



Agenzia nazionale per le nuove tecnologie,
l'energia e lo sviluppo economico sostenibile



MINISTERO DELLA
TRANSIZIONE ECOLOGICA



Ricerca di Sistema elettrico

Diffusione dei risultati terzo anno

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

Report RdS/PTR(2021)/335

DIFFUSIONE DEI RISULTATI TERZO ANNO

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

Dicembre 2021

Report Ricerca di Sistema Elettrico

Accordo di Programma Ministero della Transizione Ecologica - ENEA

Piano Triennale di Realizzazione 2019-2021 - III annualità

Obiettivo: *Tecnologie*

Progetto: 1.1 Fotovoltaico ad alta efficienza

Work package 2: Fotovoltaico piano

Linea di attività: LA2.29 Diffusione dei risultati terzo 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.....	7
2.3 PRESENTAZIONI A CONVEGNI E PROCEEDING DI CONFERENZE.....	8
2.4 ORGANIZZAZIONE DI EVENTI, SEMINARI E PARTECIPAZIONE A COMITATI DI CONFERENZE.....	10
2.4.1 <i>Rete nazionale di ricerca sul FV</i>	11
3 CONCLUSIONI.....	12

Sommario

Le attività di diffusione dei risultati per la terza 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, per lo più 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 è, quindi, continuato il percorso iniziato in precedenza volto a rendere più efficace la comunicazione, anche di tipo "virtuale", con l'obiettivo 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 2021 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 per lo più si sono svolte on-line a causa della pandemia, riviste specializzate, preparazione di report specifici per le differenti linee di attività oggetto delle ricerche svolte nel corso del 2021. 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 partecipa attivamente alle attività della 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 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.

Le attività dei vari task vengono coordinate dal Comitato Esecutivo (ExCo) del Technology Collaboration Programmes (TCP) IEA-PVPS che si incontra durante l’anno con 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. Il Dr. Ezio Terzini, Direttore della Divisione Fotovoltaico e Smart Network di ENEA, partecipa come membro italiano dell’Executive committee. Nel 2021 il TCP IEA- PVPS ha organizzato 3 meeting dell’Executive Committee. Nello specifico:

- 57° meeting -19-21 Aprile 2021

- 58° meeting. Meeting straordinario 22-23 Giugno 2021. A valle dell'elezione del nuovo Chair PVPS , Mr. Daniel Mugner (Francia)
- 59° meeting 8-11 Novembre 2021.

Tutti i meeting suddetti sono stati tenuti in modalità ibrida (virtuale/presenza) per il persistere di limitazioni dovute alla pandemia ancora in atto.

Il 2021 è stato un anno di intensa attività tecnico scientifica ma anche di rivisitazione della struttura del TCP – PVPS stesso che ha inteso affrontare il tema della modernizzazione del proprio Implementing Agreement incorporando il nuovo Framework IEA di recente approvazione. Un processo imperniato sulle nuove regole guida adottate con il nuovo TCP Handbook. A questo si aggiunge il cambio al vertice dell'IEA-PVPS avvenuto con l'elezione del nuovo chair Mr. Daniel Mugner già ExCo Francia, nonché l'elezione del nuovo management board con la rivisitazione di alcuni compiti e funzioni.

Nonostante i cambi di vertice e struttura ed il persistere della crisi pandemica, le attività del TCP-PVPS, con ben 8 task tecniche attive, non ha subito pause proprio in forza della centralità del tema del fotovoltaico nel panorama delle politiche di decarbonizzazione a livello internazionale.

In tutti i meeting lo stato d'avanzamento dei task ha messo in evidenza i progressi tecnologici del fotovoltaico e la penetrazione della tecnologia in settori specifici che il TCP cura da vicino attraverso gli obiettivi individuati negli stessi task e frutto degli interessi comuni dei paesi partecipanti.

