

POTENZIAMENTO ASSE FERROVIARIO MONACO - VERONA

LINEA DI ACCESSO SUD

FORTEZZA - VERONA

LOTTO 3 - CIRCONVALLAZIONE DI TRENTO E ROVERETO

Progetto PRELIMINARE

TITOLO TAVOLA :

Relazione tecnica descrittiva

Scala: ---

File: ACTP-16-01.00-08V0R0.dwg

Revisione: R0
Data Ult. Agg.: 04/04/2008

CODICE TAVOLA :

16-01.00-V0R0

REDATTO DA: ATOS Progetti s.r.l.
DATA REDAZIONE: febbraio 2008

Nr.	Revisioni precedenti	data	nome	Revisioni precedenti	data	nome

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO
e PROGETTISTA DELLE OPERE CIVILI

Dott. Ing. **Raffaele De Col**

IL PROGETTISTA DELLE OPERE FERROVIARIE:

Dott. Ing. **Antonio Ciaravolo**



PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO

PROGETTO SPECIALE COORDINAMENTO ATTIVITA' PER LA
FERROVIA DEL BRENNERO E PER LO SVILUPPO DELL'INTERMODALITA'



DIREZIONE MANUTENZIONE

DIREZIONE COMPARTIMENTALE INFRASTRUTTURA
VERONA



SOMMARIO

1. Premessa	4
2. Scopo	5
3. Documenti di Riferimento	5
4. Documenti di progetto	6
5. La situazione Attuale per l'alimentazione delle SSE di RFI	7
6. Scenario di Riferimento	8
7. Architettura Elettrica per l'intera Linea fino a Verona	10
8. Il tracciato in provincia di Trento	12
8.1. Problematiche di compatibilità	13
8.2. Vincoli del tracciato e delle fasi realizzative per il sistema di alimentazione	14
8.3. Isole a 3kV c.c.	14
8.4. Posizionamento del POC	15
9. Dimensionamento Elettrico	17
9.1. Dati elettrici	18
9.2. Traffico	18
9.3. Risultati	19
9.3.1. Situazione esistente	19
9.3.2. Situazione esistente con traffico introdotto nei tratti di affiancamento	21
9.3.3. Situazione con nuove SSE, con traffico introdotto nei tratti di affiancamento	25
10. Lotto Prioritario	27
10.1. Le SSE a 3 kV del lotto prioritario	28
10.2. Le condutture di contatto a 3 kV del lotto prioritario	28
11. Gli impianti da realizzare	30
11.1. Le Sottostazioni	30



11.1.1. SSE di San Michele all'Adige.....	31
11.1.2. Cabina TE di Trento.....	32
11.1.3. SSE di Murazzi	32
11.1.4. SSE di Serravalle.....	32
11.2. Gli elettrodotti	33
11.2.1. L'inquinamento elettromagnetico.....	33
11.2.2. Elettrodotti per la SSE di S. Michele all'Adige	37
11.2.3. Elettrodotti per la SSE di Murazzi.....	37
11.2.4. Elettrodotti per la SSE di Serravalle	38



1. Premessa

Il presente documento si riferisce al progetto di potenziamento della parte del corridoio ferroviario Monaco di Baviera–Verona inserita nel collegamento ferroviario Nord-Sud denominato TEN – Asse n. 1 Berlino-Palermo interessante la Provincia di Trento.

Il progetto dei sistemi tecnologici e dell'alimentazione elettrica in particolare non può che essere impostato in una visione di sistema che rende necessario sviluppare il progetto sull'assetto finale della direttrice in territorio italiano, anche se i progetti e gli studi dei diversi lotti funzionali in cui è suddivisa sono al momento a diversi livelli di definizione.

In particolare, la tratta internazionale Innsbruck – Fortezza, prevista interamente in galleria, è quella in più avanzata fase di sviluppo essendo in fase di redazione finale il progetto definitivo; in tale contesto sono state definite le scelte di fondo dei sottosistemi tecnologici e da ciò, ovviamente, discende che l'architettura funzionale del quadruplicamento, e del suo Sistema di alimentazione in particolare, non potrà prescindere dall'impostazione data al progetto del Tunnel di Base che ne costituirà il riferimento.

Relativamente al sistema di trazione elettrica nell'ambito del progetto del Tunnel di Base in coerenza con le scelte operate sul Sistema AV/AC italiano si è previsto di adottare il 25 kV 50 Hz monofase.



2. Scopo

Il documento individua le possibili configurazioni dell'alimentazione elettrica (Elettrodotti e Sottostazioni Elettriche di Alimentazione) del futuro quadruplicamento dell'asse ferroviario Verona – Brennero nell'ambito della Provincia di Trento.

La soluzione individuata tiene conto delle varie fasi realizzative che si avvicenderanno fino all'orizzonte finale del progetto, con riferimento sia all'attuale linea in esercizio sia alla futura linea AV/AC Verona-Innsbruck.

Le fasi realizzative, ai fini del presente progetto, possono sintetizzarsi in tre macrofasi:

- Realizzazione del tunnel di base e del prolungamento nazionale fino a Ponte Gardena;
- Realizzazione della tratta prioritaria in Provincia di Trento
- Completamento di tutto il collegamento da Fortezza a Verona (tratte in provincia di Bolzano, Provincia di Verona e restante parte in provincia di Trento).

Il documento approfondisce le questioni relative alle possibili fonti di alimentazione elettrica nell'ambito della Provincia di Trento, in funzione dell'architettura di sistema coerente con la impostazione individuata nell'ambito del progetto del Tunnel di Base del Brennero.

3. Documenti di Riferimento

Per gli scopi del presente Documento e della relativa parte di progetto, sono presi a riferimento i seguenti progetti, per gli scopi a fianco di ciascuno indicati:

- Progetto definitivo del Tunnel di Base del Brennero:
 - Impostazione del Sistema di alimentazione (SSE di Fortezza e fonti di alimentazione primaria),
 - Traffico e programmi di esercizio;
- Specifiche Tecniche di Interoperabilità.



4. Documenti di progetto

16.02.00-08V0R0	Corografia Generale
16.03.00-08V0R0	Assetto linee elettriche primarie
16.04.00-08V0R0	Schema di alimentazione TE al completamento Lotto Prioritario
16.05.00-08V0R0	Layout alimentazione TE finale - Linea AC - Tratta Fortezza - Verona
16.06.00-08V0R0	Schema di alimentazione TE finale - Tratta Fortezza - Verona
16.07.00-08V0R0	Planimetria ubicazione SSE S.MICHELE con allacciamento AT
16.08.00-08V0R0	Planimetria ubicazione Cabina TE di Trento
16.09.00-08V0R0	Planimetria ubicazione SSE Murazzi con allacciamento AT
16.10.00-08V0R0	Planimetria ubicazione SSE Serravalle con allacciamento AT
16.11.00-08V0R0	Schema elettrico unifilare SSE S.MICHELE - SSE SERRAVALLE
16.12.00-08V0R0	Schema elettrico unifilare SSE MURAZZI
16.13.00-08V0R0	SSE S.Michele - Planimetria e sezioni
16.14.00-08V0R0	Cabina TE di Trento - Planimetria e sezioni
16.15.00-08V0R0	SSE Murazzi - Planimetria e sezioni
16.16.00-08V0R0	SSE Serravalle - Planimetria e sezioni
16.17.00-08V0R0	Sezioni TE tipologiche all'aperto
16.18.00-08V0R0	Sezioni TE tipologiche in galleria
16.19.00-08V0R0	Schema di alimentazione linee MT



5. La situazione Attuale per l'alimentazione delle SSE di RFI

La valle dell'Adige e la valle dell'Isarco sono caratterizzate dalla presenza di numerosi elettrodotti destinati alla trasmissione di Energia dalle numerose centrali idroelettriche presenti nella regione.

Due elettrodotti a 132 kV di proprietà di RFI percorrono le due valli per tutta la loro lunghezza e sono utilizzati per alimentare le SSE a 3 kV della linea ferroviaria Verona-Brennero.

A nord di Bolzano gli elettrodotti di RFI vengono parzialmente utilizzati da Terna per realizzare collegamenti tra diverse Centrali e Stazioni Elettriche del sistema elettrico nazionale.

Il sistema di elettrodotti RFI costituisce una rete affidabile, interconnessa in più punti con la rete di trasmissione nazionale di TERNA/ENEL (Prati, Rio di Pusteria, Bressanone e Cardano).

A Verona i due elettrodotti sono interconnessi con la restante rete AT di RFI.



6. Scenario di Riferimento

Il progetto del sistema di alimentazione per la trazione elettrica a 25 kV monofase, sviluppato nell'ambito del progetto del tunnel di base del Brennero (BBT), da prendere a riferimento come base di impostazione per il presente progetto, ha previsto una SSE a Fortezza, concepita secondo gli standard tecnologici tipici delle SSE AC, con due gruppi di trasformazione uno dei quali è da intendere come riserva calda dell'altro ma anche come macchina in grado di alimentare la prosecuzione verso Sud del quadruplicamento.

L'architettura del sistema di alimentazione per trazione del nuovo asse ferroviario Brennero-Verona, compresa la tratta in Provincia di Trento, deve quindi essere impostato partendo dalla SSE di Fortezza per l'alimentazione primaria della quale è stata individuata ed impostata una architettura di rete elettrica tale da consentire di risolvere in futuro le necessità per l'alimentazione della ulteriore SSE che sarà necessaria per il quadruplicamento almeno fino a Bolzano.

