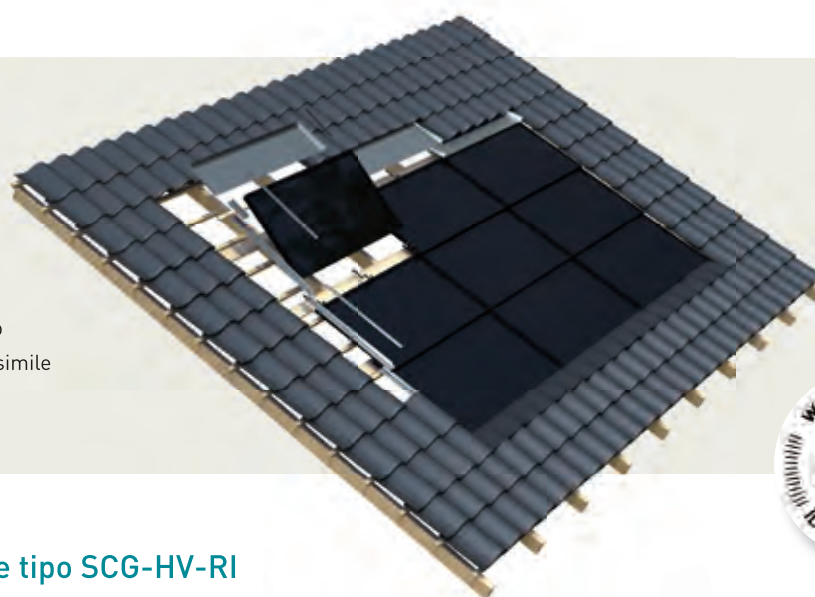
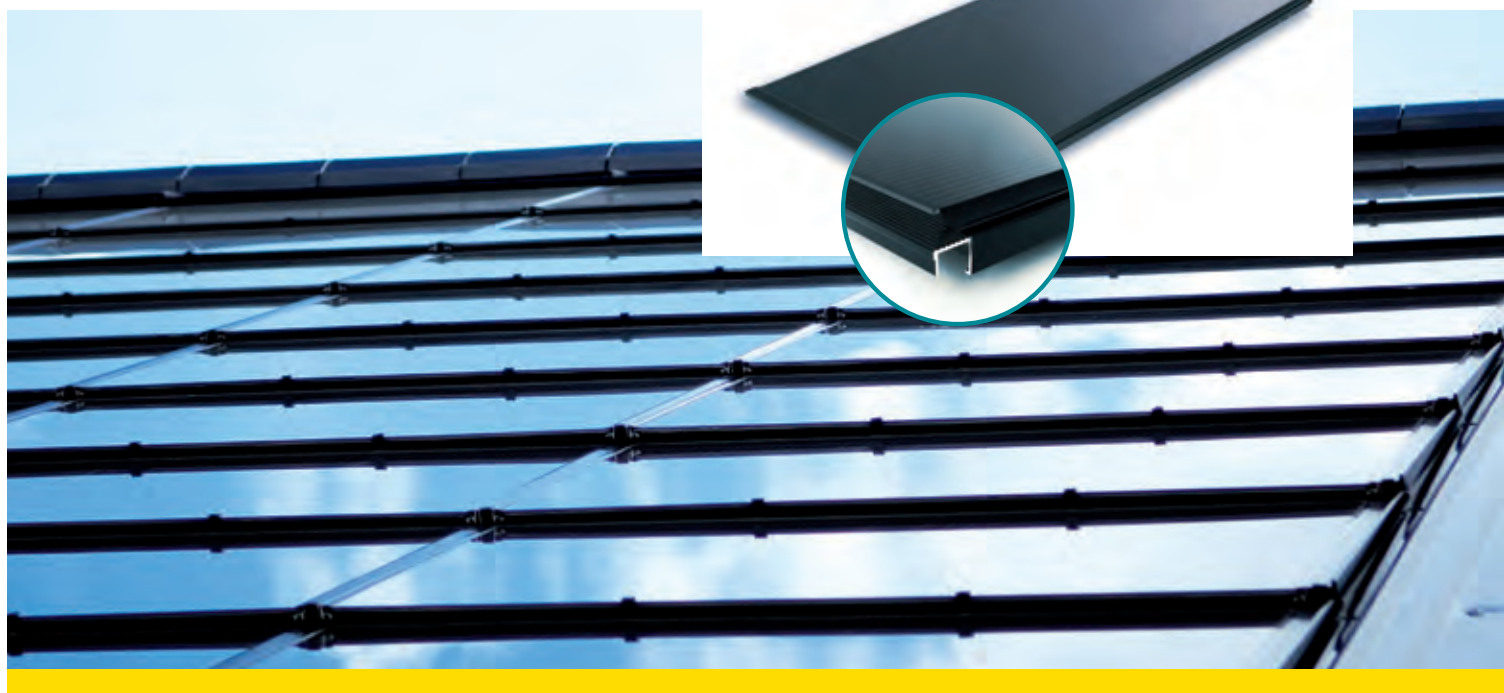
ECOLOGIA: TECNOLOGIA VERDE