Come Italia abbiamo confermato il grande impegno sul fotovoltaico che trova punti di forza nazionali con l'accoppiamento alla produzione di idrogeno pulito o con l'integrazione in settori come l'agrivoltaico. Su questi ed altri temi è stato coordinato e garantito il contributo di ricercatori italiani nei suddetti Task del PVPS, presentando ed inserendo, nel corso dell'anno, nuovi esperti italiani provenienti da Università e Centri di ricerca.

Da segnalare, per l'ENEA, l'inserimento di un ricercatore nel Task 12 dedicata alle problematiche di sostenibilità e al tema del riciclaggio dei moduli a fine vita. L'Italia è inoltre presente nei Task 13, 15 e 16 le cui attività sono estremamente funzionali, in ottica nazionale, al raggiungimento degli obiettivi fissati nel PNIEC ed ai progetti inseriti nel PNRR.

Infine, da segnalare, la partecipazione a 6 webinar tematici e la redazione e la pubblicazione del report annuale delle attività italiane sul fotovoltaico sempre sostenute, in larga parte, con le risorse della Ricerca di Sistema Elettrico (AdP MiTE-ENEA) che consente all'Italia di presentare risultati tecnico-scientifici di indubbio rilievo.

Nell'ambito del task 14, durante l'anno 2021, ENEA è stata impegnata nella stesura del documento "PV as an ancillary service provider" (https://iea-pvps.org/wp-content/uploads/2021/10/IEA-PVPS_T14_14_2021_PV_ancillary_service_provider_IEA_PVPS_report.pdf). Tale pubblicazione ha avuto come obiettivo quello di fornire una descrizione completa delle caratteristiche e delle funzionalità degli inverter fotovoltaici sia nei singoli impianti di generazione, sia in contesti energetici di ultima generazione come le Smart Grid e le reti ibride AC, DC. In particolare, il contributo italiano elaborato dall'ENEA (Graditi Giorgio, Adinolfi Giovanna) è stato focalizzato sulla valutazione dell'affidabilità degli inverter fotovoltaici come condizione preliminare per l'incremento dell'utilizzo di tali sistemi di conversione nelle comunità energetiche (DC, AC).

L'annual meeting del 12/04/21 è stata tenuto in modalità ibrida e gli esperti italiani hanno partecipato da remoto. A causa del perdurare della situazione pandemica, l'Expert meeting del 29 e 30 settembre 2021 è stato organizzato online. Anche la riunione del 19/11/21 si è tenuta online.

Nel corso dei meeting del 2021, i partecipanti hanno affrontato i seguenti temi: pianificazione e operatività per il prosieguo delle attività del task, nomine di nuovi chair e vice-chair, flessibilità e servizi ancillari alle reti elettriche mediante generazione fotovoltaica.

Sono stati, inoltre, presentati gli aggiornamenti normativi inerenti al settore fotovoltaico nei diversi Paesi partecipanti.

Durante l'anno 2021 gli esperti del Task 14 hanno redatto e sottomesso l'articolo "Electricity produced from photovoltaic systems in apartment buildings and self consumption - Comparison of the situation in various IEA PVPS countries", inerente gli ultimi aggiornamenti sui mercati nazionali del fotovoltaico in Europa. Tale lavoro è stato presentato al "Solar & Storage Integration Workshop", tenutosi, a settembre, a Berlino.- Tale lavoro focalizza l'attenzione sulla tematica dei mercati nazionali della generazione fotovoltaica nei diversi Paesi europei.

A fine anno 2021, nel meeting di novembre, sono stati identificati gli obiettivi e i risultati da conseguire nel 2022. Gli esperti del Task 14 hanno concordato, di produrre, in maniera congiunta con il Task 1, un rapporto tecnico sull'ottimizzazione della generazione fotovoltaica con i sistemi di accumulo e le logiche di Demand Side Management. Inoltre, gli esperti si coordineranno tra loro per l'elaborazione del report IEA relativo all'anno 2022 intitolato "Curtaiment of Photovoltaic Systems – State of the Art and Technical Solutions".

