



Ricerca di Sistema elettrico

## Diffusione dei risultati secondo anno

P. Delli Veneri, G. Adinolfi, F. Roca, E. Terzini, A. Scognamiglio

## DIFFUSIONE DEI RISULTATI SECONDO ANNO

P. Delli Veneri, G. Adinolfi, F. Roca, E. Terzini, A. Scognamiglio

Aprile 2021

### Report Ricerca di Sistema Elettrico

Accordo di Programma Ministero dello Sviluppo Economico - ENEA

Piano Triennale di Realizzazione 2019-2021 - II annualità

Obiettivo: *Tecnologie*

Progetto: 1.1 Fotovoltaico ad alta efficienza

Work package: Fotovoltaico piano

Linea di attività: LA2.28 Diffusione dei risultati secondo anno

Responsabile del Progetto: Paola Delli Veneri ENEA

Responsabile del Work package: Paola Delli Veneri ENEA

## Indice

SOMMARIO.....	4
1 INTRODUZIONE.....	5
2 DESCRIZIONE DELLE ATTIVITÀ SVOLTE E RISULTATI.....	5
2.1 ATTIVITÀ SVOLTE NEL “PHOTOVOLTAIC POWER SYSTEMS PROGRAMME” DELLA IEA.....	5
2.2 PUBBLICAZIONI SU RIVISTA, PROCEEDING DI CONFERENZE.....	7
2.3 PRESENTAZIONI A CONVEGNI.....	9
2.4 ORGANIZZAZIONE DI EVENTI, SEMINARI, PARTECIPAZIONI A COMITATI DI CONFERENZE E ALLA RETE DI RICERCA SUL FV.....	10
2.5 RETE NAZIONALE DI RICERCA SUL FV.....	10
3 CONCLUSIONI.....	11

## Sommario

Le attività di diffusione dei risultati per la seconda annualità del PTR 2019-21, sebbene condizionate dall'impossibilità di partecipare ad eventi in presenza a causa della pandemia, sono state svolte attraverso la presentazione dei risultati in conferenze on-line, workshop e tramite pubblicazioni su riviste internazionali con l'obiettivo di dare visibilità ai risultati della ricerca verso un'ampia platea. Durante questo periodo si è imparato a rendere più efficace la comunicazione "virtuale" che in linea di principio consente di collegare in maniera agevole persone in ogni parte del mondo e sono state avviati vari tavoli di discussione con possibili stakeholder interessati alle ricerche condotte nel progetto.

Anche la partecipazione italiana ai lavori dell'Implementing Agreement "Photovoltaic Power System" della International Energy Agency (IEA) sono continuate con incontri virtuali utili al prosieguo delle attività che hanno lo scopo di discutere le tematiche rilevanti che possono limitare/favorire la penetrazione del fotovoltaico e di rendere, poi, disponibili e pubblici i risultati degli studi condotti in questo ambito. Si è, infine, partecipato attivamente alle attività che coinvolgono la rete nazionale della ricerca ed innovazione sul fotovoltaico che ha l'obiettivo di coordinare le azioni di Enti di ricerca e Università per rendere efficace i risultati della ricerca stessa, favorendo un collegamento con le industrie nazionali al fine di promuovere ricadute sul settore produttivo nazionale.

## 1 Introduzione

La diffusione dei risultati delle attività svolte nel corso del 2020 relativamente al progetto 1.1 “Fotovoltaico ad alta efficienza” – Piano Triennale di Realizzazione 2019-2021 della Ricerca di Sistema Elettrico è stata svolta utilizzando differenti canali in modo da ampliare al massimo la platea di riferimento.

