

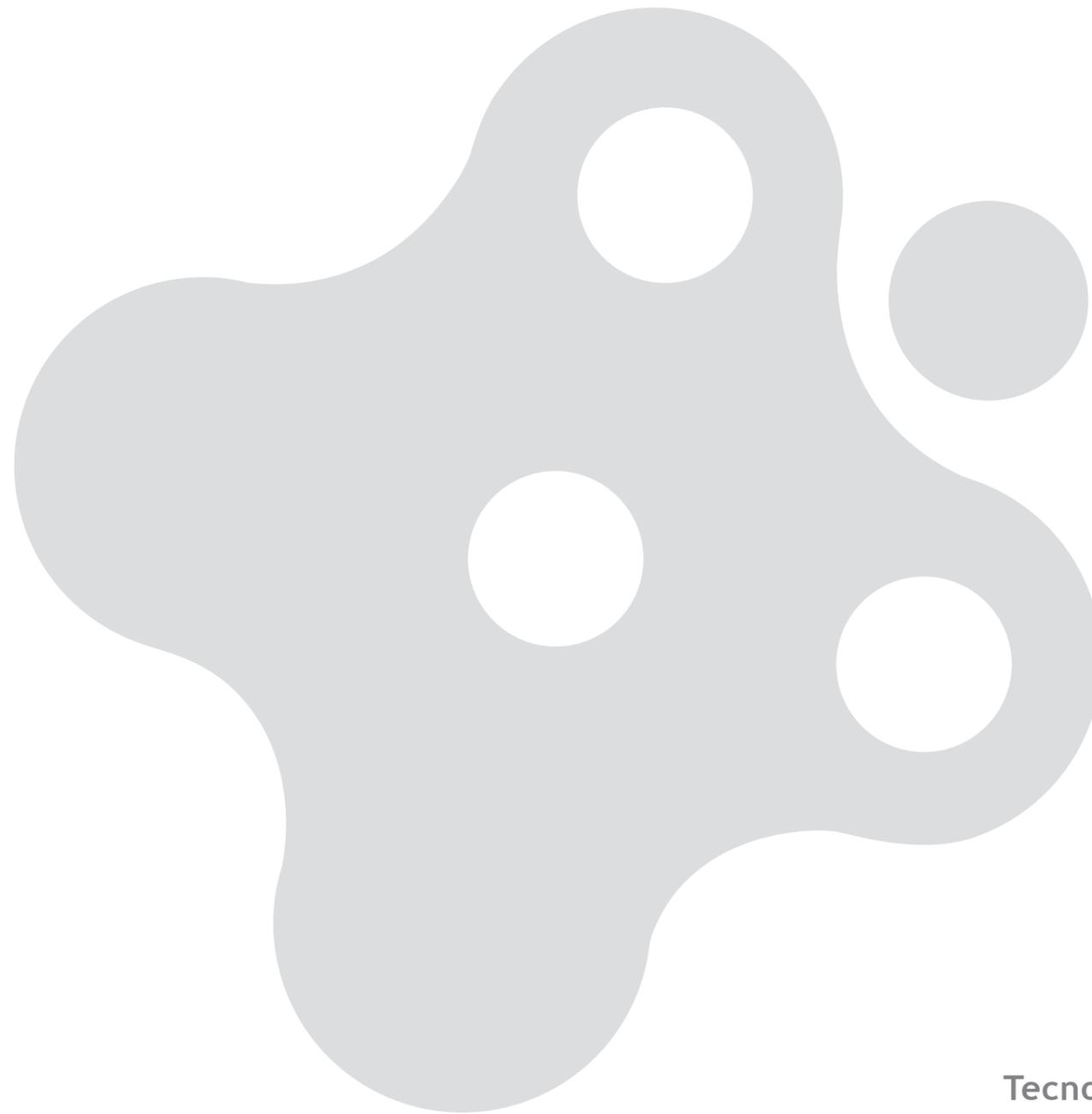


PROGETTO ENERGETIC

Tecnologie per l'energia e l'efficienza energetica



DISTRETTO TECNOLOGICO
SICILIA MICRO E NANO SISTEMI
S.C.A.R.L.



PROGETTO ENERGETIC

Tecnologie per l'energia e l'efficienza energetica



DISTRETTO TECNOLOGICO
SICILIA MICRO E NANO SISTEMI
S.C.A.R.L.

Sulle orme dell'Etna Valley

Il Distretto Tecnologico Sicilia Micro Nanosistemi raccoglie intorno a sé le principali strutture di ricerca, pubbliche e private, che operano nel territorio della Regione Sicilia nel campo della microelettronica, dei materiali avanzati, delle nanotecnologie, della farmaceutica e dell'ICT. Il Distretto nasce sulle orme della cosiddetta Etna Valley, la realtà che si è sviluppata negli anni grazie all'interazione Università – CNR – Industria Microelettronica a Catania. Le strutture di ricerca coinvolte sono dotate di strumentazione allo stato dell'arte per la sintesi di materiali innovativi nano-strutturati, lo sviluppo di sofisticati processi di nano-fabbricazione e la realizzazione di prototipi di dispositivi avanzati, farmaci innovativi e sistemi informatizzati.

Le attività di ricerca sono concepite in modo da creare un continuum tra la scienza di base e la tecnologia applicata al fine di ridurre i tempi di trasferimento dalla ricerca di base alle applicazioni di mercato. I campi di applicazione sono focalizzati nei settori strategici dell'Energia (nuovi dispositivi per il fotovoltaico), della Salute (sensori multifunzionali per il monitoraggio di parametri biologici di interesse nella diagnosi di malattie), e dell'Elettronica Flessibile (dispositivi e sensori realizzati su substrati plastici). Grazie alla flessibilità delle infrastrutture di ricerca coinvolte (presso il CNR, l'INAF, le Università e l'Industria Microelettronica in Sicilia) e la polifunzionalità dei materiali investigati, è possibile orientare l'attività di sviluppo scientifico e tecnologico in molti altri settori applicativi in base alle esigenze del tessuto Industriale Regionale.

Il modello di interazione pubblico/privato ottimizzato, nel corso degli anni, dalle strutture coinvolte nel Distretto, è particolarmente efficace. Si parte dalla formazione delle risorse umane con lo strumento delle tesi di laurea e dei dottorati di Ricerca sostenuti dalle Università. I giovani ricercatori sviluppano le proprie competenze in un ambiente altamente competitivo e sperimentale presso i joint-labs condivisi con l'Industria. In queste strutture, grazie alla simultanea presenza delle due componenti (pubblico e privato), si è sviluppato un linguaggio comune che permette lo scambio di competenze multi-disciplinari e il trasferimento di idee innovative in concreti avanzamenti tecnologici.

IL DISTRETTO 9

Il motore dell'innovazione

IL PROGETTO 11

PROGETTO ENERGETIC: tecnologie, processi, sistemi per l'efficienza del fotovoltaico

RISULTATI 17

Pannelli fotovoltaici più efficienti, software per gestire i consumi energetici

FORMAZIONE 23

Formazione, 22 tecnologi esperti in energia e gestione industriale

I PARTNER 25

Il motore dell'innovazione

Il Distretto tecnologico Sicilia Micro e Nanosistemi è stato fondato nel 2008 da aziende, Enti di Ricerca, Università e Associazioni di Impresa con l'obiettivo, riconosciuto dal Ministero per l'Istruzione, l'Università e la Ricerca Scientifica di accrescere il livello tecnologico e la competitività del Sistema Produttivo Regionale.

Promuovere e sostenere lo sviluppo delle attività di ricerca e di innovazione nei molteplici campi di applicazione delle nanotecnologie, potenziare il sistema della formazione e della valorizzazione dei talenti, supportare i processi di generazione e di trasferimento delle conoscenze scientifiche e le attività che possono generare ricadute sul sistema industriale regionale e nazionale. Sono solo alcuni degli obiettivi del Distretto Tecnologico "Sicilia Micro e Nanosistemi" (DT-SMNS), società consortile che con i suoi 28 soci è stata costituita nell'agosto del 2008 ed è composta per il 30% da imprese (StMicroelectronics, Ibm, Sifi, Italtel, Engineering, Corvallis, Ismett), per il 30% dalle università (i tre atenei siciliani di Catania, Messina e Palermo), per il 28% da enti pubblici di ricerca (il Cnr, l'Istituto nazionale di astrofisica, Istituto Nazionale Biostrutture e Biosistemi, Catania ricerche, Consorzio Ciclo Fine Vita Imbarcazioni e Mezzi Galleggianti, Consorzio Cometa, Istituto Politecnico del Mare Duca degli Abruzzi, l'Istituto di tecnologie avanzate di Trapani, Etna Hitech, il parco scientifico e tecnologico della Sicilia), e per il 12% dalla Regione Siciliana e da associazioni di categoria (Confindustria Catania e Apindustrie Catania).