L'attività in relazione al Task 15 si riferisce al sub task A (STA - BIPV project database) e al sub task C (STC - International framework of BIPV specifications). Nello specifico nell'STA sono stati forniti importanti contenuti rispetto alla valutazione della prestazione visiva dei sistemi fotovoltaici integrati negli edifici, che sono stati raccolti in un paper dal titolo: Scognamiglio A. A Trans-Disciplinary Vocabulary for Assessing the Visual Performance of BIPV. Sustainability. 2021; 13(10):5500. <https://doi.org/10.3390/su13105500>. L'approccio originale elaborato è stato adottato nell'ambito del task.

Nel STC si è contribuito al report "Categorization of BIPV applications 2021, Breakdown and classification of main individual parts of building skin including BIPV elements, Report IEA-PVPS T15-12:2021 August - 2021" ISBN 978-3-907281-21-5 (<https://iea-pvps.org/key-topics/categorization-of-bipv-applications/>).

Si è preso parte ai due experts meeting, rispettivamente il primo in remoto dal 20 al 22 aprile, ed il secondo in presenza presso la sede SUPSI a Lugano, dal 22 al 23 novembre.

2.2 Pubblicazioni su rivista

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. G.Tseberlidis, A.H. Husien, S. Riva, L.Frioni, A. Le Donne, M. Acciarri and Simona Binetti* Semi-transparent Cu₂ZnSnS₄ solar cells by drop-casting of sol-gel ink Solar Energy 224 134–141, (2021)
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, 5061-5073.
3. Desoky, M.M.H.; Bonomo, M.; Barbero, N.; Viscardi, G.; Barolo, C.; Quagliotto, P., Polymeric Dopant-free Hole Transporting Materials for Perovskite Solar Cells: Structures and Concepts Towards Better Performances, Polymers 2021, 13, 1652.
4. De Rossi, F.; Taheri, B.; Bonomo, M.; Gupta, V.; Renno, G.; Yaghoobi Nia, N.; Rech, P.; Frost, C.; Cazzaniga, C.; Quagliotto, P.; Di Carlo, A.; Barolo, C.; Ottavi, M.; Brunetti, F., Neutron irradiated perovskite films and solar cells on PET substrates, Nanoenergy 2022, 93, 106879.
5. Addonizio M.L., Spadoni A., Antonaia A., Usatii I., Bobeico E., Hydrogen-doped In₂O₃ for silicon heterojunction solar cells: Identification of a critical threshold for water content and rf sputtering power, Solar Energy Materials and Solar Cells, Volume 220 (2021) Article number 110844, doi: 10.1016/j.solmat.2020.110844.
6. Mercaldo L.V., Bobeico E., De Maria A., Della Noce M., Ferrara M., La Ferrara V., Lancellotti L., Rametta G., Sannino G.V., Usatii I., Delli Veneri P., Monolithic perovskite/silicon-heterojunction tandem solar cells with nanocrystalline Si/SiO_x tunnel junction, Energies, vol 14, issue 22 (2021) n. 7684, doi: 10.3390/en14227684

