

Linee a 132 kV "Rosone - Sud-Ovest" T. 919 T. 920

Raccordo tra il sostegno n. 83 e la C.P. di Balangero e demolizione dal sostegno n 84 alla C.P. Sud-Ovest

Progetto Definitivo

Relazione Tecnico Illustrativa

Unità Progettazione Realizzazione Impianti.
Il Responsabile
Pierluigi Zanni
(P. ZANNI)



Storia delle revisioni

Rev. 01	del 01/07/2019	Revisione
Rev. 00	del 05/02/2016	Prima emissione

Uso Pubblico

Elaborato		Verificato		Approvato
DTNO-UPRI Team Linee		F. Pedrinazzi DTNO-UPRI-Team Linee		P. Zanni DTNO-UPRI

Indice

Indice	2
1) Oggetto	3
2) Motivazioni dell'opera	3
3) Ubicazione dell'intervento ed opere attraversate	4
4) Descrizione delle opere	5
5) Caratteristiche tecniche dell'opera	6
6) Schematici sostegni	11
7) Terre e rocce da scavo	13
8) Valutazione ostacoli e pericoli per la navigazione aerea	15
9) Distanze di sicurezza rispetto alle attività soggette a controllo prevenzione incendi 16	
10) Rumore	18
11) Campi elettrici e magnetici	19
12) Aree impegnate	22
13) Fasce di rispetto	22
14) Normativa di riferimento	24
15) Principi fondamentali per il calcolo delle linee elettriche aeree AT	26
16) Collaudo impianti	29
17) Demolizioni	29
18) Manutenzione	30
19) Cronoprogramma	32
20) Elenco documenti	33

1) Oggetto

La presente relazione tecnica descrive le scelte progettuali individuate per la realizzazione di un nuovo raccordo dell'elettrodotto a doppia terna a 132 kV T.919-T.920 alla C.P. di Enel Distribuzione di Balangero in provincia di Torino e la successiva demolizione della restante porzione di linea sino alla C.P. Torino Sud-Ovest.

Attualmente le linee T.919-T.920 collegano la Stazione Elettrica di Rosone (di proprietà di Terna Rete Italia) con la Cabina Primaria Torino Sud-Ovest (di proprietà di IREN); esse hanno una lunghezza planimetrica di circa 52 km e sono installate su una palificazione in tralicci in ferro tronco piramidali a doppia terna.

2) Motivazioni dell'opera

La rete a 132 kV dell'area nord-ovest della provincia di Torino è inserita in una vasta isola di esercizio attualmente alimentata dalle stazioni di trasformazione di Chatillon, Pianezza, Stura, Leinì, Rondissone e Biella Est. Considerata l'evoluzione e la distribuzione del carico elettrico e delle produzioni sulla rete in questione, l'attuale assetto non risponde pienamente alle esigenze di esercizio in condizioni di sicurezza ed affidabilità, nonché di continuità della fornitura elettrica.

Si rende quindi necessaria una razionalizzazione della rete a 132 kV ad ovest della stazione di Leinì, sfruttando anche le opportunità derivanti dal potenziamento della trasformazione nella stazione di Biella Est e da alcune attività di riassetto attuate da ENEL Distribuzione sulle linee a 132 kV nell'area in questione ora di proprietà di Terna; questa modifica di collegamento dell'elettrodotto, unitamente ai lavori previsti sulla RTN, consentirà di realizzare un assetto di esercizio più flessibile, con due isole di carico meno estese: una alimentata dalle stazioni di Stura, Pianezza e Leinì e l'altra da Chatillon, Rondissone e Biella Est.

La connessione delle due linee T.919-T.920 alla Cabina primaria di Balangero permetterà di utilizzare l'energia prodotta dalle centrali idroelettriche della Valle dell'Orco (polo di Rosone) per alimentare la vicina area di carico del Canavese piuttosto che vettorarla fino all'impianto di Torino Sud-Ovest distante circa 52 km.

Si avrà quindi un notevole miglioramento dell'efficienza ed economicità del servizio, riducendo le perdite di trasporto sulla rete.

Il bilancio tra la costruzione del nuovo raccordo e la dismissione della restante porzione di linea risulta il seguente:

- Nuova Costruzione:
 - 3,5 km di nuovo elettrodotto a 132 kV in semplice Terna
 - N.18 nuovi sostegni di linea

I Comuni interessati alla nuova costruzione sono: Corio, Mathi e Balangero

- Demolizione:
 - 31 km di elettrodotto a 132 kV in doppia terna
 - N. 124 sostegni

I Comuni interessati alla demolizione della linea sono: Corio, Mathi, Balangero, Cafasse, Fiano, La Cassa, San Gillio, Pianezza, Alpignano, Rivoli, Grugliasco.

L'intervento proposto risulta quindi essere molto positivo per l'ambiente, esso consentirà di ridurre significativamente l'impatto che l'elettrodotto determina sul territorio interessato dal suo passaggio.

3) Ubicazione dell'intervento ed opere attraversate

L'attuale elettrodotto a doppia terna transita nei comuni di Locana, Sparone, Corio, Mathi, Balangero, Cafasse, Fiano, La Cassa, San Gillio, Pianezza, Alpignano, Rivoli, Grugliasco.

La linea attraversa nella prima tratta aree prevalentemente montane e a seguire la pianura sino ad arrivare a Torino in aree fortemente urbanizzate.

La nuova tratta in progetto si innesterà tra gli esistenti sostegni n. 83 e n. 84 e proseguirà verso ovest su un nuovo percorso di circa 3,5 km sino ad arrivare alla Cabina Primaria di Enel Distribuzione ubicata nel Comune di Balangero.

Essa verrà realizzata in una zona prevalentemente montana con elevati carichi di neve nei periodi invernali; per la sua costruzione è stato quindi previsto l'utilizzo di sostegni con teste di tipo delta rovesciato; esse, avendo i conduttori disposti in orizzontale, evitano l'innescio di scariche elettriche tra loro nel caso di oscillazioni dovute ai colpi di frusta generati dal distacco del manicotto di ghiaccio dal conduttore.

I principali attraversamenti che interferiranno con la nuova tratta saranno:

N°	TIPO ATTRAVERSAMENTO
1	Linea Telecom
2	Strada Comunale - Via Lanzo Interni
3	Torrente Banna
4	Linea Telecom
5	Strada Provinciale n° 26 dell'Amiantifera
6	Linea MT "Balangero-Corio"
7	Rio san Biagio
8	Linea MT "Cave San Vittore"
9	Linea MT "Balangero-Corio"
10	Rio Planie
11	Rio Patrus
12	Rio Milon
13	Rio di Valini
14	Rio di Valini

4) Descrizione delle opere

Il raccordo della linea alla Cabina Primaria di Balangero verrà realizzato mediante l'impiego di sostegni unificati serie 132 kV Semplice Terna tipo a Delta.

Esso avrà inizio tra i sostegni esistenti n. 83-84 e proseguirà verso ovest fino ad arrivare alla Cabina Primaria di ENEL Distribuzione situata nel Comune di Balangero.

Il progetto è stato sviluppato in sinergia con una analisi geologica finalizzata alla verifica dell'idoneità delle aree d'installazione dei nuovi sostegni o di una loro ricollocazione in aree ritenute più sicure (vedere relazione geologica allegata)

La nuova tratta di linea verrà equipaggiata con tre conduttori (uno per fase) di tipo Alluminio-Acciaio (ACSR) di diametro di 31,50 mm, essi rappresentano lo standard

realizzativo per le linee elettriche facenti parte della Rete di Trasmissione Nazionale di proprietà di Terna S.p.A.

Essa verrà raccordata alle due linee esistenti provenienti dalla Stazione Elettrica di Rosone mediante l'ammazzettamento dei loro conduttori, verrà così a crearsi una linea composta da una tratta (esistente) con due conduttori per fase di alluminio/acciaio (ACSR) diametro 22,8 mm e una tratta (nuova) con singolo conduttore alluminio/acciaio (ACSR) diametro 31,5 mm.

Per una miglior comprensione del progetto proposto si rinvia agli elaborati di progetto.

L'intervento è stato sottoposto alla procedura di verifica di assoggettabilità a VIA ai sensi del D.Lgs. 152/2006. Tale verifica ha avuto esito negativo, e con Determinazione Direttoriale n. DVA-DEC-2017-0000389 del 30/11/2017 il Ministero dell'Ambiente ha dichiarato l'assoggettamento a Valutazione di Impatto Ambientale dell'opera.

5) Caratteristiche tecniche dell'opera

❖ *Fune di guardia*

Sull'elettrodotto esistente è presente una fune di guardia in acciaio zincato di diametro nominale 9,2 mm.

Sui sostegni a delta è prevista l'installazione di due funi di guardia, necessarie a garantire la protezione dei conduttori dalle scariche atmosferiche;

La prima fune di guardia sarà di tipo in acciaio rivestito di alluminio (allumoweld) di diametro 11,5 mm mentre la seconda fune, anch'esso di diam 11,5 mm, sarà di tipo incorporante 48 fibre ottiche (OPGW).

❖ *Conduttori*

Il conduttore attualmente installato nelle due linee aeree esistenti è del tipo in Alluminio-Acciaio (ACSR) di diametro di 22,8 mm.

