

PIANO TRIENNALE DI REALIZZAZIONE 2019-21 - RICERCA DI SISTEMA ELETTRICO NAZIONALE
Progetti di ricerca di cui all'art. 10 comma 2, lettera a) del decreto 26 gennaio 2000

AFFIDATARIO 1

Tema – 1.1 Fotovoltaico ad alta efficienza

Durata: 36 mesi

Semestre n. 2 – Periodo attività: 01/07/2020 – 30/04/2021

ABSTRACT ATTIVITA' SEMESTRALE:

Il progetto ha la finalità di sviluppare celle solari ad alta efficienza, materiali innovativi per applicazioni fotovoltaiche (FV), architetture di dispositivo e sistemi FV da utilizzare per l'integrazione in edilizia o in altri contesti particolari. Le attività sono organizzate in due Work Package, il WP1 –Studio e sviluppo di materiali innovativi per applicazioni fotovoltaiche e WP2 – Fotovoltaico Piano.

Per quanto riguarda il WP1, sono in corso le attività di sviluppo sperimentale di celle solari innovative a base di perovskite ed è stata avviata un'attività sul possibile utilizzo di grafene in celle innovative.

Le attività di ricerca sullo sviluppo di celle in perovskite riguardano tutti gli strati da cui è costituita la cella: strato assorbente in perovskite, strato trasportatore selettivo per le lacune (HTM) e per gli elettroni (ETM) ed elettrodi. Inoltre sono messe a confronto le due differenti architetture di dispositivo, n-i-p e p-i-n, con l'obiettivo di migliorare le efficienze e la stabilità degli stessi dispositivi.

Le attività sullo sviluppo di film a base di ossido di stagno (SnO_2) da utilizzare come ETM del dispositivo sono continuate, testando differenti possibili doping per tale strato in vista di un potenziale miglioramento delle proprietà di trasporto. Sono stati realizzati dei film di SnO_2 drogati con KCl o flakes di grafene. Inoltre è stato avviato uno studio sul possibile utilizzo di molecole SAM (Self Assembled Monolayer) all'interfaccia tra SnO_2 e la perovskite con l'obiettivo di migliorare la stabilità dei dispositivi. I differenti ETL realizzati sono, poi, utilizzati nella realizzazione di celle FV a singola giunzione in perovskite. Più in generale è in corso uno studio sul processo di passivazione delle interfacce tra la perovskite e i contatti estrattivi selettivi mediante piccole molecole organiche di alogenuri che formano SAM per evitare fenomeni di ricombinazione indesiderati ad opera di atomi sotto-coordinati alle superfici della perovskite.

Per quel che concerne lo sviluppo di trasportatori di lacune, l'utilizzo di film di P3HT con grande peso molecolare nei dispositivi ha consentito di migliorare la stabilità delle celle (riduzione dell'efficienza iniziale minore del 20% ed alta stabilità sotto illuminazione dopo oltre 1000 h con stress termico a 85°C). Sono stati testati HTL polimerici ariamminici, ottenendo nell'architettura di cella p-i-n efficienze paragonabili al più convenzionale PTTA. Sono stati sintetizzati ulteriori quattro tipologie di polimeri del tipo donatore-accettore, contenenti un'unità donatrice fenotiazinica e due tipi di accettori, benzotriazolo e benzotiadiazolo, separati e non dal donatore tramite unità esiltiofeniche; tali polimeri sono stati caratterizzati e saranno testati come HTM in dispositivi.

Al fine di incrementare la stabilità dei dispositivi è stato svolto uno studio su potenziali materiali per l'elettrodo posteriore alternativi ad Ag, Au e Cu. In particolare è stata valutata la possibilità di utilizzare delle paste di carbonio o l'introduzione di sottili strati di ossidi inorganici, agenti da barriera contro la diffusione del metallo negli strati sottostanti. Accanto allo sviluppo di elettrodi opachi, sono state studiate due differenti tecniche di deposizione per l'ITO, generalmente utilizzato come contatto trasparente per dispositivi a singola giunzione o in configurazione tandem: lo sputtering e la pulsed laser deposition (PLD). Le prestazioni migliori sono state ottenute utilizzando la PLD (efficienza massima pari a 14.5%), in quanto tale tecnica risulta più "soft" rispetto allo sputtering, evitando così il danneggiamento degli strati sottostanti.

