

2025

Pianificazione
della rete elettrica



*Il Piano di Sviluppo descrive gli obiettivi e i criteri in cui si articola **il processo di pianificazione della rete elettrica di trasmissione nazionale**, nel contesto nazionale ed europeo. Nel documento sono definite le priorità di intervento e i risultati attesi dopo le analisi effettuate negli scenari energetici di riferimento e con l'attuazione del piano stesso.*

*Nel Piano sono riportati tutti gli interventi che Terna pianifica **per garantire l'efficienza e resilienza della rete, la sicurezza dell'approvvigionamento e del servizio, e l'integrazione della produzione da fonti rinnovabili** e che rappresentano uno dei fattori abilitanti della transizione energetica.*



“ Terna investe per lo sviluppo dell'Italia

Assicuriamo la sicurezza energetica e l'equilibrio tra domanda e offerta di elettricità 24 ore su 24, mantenendo il sistema affidabile, efficiente e accessibile a tutti.

Investiamo e innoviamo ogni giorno per sviluppare una rete elettrica in grado di integrare l'energia prodotta da fonti rinnovabili, collegando sempre meglio le diverse aree del Paese e rafforzando le interconnessioni con l'estero, con un approccio sostenibile e attento alle esigenze dei territori e delle persone con cui lavoriamo. ”

MISSION

“ Siamo dietro l'energia che usi ogni giorno

Abbiamo la responsabilità di garantire la continuità del servizio elettrico, condizione indispensabile perché l'elettricità arrivi in ogni istante a case e imprese in Italia.

Assicuriamo a tutti parità di accesso all'elettricità e lavoriamo per consegnare energia pulita alle generazioni future. ”

PURPOSE

“ Pensiamo al futuro dell'energia

Ci impegniamo per un futuro alimentato da energia pulita, favorendo nuovi modi di consumare e di produrre basati sempre più sulle fonti rinnovabili per raggiungere gli obiettivi di una transizione energetica che sia equa e inclusiva, anche riducendone i costi.

Grazie alla nostra visione d'insieme del sistema elettrico e alle nuove tecnologie digitali, guidiamo il percorso del Paese verso l'azzeramento delle emissioni di gas serra al 2050, in linea con i target climatici europei. ”

VISION



Sintesi

In uno scenario mondiale in continua evoluzione, il sistema energetico si trova ad affrontare dinamiche globali sempre più complesse. Gli sviluppi geopolitici, le emergenze climatiche e le trasformazioni tecnologiche stanno ridefinendo le priorità e le modalità di intervento necessarie per garantire un **futuro sostenibile, resiliente e sicuro**. Gli impegni internazionali assunti per il raggiungimento degli obiettivi climatici richiedono uno sforzo congiunto volto a **ridurre drasticamente le emissioni di gas serra**, limitando l'uso delle fonti fossili e promuovendo lo sviluppo e l'integrazione di quelle rinnovabili. Contestualmente, eventi meteorologici estremi, sempre più frequenti e intensi, mettono in evidenza la necessità di **realizzare infrastrutture capaci di resistere a sollecitazioni imprevedibili**, garantendo continuità e sicurezza al sistema elettrico. Infine, in un contesto geopolitico che resta instabile, le tensioni internazionali continuano a influenzare i mercati delle materie prime e delle risorse energetiche, sottolineando l'importanza della **diversificazione delle fonti** e dei canali di approvvigionamento.

È fondamentale, quindi, **accelerare la transizione energetica** e, in tale direzione, la rete di trasmissione nazionale rappresenta un elemento chiave per affrontare le complesse sfide poste dai cambiamenti climatici e dalle pressioni globali. Terna, in qualità di concessionario e gestore della rete di trasmissione elettrica italiana, ha un ruolo centrale nel guidare il settore verso un futuro a basse emissioni di carbonio, facendo leva sul progresso tecnologico degli impianti da fonti rinnovabili e sugli investimenti in soluzioni innovative per garantire una continua evoluzione dell'infrastruttura di trasmissione.

La pianificazione è un processo cruciale per definire l'**evoluzione futura della rete elettrica**, identificando le opere necessarie a garantire, anche in prospettiva, l'affidabilità, la sicurezza, l'adeguatezza e l'efficienza del sistema elettrico. Queste esigenze trovano espressione nel Piano di Sviluppo, un documento che offre una risposta organica e strutturata alle sfide della transizione energetica e dei cambiamenti geopolitici in corso. Attraverso la definizione delle opere di sviluppo della rete, Terna contribuisce al raggiungimento di traguardi strategici per il Paese: dall'**incremento della capacità di scambio** tra le zone di mercato all'**integrazione delle fonti di energia rinnovabile**, all'aumento della **resilienza degli asset**. Inoltre, le sinergie con le infrastrutture esistenti facilitano l'integrazione delle opere nei territori e l'accettazione da parte delle comunità locali.

Nella definizione e attuazione del Piano di Sviluppo, Terna si impegna nel portare avanti **relazioni con gli stakeholder istituzionali e privati** interessati dagli interventi di sviluppo della RTN, attraverso un approccio partecipato per garantire la condivisione degli obiettivi strategici e per facilitare i processi autorizzativi. Coinvolgere tutti gli attori del sistema, le organizzazioni non governative e i cittadini fin dalle prime fasi di pianificazione permette di migliorare le soluzioni progettuali e creare un consenso diffuso intorno agli interventi infrastrutturali.

Allo stesso modo, la **collaborazione tra operatori di rete a livello internazionale** rimane una priorità. Il territorio italiano si conferma un nodo strategico nel panorama energetico europeo e mediterraneo: la posizione geografica dell'Italia, infatti, offre l'opportunità di consolidare il ruolo di

hub energetico del Mediterraneo, facilitando lo scambio di energia tra Europa e Nord Africa e promuovendo lo sviluppo di progetti transfrontalieri. Le interconnessioni elettriche, sia con i Paesi confinanti sia con quelli del bacino del Mediterraneo, rappresentano un volano per la crescita economica e per la decarbonizzazione su scala regionale, contribuendo al raggiungimento dei target di efficienza energetica stabiliti a livello comunitario.

Nell'assicurare che le reti siano gestite in modo sicuro ed efficiente, Terna estende il suo impegno all'**integrazione di risorse di flessibilità distribuite** in stretta collaborazione con i Distribution System Operators (DSO), permettendo di ottimizzare l'uso delle infrastrutture esistenti e di rispondere alle nuove esigenze di un sistema energetico sempre più dinamico. L'approccio sinergico tra operatori infrastrutturali, basato sull'interoperabilità e sulla massimizzazione delle risorse, è essenziale per abilitare un'efficace elettrificazione dei consumi e per promuovere una rete sempre più smart e resiliente. Tra questi progetti rientrano le connessioni dei **Data Center** alla rete di alta tensione, i **sistemi di accumulo** per l'integrazione delle rinnovabili, lo sviluppo delle tecnologie di **Cold Ironing** e l'**E-Mobility** a sostegno della riduzione delle emissioni.

La transizione energetica non può prescindere da una parallela transizione digitale che la supporti e ne faciliti il progresso: il concetto di **Twin Transition**, che unisce la dimensione energetica e digitale, rappresenta l'impegno di Terna nell'integrare tecnologie avanzate e strumenti innovativi, con l'obiettivo di rendere la rete elettrica sempre più connessa, sicura ed efficiente, a vantaggio dell'intero sistema. Investimenti in tecnologie quali l'**Internet of Things** e l'**Intelligenza Artificiale** puntano allo sviluppo di un sistema integrato per la gestione, il controllo e la manutenzione della rete, affiancati da strumenti di **Digital Twin, robotica e droni** impiegati nel monitoraggio degli asset. Con un approccio di **Open Innovation**, infine, Terna coinvolge anche startup e realtà esterne per contribuire alla ricerca di soluzioni innovative per la transizione energetica.

A supporto di questa ambiziosa trasformazione, per accelerare la realizzazione degli obiettivi di sviluppo infrastrutturale e quelli di innovazione e ricerca, sono state stanziare nuove risorse economiche dalla Commissione europea a favore degli Stati membri. Il **Next Generation EU (NGEU)**, definito dall'Unione Europea, rappresenta uno dei programmi di investimenti e riforme a maggior livello di ambizione in ambito continentale, a cui l'Italia ha risposto presentando il Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR). In merito ai progetti infrastrutturali, un ulteriore programma di finanziamento dell'Unione Europea strategico è il **Connecting Europe Facility (CEF)** per i settori dei trasporti, dell'energia e della connettività, mentre nel programma dell'UE per la ricerca e l'innovazione rientra il progetto di finanziamento **Horizon Europe**, attivo per il periodo 2021-2027, finalizzato al raggiungimento degli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile delle Nazioni Unite e alla crescita dell'UE stessa. Nell'ambito di questi programmi, sono stati ammessi a contributo diversi progetti di Terna, che concorrono al coniugare la crescita industriale con l'interesse della comunità.

Nel presente Fascicolo **"Pianificazione della rete elettrica"** vengono esaminati in dettaglio questi aspetti fondamentali, che definiscono le scelte strategiche della pianificazione infrastrutturale di Terna.

Indice

1	Obiettivi, criteri e linee guida della pianificazione	7
2	Stakeholder Engagement	13
	2.1 La consultazione del Piano Decennale	16
	2.2 La concertazione per gli interventi di sviluppo	17
	2.2.1 La concertazione volontaria	18
	2.2.2 La consultazione pubblica	20
	2.2.3 I Terna Incontra	22
3	Pianificazione coordinata tra TSO in ambito europeo	27
	3.1 Driver per lo sviluppo della rete di trasmissione europea	28
	3.2 European Network of Transmission System Operators for Electricity (ENTSO-E) e il Ten-Year Network Development Plan (TYNDP)	30
	3.3 Il Regolamento (UE) n. 869/2022 e s.m.i. e i Progetti di Interesse Comune e Progetti di Mutuo Interesse	34
4	Pianificazione coordinata tra TSO nel Mediterraneo	37
	4.1 La cooperazione fra Gestori di Rete del Mediterraneo: Med-TSO	38

5	Interoperabilità e sviluppo coordinato delle reti infrastrutturali	43
	5.1 Reti elettriche: coordinamento TSO DSO	45
	5.2 Data Center	47
	5.3 Storage	48
	5.4 Cold Ironing	51
	5.5 Strategy su E-Mobility	54
6	Digitalizzazione	59
	6.1 Digitalizzazione della TSO Value Chain: la strategia di Terna	60
	6.2 Infrastrutture digitali per la gestione della rete: le soluzioni IoT per la connettività e il monitoraggio degli asset	62
	6.2.1 Piattaforme digitali per il monitoraggio della rete: IoT4TheGrid	62
	6.2.2 L'Internet of Underwater Things	62
	6.3 Asset Management tramite Digital Twin e modelli virtuali	64
	6.4 Building Information Modeling (BIM) e la digitalizzazione dei cantieri	65
	6.5 Robotica e droni per il monitoraggio e la manutenzione delle infrastrutture elettriche	66
	6.6 Open Innovation e Venture Capital	68
7	Strumenti di finanza agevolata	71
	7.1 PNRR Resilienza	76
	7.2 RePowerEU	77
	7.3 Progetti CEF	77
	7.4 Progetti Horizon	78
	7.5 PNRR Ricerca: progetti CN HPC	83



A composite image featuring a wind turbine on the left and a high-voltage power line tower on the right, set against a blue sky with light clouds. The bottom portion of the image is overlaid with a semi-transparent blue gradient, which serves as the background for the title text.

1

**Obiettivi, criteri e
linee guida della
pianificazione**

Obiettivi, criteri e linee guida della pianificazione

La pianificazione dello sviluppo della rete di trasmissione nazionale è volta a individuare l'insieme degli interventi infrastrutturali necessari affinché Terna possa garantire, nell'orizzonte di Piano di Sviluppo, l'ottimale funzionamento del sistema di trasmissione elettrica, assicurando in prospettiva la **sicurezza**, l'**economicità** e la **continuità del trasporto dell'energia** dalle aree di produzione esistenti e previste verso i centri di distribuzione e consumo.

In conformità all'articolo 36, comma 12, del Decreto legislativo 93/11, come modificato dalla legge 120/2020, Terna elabora il Piano di Sviluppo della rete di trasmissione nazionale ogni due anni, sottoponendolo all'approvazione del Ministero per l'Ambiente e la Sicurezza Energetica (MASE). Tale processo avviene previa acquisizione dei pareri delle regioni interessate e tenendo conto delle valutazioni formulate dall'Autorità di Regolazione per Energia Reti e Ambiente (ARERA). Terna è inoltre tenuta a presentare un rapporto di avanzamento del Piano di Sviluppo, corredato di una tabella di sintesi in formato elaborabile negli anni in cui non viene redatto il nuovo Piano.

La pianificazione per lo sviluppo della RTN, come previsto dalla Concessione dell'infrastruttura di trasmissione e dal Codice di Rete, è orientato a:

- garantire e migliorare le condizioni di adeguatezza del sistema elettrico nazionale, assicurando una gestione efficiente della capacità di generazione disponibile, con particolare attenzione alla massimizzazione della produzione da fonti rinnovabili;
- mantenere le condizioni di sicurezza operativa del sistema elettrico;
- incrementare l'affidabilità e l'efficienza economica della rete di trasmissione;
- migliorare la qualità e la continuità del servizio, nonché la resilienza del sistema elettrico;
- rispetto dei vincoli ambientali e paesaggistici dei territori interessati dai progetti infrastrutturali.

Il processo si articola in quattro fasi principali (*Figura 1*):

- 1. raccolta dei parametri distintivi:** si acquisiscono i principali parametri della struttura e del funzionamento del sistema elettrico e dei mercati energetici, sia nelle condizioni attuali sia in quelle previste dai principali scenari nazionali ed europei;
- 2. analisi del sistema elettrico:** attraverso un'analisi dello stato attuale e previsioni basate su scenari condivisi si individuano le criticità della rete e si valutano le sfide future per definire le esigenze e le priorità di sviluppo;
- 3. studi di fattibilità e analisi costi-benefici (ACB):** per ogni progetto di investimento vengono condotte valutazioni approfondite dei benefici complessivi rispetto ai costi associati;
- 4. programmazione degli interventi:** si definiscono le priorità e i tempi di esecuzione per gli interventi che offrono il maggior valore aggiunto al sistema, avviando le successive fasi di concertazione, autorizzazione, procurement e realizzazione.

Figura 1 *Processo di pianificazione*



Tra i **fattori considerati nelle analisi infrastrutturali**, si evidenziano i seguenti punti:

- lo stato del sistema elettrico e la sua evoluzione, inclusa la distribuzione geografica della capacità di generazione e dei centri di consumo;
- i dati relativi ai rischi di sovraccarico (in condizioni di rete integra e in N-1) e ai valori di tensione, che consentono di individuare le porzioni di rete più critiche;
- le statistiche sulle disalimentazioni e sulla qualità del servizio nelle porzioni di rete di trasmissione e/o distribuzione;
- i segnali provenienti dal Mercato dell'Energia, come i prezzi zonal, e dal Mercato dei Servizi, come l'approvvigionamento di risorse per i servizi di dispacciamento;
- l'evoluzione della domanda energetica e le previsioni di fabbisogno nell'orizzonte temporale di riferimento;
- lo sviluppo tecnologico del parco produttivo (potenziamenti/dismissioni di impianti e realizzazione di nuove centrali), compresa l'integrazione di nuova capacità da fonti rinnovabili;
- la necessità di potenziamento delle interconnessioni con l'estero, in conformità con le condizioni di reciprocità e sicurezza del servizio;
- l'analisi dei differenziali di prezzo e della disponibilità di capacità per l'importazione alle frontiere nel medio-lungo periodo;
- la minimizzazione dei rischi di congestione interzonale, anche basata sulle previsioni di distribuzione della domanda;
- le richieste di connessione alla rete nazionale (RTN) da parte degli aventi diritto;
- la razionalizzazione degli asset di rete, al fine di ottimizzare la pianificazione territoriale e limitare l'impatto ambientale e paesaggistico delle infrastrutture.

Negli ultimi anni, l'evoluzione del parco di generazione in Italia ha continuato ad acquisire un ruolo cruciale nella pianificazione infrastrutturale, in particolare in risposta agli obiettivi di decarbonizzazione definiti a livello europeo e nazionale (ulteriori dettagli sono inclusi nel Fascicolo 1 del PdS25). Infatti, il primo semestre del 2024 ha registrato un aumento significativo delle fonti rinnovabili, che, per la prima volta in un intero semestre, hanno superato la produzione da fonti fossili.

Tuttavia, gli ambiziosi target di decarbonizzazione richiederanno non solo delle misure politiche per mettere a terra ingenti volumi di capacità FER (il PNIEC prevede 107 GW di impianti solari ed eolici al 2030, rispetto ai 43 GW installati a fine 2023), ma anche per sviluppare una serie di opere, quali gli impianti di stoccaggio elettrico e le infrastrutture di rete, necessarie per garantire la piena integrazione delle FER nel sistema elettrico italiano.

In risposta alle sfide emerse, il Decreto 199/2021, che recepisce la Direttiva (UE) 2018/2001 (RED II), ha previsto (Art. 35 comma 1, lettera D) che Terna elabori una specifica pianificazione di opere di rete urgenti, al fine di garantire un'accelerazione nel potenziamento della rete elettrica per accogliere le quote di produzione crescenti da fonti rinnovabili necessarie per il raggiungimento degli obiettivi di decarbonizzazione.

In questo contesto, il Piano di Sviluppo 2025 si inserisce in continuità con la direzione tracciata dal precedente Piano, riprendendone le strategie e integrandole con nuovi processi di pianificazione e programmazione delle infrastrutture della RTN. Le direttrici strategiche del nuovo programma si articolano in quattro punti principali (*Figura 2*):

- **continuità con la strategia dei piani aziendali;**
- **massimizzazione degli asset esistenti;**
- **Programmazione Territoriale Efficiente;**
- **prioritizzazione degli interventi di sviluppo.**

Inoltre, il contesto geopolitico e i recenti eventi globali hanno evidenziato l'importanza di una maggiore resilienza energetica. In questo scenario, il Piano di Sviluppo introduce un approccio flessibile e modulare, prevedendo un adattamento dinamico delle infrastrutture in funzione dello sviluppo delle rinnovabili, garantendo sicurezza e stabilità. Tale visione integrata della pianificazione include tecnologie chiave come fonti rinnovabili, elettrolizzatori, storage e sistemi inverter-based, che sono essenziali per creare un sistema elettrico sicuro e sostenibile a lungo termine.

Figura 2 *Linee di azione del Piano di Sviluppo 2025*

CONTINUITÀ CON LA STRATEGIA DEI PIANI AZIENDALI



- Interventi definiti tenendo conto delle sinergie tra rinnovo e sviluppo, identificandone anche una priorità in base alle evoluzioni degli scenari.
- Continuità con i precedenti Piani secondo gli scenari illustrati nel nuovo Documento di Descrizione degli Scenari 2024 (DDS24).

MASSIMIZZAZIONE DEGLI ASSET ESISTENTI



- Identificare nuovi interventi che permettano di massimizzare gli asset esistenti della RTN.
- Nuove soluzioni tecnologiche e digitali a bassa intensità di capitale ("capital light").

PROGRAMMAZIONE TERRITORIALE EFFICIENTE



- Nuovo processo di pianificazione e programmazione territoriale e ambientale integrato.
- Nuovo Portale digitale TE.R.R.A., per facilitare la condivisione e la trasparenza informativa con gli enti autorizzanti.

PRIORITIZZAZIONE DEGLI INTERVENTI DI SVILUPPO



- Prioritizzazione interventi secondo le finalità, il contesto concertativo, autorizzativo e realizzativo, oltre che l'utilità elettrica.
- Conferma degli interventi già pianificati nel precedente Piano di Sviluppo 2023.

Continuità con la strategia dei piani aziendali

Il punto di partenza per la redazione del nuovo Piano di Sviluppo 2025 è rappresentato dal precedente Piano 2023, il quale è stato caratterizzato da investimenti di oltre 21 Mld€ nel decennio 2023-2032 (30 Mld€ oltre il decennio).

I principali progetti inclusi nel Piano 2023 hanno riguardato i collegamenti HVDC Tyrrhenian Link e Adriatic Link, le interconnessioni con la Tunisia (progetto ELMED), con la Grecia (GR.ITA2) e tra Sardegna, Corsica e Italia (SA.CO.I. 3).

La novità principale è stata la rete Hypergrid, una serie di collegamenti con tecnologia HVDC consistenti in cinque nuove dorsali elettriche in sinergia con gli sviluppi di rete già previsti nei piani precedenti. La rete Hypergrid si è presentata con l'obiettivo di trasferire maggiore potenza generata dalle fonti rinnovabili del Sud Italia verso le zone di carico del Nord, con un raddoppio della capacità di scambio tra Zone di Mercato interne, passando dagli attuali 16 GW a oltre 35 GW.

Gli interventi previsti nel nuovo Piano di Sviluppo 2025 risultano in continuità con la precedente edizione di Piano, tenendo conto delle sinergie tra rinnovo e sviluppo.

La continuità con i precedenti Piani è confermata, inoltre, dagli scenari illustrati nel nuovo Documento di Descrizione degli Scenari 2024 (DDS24), redatto congiuntamente da Terna e Snam. Tale documento descrive gli scenari di riferimento propedeutici alla predisposizione del Piano di Sviluppo e risulta in continuità con il precedente DDS22. Vengono confermati dunque gli interventi già pianificati per il raggiungimento dei target in materia di energia e ambiente.

Massimizzazione degli asset esistenti

Oltre ai progetti di sviluppo infrastrutturali, il nuovo Piano si pone l'obiettivo di identificare nuovi interventi che permettano di massimizzare gli asset esistenti della Rete di Trasmissione Nazionale.

Ciò riguarda nuove soluzioni tecnologiche e digitali a bassa intensità di capitale ("capital light") nel rispetto dell'efficienza degli investimenti (ad esempio, recondutoring parziale o totale della linea, rimozione componenti limitanti su stazioni e/o elettrodotti, evoluzione del sistema di difesa, installazione di sistemi di sensoristica, monitoraggio e diagnostica, per aumentare la prestazione delle infrastrutture).

Programmazione Territoriale Efficiente

Per far fronte alle significative criticità in termini di occupazione territoriale, complessità autorizzative, gestione delle opere infrastrutturali e mancanza di trasparenza informativa, Terna ha definito un nuovo processo di pianificazione territoriale e ambientale integrato e un processo di programmazione efficiente delle infrastrutture della RTN.

È stata introdotta un'ulteriore novità attraverso il principio di microzonalità, con cui poter svolgere una pianificazione integrata delle connessioni FER, accumuli e Data Center con gli interventi di sviluppo, nell'intento di traguardare gli obiettivi ambientali nazionali ed europei di integrazione delle fonti rinnovabili.


Inoltre, a giugno 2024 Terna ha lanciato il nuovo Portale digitale TE.R.R.A., che punta a facilitare la condivisione e la trasparenza informativa con gli enti autorizzanti.

Prioritizzazione degli interventi di sviluppo

Per la definizione degli interventi da inserire nel decennio 2025-2034, Terna ha svolto un'analisi di prioritizzazione dei progetti, seguendo lo stesso approccio già adottato nella definizione del Piano di Sviluppo 2023.

Sono considerati vari fattori:

- le finalità, il contesto concertativo, autorizzativo e realizzativo di ciascun intervento;
- l'utilità elettrica, prevedendo la pianificazione delle opere con priorità medio-bassa oltre il decennio in questione;
- la conferma degli interventi che rivestono una particolare rilevanza per il raggiungimento degli obiettivi target.



2.1 La consultazione del Piano Decennale	16
2.2 La concertazione per gli interventi di sviluppo	17
2.2.1 <i>La concertazione volontaria</i>	18
2.2.2 <i>La consultazione pubblica</i>	20
2.2.3 <i>I Terna Incontra</i>	22



2 Stakeholder Engagement

Stakeholder Engagement

2

Una gestione responsabile dei processi per lo sviluppo della Rete elettrica di Trasmissione Nazionale (RTN), basata su principi di condivisione e di sostenibilità, può essere ottenuta solo instaurando un rapporto di reciproca fiducia con gli stakeholder, tenendo conto dei loro interessi e delle loro legittime aspettative.

In linea con questo principio, Terna si impegna da anni nel portare avanti **relazioni con gli stakeholder istituzionali e privati coinvolti a vario titolo dagli interventi di sviluppo della RTN**, ponendo particolare attenzione sui territori che sono destinati a ospitare interventi di nuova realizzazione o di miglioramento delle esistenti infrastrutture elettriche.

Nell'ambito delle attività per la definizione e l'attuazione del PdS, Terna focalizza da sempre la sua attenzione sull'interazione con gli stakeholder, individuando e tenendo in considerazione i loro interessi sin dalle prime fasi di progettazione degli interventi e verificandone la compatibilità con quelli di sviluppo della RTN.

La strategicità e i benefici per la collettività delle opere previste, nonché i criteri seguiti per la loro definizione, vengono comunicati agli stakeholder, in modo da favorire l'accettabilità delle stesse e rendere più celeri ed efficaci i processi per il raggiungimento degli obiettivi di sviluppo, ammodernamento e digitalizzazione della RTN. Tale approccio rappresenta un fattore chiave sia per raccogliere validi spunti di miglioramento rispetto alle progettualità di Terna, sia per arrivare alla definizione di soluzioni progettuali che garantiscano la sicurezza, l'efficienza e l'economicità del servizio elettrico, insieme alla sua sostenibilità territoriale e accettabilità sociale.

Tale consapevolezza ha portato a implementare processi di coinvolgimento continui degli stakeholder, mediante attività di analisi e progettazione delle modalità di interazione, adattandole alle diverse circostanze.

Gli stakeholder coinvolti nelle attività di Terna rientrano in alcune categorie principali.

- **Istituzioni:** definiscono gli obiettivi di medio e lungo termine, garantendo anche il rispetto delle indicazioni della Comunità Europea. Inoltre, sono coinvolte nella procedura di approvazione del Piano di Sviluppo e delle sue opere.
- **Comitato di Consultazione Utenti della rete:** introdotto dal DPCM 11 maggio 2004, è uno dei principali interlocutori di Terna nella pianificazione della rete e a esso partecipano i rappresentanti dei distributori, dei produttori di energia elettrica, dei grossisti e dei clienti finali.
- **Organizzazioni Non Governative:** hanno lo scopo di minimizzare e mediare i potenziali impatti ambientali negativi degli sviluppi infrastrutturali previsti. Inoltre, esse garantiscono la coerenza dello sviluppo della rete rispetto l'impegno nazionale e internazionale nel contrastare i cambiamenti climatici.
- **Comunità Locali:** si tratta di enti locali e cittadini che vivono in aree in cui si implementa un nuovo progetto di sviluppo o di connessione; pertanto, sono i primi a essere interessati dall'attività del TSO sul territorio in tutte le fasi del ciclo di vita del progetto, dallo sviluppo alla gestione e manutenzione della rete.
- **Altri stakeholder:** la Commissione europea fissa gli obiettivi di lungo termine declinati successivamente dagli Stati Membri e definisce le modalità di coordinamento tra i Paesi Membri; ENTSO-E, in tema di pianificazione, indica gli obiettivi di lungo termine declinati successivamente dai singoli TSO; l'Autorità di Regolazione per Energia Reti e Ambiente (ARERA) è il soggetto deputato a impartire gli indirizzi regolatori finalizzati a tutelare gli interessi dei consumatori, promuovere la concorrenza, l'efficienza e la diffusione di servizi con adeguati livelli di qualità.

L'individuazione dei portatori di interesse, nonché le modalità, gli strumenti e la frequenza di interlocuzione con ciascuno di essi, devono essere opportunamente definiti, in modo da ottimizzare le relazioni con le diverse categorie e garantire un'opportuna interazione reciproca, in particolare con le comunità locali. Queste ultime, infatti, rappresentano i fruitori finali del servizio elettrico: Terna è dunque chiamata a garantire per loro la continuità, affidabilità, sicurezza ed economicità del servizio di trasmissione elettrica e ad accelerare il processo di transizione energetica, in modo da lasciare alle future comunità un mondo "carbon neutral", evitando al contempo un aumento dei costi complessivi del servizio.



2.1 La consultazione del Piano Decennale

La pubblicazione e la successiva consultazione del Piano di Sviluppo della rete di trasmissione nazionale costituiscono la fase conclusiva di un iter che prevede il coinvolgimento di vari stakeholder in diversi momenti, tra cui ONG, Comitato Utenti, utenti della rete, comunità locali e associazioni di settore. Queste fasi, previste dal Decreto legislativo del 1 giugno 2011 n. 93, hanno richiesto nel tempo un cambio di visione per valorizzare il ruolo centrale di Terna come coordinatore della transizione energetica, incentivando così una partecipazione più attiva degli operatori. L'obiettivo si configura nell'**aprire canali di comunicazione bidirezionali**, offrendo, da un lato, maggiori chiarimenti agli stakeholder sui criteri di pianificazione e sulle azioni del gestore della rete e, dall'altro, permettendo di identificare aree di miglioramento e acquisire utili spunti.

Nei mesi precedenti alla pubblicazione e consultazione del piano, Terna organizza webinar specifici per coinvolgere il Comitato Utenti e le ONG, durante i quali illustra il contesto di riferimento, gli scenari di piano e le linee guida principali della pianificazione, spiegando le azioni da intraprendere e le motivazioni delle scelte che determinano le necessità future di sviluppo della rete.

