

Rapporto di sintesi alle osservazioni ricevute in fase di consultazione dell'Allegato A.76 del Codice di rete sulla proposta della metodologia per la valutazione per l'indicatore di resilienza della Rete di Trasmissione Nazionale

Nel presente documento si riportano le controdeduzioni Terna in risposta alle osservazioni pervenute dai soggetti interessati nell'ambito della consultazione della metodologia per la valutazione per l'indicatore di resilienza della rete di trasmissione nazionale.

Per semplicità espositiva, le osservazioni ricevute e i riscontri Terna sono state raggruppate nei seguenti aspetti:

- A. Aspetti di carattere generale
- B. Analisi climatiche
- C. Analisi Vulnerabilità
- D. Analisi Topologia Rete

A. Aspetti di carattere generale

1. Si chiede di allargare l'analisi per definire la metodologia dell'indicatore di resilienza della RTN anche ad altre forme di eventi estremi, quali alluvioni, frane, smottamenti, corrosione salina, ondate di calore **(OPERATORE 1)**

La metodologia per individuare i benefici di incremento della resilienza della RTN è stata inizialmente applicata agli eventi meteorologici che hanno determinato, con più intensità e frequenza, un impatto sugli elementi della RTN (vento e ghiaccio-neve) ma è stata definita per essere replicabile a differenti minacce meteorologiche variando adeguatamente parametri di input e modellizzazione dei fenomeni (es: mappe climatiche previsionali e modello di vulnerabilità). Terna ha intenzione di estendere l'applicazione della metodologia anche ad altri fenomeni meteorologici estremi, investigando in primo luogo i fenomeni che comportano disservizi a causa del dissesto idrogeologico (frane, alluvioni, esondazioni) ed in seguito quelli correlati all'inquinamento salino.

2. Si chiede conferma se le varie strategie di mitigazione comprenderanno le sole linee aeree o anche le apparecchiature di stazione **(OPERATORE 2)**

La metodologia attualmente sviluppata si applica alle minacce vento e ghiaccio-neve, il cui accadimento comporta effetti principalmente sulle linee aeree. Pertanto, anche le soluzioni individuate per mitigare o risolvere le criticità evidenziate riguardano, ad oggi, le sole linee aeree.

Tuttavia, l'estensione della metodologia ad altri eventi meteorologici severi potrebbe rendere necessario l'individuazione di tipologie di intervento anche con riferimento alle apparecchiature di stazione. A titolo esemplificativo, è possibile citare l'adozione di barriere o di basamenti rialzati per i dispositivi di stazione nel caso di alluvioni, oppure la sostituzione degli isolatori installati con altri a prestazioni più elevate per quanto concerne l'inquinamento salino.

3. Si ritiene che il documento di consultazione vada completato riportando le diverse soluzioni che Terna ha già definito o sta sperimentando o prevede di sperimentare per mitigare gli impatti delle raffiche di vento e del manicotto di ghiaccio. **(OPERATORE 1)**

Il documento metodologico descrive i principali passaggi per l'identificazione del beneficio legato all'incremento della resilienza. Nella sezione introduttiva sono state elencate le 3 macrocategorie di interventi che possono essere implementati per incrementare la resilienza della RTN (interventi di natura preventiva, di ripristino e di monitoraggio) con un focus sugli interventi preventivi di tipo infrastrutturale che

consentono di incrementare la resilienza delle porzioni di rete potenzialmente più soggette ad eventi climatici severi come ad esempio la realizzazione di nuove linee in cavo e/o la magliatura in cavo di porzioni di rete.

Ulteriori tipologie di interventi per l'incremento della resilienza riguardano:

- › gli interventi preventivi di mitigazione quale l'installazione degli antirotazionali, dei distanziatori interfascici, dei carichi zavorra ed il taglio piante;
- › gli interventi per ridurre il tempo di ripristino del disservizio, quali ad esempio l'installazione delle protezioni con richiusura lenta automatica, la motorizzazione dei sezionatori su palo, la dotazione di apparecchiature di comunicazione per le squadre intervento e l'acquisto di veicoli per le situazioni di emergenza;
- › gli interventi di monitoraggio, a supporto sia delle attività preventive che di ripristino; in tale contesto rientrano anche i progetti volti all'utilizzo dell'infrastruttura esistente di Terna per la raccolta ed il trasporto dei dati ambientali a supporto della resilienza fisica e del controllo della rete.