Le attività teoriche svolte a supporto delle sperimentazioni sullo sviluppo di celle in perovskite hanno riguardato lo studio, con metodi teorici basati su principi primi, delle proprietà elettroniche dell'interfaccia tra la perovskite $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$ (MAPI) e due dei materiali proposti come HTL, il NiO e la CuGaO_2 . Per entrambi è stato valutato l'effetto di doping/difetti, con l'obiettivo di determinare l'off-set tra le bande di valenza (VB) di MAPI e HTL al fine di ottenere informazioni sulla driving force per l'iniezione della lacuna. Sul fronte ETL, è stato indagato come il doping con Mg permetta un innalzamento della banda di conduzione (CB) dell' SnO_2 e, di conseguenza, migliori l'allineamento con la CB della MAPI. Questo può generare, come verificato anche sperimentalmente, un aumento della tensione di circuito aperto (V_{oc}) del dispositivo.

L'attività di ricerca svolta sullo sviluppo di film di grafene per applicazioni in celle solari ha riguardato la sperimentazione di un innovativo drogaggio con azoto del grafene cresciuto per CVD e la successiva modificazione chimica dello stesso grafene per migliorare la conduttività di tipo p. I film di grafene sono stati caratterizzati mediante misure Raman, XPS, spettrofotometria ottica e misure elettriche. Si è osservata una riduzione della "sheet resistance" col drogaggio, ottenendo un valore di circa 100 Ohm/square per un film a 3 strati di grafene (trasparenza ottica del 93% a 550 nm). Queste proprietà rendono il grafene idoneo in tutte quelle applicazioni dove venga richiesta una procedura di doping chimicamente non aggressiva.

Per quanto riguarda il WP2, sono continuate le attività sullo sviluppo di celle tandem perovskite/silicio e kesterite/silicio, che prevedono anche una sperimentazione su differenti materiali e architetture per la cella a eterogiunzione di silicio (Silicon Hetero Junction - SHJ), e le sperimentazioni sulla realizzazione di prototipi di moduli a film sottile di perovskite. Sono state, poi, avviate nel precedente semestre attività sullo sviluppo di possibili innovazioni nei processi industriali di realizzazione dei moduli FV e un'attività che ha lo scopo di definire soluzioni FV per involucri semi-trasparenti da utilizzare in edifici (BIPV) o nel settore agrivoltaico.

Per quanto riguarda la cella solare in silicio sono stati effettuati studi su possibili materiali da utilizzare come contatti selettivi delle cariche in alternativa ai film drogati di silicio di tipo standard. Sono stati considerati come possibili contatti selettivi innovativi in celle SHJ film di: MgO, WO_x, NiO, ZnS e LiF. I materiali sono stati caratterizzati per valutarne le proprietà ottiche ed elettriche ed inseriti in strutture di test per valutarne il loro comportamento nei dispositivi. Utilizzando un sottilissimo strato di LiF (1.3 nm), le celle hanno mostrato prestazioni simili a quelle ottenute con un film sottile di silicio di tipo n. Sono stati, poi, studiati film sottili a base di silicio-carbonio p-SiC:H depositati per PECVD con l'obiettivo di ottenere film più trasparenti e conduttivi rispetto a quelli attualmente in uso nelle celle solari SHJ. Utilizzando quest'ultimo materiale in celle SHJ su wafer di c-Si di tipo n in combinazione con un film passivante di ossido di silicio è stata realizzata una cella SHJ con efficienza poco inferiore al 20%, che, grazie alla maggiore trasparenza dell'a-SiC:H rispetto al silicio amorfo, ha evidenziato un guadagno in corrente di corto circuito di circa 1.5 mA/cm² rispetto ad una cella con emitter standard.

Sono stati realizzati e caratterizzati film di IWO e IZO depositati per sputtering da utilizzare come ossidi conduttivi e trasparenti in celle SHJ, ottenendo per entrambi i materiali ottime proprietà elettro-ottiche (mobilità maggiori di 60 cm²/Vs e basso assorbimento da elettroni liberi). I film di IZO sono anche stati testati in dispositivi le cui prestazioni hanno evidenziato un miglioramento in termini di corrente rispetto a quelle di analoghi dispositivi completati con ITO.

Infine, sono state indagate misure J-V in temperatura per mettere a punto dei metodi utili a evidenziare la presenza di barriere alle interfacce tra silicio e trasportatori, comprendendo i meccanismi che le determinano.

