

**Piano di resilienza del sistema elettrico  
A.S.SE.M.  
2020-2022**

## Sommario

1. Premessa .....	3
2. Consistenza del sistema elettrico A.S.SE.M.....	4
3. Metodologia di analisi della resilienza del sistema elettrico.....	9
3.1. Fattore critico formazione di manicotti di ghiaccio e neve.....	10
3.2. Fattore critico caduta alberi fuori fascia .....	15
4. Indici di resilienza del sistema elettrico A.S.SE.M. ....	17
4.1. Fattore critico formazione di manicotti di ghiaccio e neve.....	17
4.2. Fattore critico caduta alberi fuori fascia .....	23
4.3. Indici di rischio complessivi .....	29
5. Azioni intraprese da A.S.SE.M. per incrementare la resilienza del sistema elettrico.....	34
5.1. Interventi di sviluppo e potenziamento per l'incremento della resilienza .....	35
Allegato A – Elenco delle Cabine Secondarie e relativi indicatori di resilienza .....	39
Allegato B – Dettaglio delle linee MT .....	46

## 1. Premessa

L'art. 77 del TIQE (Allegato A alla Del. 646/2015/R/eel) e l'art. 37 del TIQ.TRA (Allegato A alla Del. 653/2015/R/eel) prevedono che Terna e le imprese distributrici trasmettano all'Autorità un piano di lavoro finalizzato all'adozione di misure regolatorie volte all'incremento della resilienza del sistema elettrico.

Tale piano di lavoro per la resilienza deve essere integrato nei piani di sviluppo delle singole imprese. Inoltre, in accordo alle disposizioni dell'Autorità, i piani per la resilienza devono contenere, oltre ad una disamina tecnica dei fenomeni in esame, anche elementi di costo e di beneficio, alla luce degli effetti degli eventi meteorologici severi e persistenti accaduti negli ultimi 15 anni.

La Del. 31/18/R/eel ha poi meglio precisato che i piani di resilienza, aventi orizzonte temporale almeno triennale, devono includere gli interventi individuati dall'impresa distributtrice e mirati a contenere il rischio di disalimentazione a fronte dei principali fattori critici che possono avere impatto sulla rete di distribuzione (grandi nevicate, tempeste, gelicidi, inondazioni, ondate di calore, ecc.).

Ai sensi dell'art. 78 comma 1 della del TIQE, l'azienda elettrica A.S.S.E.M. è tenuta, a partire dal 2020, in qualità di distributore di riferimento per il comune di San Severino Marche (MC), alla pubblicazione e trasmissione del proprio piano di resilienza all'Autorità entro il 30 giugno di ogni anno.

Nel contesto delineato, il presente lavoro, sviluppato in collaborazione con il Politecnico di Milano – Dip. di Energia, propone una valutazione della resilienza del sistema elettrico nella titolarità del gestore di rete A.S.S.E.M., conforme alle indicazioni dell'Autorità, con riferimento ai fenomeni di formazione di manicotti di ghiaccio o neve (*wet snow*), e di caduta di alberi ad alto fusto fuori la fascia di rispetto sulle linee elettriche aeree. Successivamente, sono delineate le azioni che l'azienda intende intraprendere al fine di far fronte alle criticità individuate.

Ai fini dell'impostazione metodologia dello studio, si sono prese a riferimento le indicazioni fornite dalle linee guida predisposte da ARERA per la presentazione dei piani di resilienza da parte delle aziende distributrici di energia elettrica (Allegato A alla determinazione DIEU 7 marzo 2017, n. 2/2017).

## 2. Consistenza del sistema elettrico A.S.SE.M.

L'azienda elettrica A.S.SE.M. SpA distribuisce l'energia elettrica sul comune di San Severino Marche (MC).

La rete di distribuzione A.S.SE.M., acquisita da ENEL nel 2002, attualmente eroga il servizio a circa 7.800 utenti dislocati su una superficie di 193,77 kmq (Figura 1).

La rete, esercita a una tensione nominale di 20 kV, è connessa alla RTN attraverso il nodo di San Severino, esercito ad una tensione nominale di 132 kV (tensione di esercizio 120 kV), con uno schema di inserimento in antenna realizzato sulla Linea Belforte – San Severino.

La rete di distribuzione in media tensione si diparte dalla Cabina Primaria Colotto, equipaggiata con due trasformatori AT/MT da 25 MVA ciascuno.

La sezione in media tensione (20 kV) della Cabina Primaria è suddivisa su due semisbarre (semisbarra Rossa e Verde). Dalla semisbarra Rossa si dipartono i feeder L1R, L2R, L3R, L4R e L5R e un montante predisposto per riserva; a quella Verde sono invece connessi i feeder L1V, L2V, L3V, L4V, L5V.

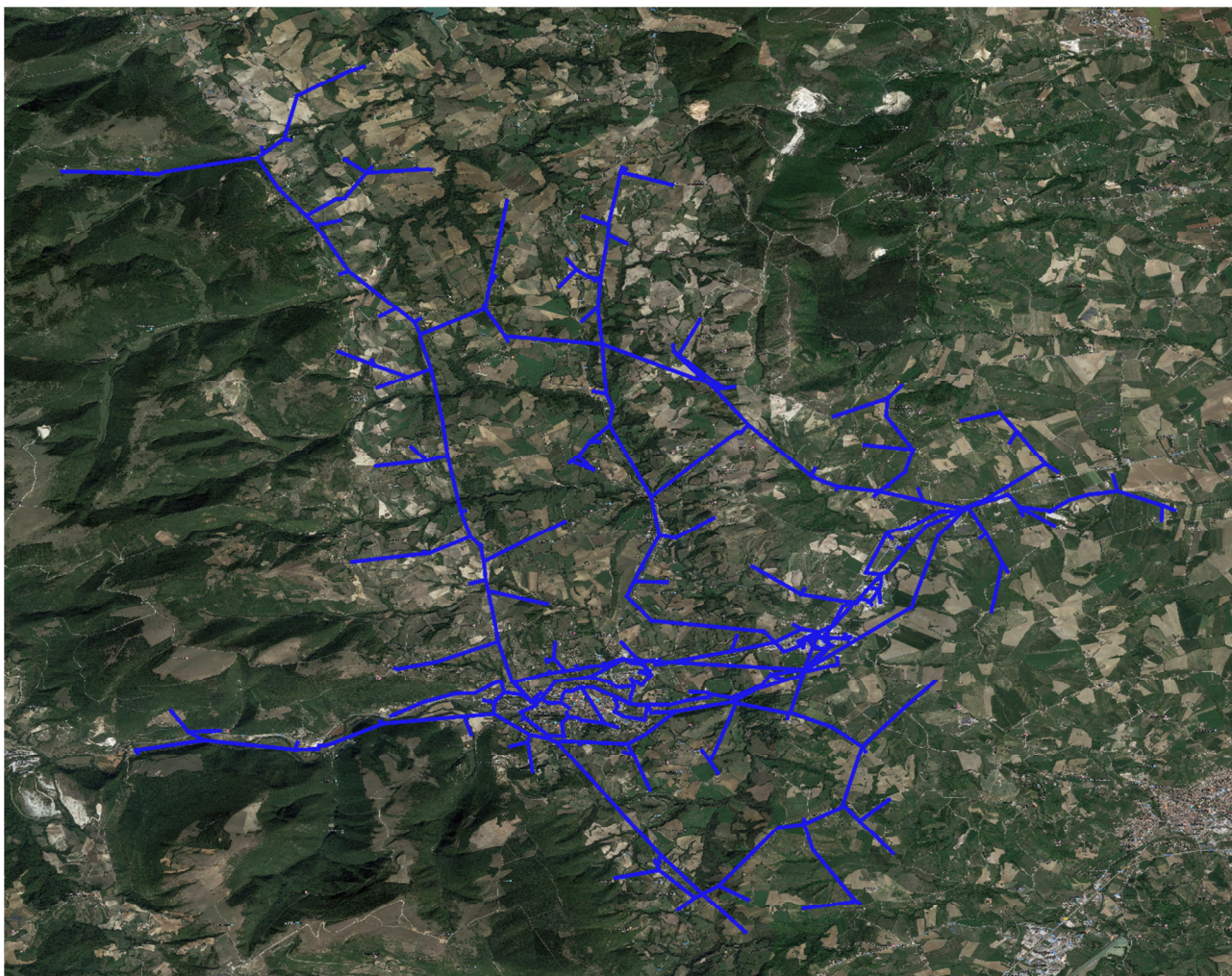


Figura 1. Rappresentazione cartografica della rete MT A.S.SE.M..

Le analisi sviluppate e presentate nel seguito hanno per oggetto la valutazione della resilienza del complessivo sistema elettrico MT di cui sopra e, in particolare, mirano a quantificare il rischio di disalimentazione di ciascuna cabina secondaria del sistema elettrico a causa di un guasto causato dai fattori di associati alla formazione di manicotti di neve e ghiaccio, piuttosto che alla caduta di alberi fuori fascia, sulle linee elettriche aeree, al fine di indirizzare di conseguenza gli investimenti sulla rete elettrica.

Con riferimento a tali analisi, le probabilità di disalimentazione per guasti sulla rete Terna sono assunte trascurabili allo scopo di evidenziare le sole problematiche che emergono, e che come tali possono trovare soluzione, all'interno unicamente della rete di distribuzione. A riguardo, si rammenta che la rete di alta tensione è oggetto, ai sensi dell'art. 37 del TIQ.TRA, di analoghe valutazioni da parte di Terna. Per quanto appena detto, nel prosieguo dello studio, l'affidabilità di esercizio di ciascuna Cabina Secondaria (CS) verrà valutata rispetto ai possibili percorsi di alimentazione verso la CP Colotto (punto di confine con la rete Terna).

Il sistema elettrico in media tensione nella titolarità di A.S.SE.M., aggiornato al 2020, è mostrato nella successiva Figura 2, con indicazione delle tipologie di linea elettrica installate (conduttore nudo, cavo aereo o cavo interrato). L'impiego di cavo è limitato essenzialmente nel centro urbano di San Severino Marche (linee rappresentate in verde nella parte centrale della figura) e nella relativa zona industriale (linee in verde nella parte destra della figura, in prossimità della CP Colotto).

La Figura 2 in basso mostra il profilo altimetrico della rete in oggetto, evidenziando come, a partire dal centro urbano ubicato a una quota di circa 200-250 m s.l.m., vi siano diverse linee che vanno ad alimentare le zone periferiche del comune site sui vicini rilievi collinari. La quota di posa rimane generalmente al di sotto dei 500 m tranne rari casi. Tra questi, la frazione Elcito, alimentata dalla linea mostrata in basso a destra in Figura 3, rappresenta il punto della rete A.S.SE.M. a quota più elevata (circa 800 m s.l.m.).

La Figura 4 mostra la distribuzione delle Cabine Secondarie (CS) con indicazione su base colorimetrica del rispettivo numero di utenti BT. Nel sistema elettrico A.S.SE.M. sono presenti 186 cabine MT/BT a cui risulta sotteso almeno un utente alimentato in bassa tensione. La Figura 5 fornisce una indicazione analoga alla precedente, ma isolando il 20% delle CS (37 cabine MT/BT) con il maggior numero di utenti alimentati.

Le Cabine Secondarie con il maggior numero di utenti si trovano nel centro storico del comune, ovvero l'area maggiormente urbanizzata. Come già introdotto, in questo caso l'alimentazione è realizzata soprattutto attraverso linee in cavo; lo stesso accade per la zona industriale di San Severino Marche. Tale fatto, come si vedrà nel seguito, ha un impatto fortemente positivo sulla resilienza, in quanto le cabine che coprono le zone più densamente popolate sono anche quelle più resilienti rispetto ai fenomeni in esame.

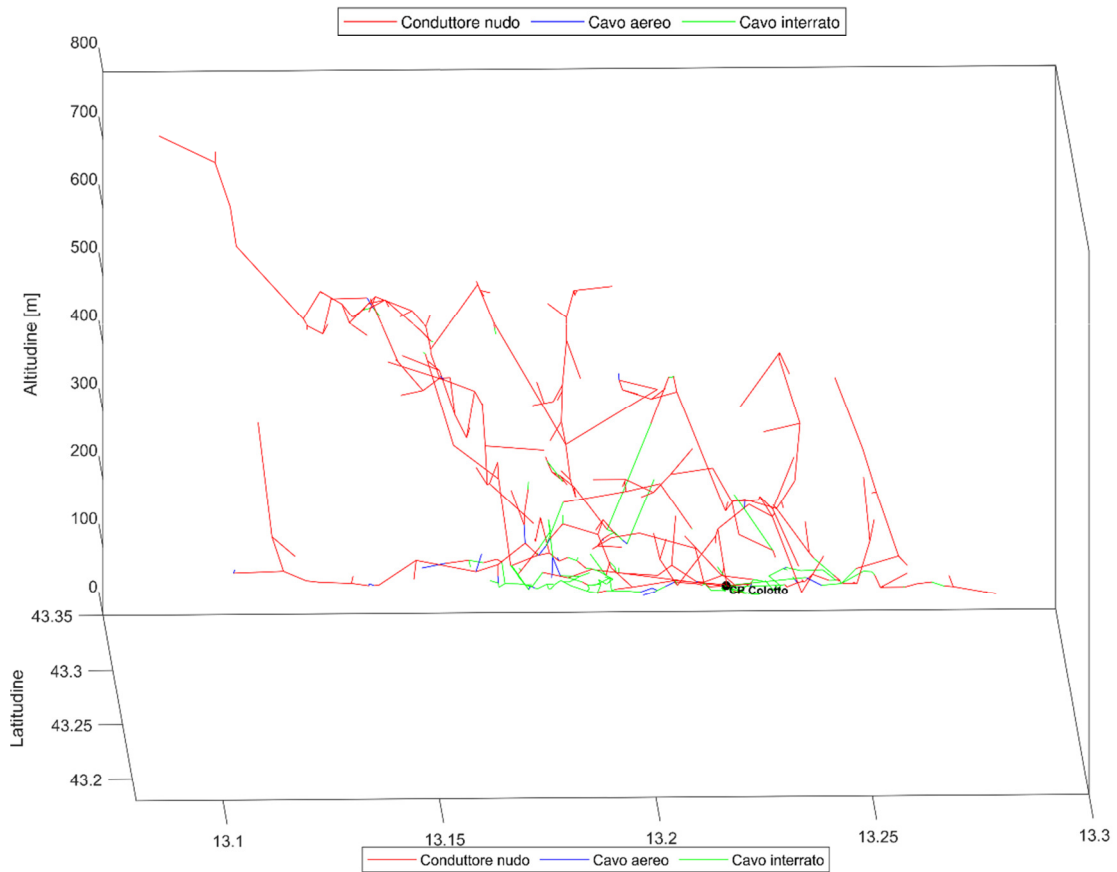
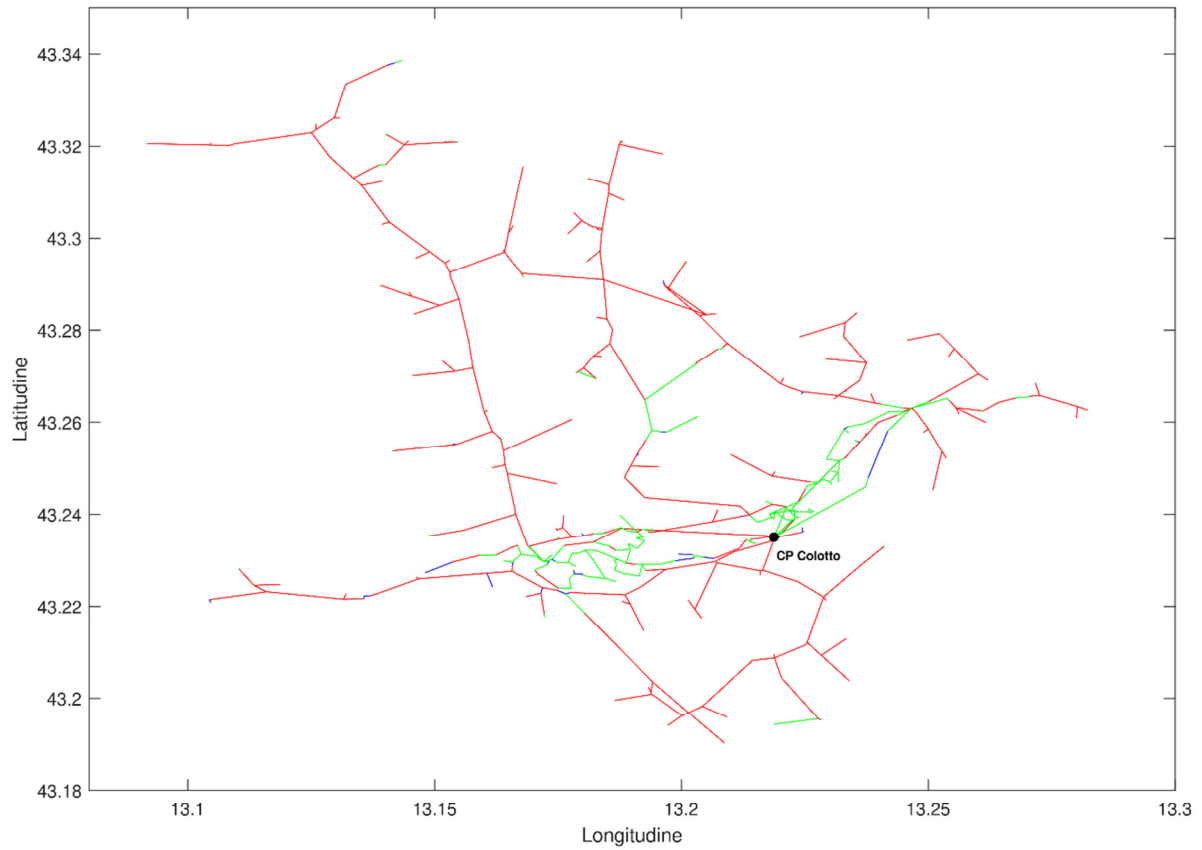


Figura 2. Tipologia di conduttori del sistema di distribuzione.

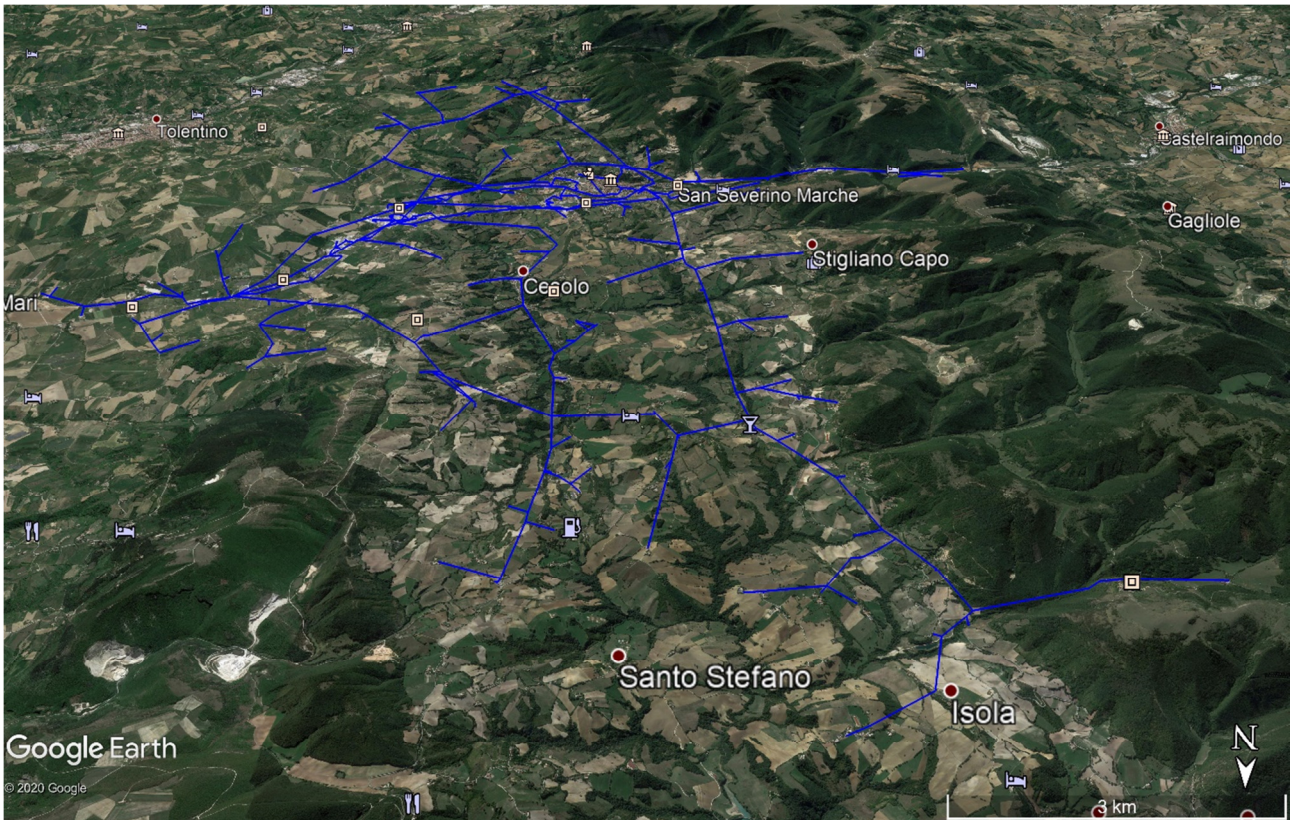


Figura 3. Vista cartografica in rilievo della rete A.S.SE.M.

