

PIANO RESILIENZA 2023-2025

Sommario

1. Premessa	3
2. Riferimenti	4
3. Metodologia di analisi della resilienza del sistema elettrico.....	5
3.1. Fattore critico formazione di manicotti di ghiaccio e neve	6
3.2. Fattore critico caduta alberi fuori fascia	6
4. Azioni finalizzate all'incremento della resilienza.....	10
4.1. Ripristino dell'alimentazione.....	10
4.2. Azioni di potenziamento della rete MT finalizzate ad accrescere la tenuta alle sollecitazioni.....	11
4.2.1. Stato di avanzamento dell'intervento INTROD	11

1. Premessa

L'art. 77 del TIQE (Allegato A alla Del. 566/2019/R/eel) e l'art. 37 del TIQ.TRA (Allegato A alla Del. 567/2019/R/eel) prevedono che le imprese distributrici e Terna 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 (cd. "piano di resilienza"), avente orizzonte temporale almeno triennale, deve essere integrato nei piani di sviluppo delle singole imprese. Inoltre, in accordo alle disposizioni dell'Autorità, esso deve 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.).

Nel contesto delineato, il presente lavoro, sviluppato da DEVAL in collaborazione con il Politecnico di Milano – Dip. di Energia, propone una valutazione della resilienza del sistema elettrico di distribuzione della Regione Autonoma Valle d'Aosta 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 per far fronte alle criticità individuate.

Ai fini dell'impostazione metodologica dello studio, si sono prese a riferimento le linee guida ARERA per la presentazione dei piani di resilienza da parte delle aziende distributrici (Allegato A alla determinazione DIEU 7 marzo 2017, n. 2/2017) e le indicazioni elaborate all'interno del Tavolo di Lavoro sulla resilienza attivato in sede CEI CT8/123.

2. Riferimenti

Ai fini della redazione del presente Piano di Resilienza, si sono presi a riferimento i seguenti documenti.

- Determinazione ARERA 7 marzo 2017 n. 2/2017 e suo Allegato A “Linee guida per la presentazione dei Piani di lavoro per l’incremento della resilienza del sistema elettrico”.
- Deliberazione ARERA 31/2018/R/eel del 25 gennaio 2018 - “Direttive per l’integrazione di sezioni relative alla resilienza del sistema elettrico nei piani di sviluppo delle imprese distributrici”.
- Documento per la Consultazione ARERA 460/2018/R/eel del 20 settembre 2018 “Resilienza delle reti di distribuzione dell’energia elettrica - Incentivazione degli interventi finalizzati all’incremento della tenuta alle sollecitazioni – Orientamenti finali”.
- Deliberazione ARERA 668/2018/R/eel del 18 dicembre 2018 “Incentivazione economica degli interventi di incremento della resilienza delle reti di distribuzione dell’energia elettrica” e relativo Allegato A.
- Allegato A alla Deliberazione ARERA 566/2019/R/eel (TIQE 2020-2023) del 23 dicembre 2019 “Testo integrato della regolazione output-based dei servizi di distribuzione e misura dell’energia elettrica - periodo di regolazione 2016-2023, in particolare il suo Titolo 10 “Resilienza del sistema elettrico”.
- Documenti prodotti dal GdL “Resilienza” costituito nell’ambito del CEI CT 8/123 “Aspetti di sistema per la fornitura di energia elettrica e la gestione delle infrastrutture” finalizzati alla definizione delle metodologie di valutazione della resilienza del sistema elettrico.
- CEI EN 50341-2-13 “Linee elettriche aeree con tensione superiore a 1 kV in c.a. Parte 2-13: Aspetti Normativi Nazionali (NNA) per l'Italia (basati sulla EN 50341-1:2012)”, settembre 2017.
- CEI EN 50341-1 “Linee elettriche aeree con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata. Parte 1: Prescrizioni generali - Specifiche comuni”, ottobre 2013
- Norme tecniche per le costruzioni, 17 gennaio 2018.

3. Metodologia di analisi della resilienza del sistema elettrico

In accordo agli eventi di guasto registrati negli ultimi anni sul sistema elettrico DEVAL, si sono selezionati quali fattori critici da esaminare ai fini della resilienza del sistema elettrico 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 le indicazioni condivise nei Tavoli di Lavoro attivati da ARERA e in sede CEI sul tema e/o sulla base delle evidenze di esercizio sul campo.