Il Distretto fa parte dei 25 distretti promossi dal Ministero dell'Istruzione, dell'università e della ricerca (Miur) in collaborazione con le Regioni interessate, sulla base di quanto previsto dal Programma Nazionale di Ricerca 2005-2007. Al Distretto, in particolare, è stato assegnato dal Miur il compito di agire quale "interfaccia nella filiera della conoscenza" e, dunque, di aggregare masse critiche, ammodernare infra-

strutture e piattaforme tecnologiche e concentrare le risorse per obiettivi e progetti strategici, svolgendo attività di ricerca, di formazione specialistica, di marketing territoriale e di attrazione di investimenti.

COME NASCE IL DISTRETTO

Il Distretto è nato da una proposta di costituzione da parte della Regione Siciliana. Proposta che è stata successivamente valutata dal Miur che ha valutato la situazione di partenza del territorio, la fattibilità e potenzialità del progetto e la capacità di attrarre investimenti.

La valutazione del Miur ha consentito una presa d'atto del forte dinamismo che caratterizza la realtà tecnologico-imprenditoriale dell'isola nel settore dell'high-tech. Da qui la decisione di intervenire per consolidare un comparto ad altissima potenzialità di sviluppo e di crescita attraverso la creazione di un distretto, ufficialmente riconosciuto e specializzato in micro e nano sistemi.

Il 7 novembre 2003, il Miur, la Regione Siciliana, le Università di Catania, Palermo e Messina, le Amministrazioni Comunali e Provinciali delle tre città interessate hanno firmato un protocollo preliminare d'intesa per la promozione del Distretto che copre le Province siciliane di Catania, Messina, Ragusa, Palermo.

PROGETTO ENERGETIC
Tecnologie per l'energia e l'efficienza energetica

Il 14 giugno 2005, la Regione siciliana e il Miur hanno firmato il Programma Quadro Definitivo.

In seguito alla creazione di gruppi di lavoro ristretti per la definizione della Governance (in applicazione del D.M. 10 ottobre 2003 e D.M.593/2000) e la messa a punto degli Statuti e dei Patti parasociali, il primo di agosto del 2008 si è arrivati alla costituzione della società consortile a responsabilità limi-

Nel novembre del 2008, la prima assemblea dei soci ha dato il via all'attività del Distretto. Oltre alle attività già citate il Distretto lavora per favorire processi di autorganizzazione territoriale che hanno l'obiettivo di accumulare *know how*, risorse immateriali, tensione e percezione di desiderabilità imprenditoriale; favorire l'elaborazione di nuovi *business model* concentrati su "produzioni più intelligenti"; promuovere processi di *cross-fertilization* tecnologica; valoriz-



tata denominata Distretto Tecnologico Sicilia Micro e Nano Sistemi. La società consortile, che non ha scopo di lucro, ha come obiettivo principale quello di promuovere l'attività di ricerca e sviluppo e l'alta formazione nel settore dei micro e nano sistemi.

zare l'analisi degli aspetti etici derivanti dall'utilizzo delle nanotecnologie; favorire la continuità di flussi finanziari al Distretto. Ultima ma più importante attività è quella di accrescere il livello tecnologico e la competitività del sistema produttivo regionale.

PROGETTO ENERGETIC: tecnologie, processi, sistemi per l'efficienza del fotovoltaico

Migliorare l'efficienza e ridurre i costi dei sistemi fotovoltaici e dei dispositivi per l'efficienza energetica, con un approccio di sistema, dai materiali ai dispositivi, dalle tecnologie ai processi all'hardware e software. Questo l'obiettivo del Progetto Energetic



Salvatore Lombardo
Responsabile del
Progetto Energetic

IL CONTESTO DI RICERCA

Le fonti rinnovabili sono ormai universalmente riconosciute come una necessità fondamentale per soddisfare il fabbisogno energetico. L'incremento dei gas serra ha contribuito a un notevole in-

cremento della temperatura media. Anche considerazioni di natura politica, che tengono in conto della instabilità politica delle regioni di maggiore produzione di petrolio, carbone, e gas naturale, nonché della scarsa disponibilità di tali risorse in Europa, spingono a uno sfruttamento su larga scala delle fonti rinnovabili. Da queste circostanze sono nati accordi politici quali il protocollo di Kyoto o la risoluzione del Parlamento Europeo adottata il 14 febbraio 2007, che pongono target ambiziosi, con riduzioni del 20% (o superiori) nell'emissione dei gas serra rispetto ai livelli del 1990 e uno share del 20% da fonti rinnovabili nel consumo energetico entro il 2020.

Tra le rinnovabili l'energia fotovoltaica vive una grande contraddizione. È, tra le energie alternative,

quella che ha il maggiore potenziale come capacità produttiva raggiungibile, tuttavia il costo elevato frena il suo utilizzo.

Il solare è tra le rinnovabili la fonte meno sfruttata, coprendo una percentuale rispetto al totale della energia richiesta dell'ordine del 1-3%, contro il 5% dell'idroelettrico, la rinnovabile più sfruttata. La ragione fondamentale di questa discrepanza tra potenziale energetico ed effettiva produzione - dicevamo - è il costo.

Il fotovoltaico ancora oggi presenta costi a livello di sistema installato pari a circa 1.5-2 Euro/W e un costo dell'energia dell'ordine dei 0.08-0.10 Euro / kWh ai livelli di insolazione dell'Italia meridionale, contro costi di circa 0.02-0.05 Euro / kWh da combustibile fossile. Questo limite è stato fino adesso superato da una politica di incentivi statali, nati inizialmente in nazioni quali la Germania e il Giappone, ma poi replicatasi in molte altri paesi, tra cui Spagna, Francia, Italia, Corea, Stati Uniti, ed altri. Gli incentivi hanno avuto il merito di fare sviluppare un'industria fotovoltaica fiorente, con tassi di crescita dell'ordine del 40% annuo per quasi un decennio ma non sono un approccio sostenibile per tempi lunghi.

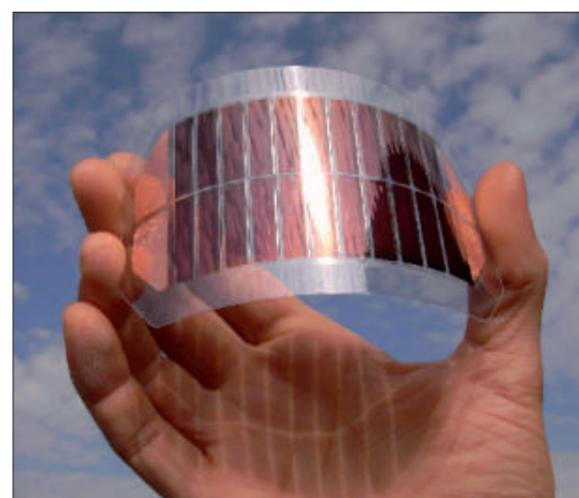
Come si può ridurre il costo del fotovoltaico? È sta-

to questo il tema del progetto, che parte dalla considerazione che solo con l'innovazione è possibile ottenere una riduzione significativa dei costi, sperimentando tecnologie a basso costo, materiali di facile reperibilità e non inquinanti, studiando aspetti quali la plasmonica e l'optical trapping per incrementare l'efficienza delle celle fotovoltaiche.

L'OBIETTIVO DEL PROGETTO

L'obiettivo generale del progetto è stato pertanto lo studio di alcune tecnologie abilitanti e in particolare di **nanotecnologie nel campo dei nuovi materiali e dispositivi elettronici, del fotovoltaico, dell'elettronica digitale e di potenza** per promuovere vantaggi competitivi significativi a favore dell'industria nazionale e della regione Sicilia nel campo dell'energia da sistemi fotovoltaici e dell'efficienza energetica.

A questi obiettivi si affianca la realizzazione di nuove piattaforme ICT user-friendly per la gestione intelligente della produzione energetica da fonti rinnovabili e per l'efficienza energetica.



Esempio di modulo fotovoltaico a film sottile su supporto flessibile

Tali obiettivi sono perfettamente aderenti con molti dei temi previsti nell'Accordo di programma quadro in materia di Ricerca e competitività firmato l'8 ottobre 2009 tra Miur, Mise, e Regione siciliana, tra i quali in particolare lo sviluppo di temi su produzione di energia da fonti rinnovabili, risparmio energetico, l'utilizzo di Nanotecnologie e Nuovi Materiali come tecnologie abilitanti per nuovi dispositivi elettronici, e temi ICT.