La soluzione individuata, che viene riproposta anche a Sud di Bolzano, consiste nello specializzare i due elettrodotti di RFI esistenti, uno per le SSE della linea storica e l'altro per le SSE a 25 kV della costruenda linea AV/AC: alla base di tale scelta c'è da considerare che se oggi i due elettrodotti sono indispensabili per l'alimentazione delle SSE a 3kV della linea storica, in futuro, quando sarà operativo il tunnel di base e in prospettiva l'intero quadruplicamento della direttrice fino a Verona, il carico elettrico della linea storica andrà gradualmente riducendosi.

Da ciò discende che per le esigenze della linea storica (elettrificata a 3 kV cc) sarà sufficiente, sia in termini di portata che in termini di continuità del servizio, una sola linea elettrica.

La separazione delle alimentazioni elettriche tra le due linee, oltre a realizzare l'indipendenza elettrica a vantaggio dei livelli di continuità sulla direttrice, consente di risolvere l'incompatibilità tecnica tra alimentazione primaria delle SSE a 25 kV monofase e quella delle SSE a 3 kV.

La specializzazione dei due elettrodotti RFI, uno per le SSE AC e l'altro per le SSE della linea storica, è stato definito ed accettato da RFI nell'ambito del progetto definitivo del tunnel di base del Brennero.



L'alimentazione dalla rete elettrica nazionale (TERNA) per l'elettrodotto dedicato alla linea AC avverrà dalla Stazione Elettrica di Cardano che costituisce un nodo ad alta potenza di corto circuito, requisito indispensabile per alimentare le SSE del sistema a 25 kV.

L'architettura da Fortezza a Cardano è stata concordata e condivisa oltre che con RFI anche con TERNA.



7. Architettura Elettrica per l'intera Linea fino a Verona

Come accennato i due elettrodotti RFI sono presenti sul territorio da Brennero a Verona e pertanto la soluzione adottata per alimentare la SSE di Fortezza è applicabile anche per tutto il resto della linea.

Una volta che i due elettrodotti saranno ciascuno specializzato per un sistema di trazione elettrica, a causa della accennata incompatibilità della stessa fonte di alimentazione per le SSE a 25 kV e per quelle del sistema a 3 kV c.c., le due linee non potranno più soccorrere vicendevolmente: in caso di guasto su una delle due non sarà possibile alimentare parte delle SSE allacciate all'altra, se non riducendo drasticamente la potenza erogata ai treni dal sistema a 25 kV, ossia ai treni che circolano sulla nuova linea.

Considerazioni sui livelli di affidabilità, e soprattutto di continuità del servizio, evidenziano la necessità di una ulteriore fonte di alimentazione primaria tra Bolzano e Verona, sia per il sistema delle SSE a 25 kV che per quello della linea storica.

Per il sistema a 25 kV le interconnessioni con stazioni della rete elettrica nazionale (TERNA) di grossa potenzialità sono realizzabili a Cardano (già definita nell'ambito del progetto BBT) e, nella Provincia di Trento ad Ala dalla omonima stazione Enel. Entrambe sono vicine agli elettrodotti RFI.

Per le SSE del sistema a 3 kV è invece indispensabile una nuova interconnessione con la rete ENEL tra Trento ed Ala.

Essendo la nuova linea ferroviaria caratterizzata dalla presenza di numerose e lunghe gallerie è inevitabile che le SSE, sia per la trazione che per gli altri usi, siano realizzate in corrispondenza dei tratti all'aperto o in alternativa in corrispondenza di eventuali finestre dislocate lungo il tracciato.

Ciascuna SSE sarà alimentata in entrata ed uscita dagli elettrodotti RFI attraverso bretelle di collegamento di limitata lunghezza.

Per definire l'architettura di massima del sistema di alimentazione dell'intera linea da Fortezza a Verona, considerando gli stessi volumi di traffico previsti per il Tunnel di base e rifacendosi agli standard dimensionali delle linee AV/AC italiane, è da prevedere distanziamento



medio tra le SSE di circa 50 km., condizionato dalla accennata dislocazione dei tratti all'aperto o delle finestre.

Dal confine di Stato al confine tra le Province di Trento e di Verona sono quindi necessarie almeno 4 nuove SSE, di cui due nella Provincia di Bolzano (compresa la SSE di Fortezza) e due nella Provincia di Trento.

Sulla base delle attuali ipotesi o conoscenze dei tracciati, in provincia di Bolzano, sarebbe da prevedere una SSE in vicinanza di Cardano, dove risulta sia prevista una finestra.

In provincia di Trento, invece, tenendo presente la sequenza dei tratti all'aperto e valutando un distanziamento medio di circa 50 km, le nuove SSE a 25 kV sono da collocare nella Zona di San Michele all'Adige e nella Zona di Serravalle.

L'architettura dell'alimentazione TE della Direttrice Brennero-Verona è riportata negli elaborati ACTP-16.05.00-08V0R0 e ACTP-16.06.00-08V0R0.

All'orizzonte finale del progetto non è da escludere la necessità di una quinta SSE, da collocare a fine tratta in provincia di Verona, che sarà eventualmente localizzata quando ci sarà l'intero tracciato con la definizione delle relative caratteristiche (all'aperto o in galleria) e sarà stabilito il punto di confine elettrico tra impianti a 25 kV c.a. e impianti a 3 kv c.c. per l'ingresso nel nodo di Verona.



8. Il tracciato in provincia di Trento

La tratta in provincia di Trento ha lunghezza di circa 80 km, con ipotesi di tracciato che prevede 4 lunghe gallerie, ovvero Galleria Corona (7834 m), Galleria Calisio (21.498 m), Galleria Trento (14.514 m), Galleria Zugna (7000 m circa, in funzione delle varianti), Galleria Fittanze (19.000 m circa, in funzione delle varianti) e da alcuni tratti all'aperto in affiancamento con l'attuale linea storica in prossimità delle località San Michele all'Adige, Murazzi e Serravalle.

La configurazione finale del sistema elettrico di trazione elettrica e per altri usi non può non tener conto che l'opera in Provincia di Trento sarà realizzata in due distinte fasi:

- I. la prima, **lotto prioritario**, prevede inizialmente la costruzione della sub-tratta compresa tra Trento ed Ala (circa km 37) che consentirebbe la circonvallazione di Trento e Rovereto.
- II. la seconda riguardante le due tratte complementari a nord fino al confine con la provincia di Bolzano ed a sud fino al confine con la provincia di Verona.

Fattor comune tra le due fasi è lo stretto affiancamento tra nuova linea e linea esistente dove sono anche previste interconnessioni a raso tra le due linee.

Lo stretto affiancamento tra due linee elettrificate con sistemi diversi quale il 3kV e il 25 kV presenta, allo stato attuale dell'arte, problemi di incompatibilità tecnica che obbligano ad elettrificare le due infrastrutture con lo stesso sistema e, pertanto, considerato che la scelta di elettrificare la direttrice a 25 kV è irrinunciabile, se si considerano i volumi di traffico all'orizzonte finale dell'opera, e le difficoltà di elettrificare lunghe gallerie con il sistema a 3 kV della linea storica, allo stato attuale dell'arte non si presenta altra soluzione che prevedere la nuova linea elettrificata sì con il 25 kV, ma con delle isole a 3 kV in corrispondenza dei tratti all'aperto.

Questo aspetto, legato all'attivazione in tempi diversi delle due fasi realizzative, porta a prevedere uno scenario per la elettrificazione del primo lotto funzionale diverso tra la prima attivazione e quello all'orizzonte finale dell'opera.



8.1. Problematiche di compatibilità

Il maggior problema di compatibilità nella vicinanza tra linee elettrificate a 25 kV 50 Hz e linee a 3 kV c.c. riguarda la funzionalità dei sistemi di segnalamento e quindi della sicurezza della circolazione.

Il problema è essenzialmente dovuto al fatto che la frequenza (50 Hz) della corrente di trazione del sistema a 25 kV è la stessa usata per la funzionalità dei sistemi di comando e controllo (segnalamento) e ciò può portare a malfunzionamenti che possono mettere in discussione la sicurezza della circolazione.

La problematica è ben nota ad RFI che in casi di avvicinamento tra linee storiche e nuove linee AC/AV ha effettuato interventi di compatibilizzazione sulla linea storica (modifica della frequenza di base del sistema di segnalamento da 50 Hz a 83,5 Hz).

In tratti di stretto affiancamento, come tra Bologna e Modena della tratta AC Bologna Milano dove di fatto la vecchia e nuova linea corrono sulla stessa sede, l'elettrificazione della nuova linea è stata eseguita con il sistema storico di FS cioè il 3 kV. c.c.

Tale necessità è riconosciuta anche dalla "STI Energia" punto 4.1.1. che, testualmente, indica ***"In Italia e in Spagna si può utilizzare la tensione di 3 kV corrente continua per le linee esistenti e per i tratti di linee nuove a 250 km/h, dove l'elettrificazione con corrente alternata a 25 kV 50 Hz potrebbe perturbare il funzionamento delle apparecchiature di segnalamento a terra e a bordo su una linea esistente adiacente alla nuova linea"***.

Se pure lo sviluppo tecnologico superasse il problema di compatibilità tra i due sistemi, nei casi di stretto affiancamento con comunicazioni a raso, come previsto in Provincia di Trento, la coesistenza dei due diversi sistemi di elettrificazione sarebbe pressoché infattibile per la collocazione del cambio di sistema di trazione sulle comunicazioni a raso tra le due linee.