Dopo l'invio del Piano di Sviluppo al Ministero e ad ARERA a gennaio, si procede alla pubblicazione del documento, seguita dalla **consultazione pubblica**, momento cruciale del processo in cui Terna, dopo aver presentato lo schema del Piano decennale, **raccoglie osservazioni e suggerimenti dai vari operatori e fornisce riscontri attraverso incontri o webinar**. Le modalità di confronto a distanza o ibride hanno favorito un aumento della partecipazione, come evidenziato dal crescente numero di partecipanti ai webinar delle ultime due edizioni del piano, con oltre 100 operatori e rappresentanti di settore.

La consultazione è aperta a chiunque sia interessato a partecipare, offrendo una preziosa occasione di confronto per tutti i principali stakeholder e operatori del sistema elettrico ed energetico, con particolare attenzione alle sfide future. Tra i partecipanti si annoverano il Ministero per l'Ambiente e la Sicurezza Energetica (MASE), regioni, associazioni dei consumatori, associazioni di settore elettrico, imprese, distributori e produttori del settore.

I feedback e le osservazioni raccolti durante la consultazione vengono poi considerati nelle successive edizioni del piano, al fine di garantire un continuo miglioramento sia del processo di pianificazione sia del documento del Piano di Sviluppo della rete di trasmissione. In passato, Terna ha inoltre accolto suggerimenti per includere dettagli aggiuntivi su interventi considerati rilevanti per il raggiungimento degli obiettivi di transizione energetica, attraverso schede "premium" mirate ad arricchire l'informazione disponibile per gli utenti.

Il 7 agosto 2023 l'**Autorità di Regolazione per Energia Reti e Ambienti (ARERA)** ha avviato la consultazione sul Piano di Sviluppo di Terna al 2023. Il 2 ottobre 2023 è stata organizzata presso gli uffici dell'ARERA, con possibilità di collegamento da remoto, una sessione pubblica di presentazione e discussione del Piano di Sviluppo 2023 in cui Terna ha risposto alle osservazioni ricevute dei soggetti interessati. La conclusione del processo di consultazione è stata il 16 ottobre 2023, data entro la quale gli stakeholder interessati hanno potuto inviare le proprie osservazioni all'Autorità. In seguito, l'ARERA, ai sensi della Delibera 15/2023, ha dato mandato a Terna di consultare e pubblicare una terza edizione del rapporto di identificazione delle capacità di trasporto obiettivo funzionale al Piano di Sviluppo 2023. Per l'edizione 2023 Terna ha quindi aggiornato il rapporto di identificazione delle capacità obiettivo, sulla base dei nuovi scenari energetici pubblicati nel Documento di Descrizione degli Scenari 2022 e applicando la metodologia utilizzata per le precedenti edizioni, e lo ha sottoposto a consultazione pubblica, dopo la quale sono stati integrati i suggerimenti ricevuti nel documento "Rapporto di identificazione delle capacità obiettivo 2023".

Rispetto al Piano di Sviluppo 2023 si registra un cambiamento normativo sul processo di approvazione del Piano: ai sensi del Decreto legislativo del 1° giugno 2011, n. 93, modificato da ultimo dalla legge 30 dicembre 2023, n. 214, l'ARERA dovrà esprimere il suo parere entro 6 mesi dalla presentazione del Piano (per il quale la scadenza della condivisione con l'Autorità è al 31 gennaio) e successivamente si attende l'approvazione da parte del MASE che deve avvenire entro 18 mesi dalla presentazione.

2.2 La concertazione per gli interventi di sviluppo

Nel suo ruolo di abilitatore della transizione energetica, Terna realizza importanti investimenti per definire, progettare e realizzare gli interventi di sviluppo della rete, finalizzati all'implementazione dei progetti di infrastrutture elettriche da inserire sul territorio nazionale.

La sostenibilità rappresenta un punto cardine del Piano di Sviluppo, declinata nei suoi pilastri, ambientale, sociale ed economico: in riferimento ai primi due, Terna risponde alle esigenze ambientali e sociali dei cittadini, elevandole allo stesso livello delle esigenze elettriche ed economiche, per trasferirle all'interno del processo decisionale e garantire una **"progettazione partecipata"**.

Oltre alle attività relative allo sviluppo degli aspetti progettuali, autorizzativi e realizzativi, l'impegno per l'attuazione di quanto previsto dal PdS si concentra, quindi, sul coinvolgimento degli stakeholder interessati dagli interventi previsti, definendo e attuando forme di ascolto e coinvolgimento adeguate.

Tale impegno si traduce in attività di **"concertazione"**, previste in forma volontaria per tutti gli interventi del PdS. La loro attuazione avviene in determinati casi, attraverso l'istituto del **"dibattito pubblico"** e in particolare, come specificato al paragrafo 2.2.2, ricorrendo allo strumento della consultazione pubblica secondo quanto previsto dal Regolamento Europeo (UE) 869/2022.

L'approccio alla concertazione implementato da Terna permette di fornire l'informazione sugli interventi infrastrutturali della RTN a tutti i livelli istituzionali e sociali, anticipando così la formulazione da parte degli stakeholder di richieste specifiche, in una fase in cui la loro valutazione in termini di accoglimento e realizzabilità risulta ancora attuabile. In questo modo, **vengono poste le condizioni per una costruzione condivisa dello sviluppo della RTN**, rendendola più sostenibile e aumentando la sua accettazione sociale.

La capacità di coinvolgere le comunità locali in ogni fase dell'elaborazione e dell'implementazione delle opere elettriche rappresenta un aspetto fondamentale e necessario. Ascoltare le opinioni delle persone interessate e delle istituzioni coinvolte, raccogliendo indicazioni sui temi di sensibilità, permette di ricercare una soluzione condivisa per l'integrazione delle nuove infrastrutture nei territori, a beneficio dell'ambiente e delle comunità stesse.

È pertanto possibile affermare che la realizzazione delle opere della RTN si inquadri all'interno di un consolidato dialogo con le Istituzioni e le comunità interessate da nuove opere o da interventi di ammodernamento delle infrastrutture esistenti. Questo consente di fornire una più approfondita conoscenza del Sistema Elettrico Nazionale, del ruolo di Terna, dello stato delle infrastrutture elettriche che la Società realizza e gestisce, nonché delle motivazioni alla base degli sviluppi pianificati con lo scopo di attuare quanto previsto dalle politiche energetiche nel medio e lungo periodo.

L'esperienza maturata da Terna negli anni ha mostrato come la collaborazione con gli stakeholder costituisca un significativo valore aggiunto per i progetti. Attraverso il confronto è possibile giungere a soluzioni che evolvono le proposte iniziali, migliorando l'integrazione delle opere nel territorio e facilitando un raggiungimento più rapido degli obiettivi del Piano di Sviluppo.

2.2.1 La concertazione volontaria

A partire dal 2002, Terna ha adottato un approccio volontario di **coinvolgimento delle amministrazioni e delle comunità in una fase precoce della progettazione degli interventi**, attraverso attività di **concertazione**. Ciò prevede l'inclusione preventiva delle istituzioni locali e delle comunità interessate dall'intervento, attraverso un ampio settore di attività di confronto che accompagnano la definizione e la realizzazione degli interventi di sviluppo con il territorio.

Attraverso la concertazione, Terna **condivide le esigenze di sviluppo della RTN con i principali stakeholder locali**, creando così le condizioni per ascoltare e raccogliere osservazioni e indicazioni da parte di chi viene interessato dall'intervento. L'analisi e la valutazione dei contributi raccolti consentono di identificare eventuali aspetti non rilevati nelle analisi preliminari basate sugli strumenti regolatori, di pianificazione e dei database consultabili, permettendo così di integrare tali elementi per arrivare a una soluzione progettuale ottimizzata e condivisa, sia per la localizzazione delle nuove infrastrutture elettriche, sia per riassetto di quelle esistenti.

Una proficua attività concertativa, condotta nelle fasi precedenti alla definizione del progetto definitivo, mira a ridurre al minimo imprevisti e ostacoli che potrebbero sorgere durante la procedura di autorizzazione, momento in cui eventuali modifiche al progetto risulterebbero significativamente più complesse e costose. Questo approccio offre vantaggi evidenti in termini di tempestività nell'ottenimento delle autorizzazioni e nella realizzazione degli interventi pianificati in risposta alle esigenze della rete.

I rapporti con Amministrazioni ed Enti locali instaurati nel tempo da Terna hanno inoltre favorito un flusso biunivoco di dati fra le parti coinvolte, che facilita un efficiente svolgimento delle rispettive attività istituzionali.

Figura 3 Obiettivi della concertazione volontaria



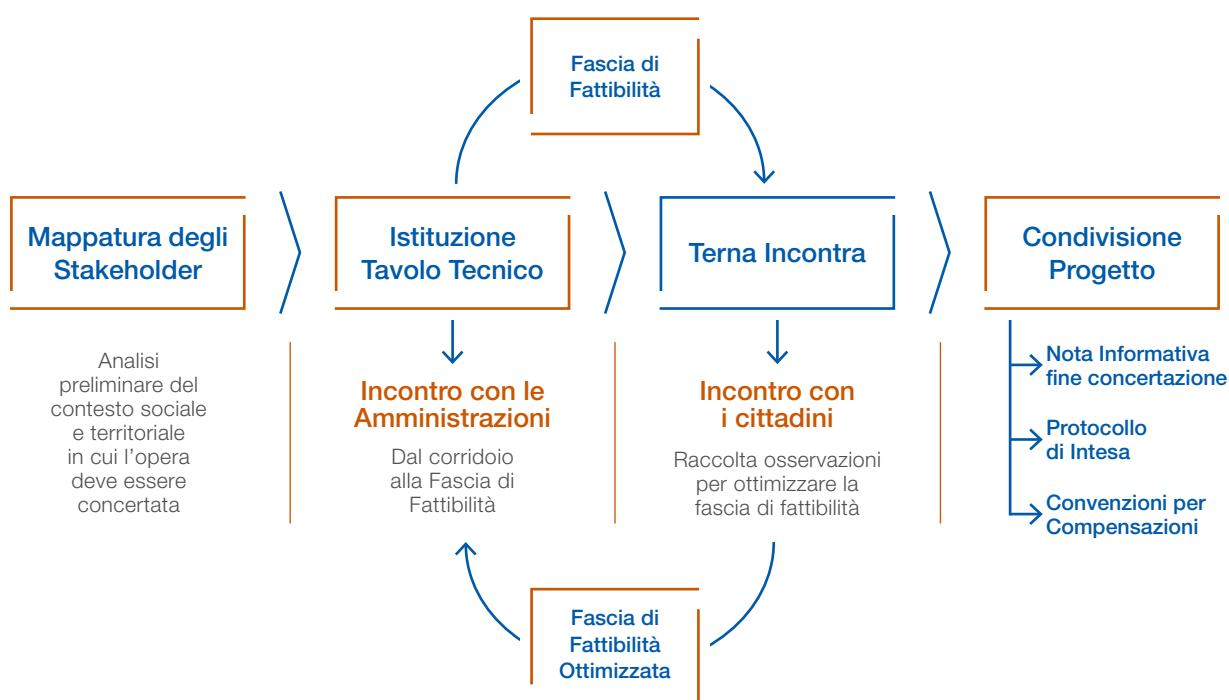
La procedura di concertazione volontaria, priva di una regolamentazione specifica, non segue un iter prestabilito. Le fasi iniziali di concertazione promosse da Terna vedono spesso l'organizzazione di un **Tavolo Tecnico di Concertazione**, al quale partecipano Terna e gli enti coinvolti (solitamente Regioni, Province e Comuni interessati dalle opere, in base alla rilevanza del progetto e al contesto specifico).

Il Tavolo Tecnico rappresenta l'ambito nel quale Terna illustra le motivazioni dell'intervento previsto, le caratteristiche tecniche e una prima ipotesi di localizzazione, che per le linee elettriche corrisponde a una fascia di fattibilità individuata attraverso parametri specifici. Questi parametri sono definiti per ridurre al minimo l'impatto su territori di alto valore ambientale, paesaggistico e culturale. In questo contesto, i partecipanti possono esprimere osservazioni e fornire indicazioni utili a definire una fascia di fattibilità ottimizzata, all'interno della quale verrà successivamente individuata l'ubicazione finale delle opere.

A seconda della rilevanza dell'opera e delle caratteristiche del contesto in cui questa andrà a inserirsi, l'ipotesi localizzativa delle opere può essere presentata direttamente ai cittadini tramite i "Terna Incontra", eventi aperti alla popolazione e organizzati da Terna a partire dal 2015, approfonditi all'interno del paragrafo 2.2.3. Questi momenti rappresentano un'ulteriore occasione di ascolto e apprendimento delle esigenze del territorio, che vengono in seguito valutate in termini di sostenibilità e realizzabilità. L'obiettivo, ove possibile, è quello di ottimizzare la localizzazione preliminarmente individuata, sulla quale sviluppare poi il progetto da sottoporre ad autorizzazione.

Gli esiti delle attività di concertazione svolte vengono sintetizzati tramite una nota o un verbale di concertazione, o ancora nell'ambito di specifici Protocolli di Intesa stipulati tra Terna e le amministrazioni coinvolte. Con le medesime, vengono inoltre stipulate in molti casi delle Convenzioni che regolano la partecipazione alla realizzazione di opere compensative nei territori interessati dagli interventi RTN. Queste opere sono concepite per promuovere con iniziative tangibili la valorizzazione ambientale e territoriale e vengono individuate dalle amministrazioni sulla base delle specifiche peculiarità ed esigenze locali (Figura 4).

Figura 4 *Principali fasi della concertazione volontaria*



2.2.1.1 Ulteriori collaborazioni con Enti e Associazioni

Nell'ambito delle attività di concertazione e di scambio informativo con i soggetti istituzionali, Terna ha recentemente siglato **Protocolli di Intesa** anche con gli organi del Ministero della Cultura che operano sul territorio, costituiti dalle Soprintendenze Archeologia, Belle Arti e Paesaggio (SABAP), per le rispettive attività di competenza nelle aree interessate delle opere RTN. Nel biennio 2023-2024, Terna ha formalizzato Protocolli di Intesa con 5 Soprintendenze:

- SABAP per le province di Salerno e Avellino;
- SABAP per le province di Caserta e Benevento;
- SABAP per le province di Barletta-Andria-Trani e Foggia;
- Soprintendenza per i beni culturali e ambientali del Mare;
- Soprintendenza Speciale Archeologia, Belle Arti e Paesaggio di Roma.

I Protocolli di Intesa, firmati da entrambe le parti, hanno l'obiettivo di stabilire un accordo di collaborazione sulle attività di rispettiva competenza, evidenziando i benefici derivanti dai Tavoli Tecnici a cui partecipano Terna e le SABAP e specificandone la finalità. Inoltre, i Protocolli delineano, da un lato, gli impegni di Terna nella progettazione e realizzazione delle opere nei confronti delle Soprintendenze e, dall'altro, specificano i compiti di queste ultime in merito alla collaborazione con Terna nella definizione del progetto e nella riduzione dei tempi necessari per il rilascio di nulla osta o pareri di competenza. Tale cooperazione mira a portare in autorizzazione soluzioni progettuali condivise per gli aspetti paesaggistici, archeologici e culturali, ottimizzando così i tempi di autorizzazione per gli interventi di sviluppo della rete.

In questi anni Terna si è poi occupata di **intensificare relazioni e partnership con associazioni ambientaliste e di consumatori**, con lo scopo di scambiare e condividere informazioni su tematiche di interesse comune, agevolando una valutazione congiunta delle attività legate alla sicurezza, affidabilità, sostenibilità e continuità del servizio elettrico. La collaborazione con queste associazioni, svolta in via preventiva, permette di comprendere le caratteristiche ambientali, paesaggistiche e sociali del territorio e di arrivare a una migliore localizzazione degli interventi di sviluppo della RTN previsti nel PdS durante le fasi di pianificazione.

Nel corso del 2023 sono stati firmati nuovi Protocolli di Intesa con Greenpeace Italia, Legambiente e WWF Italia per sviluppare e realizzare infrastrutture elettriche sempre più integrate nei territori e rispettose dell'ambiente e della biodiversità. In relazione ai consumatori, Terna e undici Associazioni dei Consumatori (Adiconsum, Adoc, Altroconsumo, Asso-Consum, Assoutenti, Codacons, Codici, Federconsumatori, Lega Consumatori, Movimento Consumatori e Udicon) hanno firmato un Protocollo di Intesa che sancisce l'inizio di un Tavolo permanente di collaborazione sulle attività di gestione e sviluppo della RTN, con particolare attenzione alla sicurezza e all'efficienza del servizio di trasmissione elettrica. L'obiettivo condiviso è quello di una collaborazione costante nel processo di concertazione per una localizzazione delle nuove infrastrutture elettriche caratterizzata da sempre maggiore sostenibilità.

2.2.2 La consultazione pubblica

Per alcune tipologie di opere, particolarmente rilevanti in termini di consistenze e di investimenti, la normativa prevede che le attività di informazione e condivisione con gli stakeholder siano svolte seguendo delle fasi ben delineate, attraverso il cosiddetto **"Dibattito Pubblico"**. In particolare, il D. Lgs. n. 36 del 31 marzo 2023 prevede che venga effettuato un Dibattito Pubblico per due categorie di interventi compresi nei PdS della RTN:

- elettrodotti aerei con tensione superiore a 380 kV e lunghezza del tracciato superiore a 40 km;
- opere e infrastrutture che comportano investimenti complessivi superiori a 300 milioni di euro.

Nei casi in cui questo è consentito dalla normativa di settore e dagli strumenti di pianificazione energetica¹, Terna applica la "consultazione pubblica" in sede del Dibattito Pubblico, secondo le modalità definite dal Regolamento Europeo 869/2022.

La **consultazione pubblica** rappresenta uno strumento di partecipazione attraverso cui gli stakeholder, compresi i privati cittadini, possono fornire a Terna commenti, idee e informazioni utili con lo scopo di arricchire e migliorare la procedura decisionale. Questo avviene attraverso un processo che prevede delle fasi predefinite, atte a garantire, anche grazie a una idonea durata e a efficaci iniziative di pubblicizzazione preventiva del programma degli incontri, l'accessibilità e il coinvolgimento attivo di tutti i portatori di interesse (*Figura 5*).

¹ D.Lgs. 16 luglio 2020, D.P.C.M. n. 76/2018 come sostituito dal D.Lgs. n.36/2023, Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima.

Figura 5 *Principi di base della consultazione pubblica*



Questo approccio non solo permette di accelerare il processo decisionale, ma anche di assicurare l'inclusione di tutti i soggetti interessati con efficacia e tempestività, consentendo da una parte di portare a conoscenza di Terna eventuali elementi non emersi nelle analisi di fattibilità preliminari, dall'altra di valutare la possibile integrazione di tali elementi nella progettazione delle opere, rendendole così maggiormente compatibili con il territorio di intervento e accolte dalle amministrazioni locali e dalle comunità.

Prima dell'attuazione degli incontri di consultazione pubblica, è prevista la "progettazione", che porta alla individuazione delle modalità di svolgimento più appropriate, sulla base di analisi preliminari legate a: estensione territoriale e rilevanza dell'opera; stakeholder territoriali potenzialmente interessati, loro rappresentanza e influenza; caratteristiche e specificità del territorio in cui l'opera dovrà inserirsi. Tenendo conto di quanto emerge da tali valutazioni preliminari, si procede a definire gli obiettivi strategici e le modalità di coinvolgimento più efficaci per gli incontri di consultazione pubblica, che possono essere previsti in presenza oppure online, ma anche in forma ibrida, a seconda delle caratteristiche del territorio e delle esigenze degli stakeholder interessati.

Gli incontri con le amministrazioni e i cittadini sono molto spesso organizzati secondo il format dei **"Terna Incontra"** (si veda successivo paragrafo 2.2.3), durante i quali Terna presenta l'intervento e raccoglie domande e osservazioni del pubblico.

Per rendere più efficace il confronto, prima degli appuntamenti programmati Terna mette a disposizione degli interessati alcuni documenti, approvati dal MASE, quali la cosiddetta **"Sintesi non Tecnica"** e l'**"Opuscolo Informativo"**: il primo consiste in una descrizione semplificata dell'opera e delle motivazioni che hanno portato alla sua definizione, mentre il secondo si focalizza sull'illustrazione del programma della consultazione pubblica.

Durante gli incontri, la partecipazione di personale Terna, che segue gli aspetti progettuali delle opere e le analisi ambientali a esse legate, facilita un'interazione immediata, consentendo, laddove possibile, un riscontro in tempo reale ai quesiti e ai dubbi che emergono.

Nell'ambito della procedura di consultazione pubblica, agli stakeholder è inoltre data la possibilità di presentare le proprie osservazioni anche a seguito degli incontri, tramite sito web di Terna o tramite e-mail dedicata al progetto in consultazione, entro un termine temporale predefinito. Tali osservazioni vengono raccolte e valutate da Terna e, qualora necessario, utilizzate per migliorare il progetto rispondendo alle esigenze degli stakeholder.

A chiusura della procedura, gli esiti della consultazione sono presentati sia agli stakeholder che hanno partecipato alle attività, sia al MASE, il quale dovrà occuparsi di analizzare tutte le osservazioni ricevute e di verificarne la coerenza con il progetto delle opere che sarà poi presentato da Terna allo stesso ministero per l'avvio dell'iter autorizzativo.

2.2.3 I Terna Incontra

A partire dal 2015, Terna ha esteso l'attività della concertazione alle comunità direttamente interessate dagli interventi sulla RTN attraverso incontri pubblici che prendono il nome di **"Terna Incontra"**. Tali incontri consistono in eventi pianificati che permettono la creazione di un **canale di comunicazione continuo con gli enti e le comunità direttamente interessate dall'opera elettrica**. Con queste iniziative si vuole favorire un processo di progettazione partecipata, che permette il soddisfacimento delle esigenze di sicurezza, efficienza ed economicità del servizio elettrico, cercando di assecondare, ove possibile, le esigenze del territorio e minimizzare gli impatti ambientali e sociali.

I Terna Incontra sono dunque eventi dedicati ai portatori di interesse in modo da metterli nelle condizioni di:

- ricevere informazioni sulle attività istituzionali di Terna;
- comprendere le esigenze di sviluppo che hanno originato la necessità dell'intervento;
- conoscere le modalità di attuazione della concertazione volontaria e della consultazione pubblica;
- fornire suggerimenti e rendere presenti eventuali esigenze.

Nei primi anni, gli eventi sono stati realizzati interamente in presenza, in sedi facilmente accessibili dai partecipanti. Durante il 2020, in risposta alle problematiche e limitazioni relative al periodo pandemico, Terna ha sviluppato una metodologia totalmente digitale per permettere la partecipazione dei soggetti interessati e procedere con le attività di concertazione volontaria e consultazione pubblica delle opere ai cittadini. In seguito, si è mantenuto l'approccio digitale, con l'adozione di una modalità mista in cui vengono realizzati sia **incontri online che in presenza**.

Per garantire il massimo coinvolgimento degli enti interessati all'opera, è essenziale condurre un'adeguata attività di promozione degli eventi. Questa viene realizzata attraverso la distribuzione di materiale informativo presso attività commerciali locali e mediante l'installazione di totem o roll-up nei Comuni coinvolti. Parallelamente, la diffusione online è supportata dalla pubblicazione di contenuti digitali su siti web e social media, ampliando così la portata comunicativa dell'iniziativa. Nel biennio 2023-2024 si sono svolti diversi Terna Incontra relativi sia alla concertazione volontaria (*Figura 6*) che alla consultazione pubblica (*Figura 7*).



Figura 6 Terna Incontra per concertazione volontaria svolti nel biennio 2023-2024



Figura 7 Terna Incontra per consultazione pubblica svolti nel biennio 2023-2024



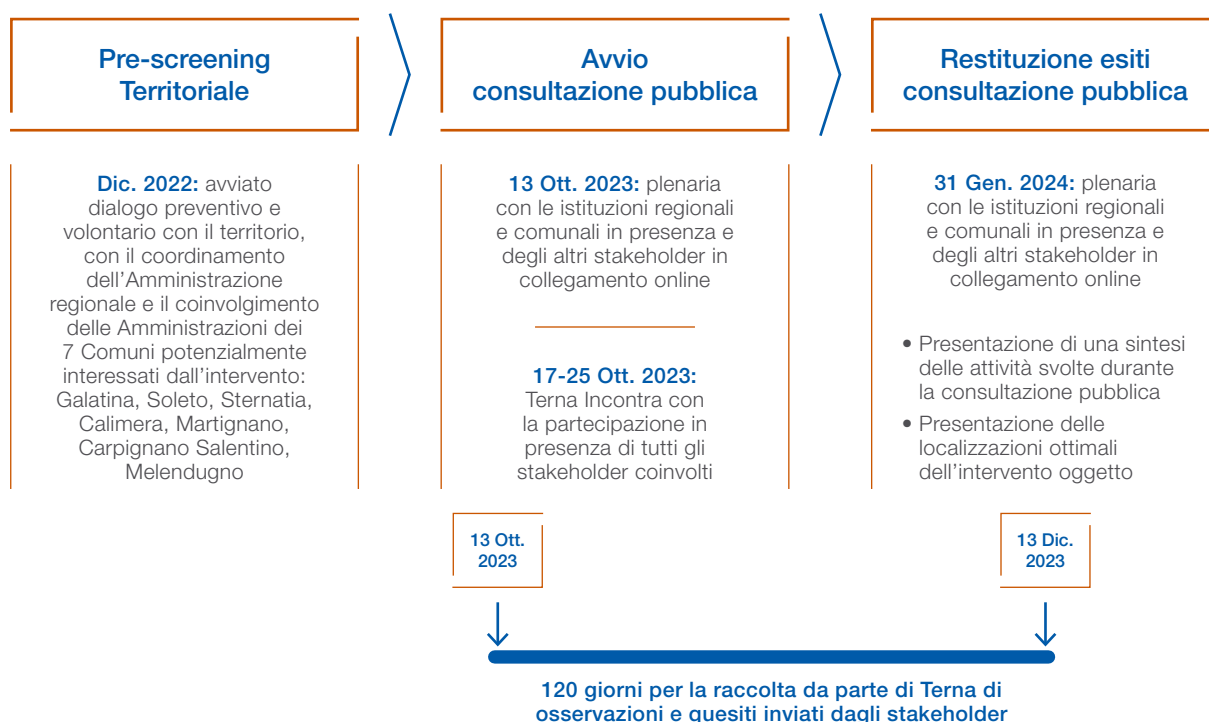
FOCUS

L'esempio di consultazione pubblica del GR.ITA 2

Il nuovo **collegamento HVDC Italia-Grecia**, denominato **GR.ITA 2**, rientra tra le opere, impianti e infrastrutture necessarie al raggiungimento degli obiettivi fissati dal Piano Nazionale Integrato Energia e Clima (PNIEC) per la decarbonizzazione del sistema elettrico nazionale. L'intervento ha lo scopo di rafforzare l'interconnessione tra Italia e Grecia, garantendo il transito bidirezionale delle nuove capacità di generazione rinnovabile elettrica, in particolare di quella fornita da fonti energetiche rinnovabili non programmabili come eolico e fotovoltaico.

Per la sua rilevanza, si è reso necessario applicare lo strumento della consultazione pubblica, secondo le modalità previste dal Regolamento Europeo 869/2022.

Figura 8 consultazione pubblica: GR.ITA 2



Terna ha ritenuto opportuno, prima dell'avvio della consultazione pubblica, raccogliere elementi conoscitivi sul contesto territoriale, sugli stakeholder presenti e sui temi di maggior interesse per gli stessi, attraverso lo svolgimento di attività di concertazione preventiva e volontaria con l'Amministrazione regionale pugliese e con i 7 Comuni interessati dalle opere. Il confronto è stato esteso alle diverse componenti politiche e tecniche degli Enti Locali, al fine di intercettare preventivamente eventuali elementi di particolare sensibilità presenti sul territorio e garantire un pieno coinvolgimento di tutti gli stakeholder interessati in fase di consultazione pubblica.

A seguito degli adempimenti formali propri della procedura di consultazione pubblica, che hanno previsto l'approvazione da parte del MASE della Sintesi non tecnica e del Piano di Consultazione per l'intervento, la fase di consultazione è stata avviata in data 13 ottobre 2023, in una seduta aperta a tutti i portatori d'interesse, durante la quale Terna ha presentato il progetto, le modalità e le tempistiche della consultazione pubblica. A questo primo momento di condivisione, sono seguiti quattro "Terna Incontra" in presenza, tra il 17 e il 25 ottobre, coinvolgendo stakeholder pubblici e privati dei territori.

Ciascun incontro è stato caratterizzato, in apertura, da una presentazione dettagliata dell'intervento elettrico a cura di Terna. Al termine della presentazione, i portatori d'interesse hanno avuto modo di consultare cartografie e *touch screen* rappresentativi dell'area geografica di interesse e di scambiare informazioni e considerazioni con il personale di Terna, sia su aspetti progettuali che su temi di natura più ambientale e sociale.

A partire dal 13 ottobre 2023, data del "Terna Incontra" d'apertura, e fino al 13 dicembre 2023, come previsto dalla normativa, Terna ha dato modo a tutti i portatori d'interesse di inviare osservazioni, quesiti e suggerimenti all'azienda, attraverso un indirizzo e-mail appositamente predisposto e pubblicizzato da Terna stessa in occasione di tutti gli appuntamenti organizzati. Terna ha quindi fornito opportuno riscontro a tutti i quesiti posti.