Inoltre, sono in fase di studio e di sperimentazione azioni innovative per la mitigazione del fenomeno *wet snow*, quali, ad esempio, l'utilizzo di materiali idrofobici o meccanismi di riscaldamento dei conduttori mediante iniezioni in corrente continua, nonché nel monitoraggio e nell'identificazione di soluzioni relative ad altri fenomeni ambientali, quali, ad esempio, l'inquinamento salino e la corrosione degli asset elettrici.

4. Si chiede di rappresentare nel documento di consultazione un caso pratico di linea aerea su cui applicare la metodologia dell'indicatore di resilienza (**OPERATORE 1**)
Gli esempi applicativi, non essendo parte integrante dell'approccio metodologico non sono stati inseriti direttamente nell'Allegato A76 del Codice di Rete ma, al fine di facilitare la comprensione della metodologia, sono stati presentati durante il webinar pubblico e il relativo materiale è disponibile sul sito Terna al seguente link <https://www.terna.it/it/sistema-elettrico/codici-rete/consultazioni-operatori>.
5. Si considera importante che i valori dei Tempi di Ritorno (TR) associati alle disalimentazioni delle Cabine Primarie (CP) siano resi disponibili da Terna per singola minaccia climatica, e separatamente fra effetti diretti e indiretti. Pertanto si chiede conferma che la metodologia di Terna consenta di mantenere distinti tali TR. I distributori considerano separatamente le minacce legate al fenomeno della caduta piante ed alla formazione del manicotto di neve umida (**OPERATORE 3**)
Come descritto nel paragrafo 2.3, il TR del disservizio delle campate e delle linee è calcolato separatamente per ogni minaccia meteo e singolarmente per effetti diretti ed indiretti.
Al contrario, nell'ambito del processo di contingency analysis (load flow, cascading failure...) finalizzato alla quantificazione del rischio di disalimentazione degli impianti connessi alla RTN, l'infrastruttura di trasmissione viene analizzata per singola minaccia meteo ma considerando in input il TR minimo del disservizio delle linee tra effetti diretti e indiretti. Tale scelta è coerente con il fatto che uno stesso evento meteorologico (es. vento sostenuto) può essere responsabile simultaneamente di guasti sulle linee sia per effetti diretti che indiretti.

Pertanto, per gli impianti connessi alla RTN, Terna ha disponibile il TR della disalimentazione differenziato per minaccia meteo (vento e ghiaccio-neve) ma non per tipologia di effetto (diretto e indiretto).

Terna, comunque, al fine di garantire e facilitare il coordinamento dei piani di lavoro per l'incremento della resilienza della rete tra gli operatori di rete, si rende disponibile a valutare le migliori modalità di coordinamento e condivisione dei dati necessari a supporto delle analisi della resilienza e della definizione dei rispettivi piani.

B. Analisi climatiche

1. Si è notato che le elaborazioni di proiezioni climatiche utilizzate da Terna hanno una risoluzione di lato 4 km, mentre i distributori sono propensi ad utilizzare il modello MERIDA quando RSE lo renderà disponibile, con passo di maglia di 1 km, per avere una migliore approssimazione sia dei dati meteorologici che dell'orografia sottesa al modello, almeno sulle zone di montagna che sono le più critiche. Questo consentirebbe di approssimare meglio le condizioni atmosferiche delle profonde valli alpine, tipicamente percorse dalle linee MT (**OPERATORE 3**)

Una modellizzazione della minaccia climatica con una risoluzione spaziale di 4x4 km è stata ritenuta adeguata per analizzare in maniera esauriente e realistica i potenziali impatti derivanti da eventi meteorologici severi sulla RTN. Ciò soprattutto in ragione dell'estensione e delle caratteristiche tecniche delle infrastrutture di trasmissione, caratterizzate talvolta da campate che possono raggiungere lunghezze dell'ordine del km.