7. Matacena I., Guerriero P., Lancellotti L., Bobeico E., Lisi N., Chierchia R., Delli Veneri P., Daliento S., Forward bias capacitance investigation as a powerful tool to monitor graphene/silicon interfaces, *Solar Energy*, vol 226 (2021) p. 1-8, doi: 10.1016/j.solener.2021.08.016
8. La Ferrara V., De Maria A., Rametta G., Delli Veneri P., The effect of storage cycle on improvement in the photovoltaic parameters of planar triple cation perovskite solar cells, *Materials Advances*, vol 2, (16), 2021, p. 5369, doi: 10.1039/d1ma00345c
9. A. Scognamiglio, A trans-disciplinary vocabulary for assessing the visual performance of BIPV, *Sustainability*, Vol 13, Issue 102, 2021, Article number 5500, doi: 10.3390/su13105500;
10. C. Toledo, A. Scognamiglio, Agrivoltaic systems design and assessment: A critical review, and a descriptive model towards a sustainable landscape vision (three-dimensional agrivoltaic patterns), *Sustainability*, Vol 13, Issue 102, 2021, Article number 6871, doi: 10.3390/su13126871
11. Serenelli Luca, Martini Luca, Menchini, Francesca, Izzi, Massimo, de Cesare Giampiero, Condorelli, Giuseppe, Gerardi, Cosimo, Muñoz, Delfina, Tucci Mario, Selective contacts and fill factor limitations in heterojunction solar cells, *Prog Photovolt Res Appl.*2021;29:876–884, <https://doi.org/10.1002/pip.3418>
12. Diego Di Girolamo, Elena Blundo, Giulia Folpini, Corinna Ponti, Guixiang Li, Mahmoud H. Aldamasy, Zafar Iqbal, Jorge Pascual, Giuseppe Nasti, Meng Li, Roberto Avolio, Olga Russina, Alessandro Latini, Fahad Alharthi, Marco Felici, Annamaria Petrozza, Antonio Polimeni, Antonio Abate, Energy Distribution in Tin Halide Perovskite, *Sol. RRL*, 2021, 2100825.
13. 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(6), 1751.
14. Francesca De Rossi, Giacomo Renno, Babak Taheri, NargesYaghoobi Nia, Viktoria Ilieva, Andrea Finc, 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* Volume 494, 15 May 2021, 229735
15. Mahmoud Zendehtdel, Narges Yaghoobi Nia, Barbara Paci, Amanda Generosi, Aldo Di Carlo, Zero-Waste Scalable Blade–Spin Coating as Universal Approach for Layer-by-Layer Deposition of 3D/2D Perovskite Films in High-Efficiency Perovskite Solar Modules, *Solar RRL*, Volume 6, 2022, 2100637, published online on 04 December 2021
16. D’Ambrosio, V.; Losasso, M.; Tersigni, E. Towards the Energy Transition of the Building Stock with BIPV: Innovations, Gaps and Potential Steps for a Widespread Use of Multifunctional PV Components in the Building Envelope. *Sustainability* 2021, 13, 12609. <https://doi.org/10.3390/su132212609>
17. D’Ambrosio, V.; Tersigni, E. Technological innovation and design of BIPV systems for energy transition processes. *Sustainable Mediterranean Construction*, 2021, 14.

2.3 Presentazioni a convegni e proceeding di conferenze

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

1. 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.
2. Desoky, M.M.H.; Yaghoobi Nia, N.; Bonomo, M.; Lamanna, E.; Ferraro, G.; Barolo, C.; Viscardi, G.; Quagliotto, P.; Di Carlo, A. Synthesis of Phenothiazine Based Low Cost Polymeric Hole Transporting

Materials for Perovskite Solar Cells, ISOS2021, XLV "A. Corbella" International Summer School on Organic Synthesis – Webinar event-14th-17th June 2021, online conference, poster communication.