Nella nuova tratta verrà invece utilizzato un conduttore di tipo in Alluminio-Acciaio del diametro di 31,5 mm standardizzato per gli impianti della Rete di Trasmissione Nazionale di proprietà Terna S.p.A.

❖ **Capacità di trasporto**

La capacità di trasporto di una linea composta da due tratte con conduttori diversi è determinata dal valore massimo di corrente che può essere trasportato sulla tratta con la minore sezione.

La scelta di utilizzo del conduttore in alluminio/acciaio diametro 31,5 per il nuovo raccordo verso la Cabina Primaria di Balangero creerà di conseguenza due tratte di linea con diversi valori di “portata in corrente in servizio normale” (rif. Norma CEI 11-60 punto 2.6).

Per la tratta con il conduttore da 31,5 mm di diametro il suo valore sarà pari a 675 A mentre per la tratta con il doppio conduttore da 22,8 mm di diametro il suo valore sarà pari a $(2 \times 441 \text{ A}) = 882 \text{ A}$

Per evitare questa limitazione, che creerebbe delle anomalie di esercizio sull’isola di carico, sono state introdotte nel progetto della nuova tratta delle maggiorazioni sulle altezze dei conduttori da terra al fine di poter incrementare la portata di corrente del conduttore in Alluminio-Acciaio \varnothing 31,5 mm. sino al valore della tratta esistente. Questa scelta progettuale, prevista e descritta al paragrafo 3.3.3 dalla norma CEI 11-60, garantirà anche nel nuovo raccordo il valore della portata in corrente in servizio normale identico alla doppia terna esistente e pari a 882 A.

❖ **Isolatori**

L’isolamento dell’elettrodotto, previsto per una tensione nominale di 132 kV, è stato dimensionato per una tensione massima di esercizio di 170 kV.

Gli isolatori utilizzati sono del tipo a cappa e perno in vetro temprato con carico di rottura di 120 kN in catene di almeno 9 elementi ciascuna; essi rispettano i requisiti previsti al punto 2.3.02 del DM 21.03.88 n. 449.

Le caratteristiche geometriche degli isolatori sono sufficienti a garantire il desiderato comportamento delle catene a sollecitazioni impulsive dovute a fulminazione o a sovratensioni di manovra.

❖ **Morsetteria**

Gli elementi di morsetteria per le linee a 132 kV sono stati unificati tenendo presente il quadro più generale costituito da tutte le linee a tensione superiore a 100 kV. Nel documento “Elementi Tecnici d’Impianto” sono riportate le tabelle di combinazione di elementi di morsetteria e di amarro.

Essa rispetta i requisiti previsti al punto 2.3.04 del DM 21.03.88 n. 449.

❖ **Sostegni**

I nuovi sostegni, serie 132 kV a semplice terna, sono a traliccio di tipo tronco-piramidale zincati, la forma della testa del sostegno è a Delta rovesciata di tipo EY e VY, le altezze utili saranno variabili da 18 m a 34 m a seconda delle caratteristiche altimetriche del terreno. Ogni sostegno è costituito da un numero diverso di elementi strutturali in funzione della sua altezza e sono provvisti di sistemi antiscalata.

Essi avranno un'altezza tale da garantire, anche in caso di massima freccia del conduttore sottoposto ad una corrente di 882 A, il franco minimo prescritto dalle vigenti norme; l'altezza totale fuori terra sarà di norma inferiore a 61 m. Nei casi in cui ci sia l'esigenza tecnica di superare tale limite, si provvederà, in conformità alla normativa sulla segnalazione degli ostacoli per il volo a bassa quota, alla verniciatura del terzo superiore dei sostegni e all'installazione delle sfere di segnalazione sulle funi di guardia, limitatamente alle campate in cui la fune di guardia eguaglia o supera i 61 m.

I sostegni sono dotati di doppi cimini con lo scopo di sorreggere le due funi di guardia con la funzione principale di schermatura dei conduttori dalle fulminazioni dirette.

I conduttori saranno fissati in amarro e in sospensione.

In base alla documentazione storica reperita risulta che per la progettazione dell'elettrodotto esistente sono stati considerati sovraccarichi eccezionali sui conduttori, maggiori a quanto stabilito dalle attuali disposizioni di legge, questi sovraccarichi sono stati utilizzati anche per la progettazione della nuova tratta di linea verso la CP di Balangero.

La costruzione delle linee elettriche aeree esterne è regolata dalla legge 28 giugno 1986 n. 339 e dal suo regolamento di esecuzione D.M. LL.PP. 21 marzo 1988 e successivi aggiornamenti apportati con D.M. 16 gennaio 1991 e 5 agosto 1998. Le suddette leggi sono state recepite dalla Norma CEI 11-4 (V° ed. del 1998).

Le prescrizioni tecniche sono relative alle ipotesi di carico da considerare, alle prestazioni dei componenti la linea (sostegni, conduttori, morsetteria, ecc...), alle distanze di rispetto dei sostegni e dei conduttori da altre opere vicine od attraversate, (in funzione delle ipotesi di carico suddette) dal suolo e dalla vegetazione.

L'assetto e le sollecitazioni del conduttore devono essere calcolati nelle ipotesi indicate nella tabella seguente.

Condizione di calcolo	Temp. (°C)	Vento Trasversale (km/h)	Spessore di ghiaccio. (mm)	Sovraccarico di ghiaccio (kg/m)	Prescrizioni per linee di 3ª classe
EDS	15	0	0		Tiro max < del 25% carico rottura
MSA	- 5	130	0		Tiro max < del 50% carico rottura
MSB	- 20	65	12		Tiro max < del 50% carico rottura
MFA	55	0	0		Rispetto franchi sul terreno
MFB	40	0	0		Rispetto franchi sul terreno
MF75	75	0	0		Rispetto franchi sul terreno
Sovraccarico Eccezionale					
-5°C; 4 kg	-5	0		4	
-30°C; 150 km/h	-30	150			
-20°C; 75 km/h; 12 mm	-20	75	12		

Le prescrizioni relative al rispetto dei franchi e delle distanze da altre opere sono riassunte nelle tabelle seguenti:

Ipotesi di calcolo ai fini dell'applicazione delle distanze di rispetto per i conduttori (DM 21-03-1988 art. 2.2.04)

Condizione di calcolo	Temperatura (°C)	Vento (Km/h)	Spessore di ghiaccio (mm)
MF75	75	0	0

Distanze di rispetto dei conduttori (DM 21-03-1988 art. 2.1.05 e 2.1.06)

Condizione di calcolo	Distanza da	Valori di legge (m)
MF75	autostrade, strade statali e provinciali, ferrovie	8,98
MF75	linee elettriche AT o di contatto ferroviarie	3,48
MF75	terreno e acque non navigabili	6,29

Distanze di rispetto dei sostegni (DM 21-03-1988 art. 2.1.07)

Condizione di calcolo	Distanza da	Valori di legge (m)
-	Confine strada statale	15
-	Confine strada provinciale	7
-	Confine strada comunale	3

Angoli di incrocio (DM 88 – 2.1.10)

Angolo di incrocio della linea con ferrovie, strade statali, autostrade	Valore di legge minimo (°sd)
	15

Legenda:

EDS	sollecitazione di ogni giorno (every day stress)
MSA	massima sollecitazione in zona A
MSB	massima sollecitazione in zona B
MFA	massima freccia in zona A
MFB	massima freccia in zona B
MF75	massima freccia alla temperatura di 75 °C
-5°C; 4 kg	temperatura -5°C con sovraccarico di ghiaccio pari a 4 kg/m
-30°C; 150 km/h	temperatura -30°C con vento trasversale a 150 km/h
-20°C; 75 km/h; 12 mm	temperatura -20°C con vento trasversale a 75 km/h e manicotto di ghiaccio spessore 12 mm

In fase di progetto esecutivo, dovranno essere svolte le opportune indagini geotecniche penetrometriche e sismiche nei siti dove sorgeranno i nuovi sostegni, al fine di verificare le fondazioni sulla base della legislazione vigente in materia (Norme Tecniche di cui al Decreto Min. LL.PP. del 21/3/1988).

❖ **Fondazioni**

La fondazione del traliccio metallico di sostegno della rete elettrica aerea è formata da quattro plinti isolati, una per ciascun montante del traliccio, posti ad una distanza pari all'interasse dei montanti del traliccio stesso.

L'ancoraggio del traliccio al plinto è garantito da un moncone che trova ancoraggio, tramite opportune squadrette, nella parte inferiore del plinto.

La fondazione è costituita da una parte inferiore (piede), che appoggia su uno strato di magrone, da un blocco di calcestruzzo armato conformato a gradoni onde sfruttare il contributo del terreno sovrastante per compensare le azioni di strappamento del traliccio e da una parte superiore da un pilastro di forma circolare avente altezza variabile e che fuoriesce dal piano di campagna di circa 50 cm.

Le fondazioni della linea in oggetto hanno una profondità variabile da 3.10 m a 3.70 m sotto il piano di campagna.

Insieme alla costruzione delle fondazioni verrà anche installato l'impianto di terra per consentire un opportuno coordinamento dell'isolamento della linea in caso di sovratensioni di origine atmosferica e per garantire un opportuno drenaggio delle correnti di guasto nella rete secondo quanto indicato nella normativa tecnica in vigore.

Eventuali fondazioni particolari (es. micropali), se necessarie, saranno oggetto di specifico calcolo in sede di progetto esecutivo.