In questo quadro, il Progetto ha affrontato le problematiche dell'energia con un approccio ampio, su **aspetti concernenti sia i materiali e i dispositivi, sia l'ICT, ma orientato alle applicazioni in ambito industriale**, con particolare riferimento alle realtà produttive e di ricerca esistenti nel territorio del Distretto.

Gli ambiti studiati dal progetto Energetic sono stati quindi tra quelli più promettenti nel campo dal punto di vista dell'applicabilità industriale, in particolare per le realtà locali, focalizzati sulla tecnologie film sottile, a basso costo, puntando sull'uso di elementi di facile reperibilità e non inquinanti, studiando aspetti quali la plasmonica e l'optical trapping per incrementare l'efficienza delle celle fotovoltaiche.

L'attività di ricerca ha comportato inoltre lo sviluppo di materiali avanzati per garantire nuove prestazioni ai dispositivi e lo sviluppo di evoluzioni dei dispositivi esistenti per garantire prestazioni più performanti e/o costi più competitivi.

Per quanto concerne la tematica sulle infrastrutture software a supporto dell'efficienza energetica, il progetto si è focalizzato su metodologie per l'Energy management e l'Energy consumption awareness a livello di singola casa, singolo fabbricato o di campus, con l'obiettivo di adottare un utilizzo più razionale delle fonti disponibili nonché di una riduzione dei costi unitari per tipo di fonte energetica utilizzata.

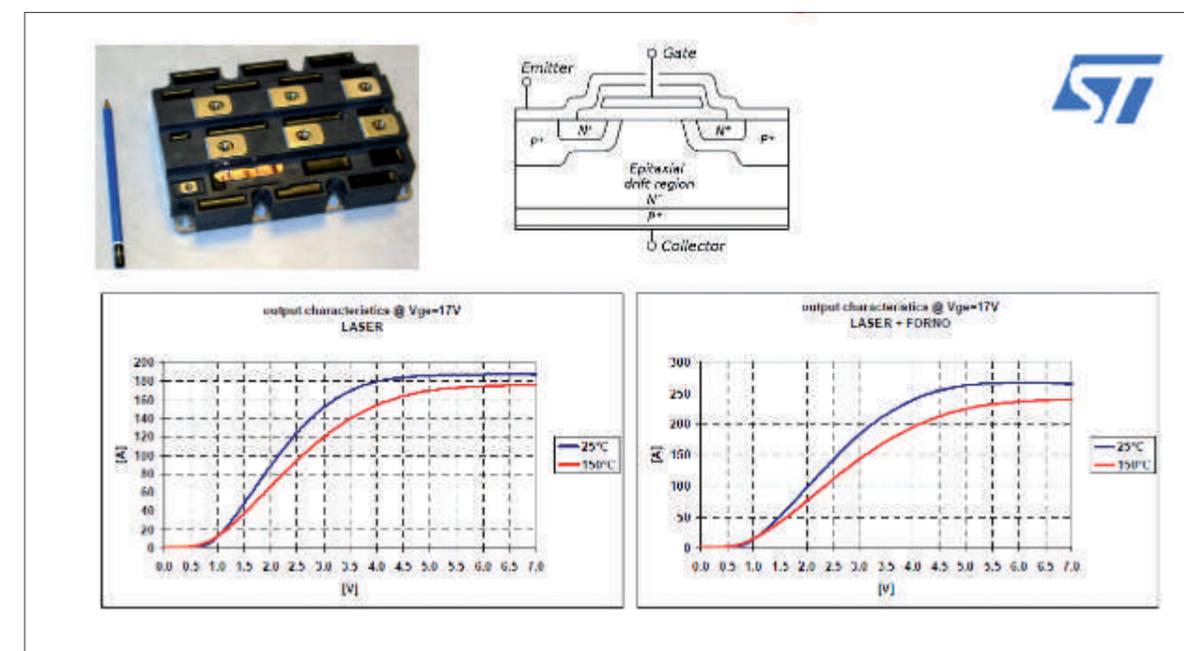
Le metodologie di Energy management sono in

continua evoluzione supportate dallo sviluppo delle tecnologie elettroniche utilizzate, ma quello che risulta importante è l'adozione di un approccio strutturato, rigoroso e basato sull'utilizzo dei più efficaci strumenti a disposizione da adottare in modo scalare e modulare. Il primo ambito in cui tali metodologie di Energy management appaiono applicabili è quello delle realtà aziendali, sia nelle grandi che nelle piccole e medie imprese.

Le soluzioni di Energy management sono la chiave che consente un uso più efficiente dell'energia; infatti la riduzione dei costi è ottenuta attraverso il monitoraggio della generazione di energia, dei con-

GLI AMBITI APPLICATIVI

In un settore in rapidissima evoluzione, il progetto si è focalizzato su quattro ambiti applicativi. Il primo ha riguardato proprio le tecnologie per la generazione dell'energia fotovoltaica, un campo di ricerca che riguarda i materiali e le architetture di dispositivo. Il secondo ambito ha riguardato i transistor di potenza, in applicazioni in cui l'efficienza energetica è cruciale, come il caso delle automobili ibride. Il terzo intervento ha riguardato l'ambito dei sistemi hardware, affrontando



In alto a sinistra è mostrato un esempio di modulo IGBT, transistor bipolare a gate isolato, il dispositivo di potenza più utilizzato in commutazione di potenza ad alta corrente e ad alta tensione. In alto a destra è mostrato lo schema di principio dello IGBT, costituito da un MOSFET in ingresso e un transistor bipolare in uscita. In basso sono mostrate le caratteristiche di uscita degli IGBT di nuova concezione sviluppati da ST nell'ambito del progetto Energetic.

sumi e l'applicazione di politiche che consentono di mantenere inalterati i livelli di qualità e confort.

in particolare le tecnologie per le reti di sensori wireless alimentate da moduli fotovoltaici di nuova generazione. Infine, il quarto ambito ha riguardato tutto l'aspetto legato alle infrastrutture e al software. Vediamoli nel dettaglio:

- **tecnologie innovative per la generazione dell'energia per via fotovoltaica**, che insieme al solare termodinamico rappresenta tra le fonti rinnovabili quella con il maggiore potenziale energetico. È stato focalizzato su attività con visione di lungo periodo su nuovi materiali e nuove architetture di dispositivo, sebbene vada tenuto presente che il settore, anche dal punto di vista industriale, è in rapidissima evoluzione e pertanto richiede questo tipo di attività;
- **nuovi processi ed architetture per Transistor di potenza, adoperati pervasivamente in applicazioni in cui l'efficienza energetica è cruciale** (settore industriale, motori elettrici, automobili ibride ed

elettriche, illuminazione, alimentatori, convertitori, etc.). Visione di medio-breve periodo con elementi preparativi sul lungo periodo;

- **sistemi hardware per l'efficienza energetica**, affrontando in particolare il tema delle tecnologie per **reti di sensori wireless alimentati da moduli fotovoltaici di nuova generazione**, di grande interesse per la domotica, e tematiche importanti per la **generazione di energia da sistemi fotovoltaici per uso domestico**;
- **infrastrutture software a supporto dell'efficienza energetica su scala home, building e campus**.

LO SVILUPPO

Il progetto ha avuto come carattere distintivo lo sviluppo in parallelo di vari temi. Ciò è avvenuto per due motivi: innanzitutto non sappiamo in futuro quale tecnologia prevarrà sulle altre, anzi, è improbabile che una singola tecnologia inerente la generazione di energia mediante moduli fotovoltaici prevalga sulle altre. Si è preferito pertanto indagare su un campo d'azione abbastanza ampio.

Inoltre, è ragionevole attendersi che conviveranno varie tecnologie che avranno successo per applicazioni diverse. Ad esempio, nel fotovoltaico non è chiaro quale tecnologia prevarrà nel medio-lungo termine, se cioè rimarrà l'attuale predominio dei moduli in silicio cristallino e multicristallino, o se viceversa emergerà una tecnologia film sottile di terza generazione che prevarrà a causa di particolari vantaggi di costo e/o efficienza.

LE APPLICAZIONI NOMADICHE

Un campo di applicazione del fotovoltaico di crescente interesse indirizzato dal progetto Energetic è quello delle applicazioni nomadiche (elettronica portatile) e dei sistemi energeticamente autonomi, come ad esempio le reti di sensori wireless. Anche in questo caso il costo è un aspetto fondamentale, insieme alla necessità di raggiungere buone efficienze di conversione di potenza a bassi livelli di illuminazione.