Si evidenzia inoltre che il modello di vulnerabilità sviluppato per l'infrastruttura di trasmissione consente di definire le azioni sui singoli componenti della linea tenendo conto delle caratteristiche del territorio in cui si inserisce l'asset, effettuando di fatto un down scaling dei dati climatologici a livello dei singoli componenti. In particolare, le sollecitazioni di eventi meteorologici impattanti sono calcolate considerando l'orografia del territorio, la presenza di rugosità del terreno e, in particolare, la quota dei singoli componenti al fine di valutare in maniera più accurata e realistica possibile sia le variabili di stress per singolo componente sia l'interazione tra la linea e l'ambiente circostante.

La risoluzione 4kmx4km rappresenta peraltro il maggior livello di dettaglio in ambito scientifico nella modellizzazione di eventi meteorologici futuri, ponendo la metodologia Terna-RSE all'avanguardia a livello internazionale. Al tempo stesso, si ritiene che rappresentare dati climatici previsionali mediante una più fitta risoluzione spaziale implicherebbe un effort computazionale e modellistico che non sarebbe giustificato da una maggiore accuratezza e precisione degli input meteorologici così disponibili.

Terna valuterà, quando disponibili, gli affinamenti alla modellizzazione delle minacce meteorologiche che potrebbero consentire di migliorare l'accuratezza e la precisione delle analisi condotte.

C. Analisi Vulnerabilità

1. La nota n. 15 di pag. 11 "Per le linee progettate secondo criteri unificati (post 1974) riporta che sono stati utilizzati i parametri progetto; per le linee progettate prima del

1974, i parametri sono stati stimati scegliendo le tipologie unificate di componenti più simili” induce a riflettere sulla duplice esigenza di investimenti infrastrutturali: da una parte si necessita di interventi per ridurre il rischio che eventi climatici estremi generino disservizi, dall'altra parte va però considerata la vetustà di alcune infrastrutture di rete. Per quest'ultime la creazione di una metodologia dell'indicatore di resilienza, che si fonda su stime, è secondaria rispetto ad interventi di revamping/repowering. Si corre il rischio di curare il paziente con una pillola anziché con un intervento chirurgico. Occorre, pertanto, individuare le linee vetuste a cui provvedere prioritariamente con interventi di ammodernamento/rifacimento/ripotenziamento più che di resilienza. **(OPERATORE 1)**

Terna, grazie ad una continua attività di monitoraggio dell'infrastruttura di trasmissione, identifica tempestivamente tutte le azioni e le iniziative necessarie al rinnovo e alla manutenzione dei propri asset, rappresentando una “*best practice*” internazionale nell'asset management¹.

L'analisi dell'infrastruttura di trasmissione, mediante la nuova metodologia resilienza, consente di individuare gli interventi infrastrutturali di rinforzo rispetto a potenziali eventi meteorologici severi futuri in maniera indipendente rispetto alla strutturale attività di manutenzione degli asset, soprattutto alla luce dell'effetto dei cambiamenti climatici in atto e dell'intensificarsi degli eventi meteorologici estremi riscontrabile in questi ultimi anni.

L'analisi degli asset con la metodologia resilienza può quindi considerarsi complementare rispetto alle tipiche analisi condotte ai fini della gestione degli impianti e della redazione del piano di asset management di Terna.

6. All'inizio di pag. 14 tra i sottocomponenti della linea aerea maggiormente interessati dall'evento meteorologico si chiede di inserire anche quella di “isolatore” suscettibile agli eventi estremi considerati da Terna **(OPERATORE 1)**

Nella lista menzionata sono riportati i sottocomponenti che sono maggiormente vulnerabili alle minacce finora esaminate (vento e formazione di manicotto di neve umida).

Gli isolatori usualmente hanno un carico di rottura da 70, 120, 160, 210 kN e possono arrivare fino a 400 kN in zone con carichi eccezionali (come in alta montagna dove tutti i componenti della linea sono progettati a medio e alto sovraccarico). L'isolatore, essendo tuttavia sollecitato sempre a trazione rispetto agli altri componenti anche in condizioni eccezionali, ha una probabilità di rottura del tutto trascurabile e per questo non è stato oggetto di una specifica modellizzazione.

Inoltre, l'analisi dei guasti registrati in occasione di eventi severi di vento e/o neve conferma la maggiore debolezza di altri componenti (ad es. mensole e sostegni) alle due minacce analizzate, rispetto alle catene di isolatori.