Per l'annualità 2025 è previsto il deposito al MASE della documentazione per istanza di autorizzazione alla realizzazione dell'opera, che comprende, oltre agli elaborati progettuali predisposti tenendo conto delle risultanze delle attività svolte, anche il documento che riassume gli esiti della consultazione pubblica e che è oggetto di valutazione e approvazione mediante apposita Conferenza di Servizi preliminare indetta dallo stesso Ministero.



3.1 Driver per lo sviluppo della rete di trasmissione europea	28
3.2 European Network of Transmission System Operators for Electricity (ENTSO-E) e il Ten-Year Network Development Plan (TYNDP)	30
3.3 Il Regolamento (UE) n. 869/2022 e s.m.i. e i Progetti di Interesse Comune e Progetti di Mutuo Interesse	34



3

**Pianificazione
coordinata tra
TSO in ambito
europeo**



Pianificazione coordinata tra TSO in ambito europeo



Nell'ambito della pianificazione strategica, emerge l'esigenza di rispondere in maniera sinergica alle sfide poste dallo sviluppo di un sistema infrastrutturale europeo che sia al tempo stesso sicuro, sostenibile e orientato alla decarbonizzazione. Questa necessità implica l'adozione di un approccio condiviso tra i Gestori della Rete (Transmission System Operators – TSO), che devono operare in stretta collaborazione per assicurare interventi armonizzati ed efficaci su scala continentale.

L'obiettivo comune è volto alla **soddisfazione dei crescenti requisiti di efficienza energetica** e di **riduzione delle emissioni stabiliti a livello comunitario**, in linea con gli impegni del Green Deal europeo e le politiche per la transizione energetica. Ciò comporta una pianificazione integrata e una visione paneuropea che consenta di superare le barriere nazionali, promuovendo investimenti in nuove tecnologie, la modernizzazione delle infrastrutture esistenti e una maggiore interconnessione tra i Paesi.

In questo contesto, la **cooperazione tra i TSO si rivela fondamentale per sviluppare soluzioni innovative**, quali l'integrazione delle fonti energetiche rinnovabili e l'ottimizzazione della gestione delle risorse. Questo approccio collaborativo non solo supporta la costruzione di un sistema di trasmissione più resiliente e flessibile, ma favorisce anche una risposta tempestiva e coordinata ai futuri sviluppi energetici europei, contribuendo così al progresso verso una rete energetica realmente sostenibile e interconnessa.

3.1 Driver per lo sviluppo della rete di trasmissione europea

I principali driver per lo sviluppo della rete di trasmissione europea fino al 2020 risultano:

- il **“Terzo Pacchetto Energia”** del 2009, che ha introdotto fondamentali disposizioni Comunitarie con lo scopo di modificare l'assetto regolatorio del mercato energetico europeo (integrazione dei mercati elettrici a livello regionale, miglioramento della cooperazione tra TSO);
- il **“Clean Energy Package”** tra il 2018 e il 2019, un insieme di atti legislativi che hanno definito il nuovo mercato elettrico europeo integrando l'energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili nel sistema, promuovendo l'efficienza energetica e rafforzando il quadro normativo europeo.

Successivamente, al fine di favorire la transizione energetica e mitigare gli impatti derivanti dalle novità sullo scenario geopolitico, causati sia dall'emergenza sanitaria COVID-19 del 2020 che dall'invasione russa in Ucraina e il conseguente conflitto, sono state adottate ulteriori norme in materia di energia e clima riguardanti anche il settore elettrico, tra cui si segnalano:

- il **“Green Deal europeo”** rappresentativo della strategia della Commissione europea per il raggiungimento degli obiettivi climatici al 2030 e al 2050;
- il pacchetto legislativo **“Fit-for-55”**, in attuazione del Green Deal, che pone come obiettivo a livello comunitario una riduzione delle emissioni CO₂ pari a -55% entro il 2030 attraverso la revisione delle normative UE vigenti (tra cui EED, RED), parte del “Clean Energy Package”, e l'attuazione di nuove iniziative al fine di garantire che le politiche dell'UE siano in linea con gli obiettivi climatici concordati dal Consiglio e dal Parlamento europeo;

Obiettivi, criteri e linee guida della pianificazione	Stakeholder Engagement	Pianificazione coordinata tra TSO in ambito europeo	Pianificazione coordinata tra TSO nel mediterraneo	Interoperabilità e sviluppo coordinato delle reti infrastrutturali	Digitalizzazione	Strumenti di finanza agevolata
---	------------------------	--	--	--	------------------	--------------------------------

- il **Regolamento infrastrutture n. 869/2022** (Reg. TEN-E, Trans-European Energy Network), in aggiornamento del precedente Regolamento (UE) n. 347/2013;
- il piano **REpowerEU** predisposto dalla Commissione europea con l'obiettivo di rafforzare l'autonomia strategica dell'Unione e accelerare la transizione ecologica, diversificando l'approvvigionamento energetico e potenziando l'indipendenza e la sicurezza energetica dell'Unione attraverso l'adozione di specifici interventi normativi e lo stanziamento di investimenti;
- il **Grid Action Plan²**, presentato dalla Commissione nel novembre 2023, a supporto del conseguimento degli obiettivi tracciati dal REpowerEU e dedicato all'ampliamento e alla digitalizzazione delle reti di trasmissione e distribuzione. Il piano punta all'accelerazione dei tempi di realizzazione dei progetti di interesse comune (PCI), al miglioramento della pianificazione a lungo termine delle infrastrutture, a facilitare l'accesso ai finanziamenti per i progetti relativi alle reti e al rilascio più rapido delle autorizzazioni necessarie.

Ai fini della pianificazione delle infrastrutture risulta necessario tenere in considerazione tutti i fattori che la influenzano, in modo da garantire un sistema elettrico sicuro e resiliente. Tra i principali fattori si individuano:

- **la diffusione di Veicoli Elettrici (EV) e Vehicle-to-Grid (V2G):** il V2G (come definito dal Regolamento (UE) 2023/1542³ relativo alle batterie e ai rifiuti di batterie) rappresenta uno strumento fondamentale di flessibilità che permette ai possessori di veicoli elettrici di impiegare le batterie come sistemi di accumulo small-scale decentralizzate, contribuendo a facilitare l'integrazione di energia rinnovabile, a stabilizzare il sistema elettrico e a migliorare l'efficienza energetica complessiva;
- **l'elettrificazione dei consumi:** si prevede un trend in crescita della quota di elettrificazione dei consumi, dovuto ad esempio a un aumento dell'uso di dispositivi elettrici, di EV e di pompe di calore. A questo si associa un aumento della domanda attesa con relativi impatti sulla gestione della rete di trasmissione e distribuzione;
- **la produzione e stoccaggio di idrogeno:** l'idrogeno, grazie alle sue proprietà, è considerato un vettore energetico abilitante della decarbonizzazione. Scenari futuri ne prevedono un incremento della produzione e dell'utilizzo e di conseguenza si stima un aumento della potenza assorbita da elettrolizzatori per la produzione di idrogeno verde. L'idrogeno, infatti, ha come vantaggio quello di poter essere stoccato e utilizzato come strumento di flessibilità o peak shaving. La localizzazione delle cosiddette Hydrogen Valleys risulta essere quindi altamente rilevante per la pianificazione della rete;
- **lo sviluppo di strategie di accumulo:** sono attualmente in corso programmi per incentivare la diffusione di sistemi di accumulo, come il MACSE, il cui obiettivo è quello di abilitare maggiore capacità di storage da utilizzare come strumento di flessibilità. Questo andrà a influenzare significativamente il modo in cui l'energia verrà immagazzinata e distribuita, con potenziali impatti sugli obiettivi di sviluppo e sulla rete previsionale;
- **il Net Zero Industry Act:** un'iniziativa derivante dal piano industriale del Green Deal che mira ad aumentare la produzione di tecnologie pulite nell'UE. Ciò significa aumentare la capacità produttiva dell'UE di tecnologie che sostengono la transizione verso l'energia pulita. L'obiettivo è una capacità di produzione strategica globale delle tecnologie a zero emissioni nette dell'Unione di almeno il 40% del fabbisogno annuale di diffusione entro il 2030.

² <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM%3A2023%3A757%3AFIN>

³ Regulation - 2023/1542 - EN - EUR-Lex

È sempre più importante che ci sia un continuo sviluppo delle infrastrutture tra i Paesi europei, per questo motivo la Commissione europea ha costituito l'Expert Group on Electricity Interconnection nel 2016, con l'obiettivo di fornire consulenza tecnica e presentare rapporti, tra cui quelli sulla capacità di interconnessione UE. Composto da 15 esperti, oltre che da ACER e da ENTSO-E ed ENTSO-G, ha il compito di identificare criteri e priorità d'azione per l'interconnessione elettrica, in funzione delle caratteristiche peculiari e delle esigenze degli Stati Membri interessati. I criteri sono stati determinati con l'obiettivo di favorire:

- la copertura della **domanda di energia elettrica**;
- l'integrazione della **produzione rinnovabile** da un Paese all'altro;
- la minimizzazione dei **differenziali di prezzo tra le zone di mercato**;
- in ultima istanza, una migliore **integrazione dei mercati elettrici**.

In quest'ottica, l'Expert Group ha fissato un obiettivo di interconnessione minima per il settore dell'energia elettrica, da raggiungere entro il 2030, pari al 15% della capacità di produzione elettrica installata negli Stati membri.

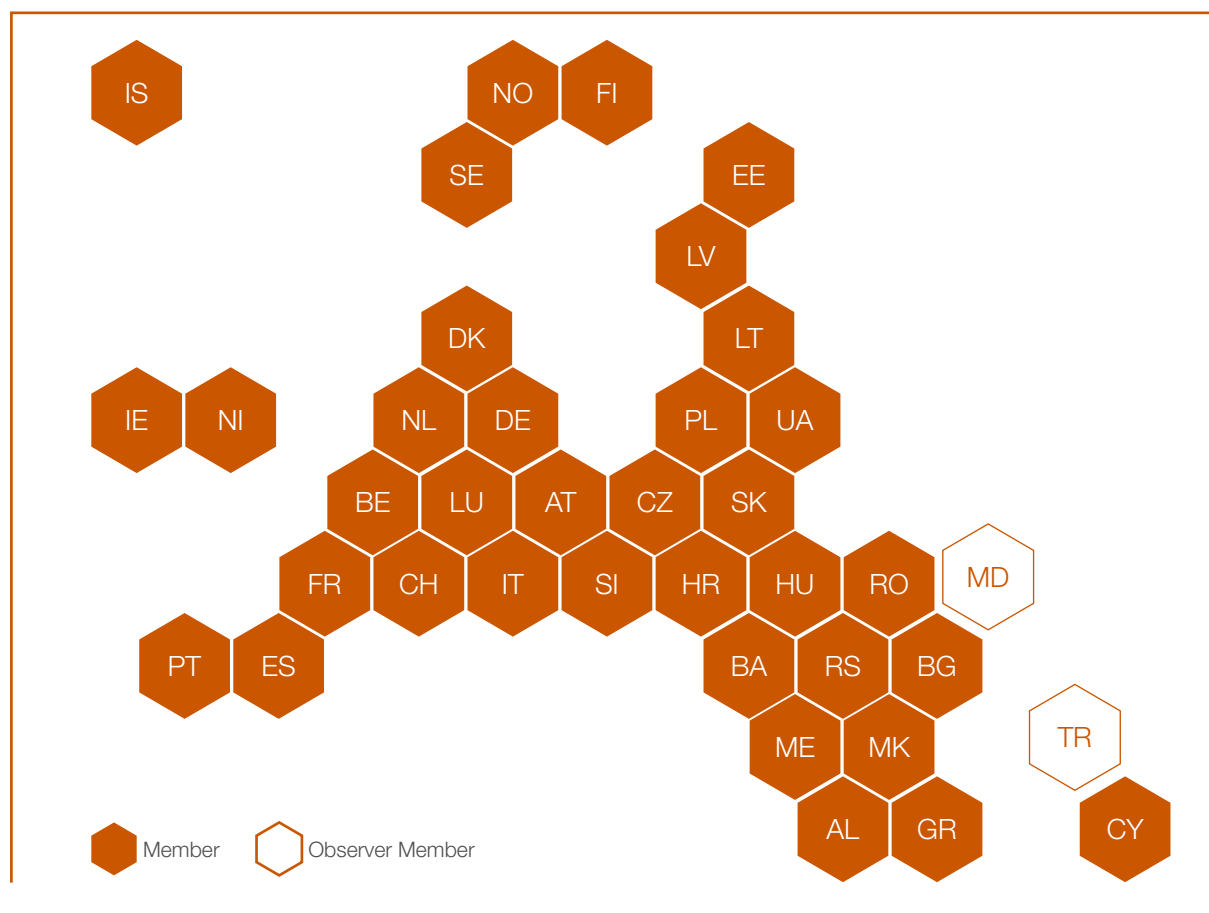
In aggiunta, per andare incontro alle esigenze di sviluppo tecnologico e supportare ulteriormente le politiche energetiche comunitarie, ENTSO-E ha disposto l'aggiornamento del documento di RDI Roadmap⁴ (Research, Development & Innovation) per il 2024, che identifica oltre 90 obiettivi da raggiungere entro il 2034 per migliorare la resilienza, l'efficienza e la sostenibilità delle infrastrutture di trasmissione, sottolineando quando la digitalizzazione, l'integrazione cross-sector e lo sviluppo di nuovi meccanismi di mercato siano essenziali allo scopo. La RDI Roadmap è tradotta in milestones tangibili per mezzo di un RDI Implementation Plan, seguito infine da un Monitoring Report per mostrarne gli avanzamenti effettivi.

3.2 European Network of Transmission System Operators for Electricity (ENTSO-E) e il Ten-Year Network Development Plan (TYNDP)

In accordo con il quadro normativo comunitario previsto dal Regolamento (UE) n. 714/2009, nel 2009 è stata costituita l'associazione **ENTSO-E**, formata da 40 Gestori di Rete Europei appartenenti a 36 Paesi (*Figura 9*), con il compito di garantire il funzionamento sicuro, efficiente e sostenibile del sistema elettrico europeo, al fine di diventare il primo continente climate-neutral entro il 2050. Le sue principali attività includono:

- la pianificazione dello **sviluppo della rete** a lungo termine;
- la gestione dell'**affidabilità e della sicurezza** del sistema;
- l'integrazione dei **mercati elettrici transfrontalieri**.

⁴ ENTSO-E RDI Roadmap 2024–2034

Figura 9 Membri ENTSO-E⁵

ENTSO-E svolge un ruolo chiave nell'integrazione delle reti elettriche nazionali, facilita la cooperazione e lo scambio di elettricità tra i Paesi membri, contribuendo così alla stabilità e all'efficienza del mercato energetico europeo. Inoltre, attraverso la pubblicazione di codici di rete, studi di pianificazione e previsioni di domanda e offerta, ENTSO-E fornisce linee guida metodologiche e standard tecnici fondamentali per il funzionamento integrato delle reti elettriche europee. Come da Regolamento (UE) n. 714/2009, ora sostituito dal Regolamento (UE) 2019/943, i citati obiettivi dell'Unione Europea sono conseguiti anche attraverso la definizione da parte di ENTSO-E di un Piano decennale di Sviluppo della rete europea non vincolante, il **TYNDP** (Ten-Year Network Development Plan). Il piano, aggiornato ogni due anni, offre una visione a lungo termine per lo sviluppo delle infrastrutture elettriche e del gas, integrando i piani nazionali e identificando i progetti europei prioritari. Il TYNDP è orientato verso cinque obiettivi principali:

1. **sviluppo dell'infrastruttura:** identificare le esigenze di sviluppo della rete e pianificare nuove infrastrutture per garantire l'approvvigionamento energetico affidabile;
2. **integrazione delle energie rinnovabili:** promuovere l'installazione di capacità rinnovabile aggiuntiva nella rete elettrica;
3. **efficienza energetica:** ottimizzare la gestione dei flussi energetici e dello sviluppo della rete di trasmissione generando rilevanti benefici, come la riduzione delle perdite;
4. **sicurezza e resilienza:** garantire la sicurezza nella gestione della rete di trasmissione e incrementarne la resilienza;
5. **transizione verso una rete a basse emissioni di carbonio:** supportare gli obiettivi climatici dell'UE attraverso una rete energetica sostenibile.

⁵ <https://www.entsoe.eu/about/inside-entsoe/members/>

Si identificano, inoltre, **quattro processi chiave che costituiscono il TYNDP**:

1. costruzione dello scenario;
2. identificazione dei *system needs*;
3. analisi costi-benefici (Cost-Benefit Analysis - CBA);
4. *project collection*.

Per le CBA, il documento di riferimento è la **4th ENTSO-E Guideline for CBA of Grid Development Projects⁶**, redatta da ENTSO-E in accordo con il EU Regulation (EU) 2022/869, che fornisce i criteri per la valutazione dei benefici dei progetti infrastrutturali.

I progetti vengono valutati attraverso simulazioni previsionali, come *Market Simulations*, *Network Simulations* e *Redispatch Simulations*, per identificare gli impatti sulle reti e sui mercati, valutando differenti indicatori. Questo approccio consente di ottenere una valutazione più completa e strategica, includendo fattori non monetizzabili, e facilita la selezione dei progetti più rilevanti per lo sviluppo energetico europeo.

La **4th CBA Guideline** costituisce uno dei documenti fondamentali del TYNDP e la sua rilevanza è dovuta al ruolo di valutazione e selezione dei progetti di sviluppo della rete europea più importanti, distinguibili tra progetti europei di interesse comune (*Project of Common Interest*, PCI) e di mutuo interesse (*Project of Mutual interest* – PMI - ovvero progetti che interessano anche Paesi ricadenti al di fuori del perimetro europeo) definiti in accordo al Reg. EU 869/2022.

In aggiunta alla **4th CBA Guideline**, è pubblicato il documento complementare denominato *Implementation Guidelines for TYNDP 2024⁷*, che offre dettagli operativi per le analisi costi-benefici.

A supporto del TYNDP, vengono presentati ulteriori documenti chiave come il **TYNDP 2024 Scenarios Package⁸**, che contiene tutti i dettagli dello scenario, e il *System Needs Study*, che identifica le esigenze future della rete, individuando le aree in cui è necessario migliorare gli scambi transfrontalieri e la capacità di stoccaggio.

Il TYNDP rappresenta, pertanto, il riferimento metodologico più completo e aggiornato a livello europeo riguardante l'evoluzione della rete di trasmissione elettrica e definisce gli investimenti che maggiormente contribuiscono a realizzare gli obiettivi della politica energetica europea.

Rispetto alla precedente versione, la metodologia alla base del documento ha introdotto diverse novità, con l'intento di ampliarne le capacità. Di seguito, sono riportate alcune tra le più importanti.

- **Introduzione dell'Offshore Network Development Plan (ONDP)⁹**: si tratta di una nuova sezione del TYNDP, focalizzata sulle necessità per le infrastrutture di trasmissione offshore. Traduce gli accordi non vincolanti degli Stati Membri dell'UE sugli obiettivi di sviluppo di potenza eolica offshore, in corridoi di trasmissione dedicati, necessità di apparecchiature correlate al servizio di trasmissione e relativi costi. L'ONDP è previsto dal Regolamento TEN-E (2022/869 UE Art. 14.2).
- **Sea Basin Cost Sharing (CBCS)**: con riferimento ai nuovi target di sviluppo definiti a livello comunitario nel settore energetico, la Commissione europea congiuntamente con gli stati membri ha stabilito un nuovo target per l'integrazione di capacità eolica offshore al 2050 per un valore complessivamente pari a oltre 300 GW¹⁰. In quest'ottica la Commissione europea ha elaborato a giugno 2024 delle linee guida¹¹ (*"Guidance on collaborative*

⁶ https://eepublicdownloads.blob.core.windows.net/public-cdn-container/clean-documents/news/2024/entso-e_4th_CBA_Guideline_240409.pdf

⁷ https://eepublicdownloads.blob.core.windows.net/public-cdn-container/tyndp-documents/TYNDP2024/2023-08-30-TYNDP%202024%20IG_for_public_consultation%20-%20clean%20final.pdf

⁸ <https://2024.entsoe-tyndp-scenarios.eu/>

⁹ https://eepublicdownloads.blob.core.windows.net/public-cdn-container/tyndp-documents/ONDP2024/web_entso-e_ONDP_PanEU_240226.pdf

¹⁰ https://energy.ec.europa.eu/topics/renewable-energy/offshore-renewable-energy_en

¹¹ https://energy.ec.europa.eu/document/download/277e1f8f-8a58-4f84-96ee-b8fe9f723b92_en?filename=C_2024_3998_1_EN_ACT_part1_v5.pdf

investment frameworks for offshore energy projects”) mirate alla definizione dei principi minimi di implementazione delle strategie da attuare a livello comunitario per il raggiungimento del target menzionato. A seguito della pubblicazione, sono state avviate in ambito ENTSO-E, anche in attuazione al Reg. TEN 869/2022, le attività necessarie per la predisposizione entro giugno 2025 di una metodologia di analisi costi-benefici per bacino marittimo delle future infrastrutture di reti di interconnessione offshore (cd. *hybrid project*) e di possibili meccanismi di ripartizione/sharing a livello comunitario dei costi di investimento associati a tali infrastrutture, ad oggi pianificate in gran parte nei mari del nord come evidenziato nel rapporto di ONDP di ENTSO-E. Inoltre, entro il medesimo termine e in aggiunta alla metodologia, ENTSO-E illustrerà anche una prima applicazione di *sea basin cost sharing and sea basin cost benefit analysis* per bacino marittimo.

- **Aggiornamento della metodologia di Cost-Benefit Analysis¹² (CBA):** una nuova edizione del TYNDP viene pubblicata ogni 2 anni, aggiornando i progetti rilevanti e la relativa metodologia di selezione, al fine di integrare e perfezionare la valutazione tramite CBA su di un contesto politico e tecnologico in costante evoluzione.

Per quanto riguarda il TYNDP 2024, si riportano le principali novità introdotte nella metodologia CBA:

- ENTSO-E, in collaborazione con ENTSO-G (*European Network of Transmission System Operators for Gas*), sta lavorando per integrare gradualmente i modelli di simulazione delle reti elettriche e del gas, con lo scopo di ottenere una metodologia avanzata per l’analisi degli impatti di progetti rilevanti sull’intero sistema energetico, sia lato elettrico, sia lato gas. Questi modelli sono utilizzati durante la valutazione dei principali parametri, quale il SEW (*social economic welfare*), fondamentali per classificare i progetti candidati;
- per la presentazione dei progetti per il TYNDP 2024 è stata introdotta come novità, all’interno della “**guidance for applicants – transmission and storage project promoters**”¹³, la produzione di una documentazione tecnica adeguata a giustificare il Δ NTC (variazione della Net Transfer Capacity) associato alle opere. In particolare, è stato necessario specificare:
 - i. il processo di calcolo e le ipotesi;
 - ii. il valore di NTC di partenza e l’incremento di NTC in entrambe le direzioni in una specifica sezione o in più sezioni;
 - iii. lo scenario e il modello di rete utilizzati;
 - iv. la data in cui è stato eseguito lo studio.

All’interno dei documenti a supporto sono stati inseriti gli studi di rete in N e in N-1: il Δ NTC associato all’intervento oggetto di studio risulta essere pari alla differenza dei flussi sulla sezione di interesse tra il caso della rete con l’intervento e il caso senza l’intervento.

Come ulteriore supporto è richiesta la creazione della curva di durata, dove il Δ NTC nominale associato al progetto è definito come il 70° percentile della curva di durata, ovvero il valore è garantito per almeno il 30% delle ore dell’anno. Per semplificare il processo e ridurre il numero di simulazioni necessarie, ENTSO-E permette ai TSO di selezionare dei PITs (Points-in-Time), che rappresentano una selezione di alcune ore rappresentative dello stato del sistema elettrico durante tutto l’anno, giustificandone adeguatamente la scelta.

Attualmente, il TYNDP 2024 ha individuato mediante un approccio di Cost-Benefit Analysis ben 176 progetti di trasmissione¹⁴, di cui 19 presentati da Terna e suddivisi in:

- **7 progetti di interconnessione** di concerto con i promoter oltre confine;
- **12 progetti di potenziamento** della rete di trasmissione nazionale italiana.

¹² https://eepublicdownloads.blob.core.windows.net/public-cdn-container/clean-documents/news/2024/entso-e_4th_CBA_Guideline_240409.pdf

¹³ https://eepublicdownloads.blob.core.windows.net/public-cdn-container/tyndp-documents/TYNDP2024/2300828_TYNDP2024_GuidanceforPromoters_final_version.pdf

¹⁴ <https://tyndp2024.entsoe.eu/projects-map>

Dopo la pubblicazione del TYNDP, la Commissione europea seleziona i progetti con maggiore valore strategico per lo sviluppo del settore energetico europeo attraverso l'analisi CBA. In questo modo, i progetti PCI/PMI non solo promuovono l'integrazione dei mercati energetici europei, ma svolgono anche un ruolo centrale nel raggiungimento degli obiettivi climatici e di sostenibilità dell'Unione Europea. La Commissione europea garantisce la trasparenza e l'accessibilità alle informazioni sui progetti attraverso la Energy PCI-PMI Transparency Platform, rendendo disponibile la distribuzione geografica dei progetti. I progetti sono classificati in vari settori: elettrico, idrogeno, smart electric grids, cattura e stoccaggio di CO₂, gas naturale e oil.

Nella più recente lista di progetti, aggiornata dal TYNDP 2022, 85 riguardano il settore elettrico e smart grid, mentre 65 sono interventi legati allo sviluppo dell'idrogeno, e 14 sono focalizzati sulla cattura e il trasporto di CO₂.

3.3 Il Regolamento (UE) n. 869/2022 e s.m.i. e i Progetti di Interesse Comune e Progetti di Mutuo Interesse

Le infrastrutture energetiche, anche quelle transfrontaliere, sono un fattore chiave per la transizione energetica e la decarbonizzazione del sistema elettrico: una rete sempre più interconnessa a livello continentale, e non solo, consente infatti una maggiore diffusione e integrazione delle fonti rinnovabili, in modo efficiente e sicuro, a beneficio della sostenibilità collettiva.

La Commissione europea, attraverso il **Green Deal**, ha recentemente sottolineato la necessità di una revisione del Regolamento sulle infrastrutture energetiche transeuropee (Regolamento "TEN-E" UE 347/2013) per garantire la coerenza con gli obiettivi di neutralità climatica al 2050.

Il nuovo Regolamento TEN-E UE 869/2022 è stato pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea il 3 giugno 2022 ed è entrato in vigore il 23 giugno 2022, stabilendo i criteri e le procedure per la selezione dei progetti di interesse comune (**Projects of Common Interest - PCI**), nonché i progetti di mutuo interesse (**Project of Mutual Interest - PMI**, ovvero progetti che interessano anche Paesi ricadenti al di fuori del perimetro europeo). Il TEN-E contribuirà agli obiettivi di riduzione delle emissioni climalteranti dell'UE, promuovendo le nuove tecnologie per l'integrazione delle fonti rinnovabili nel sistema energetico. Al contempo, continuerà a promuovere il collegamento fra le regioni attualmente isolate dai mercati energetici europei, a rafforzare le interconnessioni transfrontaliere esistenti e a sostenere la cooperazione e i progetti transfrontalieri con gli Stati membri e con gli Stati terzi. Supporterà, infine, l'implementazione delle infrastrutture transfrontaliere proponendo modalità per semplificare e accelerare le procedure di autorizzazione.

Il documento individua undici corridoi strategici e tre aree prioritarie di intervento con una dimensione transeuropea e transnazionale. I corridoi prioritari riguardano diverse regioni geografiche nel campo dell'elettricità, della rete offshore e delle infrastrutture dell'idrogeno. Il sostegno dell'UE allo sviluppo in questi corridoi consentirà di mettere in collegamento tra loro le aree attualmente isolate dai mercati energetici europei, rafforzerà le interconnessioni transfrontaliere esistenti e contribuirà a integrare le energie rinnovabili. Le aree prioritarie riguardano invece la diffusione di reti elettriche e del gas intelligenti e una rete transfrontaliera di anidride carbonica.

Da fine 2023, è in vigore la nuova prima lista¹⁵ PCI e PMI elaborata dalla Commissione europea sulla base delle valutazioni condotte nel TYNDP 2022 in accordo a quanto previsto dal Regolamento 869/2022. Dei 166 progetti in totale individuati, sono stati previsti 85 investimenti di sviluppo relativi al settore elettrico, tra cui 4 progetti infrastrutturali che interessano il sistema di trasmissione italiano, di cui 3 presentati direttamente da Terna, di intesa con il MASE e l'ARERA.