Gli elaborati grafici esplicativi dei componenti tecnici dell'opera sono contenuti nel documento intitolato "*Elementi tecnici dell'impianto* "

7) Terre e rocce da scavo

In relazione alla normativa vigente, di seguito vengono descritte sommariamente le modalità di trattamento dei materiali di scavo (vedere anche l'elaborato denominato *“Piano di Gestione delle Terre e Rocce da Scavo preliminare”*).

Elettrodotti aerei:

La realizzazione di un elettrodotto aereo è suddivisibile in tre fasi principali:

1. esecuzione delle fondazioni dei sostegni;
2. montaggio dei sostegni;
3. messa in opera dei conduttori e delle corde di guardia;

dove solamente la prima fase comporta dei movimenti di terra.

L'abbinamento tra ciascun sostegno e la relativa fondazione è determinato nel Progetto Unificato Terna mediante apposite *“Tabelle delle Corrispondenze”* tra sostegni, monconi e fondazioni.

Poiché le fondazioni unificate sono utilizzabili solo su terreni normali di buona e media consistenza, per sostegni posizionati su terreni con scarse caratteristiche geomeccaniche, su terreni instabili o su terreni allagabili, sono progettate fondazioni speciali (pali trivellati, micropali, tiranti in roccia), sulla base di apposite indagini geotecniche.

La realizzazione delle fondazioni di un sostegno prende l'avvio con l'allestimento dei cosiddetti *“microcantieri”* relativi alle zone localizzate da ciascun sostegno.

Essi sono destinati alle operazioni di scavo, getto in cemento armato delle fondazioni, reinterro ed infine all'assemblaggio degli elementi costituenti il sostegno. Mediamente interessano un'area circostante delle dimensioni di circa 30x30 m e sono immuni da ogni emissione dannosa.

Durante la realizzazione delle opere, il criterio di gestione del materiale scavato prevede il suo deposito temporaneo presso ciascun *“microcantiere”* e successivamente il suo utilizzo per il reinterro degli scavi, previo accertamento, durante la fase esecutiva, dell'idoneità di detto materiale per il riutilizzo in sito.

In caso contrario, saranno eseguiti appositi campionamenti e il materiale scavato sarà destinato ad idonea discarica, con le modalità previste dalla normativa vigente.

In particolare, poiché per l'esecuzione dei lavori non sono utilizzate tecnologie di scavo con impiego di prodotti tali da contaminare le rocce e terre, nelle aree a verde,

boschive, agricole, residenziali, aste fluviali o canali in cui sono assenti scarichi, vale a dire nelle aree in cui non sia accertata e non si sospetti potenziale contaminazione, nemmeno dovuto a fonti inquinanti diffuse, il materiale scavato sarà considerato idoneo al riutilizzo in sito.

Oltre a quello di fondazione vero e proprio saranno realizzati dei piccoli scavi in prossimità del sostegno per la posa dei dispersori di terra con successivo reinterro e costipamento.

Per tutte le tipologie di fondazioni, l'operazione successiva consiste nel montaggio dei sostegni, sollevando con una gru gli elementi premontati a terra. In zone difficilmente accessibili ai mezzi saranno usati dei falconi.

Ove richiesto, si procede alla verniciatura dei sostegni.

Infine, una volta realizzato il sostegno, si procederà alla risistemazione dei "microcantieri", previo minuzioso sgombero da ogni materiale di risulta, rimessa in pristino delle pendenze del terreno costipato ed idonea piantumazione o ripristino del manto erboso.

In complesso i tempi necessari per la realizzazione di un sostegno non superano il mese e mezzo, tenuto conto anche della sosta necessaria per la stagionatura dei getti. Di seguito sono descritte le principali attività delle tipologie di fondazione di più probabile utilizzo.

Fondazioni comuni a gradoni

Predisposti gli accessi alle piazzole per la realizzazione dei sostegni, si procede alla pulizia del terreno e allo scavo delle fondazioni. Queste saranno in genere di tipo diretto e dunque si limitano alla realizzazione di quattro plinti per ogni sostegno.

La buca di alloggiamento della fondazione è realizzata utilizzando un escavatore e avrà dimensioni di circa 3,5x3,5 m con una profondità non superiore a 4 m, per un volume medio di scavo pari a circa 49 mc; una volta realizzata l'opera, la parte che resterà in vista sarà costituita dalla parte superiore dove sono innestati i monconi per il successivo collegamento alla base del sostegno.

Pulita la superficie di fondo scavo si getta, per un migliore livellamento, un sottile strato di "magrone". Nel caso di terreni con falda superficiale, si procederà all'aggottamento della fossa con una pompa di esaurimento.

In seguito, si procede con la posa dell'armatura di ferro, i monconi con le opportune squadrette di ancoraggio, le casserature ed infine il getto del calcestruzzo.

Trascorso il periodo di stagionatura dei getti, si procede al disarmo delle cassetture. Si esegue quindi il reinterro con il materiale proveniente dagli scavi, se ritenuto idoneo, ripristinando il preesistente andamento naturale del terreno. Il materiale di risulta può essere utilizzato in loco per la successiva sistemazione del sito o allocato in discarica.

8) Valutazione ostacoli e pericoli per la navigazione aerea

Le opere in progetto, in applicazione a quanto definito nel cap. 4 del “Regolamento per la Costruzione e l’esercizio degli aeroporti” (RCEA), sono ubicate ad una distanza inferiore a 12 km dall’ aeroporto “Sandro Pertini” in località Caselle Torinese e con altezza inferiore a m 100 dal suolo.

La normativa in materia di fasce di rispetto aeroportuale è sancita dal Decreto Legislativo 9 Maggio 2005, n. 96 “Revisione della parte aeronautica del Codice della navigazione” e dal successivo D.Lgs. 15 Marzo 2006 n. 151 “Disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo 9 maggio 2005, n. 96, recante la revisione della parte aeronautica del codice della navigazione”.

Il citato D.Lgs. 96/2005 al Capo III – “Vincoli della proprietà privata” – art. 707 (Determinazioni delle zone soggette a limitazioni), demanda all’E.N.A.C. l’individuazione delle zone da sottoporre a vincolo nelle aree limitrofe agli aeroporti e stabilisce le limitazioni riguardanti gli ostacoli per la navigazione aerea ed ai potenziali pericoli alla stessa.

Pertanto la costituzione di ostacoli fissi o mobili alla navigazione aerea è subordinata all’autorizzazione dell’ENAC, previo coordinamento, ove necessario, con il Ministero della difesa.

Inoltre la variante all’elettrodotto in progetto verrà realizzata in un’area boschiva. Ai sensi della legge 26/07/2005, n.152, per garantire la sicurezza dell’attività di volo della flotta antincendio dello Stato, nonché per assicurare elevati livelli di prestazioni nella lotta attiva agli incendi boschivi, devono essere collocati idonei elementi di segnalazione su impianti, costruzioni ed opere che possano costituire pericolo per il volo ed intralcio all’esecuzione dall’alto delle attività di spegnimento degli incendi boschivi.

I provvedimenti che si intendono adottare in ottemperanza al quadro normativo vigente sia in materia di fasce di rispetto aeroportuale sia di sicurezza dell’attività di volo della flotta antincendio dello Stato consistono nell’adozione di particolari soluzioni costruttive atte a segnalare e rendere visibile agli aeromobili il nuovo tratto di elettrodotto.

A questo proposito sulle funi di guardia verranno collocate le sfere di segnalazione di colore bianco e rosso (alternate) ad una distanza di 30 m l'una dall'altra.

Inoltre la parte superiore del sostegno (per un'altezza pari ad un terzo dell'altezza totale) verrà dipinta di colore bianco e rosso.

9) Distanze di sicurezza rispetto alle attività soggette a controllo prevenzione incendi

Gli elettrodotti non sono soggetti ai controlli di prevenzione incendi perché non compresi dell'allegato al D.M. 16/02/1982 né nelle tabelle A e B allegate al D.P.R. 26/05/1959 n. 689.

Tuttavia recependo quanto richiesto dal Ministero dell'Interno, Dipartimento Vigili del Fuoco, Soccorso Pubblico e Difesa Civile, con Lettera Circolare Prot. n. 7075 del 27/04/2010 e con successiva comunicazione Prot. n. 10925 del 15/07/2010 si è prestata particolare attenzione a verificare il rispetto delle distanze di sicurezza tra la variante in progetto e le attività soggette al controllo dei Vigili del Fuoco o a rischio di incidente rilevante di cui al D. Lgs. 334/99.

Come previsto dalle procedure in vigore, per l'espressione del parere del Ministero dell'Interno, si presenterà al competente Comando Provinciale dei Vigili del Fuoco la seguente documentazione:

- Richiesta di esame progetto corredata del relativo versamento (ai sensi della Legge 26/07/1965, n. 966 e s.m.i., da ultimo modificata con DM Interno 3 febbraio 2006);
- Planimetrie che riportino il tracciato delle opere e le eventuali attività soggette ai controlli di prevenzione incendi con cui l'elettrodotto potrebbe interferire;
- Relazione dimostrante il rispetto delle distanze di sicurezza da elettrodotti prescritte da norme di prevenzione incendi a firma di un professionista abilitato iscritto all'Ordine.