SINTESI DELLE AZIONI E DEI RISULTATI

In definitiva, sono stati realizzati prototipi di mini-modulo fotovoltaico a film sottile di terza generazione su supporto flessibile con prospettive di efficienza particolarmente vantaggiose, e con grande

potenziale di applicabilità dato l'uso di substrato flessibile.

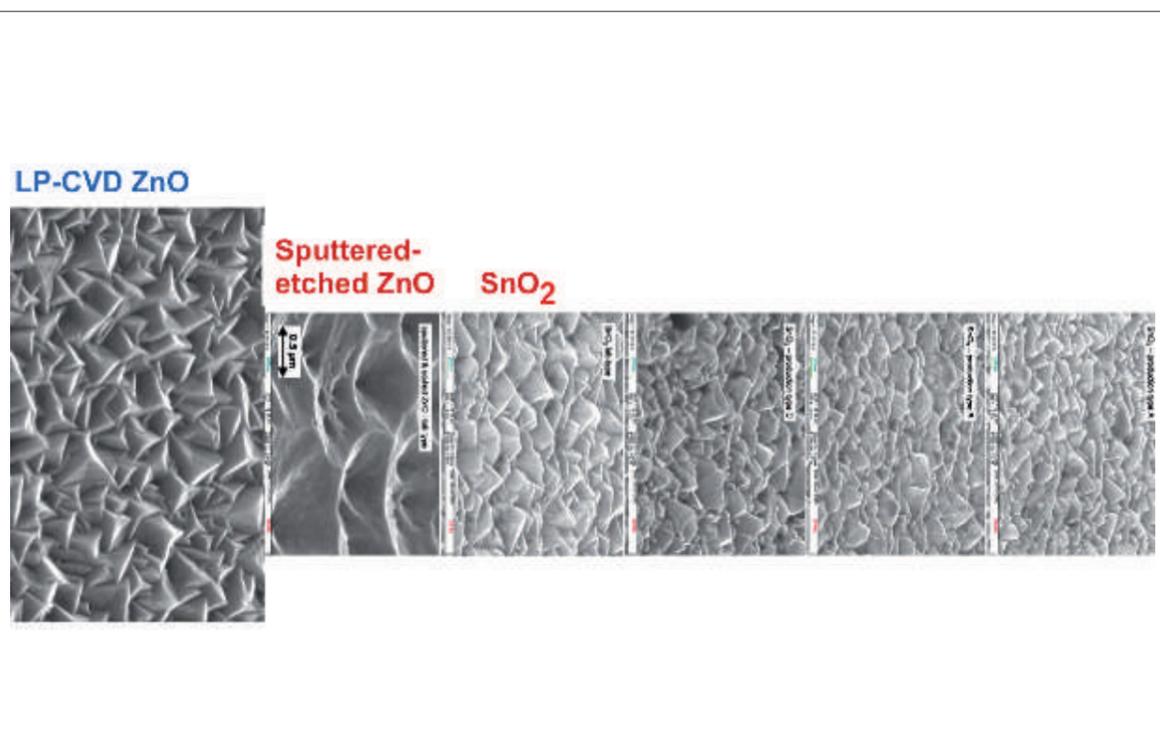
Il progetto ha consentito la realizzazione di tre diversi prototipi di transistor, tecnologia Multi-Drain, a bassa tensione di soglia, e IGBT, con radicali innovazioni di design e tecnologia realizzative in grado di assicurare significativi vantaggi di costo e performance, e di un diodo ad altissima tensione di breakdown in SiC.

È stato realizzato un dimostratore di sistema di sensore per misure di controllo ambientale, con comunicazione digitale wireless, completamente alimentato da mini-modulo fotovoltaico. Sono stati inoltre affrontati lo studio e lo sviluppo di una piattaforma a basso consumo e alta efficienza energetica che a livello di sistema potesse includere la parte sensoristica, la gestione efficiente dell'energia, e le parti di controllo ed interfacciamento anche con comunicazione tipica delle wireless sensor network.

L'altro obiettivo del tema è rimasto mirato agli impianti fotovoltaici di piccola potenza (1-5 kW). In tale ambito si è inteso sviluppare nuove topologie circuitali, nuove strategie di gestione e nuovi dispositivi di monitoraggio e previsione della produzione.

Il progetto si è focalizzato anche su metodologie per l'Energy management e l'Energy consumption awareness a livello di singola casa, singolo fabbricato o di campus, con l'obiettivo di consentire un utilizzo più razionale delle fonti energetiche nonché di una riduzione dei costi.

I partner: Istituto per le Tecnologie Avanzate (ITA), Engineering – Ingegneria Informatica S.p.A. (ENG), Istituto Nazionale di Astrofisica (INAF), Italtel S.p.A. (ITALTEL), STMicroelectronics S.r.l. (ST), Università degli Studi di Messina (UNIME), Università degli Studi di Palermo (UNIPA), CNR – Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR IPCF, CNR IMM), Università degli Studi di Catania (UNICT).



Immagini in microscopia elettronica a scansione di superfici di vetri ricoperti con ossidi conduttivi trasparenti (TCO). Tali vetri fungono da substrati su cui si depositano i moduli fotovoltaici. Il substrato è vetro e l'ossido conduttivo depositato sul vetro è trasparente appunto per consentire l'ingresso della luce. Questa viene assorbita dalla cella solare depositata sul TCO e trasformata in energia elettrica. I TCO sono "tessurizzati" ossia resi rugosi per favorire la diffusione della luce e il suo intrappolamento nella cella solare. Tutta la luce "persa", non assorbita dalla cella, infatti, non può essere trasformata in energia elettrica. Lo studio sull'ottimizzazione del TCO nell'ambito di Energetic è stato condotto dalla ST con il CNR-IMM.

Pannelli fotovoltaici più efficienti, software per gestire i consumi energetici

L'obiettivo del progetto è stato quello di studiare tecnologie per sistemi fotovoltaici e per l'efficienza energetica su aspetti concernenti materiali, dispositivi e Ict.

Software in grado di monitorare i consumi e le esigenze energetiche di casa o di uno stabilimento. Transistor per di potenza usati in vari campi (energia, industria, auto). Ricerche su come intrappolare più luce nei pannelli fotovoltaici di seconda generazione aumentandone l'efficienza.

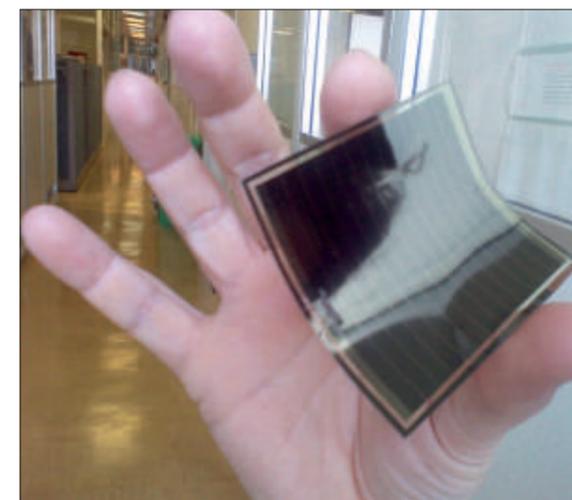
Sono questi alcuni dei filoni di ricerca sviluppati dal progetto Energetic realizzato dal Distretto tecnologico Sicilia Micro e Nano sistemi e che ha come responsabile scientifico Salvatore Lombardo.

Il progetto ha coinvolto nove partner-soci: Istituto per le Tecnologie Avanzate (ITA), Engineering – Ingegneria Informatica S.p.A. (ENG), Istituto Nazionale di Astrofisica (INAF), Italtel S.p.A. (ITALTEL), STMicroelectronics S.r.l. (ST), Università degli Studi di Messina (UNIME), Università degli Studi di Palermo (UNIPA), CNR – Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR IPCF, CNR IMM), Università degli Studi di Catania (UNICT).

L'obiettivo del progetto è stato quello di studiare tecnologie per sistemi fotovoltaici e per l'efficienza energetica su aspetti concernenti materiali, dispositivi, e ICT. In particolare, si è focalizzato in quattro ambiti: fotovoltaico di seconda e terza generazione, transistor di potenza (settore industriale, motori elettrici, automobili ibride ed elettriche, illuminazione, etc.), hardware: reti di sensori wireless alimen-

tati da fotovoltaico; sistemi fotovoltaici per uso domestico, software per l'efficienza energetica.