La promozione delle attività nel settore di appartenenza è stata effettuata utilizzando i tipici canali quali conferenze tematiche, che si sono svolte on-line a causa della pandemia, riviste specializzate nazionali ed internazionali, preparazione di report specifici per le differenti linee di attività oggetto delle ricerche svolte nel corso del 2020. Anche le collaborazioni con le differenti università, sancite dagli accordi di ricerca, consentono di favorire la creazione di una rete di collaborazioni a livello nazionale. Tali collaborazioni da un lato contribuiscono ad incrementare l’impatto del progetto e dall’altro stabiliscono ulteriori canali di comunicazione capillare sul territorio nazionale e nel contesto internazionale della ricerca. In questa ottica ENEA ha promosso e partecipa attivamente all’iniziativa sulla creazione di una rete nazionale della ricerca ed innovazione sul fotovoltaico che ha l’obiettivo di coordinare le azioni di Enti di ricerca e Università per rendere efficace i risultati della ricerca stessa, favorendo un collegamento con le industrie nazionali al fine di promuovere ricadute sul settore produttivo nazionale.

Inoltre è stata garantita la partecipazione italiana all’Implementing Agreement “Photovoltaic Power System” della IEA che ha il ruolo di favorire la penetrazione del fotovoltaico nel processo di transizione verso sistemi sostenibili per la produzione di elettricità. Le attività promosse dalla IEA possono così contribuire a rendere più efficaci le ricerche condotte nel settore fotovoltaico.

In questo rapporto viene, quindi, descritto il lavoro svolto sulla diffusione dei risultati e sulle attività di collaborazione internazionali. Le attività sono state incentrate su tre punti: 1) partecipazione al programma della IEA - *Photovoltaic Power Systems Programme*; 2) pubblicazioni su rivista e proceedings di conferenza; 3) partecipazioni a conferenze e convegni nazionali ed internazionali; 4) organizzazione di eventi/seminari/workshop e 5) partecipazione alle attività della rete italiana della ricerca FV.

## 2 Descrizione delle attività svolte e risultati

### 2.1 Attività svolte nel “Photovoltaic Power Systems Programme” della IEA

Le attività su cui è coinvolta ENEA nell’ambito del Photovoltaic Power Systems Programme (PVPS) della IEA sono: Task 1 - “Strategic PV Analysis & Outreach” - le cui attività intendono contribuire alla riduzione dei costi delle applicazioni di energia fotovoltaica, ad aumentare la consapevolezza del potenziale e del valore dei sistemi di energia fotovoltaica, a favorire la rimozione di barriere sia tecniche che non tecniche e migliorare la cooperazione tecnologica; Task 14 - “High Penetration of PV Systems in Electricity Grids” – con l’obiettivo principale di promuovere l’uso del fotovoltaico connesso alla rete come fonte importante nei sistemi di energia elettrica ad alto livello di penetrazione; Task 15 - “Enabling framework for BIPV acceleration” - dedicato al tema dell’integrazione del fotovoltaico negli edifici (BIPV) (task in conclusione nel 2019); Task 18 - “Off-Grid and Edge-of-Grid Photovoltaic Systems” – che affronta le problematiche delle aree Off-grid, cioè lontane dalla rete elettrica principale e di quelle Edge-of-grid in cui la rete elettrica principale può essere instabile o non adatta allo scopo, situazioni per le quali il fotovoltaico può servire come soluzione.

Nell’ambito del task 14, ENEA è stata impegnata nella stesura del documento “Data Model for PV Systems: Data Model and Data Acquisition for PV registration schemes and grid connection evaluations – Best Practice and Recommendations”

Tale pubblicazione ha avuto come obiettivo quello di fornire una descrizione completa delle modalità adottate, nei diversi Paesi, per la raccolta dei dati delle installazioni fotovoltaiche, l’identificazione di parametri significativi e l’elaborazione dei corrispondenti database.

In particolare, il contributo inerente i database degli impianti fotovoltaici installati in Italia è stato elaborato congiuntamente dagli esperti italiani del Task 14 (Graditi Giorgio, Adinolfi Giovanna) e dall'esperta italiana del Task 1 (Francesca Tilli –GSE).