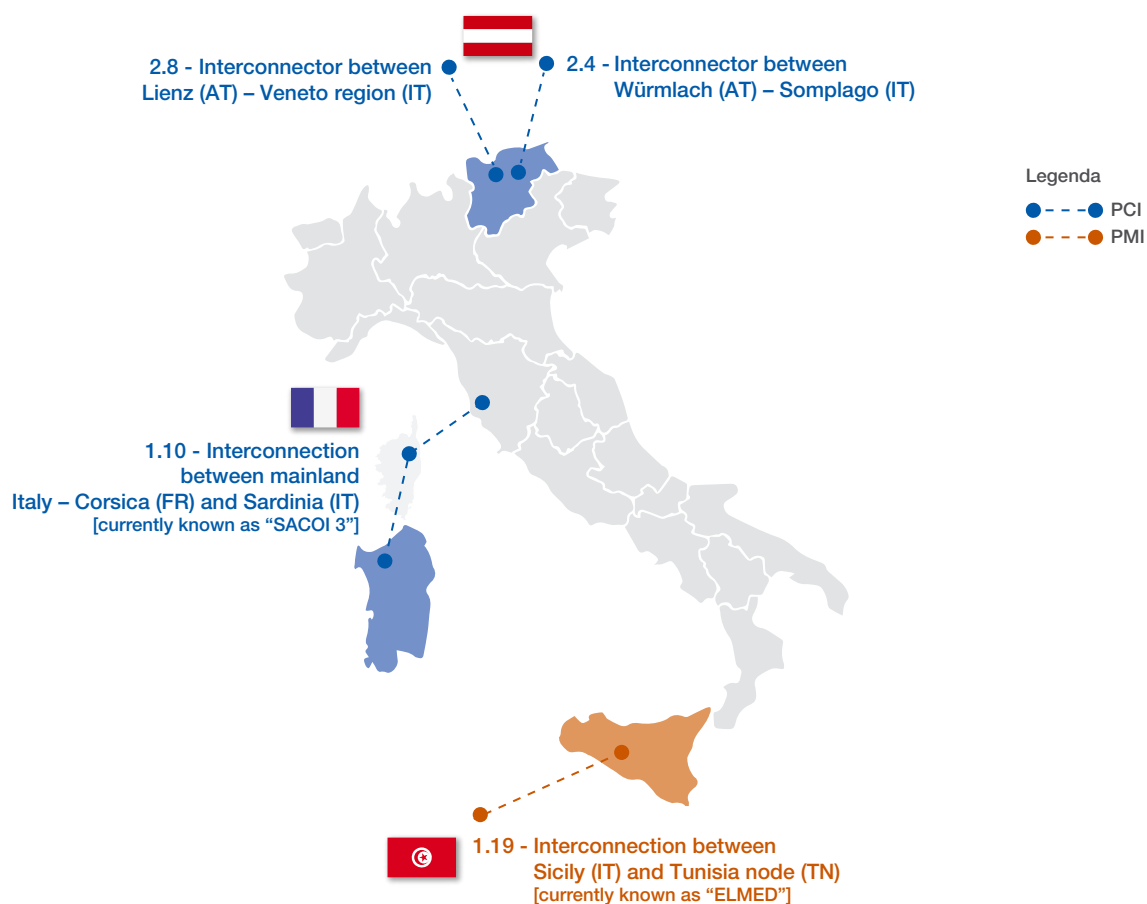
¹⁵ https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=OJ:L_202401041

Obiettivi, criteri e linee guida della pianificazione	Stakeholder Engagement	Pianificazione coordinata tra TSO in ambito europeo	Pianificazione coordinata tra TSO nel mediterraneo	Interoperabilità e sviluppo coordinato delle reti infrastrutturali	Digitalizzazione	Strumenti di finanza agevolata
---	------------------------	--	--	--	------------------	--------------------------------

Tabella 1 *Progetti inclusi nella Prima nuova Lista PCI e PMI ex Reg. EU 869/2022*

CORRIDOIO INFRASTRUTTURALE	CONFINE	PRESENTATO DA	INTERVENTO	LISTA
NSI West Electricity	Italia-Francia (Corsica)	Terna; EDF	1.10 - Interconnection between mainland Italy – Corsica (FR) and Sardinia (IT) [currently known as “SACOI 3”]	PCI
NSI East Electricity	Italia-Austria	Terna; APG	2.8 - Interconnector between Lienz (AT) – Veneto region (IT)	PCI
NSI East Electricity	Italia-Austria	Alpe Adria Energia S.r.l.	2.4 - Interconnector between Würmlach (AT) – Somplago (IT)	PCI
NSI West Electricity	Italia-Tunisia	Terna; STEG	1.19 - Interconnection between Sicily (IT) and Tunisia node (TN) [currently known as “ELMED”]	PMI

Figura 10 *Progetti inclusi nella Prima Lista PCI e PMI ex Reg. EU 869/2022*



I dettagli di tali progetti di sviluppo di Terna inclusi nella lista PCI e PMI della Commissione europea possono essere ulteriormente consultati nelle apposite pagine web disponibili nel sito istituzionale di Terna¹⁶ e sul sito istituzionale della Commissione europea¹⁷.

¹⁶ <https://www.terna.it/it/progetti-territorio/progetti-interesse-comune>

¹⁷ https://ec.europa.eu/energy/infrastructure/transparency_platform/map-viewer/main.html



An underwater photograph showing a diver in the upper left corner, partially obscured by a large, blue and yellow striped pipe that runs horizontally across the middle of the frame. The background is a deep blue, and the bottom of the frame shows a sandy seabed.

4 Pianificazione coordinata tra TSO nel Mediterraneo

Pianificazione coordinata tra TSO nel Mediterraneo

4

Nel contesto mediterraneo, la cooperazione tra i Gestori della Rete (Transmission System Operators – TSO) sta assumendo un ruolo sempre più strategico, con l'obiettivo di costruire un sistema energetico interconnesso e sostenibile in una delle aree più complesse e diversificate dal punto di vista geografico e politico.

La regione del Mediterraneo, che si estende tra Europa, Nord Africa e Medio Oriente, è caratterizzata da Paesi con infrastrutture energetiche eterogenee e livelli di sviluppo differenti e offre grandi opportunità per la collaborazione transnazionale, specialmente in un momento storico in cui la sicurezza energetica e la transizione verso fonti rinnovabili sono al centro delle politiche comunitarie. I Paesi che si affacciano sul Mediterraneo hanno caratteristiche energetiche diverse, in termini di profili di carico e mix di generazione, che, sfruttate in modo sinergico, possono guidare verso un aumento dei cambi di energia e facilitare la transizione verso un sistema energetico decarbonizzato e conforme agli obiettivi ambientali internazionali.

I vari **progetti esistenti di collaborazione tra TSO mediterranei** sono orientati a promuovere la **condivisione di competenze tecniche e l'adozione di tecnologie innovative** per migliorare l'efficienza delle reti e integrare le energie rinnovabili. La collaborazione tra i TSO mediterranei si configura, quindi, come una risposta alle sfide energetiche e climatiche e allo stesso tempo rappresenta un'opportunità per promuovere una governance energetica comune, che sostenga uno sviluppo sostenibile e inclusivo per tutti i Paesi della regione.

L'**associazione Med-TSO**, che riunisce i principali TSO del Mediterraneo, è volta a favorire l'integrazione dei sistemi elettrici nel Mediterraneo, con attenzione ai progetti di interconnessione nella regione e ai programmi di formazione e condivisione dei risultati raggiunti.

4.1 La cooperazione fra Gestori di Rete del Mediterraneo: Med-TSO

L'attività di cooperazione tra i TSO dei Paesi che insistono sul Mediterraneo è portata avanti attraverso l'associazione Med-TSO, costituita nell'aprile 2012 a Roma, con lo scopo di creare una piattaforma di cooperazione multilaterale tra TSO volta promuovere l'interazione e integrazione dei sistemi e dei mercati elettrici dei Paesi del bacino Mediterraneo. Tale attività riveste un'importanza strategica in uno scenario globale sempre più segnato da sfide economiche, energetiche e climatiche.

In questo scenario risultano di particolare interesse le potenziali complementarità nella gestione dei rispettivi sistemi elettrici presentate dai Paesi della regione. Le varie sponde mediterranee si estendono, infatti, attraverso diverse zone climatiche e si caratterizzano per ampia variabilità di attività economiche e produttive, sia su scala settimanale che stagionale. Tale diversità genera un notevole potenziale di mercato e di collaborazione, non solo per la gestione dei flussi di energia e dei picchi di domanda, ma anche per l'integrazione delle FER.

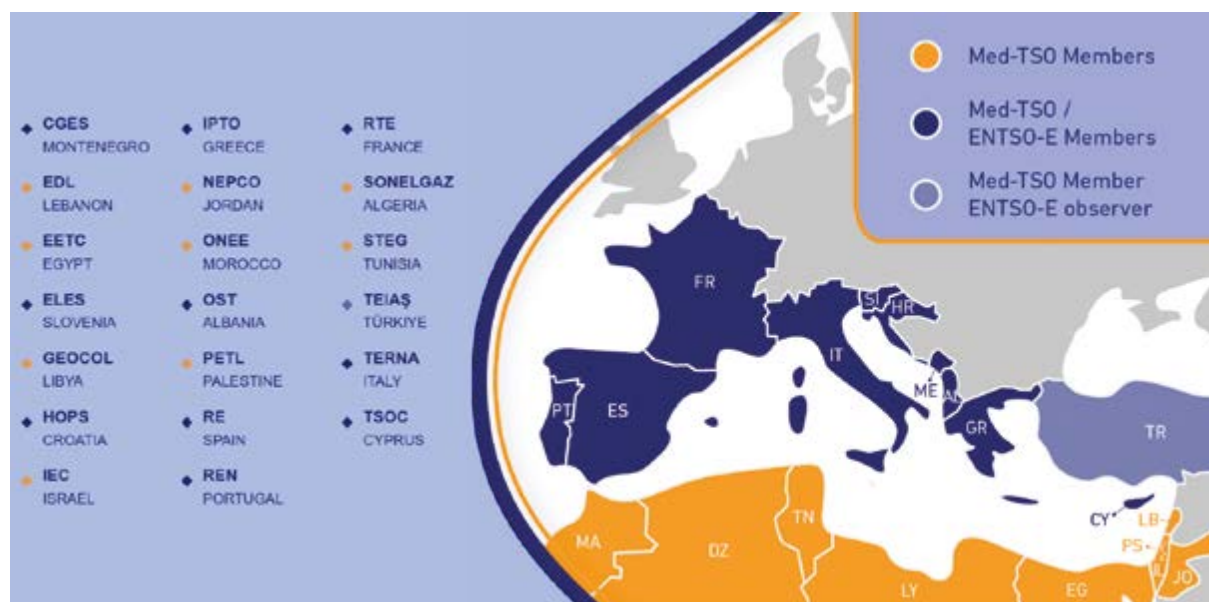
Obiettivi, criteri e linee guida della pianificazione	Stakeholder Engagement	Pianificazione coordinata tra TSO in ambito europeo	Pianificazione coordinata tra TSO nel Mediterraneo	Interoperabilità e sviluppo coordinato delle reti infrastrutturali	Digitalizzazione	Strumenti di finanza agevolata
---	------------------------	---	---	--	------------------	--------------------------------

Nel concreto, Med-TSO promuove varie attività:

- lo sviluppo di progetti di interconnessione nel Mediterraneo;
- l'adozione di criteri comuni, armonizzati e trasparenti per la gestione dei sistemi elettrici interconnessi;
- lo scambio di informazioni e competenze tra i TSO membri;
- il dialogo e la cooperazione con gli stakeholder del settore e le istituzioni dei Paesi coinvolti.

Med-TSO è composta da 20 associati, in rappresentanza di altrettanti Paesi del Mediterraneo la cui struttura organizzativa è in capo a un'Assemblea Generale coadiuvata da un comitato direttivo, mentre l'operatività e il coordinamento delle attività sono svolte da un Segretariato con sede a Roma, in cui Terna ricopre il ruolo di Segretario Generale.

Figura 11 *Panoramica dei membri Med-TSO¹⁸*



Al momento, l'Associazione sta lavorando al quarto progetto biennale finanziato dalla Commissione europea, TEASIMED II (Towards an Efficient, Adequate, Sustainable and Interconnected MEDiterranean power system II), da considerare una prosecuzione del precedente progetto TEASIMED.

¹⁸ <https://med-tso.org/en/members/>

Il progetto, iniziato nel gennaio 2023, vede come principale deliverable il nuovo piano di sviluppo infrastrutturale dell'area Mediterranea (Masterplan 2024), contenente i risultati degli assessment condotti sui progetti di interconnessione analizzati nella corrente edizione. Le analisi si basano su uno scenario previsionale con orizzonte 2040 e approcci metodologici definiti dai membri dell'associazione, così come dettagliato nella documentazione pubblicata. Inoltre, il progetto prevede l'aggiornamento dei risultati all'orizzonte 2030 relativi al precedente Masterplan 2022. Per quanto possibile, in funzione di vincoli tecnici e temporali, gli studi puntano ad assicurare coerenza con gli analoghi scenari e metodologie utilizzate da ENTSO-E e alla base del TYNDP24.

Oltre al Masterplan, **TEASIMED II** si propone diversi obiettivi:

- condurre studi di adeguatezza per l'area mediterranea;
- promuovere attività di formazione e scambio di conoscenze su temi quali l'integrazione dei mercati elettrici;
- fornire supporto tecnico per definire e implementare un quadro regolatorio comune per la regione.

Per la prima volta, TEASIMED II si occuperà anche dell'identificazione dei "Power System Needs" nel perimetro di analisi, ovvero le necessità dei sistemi elettrici dei Paesi nel perimetro dell'associazione sulla base di specifici indicatori appositamente formulati.



FOCUS

Terna Innovation Zone Tunisia

Nel contesto di cooperazione energetica tra i TSO nel Mediterraneo, l'Italia svolge un ruolo centrale grazie a iniziative strategiche come il Piano Mattei. Questo piano, presentato dal Governo italiano nel gennaio 2024, mira a promuovere lo sviluppo economico sostenibile in Africa attraverso investimenti in settori chiave come infrastrutture, energia, tecnologia e formazione.

In Tunisia, il piano trova una delle sue espressioni nel progetto **Terna Innovation Zone Tunisia**, un'iniziativa di responsabilità sociale d'impresa che ha l'ambizione di divenire un catalizzatore per l'innovazione e per il rafforzamento delle competenze nel settore energetico tunisino.

L'iniziativa mira a creare un ecosistema favorevole per startup e nuove imprese, supportando la nascita e lo sviluppo di nuove tecnologie, nonché il consolidamento e upskilling delle competenze professionali necessarie per favorire un'adozione consapevole e pertinente delle stesse, anche attraverso la creazione di partnership strategiche tra Italia e Tunisia. Il progetto Innovation avrà un focus specifico sulla formazione e l'attrazione dei talenti per favorire la crescita occupazionale in Tunisia, il sostegno alle startup e il supporto all'industria energetica. Tali aree di intervento mirano a stimolare l'innovazione e la crescita economica, oltre che a promuovere la sostenibilità ambientale e lo sviluppo sociale attraverso la condivisione delle conoscenze e il rispetto reciproco, evidenziando il ruolo delle aziende nel promuovere un impatto positivo e duraturo a livello locale.

Il lancio di Terna Innovation Zone Tunisia è avvenuto alla fine di gennaio 2025.

Il contesto più ampio in cui il Terna Innovation Zone si va a inserire è quello del collegamento elettrico tra Italia e Tunisia (c.d. "ELMED"), che prevede la realizzazione di un cavo sottomarino HVDC per connettere i sistemi elettrici di Italia e Tunisia, creando allo stesso tempo il primo ponte energetico tra Europa e Africa e tra le due sponde del Mediterraneo. L'opera prevede un collegamento elettrico in corrente continua con una potenza di 600 MW, lungo circa 220 chilometri, di cui 200 in cavo sottomarino. Partner di Terna in questo progetto è la società tunisina STEG (Société Tunisienne de l'Electricité et du Gaz). Insieme, Terna e STEG realizzeranno e co-gestiranno la nuova interconnessione contribuendo agli obiettivi di decarbonizzazione e sicurezza energetica dei due Paesi.

STEG costituirà un partner privilegiato nel progetto Terna Innovation Zone, nell'ambito del quale collaborerà ad alcune delle principali iniziative di trasferimento di competenze e nuove tecnologie, in un contesto di massima collaborazione tra enti pubblici e soggetti privati nel perseguire obiettivi di sviluppo sostenibile e responsabilità sociale di impresa.



5.1 Reti elettriche: coordinamento TSO DSO	45
5.2 Data Center	47
5.3 Storage	48
5.4 Cold Ironing	51
5.5 Strategy su E-Mobility	54



5

**Interoperabilità
e sviluppo
coordinato delle
reti infrastrutturali**



Interoperabilità e sviluppo coordinato delle reti infrastrutturali

La transizione energetica e l'avanzamento delle tecnologie digitali stanno ridefinendo il panorama energetico, ponendo sfide significative per l'infrastruttura di rete e per la sua capacità di adattarsi a nuove esigenze. Da un lato, il crescente impiego di fonti rinnovabili e l'obiettivo di riduzione delle emissioni richiedono soluzioni innovative per integrare energia intermittente e distribuire il carico in modo efficiente. Dall'altro, l'introduzione di nuove tecnologie, come i Data Center di ultima generazione e le infrastrutture per la mobilità elettrica, sta generando nuove e specifiche richieste di connessione alla rete. Questi fattori rendono necessario un **ripensamento dell'interoperabilità della rete** e sviluppi mirati per garantire che l'infrastruttura possa supportare una **gestione ottimizzata e sicura dell'energia**.

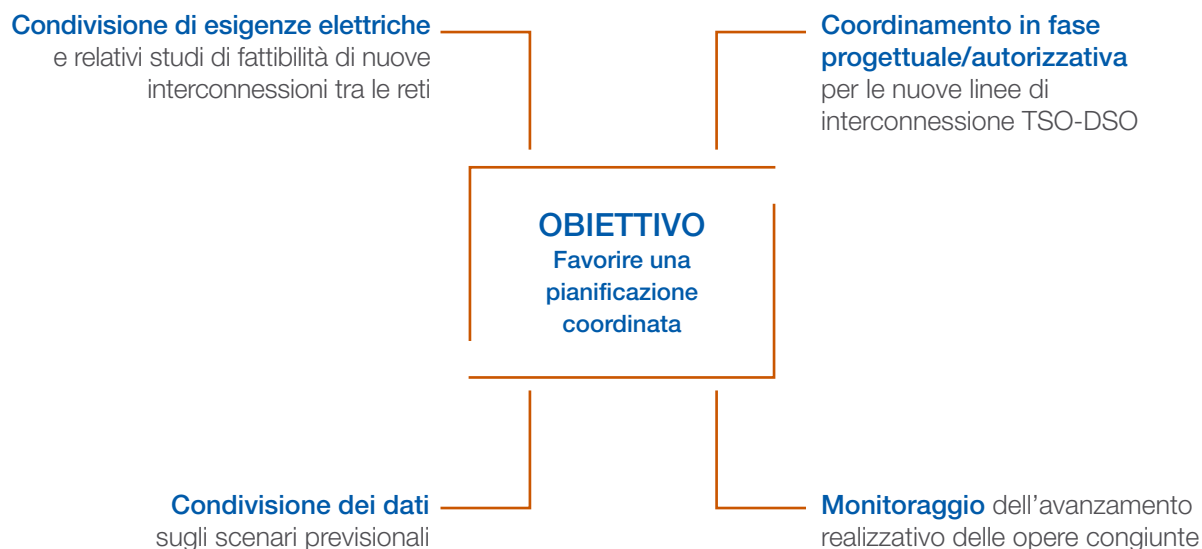
La transizione energetica europea sta accelerando verso obiettivi di sostenibilità e riduzione delle emissioni, guidata da normative sempre più stringenti e ambiziose. La Legge Europea sul Clima, formalizzata con il Regolamento UE 2021/1119, ha sancito l'obiettivo dell'Unione Europea di raggiungere la neutralità climatica entro il 2050 e una riduzione del 55% delle emissioni di gas serra entro il 2030, rispetto ai livelli del 1990. A livello nazionale, il Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima (PNIEC) delinea gli interventi necessari per raggiungere una progressiva elettrificazione di settori chiave come i trasporti, il residenziale e l'industria, confermando il ruolo centrale del sistema elettrico in questa trasformazione.

Una sfida rilevante per Terna, in qualità di TSO, è quella di garantire che l'infrastruttura elettrica sia in grado di sostenere un fabbisogno energetico crescente, influenzato da fattori quali l'elettrificazione dei trasporti e l'integrazione delle pompe di calore nel settore civile. Il PNIEC prevede, ad esempio, che la quota delle merci trasportate su rotaia debba aumentare dal 11% al 30%, mentre il settore navale vedrà un incremento del fabbisogno elettrico per il Cold Ironing, ovvero la fornitura di energia elettrica alle navi attraccate per ridurre le emissioni portuali.

Per rispondere a queste sfide, Terna **collabora attivamente con i Distribution System Operators (DSO)** sia per bilanciare il sistema elettrico, che per assicurare l'esercizio in sicurezza delle reti, con l'integrazione di risorse di flessibilità distribuite. Inoltre, Terna è impegnata nello sviluppo di diverse iniziative che rappresentino una risposta specifica alle sfide poste dall'evoluzione del sistema elettrico: soluzioni di connessioni indirizzate ai **Data Center** al fine di garantire l'accesso diretto alla rete ad alta tensione e un'alimentazione sicura e stabile; soluzioni di **Storage** per permettere l'integrazione di fonti rinnovabili intermittenti, come il solare e l'eolico, e per contribuire al bilanciamento efficace tra domanda e offerta; tecnologie di **Cold Ironing**, a sostegno della riduzione delle emissioni nei porti; e l'**E-Mobility**, per sostenere la transizione verso una mobilità elettrica diffusa e sostenibile.

5.1 Reti elettriche: coordinamento TSO DSO

Figura 12 *Obiettivi coordinamento TSO DSO*



La rete di distribuzione elettrica in Italia è suddivisa e attualmente gestita da 148 imprese distributrici, i Distribution System Operator (DSO), operanti sulla base di concessioni del Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica e delle Province di Trento e Bolzano. L'adozione di un approccio sinergico e coordinato tra Gestori di Rete risulta dunque cruciale, vista la numerosità ed eterogeneità degli interlocutori presenti: si tratta di soggetti molto differenziati per ampiezza del territorio servito, dimensione e disciplina giuridica di riferimento (Comuni, aziende municipalizzate, tipologie di società).

Ai sensi dell'articolo 57, comma 1, del regolamento (UE) 943/2019, i gestori dei sistemi di distribuzione e i gestori dei sistemi di trasmissione cooperano per pianificare e gestire le rispettive reti. In particolare, al fine di assicurare uno sviluppo e una gestione delle reti efficienti sotto il profilo dei costi, sicurezza e affidabilità, i DSO e i TSO devono scambiare tutte le informazioni e i dati necessari.

In particolare, l'articolo 23, comma 5, del Decreto legislativo 210/21, prevede i seguenti aspetti:

- l'Autorità deve definire le modalità sulla base delle quali i gestori delle reti di distribuzione, alla cui rete sono connessi almeno 100.000 clienti finali, elaborano e presentano al Ministero e all'Autorità stessa, con cadenza biennale, previa consultazione pubblica, un Piano di Sviluppo della rete di competenza con un orizzonte temporale almeno quinquennale;
- il Piano di Sviluppo della rete di distribuzione deve essere predisposto in coordinamento con il gestore della rete di trasmissione e in coerenza con il Piano di Sviluppo della rete di trasmissione nazionale.

Tali disposizioni normative rispondono all'esigenza di assicurare la massima efficacia agli investimenti del settore e al contempo garantire l'interoperabilità tra le reti stesse anche in futuro.

In attuazione a quanto previsto dalla normativa vigente e in ottica di ottimizzare lo sviluppo sinergico dei Gestori di Rete, Terna svolge con i principali DSO, interessati da interventi di sviluppo congiunti, **incontri periodici di coordinamento in merito alla pianificazione sinergica dei progetti di interconnessione tra la RTN e la rete di distribuzione**, assicurando continuo dialogo, aggiornamento e una gestione efficace.

Figura 13 *Principali DSO coinvolti nel coordinamento*



Inoltre, al fine di facilitare la partecipazione di risorse distribuite alla fornitura di servizi ancillari globali, Terna ha avviato un percorso di evoluzione e rafforzamento del coordinamento tra TSO e DSO introducendo caratteristiche di dinamicità nello scambio informativo associato alla gestione di tali risorse, sia nel tempo che nello spazio. Terna ha infatti definito i principi di un modello di coordinamento dinamico TSO-DSO di tipo "Traffic Light": tale modello potrà garantire al DSO di svolgere il ruolo di facilitatore neutrale e a Terna di far ricorso a risorse di flessibilità distribuite, tenendo conto dello stato della rete di distribuzione. Il ricorso da parte del TSO a risorse di flessibilità distribuite, connesse alla rete di distribuzione, potrebbe determinare contingenze non previste dal DSO. Per questo motivo, il TSO e i DSO devono coordinarsi per garantire sempre la massima disponibilità delle risorse per il bilanciamento del sistema e, allo stesso tempo, l'esercizio in sicurezza delle reti.

Il processo di coordinamento tra Terna e i DSO basato su una logica Traffic Light, che permetta al DSO di esprimere dinamicamente i vincoli della propria rete per garantire che le selezioni fatte da Terna nel MSD siano coerenti con lo stato della rete di distribuzione, è stato formalizzato nel regolamento del progetto pilota dedicato "Pilota Coordinamento TSO-DSO" e approvato con la delibera ARERA n.484/23.

5.2 Data Center

Un **Data Center**, o centro di elaborazione dati, è una struttura fisica che ospita computer e hardware fondamentali per il supporto di sistemi informatici. Al suo interno si trovano server, dispositivi di archiviazione e apparecchiature di rete, che gestiscono e memorizzano grandi volumi di dati. In origine, i sistemi informatici venivano gestiti localmente, con applicazioni dedicate e limitate in termini di potenza. Tuttavia, con l'evoluzione tecnologica, le dimensioni e il consumo energetico dell'hardware si sono ridotti, rendendo possibile lo sviluppo di infrastrutture sempre più complesse, in grado di elaborare e archiviare quantità crescenti di dati.

Questo progresso ha inoltre favorito la separazione tra componente hardware e software, consentendo di eseguire operazioni da remoto e accelerando la digitalizzazione. La nascita del cloud computing, ovvero l'erogazione di servizi digitali su richiesta attraverso Internet, ha ulteriormente orientato il mercato verso soluzioni decentralizzate, creando le basi per lo sviluppo di Data Center di grandi dimensioni e complessità. I servizi offerti dai Data Center si suddividono in tre principali categorie:

- **Data Center On-Premise**: sono Data Center dedicati a una singola organizzazione e tipicamente utilizzati per la gestione di dati sensibili o applicazioni critiche;
- **Data Center Co-locators**: spazi condivisi da più operatori che utilizzano infrastrutture comuni, inclusi sistemi di alimentazione e raffreddamento;
- **Data Center Hyperscaler**: Data Center che forniscono servizi di cloud computing e gestione dei dati a organizzazioni che richiedono infrastrutture estese per l'elaborazione e l'archiviazione su larga scala.



L'infrastruttura principale di un Data Center è costituita dal sistema di calcolo, composto da armadi di server (server rack) che ospitano i componenti hardware per la gestione dei dati. I server sono disposti in sequenza all'interno di ampie sale dedicate, facilitando sia l'accesso per la manutenzione, sia il collegamento dei cavi di alimentazione e comunicazione. Questa disposizione semplifica anche l'installazione del sistema di condizionamento, necessario per il raffreddamento delle apparecchiature informatiche soggette a surriscaldamento. Il mantenimento della temperatura di esercizio ottimale è assicurato da flussi d'aria forzata, che in alcuni casi può essere impiegata anche per operazioni di cogenerazione e teleriscaldamento. Un'ulteriore fondamentale infrastruttura è quella di telecomunicazione, composta da cavi, router e switch, che collega i dispositivi hardware alla rete e ad altri Data Center, consentendo il trasferimento dei dati all'esterno.

I requisiti operativi di questi impianti sono particolarmente rigorosi, data la natura del servizio fornito. L'elevato fabbisogno di potenza elettrica, assorbita in modo costante, richiede una **connessione diretta in alta tensione (AT)**. Attualmente, la potenza media standard associata ai Data Center supera i 100 MW, anche a causa del forte sviluppo delle applicazioni dedicate all'intelligenza artificiale. La fornitura energetica richiesta deve essere continua, poiché il servizio deve essere erogato 24 ore su 24. Per garantire sicurezza e qualità, è comune richiedere una doppia alimentazione in AT, anche proveniente da nodi elettrici differenti.

La localizzazione di questi impianti è quindi fortemente influenzata dalla vicinanza ai nodi di interconnessione con la rete elettrica e con la rete di telecomunicazione. Anche le condizioni ambientali sono importanti: si prediligono aree con caratteristiche favorevoli sia dal punto di vista termico che geologico.

Analizzando le **richieste di connessione di Data Center** pervenute a Terna, l'area di maggior interesse, ad oggi, è il Nord Italia, specificamente Lombardia con evidenze di ulteriori sviluppi nell'area del Piemonte.

Per quanto riguarda l'iter di connessione, i Data Center sono considerati **unità di consumo** e seguono quindi il processo standard definito e regolamentato dall'ARERA (Autorità di Regolazione per Energia Reti e Ambiente). L'operatore che richiede la connessione funge da utente in questo processo, che comprende diversi passaggi, dalla richiesta di connessione alla progettazione, fino alla stipula del contratto, alla realizzazione e alla messa in servizio dell'impianto. Ogni fase ha scadenze e tempi da rispettare da parte di tutti gli attori coinvolti (Terna, utente, distributore), richiedendo un coordinamento costante tra di essi.

Considerando l'esigenza di ridurre le emissioni legate al consumo energetico, si osservano anche casi in cui i Data Center richiedono l'installazione di impianti fotovoltaici, caratterizzandosi come Sistemi Semplici di Produzione e Consumo. Il processo di connessione rimane strutturato in modo simile, con alcune modifiche relative alla registrazione della produzione installata in loco.