8.2. Vincoli del tracciato e delle fasi realizzative per il sistema di alimentazione

Lo sviluppo prevalente in galleria (ciascuna delle quali di lunghezza superiore ai 10 km) impone che in corrispondenza degli imbocchi di ciascuna di esse, oltre alle SSE per la trazione, siano anche previste le stazioni elettriche per l'alimentazione dei servizi destinati alla funzionalità e gestione della sicurezza del tunnel (illuminazione, ventilazione, pompe, forza motrice, ecc.)..

Ciascuna sottostazione deve essere dimensionata per garantire la funzionalità degli impianti anche nel caso di fuori servizio della sottostazione limitrofa.

In corrispondenza dei tratti all'aperto, per i quali è previsto lo stretto affiancamento, per i problemi di incompatibilità accennati, non c'è altra soluzione che elettrificare le due linee con lo stesso sistema che non può che essere il 3 kV c.c.

Sulla direttrice Brennero Verona, vista in modo integrato tra nuova e vecchia linea, si presenteranno pertanto delle Isole di alimentazione a 3 kV c.c.

8.3. Isole a 3kV c.c.

La soluzione consiste nel realizzare con elettrificazione a 25kV c.a. i tratti in galleria, ubicando all'interno in prossimità dei portali, prima che inizi il tratto in affiancamento, il posto di confine elettrico tra i due sistemi.

La continuità dell'elettrificazione a 25 kV tra tratti di galleria contigui sarà garantita dalle SSE a 25 kV (San Michele e di Serravalle) o dal collegamento con gli Autotrasformatori dei Posti di Parallelo (Murazzi) collegati ai tronchi di linea in galleria con linee in cavo.

Anche i binari dei tratti elettrificati a 25 kV saranno tra loro collegati attraverso delle linee in cavo.

Il tratto all'aperto sarà elettrificato con il sistema a 3 kV c.c., superando in tal modo il problema della compatibilità tra i due sistemi e rendendo possibili anche collegamenti a raso tra le due linee.

L'estesa del tratto da elettrificare a 3 kV c.c. dovrà essere di fatto di lunghezza superiore a quella geometrica del tratto all'aperto vero e proprio per i vincoli di posizionamento della Sezione di **Cambio Sistema** [(**SCS** – in Italia **Posto di Confine Elettrico (POC)**] tra 25 kV 50 Hz e 3 kV c.c.

L'adozione delle isole a 3 kV comporta necessariamente che per ciascuna di esse dovrà essere realizzata una nuova SSE poiché, in corrispondenza di ciascuna isola, tutto il traffico



della direttrice, sia quello relativo alla nuova linea che quello della linea esistente, graverà elettricamente sul sistema a 3 kV della linea storica.

In mancanza di interventi di potenziamento sull'esistente sistema a 3 kV si presenterebbe un insostenibile appesantimento del carico elettrico delle attuali SSE a 3 kV con abbattimento dell'affidabilità e delle prestazioni di sistema che sarebbero nettamente inferiori agli standard attesi, come si evince dalle successive considerazioni sul "Dimensionamento elettrico".

I tratti all'aperto sono ubicati all'incirca a metà tratta tra le SSE esistenti, rispettivamente Ora e Trento per San Michele, Trento e Villa Lagarina per Murazzi e Villa Lagarina e Ala per Serravalle.

8.4. Posizionamento del POC

La sezione di cambio sistema va percorsa dal treno per inerzia a pantografi abbassati; se il locomotore si ferma all'interno della SCS (POC) non c'è alcuna possibilità di far riprendere autonomamente la marcia.

Lo standard italiano sulle sezioni di cambio sistema prevede per esse una lunghezza geometrica inferiore a 150 metri (conforme alla tipologia corta prevista dalle STI)

Il posizionamento della SCS va realizzato in funzione della posizione dei segnali (reali virtuali) che definiscono i punti di arresto dei treni prima e dopo la SCS.

Ciò vuol dire che ai fini della circolazione, è da considerare una lunghezza virtuale pari a circa 400 m e corrispondente al tratto che il treno deve percorrere per inerzia e corrispondente alla distanza intercorrente tra il punto in cui al treno giunge il segnale di "input in SCS" e quello di "output da SCS":

Il primo è ubicato ad una distanza tale che, in funzione della massima velocità a cui il treno vi può transitare, sia possibile, in maniera automatica, far eseguire agli automatismi del treno tutte le manovre necessarie (disinserzione motori e altri carichi, e abbassamento pantografi) per presentarsi al punto di inizio della SCS con i pantografi abbassati.

Il secondo, meno critico, può essere ubicato al termine del POC, ma per valutare le ripercussioni sulla circolazione occorre considerare i tempi per eseguire tutte le manovre inverse e verificare che alla minima velocità di uscita dal POC non si possa manifestare la condizione che un treno possa alzare il pantografo quando questo è ancora fisicamente sotto il tratto di



transizione: questa condizione appare possibile per convogli con locomotiva in coda o per i treni AV con due pantografi in presa.

La lunghezza ottimale della sezione di linea (intesa come distanza tra due segnali) ove inserire il POC è valutabile, per treni a modulo 750, in 2000 m ed è indipendente dalla velocità di percorrenza. Infatti per la sua funzionalità va considerata l'ipotesi che il convoglio, fermo al segnale a monte del POC, cominci a muoversi da esso e debba poi fermarsi al segnale successivo avendo dovuto prima percorrere per inerzia il tratto di transizione elettrica.

Per raggiungere l'obiettivo di funzionalità, la ottimale ubicazione della SCS deve quindi rispettare alcune condizioni:

- in nessun caso deve verificarsi che un treno possa restare fermo sotto di esso o che nell'eventualità di treni a doppio pantografo, il primo di essi sia sotto un sistema e il secondo sotto l'altro;
- la distanza tra la SCS e il segnale a monte deve essere tale che il treno fermo al segnale possa ripartire e raggiungere una velocità tale che gli consenta di superare per inerzia la SCS stessa.
- la distanza dal segnale successivo deve essere tale che il treno possa ricoverarsi completamente sotto il sistema elettrico verso cui sta andando.
- le condizioni devono valere sia per percorrenza a sinistra (legale) che per percorrenza a destra (illegale)



9. Dimensionamento Elettrico

Al fine di valutare la necessità dell'installazione di sottostazioni 3 kV in corrispondenza degli affiancamenti sono state eseguite una serie di simulazioni in diversi scenari significativi di cui si riportano i risultati salienti.

E' opportuno tener presente che le simulazioni sono state sviluppate per avere una indicazione qualitativa e quantitativa sul comportamento del sistema; simulazioni più affinate saranno possibili una volta definito con esattezza il tracciato, le relative pendenze e la esatta ubicazione degli impianti.

Comunque i successivi affinamenti sicuramente confermeranno le scelte operate in questa fase progettuale.

La linea storica Verona Brennero è alimentata a 3 kV cc con le sottostazioni posizionate come riportato in tabella con riferimento alla progressiva della linea esistente:

SSE	pk
Domegliara	22+830
Peri	40+361
Ala	55+177
Villa Lagarina	73+785
Trento	93+149
Salorno	118+840
Ora	134+566
Bolzano	147+500
Sciliar	161+260
Chiusa	178+200
Varna	192+197
Mules	209+615

I tre tratti in affiancamento fra linea AC e linea storica sono individuabili nell'intorno delle progressive 108+000, 83+500 e 62+500. Questi affiancamenti si sviluppano rispettivamente per una lunghezza di circa 2,9 km, 3,7 km e 1,4 km.

I tratti in affiancamento non sono mai localizzati in vicinanza di sottostazioni esistenti, in particolare la situazione è riportata in tabella:



Tratto in affiancamento				SSE limitrofa verso Nord		SSE limitrofa verso Sud	
Da pk	A pk	Sviluppo (km)	Località	Distanza (km)	Nome	Distanza (km)	Nome
61+940	64+860	2,9	Serravalle	11,3	Villa Lagarina	7,3	Ala
82+160	85+830	3,7	Murazzi	9,5	Trento	9,8	Villa Lagarina
106+870	108+270	1,4	S.M all'Adige	10,6	Salorno	15,1	Trento

9.1. Dati elettrici

La sezione della linea di contatto è 610 mm^2 , a cui corrisponde una resistenza chilometrica di $0,045 \text{ } \Omega/\text{km}$.

Le sottostazioni sono equipaggiate con due gruppi da $5,4 \text{ MW}$, a cui corrisponde una resistenza interna di $0,15 \text{ } \Omega$ per ciascun gruppo.

Le informazioni riguardanti il profilo del tracciato della linea storica sono state ricavate dai fascicoli di linea di RFI.

9.2. Traffico

Prendendo come riferimento per semplicità solo la variante "C" (variante di più probabile realizzazione), è stato svolto un calcolo considerando l'assetto attuale della linea e considerando il traffico elettricamente più impegnativo di treni merci da 1000 t (con riferimento al progetto BBT tipo FG7 e FG8) cadenzati a 5 minuti e treni passeggeri cadenzati a 35 minuti, tutti omotachici a velocità 100 km/h e trainati da locomotore FS E402b. Un cadenzamento impostato a 5 minuti con treni marcianti a 100 km/h significa un distanziamento medio di circa 8 km tra treni consecutivi.

Nel momento in cui il traffico può essere considerato a regime vengono immessi in corrispondenza dei tratti in affiancamento treni DG7 (treni dispari marcianti verso Sud) e DG8 (treni pari marcianti verso Nord) pesanti 1400 t nei soli tratti in affiancamento per valutare gli effetti di questo repentino aumento del carico elettrico, soprattutto in termini di tensione al pantografo, che costituisce l'indice qualitativo per la performance.