La sperimentazione sullo sviluppo di celle tandem perovskite/silicio prevede due possibili schemi di connessione tra le celle componenti: l'accoppiamento meccanico tra il dispositivo in silicio e la cella in perovskite, realizzata su substrato di vetro e terminata con un contatto semitrasparente, e la crescita diretta della componente frontale in perovskite su quella in silicio (cella tandem in configurazione monolitica). Per le tandem connesse meccanicamente, l'attività ha valutato la fattibilità della connessione tra una cella in perovskite semitrasparente ed una cella in silicio commerciale, ottenendo un dispositivo tandem con efficienza pari al 23% e dimostrando la validità dell'approccio considerato.

Sono stati, poi, eseguiti vari esperimenti di fabbricazione di celle tandem monolitiche per verificare la bontà e la ripetibilità dell'intero processo messo a punto per la realizzazione delle celle tandem. È stata raggiunta un'efficienza massima pari a 17,7% e le caratteristiche J-V hanno mostrato la quasi totale assenza di fenomeni di isteresi; su alcuni dispositivi sono stati ottenuti FF superiori al 70%. Infine l'utilizzo di uno strato antiriflesso in fluoruro di litio (LiF) ha mostrato grandi potenzialità per migliorare la corrente dei dispositivi.

Relativamente allo sviluppo di celle tandem kesterite/Si, dove la kesterite è del tipo Cu₂ZnSnS₄ (CZTS), per analizzare le limitazioni in termini di corrente valutate sui dispositivi prodotti nella precedente annualità, si è avviata un'attività per lo sviluppo di un nuovo strato di MoS₂ attraverso metodi alternativi rispetto al processo ad alta temperatura in ambiente di zolfo utilizzato finora per convertire il molibdeno metallico in MoS₂, processo piuttosto critico poiché aggressivo per i TCO e il silicio sottostanti e scarsamente controllabile

in termini di completa conversione dell'Mo. Si sta lavorando intensamente alla deposizione diretta di film di MoS₂ per sputtering, testando tali strati in dispositivi sia a singola giunzione che a giunzione tandem. Accanto alla tecnica del co-sputtering per la crescita dei film di CZTS in questa annualità è stata avviata una sperimentazione sullo sviluppo di un processo di sintesi wet per film assorbitori di CZTS. La ricerca ha sviluppato un metodo di deposizione da soluzione per produrre celle solari in CZTS. È stata ottimizzata la composizione della soluzione, la sua deposizione mediante due metodologie (drop-casting e doctor blade) e l'utilizzo di due differenti substrati dei quali uno adatto alla realizzazione di celle tandem e/o bifacciali. Sono stati realizzati prototipi di celle solari e le efficienze raggiunte sono incoraggianti (range: $\eta=1.23-1.75\%$; $J_{sc}=11.5-19.5 \text{ mA/cm}^2$, $V_{oc}=227.9-331.5 \text{ mV}$; $FF=30.1-40.1\%$). In particolare, nel caso del dispositivo bifacciale, sfruttando l'effetto "albedo" di un portacampione riflettente dorato, si è registrato un guadagno di efficienza del dispositivo fino a +11%, grazie alla attivazione anteriore e posteriore della giunzione p-n, dimostrando così la potenziale applicabilità del processo per una architettura tandem a 4 terminali

Le attività sui moduli PV riguardano, come accennato in precedenza, lo sviluppo di prototipi in perovskite e lo studio di possibili innovazioni che riguardino in maniera più generale la realizzazione di moduli FV.

Per quanto riguarda i moduli a film sottile di perovskite, si è lavorato all'ottimizzazione delle interconnessioni in serie tra le celle ottenute con la tecnica del laser scribing. Sono stati realizzati moduli con contatto posteriore opaco e semitrasparente su substrati da 10 x 10 cm² (area attiva dei moduli 43 cm²), ottenendo efficienze massime rispettivamente pari a 17% e 10.38%. Per i moduli opachi è stato ottenuto un valore di efficienza pari a 18.1% su substrati di area 5 x 5 cm² (area attiva 10 cm²), risultato ottenuto grazie sia al lavoro di ottimizzazione dei tagli laser che grazie ad un processo di passivazione dell'interfaccia perovskite/HTM con una perovskite bidimensionale.