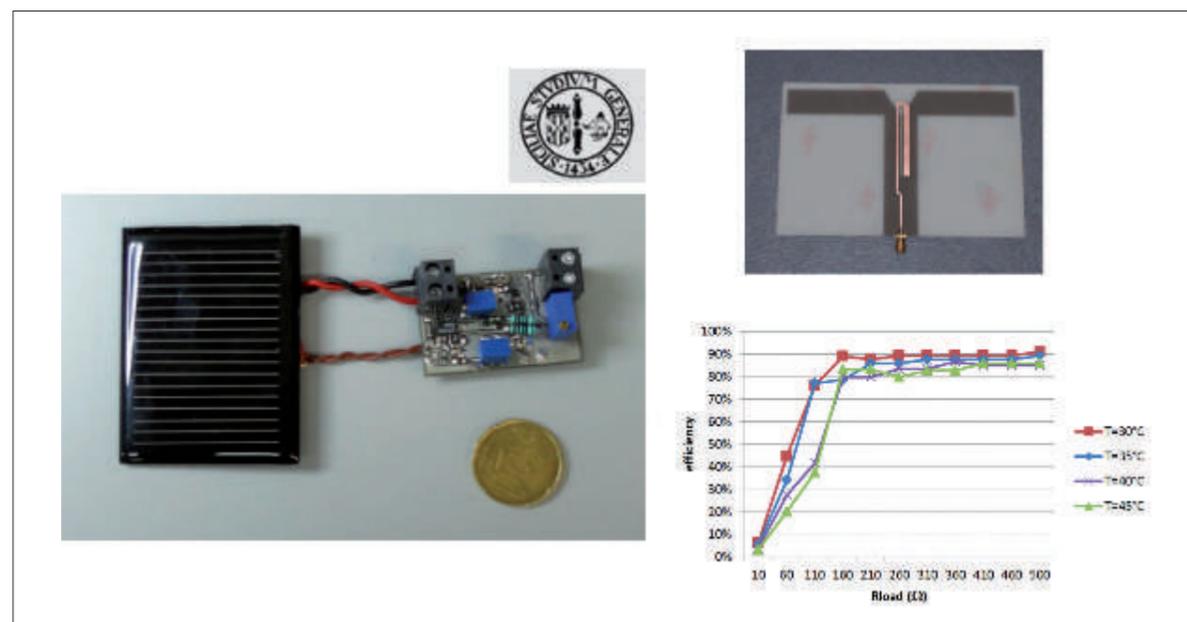
In particolare, sono stati studiati materiali come nuovi ossidi trasparenti conduttivi che consentono un migliore intrappolamento della luce per celle



Esempio di modulo fotovoltaico a film sottile su supporto flessibile realizzato dalla ST in collaborazione con il CNR-IMM nell'ambito del progetto Energetic. I moduli sono allo stato dell'arte per questo tipo di tecnologia.

solari a film sottile. La tecnologia è stata provata con successo su celle e moduli fotovoltaici micro-morfe e sono stati realizzati prototipi di moduli fo-

in Energetic sono stati studiati nuovi materiali per lo stoccaggio a stato solido dell'idrogeno con primi risultati interessanti.



Esempio di circuito di inseguimento del punto di massima potenza a consumo ultra-basso per l'alimentazione di una nodo di sensori attraverso un mini-modulo fotovoltaico ed equipaggiato di un'antenna a radiofrequenza per la trasmissione wireless dei dati raccolti dai sensori di una rete. Circuito realizzato da UNICT in collaborazione con ST nell'ambito del progetto Energetic.

tovoltaici a film sottile di silicio amorfo su supporto flessibile, adatti a energizzare sensori wireless per il controllo ambientale.

Questi studi su prototipi permetteranno di aumentare l'efficienza dei pannelli fotovoltaici anche fino al 5%, percentuale non indifferente se pensata su larga scala.

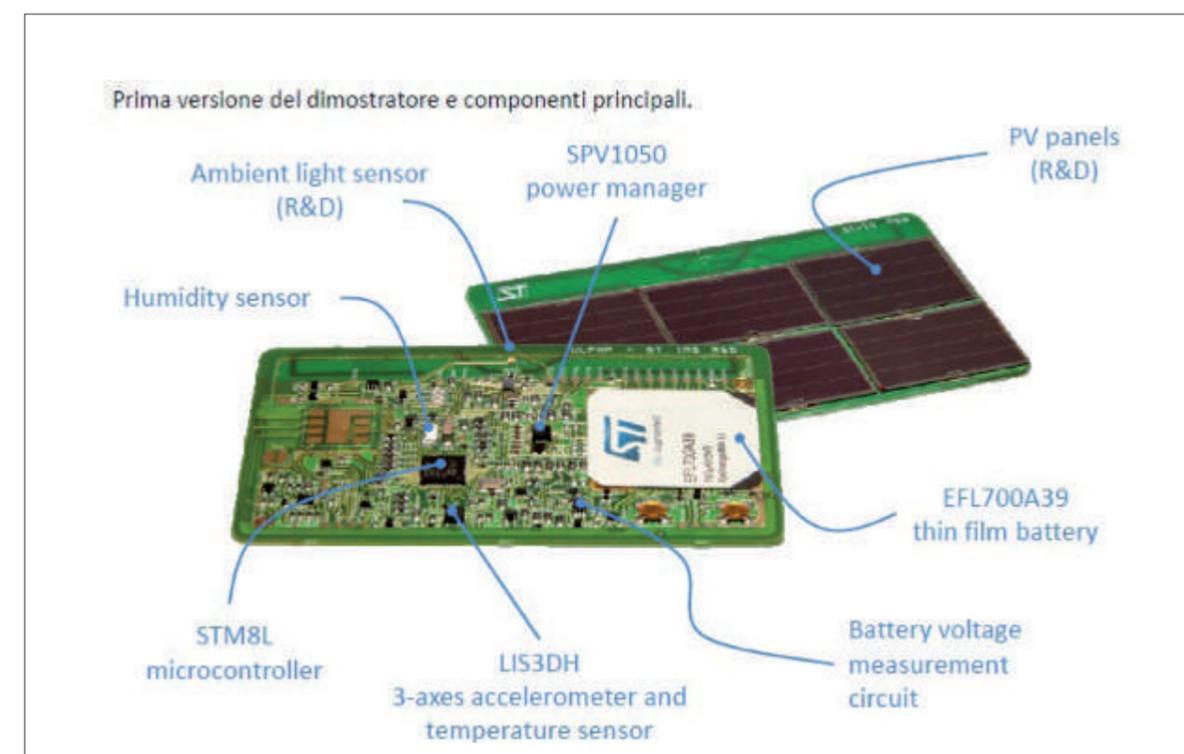
Inoltre, sono stati realizzati prototipi di celle solari di terza generazione a colorante di alta performance e ideate nuove tecnologie di condizionamento elettrico per estenderne la durata. Il fotovoltaico è una fonte rinnovabile di enorme potenzialità ma è limitata dal fatto che l'energia è disponibile solo in presenza di illuminazione solare. Da ciò l'importanza dell'immagazzinamento dell'energia: per questo

Riguardo ai dispositivi discreti per l'efficienza energetica, sono stati realizzati vari prototipi di transistor di potenza con nuove architetture che consentono di migliorare le prestazioni. Le tecnologie studiate sono basate su architetture innovative (ad esempio a canale verticale, o con elettrodi sepolti, o fanno uso di tecniche di processing non convenzionale quali fette di silicio ultra-sottili o laser annealing per attivazione dei droganti). Una delle architetture più innovative è quella dei diodi che hanno enormi performance per quanto riguarda la tensione di rottura e sono realizzati non in silicio ma in un materiale nuovo, il carburo di silicio. Questo materiale e, di conseguenza, i dispositivi realizzati con esso, permettono di mantenere per-

