

Ricerca di Sistema elettrico



Attività di diffusione Il SAL

Valeria Palladino, Maria Valenti, Roberto Ciavarella

ATTIVITÀ DI DIFFUSIONE II SAL (LA1.18)

Valeria Palladino, Maria Valenti, Roberto Ciavarella (ENEA)

Dicembre 2024

Report Ricerca di Sistema Elettrico

Accordo di Programma Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica -ENEA Piano Triennale di Realizzazione 2022-2024

Obiettivo: Decarbonizzazione/Digitalizzazione ed evoluzione delle reti

Progetto: Evoluzione, pianificazione, gestione ed esercizio delle reti elettriche

Linea di attività: LA1.18

Responsabile del Progetto: Maria Valenti, *ENEA*

Responsabile Linea di Attività: Valeria Palladino, *ENEA*

Mese inizio previsto: 19

Mese inizio effettivo: 19

Mese fine previsto: 36

Mese fine effettivo: 36

Indice

1	Risultati e prodotti attesi	3
2	Risultati e prodotti ottenuti.....	3
3	Analisi degli scostamenti su attività e risultati.....	3
4	Sintesi delle attività svolte	3
5	Dettaglio delle attività svolte.....	4

Indice delle figure

Figura 1 – Locandina Evento “Evoluzione, pianificazione, gestione ed esercizio delle reti elettriche”.....	8
Figura 2 – Presentazione argomenti del workshop	9
Figura 3 – Programma del workshop – Sezione Mattina	10
Figura 4 – Programma del workshop – Sezione Pomeridiana	11

1 Risultati e prodotti attesi

Si riporta di seguito la lista dei risultati attesi come da capitolato vigente:

- Produzione di 8 pubblicazioni peer review e indicizzate internazionali da parte di ENEA e dei co-beneficiari del progetto.
- Co-organizzazione di un workshop scientifico di disseminazione dei risultati progettuali.
- Pubblicazione dei rapporti tecnici e dei software sviluppati sul portale ENEA dedicato alla Ricerca di Sistema, disponibili in modalità open source, garantendo trasparenza, tracciabilità e accesso libero ai risultati.
- Rapporto tecnico esplicativo delle attività di disseminazione svolte nel periodo di riferimento.

2 Risultati e prodotti ottenuti

Si riporta di seguito la lista dei risultati ottenuti nell'ambito della LA1.18:

- Presentazione di 10 pubblicazioni scientifiche internazionali peer review e indicizzate sviluppate nell'ambito delle LA tecniche e di 1 poster.
- Co-organizzazione di un workshop scientifico di disseminazione dei risultati progettuali presso il Centro Ricerche ENEA di Portici (3/12/2024).
- Pubblicazione dei risultati e dei prodotti di progetto sul portale ENEA dedicato alla Ricerca di Sistema (I SAL e videogioco; i risultati del II SAL saranno pubblicati al termine del processo di revisione da parte degli esperti).
- Presentazione del progetto a tavoli tecnici, a gruppi di esperti internazionali (EERA Joint Programme Smart Grid) e presso fiere di settore (ENLIT 2024) o conferenze specialistiche (Nanoinnovation 2024).
- Sviluppo di un'applicazione software interattiva a scopo divulgativo (Mastergrid).
- Redazione del rapporto tecnico esplicativo delle attività di disseminazione svolte nel periodo di riferimento.

3 Analisi degli scostamenti su attività e risultati

Non si sono registrati scostamenti tecnici nell'ambito della LA1.18.