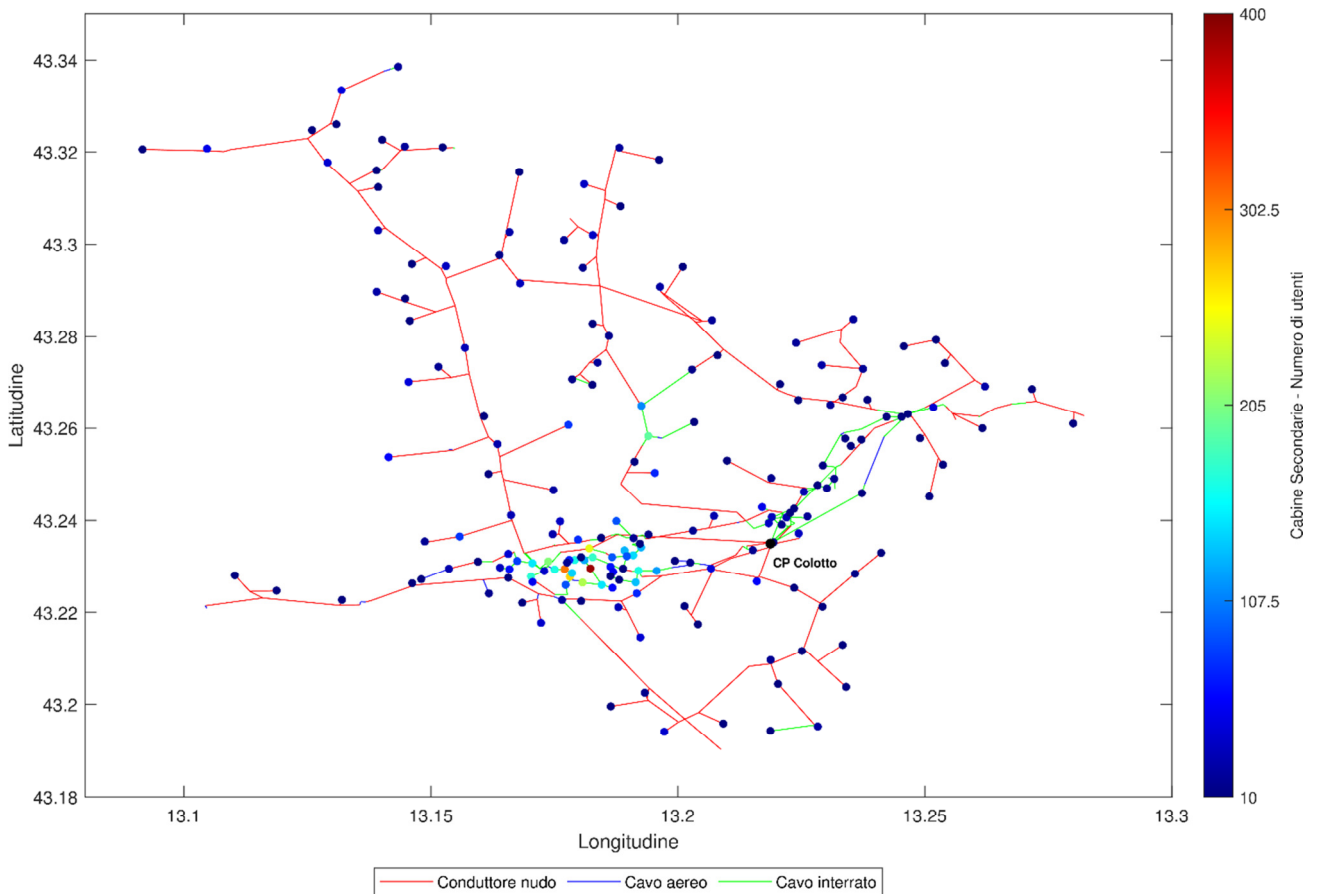


Figura 4. Numero di utenti per cabina secondaria.

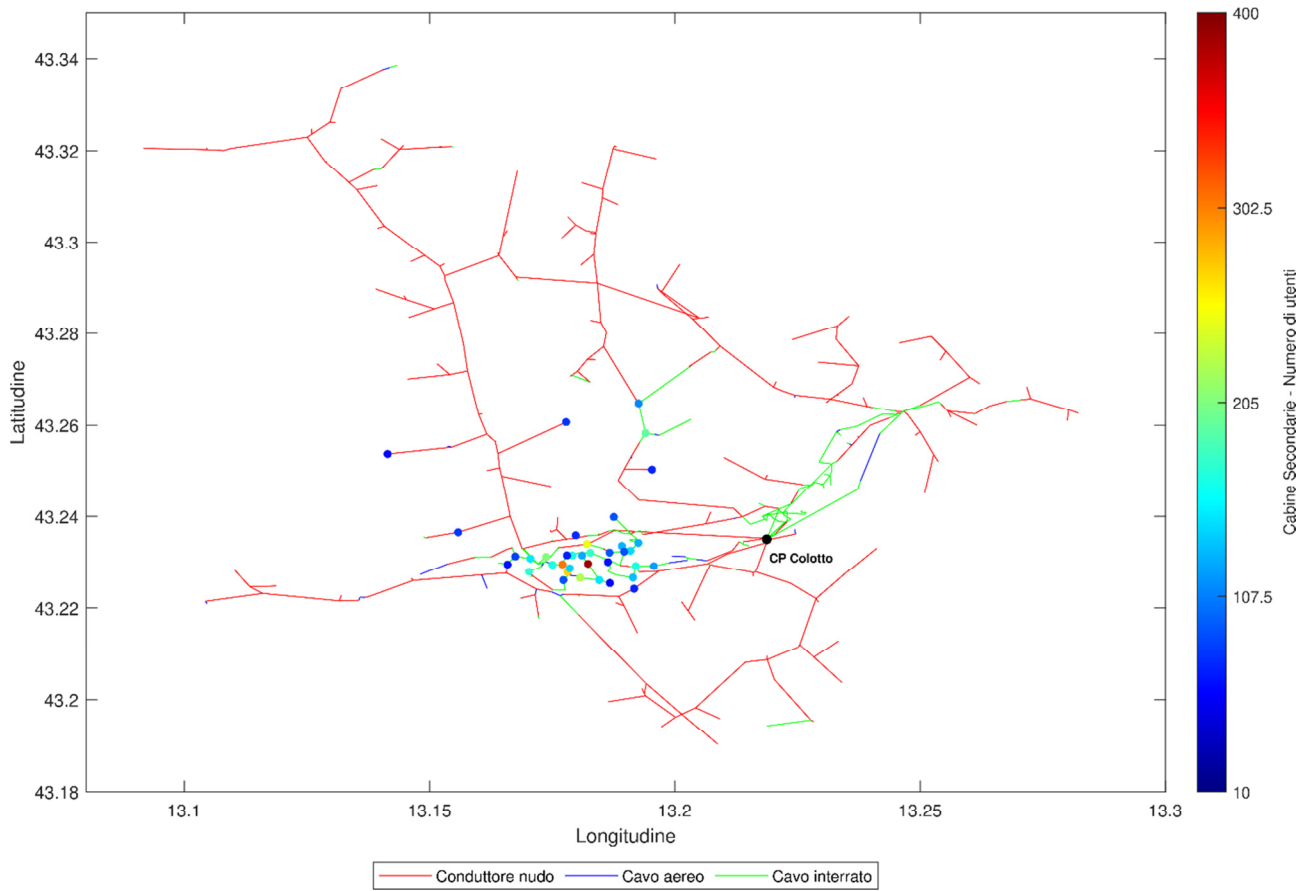


Figura 5. Cabine secondarie con il maggior numero di utenti BT (20% del totale).



### 3. Metodologia di analisi della resilienza del sistema elettrico

In accordo agli eventi di guasto registrati negli ultimi anni sul sistema elettrico A.S.SE.M., si sono selezionati quali fattori critici da esaminare la formazione di manicotti di ghiaccio e neve, e la caduta di alberi fuori la fascia di rispetto sulle linee elettriche aeree.

Entrambe le metodologie adottate sono state sviluppate in conformità alle Linee Guida di cui alla Det. DIEU n. 2/2017, che definiscono i principali elementi metodologici per l'individuazione e la valutazione di interventi per l'incremento della resilienza. Le prescrizioni fornite sono state integrate, ove necessario, con indicazioni condivise nei Tavoli di Lavoro attivati da ARERA sul tema e/o sulla base delle evidenze di esercizio della rete reale.

Nel dettaglio, le metodologie proposte mirano ad individuare, per ogni Cabina Secondaria (CS) del sistema di distribuzione A.S.SE.M., un indice di rischio di disalimentazione degli utenti sottesi per ciascuna causa (indice  $IR_{CS}$ ), definito come:

$$IR_{CS} = \frac{N_{UD}}{T_{R\ CS}}$$

Dove:

- $T_{R\ CS}$  è il tempo di ritorno dell'evento considerato;
- $N_{UD}$  è l'entità del danno, individuata come il numero di utenti in bassa tensione disalimentati.

Tale valutazione è sviluppata per ciascuna Cabina Secondaria e per ogni fattore critico in esame (manicotti di ghiaccio/neve e caduta alberi). Gli indicatori così ottenuti per singolo fenomeno sono poi combinati, sempre a livello di CS, in indici di resilienza complessivi.

In particolare, il tempo di ritorno della Cabina Secondaria ( $T_{R\ CS}$ ) è calcolato come combinazione dei tempi di ritorno dei singoli fattori di rischio (reciproco della somma dei tassi di interruzione) secondo l'equazione:

$$T_{R\ CS} = \frac{1}{\frac{1}{T_{R\ CS\ manicotti}} + \frac{1}{T_{R\ CS\ piante}}}$$

L'Indice di Rischio della Cabina Secondaria ( $IR_{CS}$ ) è calcolato invece come somma degli indici di rischio per manicotti e caduta alberi fuori fascia:

$$IR_{CS} = \frac{N_{UD}}{T_{R\ CS\ manicotti}} + \frac{N_{UD}}{T_{R\ CS\ piante}}$$

Gli indici così ottenuti, eventualmente aggregati per linea MT e semisbarra di Cabina Primaria, consentono di individuare la presenza di problematiche sul sistema elettrico relative alla resilienza ( $T_R < 50$  anni) e conseguentemente permettono di prioritizzare gli interventi correttivi da introdurre in rete.

### 3.1. Fattore critico formazione di manicotti di ghiaccio e neve

La metodologia impiegata per la valutazione degli indici di resilienza rispetto al fenomeno di formazione dei manicotti di ghiaccio e neve è stata sviluppata seguendo le indicazioni all'Appendice 2 della Det. DIEU n. 2/2017.

Nel dettaglio, conformemente alle indicazioni delle Linee Guida, per il calcolo degli indici di rischio si è applicato il procedimento seguente.

- A. Ad ogni tratta di linea aerea in conduttore nudo del sistema A.S.SE.M., sulla base della tipologia del conduttore e della quota di installazione, è attribuito un valore atteso a 50 anni del carico risultante dall'accrescimento atteso del manicotto di ghiaccio e neve con spinta del vento sul conduttore.
- B. Per ognuna delle suddette tratte, in accordo all'equazione del cambiamento di stato della catenaria, è ricavato il tiro corrispondente all'evento di formazione del manicotto di ghiaccio e neve con tempo di ritorno 50 anni.
- C. Il tiro corrispondente all'evento di formazione del manicotto di ghiaccio e neve con tempo di ritorno 50 anni e il carico di rottura del conduttore sono impiegati, secondo le indicazioni della norma CEI EN 50341-1, per determinare il tempo di ritorno dell'evento di rottura.
- D. Per ogni Cabina Secondaria, sono individuati tutti i possibili percorsi di alimentazione verso un qualsiasi punto di alimentazione AT, assumendo i punti di sezionamento chiusi.
- E. Per ogni percorso di alimentazione è individuata la relativa tratta critica, ovvero la tratta con tempo di ritorno dell'evento di rottura minore.
- F. Tra tutti i percorsi di alimentazione è considerato quello avente il tempo di ritorno superiore, assumendo che, in tutti gli eventi metereologici meno gravi di quelli che causano l'interruzione di tale percorso, almeno la direttrice di alimentazione in oggetto verso la CS sia sempre attiva. Il valore così ottenuto è il tempo di ritorno della Cabina Secondaria (parametro TR-cs di cui all'Appendice 2 della Det. DIEU n. 2/2017).
- G. L'indice di rischio di disalimentazione della Cabina Secondaria è calcolato come numero di utenti BT sottesi alla cabina diviso il tempo di ritorno (parametro  $IR_{CS}$ ).

Sulla base della sequenza di operazioni di cui sopra, la prima fase della procedura di valutazione della resilienza (**punto A**) ha mirato a valutare il valore atteso a 50 anni del carico risultante del manicotto di ghiaccio e neve con spinta del vento sul conduttore (espresso in kg/m) per le linee aeree. Nel dettaglio, il carico risultante è stato ottenuto applicando la procedura descritta nella norma CEI 50341-2-13 e nelle Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC, ed. 2018), come combinazione di due fattori: il peso del manicotto di ghiaccio e neve, e la forza agente sul conduttore per l'effetto del vento. Nella regione Marche, le norme prevedono che il contributo del ghiaccio possa ritenersi trascurabile, è quindi calcolato il solo accrescimento del manicotto di neve.

Lo spessore del manicotto con tempo di ritorno 50 anni è determinato secondo la seguente espressione (par. IT.2 EN 50341-2-13), dove con  $a_s$  è intesa la quota s.l.m. Per altitudini superiori a 1500 m (che non si registrano mai per il sistema elettrico A.S.SE.M.),  $a_s$  è posta pari a 1500 m.

$$\text{Snow density } \rho_1 = 500 \text{ kg/m}^3$$

$$S_k = 24 \text{ mm} \quad \text{for } a_s \leq 600 \text{ m}$$

$$S_k = 24 + 20 (a_s - 600)/1000 \text{ mm for } a_s > 600 \text{ m.}$$

Noto lo spessore di accrescimento del manicotto di neve, e il relativo peso specifico (dato dalla norma), è quindi possibile calcolare la forza peso agente su un tratto unitario di conduttore con tempo di ritorno 50 anni.

In merito all'effetto della velocità del vento sulle linee, si procede seguendo la procedura prevista dalle norme, dove la pressione del vento  $Q_w$  è data dall'espressione (par. IT.7 norma EN 50341-2-13):

$$Q_w = q_b \cdot C_e \cdot G_c \cdot C_x \cdot A$$

Dove:

- $q_b$  è la pressione cinetica di riferimento;
- $C_e$  il coefficiente di esposizione;
- $G_c$  è il fattore strutturale, definito al par. 4.4.1.2 della norma EN 50341-1 (vedi Tabella 2);
- $C_x$  è coefficiente di resistenza aerodinamica, dipendente dalla forma dell'elemento considerato (pari a 1 per conduttori aerei, secondo quanto indicato nella EN 50341-2-13);
- $A$  è l'area dell'elemento (conduttore e relativo manicotto di ghiaccio/neve) proiettato su un piano perpendicolare alla direzione del vento.

Nell'equazione precedente, la pressione cinetica di riferimento  $q_b$  (in  $N/m^2$ ) è data dall'espressione:

$$q_b = \frac{1}{2} \rho v_b^2$$

Dove:

- $v_b$  è la velocità di riferimento del vento (in m/s);
- $\rho$  è la densità dell'aria assunta convenzionalmente costante e pari a  $1,25 \text{ kg/m}^3$ .

La velocità di riferimento  $v_b$ , ovvero il valore caratteristico della velocità del vento a 10 m dal suolo su un terreno di categoria di esposizione II (vedi Tab. 3.3.II), mediata su 10 minuti e riferita ad un periodo di ritorno di 50 anni è determinata come:

$$V_b = V_{b,0} \cdot c_a$$

Dove:

- $V_{b,0}$  è la velocità base di riferimento al livello del mare, assegnata nella Tabella 1 (Tab. 3.3.I NTC) in funzione della zona in cui sorge la linea;
- $c_a$  è il coefficiente di altitudine fornito dalla relazione:

$$\begin{aligned}
 c_a &= 1 && \text{per } a_s \leq a_0 \\
 c_a &= 1 + k_s \left( \frac{a_s}{a_0} - 1 \right) && \text{per } a_0 < a_s \leq 1500 \text{ m}
 \end{aligned}$$

I parametri utili al calcolo del coefficiente di altitudine si ricavano dalla seguente Tabella 1 (Tab. 3.3.I. delle NTC).

Tab. 3.3.I - Valori dei parametri  $v_{b,0}$ ,  $a_0$ ,  $k_s$

Zona	Descrizione	$v_{b,0}$ [m/s]	$a_0$ [m]	$k_s$
1	Valle d'Aosta, Piemonte, Lombardia, Trentino Alto Adige, Veneto, Friuli Venezia Giulia (con l'eccezione della provincia di Trieste)	25	1000	0,40
2	Emilia Romagna	25	750	0,45
3	Toscana, Marche, Umbria, Lazio, Abruzzo, Molise, Puglia, Campania, Basilicata, Calabria (esclusa la provincia di Reggio Calabria)	27	500	0,37
4	Sicilia e provincia di Reggio Calabria	28	500	0,36
5	Sardegna (zona a oriente della retta congiungente Capo Teulada con l'Isola di Maddalena)	28	750	0,40
6	Sardegna (zona a occidente della retta congiungente Capo Teulada con l'Isola di Maddalena)	28	500	0,36
7	Liguria	28	1000	0,54
8	Provincia di Trieste	30	1500	0,50
9	Isole (con l'eccezione di Sicilia e Sardegna) e mare aperto	31	500	0,32

Tabella 1. Valore dei parametri  $v_{b,0}$ ,  $a_0$ ,  $k_s$   
 (Fonte: Tab. 3.3.I. Norme Tecniche per le Costruzioni ed. 2018)

Il coefficiente di esposizione  $C_e$  nell'espressione della pressione del vento  $Q_w$  dipende dall'altezza  $z$  sul suolo della linea, dalla topografia del terreno, e dalla categoria di esposizione del sito. In assenza di analisi specifiche che tengano in conto la direzione di provenienza del vento e l'effettiva scabrezza e topografia del terreno che circonda la costruzione, le NTC prevedono che esso possa essere definito attraverso le formule:

$$\begin{aligned}
 c_e(z) &= k_r^2 c_t \ln(z/z_0) [7 + c_t \ln(z/z_0)] && \text{per } z \geq z_{\min} \\
 c_e(z) &= c_e(z_{\min}) && \text{per } z < z_{\min}
 \end{aligned}$$

Dove:

- $k_r$ ,  $z_0$ ,  $z_{\min}$  sono assegnati in accordo alla Tabella 2 (costruita a partire dalla Tab. 3.3.II delle NTC e dalle indicazioni al par. 4.4.1.2 della norma EN 50341-1) in funzione della categoria di esposizione del sito;
- $c_t$  è il coefficiente di topografia (preso di valore unitario, come da indicazioni delle NTC).

Ai fini delle equazioni precedente, nello studio si è assunta un'altezza media delle linee dal suolo di 10 m.

Assumendo una classe di rugosità del terreno pari a "C" (terreno con presenza di ostacoli diffusi), si applicano le categorie di esposizione III per quote inferiori ai 500 m e IV per quote superiori (Figura 6), i cui parametri sono riportati alla Tabella 2.

Categoria di esposizione del sito	$k_r$	$z_0$ [m]	$z_{\min}$ [m]	$G_c$
III	0.20	0.10	5	0.55
IV	0.22	0.30	8	0.47

Tabella 2. Parametri per la definizione dei coefficienti di esposizione e resistenza aerodinamica.

ZONE 1,2,3,4,5						
	mare	costa		500m	750m	
	2 km	10 km	30 km			
A	--	IV	IV	V	V	V
B	--	III	III	IV	IV	IV
C	--	*	III	III	IV	IV
D	I	II	II	II	III	**
* Categoria II in zona 1,2,3,4 Categoria III in zona 5						
** Categoria III in zona 2,3,4,5 Categoria IV in zona 1						

Figura 6. Definizione delle categorie di esposizione  
 (Fig. 3.3.2 - Norme Tecniche per le Costruzioni ed. 2018)

Noto il carico dovuto al peso del manicotto di ghiaccio e neve (perpendicolare al terreno), e l'azione del vento sul conduttore (trasversale), le due forze sono infine combinate a dare il carico risultante su una tratta unitaria di conduttore.

