

RELAZIONE 2022
INCENTIVO PER LA RIDUZIONE DEI
COSTI DI DISPACCIAMENTO

1. Executive summary	2
2. Elementi di contesto.....	14
3. Panoramica sull'esercizio del 2022	17
4. Descrizione del progetto contenimento costi MSD	22
5. Prima area di intervento: Controllo della tensione della rete AAT-AT	24
6. Seconda area di intervento: Gestione delle riserve	34
7. Terza area di intervento: Congestioni.....	42
8. Quarta area di intervento: Adeguamenti organizzativi e di processo	47
9. Quantificazione del premio nel primo anno di incentivazione	52
10. Conclusioni	57
Appendice 1 - Principali interventi attuati nel corso del 2022.....	59
Appendice 2 - Principali interventi previsti per il 2023	62

1. Executive summary

1. La presente Relazione ha lo scopo di illustrare le attività svolte e i risultati ottenuti da Terna nell'ambito del meccanismo di incentivazione ai fini della riduzione dei costi di dispacciamento, di cui alla Delibera ARERA 597/21/R/eel (nel seguito: Delibera), poi modificata dalla Delibera ARERA 132/22/R/eel.
2. In un contesto caratterizzato da una costante crescita del costo del Mercato per il Servizio di Dispacciamento (MSD), quasi raddoppiato tra il 2015 e il 2021, dovuta in particolare all'aumento dei costi legati al controllo dei profili di tensione sui nodi della rete AAT-AT, il meccanismo introdotto da ARERA, di natura completamente *output-based*, prevede che Terna, nel triennio 2022-2024, riceva (paghi) un premio (penalità) direttamente proporzionale alla variazione dei costi di dispacciamento imputabile alle azioni del *Transmission System Operator* (TSO).
3. Più nel dettaglio, il meccanismo di incentivazione prevede che il risultato di Terna sia valutato confrontando i costi di dispacciamento effettivi nell'anno incentivato, con i costi nell'anno di riferimento opportunamente corretti, così da renderli una stima attendibile di quelli che sarebbero stati i costi nell'anno incentivato in assenza del meccanismo in questione. Per il 2022, l'anno di riferimento è il 2019 (ultimo anno non influenzato dagli effetti della pandemia di COVID-19), mentre per i successivi anni l'anno di riferimento è rappresentato dall'anno precedente (2022 per il 2023 e 2023 per il 2024). Il costo del dispacciamento dell'anno di riferimento (e.g. il 2019 per il 2022) è corretto – in riduzione - per tener conto degli effetti del mercato della capacità, degli interventi già oggetto di incentivi intrazonali e di attività non imputabili direttamente a Terna. Per l'anno incentivato 2022, la Delibera ha stabilito che tale valore (c.d. Baseline iniziale) sia pari a 2.005 milioni di euro. Infine, la Delibera prevede che, al termine dell'anno incentivato, siano sterilizzati gli effetti delle variabili esogene più significative al di fuori del controllo di Terna (e.g. variazione del prezzo di gas e CO₂, del carico residuo e della copertura dei costi di sbilanciamento). L'applicazione di tali ulteriori sterilizzazioni consente di determinare il riferimento (c.d. Baseline finale) sulla base del quale viene calcolato il premio/penalità per Terna per ciascun anno incentivato.
4. Il 2019, anno di riferimento per il 2022 individuato dalla Delibera, ha fatto registrare un costo totale del MSD complessivamente pari a 1.832 milioni di euro.

5. A partire dalla seconda metà del 2021, il forte incremento dei prezzi delle materie prime (gas naturale, carbone e CO₂), si è tradotto in un aumento dei prezzi offerti dagli operatori sui mercati elettrici. In particolare, il costo complessivo del Mercato del Giorno Prima (MGP) è risultato pari a circa 91 miliardi di euro nel 2022, rispetto ai 16 miliardi di euro registrati nel 2019 (2022 vs 2019: +470%, +75 miliardi di euro).
6. Il mutato contesto operativo, regolatorio e di mercato ha spinto Terna ad intraprendere un profondo cambio di paradigma nell'esercizio del Sistema Elettrico Nazionale, finalizzato ad incrementare l'efficienza sul MSD e la sicurezza del sistema elettrico attraverso lo sviluppo e l'impiego di nuovi processi, metodologie e tecnologie innovative, ivi compresa l'introduzione di un nuovo modello operativo ed organizzativo.
7. Le azioni messe in campo da Terna nel corso del 2022 hanno permesso di ridurre significativamente i costi relativi ai servizi approvvigionati sul MSD. Tale contrazione è ascrivibile ad una forte riduzione delle quantità approvvigionate (-65%), passate da 15,7 TWh nel 2019 a 5,5 TWh nel 2022, i cui effetti in termini di riduzione dei costi sono stati in parte compensati dall'aumento dei prezzi offerti. In particolare, i prezzi offerti dagli operatori sul MSD nel corso del 2022 sono più che raddoppiati rispetto al 2019; la differenza tra il prezzo delle offerte accettate a salire (*sell*) e quelle accettate a scendere (*buy*) - che rappresenta la misura effettiva del costo unitario del mercato dei servizi, i.e. differenziale di prezzo *sell-buy* - è passata da 109 €/MWh del 2019 a 237 €/MWh del 2022.
8. In tale contesto, il **beneficio per il sistema** (rispetto al 2019) **è quantificabile in quasi 5 miliardi di euro**, considerando che nel 2022 in assenza delle azioni di efficientamento, il costo MSD per servizi, valorizzando le quantità "risparmiate" (senza considerare quelle ascrivibili ai compensatori sincroni già oggetto degli incentivi intrazonali) al differenziale di prezzo marginale *sell-buy*, sarebbe stato superiore a 6 miliardi di euro. Le azioni di Terna hanno quindi determinato un risparmio per il sistema ancora maggiore se si considera che valorizzare tutte le quantità "risparmiate" al differenziale di prezzo marginale *sell-buy* rappresenta una sottostima del beneficio, poiché ipotizza implicitamente di avere offerte su MSD infinite a quel determinato prezzo.
9. Le sterilizzazioni definite dalla Delibera e che consentono la definizione della Baseline finale - riferimento rispetto a cui viene calcolato il premio/penalità per Terna - prevedono che le quantità "risparmiate" per servizi grazie alle azioni di efficienza introdotte da

Terna, vengano valorizzate al differenziale di prezzo medio (e non al differenziale di prezzo marginale, quindi sottostimando gli effetti) *sell-buy*. **Applicando, quindi, la metodologia definita in Delibera, il valore del risparmio sulla base del quale deve essere calcolato il corrispondente premio risulta pari a 2.210 milioni di euro; conseguentemente, l'incentivo annuale spettante a Terna per il 2022 è pari a 796 milioni di euro.**

10. L'obiettivo di contenimento dei costi su MSD è stato affrontato agendo su tre principali aree di intervento: azioni per il miglioramento del **controllo delle tensioni**, dell'**approvvigionamento delle riserve** e della **risoluzione delle congestioni**.
11. Con riferimento al **controllo delle tensioni dei nodi della rete AAT-AT**, occorre premettere che tale servizio, per ragioni riconducibili alla fisica del fenomeno, è caratterizzato da una dimensione *locale*: le risorse con una significativa *sensitivity* sui profili di tensione appartengono tendenzialmente alla stessa porzione di rete elettrica nella quale sono localizzati i nodi elettrici controllati. Ciò determina tipicamente un minore livello di concorrenza nella fornitura di queste risorse e, conseguentemente, tale servizio comporta, in generale, un costo unitario (€/MWh) superiore rispetto agli altri servizi, caratterizzati da una maggiore competizione. I prezzi e i costi per la movimentazione di risorse per la regolazione di tensione hanno assunto un valore crescente negli ultimi anni e pertanto rappresentavano l'elemento principale da aggredire ai fini della riduzione dei costi di dispacciamento.
12. Per ottenere predette efficienze, Terna ha introdotto un nuovo paradigma rispetto ai principi e le metodologie tradizionalmente applicate per il controllo dei profili di tensione. In particolare, è stato introdotto il concetto di *dispacciamento della rete*, che si basa sulla massimizzazione dei margini di autoregolazione della rete stessa e sul completo sfruttamento di tutte le potenzialità degli asset AAT-AT, utilizzando questi ultimi anche per impieghi ulteriori a quelli convenzionali.
13. In tale contesto, trovano applicazione tre principali tipologie di azioni di dispacciamento della rete, quali: i) la configurazione di assetti topologici della rete, con un maggior ricorso all'apertura di linee AAT-AT nel pieno rispetto delle condizioni di sicurezza N e N-1 (garantendo quindi il rispetto dei limiti operativi di tutti gli elementi di rete anche nell'ipotesi di perdita di un elemento di rete ad esempio a seguito del verificarsi di un guasto); ii) l'utilizzo dei trasformatori di fase (*Phase Shift Transformer*, PST) al fine di modificare i flussi di potenza sulle linee AAT-AT lungo porzioni della Rete di

Trasmissione Nazionale (RTN) in esito all'applicazione delle suddette variazioni topologiche; iii) l'esercizio degli autotrasformatori (ATR) e/o PST in modalità *tap staggering*, tramite la variazione delle prese delle macchine. L'insieme delle suddette azioni risulta, attraverso la minimizzazione della potenza reattiva prodotta dalla rete ed un maggior assorbimento di potenza reattiva dalle macchine, una risorsa efficace ed innovativa ai fini del controllo dei profili di tensione.

14. L'individuazione di predette azioni è stato reso possibile attraverso un processo metodologico standardizzato strutturato nelle seguenti fasi: i) studi della rete in ambiente simulato; ii) valutazione dei risultati delle simulazioni; iii) sperimentazione reale, attraverso prove ripetute in assetti di ridondanza e sicurezza; iv) confronto tra i risultati in esito alle simulazioni e quelli realmente sperimentati; v) validazione e messa in esercizio delle soluzioni precedenti nella *Libreria degli Assetti Strategici* (di seguito descritta); vi) fase di *continuous improvement*.
15. Nell'ambito delle soluzioni tecniche di dispacciamento della rete, Terna ha sviluppato un nuovo strumento tecnologico, la cosiddetta *Libreria degli Assetti Strategici*: una libreria informatica completamente integrata nel processo di dimensionamento dei vincoli e delle analisi della sicurezza, tramite la quale l'operatore di sala utilizza, nelle valutazioni operative, anche i margini di capacità autoregolante della rete. Ad oggi, la libreria contiene alcune decine di assetti di porzione di rete a cui sono sottese oltre 200 manovre relative a specifiche aree del SEN.
16. L'insieme di queste soluzioni, unitamente alla nuova piattaforma del dispacciamento descritta nei punti successivi, ha permesso un maggior ricorso alle variazioni topologiche della RTN, grazie alla possibilità di verificare la sicurezza del sistema anche nelle fasi più prossime al tempo reale, disponendo di informazioni più aggiornate ed eseguendo calcoli di rete in maniera sempre più automatizzata.
17. Riprendendo i due punti precedenti, il percorso effettuato per utilizzare gli ATR in modalità *tap staggering* è rappresentativo del processo metodologico applicato anche per altri assetti strategici.
18. Il *tap staggering* è una modalità di esercizio di due ATR in parallelo o di un PST che, tramite la variazione delle prese, genera un ricircolo di corrente induttiva con un conseguente assorbimento di potenza reattiva e relativi benefici sui profili di tensione dei nodi in prossimità della stazione elettrica dove è attuato l'assetto. Come primo step

della relativa roadmap implementativa sono stati effettuati una serie di studi specialistici per valutare - in ambiente simulato - i benefici sul controllo dei profili di tensione. Conseguentemente è stato avviato un utilizzo sperimentale, con un impiego limitato al 50% delle *capability* di un set prescelto di macchine. Sono state quindi effettuate delle campagne di prove per la caratterizzazione delle macchine, al fine di ampliare l'insieme di ATR utilizzabili in *tap staggering* superando dove possibile il limite di impiego al 50% di *capability* e definendo limiti dinamici nell'utilizzo in sicurezza degli asset. L'esito della campagna di caratterizzazione delle macchine ha permesso la mappatura di circa centoquaranta ATR nel 2022 che, una volta inseriti nella *Libreria degli Assetti Strategici*, hanno abilitato progressivamente l'incremento della capacità regolante potenzialmente utilizzabile nel controllo dei profili di tensione per un valore di ca. 850 MVar distribuiti sul SEN ed equivalenti in media a 6 gruppi di generazione di grossa taglia funzionanti in regime di sottoeccitazione. La campagna di caratterizzazione delle macchine proseguirà nel 2023.

19. Il nuovo processo di dimensionamento dei Vincoli a Rete Integra (VRI) introdotto da Terna ha assunto un ruolo determinante per il conseguimento dell'efficienza sul medesimo servizio MSD. L'applicazione degli assetti di rete strategici nelle fasi di valutazione della sicurezza ex-ante, descritta nei precedenti punti 12-18, è eseguita sistematicamente sia nella fase di programmazione (i.e. su base settimanale), che in fase di tempo reale nell'ambito del nuovo *processo di coordinamento unico della sicurezza*. Infatti, si effettuano valutazioni di sicurezza considerando una vista unica della RTN (c.d. rete completa) comprensiva dei diversi livelli di tensione, in relazione alla necessità di simulare il comportamento reale del sistema nel suo complesso (considerando quindi anche gli apporti e gli effetti introdotti dalle reti di subtrasmissione a tensione inferiore che stanno sempre di più assumendo un ruolo significativo nell'ambito della transizione energetica in atto).
20. Con riferimento al coordinamento unico della sicurezza, le Sale controllo Terna dimensionano i Vincoli a Rete Integra sia nelle fasi *mid-term* e *short-term* che nelle fasi *close to real-time* utilizzando una nuova piattaforma tecnologica (descritta nel seguito) che consente di effettuare le valutazioni di sicurezza sempre più automatizzate ed eseguite su scenari caratterizzati da una maggiore accuratezza.
21. Come ulteriore elemento, Terna ha definito un piano di accelerazione di installazione di mezzi funzionali alla regolazione di tensione, quali compensatori sincroni, reattori e

STATCOM, investimenti già previsti nei Piani di Sicurezza precedentemente definiti. Più nel dettaglio, nel 2022, grazie all'installazione di tali mezzi, il SEN si è dotato di ulteriori 3000 MVar di capacità di regolazione aggiuntiva (di cui il 40% circa disponibile a partire dalla seconda metà di dicembre 2022). A livello tecnologico i reattori e gli STATCOM sono dispositivi caratterizzati da un costo più contenuto e da una maggiore rapidità di installazione rispetto ai compensatori sincroni. I reattori sono funzionali al solo controllo dei profili di tensione alti attraverso l'assorbimento di potenza reattiva. Gli STATCOM sono dispositivi basati sull'elettronica di potenza in grado di fornire elevate performance nel controllo dei profili di tensione, regolando lo scambio di potenza reattiva in assorbimento o in erogazione verso la rete. Come noto, i compensatori sincroni sono invece macchine elettriche che garantiscono, oltre al controllo dei profili di tensione, anche un contributo importante in termini di inerzia e di potenza di corto circuito, che diventerà sempre più rilevante col progredire del processo di decarbonizzazione; al tempo stesso i compensatori sono macchine che hanno tempistiche di installazione sensibilmente più lunghe. Posto che le problematiche che hanno caratterizzato l'esercizio degli ultimi anni hanno riguardato in particolare fenomeni di contenimento dei profili di tensione alti e considerato i ridotti costi e tempi di installazione Terna ha deciso di accelerare l'installazione di reattori e STATCOM.

22. I nodi 380 kV in cui si sono registrati i profili di tensione più alti nell'ultimo anno di esercizio (2021), tutti appartenenti ai cluster su cui è massima l'efficienza introdotta dalle azioni intraprese da Terna, hanno registrato nel 2022 una riduzione dei profili di tensione con valori medi fino a 3 kV rispetto ai valori del 2021, nonostante le minori selezioni di UP. La riduzione dei profili di tensione conferma come le azioni di efficienza messe in campo da Terna per il controllo dei profili di tensione (assetti di rete strategici come variazioni topologiche della RTN, *tap staggering* di ATR e PST, nuovo processo di dimensionamento dei VRI e *Piattaforma per il Dispacciamento*) abbiano migliorato l'efficienza del MSD e aumentato i margini di sicurezza.
23. Terna ha inoltre implementato una procedura che consente di rappresentare i vincoli di presenza in servizio di UP in maniera trasparente, tracciabile e replicabile, come richiesto dall'Autorità nella delibera 282/2020.
24. L'**evoluzione tecnologica** è stata certamente l'altro principale *driver* della trasformazione delle modalità operative di dispacciamento del SEN e della gestione dei vincoli di rete. Nel corso degli ultimi due anni, Terna ha ideato, sviluppato e

ingegnerizzato uno strumento integrato con i processi operativi relativi alle valutazioni di economia e sicurezza nelle attività di dispacciamento (cosiddetta *Piattaforma per il Dispacciamento*).

25. Tale strumento è stato progettato con un'architettura modulare al fine di accogliere progressivamente le varie funzionalità di calcolo sviluppate, dando priorità a quelle in grado di garantire i maggiori benefici in termini efficienza del MSD. Tale strumento oltre ad offrire un contributo per una gestione più efficiente delle movimentazioni per il controllo dei profili di tensione – i cui risultati sono stati descritti ai punti precedenti - ha permesso maggiori efficienze per l'approvvigionamento delle Riserve, come verrà descritto ai punti successivi (31÷35). Allo stato attuale, si compone principalmente dei seguenti moduli: previsioni, creazione scenari, valutazione della sicurezza e ottimizzazione.
26. Il modulo *previsioni* concretizza gli sforzi messi in campo da Terna relativamente allo sviluppo di modelli previsionali avanzati. La revisione degli algoritmi previsionali con soluzioni modellistiche a maggiori prestazioni abilita la definizione e la creazione di scenari previsionali caratterizzati da maggiore accuratezza e relative bande di confidenza, per eseguire il cosiddetto *dispacciamento in avanti* (i.e. relativo a orizzonti futuri *mid-term* e *short-term*).
27. Il modulo di *creazione scenari* è deputato alla predisposizione degli scenari di rete previsionali funzionali alle valutazioni di sicurezza (i.e. Vincoli a Rete Integra) su un orizzonte temporale fino a 24 ore.
28. Le analisi eseguite dal modulo di *valutazione della sicurezza* vengono effettuate sui suddetti scenari efficientando significativamente l'operatività delle Sale; in particolare l'automatizzazione del processo consente di effettuare un numero maggiore di simulazioni e quindi di valutare un ampio set di configurazioni di esercizio al fine di individuare la soluzione ottimale, anche in situazioni *close to real time*.
29. I moduli di *ottimizzazione* forniscono supporto alle decisioni degli operatori di sala nella selezione delle risorse più economiche, ottimizzando la strategia di selezione in MSD nelle ore più prossime al tempo reale. Con tale approccio Terna è riuscita a valorizzare al massimo la disponibilità di dati più prossimi al tempo reale, evitando di acquistare, sin dalla fase di programmazione, risorse a bassa probabilità di effettivo utilizzo/necessità.