Tale documentazione verrà inviata anche al Ministero dell'Interno (Dipartimento Vigili del Fuoco, Soccorso Pubblico e Difesa Civile – Direzione Centrale Prevenzione e Sicurezza Tecnica – Area Rischi Industriali) e al Ministero dello Sviluppo Economico (per l'acquisizione agli atti della Conferenza dei servizi).

Resta a carico dei Comandi Provinciali dei Vigili del Fuoco la verifica del rispetto delle distanze di sicurezza nei confronti di eventuali ulteriori attività di cui non sia possibile rilevare diretta evidenza.

Di seguito si riportano i principali riferimenti normativi in materia:

- Decreto Ministeriale del 31/07/1934, “Approvazione delle norme di sicurezza per la lavorazione, l'immagazzinamento, l'impiego o la vendita di oli minerali, e per il trasporto degli oli stessi”;
- Circolare 10 del 10/02/1969 del Ministero dell'Interno, “Distributori stradali di carburanti”;
- Decreto Ministero dell'Interno del 12/09/2003 “Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per l'installazione e l'esercizio di depositi di gasolio per autotrazione ad uso privato, di capacità geometrica non superiore a 9 m³, in contenitori-distributori rimovibili per il rifornimento di automezzi destinati all'attività di autotrasporto”.
- Decreto Ministero dell'Interno del 13/10/1994, “Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione, l'installazione e l'esercizio dei depositi di G.p.l. in serbatoi fissi di capacità complessiva superiore a 5 m³ e/o in recipienti mobili di capacità complessiva superiore a 5.000 kg”;
- Decreto Ministero dell'Interno del 14/05/2004, “Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per l'installazione e l'esercizio dei depositi di gas di petrolio liquefatto con capacità complessiva non superiore a 13 metri cubi”;
- D.P.R. 340 del 24/10/2003, “Regolamento recante disciplina per la sicurezza degli impianti di distribuzione stradale di G.P.L. per autotrazione”;
- Decreto Ministero dell'Interno del 24/11/1984, “Norme di sicurezza antincendio per il trasporto, la distribuzione, l'accumulo e l'utilizzazione del gas naturale con densità non superiore a 0,8”;
- Decreto Ministero dello Sviluppo Economico del 16/04/2008 “Regola tecnica per la progettazione, costruzione, collaudo, esercizio e sorveglianza delle opere e dei sistemi di distribuzione e di linee dirette del gas naturale con densità non superiore a 0,8”.
- Decreto Ministero dello Sviluppo Economico del 17/17/2008 “Regola tecnica per la progettazione, costruzione, collaudo, esercizio e sorveglianza delle opere e degli impianti di trasporto di gas naturale con densità non superiore a 0,8”.
- Decreto Ministero dell'Interno del 24/05/2002, “Norme di prevenzione incendi per la progettazione, costruzione ed esercizio degli impianti di distribuzione stradale di gas naturale per autotrazione”;
- Decreto Ministero dell'Interno del 31/08/2006, “Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, costruzione ed esercizio degli impianti di distribuzione di idrogeno per autotrazione”;
- Circolare M.I. 99 del 15/10/1964, “Contenitori di ossigeno liquido. Tank ed evaporatori freddi per uso industriale”;
- Decreto Ministero dell'Interno del 18/05/1995, “Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, costruzione ed esercizio dei depositi di soluzioni idroalcoliche”;
- Regolamento per l'esecuzione del Testo Unico delle Leggi di Pubblica Sicurezza: Regio Decreto n. 635 del 06/05/1940, “Allegato B – Capitolo X: Sicurezza contro gli incendi”;
- Decreto Ministeriale del 31/03/1984, “Norme di sicurezza per la progettazione, la costruzione, l'installazione e l'esercizio dei depositi di gas di petrolio liquefatto con capacità complessiva non superiore a 5 mc”;
- Decreto Legislativo 17/08/1999, n. 334 "Attuazione della direttiva 96/82/CE relativa al controllo dei pericoli di incidenti rilevanti connessi con determinate sostanze pericolose".

10) Rumore

La produzione di rumore da parte di un elettrodotto aereo in esercizio è dovuta essenzialmente a due fenomeni fisici: il vento e l'effetto corona. Il vento, se particolarmente intenso, può provocare il "fischio" dei conduttori, fenomeno peraltro locale e di modesta entità. L'effetto corona, invece, è responsabile del leggero ronzio che viene talvolta percepito nelle immediate vicinanze dell'elettrodotto, soprattutto in condizioni di elevata umidità dell'aria.

Occorre rilevare che il rumore si attenua con la distanza in ragione di 3 dB(A) al raddoppiare della distanza stessa e che, a detta attenuazione, va aggiunta quella provocata dalla vegetazione e/o dai manufatti. In queste condizioni, tenendo conto dell'attenuazione con la distanza, si riconosce che già a poche decine di metri dalla linea risultano rispettati anche i limiti più severi tra quelli di cui al D.P.C.M. marzo 1991, e alla Legge quadro sull'inquinamento acustico (Legge n. 447 del 26/10/1995).

Confrontando i valori acustici relativi alla rumorosità di alcuni ambienti tipici (rurale, residenziale senza strade di comunicazione, suburbano con traffico, urbano con traffico) si constata che tale rumorosità ambientale è dello stesso ordine di grandezza, quando non superiore, dei valori indicati per una linea a 132 kV. Considerazioni analoghe valgono per il rumore di origine eolica.

Per una corretta analisi dell'esposizione della popolazione al rumore prodotto dall'elettrodotto in fase di esercizio, si deve infine tenere conto del fatto che il livello del fenomeno è sempre modesto e che l'intensità massima è legata a cattive condizioni meteorologiche (vento forte e pioggia battente) alle quali corrispondono una minore propensione della popolazione alla vita all'aperto e l'aumento del naturale rumore di fondo (sibilo del vento, scroscio della pioggia, tuoni). Fattori, questi ultimi, che riducono sia la percezione del fenomeno che il numero delle persone interessate.

11) Campi elettrici e magnetici

RIFERIMENTI NORMATIVI

Le linee guida per la limitazione dell'esposizione ai campi elettrici e magnetici variabili nel tempo ed ai campi elettromagnetici sono state indicate nel 1998 dalla ICNIRP (Commissione Internazionale per la Protezione dalle Radiazioni Non Ionizzanti).

Il 12-7-99 il Consiglio dell'Unione Europea (UE) ha emesso una Raccomandazione agli Stati Membri volta alla creazione di un quadro di protezione della popolazione dai campi elettromagnetici, che si basa sui migliori dati scientifici esistenti; a tale proposito il Consiglio ha avallato proprio le linee guida dell'ICNIRP. Successivamente nel 2001, a seguito di un'ultima analisi condotta sulla letteratura scientifica, un Comitato di esperti della Commissione Europea ha raccomandato alla UE di continuare ad adottare tali linee guida.

Lo Stato Italiano è successivamente intervenuto, con finalità di riordino e miglioramento della normativa in materia allora vigente in Italia attraverso la Legge quadro 36/2001, che ha individuato ben tre livelli di esposizione ed ha affidato allo Stato il compito di determinarli e aggiornarli periodicamente in relazione agli impianti che possono comportare esposizione della popolazione a campi elettrici e magnetici con frequenze comprese tra 0 Hz e 300 GHz.

L'art. 3 della Legge 36/2001 ha definito:

- Limite di esposizione, il valore di campo elettromagnetico da osservare ai fini della tutela della salute da effetti acuti;
- Valore di attenzione, come quel valore del campo elettromagnetico da osservare quale misura di cautela ai fini della protezione da possibili effetti a lungo termine;
- Obiettivo di qualità, come criterio localizzativo e standard urbanistico, oltre che come valore di campo elettromagnetico ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione.

Tale legge quadro italiana (36/2001), come ricordato dal citato Comitato di esperti della Commissione Europea, è stata emanata nonostante le raccomandazioni del Consiglio dell'Unione Europea del 12-7-99 sollecitassero gli Stati membri ad utilizzare le linee guida internazionali stabilite dall'ICNIRP. Tutti i paesi dell'Unione Europea hanno accettato il parere del Consiglio della UE, mentre l'Italia ha adottato misure più restrittive di quelle indicate dagli Organismi internazionali.

In esecuzione della predetta Legge quadro, è stato infatti emanato il D.P.C.M. 08.07.2003 "Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di

qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti.”, che ha fissato il limite di esposizione in 100 microtesla (μT) per l'induzione magnetica e 5 kV/m per il campo elettrico; ha stabilito il valore di attenzione di 10 μT , a titolo di cautela per la protezione da possibili effetti a lungo termine nelle aree gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere; ha fissato, quale obiettivo di qualità, da osservare nella progettazione di nuovi elettrodotti, il valore di 3 μT . È stato altresì esplicitamente chiarito che tali valori sono da intendersi come mediana di valori nell'arco delle 24 ore, in condizioni normali di esercizio. Si segnala come i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità stabiliti dal Legislatore italiano siano rispettivamente 10 e 33 volte più bassi di quelli internazionali.

Al riguardo è opportuno anche ricordare che, in relazione ai campi elettromagnetici, la tutela della salute viene attuata – nell'intero territorio nazionale – esclusivamente attraverso il rispetto dei limiti prescritti dal D.P.C.M. 08.07.2003, al quale soltanto può farsi utile riferimento.