Durante il mese di giugno 2020, a causa della situazione pandemica, il meeting annuale è stato organizzato online. Nel corso della riunione, i partecipanti hanno affrontato i seguenti temi: pianificazione e operatività delle reti di trasmissione e distribuzione con introduzione di rinnovabili, stabilità di rete e resilienza; introduzione di generatori fotovoltaici in micro-reti; funzionamento congiunto dei generatori fotovoltaici e sistemi di accumulo di energia elettrica. Gli esperti del Task 14 hanno concordato, durante il meeting, di produrre, in maniera congiunta, un manoscritto da presentare alla "Photovoltaic Specialist Conference PVSC-47" sulla tematica dell'autoconsumo dell'energia prodotta da impianti fotovoltaici e utilizzata in contesti residenziali. In dettaglio, nel lavoro "Self-consumption of electricity produced with photovoltaic systems in apartment buildings - Update of the situation in various IEA PVPS countries" sono stati presentati e commentati i dati dell'energia prodotta da fotovoltaico nei diversi Paesi IEA e autoconsumata localmente da utenti residenziali. Nel lavoro gli esperti del Task 14 hanno sottolineato che l'aumento dell'autoconsumo di elettricità ottenuto mediante tecnologie fotovoltaiche può aiutare ad accelerare la transizione verso un sistema elettrico decarbonizzato. È chiaro che un simile paradigma energetico può diffondersi laddove si sviluppino condizioni normative e mercati appropriati in modo da fornire vantaggi economici ai gestori degli impianti fotovoltaici residenziali.

I membri del task 14 hanno, inoltre, iniziato, nel 2020 la stesura del report "PV as an ancillary service provider - Laboratory and field experiences from different IEA PVPS countries" in cui vengono analizzate le funzionalità dell'inverter fotovoltaico per la fornitura di servizi alla rete elettrica come il controllo della frequenza e della tensione, la regolazione della potenza attiva, reattiva, etc. Tale report sarà pubblicato entro l'anno 2021.

Lo scopo del task 15, "Enabling Framework for the Development of BIPV", è la creazione di un contesto adatto all'accelerazione della penetrazione dei prodotti per l'integrazione del fotovoltaico in architettura nel mercato globale delle rinnovabili. Il riferimento è a questioni normative, estetiche, di affidabilità, ed economiche, negli ambiti sia dei componenti per l'integrazione vera e propria (ex novo) che per la sovrapposizione (retrofit).

In questo ambito l'attività è consistita nella partecipazione alle riunioni e nell'elaborazione di contenuti specifici. Relativamente alle riunioni è stata garantita la partecipazione ai meeting di progetto (30 ottobre-3 novembre 2020 e 20-22 aprile 2021), ed ai meeting specifici delle subtask STB-Cross sectional analysis: learning from existing BIPV installations e STC BIPV guidelines.

Nell'ambito del STB, che mette a punto una matrice multifunzionale di valutazione delle prestazioni dei sistemi BIPV, il contributo specifico ha riguardato l'elaborazione dei parametri legati agli aspetti visivi da integrare in un report e nella elaborazione di appropriate categorie descrittive per il report BIPV Categorization of BIPV applications.

Le attività dei vari task vengono coordinate dal Comitato Esecutivo (ExCo) del Technology Collaboration Programmes (TCP) IEA-PVPS che si incontra due volte l'anno e ha lo scopo di verificare lo stato di avanzamento dei lavori dei vari TASK che, attraverso la presenza di esperti delle varie nazioni partecipanti, curano la stesura di documenti e report tecnici su temi specifici di interesse fotovoltaico.

Nel 2020 il TCP IEA- PVPS ha organizzato 2 meeting dell'Executive committee, 55° ed il 56° meeting, entrambi tenuti in modalità virtuale, a cui hanno partecipato due rappresentanti italiani, Ezio Terzini di ENEA e S. Guastella di RSE.

Nonostante la crisi pandemica, in entrambi gli ExCo meeting è stata messa in evidenza la resilienza dello sviluppo e della penetrazione delle rinnovabili nel mercato elettrico, sempre maggiormente guidati dalla forte competitività del fotovoltaico. Il fotovoltaico è infatti risultato uno dei principali pilastri strategici per gli obiettivi di decarbonizzazione in quasi tutti gli stati membri IEA e si conferma tale anche per gli indirizzi di politica energetica italiana al 2030 e oltre. A tal fine è stato quindi basilare alimentare l'avanzamento tecnologico del fotovoltaico e lo sviluppo dei settori specifici che il TCP sul fotovoltaico concretizza attraverso

obiettivi ed attività condotte in nove task tecniche specifiche. Come Italia abbiamo confermato il grande impegno sul fotovoltaico coordinando e garantendo il contributo di ricercatori ed esperti nelle suddette Task del PVPS e inserendone di nuovi.