30. La *Piattaforma per il Dispacciamento* ha consentito, come già anticipato, di aumentare l'automatizzazione nelle attività e procedure di dispacciamento e selezione delle risorse sul MSD a favore della sicurezza nella gestione del SEN e dell'efficienza dei costi MSD, standardizzando le modalità operative di selezione delle risorse. Ne sono un esempio la predisposizione degli scenari previsionali, le analisi di sicurezza eseguite sugli stessi ai fini del dimensionamento dei Vincoli a Rete Integra, nonché il confronto dei fabbisogni di riserva con i margini di bilanciamento disponibili in funzione del tempo come descritto successivamente. In tale contesto, risulta più immediato controllare l'intera catena del valore, andando ad individuare eventuali aree di miglioramento nell'ottica del *continuous improvement*.
31. Terna è riuscita nel 2022 ad efficientare ulteriormente la selezione dei Servizi in MSD agendo sulle principali fasi che caratterizzano la selezione e attivazione delle riserve. Tali fasi possono essere sintetizzate nel processo di ***dimensionamento e approvvigionamento delle Riserve***.
32. Sul tema del *dimensionamento* lo sforzo messo in campo da Terna ha riguardato (e riguarderà) prevalentemente la creazione di nuovi algoritmi di previsione delle variabili aleatorie che impattano sullo stato del SEN (previsore di Fabbisogno, Eolico, Solare, Idrico Fluente); la definizione di uno scenario previsionale il più aderente possibile alla realtà d'esercizio garantisce, infatti, un dimensionamento delle riserve efficiente, preservando al contempo il livello di sicurezza e adeguatezza del SEN. In particolare, tramite i nuovi algoritmi sviluppati da Terna è possibile rilevare con maggiore accuratezza rispetto al passato la previsione delle grandezze aleatorie sopra richiamate (Fabbisogno e FER) e le relative bande di confidenza attese, fornendo un riferimento più certo su cui basare il dimensionamento della riserva. Oltre a migliorare l'accuratezza delle previsioni, i nuovi strumenti garantiscono una maggiore granularità delle stesse, arrivando fino al quarto d'ora, e un costante loro aggiornamento orario basato sulle misure rilevate in tempo reale. Tali strumenti, pertanto, permettono di confrontare - contemporaneamente con algoritmi di *machine learning* e alberi di regressione - le variabili che consentono di definire lo scenario atteso per l'esercizio del SEN, con centinaia di casistiche simili (elaborate sulla base dei dati storici di esercizio del SEN).
33. Oltre al miglioramento degli strumenti previsionali, Terna ha anche sviluppato e introdotto nuovi algoritmi di *clustering* e di *machine learning* finalizzati al dimensionamento delle Riserve. Il dimensionamento della riserva deve essere tale da

consentire al SEN di risultare adeguato, come prescritto dal Codice di Rete, ossia avere margini di bilanciamento sufficienti, anche nel caso di avaria di un elemento di rete o di un impianto di produzione a maggiore criticità nell'ora valutata o fino a copertura del rischio di errata previsione (fino a $\pm 0,3\%$). Il precedente processo di valutazione dell'incertezza delle diverse previsioni (Fabbisogno e FER) era effettuato tramite un'analisi statistica degli errori associati alle previsioni, considerati indipendenti tra loro e su base storica non regressiva. Terna ha adottato nuovi metodi di dimensionamento delle Riserve che consentono, in maniera completamente automatizzata, di confrontare lo scenario d'esercizio, definito tramite i nuovi strumenti previsionali, con centinaia di scenari simili elaborati sulla base dei dati storici. L'utilizzo di questi strumenti - abbinato al miglioramento delle previsioni delle variabili aleatorie di cui al punto precedente (anche in termini di maggiore granularità) - ha consentito un dimensionamento della Riserva più puntuale e maggiormente aderente alla realtà di esercizio.

34. Di conseguenza, grazie ad un dimensionamento della Riserva più puntuale, Terna si approvvigiona di più risorse in situazioni caratterizzate da maggiore incertezza, nel rispetto degli standard di sicurezza ed adeguatezza del SEN, ma al contempo riduce sensibilmente i quantitativi acquistati in situazioni in cui le bande di confidenza offerte dai modelli previsionali garantiscono minori incertezze, aumentando l'efficienza complessiva.
35. Infine, dal 2022 Terna ha sostanzialmente annullato il fabbisogno di riserva pronta, mettendo in atto una serie di azioni volte a minimizzare la frequenza di attivazione delle risorse per la fornitura di tale riserva (minimizzazione degli errori previsionali a breve/brevissimo termine della produzione FRNP e del fabbisogno, rafforzamento dei processi di tempo reale volti a minimizzare l'errore di rete ad esempio mediante il ricorso alla riserva rotante, miglioramento del processo di approvvigionamento delle riserve, riduzione dell'incertezza previsionale cui far fronte nell'esecuzione quart'oraria degli algoritmi automatici del tempo reale).
36. Con riferimento alla **risoluzione delle congestioni**, Terna ha adottato interventi caratterizzati da basso costo di investimento (cosiddetti *capital light*) sia tra zone di mercato per l'aumento dei limiti di transito, che all'interno delle medesime zone; fanno parte di queste azioni, ad esempio, la rimozione di elementi limitanti degli stalli in alta tensione delle stazioni elettriche appartenenti alla rete rilevante (di Terna o di terzi) e l'ampliamento del perimetro del Dynamic Thermal Rating (DTR). Particolarmente

rilevante è stata altresì la profonda revisione dei principi di controllo dinamico dei limiti di transito e il potenziamento dei Sistemi di Difesa.

37. Relativamente agli interventi capital light, la prosecuzione della campagna di rimozione degli elementi limitanti della rete AAT-AT è consistita *in primis*, nell'individuazione dei *bottleneck* sulla rete e, successivamente, nella sostituzione degli stessi, con elementi a maggiore capacità di trasporto. Rientrano in quest'ambito anche l'eliminazione delle limitazioni su linee di trasmissione AAT-AT, che consistono nella modifica dell'altezza di alcuni dei tralicci o ritesatura di alcune campate senza, pertanto, effettuare un intervento infrastrutturale più invasivo. Tali interventi sono necessari soprattutto in aree altamente urbanizzate nelle quali anche procedere con una variante di percorso comporta impatti rilevanti dal punto di vista autorizzativo.
38. Terna ha introdotto inoltre un nuovo paradigma di gestione dinamica dei limiti di transito in tempo reale tramite lo sviluppo di un sistema evoluto di monitoraggio integrato con tool avanzati per il controllo della sicurezza. Tali strumenti, come ad esempio i sistemi *Dynamic Security Assessment* (DSA) sono utilizzati dalle sale controllo per la gestione in tempo reale dei transiti.
39. Con l'installazione di sistemi *Dynamic Thermal Rating* (DTR) su linee di trasmissione AAT-AT, è possibile gestire dinamicamente la portata degli asset in funzione delle condizioni ambientali effettive, superando i limiti statici definiti sulla base di condizioni di progetto (maggiormente conservative). In questo modo, Terna ha perseguito un vero e proprio cambio di paradigma nella gestione degli asset passando da un approccio in corrente ad un approccio in temperatura, estendendo il perimetro delle linee di trasmissione oggetto di intervento. I sistemi DTR operano, infatti, sulla base di una stima in tempo reale della capacità di trasporto della linea di trasmissione che tiene in considerazione rispettivamente la temperatura del conduttore nelle campate più critiche, le variabili meteorologiche e i parametri elettrici e meccanici della linea in oggetto. I modelli alla base dei sistemi DTR attualmente installati su oltre sessanta linee AAT-AT (di cui 12 nuove applicazioni nel 2022) consentono di massimizzare in tempo reale il transito di corrente sulla linea di trasmissione nel rispetto dei vincoli costruttivi e di sicurezza a livello di singola campata.
40. La performance ed i risultati rappresentati nei punti precedenti relativamente ai volumi MSD su tutti i servizi, sono stati conseguiti anche attraverso l'introduzione **di un nuovo**

modello operativo ed organizzativo per la gestione del dispacciamento da parte di Terna.

41. Oltre trecento persone hanno contribuito a ideare, progettare ed attuare lo sfidante programma che ha permesso di ridurre il costo dei vari servizi approvvigionati tramite MSD nel rispetto degli standard di sicurezza.
42. In particolare, è stato adottato un modello organizzativo articolato sui processi *core* del dispacciamento superando la dicotomia centro-territorio. In questo modo le *expertise* specialistiche dislocate sul territorio nazionale sono state messe a sistema all'interno degli stessi processi.
43. Il medesimo modello è stato applicato all'operatività, ottimizzando la gestione integrata in economia e sicurezza del SEN, dalla fase di programmazione delle risorse sul MSD fino al tempo reale. Il concetto di rete rilevante (i.e. rete AAT e interconnessioni con l'estero) e rete non rilevante (i.e. rete AT) viene sostituito, come anticipato, da quello di rete completa. Quest'ultimo elemento di novità, pur aumentando la complessità dal punto di vista computazionale ed algoritmico, permette di fattorizzare il contributo di un numero maggiormente esteso di risorse nel conseguimento delle efficienze di sistema.
44. Particolare attenzione è stata posta alla fase di Pianificazione e Simulazione delle Efficienze associate alle azioni di miglioramento. Il monitoraggio costante delle azioni effettuate da Terna per efficientare l'organizzazione, i processi ed i sistemi è stato affidato ad un apposito presidio che pianifica e individua la priorità delle azioni sulla base degli esiti di modelli avanzati di simulazione delle efficienze di cui Terna si è dotata. Sono state identificate oltre centoquaranta azioni di efficienza e circa cinquecento attività sottese. Il modello di pianificazione e simulazione delle efficienze è applicato sia su orizzonte annuale per la definizione della baseline e del target di spesa, ed aggiornato su finestre mensili di ri-previsione, sia su base settimanale determinando la c.d. previsione operativa.
45. Inoltre, attraverso il nuovo processo di Analisi Preventivo Consuntivo, è stato introdotto un *modus operandi* basato sul *continuous improvement*, che consente di efficientare i processi, metodi e strumenti sulla base di *lessons learned* progressivamente acquisite.
46. Dato il numero e la complessità dei nuovi processi introdotti nell'ambito del programma, si è reso necessario eliminare qualsiasi forma di discretizzazione nel processo di ottimizzazione del MSD, in modo tale da massimizzare l'efficienza nel rispetto degli

standard di sicurezza. In particolare, Terna ha potenziato le Sale operative che hanno il compito di gestire l'intero processo del MSD (in particolare quelle di Sardegna e Sicilia, dove è aumentato il numero di risorse dedicate) facendole evolvere verso un modello integrato, in grado di ottimizzare l'economia del sistema nel rispetto degli standard di sicurezza nelle diverse fasi di mercato (mercato *day-ahead*, mercato *intraday*, bilanciamento, controllo in tempo reale).

2. Elementi di contesto

47. Negli ultimi 7 anni (2015-2021) il costo del mercato dei servizi di dispacciamento (MSD), comprensivo dei costi per la remunerazione degli impianti essenziali, è costantemente cresciuto, passando dai circa 2 miliardi di euro del 2015 ai circa 3,7 miliardi di euro del 2021.
48. A partire dalla seconda metà del 2021, il forte incremento dei prezzi delle materie prime (gas naturale, carbone e CO₂) si è inevitabilmente riflesso sui prezzi offerti dagli operatori sia sui mercati dell'energia (passati da circa 16 a 91 miliardi di euro) che sul MSD e quindi sul costo complessivo dei mercati. In particolare, il costo del gas naturale è passato da 16,2 €/MWh(t) del 2019 a 124,9 €/MWh(t) del 2022, con punte registrate ad agosto 2022 superiori a 300 €/MWh(t). La differenza tra il prezzo delle offerte accettate su MSD a salire e quelle accettate a scendere - che rappresenta la misura effettiva del costo unitario del mercato dei servizi - è passata da 109 €/MWh del 2019 a 237 €/MWh del 2022, con un incremento del 117%.
49. In tale contesto si inserisce la Delibera tramite la quale l'Autorità ha introdotto un sistema di incentivazione per la riduzione dei costi di dispacciamento. Il meccanismo approvato prevede che: (i) Terna riceva un premio in caso di riduzione dei costi di dispacciamento (costi del MSD, costi della mancata produzione eolica e costi del regime di essenzialità) pari al 12% della eventuale riduzione del costo complessivo su base triennale o (ii) paghi una penalità in caso di un loro aumento, pari al 4% dell'eventuale aumento di costo, sempre su base triennale.
50. La Delibera introduce un meccanismo di incentivazione *output-based*: il premio/penalità di Terna è direttamente proporzionale alla variazione dei costi sostenuti dal sistema legata alla maggiore o minore movimentazione di risorse sul MSD.
51. Più nel dettaglio, il meccanismo di incentivazione ha durata triennale (2022 – 2024) e prevede che il risultato di Terna sia valutato confrontando i costi di dispacciamento effettivi nell'anno incentivato, con i costi nell'anno di riferimento opportunamente corretti, così da renderli una stima attendibile di quelli che sarebbero stati i costi nell'anno incentivato in assenza del meccanismo in questione. Per il 2022, l'anno di riferimento è il 2019 (ultimo anno non influenzato dagli effetti della pandemia di COVID-19), mentre

per i successivi anni l'anno di riferimento è rappresentato dall'anno precedente (2022 per il 2023 e 2023 per il 2024).

52. In particolare, il costo del dispacciamento dell'anno di riferimento (e.g. il 2019 per il 2022) è corretto – in riduzione - per tener conto degli effetti del mercato della capacità, degli interventi già oggetto di incentivi intrazonali e di attività non imputabili direttamente a Terna (e.g. installazione di reattori o altri dispositivi da parte dei Distributori). Per l'anno incentivato 2022, la Delibera ha stabilito che tale valore (c.d. Baseline iniziale) sia pari a 2.005 milioni di euro.
53. La Delibera prevede che, al termine dell'anno incentivato, siano inoltre sterilizzati gli effetti delle variabili esogene più significative al di fuori del controllo di Terna (e.g. variazione del prezzo di gas e CO₂, del carico residuo e della copertura dei costi di sbilanciamento). Inoltre, la Delibera limita l'esposizione di Terna alla variazione della differenza tra i prezzi medi a salire e i prezzi medi a scendere accettati sul MSD (margine degli operatori) tra l'anno di riferimento e l'anno oggetto di incentivazione, applicando una soglia convenzionale pari a 70 milioni di euro (la parte della differenza eccedente la soglia è oggetto di sterilizzazione, mentre la parte entro soglia concorre alla determinazione della performance di Terna). L'applicazione di tali ulteriori sterilizzazioni consente di determinare il riferimento (c.d. Baseline finale) sulla base del quale viene calcolato il premio/penalità per Terna per ciascun anno incentivato.
54. Il premio/penalità nel dato anno incentivato è infatti calcolato applicando alla differenza tra i costi maturati nell'anno oggetto di incentivazione e la relativa Baseline finale le seguenti percentuali, secondo le formule incluse nell'allegato A alla Delibera:

Tabella 1 Premi e penalità

	Premio	Penalità
1° anno	36%	12%
2° anno	24%	8%
3° anno	12%	4%

55. A partire dal secondo anno di incentivo, la percentuale applicata per determinare il premio/penalità per Terna è anche funzione delle performance degli anni precedenti. Ad esempio, se nel primo anno di incentivazione la performance di Terna è stata positiva, nel secondo anno la percentuale che si applicherà per determinare il premio o la penalità per Terna sarà il 24%, almeno fino alla restituzione di quanto percepito nel precedente anno. Viceversa, qualora la performance nel primo anno fosse negativa, si applicherebbe la percentuale dell'8% per il calcolo del premio o della penalità per Terna.
56. I risultati ottenuti in termini di riduzione dei costi MSD, descritti nel seguito della relazione, confermano l'efficacia di una regolazione *output-based* nell'allineare pienamente gli interessi del TSO a quelli del sistema. Il meccanismo introdotto con la Delibera ha infatti orientato le decisioni del TSO verso quegli investimenti ed azioni a maggiore utilità per il sistema.

3. Panoramica sull'esercizio del 2022

57. Il presente capitolo intende fornire una panoramica sui principali elementi relativi all'esercizio del SEN e del MSD nel 2022¹.

58. L'anno 2022 è stato caratterizzato da un fabbisogno di energia elettrica pari a ca. 317 TWh, lievemente in riduzione rispetto all'anno precedente (320 TWh).

59. In particolare, fino a luglio 2022 si sono registrati consumi in aumento rispetto all'anno precedente, con un'inversione di tendenza a partire da agosto (-2,5%) fino a dicembre (-9,1%).

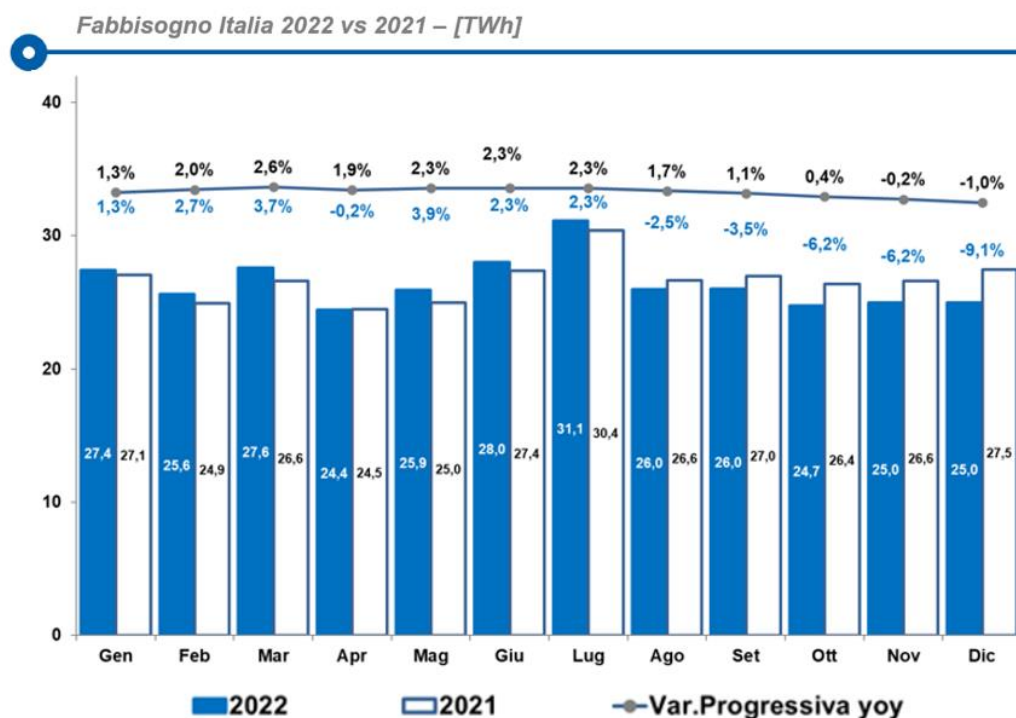


Figura 1 Confronto Fabbisogno in Italia del 2022 rispetto al 2021

60. Il contributo della produzione nazionale e di quella estera alla copertura del fabbisogno del 2022 è risultato in linea con quella del 2021. In particolare, la produzione nazionale ha coperto il fabbisogno per l'87% (31% FER).