In tal senso, con sentenza n. 307 del 7.10.2003 la Corte Costituzionale ha dichiarato l'illegittimità di alcune leggi regionali in materia di tutela dai campi elettromagnetici, per violazione dei criteri in tema di ripartizione di competenze fra Stato e Regione stabiliti dal nuovo Titolo V della Costituzione 1. Come emerge dal testo della sentenza, una volta fissati i valori-soglia di cautela per la salute, a livello nazionale, non è consentito alla legislazione regionale derogarli neanche in melius.

¹ Nella sentenza (pagg. 51 e segg.) si legge testualmente:” L'esame di alcune delle censure proposte nei ricorsi presuppone che si risponda all'interrogativo se i valori-soglia (limiti di esposizione, valori di attenzione, obiettivi di qualità definiti come valori di campo), la cui fissazione è rimessa allo Stato, possano essere modificati dalla Regione, fissando valori-soglia più bassi, o regole più rigorose o tempi più ravvicinati per la loro adozione. La risposta richiede che si chiarisca la ratio di tale fissazione. Se essa consistesse esclusivamente nella tutela della salute dai rischi dell'inquinamento elettromagnetico, potrebbe invero essere lecito considerare ammissibile un intervento delle Regioni che stabilisse limiti più rigorosi rispetto a quelli fissati dallo Stato, in coerenza con il principio, proprio anche del diritto comunitario, che ammette deroghe alla disciplina comune, in specifici territori, con effetti di maggiore protezione dei valori tutelati (cfr. sentenze n. 382 del 1999 e n. 407 del 2002). Ma in realtà, nella specie, la fissazione di valori-soglia risponde ad una ratio più complessa e articolata. Da un lato, infatti, si tratta effettivamente di proteggere la salute della popolazione dagli effetti negativi delle emissioni elettromagnetiche (e da questo punto di vista la determinazione delle soglie deve risultare fondata sulle conoscenze scientifiche ed essere tale da non pregiudicare il valore protetto); dall'altro, si tratta di consentire, anche attraverso la fissazione di soglie diverse in relazione ai tipi di esposizione, ma uniformi sul territorio nazionale, e la graduazione nel tempo degli obiettivi di qualità espressi come valori di campo, la realizzazione degli impianti e delle reti rispondenti a rilevanti interessi nazionali, sottesi alle competenze concorrenti di cui all'art. 117, terzo comma, della Costituzione, come quelli che fanno capo alla distribuzione dell'energia e allo sviluppo dei sistemi di telecomunicazione. Tali interessi, ancorché non resi espliciti nel dettato della legge quadro in esame, sono indubbiamente sottesi alla considerazione del “preminente interesse nazionale alla definizione di criteri unitari e di normative omogenee” che, secondo l'art. 4, comma 1, lettera a, della legge quadro, fonda l'attribuzione allo Stato della funzione di determinare detti valori-soglia. In sostanza, la fissazione a livello nazionale dei valori-soglia, non derogabili dalle Regioni nemmeno in senso più restrittivo, rappresenta il punto di equilibrio fra le esigenze contrapposte di evitare al massimo l'impatto delle emissioni

elettromagnetiche, e di realizzare impianti necessari al paese, nella logica per cui la competenza delle Regioni in materia di trasporto dell'energia e di ordinamento della comunicazione è di tipo concorrente, vincolata ai principi fondamentali stabiliti dalle leggi dello Stato. Tutt'altro discorso è a farsi circa le discipline localizzative e territoriali. A questo proposito è logico che riprenda pieno vigore l'autonoma capacità delle Regioni e degli enti locali di regolare l'uso del proprio territorio, purché, ovviamente, criteri localizzativi e standard urbanistici rispettino le esigenze della pianificazione nazionale degli impianti e non siano, nel merito, tali da impedire od ostacolare ingiustificatamente l'insediamento degli stessi".

La linea elettrica durante il suo normale funzionamento genera un campo elettrico ed un campo magnetico. Il primo è proporzionale alla tensione della linea stessa, mentre il secondo è proporzionale alla corrente che vi circola. Entrambi decrescono molto rapidamente con la distanza dalla linea.

Per il calcolo del campo elettrico è stato utilizzato il programma "EMF Vers 4.08" (o versione aggiornata), sviluppato per T.E.R.NA. da CESI in conformità alla norma CEI 211-4 in accordo a quanto disposto dal D.P.C.M. 08/07/2003.

Per il calcolo delle intensità del campo elettrico nella tratta aerea si è considerata un'altezza dei conduttori dal suolo pari a 6,9 m, corrispondente cioè all'approssimazione per eccesso del valore indicato dal D.M. 1991 per le linee aeree ove è prevista la presenza prolungata di persone sotto la linea. Tale ipotesi è conservativa, in quanto la loro altezza è, per scelta progettuale, sempre maggiore di tale valore. I conduttori sono ancorati ai sostegni, come da disegno schematico riportato nella figura seguente. Tra due sostegni consecutivi il conduttore si dispone secondo una catenaria, per cui la sua altezza dal suolo è sempre maggiore del valore preso a riferimento, tranne che nel punto di vertice della catenaria stessa. Anche per tale ragione l'ipotesi di calcolo assunta risulta conservativa.

Il tutto è stato realizzato come risulta dal documento intitolato "Relazione dei campi elettrico e magnetico".

Nell'elaborato RE23919A1BAX00013, sono esplicitati i risultati ottenuti dalla simulazione del campo elettromagnetico generato dal tronco di linea in progetto nelle condizioni di verifica previste dal decreto n. 152 del 2/07/2018, mentre nell'elaborato DE23919A1BAX00026 (Planimetria catastale con fascia DPA) viene riportata la posizione planimetrica di riferimento delle simulazioni effettuate.

Si segnala che all'interno della DPA della linea in progetto non esistono edifici con permanenza di persone superiore alle quattro ore giornaliere

Non essendo stati individuati fabbricati all'interno della DPA le sezioni individuate per l'elettrodotto rappresentano le condizioni di verifica in prossimità di strade o aree di parcheggio dei mezzi.

12) Aree impegnate

I criteri adottati per l'inserimento della variante sul territorio sono frutto dell'esperienza tecnica acquisita, tenendo conto anche della percezione del rischio elettromagnetico da parte dell'opinione pubblica.

Tuttavia per consentire aggiustamenti o adattamenti, comunque non essenziali, dovuti alla successiva fase di cantierizzazione o a spostamenti minimali richiesti dai proprietari dei fondi, si definiscono ai fini dell'apposizione del vincolo preordinato all'esproprio le "Aree Potenzialmente Impegnate" come quella porzione di terreni ricadenti all'interno di una fascia per cui eventuali varianti all'interno di detta fascia, al cui interno devono comunque ricadere completamente le aree per l'esercizio e la manutenzione, non comportano nuovi procedimenti autorizzativi.

Nel presente progetto si è adottata una fascia di 40 metri a destra e a sinistra dell'asse degli elettrodotti così come rappresentato nel documento intitolato "Planimetria catastale delle aree potenzialmente impegnate" (DE23919A1BAX00025)

In fase di progetto esecutivo dell'opera si procederà alla delimitazione delle aree effettivamente impegnate dalla stessa con possibile riduzione delle porzioni di territorio soggette a vincolo preordinato all'esproprio e servitù.

Il piano particellare esecutivo sarà quindi elaborato a valle dell'autorizzazione e potrebbe contenere solo una parte delle particelle incluse nelle fasce delle aree potenzialmente impegnate dal futuro elettrodotto per cui è stata richiesta l'apposizione del vincolo preordinato all'esproprio.

13) Fasce di rispetto

Per quanto riguarda la definizione delle fasce di rispetto si è fatto riferimento a quanto previsto nel D.M. 29/05/2008 (Supplemento Ordinario n° 160 alla Gazzetta Ufficiale – serie generale – n° 156 del 05/07/2008).

Il suddetto riferimento normativo ha definito la metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto, al fine di applicare l'obiettivo di qualità 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 giornaliere.

Nel caso specifico sono state analizzate alcune sezioni nelle quali i conduttori hanno la minore altezza dal suolo e la vicinanza ad edifici sensibili al passaggio delle linee.

Tenuto conto dei parametri di calcolo richiamati dalla nota stessa, si determina una distanza di prima approssimazione (Dpa) sul terreno:

- per la T.919-T920 pari a 23.50 metri (fascia nord) e 23.50 m (fascia sud);

Si è provveduto inoltre, a riportare i risultati della verifica relativa alla Dpa su un elaborato planimetrico, evidenziando, come previsto nella Gazzetta Ufficiale – serie generale – n° 160 del 05/07/2008, le aree di prima approssimazione per linee AT con cambio di direzione (par.5.1.4.2).

Il tutto è graficamente rappresentato nei documenti intitolati :

- “Relazione dei campi elettrico e magnetico“
- “Planimetria catastale con fascia DPA“

14) Normativa di riferimento

- ✓ ***Per la progettazione elettrica e l'esecuzione dell'opera:***
 - Norma C.E.I. 11-4, per le linee elettriche aeree;
 - Norma C.E.I. 99-2 (CEI EN 61936-1);
 - Norma CEI 11-27: "Lavori su impianti elettrici".