4 Sintesi delle attività svolte

La Linea di Attività LA1.18 è stata focalizzata sulle attività di disseminazione scientifica e di divulgazione del progetto 2.3 ENEA. In particolare, sono state presentate dieci pubblicazioni scientifiche internazionali (peer review e indicizzate), unitamente a un poster, contribuendo alla valorizzazione dei risultati delle Linee di Attività tecniche. È stata inoltre co-organizzata una giornata di diffusione dei risultati progettuali presso il Centro Ricerche ENEA di Portici, con l'obiettivo di promuovere la divulgazione dei contenuti anche a un pubblico non specializzato e proveniente da ambiti esterni al mondo della ricerca (es. aziende). Il progetto è stato presentato in sedi di rilievo,

quali tavoli tecnici, gruppi di esperti internazionali (EERA Joint Programme Smart Grid), fiere di settore (ENLIT 2024) e conferenze scientifiche (Nanoinnovation 2024). È stata inoltre realizzata un'applicazione software interattiva a carattere divulgativo, denominata Mastergrid, e redatto un rapporto tecnico esplicativo delle attività di disseminazione svolte nel periodo di riferimento. I contenuti e i prodotti sviluppati nel I SAL e il videogioco Mastergrid sono stati resi disponibili sul portale ENEA dedicato alla Ricerca di Sistema, con ulteriori aggiornamenti previsti al termine della revisione da parte degli esperti (pubblicazione risultati del II SAL).

5 Dettaglio delle attività svolte

Come già richiamato, la Linea di Attività LA1.18 è stata focalizzata sulle attività di disseminazione scientifica e di divulgazione del progetto 2.3 ENEA di seguito dettagliate.

PRESENTAZIONE PUBBLICAZIONI SCIENTIFICHE A CONFERENZA/SOTTOMISSIONE A RIVISTA

1. V. Mariani, G. Adinolfi, A. Buonanno, R. Ciavarella, A. Ricca, V. Sorrentino, G. Graditi, M. Valenti "A Survey on Anomalies and Faults That May Impact the Reliability of Renewable-Based Power Systems" Sustainability 2024, 16, 6042. <https://doi.org/10.3390/su16146042>
Prodotto: pubblicazione internazionale peer review e indicizzata
Affidatario: ENEA (LA1.3)
2. G. Ferruzzi, M. Valenti, G. Graditi, C. Delcea, A. Domenteanu, "Social Variables in Energy System Optimization: Models, Tools, and Current Approaches", 2024 IEEE International Humanitarian Technologies Conference (IHTC), DOI: 10.1109/IHTC61819.2024.10855090
Prodotto: pubblicazione internazionale peer review e indicizzata
Affidatario: ENEA (LA1.4)
3. Adinolfi G., Ciavarella R, Graditi G., Ricca A., Valenti M "Innovative Method for Reliability Assessment of Power Systems: From Components Modeling to Key Indicators Evaluation" (2023) Electronics. <https://doi.org/10.3390/electronics13020275>
Prodotto: rivista internazionale peer review e indicizzata
Affidatario: ENEA (LA1.5)
4. R. Ciavarella, A. Buonanno, M. Valenti, G. Sforza and G. Graditi, "An Innovative Methodology for Evaluating Power System Adequacy, Integrating Analyses of Both the Reliability and Anomalous Behaviour of Components" 2024 IEEE International Conference on Environment and Electrical Engineering and 2024 IEEE Industrial and Commercial Power Systems Europe (EEEIC / I&CPS Europe), Rome, Italy, 2024, pp. 1-6, doi: 10.1109/EEEIC/ICPSEurope61470.2024.10751225.
Prodotto: pubblicazione internazionale a conferenza peer review e indicizzata
Affidatario: ENEA (LA1.5)
5. S. Moradi, G. Zizzo, S. Favuzza, F. Massaro, "A stochastic approach for self-healing capability evaluation in active islanded AC/DC hybrid microgrids", Sustainable Energy, Grids and Networks, Vol. 33, 2023, ISSN 2352-4677, <https://doi.org/10.1016/j.segan.2022.100982>
Prodotto: rivista internazionale peer review e indicizzata
Co-beneficiario: UNIPA (LA1.6)