Il tiro corrispondente all'evento di formazione del manicotto di ghiaccio e neve con tempo di ritorno 50 anni (**punto B** della procedura) è quindi stato ricavato attraverso l'equazione del cambiamento di stato della catenaria (dove l'incognita è rappresentata dal parametro  $T'_M$ ):

$$\frac{1}{24} \left[ \left( \frac{p'a}{T'_M} \right)^2 - \left( \frac{pa}{T_M} \right)^2 \right] - \frac{1}{ES} (T'_M - T_M) - \alpha(\theta' - \theta) = 0$$

nella quale:

$T'_M$  = tiro medio incognito nella condizione finale o derivata (kg)

$T_M$  = tiro medio noto nella condizione iniziale o base (kg)

$P'$  = carico risultante per unità di lunghezza nella condizione finale (kg/m)

$P$  = carico risultante per unità di lunghezza nella condizione iniziale (kg/m)

$E$  = modulo di elasticità (kg/mm<sup>2</sup>)

$S$  = sezione del conduttore (mm<sup>2</sup>)

$a$  = lunghezza della campata (m)

$\alpha$  = coefficiente di dilatazione termica lineare (1/°C)

$\theta'$  = temperatura nella condizione finale (°C)

$\theta$  = temperatura nella condizione iniziale (°C)

Per i parametri costruttivi e di posa delle linee richiesti dall'equazione si sono adottati i valori ottenuti mediante datasheet e dati di letteratura riportati alla Tabella 3 successiva. Per ipotesi si è assunta per le campate delle linee una lunghezza convenzionale compresa, a seconda dei casi, tra 80 e 200 m e una temperatura di posa di 20°C. Per la tesatura dei conduttori si sono applicate le prescrizioni della Zona A prevista dalla norma Legge 28 giugno 1986, n. 339. La temperatura finale in presenza di manicotto è stata assunta pari a -2°C.

Tipologia di conduttore	Sezione [mm <sup>2</sup> ]	Carico di rottura [kg]	Modulo di elasticità [kg/mm <sup>2</sup> ]	Massa teorica [kg/m]	Coefficiente di dilatazione [1/°C]	Tiro [kg]
Rame	16	635	13000	0,1414	16,8·10 <sup>6</sup>	66
	20	808	11000	0,1797	16,9·10 <sup>6</sup>	83
	25	1028	10000	0,2283	17·10 <sup>6</sup>	103
	35	1426	10000	0,3166	17·10 <sup>6</sup>	168
	50	1786	10000	0,4496	17·10 <sup>6</sup>	277
	63	2326	10000	0,5666	17·10 <sup>6</sup>	349
	70	2734	10000	0,6258	17·10 <sup>6</sup>	439
Alluminio-Acciaio	28	894	7700	0,0964	18,9·10 <sup>6</sup>	106
	50	1596	7700	0,1757	18,9·10 <sup>6</sup>	189
	104	3351	7700	0,3690	18,9·10 <sup>6</sup>	397

Tabella 3. Parametri tecnici e di posa delle tipologie di conduttori considerati.

Il tempo di ritorno dell'evento di rottura sulla singola tratta di conduttore aereo (**punto C**) è stato quindi ricavato applicando la metodologia di cui all'Allegato B e all'Allegato D della norma CEI EN 50341-1, assumendo un numero di anni di osservazione del fenomeno pari a 29 (osservazioni relative al periodo 1985-2013) e un coefficiente di variazione (parametro  $v_i$ ) pari a 0,7 (Tabella B.3 della norma).

Successivamente, il sistema di distribuzione è stato oggetto di una analisi topologica (**punto D**), atta ad individuare per ogni Cabina Secondaria ogni possibile percorso di alimentazione verso una qualsiasi interfaccia AT. Per tale finalità, si sono assunti tutti i punti di sezionamento sulla rete MT chiusi, ovvero la rete è stata modellizzata all'interno del software di calcolo come un sistema magliato.

In via precauzionale, non si sono considerati i punti interconnessione con aziende di distribuzione confinanti, ciò in ragione della non perfetta conoscenza di tali infrastrutture di rete (es. tempi di ritorno in caso di eventi meteorologici estremi) e delle relative pratiche di esercizio in essere.

Per ogni percorso di alimentazione individuato dall'algoritmo, si è quindi selezionata la tratta critica (**punto E**), ovvero la tratta avente maggiore probabilità di rottura del conduttore: il tempo di ritorno di tale tratta è assunto quale tempo di ritorno della tratta complessiva (ovvero, in caso di evento meteorologico rilevante, si presuppone che la tratta critica sia l'elemento che pregiudichi per primo il funzionamento dell'intero percorso di alimentazione della CS).

Tra tutti i percorsi disponibili per alimentare una data CS è preso infine quello con tempo di ritorno superiore (**punto F**). Tale percorso, avendo la maggiore resilienza rispetto ai fenomeni meteorologici considerati, è infatti quello che più di ogni altro assicura la continuità del servizio degli utenti BT sottesi alla CS. Il tempo di ritorno di tale percorso è preso quale tempo di ritorno caratteristico della Cabina Secondaria in analisi (parametro  $T_{RCS}$ ). Al tempo di ritorno così ottenuto è quindi applicata (**punto G**) l'espressione di calcolo dell'indice di rischio di disalimentazione della Cabina Secondaria ( $IR_{CS}$ ).

### 3.2. Fattore critico caduta alberi fuori fascia

L'approccio all'analisi del fattore critico "caduta alberi fuori fascia" sulle linee elettriche è stata sviluppata coerentemente alle indicazioni fornite nella Det. DIEU n. 2/2017. In assenza di indicazioni specifiche, si è cercato inoltre, ove possibile, di adottare modalità di valutazione del fenomeno omogenee a quelle impiegate dalle altre aziende distributrici sul territorio nazionale aventi analoghe problematiche.

In analogia a quanto effettuato per i manicotti di ghiaccio e neve, anche per la caduta alberi fuori fascia la procedura mira a calcolare degli indici di rischio per la singola Cabina Secondaria, dapprima valutando il rischio di guasto sulla singola tratta di linea, e successivamente componenti i tassi di guasto a livello di percorso di alimentazione verso le Cabine Primarie tramite un'analisi topologica. In particolare:

- A. In funzione delle condizioni di posa (lunghezza, quota, posa in area boschiva), ad ogni tratta di linea aerea in conduttore nudo del sistema elettrico è attribuito un tempo di ritorno dell'evento di rottura, definito sulla base di analisi storiche degli eventi di guasto che hanno interessato la rete rispetto al fenomeno in esame.
- B. Per ogni Cabina Secondaria, sono individuati tutti i possibili percorsi di alimentazione verso un qualsiasi punto di alimentazione AT, assumendo i punti di sezionamento chiusi.
- C. Per ogni percorso di alimentazione è individuato il tempo di ritorno totale dell'evento di guasto, ottenuto come composizione dei tempi di ritorno delle singole tratte.
- D. Tra tutti i percorsi di alimentazione possibili di una CS è considerato quello avente il tempo di ritorno superiore (migliore affidabilità).
- E. L'indice di rischio di disalimentazione della Cabina Secondaria è calcolato come numero di utenti BT sottesi alla cabina diviso il tempo di ritorno (parametro  $IR_{CS}$ ).

Il rischio di guasto per caduta alberi fuori fascia per ciascuna tratta di linea elettrica aerea è stato definito (**punto A**) sulla base dei dati resi disponibili sui Tavoli di Lavoro dedicati alla resilienza dalle altre aziende di distribuzione:

- Tempo di ritorno chilometrico ( $T_{R\_km}$ ) in condizioni di emergenza pari a 91,43 anni per le linee posate a quota inferiore a 650 m s.l.m. e 12,03 anni per le linee a quote superiori.

Noto il parametro  $T_{R\_km}$  e la percorrenza all'interno di aree boschive ( $L_{ab}$ ), ad ogni linea aerea MT in conduttori nudi è stato quindi attribuito un tempo di ritorno  $T_R$  definito come:

$$T_R = \frac{T_{R\_km}}{L_{ab}}$$

In seguito (**punto B**), si è svolta una analisi della rete MT, del tutto analoga per ipotesi e modalità di svolgimento a quanto effettuato al punto D dello studio dei manicotti di ghiaccio e neve. Anche in questo caso lo studio ha mirato ad individuare, a partire da ciascuna Cabina Secondaria, ogni possibile percorso di alimentazione verso l'interfaccia AT in assetto di rete magliata.

Per ciascun per percorso di alimentazione individuato si è quindi proceduto (**punto C**) a calcolarne il tempo di ritorno complessivo:

$$T_{R\text{ percorso}} = \frac{1}{\sum_i \frac{1}{T_{R,i}}}$$

Dove  $T_{R,i}$  è il tempo di ritorno della i-esima tratta in serie lungo il percorso.

Tra tutti i percorsi disponibili per alimentare una data CS è preso quello con tempo di ritorno superiore (**punto D**), assumendo che, essendo questo il percorso con affidabilità maggiore, durante un evento meteorologico estremo l'alimentazione della Cabina Secondaria sia garantita fintanto che il percorso in esame risulta operativo. Analogamente a quanto impostato per i manicotti di ghiaccio e neve, anche in questo caso il tempo di ritorno così ottenuto è il tempo di ritorno della CS.



## 4. Indici di resilienza del sistema elettrico A.S.SE.M.

Nel presente capitolo si riportano gli esiti delle valutazioni effettuate sugli indici di resilienza (tempi di ritorno e indici di rischio) della rete di distribuzione MT A.S.SE.M.. Dapprima sono presentati i risultati per singolo fattore critico, successivamente, gli stessi sono combinati a dare degli indici di rischio di resilienza globali della rete elettrica.

### 4.1. Fattore critico formazione di manicotti di ghiaccio e neve

Nella Figura 7 è riportata la distribuzione delle tratte di linea in conduttore nudo del sistema A.S.SE.M. in funzione del relativo tempo di ritorno per il fattore critico formazione di manicotti di ghiaccio e neve (in realtà, per quanto detto nella sezione 3, nella rete A.S.SE.M. l'accrescimento del manicotto di ghiaccio è da ritenersi trascurabile, nella valutazione del carico agente sulle linee è stato quindi considerato il solo effetto della neve). Ai tempi di ritorno inferiori corrisponde la peggiore affidabilità. L'analisi è stata impostata secondo quanto riportato alla precedente sezione 3.1 del documento. L'andamento a gradini della distribuzione è dovuto alle diverse sezioni di conduttore impiegate sulla rete, infatti al ridursi della sezione si ha un tiro critico pure inferiore, e di conseguenza il tempo di ritorno dell'evento di rottura diminuisce. Il carico agente sulla catenaria dipende anche, in accordo alla metodologia presentata alla sezione 3, dalla quota di posa della linea elettrica. Tuttavia, data l'orografia di San Severino Marche, che presenta sì rilievi collinari, ma di altitudine piuttosto modesta, l'altimetria scarsamente influenza il fenomeno. Nella rete A.S.SE.M. la pressoché totalità delle linee elettriche aeree presenta tempi di ritorno inferiori ai 50 anni, ciò è dovuto al frequente impiego per le linee aeree di conduttori di sezione limitata (il 78 e il 98% circa dei conduttori di Figura 7 hanno rispettivamente sezione minore o uguale a 25 e 50 mmq). Tuttavia, solo nel 31% dei casi il tempo di ritorno risulta inferiore a 10 anni.

La Figura 8 mostra i tempi di ritorno e la distribuzione delle linee elettriche sul territorio mediante scala colorimetrica, evidenziando come ad essere maggiormente impattate siano le zone periferiche della rete e in special modo le derivazioni aeree che si dipartono dalle dorsali principali delle linee MT.

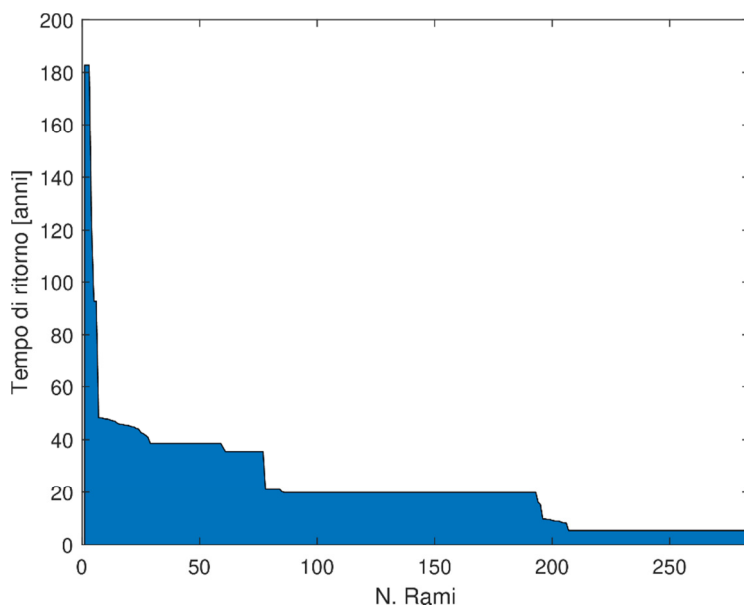


Figura 7. Distribuzione dei tempi di ritorno delle tratte di linea in conduttore nudo per i manicotti di ghiaccio e neve.

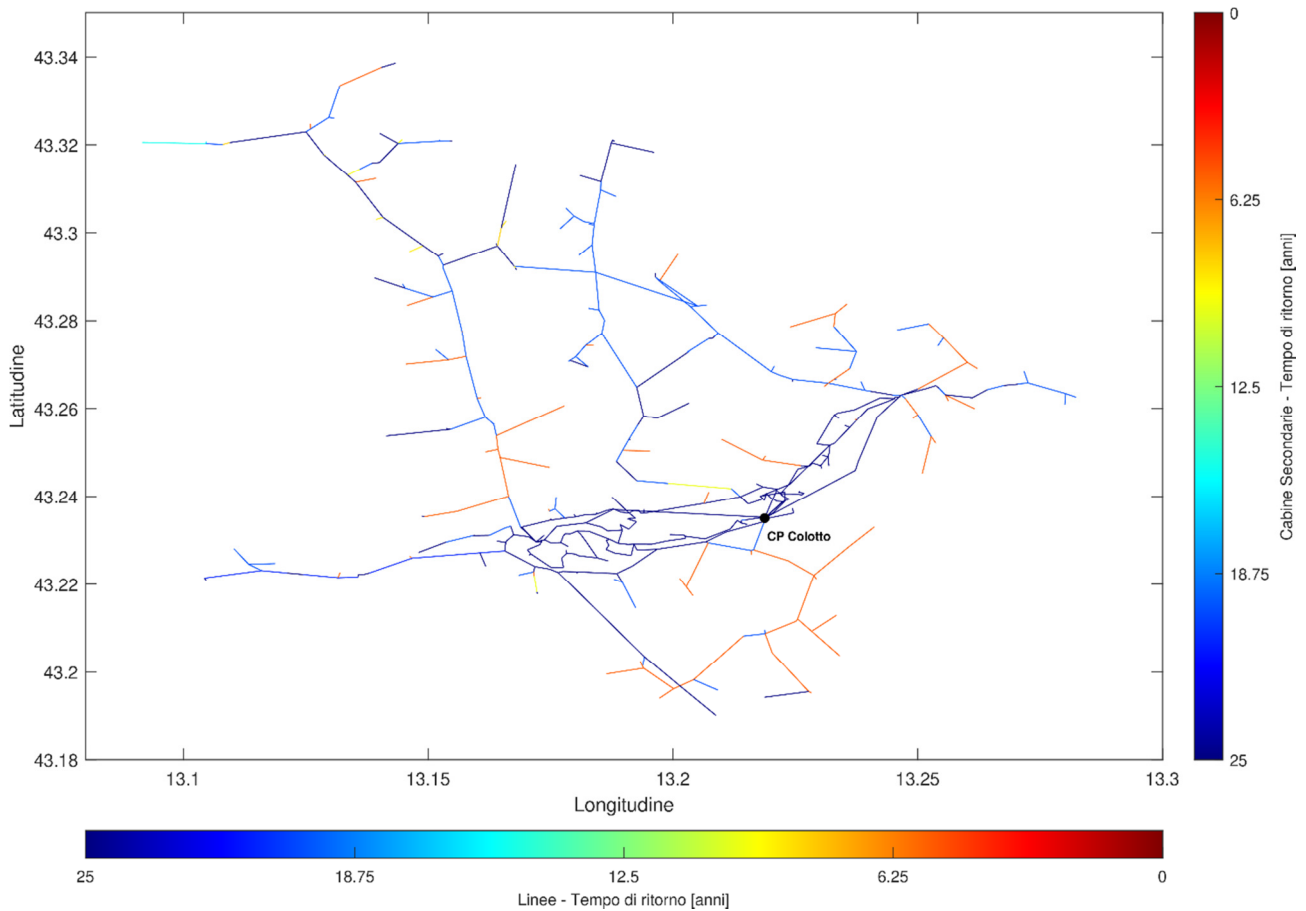


Figura 8. Tempi di ritorno delle linee elettriche per i manicotti di ghiaccio e neve.

La Figura 9 riporta la distribuzione dei tempi di ritorno delle Cabine Secondarie, saturando per leggibilità i tempi di ritorno più elevati a 250 anni. Circa il 27% delle CS presentano tempi di ritorno superiori a 50 anni: talvolta si tratta di cabine alimentate esclusivamente da linee in cavo (nel grafico sono quelle con tempi saturati a 250 anni), più spesso sono CS sottese a linee aeree di sezione elevata. Riguardo a questo secondo caso, si osservi come molte cabine abbiano lo stesso tempo di ritorno, prossimo a 90 anni: questi sono tutti i nodi di rete ubicati a valle del centro satellite Contro, alimentato dalla linea aerea L4R Feeder, che presenta appunto tale tempo di ritorno.

In circa il 39% dei casi, i tempi di ritorno risultano inferiori ai 10 anni, evidenziando significative criticità in relazione alla formazione dei manicotti di neve. Tali casi sono comunque spesso relativi alle zone più periferiche del comune di San Severino Marche, dove la densità abitativa e di carico è minore e quindi è minore anche il numero di utenti alimentati per singola CS.

La Figura 10 e la Figura 11 mostrano le CS A.S.SE.M. distribuite sul territorio colorate in funzione dei tempi di ritorno. I risultati ottenuti mostrano come le zone maggiormente critiche siano, a sud, la zona alimentata dal feeder L3R Parolito-Cusiano, a est le cabine secondarie più estreme in località Cannuciaro/Caruccio, e a nord, in località Stigliano, Castel San Pietro e Isola.

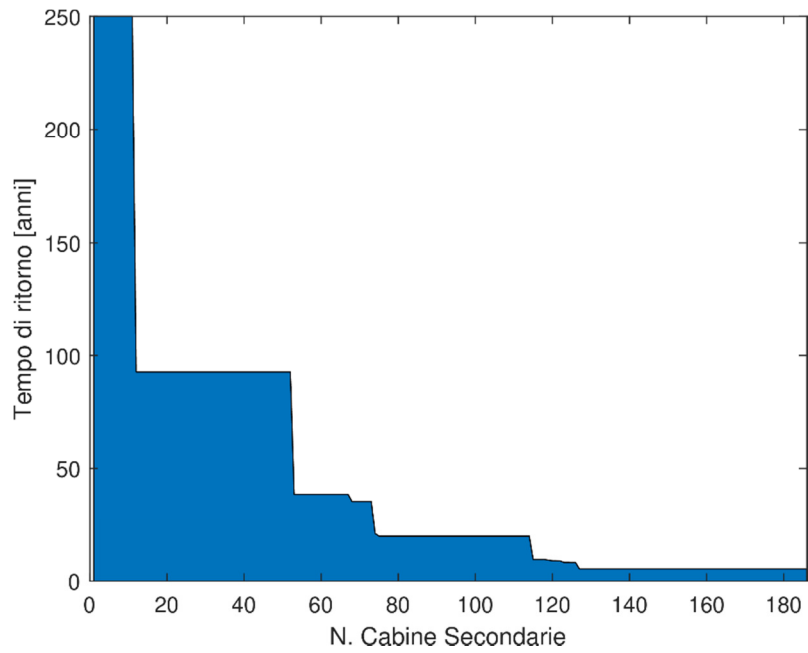


Figura 9. Distribuzione dei tempi di ritorno delle Cabine Secondarie per i manicotti di ghiaccio e neve (per maggiore leggibilità del grafico, i tempi di ritorno sono stati saturati a 250 anni).