Sulfurcell si considera un pioniere della lotta ai mutamenti climatici. Per questo motivo i nostri processi produttivi devono rispondere ad elevati standard ambientali, requisito al quale assolvono efficacemente in virtù della tecnologia a film sottile, grazie alla quale vengono utilizzate in produzione quantità relativamente ridotte di materiali ed il consumo di energia è basso. Date le elevate rese della tecnologia CIS il tempo di ammortamento energetico che ne risulta è di un anno, esattamente la metà di quello necessario per i moduli in silicio cristallino. I moduli

fotovoltaici Sulfurcell sono ecocompatibili e in base alle odierne disposizioni di legge in materia possono essere smaltiti, alla fine del loro ciclo di vita, con i normali rifiuti domestici. Pur tuttavia Sulfurcell si è preoccupata di organizzare un sistema di ritiro dei moduli fotovoltaici in modo che i materiali riciclabili – soprattutto vetro ed alluminio – possano essere reintrodotti nel ciclo produttivo. Per questo motivo Sulfurcell è membro fondatore della PV Cycle, una società che sta sviluppando un sistema di ritiro e riciclaggio per l'industria fotovoltaica.

www.pvcycle.org

TEGOLA FOTOVOLTAICA



I moduli da integrazione sono montati in maniera del tutto simile a quella delle tegole.



Modulo da integrazione tipo SCG-HV-RI

Il modulo da integrazione offre nuove possibilità nel campo dell'edilizia solare. I moduli vengono montati con i bordi sovrapposti, alla guisa di tegole, sui correntini del tetto. Vengono meno così le spese per l'acquisto delle tegole; l'impiego di questa tipologia di modulo riduce in questo modo i costi di costruzione di circa 20-30 €/m². L'utilizzo dei prestigiosi telai neri tipo Solrif (della ditta Schweizer Metallbau) semplifica il montaggio, conferisce alla superficie del tetto un aspetto estetico omogeneo ed offre eccezionali possibilità realizzative. Ma soprattutto è il montaggio che risulta semplificato rispetto alle altre soluzioni ad integrazione architettonica: gli specialisti

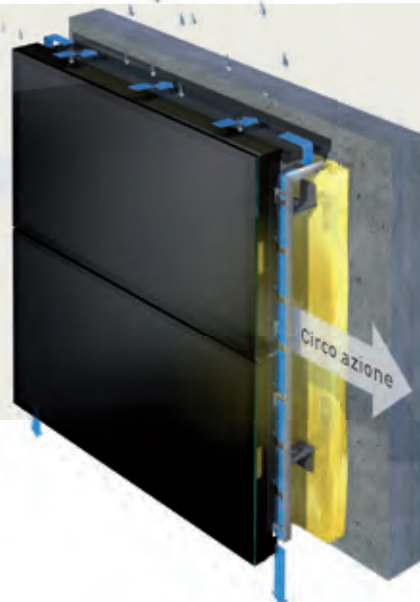
francesi della società di consulenze Cythelia hanno condotto nel corso del 2008 una vasta ricerca di mercato paragonando numerosissimi sistemi fotovoltaici per integrazione architettonica su tetto. Da questo studio è risultato che le soluzioni basate sul sistema Solrif si sono rivelate vincitrici dei test.

I partner di Sulfurcell supportano l'utente per quel che riguarda il dimensionamento dell'impianto oppure la finitura con il bordo del tetto. Lamiere a misura consentono di realizzare una finitura esteticamente perfetta, evitando gli inestetismi di soluzioni "patchwork".