9.3. Risultati

9.3.1. Situazione esistente

Con il traffico di riferimento ipotizzato sulla linea storica i risultati delle simulazioni (riportati nel grafico seguente), mostrano che il profilo della tensione al pantografo si mantiene sempre al di sopra dei limiti consentiti. I treni marcianti in direzione Nord presentano un assorbimento maggiore rispetto a quelli marcianti in direzione Sud in quanto incontrano una livelletta sfavorevole. L'assorbimento medio nella direzione Nord, per i treni FG8 da 1000t, è circa 4,5 MW con punte poco maggiori di 5 MW.

Tensione al pantografo in direzione Sud-Nord

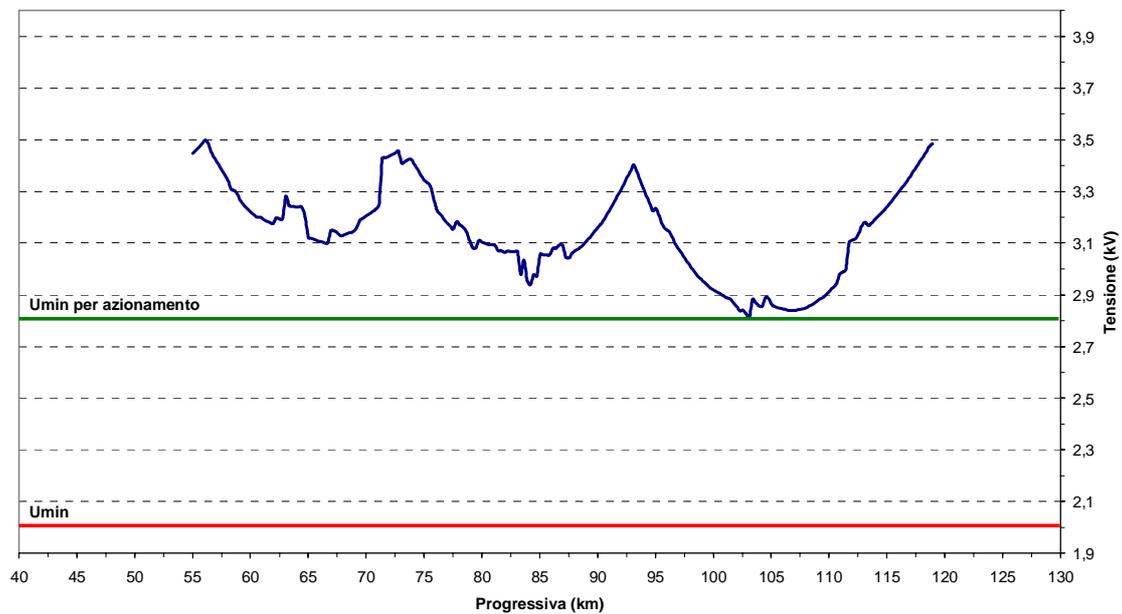


Figura 1



Potenza al pantografo (direzione Sud-Nord)

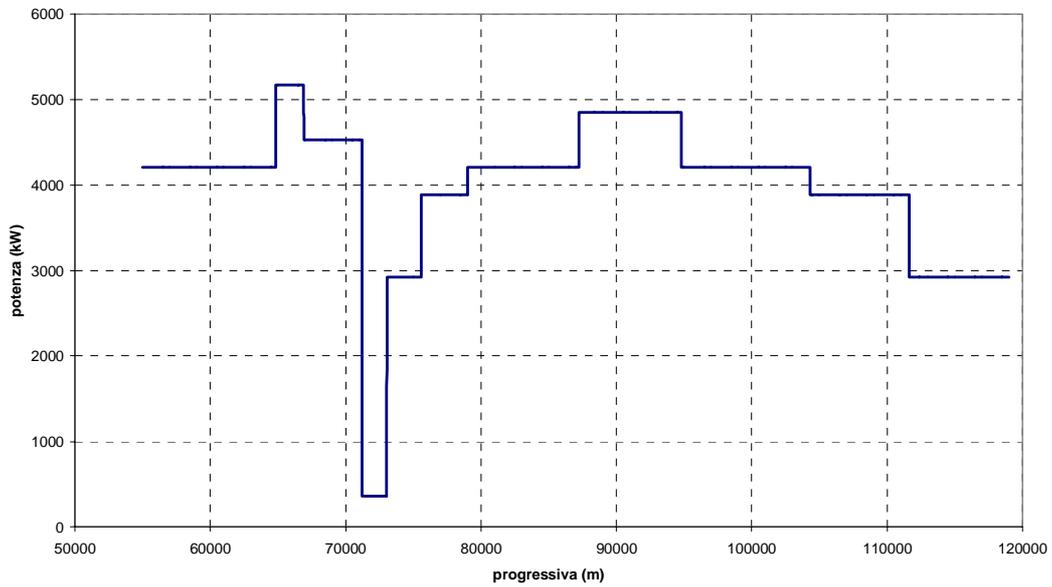


Figura 2

Tensione al pantografo in direzione Nord->Sud

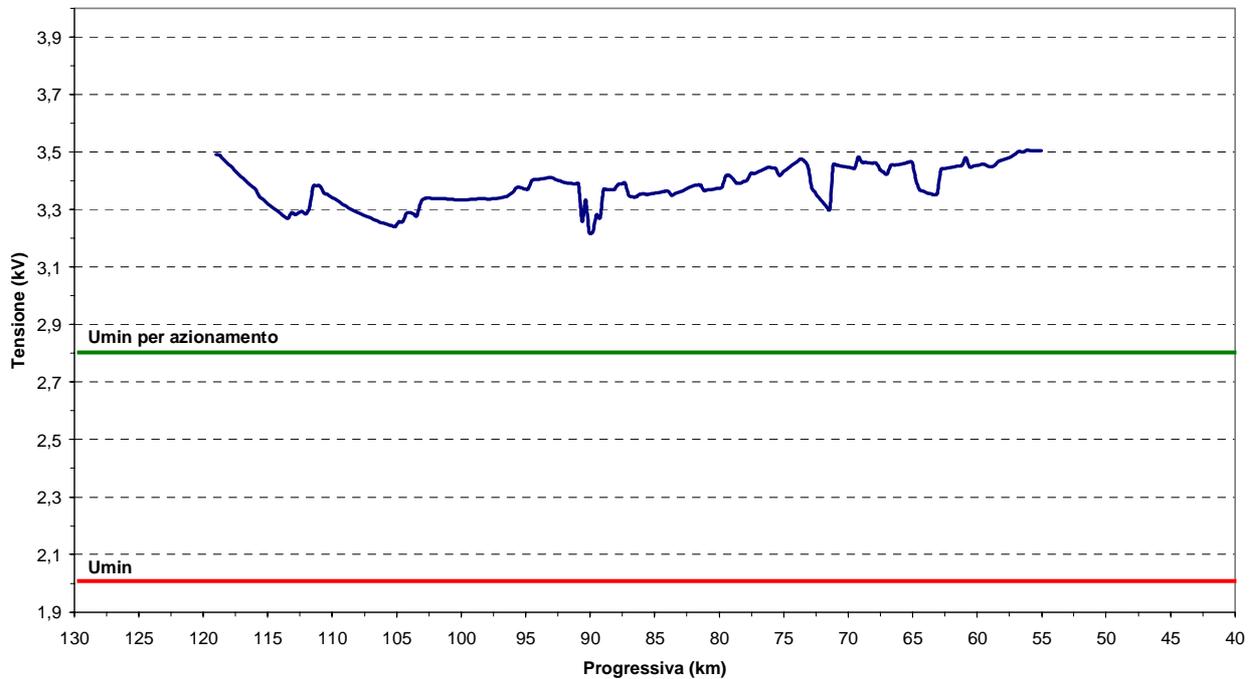


Figura 3

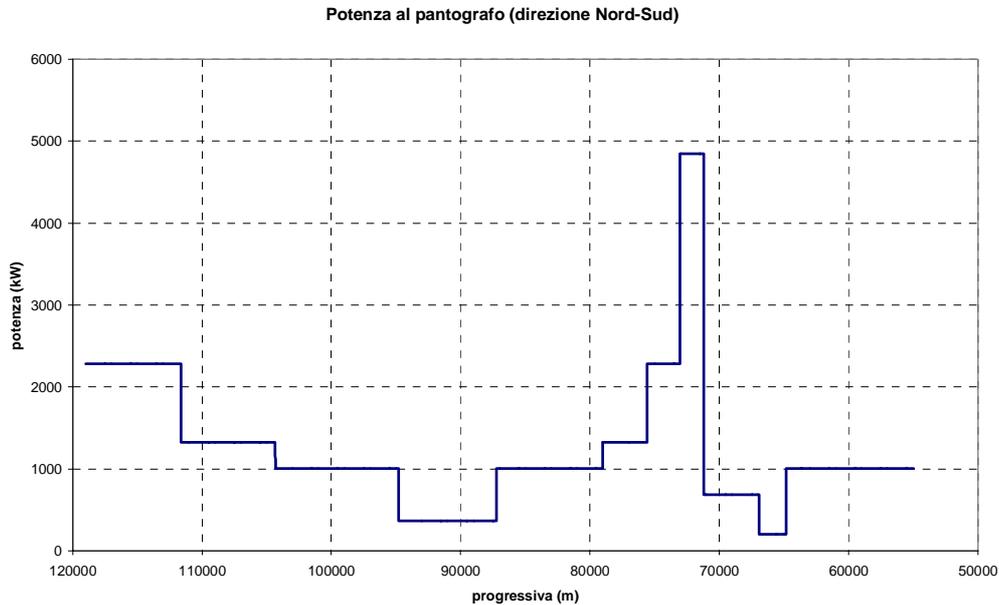


Figura 4

9.3.2. Situazione esistente con traffico introdotto nei tratti di affiancamento

Per valutare gli effetti dell'inserimento dei tratti in affiancamento sul sistema a 3 kV attuale, nei processi di simulazione si sono aggiunti, al traffico impostato cadenzato a 5 minuti, dei treni DG7-DG8 da 1400 tonn. In altre parole ad un certo istante viene simulato l'ingresso e l'uscita di un treno DG7-8 nel tratto in affiancamento.