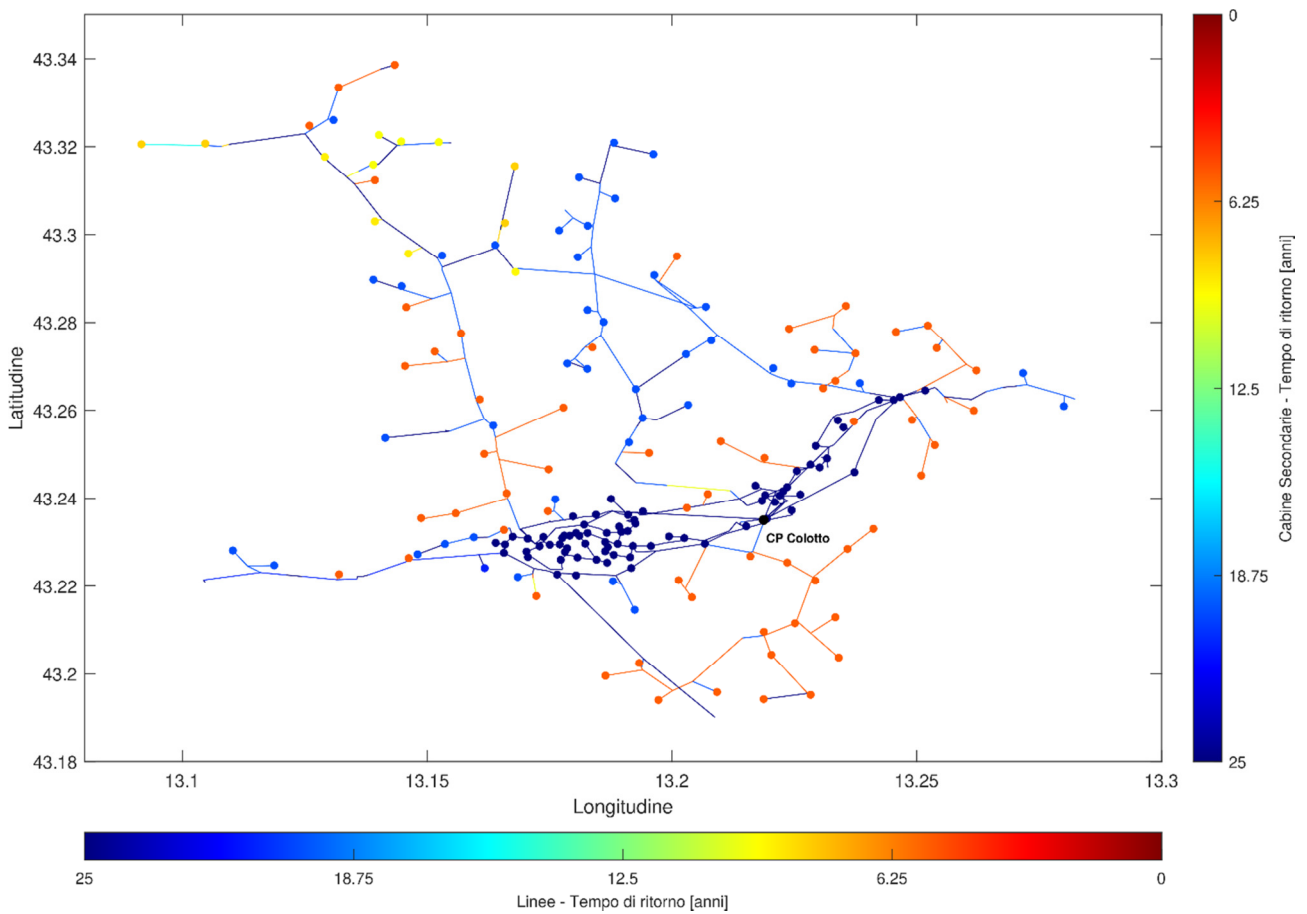


Figura 10. Tempi di ritorno delle Cabine Secondarie per i manicotti di ghiaccio e neve.

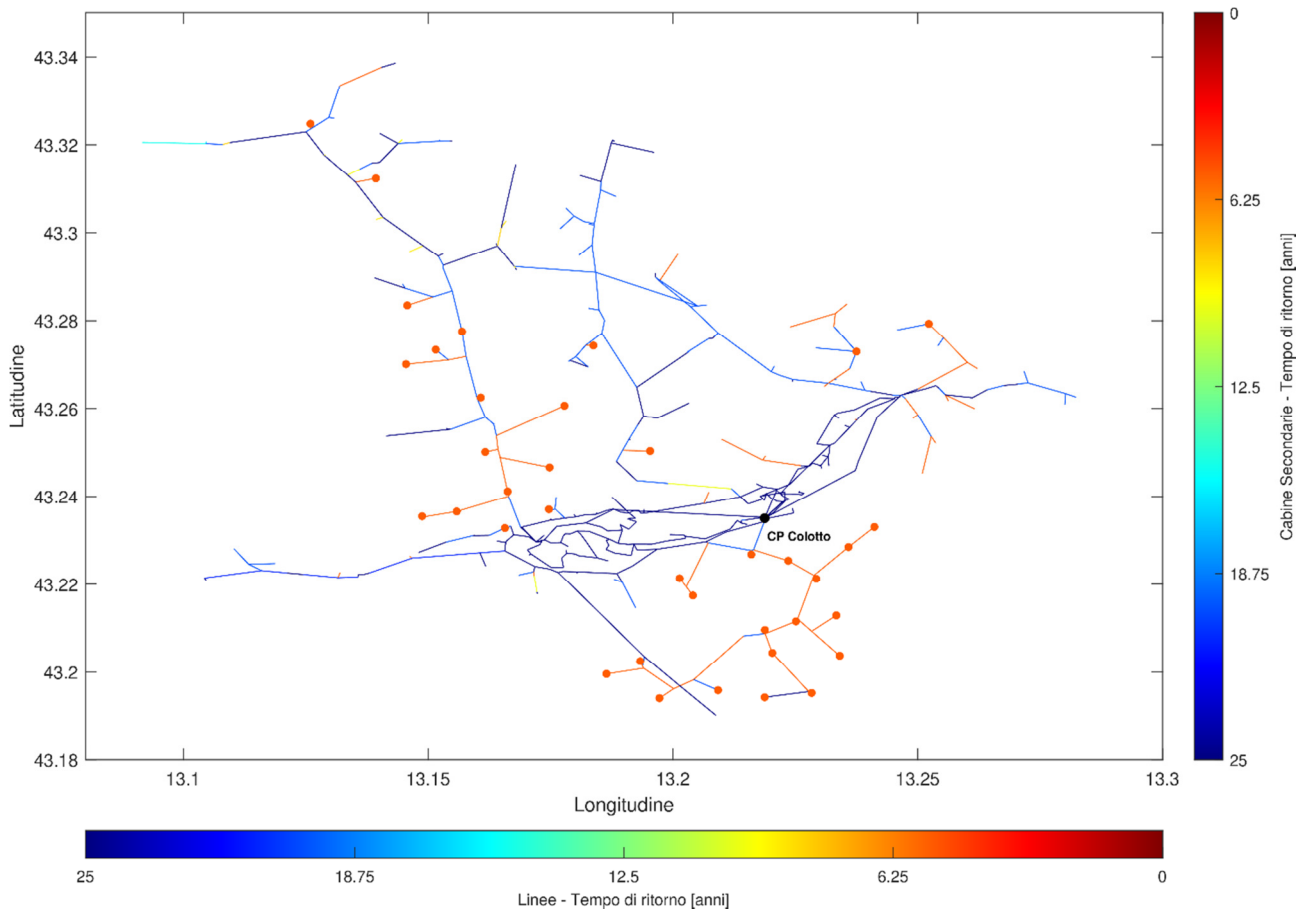


Figura 11. Cabine Secondarie con i tempi di ritorno per i manicotti di ghiaccio e neve inferiori (20% del totale).

In Figura 12 si riporta infine la distribuzione degli indici di rischio per ciascuna Cabina Secondaria ( $IR_{CS}$ ) per i manicotti di ghiaccio e neve (Cabine Secondarie ordinate dall'indice di rischio più alto, a sinistra, a quello più basso, a destra), mentre la Figura 13 e Figura 14 mostrano, con scala colorimetrica, gli indici di rischio sul territorio settempedano. Dato che il parametro  $IR_{CS}$  è calcolato come rapporto tra il numero di utenti e i tempi di ritorno precedentemente individuati, le aree maggiormente critiche sono quelle densamente popolate, ma raggiunte da linee elettriche con affidabilità relativamente modesta. In generale, quindi, aree apparentemente critiche in relazione ai tempi di ritorno delle CS, ma con scarso numero di utenti, non ricadono tra le aree di intervento prioritarie; viceversa, aree apparentemente meglio servite potrebbero manifestare indici di priorità di intervento elevati in ragione del numero consistente di utenti BT sottesi.

Dalla Figura 12 si tra come il rischio di disalimentazione per il fenomeno in esame incida marcatamente su un numero ridotto di Cabine Secondarie: le 18 CS più critiche (10% del totale), rappresentate a sinistra in figura, coprono da sole circa il 41% del totale indice di rischio della rete.

Le rappresentazioni planimetriche di Figura 13 e Figura 14 evidenziano come la rete A.S.SE.M. non presenti aree o linee marcatamente critiche; i punti di debolezza rispetto al fenomeno in esame sono piuttosto i tratti terminali delle linee, che spesso alimentano un carico modesto e quindi sono realizzati tramite conduttori nudi di sezione limitata.

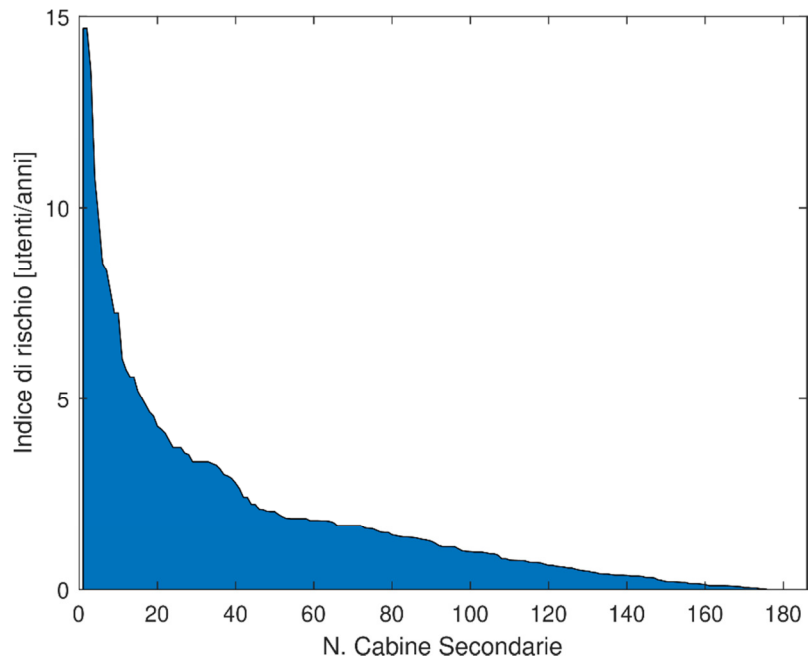


Figura 12. Distribuzione degli indici di rischio delle Cabine Secondarie per i manicotti di ghiaccio e neve.

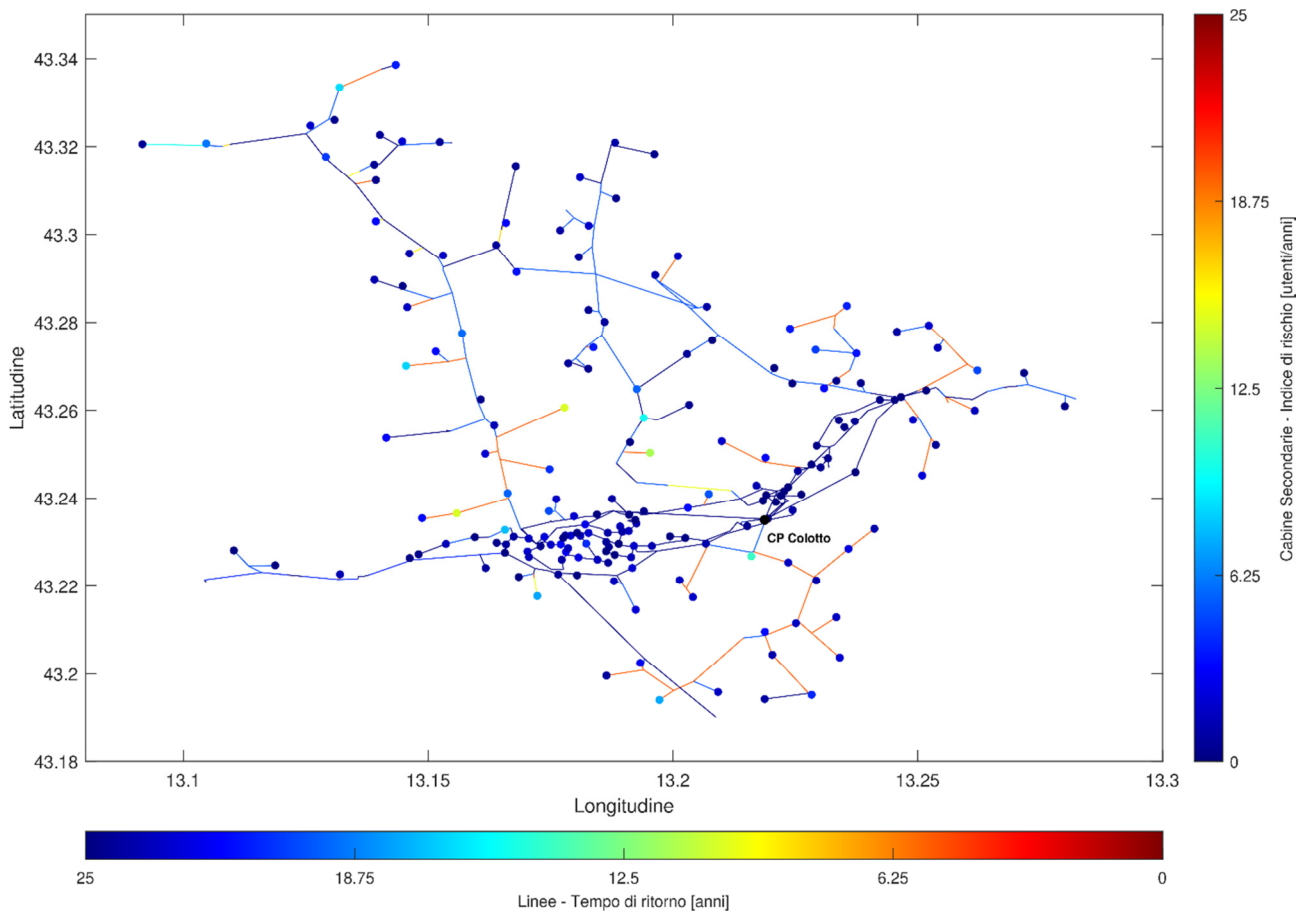


Figura 13. Indici di rischio delle Cabine Secondarie per i manicotti di ghiaccio e neve.

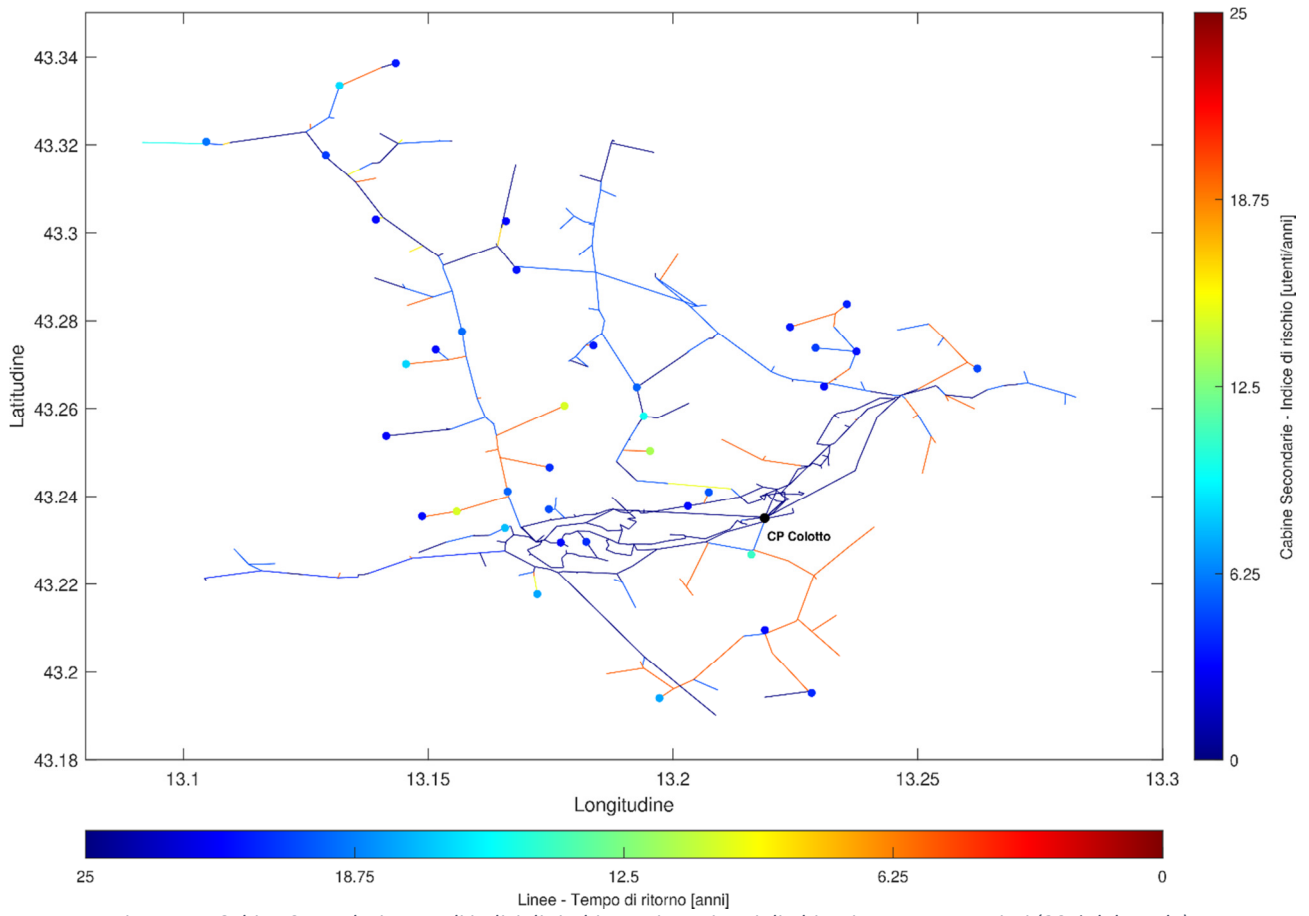












Figura 14. Cabine Secondarie con gli indici di rischio per i manicotti di ghiaccio e neve maggiori (20% del totale).

#### 4.2. Fattore critico caduta alberi fuori fascia

La valutazione del rischio associato alla caduta alberi fuori fascia sulle linee elettriche ha richiesto in prima battuta di individuare le linee elettriche aeree del sistema elettrico A.S.SE.M. che si sviluppano all'interno di aree boschive. A tale scopo, sono stati reperiti i dati di forestazione del territorio di San Severino Marche elaborati dal servizio cartografico della Regione Marche, accessibili al link (<https://www.regione.marche.it/Regione-Utile/Agricoltura-Sviluppo-Rurale-e-Pesca/Foreste#Cartografia>).

All'interno del portale, i dati di forestazione sono disponibili suddivisi in base alle diverse specie forestali presenti sul territorio. Si è quindi proceduto a filtrare i dati, includendo le sole specie aventi incidenza sui guasti delle linee elettriche. In particolare, ai fini delle analisi in oggetto, sono stati considerati i seguenti tipi forestali, la cui distribuzione sul territorio è rappresentata nella successiva Figura 15:

	Boschi di latifoglie varie, pure o miste	Boschi di latifoglie varie, pure o miste
	Castagneti	Castagneti
	Cerrete	Cerrete
	Faggete	Faggete
	Formazioni riparie	Formazioni riparie
	Leccete	Leccete
	Orno-ostrieti	Orno-ostrieti
	Querceti di roverella e di rovere	Querceti di roverella e di rovere
	Rimboschimenti a prevalenza di conifere	Rimboschimenti a prevalenza di conifere
	Robinieti-ailanteti	Robinieti-ailanteti

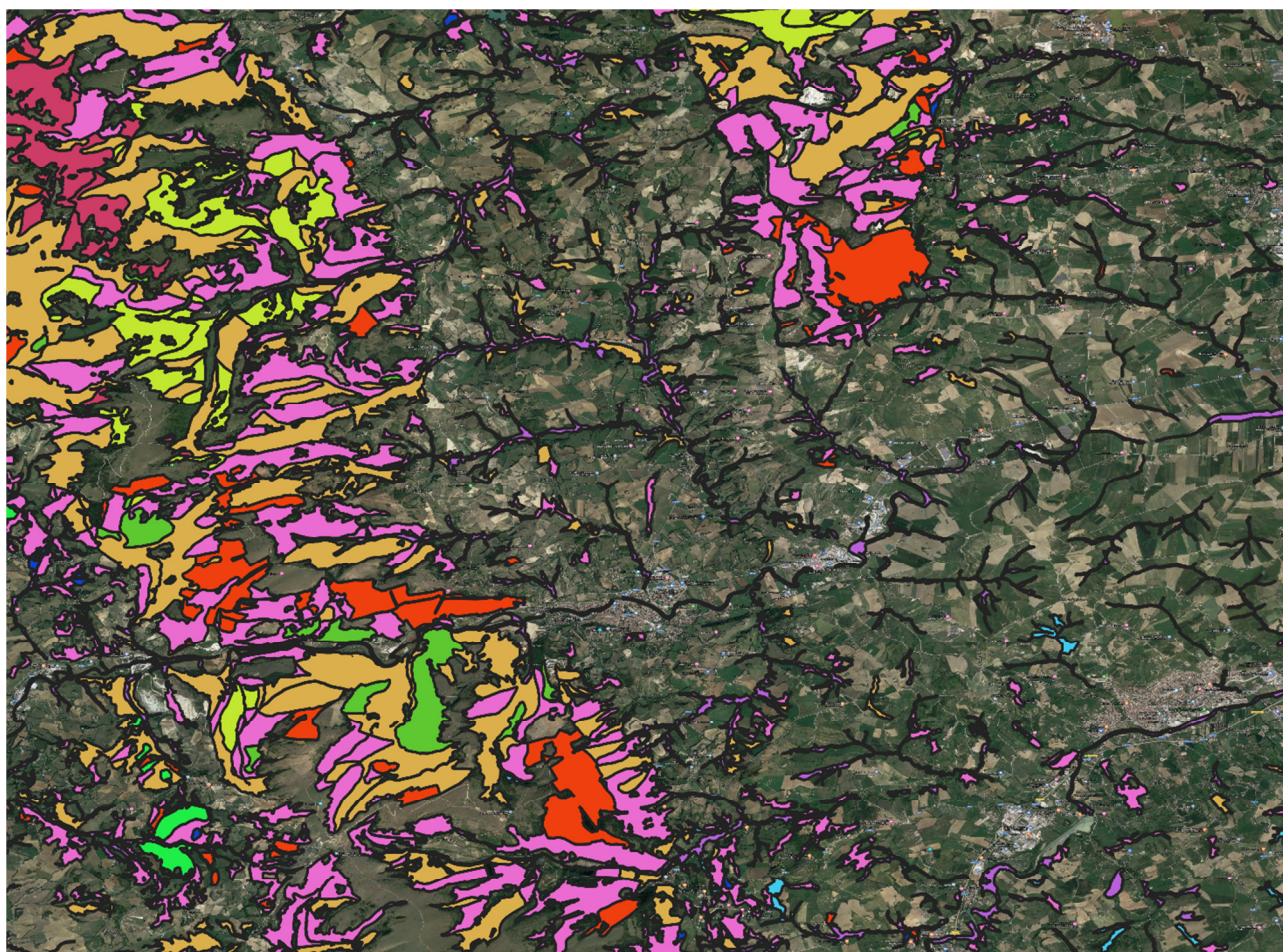


Figura 15. Distribuzione dei tipi forestali considerati ai fini della valutazione del rischio associato alla caduta alberi fuori fascia.