La vulnerabilità degli isolatori sarà esplicitamente considerata nella modellazione delle curve di vulnerabilità per quei fattori critici, come ad es. l'inquinamento salino, per cui gli isolatori risultano essere maggiormente soggetti ad eventi di guasto.

¹ La valutazione quali-quantitativa biennale ITAMS (*International Transmission Asset Management Study*) è stata condotta dalla società di consulenza UMS Group Europe, che ha riconosciuto Terna come *best practice & performer* per efficienza nel processo di programmazione e gestione degli impianti infrastrutturali, al vertice tra le utility internazionali di trasmissione elettrica.

7. A pag. 16 del documento di consultazione si disamina l'impiego degli "antirotazionali". Si chiede di specificare l'unità di misura delle ascisse di Figura 7 **(OPERATORE 1)**

L'unità di misura usata è il metro, il documento metodologico è stato quindi aggiornato coerentemente.

8. Sempre in riferimento agli "antirotazionali" si ha perplessità sul secondo passaggio del modello che tiene conto della presenza degli antirotazionali nel calcolo delle azioni meccaniche del vento e del manicotto, vale a dire " *si quantifica l'eventuale squilibrio di carico di manicotto tra campate adiacenti dovuto alla presenza dei dispositivi, grazie all'adozione di un modello "multi-span" della tratta di linea*". La perplessità deriva dal fatto che il peso dell'antirotazionale è di gran lunga inferiore al peso del manicotto, che a sua volta si ridurrebbe ulteriormente grazie all'impiego degli antirotazionali. Pertanto, se l'antirotazionale è potenziale causa di disservizio, probabilmente va riconsiderata tutta l'infrastruttura della linea aerea e non il solo dispositivo antirotazionale **(OPERATORE 1)**

I dispositivi antirotazionali determinano un aumento della rigidità torsionale dei conduttori di fase o della fune di guardia, limitando o evitando la rotazione degli stessi, fenomeno che è alla base del meccanismo di formazione del manicotto di neve umida.

Con riferimento al passaggio evidenziato dall'operatore, si precisa che, in caso di campate successive con antirotazionali installati solo sulla prima campata, si verifica che quella con gli antirotazionali avrà un manicotto di neve minore (o addirittura assente) rispetto alla seconda e di conseguenza le due campate saranno interessate da uno squilibrio del carico dovuto al differente manicotto di neve tra le due campate.

Questo squilibrio si traduce in un'azione longitudinale sul sostegno relativo alle due campate consecutive che viene valutato con un modello "multi-span" della linea, considerando la suddivisione della linea stessa in tratte, ovvero sequenze di campate con sostegni di sospensione, delimitate da due amari. Tale valutazione è stata inserita nel modello perché non sempre è possibile installare gli antirotazionali su tutte le campate della linea risultate critiche al manicotto di neve umida, in quanto la loro installazione richiede specifiche verifiche di fattibilità tecnica.

Alcune limitazioni all'installazione degli antirotazionali sono:

- particolari tipologie di conduttori o sostegni;
 - elevata esposizione a raffiche di vento per cui l'installazione dell'antirotazionale può risultare sostanzialmente peggiorativa;
 - campate con dislivelli elevati che pregiudicano o limitano l'estensione della campata su cui è possibile effettuare l'installazione;
 - ridotto franco a terra residuo post-installazione o accessibilità limitata alla campata.
9. L'approccio adottato da Terna nella metodologia per le proiezioni climatiche per il ghiaccio-neve, per valutare il Tempo di Ritorno (TR), si differenzia dall'approccio suggerito dalle norme CEI EN 50341-5 1 e la CEI EN 50341-2-13 anche nel valutare l'intensità del vento da considerare in presenza di manicotto di neve o ghiaccio sui conduttori **(OPERATORE 3)**

La normativa CEI EN 50341-1 e l'National Normative Aspects (NNA)" corrispondente CEI EN 50341-2-13 fanno riferimento a *combination factors* che, in fase di progetto, possono essere utilizzati per assicurare un determinato livello di affidabilità della linea. Come evidenziato nel paragrafo § 4.6 della EN 50341-1, l'adozione dei *combination factors* è un approccio semplificato per la progettazione che considera solo due possibili combinazioni di vento e di neve, in particolare:

1. un carico di ghiaccio "estremo" (a bassa probabilità) con una velocità del vento frequente (ad alta probabilità);
2. un carico di ghiaccio nominale con un valore di vento a bassa probabilità. I sottoparagrafi §4.6.6.1 e §4.6.6.2 forniscono alcune indicazioni su questi due scenari. I valori raccomandati di *combination factors* sono riportati in Tabella 4.7 (in § 4.13).