3. Laura Lancellotti, Eugenia Bobeico, Paola Delli Veneri, Rosa Chierchia, Nicola Lisi, ““Integrated Graphene/Metal-grid membrane and its application in Silicon based Schottky barrier solar cell”, EMRS2021, online conference, poster communication.
4. Laura Lancellotti, Eugenia Bobeico, Marco Della Noce, Lucia V. Mercaldo, Iurie Usatii, Paola Delli Veneri, Giuseppe Valerio Bianco, Alberto Sacchetti, Giovanni Bruno, “The role of graphene as transparent conductive electrode in silicon heterojunction solar cells”, EMRS2021, online conference, poster communication.
5. Eugenia Bobeico, Marco Della Noce, Laura Lancellotti, Iurie Usatii, Lucia V. Mercaldo, and Paola Delli Veneri, Si heterojunction solar cells with dopant-free carrier-selective contacts, EUPVSEC 2021, online conference, poster communication.
6. Lucia V. Mercaldo, Eugenia Bobeico, Antonella De Maria, Marco Della Noce, Manuela Ferrara, Vera La Ferrara, Laura Lancellotti, Gabriella Rametta, Gennaro V. Sannino, Iurie Usatii, and Paola Delli Veneri, Monolithic perovskite/SHJ tandem solar cells with nanocrystalline Si/SiO_x tunnel junction, EUPVSEC 2021, online conference, poster communication.
7. Alessandra Scognamiglio, “Industry and applications: PV going everywhere”, From Building Integrated Photovoltaics to Landscape Integrated Photovoltaics. The case of Agrivoltaics., EUPVSEC 2021, online conference, Plenary session
8. Alessandra Scognamiglio, Agricoltura e fotovoltaico: da una difficile convivenza è nata un’opportunità per la transizione energetica, Incontro-dibattito sull’agrivoltaico sostenibile (TEP Renewable Energies), Green Expo del Mediterraneo, Catania, 15 luglio 2021
9. Alessandra Scognamiglio & Stefano Amaducci , Italy - Country overview, Country, Plenary session Contributions II -Europe and USA, Agrivoltaics 2021, online conference.
10. Alessandra Scognamiglio, L’equilibrio tra paesaggio e fonti rinnovabili, Qualenergia 3^a edizione (Legambiente), Palermo 26 novembre 2021, relazione su invito
11. Alessandra Scognamiglio, La visione ENEA per un Agrivoltaico Sostenibile, Key Energy 2021 – Tecnologie e qualità dei progetti per l’agrivoltaico sostenibile, Rimini 26 ottobre 2021 (oral communication).
12. A Di Carlo, NY Nia, A Agresti, S Pescetelli, F Matteocci, L Vesce, LA Castriotta, On the scaling of perovskite photovoltaics to modules and panels, 2021 IEEE 48th Photovoltaic Specialists Conference (PVSC), 20-25 June 2021. doi: 10.1109/PVSC43889.2021.9518393. (oral communication & conference paper)
13. Castriotta, L. A., Di Giacomo, Calabrò, E., Sathy Harshavardhan, R., Takhellambam, D., Di Carlo, A., Perovskite’s Additives: a General Assessment Strategy Towards Stable p-i-n Device, Conference Proceedings, MRS fall Meeting 2021, Boston, MA, USA 10.6084/m9.figshare.17708708. (oral communication & conference paper)
14. Castriotta, L. A., Zendejdel, M., Yaghoobi Nia, N., Leonardi, E., Löffler, M., Paci, B., Generosi, A., Rellinghaus, B., Di Carlo, A., Laser design optimization route towards highly efficient modules: how to detect and minimize losses, Conference Proceedings, HOPE-PV-21, 22-25 November 2021 10.6084/m9.figshare.17708672. (oral communication & conference paper)
15. Castriotta, L. A., Matteocci, F., Di Giacomo, F., Vesce, L., Fuentes Pineda, R., Babu, V., Utamah Kosasih, F., Ducati, C., Wojciechowski, K., Di Carlo, A., Methylammonium-Free Perovskite: over 1000h Light Stable Perovskite Solar Module by process and interface optimization. Conference Proceedings, SPTech2021 10.6084/m9.figshare.16469667. (oral communication & conference paper)

16. Di Giacomo, F., Castriotta, L. A., Di Carlo, A., Upscaling Inverted Perovskite Solar Cells: n-side passivation for 10 cm² minimodules with 18.1% efficiency Conference Proceedings, HOPV21 10.29363/nanoge.hopv.2021.094 (oral communication & conference paper)
17. Castriotta, L. A., Matteocci, F., Di Giacomo, F., Vesce, L., Fuentes Pineda, R., Babu, V., Utamah Kosasih, F., Ducati, C., Wojciechowski, K., Di Carlo, A., Scaling Up of Perovskite Solar Modules: from materials to design optimization, Conference Proceedings, HOPV21 10.29363/nanoge.hopv.2021.097 (oral communication & conference paper).