- ✓ ***Per le prescrizioni relative ai limiti di esposizione e alla misurazione dei campi elettromagnetici:***
 - Legge n° 36 del 2001;
 - D.P.C.M. 8 Luglio 2003;
 - Norma CEI 211-4;
 - Guida CEI 103-8;
 - Norma CEI 106-11 "Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del D.P.C.M. 8 Luglio 2003 (art.6), parte1: Linee aeree e in cavo";
 - supplemento ordinario alla Gazzetta Ufficiale serie generale n° 160 del 5 Luglio 2008.

✓ ***Per la progettazione delle linee elettriche aeree:***

- Legge 28 Giugno 1986, n° 339: “Nuove norme per la disciplina della costruzione e dell'esercizio di linee elettriche aeree esterne”;
- Decreto Ministeriale 5 Agosto 1998 (in Gazz. Uff., 8 settembre, n. 209): “Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, esecuzione ed esercizio delle linee elettriche aeree esterne”;
- REGIO DECRETO 11 Dicembre 1933, n° 1775: “Testo unico delle disposizioni di legge sulle acque e impianti elettrici”;
- D.L. 29 Agosto 2003, n° 239, convertito, con modificazioni, dalla Legge 27 Ottobre 2003, n° 290 e Legge 23 Agosto 2004, n° 239: “Riordino del settore energetico, nonché delega al Governo per il riassetto delle disposizioni vigenti in materia di energia”, art. 1, comma 26;
- D.P.R. 8 Giugno 2001, n° 327: “Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia di espropriazione per pubblica utilità”;
- D.Lgs. 27 Dicembre 2002, n° 302 e D.Lgs. 27 Dicembre 2004, n° 330: “Integrazioni al Decreto del Presidente della Repubblica 8 Giugno 2001, n° 327, in materia di espropriazione per la realizzazione di infrastrutture lineari energetiche”;
- D.Lgs 152/2006 e successive modifiche ed integrazioni di cui al D.Lgs. 4/2008.

Sono state tenute in debito conto anche le procedure operative previste dal Sistema di Gestione per la Qualità per quanto concerne le linee guida dei progetti in conduttore aereo dettate da Terna azienda certificata ISO 9001.

15) Principi fondamentali per il calcolo delle linee elettriche aeree AT

Equazione della catenaria

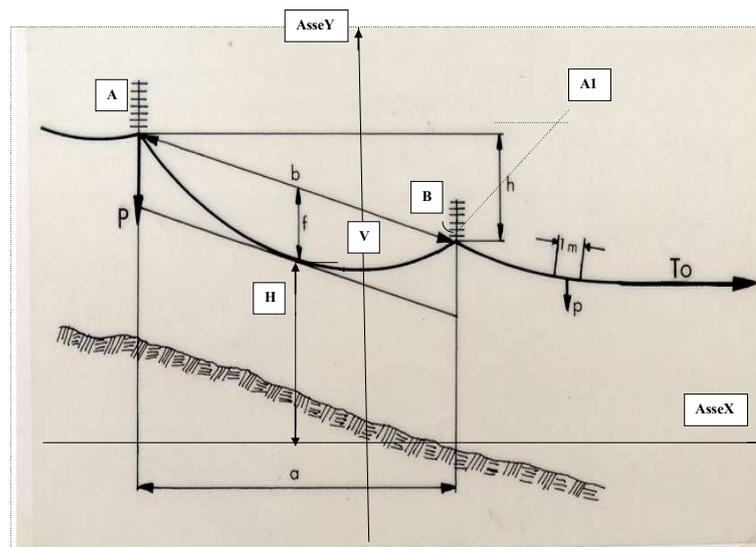
Il conduttore di una linea elettrica si dispone secondo l'arco della catenaria, la cui espressione,

con il sistema di assi cartesiani usato in figura, è : $y = Hch \frac{x}{H}$ (ch coseno iperbolico)

Dove H è una costante, detta "parametro della catenaria" che dipende dallo stato di tensione del conduttore e dal suo peso unitario p, ed è data dall'espressione:

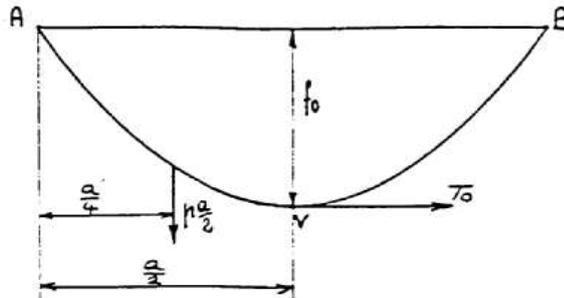
$$H = T_0/p$$

In cui T_0 rappresenta la componente orizzontale del tiro nel conduttore (costante lungo la campata come si dimostrerà nel seguito). Misurando T_0 in daN e p in daN/m, H risulta espresso in metri.



Freccia massima in una campata

Quando gli appoggi A e B sono alla stessa quota, la campata si dice a livello. In tal caso il vertice V è reale e cade nella mezzeria della campata.

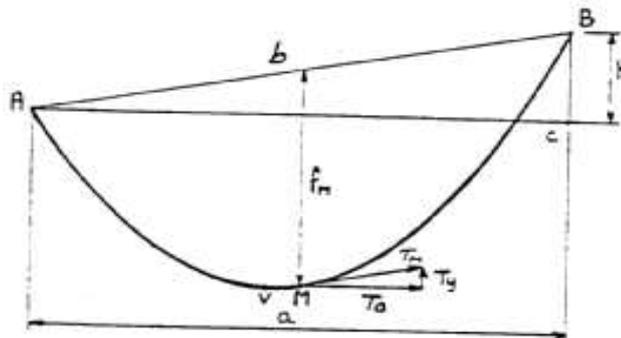


Il massimo valore di freccia nella campata f_0 , si ha proprio in corrispondenza del vertice e la sua espressione è:

$$f_0 = p \cdot a^2 / 8 \cdot T_0$$

Per ottenere il valore della freccia massima nel caso di campate a dislivello si definisce il "tiro medio" T_m , come tiro nel punto della catenaria in cui la tangente è parallela alla corda; si può dimostrare che detto tiro è in pratica coincidente col tiro nel punto medio m della catenaria.

$$f_M = \frac{ab}{8H}$$



Equazione del cambiamento di stato del conduttore

$$\frac{1}{24} \left[\left(\frac{p'a}{T_M'} \right)^2 - \left(\frac{pa}{T_M} \right)^2 \right] - \frac{1}{ES} (T_M' - T_M) - \alpha(\theta' - \theta) = 0$$

nella quale:

Tm'= tiro medio incognito nella condizione finale o derivata (kg)

Tm= 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/mm²)

S = sezione del conduttore (mm²)

a = lunghezza della campata (m)

α= coefficiente di dilatazione termica lineare (1/°C)

θ'= temperatura nella condizione finale (°C)

θ= temperatura nella condizione iniziale (°C)

Carichi agenti sui sostegni

Azione trasversale esercitata dal conduttore: $T = v \cdot C_m + (T_{01} + T_{02}) \sin \frac{\delta}{2} + t'$

Azione longitudinale esercitata dal conduttore: $L = (T_{01} - T_{02}) \cdot \cos \frac{\delta}{2}$

Azione verticale esercitata dal conduttore: $V = p \cdot C_m + K_1 T_{01} + K_2 T_{02} + p'$

Dove:

v=spinta del vento per metro di conduttore (daN/m o Kgf/m)

p=peso del conduttore per metro (daN/m o Kgf/m)

K=costante altimetrica del palo considerato

$K_1, K_2 =$ costanti altimetriche distinte per campata $K_1 = \frac{\text{dislivello1}}{\text{campata1}}, K_2 = \frac{\text{dislivello2}}{\text{campata2}}$

Cm=campata media (m)

δ =angolo di deviazione linea

To=tiro orizzontale riferito alla campata equivalente della tratta (daN o Kgf)

T₀₁, T₀₂ =tiri orizzontali delle due tratte nel caso di sostegno con squilibrio (daN o Kgf)

t'= spinta del vento sulla catena (daN o Kgf), 5% di v·Cm se in sospensione o 10% di v·Cm se sostegno in amarro

p'= peso della catena (daN o Kgf)

16) Collaudo impianti

Nella realizzazione di tutti i propri impianti, Terna, in conformità alla propria certificazione ISO 9001 ed alle proprie procedure interne di qualità svolge appositi interventi di sorveglianza dalle fabbriche di produzione dei materiali ai collaudi post realizzazione.

Per quanto concerne tutti i materiali da costruzione, gli stessi, sono prodotti da aziende qualificate secondo le procedure Terna a valle dell'approvazione di un Piano di Controllo Qualità sottoposto e verificato da Terna stessa.

Tuttavia i collaudi di fabbrica vengono eseguiti alla presenza di un incaricato della funzione Controlli e Collaudi di Terna e certificati dal fornitore stesso.

I collaudi post realizzazione sono eseguiti sulla scorta di una check list prevista dalla procedura interna e definiti in base al tipo di impianto realizzato.