Nel §4.6.6.2 si afferma tuttavia che *"If available statistics show otherwise in a given region, modified combination factors, based on statistics, should be used even if they are lower than specified"*. Pertanto, sono ammesse delle deroghe ai valori raccomandati sulla base di analisi statistiche di dettaglio compiute nelle aree geografiche analizzate.

Inoltre, nell'NNA italiano nella tabella 4.7/IT.1 del § 4.6 si indica che, per le azioni combinate, si assume un carico di ghiaccio S_k combinato col 60% del valore massimo di vento.

In aggiunta, i *combination factors* indicati dalla EN 50341-1 sono derivati da analisi statistiche, risultando quindi poco adatti per descrivere futuri scenari climatici che invece sono ritenuti fondamentali nell'ambito della metodologia Terna-RSE.

Il modello analitico di vulnerabilità delle linee di trasmissione sviluppato nell'ambito della metodologia Terna-RSE consente una modellazione fisica della vulnerabilità delle linee agli effetti diretti ed indiretti delle azioni singole e combinate di vento e neve umida, per tener appunto conto della possibile simultaneità di tali minacce. In particolare, il modello consente di considerare gli effetti derivanti dalla possibile combinazione delle azioni del vento e della neve sulla vulnerabilità delle linee mediante la modellazione dei fenomeni fisici associati e non attraverso l'applicazione di fattori ad hoc.

Il principale vantaggio derivante dall'adozione di questa modellazione fisica di dettaglio sta nel fatto di essere in grado di disaccoppiare il modello probabilistico delle minacce dal modello di vulnerabilità delle linee: infatti l'effetto di combinazione delle minacce non viene semplicemente considerato applicando fattori ai valori delle minacce, ma è tenuto in conto direttamente nel modello analitico di vulnerabilità dei componenti. Ciò permette di alimentare il modello di vulnerabilità sia con le tradizionali distribuzioni di probabilità dei valori massimi annuali provenienti da serie storiche, ma anche e soprattutto con proiezioni climatiche dei valori massimi di vento e carico di manico, necessarie per la valutazione degli effetti dei cambiamenti climatici, così da poter pianificare al meglio lo sviluppo e l'evoluzione della rete a fronte di quanto previsto nel prossimo futuro.

Ad esempio, per la valutazione degli effetti diretti, è stato possibile modellizzare l'effetto di rimozione della neve dai sottocomponenti da parte del vento, mediante una funzione che lega intensità del vento impattante e percentuale di rimozione del manico. Questo modello è in linea con le indicazioni della EN 50341-1 e dell'NNA che indicano uno scenario di carico di ghiaccio massimo combinato con un valore di

vento pari rispettivamente al 40% (EN 50341-1) e al 60% (EN 50341-2-13) del valore massimo.

Tuttavia, come descritto nel documento metodologico (Figura 5), l'effetto di rimozione del manicotto di neve umida per l'effetto dell'azione del vento, che risulta pressoché totale per velocità superiori ai 50 km/h, consente di affermare con buona approssimazione che, sia per effetti diretti sia indiretti, non sussiste contemporaneità tra eventi di vento forte potenzialmente critici per le linee di trasmissione e di formazione di manicotti significativi di neve umida. Pertanto, nell'applicazione della metodologia è possibile considerare e valutare le rispettive criticità come mutuamente esclusive.