Sono continuate, poi, le attività che hanno l'obiettivo di realizzare vetri testurizzati utili per sviluppare moduli FV in cui le celle in silicio siano realizzate con wafer di c-Si flat. Dopo avere eseguito le simulazioni ottiche necessarie per definire le micro-geometrie degli stampi per il roll-embossing dei vetri, è iniziata la realizzazione di un'attrezzatura prototipale per eseguire tale embossing.

Le attività svolte con l'obiettivo di sviluppare strutture semitrasparenti da utilizzare per una sperimentazione sul sistema fotovoltaico-pianta sono portate avanti su scale differenti. Su scala di laboratorio, sono fabbricati e caratterizzati dei precursori di moduli FV semitrasparenti in grado di trasmettere porzioni dello spettro solare nel blu e nel rosso, utili alle piante per il processo di fotosintesi, mentre il resto della radiazione può essere utilizzato dalla cella solare. I campioni realizzati sono multistrati di film sottili su substrato di vetro da 10 x 10 cm² che simulano celle solari funzionali. La sequenza degli strati è vetro/AZO/aSi:H/Ag/AZO/Ag/AZO. Tramite simulazioni ottiche, è stato studiato l'effetto degli spessori dei vari strati e sono stati definiti i valori ottimali. Un set di campioni è stato poi fornito al Museo delle Scienze Agrarie (MUSA) per poter valutare, mediante studi di crescita di piante, la fattibilità dell'applicazione combinata integrata fotovoltaico/fotosintesi. Su scala media, a valle di una ricerca di mercato sui principali moduli FV adatti all'impiego in combinazione con la crescita di specie vegetali, è stato individuato un componente innovativo sviluppato dalla ditta svizzera Insolight basato su celle solari in silicio con delle lenti ad inseguimento integrate e una tecnologia di micro-tracking brevettata. Si è stipulato un accordo di collaborazione e ricerca con la ditta produttrice e si è proceduto al progetto di una serra di dimensioni in pianta di 6m x 3m, il cui disegno è stato poi fornito a MUSA che ne cura la realizzazione e il funzionamento presso i giardini della Reggia di Portici.

Nell'ambito della tematica svolta con l'obiettivo di definire un quadro aggiornato sulle conoscenze relative all'innovazione tecnologica dei sistemi BIPV, sono stati prodotti: un catalogo di prodotti BIPV, riferito a una schedatura dell'offerta industriale di sistemi e componenti BIPV presenti sul mercato italiano, un Catalogo di casi studio BIPV, che riporta progetti nazionali e internazionali "esemplari", efficaci dal punto di vista dell'integrazione del BIPV, un repertorio di soluzioni tecniche BIPV di supporto alla progettazione, installazione e gestione di sistemi BIPV e sono stati definiti degli indicatori di produzione energetica di sistemi BIPV da adottare nella fase meta-progettuale di valutazione della produzione potenziale di energia da sistemi BIPV.

L'attività di diffusione dei risultati di progetto è continuata, partecipando ad alcune conferenze internazionali ed eventi nazionali che si sono tenuti on-line sui temi oggetto del piano realizzativo. Sono stati inoltre pubblicati alcuni lavori su riviste internazionali. Sono stati inoltre organizzati workshop e seminari online con

l'intento di operare una formazione di studenti, potenziali ricercatori del futuro prossimo, sulle tematiche del progetto.