5.3 Storage

Gli **impianti di accumulo** rivestono un ruolo fondamentale per la gestione della rete elettrica del futuro caratterizzata da elevata presenza di generazione da fonte rinnovabile. Allo scopo di incrementare nel corso dei prossimi anni la capacità di accumulo energetico nel territorio nazionale, il Decreto Legislativo 210/21 ha previsto l'introduzione di un nuovo meccanismo di approvvigionamento di capacità di stoccaggio elettrico (MACSE). Questo meccanismo consentirà al sistema di acquisire nuova capacità di accumulo attraverso contratti di approvvigionamento di lungo termine aggiudicati attraverso aste competitive organizzate da Terna, a cui possono partecipare gli operatori titolari di nuovi sistemi di accumulo. Per una descrizione più dettagliata del MACSE si rimanda al Fascicolo 4.

Terna, in adempimento a quanto richiesto dalla delibera 247/2023/R/EEL, ha condotto uno Studio per individuare le tecnologie di riferimento per il MACSE, ovvero quelle tecnologie di accumulo da considerare sufficientemente mature a soddisfarne il fabbisogno nazionale¹⁹.

Da anni Terna presidia le tecnologie di accumulo e la loro diffusione globale, soffermandosi anche su quelle più innovative. Nella **Tabella 2** è riportato un elenco di alcune delle principali tecnologie di accumulo oggi note a livello mondiale, distinte per categoria.

¹⁹ https://download.terna.it/terna/Studio_tecnologie_di_accumulo_8db9511fbdd7601.pdf

Tabella 2 *Principali tecnologie di accumulo*

CATEGORIA	TIPOLOGIA
Meccanico	Pompaggio idroelettrico
	Aria compressa (CAES)
	Flywheel
Elettrochimico	Batterie agli ioni di Litio
	Batterie Lead acid
	Batterie Sodio-zolfo (NaS)
Chimico	Idrogeno (power-to-gas-to-power)
Elettrico	Supercapacitori
	Superconducting magnetic coil
Termico	Sali Fusi

Nella categoria dei **sistemi meccanici**, si hanno:

- i pompaggi idroelettrici, noti a Terna da anni e già diffusi in Italia;
- i sistemi di Accumulo ad Aria Compressa (CAES), che immagazzinano energia elettrica sotto forma di aria compressa in serbatoi sotterranei, come caverne saline o formazioni geologiche. Durante i periodi di bassa domanda, l'energia elettrica viene utilizzata per comprimere e immagazzinare aria, mentre quando occorre erogare energia l'aria compressa viene rilasciata e riscaldata per far girare una turbina che genera elettricità;
- i sistemi ad accumulo Flywheel, che sono molto efficienti e adatti per fornire energia in brevi periodi di tempo con cicli rapidi, poiché l'energia viene accumulata facendo ruotare un rotore massiccio ad alta velocità e poi rilasciata rallentando il volano e trasformando l'energia cinetica in energia elettrica.

Nella categoria dei **sistemi elettrochimici**, si citano:

- le batterie agli ioni di Litio, le più diffuse oggi;
- le batterie Sodio-Zolfo (NaS), che utilizzano sodio fuso e zolfo per generare energia attraverso reazioni chimiche ad alta temperatura; offrono una buona capacità di accumulo e sono meno costose del litio, ma richiedono temperature operative elevate per mantenere gli elettrodi fusi.

Nella categoria dei sistemi elettrici, si citano i supercapacitori, i quali immagazzinano energia attraverso l'accumulo di carica elettrica in un campo elettrico tra due elettrodi separati da un elettrolita. Non coinvolgono reazioni chimiche, quindi possono caricarsi e scaricarsi molto velocemente, con una vita utile di milioni di cicli.

Terna, impegnata da anni nello studio delle tecnologie di accumulo di energia elettrica, ha condotto sperimentazioni sul campo per testarne limiti e potenzialità. Nell'ambito del Piano di Difesa per la Sicurezza del Sistema Elettrico Nazionale 2012-2015, è stato avviato il programma di installazione di sistemi di accumulo, suddiviso in una prima fase sperimentale denominata **Storage Lab**. Questo laboratorio, distribuito tra Sicilia e Sardegna, è unico al mondo per la varietà di tecnologie e l'innovazione nei sistemi di controllo ed è stato pensato per testare diverse soluzioni di accumulo orientate principalmente ad applicazioni *power-intensive*. Le applicazioni *power-intensive* necessitano di tempi di risposta rapidi e cicli di carica/scarica efficienti, contribuendo a un sistema elettrico più resiliente e sostenibile, in linea con gli obiettivi di transizione energetica.

Lo Storage Lab, con una potenza attualmente installata di 14,1 MW e una capacità di 18,2 MWh distribuiti in 15 sistemi tra i siti di Codrongianos in Sardegna (9 sistemi da 8,55 MW / 8,75 MWh totali) e Ciminna in Sicilia (6 sistemi da 5,55 MW / 9,33 MWh totali), si distingue per la varietà di tecnologie e la sperimentazione di soluzioni innovative per il sistema elettrico. Tra queste vi sono batterie al litio (9,2 MW, 10 sistemi), batterie ad alta temperatura a base di sodio-nickel, denominate ZEBRA (3,4 MW, 2 sistemi), batterie a flusso (0,85 MW, 2 sistemi), supercapacitori (0,675 MW, un sistema).

Attualmente si ha in fase di ingegnerizzazione anche un sistema di accumulo elettromeccanico, il **Flywheel**. Ogni sistema è stato selezionato attraverso gare pubbliche per testarne l'efficacia nel fornire servizi di rete e stabilizzazione.

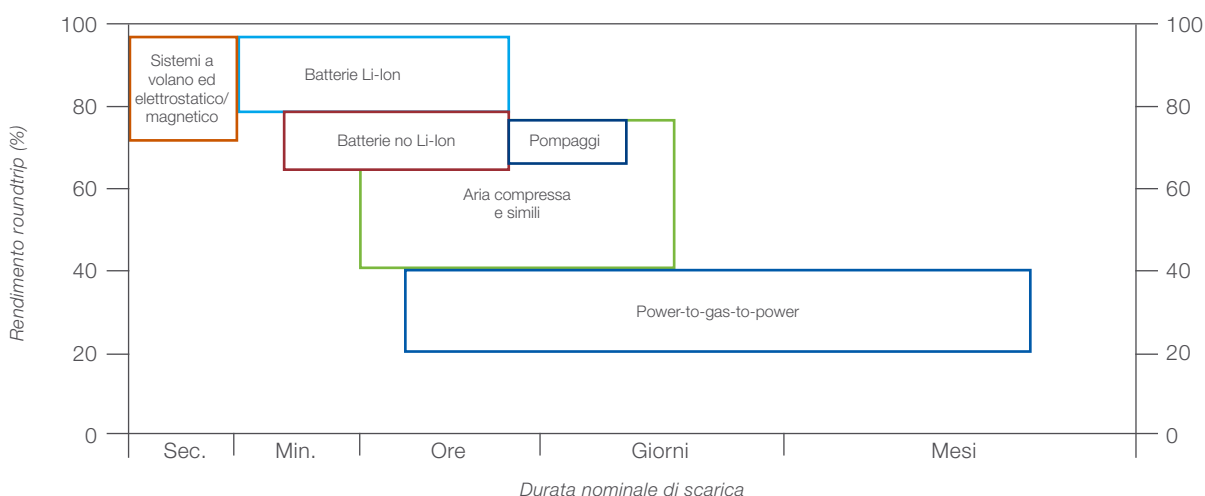
Ogni tipologia di accumulo è caratterizzata da livelli di diffusione a livello mondiale e maturità tecnologica differenti. Anche dal punto di vista delle performance, i valori di rendimento, durata di carica e vita utile variano molto.

Sulla base delle finalità delle aste MACSE, le tecnologie di riferimento indicate da Terna sono gli accumuli elettrochimici a ioni di litio e il pompaggio idroelettrico. I parametri di valutazione che hanno portato Terna a tale conclusione sono la maturità tecnologica e commerciale e il round-trip efficiency.

I pompaggi idroelettrici sono notoriamente una realtà matura a livello mondiale e nazionale. Le batterie al litio, altresì, sono una tecnologia da ritenersi oramai matura poiché negli ultimi anni si è diffusa considerevolmente. Nel mondo sono installate circa 16 GW/35 GWh di impianti utility-scale; a livello europeo, nel 2021 si segnalano circa 4,6 GW/7,7 GWh di installato. Inoltre, la capacità globale installata delle batterie agli ioni di litio per tutte le applicazioni (e-mobility, elettronica, accumulo residenziale, UPS, ecc.) raggiunge circa 1.500 GWh. Solo nel 2022, si sono raggiunti i 700 GWh/anno di produzione globale di celle al litio (a copertura anche del settore della mobilità elettrica), con vari player attivi sul mercato da più di 10 anni²⁰.

Il round-trip efficiency è il rendimento presentato dal sistema di accumulo in un processo completo di scarica e carica e valutato al punto di connessione alla rete elettrica. Per un confronto fra le varie tecnologie si faccia riferimento alla [Figura 14](#).

Figura 14 *Posizionamento delle diverse tecnologie²¹*



Essendo Terna interessata ai sistemi di stoccaggio con durata nominale di carica dell'ordine delle ore, si nota dalla [Figura 14](#) come le batterie a ioni di litio siano quelle con rendimenti superiori, intorno all'80-90%.

Infine, si aggiunge che le batterie, oltre a essere necessarie per la copertura del fabbisogno energetico, sono capaci di fornire servizi e funzionalità a supporto della stabilità di rete, come la regolazione di frequenza e tensione. Su come possano contribuire alla stabilità di rete, ad esempio tramite gli innovativi algoritmi di controllo Grid Forming, si rimanda al Fascicolo 6.

²⁰ https://download.terna.it/terna/Studio_tecnologie_di_accumulo_8db9511fbd7601.pdf

²¹ https://download.terna.it/terna/Studio_tecnologie_di_accumulo_8db9511fbd7601.pdf

5.4 Cold Ironing

Il sistema **Cold Ironing** (detto anche High Voltage Shore Connection (HVSC), Onshore Power Supply (OPS) consiste nell'insieme di strutture, opere e impianti realizzati sulla terraferma²² che permette di fornire la potenza necessaria a garantire il funzionamento dei principali carichi della nave (ad esempio, luci, servizi, raffrescamento e ventilazione) durante i periodi di sosta nei porti, permettendo nel mentre lo spegnimento dei motori della nave. L'alimentazione avviene tramite il parallelo rete e i collegamenti elettrici tra il quadro elettrico a bordo nave e un sistema conversione di frequenza per le navi a standard 60 Hz e trasformazione presente in banchina. La potenza richiesta dai carichi varia a seconda della tipologia di nave.

La **presenza di un sistema di banchine elettrificate** nei porti mira a raggiungere i seguenti benefici:

- decarbonizzazione dell'area portuale (generalmente sita in prossimità di centri abitati);
- riduzione delle emissioni globali di NOx, SOx e CO₂;
- abbattimento dell'inquinamento acustico e vibrazioni;
- possibilità in prospettiva di fornire servizi al sistema elettrico durante le soste;
- riduzione dell'inquinamento marino e il rispetto degli obiettivi europei sulla sostenibilità nel settore dei trasporti.

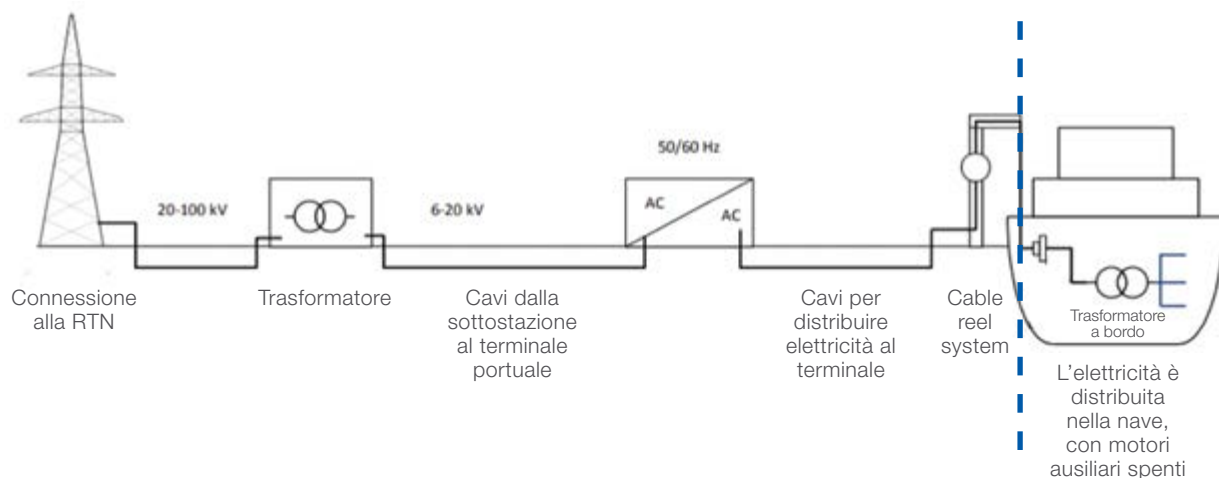
Al momento, si registrano tuttavia degli ostacoli alla diffusione della tecnologia:

- costi dell'elettricità elevato e talvolta non competitivo con le alternative fossili (MGO/ GNL);
- costi elevati dell'infrastruttura portuale richiesta (convertitori, ecc.);
- ridotti investimenti tecnologici sulle apparecchiature lato nave per gli adeguamenti delle imbarcazioni più datate, a causa del limitato numero di porti equipaggiati per il Cold Ironing.

A titolo esemplificativo, si può considerare che in assenza di Cold Ironing le emissioni stimate per soddisfare il fabbisogno attraverso i generatori ausiliari a bordo della nave risulterebbero pari a 0,40 ton di SOx, 0,96 ton di NOx e 64,32 ton di CO₂.²³

Una configurazione tipica di un sistema di Cold Ironing è illustrata in **Figura 15**, che riporta, partendo da sinistra, le componenti dell'infrastruttura elettrica lato banchina portuale, mentre sulla destra sono indicate le apparecchiature necessarie a bordo nave.

Figura 15 Configurazione sistema di Cold Ironing



²² Articolo 3 della Legge 30 dicembre 2023, n. 214, "Legge annuale per il mercato e la concorrenza 2022", pubblicata nella Gazzetta Ufficiale n. 303 del 30 dicembre 2023.

²³ On-shore power supply and green port initiatives, MARINE ENVIRONMENT DIVISION.

Affinché sia realizzabile una corretta connessione alla rete di trasmissione è necessario disporre di determinati elementi, sia a bordo nave che sulla banchina:

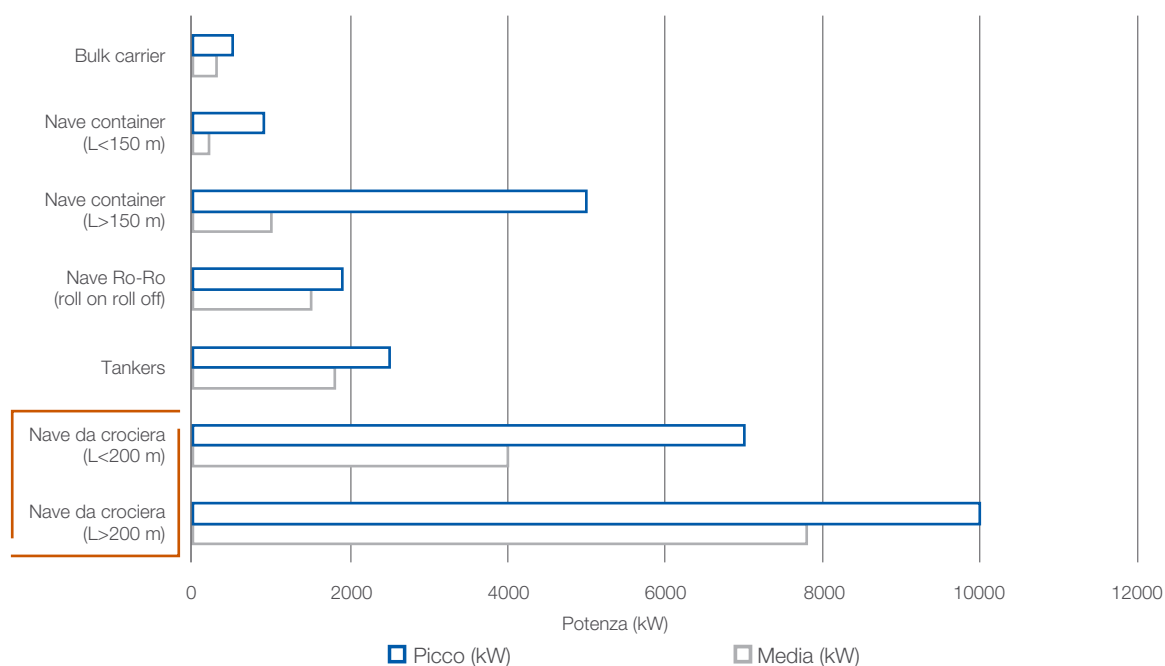
- trasformatori che adattino la tensione di rete AT a quella del sistema di alimentazione (3,3 kV, 6,6 kV, 11 kV), lato banchina portuale;
- Power Converter System (PCS) per adattare la frequenza di rete a quella a bordo nave (50-60 Hz);
- un trasformatore, se richiesto, per adattare la tensione al sistema di distribuzione della nave (380 /400 / 440 /480 V);
- sistemi di protezione e di controllo.

In aggiunta, un ulteriore elemento fondamentale è dato dal **Shore-to-ship connection**, che prevede due componenti principali:

- cavi in media tensione utilizzati per la connessione elettrica (potenza e comunicazione) tra nave e stazione;
- un sistema di gestione dei cablaggi mobili stessi.

La potenza elettrica assorbita in porto dipende dalla tipologia di nave e dai carichi alimentati. Per una nave da crociera in sosta 12 ore si stima una domanda di energia pari a 96 MWh. Nel caso di navi aventi carichi superiori a 1 MW²⁴, il sistema High Voltage Shore Connection (HVSC) risulta ideale.

Figura 16 *Potenza elettrica assorbita*



Il regime italiano, che sarà in vigore fino alla fine del 2033, prevede la riduzione fino al 100% degli oneri generali di sistema. Si tratta degli oneri inclusi nel prezzo dell'energia elettrica per finanziare determinati obiettivi di politica pubblica, tra cui le energie rinnovabili.

La riduzione si tradurrà in un calo del prezzo dell'energia elettrica per gli operatori navali che si riforniscono dalle reti elettriche terrestri, rendendo il costo competitivo rispetto a quello dell'energia prodotta a bordo utilizzando motori alimentati da combustibili fossili. Questi ultimi sono oggetto della normativa ETS "Emission Trading" e diventeranno un incentivo all'uso del Cold Ironing, disincentivando nei fatti l'uso dei combustibili fossili.

Lo sconto sulle componenti tariffarie a copertura degli oneri generali per il Cold Ironing è stato inizialmente previsto all'interno del DL Milleproroghe 162/2019.

²⁴ IEC/IEEE 80005-1:2019

Obiettivi, criteri e linee guida della pianificazione	Stakeholder Engagement	Pianificazione coordinata tra TSO in ambito europeo	Pianificazione coordinata tra TSO nel Mediterraneo	Interoperabilità e sviluppo coordinato delle reti infrastrutturali	Digitalizzazione	Strumenti di finanza agevolata
---	------------------------	---	--	---	------------------	--------------------------------

Per il Cold Ironing il PNRR italiano ha stanziato oltre 700 milioni di euro: i principali progetti al momento si trovano a La Spezia, Civitavecchia, i tre porti di Venezia, Trieste, Taranto e i quattro porti principali della Sardegna. Tra i porti italiani ricompresi nel PNRR, 25 hanno fatto richiesta di connessione a Terna (dati a ottobre 2024). Le **Autorità di Sistema Portuale** che hanno fatto richieste in tutta Italia per oltre 1 GW sono le 16 ad oggi esistenti:

1. Autorità di Sistema Portuale del Mar Ligure Occidentale: porti di Genova, Savona e Vado Ligure;
2. Autorità di Sistema Portuale del Mar Ligure Orientale: porti di La Spezia e Marina di Carrara;
3. Autorità di Sistema Portuale del Mar Tirreno Settentrionale: porti di Livorno, Capraia, Piombino, Portoferraio, Rio Marina e Cavo;
4. Autorità di Sistema Portuale del Mar Tirreno Centro-Settentrionale: porti di Civitavecchia, Fiumicino e Gaeta;
5. Autorità di Sistema Portuale del Mar Tirreno Centrale: porti di Napoli, Salerno e Castellamare di Stabia;
6. Autorità di Sistema Portuale dei Mari Tirreno Meridionale e Ionio: porti di Gioia Tauro, Crotone, Corigliano Calabro, Taureana di Palmi, Vibo Valentia;
7. Autorità di Sistema Portuale del Mare di Sardegna: porti di Cagliari, Olbia, Porto Torres, Golfo Aranci, Oristano, Portoscuso-Portovesme e Santa Teresa di Gallura e Arbatax;
8. Autorità di Sistema Portuale del Mare di Sicilia Occidentale: porti di Palermo, Termini Imerese, Porto Empedocle, Trapani, Gela e Licata;
9. Autorità di Sistema Portuale del Mare di Sicilia Orientale: porti di Augusta e Catania;
10. Autorità di Sistema Portuale del Mare Adriatico Meridionale: porti di Bari, Brindisi, Manfredonia, Barletta, Monopoli e Termoli;
11. Autorità di Sistema Portuale del Mar Ionio: porto di Taranto;
12. Autorità di Sistema Portuale del Mare Adriatico Centrale: porto di Ancona, Pescara, Pesaro, San Benedetto del Tronto, Ortona e Vasto;
13. Autorità di Sistema Portuale del Mare Adriatico Centro-Settentrionale: porto di Ravenna;
14. Autorità di Sistema Portuale del Mare Adriatico Settentrionale: porti di Venezia e Chioggia;
15. Autorità di Sistema Portuale del Mare Adriatico Orientale: porti di Trieste e Monfalcone;
16. Autorità di Sistema Portuale dello Stretto: porti di Messina, Reggio Calabria, Villa San Giovanni, Milazzo, Tremestieri e Saline.

Tra i porti per i quali è stato richiesto un fabbisogno maggiore di energia, ne ritroviamo 3, con potenze superiori ai 100 MW:

- Gioia Tauro
- Genova
- La Spezia

Per gli altri porti, la potenza richiesta varia in un range compreso tra 10 e 80 MW.

Tra le **25 iniziative che si conetteranno in alta tensione (AT)**, alcune prevedono una connessione tramite impianti (Cabine Primarie) del distributore locale, mentre altre saranno collegate direttamente su rete Terna tramite nuove o esistenti Stazioni Elettriche.

Le banchine dei porti in molti casi si trovano strettamente vicine ai centri urbani delle città: questo influisce sulla soluzione di connessione che quindi può essere, ad esempio, un impianto già presente sul territorio, come nel caso delle Cabine Primarie, oppure una Stazione Elettrica in molti casi da realizzare in aree libere e, ove possibile, limitrofe alle banchine dei porti. Al contrario, non mancano occorrenze, anche se in minoranza, in cui la connessione è prevista su futura CP o su Stazione Elettrica esistente.

Per quanto riguarda l'iter di connessione, ad oggi i porti sono considerati delle **unità di consumo** e quindi seguono il processo canonico definito e regolamentato dall'ARERA, dove l'utente è l'Autorità Portuale per la committenza e la realizzazione degli impianti. In quanto tale, quindi, il processo prevede diversi step che vanno dalla richiesta di connessione alla progettazione e infine al contratto, realizzazione e messa in servizio dell'impianto, con scadenze e tempi da rispettare da parte di tutti gli attori che vi partecipano (Terna, utente, distributore), oltre che un coordinamento costante tra di essi.

5.5 Strategy su E-Mobility

La “European Climate Law²⁵” – Legge Europea sul Clima – sancisce l’obiettivo dell’UE di raggiungere la neutralità climatica entro il 2050 e l’obiettivo intermedio di ridurre le emissioni di gas a effetto serra (GHG, Greenhouse Gas) di almeno il 55% entro il 2030. Il peso del settore dei trasporti nelle emissioni complessive è ancora ad oggi particolarmente notevole: nel 2022, i trasporti hanno emesso più di un quarto della CO₂ totale emessa in Italia (il 26,6% delle emissioni nazionali totali di CO₂ equivalente, secondo il Rapporto ISPRA²⁶).

Risulta quindi evidente che per raggiungere i target di decarbonizzazione è necessario far leva su due principali elementi fondamentali, l’**elettrificazione dei consumi finali e l’efficienza energetica**: un veicolo elettrico non solo è molto efficiente (da 3 a 5 volte più efficiente di un veicolo a idrogeno o metano verde), ma è anche alimentato da energia sempre più rinnovabile data la crescente integrazione di FER.

La centralità della mobilità elettrica nella transizione verso un sistema decarbonizzato emerge anche nel **Documento di Descrizione degli Scenari 2024²⁷** pubblicato da Snam e Terna, in cui i due gestori di rete hanno delineato le potenziali traiettorie di sviluppo atteso del sistema energetico. In particolare, si prevede che il settore dei trasporti contribuirà alla decarbonizzazione complessiva tramite una riduzione di circa il 40% delle emissioni, raggiungibile attraverso l’implementazione di una serie di misure:

- incremento della mobilità elettrica privata;
- diffusione di biocarburanti (in particolar modo biometano);
- incremento dell’utilizzo del trasporto pubblico e del *vehicle sharing*.

In termini numerici, infatti, lo scenario di policy considera circa 6,6 milioni di veicoli elettrici – di cui 4,3 milioni veicoli elettrici puri (BEV) e 2,2 milioni di veicoli elettrici plug-in (PHEV) – entro il 2030 che consentirebbero di sostituire una grossa fetta del parco circolante a benzina e diesel con un incremento di circa +20TWh sul fabbisogno di energia elettrica totale (361.9 TWh al 2030). A confronto con l’obiettivo 2030, a settembre 2024 in Italia il parco circolante elettrico è costituito da circa 500.000 veicoli, di cui circa la metà BEV (261.731²⁸ veicoli elettrici puri) e l’altra metà PHEV.

Un presupposto fondamentale per l’adozione delle auto elettriche su larga scala è lo sviluppo diffuso dell’infrastruttura di rete per la ricarica dei veicoli elettrici e in particolare di quella fast e ultra-fast (>150 kW), garantendo così una capillarità adeguata a soddisfare le necessità dell’utente finale e ridurre la *range anxiety*, ad oggi ancora una delle principali barriere all’adozione del trasporto elettrico. Attualmente, sempre in Italia, i Punti di Ricarica pubblici raggiungono quasi le 57k unità, con una tendenza monotona crescente che caratterizza gli ultimi 5 anni. I volumi dell’installato delle infrastrutture di ricarica ad accesso privato sono di più ardua stima, tuttavia a settembre 2024 si stimano dalle 400k alle 500k unità²⁹.

Coerentemente con quanto riportato all’interno del Piano di Sviluppo 2023, si confermano le seguenti direttrici strategiche prioritarie:

- ulteriore crescita dell’offerta di infrastruttura sia privata che pubblica (in tutti i territori, sia urbano che extraurbano);
- integrazione della tecnologia fast e ultra-fast charge (>150 kW);
- adeguata copertura del territorio, specialmente in città minori e zone suburbane.

Risulta quindi necessario identificare un piano ambizioso per lo sviluppo di infrastrutture che tenga conto delle esigenze e degli sviluppi delle reti di ricarica, in grado di permettere un concreto superamento della mobilità tradizionale e di quella ibrida, orientando così le scelte dei consumatori verso una mobilità full electric. Ad esempio, si muovono in questo senso:

²⁵ https://climate.ec.europa.eu/eu-action/european-climate-law_it

²⁶ <https://indicatoriambientali.isprambiente.it/it/trasporti/emissioni-di-gas-serra-dai-trasporti>

²⁷ https://download.terna.it/terna/Documento_Descrizione_Scenari_2024_8dce2430d44d101.pdf

²⁸ <https://www.motus-e.org/analisi-di-mercato/settembre-2024-auto-elettriche-a-settembre-immatricolazioni-in-crescita-del-273/>

²⁹ Fonte: Smart Mobility Report 2024 - PoliMi



- la **Direttiva Europea 2014/94/UE** relativa al Regolamento AFIR (Alternative Fuel Infrastructure Regulation) facente parte del pacchetto Fit-for-55, dove, per il settore dei trasporti, vengono fissati numerosi target obiettivo per il 2025 e 2030. Tra i target di maggiore interesse si cita:
 - i. installazione di stazioni di ricarica da almeno 150kW per veicoli e van elettrici ogni 60km lungo le principali reti di trasporto (TEN-T³⁰ core);
 - ii. installazione di stazioni di ricarica da almeno 350kW per veicoli elettrici pesanti ogni 60km lungo le principali reti di trasporto (TEN-T core) e ogni 100km lungo le reti di trasporto secondarie (TEN-T comprehensive).
- **Regolamento (UE) 2023/851³¹**, entrato in vigore di legge nell'Aprile 2023, che modifica il Regolamento 2019/631 per quanto riguarda il rafforzamento dei livelli di prestazione in materia di emissioni di CO₂ delle autovetture nuove e dei veicoli commerciali leggeri nuovi, in linea con la maggiore ambizione dell'Unione Europea in materia di clima. All'interno di tale Regolamento, infatti, viene sancito che dal 2035 i veicoli di nuova immatricolazione non potranno emettere alcuna CO₂. Inoltre, al fine di poter raggiungere l'obiettivo di neutralità climatica entro il 2050, l'UE intende, entro il 2030, ridurre anche le emissioni delle autovetture (-55% rispetto al 2021) e dei veicoli commerciali leggeri (-50% rispetto al 2021).