10. L'operatore evidenzia che il metodo di calcolo previsto nel DCO in oggetto per valutare la caduta piante è molto sofisticato, ma presuppone una sorta di standardizzazione dal punto di vista meccanico delle specie arboree e introduce comunque una necessaria semplificazione e schematizzazione che potrebbe fornire risultati non sempre realistici **(OPERATORE 3)**

Nell'analisi degli effetti indiretti, i parametri caratterizzati da maggiore incertezza dei modelli fisici sono modellati con le rispettive incertezze (ad esempio, i parametri delle specie arboree sono stocastici, con distribuzione gaussiana con valori medi e deviazione standard derivate dalla letteratura scientifica di biomeccanica). In questo caso, infatti, l'incertezza dei parametri rappresentanti la vegetazione (ad es. la densità e l'altezza dell'albero, il modulo di elasticità, il modulo di rottura, ecc.) porta ad avere curve più disperse, per cui la probabilità di accadimento del fuori servizio varia più lentamente al variare della variabile di stress. Nel caso degli effetti indiretti, comunque il modello fisico di vulnerabilità, che fornisce la probabilità di guasto dell'asset a fronte dei valori delle variabili meteo in esame, include una valutazione delle incertezze relative ai parametri che caratterizzano le specie arboree coinvolte (decisamente più incerti).

11. Si evidenzia che la modellazione del fenomeno dello *snow shedding*, giustamente tenuto in conto nel modello di Terna, potrebbe però essere parametrizzata con diverse soluzioni euristiche, a causa del fatto che non sono ben note le cause che lo generano. Pertanto, si richiede la possibilità di ricevere da Terna un dettaglio maggiore su come tale fenomeno viene modellizzato e se sono state eseguite delle comparazioni dei diversi modelli adottabili **(OPERATORE 3)**

Il distacco del manicotto di neve umida può determinare:

- una riduzione della distanza di isolamento, mediante due fenomeni:
 - Il distacco del manicotto dai conduttori di fase inferiori (più bassi) può causare una riduzione della distanza di isolamento tra le fasi (in quanto la freccia del conduttore con manicotto è maggiore rispetto a quella del conduttore senza manicotto). Potenzialmente ciò può comportare dei guasti bifase che talvolta non vengono risolti da richiuse manuali comandate dagli operatori: in questo caso la successiva ispezione da parte delle squadre può richiedere diverse ore per rilevare l'ubicazione del guasto, il che implica un lungo tempo di recupero e quindi, di conseguenza, un rischio di disalimentazione potenzialmente rilevante. Si tratta di un fenomeno statico di avvicinamento delle fasi a causa della differenza delle frecce. Ciò rappresenta un problema relativo alla resilienza considerato nel modello di vulnerabilità.

- il rimbalzo delle fasi inferiori che determina un avvicinamento delle fasi stesse a quelle superiori oppure alle funi di guardia, comportando una riduzione transitoria della distanza di isolamento e il conseguente guasto. Si tratta di un fenomeno dinamico normalmente non permanente. Interessa solo marginalmente le analisi di resilienza in quanto solitamente in tali eventi di guasto il disservizio viene risolto a valle di un processo di richiuse successive.
- una modifica nel sistema di forze longitudinali, trasversali e verticali agenti sui sottocomponenti di linea (ad esempio, i sostegni).

Il modello analitico sviluppato per la vulnerabilità di linea può modellare entrambi questi fenomeni (riduzione dell'isolamento tra fasi a causa della differenza di freccia a seguito di distacco di manicotto da una fase, rimbalzo delle fasi inferiori per distacco del manicotto); tuttavia nel contesto delle analisi per la quantificazione della resilienza, le valutazioni sono focalizzate su guasti permanenti (tempi di interruzione maggiori di tre minuti). Pertanto, per le analisi di resilienza è considerato il solo modello relativo alla "differenza di freccia", fenomeno che determina guasti bifase che generalmente permangono anche a valle di eventuali tentativi di richiusura della linea.

Tutti questi aspetti sono modellati nella metodologia. In particolare, il modello di distacco utilizzato adotta il criterio di distacco del manicotto concentrico basato sul bilancio delle forze applicate al manicotto stesso: in accordo, il distacco si verifica quando la forza peso del manicotto supera la somma dei valori massimi della forza di coesione interna della neve e della forza di adesione della neve stessa al conduttore.

Le forze di adesione e di coesione dipendono sia da aspetti geometrici (diametro del conduttore, spessore del manicotto, ecc.) sia da altri fattori, tra cui le condizioni meteo ed il contenuto d'acqua nella neve.