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

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

Dove:

- T_{RCS} 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_{RCS}) è calcolato come combinazione dei tempi di ritorno dei singoli fattori di rischio (reciproco della somma dei tassi di interruzione) secondo l'equazione:

$$T_{RCS} = \frac{1}{\frac{1}{T_{RCS\ manicotti}} + \frac{1}{T_{RCS\ piante}}}$$

In caso di tempo di ritorno totale inferiore all'unità, il suo valore è posto pari a 1.

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:

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

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 e delle indicazioni emerse dal GdL con i distributori attivato all'interno del CT 8/123 CEI.

Nel dettaglio, 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 elettrico, sulla base della tipologia del conduttore e della quota di installazione, è attribuito un valore atteso a 50 anni del carico risultante dall'accrescimento 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 carico di neve/ghiaccio e vento critico, tale da causare la rottura del conduttore.
- C. Il carico corrispondente all'evento di formazione del manicotto di ghiaccio e neve con tempo di ritorno 50 anni e quello critico 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}).

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 e nel GdL tra i distributori attivato in sede CEI.

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 componendo tramite un'analisi topologica i tassi di guasto lungo ciascun percorso di alimentazione verso le Cabine Primarie. 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}).

In particolare, in merito al **punto A**, il rischio di guasto per caduta alberi fuori fascia per ciascuna tratta di linea elettrica aerea è stato definito tramite rielaborazioni dei dati storici raccolti da DEVAL nel periodo 2008-2021 (Figura 1), che si riferiscono agli eventi di guasto per caduta alberi registrati durante eventi meteorologici (tempeste di vento) sufficientemente diffusi.

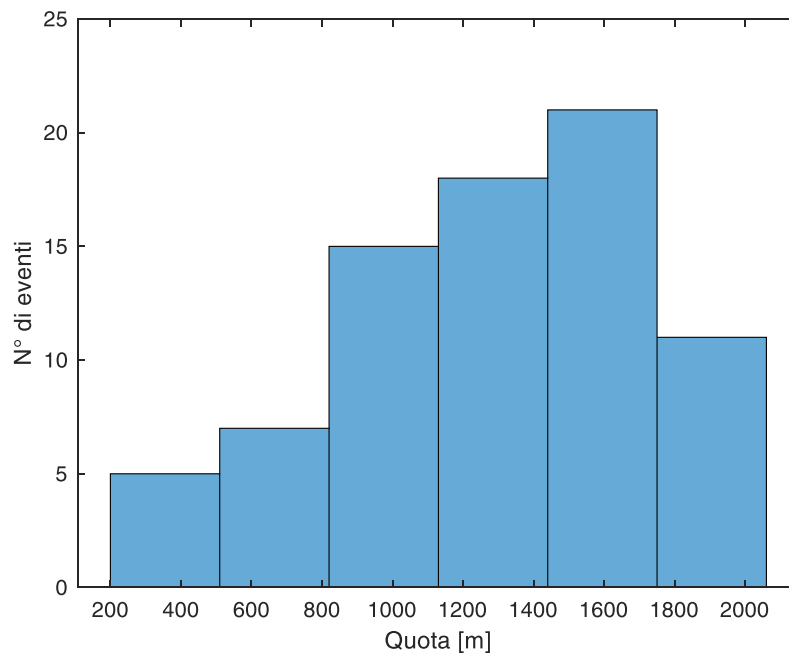


Figura 1. Distribuzione degli eventi di guasto in funzione della quota di accadimento.

Per considerare il fenomeno sufficientemente diffuso, in accordo alle linee guida condivise nel GdL CEI sulla resilienza, si sono presi in considerazione gli eventi ricadenti all'interno di finestre temporali che concatenano almeno 3 guasti. Si sono considerati "concatenati" gli eventi di guasto che si susseguono nel tempo iniziando almeno 24 ore prima che si siano conclusi quelli precedenti. Operativamente, si è proceduto applicando una finestra mobile di 24 h ad ogni guasto e contando i guasti dello stesso tipo (dovuti a caduta piante fuori fascia) occorsi nelle 24 ore precedenti (si veda l'esempio in Figura 2).