I dati raccolti sono stati successivamente incrociati con i dati di consistenza della rete elettrica, individuando, per ciascuna tratta di linea, la percorrenza all'interno di aree boschive (in rosso in Figura 16). Le zone del territorio settempedano coperte più densamente da vegetazione sono i colli dell'appenino umbro-marchigiano, le cui cime principali nelle immediate vicinanze di San Severino Marche sono il Monte San Vicino a nord-ovest e il Monte Circe a nord-est.

Anche se in generale le aree boschive ricoprono le aree del territorio meno densamente popolate, la vegetazione interessa talvolta anche zone in prossimità del centro urbano.

Seguendo la procedura di cui al punto A della sezione 3.2, ad ogni tratta è stato quindi assegnato un tempo di ritorno dell'evento di guasto correlato al fenomeno della caduta alberi, diversificato in funzione dell'altitudine di posa (maggiore o minore di 500 m s.l.m.).

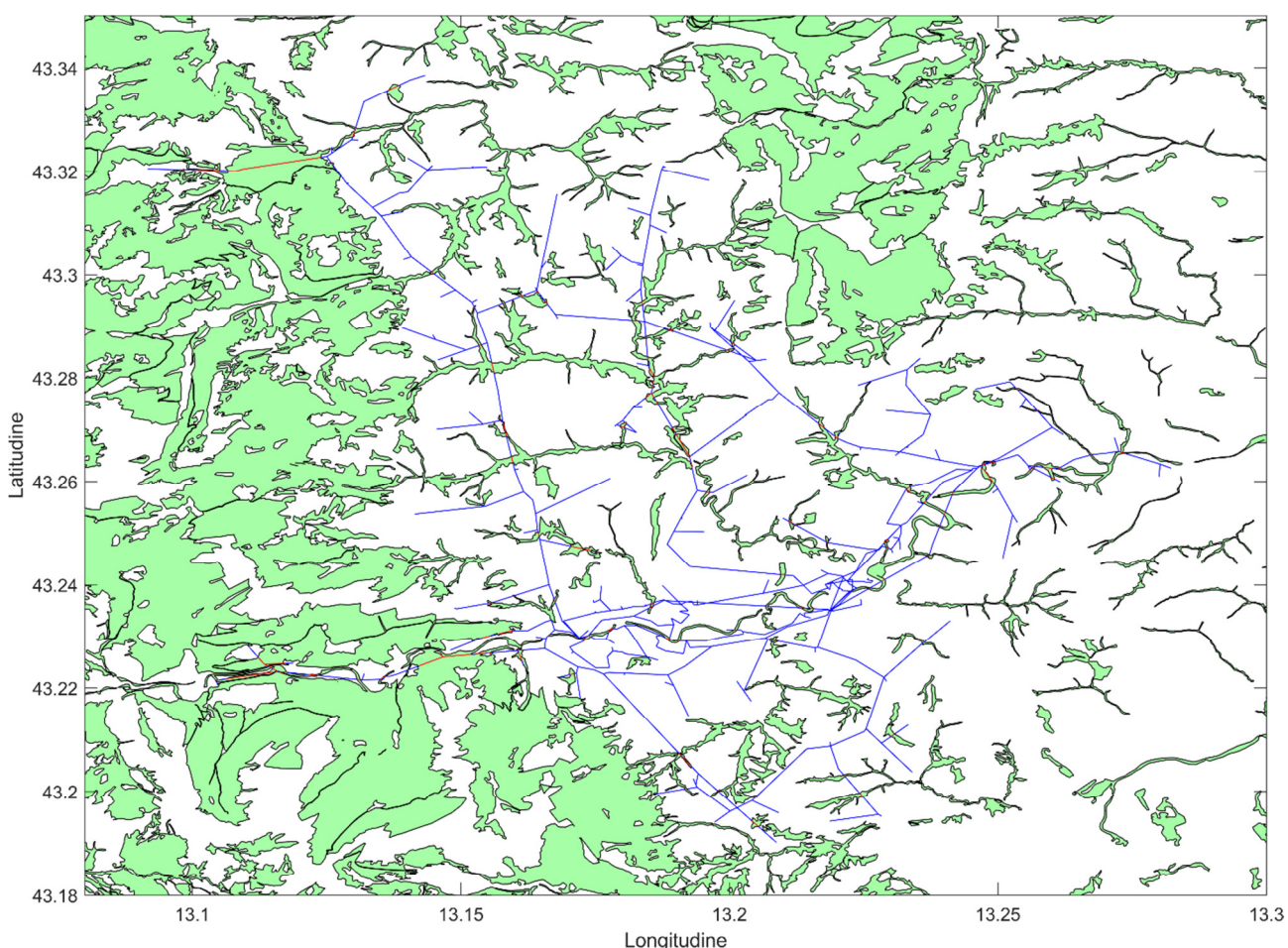


Figura 16. Linee elettriche all'interno (rosso) ed esterno (blu) delle aree boschive.

Similmente a quanto svolto per i manicotti di ghiaccio e neve, in Figura 17 si è riportata la distribuzione delle tratte di linea MT in conduttore nudo ordinate rispetto al tempo di ritorno per il fattore critico caduta piante. Per una migliore leggibilità del grafico, i tempi sono saturati al valore massimo di 500 anni. Si precisa che quanto in Figura 17 non risulta direttamente confrontabile all'omologa grandezza ricavata per i manicotti (Figura 7). Infatti, i tempi di ritorno per caduta piante della singola tratta, in accordo al metodo adottato e condiviso sui Tavoli di Lavoro, dipendono dall'estensione in area boschiva della tratta medesima (maggiore è la lunghezza del percorso soggetta a vegetazione, maggiore è la probabilità di guasto).



Viceversa, per i manicotti di ghiaccio e neve, i tempi di ritorno della tratta dipendono solo dalle condizioni di posa e dalla tipologia di conduttore, in quanto si assume la probabilità dell'evento di rottura della linea indipendente dalla lunghezza delle tratte (ipotesi di grande nevicata o gelicidio che impatti in modo omogeneo su tutte le linee, per cui se si rompe una linea, si assume che lo stesso accadrà per tutte le linee di pari o inferiori caratteristiche di resilienza). Dunque, in sintesi, per i manicotti di ghiaccio e neve il tempo di ritorno della singola tratta è un indice potenziale dei tempi di ritorno delle CS sottese, viceversa per la caduta piante per avere indicazioni sull'affidabilità di alimentazione delle CS è sempre necessario conoscere la lunghezza complessiva delle tratte in aree boschive a monte.

I tempi di ritorno delle linee elettriche della rete A.S.S.E.M. mediante scala colorimetrica sono mostrati in Figura 18. Si noti che la scala dei tempi è stata impostata a 50 anni (rispetto ai 25 anni dei grafici precedenti del piano).

Dai grafici si trae che il fenomeno in generale ha un modesto impatto sulla resilienza della rete in oggetto: solo in un caso (la linea che alimenta la frazione Elcito) si ha un tempo di ritorno inferiore ai 50 anni e in circa il 9% dei casi le tratte di linea presentano un tempo di ritorno minore di 150 anni. Benché, per quanto detto sopra, questo non implichi strettamente che il fenomeno non comporti criticità in termini rischio delle Cabine Secondarie, i tempi di ritorno in esame combinati con l'estensione della rete piuttosto ridotta fanno sì che nei fatti l'incidenza dei guasti per caduta alberi fuori fascia risulti modesta.

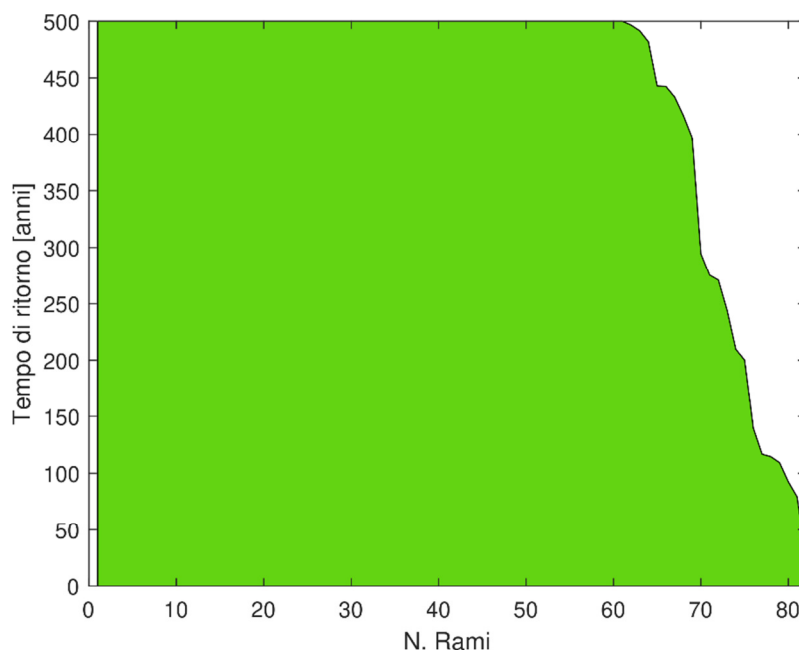


Figura 17. Distribuzione dei tempi di ritorno delle tratte di linea in conduttore nudo per caduta alberi fuori fascia (per maggiore leggibilità del grafico, i tempi di ritorno sono stati saturati a 500 anni).

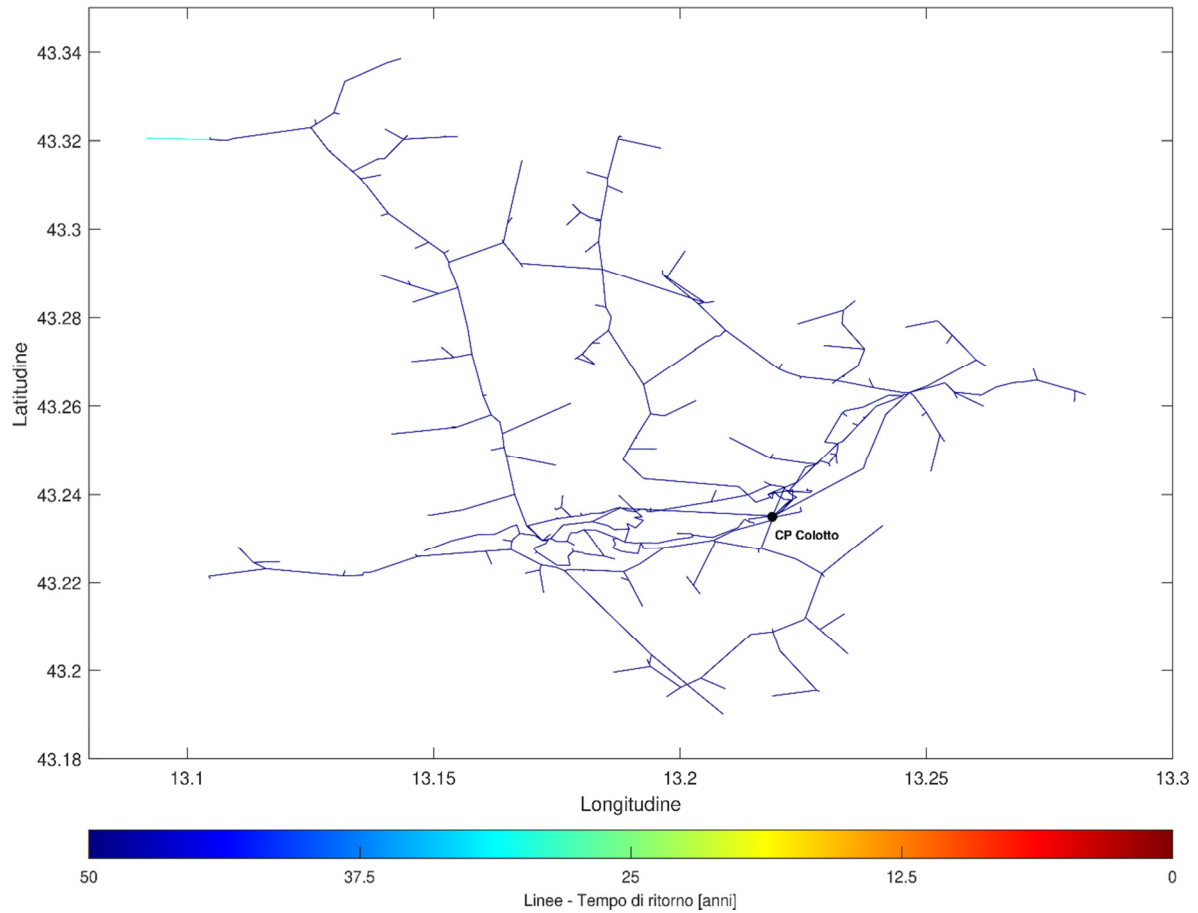


Figura 18. Tempi di ritorno delle linee elettriche per caduta alberi fuori fascia.

La Figura 19 mostra la distribuzione dei tempi di ritorno delle Cabine Secondarie. I risultati ottenuti confermano la scarsa probabilità di accadimento di guasti in relazione alla caduta di piante: solo in 4 casi (circa il 2% del totale) il tempo di ritorno è inferiore ai 50 anni.

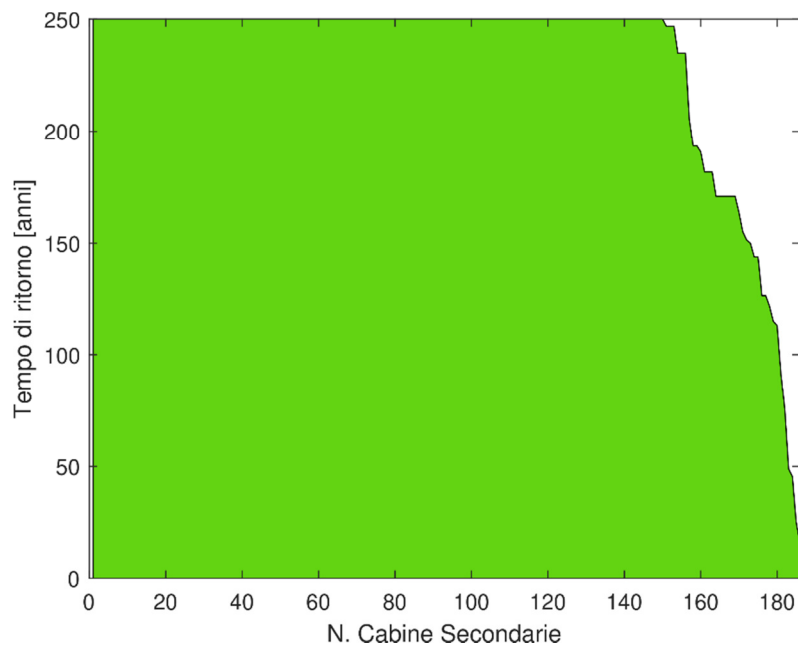


Figura 19. Distribuzione dei tempi di ritorno delle Cabine Secondarie per caduta alberi fuori fascia (per maggiore leggibilità del grafico, i tempi di ritorno sono stati saturati a 250 anni).

La Figura 20 mostra la distribuzione delle CS della rete e dei relativi tempi di ritorno per il rischio di caduta alberi fuori fascia delle CS (20% del totale) con tempi di ritorno più critici. Per quanto detto sopra tutte le CS presentano la colorazione blu di fondo scala (per tale ragione si omette la rappresentazione di rete con tutte le CS in evidenza).

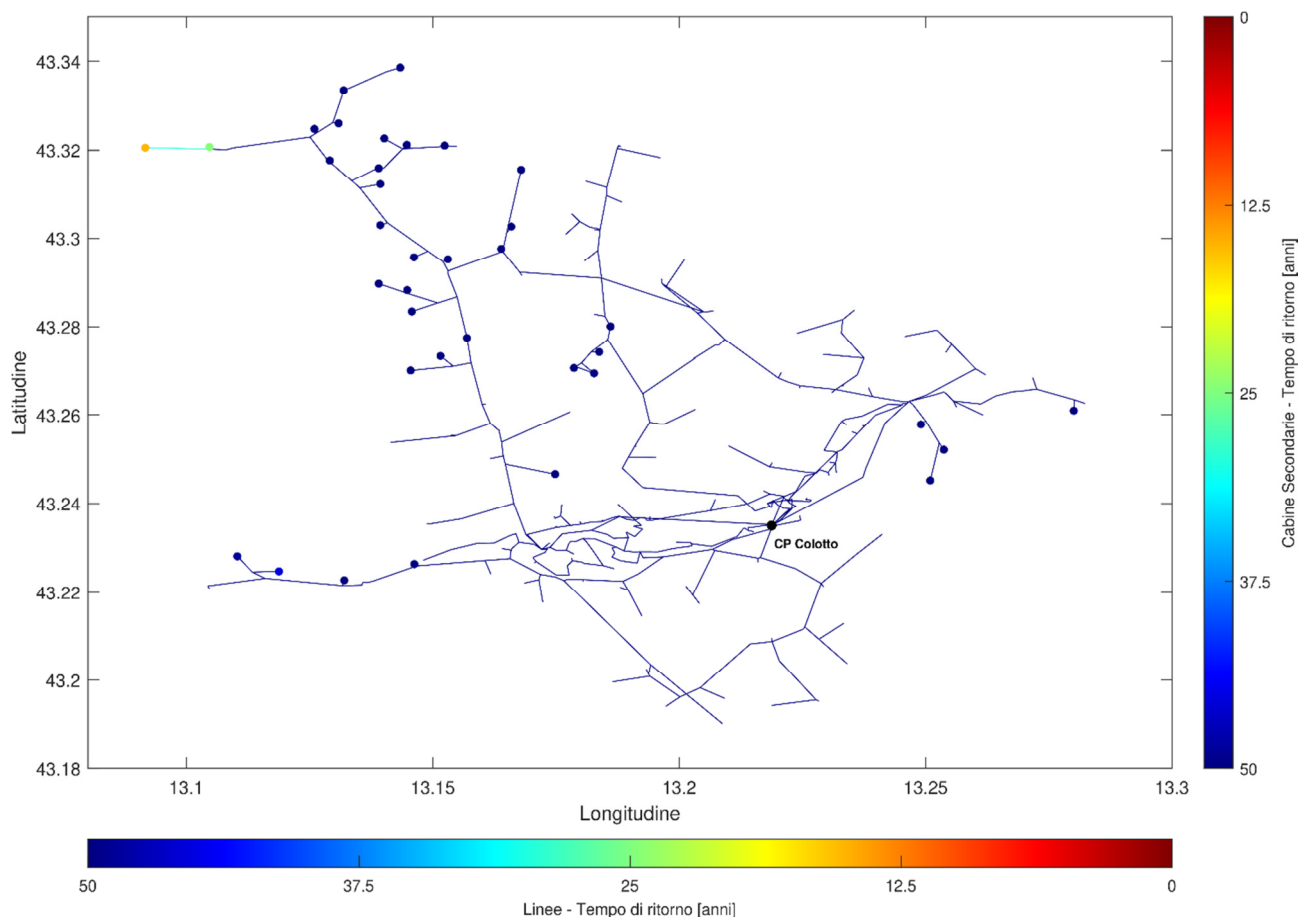


Figura 20. Cabine Secondarie con i tempi di ritorno per caduta alberi fuori fascia inferiori (20% del totale).