¹ I valori riportati sono valori provvisori, i valori definitivi saranno pubblicati nell'annuario sui Dati statistici sull'energia elettrica in Italia

Composizione Fabbisogno

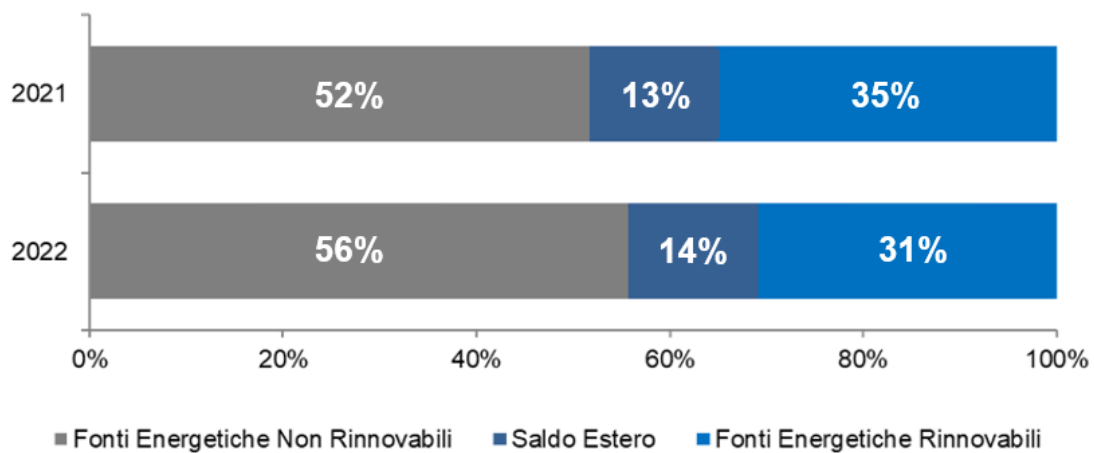


Figura 2 Composizione Fabbisogno

61. Il contributo delle FER alla copertura del fabbisogno del periodo è risultato pari a 98 TWh, registrando, rispetto al 2021, riduzioni dei contributi da fonte idroelettrica dovuta alla crisi idrica (-37,7%), biomassa (-2,1%), eolica (-1,8%) e geotermica (-1,6%). La produzione da fonte fotovoltaica è risultata in aumento (+11,8%). Nella Figura 3 viene riportata la copertura del fabbisogno mensile da produzione FER nel 2022.

Copertura mensile

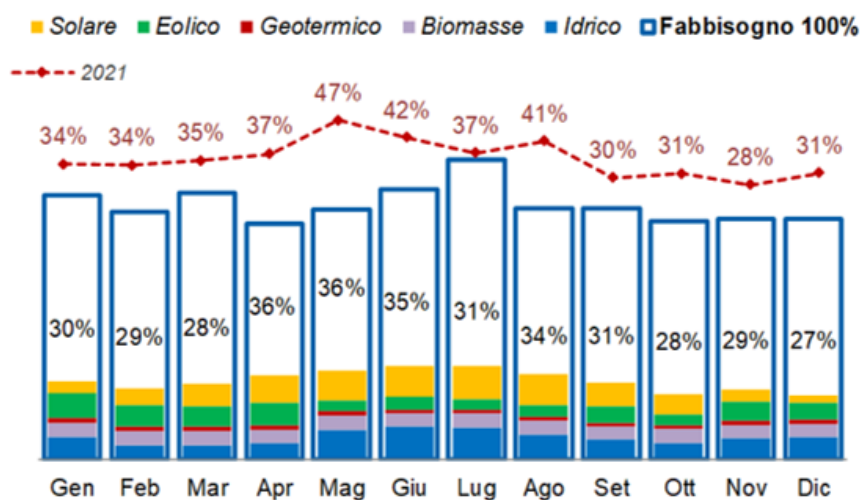


Figura 3 Dettaglio Produzione Rinnovabile nel 2022 e relativa copertura mensile

62. La punta di fabbisogno orario estiva è risultata in aumento del +2,3% (+1,3 GW) rispetto a quella del 2021. La punta di fabbisogno orario invernale si sposta al mese di marzo, in riduzione del -1,0% (-0,5 GW) rispetto al 2021.

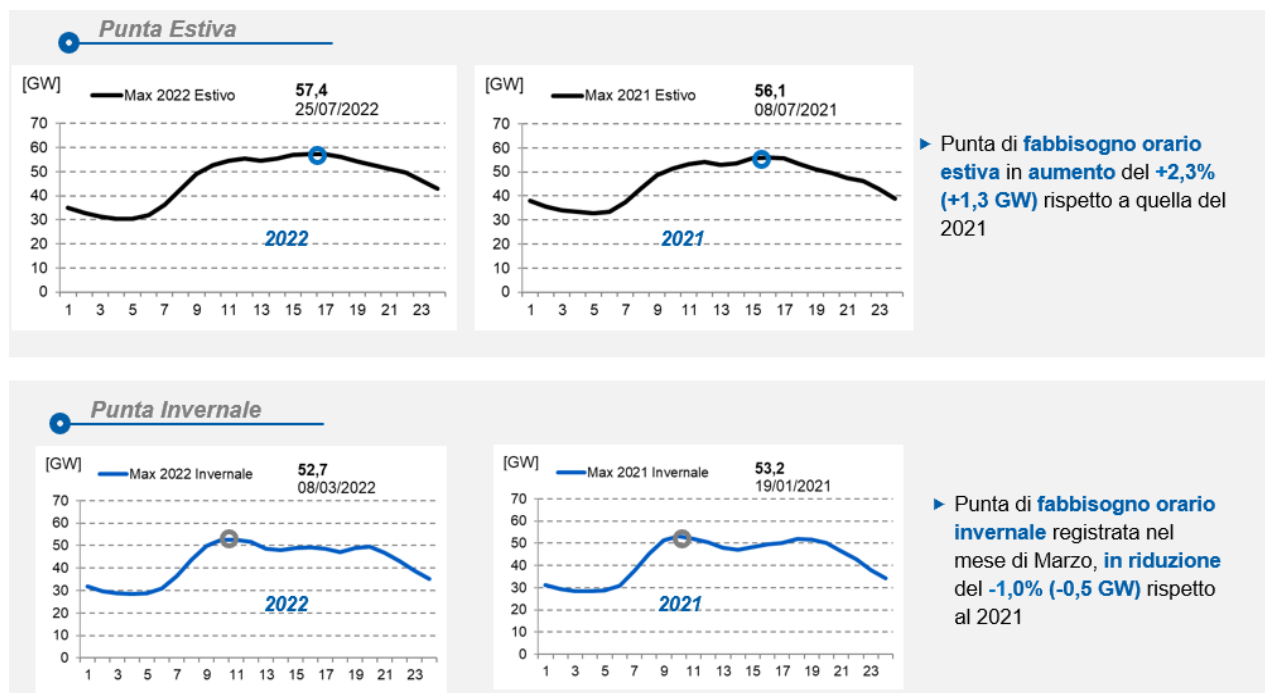


Figura 4 Punta di Fabbisogno orario estiva e invernale

63. La potenza disponibile in immissione al 31/12/22 si attesta a circa 118 GW, ripartita per fonte secondo la figura tabellare di seguito.

Zona	Totale	TRADIZIONALE	IDROELETTRICO	SOLARE	EOLICO	BIOENERGIE	GEOTERMICO
Nord	55.879	25.591	16.858	11.170	198	2.062	0
Centro-Nord	6.356	2.319	643	2.196	162	167	870
Centro-Sud	19.566	9.433	3.409	4.055	2.187	482	0
Sud	15.874	6.764	230	3.594	4.845	441	0
Calabria	6.322	3.541	817	615	1.178	171	0
Sicilia	9.294	4.665	711	1.698	2.131	89	0
Sardegna	4.639	1.901	459	1.090	1.090	99	0
Totale	117.930	54.214	23.127	24.418	11.791	3.510	870
Δ vs 31.12.2021		1.236	88	2.224	530	-2	0

Figura 5 Dettaglio capacità installata per zona e tipologia di generazione

64. Nel 2022 i valori massimi mensili di indisponibilità sono stati generalmente in linea con quelli del 2021. Fanno eccezione il mese di maggio, giugno e luglio, che hanno visto un aumento di indisponibilità rispetto al 2021 delle centrali termoelettriche a causa di un

insufficiente livello dei canali alle opere di presa e delle limitazioni alla produzione dovute alle alte temperature allo scarico.

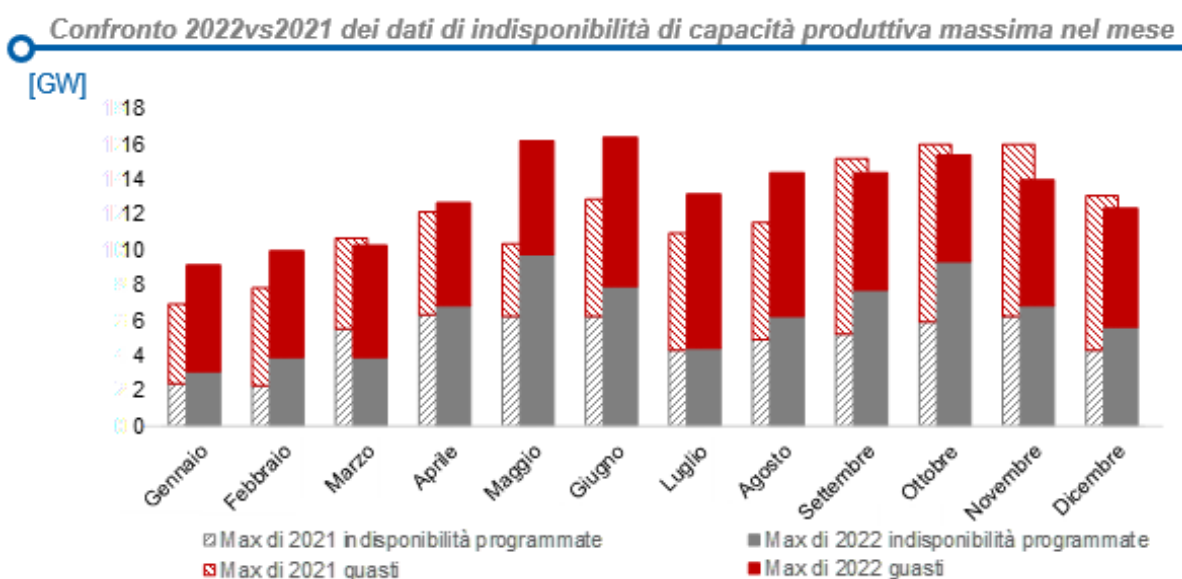


Figura 6 Confronto 2022vs2021 dei dati di indisponibilità di capacità produttiva massima nel mese

65. Nel 2022 l'importazione netta commerciale (saldo tra importazioni ed esportazioni con l'estero) è stata pari a ca. 40 TWh (in linea rispetto al 2021).
66. Con riferimento ai prezzi delle *commodities*, nel primo semestre del 2022 si è registrato un aumento sui principali Hub Europei, con un forte incremento nel mese di marzo ed una flessione nella seconda parte dell'anno.

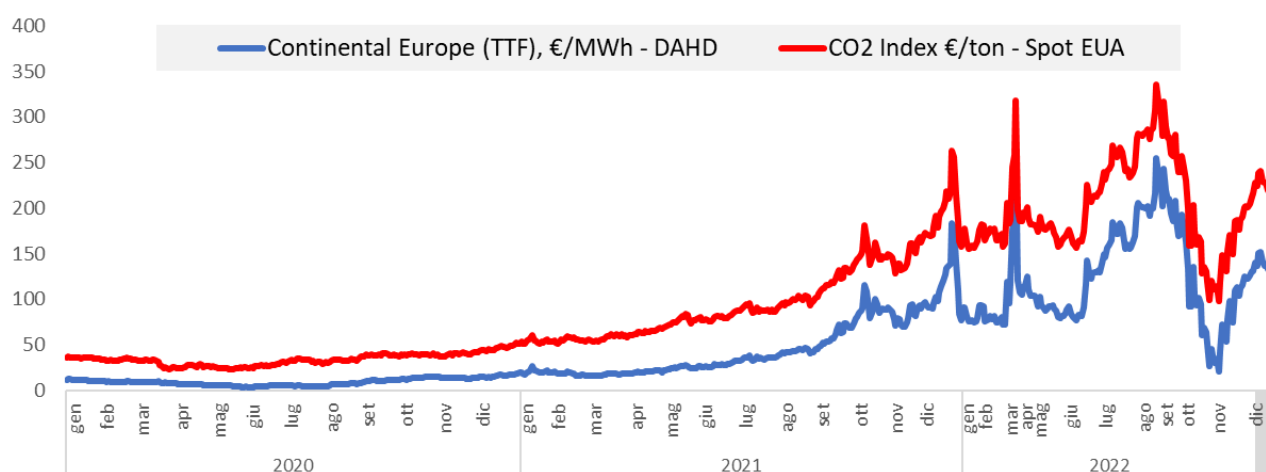


Figura 7 Andamento dei prezzi delle commodities nel primo semestre del 2022

67. L'aumento dei prezzi delle *commodities*, ed in particolare del gas, ha provocato un forte aumento dei prezzi dei mercati europei e del mercato elettrico italiano (PUN) che, nel 2022, ha fatto registrare un incremento yoy del 142% (con picco del 383% ad agosto 2022). La domanda MGP del 2022, pari a 289 TWh, risulta in linea con l'anno precedente, mentre il costo MGP è notevolmente aumentato, passando da 38 a 91 miliardi di euro, calcolati come prodotto della domanda MGP (comprensiva dei contratti bilaterali e delle esportazioni verso l'estero) ed il valore del Prezzo Unico Nazionale. Il forte incremento si è riflesso anche sui prezzi offerti nel MSD: i prezzi offerti dagli operatori sul MSD nel corso del 2022 sono più che raddoppiati rispetto al 2019; la differenza tra il prezzo delle offerte accettate a salire (*sell*) e quelle accettate a scendere (*buy*) - che rappresenta la misura effettiva del costo unitario del mercato dei servizi, i.e. differenziale di prezzo *sell-buy* - è passata da 109 €/MWh del 2019 a 237 €/MWh del 2022.
68. Infine, il 2022 è stato caratterizzato da una riduzione dei volumi selezionati sul MSD rispetto agli anni precedenti. In particolare, le quantità approvvigionate per servizi nel corso del 2022 sono risultate pari a 5,5 TWh, con una riduzione rispetto all'anno precedente di circa 9,1 TWh, pari al 62%.

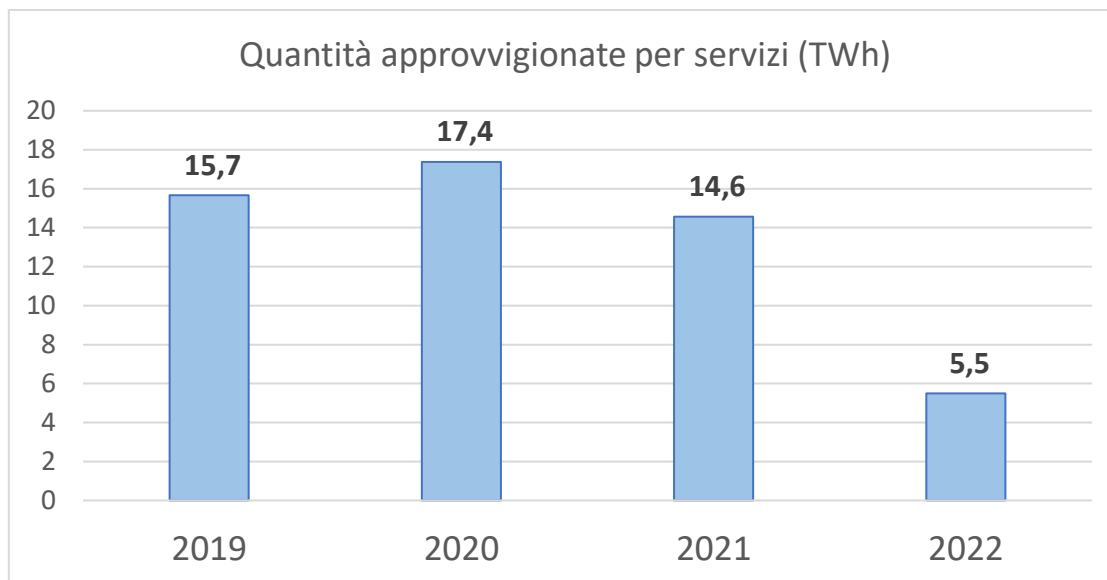


Figura 8 Confronto quantità approvvigionate per servizi

4. Descrizione del progetto contenimento costi MSD

69. L'introduzione di un meccanismo di incentivazione ha portato ad un profondo cambiamento - avviato già nel 2021 durante la fase di consultazione - nella gestione del mercato dei servizi, grazie alla revisione dei principi classici e consolidati negli anni dell'esercizio del SEN, all'innovazione nell'utilizzo degli asset di rete esistenti, all'introduzione delle nuove tecnologie per la valutazione dei vincoli di rete e alla revisione del modello operativo e organizzativo, in particolare del Dispacciamento.
70. Per quel che riguarda i servizi approvvigionati tramite MSD, le principali aree di intervento su cui Terna ha concentrato - fino ad ora - le proprie attività di efficientamento sono: (i) la **risoluzione dei vincoli per il controllo delle tensioni dei nodi della rete AAT-AT**, (ii) l'**approvvigionamento delle riserve** e (iii) la **risoluzione delle congestioni**.
71. Vale la pena ricordare che Terna approvvigiona tutti i servizi in maniera co-ottimizzata e che, pertanto, la selezione di una determinata risorsa tramite il mercato dei servizi può risolvere più problematiche. Ad esempio, nei casi in cui l'accensione di un impianto termoelettrico serva sia a gestire i vincoli di tensione che ad approvvigionare riserva, l'impatto di un'azione di efficientamento relativa al controllo tensioni potrebbe essere ridotto da un incremento dei costi per l'approvvigionamento di riserva.
72. Con riferimento al controllo dei profili di tensione dei nodi della rete AAT-AT, tale servizio, per ragioni riconducibili alla fisica del fenomeno, è caratterizzato da una dimensione *locale*: le risorse con una significativa *sensitivity* sui profili di tensione appartengono tendenzialmente alla stessa porzione di rete elettrica nella quale sono localizzati i nodi elettrici controllati. Alla luce di quanto detto, tale servizio comporta un costo unitario (€/MWh) mediamente superiore rispetto agli altri servizi, in ragione della minore competitività nell'offerta.
73. Con riferimento alla **risoluzione delle congestioni**, Terna ha proseguito l'introduzione di interventi caratterizzati da basso costo di investimento (cosiddetti *capital light*); fanno parte di queste azioni, ad esempio, la rimozione di elementi limitanti degli stalli in alta tensione delle stazioni elettriche appartenenti alla rete rilevante (di Terna o di terzi), e

l'ampliamento del perimetro del *Dynamic Thermal Rating* (DTR). Particolarmente rilevante è stata altresì la profonda revisione dei principi di controllo dinamico dei limiti di transito e il potenziamento dei Sistemi di Difesa.