6. A. Marletta, G. Marcon, G. Sottile, "Generating time series for renewable energy analysis in power grid through bootstrap"
Prodotto: poster a conferenza internazionale
Co-beneficiario: UNIPA (LA1.6)
7. S. Carcangiu, G. Celli, M. U.M. Parehar, F. Pilo "Adoption of Soft Open Points for increasing the flexibility perimeter exploitation on power distribution networks" CIRED 2025 Conference
Prodotto: pubblicazione internazionale peer review e indicizzata
Co-beneficiario: Università di Cagliari (LA1.9)
8. R. Cometa, A. Velini, F. Lorusso, A. Ricca, R. Sbrizzai, S. Bruno, "An Open-Source Optimal Network Reconfiguration Tool for Improving Distribution Grid Reliability" (2024), 2024 AEIT International Annual Conference
DOI: 10.23919/AEIT63317.2024.10736725
Vincitore del premio "Student Contest Award".
Prodotto: pubblicazione internazionale a conferenza peer review e indicizzata
Co-beneficiario: Politecnico di Bari (LA1.10)
9. R. Cometa, M. Rajabi Nasab, F. Lorusso, A. Velini, M. La Scala, S. Bruno, "Integration of FDIR Practices in Distribution Optimal Network Reconfiguration Routines" (2024), pp. 1-6, 24th IEEE International Conference on Environment and Electrical Engineering and 8th I and CPS Industrial and Commercial Power Systems Europe, IEEE/IC and CPS Europe 2024
DOI: 10.1109/IEEE/ICPSEUROPE61470.2024.10751156
Prodotto: pubblicazione internazionale a conferenza peer review e indicizzata
Co-beneficiario: Politecnico di Bari (LA1.10)
10. A. Velini, R. Cometa, F. Lorusso, M. La Scala, S. Bruno, "Optimal Network Reconfiguration for Mitigating the Impact of Adverse Weather Events on Distribution Networks" (2024), 2024 IEEE International Humanitarian Technologies Conference (IHTC), Bari, Italy, 2024, pp. 1-7, DOI: 10.1109/IHTC61819.2024.10855123.
Prodotto: pubblicazione internazionale a conferenza peer review e indicizzata
Co-beneficiario: Politecnico di Bari (LA1.11)
11. A. Ricca, G. Adinolfi, R. Ciavarella, G. Graditi and M. Valenti, "Innovative software for reliability, resilience, security and adequacy assessment of AC and DC grids and microgrids", 2023 AEIT International Annual Conference (AEIT), Rome, Italy, 2023, pp. 1-6, doi: 10.23919/AEIT60520.2023.10330328.
Prodotto: pubblicazione internazionale a conferenza peer review e indicizzata
Affidatario: ENEA (LA1.15)

PRESENTAZIONE A TAVOLI TECNICI, FIERE E RIUNIONI DI COMITATI

Al fine di assicurare una diffusione capillare dei risultati del progetto, con particolare riferimento ai tecnici del settore, alle aziende della filiera energetica e agli stakeholder coinvolti anche in ambito regolatorio, gli obiettivi progettuali e i risultati conseguiti sono stati presentati in occasione di:

- tavolo tecnico del comitato CENELEC TC 8X nel corso della riunione del 24/11/23.

- tavolo tecnico del comitato CEI CT82 nel corso della riunione del 25/11/23.
- tavolo tecnico del comitato CEI CT82 durante la riunione plenaria del 11/12/23.
- EERA Joint Programme Smart Grid durante lo Steering Committee del 23/4/2024 e del 24/04/2024.
- Fiera ENLIT durante il workshop organizzato dall' EERA Joint Programme Smart Grid (ottobre 2024).
- NanoInnovation 2024 nell'ambito della sessione "Novel methodologies, models, and solutions for secure and cyber-resilient smart grids and multi-carrier energy systems" (Settembre 2024).