Da un punto di vista tecnologico, quando sono connessi alle infrastrutture di ricarica (IdR), i veicoli elettrici possono avere interazioni con il sistema elettrico, che vengono indicate nel loro complesso con l'acronimo **V-to-G (Vehicle-to-Grid)**. Queste interazioni, opportunamente assistite da flussi informativi tramite adeguati protocolli di comunicazione, consentono ai veicoli di erogare servizi alla rete attraverso le infrastrutture di ricarica a cui sono connessi, diventando una potenziale risorsa di flessibilità per il sistema elettrico.

³⁰ Trans-European Transport Network

³¹ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex:32023R0851>

È importante distinguere tra due modalità di interazione con la rete elettrica:

- “**V1G**”, nel caso in cui le interazioni hanno natura monodirezionale, ovvero non comportano il cambio nella direzione del flusso di energia per la ricarica del veicolo, ma solo variazioni di intensità di tale flusso;
- “**V2G**”, nel caso in cui le interazioni hanno natura bidirezionale, ovvero sono sviluppate agendo sia sull'intensità che sulla direzione dei flussi di energia, potendo pertanto prevedere anche flussi dal EV verso l'IdR e quindi verso la rete elettrica.

La ricarica bidirezionale è, dunque, una tecnologia che consente ai veicoli elettrici di ricevere energia dalla rete elettrica, oltre che di restituirla alla rete. Ciò consente di utilizzare la batteria del veicolo in modo molto simile a un sistema di accumulo stazionario. È in tal modo possibile conseguire i seguenti benefici pubblici e privati:

- **dare supporto alla rete elettrica**, migliorando stabilità e affidabilità del sistema elettrico, e **ottimizzare l'uso delle energie rinnovabili**, immagazzinando nelle batterie dei veicoli l'energia prodotta da impianti a fonti rinnovabili durante i periodi di bassa richiesta energetica e rilasciandola durante i periodi di picco di consumo;
- **ridurre i costi energetici dei clienti**, laddove gli automobilisti elettrici possano beneficiare di prezzi dell'elettricità più bassi durante i periodi di carica e vendere l'energia accumulata durante i picchi di domanda, generando entrate aggiuntive.

Nonostante il suo elevato potenziale, ad oggi la tecnologia V2G non è ancora sufficientemente matura per fornire un contributo attivo su larga scala e il valore marginale estraibile dai mercati della flessibilità è attualmente limitato.

In particolare, la possibilità di utilizzare uno o più veicoli elettrici come sistema di accumulo stazionario comporta una maggiore complessità, legata alla necessità di disporre di:

- veicoli abilitati alla funzionalità di scaricare la batteria per erogare energia verso il cavo di ricarica anziché verso il motore elettrico;
- infrastrutture di ricarica in grado di gestire flussi bidirezionali;
- sistemi hardware e software e standard comuni in grado di consentire comunicazione e coordinamento tra i diversi veicoli, le infrastrutture di ricarica e la rete elettrica garantendo determinati requisiti minimi di:
 - i. osservabilità: misure near real time della potenza elettrica con adeguata precisione e affidabilità;
 - ii. misurabilità: criteri di certificazione dei dati misurati ai fini della validazione della fornitura del servizio;
 - iii. controllabilità: capacità di ricevere comandi di modulazione della potenza elettrica a costi marginali compatibili con il business model di un Aggregatore.

Oggi, quindi, si ritiene che il principale contributo di flessibilità per il sistema elettrico che potrà fornire la mobilità elettrica sarà basato su ricariche monodirezionali intelligenti (V1G), sicuramente più mature da un punto di vista sia tecnologico che commerciale e su cui sembra focalizzarsi anche l'intera industria automotive.

In questo contesto, Terna è attivamente impegnata in una serie di attività, tra cui si evidenzia il programma **Energy System Innovation**, che mira a supportare lo sviluppo del contesto tecnologico necessario a creare ulteriore valore per il sistema e gli stakeholder dell'e-mobility. Tra altre iniziative, vi è anche il progetto europeo FLOW in ambito Horizon Europe, approfondito nel capitolo 7.

Queste attività vogliono contrire alla decarbonizzazione del settore e a fornire a Terna, nel contempo, gli elementi conoscitivi necessari a un indirizzamento efficace e inclusivo dell'evoluzione dei mercati energetici, al fine di valorizzare opportunamente il contributo di flessibilità derivante dall'aggregazione di risorse distribuite quali i veicoli elettrici.

FOCUS

Energy System Innovation

Al fine di raggiungere gli obiettivi nazionali ed europei di decarbonizzazione, sempre più ambiziosi, è necessario **puntare sull'elettrificazione dei consumi finali e sullo sviluppo delle fonti rinnovabili**. Per Terna, in virtù del suo ruolo di gestore della RTN, un coinvolgimento più attivo della domanda elettrica (come il carico elettrico, sia esso residenziale o industriale, che tipicamente risulta passivo rispetto allo stato del sistema elettrico) può offrire dei benefici in ottica di ricorso a nuove risorse di flessibilità.

In questo contesto, nasce l'iniziativa **Energy System Innovation (ESI)**, un framework sviluppato per permettere la collaborazione di Terna con tutti gli stakeholder del sistema elettrico in maniera trasparente e partecipativa. Terna si pone come soggetto terzo e facilitatore attraverso una serie di iniziative, denominate *Progetti ESI*, che mirano a indagare il mondo delle Risorse Energetiche Distribuite, a supporto del percorso già avviato con i progetti pilota ai sensi della Deliberazione ARERA 300/2017/R/eel.

La roadmap dei Progetti ESI prevede innanzitutto una valutazione di tipo tecnologico delle singole risorse, come auto elettriche o impianti per confort termico. In seguito, si ha l'avvio di iniziative pre-commerciali indirizzate al testing degli aggregati di risorse, sulla base di una serie di linee guida orientate alla definizione del loro ruolo nel mercato, oltre che ai fini della sicurezza del sistema.

La sperimentazione della singola risorsa punta a individuarne potenzialità e limiti, evidenziando le peculiarità tecnologiche (per risorse stand-alone e/o qualora sia necessaria una infrastruttura abilitante, come nel caso della connessione Infrastruttura di Ricarica-Veicolo nella mobilità elettrica) e le attuali modalità di controllo, comunicazione e misura, al fine di proporre eventuali upgrade per favorirne l'integrazione con la rete (o "grid-integration").

Le sperimentazioni a livello di aggregato, invece, sono pensate per testare la performance, disponibilità e l'affidabilità degli aggregati, con un occhio attento alle possibili criticità legate alla molteplicità di risorse nelle fasi di controllo, comunicazione e monitoraggio.

Complessivamente l'obiettivo delle sperimentazioni è quello di definire gli attributi che una tecnologia energetica smart deve avere per rispondere a variazioni di un certo segnale, come quello di prezzo o un Set-Point esplicito di potenza elettrica attiva, modulando il suo consumo elettrico per fornire servizi di Demand Response in grado di rispondere alle esigenze di flessibilità e sicurezza di esercizio del sistema. Per consentire al sistema elettrico di contare sulle tecnologie energetiche smart per supportare la transizione energetica, è necessariamente richiesto uno sforzo di standardizzazione funzionale alla definizione e certificazione di *Grid Readiness* dei singoli asset, compresi i sistemi di controllo e di comunicazione necessari per la loro piena integrazione nel sistema elettrico.

Ciascuna iniziativa ESI viene dapprima condivisa con gli stakeholder attraverso una fase di consultazione pubblica, al fine di recepire suggerimenti da parte dei soggetti interessati prima della pubblicazione del Regolamento, facilitando la futura adesione alla fase implementativa del singolo Progetto ESI. I risultati e le evidenze delle sperimentazioni vengono condivisi sotto forma di report pubblici, in forma anonimizzata e aggregata.

Al momento sono stati definiti quattro diversi stream progettuali dell'iniziativa ESI:

- 1. ESI E-Mobility:** lanciato nel dicembre 2022, prevede la caratterizzazione tecnologica del potenziale di flessibilità e contributo alla sicurezza del sistema dei veicoli elettrici e delle Infrastrutture di Ricarica in ambiente di laboratorio.
- 2. ESI DER Lab:** prevede la caratterizzazione tecnica delle tecnologie *Behind the Meter* (confort termico e accumuli distribuiti) rispetto a specifici requisiti dei servizi di rete attuali e futuri, il tutto in ambiente di laboratorio.
- 3. ESI Grid Forming:** lanciato nel marzo 2024, prevede la caratterizzazione tecnologica di impianti *inverter-based*, quali accumuli elettrochimici e impianti di generazione rinnovabile, controllati in modalità "grid-forming" capaci di fornire servizi di flessibilità e stabilità al sistema elettrico.
- 4. ESI Resource Aggregation:** lanciato nel giugno 2024, prevede la caratterizzazione tecnologica delle performance, disponibilità e dell'affidabilità di aggregati di risorse distribuite in ambiente reale, ma non in condizioni di mercato.



6.1 Digitalizzazione della TSO Value Chain: la strategia di Terna	60
6.2 Infrastrutture digitali per la gestione della rete: le soluzioni IoT per la connettività e il monitoraggio degli asset	62
6.2.1 Piattaforme digitali per il monitoraggio della rete: IoT4TheGrid	62
6.2.2 L'Internet of Underwater Things	62
6.3 Asset Management tramite Digital Twin e modelli virtuali	64
6.4 Building Information Modeling (BIM) e la digitalizzazione dei cantieri	65
6.5 Robotica e droni per il monitoraggio e la manutenzione delle infrastrutture elettriche	66
6.6 Open Innovation e Venture Capital	68



6

Digitalizzazione

Digitalizzazione

6

6.1 Digitalizzazione della TSO Value Chain: la strategia di Terna

In qualità di gestore della rete di trasmissione elettrica italiana, Terna ha posto l'**innovazione tecnologica** e la **digitalizzazione** al centro delle sue strategie. Per rispondere alla crescente complessità del sistema elettrico, nel Piano Industriale 2024-2028 sono stati pianificati **investimenti** in digitalizzazione e innovazione per circa **2 miliardi di euro** sui 16,5 miliardi complessivi.

La **Twin Transition**, energetica e digitale, rappresenta quindi uno dei **pilastri fondamentali** per supportare la transizione in Italia e per garantire l'affidabilità e la sicurezza del sistema elettrico, configurandosi al tempo stesso come un passo essenziale per raggiungere gli obiettivi di sostenibilità e decarbonizzazione. Investire in soluzioni tecnologiche avanzate permette di migliorare l'efficienza, la flessibilità e la capacità di monitoraggio del sistema, consentendo una reattività maggiore rispetto alle fluttuazioni della domanda e dell'offerta di energia elettrica.

In questo contesto, Terna sta sviluppando un **ecosistema digitale** fondato su **Internet of Things (IoT)** e **Intelligenza Artificiale** per la gestione di un sistema integrato che coinvolge tutte le attività di gestione, controllo e manutenzione della rete. Strumenti di **Digital Twin** consentono di potenziare la gestione degli asset, mentre tecnologie come la **robotica** o i **droni** sono poste al centro di un processo di automazione delle attività di monitoraggio e manutenzione.



Tra le iniziative di rilievo, rientra, inoltre, l'introduzione di un software a supporto della pianificazione (**BIM, Building Information Modelling**) per digitalizzare i cantieri e ottimizzare la gestione delle commesse, una soluzione che contribuisce alla realizzazione dei progetti secondo le tempistiche pianificate.

Il processo di innovazione, che ha inizio con l'individuazione delle esigenze, dei trend attuali e futuri e delle tecnologie necessarie, non si ferma dentro l'azienda, ma segue poi l'**approccio strategico e culturale** dell'**Open Innovation**. In questa ottica, le idee sono elaborate e sviluppate internamente ed esternamente, e le soluzioni più promettenti escono dal perimetro sperimentale affinché diventino progetti concreti.

Verso l'esterno, Terna si impegna a condividere le conoscenze sull'evoluzione del sistema elettrico che ci attende nei prossimi anni, con la grande sfida della Twin Transition e il ruolo che l'azienda ricopre in questo percorso, avvalendosi anche di tecnologie quali la **data visualization** e l'**Extended Reality (XR)**. In particolare, strumenti come l'Extended Reality consentono di far conoscere, attraverso un'esperienza virtuale e immersiva, l'attività che Terna svolge quotidianamente in qualità di Transmission System Operator (TSO), rendendo più comprensibili e coinvolgenti aspetti complessi del sistema elettrico.



6.2 Infrastrutture digitali per la gestione della rete: le soluzioni IoT per la connettività e il monitoraggio degli asset

L'**Internet of Things (IoT)** rappresenta un'ampia categoria che comprende tutte le applicazioni in grado di connettere oggetti della vita quotidiana alla rete e tra loro, permettendo l'esecuzione di specifiche attività e la raccolta di dati. Queste tecnologie sono già diffuse nell'ambito domestico, ma oltre all'IoT orientato al consumatore finale esiste un altro segmento, in continua evoluzione, noto come **Industrial Internet of Things (IIoT)**. In questo contesto, gli obiettivi e le scale operative cambiano radicalmente: l'IIoT punta a **raccogliere enormi quantità di dati**, a **ottimizzare i processi produttivi** e a **supportare la gestione aziendale**, facendo leva su sensori di alta precisione. Terna ha scelto di investire in questa direzione, a supporto della rete di trasmissione elettrica nazionale.

6.2.1 Piattaforme digitali per il monitoraggio della rete: IoT4TheGrid

Il progetto di Terna, che prende il nome di **#IoT4TheGrid**, ha l'obiettivo di realizzare una piattaforma per il monitoraggio delle linee elettriche attraverso il controllo costante di una serie di grandezze, come vento, inclinazione e vibrazioni degli asset, utili a verificarne le condizioni strutturali. Nel contesto in cui il cambiamento climatico e la transizione energetica richiedono maggiore capacità di analisi e reazione ai fenomeni meteorologici estremi, sempre più frequenti, questa infrastruttura assume un valore chiave per rispondere prontamente alle nuove esigenze. Oltre a garantire una sempre maggiore sicurezza del sistema elettrico, IoT4TheGrid è uno strumento utile per il **monitoraggio ambientale** nonché un patrimonio prezioso di dati di potenziale interesse per le agenzie del territorio.

IoT4TheGrid ha concluso la fase pilota nel 2023, con la definizione, la validazione e l'industrializzazione delle piattaforme tecnologiche e dei sensori, e con **2 brevetti depositati**. Nel 2024 è stata poi avviata la fase di scale-up che prevede il raggiungimento di una base installata di almeno 1.500 tralicci e 21.000 sensori nelle zone a rischio ghiaccio e vento, in coerenza con gli obiettivi PNRR di cui l'iniziativa è parte integrante.

Questo progetto rientra dunque nel più ampio contesto dei programmi di **digitalizzazione degli asset elettrici**: linee, cavi e stazioni. In futuro ogni asset sarà rappresentabile tramite il proprio Digital Twin, elemento di sintesi e rappresentazione delle caratteristiche progettuali, della storia manutentiva e delle condizioni in tempo reale di funzionamento. Per garantire la disponibilità dei dati in tempo reale dagli asset digitalizzati, la piattaforma IoT rappresenta un elemento cardine per la realizzazione del Digital Twin e degli algoritmi, anche AI, a esso collegati.

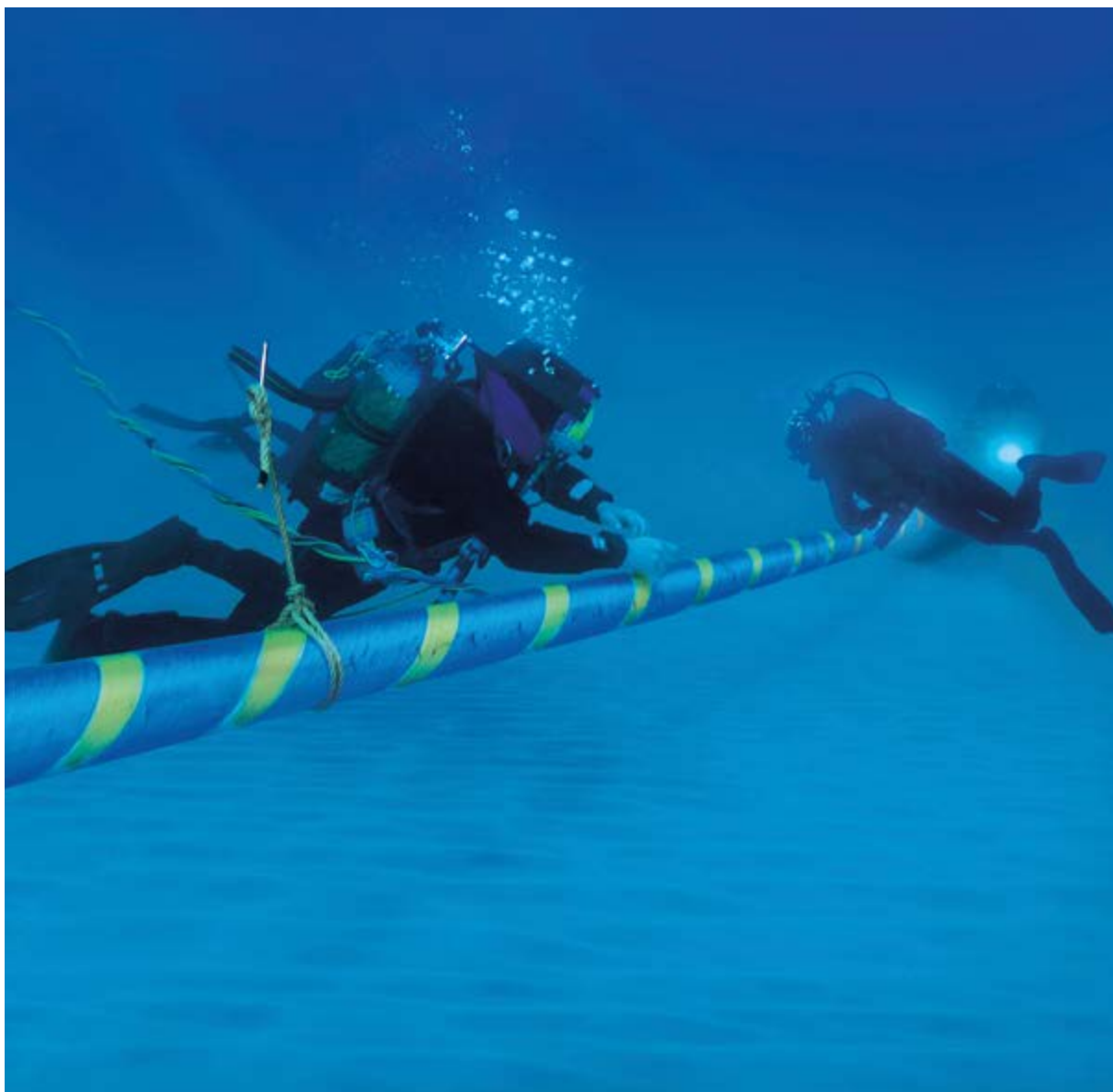
6.2.2 L'Internet of Underwater Things

Per una gestione ancora più efficiente e sostenibile delle infrastrutture elettriche, Terna sta sostenendo progetti innovativi anche per gli asset sottomarini. È stata per questo avviata una sperimentazione della tecnologia dell'**Internet of Underwater Things (IoUT)** in collaborazione con Wsense, società deep-tech leader nel monitoraggio e nei sistemi di comunicazione per l'ambiente subacqueo.

L'iniziativa si colloca nell'ambito della crescente necessità di **ottimizzare le infrastrutture energetiche marine** attraverso strumenti tecnologici che possano coniugare efficienza operativa e sostenibilità ambientale. Il contesto operativo è caratterizzato da una progressiva espansione delle infrastrutture energetiche marine e da una domanda sempre più caratterizzata dalle fonti rinnovabili: per questo motivo l'Internet of Underwater Things rappresenta una prospettiva innovativa per assicurare una gestione più intelligente e sostenibile dei collegamenti sottomarini attraverso il monitoraggio avanzato e la comunicazione in tempo reale di parametri subacquei indicativi per analizzare l'impatto antropico in mare.

Con Wsense è stata condotta una sperimentazione della tecnologia IoT nelle acque del Mar Tirreno, nel canale di Piombino. Wsense ha sviluppato un sistema di **sonde subacquee** connesse tra loro attraverso una rete wi-fi sottomarina, per consentire una trasmissione dati efficiente. Grazie a questo network, è stato possibile monitorare in tempo reale una serie di parametri relativi all'ecosistema marino, inclusi il rumore subacqueo, la correntometria, la clorofilla, la temperatura e la torbidità dell'acqua.

La tecnologia IoT potrebbe tracciare la strada per implementare approcci innovativi alla mitigazione ambientale e alla tutela dell'ecosistema marino.



6.3 Asset Management tramite Digital Twin e modelli virtuali

La gestione e la manutenzione delle infrastrutture di trasmissione elettrica sono fondamentali per assicurare un servizio di qualità, garantire la sicurezza e preservare le performance degli asset nel corso del loro ciclo di vita. L'**Asset Management** rappresenta l'insieme delle attività attraverso cui Terna si occupa della **gestione**, della **manutenzione** e del **rinnovamento** delle proprie infrastrutture.

Una delle attività di monitoraggio più rilevanti per la manutenzione degli asset è costituita dalle **ispezioni** effettuate tramite la **flotta di elicotteri**, che rivestono un ruolo di fondamentale importanza nella gestione della rete. Per sorvegliare le linee elettriche, Terna utilizza una flotta di sette elicotteri interamente di proprietà dotati di **strumentazione all'avanguardia**, tra cui sensori a infrarossi e sistemi **LIDAR** (Laser Imaging Detection and Ranging). Questi velivoli consentono di individuare anomalie, surriscaldamenti e interferenze arboree lungo le linee, permettendo interventi tempestivi per prevenire disservizi. Ogni elicottero può monitorare fino a **240 km di linee al giorno**, garantendo un controllo capillare ed efficiente. Terna sta integrando queste attività con una **flotta di droni** per ispezionare verticalmente i sostegni, coprendo un campione di oltre 3000 sostegni all'anno su scala nazionale.

Inoltre, l'innovazione di Terna guarda al futuro con l'**integrazione dell'intelligenza artificiale** a supporto delle attività di monitoraggio tradizionali. A fine 2024 era in fase di sviluppo un sistema avanzato di **Automatic Failure Detection** per il monitoraggio delle linee elettriche aeree tramite elicotteri. Questo sistema è dotato di un pod aeronautico che integra un laser LIDAR e tre fotocamere ad alta risoluzione da 150 megapixel, posizionate con orientamenti differenti. Durante i sorvoli, la strumentazione raccoglie dati di alta qualità e realizza una **scansione dettagliata delle linee** tramite tecnologia LIDAR. L'obiettivo è quello di sfruttare queste informazioni per addestrare algoritmi di intelligenza artificiale, capaci di rilevare automaticamente anomalie o supportare gli specialisti nell'identificazione delle criticità. Il sistema, progettato su misura per rispondere a esigenze specifiche, rappresenta un'**eccellenza tecnologica unica a livello europeo**.



Obiettivi, criteri e linee guida della pianificazione	Stakeholder Engagement	Pianificazione coordinata tra TSO in ambito europeo	Pianificazione coordinata tra TSO nel Mediterraneo	Interoperabilità e sviluppo coordinato delle reti infrastrutturali	Digitalizzazione	Strumenti di finanza agevolata
---	------------------------	---	--	--	-------------------------	--------------------------------

Tra le tecnologie sotto l'attenzione di Terna vi è anche il **Digital Twin**, o gemello digitale degli asset, uno strumento all'avanguardia che si pone l'obiettivo di evolvere la gestione delle infrastrutture tramite l'integrazione in un modello digitale unico dei dati relativi a tutto il ciclo di vita dell'asset.

L'azienda sta tracciando un percorso ambizioso verso un approccio full data-driven partendo dagli abilitatori fondamentali che rendono possibile questa innovazione. Nuovi sistemi informatici, una rete di sensoristica intelligente distribuita sul campo e, soprattutto, i modelli BIM (Building Information Modeling) come base informativa centrale sono gli elementi chiave di questa trasformazione.

Una volta definiti i gemelli digitali degli asset, questi rifletteranno in tempo reale il loro stato e le loro performance, consentendo **interventi tempestivi**, **manutenzione predittiva** e **decisioni strategiche più consapevoli**.

6.4 Building Information Modeling (BIM) e la digitalizzazione dei cantieri

Tra le iniziative di rilievo, l'ingegneria di rete introdurrà il BIM, **Building Information Modeling**, nell'ambito della progettazione e realizzazione degli impianti della Rete di Trasmissione Nazionale. La nuova metodologia di progettazione, che sta rivoluzionando il settore delle costruzioni, presenta un **approccio innovativo** attraverso l'utilizzo di **modelli digitali 3D** che migliorano la **pianificazione**, **progettazione**, **costruzione** e **gestione degli asset**. L'adozione del BIM in Terna rappresenta un'opportunità strategica che si inquadra in un più ampio scenario di digitalizzazione dei processi, della commessa e dei cantieri, che abilita una gestione sempre più efficiente e interoperabile del processo di progettazione e realizzazione.

Il BIM si basa su modelli informativi che integrano dati geometrici e informazioni dettagliate sui componenti dell'opera, offrendo una visione completa e interattiva del progetto e creando una ricostruzione digitale dell'asset. La strategia di **information modeling** rappresenta uno dei pilastri nella modellazione BIM su cui Terna ha già avviato, anche attraverso il coinvolgimento dei principali attori coinvolti, un processo di costruzione di modelli dati rappresentativi delle diverse tipologie di impianti e delle principali fasi del ciclo di vita dell'opera.

L'applicazione della metodologia BIM alla progettazione consentirà di **incrementare la qualità dei progetti** generando impatti positivi sugli standard di progetto. La precisione e il dettaglio dei modelli digitali, infatti, permettono di **individuare incongruenze** e problemi **più facilmente** durante la fase di progettazione, garantendo quindi al progetto finale **standard di qualità più alti e riducendo il rischio di imprevisti** in fase di realizzazione che possono comportare incrementi di costi e ritardi. I modelli BIM delle opere saranno strutturati per garantire una ricostruzione digitale dell'asset che accompagni l'intero ciclo di vita dello stesso e per contenere informazioni utili per la progettazione, realizzazione, gestione e la manutenzione, garantendo un facile accesso ai dati tecnici relativi agli impianti.

La strategia intrapresa per l'implementazione della metodologia, anche in conformità ai disposti normativi, ha già visto il consolidamento di alcuni passi fondamentali per il percorso di adozione: progetti pilota, definizione di standard tecnici e procedure, integrazione della metodologia nei processi, formazione del personale, selezione di software e strumenti, coinvolgimento dei principali stakeholder, definizione di metriche per monitorare l'adozione del BIM e valutarne i progressi.

Nei prossimi anni si lavorerà per garantire l'attuazione degli obiettivi fissati, sviluppando la progettazione degli impianti con la nuova metodologia e affinando ulteriormente strumenti e standard tecnici BIM che per la prima volta vengono applicati alla infrastruttura elettrica. Nell'ottica di un processo di miglioramento continuo, l'impegno nello sviluppo della metodologia sarà indirizzato verso una **gestione informativa sempre più efficiente**, che includa, oltre alle dimensioni dei tempi, costi e manutenzione, anche l'uso dei modelli BIM orientato agli aspetti di sostenibilità delle opere nonché alla gestione della sicurezza nei cantieri.

6.5 Robotica e droni per il monitoraggio e la manutenzione delle infrastrutture elettriche

Nell'ambito delle iniziative di innovazione legate allo sviluppo di soluzioni per il monitoraggio avanzato degli asset e di nuovi metodi di ispezione e manutenzione, sono in corso progetti che hanno come obiettivo l'automatizzazione delle attività di **Operation & Maintenance**, soprattutto attraverso l'**utilizzo e la sperimentazione di robot e droni innovativi**, anche nell'ottica di rafforzare la sicurezza nelle attività sul campo e aumentare la remotizzazione dei processi operativi.

In particolare, le iniziative di innovazione nell'ambito del Transmission Operator si concentrano su tre filoni applicativi:

- **robotica linee**: robot in grado di eseguire operazioni di ispezione e manutenzione degli asset. È in corso lo sviluppo di un prototipo capace di muoversi sui conduttori e sulle funi di guardia e di eseguire attività di manutenzione;
- **droni per le operation**: sperimentazione di soluzioni tecnologiche per aumentare la sicurezza durante i rilievi sulle linee elettriche in alta tensione. L'utilizzo dei droni comporta per Terna un doppio vantaggio, in termini di tempistiche e di sicurezza degli operatori. Grazie ai droni, infatti, i tecnici potranno avvicinarsi a tutti i punti della rete per controllare e monitorare lo stato di avanzamento di un cantiere o prevenire un eventuale guasto, evitando di dovere mettere temporaneamente fuori servizio la rete e di salire in prima persona sui sostegni. In questo contesto, oltre allo sviluppo di specifici prototipi per eseguire attività specialistiche sulle linee, sono in corso sperimentazioni in BVLOS (Beyond Visual Line of Sight), ovvero una modalità avanzata di pilotaggio dei droni che avviene senza contatto visivo diretto tra il pilota e il velivolo;
- **robotica di impianto**: sperimentazione di soluzioni robotiche autonome in grado di svolgere attività di monitoraggio, ispezione e manutenzione delle apparecchiature negli impianti e nelle stazioni elettriche.