FACCIAE FOTOVOLTAICHE A CASSETTE



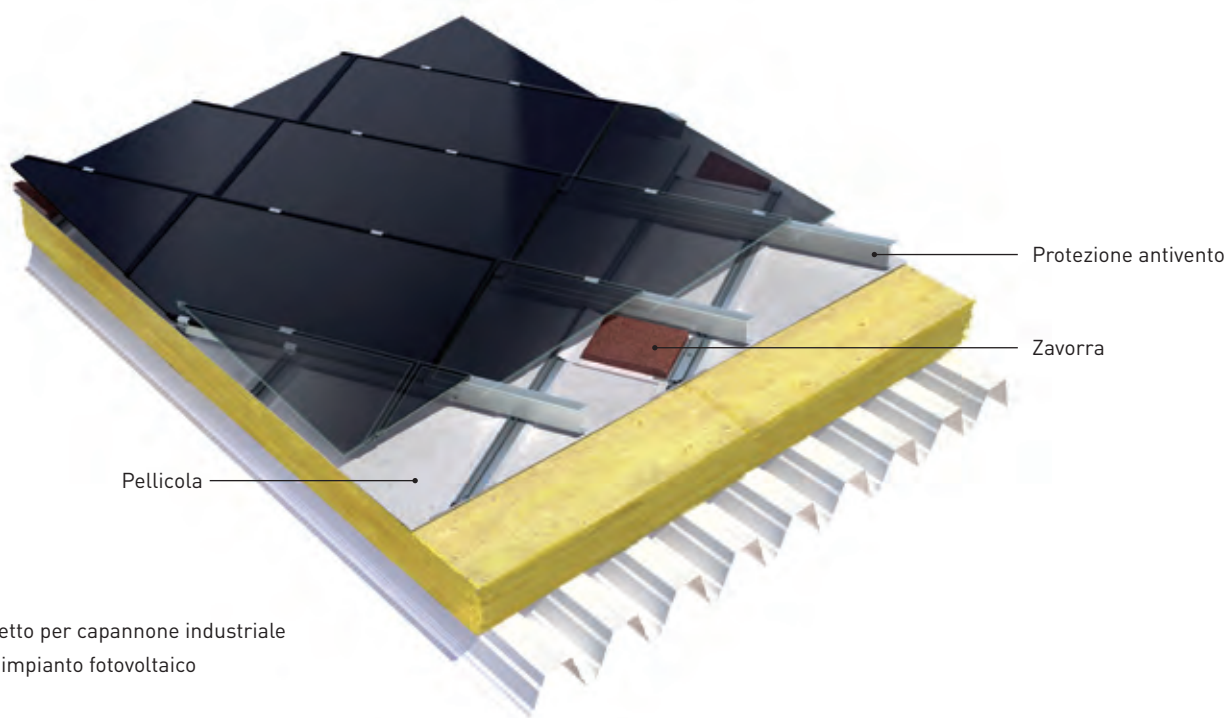
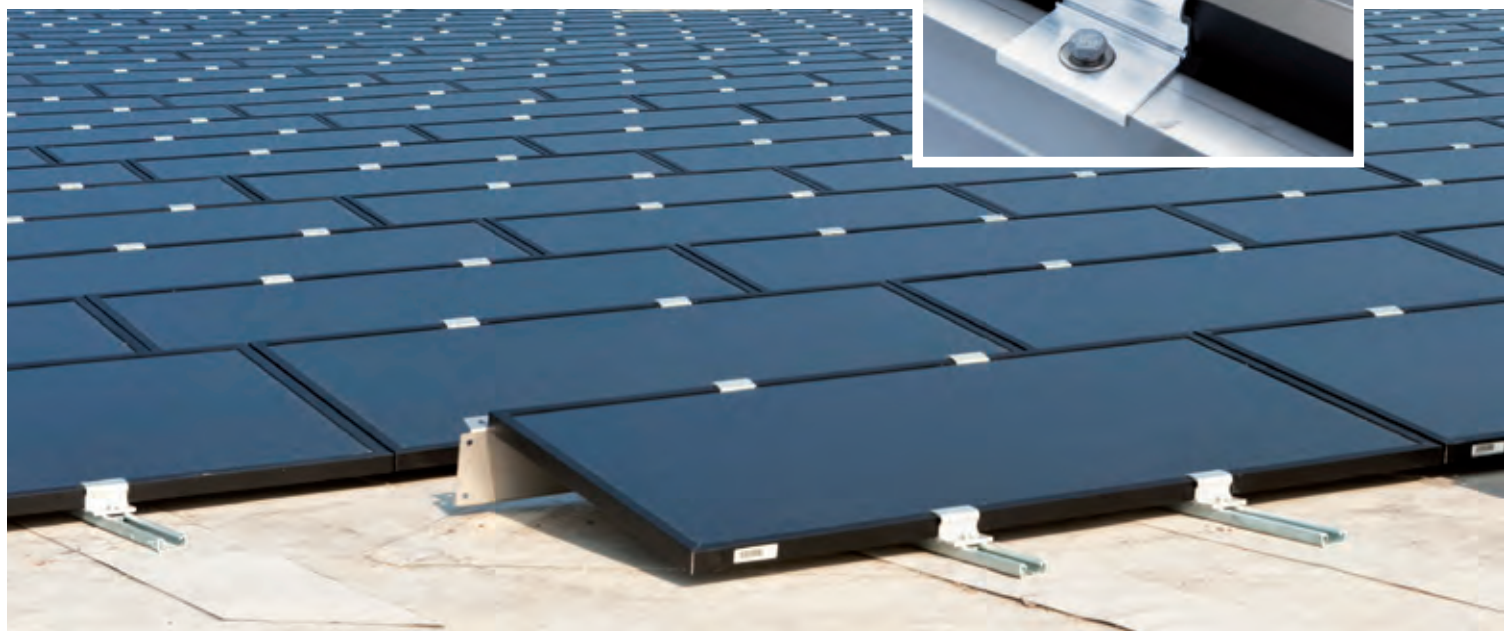
La ventilazione posteriore previene la formazione di condensa e raffredda i moduli fotovoltaici.