SVILUPPO DI UN VIDEOGIOCO

Il II SAL ha visto il rilascio del videogioco Mastergrid. L'obiettivo del videogioco, il cui progetto ENEA è già stato illustrato nei dettagli nella rendicontazione del primo SAL (RdS_PTR 22-24_PR 2.3_LA1.17_065), è quello di sensibilizzare l'utente sulle attività della Ricerca di Sistema Elettrico sulle reti elettriche. In particolare, il gioco mira a far comprendere anche ai non addetti al settore l'importanza della progettazione e dello sviluppo di strumenti avanzati per la pianificazione, la gestione e l'esercizio delle reti elettriche, elementi fondamentali per garantire la sicurezza, l'adeguatezza e l'affidabilità dei sistemi energetici.

L'applicazione è stata progettata da ENEA per essere accessibile e coinvolgente per utenti di tutte le età, pur essendo rivolta principalmente a un pubblico compreso tra i 7 e i 18 anni, sia per quanto riguarda i contenuti sia per le modalità di interazione.

Poiché si tratta di un prodotto altamente specialistico, per il quale ENEA non disponeva delle competenze di sviluppo software interne, la fornitura del software è stata affidata a una società esterna esperta in sviluppo di advergame per le aziende (<https://blasterfoundry.com/>).

Per le specifiche del videogioco sviluppato, si rimanda al documento in allegato "Sviluppo di applicazione software interattiva a scopo divulgativo: Videogioco MASTERGRID".

L'applicativo è stato reso disponibile nel corso del II SAL sul sito della Ricerca di Sistema ENEA. Esso verrà anche presentato, nel 2025, nel corso della Fiera Key Energy 2025 a Rimini (marzo 2025) e nelle giornate dell'Innovation Village 2025 a Napoli (maggio 2025).

ORGANIZZAZIONE DI 1 WORKSHOP DI DISSEMINAZIONE DEI RISULTATI

Nel II SAL di progetto è stata prevista l'organizzazione di un evento (workshop), finalizzato alla presentazione dei risultati del progetto, e destinato ai principali stakeholder del settore, tra cui ricercatori, rappresentanti delle imprese, policy maker e gestori di rete.

Il workshop si è svolto il 3 dicembre 2024 presso il Centro Ricerche ENEA di Portici (NA). ENEA ne ha curato l'organizzazione e ha ospitato l'iniziativa. Durante l'evento sono stati illustrati i risultati raggiunti nell'ambito del Progetto 2.3, a cura di ENEA, RSE e delle Università coinvolte.

La mattinata del workshop è stata dedicata all'illustrazione delle attività progettuali, delle soluzioni sperimentate e delle prospettive di applicazione concreta nel contesto nazionale.

Nel pomeriggio, l'attenzione si è spostata sulle iniziative italiane legate alle reti in corrente continua, con una panoramica delle attività condotte dai gruppi di lavoro nazionali che partecipano al SET PLAN europeo nell'ambito delle tecnologie HVDC e MVDC/LVDC. Gli interventi hanno offerto una

visione d'insieme sui progetti in corso e sulle potenzialità di sviluppo futuro, in coerenza con gli obiettivi strategici europei per la transizione energetica.

Il workshop ha rappresentato un momento chiave di sintesi e confronto, orientato alla valorizzazione dei risultati progettuali e alla loro concreta trasferibilità nei contesti applicativi.

Si riporta di seguito la locandina dell'evento, con il programma dettagliato dei lavori svolti:

RICERCA DI SISTEMA ELETTRICO



Progetto di ricerca 2.3

Evoluzione, pianificazione, gestione ed esercizio delle reti elettriche

Piano Triennale di Realizzazione 2022-2024

Martedì 3 Dicembre 2024 ore 09:30 – 17:30
Centro di Ricerche ENEA di Portici – P. le Enrico Fermi 1, Portici 80055 (NA)

Figura 1 – Locandina Evento “Evoluzione, pianificazione, gestione ed esercizio delle reti elettriche”

Presentazione

In linea con le future evoluzioni del sistema elettrico (mix di generazione con elevata penetrazione di fonti rinnovabili, ruolo attivo della domanda, elettrificazione dei servizi energetici e flessibilità multi-energetiche) e tenendo conto della criticità (minacce ambientali estreme), è necessario identificare e sviluppare soluzioni tecnologiche e architetture innovative, per aumentare la flessibilità della rete elettrica, e metodologie per la definizione di interventi efficienti di pianificazione che garantiscano elevati livelli di affidabilità, adeguatezza, sicurezza e resilienza. Allo scopo poi di migliorare questi ultimi aspetti è necessario definire metodi integrati per la loro quantificazione con un approccio di sistema.