Inoltre, ad aprile 2023 è stato siglato un accordo di collaborazione quinquennale con l'**Istituto Italiano di Tecnologia (IIT)**, finalizzato allo **studio** e alla **realizzazione di soluzioni innovative in ambito robotica** per supportare le attività sul campo. In tale contesto, sono stati individuati i primi casi specifici da sviluppare e sperimentare, quali, ad esempio:

- robot autonomi capaci di effettuare diverse attività sui sostegni delle linee aeree;
- sistemi avanzati per il monitoraggio delle stazioni elettriche in assenza di operatori;
- dispositivi come gli esoscheletri a supporto delle attività del personale sul campo.

6.6 Open Innovation e Venture Capital

La sfida della Twin Transition risulta tanto ambiziosa quanto complessa e richiede innovazione e l'utilizzo di tecnologie all'avanguardia. Per rispondere alle sfide legate al futuro del sistema elettrico, Terna punta sulle nuove tecnologie instaurando **interazioni con i diversi attori dell'ecosistema di innovazione** (università e centri di ricerca, grandi realtà industriali, startup e piccole-medie imprese) e **investendo risorse in startup innovative**. Da idee ambiziose e avveniristiche, queste sono infatti in grado di sviluppare modelli e strumentazioni utili a migliorare la gestione di una rete elettrica nazionale che sarà sempre più caratterizzata dalla presenza delle fonti rinnovabili, per propria natura non programmabili e intermittenti.

Con l'**Open Innovation** Terna intende adottare un modello che superi le barriere tra settori e territori, favorendo lo **scambio di conoscenze, idee e risorse** con un'ampia comunità di innovatori. L'iniziativa di Open Innovation di Terna non si limita a creare valore per l'azienda stessa, ma si traduce in **benefici condivisi** per tutto l'ecosistema italiano dell'innovazione, promuovendo la crescita di un network dinamico e inclusivo. Attraverso collaborazioni con startup, centri di ricerca, università e altri attori chiave, Terna costruisce una rete di relazioni che genera impatti positivi ben oltre i confini del settore energetico.

Terna ha così sviluppato il proprio **ecosistema di innovazione internazionale** con cui interagire attivamente attraverso diversi canali e iniziative, per individuare idee e soluzioni in risposta ai fabbisogni aziendali e alle evoluzioni della Twin Transition.

A servizio della strategia di Terna per l'Open Innovation è stata creata la piattaforma **Terna Ideas³²**: uno **spazio virtuale** che rappresenta un **punto di incontro tra la creatività interna all'azienda e il talento esterno** di startup, ricercatori, aziende innovative e solver provenienti da tutto il mondo. Attraverso sfide dedicate alla transizione energetica, Terna raccoglie proposte in grado di rispondere alle esigenze del settore, trasformando le idee più promettenti in soluzioni operative. Questo approccio partecipativo riflette la volontà di Terna di **integrare le migliori competenze disponibili** e di valorizzare il capitale umano, quale motore del cambiamento.

L'impegno di Terna non si ferma ai confini nazionali. L'azienda mira a consolidare la propria presenza nello scacchiere mondiale dell'innovazione puntando a nuovi modelli e nuove forme di Open Innovation, attraverso il proprio modello di **Terna Innovation Zone**: hub dell'innovazione internazionale, ovvero centri nevralgici in cui Terna si proietta sulla scena globale. Il primo di questi è stato inaugurato nella Silicon Valley, simbolo per eccellenza del progresso tecnologico. Qui, Terna ha avviato un **dialogo costante** con startup, investitori e ricercatori per individuare soluzioni avanzate in grado di rivoluzionare il sistema elettrico. La scelta della Silicon Valley è stata motivata dall'aver individuato in questo luogo un ponte tra l'innovazione italiana e il resto del mondo, dove le idee più visionarie trovano spazio per crescere e trasformarsi in realtà.

³² <https://ternaideas.terna.it/>

Obiettivi, criteri e linee guida della pianificazione	Stakeholder Engagement	Pianificazione coordinata tra TSO in ambito europeo	Pianificazione coordinata tra TSO nel Mediterraneo	Interoperabilità e sviluppo coordinato delle reti infrastrutturali	Digitalizzazione	Strumenti di finanza agevolata
---	------------------------	---	--	--	-------------------------	--------------------------------

In questo contesto nasce l'**Innovation Zone Forum**, la prima iniziativa di rilievo internazionale organizzata da Terna nell'ambito del suo Innovation Zone in Silicon Valley. Con questo progetto Terna punta a confermarsi come un'azienda leader nell'innovazione tecnologica al servizio di una transizione energetica e digitale giusta. Il forum si è svolto il 28 e il 29 ottobre 2024 a San Francisco e ha rappresentato un momento di confronto unico tra i principali attori dell'innovazione energetica globale, coinvolgendo startup, investitori e istituzioni per scambio di idee e collaborazione. L'iniziativa, realizzata con il supporto di INNOVIT, del Consolato Generale d'Italia a San Francisco e del partner Mind the Bridge, ha avuto un duplice obiettivo: **valorizzare le startup italiane su cui Terna sta scommettendo e favorire il loro ingresso nel mercato statunitense**. Terna sta infatti sviluppando un percorso di valorizzazione delle startup, lavorando fianco a fianco con loro per prepararle al mercato USA. La loro introduzione a nuovi interlocutori e potenziali investitori della Bay Area, davanti ai quali hanno avuto l'opportunità di presentarsi, vuole essere l'occasione di stringere relazioni che potrebbero rivelarsi decisive per il loro sviluppo futuro. Questo percorso di **internazionalizzazione delle startup** rappresenta uno dei pilastri della strategia di Terna.

Molte delle startup coinvolte nel Terna Innovation Zone fanno già parte del portfolio di **Terna Forward**, il veicolo di Corporate Venture Capital del Gruppo Terna ideato con l'obiettivo di massimizzare il beneficio per le realtà italiane ad alto potenziale innovativo e di crescita, supportandone così lo sviluppo in un approccio di Open Innovation. Nato nel 2022 con l'obiettivo di accelerare le iniziative maggiormente "disruptive" e ad alto impatto di Terna attraverso **investimenti di corporate venture capital**, Terna Forward mira a individuare nuove soluzioni per favorire una maggiore efficienza e resilienza delle infrastrutture elettriche. Nello specifico, si ricercano le realtà più promettenti e interessate da tecnologie di maggiore impatto per il raggiungimento degli obiettivi della transizione energetica, investendo direttamente nel loro sviluppo.

Con l'obiettivo di presidiare con sempre maggiore efficacia il panorama del corporate venture capital, nonché di sostenere al meglio le proprie attività di investimento, Terna Forward ha aderito a due fra le più importanti associazioni in questo settore: **Italian Tech Alliance e AIFI** - Associazione Italiana del Private Equity, Venture Capital e Private Debt. Entrambe riuniscono i principali player del settore e rappresentano a livello nazionale e internazionale le istanze di investitori, startup, imprese e professionisti dell'innovazione, anche attraverso attività di ricerca, formazione, rappresentanza istituzionale e monitoraggio legislativo.

Da marzo 2024, Terna Forward ha completato quattro importanti investimenti in startup ad alto potenziale innovativo, che puntano su droni, intelligenza artificiale e space economy per una maggiore efficienza e resilienza delle infrastrutture elettriche, ricevendo inoltre il **Premio Innovazione SMAU 2024³³**, assegnato ogni anno alle migliori imprese italiane che si sono distinte nell'ambito dell'innovazione.

Il percorso di Terna nella Twin Transition è dunque un esempio concreto di come l'**innovazione** possa essere messa **al servizio della sostenibilità**. Ogni iniziativa, dalla creazione di piattaforme collaborative come Terna Ideas all'investimento in startup rivoluzionarie attraverso Terna Forward, testimonia l'**impegno dell'azienda a guidare il cambiamento**. La visione di Terna è quella di costruire un futuro in cui energia e tecnologia lavorino insieme per migliorare la qualità della vita delle comunità. In tal senso, Terna si pone al centro di un cambiamento che coinvolge tutti noi e lavora ogni giorno per contribuire a rendere il sistema elettrico sempre più interconnesso, efficiente, sicuro, resiliente e sostenibile.

³³ <https://www.smau.it/casi-di-successo/terna-forward-il-corporate-venture-capital-di-terna-che-investe-nelle-realt-innovative-pi-promettenti-per-accelerare-la-twin-transition>



7.1 PNRR Resilienza	76
7.2 RePowerEU	77
7.3 Progetti CEF	77
7.4 Progetti Horizon	78
7.5 PNRR Ricerca: progetti CN HPC	83



7

Strumenti di finanza agevolata

Strumenti di finanza agevolata

7

Gli scenari macroeconomici, gli eventi sociopolitici e le conseguenti fluttuazioni sul mercato dell'energia hanno accentuato l'impegno delle istituzioni comunitarie, e in particolare della Commissione europea, a stanziare nuove risorse economiche a favore degli Stati membri. Attraverso tali risorse ciascuno Stato avrà l'opportunità di continuare a perseguire gli obiettivi già ampiamente delineati di transizione energetica e di incremento della resilienza delle infrastrutture strategiche, anche attraverso la realizzazione delle opere necessarie a colmare i propri gap infrastrutturali e a incrementare il mutuo soccorso tra gli Stati. In quest'ottica, tali stanziamenti rappresentano un fattore abilitatore dell'evoluzione del sistema energetico europeo verso un sistema più sostenibile, resiliente e interconnesso, contribuendo a una progressiva autonomia energetica dell'Unione Europea.

Tale scenario ha richiesto anche a Terna, in qualità di gestore di un servizio primario, di svolgere il ruolo di acceleratore dell'impiego di risorse europee, supportando lo Stato italiano nella realizzazione di investimenti strategici per il Paese finalizzati al raggiungimento degli obiettivi di policy nazionali. Le iniziative intraprese in tal senso ricadono all'interno di due macroaree, quali i progetti di tipo **infrastrutturale** e quelli di **innovazione, sviluppo sperimentale e ricerca**.

La centralità di tali investimenti deve affiancarsi alla capacità di delineare soluzioni innovative per il futuro. A questo proposito, Terna in questi ultimi anni sta assumendo un ruolo da protagonista sui tavoli della Comunità scientifica europea di riferimento per il mondo energetico. La scelta dell'innovazione come uno tra i punti cardine del presente Piano di Sviluppo ha l'obiettivo di fornire al Paese soluzioni tecnologiche e metodologiche all'avanguardia in Europa, sviluppate anche in collaborazione con le altre realtà europee dell'innovazione afferenti al settore dell'energia.

In merito ai **progetti infrastrutturali**, il **Next Generation EU (NGEU)**, definito dall'Unione Europea, rappresenta uno dei programmi di investimenti e riforme a maggior livello di ambizione in ambito europeo.

Per beneficiare delle risorse messe a disposizione dal NGEU, l'Italia ha presentato il **Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR)** che si articola in 6 Missioni, ovvero aree tematiche principali su cui intervenire, individuate in coerenza con i 6 pilastri del NGEU:

- digitalizzazione, innovazione, competitività, cultura e turismo;
- rivoluzione verde e transizione ecologica;
- infrastrutture per una mobilità sostenibile;
- istruzione e ricerca;
- inclusione e coesione;
- salute.

Successivamente, a dicembre 2023 il Consiglio dell'Unione Europea ha approvato l'integrazione del PNRR dell'Italia con il capitolo REPowerEU, con il quale è stata introdotta una settima Missione dedicata all'energia sicura, sostenibile e a prezzi accessibili. Questa nuova Missione comprende cinque riforme e 17 investimenti, di cui 12 nuovi e cinque potenziamenti di misure esistenti.

Gli interventi, inoltre, mirano a:

- rafforzare la rete di trasmissione e le reti di distribuzione dell'energia elettrica per una maggiore resilienza del sistema energetico nazionale;
- migliorare la sicurezza energetica per prevenire vulnerabilità da importazioni estere;
- accelerare la produzione di energia da fonti rinnovabili, con investimenti su progetti innovativi per il solare, l'eolico e l'idrogeno verde;
- aumentare l'efficienza energetica, con iniziative per ridurre i consumi domestici e industriali;
- promuovere trasporti sostenibili, con investimenti per infrastrutture a basso impatto ambientale;
- sviluppare competenze specifiche per la transizione verde, con formazione di nuove professionalità richieste dalla trasformazione del settore.

Ulteriore programma di finanziamento dell'Unione Europea strategico per i grandi progetti infrastrutturali è costituito dal **Connecting Europe Facility (CEF)**, istituito per supportare la costruzione e lo sviluppo di infrastrutture chiave nei settori dei trasporti, dell'energia e della connettività digitale. Il CEF mira a colmare le lacune infrastrutturali tra gli Stati membri, migliorando la connettività e rafforzando il mercato interno.

Per rispondere alla transizione energetica in atto, occorre inoltre sviluppare un approccio di tipo sistemico e organico verso l'innovazione, basato sull'accelerazione strategica di un portafoglio di iniziative in ambito **innovazione, sviluppo sperimentale e ricerca**, coerentemente con le strategie aziendali. Per Terna, fare innovazione comporta aprire nuovi orizzonti di sviluppo e collaborazione con il mondo esterno, creando interazioni con i diversi attori dell'ecosistema di innovazione e investendo nelle iniziative tecnologiche di maggiore valore per l'azienda e per il sistema elettrico ed energetico nazionale. Terna ha quindi sviluppato un modello di innovazione orientato a rispondere a nuovi bisogni e a generare valore per l'azienda e gli stakeholder, con un approccio concreto, inclusivo e distribuito, in cui vengono aperti nuovi fronti di sviluppo e collaborazione con il mondo esterno attraverso interazioni dinamiche con università, centri di ricerca e start-up.

Proprio per promuovere ulteriormente e con maggior efficacia lo sviluppo e la realizzazione dei progetti di innovazione, Terna ha adottato un **nuovo modello organizzativo con molteplici aree dedicate**:

- la prima, più di carattere trasversale, raccoglie e analizza i fabbisogni di Innovazione del Gruppo. Ha quindi il ruolo di incubare idee e sviluppare soluzioni innovative in risposta ai fabbisogni raccolti, portando avanti progetti attinenti soluzioni tecnologiche non ancora mature o appena entrate nel mercato, che potranno rispondere a futuri fabbisogni o generare nuove opportunità a elevato valore aggiunto;
- la seconda, più incentrata sul ruolo di Terna di Transmission Operator, comprende l'ambito delle tecnologie per la trasmissione ed è correlata ai processi di asset management, supportandone lo scouting tecnologico, l'individuazione e implementazione di tecnologie, i processi e le soluzioni innovative funzionali alle attività della RTN, volti all'evoluzione della stessa in un'ottica di miglioramento continuo;

- la terza, più focalizzata sulla mission di Terna di System Operator, si focalizza sui numerosi processi operativi legati alle attività di dispacciamento e conduzione, nonché quelli legati all'elaborazione degli scenari energetici ed elettrici futuri e dello stesso Piano di Sviluppo della RTN.

In questi ambiti, i **progetti di innovazione** si focalizzano principalmente sulle seguenti direttrici:

- garantire osservabilità e controllabilità real-time delle principali grandezze elettriche delle «nuove risorse» connesse sulle reti DSO;
- sviluppare nuovi strumenti e algoritmi previsionali per la gestione della variabilità connessa alla integrazione delle FER e alla elettrificazione dei consumi (effetti meteo, previsione fabbisogno, ecc.);
- guidare l'evoluzione delle logiche di esercizio del sistema da un approccio deterministico a uno di tipo probabilistico;
- gestire le nuove tecnologie in grado di abilitare l'integrazione massiva delle FER e supportare la stabilità di rete (e.g. HVDC);
- sostenere interventi *Capital Light* per incrementare in maniera cost-effective la capacità di trasporto della rete (DTR, FACTS, ecc.);
- abilitare lo sviluppo delle FER coerente con i target EU e con la pianificazione tecnologica, temporale e spaziale delle opere di rete;
- promuovere la realizzazione di nuovi sistemi di accumulo per integrare le FER nel sistema elettrico e gestire l'overgeneration;
- indirizzare l'evoluzione del market design perseguendo la massima accoglienza delle nuove risorse di flessibilità.

Terna risponde dunque alle sfide di evoluzione in ambito infrastrutturale e in innovazione, sviluppo sperimentale e ricerca attraverso numerosi progetti: i principali in corso, ammessi a contributo e con conclusione prevista entro l'arco di Piano, sono rappresentati in [Tabella 3](#).

Figura 17 Finanziamenti progetti ammessi a contributo

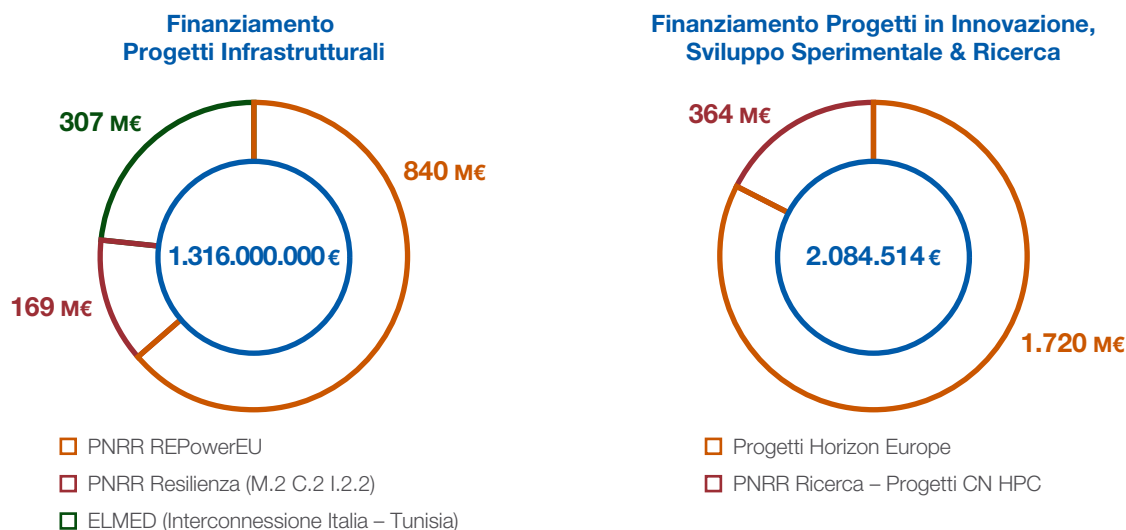


Tabella 3 *Dettaglio dei progetti ammessi a contributo e del finanziamento riconosciuto a Terna*

PROGETTI INFRASTRUTTURALI		PROGETTI IN INNOVAZIONE, SVILUPPO SPERIMENTALE & RICERCA	
PNRR REPowerEU	840.000.000 €	Progetti Horizon Europe	1.720.512 €
<i>Transizione energetica: Tyrrhenian Link East</i>	<i>500.000.000 €</i>	<i>Flow</i>	<i>466.000 €</i>
<i>Transizione energetica: S.A.CO. I. 3</i>	<i>200.000.000 €</i>	<i>Beflexible</i>	<i>188.475 €</i>
<i>Digitalizzazione: Smart National Transmission Grid</i>	<i>140.000.000 €</i>	<i>NewGen</i>	<i>278.750 €</i>
PNRR Resilienza (M.2 C.2 I.2.2)	169.000.000 €	<i>InterOpera</i>	<i>184.625 €</i>
<i>Luserna</i>	<i>12.000.000 €</i>	<i>Twin-EU</i>	<i>422.587 €</i>
<i>Castano Primo</i>	<i>8.500.000 €</i>	<i>Vigimare</i>	<i>180.075 €</i>
<i>Connessione CP Corvara</i>	<i>48.000.000 €</i>	PNRR Ricerca – Progetti CN HPC	364.003 €
<i>Connessione Vandoies</i>	<i>48.000.000 €</i>	<i>Water4Energy</i>	<i>45.000 €</i>
<i>Connessione CP Morlupo</i>	<i>3.000.000 €</i>	<i>Reacting Constellation</i>	<i>51.750 €</i>
<i>Antitrotazionali</i>	<i>16.500.000 €</i>	<i>ASTRAL</i>	<i>103.500 €</i>
<i>Connessione CP Roccaraso</i>	<i>16.000.000 €</i>	<i>RETE</i>	<i>88.711 €</i>
<i>Procopio-Palmi Sud (Sorgente Rizziconi)</i>	<i>3.000.000 €</i>	<i>HAIR</i>	<i>75.042 €</i>
<i>Connessione CP Conselice</i>	<i>14.000.000 €</i>		
PROGETTI CEF	307.000.000 €		
<i>ELMED (Interconnessione Italia – Tunisia)</i>	<i>307.000.000³⁴ €</i>		
Totale Contributi	1.316.000.000 €	Totale Contributi	2.084.514 €

³⁴ Contributo suddiviso tra parte italiana e tunisina.

7.1 PNRR Resilienza

Nell'ambito della transizione ecologica, la sostenibilità e la resilienza delle infrastrutture elettriche sono ritenuti investimenti centrali nella strategia del PNRR.

In particolare, attraverso il Decreto per la Resilienza Climatica delle Reti, emanato ad aprile 2022, il Ministero per la Transizione Ecologica (ora denominato Ministero per l'Ambiente e la Sicurezza Energetica, MASE) ha previsto la concessione di finanziamenti pari a 500 Mln€ nella forma di contributo a fondo perduto, per la realizzazione di interventi volti a incrementare la resilienza delle reti di trasmissione e distribuzione per complessivi 4.000 km di rete così suddivisi:

- 150 Mln€ per la realizzazione di interventi che impattano su 1.500 km della rete di trasmissione;
- 350 Mln€ per la realizzazione di interventi sulla rete di distribuzione per 2.500 km.

Il Decreto, inoltre, indica che i progetti ammessi al finanziamento dovranno essere completati entro il 30 giugno 2026.

A giugno 2022 il Ministero ha pubblicato l'Invito pubblico per l'attuazione del Decreto per la Resilienza Climatica delle Reti attraverso il finanziamento di progetti volti all'incremento della resilienza della Rete di Trasmissione nazionale (RTN).

In particolare, l'Invito **PNRR per la Resilienza**:

- ha destinato il finanziamento a fondo perduto di 150 Mln€ per interventi volti all'incremento della Resilienza di 1.500 km della RTN;
- ha indicato che il 40% delle risorse finanziate deve possibilmente interessare le regioni del Mezzogiorno (Abruzzo, Basilicata, Calabria, Campania, Molise, Puglia, Sardegna e Sicilia);
- ha definito i criteri di ammissibilità e valutazione dei progetti, in termini di km di rete interessati dall'intervento, di probabilità di disservizio delle linee e/o di disalimentazione degli impianti (tempi di ritorno linee e/o impianti) con relativa variazione a seguito dell'implementazione dell'intervento e di beneficio medio del tempo di ritorno degli impianti per i quali si ha un miglioramento del livello di resilienza;
- ha definito i criteri e le modalità di concessione e rendicontazione del contributo;
- ha indicato termini e modalità di presentazione delle domande di finanziamento e relativa documentazione da trasmettere.

Grazie all'applicazione della **Metodologia Resilienza**, Terna ha definito il paniere di interventi che rispondono ai criteri tecnici di ammissibilità del bando, verificando puntualmente il rispetto dei vincoli per i parametri individuati, sia nelle condizioni pre-intervento, che nelle condizioni post-intervento.

In data 29 settembre 2022, Terna ha presentato ufficialmente al Ministero le domande di ammissione al finanziamento per i progetti sopra definiti e finalizzati all'incremento della resilienza della RTN per le minacce meteorologiche ad oggi valutabili mediante la metodologia, ovvero vento forte e ghiaccio-neve.

A dicembre 2022, il MASE ha approvato la graduatoria di 9 progetti di Terna ammessi alle agevolazioni e da finanziare nell'ambito del PNRR, per un investimento totale di 150 milioni di euro, proposti da Terna per incrementare la resilienza di 1.500 km della Rete di Trasmissione Nazionale entro la fine di giugno 2026. Successivamente, a giugno 2024, il MASE ha notificato a Terna la redistribuzione del valore dell'investimento tra 8 progetti (invece di 9), mantenendo invariato l'importo di 150 milioni di euro, per cause non imputabili al TSO, per poi notificare, a ottobre 2024, l'approvazione del finanziamento pubblico di ulteriori progetti selezionati nell'ambito del suddetto Invito pubblico di giugno 2022, al fine di attuare completamente gli investimenti previsti dalla misura "Interventi per la Resilienza Climatica delle Reti" del PNRR italiano. Di conseguenza, il numero di progetti approvati per il finanziamento pubblico è tornato a essere pari a 9, con un valore totale di circa 169 milioni di euro.

7.2 RePowerEU

A partire da maggio 2022, in risposta alle perturbazioni del mercato energetico globale, la Commissione europea sta attuando il piano **REPowerEU** con l'obiettivo di rendere l'Europa indipendente dai combustibili fossili russi.

Terna ha presentato la propria candidatura nell'ambito del REPowerEU, proponendo un insieme di progetti finalizzati a promuovere la decarbonizzazione nazionale, supportare l'integrazione dell'energia da fonti rinnovabili (integrazione RES) e diversificare l'approvvigionamento energetico attraverso l'implementazione e il rafforzamento delle interconnessioni con Paesi esteri.

A dicembre 2023, il Consiglio dell'Unione Europea ha approvato l'inclusione, nell'ambito del capitolo REPowerEU del PNRR italiano, di tre progetti di Terna, per un contributo finanziario complessivo di 840 milioni di euro, suddivisi come segue:

- progetti per la transizione energetica (**Tyrrhenian Link East e SA.CO.I 3**);
- progetti per la digitalizzazione del sistema elettrico (**Smart National Transmission Grid**).

I progetti ammissibili hanno l'obiettivo di aumentare la capacità di trasferimento tra le zone di mercato, rafforzare l'integrazione delle energie rinnovabili con importanti benefici in termini di efficienza per il sistema elettrico, garantire la digitalizzazione del sistema elettrico per l'ottimizzazione dell'uso delle infrastrutture di trasmissione e promuovere gli scambi energetici tra Paesi, assicurando la sicurezza dei sistemi energetici interconnessi.

A giugno 2024, il Ministero dell'Economia e delle Finanze ha pubblicato il Decreto per l'allocazione delle risorse finanziarie necessarie all'implementazione dei suddetti progetti, mentre da ottobre 2024, il MASE e Terna sono in fase di formalizzazione degli accordi di finanziamento per disciplinare l'implementazione, la gestione e il monitoraggio dei tre progetti sopra menzionati.

7.3 Progetti CEF

Il **CEF** si inserisce nel quadro delle politiche europee volte a promuovere una maggiore integrazione tra i Paesi membri, in linea con la strategia europea del Green Deal. Tali obiettivi richiedono investimenti significativi in infrastrutture moderne, efficienti e interconnesse, per i quali il CEF rappresenta lo strumento principale attraverso cui l'Unione Europea ne sostiene il finanziamento.

Sul piano politico, il CEF si articola attorno alla **creazione di una rete transeuropea unificata**, favorendo non solo la crescita economica e l'interconnessione tra i Paesi membri, ma anche l'indipendenza energetica e una maggiore sostenibilità ambientale. In questo senso, il CEF si coordina con altri strumenti finanziari europei, come i fondi di coesione e il programma Horizon Europe, lavorando in sinergia per supportare i progetti strategici che contribuiscono alla resilienza e alla competitività dell'UE.

Uno degli aspetti centrali del CEF è dato dal finanziamento dei cosiddetti **Progetti di Interesse Comune (PIC o Projects of Common Interest - PCI)**. I PIC sono progetti che hanno un impatto significativo sull'infrastruttura europea e rispondono a criteri di rilevanza strategica per l'UE, come il miglioramento della sicurezza energetica, la riduzione delle emissioni e l'efficienza dei trasporti. Questi progetti attraversano almeno due Paesi membri o migliorano notevolmente la rete transeuropea di infrastrutture, rientrando quindi nelle finalità del CEF.

Per quanto riguarda l'interconnessione elettrica tra diversi Stati, il CEF finanzia i progetti PIC relativi alle reti elettriche, agevolando la costruzione di linee di trasmissione ad alta capacità per garantire un flusso energetico stabile e sicuro tra i Paesi membri. Gli investimenti nei collegamenti elettrici tra gli Stati europei sono particolarmente significativi, poiché permettono di diversificare le fonti di approvvigionamento energetico e di integrare una maggiore quota di energie rinnovabili nella rete elettrica europea. Grazie a questi progetti di interconnessione, gli Stati membri possono contare su una rete energetica più sicura e resiliente, capace di assorbire eventuali disservizi e di ridurre la dipendenza da fornitori esterni.

In particolare, all'interno del CEF un focus specifico è riservato ai progetti delle Reti Trans-Europee dell'Energia (TEN-E), che includono le infrastrutture necessarie per collegare i sistemi energetici nazionali e creare una rete integrata a livello europeo. Il regolamento TEN-E individua le priorità infrastrutturali per l'energia e definisce i criteri per la selezione dei progetti da finanziare, molti dei quali, rispondenti a criteri di sostenibilità e transizione energetica e attivi nel raggiungimento degli obiettivi climatici e ambientali dell'UE, vengono supportati proprio attraverso il CEF. Le priorità dei progetti TEN-E includono le interconnessioni elettriche transfrontaliere delle reti elettriche di trasmissione, che facilitano lo scambio di energia elettrica tra diversi Stati membri, migliorando la stabilità della rete stessa.