Nel campo delle costruzioni industriali le facciate a cassetta vengono utilizzate volentieri in quanto coprono il cappotto isolante proteggendolo dagli agenti atmosferici e fanno defluire in maniera controllata l'acqua piovana. Le cassette sono costruite in lamiera e vengono "appese" alla struttura della facciata. Sulfurcell ha sviluppato una tecnologia che consente di attribuire loro un'ulteriore funzionalità e di migliorarne l'estetica. Sulfurcell infatti offre tra i suoi prodotti delle cassette per facciata la cui super-

ficie è costituita da un modulo laminato. Diversamente dagli altri impianti fotovoltaici ad integrazione architettonica è così possibile inserire moduli senza telaio nella facciata. La facciata in lamiera viene così trasformata in una pregiata facciata in vetro che addirittura genera anche la corrente per gli uffici retrostanti. Questa nuova tecnologia ha trovato impiego per la prima volta nella realizzazione del nuovo edificio aziendale della Sulfurcell a Berlino, dove è possibile effettuare una visita.

IMPIANTI FOTOVOLTAICI A PESO OTTIMIZZATO PER COPERTURE PIANE INDUSTRIALI



Struttura di un tetto per capannone industriale con sovrastante impianto fotovoltaico

Sulle coperture piane di grandi dimensioni spesso non è possibile realizzare impianti fotovoltaici tradizionali dato che il loro peso è troppo elevato oppure per la mancanza di possibilità di ancoraggio. La soluzione Sulfurcell per tetti piani costituisce la risposta intelligente a questo problema: il sistema è ottimizzato dal punto di vista sia del peso che dei carichi del vento ed è caratterizzato da un peso di appoggio di soli 19 kg per m² (senza contare la zavorra). Grazie alla tipologia di montaggio particolar-

mente piatta la superficie esposta al vento è ridotta e le lamiere di protezione dal vento riducono gli effetti di risucchio, di modo che l'impianto può essere posizionato e installato anche senza fissaggi che penetrino nella copertura. Inoltre il montaggio piatto minimizza l'ombreggiamento reciproco dei moduli, di modo che le file possono essere avvicinate le une alle altre. È possibile installare così almeno 55 kW di potenza per ogni 1 000 m² di superficie.