Per i tipici range di temperatura e per i tipici valori di contenuto d'acqua della neve umida (10-20%) considerati per la formazione dei manicotti², il valore massimo della forza di adesione per unità di superficie non cambia in modo significativo e si assume pari a 350 N/m².

Alcuni riferimenti considerati per la modellazione sono:

1. K. Ueno, Y. Eguchi, T. Nishihara, S. Sugimoto, H. Matsumiya "Development of snow accretion simulation method for electric wires in consideration of snow melting and shedding", IWAIS 2015 Conf.
2. L. Kollar, M. Farzaneh, "Adhesion of Wet Snow to Different Cable Surfaces", IWAIS 2009 Conf.

12. Riguardo al beneficio apportato dall'installazione dei dispositivi antirotazionali, si sottolinea che sarebbe interessante valutare le risultanze sperimentali eventualmente messe a disposizione da Terna, allo scopo di una possibile inclusione tra le soluzioni tecniche già adottate per l'incremento della resilienza delle reti di distribuzione. **(OPERATORE 3)**

² Valori più alti di contenuto d'acqua (ad es. 40%) determinano un crollo delle forze adesive e coesive. Inoltre (rispetto al ghiaccio) la neve umida presenta una forza di coesione per unità di superficie estremamente bassa.

Il modello tecnico-ingegneristico sviluppato sulla base di ricerche pregresse permette di stimare, nel miglior modo possibile, l'impatto di questi dispositivi in termini di aumento della resilienza dell'asset e quindi di incremento del tempo di ritorno. Il valore aggiunto di disporre di un modello analitico per la quantificazione della riduzione del rischio di disservizio di una linea consente di confrontare tra loro diverse tipologie di interventi e selezionare, per poi implementare, quelle che si caratterizzano per maggior efficacia ed efficienza a fronte dell'insieme delle minacce meteorologiche potenzialmente impattanti la porzione di rete in esame.

Ad ogni modo, Terna sta monitorando l'efficacia dei dispositivi antirotazionali installati in questi anni per mostrare le prime valutazioni sull'azione mitigativa di questi dispositivi. Terna, nel tavolo congiunto con i distributori, si rende disponibile a presentare le principali evidenze.

13. L'operatore 3 gradirebbe avere dei chiarimenti sul riferimento alla norma IEC 60286 contenuto a pagina 22 del documento posto in consultazione, per quanto riguarda la sua applicabilità alle linee aeree:

[...] " Per valutare l'azione simultanea su più elementi delle minacce meteorologiche, in accordo con lo standard IEC 60286 si considera che il vento forte agisca contemporaneamente su 5 campate, mentre nel caso di ghiaccio-neve l'azione riguardi 10 campate." [...] **(OPERATORE 3)**

Si precisa che lo standard di riferimento in merito è rappresentato dalla IEC 60826 (il riferimento è stato corretto nella versione finale del documento metodologico).

Nella versione finale del documento metodologico la frase riportata nell'osservazione è stata modificata come segue:

[...] " Per valutare l'azione simultanea su più elementi delle minacce si considerano gli intervalli di campate indicati dallo standard IEC 60826, al paragrafo 7.2.1 tabella 10": [...]

Table 10 – Number of supports subjected to maximum load intensity during any single occurrence of a climatic event

Loading	Flat to rolling terrain	Mountains
Maximum gust wind	1 (1 to 5)	1 (1 to 2)
Maximum ice	20 (10 to 50)	2 (1 to 10)
Maximum ice and wind	1 (1 to 5)	1 (1 to 5)
NOTE Values in brackets represent the typical range of supports based on a span of 400 m.		

La necessità evidenziata anche dalla norma di considerare gruppi di campate, di estensione differente a seconda della minaccia, nella valutazione del potenziale impatto sugli elementi di rete di fenomeni meteorologici avversi è legata al fatto che un singolo evento, in quanto fenomeno normalmente caratterizzato da una certa estensione spaziale, può colpire simultaneamente più campate di una linea. Pertanto, l'evento meteorologico rappresenta di fatto una causa comune di guasto per le porzioni di rete contemporaneamente impattate, ma risultando al tempo stesso potenzialmente indipendente rispetto ad altri eventi meteorologici che possono impattare differenti porzioni della linea.