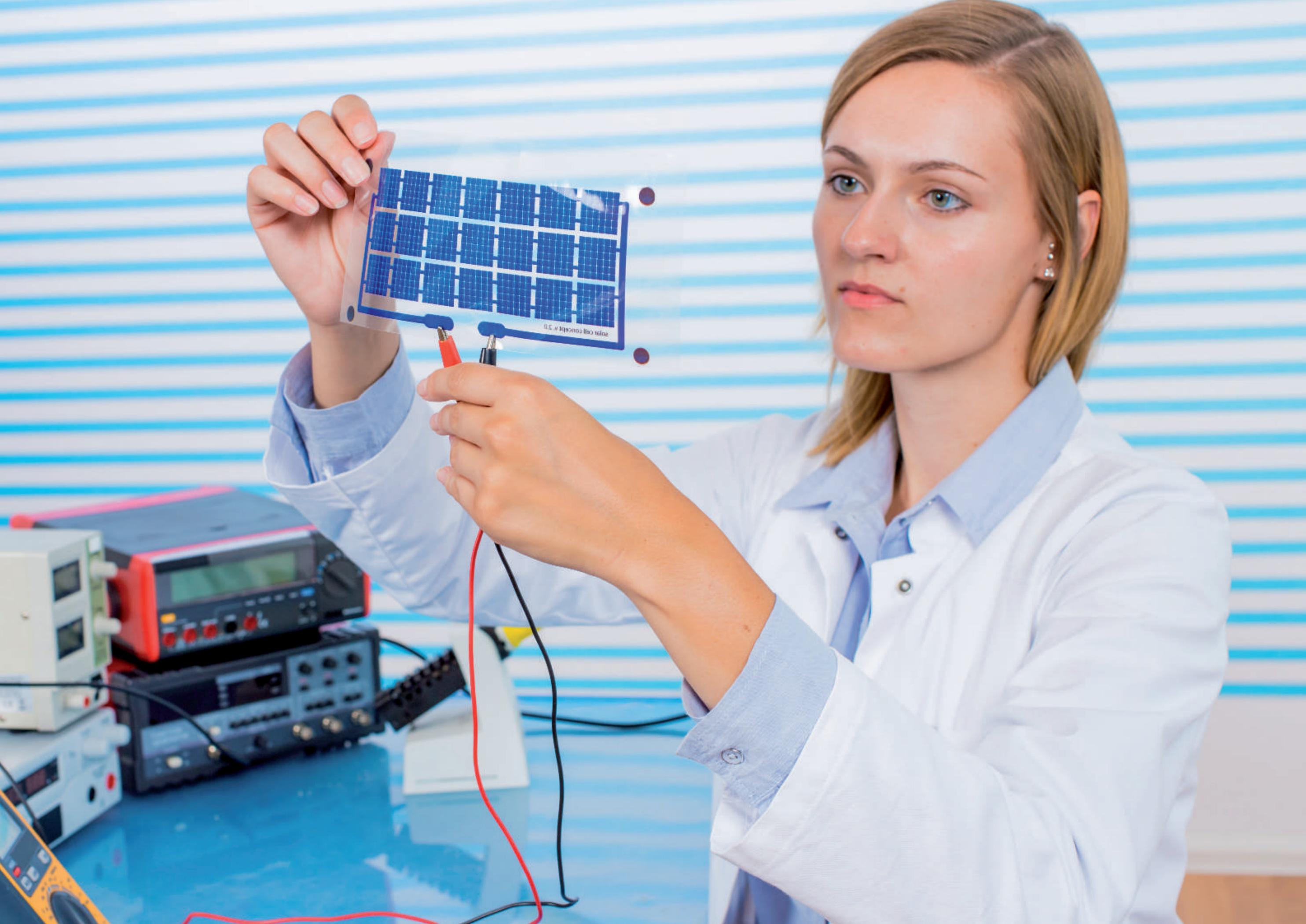
formance elevatissime e di funzionare in presenza di temperature anche elevatissime.

È in fase di realizzazione un prototipo di sensore wireless per il controllo ambientale, con modulo solare a film sottile. Il progetto ha avviato anche lo studio di nuovi inverter e sistemi di controllo per impianti fotovoltaici domestici.

Infine, per quanto concerne i sistemi software, sono stati realizzati dei prototipi di software per la gestione dell'efficienza energetica e per l'educazione all'uso efficiente delle risorse energetiche.



Prototipo di board che funge da nodo in una rete di sensori wireless. La board è equipaggiata con un mini-modulo fotovoltaico come quello mostrato a pagina 17, una batteria a film sottile, un microcontroller per il controllo completo del sistema, un radio per la trasmissione / ricezione dati verso e da un nodo concentratore. La board possiede 5 sensori (pressione, luce, temperatura, accelerometro, UV), raccoglie, e trasmette i dati dai sensori periodicamente a una stazione base collegata su un PC. La board è pensata per il controllo intelligente delle risorse energetiche in ambiente domestico e in ufficio. Il prototipo è stato realizzato da ST in collaborazione con UNICT nell'ambito del progetto Energetic



Formazione, 22 tecnologi esperti in energia e gestione industriale

Il progetto è stato coordinato dall'Università di Catania, sono stati realizzati tre percorsi per creare figure professionali con competenze differenti.

Prof.ssa Maria Grazia Grimaldi
Responsabile della formazione del progetto Energetic

Il Progetto di formazione dal titolo “**Formazione di tecnologi esperti nella progettazione e realizzazione di celle solari ed impianti di conversione e distribuzione dell’energia ad alta efficienza**” coordinato dall’Università di Catania, ha curato la formazione tecnico-scientifica di 22 tecnologi con competenze trasversali nel campo della Fisica, Chimica ed Ingegneria in grado gestire attività industriali nel campo delle energie alternative per un rapido inserimento nel mondo del lavoro.

Sono stati realizzati i tre percorsi formativi elencati di seguito allo scopo di formare figure professionali con competenze differenti in linea con le attività sviluppate nel progetto di ricerca:

- **Tecnologo esperto in materiali innovativi e tecnologie per la realizzazione di celle solari e la loro caratterizzazione.** Figura professionale obiettivo: tecnologo esperto in materiali e processi con elevate competenze scientifiche orientate all’utilizzo di tecnologie innovative.
- **Tecnologo esperto in circuiti, sistemi e reti per il fotovoltaico ad alta efficienza.** Figura professionale obiettivo tecnologo esperto delle problematiche elettriche ed elettroniche legate sia al funzionamento di un impianto fotovoltaico sia alla circuitistica ed ai sistemi di controllo per celle e pannelli fotovoltaici.
- **Tecnologo esperto dei processi di trasferimento di conoscenza e di valorizzazione della ricerca scientifica nel settore delle energie alternative.** Figura professionale obiettivo tecnologo con com-

petenze manageriali relative alla valorizzazione economica della ricerca, anche attraverso la creazione di imprese spin-off, al coordinamento di processi di trasferimento tecnologico e alla gestione dell’innovazione e della proprietà intellettuale.

Ciascun percorso, di durata 21 mesi, ha alternato contenuti teorici e pratici suddivisi in tre moduli: approfondimento conoscenze specialistiche, stages in affiancamento a personale impegnato in attività di ricerca industriale e/o sviluppo sperimentale, apprendimento in materia di programmazione, gestione strategica, valutazione e organizzazione operativa dei progetti di ricerca.

I partecipanti al corso sono stati reclutati dopo un’accurata selezione tra più di 100 giovani candidati (età massima 31 anni) laureati in Ingegneria, Fisica o Chimica e provenienti per lo più da Sicilia e Calabria. Una frazione consistente dei candidati selezionati aveva completato attività di alta formazione post laurea quali master di secondo livello o dottorato di ricerca. I corsi sono stati erogati da docenti di comprovata esperienza con attività di ricerca attinente ai temi trattati, provenienti non solo dalle Università, imprese ed enti di ricerca coinvolti nel progetto ma anche dall’estero. Gli studenti hanno partecipato con assiduità e coinvolgimento alle attività proposte. L’attività di stage ha poi permesso agli studenti di espletare attività di ricerca sia accademica che industriale avendo un riscontro immediato dei contenuti teorici sviluppati in aula.

Il progetto si è concluso nel mese di luglio quando gli studenti hanno presentato i risultati conseguiti durante l'attività di stage nel corso di un evento aperto al pubblico. In tale occasione le commissioni nominate per ogni percorso formativo hanno valutato il grado di professionalità conseguito da ciascuno attraverso la discussione dell'elaborato finale.

Il programma di formazione ha avuto il fine di qualificare tecnologicamente le professionalità indispensabili per la crescita competitiva del tessuto industriale regionale nel settore competitivo e in forte crescita del fotovoltaico. In alcuni casi i formandi sono stati assunti dalle ditte presso le quali hanno effettuato l'attività di stage.