Si analizzano infine gli indici di rischio delle Cabine Secondarie per caduta piante fuori fascia, che come già introdotto, sono calcolati come rapporto tra il numero degli utenti BT sottesi e i tempi di ritorno dell'evento interruttivo. In Figura 21 sono rappresentate le CS A.S.SE.M, alle quali è connesso almeno un utente BT, ordinate in funzione del proprio indice di rischio. La Figura 22 raffigura invece le CS colorate sul territorio sempre in funzione dell'indice di rischio (anche in questo caso, si è cercato di magnificare il fenomeno agendo sulla scala colorimetrica, che presenta ora come valore estremo 12,5 anni<sup>-1</sup>, contro i 25 anni<sup>-1</sup> adottati altrove). Si omette, per brevità, la rappresentazione con tutte le CS di rete.

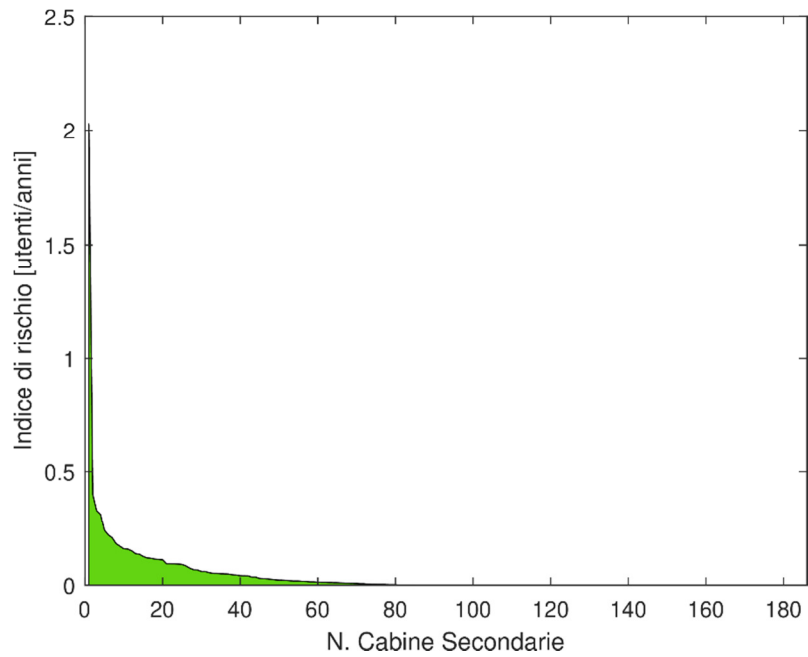


Figura 21. Distribuzione degli indici di rischio per caduta alberi fuori fascia delle Cabine Secondarie.

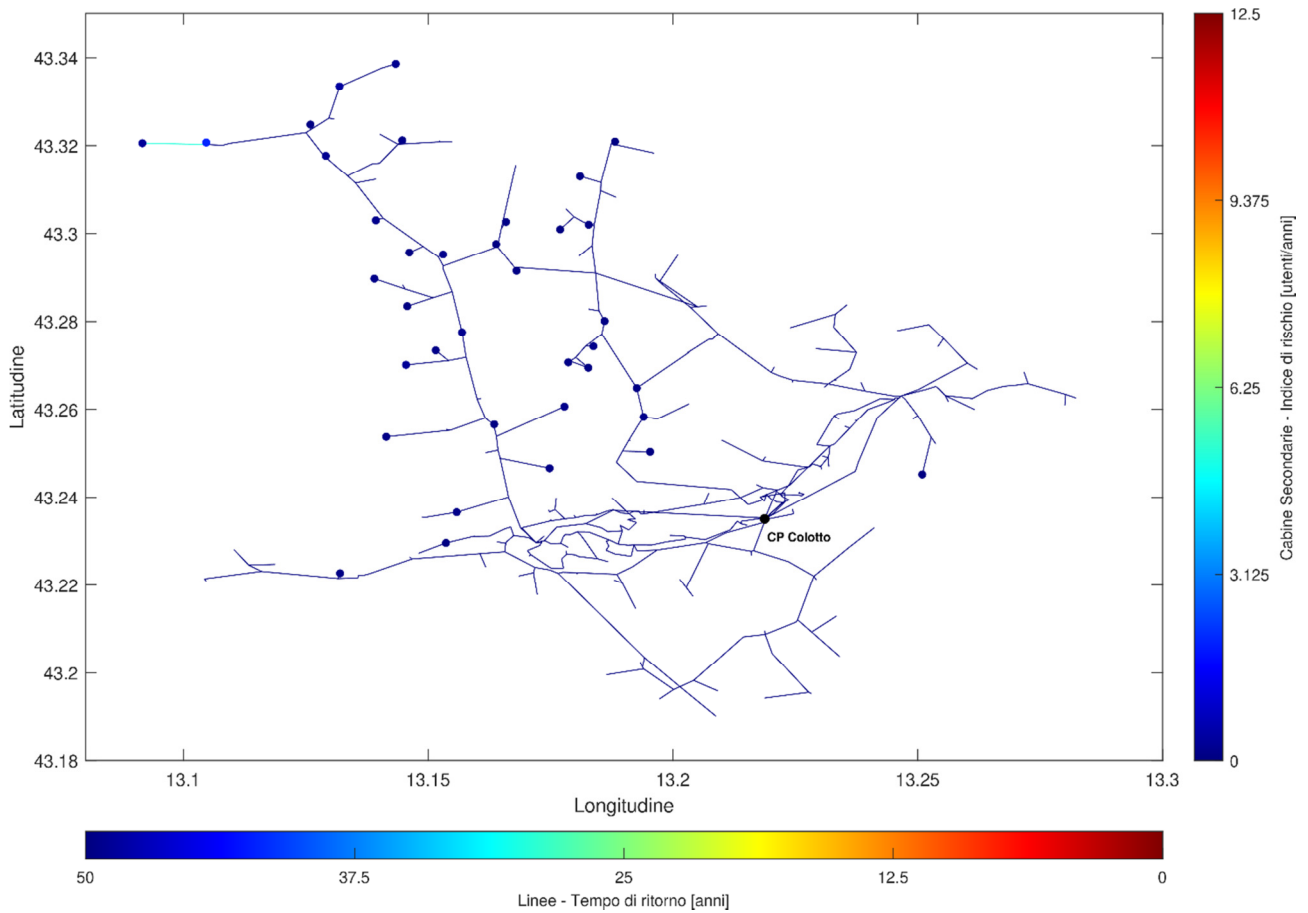


Figura 22. Cabine Secondarie con gli indici di rischio per caduta alberi fuori fascia maggiori (20% del totale).

### 4.3. Indici di rischio complessivi

Nella presente sezione, a partire dagli indicatori per singolo fattore critico calcolati tramite le formule riportate alla sezione 3, sono infine determinati i tempi di ritorno e gli indici di rischio complessivi (dati dalla combinazione di entrambi i fattori manicotti di neve e caduta alberi) delle Cabine Secondarie.

Il tempo di ritorno combinato risulta, per ovvie ragioni, sempre inferiore al tempo calcolato per il singolo fenomeno. In Figura 23 si ha l'ordinamento delle CS in funzione del tempo di ritorno complessivo, saturando il tempo di ritorno massimo a 250 anni. Come già introdotto, per la rete A.S.SE.M. il fenomeno di formazione dei manicotti di neve risulta, dalle analisi svolte, il fattore critico largamente preponderante in termini di impatto sulla continuità del servizio erogato agli utenti, per cui gli andamenti degli indici di resilienza rispecchiano in larga parte quelli già osservati per il rischio suddetto.

Nel caso in esame, poco meno di un terzo delle cabine (circa il 29% del totale) presentano tempi di ritorno sopra i 50 anni. Come già introdotto, tali CS sono tipicamente ubicate nel centro urbane di San Severino Marche, dove la rete è realizzata pressoché interamente in cavo. Viceversa, le CS coi tempi di ritorno più ridotti sono quelle localizzate nelle aree rurali e collinari del comune, dove per esigenze di economicità e per il carico limitato, la rete è realizzata tipicamente in conduttore nudo di sezione limitata (inferiore ai 35 mmq; Figura 24 e Figura 25).

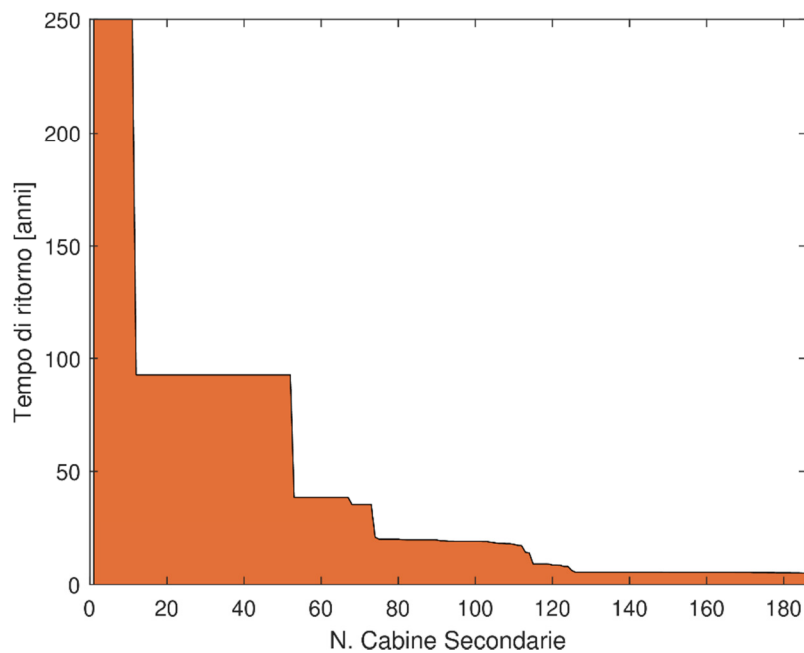


Figura 23. Distribuzione dei tempi di ritorno delle Cabine Secondarie complessivo (per maggiore leggibilità del grafico, i tempi di ritorno sono stati saturati a 250 anni).

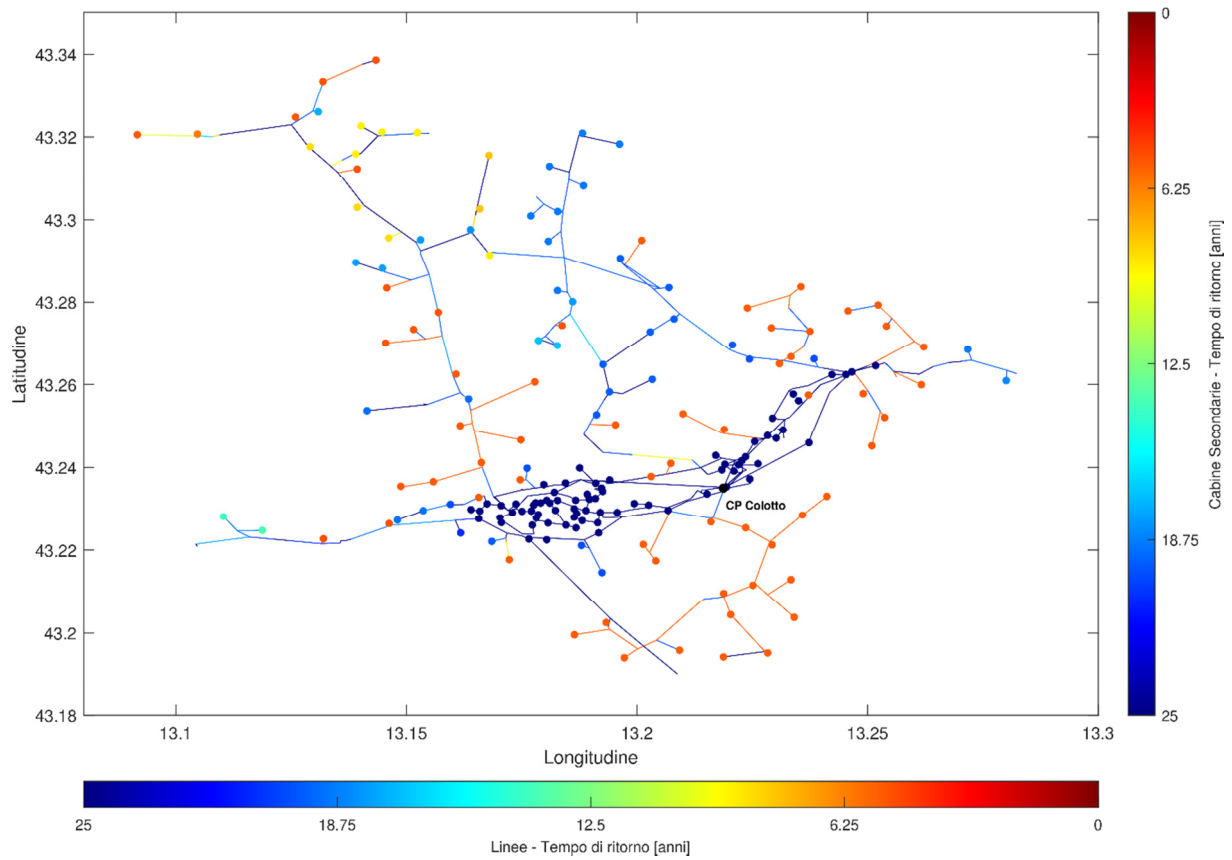


Figura 24. Tempi di ritorno complessivi delle Cabine Secondarie.

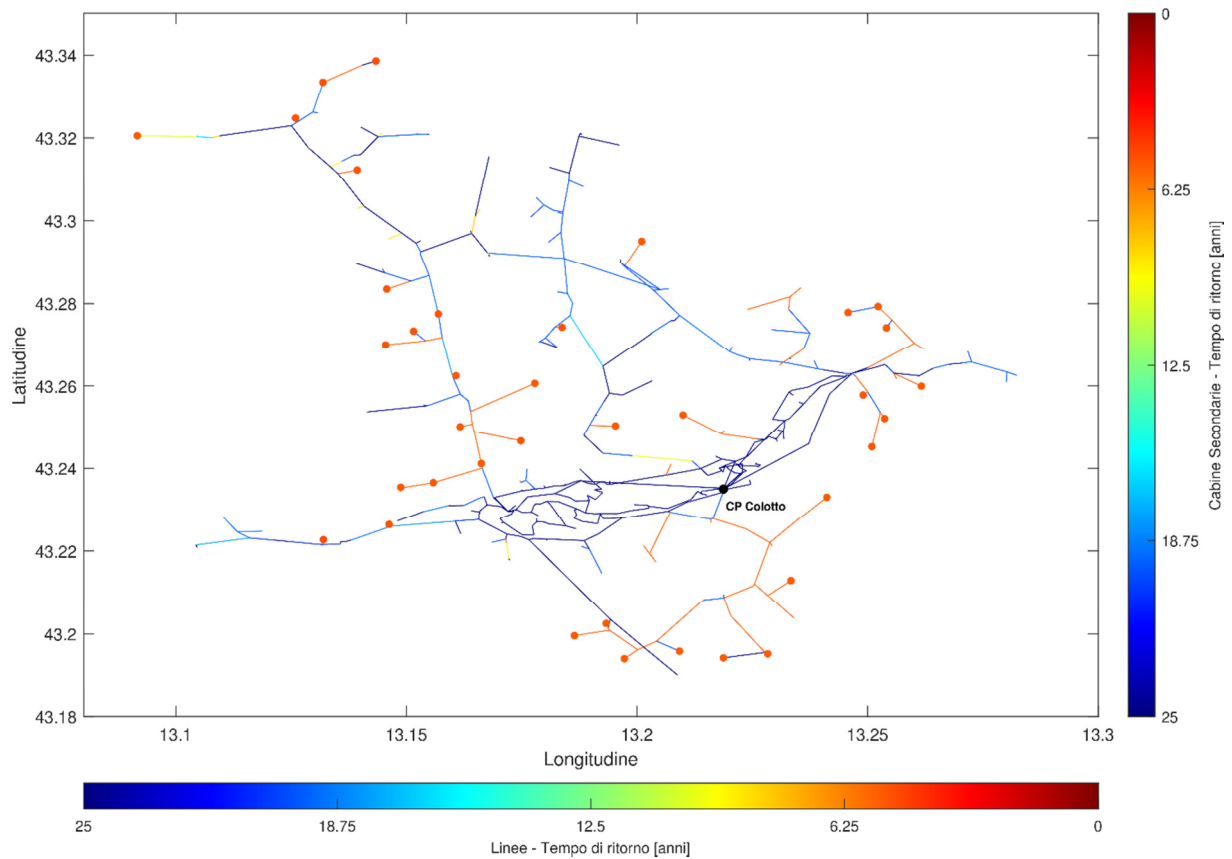


Figura 25. Cabine Secondarie con i tempi di ritorno complessivi inferiori (20% del totale).

Infine, in Figura 26, Figura 27 e Figura 28 sono mostrati gli indici di rischio globali (manicotti + caduta piante) delle Cabine Secondarie. In particolare, la Figura 26 riporta il contributo in evidenza dei singoli fenomeni (manicotti di ghiaccio/neve in blu e caduta alberi in verde) sugli indicatori di resilienza complessivi (ottenuti come somma dei due precedenti).

Dal grafico traspare nuovamente il contributo preponderante del fenomeno di formazione dei manicotti di neve paragonato alla caduta di alberi fuori fascia.

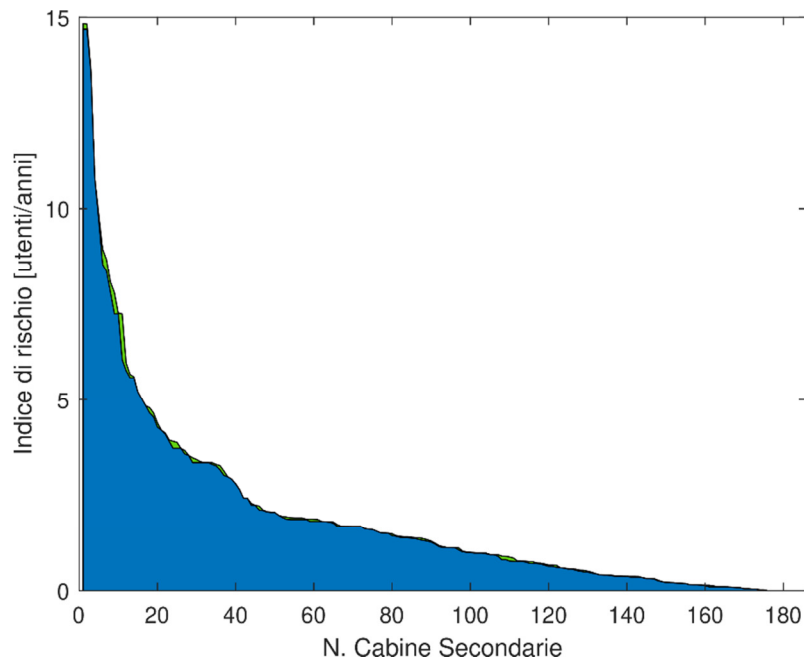


Figura 26. Distribuzione degli indici di rischio complessivi delle Cabine Secondarie (in blu per manicotti di ghiaccio e neve; in verde per caduta alberi fuori fascia).

Per il dettaglio degli indicatori calcolati sulle singole Cabine Secondarie si rimanda all'Allegato A del piano, dove sono riportate tutte le cabine afferenti a nodi della rete in cui è collegato almeno un utente BT.

La Tabella 4 e la Tabella 5 forniscono invece gli indici di rischio aggregati, rispettivamente, a livello di semisbarre e linee MT della CP Colotto. L'aggregazione è stata effettuata, conformemente alle linee guida dell'Autorità, sommando gli  $IR_{CS}$  delle cabine presenti nella porzione di rete considerata.

L'Allegato B del documento riporta il dettaglio, per ciascuno dei feeder di Tabella 5, dell'ubicazione delle relative CS e dei rispettivi indici di rischio.