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 stata 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". 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, evento ospitato generalmente nella conferenza EUPVSEC. Nel 2021, in occasione del decimo anniversario, l'evento "Photovoltaics | Forms | Landscapes. Towards solar landscapes that connect, 10th anniversary", si è svolto nella prestigiosa cornice della Biennale di Architettura di Venezia il 22 giugno 2021. Questo evento si è consolidato negli anni ospitando 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.

L'ENEA ha inoltre organizzato un convegno durante Key Energy 2021 (Rimini) dal titolo "Tecnologie e qualità dei progetti per l'agrivoltaico sostenibile. Questo è uno dei molti eventi proposti e organizzati nell'ambito delle attività svolta dalla rete nazionale sull'agrivoltaico a cui l'ENEA partecipa attivamente, avendo istituito anche una sua taskforce dedicata al tema.

Il Dipartimento di Architettura (Università di Napoli Federico II) ha organizzato i seguenti tirocini formativi:

- "Innovazione tecnologica e progetto di sistemi BIPV per processi di transizione energetica alla scala edilizia e urbana Schedatura sulle modalità di integrazione di elementi tecnici BIPV; Database relativo al Catalogo di Buone pratiche e Casi di successo." (A. Pallotta, 11.2021/02.2022);
- "Innovazione tecnologica e progetto di sistemi BIPV per processi di transizione energetica alla scala edilizia e urbana. Schedatura sulle modalità di integrazione di elementi tecnici BIPV; Database relativo al Catalogo di prodotti BIPV" e al Repertorio di Soluzioni Tecniche. (S. Puzone, 11.2021/02.2022).
- "Innovazione tecnologica e progetto di sistemi BIPV per processi di transizione energetica alla scala edilizia e urbana. Raccolta e sistematizzazione, all'interno di un database, degli esiti intermedi dell'attività di ricerca con particolare riferimento a "Catalogo di prodotti BIPV", "Repertorio di Soluzioni Tecniche" e "Indicatori di produzione energetica di sistemi BIPV" (G. Di Tuoro, 03.2022/05.2022).
- "Innovazione tecnologica e progetto di sistemi BIPV per processi di transizione energetica alla scala edilizia e urbana. Elaborazione di schede metaprogettuali di indirizzo normativo e di soluzioni conformi tipo per il Database relativo al Catalogo di prodotti BIPV" (M. Landi, 05.2022/07.2022).

Inoltre lo stesso Dipartimento di Architettura in collaborazione con ENEA e il Cluster nZEB della SITdA Società Italiana della Tecnologia dell'Architettura ha organizzato presso l'Università di Napoli Federico II – Dipartimento di Architettura in data 15.12.2021 l'evento, in presenza e in streaming: "Processi di transizione verde e innovazione tecnologica per l'integrazione del fotovoltaico in architettura".

I contributi video del convegno sono disponibili al link: <https://www.youtube.com/channel/UCCSx1TGRW9Urnj-QOZGEKew/videos>

2.4.1 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. Da questa discussione e da alcuni incontri è stato elaborato un documento strategico -White paper che sancisce la visione della rete sul tema PV.

In data 4 giugno 2021 è stato organizzato il workshop: "Fotovoltaico Motore della transizione ecologica". Il workshop è stato organizzato con lo scopo di sincronizzare il White Paper agli obiettivi del PNRR con l'intento di ottimizzare il contributo che la rete di R&I potrà dare agli obiettivi strategici di Transizione Energetica contenuti nel PNRR e prossimamente anche nella versione aggiornata del PNIEC.

Sono stati discussi i temi affrontati nel White Paper per valutare come, le proposte elaborate in precedenza dovessero essere aggiornate/modificate/sostituite alla luce delle novità contenute nel PNRR e, più in generale, nella strategia complessiva di decarbonizzazione e transizione energetica che sta emergendo in questi mesi. Al workshop hanno partecipato tutti i componenti della rete, i referenti sulle tematiche del MiTE e gli stakeholder che avevano anche partecipato agli eventi svolti in precedenza (in figura è mostrata l'agenda dell'evento).