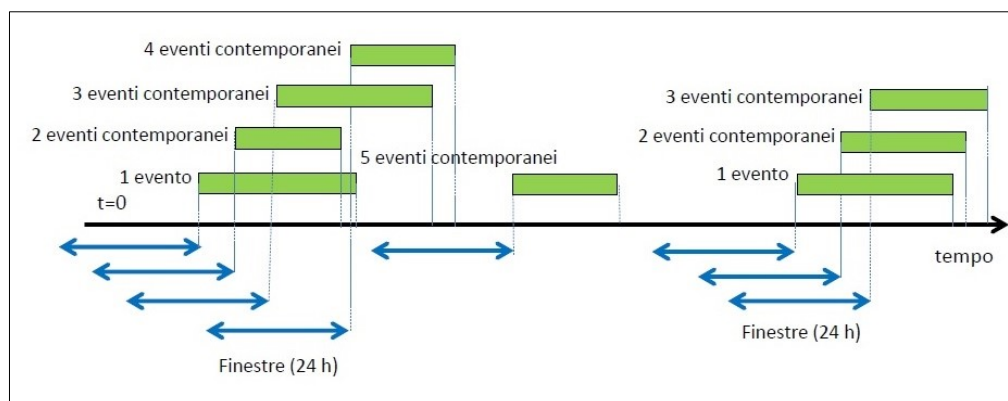


Figura 2. Esempio di guasti concatenati secondo l'applicazione della finestra mobile

(fonte: linee guida sull'applicazione della metodologia di valutazione del rischio per caduta piante fuori fascia - GdL sulla resilienza CEI CT8/123).

Gli eventi registrati sono stati oggetto di clusterizzazione, al fine di raggrupparli in classi funzione della quota di accadimento. In ragione del numero di eventi analizzati e della loro distribuzione altimetrica, applicando un algoritmo di clusterizzazione basato sulla distanza euclidea, si è ritenuto opportuno suddividere i campioni in due categorie con quota di soglia pari a 1250 m, ottenendo i tempi di ritorno (validi per 1 km di linea) riportati nella seguente Tabella 1.

Fascia altimetrica	N° eventi di guasto	Lunghezza linee aeree in area boschiva [km]	Tempo di ritorno chilometrici [anni]
Fascia F1 h < 1250 m	37	110,88	38,32
Fascia F2 h ≥ 1250	44	86,09	27,52

Tabella 1. Clusterizzazione degli eventi di guasto e relativi tempi di ritorno.

Per le linee in cavo aereo e per le linee aeree in conduttori nudi non in bosco, non essendoci una casistica sufficientemente significativa di guasti dovuti a caduta piante su tali linee, si è assunto un tempo di ritorno chilometrico convenzionale pari a 500.

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 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. Azioni finalizzate all'incremento della resilienza

Da diversi anni DEVAL è impegnata nell'incrementare la resilienza del proprio sistema elettrico. Ciò si realizza tramite l'attuazione di un opportuno piano di azione che abbraccia in due direzioni differenti, trattate rispettivamente nelle successive sezioni 6.1 e 6.2:

- aumento dell'efficacia del ripristino dell'alimentazione attraverso attività di prevenzione, inclusa la gestione dell'allerta, o di mitigazione;
- aumento in termini di tenuta della rete alle sollecitazioni meccaniche.

4.1. Ripristino dell'alimentazione

Il contesto alpino della Regione presenta periodicamente la possibilità di gestire ripristini di alimentazione in situazioni ambientali critiche.

È opinione di DEVAL che in tali contesti le risorse, sia umane che materiali, a disposizione degli enti coinvolti possano essere impiegate in sinergia per diminuire rischi e disagi per la popolazione e per il personale impegnato a vario titolo nelle operazioni di soccorso e ripristino.

A tal proposito, negli ultimi anni DEVAL ha avviato incontri con la Protezione Civile Regionale e il Consorzio degli enti locali per sviluppare una base comune di riferimento.

Ad oggi l'attività ha consentito i seguenti risultati:

- **sottoscrizione di un Protocollo di intesa tra DEVAL e la Protezione Civile Regionale**, approvato con delibera di giunta regionale n.479 del 12 aprile 2019, riguardante la definizione di ambiti di collaborazione per il miglioramento della risposta complessiva del sistema regionale in caso di emergenza. I temi trattati riguardano formazione, esercitazioni, accesso del personale DEVAL per i ripristini di alimentazione, utilizzo congiunto di radio, automezzi e gruppi elettrogeni. La stesura del documento segue l'esperienza di collaborazione attuata durante l'emergenza neve di gennaio 2018 (con numerose interruzioni prolungate ed estese), in cui si è sperimentando con successo il coordinamento con la Protezione Civile in termini di scambio di informazioni ed utilizzo congiunto di risorse;
- **numero di telefono riservato ai Sindaci**. Nelle piccole comunità tipiche della Regione, il Sindaco rappresenta sempre un punto di riferimento che può, in condizioni di emergenza, veicolare da e verso la popolazione informazioni utili anche per le operazioni di ripristino. Per questo nel 2018 è stato istituito un numero fisso con accesso diretto alla sala del Centro Operativo: un semplice *gentlemen agreement* ne prevede l'utilizzo per soli scopi di emergenza;
- **inserimento di DEVAL nella mailing list per l'allerta meteo regionale**. La Protezione Civile prepara e pubblica on line il bollettino di criticità meteorologica, idrogeologica, idraulica e valanghiva regionale, inviandolo in tempo reale ad una apposita mailing list. La ricezione della comunicazione consente al Centro Operativo di gestirla immediatamente nel modo più opportuno. Tale vantaggio ha consentito di aggiornare il Piano di Emergenza allineando l'attivazione dello stato di allerta della rete elettrica alla ricezione dell'allerta meteo, accorciando al minimo i tempi di reazione;
- **ampliamento del parco aziendale di gruppi elettrogeni**. Per attenuare le conseguenze delle disalimentazioni, nel 2019 sono stati acquistati due nuovi gruppi elettrogeni di potenza rilevante (500 kVA e 135 kVA in servizio continuativo), con caratteristiche adeguate ad usi gravosi;

- **partecipazione alle esercitazioni della Protezione Civile.** Dal 2016, DEVAL partecipa alle esercitazioni periodiche organizzate dalla PC. L'esperienza ha consentito di comprendere alcuni aspetti delle metodologie utilizzate nella gestione delle emergenze e conoscere le persone ad essi preposte.

4.2. Azioni di potenziamento della rete MT finalizzate ad accrescere la tenuta alle sollecitazioni

Un'altra linea di azione intrapresa da DEVAL riguarda l'attuazione di interventi di potenziamento della rete aventi l'obiettivo di aumentare la tenuta dell'infrastruttura di rete alle sollecitazioni meccaniche correlate a fenomeni metereologici estremi.

In tale ambito, nel 2019, DEVAL ha avviato un intervento di potenziamento sulla linea INTROD finalizzato a migliorarne la resilienza della rete rispetto alla caduta di alberi ad alto fusto fuori la fascia di rispetto dei cavidotti aerei e alla formazione di manicotti di ghiaccio e neve. L'intervento ha previsto la realizzazione di una nuova linea in cavo interrato per la controalimentazione di parte della linea MT in oggetto, a servizio dell'utenza della Valsavarenche, servita in passato da una linea aerea in gran parte priva di controalimentazione.

Oltre alla realizzazione dell'intervento in questione, che si è focalizzato su una porzione del sistema elettrico affetta da particolari criticità, in anni recenti DEVAL ha sempre privilegiato l'impiego di linee interrate rispetto alla soluzione aerea, così da accrescere la robustezza della rete MT alle sollecitazioni anche nelle zone del territorio interessate da problematiche meno marcate. Ciò è chiaramente desumibile dagli interventi pianificati da DEVAL nel prossimo futuro, descritti nella più recente edizione del Piano di Sviluppo (scaricabile dal sito devalspa.it).

4.2.1. Stato di avanzamento dell'intervento INTROD

L'intervento sulla linea INTROD ha previsto la realizzazione in due step successivi del collegamento tra le cabine n.2000679 "BUILLET", n.2007447 "C.LE FENILLE", n.2000437 "CAP.DEGIOZ" e n.2007299 "GRAND CLAPEY" (vedi Figura 3 e Figura 4). La linea aerea esistente è stata invece lasciata in regolare servizio, così da consentire eventuali riassetti della rete elettrica in caso di guasti o interventi di manutenzione. Alla data attuale (giugno 2023) la rete risulta in servizio nel nuovo assetto con tutti i lavori interamente completati.

La Tabella 2 riporta le informazioni di sintesi del progetto in accordo alle prescrizioni dell'art. 78 comma 4 del TIQE, mentre nella Tabella 3 sono riportati utenti coinvolti, costi di investimento e tempistiche, previste e ottenute a consuntivo.