Per evidenziare gli effetti dell'aumento di carico si esamina la tensione al pantografo di quel particolare treno che, al momento dell'ingresso degli altri treni, si trova nelle vicinanze del tratto in affiancamento nella stessa sezione elettrica.

Si riscontrano delle cadute di tensione improvvise, al di sotto dei valori consentiti, per tutta la durata di permanenza del treno nel tratto in affiancamento. Il primo valore limite (U_{min} per azionamento 2,8 kV) riportato in figura è quello che consente un corretto funzionamento del mezzo senza degrado, mentre il secondo (U_{min} 2,0 kV) è quello minimo consentito dalle norme.

Tensione al pantografo in direzione Sud-Nord

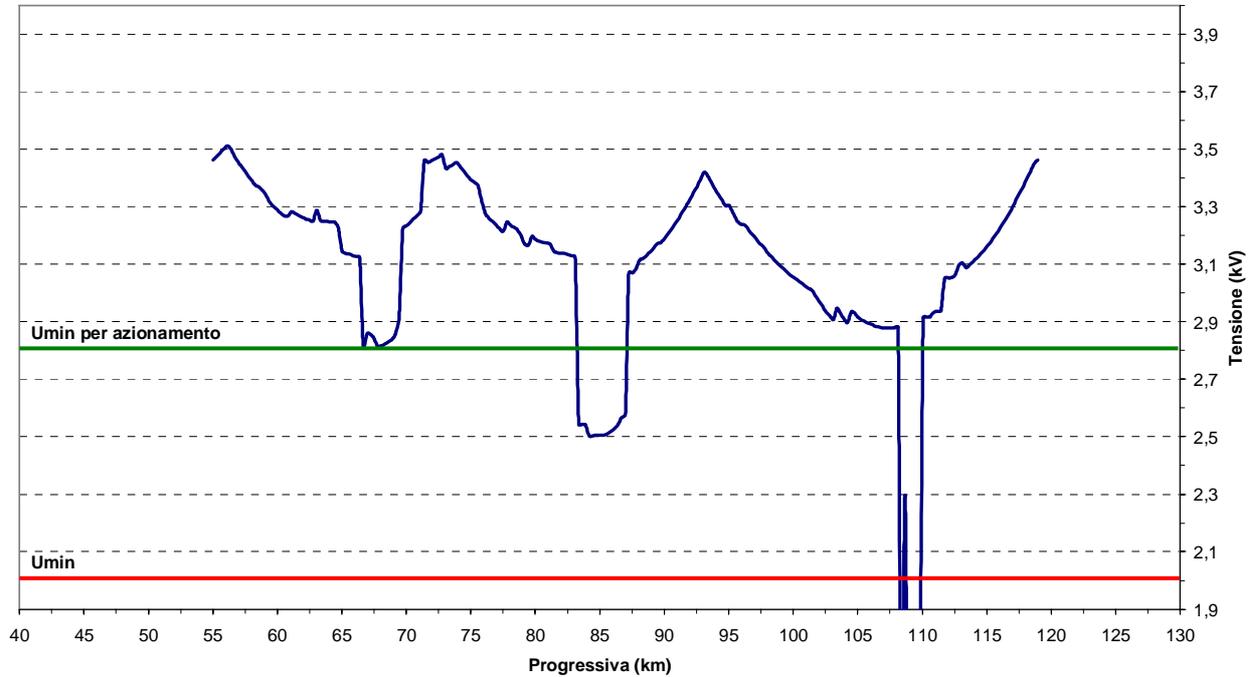


Figura 5

Un miglioramento si ottiene installando dei posti di parallelo (cabina TE) in corrispondenza dei tratti in affiancamento. L'installazione delle cabine TE sarebbe comunque indispensabile per realizzare la selettività dei guasti tra i diversi rami alimentati.

Il miglioramento che si ha in termini di tensione al pantografo con la realizzazione di cabine TE che renderebbe la soluzione accettabile è riportato in Figura 6.

Tensione al pantografo in direzione Sud-Nord



Figura 6

Tenendo presente che le cabine TE non danno apporto in potenza se si verifica il fuori servizio di una sottostazione, ad esempio Trento, i valori limite non sono più rispettati (Figura 7 e Figura 8), e il traffico d'impostazione non è più sostenibile.



Tensione al pantografo in direzione Sud-Nord



Figura 7 Treno su linea storica con cabina TE senza nuove SSE e con il fuori servizio delle SSE di Trento

Tensione al pantografo in direzione Sud-Nord

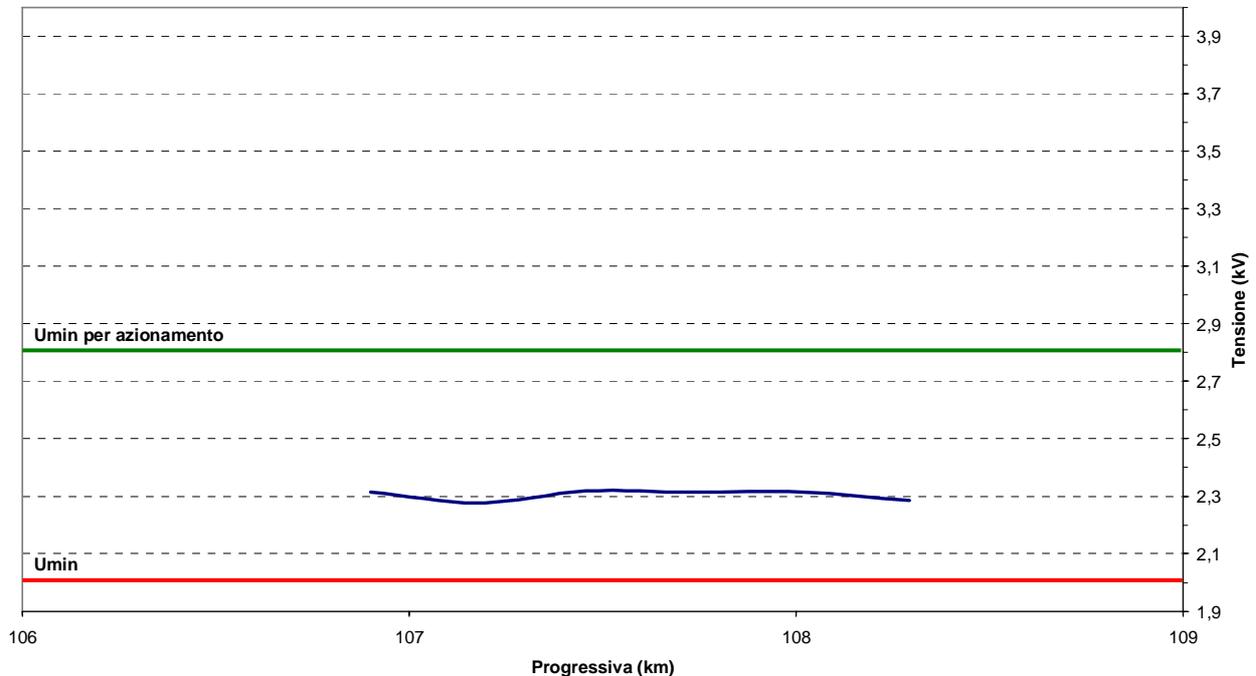


Figura 8 Treno sulla linea AC (solo tratto in affiancamento)

9.3.3. Situazione con nuove SSE, con traffico introdotto nei tratti di affiancamento

La realizzazione di nuove sottostazioni in corrispondenza dei tratti in affiancamento permette di migliorare notevolmente la tensione al pantografo. Le posizioni delle nuove SSE sono riportate in tabella:

SSE	pk
Serravalle	62+520
Murazzi	83+600
S.M. all'Adige	108+200

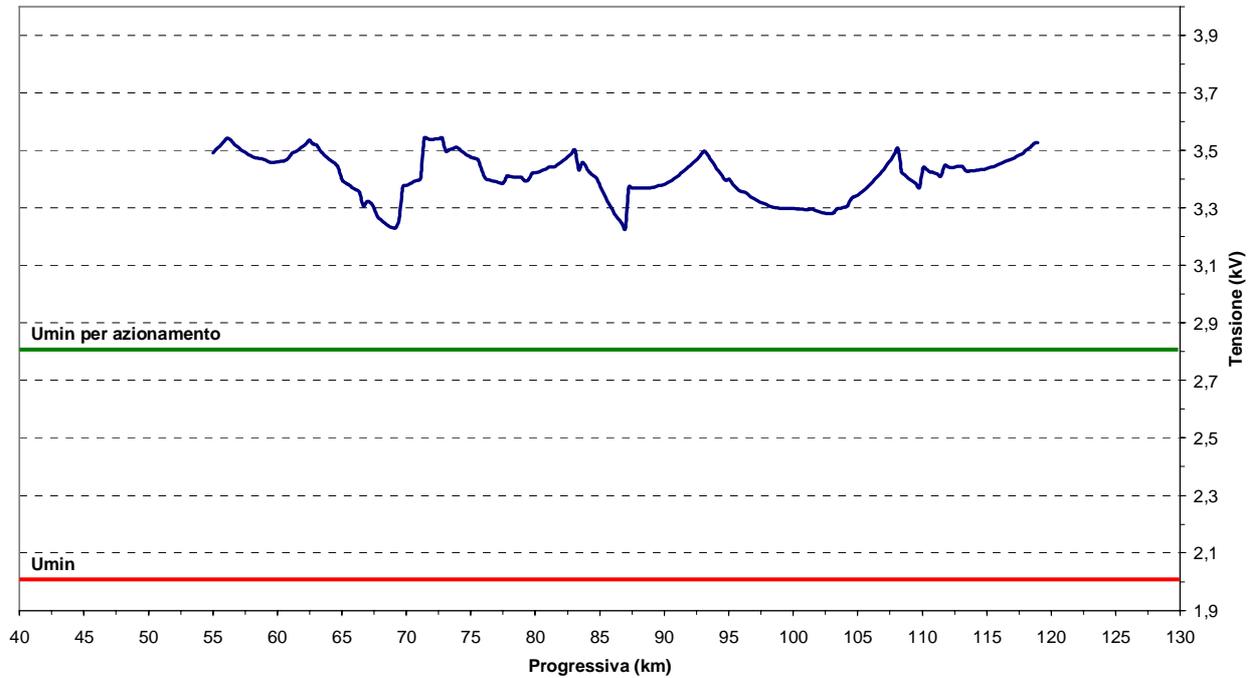
La tensione al pantografo è sempre superiore al valore minimo ammesso e nel caso di fuori servizio di una delle nuove SSE si ritorna alla situazione attuale che, come visto, rispetta i parametri.

Il fuori servizio di una delle SSE della linea esistente non ha ripercussioni sulla linea AC per il fatto che i tratti in affiancamento 3 kV sono adiacenti alle nuove SSE che in tal caso



fornirebbero energia alla linea storica minimizzando gli effetti del guasto sull'impianto oggi esistente.

Tensione al pantografo in direzione Sud-Nord





10. Lotto Prioritario

Il lotto prioritario corrispondente alla circonvallazione di Trento e Rovereto, ha lunghezza di circa 37 km e si estende dall'interconnessione di Trento fino al tratto in affiancamento di Serravalle.

Il lotto prioritario comprende due gallerie, la "Galleria Trento" di lunghezza 14,5 km e la "Galleria Zugna" di circa 19 km; i tratti all'aperto in affiancamento sono in località Murazzi e in prossimità di Serravalle; che coincide con il termine del lotto.

L'imbocco Nord del lotto prioritario è ubicato presso lo scalo Filzi in corrispondenza di quella che sarà una futura interconnessione con tracciato in galleria.

Analizzando l'architettura di alimentazione all'orizzonte finale di progetto, nell'ambito del lotto prioritario è prevista una SSE a 25 kV in corrispondenza di Serravalle (l'altra a distanza di 50 km circa è prevista a Nord nella zona di S.Michele all'Adige).

I vincoli di sicurezza sull'esercizio delle lunghe gallerie (bialimentabilità delle condutture di trazione) impongono necessariamente la presenza di SSE agli estremi della tratta; pertanto se si volesse fin dalla prima fase mettere in servizio l'esercizio a 25 kV, ci si troverebbe nella necessità di realizzare oltre alla SSE di Serravalle (che da sola sarebbe sufficiente ad alimentare la tratta di 37 km) una seconda SSE a 25 kV con la sola funzione di SSE di soccorso e in quanto tale di potenza minore rispetto a quella standard.

Questa SSE di emergenza dovrebbe essere realizzata in prossimità dell'imbocco di Trento e presenterebbe non poche difficoltà sia per quanto riguarda la collocazione che l'alimentazione primaria a 132 kV.

L'insieme delle valutazioni tecniche, tra le quali non trascurabile il modesto incremento di traffico rispetto ai volumi e potenzialità attuali e la non elasticità nell'esercizio integrato tra un tronco di linea di limitata lunghezza elettrificato con un sistema diverso da quello della direttrice a cui afferisce (per il pieno utilizzo tutti i mezzi dovrebbero essere bitensione), portano alla scelta di **attivare il lotto prioritario a 3 kV c.c.** anche se tutti gli standard costruttivi devono essere per l'elettificazione a 25 kV.



10.1. Le SSE a 3 kV del lotto prioritario

Il lotto prioritario sarà alimentato attraverso la Cabina TE di Trento posta all'imbocco della galleria Trento, la SSE 3 kV c.c. di Murazzi, e la SSE 3 kV di Serravalle.

Le SSE a 3 kV e la cabina TE sono opere previste e necessarie anche all'orizzonte finale dell'opera e pertanto vengono da subito realizzate in configurazione finale.

In corrispondenza della SSE di Serravalle, a opera completata, dovrà essere realizzata la SSE a 25 kV e pertanto l'area di SSE dovrà prevedere la sezione per il 25 kV.

La SSE di Murazzi, invece, anche all'orizzonte finale sarà prevista per il solo 3 kV c.c.; al suo interno dovranno essere previsti gli spazi per due autotrasformatori del sistema a 25 kV in quanto qui è previsto un Posto di Parallelo del sistema 2x25 kV.

Per le esigenze non di trazione in corrispondenza di ciascuna SSE dovrà essere prevista la sezione per l'alimentazione dei servizi non di Trazione.

10.2. Le condutture di contatto a 3 kV del lotto prioritario

L'elemento fortemente differenziato tra l'elettrificazione a 25 kV e quella a 3 kV c.c., sia dal punto di vista elettrico che meccanico, è costituito dalle condutture di contatto.

L'aspetto elettrico è confinato alla sezione conduttrice e non si pone se fin dal primo momento si opta per un assetto definitivo (catenaria da 270 mm²) in quanto può essere utilizzato il feeder come conduttore aggiuntivo collegato elettricamente ad ogni sospensione.

Il problema può risiedere nella dinamica di accoppiamento pantografo catenaria: per il quale possono nutrirsi dubbi sull'affidabilità di un sistema a 3 kV con captazione da un solo filo di contatto per un periodo di diversi anni e sulla difficoltà di quantificare gli interventi di recupero d'assetto e di regolazione all'atto del passaggio da un sistema all'altro nonché lo stato dell'impianto in termini di livello di usura e di stress.

La soluzione migliore è prevedere due fili di contatto adottando una catenaria di transizione da 540 mm² ca standard RFI costituita da:

- 2 funi da 120 mm²
- 2 fili da 150 mm².

Che risulta meccanicamente costituito da due sistemi meccanici in parallelo (catenaria tipo AC da 270 mm²).



All'atto del passaggio al sistema a 25 kV è, in tal caso, da prevedersi la rimozione di una delle due condutture che può essere eseguito durante le operazioni di ordinaria manutenzione anche se non si intravedono controindicazioni particolari per lasciarle in opera fino alle operazioni di rinnovo straordinario.

In tale soluzione il feeder non è più necessario come conduttore di rinforzo e quindi può essere posato fin dal primo momento con l'assetto definitivo utilizzandolo per aumentare i rendimenti di sistema o rimandandone l'installazione al periodo della trasformazione.



11. Gli impianti da realizzare

11.1. Le Sottostazioni

Per ridurre gli spazi e l'impatto sul territorio le SSE saranno costruite con isolamento in SF6 (**Tecnologia Blindata**).

Le Sottostazioni saranno allacciate agli elettrodotti RFI a 132kV, con collegamenti separati per i due sistemi a 3kV c.c e 25kV c.a. Per ottenere il massimo livello di continuità del servizio i collegamenti saranno in entra-esce.

Tutte le sottostazioni sono previste con le sezioni:

- 25kV c.a.
- 3kV c.c
- Servizi Ausiliari per alimentazione delle lunghe gallerie.

Le sottostazioni per l'alimentazione della linea di contatto a 25 kV c.a. verranno realizzate con due gruppi da 60MVA ciascuno, conforme allo standard italiano per le linee AV/AC.

La sezione a 3 kV e quella dei Servizi Ausiliari hanno la stessa fonte primaria.

Per gli elettrodotti di collegamento in prossimità della SSE viene effettuato un passaggio aereo-cavo direttamente su traliccio sia per ottimizzare gli spazi di ingombro a terra sia per consentire l'ingresso delle terne nella sezione Alta Tensione delle SSE in tecnologia blindata.

Il posizionamento dei sostegni, così come indicato negli elaborati specifici, è indicativo.

Dalla sezione AT partono gli stalli in ingresso ai trasformatori di gruppo del 3 kV e 25 kV e dei servizi ausiliari.

Le apparecchiature collegate al secondario dei trasformatori vengono installate interamente all'interno di un fabbricato di SSE, nella quale sarà presente anche una sala controllo per l'eventuale presidio temporaneo.

Le sottostazioni per l'alimentazione della linea di contatto a 3 kV c.c. verranno realizzate con due gruppi da 3,6 MW ciascuno.

Per i Servizi Ausiliari si intendono tutte quelle apparecchiature necessarie alla gestione della sicurezza della galleria (ventilazione, illuminazione, pompe, ecc) e segnalamento.



Per tali servizi si ipotizza una potenza di 250 kW/km per le gallerie, e pertanto considerando la lunghezza delle gallerie e la necessaria ridondanza, la potenza installata in ogni Sottostazione per questo scopo è di circa 10 MVA.