Per quanto riguarda gli elettrodotti i più importanti sono:

- Prove di rottura su provini di calcestruzzo (riferimento Terna LF10012 ed. 7 del Aprile 1990 "Prescrizioni per il collaudo delle fondazioni dei sostegni di linee elettriche")
- Prova di resistenza dei ferri di fondazione (riferimento Terna LF10012 ed. 7 del Aprile 1990 "Prescrizioni per il collaudo delle fondazioni dei sostegni di linee elettriche")
- Revisione dei sostegni (riferimento Terna - IO001ML - Lavori fuori tensione su linee elettriche aeree AT Cap. 9.15)

17) Demolizioni

Come indicato al capitolo 2) a valle della costruzione del breve raccordo della linea alla C.P. Balangero di Enel Distribuzione avverrà la demolizione della restante porzione di linea sino al sostegno portaterminali n. 208 situato nel Comune di Grugliasco per una lunghezza di circa 31 km e 124 sostegni, l'intervento consentirà di ridurre significativamente l'impatto dell'elettrodotto sul territorio interessato nei comuni di Corio, Mathi, Balangero, Cafasse, Fiano, La Cassa, San Gillio, Pianezza, Alpignano, Rivoli, Grugliasco.

Le aree oggetto della demolizione dell'elettrodotto sono evidenziate negli elaborati grafici.

18) Manutenzione

A corredo di tutti gli impianti realizzati viene allegato il “Fascicolo” previsto all’art. 9, comma 1, lettera b D. Lgs. 81 del 09/04/2008 al fine di indirizzare le scelte per le attività di manutenzione successive alla chiusura del cantiere.

Tuttavia i controlli e la manutenzione dell’opera saranno effettuati secondo le procedure operative unificate da Terna, in vigore al momento dell’intervento e descritte nel volume “Procedure per l’esecuzione di lavori sulle linee elettriche AT” Dicembre 1999 e suoi successivi aggiornamenti.

In particolare, considerando la certificazione ISO 9001 di Terna, sono state redatte ed entrate in vigore una serie di Istruzioni Operative di preciso indirizzo alle attività di manutenzione degli elettrodotti le cui versioni attualmente in vigore sono:

- ❖ IO008MN rev. 00 Manutenzioni Stazioni e Linee AT
- ❖ IO100MN rev. 03 Monitoraggio linee elettriche
- ❖ IO110MN rev. 00 Manutenzione linee AT

A miglior comprensione, di seguito, uno stralcio delle principali attività di manutenzione ordinaria più ricorrente su elettrodotti:

❖ **Interventi sulle fondazioni**

Ripristino per conservazione in stato ottimale dei punti di contatto tra il calcestruzzo e la carpenteria onde evitare ristagni di umidità.

Pulizia e sgombero della fondazione da vegetazione o depositi di materiali.

Ripristino dei collegamenti di terra dei sostegni.

❖ **Interventi sui sostegni**

Sostituzione di ridotti quantitativi di carpenteria metallica per la sostituzione di semplici elementi eventualmente deformati o mancanti.

Sostituzione o ripristino di targhe monitorie o identificative dei sostegni.

Manutenzione ordinaria dei sezionatori installati sui sostegni (pulizia/ripristino/sostituzione di parti mobili e fisse, contatti).

Manutenzione delle segnalazioni luminose.

❖ **Interventi sugli isolatori**

Comprendono la sostituzione di isolatori ed equipaggiamenti rotti e/o danneggiati. La sostituzione è relativa a tutti le tipologie di isolatori, di qualunque materiale siano composti, compresi quelli rigidi e quelli portanti dei sezionatori montati sui sostegni.

Gli isolatori cappa e perno in porcellana, in caso di rottura o danneggiamento, saranno sostituiti con equivalenti in vetro.

❖ **Interventi sulla morsetteria**

Comprende la sostituzione dei morsetti danneggiati o il loro ripristino.

❖ **Interventi su conduttori e funi di guardia**

Riparazione di tutte le anomalie, a mezzo di giunti, preformed o manicotti, eventuale inserimento di spezzoni di conduttori e/o di fune di guardia.

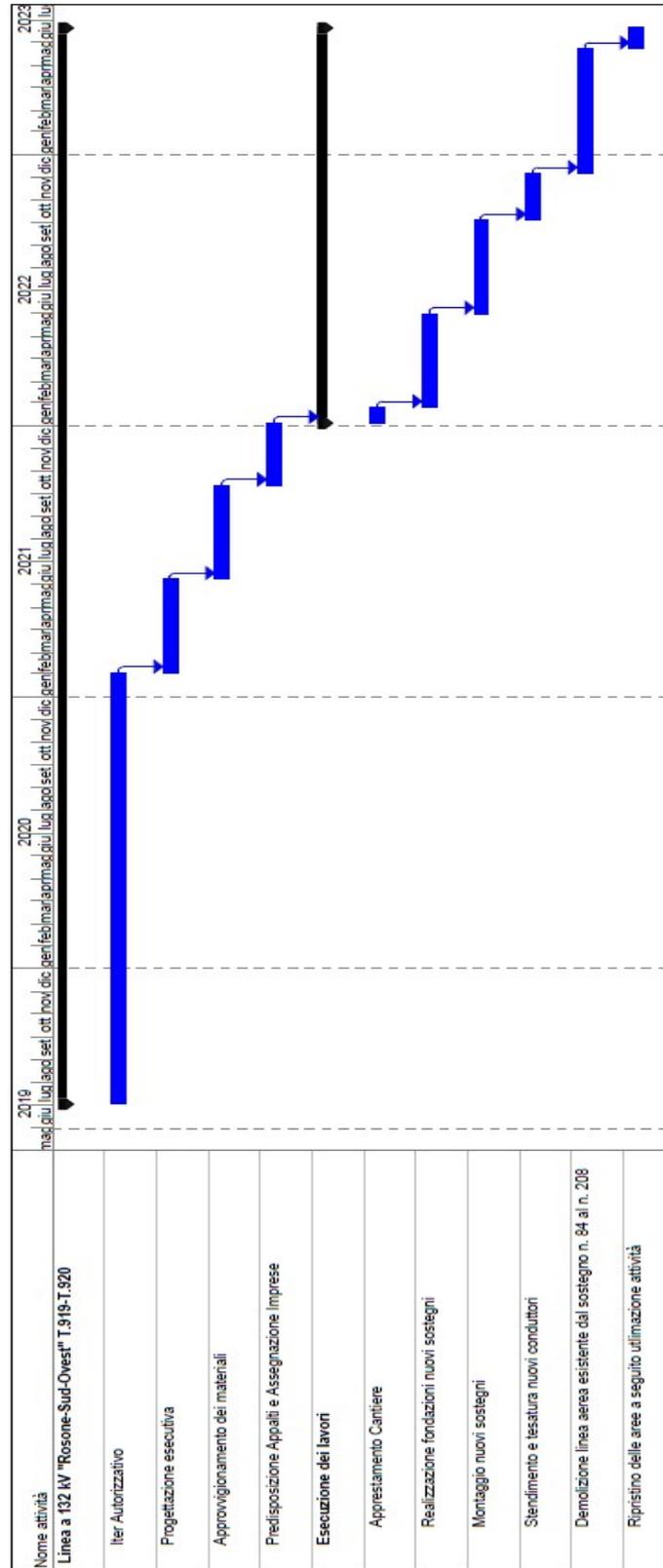
❖ **Taglio piante**

Deramificazione e taglio delle piante secondo le prescrizioni dei regolamenti di Polizia Forestale o degli Enti Competenti, finalizzato al mantenimento delle distanze di sicurezza dei conduttori dell'elettrodotto per il regolare esercizio, nel rispetto di quanto riportato al punto h) dell'art. 2.1.06 "DISTANZE DI RISPETTO PER I CONDUTTORI" del D.M. 21/3/88.

❖ **Pulizia dei sentieri di ispezione.**

Pulizia dei sentieri secondo le prescrizioni dei regolamenti di Polizia Forestale o degli Enti Competenti, finalizzato al mantenimento di una via di accesso al sostegno per l'effettuazione della periodica ispezione e degli eventuali interventi di manutenzione conservativa.