74. Infine, i primi mesi del 2023 mostrano come le azioni introdotte da Terna continuino a produrre effetti positivi: le quantità complessivamente movimentate a gennaio e febbraio 2023 (fino al 22/02/2023) risultano ulteriormente in riduzione rispetto allo stesso periodo del 2022 (-500 GWh a salire e -466 GWh a scendere), con un conseguente ulteriore beneficio per il sistema.

5. Prima area di intervento: Controllo della tensione della rete AAT-AT

5.a. Definizioni e principi chiave

75. Il controllo delle tensioni dei nodi della rete AAT-AT avviene attraverso l'approvvigionamento di un servizio caratterizzato da costi di norma più elevati rispetto agli altri servizi di rete.
76. Tale servizio, per ragioni riconducibili alla fisica del fenomeno, è caratterizzato da una dimensione locale: le risorse con una significativa *sensitivity* sui profili di tensione appartengono tendenzialmente alla stessa porzione di rete nella quale sono localizzati i nodi elettrici controllati. Alla luce di quanto detto, tale servizio comporta un costo unitario (€/MWh) mediamente superiore rispetto agli altri servizi, risultando essere un servizio cosiddetto *poco liquido*.
77. Per far fronte a tale evidenza, Terna ha identificato a partire dal 2021, ed attuato nel corso del 2022, una completa revisione dei principi tradizionali di gestione del SEN introducendo il c.d. concetto di *dispacciamento della rete* che si basa sulla massimizzazione della capacità di autoregolazione della rete stessa e sul completo utilizzo delle potenzialità degli asset AAT-AT (i.e. prestazioni multiservizio).
78. In tale contesto, trovano applicazione tre principali tipologie di azioni di dispacciamento della rete, quali: la configurazione di assetti topologici della rete, che comprendono un maggior ricorso all'apertura di linee AAT-AT nel rispetto delle condizioni di sicurezza N e N-1 (garantendo quindi il rispetto dei limiti operativi di tutti gli elementi di rete anche nell'ipotesi di perdita di un elemento ad esempio a seguito del verificarsi di un guasto); l'utilizzo dei trasformatori di fase (*Phase Shift Transformer*, PST) al fine di modificare i flussi di potenza sulle linee AAT-AT lungo porzioni della Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) in esito all'applicazione delle suddette variazioni topologiche; l'esercizio degli autotrasformatori (ATR) e/o PST in modalità *tap staggering*, tramite la variazione delle prese delle macchine. L'insieme delle suddette azioni risulta, attraverso la minimizzazione della potenza reattiva prodotta dalla rete ed un maggior assorbimento di potenza reattiva dalle macchine, una risorsa efficace ed innovativa ai fini del controllo dei profili di tensione.

79. Le suddette azioni sono attuate, laddove possibile, sempre preliminarmente rispetto al dispacciamento delle unità di generazione.
80. L'individuazione di nuove soluzioni di dispacciamento della rete è stato reso possibile attraverso un processo metodologico standardizzato strutturato nelle seguenti fasi: (i) studio specialistico in ambiente simulato; (ii) valutazione dei risultati delle simulazioni; (iii) sperimentazione reale; (iv) confronto tra i risultati in esito alle simulazioni e quelli realmente sperimentati; (v) validazione e messa in esercizio delle soluzioni precedenti nella *Libreria degli Assetti Strategici* (di seguito descritta); (vi) fase di *continuous improvement*.
81. Con riferimento ai punti precedenti, il percorso effettuato per utilizzare gli ATR in modalità *tap staggering* è rappresentativo del processo metodologico applicato anche per altri assetti strategici.
82. Il *tap staggering* è una modalità di esercizio di due ATR in parallelo o di un PST che, tramite la variazione delle prese, genera un ricircolo di corrente induttiva all'interno delle macchine con un conseguente assorbimento di potenza reattiva e relativi benefici sui profili di tensione dei nodi in prossimità della stazione elettrica dove è attuato detto assetto. Come primo step della *roadmap* implementativa sono stati effettuati una serie di studi specialistici per valutare - in ambiente simulato - i benefici relativi al controllo dei profili di tensione. Conseguentemente è stato avviato un utilizzo sperimentale, con un impiego limitato al 50% delle capability delle macchine. Sono state quindi effettuate delle campagne di prove per la caratterizzazione delle macchine, al fine di ampliare l'insieme di ATR utilizzabili in *tap staggering*, altresì definendo dei limiti dinamici nell'utilizzo in sicurezza degli asset. L'esito della campagna di caratterizzazione delle macchine ha permesso la mappatura di circa centoquaranta ATR che, una volta inseriti nella *Libreria degli Assetti Strategici*, hanno consentito progressivamente l'incremento della capacità regolante potenzialmente utilizzabile nel controllo dei profili di tensione.
83. Identificate le soluzioni tecniche precedentemente descritte, Terna ha definito ed ingegnerizzato una libreria informatica comprendente tutte le varie configurazioni di rete nota come *Libreria degli Assetti Strategici*: una libreria informatica completamente integrata nel processo di dimensionamento dei vincoli e delle analisi della sicurezza, tramite la quale l'operatore di sala utilizza, nelle valutazioni operative, anche i margini di capacità autoregolante della rete. Ad oggi, la libreria contiene alcune decine di assetti

di porzione di rete a cui sono sottese oltre 200 manovre relative a specifiche aree del SEN.

84. Come ulteriore elemento, Terna ha definito un piano di accelerazione relativo all'installazione di mezzi di compensazione funzionali alla regolazione di tensione, già previsti nell'ambito dei Piani di Sicurezza precedentemente definiti, quali compensatori sincroni, reattori e STATCOM. Più nel dettaglio, nel 2022, grazie all'installazione di tali mezzi, il SEN si è dotato di ulteriori 3000 MVar di capacità di regolazione aggiuntiva (di cui il 40% circa disponibile a partire dalla seconda metà di dicembre 2022).
85. L'evoluzione tecnologica è stato certamente uno dei principali driver abilitante la trasformazione delle modalità operative di dispacciamento del SEN. In particolare, nel corso degli ultimi due anni, Terna ha ideato, sviluppato e ingegnerizzato la cosiddetta *Piattaforma per il Dispacciamento*, uno strumento integrato con i processi operativi relativi alle valutazioni di economia e sicurezza nelle attività di dispacciamento.

5.b Dispacciamento della rete e innovazione nell'utilizzo degli asset di rete esistenti

5.b.1 Nuovi assetti topologici della rete e modifica dei flussi di potenza attiva in rete tramite PST

86. Nell'ambito delle potenzialità offerte dalla capacità autoregolante della rete, associate all'uso convenzionale degli asset esistenti, rientrano tutte le azioni di variazione topologica della RTN, e - laddove possibile - di redistribuzione dei flussi di potenza attiva (attraverso l'impiego dei PST in modalità convenzionale c.d. *in spinta*), finalizzate a garantire il funzionamento delle linee elettriche di trasmissione della rete AAT-AT quanto più prossimo al valore di potenza caratteristica. In questo modo, nel rispetto degli standard di sicurezza dell'esercizio del sistema, è possibile ridurre la generazione di potenza reattiva capacitiva della porzione di RTN interessata, a favore di un maggior controllo dei profili di tensione, minimizzando conseguentemente il ricorso ad unità di produzione convenzionali per tale finalità.
87. Il ricorso alle variazioni topologiche della RTN è diventata una pratica applicata in misura maggiormente estesa rispetto al passato grazie ai nuovi processi e alle nuove tecnologie introdotte (i.e. *Piattaforma per il Dispacciamento*), che consentono di verificare la sicurezza del sistema anche nelle fasi più prossime al tempo reale,

disponendo di informazioni più aggiornate ed eseguendo calcoli di rete in maniera sempre più automatizzata.

5.b.2 Applicazione del *tap staggering*

88. Al fine di sfruttare al massimo i margini intrinseci di capacità autoregolante della rete, anche facendo ricorso a soluzioni innovative e con il supporto dei nuovi sistemi informatici introdotti, Terna ha fatto ricorso nel 2022 ad una logica di prestazione multiservizio dei propri asset garantendone sempre l'integrità e il rispetto dei limiti di funzionamento.
89. Infatti, al contenimento dei profili di tensione sostenuti nelle ore di basso carico ha contribuito una nuova pratica operativa basata sulla possibilità di assorbire potenza reattiva attraverso le macchine ATR e PST, vale a dire elementi già presenti sulla rete, che in passato venivano utilizzati esclusivamente per le loro finalità ordinarie (i.e. "trasformazione"/adattamento del valore del modulo della tensione tra due porzioni di rete per gli ATR e variazione della fase della tensione per i PST).
90. La variazione delle prese di due ATR in parallelo (i.e. *tap staggering*) implica di fatto la variazione dell'induttanza equivalente della coppia di macchine elettriche e genera un ricircolo di corrente induttiva che si somma alla corrente associata alla trasformazione di potenza attiva (quest'ultima componente può essere presente o meno in base alle condizioni di esercizio delle macchine). Il funzionamento di un PST in *tap staggering* si effettua chiudendo il c.d. sezionatore di *bypass* della macchina al fine di creare un *loop* di ricircolo di corrente reattiva all'interno della stessa di natura variabile man mano che si varia la presa della macchina rispetto alla posizione neutra. Tramite il *tap staggering* si genera un assorbimento di potenza reattiva, con conseguenti benefici sui profili di tensione dei nodi in prossimità della stazione elettrica dove è attuato l'assetto.
91. Più in dettaglio, la modalità di funzionamento in *tap staggering* per gli ATR prevede l'esercizio in parallelo di due macchine di pari taglia e rapporto di trasformazione, i cui variatori sotto carico (VSC) vengono posti in posizioni opposte per favorire la circolazione di potenza reattiva tra le stesse macchine ottenendo una riduzione di tensione al nodo di connessione con la RTN.
92. Inizialmente, per l'esercizio in *tap staggering*, gli ATR sono stati cautelativamente utilizzati fino al 50% dell'escursione massima dei VSC (i.e. della loro capability). Di pari passo, sono state effettuate delle campagne di prove per la caratterizzazione delle

macchine, al fine di ampliare il *portfolio* di ATR e definire dei limiti di utilizzo dinamici che consentissero di massimizzarne l'impiego, sempre assicurando l'esercizio in sicurezza delle macchine. Tali prove consistono nel testare il funzionamento in modalità *tap staggering* degli ATR misurando e monitorando la temperatura del nucleo e la distorsione armonica della tensione ed analizzando i gas disciolti in olio.

5.c VRI - Piattaforma per il Dispacciamento e nuovo modello operativo

93. L'evoluzione tecnologica ha favorito una profonda revisione dei sistemi utilizzati a supporto delle attività di dispacciamento del SEN. In particolare, nel corso degli ultimi due anni, Terna ha ideato, sviluppato e ingegnerizzato la c.d. *Piattaforma per il Dispacciamento*, uno strumento integrato in grado di svolgere le analisi alla base dei processi di dispacciamento del SEN in economia e sicurezza. Tale Piattaforma è stata disegnata con una struttura modulare, in grado di accogliere progressivamente le varie funzionalità di calcolo identificate e sviluppate, dando priorità a quelle in grado di garantire i maggiori benefici in termini efficienza per il sistema e del processo operativo, in una logica di *continuous improvement*.
94. La *Piattaforma per il Dispacciamento* introduce un importante cambiamento, dando univocità al patrimonio informativo tramite tecnologie innovative e flessibili. Infatti, rendendo omogenei, affidabili e facilmente accessibili i dati provenienti da fonti eterogenee, la Piattaforma abilita la fruizione immediata ed unica delle informazioni per tutti gli operatori delle Sale, con viste sintetiche ed efficaci che permettono di ridurre notevolmente i tempi di reazione e gestione dei processi di selezione delle risorse. Tra le principali caratteristiche innovative, vengono introdotti una visione del sistema su un orizzonte temporale fino a 24 ore in avanti al fine di migliorare le valutazioni di sicurezza (garantendo al tempo stesso l'ottimo economico), modelli e scenari previsionali comuni a supporto delle Sale, ed il modulo di valutazione della sicurezza dedicato alla gestione univoca dei vincoli di sicurezza per i processi di *short-term* e *mid-term*, resi espliciti e associati ad una strategia di selezione delle risorse.
95. Tale strumento è stato progettato con un'architettura modulare al fine di accogliere progressivamente le varie funzionalità di calcolo sviluppate, dando priorità a quelle in grado di garantire i maggiori benefici in termini efficienza del MSD. Come descritto

nell'executive summary, allo stato attuale, si compone dei seguenti moduli: previsioni, creazione scenari, valutazione della sicurezza e ottimizzazione.

96. Il modulo *previsioni* è stato sviluppato rivedendo gli algoritmi previsionali con soluzioni modellistiche a maggiori prestazioni; ciò permette la definizione di scenari previsionali e relative bande di confidenza caratterizzati da maggiore accuratezza, che sono utilizzati per il cosiddetto *dispacciamento in avanti* (i.e. relativo a orizzonti futuri *mid-term* e *short-term*).
97. Il modulo di *creazione scenari* è deputato alla predisposizione degli scenari di rete previsionali funzionali alle valutazioni di sicurezza (i.e. Vincoli a Rete Integra) su un orizzonte temporale fino a 24 ore. In termini pratici, il modulo di creazione scenari, sulla base delle previsioni disponibili con gli esiti del mercato e delle indisponibilità previste per la giornata successiva, crea 24 scenari per un modello di rete nodale partendo da scenari storici aventi macro-caratteristiche simili.
98. Le analisi eseguite dal modulo di *valutazione della sicurezza* vengono effettuate sui suddetti scenari efficientando significativamente l'operatività delle Sale; in particolare, l'automatizzazione del processo dei calcoli di rete consente di effettuare un numero maggiore di simulazioni e quindi di valutare un ampio set di configurazioni di esercizio del SEN al fine di individuare la soluzione ottimale, anche in situazioni *close to real time*.
99. All'interno del modulo di *valutazione della sicurezza* sono presenti due sezioni relative ai Vincoli a Rete Integra, quali *VRI Scenario* e *VRI Simulazione*.
100. L'utilizzo della *Piattaforma per il Dispacciamento* nell'ambito delle potenzialità tecnologiche descritte in precedenza è in grado di identificare soluzioni che l'operatore di Sala si limita di norma solo a validare.
101. Insieme all'introduzione della *Piattaforma per il Dispacciamento*, Terna ha inoltre revisionato l'intero processo operativo di dimensionamento dei VRI su base annuale, mensile, settimanale e giornaliero. In particolare, il suddetto processo è stato strutturato su diverse fasi in funzione dell'orizzonte temporale delle valutazioni, al fine di intercettare con adeguato anticipo eventuali esigenze e/o criticità, fattorizzando al meglio la disponibilità delle informazioni più aggiornate. Tale processo consente, all'avvicinarsi del giorno di analisi, di ridurre il livello di incertezza degli scenari e delle relative valutazioni, predisponendo al contempo eventuali azioni risolutive che necessitano di maggior tempo di preparazione (e.g., adeguamento del piano di

indisponibilità degli asset, studi e calcoli di rete specialistici, modulazione delle tempistiche di entrata in esercizio dei nuovi mezzi di compensazione, evolutive degli strumenti tecnologici, etc.). In particolare, il processo si articola nelle seguenti fasi:

- *Fase 1: Valutazione del fabbisogno dei vincoli di rete annuale (budget annuale).* Tale valutazione, effettuata alla fine dell'anno Y-1, consente di valutare i fabbisogni orari per tutto l'anno Y ed è propedeutica alla definizione di un budget annuale di spesa che fattorizza l'entrata in esercizio degli interventi di sviluppo rete, nuove connessioni, nuovi mezzi di compensazione e le indisponibilità di rete previste durante l'anno. Considerate le incertezze tipiche di una previsione annuale, in tale fase vengono fattorizzate variazioni topologiche e *tap staggering* disponibili in condizioni di esercizio standard².
- *Fase 2: Aggiornamento mensile del fabbisogno dei vincoli di rete annuale (forecast mensile).* Su base mensile, viene effettuato l'aggiornamento della valutazione annuale fattorizzando gli aggiornamenti legati agli stessi elementi di valutazione presi in considerazione nella Fase 1. Anche in questo caso, vengono fattorizzate variazioni topologiche e *tap staggering* tipicamente disponibili nelle condizioni di esercizio standard.
- *Fase 3: Aggiornamento del fabbisogno dei vincoli di rete in fase di previsione operativa (previsione operativa).* In fase di previsione operativa settimanale dei costi e dei volumi MSD, effettuata entro il giovedì della settimana W-1, vengono definiti i fabbisogni delle UP funzionali al soddisfacimento dei vincoli a rete integra per i successivi 7 giorni (venerdì settimana in corso – giovedì settimana successiva). Oltre agli elementi di valutazione presi in considerazione sia nella Fase 1 che nella Fase 2, la previsione operativa fattorizza anche le esperienze di esercizio e le contromisure di rete adottate durante la settimana trascorsa.
- *Fase 4: Dimensionamento dei vincoli di rete ai fini del MSD.* La valutazione giornaliera, che risulta la più vicina al tempo reale ed è effettuata dalle Sale a valle degli esiti dei mercati dell'energia, consente di dimensionare il fabbisogno dei vincoli da fornire al MSD tenendo conto delle ultime previsioni in termini di fabbisogni di energia e FER, condizioni meteo, transiti interni e con l'interconnessione, programma operativo delle indisponibilità di rete, disponibilità

² Con condizioni di esercizio standard si intende una condizione in cui vengono considerate attuate parte delle variazioni topologiche disponibili nella c.d. Libreria degli Assetti Strategici di rete (tenendo conto di un tasso di indisponibilità e/o infattibilità) e l'attuazione del *tap staggering* convenzionalmente al 50% della massima potenzialità.

e fattibilità di ogni tipologia di manovre di rete³. L'analisi dell'effettiva disponibilità degli assetti di rete è inclusa nel cosiddetto processo di *coordinamento unico della sicurezza* in essere tra le Sale Controllo, con l'obiettivo di dimensionare i vincoli di sicurezza a rete integra da fornire per ogni sessione MSD alla Sala Market Operation.

102. L'impiego congiunto della *Piattaforma per il Dispacciamento* e del nuovo processo di dimensionamento dei VRI ha consentito di poter dimensionare in maniera puntuale i vincoli di sicurezza funzionali alle esigenze di controllo dei profili di tensione del SEN, consentendo il conseguimento di efficienza grazie al minor ricorso di Unità di Produzione convenzionali da selezionare sul MSD.

5.d Installazione di nuovi mezzi di compensazione

103. Terna ha impresso una forte accelerazione al piano di investimenti dei mezzi di compensazione già previsti nell'ambito dei Piani di Sicurezza precedentemente definiti ed ha adottato un nuovo criterio di pianificazione degli interventi che garantisce priorità all'installazione degli asset che generano il maggior beneficio per il sistema elettrico in termini di contenimento delle tensioni alte, con l'obiettivo di risolvere tali problematiche (ivi inclusa la scarsa liquidità del servizio) entro il 2024. I principali dispositivi che contribuiscono al controllo delle tensioni sono i compensatori sincroni, gli STACOM e i reattori. In particolare, nel corso del 2022, Terna ha accelerato l'installazione di questi due ultimi elementi (STATCOM e reattori), dispositivi caratterizzati da un costo più contenuto e da una maggiore rapidità di installazione rispetto ai compensatori sincroni, ma in grado di garantire, in ogni caso, la risoluzione della problematica più contingente di contenimento dei profili di tensione alti. Come noto i compensatori sincroni hanno funzionalità ulteriori rispetto al contenimento dei profili di tensione alti e saranno effettivamente sempre più necessari col progredire della dismissione (o della riduzione del numero di ore di presenza in servizio) delle unità di produzione convenzionali: tali dispositivi, oltre a garantire il controllo dei profili di tensione (in sovra e sotto-eccitazione), sono in grado di fornire al sistema un contributo in termini di inerzia e di potenza di corto circuito, ad oggi fornito quasi esclusivamente da impianti tradizionali. Ad oggi sono quindi previsti tra il 2023 e 2025 circa 2500 MVar di capacità di regolazione aggiuntiva.