Pertanto, come descritto nel paragrafo 2.3 del documento metodologico, è necessario prima calcolare il tempo di ritorno del disservizio di ogni singolo gruppo di campate e successivamente tener conto dei contributi dei vari gruppi di campate

che costituiscono una linea per quantificarne il tempo di ritorno del disservizio della stessa.

14. Si segnala l'opportunità di sostituire il riferimento contenuto a pagina 25 agli NNA (norma CEI EN 50341-2-13), con il riferimento alla norma generale CEI EN 50341-1, che stabilisce i criteri generali di progettazione delle linee aeree fissando il tempo di ritorno di 50 anni come riferimento. **(OPERATORE 3)**

Il suggerimento è stato considerato nella versione finale del documento metodologico.

D. Analisi Topologia Rete

1. A pagina 5 del documento si afferma che *“La metodologia è in grado di valutare altresì la riduzione del rischio di distacco di impianti di generazione connessi alla rete di trasmissione derivante dall'incremento di resilienza a seguito della realizzazione di un intervento.”* Si ritiene che la metodologia debba considerare anche il danno arrecato agli impianti di generazione FER, in particolare quelli non programmabili **(OPERATORE 3)**

La metodologia sviluppata è di tipo probabilistico e consente di effettuare analisi di tipo *risk-based*. Pertanto, come descritto nel documento metodologico, nel caso degli utenti in prelievo connessi alla Rete di Trasmissione Nazionale, è possibile quantificare tramite la metodologia il rischio di disalimentazione all'occorrenza di un evento meteo severo, definito come prodotto tra la probabilità che l'evento produca un disservizio e l'entità del danno (disalimentazione) prodotto dal disservizio stesso.

Analogamente, la metodologia è anche in grado di valutare il rischio di distacco di impianti di generazione connessi alla RTN, quantificabile come prodotto tra la probabilità che l'evento meteo impattante la RTN comporti il disservizio dell'impianto e l'entità del danno (energia non ritirata) che il disservizio comporta. Di conseguenza è possibile individuare gli interventi che più efficacemente consentono di mitigare tale rischio e ridurre i potenziali impatti per gli impianti di generazione a causa di eventi meteorologici severi.

Pertanto, la metodologia sviluppata, quantificando il rischio del disservizio, permette di valutare il costo (a livello di sistema) conseguente alla generazione persa.

In particolare, al fine di effettuare valutazioni quanto più esaustive e accurate in merito ai potenziali impatti sulla generazione, specialmente non programmabile, rappresenterebbe un indubbio valore aggiunto incrementare l'osservabilità, da parte del System Operator, della generazione distribuita in media e bassa tensione. Questo aspetto risulta particolarmente significativo alla luce degli sviluppi futuri attesi in termini di capacità di generazione rinnovabile che dovrà essere installata al fine di traguardare i target energetici e climatici.

Ad ogni modo, la metodologia è principalmente focalizzata a valutare il rischio di disalimentazione degli utenti in prelievo, considerando che il distacco di carico comporta un impatto più rilevante in termini economici per il sistema, in virtù della differente valorizzazione dell'energia non fornita per gli impianti di prelievo rispetto a quella non ritirata per gli impianti di generazione.

2. Si evidenzia che il Contingency Analysis, di cui si parla all'inizio della pag. 24 del documento, deve valutare gli effetti sulla rete derivanti dall'accadimento di contingenze multiple di tipo N-k, considerando, oltre al fenomeno del cascading

failure e alle azioni di re-dispatching necessarie a far rientrare la rete in condizioni di sicurezza di esercizio, anche le azioni di curtailment delle FERNP. **(OPERATORE 1)**

Si ribadisce che la metodologia permette di valutare il distacco o l'eventuale rimodulazione della generazione, anche rinnovabile non programmabile, a seguito dell'accadimento di un evento meteorologico severo impattante l'RTN sia per ragioni di carattere topologico (es. disservizio delle linee afferenti all'impianto di generazione) sia per la variazione del set point della generazione necessaria al ripristino delle condizioni di sicurezza di esercizio della Rete di Trasmissione Nazionale.