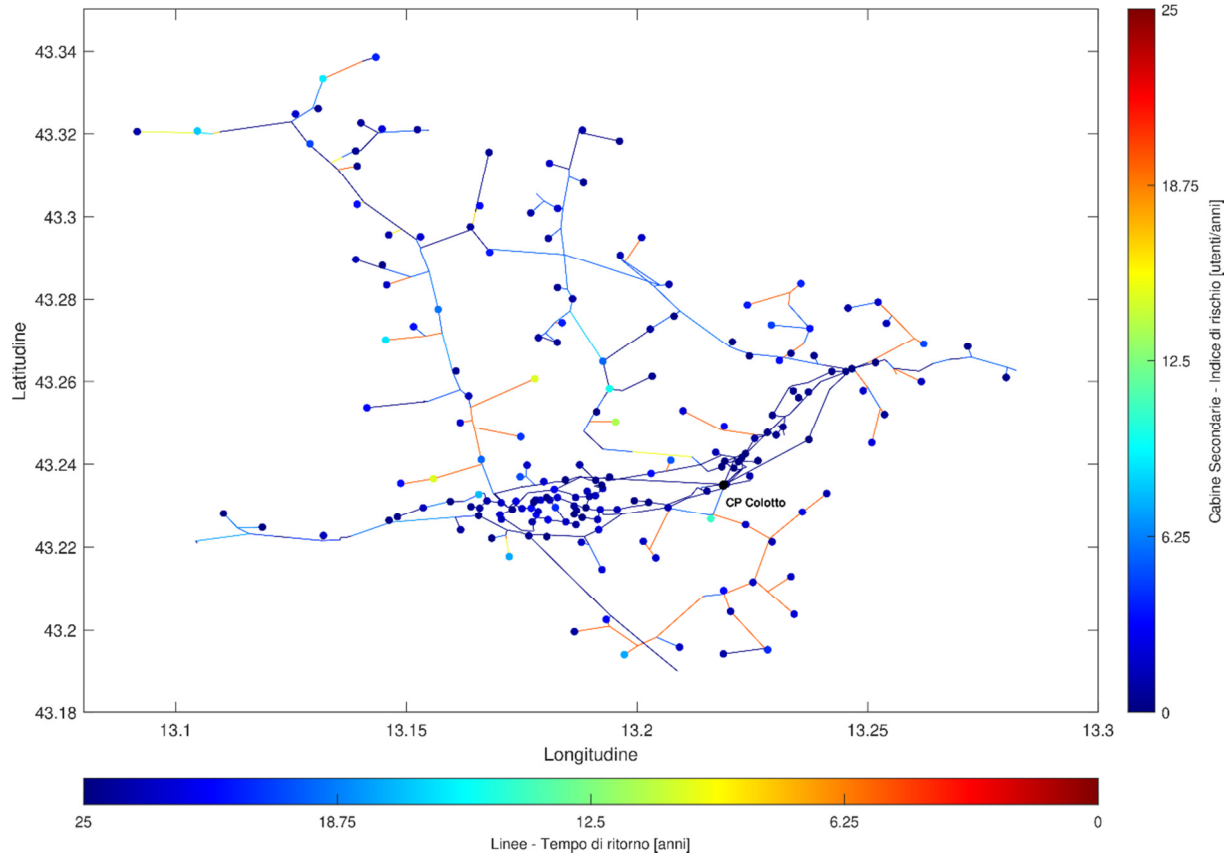


Figura 27. Indici di rischio complessivi delle Cabine Secondarie.

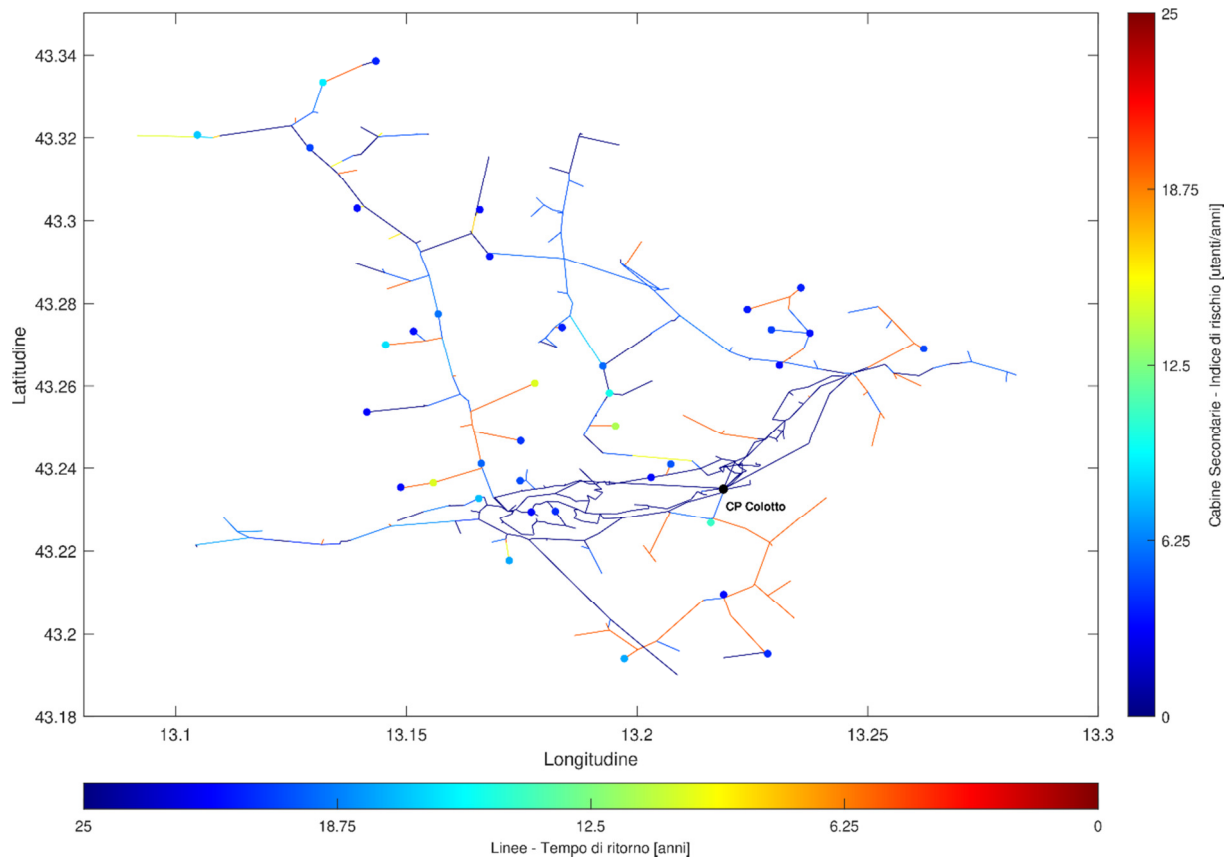


Figura 28. Cabine Secondarie con gli indici di rischio complessivi maggiori (20% del totale).



Cabina Primaria	Semisbarra	Indice di rischio cumulado manicotti [anni <sup>-1</sup> ]	Indice di rischio cumulado caduta alberi [anni <sup>-1</sup> ]	Indice di rischio cumulado complessivo [anni <sup>-1</sup> ]
CP Colotto	SSR	259,99	7,04	267,03
CP Colotto	SSV	92,16	0,41	92,57

Tabella 4. Indici di rischio di disalimentazione delle CS cumulati per semisbarra MT.

Cabina Primaria	Semisbarra	Linea MT	Indice di rischio cumulado manicotti [anni <sup>-1</sup> ]	Indice di rischio cumulado caduta alberi [anni <sup>-1</sup> ]	Indice di rischio cumulado complessivo [anni <sup>-1</sup> ]
CP Colotto	SSR	L4R – Feeder Contro	121,39	1,57	122,96
CP Colotto	SSR	L2R – Taccoli-Cesolo	88,76	5,40	94,15
CP Colotto	SSR	L3R – Parolito-Cusiano	47,97	0,07	48,04
CP Colotto	SSV	L1V – Caruccio	39,75	0,20	39,96
CP Colotto	SSV	L3V – S. Bartolomeo-Sibillini	17,47	0,20	17,67
CP Colotto	SSV	L2V - Settempeda	17,46	0,00	17,46
CP Colotto	SSV	L5V – Z.I. 1	10,04	0,00	10,04
CP Colotto	SSV	L4V – Z.I. 2 Palafitte	7,42	0,01	7,43
CP Colotto	SSR	L5R – Sede ASSEM	0,99	0,00	0,99
CP Colotto	SSR	L1R – Agricola Rocchetta	0,89	0,00	0,90

Tabella 5. Indici di rischio di disalimentazione delle CS cumulati per linea MT (per la distribuzione geografica delle CS si veda l'Allegato B).

## 5. Azioni intraprese da A.S.S.E.M. per incrementare la resilienza del sistema elettrico

Allo scopo di migliorare la resilienza della rete elettrica di San Severino Marche, A.S.S.E.M. ha ritenuto opportuno attivarsi su un duplice fronte:

1. il coordinamento con Terna, rimarcando la necessità di introdurre opportuni potenziamenti sulla Rete di Trasmissione Nazionale atti a far fronte a punti di debolezza strutturali della rete AT, negli ultimi anni tra le principali cause di disservizi estesi sul territorio di San Severino Marche;
2. definire degli interventi di sviluppo e potenziamento della rete elettrica MT per incrementare la tenuta alle sollecitazioni, specie in quei contesti dove le analisi che precedono hanno evidenziato essere presenti le maggiori criticità.

In merito al primo punto, relativo al coordinamento con Terna, si porta all'attenzione come a seguito degli eventi meteorologici estremi occorsi negli ultimi anni, la rete di distribuzione A.S.S.E.M. sia stata sistematicamente oggetto di interruzioni del servizio, dovute a disservizi sulla RTN aventi tipicamente origine sulla Linea Belforte – San Severino, che collega in antenna la CP Colotto alla rete Terna.

Tali blackout si sono susseguiti in occasione dei nubifragi del 2013 e delle grandi nevicate del 2017, 2018 e più recentemente del gennaio 2019. Evidenti a tal proposito sono gli effetti sugli indicatori di continuità del servizio (Figura 29): a fronte di una durata annua delle interruzioni senza preavviso lunghe per gli utenti BT di responsabilità dell'azienda di distribuzione allineata con la media nazionale, la durata complessiva delle interruzioni (comprendente disservizi con origine la rete AT, piuttosto che cause di forza maggiore) risulta pari a diversi multipli della precedente.

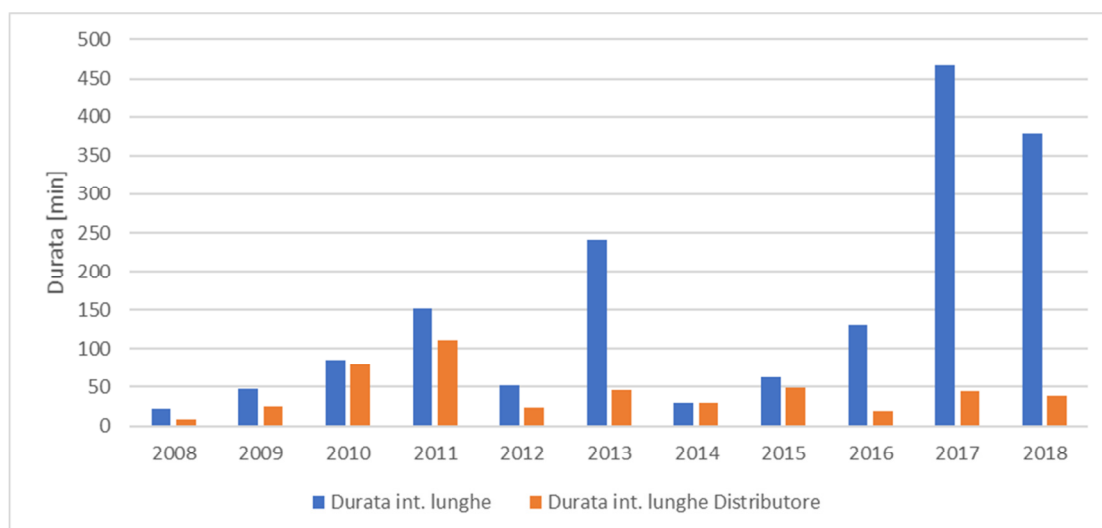


Figura 29. Durata annua delle interruzioni lunghe per utenti BT (totale in blu, e di responsabilità di A.S.S.E.M. in arancio).

Tale condizione è andata ad aggravarsi negli anni recenti a causa dello sviluppo sul territorio del carico, e soprattutto della generazione, che ha reso impossibile all'occorrenza di contingenze alimentare la rete

A.S.SE.M. facendo ricorso alle reti adiacenti di altri operatori, per mancanza della necessaria capacità di trasporto.

Si precisa che la problematica in oggetto ha impatto sulla continuità di esercizio della rete di distribuzione anche durante il normale esercizio, ad esempio in occasione dell'esecuzione dei necessari interventi di manutenzione programmata sulle dorsali di alimentazione AT della CP Colotto.

A fronte delle suddette criticità, A.S.SE.M. ha più volte rimarcato la necessità di procedere ad un potenziamento dell'infrastruttura di rete AT che collega la CP Colotto alla RTN, prevedendo quantomeno la rimozione del principale collo di bottiglia oggi in essere, rappresentato dall'alimentazione in antenna della stazione elettrica dalla Linea Belforte – San Severino, mediante interconnessione in entra-esce della CP.

### 5.1. Interventi di sviluppo e potenziamento per l'incremento della resilienza

A seguito delle valutazioni di cui ai capitoli precedenti, A.S.SE.M. ha individuato quali interventi di sviluppo e potenziamento utili a incrementare la resilienza della propria rete la lista riportata nella seguente Tabella 6. La tabella riporta una descrizione dell'intervento previsto, della linea MT di afferenza in uscita dalla CP Colotto e gli anni di inizio e fine realizzazione.

Interv.to	Descrizione	Linea MT	Costo preventivato [k€]	Anno di inizio realizzazione	Anno di fine realizzazione
2020.1	Interconnessione tra la Linea L3V, tronco Cab. Via San Pacifico - Cab. San Paolo con le cabine Santuario S. Pacifico e Partitore Cappuccini. Riclassamento in conduttore nudo sezione 35 mm <sup>2</sup> o cavo aereo con nuova palificazione della derivazione Santuario San Pacifico.	L3V	30	2020	2020
2020.2	P.T.P. A910 Caprara - ricostruzione cabina in box prefabbricato, interrimento della tratta di linea MT Antolisei-Sventatora parallela alla strada comunale Corta di Serripola in l.tà Caprara, interconnessione della nuova cabina box in entra-esce.	L4R	60	2020	2021
2020.3	Riclassamento della derivazione del P.T.P. A1700 Barbari, con sostituzione del conduttore attuale con corda in Cu 25 mm <sup>2</sup> o cavo Elicord.	L2R	25	2020	2021
2021.1	Riclassamento delle derivazioni dei P.T.P. relativi ai nodi Parolito Centro, Castel San Pietro, San Mauro e Contro, con sostituzione del conduttore attuale con corda in Cu 25 mm <sup>2</sup> o cavo Elicord.	L3R	20	2021	2021
2021.2	Riclassamento della linea aerea con adeguamento della palificazione e sostituzione dei conduttori, posando corda in rame da 25 mm <sup>2</sup> (oppure ove opportuno, cavo Elicord) sulla derivazione dal nodo NR46 al PTP A1050 Sant'Elena, per la percorrenza totale di circa 1,2 km.	L4R	40	2021	2021
2021.3	Riclassamento della linea aerea con adeguamento della palificazione e sostituzione dei conduttori, posando corda in rame da 25 mm <sup>2</sup> (oppure ove opportuno, cavo Elicord) sulla derivazione dal nodo	L2R	35	2021	2022

	NR38 al SP/119 Cascine, per la percorrenza totale di circa 1,05 km.				
--	---	--	--	--	--

*Tabella 6. Descrizione degli interventi previsti a piano.*

Per quantificare il beneficio sugli indicatori di resilienza, se ne è valutata la variazione dallo scenario precedente (vedi Capitolo 4) a quello successivo la realizzazione degli interventi.

La Tabella 7 riporta una comparazione degli indicatori pre e post-intervento delle Cabine Secondarie coinvolte (intese come le CS che, a seguito degli investimenti in rete, hanno manifestato beneficio non nullo). Per ogni CS si è riportato l'intervento di appartenenza, il numero e la potenza degli utenti BT coinvolti, gli indici di rischio e i tempi di ritorno per singoli fattori critici (manicotti di neve e caduta alberi) e complessivi.

Cabina	Interv.to	N. utenti BT	Potenza utenti BT [kW]	Indicatori pre-intervento						Indicatori post-intervento						ΔIR [anni <sup>-1</sup> ]
				IR Manicotti [anni <sup>-1</sup> ]	IR Alberi [anni <sup>-1</sup> ]	IR Totale [anni <sup>-1</sup> ]	TR Manicotti [anni]	TR Alberi [anni]	TR Totale [anni]	IR Manicotti [anni <sup>-1</sup> ]	IR Alberi [anni <sup>-1</sup> ]	IR Totale [anni <sup>-1</sup> ]	TR Manicotti [anni]	TR Alberi [anni]	TR Totale [anni]	
A1570	2020.1	39	143,5	7,25	0,00	7,25	5,38	Inf.	5,38	1,10	0,00	1,10	35,52	Inf.	35,50	6,15
AT930	2020.2	28	83,5	1,41	0,07	1,47	19,91	416,69	19,00	0,30	0,00	0,30	92,74	Inf.	92,61	1,17
A910	2020.2	42	133,5	7,81	0,00	7,81	5,38	Inf.	5,38	0,45	0,00	0,45	92,74	Inf.	92,61	7,36
A3010	2020.2	2	36	0,10	0,00	0,10	19,91	Inf.0	19,90	0,02	0,00	0,02	92,74	Inf.	92,61	0,08
A940	2020.2	6	16,5	0,30	0,01	0,32	19,91	416,69	19,00	0,06	0,00	0,06	92,74	Inf.	92,61	0,25
A1700	2020.3	73	216,7	13,57	0,06	13,63	5,38	1226,65	5,36	3,67	0,06	3,73	19,91	1226,65	19,59	9,91
A1060	2021.1	31	87,1	5,76	0,21	5,97	5,38	150,02	5,19	1,56	0,21	1,76	19,91	150,02	17,58	4,21
A1650	2021.1	27	116,5	5,02	0,00	5,02	5,38	Inf.	5,38	1,36	0,00	1,36	19,91	Inf.	19,90	3,66
A820	2021.1	58	208,6	10,78	0,00	10,78	5,38	Inf.	5,38	2,91	0,00	2,91	19,91	Inf.	19,90	7,87
A1150	2021.1	41	113	4,54	0,24	4,78	9,02	170,83	8,57	2,06	0,24	2,30	19,91	170,83	17,83	2,49
A4090	2021.2	18	71,3	3,35	0,13	3,47	5,38	143,94	5,19	0,90	0,13	1,03	19,91	143,94	17,49	2,44
A1050	2021.2	45	137,9	8,37	0,31	8,68	5,38	143,94	5,19	2,26	0,31	2,57	19,91	143,94	17,49	6,11
A1180	2021.3	46	141,5	8,55	0,40	8,95	5,38	114,85	5,14	2,31	0,40	2,71	19,91	114,85	16,97	6,24
A1190	2021.3	20	93,5	3,72	0,22	3,94	5,38	91,21	5,08	1,00	0,22	1,22	19,91	91,21	16,34	2,71

Tabella 7. Indici di rischio e tempi di ritorno di Cabina Secondaria pre e post-intervento.

Definiti gli indicatori per singola CS, sono quindi calcolati gli indicatori di resilienza complessivi di intervento (indici di rischio e tempi di ritorno), determinati mediante le espressioni che seguono e riportati nella successiva Tabella 8.

$$IR = \sum_{n=1}^N IR_{CS,n}$$

$$T_R = \frac{N_{UDTOT}}{\sum_{n=1}^N \frac{N_{UDCS,n}}{T_{RCS,n}}}$$

Interv.to	Linea MT	N. utenti BT	Potenza utenti BT [kW]	Indicatori pre-intervento		Indicatori post-intervento		$\Delta IR$ [anni <sup>-1</sup> ]
				IR Totale [anni <sup>-1</sup> ]	TR Totale [anni]	IR Totale [anni <sup>-1</sup> ]	TR Totale [anni]	
2020.1	L3V	39	143,5	7,25	5,38	1,10	35,50	6,15
2020.2	L4R	78	269,5	9,70	8,04	0,84	92,61	8,86
2020.3	L2R	73	216,7	13,63	5,36	3,73	19,59	9,91
2021.1	L3R	157	525,2	26,56	5,91	8,33	18,84	18,23
2021.2	L4R	63	209,2	12,15	5,19	3,60	17,49	8,55
2021.3	L2R	66	235	12,89	5,12	3,93	16,77	8,96

Tabella 8. Indici di rischio e tempi di ritorno aggregati per intervento correttivo.

Si osserva come, a fronte di un indice di rischio stimato nella condizione attuale per la complessiva rete A.S.SE.M. in 359,60 anni<sup>-1</sup> (vedi Tabella 4), gli interventi proposti mirino a conseguire una riduzione globale di 60,66 anni<sup>-1</sup>, pari al -16,87% rispetto alla condizione preesistente, a conferma dell'efficacia dell'insieme di investimenti selezionato nel far fronte alle problematiche in esame.