In particolare l'ENEA ha formalizzato l'inserimento di 2 ricercatori nella Task 1 (sviluppo del mercato e delle imprese e supporto e politiche di R&D) e sulla task 12 (sostenibilità del fotovoltaico).

A questi nuovi inserimenti si accompagna la buona qualità di presenza italiana nelle Task 13, 15 e 16 i cui sviluppi offrono strumenti ed analisi per tutti gli altri stakeholder del settore, utili al raggiungimento degli obiettivi fissati nel PNIEC.

Nel corso del 2020 sono state garantite le presenze a 5 webinar e sono stati esaminati ed approvati 7 report tecnici delle task 12, 16, 14, 15 e 13, poi pubblicati a cura dell'IEA-PVPS.

E' stato inoltre presentato e poi pubblicato il report annuale delle attività italiane dando grande risalto allo stato di sviluppo delle tecnologie fotovoltaiche sostenute dai fondi della Ricerca di Sistema Elettrico (AdP Mise-ENEA) che, oggi, consente ai laboratori ENEA di presentare risultati internazionali di indubbio rilievo.

## 2.2 Pubblicazioni su rivista, proceeding di conferenze

Nel seguito viene riportato l'elenco delle pubblicazioni su rivista o i proceedings di conferenza che descrivono alcuni dei più rilevanti risultati ottenuti da ENEA e dai co-beneficiari:

1. Agresti, B. Berionni Berna, S. Pescetelli, A. Catini, F. Menchini, C. Di Natale, R. Paolesse, and A. Di Carlo, "Copper-Based Corrole as Thermally Stable Hole Transporting Material for Perovskite Photovoltaics", *Advanced Functional Materials*, p. 2003790, 2020.
2. Yaghoobi Nia, N.; Bonomo, M.; Zendehtdel, M.; Lamanna, E.; Desoky, M. M. H.; Paci, B.; Zurlo, F.; Generosi, A.; Barolo, C.; Viscardi, G.; Quagliotto, P.; Di Carlo, A., Impact of P3HT Regioregularity and Molecular Weight on the Efficiency and Stability of Perovskite Solar Cells. *ACS Sustainable Chem. Eng.* 2021, 9 (14), 5061-5073. Published: April 1, 2021
3. Inga Ermanova, Narges Yaghoobi Nia, Enrico Lamanna, Elisabetta Di Bartolomeo, Evgeny Kolesnikov, Lev Luchnikov and Aldo Di Carlo, "Crystal Engineering Approach for Fabrication of Inverted Perovskite Solar Cell in Ambient Conditions", *Energies* 2021, 14, 1751.
4. Shiva Navazani, Narges Yaghoobi Nia, Mahmoud Zendehtdel, Ali Shokuhfar, Aldo Di Carlo "Fabrication of high efficiency, low-temperature planar perovskite solar cells via scalable double-step crystal engineering deposition method fully out of glove box" *Solar Energy* 206 (2020) 181–187
5. Valerio Campanari, Massimiliano Lucci, Luigi Angelo Castriotta, Barbara Paci, Amanda Generosi, Marco Guaragno, Roberto Francini, Matteo Cirillo, and Aldo Di Carlo "Metal-semiconductor transition in thin film MAPbI<sub>3</sub> perovskite" *Appl. Phys. Lett.* 117, 261901 (2020)
6. Francesca De Rossi, Giacomo Renno, Babak Taheri, Narges Yaghoobi Nia, Viktoria Ilieva, Andrea Fin, Aldo Di Carlo, Matteo Bonomo, Claudia Barolo, Francesca Brunetti "Modified P3HT materials as hole transport layers for flexible perovskite solar cells", *Journal of Power Sources* 494 (2021) 229735
7. Neda Irannejad, Narges Yaghoobi Nia, Siavash Adhami, Enrico Lamanna, Behzad Rezaei, and Aldo Di Carlo Polymer/Inorganic Hole Transport Layer for Low-Temperature-Processed Perovskite Solar Cells, *Energies* 2020, 13, 2059
8. Narges Yaghoobi Nia, Fabrizio Giordano, Mahmoud Zendehtdel, Lucio Cinà, Alessandro Lorenzo Palma, Pier Gianni Medaglia, Shaik Mohammed Zakeeruddin, Michael Graetzel, Aldo Di Carlo Solution-based