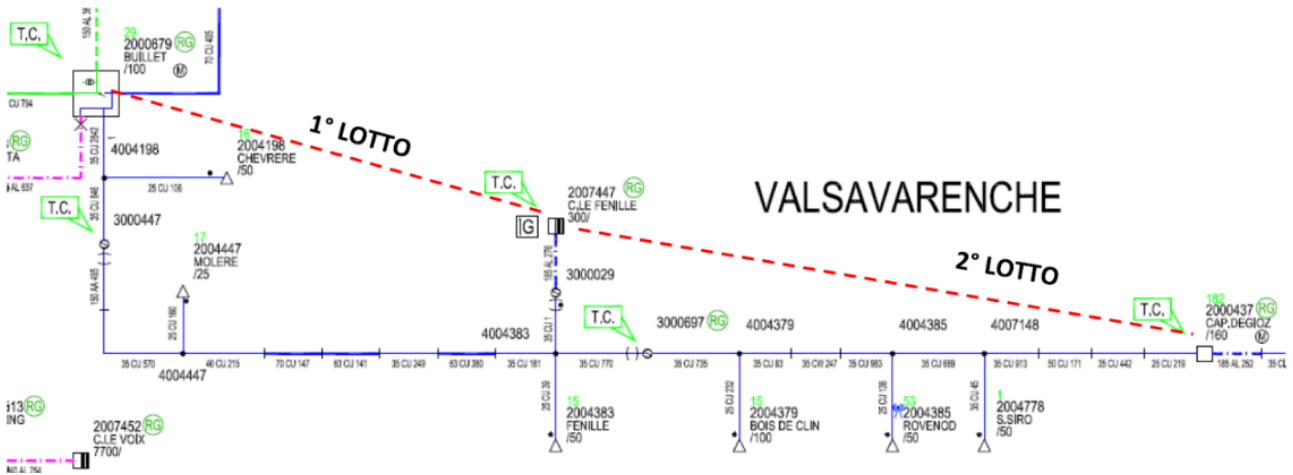


Figura 3. Intervento di potenziamento realizzato in Valsavarenche.

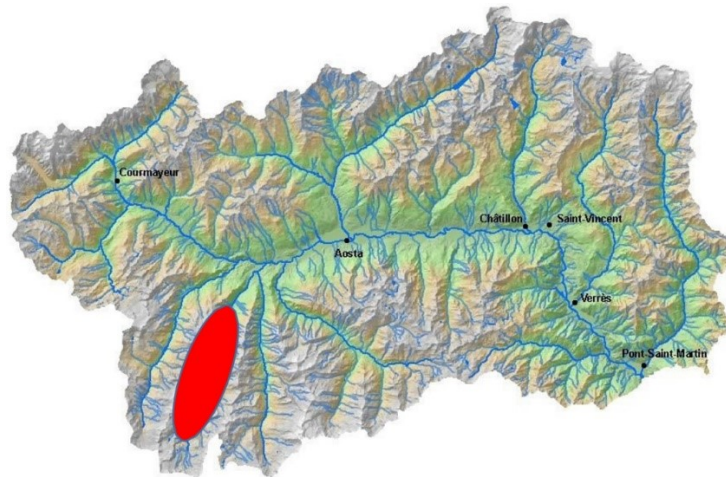


Figura 4. Evidenziata in rosso l'area interessata dall'intervento sulla linea INTROD.

art.78.4, comma:				
a	Codice identificativo	2018.004		
b	Fattore di rischio	Caduta alberi (rischio prevalente) + manicotti di ghiaccio/neve		
c	Intervento	Controalimentazione Valsavarenche [1° LOTTO]	Contro alimentazione Valsavarenche [2° LOTTO]	
	Descrizione	Realizzazione linea in cavo interrato da nodo 2000679 "BUILLET" a nodo 2007447 "C.LE FENILLE"	Realizzazione linea in cavo interrato da nodo 2007447 "C.LE FENILLE" a nodo 2000437 "CAP.DEGIOZ"	
d	Area geografica	Valsavarenche		
e	Tipologia	realizzazione controalimentazione in cavo interrato		
f	Lunghezza linee MT interessate [km]	Linea conduttori nudi esistente	6,3	5,7
		Nuova linea in cavo interrato	6	5
		Livello di tensione [kV]	15	

Tabella 2. Descrizione dell'intervento.

		Previsione	Consuntivo
N° utenti interessati	BT	533	531 (-0,38%)
	MT	0	0
Costi di investimento [€]	2019	100.127,49	100.127,49
	2020	-	305.683,72
	2021	450.000,00	180.384,41
	2022	60.000,00	48.463,87
Data di inizio		1_2019	1_2019
Data di completamento		2_2022	2_2022

Tabella 3. Costi di investimento e tempistiche a consuntivo.