Nella Sottostazione all'aperto verrà effettuata una prima trasformazione dal 132 kV al 20 kV, scelto come livello di tensione da utilizzare per la distribuzione all'interno delle gallerie.

La distribuzione all'interno del tunnel avviene quindi con una linea elettrica in cavo a 20kV, con entra-esci ogni 1 km dove saranno previsti trasformatori abbassatori MT/bt attraverso i quali è possibile alimentare i servizi richiesti.

Allo scopo di ridurre gli ingombri e le apparecchiature presenti in SSE le sezioni del 3 kV cc. e quella dei Servizi Ausiliari possono soccorrere a vicenda: dall'Alta Tensione si realizza una trasformazione a 20 kV attraverso due distinti trasformatori da 15 MVA che alimenteranno ciascuno un sistema di sbarre all'occorrenza collegabili mediante sezionatore.

Una sbarra alimenterà i quadri dei Servizi Ausiliari e l'altra i due trasformatori in Resina 20000/2750 V, tecnologia ormai consolidata anche per le SSE di Conversione, destinati ad alimentare i gruppi raddrizzatori per il 3 kV c.c.

Con questa soluzione si evita di installare due trasformatori e relativi moduli AT del tipo installato nelle SSE di RFI, posizionando i trasformatori in resina all'interno dei fabbricati di SSE.

Il punto di accoppiamento tra Rete dei SA e rete del sistema a 3 kV è la sbarra a 132 kV, per cui non dovrebbero aversi grossi problemi di compatibilità.

Nell'elaborato ACTP-16.11.00-08V0R0 è illustrato lo schema elettrico unifilare delle SSE di S.Michele e di Serravalle che ha previsto tale configurazione.

Nell'elaborato ACTP-16.12.00-08V0R0 è illustrato lo schema elettrico unifilare della SSE di Murazzi.

11.1.1. SSE di San Michele all'Adige

Questa sottostazione elettrica viene dotata di impianto di alimentazione per la linea 25kV e la linea 3KV.

Viene posizionata vicino l'imbocco della galleria Corona, interrata, come illustrato nell'elaborato ACTP-16.07.00-08V0R0.

L'ingresso delle terne a 132kV avviene in cavo, il passaggio aereo cavo viene realizzato nelle immediate vicinanze della SSE stessa, esternamente.



Nell'elaborato ACTP-16.13.00-08V0R0 è illustrata la planimetria e alcune sezioni della SSE.

11.1.2. Cabina TE di Trento

Si tratta di una cabina TE che non necessita di collegamento ad elettrodotti.

Viene posizionata all'interno del parco ferroviario di Trento come illustrato nell'elaborato ACTP-16.08.00-08V0R0.

Nell'elaborato ACTP-16.14.00-08V0R0 è illustrata la planimetria e la sezione della cabina TE.

11.1.3. SSE di Murazzi

Questa sottostazione elettrica viene dotata di impianto di alimentazione per la sola linea a 3KV, e del posto di parallelo per il sistema 2x25kV.

Viene posizionata tra le gallerie di Trento e Zugna come illustrato nell'elaborato ACTP-16.09.00-08V0R0.

L'ingresso della primaria avviene solo per quella dedicata al 3kV, non essendo utilizzata quella 25kV. All'interno della SSE stessa avviene il passaggio aereo cavo.

Nell'elaborato ACTP-16.15.00-08V0R0 è illustrata la planimetria e la sezione della SSE.

11.1.4. SSE di Serravalle

Questa sottostazione elettrica viene dotata di impianto di alimentazione per la linea 25kV e la linea 3KV.

Viene posizionata vicino l'imbocco della galleria Zugna (Variante C), come illustrato nell'elaborato ACTP-16.10.00-08V0R0. Tale posizionamento risulta essere ottimale per la scelta della variante di tracciato C, la più probabile.

Nel caso in cui si scelga la variante A o B, tale posizionamento non è proibitivo, ma sconsigliato poiché troppo lontano dalle sezioni di alimentazione della linea di contatto.

Si tratterebbe in tal caso di una ricollocazione nella stessa zona.

Nell'elaborato ACTP-16.16.00-08V0R0 è illustrata la planimetria e la sezione dell'impianto.



11.2. Gli elettrodotti

Le nuove SSE da realizzare sono tutte ubicate in zone relativamente vicine agli esistenti elettrodotti di RFI.

Per l'alimentazione di ciascuna SSE sarà necessario realizzare delle bretelle di collegamento di lunghezza variabile tra 400 e 1000 metri, come meglio dettagliato nei successivi paragrafi relativi a ciascuna SSE.

Negli elaborati sono individuati i tracciati geometrici, per evidenziare che non esistono ostacoli fisici per la costruzione di nuove linee elettriche.

Nelle fasi progettuali successive, quando saranno esattamente definite le aree di SSE, i tracciati delle bretelle di elettrodotto da realizzare saranno ottimizzati individuando sia i percorsi che le soluzioni a minor impatto ambientale armonizzandoli con gli eventuali sviluppi previsti per le aree interessate.

In corrispondenza dei punti di diramazione dagli elettrodotti esistenti saranno necessari espropri di modesta entità per costruire i blocchi di fondazione dei nuovi sostegni da realizzare.

Non è da escludere, per motivi di stabilità, la necessità di ricostruire sullo stesso sito i sostegni immediatamente precedenti al punto di derivazione.

11.2.1. L'inquinamento elettromagnetico

Per la realizzazione delle bretelle di collegamento degli elettrodotti esistenti si presentano diverse soluzioni tipologiche finalizzate a minimizzare l'inquinamento elettromagnetico.

I livelli massimi di campo elettromagnetico consentiti sono indicati nel DPCM del 08/07/2003; in particolare, facendo riferimento agli elettrodotti, ed in generale ad impianti di alimentazione anche a livelli di tensione più bassi, si devono considerare i limiti di campo elettromagnetico a frequenza industriale (50 Hz). A tal proposito il DPCM prescrive all'art. 3 i limiti di esposizione (10 μ T per aree sensibili), mentre all'art. 4 (di seguito riportato), sono indicati gli obiettivi di qualità per nuove installazioni (3 μ T), quali sono le bretelle di collegamento:

1. *Nella progettazione di nuovi elettrodotti in corrispondenza di aree gioco per l'infanzia, di ambienti abitativi, di ambienti scolastici e di luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore e nella progettazione dei nuovi insediamenti e delle nuove aree di cui sopra in prossimità di linee ed installazioni elettriche già presenti nel territorio, ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione ai campi elettrici e magnetici generati dagli*



elettrodotti operanti alla frequenza di 50 Hz, e' fissato l'obiettivo di qualita' di 3 mT per il valore dell'induzione magnetica, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.

E' quindi necessario determinare l'area al di fuori della quale sicuramente i livelli del campo elettromagnetico rispettano i valori limite. Per questo motivo si definisce la **fascia di rispetto** come lo spazio circostante i conduttori di una linea elettrica aerea, o in cavo interrato, che comprende tutti i punti, al di sopra ed al di sotto del livello del suolo, caratterizzati da un livello di induzione magnetica di intensità maggiore o uguale ad un valore prefissato, in particolare all'obiettivo di qualità (3 μ T).

Per la determinazione delle fasce di rispetto, in accordo con il DPCM 8 luglio 2003, si fa riferimento alle seguenti norme CEI,:

- CEI 106-11 "Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8 luglio 2003 (Art. 6)"
- CEI 11-60 "Portata al limite termico delle linee elettriche aeree esterne con tensione maggiore di 100 kV"
- CEI 211-6 "Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 0Hz – 10 kHz, con riferimento all'esposizione umana"

La fascia di rispetto per gli elettrodotti RFI a 132 kV è ricavabile, conoscendo le caratteristiche della linea, dalle tabelle emesse dalla stessa RFI (RFI-DTC/DNS/EE//009/0269) calcolate in accordo con le norme sopra elencate.

Nei casi dei collegamenti per le nuove SSE da realizzare in provincia di Trento, facendo riferimento ai conduttori da 22,8 mm che sono quelli attualmente installati e sono sufficienti anche per i carichi elettrici conseguenti ai nuovi assetti, si presentano le seguenti tipologie realizzative:

- Doppia terna su palificazione separata
- Doppia terna su palificata unica
- Singola terna
- Elettrodotto in cavo interrato



Con questi elementi, dalle citate tabelle RFI, si ricavano per ciascuna tipologia le seguenti semiampiezze delle fasce di rispetto:

- **Doppia terna su palificazione separata:** 14 m per linea non ottimizzata¹, misurata a partire dall'asse di ciascuna linea verso l'esterno quindi la fascia di rispetto complessiva sarà di $14\text{ m} + 14\text{ m} + d$, ove d è la distanza compresa tra le due terne.
- **Doppia terna su palificata unica:** 28 m per linea non ottimizzata, misurata a partire dall'asse della linea. Se si prevede una doppia terna verticale antisimmetrica, ovvero ottimizzata, la fascia di rispetto si riduce a 12 m.
- **Singola terna:** 14 m per disposizione conduttori a triangolo, 16 metri per disposizione conduttori in piano
- **Elettrodotto in cavo:** 1 m se la posa viene eseguita con disposizione a trifoglio interrato alla profondità stabilita dalle norme.

Le fasce di rispetto così determinate sono cautelative anche per i livelli di campo elettrico che comunque, per i livelli di tensione adottati, non mostrano valori preoccupanti.

Le nuove sottostazioni invece, previste in tecnologia blindata, non rappresentano rischio di superamento degli obiettivi di qualità per aree esterne che tra l'altro sono ben distanti da insediamenti civili.