³ Si specifica che nelle analisi giornaliere si tiene conto dell'effettiva disponibilità degli assetti topologici strategici di rete e dell'applicazione del *tap staggering*, ove possibile, fino al 100% della capability.

5.e Vincoli a rete non integra

104. Nel corso del 2022 sono state gestite circa 36.000 indisponibilità relative allo sviluppo, rinnovo e la manutenzione della rete AAT/AT. Attraverso le nuove metodologie di programmazione delle indisponibilità, unitamente all'introduzione di strumenti innovativi per l'automatizzazione dei relativi processi, è stato possibile gestire un maggior numero di indisponibilità (+19%) rispetto al 2019, altresì conseguendo l'efficienza dei volumi MSD relativi ai cosiddetti Vincoli Rete non Integra (VRnI).
105. L'evoluzione dei sistemi di simulazione ha consentito nel corso della fase di programmazione delle indisponibilità di identificare puntualmente *in advance* gli impatti sul sistema dei singoli fuori servizio nelle dimensioni di economia e sicurezza, consentendo quindi di attuare azioni mirate di ottimizzazione delle modalità di lavoro sia in fase di pianificazione del lavoro, sia in fase di attuazione. Ad esempio, individuate le indisponibilità più impattanti, laddove la tipologia di lavoro lo consentisse, sono stati effettuati i Lavori in regime di Sotto Tensione (LST) permettendo di minimizzare l'impatto sul sistema elettrico evitando il fuori servizio degli elementi oggetto dell'indisponibilità.
106. Inoltre, anche grazie all'evoluzione dei modelli previsionali sviluppati da Terna, è stato possibile governare, ove possibile, l'allocazione delle indisponibilità introducendo *metodologie a inseguimento*, monitorando e verificando in continuazione le condizioni necessarie per l'attuazione del fuori servizio minimizzando gli impatti.
107. Terna ha introdotto delle evolutive al sistema per l'Allocazione Ottima delle Indisponibilità. Tale sistema, interoperabile con differenti tool aziendali, consente di elaborare un programma di ottimo delle indisponibilità degli elementi della rete nel rispetto degli standard di sicurezza del sistema elettrico, dei vincoli operativi e del sistema, minimizzando gli impatti sui mercati elettrici e allo stesso tempo sullo spostamento rispetto la data preferenziale richiesta dal mantenimento. Nel 2022, tale funzionalità è stata estesa anche ai processi mensili e settimanali.
108. L'utilizzo di un sistema automatico consente di ottenere un'ottimizzazione integrata attraverso un numero esteso di scenari. Inoltre, il sistema applica algoritmi innovativi di tipo euristico che consentono di ottenere un piano di indisponibilità ottimizzato e sicuro in tempi compatibili con quelli della programmazione settimanale. L'ottimizzazione dei tempi di simulazione abilita l'operatore programmatista ad analizzare scenari particolari e/o particolarmente stressati. La metodologia risolutiva dell'algoritmo prevede la

separazione del problema in due sotto-problemi, quali: Multiple-Day (MD) e Single-Day (SD). Il MD, vista la complessità del problema e l'incertezza intrinseca ai dati previsionali di carico e generazione, si basa su un algoritmo di ottimizzazione euristico che esplora il dominio di soluzione per trovare la soluzione migliore nel rispetto dei vincoli gestionali e topologici. Il SD, tramite un algoritmo di optimal power flow, valuta la fattibilità del piano definito dall'analisi MD considerando i vincoli di mercato e della sicurezza, variando così lo unit commitment con l'obiettivo di garantire la sicurezza elettrica e allo stesso tempo minimizzare i costi riflessi sui mercati.

6. Seconda area di intervento: Gestione delle riserve

109. Per garantire l'adeguatezza del SEN, Terna dimensiona e si approvvigiona di un margine di riserva che consenta di coprirsi da eventuali rischi di errata previsione delle variabili aleatorie (i.e. fabbisogno, generazione eolica, fotovoltaica) e consentire al SEN di risultare adeguato anche in caso di avaria di un elemento di rete o un impianto di produzione a maggiore criticità nell'ora valutata, come prescritto dal Codice di Rete.
110. Nel 2022 Terna è riuscita ad efficientare ulteriormente la selezione dei Servizi in MSD agendo sui tool designati al **dimensionamento e approvvigionamento delle Riserve**.
111. Storicamente il dimensionamento del fabbisogno di Riserva era effettuato su base statistica considerando indipendenti gli errori di previsione delle diverse variabili aleatorie che concorrono alla definizione del punto di funzionamento del SEN. In particolare, fino a marzo 2022 è stato utilizzato un modello che produceva un dimensionamento del fabbisogno di Riserva basato sulla stima dell'errore previsionale atteso definito su base statistica (ossia sulla base di serie storiche). In particolare, tale stima si basava su alcune ipotesi semplificative:
- una distribuzione Gaussiana e simmetrica degli errori;
 - errori previsionali del carico, del fotovoltaico e dell'eolico tra loro indipendenti;
 - errori legati solo a diversi livelli di carico/produzione.
112. Terna ha quindi intrapreso una serie di sviluppi per efficientare il processo di **dimensionamento delle Riserve**. Da un lato ha quindi disegnato e sviluppato (e svilupperà) nuovi algoritmi di previsione delle variabili aleatorie (fabbisogno, produzione eolica, solare, idrico fluente) che impattano l'esercizio del SEN e dall'altro ha introdotto nuovi algoritmi di correlazione degli errori delle medesime previsioni su base statistica regressiva e non indipendente. Tali sviluppi proseguiranno nel corso del 2023 al fine di migliorare ulteriormente la performance del processo di dimensionamento delle Riserve.
113. Il nuovo modello di previsione del fabbisogno è caratterizzato da un livello di accuratezza più alto rispetto al modello precedente poiché fornisce delle bande di confidenza e un riferimento più probabile su cui basare il dimensionamento della Riserva. Tale modello si basa su una struttura ad alberi di regressione che identifica e

riproduce lo scenario atteso elaborando casistiche simili di fabbisogno sulla base dei dati storici di esercizio del SEN, automatizzando il processo. La soluzione modellistica presenta una serie di innovazioni e vantaggi rispetto ai sistemi precedentemente in uso, quali:

- time frame quarto orario, con aggiornamento orario e con orizzonte temporale di previsione esteso fino ai 14 giorni in avanti, valorizzando maggiormente le risorse ad energia limitata;
- dettaglio regionale (nella precedente soluzione modellistica il minimo livello di aggregazione territoriale apprezzato in fase di previsione coincideva con le zone di mercato);
- utilizzo di previsioni metereologiche a maggior dettaglio spaziale, con aggiornamento delle stesse a ridosso del tempo reale;
- possibilità di prevedere il fabbisogno in maniera più puntuale sulla base degli scenari meteo attesi, la quale funzionalità risulta particolarmente utile per le analisi di adeguatezza. Gli eventi meteo estremi, come ondate di calore e/o freddo estremo, sono gestiti attraverso una procedura che li intercetta e mitiga i loro effetti tramite azioni *ad hoc* da attuare nelle varie fasi di MSD.

114. Per efficientare ulteriormente il processo di dimensionamento delle Riserve, sono prossimi al rilascio in esercizio i nuovi modelli previsionali delle fonti rinnovabili non programmabili (solare, eolico e idroelettrico fluente): nel dettaglio, il modello di previsione della fonte solare è stato ultimato a fine 2022 e si prevede il rilascio in esercizio nei primi mesi del 2023, mentre per la fonte eolica e idroelettrica fluente lo sviluppo inizierà nel primo semestre 2023. In attesa della messa in esercizio di tutti i nuovi strumenti previsionali per le fonti rinnovabili, sono state effettuate alcune migliorie a quelli in essere (e.g., aumento della frequenza di approvvigionamento delle previsioni FRNP da provider esterni, rafforzamento del processo di monitoraggio dell'errore previsionale e della catena di retroazione).

115. Grazie agli intervalli di confidenza associati ad ognuna di queste previsioni è possibile coprirsi dal rischio di errore di previsione attraverso la stima delle distribuzioni degli errori (fino alla copertura del 99,4% dei casi). Terminati gli sviluppi dei nuovi previsori, Terna sarà in grado di dimensionare la Riserva in modo tale da includere le incertezze di ciascuna componente che contribuisce alla stima (che deriva dall'interazione tra le

incertezze dei vari modelli di previsione). La propagazione di tali incertezze consente di efficientare il dimensionamento della Riserva rispetto a quanto si otterrebbe aggregando i singoli contributi delle variabili richiamate nel calcolo del fabbisogno residuale. Inoltre, esse consentiranno di definire una banda di confidenza aggiornata con sempre maggior frequenza e più a ridosso del tempo reale e quindi di associare ad ogni risorsa selezionabile per Riserva terziaria di sostituzione la probabilità che tale risorsa sia effettivamente attivata. La definizione di uno scenario previsionale il più aderente possibile alla realtà d'esercizio garantisce un dimensionamento delle Riserve efficiente, preservando al contempo il livello di sicurezza e adeguatezza del SEN.

116. Da aprile 2022, Terna ha inoltre implementato un modello innovativo (basato su un approccio che combina una regressione di tipo Gaussian Mixture Model con l'analisi delle code tramite Extreme Value Analysis) per migliorare la distribuzione degli errori previsionali attesi. Tale modello supera le ipotesi semplificative del precedente approccio e recepisce la dipendenza dell'errore dalle variabili previste e dalla derivata (rampa) delle stesse. Questo modello si articola come segue:

- clusterizzazione data-driven degli errori storici di carico, fotovoltaico ed eolico secondo il modello Gaussian Mixture Model (GMM);
- training di un modello di regressione che individua la dipendenza tra i pesi delle gaussiane componenti il GMM con un set di variabili esogene;
- utilizzo di un modello di regressione per prevedere i pesi delle gaussiane componenti il GMM al variare delle variabili esogene date in input.

117. Grazie al nuovo modello predittivo dell'errore, Terna è quindi in grado di dimensionare in maniera più puntuale, per ogni ora del giorno, il fabbisogno di Riserva terziaria: il dimensionamento di un fabbisogno di Riserva più conservativo nei casi in cui l'incertezza risulti più elevata garantisce margini di sicurezza più robusti, mentre nei casi in cui l'incertezza risulta minore, consente di efficientare il dimensionamento di fabbisogno, apportando un beneficio in termini economici.

118. Dal confronto del valore medio di Riserva terziaria totale approvvigionato nell'aggregato Continente nel 2021 e nel 2022 si evince l'effettiva efficacia delle azioni intraprese da

Terna. Il precedente previsore di mercato infatti tendeva ad essere più conservativo nelle ore di punta ed il modello precedentemente in uso del calcolo dell'errore di previsione della domanda di energia elettrica e della produzione da fonti rinnovabili, ipotizzando una distribuzione gaussiana degli errori costruita su serie storiche precedenti, portava ad una sovrastima dell'errore associato all'incertezza delle previsioni. L'effetto combinato di questi due aspetti determinava, in media, un sovradimensionamento del fabbisogno di Riserva terziaria e di conseguenza dei costi molto elevati associati alla predisposizione delle risorse per soddisfare tale servizio.

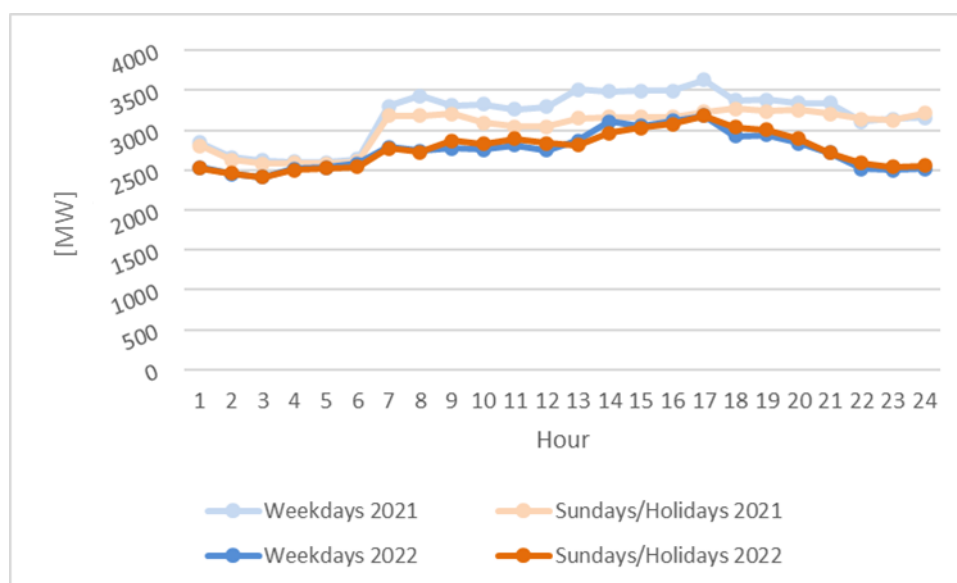


Figura 9. Confronto Riserva totale approvvigionata aggregato Continente: confronto tra soluzioni modellistiche

119. Come già rappresentato, dal 2022 Terna ha inoltre sostanzialmente annullato il fabbisogno di Riserva Pronta, mettendo in atto delle azioni volte a minimizzare la frequenza di attivazione delle risorse per la fornitura di Riserva Pronta (minimizzazione degli errori previsionali a breve/brevissimo termine della produzione FRNP e del fabbisogno, rafforzamento dei processi di tempo reale volti a minimizzare l'errore di rete ad esempio mediante il ricorso alla Riserva rotante, miglioramento del processo di approvvigionamento delle Riserve, riduzione dell'incertezza previsionale cui far fronte nell'esecuzione quart'oraria degli algoritmi automatici del tempo reale).

6.a. Use case: efficientamento e applicazione dei processi di dimensionamento e approvvigionamento della Riserva

120. Il nuovo **modello di previsione del Fabbisogno di mercato** è entrato progressivamente in uso nel corso del secondo semestre 2022, affiancando quello già esistente. Questo elemento di innovazione, insieme al monitoraggio dell'andamento degli errori previsionali e al monitoraggio puntuale da parte degli operatori di sala Market Operation nella gestione delle previsioni di fabbisogno, ha contribuito alla riduzione degli stessi rispetto all'anno precedente.

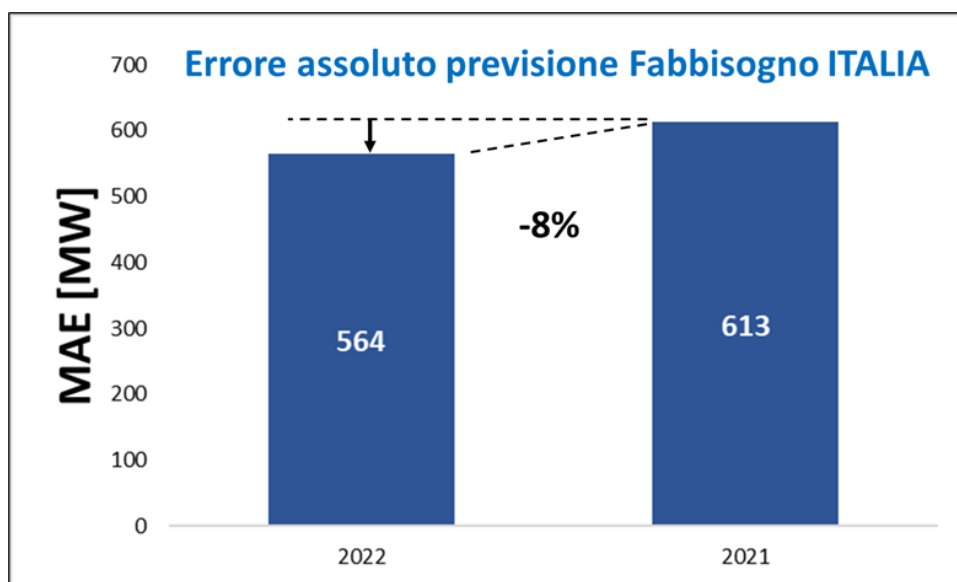


Figura 10 Errore assoluto previsione Fabbisogno Italia

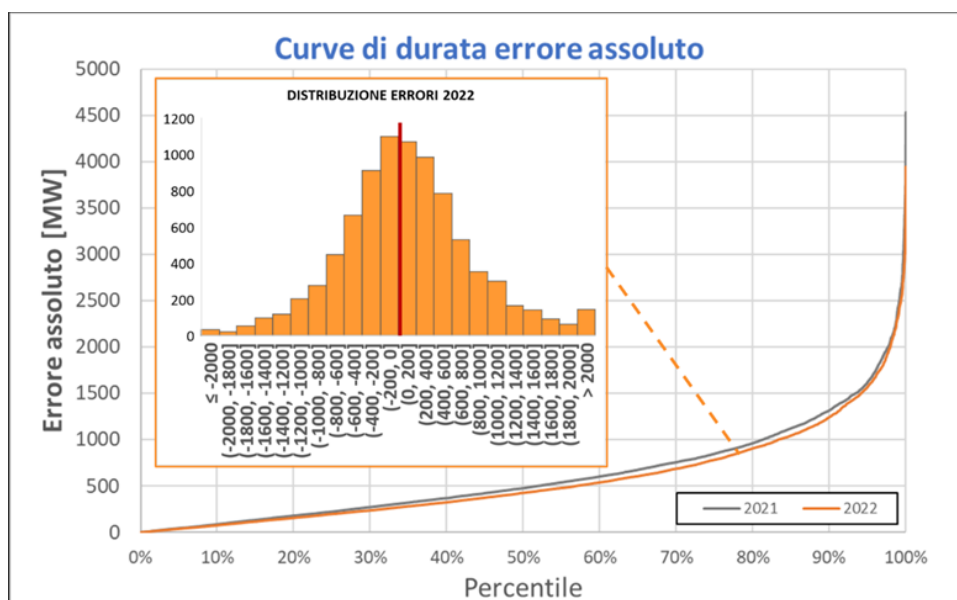


Figura 11 Curve di durata e distribuzione errore assoluto

121. In particolare, l'errore medio assoluto orario (MAE) sull'aggregato Italia si è ridotto dell'8% circa passando da 613 MW a 564 MW (vd Figura 10)

122. Nell'anno 2022 circa il 60% delle ore presenta un errore assoluto minore di 500 MW, contro il 50% nel 2021; nel 2022, l'83% delle ore presentano errori assoluti inferiori ai 1000 MW, contro l'81% nel 2021. Si segnala per completezza che la distribuzione degli errori è centrata sullo zero e simmetrica rispetto ad esso: non presenta, quindi, sottostime o sovrastime strutturali.
123. Il monitoraggio costante di questo nuovo modello di previsione si è dimostrato particolarmente utile nelle stime del fabbisogno sulle singole zone di mercato, specialmente quelle più piccole, caratterizzate da maggiore variabilità e più difficili da prevedere con gli strumenti tradizionali.
124. A titolo di esempio si riporta un confronto fra i due sistemi previsionali su due settimane di novembre 2022 per le zone Calabria e Sud (Puglia, Basilicata, Molise). In Figura 12 e Figura 13, il fabbisogno giornaliero consuntivo del periodo 15-30 novembre è confrontato con le due previsioni ("new" indica il nuovo modello previsionale e "old" il modello precedente).
125. Sebbene i valori giornalieri talvolta siano molto vicini a quelli previsti, i valori orari possono variare di molto: per questo motivo le barrette nelle figure riprendono l'errore medio (assoluto) delle ore di ogni giorno appartenente al periodo. Nelle fasi del dispacciamento il dimensionamento delle risorse deve essere preciso al quarto d'ora.
- Nella Figura 12 si evidenzia che nella zona Calabria l'errore medio del vecchio previsore è di circa 63 MW contro i 47 MW del nuovo modello, con una riduzione di circa il 25%.
- Nella Figura 13, che raffigura la zona Sud, l'errore medio passa da circa 255 MW a 218 MW, con una riduzione del 15% circa.