heteroepitaxial growth of stable mixed cation/anion hybrid perovskite thin film under ambient condition via a scalable crystal engineering approach, *Nano Energy* 69 (2020) 104441.

9. Adriana Pecoraro, Antonella De Maria, Paola Delli Veneri, Michele Pavone and Ana B. Muñoz-García, Interfacial electronic features in methyl-ammonium lead iodide and p-type oxide heterostructures: new insights for inverted perovskite solar cells, *Physical Chemistry Chemical Physics*, Volume 22, Issue 48, Pages 28401 - 28413
10. Eugenia Bobeico, Lucia V. Mercaldo, Pasquale Morvillo, Iurie Usatii, Marco Della Noce, Laura Lancellotti, Carmen Sasso, Rosa Ricciardi and Paola Delli Veneri, Evaporated MoOx as General Back-Side Hole Collector for Solar Cells, *Coatings* 2020, 10, 763; doi:10.3390/coatings10080763.
11. Ilaria Matacena, Laura Lancellotti, Nicola Lisi, Paola Delli Veneri, Pierluigi Guerriero and Santolo Daliento, Impedance Spectroscopy for the Characterization of the All-Carbon Graphene-Based Solar Cell, *Energies* 2020, 13, 1908; doi:10.3390/en13081908.
12. L. Lancellotti L., E. Bobeico, M. Della Noce, L. V. Mercaldo, I. Usatii, P. Delli Veneri, G. V. Bianco, A. Sacchetti, G. Bruno G., Graphene as non conventional transparent conductive electrode in silicon heterojunction solar cells, *Applied Surface Science*, Volume 52530 (2020) Article number 146443.
13. L. Martini, L. Serenelli, F. Menchini, M. Izzi, M. Tucci, Silicon heterojunction solar cells toward higher fill factor, *Progress in Photovoltaics: Research and Applications* Volume 28, Issue 4, Pages 307 - 3201 April 2020
14. E. Lamanna, F. Matteocci, E. Calabro, L. Serenelli, E. Salza, L. Martini, F. Menchini, M. Izzi, A. Agresti, S. Pescetelli, S. Bellani, A. E. Del Rio Castillo, F. Bonaccorso, M. Tucci, A. Di Carlo, Mechanically Stacked, Two-Terminal Graphene-Based Perovskite/Silicon Tandem Solar Cell with Efficiency over 26%, *Joule*, vol 4 (4), 2020, 865-881.
15. G. Tseberlidis, A. H. Husien, S. Riva, L. Frioni, A. Le Donne, M. Acciarri, S. Binetti. Semi-transparent Cu<sub>2</sub>ZnSnS<sub>4</sub> solar cells by drop-casting of sol-gel ink *Solar Energy* 2021, 224, 134–141.
16. M Congiu, M Bonomo, D. di Girolamo, C. F. O. Graeff, C. Malerba, M. Valentini, A. Mittiga, D. Dini, Towards an ink-based method for the deposition of ZnxCd1-xS buffer layers in CZTS solar cells, *Journal of Materials Science: Materials in Electronics*, volume 31, (2020) p. 2575–2582
17. A. Jager-Waldau, G. Adinolfi, A. Batlle, M. Braun, C. Bucher, A. Detollenaere, K.H.B. Frederiksen, G. Graditi, R.G. Lemus, J. Lindahl, G. Heilscher, M. Kraiczky, Self-consumption of electricity produced with photovoltaic systems in apartment buildings - Update of the situation in various IEA PVPS countries, *Conference Record of the 47th IEEE Photovoltaic Specialists Conference*, 2020, Pages 0938 - 095014 Article number 9300442.
18. A. Scognamiglio, L. V. Mercaldo, M. Della Noce, M. Ferrara, P. Delli Veneri, C. Toledo Arias, F. Carteni, F. Giannino, M. Zotti, N. Salvatori and S. Mazzoleni, "Re-Uniting Photosynthesis and Photovoltaics: Design for Architectural Greenhouses," *Proceedings 37th European Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition*, pp. 1972 - 1974, 2020.