Questi sviluppi metodologici e tecnologici devono essere di supporto agli stakeholder e ai policy maker nella identificazione delle esigenze di evoluzione della rete nei nuovi scenari.

In tali premesse, nell'ambito del PIANO TRIENNALE 2022-2024 della Ricerca di Sistema elettrico nazionale, programma nazionale promosso dal Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica, il progetto 2.3 ha indagato i seguenti temi di ricerca:

- Innovazione tecnologica, architettura ed esercizio delle reti;
- Nuovi metodi e strumenti per la gestione delle reti e per valutazioni di adeguatezza, sicurezza e resilienza.

Nel corso della prima parte della giornata verranno presentati i risultati raggiunti dal progetto 2.3 da ENEA, RSE e le Università co-beneficiarie.

Durante la seconda parte della giornata, saranno presentate le iniziative e le attività relative alle reti elettriche DC condotte dai gruppi italiani di lavoro del SET PLAN europeo su HVDC & MVDC/LVDC.

PROGRAMMA

Prima parte della giornata: risultati del progetto 2.3 (9:30 – 13:00)

9:30

Registrazione dei partecipanti

10:00 – 10:10

Saluti Istituzionali

Ing. Giulia Monteleone – Direttrice del Dipartimento ENEA "Tecnologie Energetiche e Fonti Rinnovabili"

Ing. Luciano Martini – Direttore del Dipartimento RSE "Tecnologie, Trasmissione e Distribuzione"

Dott.ssa Paola Polito – Responsabile della Sezione ENEA "Ricerca di Sistema Elettrico" - Unità Direzione Generale

10:10 – 10:20

Ing. Maria Valenti – Responsabile del laboratorio ENEA Smart Grid e Reti Energetiche (TERIN-SSI-SGRE) - Responsabile del progetto RdS 2.3 per ENEA

"Presentazione del progetto 2.3 ENEA"

10:20 – 10:30

Ing. Chiara Gandolfi – RSE - Dip. Tecnologie per le reti di Trasmissione e Distribuzione (TTD) - Responsabile del progetto RdS 2.3 per RSE

"Presentazione del progetto 2.3 RSE"

10:30 – 10:50

Prof. Gaetano Zizzo – Professore Associato - Università degli Studi di Palermo

- "Modelli per l'analisi in simulazione dell'impatto delle influenze esterne sulla sicurezza, adeguatezza e resilienza di porzioni di reti pubbliche o di utenti privati"
- "Analisi e applicazioni di tecnologie MVDC per la rete di distribuzione in media tensione"

10:50 – 11:00

Prof. Gianni Celli – Professore Associato - Università degli Studi di Cagliari

"Operational Planning per le reti elettriche di distribuzione"

11:00 – 11:20

COFFEE – BREAK

11:20 – 11:30

Ing. Fausto Stella e Ing. Fabio Mandrile – Ricercatori - Politecnico di Torino

"Convertitore grid-forming con avanzata sovraccaricabilità"

11:30 – 11:40

Prof. Sergio Bruno – Professore Associato - Politecnico di Bari

"Uno strumento open-source per la riconfigurazione ottimale delle reti di distribuzione"

11:40 – 12:10

Ing. Amedeo Buonanno – Ricercatore - ENEA laboratorio SGRE

"Anomalie dei componenti nelle valutazioni di adeguatezza, sicurezza e resilienza delle reti e microreti elettriche"