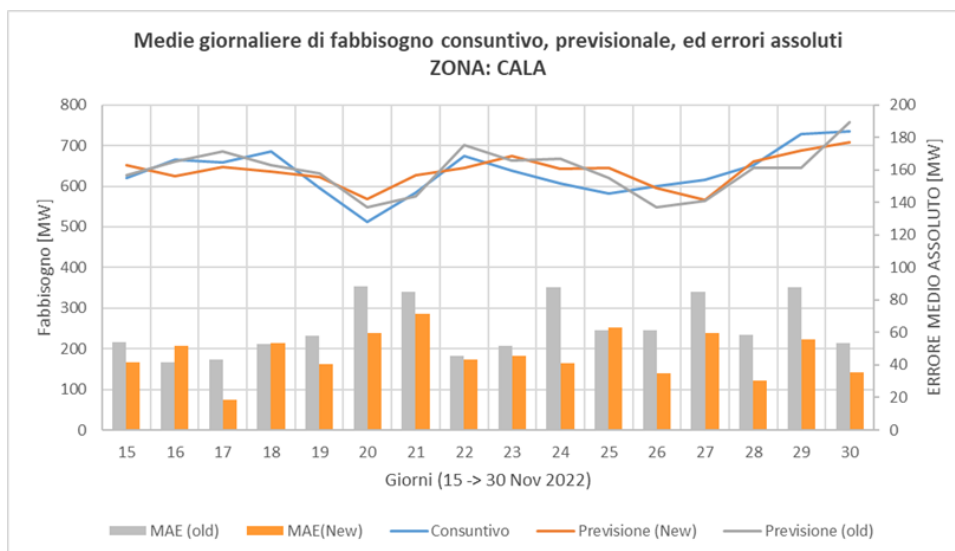


Figura 12 Medie giornaliere di fabbisogno consuntivo, previsionale, ed errori assoluti. Zona Calabria

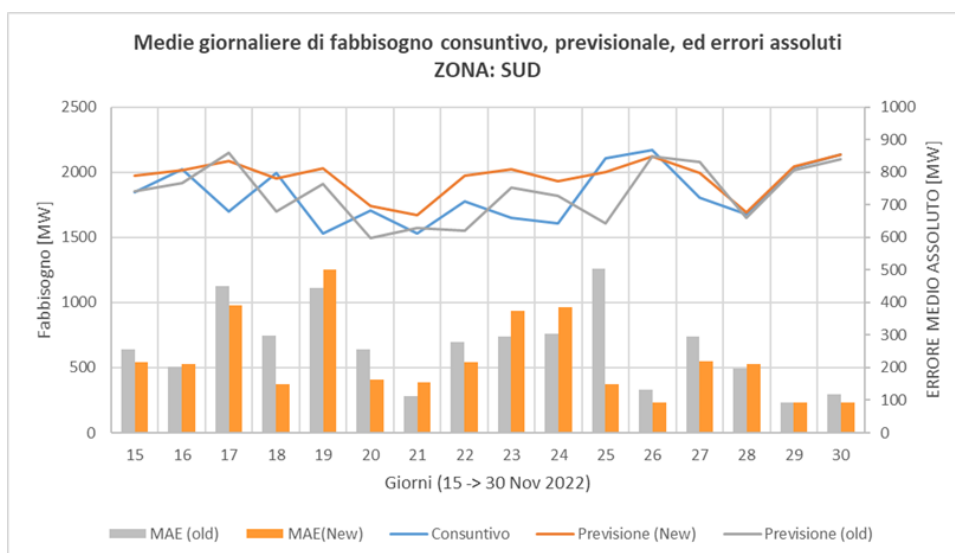


Figura 13 Medie giornaliere di fabbisogno consuntivo, previsionale ed errori assoluti. Zona SUD

Una migliore previsione sulle singole zone, oltre a rappresentare un beneficio in termini di ottimizzazione del parco produttivo e delle Riserve, consente di prevedere in modo più accurato i transiti di potenza fra zone di mercato contigue. Questo risulta particolarmente importante per la gestione delle congestioni sulle sezioni più critiche.

126. Inoltre, sempre in termini di efficientamento del **dimensionamento** della Riserva, Terna ha avviato un'analisi sull'utilizzo di un nuovo modello per la previsione di Riserva secondaria (che entrerà in esercizio nel corso del 2023), per l'ottimizzazione dell'approvvigionamento di Riserva secondaria.

127. Come anticipato nelle sezioni precedenti, per migliorare il processo di **approvvigionamento** delle Riserve, Terna ha previsto un aumento degli scenari di bilanciamento che consente di ottimizzare il trade-off tra costo di attivazione delle risorse in tempo reale e costo di predisposizione delle stesse in fase di programmazione. In particolare, per definire l'utilizzo della Riserva sull'aggregato Continente con una maggiore granularità si è deciso di aumentare il numero di scenari di bilanciamento portandolo fino a 10, in considerazione della specifica situazione di esercizio, rispetto ai 3 scenari utilizzati in passato. L'approccio utilizzato prevede di:

- suddividere il range di probabilità di accadimento dello scenario, distinguendo tra approvvigionamento a salire ed approvvigionamento a scendere in intervalli di ampiezza predefinita,
- individuare per ciascun range la percentuale di attivazione della Riserva (%RR) corrispondente al valore mediano dell'intervallo stesso secondo la distribuzione gaussiana.

Aumentando il numero degli scenari di bilanciamento è possibile valutare con maggiore accuratezza la probabilità di attivazione della Riserva e questo determina l'efficientamento del processo di selezione da parte dell'algoritmo di ottimizzazione MSD

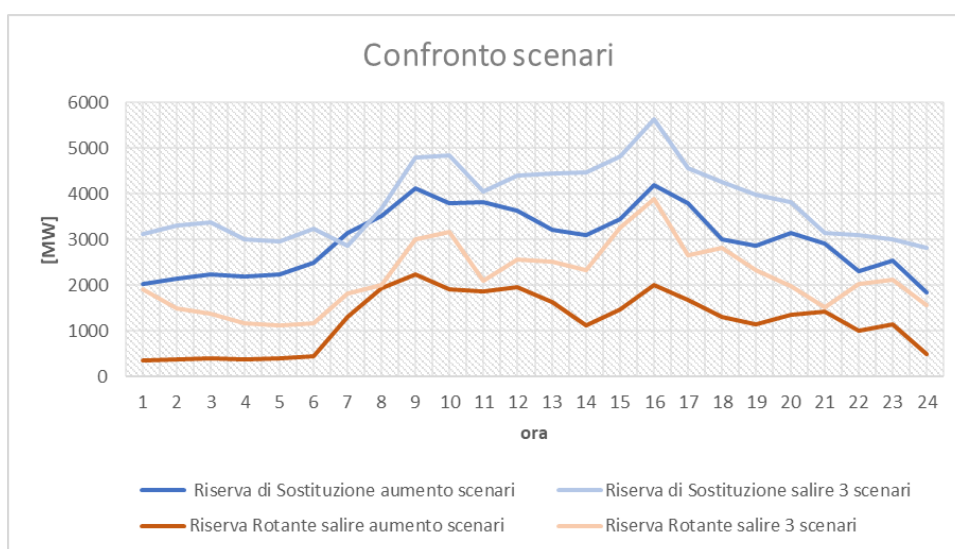


Figura 14 Confronto approvvigionamento Riserva di Sostituzione nella configurazione a 3 scenari e a 10 scenari di bilanciamento.

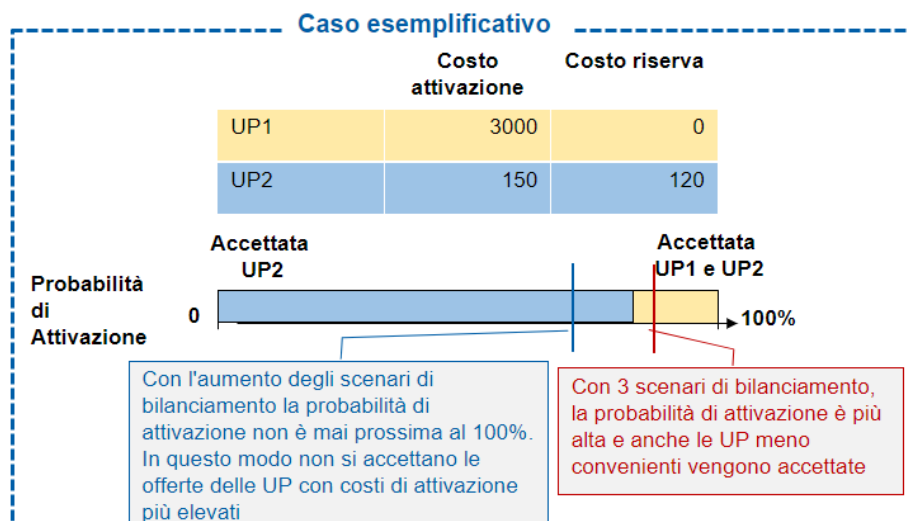


Figura 15 Caso esemplificativo dell'ottimizzazione ottenuta con la configurazione con aumento di scenari di bilanciamento

7. Terza area di intervento: Congestioni

7.a. Elenco delle azioni poste in atto per gestire le congestioni – distinguendo tra azioni già applicate o in fase di sviluppo

128. Per contenere gli oneri derivanti dalla risoluzione delle congestioni, Terna ha adottato interventi caratterizzati da basso costo di investimento (cosiddetti *capital light*) sia tra zone di mercato che all'interno delle medesime zone per l'aumento dei limiti di transito; fanno parte di queste azioni, ad esempio, la rimozione di elementi limitanti degli stalli in alta tensione delle stazioni elettriche appartenenti alla rete rilevante (di Terna o di terzi) e l'ampliamento del perimetro del *Dynamic Thermal Rating* (DTR). Particolarmente rilevante è stata altresì la profonda revisione dei principi di controllo dinamico dei limiti di transito e il potenziamento dei Sistemi di Difesa.
129. Gli interventi *capital light* consentono sia di estrarre maggior valore dagli asset esistenti, rimuovendo strutturalmente gli attuali vincoli di rete, efficientando di conseguenza i mercati e mitigando al contempo le criticità esistenti in attesa del completamento degli interventi previsti nel Piano di Sviluppo. Tali interventi garantiscono inoltre una più efficace gestione in sicurezza del sistema a seguito di eventi o contingenze legati, ad

esempio, a fenomeni climatici estremi sempre più frequenti, all'inquinamento dell'aria o ad eventi geologici.

130. Negli ultimi anni, Terna ha sviluppato una serie di progetti *capital light* e sulle categorie di azioni già menzionate, sfruttando soluzioni innovative, tecnologiche e di ottimizzazione delle procedure operative, quali ad esempio:

- la rimozione di elementi limitanti degli stalli in alta tensione delle stazioni elettriche appartenenti alla rete rilevante (di Terna o altri operatori);
- la rimozione di criticità di esercizio degli elettrodotti, mediante interventi puntuali ad estensione limitata sul territorio;
- l'individuazione di criteri innovativi implementabili all'interno dei sistemi di difesa (adeguando le attuali logiche di telescatto o sviluppandone di nuove);
- l'installazione di sistemi di sensoristica, monitoraggio e diagnostica, che consentono di valutare le condizioni operative effettivamente esistenti e di aumentare, in tempo reale o anche in termini predittivi, la prestazione delle infrastrutture esistenti (cosiddetto *Dynamic Thermal Rating*).

131. Si tratta di un approccio che, essendo basato principalmente su processi innovativi, si presta alla possibilità di aggiornamenti e adattamenti periodici, in base al grado di maturità delle tecnologie disponibili sul mercato e all'evoluzione degli scenari energetici, coadiuvando l'identificazione di soluzioni più flessibili e ottimizzando gli investimenti.

132. Con riferimento agli interventi di rimozione di limitazioni dei componenti di potenza del SEN, Terna ha adeguato una serie di elementi limitanti per l'esercizio del sistema, sia sui conduttori (sostituendo tratte che costituivano *colli di bottiglia* e risolvendo interferenze con le linee MT) sia in stazioni Terna e su asset di soggetti terzi (razionalizzazione delle bobine a onde convogliate, sostituzione dei trasformatori di corrente o variazione del loro rapporto di trasformazione, sostituzione delle sbarre e degli elementi di montante). In tal modo, è stato possibile incrementare la capacità di trasporto su alcune sezioni critiche interne alle zone di mercato e di conseguenza massimizzare la produzione eolica, migliorare il dispacciamento delle aste idroelettriche e ottimizzare i vincoli di produzione imposti alle diverse unità. Ciò ha comportato un incremento nel dispacciamento delle fonti rinnovabili, una riduzione delle congestioni all'interno delle zone e un aumento della competizione sul mercato dei servizi.

133. Nell'ambito del *potenziamento del Sistema di Difesa*⁴, Terna ha asservito progressivamente un maggior numero di unità di produzione da fonti rinnovabili (per la quasi totalità eolico) alle logiche di teleseccato, installato nuove unità periferiche di monitoraggio (*UPDM - Unità Periferiche di Distacco e Monitoraggio, dispositivi di campo installati presso le stazioni Terna e le centrali di produzione che hanno il compito di acquisire segnali e telemisure ed eseguire i comandi impartiti dalle logiche*) e/o adeguato unità già esistenti, e ha implementato nuove logiche (e/o adeguato logiche esistenti) per il controllo della stabilità del SEN. Sono dunque stati realizzati interventi di sviluppo e implementazione sul Sistema Centrale di Difesa, oltre che interventi eseguiti in campo sugli impianti da fonti rinnovabili e sulle stazioni Terna: le evoluzioni così introdotte hanno consentito un controllo del SEN maggiormente integrato.
134. Un'altra linea di azione di Terna ha riguardato l'installazione di sistemi *Dynamic Thermal Rating (DTR)* su rete 400/220/150 kV, per massimizzare l'utilizzo degli asset delle direttrici di trasporto principali nel rispetto dei vincoli di sicurezza. Il sistema DTR consente una stima in tempo reale della capacità massima in corrente effettiva della linea, affiancandosi all'approccio standard di definizione dei limiti di portata degli elettrodotti basato sulle normative vigenti e differenziato fra periodo estivo e invernale. L'installazione del DTR consente in particolare di massimizzare l'utilizzabilità degli asset nel rispetto dei vincoli di progetto, attraverso la stima in tempo reale della capacità in corrente calcolata sulla base di una serie di misure locali, tra cui la temperatura del conduttore nelle campate considerate più critiche, le variabili meteo e i parametri elettrici della linea (configurazione e corrente transitante). La rilevazione puntuale della temperatura nelle campate critiche viene eseguita da un sensore agganciato al conduttore, mentre le variabili meteo vengono misurate da sensori installati sui sostegni; i valori rilevati sono inviati a un server centrale di Terna che elabora le informazioni ricevute al fine di ottimizzare la portata in corrente degli elettrodotti sulla base delle effettive condizioni termo-climatiche in cui le linee si trovano.
135. In particolare, durante il 2022 sono state portate avanti le seguenti azioni:

⁴ Il Sistema di Difesa di Terna è realizzato per proteggere la rete elettrica nazionale, contrastando gli eventi accidentali (guasti di elementi, fenomeni atmosferici, ecc.) tramite l'attuazione estremamente rapida di opportune azioni correttive (distacco carichi, distacco generatori, ecc.). Si tratta quindi di interventi automatici su evento, capaci di fronteggiare contingenze prevedibili, secondo logiche elaborate dal sistema centrale e memorizzate (armate) preventivamente negli apparati periferici, in modo da essere attuate istantaneamente su evento.

- installazione di sistemi DTR su n.12 linee (n. 7 linee 380kV, n. 2 linee 220kV, n. 3 linee 132/150kV);
- messa in esercizio dell'applicazione DTR su n.8 linee di trasmissione.

136. Sono inoltre in fase di sviluppo ulteriori applicazioni per il 2023:

- messa in esercizio dei sistemi DTR installati nel 2022 su n.4 linee 380kV;
- installazione e messa in esercizio di sistemi DTR su ulteriori n.12 linee di trasmissione.

137. Infine, sono stati eseguiti nell'ambito della categoria di interventi per la *risoluzione mirata dei limiti di portata* degli elementi di rete, numerosi interventi caratterizzati da tempistiche di realizzazione estremamente ridotte e da bassi costi. La portata di un elettrodotto è infatti determinata dal valore minimo tra la portata degli elementi di linea e dei componenti di stazione. In particolare, è stato effettuato uno *screening* su tutto il territorio nazionale teso a identificare i singoli elementi limitanti, che sono stati poi sistematicamente rimossi con azioni mirate e puntuali, per:

- risoluzione dei componenti limitanti in Stazioni Elettriche di Terna, agendo principalmente su sovrappasso sbarre, calata portale capolinea, apparecchiature AT di stazione (es. trasformatore di misura - TA, Interruttore, Sezionatore);
- risoluzione di interferenze con altre linee, in particolare linee MT interferenti con linee AT, linee 150-132 kV interferenti con linee a tensione superiore;
- rimozione dei componenti limitanti in impianti terzi, agendo su bobine onde convogliate viaggianti (OCV), variazione del rapporto o la sostituzione TA, o altre apparecchiature AT di impianto.

138. Terna ha sviluppato sistemi avanzati per il controllo dinamico in tempo reale dei transiti tra le zone di mercato e relative procedure per la gestione della sicurezza del SEN. In particolare, attraverso il monitoraggio delle indicazioni fornite da detti sistemi è possibile in alcuni casi superare i limiti di capacità di trasporto definiti per MGP seguendo le indicazioni descritte in procedure operative predisposte all'uopo per garantire sempre che qualunque azione dell'operatore sia condotta nel rispetto della sicurezza del SEN.