Dalle priorità del SET Plan a quelle del PNRR: un'agenda strategica di Ricerca & Innovazione per il Fotovoltaico.

Fotovoltaico Motore della Transizione Ecologica

Venerdì 4 Giugno, ore 9:00-13:00

PROGRAMMA DEL WORKSHOP

Ore 9: Introduzione
Massimo Mazzer: (IWG-PV/SET Plan) *Il White Paper e gli obiettivi di questo workshop*
Stefano Raimondi: (Dirigente Div. Nuove Tecnologie e Ricerca nel Settore Energetico e Geo risorse, DGISSEG, MITE): *Quadro di raccordo tra PNRR e altri strumenti di incentivo alla ricerca*

Ore 9:30 Strategie e tecnologie per una filiera italiana del fotovoltaico
Presentazione: Fabrizio Bizzarri (Enel Green Power)
Tavola Rotonda con: Aldo Di Carlo (CHOSE, Chair), Fabrizio Bizzarri (Enel Green Power), Chiara Busto (ENI), Alessandro Barin (FuturaSun), Marco Balucani (RiseTechnology), Giorgio Cellere (AMAT), Mario Tucci (ENEA), Michele Bina (Senior Consultant at IRENA), Vito Nardi (Elettronica Santerno)

Ore 10:20: La sfida del fotovoltaico integrato in edifici/infrastrutture, le comunità energetiche e le nuove filiere industriali
Presentazione: David Moser (Eurac Research)
Tavola Rotonda con: Alessandro Pracucci (FOCCHI), Annalisa Andalaro (Alperia), Marina Gemmi (Glasstopower) Stefano Scolari (REGALGRID), Alessandra Sanson (CNR), Michele Franzina (InArch), David Moser (Chair)

Ore 11:10 Il fotovoltaico a terra e sull'acqua: l'AgriVoltaico sostenibile e il fotovoltaico per i bacini idrici e le isole energetiche offshore
Presentazione: Paola Delli Veneri (ENEA)
Tavola Rotonda con: Alessandra Scognamiglio (ENEA, Coord. Task Force Agrivoltaico Sostenibile), Alessandro Reboldi (REM Tec srl), Claudio Lugni (CNR, IWG-Offshore Wind SET Plan), Gianni Falchetti (AD SENTNET), Paola Delli Veneri (Chair)

Ore 12:00 Il contributo della rete di R&I ai fondamenti della transizione energetica
Simona Binetti (UniMiB): *Formazione*
Salvatore Guastella (RSE): *Economia Circolare del Fotovoltaico*

Ore 12:30 Conclusioni
Riccardo Basosi (MUR), Marcello Capra (MITE)
 Rappresentanti Italiani nello Steering Committee del SET Plan

Sponsors: enel, CHOSE (POSSO LABORATORIO REGIONE LAZIO), eurac research, BICOCCA (UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO), P.V. IMPACT (This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement N° 842547).

Figura 1. Programma del workshop organizzato dalla rete nazionale R&I del FV

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 17 articoli e sono state tenute 17 presentazioni (presentazioni poster o orali) in conferenze e meeting nazionali ed internazionali. In questo ambito si è anche partecipato all'organizzazione della Conferenza online EUPVSEC 2021 e dell'evento "Photovoltaics | Forms | Landscapes" con il supporto del JRC ed insieme ad ETA Florence. Sono stati inoltre organizzati vari workshop nazionali con lo scopo di far conoscere le attività svolte verso un ampio pubblico e discutere eventuali temi da inserire nelle ricerche in corso per rispondere sia alle richieste provenienti dall'industria FV che ai bisogni degli utenti del sistema elettrico. In particolare, nell'ambito delle attività promosse dalla rete italiana della ricerca fotovoltaica, si è collaborato all'organizzazione e partecipato attivamente all'evento on-line sul tema del ruolo del fotovoltaico nella transizione ecologica, svoltosi nel mese di giugno 2021.

Infine, 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.