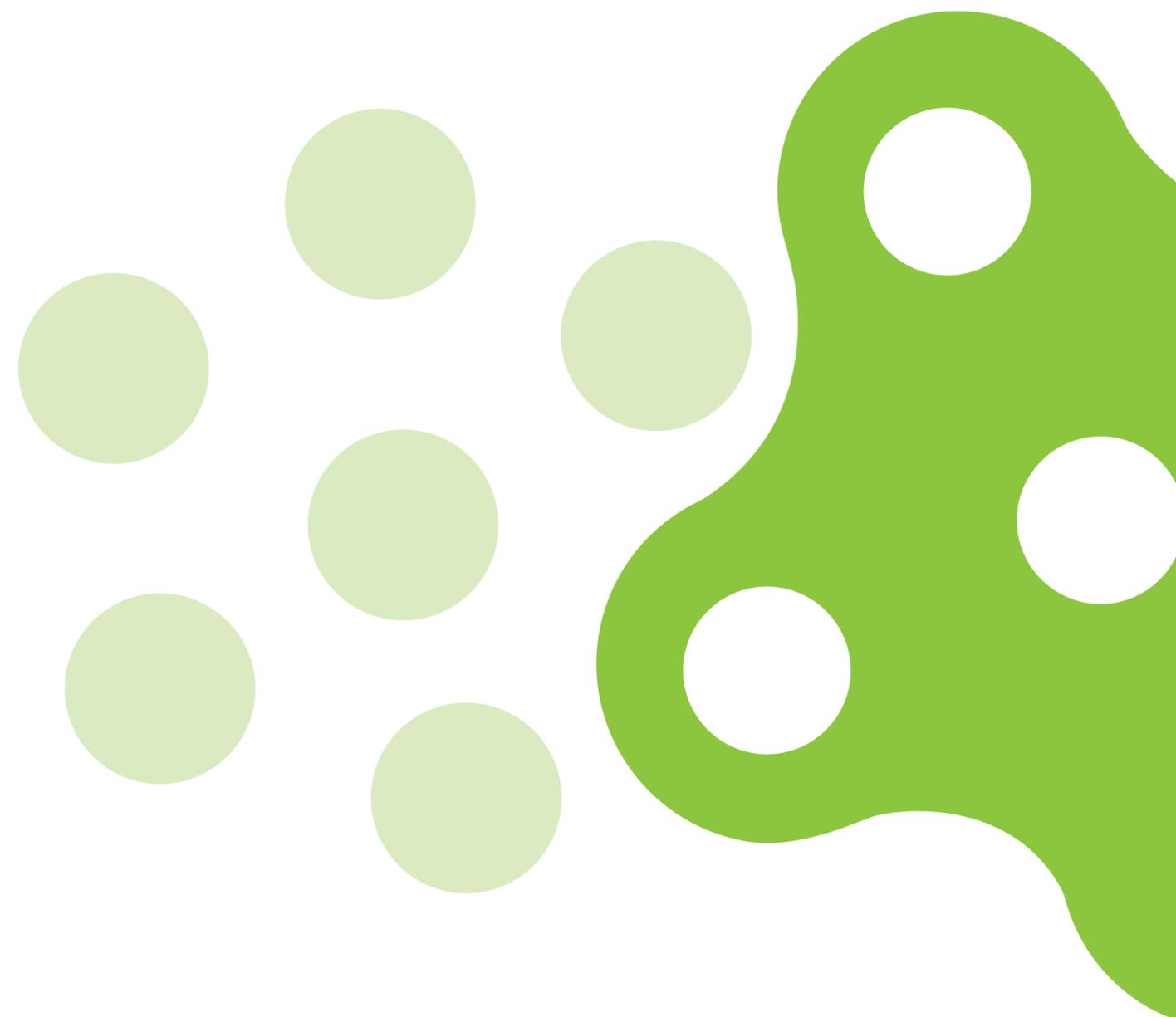
	<p>Consiglio Nazionale delle Ricerche - CNR</p> <p>Il Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR) è Ente pubblico nazionale di ricerca vigilato dal Ministro dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca (MIUR). Ha il compito di svolgere, promuovere, trasferire, valutare e valorizzare ricerche nei principali settori della conoscenza e di applicarne i risultati per lo sviluppo del Paese. La rete scientifica del CNR è composta da oltre 100 Istituti, articolati in 7 Dipartimenti, con circa 8.000 dipendenti., il più grande Ente di ricerca italiano. In ENERGETIC il CNR è presente con l'Istituto per la Microelettronica e Microsistemi (IMM), con circa 120 ricercatori, e l'Istituto per i Processi Chimico-Fisici (IPCF), con circa 60 ricercatori. Sono stati sviluppati nuovi materiali per celle solari e per transistor di potenza, in particolare: materiali per celle DSSC; Si amorfo per PECVD; Nanofili e nanodot di Si; Grafene per TCO; eterogiunzioni Si / Film Organico; Modeling; Metallizzazioni e dielettrici per ALD per transistor di potenza.</p>
	<p>Engineering Ingegneria Informatica S.p.A.</p> <p>Engineering è la prima realtà nazionale per il software e i servizi, tra i primi 10 gruppi ICT europei, 7.800 dipendenti, oltre 40 sedi distribuite in Italia e all'estero, un portafoglio ricavi nel 2014 di circa 853 milioni di Euro. Engineering opera attraverso 4 business unit - Pubblica Amministrazione e Sanità, Telco & Utilities, Industria e Servizi, Finanza - supportate dalla Direzione Ricerca & Innovazione.</p> <p>Engineering, nel settore Energy&Utilities, propone soluzioni per la gestione del Billing, Metering, Credit Management, CRM e dell'area amministrativo-logistica.</p> <p>Il team di progetto appartiene al laboratorio di Ricerca e Sviluppo (area Smart Energy Projects) e ha l'obiettivo di trovare soluzioni innovative per l'efficienza energetica nel contesto della Smart Grid.</p> <p>In Energetic Engineering ha sviluppato una piattaforma in grado di supportare applicazioni per migliorare l'energy consumption awareness dei consumatori, sia in ambiente home che in ambiente office (building/campus).</p>
	<p>INAF-OA Catania</p> <p>L'Istituto Nazionale di Astrofisica è il principale Ente di Ricerca italiano per lo studio dell'Universo. Promuove, realizza e coordina, anche nell'ambito di programmi dell'Unione Europea e di Organismi internazionali, attività di ricerca nei campi dell'astronomia e dell'astrofisica, sia in collaborazione con le Università che con altri soggetti pubblici e privati, nazionali, internazionali ed esteri. Progetta e sviluppa tecnologie innovative e strumentazione d'avanguardia per lo studio e l'esplorazione del Cosmo. Favorisce la diffusione della cultura scientifica grazie a progetti di didattica e divulgazione dell'Astronomia che si rivolgono alla Scuola e alla Società.</p> <p>L'Osservatorio Astrofisico di Catania è una delle 19 strutture sul territorio italiano dell'Istituto Nazionale di Astrofisica (INAF). Oltre che condurre importanti ricerche osservative (da Terra e dallo Spazio) e teoriche di fenomeni cosmici, l'Osservatorio Astrofisico di Catania è dotato di laboratori di ricerca scientifica e tecnologica attivi da tempo su scala nazionale ed internazionale ed in particolare dispone di un laboratorio di caratterizzazione rivelatori e microelettronica (COLD), un laboratorio ottico-meccanico ed un laboratorio per lo studio e la caratterizzazione di materiali (Laboratorio di Astrofisica Sperimentale). Il ruolo svolto all'interno del progetto ENERGETIC è rivolto principalmente alla caratterizzazione di materiali e di celle fotovoltaiche di vario tipo. Inoltre sono state condotte delle sperimentazioni con ottiche di concentrazione per aumentare l'efficienza delle stesse celle.</p>

	<p>Ita</p> <p>L'Istituto per le Tecnologie Avanzate (ITA) è un istituto di ricerca scientifica applicata no-profit; è un Consorzio privato di Enti pubblici che opera attivamente a Trapani dal 2007.</p> <p>La sua attività riguarda lo sviluppo di tecnologie e prototipi da trasferire alle imprese che intendono incrementare il valore aggiunto dei loro processi e prodotti utilizzando le micro e nano tecnologie. Anche le collaborazioni con altri Istituti di ricerca riguardano sperimentazione finalizzata ad applicazioni tecnologiche.</p> <p>I laboratori di ITA sono dotati di apparecchiature all'avanguardia impiegate per sintesi, e caratterizzazione di micro e nano materiali e realizzazione di micro e nano sistemi.</p> <p>Nel progetto ENERGETIC, ITA ha svolto ricerca sull'immagazzinamento di idrogeno in stato solido, contribuendo allo sviluppo di nuovi nanomateriali (RHCs e sistemi a base polimerica) e tramite la realizzazione di un prototipo di serbatoio di idrogeno e la messa a punto di un sistema di verifica dei serbatoi.</p>
	<p>Gruppo Italtel</p> <p>Italtel è un player di primo piano nel mercato delle telecomunicazioni, progetta, sviluppa e realizza soluzioni per reti e servizi di telecomunicazione di nuova generazione, basati su protocollo IP, completate da servizi professionali di supporto all'operatività delle reti e da prodotti e soluzioni IT d'avanguardia.</p> <p>Le linee di ricerca nell'ambito del progetto Energetic riguardano i temi dell'energia e rientrano nel quadro delle attività di strategia ed innovazione portate avanti da Italtel nell'ultimo periodo. Lo studio delle tematiche dell'efficienza energetica ha offerto l'opportunità di sviluppare una serie di modelli per il monitoraggio ambientale e la gestione di servizi che consentono di creare nuove competenze, di guadagnare competitività con futuri prodotti e nuove opportunità di mercato nel settore energetico.</p> <p>La realizzazione del prototipo di una piattaforma tecnologica aperta e flessibile di Energy and Building Management costituisce un asset importante per Italtel.</p>
	<p>STMicroelectronics</p> <p>STMicroelectronics è fra le maggiori società di semiconduttori al mondo con ricavi netti per 7,4 miliardi di dollari nel 2014. ST offre uno dei portafogli prodotti più ampi del settore e fornisce ai clienti soluzioni innovative basate sui semiconduttori all'interno di un ampio spettro di applicazioni elettroniche, avvalendosi della propria vasta gamma di tecnologie, dell'esperienza nella progettazione e della combinazione di proprietà intellettuale, partnership strategiche e forte capacità manifatturiera.</p> <p>Il sito di Catania ospita linee pilota e laboratori per lo svolgimento della ricerca.</p> <p>Progetto ENERGETIC</p> <p>Le attività del Socio STMicroelectronics S.r.l. si sono focalizzate sull'energia: fotovoltaico, transistor di potenza e sistemi hardware per l'efficienza energetica.</p> <p>Risultati scientifici</p> <p>Sono state realizzate celle c-Si per sistemi a concentrazione. Tre diversi prototipi di transistor: dispositivi Multi-Drain per alta tensione, dispositivi splitted gate per bassa tensione, dispositivi IGBT innovativi; e un diodo ad altissima tensione di breakdown in SiC. E' stato infine realizzato un dimostratore di sistema a basso consumo energetico che integra sensori per il monitoraggio di parametri ambientali.</p>