139. Si riporta lo schema di funzionamento del nuovo modello di gestione dinamica dei transiti tra zone di mercato introdotto da Terna. Lo schema, infatti, chiarisce come in assenza di violazioni dei sistemi deputati alla sicurezza in tempo reale (i.e. Sicurezza

N-1, DSA e WAMS) non sia necessario applicare alcuna manovra di dispacciamento rete e gruppi. Questo nuovo approccio consente in alcune condizioni di esercizio di poter superare i valori statici di capacità di trasporto definiti ex ante.

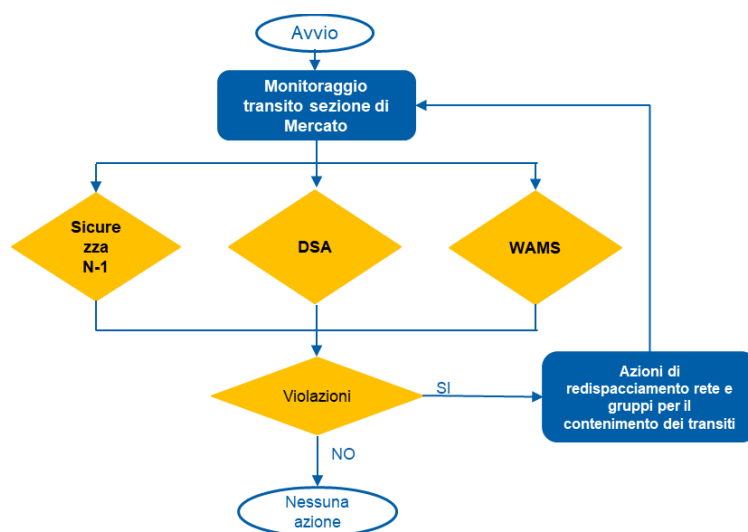


Figura 16 Schema di funzionamento per la gestione dinamica dei transiti in tempo reale

140. L'implementazione di tali interventi ha permesso non solo di incrementare i limiti tra le Zone di Mercato in tempo reale, ma anche di compiere un radicale cambiamento nella gestione operativa in tempo reale, con un passaggio da un dispacciamento cosiddetto "preventivo" ad un dispacciamento "correttivo", nel rispetto degli standard di sicurezza nell'esercizio del SEN.

8. Quarta area di intervento: Adeguamenti organizzativi e di processo

8.a. Nuovo modello operativo

141. La performance ed i risultati rappresentati nei punti precedenti relativamente ai volumi MSD su tutti i servizi, sono stati conseguiti anche attraverso l'introduzione di un nuovo modello operativo ed organizzativo per la gestione del dispacciamento da parte di Terna.
142. Oltre trecento persone hanno contribuito a ideare, progettare ed attuare lo sfidante programma che ha consentito di migliorare la gestione del sistema, riducendo il costo dei vari servizi approvvigionati tramite MSD. Sono state identificate oltre centoquaranta azioni di efficienza e circa cinquecento attività sottese, il cui monitoraggio costante affidato ad un apposito presidio che le pianifica e prioritizza sulla base degli esiti di modelli avanzati di simulazione delle efficienze di cui Terna si è dotata per la prima volta. Il modello di pianificazione e simulazione delle efficienze è applicato sia su orizzonte annuale per la definizione della baseline e del target di spesa (aggiornato su finestre mensili di ri-previsione), sia su base settimanale identificando la c.d. previsione operativa. Inoltre, attraverso il nuovo processo di Analisi Preventivo Consuntivo (APC), è stato introdotto un *modus operandi* basato sul *continuous improvement*, che consente di efficientare i processi, metodi e strumenti sulla base delle *lesson learned* individuate.
143. L'impegno, il coinvolgimento e l'intraprendenza di tutte le risorse hanno trasformato l'organizzazione in una "*Objective Driven Organization*", attraverso la diffusione e valorizzazione di una nuova cultura e dei processi di gestione e *performance management*.
144. Un ulteriore ambito d'indagine del nuovo programma operativo ha riguardato il nuovo modello organizzativo del Dispacciamento, che è stato avviato il primo ottobre 2021, e che introduce una visione integrata per la gestione in economia e sicurezza del SEN, dalla fase di programmazione delle risorse sul MSD fino al tempo reale. Un modello che, governando il sistema elettrico nella sua interezza senza più distinzioni fra rete primaria e rete secondaria e fra centro e territorio, supera la dimensione territoriale, diventando totalmente "per processo".
145. Dato il numero e la complessità dei nuovi processi introdotti nell'ambito del programma, si è reso necessario eliminare qualsiasi forma di discretizzazione nel processo di

ottimizzazione del mercato dei servizi, in modo tale da massimizzare l'efficienza sia in termini economici che, soprattutto, in termini di sicurezza. In particolare, Terna ha potenziato le sale del Centro Nazionale di Controllo e Market Operations, facendole evolvere verso un modello integrato, in grado di co-ottimizzare sia la sicurezza che l'economia del sistema nelle diverse fasi di mercato (mercato day-ahead, mercato intraday, bilanciamento, controllo in tempo reale).

146. Tale processo ha portato a una riorganizzazione delle risorse appartenenti anche alle sale distribuite sul territorio, con un forte rafforzamento del processo di coordinamento legato alla definizione dei vincoli da fornire in input all'algoritmo MSD. In particolare, è stato raddoppiato il numero degli operatori di sala in Sardegna e Sicilia ed affidata l'autonomia sia nella conduzione degli impianti di competenza, che nel controllo del sistema elettrico insulare.
147. Infine, uno sforzo specifico ha riguardato il potenziamento del servizio di reperibilità, introducendo oltre venti specifiche linee di reperibilità a supporto delle stesse sale – suddivise per tematiche – e coinvolgendo oltre cento tecnici specialisti come di seguito descritti.

8.b. Tool di pianificazione e simulazione delle efficienze

148. Il monitoraggio costante delle azioni effettuate da Terna per efficientare l'organizzazione, i processi ed i sistemi è stato affidato ad un apposito presidio che pianifica e prioritizza le azioni sulla base degli esiti di modelli avanzati di simulazione delle efficienze di cui Terna si è dotata per la prima volta. Il modello di pianificazione e simulazione delle efficienze è utilizzato sia su orizzonte annuale per la definizione della baseline e del target di spesa aggiornato su finestre mensili di riprevisione, sia su base settimanale determinando la c.d. previsione operativa.
149. Terna ha quindi implementato uno strumento che identifica e monitora le oltre centoquaranta azioni di efficienza e circa cinquecento attività sottese del 2022 che hanno consentito di ridurre il costo dei vari servizi approvvigionati tramite MSD nel rispetto degli standard di sicurezza. Il tool di simulazione e di pianificazione delle efficienze è costruito su due dimensioni, una *economica*, l'altra di *pianificazione*.
150. Con riferimento alla *dimensione economica*, la valutazione delle azioni si effettua mediante un'analisi puntuale degli effetti combinati delle stesse sui mercati, superando

il principio di sovrapposizione degli effetti tra le azioni che, sommate singolarmente, potrebbero condurre ad una sovrastima dei benefici attesi. Inoltre, tale modello consente di ottimizzare anche la dimensione di pianificazione e quindi la prioritizzazione delle azioni. Il processo di alimentazione dello strumento prevede in primo luogo l'identificazione del livello di spesa atteso su base annuale e delle principali voci di costo. Successivamente, la previsione di spesa annuale è riaggiornata alla luce delle evidenze di esercizio maturate e dei cambiamenti delle condizioni al contorno, per identificare criticità non catturate precedentemente ed attivare opportune azioni correttive. Da un punto di vista metodologico, il modello coniuga un approccio simulativo con un approccio analitico, ottenendo le previsioni di spesa su ogni singolo servizio e sotto-servizio MSD. Si segue in questo modo un approccio ad albero MECE (i.e. Mutually Exclusive and Collectively Exhaustive) che permette di identificare la totalità del perimetro azioni sotto controllo.

151. Con riferimento alla dimensione di pianificazione, lo strumento prevede la possibilità di visualizzare tutte le finestre mensili di riprevisione, comparabili tra di loro, e di monitorare le azioni in termini di realizzazione, in funzione del loro "status" (es. analisi, design, implementazione, esercizio). Ciascuna azione è ulteriormente suddivisa in attività, mappata su una struttura ad albero e codificata ai fini di un monitoraggio efficace secondo un approccio duale che unisce le metodologie di work breakdown structure (WBS) ed organizational breakdown structure (OBS). La WBS consiste nel suddividere un progetto in componenti più gestibili e organizzati secondo servizio MSD (su cui le azioni generano efficienza), mentre l'OBS aiuta a identificare le relazioni gerarchiche all'interno della struttura ad albero. Unendo queste due metodologie, è possibile ottenere una panoramica dettagliata delle attività da svolgere e delle risorse coinvolte, semplificando il monitoraggio delle azioni nel tempo, identificare eventuali ritardi e la presa di decisioni tempestive per raggiungere gli obiettivi del progetto. Il monitoraggio nel tempo di tutte le azioni è effettuato con cadenza mensile attraverso le **release**: un insieme coerente di procedure/processi, tecnologie, sistemi, modelli e metodi, in grado di rilasciare progressivamente una certa quantità di efficienza complessiva.
152. Le due dimensioni, economica e di pianificazione, appena descritte convergono in maniera integrata su diverse viste tra cui quelle di *target*, *actual* e *forecast* permettendo così di valutare l'evoluzione nel tempo del contributo di ogni singola azione al

raggiungimento dell'efficienza complessiva e di definire, come anticipato, le priorità di implementazione delle stesse.

8.c. Reperibilità specialistica e nuove figure introdotte nel modello operativo

153. Un impegno specifico ha riguardato il servizio di reperibilità, potenziato con l'obiettivo di individuare delle specifiche linee di reperibilità - suddivise per tematiche - per supportare le stesse Sale: sono state definite oltre 20 tipologie di reperibilità presenti nel Supporto Operativo Sale che vedono coinvolti oltre 100 specialisti reperibili.

Il sistema Supporto Operativo alle Sale (S.O.S.) è infatti uno dei numerosi strumenti abilitanti del nuovo modello operativo DSC. Gli operatori di Sala possono in questo modo effettuare delle scelte di esercizio finalizzate al conseguimento di efficienza sul MSD attraverso la disponibilità di ulteriori informazioni utili ai fini della sicurezza del SEN rese disponibili dal personale specialistico attivato a supporto.

154. Terna ha fatto leva sulle competenze specialistiche interne per accompagnare il cambiamento dei processi, dei sistemi e della struttura organizzativa, favorendo l'efficienza dei processi operativi.
155. Tra le nuove figure del processo introdotte è presente un Dirigente Reperibile direttamente coinvolto nelle decisioni riguardanti la chiusura del programma giornaliero MSD1 e nelle valutazioni delle conseguenti azioni (i.e. nell'*escalation* verso il *management*). Parimenti, è stata anche introdotta la figura dei Manager in Charge of Operation, che interagiscono con gli operatori delle Sale per i processi relativi, alle valutazioni sui Vincoli a Rete Integra, Vincoli a Rete Non Integra, Congestioni e trasmettendo al management il resoconto dell'esercizio del periodo notturno.

8.d. Rinforzo delle Sale e processo di coordinamento unico della sicurezza

156. È stato rafforzato il processo di coordinamento unico della sicurezza tra le Sale CNC e CCT per il dimensionamento dei vincoli da fornire in input all'algoritmo MSD e i flussi informativi verso la Sala Market Operation.
157. A supporto del nuovo processo, è stata realizzata una riorganizzazione delle risorse appartenenti alle Sale Controllo CCT e CNC e alla Sala Mercato. In particolare, è stato raddoppiato il numero degli operatori delle isole ed aumentata la loro autonomia sia nella conduzione degli impianti di competenza delle isole che nel controllo del loro sistema elettrico. Inoltre, il profilo di *multiskill* (controllo e conduzione) è stato esteso

all'80% degli operatori territoriali. L'aumento del personale ha interessato 26 operatori tra Sala MO e Sale Controllo Sicilia e Sardegna.

8.e. Analisi Preventivo Consuntivo

158. Un altro importante processo introdotto per promuovere un modello di *continuous improvement* è l'Analisi Preventivo-Consuntivo (APC), intesa come strumento attraverso cui identificare scostamenti tra l'esercizio previsto e quello consuntivato, con specifico riferimento alla economicità e alla sicurezza della gestione del sistema elettrico, identificando potenziali ambiti di miglioramento.
159. In particolare, l'attività APC, partendo dallo studio delle fenomenologie sperimentate in tempo reale, è finalizzata a creare una catena di retroazione volta al miglioramento continuo dei sottoprocessi di dispacciamento, mirando ad identificare possibili azioni (in termini di processi o strumenti) di miglioramento che, messe in campo per il futuro, consentano di anticipare eventuali criticità non intercettate in fase di analisi preventiva o efficientare ulteriormente le scelte intraprese.
160. L'output di APC consente di effettuare considerazioni e collezionare evidenze e ritorni di esperienza (c.d. *lessons learned*) che sono successivamente utilizzati come input nell'ambito dei processi di Dispacciamento e Conduzione. L'attività APC è un processo continuo, i cui risultati vengono normalmente condivisi con cadenza settimanale oppure *on demand* in caso di scenari/eventi di rete di interesse particolare. Il processo APC permette di identificare le cause alla base del fenomeno di esercizio più rilevanti ponendo l'attenzione sulla opportunità di miglioramento.

9. Quantificazione del premio nel primo anno di incentivazione

161. La Delibera prevede che, per la definizione del valore di riferimento (del costo di dispacciamento) a cui riferirsi per la valutazione della performance di Terna, sia necessario introdurre opportune forme di sterilizzazione degli effetti delle variabili che non dipendono dall'operato di Terna:

- Sterilizzazioni ex ante (definite prima dell'anno oggetto di incentivazione) - determinazione dell'impatto sul MSD del mercato della capacità e degli interventi già oggetto dell'incentivazione di cui alla deliberazione 699/2018/R/eel, nonché l'impatto sull'essenzialità;
- Sterilizzazioni ex post (definite dopo l'anno oggetto di incentivazione) - determinazione dell'impatto di variabili esogene, quali, ad esempio, l'effetto della variazione del prezzo delle commodity sul costo del MSD.

Le sterilizzazioni ex ante consentono di definire la Baseline iniziale; le ulteriori sterilizzazioni ex post consentono di determinare la Baseline finale.

9.a. Definizione della baseline iniziale e relative sterilizzazioni

162. Il costo effettivo per il 2019 è risultato pari a 2.509 mln€.

163. Per la determinazione della Baseline iniziale a partire dal costo effettivo 2019, devono essere sottratti gli effetti del mercato della capacità e degli interventi già oggetto di incentivazione ai sensi della deliberazione 699/2018/R/eel (cd. Incentivi intrazonali). L'effetto combinato delle due sterilizzazioni determina una riduzione dei costi MSD 2019 – ai fini della determinazione della Baseline iniziale - pari a 223 mln€.

164. Inoltre, per quantificare la Baseline iniziale, occorre considerare l'impatto della risoluzione, a partire dal 2022, dell'essenzialità degli impianti di Brindisi Sud (Enel Produzione) e di Modugno (essenzialità già risolta nel 2021), quantificabile in ulteriori 240 mln€, da sottrarre al costo effettivo 2019 poiché legata agli effetti degli Incentivi intrazonali. Infine, deve essere sottratta anche la variazione dei costi dei contratti essenzialità, relativa alla riduzione per azioni non imputabili a Terna, tra 2022 e 2019,

dei premi annui degli impianti essenziali che hanno aderito al regime alternativo di cui al comma 65bis della delibera n. 111/06, per un ulteriore importo di 41 mln€.

165. Conseguentemente, applicando quanto descritto ai precedenti punti ai costi effettivi del 2019 (2.509 mln€), l'Autorità ha definito il valore della Baseline iniziale, pari a 2.005 mln€.

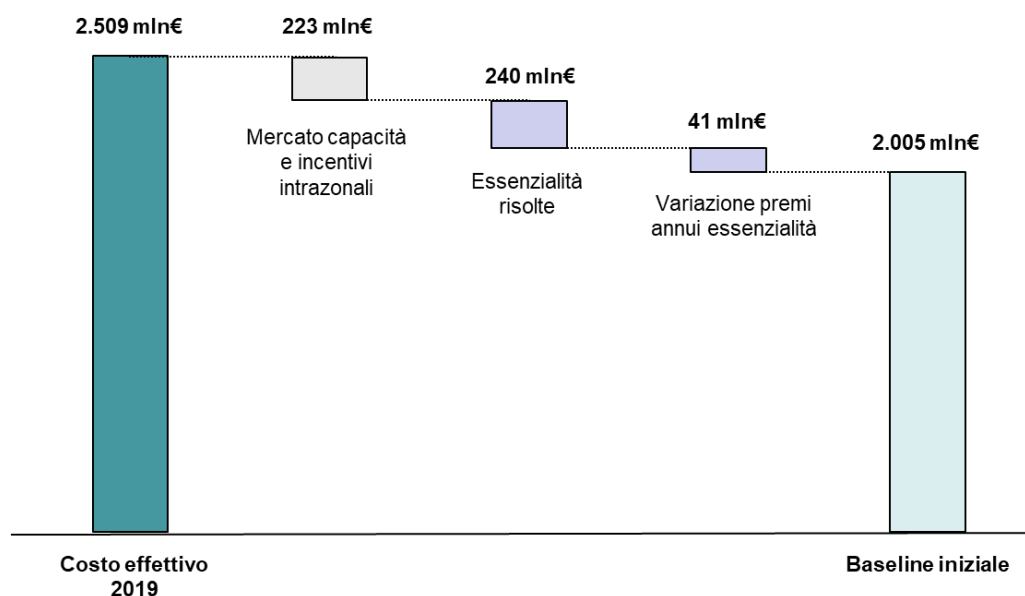


Figura 17 Calcolo Baseline iniziale

9.b Definizione della baseline finale e calcolo del premio

166. La Delibera prevede che la Baseline iniziale venga ulteriormente modificata al termine dell'anno incentivato per tener conto di quei fattori che, pur influenzando la spesa per il dispacciamento del sistema elettrico, sono fuori dal controllo di Terna, ottenendo così la Baseline finale.
167. In particolare, nei prossimi punti, vengono definiti e calcolati i fattori da sterilizzare ai sensi della Delibera per la determinazione della Baseline finale.
168. La Sterilizzazione dell'effetto "materie prime" è applicata per tener conto sia della relazione tra costo delle materie prime e prezzi offerti sul MSD (1), che dell'applicazione di una soglia (2), pari a 70 milioni di euro, alla variazione del margine *sell-buy* tra l'anno incentivato e l'anno di riferimento. L'utilizzo delle formule presenti nel capitolo 2 dell'allegato B alla Delibera consente di determinare: (1) il valore della sterilizzazione

per materie prime, pari a 1.719 milioni di euro, (2) il valore della sterilizzazione della variazione del margine *sell-buy*, pari a -229 milioni di euro. Applicando la soglia definita nel medesimo capitolo (70 milioni di euro) di ottenere il valore di -159 milioni di euro.

169. La sterilizzazione variazione copertura sbilanciamento (3) evita che una differente copertura delle quantità utilizzate da Terna per bilanciare il sistema tra l'anno incentivato e l'anno di riferimento porti ad una indebita valorizzazione del premio/penalità. In particolare, l'applicazione delle formule presenti nel capitolo 3 dell'allegato B alla Delibera consente di determinare il valore di tale sterilizzazione, pari a 830 milioni di euro.