Infine, sono state diffuse a mezzo stampa nazionale alcuni dei risultati e delle attività svolte nel progetto. In particolare su "La Repubblica" l'8 marzo 2021 è stato pubblicato un articolo che descriveva i risultati ottenuti sullo sviluppo di celle in perovskite presso i laboratori del centro dell'ENEA di Portici, evidenziando anche i principali obiettivi del progetto. La notizia è stata rilanciata su svariate altre testate tra cui vale la pena citare *Avvenire*, *Messaggero* e *Sole 24 Ore*. In tutte le occasioni si è fatto diretto riferimento al progetto e alle importanti infrastrutture che sono state realizzate nei differenti laboratori grazie ai fondi della Ricerca di Sistema, mettendo in evidenza come in questo modo è stato possibile realizzare una rete di eccellenza sullo sviluppo del fotovoltaico ad alta efficienza costituita da ENEA e da tutti i co-beneficiari coinvolti.

### 2.3 Presentazioni a convegni

Nel seguito vengono riportati i dettagli dei lavori presentati a diverse conferenze e convegni Nazionali ed internazionali.

1. Narges Yaghoobi Nia, Mahmoud Zendeheel, Luigi Angelo Catriotta, Zhaoxiang Zheng, Aldo Di Carlo, Boosting Efficiency and Thermal stability of Large Area Perovskite Solar Modules Beyond 16.5%: The case of Polymeric and Small Molecule Hole Transport Layer, International Conference on Perovskite Solar Cells, Photonics and Optoelectronics (NIPHO20) from 23<sup>rd</sup> to 25<sup>th</sup> of February 2020, Siviglia (Spagna), oral communication.
2. Yaghoobi Nia, N.; Desoky M.M.H.; Zendeheel M.; Lamanna, E.; Quagliotto, P.; Paci, B.; Zurlo, F.; Bonomo, M.; Barolo, C.; Viscardi, G.; Di Carlo, A. The effect of Regioregularity and Molecular Weight tuning of P3HT Hole transporting Layer in Perovskite Solar Cells, HOP 2020, 26-29 Maggio 2020, online conference, poster communication.
3. Desoky, M.M.H.; Yaghoobi Nia, N.; Bonomo, M.; Lamanna, E.; Ferraro, G.; Barolo, C.; Viscardi, G.; Quagliotto, P.; Di Carlo, A. Synthesis and characterization of phenothiazine-based transparent polymers as HTMs for perovskite solar cells, OrgMatPerPV21, 29-30 Aprile 2021, online conference, oral communication, best oral communication prize.
4. F. Menchini, L. Serenelli, S. Rakhshani, L. Martini, A. Latini, G. de Cesare, D. Caputo, E. Salza, G. Stracci, M. Izzi, M. Tucci, Lithium-doped nickel oxide as hole transport layer for heterostructure solar cells, – European Photovoltaics Solar energy Conference 2020, online conference, poster communication.
5. Eugenia Bobeico, Marco Della Noce, Laura Lancellotti, Iurie Usatii, Lucia V. Mercaldo, Paola Delli Veneri, Rear-emitter Si heterojunction solar cells with front n-type SiO<sub>x</sub> electron collector and back MoO<sub>x</sub> hole collector, European Photovoltaics Solar energy Conference 2020, online conference, poster communication.
6. L. Serenelli, L. Martini, F. Menchini, M. Izzi, G. de Cesare, G. Condorelli, C. Gerardi, D. Muñoz and M. Tucci, Selective Contacts and Fill Factor Limitations in Heterojunction Solar Cells, European Photovoltaics Solar energy Conference 2020, online conference, oral communication.
7. M. Valentini, C. Malerba, F. Menchini, E. Salza and A. Mittiga., Transparent back contact for CZTS/Si tandem cells based on sputtered MoS<sub>2</sub>, 11th Kesterite Workshop (online) 2020, Poster communication.