## Allegato A – Elenco delle Cabine Secondarie e relativi indicatori di resilienza

#	Codice cabina	Feeder MT	Altitudine [m]	Numero di utenti BT	Lat.	Lon.	Tempo di ritorno manicotti [anni]	Indice di rischio manicotti [anni <sup>-1</sup> ]	Tempo di ritorno caduta alberi [anni]	Indice di rischio caduta alberi [anni <sup>-1</sup> ]	Tempo di ritorno totale [anni]	Indice di rischio totale [anni <sup>-1</sup> ]
1	A1010	L4R	382	79	43,260638	13,177809	5,38	14,69	526,75	0,15	5,32	14,84
2	A970	L4R	429	79	43,236537	13,155811	5,38	14,69	585,82	0,13	5,33	14,82
3	A1700	L2R	255	73	43,250306	13,195318	5,38	13,57	1226,65	0,06	5,36	13,63
4	A820	L3R	297	58	43,226786	13,215978	5,38	10,78	Inf.	0,00	5,38	10,78
5	A1710	L2R	264	193	43,258256	13,193998	19,91	9,69	1226,65	0,16	19,59	9,85
6	A1180	L2R	492	46	43,333493	13,131877	5,38	8,55	114,85	0,40	5,14	8,95
7	A1050	L4R	508	45	43,270075	13,145470	5,38	8,37	143,94	0,31	5,19	8,68
8	A1160	L2R	729	50	43,320723	13,104658	8,26	6,05	24,64	2,03	6,19	8,08
9	A910	L4R	267	42	43,232779	13,165657	5,38	7,81	Inf.	0,00	5,38	7,81
10	A890	L3R	419	39	43,194083	13,197226	5,38	7,25	2721,24	0,01	5,37	7,27
11	A1570	L3V	405	39	43,217728	13,172273	5,38	7,25	Inf.	0,00	5,38	7,25
12	A1060	L4R	463	31	43,277519	13,156889	5,38	5,76	150,02	0,21	5,19	5,97
13	A1720	L2R	258	111	43,264830	13,192585	19,91	5,57	1226,65	0,09	19,59	5,67
14	A960	L4R	396	30	43,241136	13,166211	5,38	5,58	1301,97	0,02	5,36	5,60
15	A280	L5V	316	28	43,240975	13,207306	5,38	5,21	Inf.	0,00	5,38	5,21
16	A1650	L4R	290	27	43,237033	13,174645	5,38	5,02	Inf.	0,00	5,38	5,02
17	A560	L1V	195	26	43,269070	13,262153	5,38	4,83	Inf.	0,00	5,38	4,83
18	A1150	L2R	525	41	43,317679	13,129069	9,02	4,54	170,83	0,24	8,57	4,78
19	A1860	L1V	386	25	43,273746	13,229115	5,38	4,65	Inf.	0,00	5,38	4,65
20	A1000	L4R	297	23	43,246594	13,174784	5,38	4,28	205,65	0,11	5,24	4,39
21	A130	L4R	238	389	43,229671	13,182274	92,74	4,19	Inf.	0,00	92,74	4,19

22	A880	L3R	327	22	43,195263	13,228306	5,38	4,09	776,28	0,03	5,34	4,12
23	A1190	L2R	457	20	43,338607	13,143355	5,38	3,72	91,21	0,22	5,08	3,94
24	A1900	L1V	455	21	43,283761	13,235511	5,38	3,90	Inf.	0,00	5,38	3,90
25	A1740	L2R	309	20	43,274290	13,183734	5,38	3,72	126,31	0,16	5,16	3,88
26	A1890	L1V	415	20	43,278574	13,223905	5,38	3,72	Inf.	0,00	5,38	3,72
27	A1090	L2R	504	33	43,291492	13,168038	9,24	3,57	359,89	0,09	9,01	3,66
28	A1850	L1V	399	19	43,272918	13,237467	5,38	3,53	Inf.	0,00	5,38	3,53
29	A4090	L4R	495	18	43,273367	13,151522	5,38	3,35	143,94	0,13	5,19	3,47
30	A1120	L2R	520	29	43,303002	13,139305	8,90	3,26	170,83	0,17	8,46	3,43
31	A980	L4R	568	18	43,235457	13,148747	5,38	3,35	703,56	0,03	5,34	3,37
32	A870	L3R	388	18	43,209597	13,218766	5,38	3,35	Inf.	0,00	5,38	3,35
33	A1840	L1V	292	18	43,265020	13,230862	5,38	3,35	Inf.	0,00	5,38	3,35
34	A1220	L5V	234	18	43,237790	13,203039	5,38	3,35	Inf.	0,00	5,38	3,35
35	A090	L4R	235	306	43,229501	13,177069	92,74	3,30	Inf.	0,00	92,74	3,30
36	A1080	L2R	543	26	43,302643	13,165882	8,23	3,16	234,88	0,11	7,95	3,27
37	A1030	L4R	525	60	43,253716	13,141420	19,91	3,01	526,75	0,11	19,19	3,13
38	A440	L4V	228	16	43,249192	13,218889	5,38	2,97	Inf.	0,00	5,38	2,97
39	A160	L4R	247	270	43,227798	13,178122	92,74	2,91	Inf.	0,00	92,74	2,91
40	A900	L3R	421	15	43,202504	13,193286	5,38	2,79	1879,04	0,01	5,36	2,80
41	A760	L2V	238	245	43,233978	13,182043	92,74	2,64	Inf.	0,00	92,74	2,64
42	A850	L3R	222	13	43,228482	13,235835	5,38	2,42	Inf.	0,00	5,38	2,42
43	A150	L4R	252	224	43,226526	13,180684	92,74	2,42	Inf.	0,00	92,74	2,42
44	A1460	L1V	365	12	43,245178	13,250898	5,38	2,23	246,84	0,05	5,26	2,28
45	A020	L4R	232	207	43,231162	13,173725	92,74	2,23	Inf.	0,00	92,74	2,23
46	A1140	L2R	499	20	43,321193	13,144691	9,54	2,10	170,83	0,12	9,04	2,21
47	A1550	L3V	330	42	43,214595	13,192382	19,91	2,11	Inf.	0,00	19,91	2,11
48	A990	L4R	374	11	43,250086	13,161652	5,38	2,05	526,75	0,02	5,32	2,07
49	A1540	L3V	267	73	43,224154	13,191672	35,52	2,06	Inf.	0,00	35,52	2,06



50	A871	L3R	300	11	43,203762	13,234047	5,38	2,05	Inf.	0,00	5,38	2,05
51	A1480	L4R	264	76	43,235863	13,179766	38,63	1,97	Inf.	0,00	38,63	1,97
52	A1100	L2R	527	35	43,295209	13,153035	19,91	1,76	193,35	0,18	18,05	1,94
53	A1170	L2R	459	10	43,324763	13,125935	5,38	1,86	151,49	0,07	5,19	1,93
54	A740	L2V	229	177	43,232067	13,182737	92,74	1,91	Inf.	0,00	92,74	1,91
55	A1780	L2R	390	36	43,301998	13,182770	19,91	1,81	387,07	0,09	18,94	1,90
56	A1810	L2R	515	36	43,312985	13,180997	19,91	1,81	387,07	0,09	18,94	1,90
57	A1300	L1V	190	10	43,257789	13,249004	5,38	1,86	246,84	0,04	5,26	1,90
58	A450	L4V	267	10	43,252955	13,209943	5,38	1,86	782,66	0,01	5,34	1,87
59	A570	L1V	351	10	43,279276	13,252243	5,38	1,86	1366,35	0,01	5,36	1,87
60	A190	L4R	251	173	43,227863	13,170263	92,74	1,87	Inf.	0,00	92,74	1,87
61	A830	L3R	319	10	43,217419	13,204055	5,38	1,86	Inf.	0,00	5,38	1,86
62	A230	L4R	308	36	43,239799	13,176145	19,91	1,81	Inf.	0,00	19,91	1,81
63	A010	L4R	229	167	43,229421	13,175043	92,74	1,80	Inf.	0,00	92,74	1,80
64	A650	L2V	225	167	43,229140	13,192013	92,74	1,80	Inf.	0,00	92,74	1,80
65	A110	L4R	232	166	43,231472	13,179091	92,74	1,79	Inf.	0,00	92,74	1,79
66	A1070	L4R	428	9	43,283459	13,145714	5,38	1,67	181,72	0,05	5,22	1,72
67	A1290	L1V	409	9	43,295072	13,200983	5,38	1,67	1100,12	0,01	5,35	1,68
68	A1270	L3R	446	9	43,212915	13,233349	5,38	1,67	1880,95	0,00	5,36	1,68
69	A3000	L3R	487	9	43,195886	13,209190	5,38	1,67	2721,24	0,00	5,37	1,68
70	A1470	L3R	322	9	43,221368	13,201339	5,38	1,67	Inf.	0,00	5,38	1,67
71	A1390	L3R	357	9	43,225360	13,223527	5,38	1,67	Inf.	0,00	5,38	1,67
72	A1380	L3R	385	9	43,211574	13,225108	5,38	1,67	Inf.	0,00	5,38	1,67
73	A1560	L3V	327	32	43,221130	13,187934	19,91	1,61	Inf.	0,00	19,91	1,61
74	A030	L4R	234	148	43,230810	13,170520	92,74	1,60	Inf.	0,00	92,74	1,60
75	A140	L4R	252	147	43,226013	13,184564	92,74	1,59	Inf.	0,00	92,74	1,59
76	A800	L2V	230	143	43,232509	13,190955	92,74	1,54	Inf.	0,00	92,74	1,54
77	A100	L4R	236	139	43,228618	13,178562	92,74	1,50	Inf.	0,00	92,74	1,50

78	A550	L1V	199	8	43,259959	13,261631	5,38	1,49	803,81	0,01	5,34	1,50
79	A4030	L1V	294	8	43,274171	13,254065	5,38	1,49	3310,29	0,00	5,37	1,49
80	AT930	L4R	267	28	43,229582	13,153624	19,91	1,41	416,69	0,07	19,00	1,47
81	A660	L2V	248	132	43,226569	13,191449	92,74	1,42	Inf.	0,00	92,74	1,42
82	A1020	L4R	458	27	43,256527	13,163473	19,91	1,36	526,75	0,05	19,19	1,41
83	A1620	L3V	260	7	43,222742	13,131991	5,38	1,30	75,56	0,09	5,02	1,39
84	A1410	L4R	562	25	43,289690	13,139004	19,91	1,26	181,72	0,14	17,94	1,39
85	A790	L2V	235	128	43,233545	13,189189	92,74	1,38	Inf.	0,00	92,74	1,38
86	A1350	L4R	264	53	43,226639	13,170575	38,63	1,37	Inf.	0,00	38,63	1,37
87	A810	L2V	235	127	43,234216	13,192539	92,74	1,37	Inf.	0,00	92,74	1,37
88	A120	L4R	235	125	43,231448	13,181071	92,74	1,35	Inf.	0,00	92,74	1,35
89	A1690	L2R	238	51	43,242873	13,217041	38,63	1,32	Inf.	0,00	38,63	1,32
90	A640	L2V	225	119	43,229121	13,195686	92,74	1,28	Inf.	0,00	92,74	1,28
91	A1760	L1V	447	24	43,290749	13,196365	19,91	1,21	1100,12	0,02	19,56	1,23
92	A1110	L2R	525	10	43,295665	13,146142	8,98	1,11	193,35	0,05	8,58	1,17
93	A600	L3V	239	44	43,229660	13,206699	38,63	1,14	Inf.	0,00	38,63	1,14
94	A860	L3R	268	6	43,233027	13,241123	5,38	1,12	2311,66	0,00	5,37	1,12
95	A840	L3R	349	6	43,221256	13,229264	5,38	1,12	Inf.	0,00	5,38	1,12
96	A2010	L3R	346	6	43,204409	13,220272	5,38	1,12	Inf.	0,00	5,38	1,12
97	A1820	L2R	520	21	43,320917	13,188137	19,91	1,05	387,07	0,05	18,94	1,11
98	A520	L1V	435	20	43,283575	13,206905	19,91	1,00	1226,65	0,02	19,59	1,02
99	A5030	L2R	383	19	43,300924	13,176945	19,91	0,95	387,07	0,05	18,94	1,00
100	A770	L2V	229	92	43,232100	13,186669	92,74	0,99	Inf.	0,00	92,74	0,99
101	A1950	L5R	217	35	43,237208	13,224432	35,52	0,99	Inf.	0,00	35,52	0,99
102	A170	L4R	335	90	43,226018	13,177264	92,74	0,97	Inf.	0,00	92,74	0,97
103	A780	L2V	230	90	43,232314	13,189652	92,74	0,97	Inf.	0,00	92,74	0,97
104	A260	L5V	262	90	43,239859	13,187541	92,74	0,97	Inf.	0,00	92,74	0,97
105	AT5070	L3R	421	5	43,194291	13,218711	5,38	0,93	776,28	0,01	5,34	0,94

106	A2020	L2R	752	5	43,320567	13,091616	8,26	0,61	15,22	0,33	5,36	0,93
107	A5020	L1V	459	5	43,277856	13,245733	5,38	0,93	1366,35	0,00	5,36	0,93
108	A040	L4R	234	83	43,231254	13,167453	92,74	0,89	Inf.	0,00	92,74	0,89
109	A1730	L2R	281	16	43,280100	13,186015	19,91	0,80	190,66	0,08	18,03	0,89
110	A1750	L2R	357	15	43,270655	13,178601	19,91	0,75	126,31	0,12	17,20	0,87
111	A1770	L2R	341	16	43,294865	13,180758	19,91	0,80	387,07	0,04	18,94	0,84
112	A1580	L3V	288	16	43,224143	13,161735	21,11	0,76	1417,27	0,01	20,80	0,77
113	A080	L4R	225	71	43,231494	13,177990	92,74	0,77	Inf.	0,00	92,74	0,77
114	A2090	L2R	573	14	43,297590	13,163862	19,91	0,70	234,88	0,06	18,35	0,76
115	AT950	L4V	213	29	43,246200	13,225491	38,63	0,75	Inf.	0,00	38,63	0,75
116	A1260	L3R	436	4	43,199578	13,186406	5,38	0,74	1179,70	0,00	5,35	0,75
117	A580	L2R	397	14	43,272769	13,202858	19,91	0,70	1226,65	0,01	19,59	0,71
118	A690	L2V	224	66	43,230040	13,186339	92,74	0,71	Inf.	0,00	92,74	0,71
119	A1590	L4R	237	64	43,229486	13,165882	92,74	0,69	Inf.	0,00	92,74	0,69
120	AT6040	L2R	501	6	43,322647	13,140118	9,54	0,63	170,83	0,04	9,04	0,66
121	A6050	L2R	461	6	43,321037	13,152366	9,54	0,63	170,83	0,04	9,04	0,66
122	A1990	L4R	258	61	43,225350	13,186740	92,74	0,66	Inf.	0,00	92,74	0,66
123	A180	L3V	302	21	43,222700	13,176530	35,52	0,59	Inf.	0,00	35,52	0,59
124	A700	L2V	229	54	43,228896	13,186876	92,74	0,58	Inf.	0,00	92,74	0,58
125	A1310	L1V	290	3	43,252082	13,253660	5,38	0,56	246,84	0,01	5,26	0,57
126	A490	L1R	194	3	43,257492	13,237145	5,38	0,56	3444,29	0,00	5,37	0,56
127	A5040	L2R	506	5	43,315936	13,138979	9,54	0,52	170,83	0,03	9,04	0,55
128	A6070	L2R	316	10	43,282826	13,182734	19,91	0,50	366,74	0,03	18,89	0,53
129	A4020	L2R	322	9	43,269433	13,182692	19,91	0,45	121,58	0,07	17,11	0,53
130	A5050	L2R	527	4	43,315601	13,167883	8,23	0,49	234,88	0,02	7,95	0,50
131	A590	L2V	228	17	43,233597	13,215153	35,52	0,48	Inf.	0,00	35,52	0,48
132	A2050	L4V	196	17	43,247015	13,230155	38,63	0,44	Inf.	0,00	38,63	0,44
133	A200	L4R	228	38	43,229092	13,172942	92,74	0,41	Inf.	0,00	92,74	0,41

134	A4050	L2R	337	8	43,261252	13,203279	19,91	0,40	1226,65	0,01	19,59	0,41
135	A1870	L1V	265	8	43,266168	13,238366	19,91	0,40	Inf.	0,00	19,91	0,40
136	A4010	L2R	466	7	43,326038	13,130847	19,91	0,35	155,12	0,05	17,65	0,40
137	A2060	L4V	195	15	43,249058	13,231647	38,63	0,39	Inf.	0,00	38,63	0,39
138	A1130	L2R	470	2	43,312319	13,139312	5,38	0,37	163,74	0,01	5,21	0,38
139	A1040	L4R	412	2	43,262514	13,160729	5,38	0,37	526,75	0,00	5,32	0,38
140	A4060	L1V	284	2	43,266697	13,233366	5,38	0,37	Inf.	0,00	5,38	0,37
141	A1800	L2R	411	7	43,308210	13,188367	19,91	0,35	387,07	0,02	18,94	0,37
142	A1830	L2R	531	7	43,318302	13,196187	19,91	0,35	387,07	0,02	18,94	0,37
143	A050	L4R	241	34	43,229851	13,163981	92,74	0,37	Inf.	0,00	92,74	0,37
144	A1670	L5V	247	13	43,236965	13,194034	38,63	0,34	Inf.	0,00	38,63	0,34
145	A940	L4R	264	6	43,227252	13,148033	19,91	0,30	416,69	0,01	19,00	0,32
146	AT470	L4V	209	12	43,251910	13,229350	38,63	0,31	Inf.	0,00	38,63	0,31
147	A1430	L4V	209	12	43,257730	13,233871	38,63	0,31	Inf.	0,00	38,63	0,31
148	A6000	L1V	167	5	43,260956	13,280023	19,91	0,25	270,32	0,02	18,54	0,27
149	A1880	L4V	201	9	43,262387	13,242231	38,63	0,23	Inf.	0,00	38,63	0,23
150	A6010	L4R	473	4	43,288244	13,144769	19,91	0,20	181,72	0,02	17,94	0,22
151	A1490	L1V	182	4	43,268476	13,271688	19,91	0,20	366,32	0,01	18,88	0,21
152	AT1440	L1R	201	8	43,256116	13,235013	38,63	0,21	Inf.	0,00	38,63	0,21
153	A3020	L3V	248	1	43,226378	13,146215	5,38	0,19	112,92	0,01	5,13	0,19
154	A060	L4R	226	18	43,230937	13,177563	92,74	0,19	Inf.	0,00	92,74	0,19
155	A270	L5V	237	17	43,236193	13,191004	92,74	0,18	Inf.	0,00	92,74	0,18
156	A2040	L4V	210	6	43,247655	13,228263	38,63	0,16	Inf.	0,00	38,63	0,16
157	A5090	L2R	261	3	43,252734	13,191207	19,91	0,15	1226,65	0,00	19,59	0,15
158	A620	L2V	222	14	43,230922	13,202499	92,74	0,15	Inf.	0,00	92,74	0,15
159	A1630	L3V	286	2	43,224753	13,118746	19,91	0,10	45,46	0,04	13,85	0,14
160	A1640	L3V	478	2	43,228117	13,110301	19,91	0,10	48,92	0,04	14,15	0,14
161	A1600	L3V	267	5	43,227589	13,165651	35,52	0,14	Inf.	0,00	35,52	0,14

162	AT5000	L1R	186	5	43,262375	13,245261	38,63	0,13	Inf.	0,00	38,63	0,13
163	A510	L1V	290	2	43,269588	13,220672	19,91	0,10	1726,87	0,00	19,68	0,10
164	A3010	L4R	258	2	43,231114	13,159507	19,91	0,10	Inf.	0,00	19,91	0,10
165	A4040	L1V	283	2	43,266108	13,224358	19,91	0,10	Inf.	0,00	19,91	0,10
166	AT630	L2V	215	9	43,231291	13,199383	92,74	0,10	Inf.	0,00	92,74	0,10
167	A7050	L3V	347	3	43,222494	13,180410	35,52	0,08	Inf.	0,00	35,52	0,08
168	A1370	L4R	263	3	43,236257	13,184468	38,63	0,08	Inf.	0,00	38,63	0,08
169	AT1420	L4R	237	7	43,232095	13,180397	92,74	0,08	Inf.	0,00	92,74	0,08
170	T4070	L1V	463	1	43,275891	13,208006	19,91	0,05	1226,65	0,00	19,59	0,05
171	A1240	L3V	385	1	43,222112	13,168490	19,91	0,05	1232,15	0,00	19,59	0,05
172	A720	L2V	237	4	43,227111	13,188095	92,74	0,04	Inf.	0,00	92,74	0,04
173	AT7000	L2V	234	4	43,235005	13,192314	92,74	0,04	Inf.	0,00	92,74	0,04
174	A710	L2V	237	2	43,227933	13,186336	92,74	0,02	Inf.	0,00	92,74	0,02
175	T670	L2V	220	2	43,229610	13,188907	92,74	0,02	Inf.	0,00	92,74	0,02
176	A2080	L5R	221	2	43,235283	13,219365	Inf.	0,00	Inf.	0,00	Inf.	0,00
177	A480	L1V	216	6	43,245912	13,237243	Inf.	0,00	Inf.	0,00	Inf.	0,00
178	A500	L1V	180	9	43,263047	13,246558	Inf.	0,00	Inf.	0,00	Inf.	0,00
179	A530	L1V	195	42	43,264523	13,251712	Inf.	0,00	Inf.	0,00	Inf.	0,00
180	A390	L4V	206	29	43,240636	13,221970	Inf.	0,00	Inf.	0,00	Inf.	0,00
181	A1340	L4V	207	4	43,241639	13,222725	Inf.	0,00	Inf.	0,00	Inf.	0,00
182	A2000	L4V	208	5	43,242549	13,223502	Inf.	0,00	Inf.	0,00	Inf.	0,00
183	A1200	L4V	200	19	43,240859	13,226205	Inf.	0,00	Inf.	0,00	Inf.	0,00
184	A380	L5V	206	16	43,239095	13,220999	Inf.	0,00	Inf.	0,00	Inf.	0,00
185	AT3080	L5V	213	34	43,240735	13,219015	Inf.	0,00	Inf.	0,00	Inf.	0,00
186	A1320	L5V	208	36	43,239399	13,218372	Inf.	0,00	Inf.	0,00	Inf.	0,00

Allegato B – Dettaglio delle linee MT