ATTIVITA' SVOLTE	
AFFIDATARIO / COBENEFICIARIO	SINTESI DELLE ATTIVITÀ DI RICERCA SVOLTE, RISULTATI CONSEGUITI E RICADUTE SUL SETTORE PRODUTTIVO
ENEA	<p>Le attività svolte da ENEA riguardano lo sviluppo di celle solari con assorbitori a base di perovskite, di celle tandem perovskite/silicio e kesterite/silicio e lo studio di materiali e architetture di dispositivo per la cella bottom a eterogiunzione di silicio. Tali attività possono promuovere in maniera significativa lo sviluppo di dispositivi ad alta efficienza con possibili ripercussioni positive sul settore produttivo nazionale. ENEA è impegnata in una ricerca sullo sviluppo di materiali per il trasporto selettivo delle cariche e di TCO per celle solari in perovskite e a eterogiunzione di silicio. Per quanto riguarda lo sviluppo di celle tandem sia kesterite/silicio che perovskite/silicio, si sono studiate le giunzioni di ricombinazione che collegano la cella frontale con quella posteriore.</p> <p>Enea è anche impegnata sulla progettazione, su differenti scale, di strutture semitrasparenti da utilizzare per una sperimentazione sul sistema fotovoltaico-pianta. Sono state realizzate su piccola scala (10 x 10 cm²) delle architetture di celle solari in grado di far passare la luce utile alla crescita delle piante ed è stata avviata la progettazione di una serra con copertura fotovoltaica. Questi studi possono avere ricadute sia in ambito BIPV che nell'agroPV. ENEA è inoltre responsabile delle attività di diffusione dei risultati della ricerca.</p>
Università di Roma Tor Vergata – Dipartimento di Ingegneria Elettronica	<p>L'Università di Tor Vergata è impegnata sullo sviluppo di celle e moduli a base di perovskite con possibili ricadute nel settore produttivo nazionale che potrà giovare di una tecnologia emergente, utilizzabile sia per applicazioni utility-scale che nel BIPV. In particolare Tor Vergata sta studiando film di perovskite e trasportatori di carica che rendano i dispositivi stabili, valutando sia l'architettura di cella diretta (n-i-p) che invertita (p-i-n). Inoltre si stanno testando differenti tipologie di elettrodi da utilizzare per le celle opache o semitrasparenti. L'Università ha anche lavorato all'ottimizzazione del processo di patterning necessario alla fabbricazione dei moduli FV e al miglioramento dell'uniformità dei vari strati sull'area utilizzata per i prototipi di moduli sviluppati.</p>
Università di Torino – Dipartimento di Chimica	<p>L'Università di Torino lavora alla sintesi di polimeri che possano essere utilizzati come strati trasportatori di lacune in alternativa a quelli attualmente in uso per celle a perovskite con l'obiettivo di migliorarne le prestazioni e la stabilità. In particolare vengono utilizzati accorgimenti per conferire idrofobicità ai polimeri, in modo da incrementare la stabilità nel tempo dei dispositivi. I polimeri vengono preparati e caratterizzati per essere poi testati in dispositivi FV dall'unità operativa di Tor Vergata.</p>
Università di Napoli "Federico II" – Dipartimento di Fisica	<p>Il Dip. di Fisica dell'Università di Napoli svolge uno studio teorico ab initio di materiali proposti quali strati trasportatori di elettroni e lacune in combinazione con la perovskite del tipo CH₃NH₃PbI₃. Metodologie basate su principi-primi nell'ambito della teoria del funzionale della densità (DFT) sono applicate per determinare le proprietà strutturali ed elettroniche dell'interfaccia tra la perovskite e i materiali proposti come trasportatori di carica. Questi studi possono far comprendere meglio quanto le proprietà di bulk dei materiali e le interfacce tra i vari strati limitino le prestazioni ottenibili dai dispositivi FV, contribuendo allo sviluppo della tecnologia proposta.</p>
Università di Napoli "Federico II" – Dip. di Ingegneria Chimica dei Materiali e della produzione Industriale	<p>Il Dip. di Ingegneria Chimica dei Materiali e della produzione Industriale svolge un'attività che ha l'obiettivo di passivare le interfacce tra i film di perovskiti e i contatti estrattivi selettivi. Tali interfacce, infatti, possono limitare notevolmente l'efficienza della cella a causa di fenomeni di ricombinazione indesiderati ad opera di atomi sotto-coordinati alle superfici della perovskite. La strategia di passivazione della superficie della perovskite proposta sfrutta interazioni non-covalenti di tipo alogeno, tra gli ioni alogeno della perovskite e piccole molecole organiche di alogenuri, che formano self assembled monolayers (SAM). Gli studi in</p>