## 2.4 Organizzazione di eventi, seminari e partecipazione a comitati di conferenze

L'ENEA è coinvolta nell'organizzazione della conferenza annuale European Photovoltaic Solar Energy Conference. In particolare Alessandra Scognamiglio è topic organizer del topic "PV on/in Buildings, Infrastructure, Landscape, Water and Nature, Paola Delli Veneri e Franco Roca sono stati membri dello Scientific Committee delle sessioni rispettivamente "Thin Film and Foil-Based Si Cells" e "New Materials and Concept for Cells and Modules", svolgendo il ruolo di Chairperson per sessioni orali relative ai differenti topic. Alessandra Scognamiglio per ENEA ha curato, inoltre, l'organizzazione dell'evento "Photovoltaics | Forms | Landscapes" con il supporto del Joint Research Center - JRC ed insieme ad ETA Florence e WIP Munich, evento ospitato nella stessa conferenza. Questo evento, che si svolge annualmente dal 2011, è diventato oramai un appuntamento fisso nella conferenza ed ospita esperti di rilievo provenienti da vari settori (architetti, ingegneri, amministrazioni pubbliche, aziende, etc.) in un approccio multidisciplinare fondamentale per consentire un'integrazione sostenibile del fotovoltaico nel paesaggio in considerazione dei numeri crescenti previsti per le nuove installazioni.

In data 11 novembre 2020 è stato organizzato un workshop dal titolo "RdS - Fotovoltaico ad Alta Efficienza" che ha avuto l'obiettivo di fare il punto sui risultati raggiunti alla metà del percorso del triennio attuale (2019-2021) e sulle prospettive/criticità rilevate. Tutti i partner di progetto sono intervenuti con l'obiettivo anche di favorire ulteriormente le collaborazioni in corso. Sono stati registrati circa 60 partecipanti, molti dei quali studenti, ai quali è stata data la possibilità di intervenire, così da contribuire alla formazione di giovani ricercatori sul tema del progetto.

Il Dipartimento di Architettura (Università di Napoli Federico II) ha organizzato i seguenti seminari tecnici:

- "Sistemi innovativi BIPV per il progetto di retrofit edilizio" (04.2021);
- "Soluzioni BIPV per l'involucro edilizio e casi studio in Italia" (04.2021);
- "Strumenti per la stima della produzione di energia da FER con sistemi BIPV" (04.2021);

e i seguenti Tirocini formativi:

- "Innovazione tecnologica e progetto di sistemi BIPV per processi di transizione energetica alla scala edilizia e urbana: best practice a scala nazionale; criticità e potenzialità di applicazione dei sistemi BIPV nel contesto produttivo nazionale" (A. Giordano, 11.2020/02.2021);
- "Innovazione tecnologica e progetto di sistemi BIPV per processi di transizione energetica alla scala edilizia e urbana: best practice a scala nazionale; caratteristiche di efficienza dell'involucro (C. Di Marzo, 11.2020/02.2021).

## 2.5 Rete nazionale di ricerca sul FV

Tra le attività di diffusione volte ad aumentare l'impatto del progetto, vi è quella di promuovere e partecipare attivamente alla creazione di una rete italiana del fotovoltaico che abbia la finalità di rendere maggiormente coesa le attività di ricerca sul FV svolte in ambito nazionale in modo da coordinare gli sforzi, favorendo il trasferimento dei risultati verso l'industria nazionale di riferimento.

L'iniziativa è nata dalla spinta di ENEA, RSE, CNR EURAC e dei principali Istituti Universitari coinvolti nella ricerca FV. Dalla discussione condotta sono state identificate due priorità nazionali: la Utility Scale e il BIPV. Negli anni precedenti è stata avviata una ricognizione delle attività e delle infrastrutture di ricerca presenti sul territorio al fine di promuovere sinergie tra le sperimentazioni in corso nei differenti laboratori. Questo sforzo di coordinamento va anche nella direzione indicata nell'ambito del presente Accordo di Programma dove i differenti Enti sono invitati a confrontarsi e coordinarsi nel progetto.