170. La sterilizzazione dell'effetto "carico residuo" (4) considera la differente relazione, tra l'anno incentivato e l'anno di riferimento, tra basso carico residuo e alti costi per vincoli a rete integra. L'applicazione delle formule presenti nel capitolo 4 dell'allegato B alla Delibera consente di determinare il valore di tale, pari a -39 milioni di euro.

171. La sterilizzazione "variazione costi essenzialità" (5) compensa la variazione, tra l'anno di riferimento e l'anno incentivato, dei costi degli impianti essenziali ammessi al reintegro dei costi, per azioni non imputabili a Terna. L'applicazione delle formule presenti nel capitolo 5 dell'allegato B alla Delibera consente di determinare il valore di tale sterilizzazione, pari a -9 milioni di euro.

172. Nella figura successiva si riporta il processo di definizione della Baseline finale:

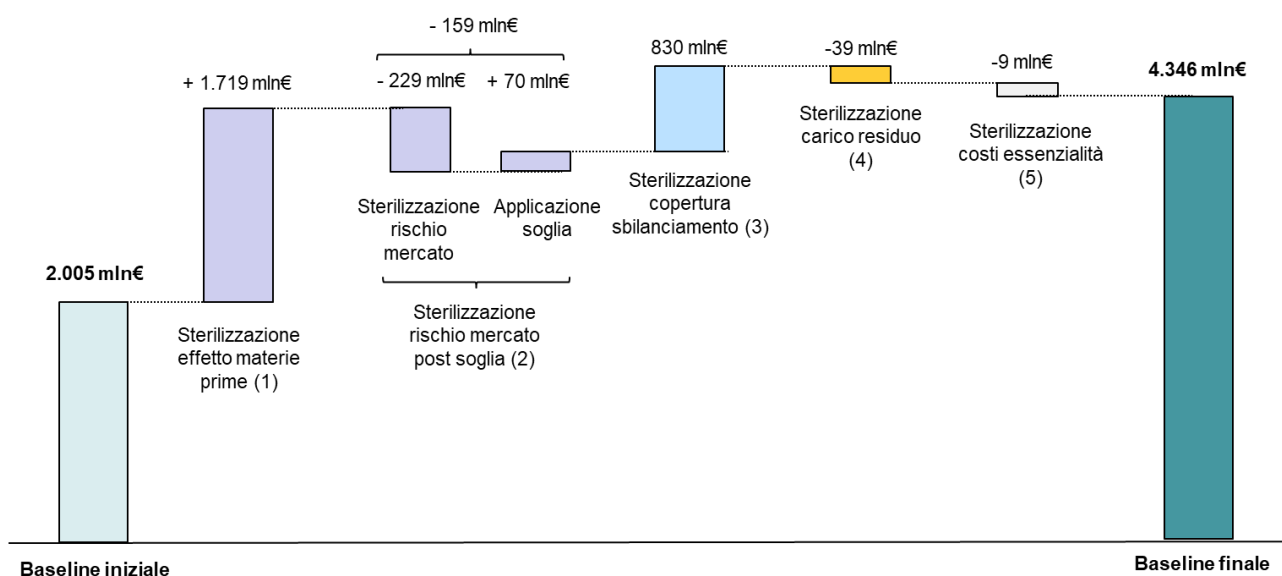


Figura 18 Calcolo Baseline finale

L'applicazione delle formule definite nell'allegato B alla Delibera consente di definire il valore della Baseline finale, pari a 4.346 milioni di euro (arrotondamento all'intero più vicino).

173. Ai fini del calcolo del premio spettante a Terna, il valore della Baseline finale (4.346 milioni di euro) deve essere confrontato con il costo effettivo dell'anno incentivato. Per il 2022, tale costo è quantificabile in 2.137 milioni di euro (arrotondamento all'intero più vicino).

174. Applicando, quindi, la metodologia definita in Delibera, il valore della Baseline finale risulta pari a 4.346 milioni di euro (4.346.467.822 €); confrontando tale valore con i costi effettivi del 2022, pari a 2.137 milioni di euro (2.136.525.902 €), il risparmio sulla base del quale deve essere valorizzato il premio spettante a Terna per l'anno 2022 risulta pari a 2.210 milioni di euro (2.209.941.920 €); conseguentemente, il premio spettante a Terna per il 2022 è pari a 796 milioni di euro (795.579.091 €).

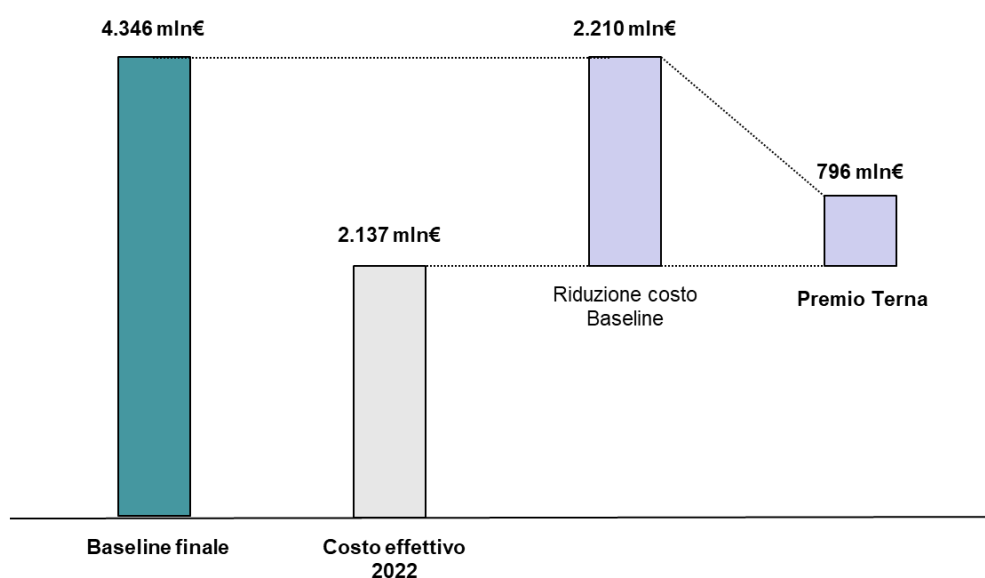


Figura 19 Calcolo premio Terna

175. Si specifica che:

- a. per la sterilizzazione dell'effetto materie prime (1), si utilizzano i prezzi strike, nonché i valori delle commodity, calcolati sulla base della delibera dell'Autorità 363/2019 e ss.mm.ii. ed utilizzati per la fatturazione agli operatori del corrispettivo variabile del mercato della capacità;

- b. per le sterilizzazioni della variazione del margine *sell-buy* (2) e della copertura dello sbilanciamento (3), quantità e prezzi accettati sul MSD sono gli stessi utilizzati per le fatturazioni verso gli operatori;
- c. per la sterilizzazione del carico residuo (4), i valori utilizzati sono relativi alle consuntivazioni di esercizio disponibili nell'applicativo dedicato al bilancio energetico;
- d. per la sterilizzazione dei costi dell'essenzialità (5), i valori utilizzati sono, con riferimento ai contratti, gli stessi utilizzati per la fatturazione delle relative partite economiche e, con riferimento agli impianti ammessi al reintegro dei costi, stimati sulla base della Metodologia.

10. Conclusioni

176. Le azioni messe in campo da Terna nel corso del 2022 hanno permesso di ridurre significativamente i costi relativi ai servizi approvvigionati sul MSD; in particolare, tali costi sono risultati pari a 1.190 milioni di euro nel 2022, rispetto ai 1.765 milioni di euro del 2019 (2.146 mln€ nel 2020 e 2.085 mln€ nel 2021).
177. Tale risultato risulta ancor più rilevante alla luce dell'incremento registrato nei prezzi offerti dagli operatori sul MSD che, dal 2019 al 2022, sono più che raddoppiati; in particolare, la differenza tra il prezzo delle offerte accettate a salire e quelle accettate a scendere - che rappresenta la misura effettiva del costo unitario del mercato dei servizi, i.e. differenziale di prezzo *sell-buy* - è passata da 109 €/MWh del 2019 a 237 €/MWh del 2022.
178. Tale contrazione è quindi ascrivibile ad una riduzione delle quantità approvvigionate da Terna sul mercato dei servizi; infatti, grazie alle azioni di efficientamento introdotte nel corso del 2022, Terna ha ridotto del 65% le movimentazioni per Servizi rispetto al 2019, passando da 15,7 TWh a 5,5 TWh.
179. Il beneficio per il sistema delle azioni di efficientamento introdotte da Terna e della conseguente riduzione delle quantità movimentate per servizi è quantificabile in quasi 5 miliardi di euro, considerando che nel 2022 (anche tenendo conto dell'effetto dei compensatori sincroni oggetto degli incentivi interzonal), in assenza delle azioni di efficientamento, il costo MSD per servizi, valorizzando le quantità "risparmiate" al differenziale di prezzo marginale *sell-buy*, sarebbe stato superiore a 6 miliardi di euro. Le azioni di Terna hanno quindi determinato un risparmio per il sistema ancora maggiore se si considera che valorizzare tutte le quantità "risparmiate" al differenziale di prezzo marginale *sell-buy* rappresenta una sottostima del beneficio, poiché ipotizza implicitamente di avere offerte su MSD infinite a quel determinato prezzo.
180. Le sterilizzazioni individuate dalla Delibera e che consentono la definizione della Baseline finale - riferimento rispetto a cui viene calcolato il premio/penalità per Terna - prevedono che le quantità "risparmiate" per servizi grazie alle azioni di efficienza introdotte da Terna, vengano valorizzate al differenziale di prezzo medio (e non al differenziale di prezzo marginale, quindi sottostimando gli effetti) *sell-buy*.

181. Applicando, quindi, la metodologia definita in Delibera, il valore della Baseline finale risulta pari a 4.346 milioni di euro; confrontando tale valore con i costi effettivi del 2022, pari a 2.137 milioni di euro, il risparmio sulla base del quale deve essere valorizzato il premio spettante a Terna per l'anno 2022 risulta pari a 2.210 milioni di euro; conseguentemente, il premio spettante a Terna per il 2022 è pari a 796 milioni di euro.

Appendice 1 - Principali interventi attuati nel corso del 2022

Prima area di intervento: Regolazione della tensione

a. Innovazione nell'utilizzo degli assetti di rete esistenti

Sono stati effettuati studi specialistici e test reali per valutare l'efficacia e la sicurezza degli assetti di rete strategici (es. variazioni topologiche e tap staggering) poi confluiti all'interno della *Libreria degli Assetti Strategici* della *Piattaforma per il Dispacciamento*.

b. Nuovo processo e tecnologie per il dimensionamento dei vincoli di rete

Si è proceduto a definire un modello *seamless* per il dimensionamento dei vincoli a rete integra supportato dalla graduale implementazione dei moduli e sotto-moduli della *Piattaforma per il Dispacciamento* descritti nel presente documento.

c. Installazione di nuovi mezzi di compensazione

È proseguita la prioritizzazione e l'accelerazione dell'entrata in esercizio sulla rete di nuovi mezzi di compensazione, già previsti dai Piani di Sicurezza precedentemente definiti: Reattori, Compensatori e STATCOM.

Seconda area di intervento: Gestione delle riserve

a. Revisione dell'algoritmo MSD e nuova modalità di gestione nell'approvvigionamento delle riserve

Sono state apportate delle modifiche all'algoritmo MSD e messa in campo una nuova strategia nell'approvvigionamento delle riserve che considera la possibilità di effettuare le selezioni più a ridosso del tempo reale (sfruttando le informazioni più aggiornate) garantendo sempre il mantenimento degli standard di sicurezza.

b. Nuovo previsore del Fabbisogno

Sono stati sviluppati nuovi algoritmi per il miglioramento delle previsioni del Fabbisogno. I previsori prevedono un orizzonte temporale di previsione fino a 14 giorni, una risoluzione temporale di 15 min, intervalli di predizione e dati meteo in *nowcasting* a copertura degli orizzonti di tempo now-H+4.

c. Modifiche al processo di dimensionamento e approvvigionamento delle riserve

Nei primi mesi del 2022, è stato studiato ed efficientato il processo alla base della definizione del fabbisogno di riserva terziaria.

d. Annullamento fabbisogno di riserva pronta

È stato annullato il fabbisogno di riserva pronta, tramite una serie di azioni volte a minimizzare la frequenza di attivazione delle risorse per la fornitura di tale riserva.

Terza area di intervento: Congestioni

a. Interventi mirati per risoluzione dei limiti di portata

È stata incrementata la capacità di trasporto su alcune sezioni critiche interne alle zone di mercato, effettuando interventi su linee 380/220 kV e 132/150 kV, sostituendo tratte che costituivano *colli di bottiglia* e risolvendo interferenze con le linee MT, e apparecchiature di stazione, ad esempio razionalizzando delle bobine a onde convogliate, sostituzione dei trasformatori di corrente o variazione del loro rapporto di trasformazione, sostituzione delle sbarre e degli elementi di montante.

b. Installazione di dispositivi di Dynamic Thermal Rating sulle linee

Nel 2022, si è passati da una misura puntuale a una misura estesa di applicazione della sensoristica DTR su rete 380/220 kV le cui informazioni fornite sono state integrate nei sistemi Terna.

c. Gestione dinamica dei limiti di transito

Sono stati sviluppati sistemi avanzati per il controllo dinamico in tempo reale dei transiti tra le zone di mercato e relative procedure per la gestione della sicurezza del SEN. In particolare, attraverso il monitoraggio delle indicazioni fornite da detti sistemi è possibile in alcuni casi superare i limiti di capacità di trasporto definiti per MGP seguendo le indicazioni descritte in procedure operative predisposte all' uopo per garantire sempre che qualunque azione dell'operatore sia condotta nel rispetto della sicurezza del SEN.

Quarta area di intervento: Adeguamenti organizzativi e di processo

a. Proseguimento della trasformazione verso una “Objective Driven Organization”

È stata trasformata l'organizzazione in una “*Objective Driven Organization*” attraverso la diffusione e valorizzazione di una nuova cultura e dei processi di gestione e misura delle prestazioni in ottica di *continuous improvement*.

b. Nuovo modello operativo del Dispacciamento

È stata effettuata una revisione organizzativa basata su un modello operativo *seamless* per la gestione in economia e sicurezza del SEN dalla fase di programmazione delle risorse sul MSD fino al tempo reale

c. Potenziamento del servizio di reperibilità

È stato effettuato uno sforzo specifico per potenziare il servizio di reperibilità, con l'obiettivo di individuare delle specifiche linee di reperibilità - suddivise per tematiche - per supportare le stesse Sale: oltre 20 tipologie di reperibilità che vedono coinvolti oltre 100 specialisti reperibili.

d. Introduzione di un nuovo processo di Analisi Preventivo-Consuntivo (APC)

Un nuovo processo introdotto per promuovere un modello di *continuous improvement* è l'Analisi Preventivo-Consuntivo (APC), intesa come strumento attraverso cui identificare scostamenti tra l'esercizio previsto e quello consuntivato, con specifico riferimento alla economicità e alla sicurezza della gestione del sistema elettrico, identificando potenziali ambiti di miglioramento.

Appendice 2 - Principali interventi previsti per il 2023

Di seguito si riporta, per categorie di intervento, le azioni che Terna ha pianificato per 2023.

Prima area di intervento: Regolazione della tensione

a. Miglioramenti alla Piattaforma per il Dispacciamento e nuovi sistemi

È prevista l'introduzione di nuove funzionalità sulla Piattaforma per il Dispacciamento per migliorare il modulo VRI: es. Gestione avarie, Cambio logica popolamento assetti N (Widget Sintesi della Sicurezza N, Parametri di soglia personalizzabili, Sintesi della Sicurezza). Tale evoluzione consentirà di efficientare ulteriormente il processo di definizione delle unità di produzione necessarie ai fini del controllo dei profili di tensione.

b. Introduzione di nuovi mezzi di compensazione potenza reattiva

Gli elementi di rete la cui entrata in esercizio è prevista entro il 2023, che offrono (anche) un contributo in termini di regolazione di tensione, hanno in primo luogo finalità funzionali alla predisposizione della rete all'esercizio in sicurezza negli scenari della transizione ecologica.

Seconda area di intervento: Gestione delle riserve

a. Nuovo previsore fotovoltaico, eolico e idroelettrico-fluente

È prevista l'implementazione di nuovi algoritmi per la previsione del fotovoltaico, dell'eolico e idroelettrico fluente. Tali algoritmi consentiranno di definire con maggiore accuratezza la variazione della produzione eolica e idroelettrica fluente nel tempo, rendendo possibile la copertura dal rischio di una errata previsione di entrambe queste fonti grazie ad una stima della distribuzione degli errori. Grazie a tali sviluppi, che si uniranno a quelli realizzati nel corso del 2022 per il fabbisogno, sarà possibile dimensionare la riserva tenendo conto, in maniera coordinata, delle incertezze associate a ciascuna componente. Infatti, la propagazione di tali incertezze consentirà di efficientare il dimensionamento di riserva rispetto a quanto si otterrebbe considerando i singoli contributi delle variabili richiamate nel calcolo del fabbisogno residuale in maniera indipendente.

b. Dimensionamento Riserva Terziaria e utilizzo secondaria e terziaria

È prevista l'implementazione di una nuova funzionalità, che consentirà di efficientare l'attivazione concomitante di riserva secondaria e terziaria, caratterizzate da tempi e

modalità di attivazione differenti, migliorando l'interazione tra le due riserve e riducendo il rischio di contro-modulazioni legate ai differenti tempi di attivazione.

È infine previsto l'approvvigionamento della riserva secondaria in maniera asimmetrica che, aprendo alla possibilità di approvvigionare quantitativi diversi tra le due semi-bande di regolazione (salire e scendere) garantirà un maggiore efficientamento del processo di selezione delle risorse (si pensi al caso in cui, per garantire una determinata semi-banda a scendere, viene approvvigionata una semi-banda a salire identica anche se non necessaria), nonché una maggiore competitività del servizio dovuta a un numero maggiore di risorse che lo possono fornire.

c. Dimensionamento Riserva Secondaria (aFRR)

È previsto il completamento di una metodologia in grado di prevedere le distribuzioni delle attivazioni di riserva secondaria, con definizione temporale al minuto, a partire dai valori orari di un dataset di variabili scelte quali il carico e la previsione di produzione da fonti rinnovabili (eolico e fotovoltaico). Il tool è in grado quindi di ottimizzare il dimensionamento della Riserva Secondaria (aFRR) calcolando i quantili di aFRR per tutti i 60 minuti di una determinata ora, riuscendo a catturare la correlazione tra i diversi minuti nella stessa ora e la dipendenza del trend di attivazione dalla rampa del carico residuo.

Terza area di intervento: Congestioni

a. Interventi mirati per risoluzione dei limiti di portata

È previsto il proseguimento delle attività di rimozione delle limitazioni all'incremento dei limiti di trasposto degli asset.

b. Installazione di dispositivi di DTR su linee di trasmissione

È previsto il proseguimento delle attività di installazione di sensori DTR su ulteriori linee di trasmissione della RTN.