Ing. Antonio Ricca – Ricercatore - ENEA laboratorio SGRE

"ARS Tool: un software per l'analisi di adeguatezza, affidabilità e resilienza delle reti elettriche"

Ing. Roberto Ciavarella – Ricercatore - ENEA laboratorio SGRE

"Valutazioni avanzate dell'adeguatezza di reti elettriche in funzione dell'affidabilità e delle anomalie dei componenti di rete"

2

Questa iniziativa è finanziata dal Fondo di Ricerca per il Sistema Elettrico in ottemperanza al Decreto del Ministro dello Sviluppo Economico 16 Aprile 2018.

Figura 3 – Programma del workshop – Sezione Mattina

12:10 – 12:40

Ing. Chiara Gandolfi – Dip. Tecnologie per le reti di Trasmissione e Distribuzione (TTD) - RSE
"Innovazione tecnologica, esercizio e monitoraggio delle reti"

Ing. Adriano Iaria – Dip. Sviluppo Sistemi Energetici (SSE) - RSE
"La regolazione di frequenza in scenari evolutivi: servizi innovativi"

12:40 – 13:00

Quesiti e discussione finale

Moderata: Ing. Valeria Palladino – Ricercatrice - ENEA laboratorio SGRE

13:00 – 14:30

LIGHT LUNCH

Seconda parte della giornata: attività di ricerca dei gruppi italiani di lavoro sulle reti HVDC & MVDC/LVDC nell'ambito del SET PLAN EUROPEO (14:30 – 17:30)

14:30 – 14:45

Introduzione alle iniziative del SET Plan Europeo

Ing. Marcello Capra – Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica – MASE

Prof. Riccardo Basosi – Università degli studi di Siena/MUR

14:45 – 16:00

1. Sessione DC: HVDC/MVDC/LVDC – Il punto di vista degli operatori di rete e della ricerca

Moderatori: Ing. Angelo L'Abbate – RSE

Ing. Marcello Capra – MASE

- Effetti geopolitici sugli sviluppi HVDC (M. Rebolini - CIGRE)
- Studi e analisi per la conversione di linea da HVAC a HVDC (L. Vitulano, A. L'Abbate, R. Calisti - RSE, S. Dambone Sessa, F. Sanniti - Università degli Studi di Padova)
- Strumenti per la pianificazione di reti HVDC e MVDC: le attività RSE nel progetto UE THEUS (A. Veroni, A. L'Abbate, M. Cabiati, D. Cirio, D. Clerici, C. Gandolfi - RSE)
- Rete ibrida AC/DC nella Distribuzione MT/BT: progetti Europei HYPERRIDE, INTERSCADA e THEUS (M. Cresta - ASM Terni)
- Le reti LVDC del laboratorio Smart Grid ENEA (M. Valenti - ENEA)

16:00 – 16:15

COFFEE – BREAK

16:15 – 17:15

2. Sessione DC: HVDC/MVDC/LVDC – Il punto di vista degli operatori dell'industria

Moderatori: Prof. Eleonora Riva Sanseverino – Università degli Studi di Palermo

Ing. Massimo Rebolini – CIGRE

- Aggiornamento sui progetti HVDC di Hitachi (A. Derviškić - Hitachi Energy)
- Sviluppi sulle tecnologie in cavo HVDC (S. Cotugno, M. Marelli - Prysmian)
- Evoluzioni tecnologiche per le reti MVDC (M. Riva - ABB)
- Panoramica e prospettive su stato e sfide per i progetti Tyrrhenian Link e Adriatic Link (D. Vertemati - Siemens Energy)

17:15 – 17:30

Conclusione dei lavori

3

Questa iniziativa è finanziata dal Fondo di Ricerca per il Sistema Elettrico in ottemperanza al Decreto del Ministro dello Sviluppo Economico 16 Aprile 2018.

Figura 4 – Programma del workshop – Sezione Pomeridiana