Il 26 maggio 2020 si è tenuto il terzo incontro on line della Rete Italiana del Fotovoltaico sul tema del BIPV (i primi due incontri erano avvenuti a Catania (ENEL GP) e a Bolzano (EURAC) rispettivamente a settembre e dicembre 2019).

In questo evento ENEA ha guidato insieme ad EURAC il gruppo tematico 5 Buone pratiche e integrazione architettonica, che ha visto il più alto numero di partecipanti tra i vari gruppi tematici. Le domande generali alle quali si intendevano fornire delle risposte erano:

- Qual è la mappa della filiera italiana del fotovoltaico? (Chi fa cosa nella catena del valore)
- Quali azioni e quali settori dovrebbero essere supportati per raggiungere al meglio gli obiettivi prefissati?

A tale fine è stato chiesto a tutti i partecipanti di fornire un contributo rispetto ai due temi sopra presentati, e la discussione durante l'incontro è avvenuta a partire dai risultati ottenuti. Sono state predisposte due presentazioni tematiche, una a cura di Glass to Power (A manufacturer perspective, Marina Gemmi, proposta EURAC), l'altra della Amsterdam Academy of Architecture (Paesaggi solari multifunzionali, Paolo Picchi, proposta ENEA).

Le proposte progettuali sono state poi raccolte da EURAC nel documento "A strategic plan for research and innovation to relaunch the Italian Photovoltaic sector and contribute to the targets of the national energy and climate plan" (<https://pvimpact.eu/news-resources/reports/>), tramite il progetto europeo PV Impact. Il documento è stato condiviso con il Ministero dello Sviluppo Economico.

In generale dagli incontri svolti sono state elaborate delle idee progettuali definite nell'ambito delle priorità individuate dalla rete. In particolare una delle azioni ritenuta fondamentale è la creazione di una *facility* nazionale distribuita con lo scopo di colmare il gap esistente tra ricerca di base e sviluppo preindustriale. L'attuale piano triennale della ricerca di sistema è un importante tassello al finanziamento della ricerca nazionale sul FV, ma nuove azioni sono attese dai decisori politici per supportare al meglio le priorità venute fuori dalle discussioni del gruppo di lavoro.

### 3 Conclusioni

In questo report sono descritte le attività svolte per dare diffusione ai risultati conseguiti sullo sviluppo di tecnologie fotovoltaiche innovative. La diffusione dei risultati è stata curata con lo strumento maggiormente utilizzato dalla ricerca e cioè mediante la pubblicazione su riviste scientifiche e proceedings di Conferenza e mediante la partecipazione ai Convegni/Conferenze online di settore. Sono stati pubblicati 18 articoli, tra paper e conference paper, e sono state tenute 7 presentazioni (poster e oral communication) in conferenze e meeting nazionali ed internazionali. In questo ambito si è anche partecipato all'organizzazione della Conferenza online EUPVSEC 2020 e dell'evento, ospitato dalla medesima conferenza, "Photovoltaics | Forms | Landscapes" con il supporto del JRC ed insieme ad ETA Florence e WIP Munich. 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.

Nell'ambito delle Collaborazioni Internazionali previste dal progetto, l'ENEA ha partecipato alle attività relative al Programma IEA "Photovoltaic Power Systems" nei differenti task su cui è maggiormente coinvolta.

Infine si è partecipato alle attività della rete italiana della ricerca fotovoltaica, curando, tra l'altro, l'organizzazione e la partecipazione attiva all'evento on-line sul tema del BIPV (l'evento era stato previsto presso il Centro di Ricerche dell'ENEA di Portici, ma si è poi svolto on-line a seguito dello scoppio della pandemia). Questa iniziativa nasce con lo scopo di aumentare l'impatto della ricerca nel settore FV, favorendo la collaborazione tra gruppi di ricerca ed uno stretto contatto di questi con il settore produttivo.