19) Cronoprogramma



20) Elenco documenti

Sigla documento	Descrizione	Rev	Data revisione
RE23919A1BAX00011	Linee a 132 kV "Rosone - Sud-Ovest" T. 919 T. 920 Raccordo tra il sostegno n. 83 e la C.P. di Balangero e demolizione dal sostegno n 84 alla C.P. Sud-Ovest Relazione Tecnico Illustrativa	01	01/07/2019
RE23919A1BAX00103	Linee a 132 kV "Rosone - Sud-Ovest" T. 919 T. 920 Raccordo tra il sostegno n. 83 e la C.P. di Balangero e demolizione dal sostegno n 84 alla C.P. Sud-Ovest Relazione paesaggistica	00	01/07/2019
RE23919A1BAX00104	Linee a 132 kV "Rosone - Sud-Ovest" T. 919 T. 920 Raccordo tra il sostegno n. 83 e la C.P. di Balangero e demolizione dal sostegno n 84 alla C.P. Sud-Ovest Documentazione fotografica - Fotoinserimenti	00	01/07/2019
RE23919A1BAX00105	Linee a 132 kV "Rosone - Sud-Ovest" T. 919 T. 920 Raccordo tra il sostegno n. 83 e la C.P. di Balangero e demolizione dal sostegno n 84 alla C.P. Sud-Ovest Documentazione fotografica - Sostegni in demolizione	00	01/07/2019
RE23919A1BAX00013	Linee a 132 kV "Rosone - Sud-Ovest" T. 919 T. 920 Raccordo tra il sostegno n. 83 e la C.P. di Balangero e demolizione dal sostegno n 84 alla C.P. Sud-Ovest Relazione dei campi Elettrico e Magnetico – T.919 e T.920	00	05/02/2016
RE23919A1BAX00014	Linee a 132 kV "Rosone - Sud-Ovest" T. 919 T. 920 Raccordo tra il sostegno n. 83 e la C.P. di Balangero e demolizione dal sostegno n 84 alla C.P. Sud-Ovest Elementi tecnici dell'impianto	01	01/07/2019
RE23919A1BAX00015	Linee a 132 kV "Rosone - Sud-Ovest" T. 919 T. 920 Raccordo tra il sostegno n. 83 e la C.P. di Balangero e demolizione dal sostegno n 84 alla C.P. Sud-Ovest Piano Particellare	01	01/07/2019
RE23919A1BAX00107	Linee a 132 kV "Rosone - Sud-Ovest" T. 919 T. 920 Raccordo tra il sostegno n. 83 e la C.P. di Balangero e demolizione dal sostegno n 84 alla C.P. Sud-Ovest Relazione geologica e geotecnica	00	01/07/2019
RE23919A1BAX00108	Linee a 132 kV "Rosone - Sud-Ovest" T. 919 T. 920 Raccordo tra il sostegno n. 83 e la C.P. di Balangero e demolizione dal sostegno n 84 alla C.P. Sud-Ovest Piano preliminare di utilizzo in sito delle terre e rocce da scavo	00	01/07/2019
RE23919A1BAX00109	Linee a 132 kV "Rosone - Sud-Ovest" T. 919 T. 920 Raccordo tra il sostegno n. 83 e la C.P. di Balangero e demolizione dal sostegno n 84 alla C.P. Sud-Ovest Relazione forestale	00	01/07/2019

RE23919A1BAX00110	Linee a 132 kV "Rosone - Sud-Ovest" T. 919 T. 920 Raccordo tra il sostegno n. 83 e la C.P. di Balangero e demolizione dal sostegno n 84 alla C.P. Sud-Ovest Piano della cantierizzazione preliminare	00	01/07/2019
RE23919A1BAX00018	Linee a 132 kV "Rosone - Sud-Ovest" T. 919 T. 920 Raccordo tra il sostegno n. 83 e la C.P. di Balangero e demolizione dal sostegno n 84 alla C.P. Sud-Ovest Relazione Prevenzione Incendi	01	01/07/2019
RE23919A1BAX00019	Linee a 132 kV "Rosone - Sud-Ovest" T. 919 T. 920 Raccordo tra il sostegno n. 83 e la C.P. di Balangero e demolizione dal sostegno n 84 alla C.P. Sud-Ovest Relazione Archeologica	01	01/07/2019
DE23919A1BAX00101	Linee a 132 kV "Rosone - Sud-Ovest" T. 919 T. 920 Raccordo tra il sostegno n. 83 e la C.P. di Balangero e demolizione dal sostegno n 84 alla C.P. Sud-Ovest Corografia di progetto	00	01/07/2019
DE23919A1BAX00102	Linee a 132 kV "Rosone - Sud-Ovest" T. 919 T. 920 Raccordo tra il sostegno n. 83 e la C.P. di Balangero e demolizione dal sostegno n 84 alla C.P. Sud-Ovest Inquadramento su foto aerea	00	01/07/2019
DE23919A1BAX00022	Linee a 132 kV "Rosone - Sud-Ovest" T. 919 T. 920 Raccordo tra il sostegno n. 83 e la C.P. di Balangero e demolizione dal sostegno n 84 alla C.P. Sud-Ovest Corografia con attraversamenti	01	01/07/2019
DE23919A1BAX00023	Linee a 132 kV "Rosone - Sud-Ovest" T. 919 T. 920 Raccordo tra il sostegno n. 83 e la C.P. di Balangero e demolizione dal sostegno n 84 alla C.P. Sud-Ovest Corografia con coordinate geografiche dei sostegni	01	01/07/2019
DE23919A1BAX00025	Linee a 132 kV "Rosone - Sud-Ovest" T. 919 T. 920 Raccordo tra il sostegno n. 83 e la C.P. di Balangero e demolizione dal sostegno n 84 alla C.P. Sud-Ovest Planimetria catastale delle aree potenzialmente impegnate	01	01/07/2019
DE23919A1BAX00026	Linee a 132 kV "Rosone - Sud-Ovest" T. 919 T. 920 Raccordo tra il sostegno n. 83 e la C.P. di Balangero e demolizione dal sostegno n 84 alla C.P. Sud-Ovest Planimetria catastale con fascia DPA	01	01/07/2019
DE23919A1BAX00031	Linee a 132 kV "Rosone - Sud-Ovest" T. 919 T. 920 Raccordo tra il sostegno n. 83 e la C.P. di Balangero e demolizione dal sostegno n 84 alla C.P. Sud-Ovest Carta delle attestazioni e del rischio archeologico	01	01/07/2019
DE23919A1BAX00105	Linee a 132 kV "Rosone - Sud-Ovest" T. 919 T. 920 Raccordo tra il sostegno n. 83 e la C.P. di Balangero e demolizione dal sostegno n 84 alla C.P. Sud-Ovest Planimetria della cantierizzazione	00	01/07/2019

DE23919A1BAX00106	Linee a 132 kV "Rosone - Sud-Ovest" T. 919 T. 920 Raccordo tra il sostegno n. 83 e la C.P. di Balangero e demolizione dal sostegno n 84 alla C.P. Sud-Ovest Vincoli territoriali-ambientali	00	01/07/2019
DE23919A1BAX00107	Linee a 132 kV "Rosone - Sud-Ovest" T. 919 T. 920 Raccordo tra il sostegno n. 83 e la C.P. di Balangero e demolizione dal sostegno n 84 alla C.P. Sud-Ovest Piani Regolatori Generali Comunali	00	01/07/2019
DE23919A1BAX00108	Linee a 132 kV "Rosone - Sud-Ovest" T. 919 T. 920 Raccordo tra il sostegno n. 83 e la C.P. di Balangero e demolizione dal sostegno n 84 alla C.P. Sud-Ovest Insedimenti	00	01/07/2019
DE23919A1BAX00109	Linee a 132 kV "Rosone - Sud-Ovest" T. 919 T. 920 Raccordo tra il sostegno n. 83 e la C.P. di Balangero e demolizione dal sostegno n 84 alla C.P. Sud-Ovest Geologia	00	01/07/2019
DE23919A1BAX00110	Linee a 132 kV "Rosone - Sud-Ovest" T. 919 T. 920 Raccordo tra il sostegno n. 83 e la C.P. di Balangero e demolizione dal sostegno n 84 alla C.P. Sud-Ovest Geomorfologia	00	01/07/2019
DE23919A1BAX00111	Linee a 132 kV "Rosone - Sud-Ovest" T. 919 T. 920 Raccordo tra il sostegno n. 83 e la C.P. di Balangero e demolizione dal sostegno n 84 alla C.P. Sud-Ovest Reticolo idrografico	00	01/07/2019
DE23919A1BAX00112	Linee a 132 kV "Rosone - Sud-Ovest" T. 919 T. 920 Raccordo tra il sostegno n. 83 e la C.P. di Balangero e demolizione dal sostegno n 84 alla C.P. Sud-Ovest Uso del suolo e vegetazione	00	01/07/2019
DE23919A1BAX00113	Linee a 132 kV "Rosone - Sud-Ovest" T. 919 T. 920 Raccordo tra il sostegno n. 83 e la C.P. di Balangero e demolizione dal sostegno n 84 alla C.P. Sud-Ovest Profilo dell'altezza media della vegetazione boschiva	00	01/07/2019
DE23919A1BAX00114	Linee a 132 kV "Rosone - Sud-Ovest" T. 919 T. 920 Raccordo tra il sostegno n. 83 e la C.P. di Balangero e demolizione dal sostegno n 84 alla C.P. Sud-Ovest Carta della vegetazione interferita	00	01/07/2019
DE23919A1BAX00117	Linee a 132 kV "Rosone - Sud-Ovest" T. 919 T. 920 Raccordo tra il sostegno n. 83 e la C.P. di Balangero e demolizione dal sostegno n 84 alla C.P. Sud-Ovest Paesaggio e percezione visiva	00	01/07/2019
DE23919A1BAX00118	Linee a 132 kV "Rosone - Sud-Ovest" T. 919 T. 920 Raccordo tra il sostegno n. 83 e la C.P. di Balangero e demolizione dal sostegno n 84 alla C.P. Sud-Ovest Paesaggio – Analisi di intervisibilità	00	01/07/2019

DE23919A1BAX00119	<p>Linee a 132 kV "Rosone - Sud-Ovest" T. 919 T. 920 Raccordo tra il sostegno n. 83 e la C.P. di Balangero e demolizione dal sostegno n 84 alla C.P. Sud-Ovest</p> <p>Planimetria PAI e PGRA</p>	00	01/07/2019
LE23919A1BAX00028	<p>Linee a 132 kV "Rosone - Sud-Ovest" T. 919 T. 920 Raccordo tra il sostegno n. 83 e la C.P. di Balangero e demolizione dal sostegno n 84 alla C.P. Sud-Ovest</p> <p>Profilo Altimetrico Linea T 919 e T 920 Rosone – Sud –Ovest</p>	01	01/07/2019