	<p>corso sono fondamentali al fine di promuovere lo sviluppo della tecnologia FV basata su celle a perovskite.</p>
<p>Politecnico di Bari</p>	<p>Il politecnico di Bari è impegnato sullo sviluppo di film di grafene ottenuti con tecnica CVD caratterizzati da bassa resistenze di strato ed alta trasparenza per applicazioni in celle solari innovative. L'interesse verso i materiali bi-dimensionali e verso il grafene in particolare è stato molto forte negli ultimi anni e valutare le potenziali applicazioni del grafene in ambito FV è ritenuto fondamentale anche per eventuali ricadute in ambito industriale.</p>
<p>Università di Roma "Sapienza" – Dip. di Ingegneria dell'Informazione, Elettronica e Telecomunicazioni</p>	<p>Il gruppo del Prof. De Cesare del Dip. di Ingegneria dell'Informazione, Elettronica e Telecomunicazioni dell'Università di Roma "Sapienza" svolge un'attività sullo sviluppo di film drogati a base di silicio depositati per PECVD e di trasportatori di carica alternativi per celle SHJ quali WO_x, ZnS e MgO depositati mediante sputtering o evaporazione. I materiali studiati, complementari rispetto a quelli sviluppati da ENEA, vengono testati in celle parzialmente fabbricate nei laboratori dell'ENEA. Il gruppo del Prof. Balucani dello stesso dipartimento svolge una ricerca che ha l'obiettivo di sviluppare nuovi processi da utilizzare per la realizzazione di moduli FV. In particolare il gruppo si occupa dello sviluppo di un'attrezzatura prototipale per l'embossing di vetri in modo da spostare il texturing dal wafer di silicio, su cui viene attualmente realizzato, al vetro. Questa attività può avere evidenti ricadute in termini industriali, quando ne sia dimostrato il vantaggio rispetto alle tecnologie ad oggi in uso.</p>
<p>Università di Roma "Sapienza" – Dip. Di Chimica</p>	<p>Il Dipartimento di Chimica dell'Università di Roma "Sapienza" svolge un'attività sullo sviluppo di contatti selettivi a film sottile depositati a partire da precursori in soluzione per celle solari SHJ. In particolare il lavoro riguarda la messa a punto di metodologie per realizzare film trasportatori di lacune di NiO drogato con litio e TiO₂ drogato con W. L'attività nasce con l'idea di valutare strati trasportatori di carica preparati con tecniche poco costose rispetto alle tecniche in vuoto generalmente utilizzate nella realizzazione di dispositivi FV.</p>
<p>Università di Napoli "Federico II" – Dip. di Ingegneria Elettrica e delle Tecnologie dell'Informazione</p>	<p>L'attività svolta dal Dipartimento di ingegneria Elettrica e delle Tecnologie dell'informazione dell'Università "Federico II" riguarda lo sviluppo e l'applicazione di tecniche di misura impedenziometriche per la caratterizzazione delle interfacce nei dispositivi fotovoltaici e la relativa modellistica. Tale attività ha lo scopo di ricavare informazioni relativamente ai fenomeni di ricombinazione che si manifestano nella cella quando questa viene esposta ad una fonte luminosa e sulla presenza di disuniformità superficiali alle interfacce tra i vari materiali.</p>
<p>Università di Milano Bicocca - Dipartimento di Scienza dei Materiali</p>	<p>Il Dipartimento di Scienze dei Materiali di Milano Bicocca si occupa in questa annualità dello sviluppo di inchiostri per la crescita di film di CZTS mediante tecniche di deposizione a basso costo. I film di CZTS vengono depositati, caratterizzati e testati in celle solari in modo da valutare le potenzialità del materiale assorbitore così prodotto rispetto a quello realizzato con le tecniche di deposizione in vuoto, più consolidate ma più costose.</p>
<p>Università di Napoli "Federico II" – Museo delle Scienze Agrarie</p>	<p>Il Museo delle Scienze Agrarie si occupa della sperimentazione dei sistemi fotovoltaico-fotosintesi. E' stata avviata l'attività per la realizzazione di una serra di medie dimensioni con una copertura in parte costituita da moduli FV ed una sperimentazione sulla crescita di differenti specie di piante al di sotto di vetri spettralmente selettivi realizzati su piccola area. Le sperimentazioni serviranno, poi, per la calibrazione di un modello di fotosintesi capace di simulare la risposta fotosintetica a diversi livelli di ombreggiamento e composizione spettrale della luce. Gli studi condotti possono avere un forte impatto nel settore del cosiddetto agroPV, utilizzo combinato di suolo per la produzione agricola e di energia elettrica.</p>
<p>Università di Napoli "Federico II" – Dip. di Architettura</p>	<p>Il Dip. di Architettura dell'Università "Federico II" di Napoli studia i livelli di innovazione progettuale e tecnologica e le modalità di integrazione architettonica dei sistemi BIPV con l'obiettivo di proporre soluzioni tecniche di supporto alla progettazione, installazione e gestione di sistemi fotovoltaici integrati. Si vuole, così, valutare il potenziale grado di pervasività dei sistemi BIPV per orientare i processi decisionali verso le soluzioni più efficaci ed appropriate.</p>