	<p>Università degli Studi di Catania</p> <p>L'Università degli Studi di Catania (UNICT) sviluppa istituzionalmente didattica e ricerca in forte collaborazione e sinergia con Enti Pubblici ed Aziende sul territorio siciliano, promuovendo il trasferimento tecnologico e la valorizzazione di risultati di ricerca di base ed applicata, nonché delle risorse umane sviluppate mediante l'ampia offerta didattica di corsi di Laurea Triennali e Magistrali, Master e Dottorati nei principali settori della conoscenza, al fine di contribuire allo sviluppo globale del Paese. L'Università degli Studi di Catania è organizzata in 18 Dipartimenti e due scuole a fini speciali, con circa 1.300 docenti e ricercatori attivi e un numero comparabile di funzionari amministrativi e tecnici. All'interno del Progetto Energetic l'Università di Catania ha sviluppato un massiccio impegno, coinvolgendo 20 Unità Operative nelle attività di ricerca di tre linee previste dal Progetto, rispettivamente: "Tecnologie innovative per la generazione dell'energia per via fotovoltaica", "Nuovi processi ed architetture per Transistor di potenza, adoperati pervasivamente in applicazioni in cui l'efficienza energetica è cruciale" e "Sistemi hardware per l'efficienza energetica".</p> <p>L'Università di Catania ha quindi fornito per la prima linea di ricerca, focalizzata su nuovi materiali e dispositivi e sulle tecnologie abilitanti per la generazione dell'energia per via fotovoltaica, contributi multidisciplinari relativi alle metodologie per implementare l'efficienza di celle solari di terza generazione a film sottile basate su Silicio e di celle di terza generazione basate su Etero strutture Film Organico/Silicio. Una intensa attività è stata dedicata allo sperimentazione di nuovi materiali, eventualmente nano strutturati, con proprietà chimico-fisiche ottimizzate per la realizzazione di celle solari di nuova generazione. I differenti approcci sono stati confrontati sulla base del rendimento misurato su dispositivi prototipo.</p> <p>Il contributo alle altre due linee di ricerca deriva soprattutto dalla componente ingegneristica. L'Università di Catania ha contribuito alla progettazione, sintesi e test di dispositivi MOSFET con diverse architetture e di dispositivi a barriera Schottky a base di SiC per la realizzazione di convertitori ed inverter trifase. Il contributo relativo all'efficienza energetica ha riguardato la realizzazione di dispositivi di controllo e del software di gestione dei sistemi di produzione energia. L'Università di Catania ha gestito il progetto di Formazione tecnico-scientifica e manageriale di 22 tecnologi esperti in diverse aree attinenti le micro e nano tecnologie abilitanti per il settore "energetico".</p>
---	---

I PARTNER

 <p>UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MESSINA</p>	<p>Università degli studi di Messina</p> <p>L'Università degli studi di Messina è impegnato in ricerca, studio e formazione accademica nell'ambito dell'energia, sotto diversi profili, con alcuni suoi Dipartimenti. In particolare il DIECI con la sua struttura operativa è centro di ricerca sulla catalisi e lo studio di materiali nanostrutturati per applicazioni energetiche.</p> <p>Nell'ambito del progetto Energetic UniME è stata impegnata in un primo obiettivo realizzativo nello sviluppo di nuove metodologie per la preparazione di film sottili tipo CIS/CIGS per la preparazione di celle solari su substrati flessibili: sono state sintetizzate dispersioni omogenee di nanocristalli di calcogenuri di Rame-Indio-Gallio-Selenio, utilizzate per la preparazione di inchiostri per la realizzazione dello strato attivo assorbitore di celle TFSC a basso costo e fattori di utilizzo dei materiali superiori al 90%.</p> <p>La processabilità in soluzione delle tecniche utilizzate e la possibilità di sintesi su larga scala aprono promettenti prospettive per la produzione di dispositivi fotovoltaici più economici ed efficienti.</p> <p>In un secondo obiettivo realizzativo il Dipartimento DIECI è stato impegnato nello sviluppo di celle per deposizione elettrochimica contribuendo con la propria attività alla realizzazione di nuovi materiali elettrodici, in grado di migliorare le performance di cella assicurando, da un lato, una migliore interazione colorante-substrato, dall'altro, una migliore mobilità elettronica.</p>
 <p>UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PALERMO</p>	<p>Università degli Studi di Palermo</p> <p>L'Università di Palermo ha partecipato al Progetto ENERGETIC attraverso il Dipartimento di Ingegneria Chimica, Gestionale, Informatica, Meccanica (DICGIM), il Dipartimento dell'Energia, Ingegneria dell'Informazione, dei Modelli Matematici (DEIM), ed il Dipartimento di Fisica e Chimica.</p> <p>L'attività di ricerca e sviluppo incardinata presso il DICGIM (Laboratorio di Chimica Fisica Applicata) ha riguardato la fabbricazione per via elettrochimica di strutture bi- e monodimensionali di CIS (Cu, In, S/Se) e di CZTS (Cu, Zn, Sn, S/Se)</p> <p>L'innovazione tecnologica conseguita consiste nell'aver individuato un processo elettrochimico di sintesi di composti fotoattivi per la conversione dell'energia solare come possibile alternativa al Silicio. L'attuale tecnologia per la produzione di CIS e CZTS è basata su processi di deposizione sotto vuoto, seguiti da trattamenti termici in opportune atmosfere, per cui la fabbricazione di questi composti risulta costosa e difficile da controllare, laddove il processo elettrochimico è invece economico e facile da condurre.</p> <p>La sfida affrontata nel corso dell'attività è stata quella di elettrodeporre composti multielemento partendo da precursori distinti per ogni elemento. In particolare, avendo ciascun elemento potenziali termodinamici di deposizione molto differenti, si è dovuto operare su differenti parametri, quali composizione della soluzione, temperatura e tempo di deposizione.</p> <p>L'attività è stata coronata da successo, tanto è vero che proseguirà anche dopo la conclusione del progetto ENERGETIC, allo scopo di ingegnerizzare il processo a scala di laboratorio. Questo aspetto non lo si è potuto curare nel corso del progetto data la complessità del tema che ha richiesto parecchio lavoro per risolvere prioritariamente alcune specifiche difficoltà quali la rimozione di fasi secondarie che inevitabilmente si formano durante la deposizione elettrochimica, da cui il successo dell'attività.</p>





PROGETTO ENERGETIC

Tecnologie per l'energia e l'efficienza energetica

info:

Distretto Tecnologico Sicilia Micro e Nano Sistemi S.c.a.r.l.

Ottava Strada, 5 - Zona Industriale

95121 Catania

Tel: 095 5968 261

Fax: 095 5968 312

info@distrettomicronano.it

www.distrettomicronano.it



investiamo nel vostro futuro

Distretto Tecnologico Sicilia Micro e Nano Sistemi S.c.a.r.l. - Ottava Strada, 5 - Zona Industriale – 95121 Catania
Tel: 095 5968 261 - Fax: 095 5968 312 - info@distrettomiconano.it - www.distrettomiconano.it