In ambito CEF, Terna ha ottenuto l'ammissione a contribuzione pubblica del progetto "**ELMED**", un vero e proprio *ponte energetico* tra Italia e Tunisia, che metterà in collegamento i sistemi elettrici di Europa e Nord Africa. Progettata grazie alla sinergia e alla cooperazione tra Terna e STEG, la società che gestisce la rete elettrica di trasmissione tunisina, ELMED sarà la prima interconnessione in corrente continua tra i due continenti. L'opera, grazie alla bidirezionalità dei flussi, garantirà importanti benefici elettrici e ambientali. L'elettrodotto si snoderà tra la stazione elettrica di Partanna, in Sicilia, e quella di Mlaabi, nella penisola tunisina di Capo Bon, per una lunghezza complessiva di circa 220 chilometri (di cui circa 200 km in cavo sottomarino), con una potenza di 600 MW e una profondità massima di circa 800 metri, raggiunti lungo il Canale di Sicilia. Si tratta di un'infrastruttura di programmazione e coordinamento tra gestori di rete di trasmissione elettrica, istituzioni, banche e territorio senza precedenti: l'obiettivo di ELMED è garantire una maggiore sicurezza, sostenibilità e resilienza nell'approvvigionamento energetico, nonché un aumento degli scambi di elettricità prodotta da fonti rinnovabili, volano per nuovi investimenti negli impianti di generazione pulita.

L'opera, per cui è previsto un investimento complessivo di circa 850 milioni di euro, fornirà uno strumento addizionale per ottimizzare l'uso delle risorse energetiche tra Europa e Nord Africa.

Dell'investimento totale, 307 milioni di euro, suddivisi tra parte italiana e tunisina, sono stati stanziati dalla Commissione europea tramite il CEF ed è il primo caso in cui l'Unione Europea finanzia un progetto in cui uno dei Paesi coinvolti non fa parte dell'Unione.

7.4 Progetti Horizon

Nel programma dell'Unione Europea per la ricerca e l'innovazione, il **bando Horizon Europe** è un programma di finanziamento, attivo per il periodo 2021-2027, che affronta sfide globali come il cambiamento climatico, contribuisce al raggiungimento degli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile delle Nazioni Unite e promuove la competitività e la crescita dell'UE.

I progetti affrontati da Terna in ambito Horizon Europe sono molteplici:

- **FLOW**: progetto che punta all'individuazione di soluzioni che facilitino lo sviluppo di massa della mobilità elettrica, mediante test in 5 dimostratori europei (Repubblica Ceca, Irlanda, Italia, Danimarca e Spagna);
- **BEFLEXIBLE**: progetto per l'identificazione delle principali soluzioni per accrescere la flessibilità delle risorse distribuite, puntando sul coordinamento TSO-DSO come uno dei principali driver per facilitare la partecipazione attiva di tutti gli stakeholder della filiera;
- **NEWGEN**: sviluppo e test di nuovi materiali isolanti, nuove soluzioni tecnologiche per la produzione dei cavi e per il monitoraggio delle loro condizioni d'uso. Si punta a definire nuovi tool di modellazione della vita utile e dell'affidabilità della prossima generazione di cavi HVDC estrusi e dei sistemi di cavi;
- **INTEROPERA**: progetto che vuole contribuire allo sviluppo delle connessioni HVDC multi-vendor multi-terminal e favorire la transizione del settore energetico europeo su larga scala, attraverso un approccio coordinato tra un gruppo diversificato e di alto livello di industrie all'avanguardia nello sviluppo delle FER e nella gestione della rete;
- **TWIN-EU**: promozione di un concetto avanzato di Digital Twin, determinando le condizioni per l'interoperabilità, gli scambi di dati e modelli attraverso l'uso di nuove tecnologie, come interfacce standard e API aperte ad attori esterni;
- **VIGIMARE**: progetto di potenziamento della resilienza degli operatori delle infrastrutture critiche contro le minacce alle infrastrutture sottomarine europee.



FOCUS FLOW

Il **progetto FLOW** è stato presentato nell'ambito della call Horizon Europe "HORIZON-CL5-2021-D5-01-03: System approach to achieve optimised Smart EV Charging and V2G flexibility in mass-deployment conditions (2ZERO)", finalizzata a individuare soluzioni che facilitino uno sviluppo significativo della mobilità elettrica in chiave grid-integrated.

Il progetto andrà a focalizzarsi su diverse tematiche:

- l'utilizzo ottimale e gli impatti dello smart charging/V2G su rete;
- l'integrazione tra le piattaforme degli stakeholder della filiera necessaria ad abilitare la possibilità da parte della rete di avvalersi della flessibilità degli EV;
- l'interoperabilità tra asset;
- la standardizzazione e lo scambio dati necessari ad assicurare la corretta interazione tra gli stakeholder dell'e-mobility;
- il coinvolgimento dell'utente, fornendo indicazioni risolutive alle problematiche che oggi rallentano l'integrazione della mobilità elettrica nei sistemi energetici.

Tali soluzioni innovative verranno testate nell'ambito di 5 dimostratori (di cui due test beds e 3 demo di larga scala) in Repubblica Ceca, Irlanda, Italia, Danimarca e Spagna, che andranno a coprire un'ampia serie di utilizzi (pubblico, privato, turistico, rurale) con l'ambizione di validare e quantificare i benefici associati all'abilitazione e valorizzazione della flessibilità degli EV a supporto della rete e della decarbonizzazione dei trasporti. Con lo scopo di investigare l'effettiva flessibilità che gli EV possono fornire a supporto della gestione della rete di trasmissione e gli scambi informativi necessari tra gli attori coinvolti, Terna ha messo a disposizione di FLOW la Crowd Balancing Platform, nel suo ruolo di "orchestrator" delle piattaforme degli stakeholder della mobilità elettrica, e l'E-mobility Lab, che fungerà da laboratorio di riferimento per la caratterizzazione della performance degli asset che prenderanno parte ai dimostratori.

Terna, in particolare modo, è coinvolta nell'ambito del dimostratore italiano assieme a partner nazionali di rilievo della mobilità elettrica. L'obiettivo della sperimentazione sarà quello di mappare la capacità di un aggregato di veicoli elettrici e colonnine di ricarica operanti in un ambiente reale (ricarica privata, ricarica pubblica) a fornire flessibilità da smart charging su servizi tipo regolazione "lenta" di frequenza testando al contempo requisiti tecnici innovativi al fine di facilitare la partecipazione di questo tipo di risorse.

Per riuscire nei suoi intenti FLOW si fonda su un consorzio ad alta partecipazione europea e ad alta competenza di 30 soggetti, a forte rappresentanza dell'intera value chain, provenienti da 9 Paesi e comprendenti università, centri di ricerca, operatori di rete, sviluppatori tecnologici e specialisti delle relative filiere.

Il progetto è stato avviato a luglio 2022 e avrà la durata di 4 anni, con un contributo riconosciuto a Terna di 466.000 euro su un totale di oltre 9,8 Mln€.



FOCUS BeFLEXIBLE

Il progetto **BeFLEXIBLE** è risultato aggiudicatario di un finanziamento della Commissione europea per il bando Horizon Europe “HORIZON-CL5-2021-D3-01-06: Increasing energy flexibility based on sector integration services to consumers (that benefits system management by DSOs and TSO)”, finalizzato a individuare soluzioni per accrescere la flessibilità delle risorse distribuite, anche attraverso l'integrazione di più settori. BeFLEXIBLE ambisce a identificare le principali soluzioni per accrescere la flessibilità delle risorse distribuite, puntando sul coordinamento TSO-DSO come uno dei principali driver per facilitare la partecipazione attiva di tutti gli stakeholder della filiera.

Il progetto farà leva sull'uso dimostrativo di piattaforme tecnologiche innovative su larga scala per la gestione smart della flessibilità, puntando alla definizione di una nuova architettura di mercato e allo sviluppo di business model, capaci di creare valore per l'utente finale anche attraverso l'integrazione di più settori (energia, trasporti, acqua). Il progetto prevede implementazioni in tre aree di sperimentazione in Italia, Svezia e Spagna/Francia con la partecipazione di attori come DSO, aggregatori, technology provider e TSO.

Il dimostratore italiano, supportato da Terna, Areti, E-distribuzione e RSE, ambisce a definire il riferimento di market design necessario per integrare i processi e gli strumenti di approvvigionamento di servizi di flessibilità del TSO (servizi globali) e del DSO (servizi locali). L'implementazione italiana del progetto è prevista su specifiche aree geografiche e avrà l'obiettivo di testare gli scambi informativi, le soluzioni tecnologiche abilitanti, i processi e le funzionalità. A tal scopo Terna, tramite Equigy, ha messo a disposizione del progetto BeFLEXIBLE la Crowd Balancing Platform per prendere in carico il coordinamento tra i mercati della flessibilità e la raccolta informativa di sistema, utilizzabile da tutti gli attori della filiera.

Terna, in particolar modo, all'interno del dimostratore italiano è coinvolta nella definizione di un modello di integrazione tra il MSD e i mercati locali della flessibilità gestiti dai DSO, nell'identificazione di tutti i processi funzionali allo scambio informativo necessario per una gestione coordinata dei rispettivi meccanismi di approvvigionamento e nella simulazione del modello d'integrazione dei mercati locali della flessibilità gestiti dai DSO e il MSD sulla base di use case significativi.

La definizione degli elementi implementativi del progetto è stata avviata dal consorzio europeo, forte di quasi 30 soggetti tra gestori di rete, università, centri di ricerca e sviluppatori di tecnologia, nel mese di settembre 2022 e avrà una durata complessiva di 4 anni, con un contributo riconosciuto a Terna di 188.475 euro su un totale di circa 8 Mln€.



FOCUS NEWGEN

Il **progetto NEWGEN**, *New Generation of HVDC insulation materials, cables and systems*, finanziato nell'ambito della call europea "HORIZON-CL5-2021-D3-02-08: Electricity system reliability and resilience by design: High-Voltage, Direct Current (HVDC)-based systems and solutions", intende perseguire l'obiettivo di favorire l'affidabilità e la resilienza delle reti europee AC/DC interconnesse. NEWGEN, in particolare, si prefigge di sviluppare e testare nuovi materiali isolanti, nuove soluzioni tecnologiche per la produzione dei cavi e per il monitoraggio delle loro condizioni d'uso e intende definire nuovi tool di modellazione della vita utile e dell'affidabilità della prossima generazione di cavi HVDC estrusi e dei sistemi di cavi. L'unicità del concetto NEWGEN sta nel suo non riferirsi a uno specifico composto isolante o produttore di cavi ad alta tensione (HV), piuttosto, nel traghettare dei risultati che avranno un impatto sull'intera industria europea dei cavi HV per abilitare la prossima generazione di cavi HVDC estrusi. L'insieme delle attività, avviate il 1° ottobre 2022 con durata di 4 anni e coordinate dall'Istituto di Ricerca finlandese VTT, coinvolge 10 partner europei (VTT Technical Research Centre of Finland, Università di Bologna, Maillefer, Altanova, University of Twente, Tampere University, Greendelta, Supergrid Institute, TERNA, Verdilink) e, come partecipazione italiana oltre a Terna, anche l'Università di Bologna e la società Altanova.

Terna è coinvolta principalmente nell'esecuzione di studi e simulazioni per analizzare il comportamento e la resilienza dei collegamenti in corrente continua a fronte di disturbi causati da guasti in linee e generatori. In particolare, saranno valutate particolari condizioni di rete, attraverso scenari consuntivati e previsionali a medio-lungo termine considerati sfidanti per l'esercizio del sistema elettrico nazionale. Il contributo riconosciuto a Terna per il progetto è di 278.750 euro su un totale di oltre 7,6 Mln€.



FOCUS InterOPERA

Il **progetto InterOPERA**, *Enabling interoperability of multi-vendor HVDC grids*, è stato finanziato nell'ambito della call europea HORIZON-CL5-2022-D3-01, Sustainable, secure and competitive energy supply, al fine di contribuire allo sviluppo delle connessioni HVDC multi-vendor multi-terminal e favorire la transizione del settore energetico europeo su larga scala. Il progetto propone un approccio coordinato tra un gruppo diversificato e di alto livello di industrie all'avanguardia nello sviluppo delle FER e nella gestione della rete. Il Consorzio è costituito da 4 fornitori HVDC, 8 TSO, 2 fornitori di turbine eoliche e 3 sviluppatori di parchi eolici, che mettono a disposizione le loro conoscenze industriali e le loro capacità pratiche per rendere i futuri sistemi HVDC reciprocamente compatibili e interoperabili e per migliorare le capacità di formazione della rete dei convertitori offshore e onshore.

Terna, in particolar modo, è coinvolta in qualità di Leader del Task 5.2, il quale ha l'obiettivo di creare una proposta contrattuale che consenta l'approvvigionamento dei principali componenti elettrici in progetti HVDC MVMT. Il framework contrattuale dovrà garantire la conformità alle direttive UE, affrontare il tema dell'allocazione del rischio e definire l'assegnazione delle responsabilità contrattuali. Inoltre, obiettivo del Task è quello di individuare una strategia di integrazione tra il Multi-Party Cooperation Framework e la struttura contrattuale proposta al fine di facilitare la collaborazione tra gli stakeholder presenti e futuri del progetto. Il contributo riconosciuto a Terna per il progetto è di 184.625 euro su un totale di oltre 50,7 Mln€.



FOCUS TWIN-EU

Il **progetto TWIN-EU**, *Digital Twin for Europe*, è stato finanziato nell'ambito della call europea HORIZON-CL5-2023-D3-01-10, *Supporting the development of a digital twin to improve management, operations and resilience of the EU Electricity System in support to REPowerEU*. Il progetto, ammesso a contributo pubblico nel luglio 2023 e le cui attività sono iniziate lo scorso gennaio, vede la partecipazione di 71 partner provenienti da 15 Paesi europei e promuove un concetto avanzato di Digital Twin che costituirà il cuore dello scambio di dati europeo, poiché consentirà a ogni operatore del sistema di prendere le proprie decisioni in autonomia, garantendo allo stesso tempo il permanere delle condizioni per l'interoperabilità e gli scambi di dati con gli altri operatori. Terna, con un budget assegnato di 422.586,50 euro su un totale di circa 20 Mln€, parteciperà principalmente alla messa a terra del pilota italiano, che prevede la realizzazione di una copia digitale del sistema elettrico sardo che sarà aggiornata in tempo reale per considerare lo stato effettivo dei componenti fisici del sistema elettrico.



FOCUS VIGIMARE

Il **progetto VIGIMARE**, *Vigilant Maritime Surveillance of Critical Submarine Infrastructure*, è stato finanziato nell'ambito della call europea HORIZON-CL3-2023-INFRA-01-02 - *Supporting operators against cyber and non-cyber threats to reinforce the resilience of critical infrastructures*. Il progetto mira a potenziare la resilienza degli operatori delle infrastrutture critiche contro le minacce alle infrastrutture sottomarine europee attraverso diverse strategie chiave. La rete di cavi sottomarini e gasdotti è cruciale per qualsiasi guasto o danneggiamento potrebbe avere un effetto enorme sulle società. Alla luce del panorama geopolitico in continua evoluzione, le organizzazioni responsabili delle infrastrutture critiche si trovano ad affrontare sfide significative, gestendo minacce intenzionali mentre si confrontano con problemi causati da fattori accidentali, naturali e dal cambiamento climatico. Queste problematiche possono aggravare gli effetti delle azioni deliberate. Per affrontare efficacemente queste sfide, è cruciale per queste entità implementare misure che potenzino la resilienza.

Terna, in particolar modo, è coinvolta nella realizzazione di uno studio pilota nel contesto del Mar Mediterraneo, al fine di indagare le possibili misure di contenimento del rischio in presenza di attacchi ibridi (cyber e/o fisici) alle stazioni di conversione dei collegamenti HVDC con la Sardegna. Per il progetto, è stato riconosciuto a Terna un contributo di 180.075 euro su un totale di oltre 4,7 Mln€.

Il Consorzio, che vede la partecipazione di 19 soggetti provenienti da 8 Paesi europei, oltre a Terna e Laurea, annovera fra gli altri Enivibes (gruppo Eni), NITEL - Consorzio Nazionale Interuniversitario per i Trasporti e a Logistica, Telespazio Francia e Fraunhofer Institute.

7.5 PNRR Ricerca: progetti CN HPC

Terna ha aderito alla proposta presentata a marzo 2022 e approvata e finanziata a giugno 2022, di costituzione del **Centro Nazionale HPC - High Performance Computing, Big Data e Quantum Computing**, istituito nell'ambito della Missione 4 del PNRR "Istruzione e Ricerca", Componente 2 «Dalla ricerca all'impresa», Investimento 1.4. Terna, pertanto, è tra i soci fondatori della Fondazione che gestisce il Centro Nazionale HPC.

Il Centro, uno dei cinque Centri Nazionali istituiti dal PNRR, svolge **attività di Ricerca e Sviluppo per l'innovazione nel campo delle simulazioni, del calcolo e dell'analisi dei dati ad alte prestazioni**.

Costituito da 51 partner di tutta Italia, provenienti dai settori pubblico e privato, della ricerca scientifica e dell'industria, il Centro conta su un finanziamento di quasi 320 milioni di euro.

Il Centro Nazionale aggrega le comunità scientifiche italiane di eccellenza e il mondo industriale italiano in diversi ambiti e prevede un'organizzazione delle attività basata sul modello Hub e Spoke. Nello specifico, l'Hub, il Tecnopolo di Bologna, si occupa di gestione e coordinamento e gli Spoke sono dedicati alla realizzazione, ottimizzazione e potenziamento dell'infrastruttura e alla ricerca e sviluppo.

L'Hub ha la responsabilità di validare e gestire i programmi di ricerca, le cui attività sono elaborate e realizzate dagli Spoke e dalle realtà a essi affiliate, anche attraverso bandi aperti a istituzioni di ricerca e aziende.

Gli Spoke sono 10 e curano altrettante aree tematiche, di seguito evidenziate:

1. Future HPC & Big Data;
2. Fundamental Research & Space Economy;
3. Astrophysics & Cosmos Observations;
4. Earth & Climate;
5. Environment & Natural Disaster;
6. Multiscale Modeling & Engineering Applications;
7. Materials & Molecular Sciences;
8. In-Silico Medicine & Omics Data;
9. Digital Society & Smart Cities;
10. Quantum Computing.

In virtù del ruolo di socio fondatore, Terna ha avuto accesso agli innovation grants, attraverso cui sono stati presentati e ammessi a contributo i 5 seguenti progetti:

- **Water4Energy**;
- **Reactive Constellations**;
- **ASTRAL**;
- **RETE**;
- **HAIR**.



FOCUS W4E *Weather 4 Energy & Infrastructure*

Il progetto affronta la necessità di migliorare le previsioni meteorologiche per il settore energetico e il sistema infrastrutturale.

I prodotti principali includeranno previsioni granulari per la produzione eolica e fotovoltaica in siti specifici, variazioni nella capacità di trasporto delle linee elettriche in Italia e scenari futuri di stress per le infrastrutture stradali e di rete elettrica.

Il progetto si baserà su tecniche statistiche avanzate, flessibili e scalabili, che consentiranno l'applicazione ad altri settori, oltre a quello energetico. L'impatto previsto del progetto comprende il miglioramento delle previsioni meteo per settori strategici come l'energia e le infrastrutture, la creazione di strumenti quantitativi operativi flessibili e scalabili, applicabili anche in altri settori, e l'incremento del livello di maturità tecnologica (TRL) fino a 7, con prodotti che potranno essere ulteriormente ampliati e perfezionati nel tempo.

Il contributo che è stato riconosciuto a Terna per il progetto è di 45.000 euro.



FOCUS Reactive Constellations *Reactive and Adaptive Earth Observation Space Distributed Constellations Systems: HPC Modelling, Design Optimisation and Simulation for Energy and Critical Infrastructures Resilience*

Il progetto si propone di sviluppare un Proof of Concept (PoC) attraverso simulazioni di un sistema di costellazioni spaziali distribuite per l'osservazione della Terra, altamente reattivo e adattivo.

Questo concetto innovativo di sistema spaziale di costellazioni distribuite reattive e adattive rappresenta una nuova frontiera tecnologica. Tali sistemi sono in grado di contribuire ad aumentare la resilienza degli asset energetici e delle infrastrutture critiche, offrendo non solo una maggiore velocità di risposta, ma anche una capacità autonoma di rilevare anomalie e fornire allarmi tempestivi sugli eventi specifici definiti dagli utenti finali.

L'ottimizzazione di questi nuovi sistemi di costellazione, inclusa la progettazione di strategie di controllo adattive, richiede una grande potenza di calcolo, data la complessità della modellazione e delle simulazioni. Il progetto si avvale delle potenzialità dell'High Performance Computing (HPC) per gestire tale complessità e garantire l'efficacia delle simulazioni.

Il contributo che è stato riconosciuto a Terna per il progetto è di 51.750 euro.



FOCUS ASTRAL *Analysis and monitoring (PHM) of multi-scale critical systems through Artificial Intelligence*

Il progetto mira allo sviluppo di algoritmi di Machine Learning (ML) per soluzioni di diagnostica, prognostica e gestione della salute (PHM) di sistemi cibernetici-fisici complessi (CPS). L'obiettivo è rispondere alla crescente domanda di sistemi più affidabili e a costi contenuti, in grado di gestire condizioni di vita complesse e critiche durante l'intero ciclo di vita.

Il progetto prevede lo sviluppo di Digital Twin (DT) per i CPS coinvolti, che alimenteranno gli algoritmi basati su Intelligenza Artificiale per monitorare l'affidabilità e la fiducia nei modelli.

ASTRAL mira a una raccolta trasversale di casi d'uso in diversi settori industriali (spazio, aerospazio, energia, reti intelligenti, infrastrutture critiche), promuovendo una strategia nazionale comune di ricerca e piattaforme tecnologiche AI e HPC condivise per applicazioni PHM.

Gli algoritmi basati su ML si concentrano su più aspetti: monitoraggio e analisi delle serie temporali (ad esempio, telemetrie) per rilevare e prevedere guasti e anomalie nei sistemi; identificazione delle cause di guasto (Root Cause Analysis, Fault Tree Analysis) per prevenire il ripetersi del problema; analisi dell'affidabilità dei sistemi tramite lo sfruttamento dei dati, per stimare la vita utile residua (Remaining Useful Life, RUL) e prevenire guasti in anticipo.

Il contributo che è stato riconosciuto a Terna per il progetto è di 103.500 euro.



FOCUS RETE *Resilience of the Electric Transmission grid to Extreme events*

Il progetto mira a dimostrare un servizio prototipale per migliorare la resilienza climatica delle infrastrutture critiche, utilizzando la RTN come caso di studio. RETE si concentrerà su aree pilota specifiche, analizzando rischi geotecnici (frane, collassi volumetrici) e caratterizzando gli eventi meteo-climatici estremi che minacciano la stabilità della rete. Il progetto genererà scenari di resilienza climatica, integrando informazioni climatiche con un approccio di modellazione di rete complessa.

Le risorse HPC necessarie per il progetto includono 24.000 ore di GPU (Nvidia A100) per l'addestramento di modelli di Deep Learning e 4TB di spazio di archiviazione SSD ad accesso rapido. Gli obiettivi scientifici del progetto sono caratterizzare i cambiamenti previsti nella frequenza di cicloni e piogge intense che influenzeranno la NTG nei prossimi 20-30 anni, potenziare gli strumenti di modellazione del rischio per frane rapide e collassi volumetrici sotto scenari di cambiamento climatico e testare un approccio di modellazione a rete complessa per analizzare la resilienza della NTG.

L'impatto previsto del progetto si manifesta su tre livelli principali. In ambito accademico, si prevedono avanzamenti significativi nella prevedibilità climatica a scala decennale e nella performance dei modelli climatici. Dal punto di vista economico, sarà incentivata la collaborazione tra industria e accademia per ottimizzare gli investimenti in adattamento climatico. Infine, a livello sociale, si mira a garantire un accesso affidabile all'energia per le comunità più vulnerabili agli eventi climatici estremi.

Il contributo che è stato riconosciuto a Terna per il progetto è di 88.711 euro.

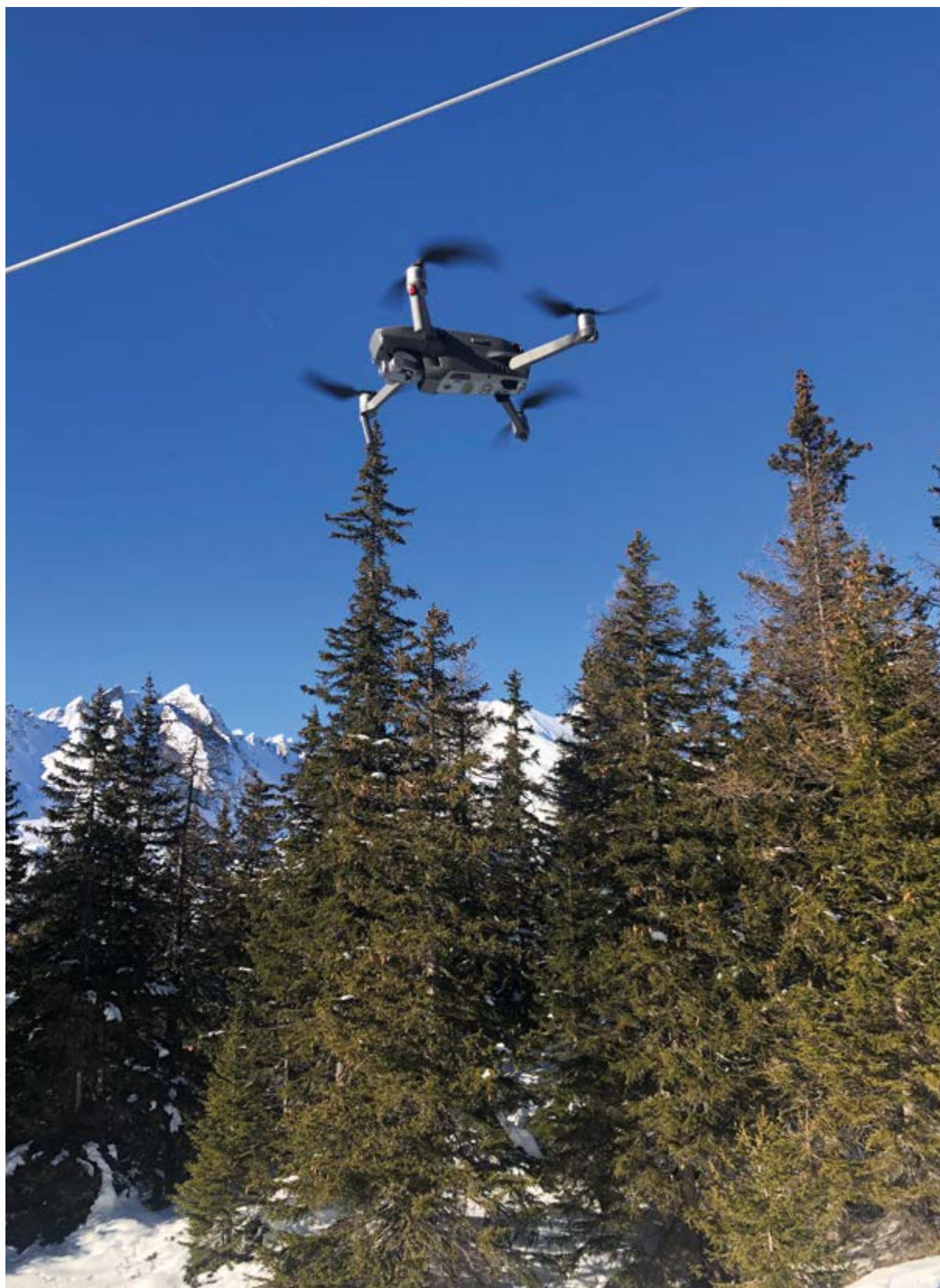


FOCUS HAIR *Hub for Artificial Intelligence Research*

Il progetto mira a sviluppare e integrare strumenti di Intelligenza Artificiale (AI) con elevata efficienza, sfruttando le infrastrutture di High Performance Computing (HPC) per simulazioni su larga scala. Attraverso l'uso di middleware open-source e un ambiente Cloud personalizzabile, i partner del progetto potranno accedere a risorse distribuite, aumentando la capacità di calcolo e di gestione di Big Data.

Le attività del progetto si concentrano sullo sviluppo di una suite di modelli linguistici multilingua (LLM), sull'integrazione di risorse HPC e cloud in un'architettura federata, oltre che sulla garanzia di una sicurezza avanzata tramite valutazioni continue e politiche aggiornate. L'impatto previsto del progetto include il supporto al ciclo di ricerca attraverso l'integrazione di risorse HPC e Big Data, l'ampliamento dell'accesso per le comunità scientifiche grazie a servizi personalizzabili e interfacce user-friendly e l'incremento del livello di maturità tecnologica fino al TRL6. L'infrastruttura HPC di Leonardo sarà ampliata per supportare le attività di sviluppo, training e ottimizzazione di LLM, con 30.000 ore di utilizzo dei nodi.

Il contributo che è stato riconosciuto a Terna per il progetto è di 75.041 euro.



Tutte le foto utilizzate sono di proprietà di Terna.

www.terna.it

Mercurio GP
Milano

Consulenza strategica
Concept creativo
Graphic design
Impaginazione
Editing

www.mercuriogp.eu



Varigrafica Alto Lazio S.r.l.
Nepi (VT)

Stampa

www.varigrafica.com