Nei grafici seguenti sono riportati i valori dell'induzione magnetica (B) ad 1 metro dal suolo rispetto all'asse linea, per un sistema di due linee a doppia terna (in totale 4 terne).

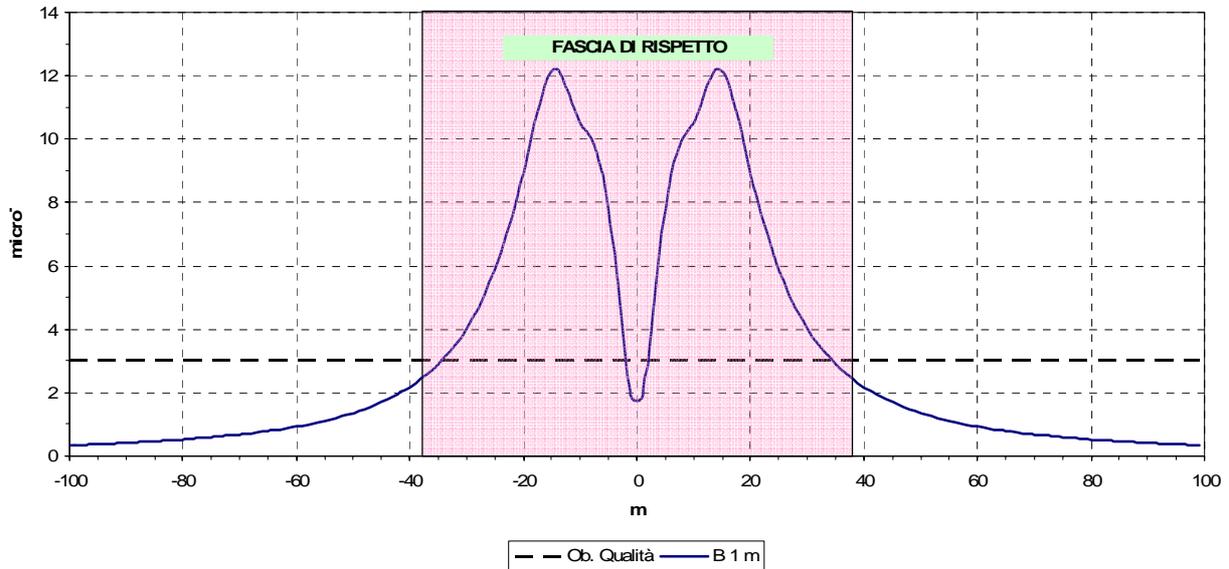
Da tali grafici si evidenzia che anche nel caso di linee non ottimizzate non si ha un superamento dei limiti fissati dall'obiettivo di qualità.

Inoltre c'è da tener presente che le ipotesi di calcolo sono estremamente cautelative, non tengono conto del fatto che su una coppia di linee la corrente è entrante e nell'altra è uscente il che abbassa notevolmente il campo magnetico, e che il valore di corrente considerato non sarà mai raggiunto.

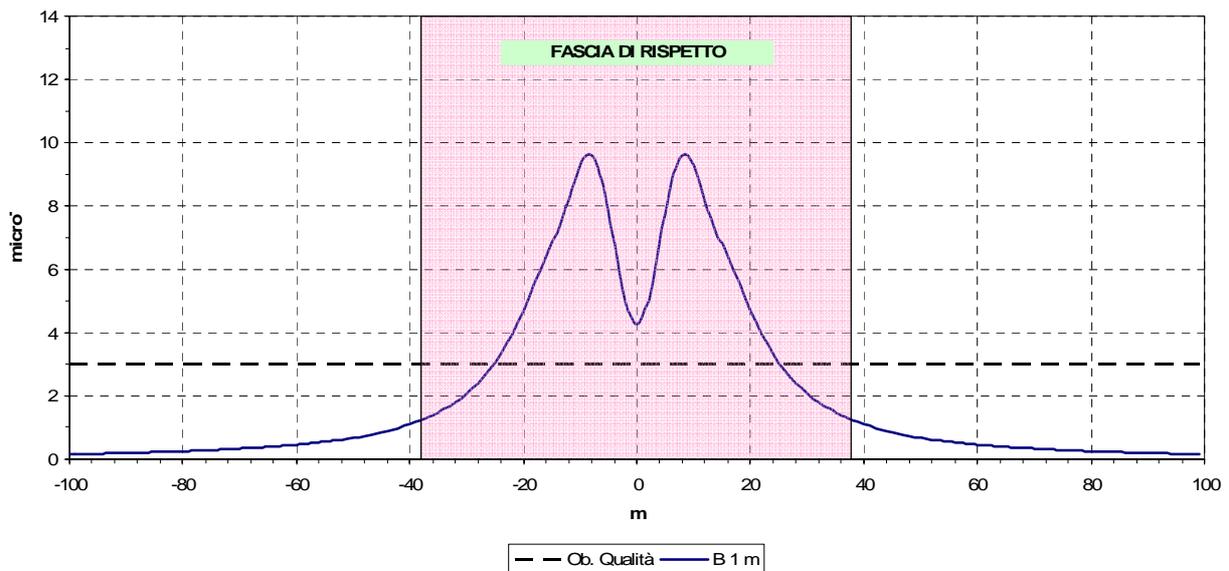
¹ Per linea non ottimizzata si intende una linea a doppia terna esercita con le fasi simmetriche rispetto all'asse verticale della linea. L'ottimizzazione consiste nell'esercire la doppia terna disponendo le fasi in maniera asimmetrica rispetto all'asse verticale della linea in modo da ottenere un effetto di compensazione del campo magnetico.



Profilo dell'induzione magnetica calcolata a 1 m da terra
DUE LINEE NON OTTIMIZZATE a doppia terna 132 kV
interasse tra le due linee = 20 m
Altezza minima conduttori = 7 m
Corrente = 570 A



Profilo dell'induzione magnetica calcolata a 1 m da terra
DUE LINEE OTTIMIZZATE a doppia terna 132 kV
interasse tra le due linee = 20 m
Altezza minima conduttori = 7 m
Corrente = 570 A





11.2.2. Elettrodotti per la SSE di S. Michele all'Adige

Gli elettrodotti RFI distano in linea d'aria circa 800 m dal punto previsto per la nuova SSE.

Essendo la SSE destinata ad alimentare sia la sezione a 25 kV che quella a 3 kV e dei servizi ausiliari, sarà necessario realizzare 4 nuove linee di collegamento la cui lunghezza in funzione delle possibili ottimizzazioni potrebbe variare fino a 1500 m.

Sul tracciato indicato nell'elaborato 16.007.00.V0R0, che costituisce il collegamento più breve, non sono presenti ricettori sensibili per cui non si presentano problemi dal punto di vista delle esposizioni ai campi elettromagnetici.

Per minimizzare l'impatto sul territorio le quattro linee saranno realizzate in **Doppia terna su palificazione separata** con disposizione dei conduttori ottimizzata: i livelli di inquinamento elettromagnetico al di fuori della fascia di rispetto non superano l'obiettivo di qualità.

Il collegamento deve attraversare l'Autostrada del Brennero, il fiume Adige e la esistente linea ferroviaria del Brennero.

11.2.3. Elettrodotti per la SSE di Murazzi

Gli elettrodotti RFI distano in linea d'aria circa 1000 m dal punto previsto per la nuova SSE.

Essendo la SSE destinata ad alimentare la sola sezione a 3 kV e dei servizi ausiliari, essa sarà collegata agli elettrodotti RFI attraverso 2 nuove linee di collegamento la cui lunghezza in funzione delle possibili ottimizzazioni potrebbe variare fino a 2000 m.

Sul tracciato indicato nell'elaborato 16.009.00.V0R0, che costituisce il collegamento più breve, non sono presenti ricettori sensibili per cui non si presentano problemi dal punto di vista delle esposizioni ai campi elettromagnetici.

Per minimizzare l'impatto sul territorio le due linee saranno realizzate in **Doppia terna su unica palificazione** con disposizione dei conduttori ottimizzata: i livelli di inquinamento elettromagnetico al di fuori della fascia di rispetto non superano l'obiettivo di qualità.

Il collegamento deve attraversare il fiume Adige e la esistente linea ferroviaria del Brennero.



11.2.4. Elettrodotti per la SSE di Serravalle

La SSE è stata localizzata in un'area compresa tra i due elettrodotti RFI che nella zona non corrono affiancati.

Il primo, destinato ad alimentare la sezione a 3 kV e i Servizi Ausiliari, passa in fregio all'area individuata e sarà collegato alla SSE con un collegamento in cavo molto breve.

Il secondo, destinato ad alimentare la sezione a 25 kV, dista, in linea d'aria, circa 400 m dal punto previsto per la nuova SSE. Questo collegamento è quindi previsto con 2 nuove linee la cui lunghezza, in funzione delle possibili ottimizzazioni, potrebbe variare fino a 1000 m.

Sul tracciato indicato nell'elaborato 16.010.00.V0R0, che costituisce il collegamento più breve, non sono presenti ricettori sensibili per cui non si presentano problemi dal punto di vista delle esposizioni ai campi elettromagnetici.

Per minimizzare l'impatto sul territorio le due linee saranno realizzate in **Doppia terna su unica palificazione** con disposizione dei conduttori ottimizzata: i livelli di inquinamento elettromagnetico al di fuori della fascia di rispetto non superano l'obiettivo di qualità.

Il collegamento deve attraversare l'Autostrada del Brennero, il fiume Adige e la esistente linea ferroviaria del Brennero.