

“VILLAROSA”

Progetto di impianto di accumulo idroelettrico Opere di connessione alla RTN Piano Tecnico delle Opere utente

Comuni di Calascibetta e Villarosa (EN)

COMMITTENTE



PROGETTAZIONE



GEOTECH S.r.l.

SOCIETA' DI INGEGNERIA
Via T.Nani, 7 Morbegno (SO)
Tel. +39 0342610774
E-mail: info@geotech-srl.it
Sito: www.geotech-srl.it

Progettista: Ing. Pietro Ricciardini

Relazione tecnica illustrativa - connessione utente



REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
0	PRIMA EMISSIONE	Luglio 2022	Geotech S.r.l.	Geotech S.r.l.	Edison S.p.A.
1	EMISSIONE PER INTEGRAZIONI MASE	Luglio 2023	Geotech S.r.l.	Geotech S.r.l.	Edison S.p.A.

Codice commessa: G970 Codifica documento: G970_DEF_R_004_Ut_rel_tec_ill_conn_1-1_REV01



Sommario

1	PREMESSA	3
2	PROPONENTE.....	3
3	CONTESTO E SCOPO DELL’OPERA.....	4
4	UBICAZIONE DELL’INTERVENTO	4
4.1	OPERE ATTRAVERSATE.....	5
5	DESCRIZIONE DELLE OPERE	6
5.1	DESCRIZIONE DEL TRACCIATO.....	6
6	CRONOPROGRAMMA	6
7	CARATTERISTICHE TECNICHE DELLE OPERE IN CAVO	6
7.1	DATI PRINCIPALI DI SISTEMA.....	6
7.1.1	<i>DATI ELETTRICI</i>	<i>6</i>
7.1.2	<i>DATI AMBIENTALI</i>	<i>7</i>
7.2	PROGETTO DEL SISTEMA IN CAVO A 380kV.....	7
7.2.1	<i>PROGETTO DEI CAVI AT.....</i>	<i>7</i>
7.2.2	<i>PROGETTO DEL COLLEGAMENTO DELLE GUAINA</i>	<i>10</i>
7.2.3	<i>PROGETTO DEGLI ACCESSORI AT</i>	<i>10</i>
7.2.4	<i>PROGETTO DELL’INSTALLAZIONE.....</i>	<i>11</i>
7.2.5	<i>DIMENSIONAMENTO ELETTRICO E TERMICO</i>	<i>16</i>
7.2.6	<i>SISTEMI DI MONITORAGGIO</i>	<i>17</i>
7.2.7	<i>INSTALLAZIONE DEL SISTEMA</i>	<i>19</i>
7.3	PROVE E COLLAUDI	20
8	RUMORE	20
9	INQUADRAMENTO GEOLOGICO PRELIMINARE	20
10	TERRE E ROCCE DA SCAVO	20
11	CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI	21
11.1	SINTESI NORMATIVA.....	21
11.2	FASCE DI RISPETTO.....	23
11.3	CALCOLO DEI CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI.....	23
12	AREE IMPEGNATE	24
13	SICUREZZA NEI CANTIERI.....	24



GEOTECH S.r.l.

Sede : via T. Nani, 7 23017 Morbegno (SO) Tel 0342 6107 74 – mail: info@geotech-srl.it – Sito web: www.geotech-srl.it

14	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	24
-----------	---------------------------------------	-----------



1 PREMESSA

Il presente documento redatto dalla Società d'Ingegneria GEOTECH S.r.l., con sede in via Nani, 7 a Morbegno (SO) costituisce la relazione tecnica illustrativa del Piano Tecnico delle Opere relativa alla connessione utente alla RTN per un impianto di accumulo idroelettrico mediante pompaggio, per una potenza massima pari a circa 270 MW in fase di generazione e circa 280 MW in fase di pompaggio, da realizzarsi nei territori comunali di Calascibetta, Enna e Villarosa, facenti parte dei territori del Libero Consorzio dei comuni di Enna, da parte della società Edison S.p.A. in qualità di proponente. Il pompaggio avverrà tra l'invaso esistente di Villarosa (diga di Morello – bacino di valle) e un bacino di nuova realizzazione nel comune di Villarosa (bacino di monte).

L'elettrodotto 380 kV in cavo interrato collegherà l'impianto suddetto alla RTN partendo dalla Stazione Elettrica 380/150/36 kV in progetto di Calascibetta "SE Calascibetta" e arrivando alla Sottostazione elettrica (Stazione Utente) "SU Villarosa" in progetto, prevista in costruzione in prossimità della centrale a servizio dell'impianto stesso.

L'elettrodotto "SE Calascibetta – SU Villarosa" attraverserà due comuni del Libero Consorzio Comunale di Enna: Calascibetta e Villarosa.

Oggetto della presente relazione tecnica illustrativa è la descrizione degli aspetti tecnici specifici dell'intervento relativo all'elettrodotto di utenza per la connessione tra le future "SE Calascibetta" e "SU Villarosa" in progetto.

Il presente elaborato viene emesso in revisione per accogliere le modifiche progettuali dell'impianto di pompaggio e adeguare pertanto il tracciato del cavo interrato 380 kV di utenza per la connessione dell'impianto alla RTN.

2 PROPONENTE

Edison, con più di 130 anni di storia, è la società energetica più antica d'Europa ed è oggi uno dei principali operatori energetici in Italia, attivo nella produzione e vendita di energia elettrica, nell'approvvigionamento, vendita e stoccaggio di gas naturale, nella fornitura di servizi energetici, ambientali al cliente finale nonché nella progettazione, realizzazione, gestione e finanziamento di impianti e reti di teleriscaldamento a biomassa legnosa e/o gas o biogas.

Attualmente Edison è il terzo operatore italiano per capacità elettrica installata con 6,5 GW di potenza e copre circa il 7% della produzione nazionale di energia elettrica. Il parco di produzione di energia elettrica di Edison è costituito da oltre 200 impianti, tra cui centrali idroelettriche (64 mini-idro), 50 campi eolici e 64 fotovoltaici e 14 cicli combinati a gas (CCGT) che permettono di bilanciare l'intermittenza delle fonti rinnovabili.

Oggi opera in Italia, Europa e Bacino del Mediterraneo impiegando circa 5000 persone.

Edison è impegnata in prima linea nella sfida della transizione energetica attraverso lo sviluppo della generazione rinnovabile e low carbon, i servizi di efficienza energetica e la mobilità sostenibile, in piena sintonia con il Piano Nazionale Integrato Energia e Clima (PNIEC) e gli obiettivi definiti dal Green Deal europeo. Nell'ambito della propria strategia di transizione energetica Edison punta a portare la generazione da fonti rinnovabili al 40% del proprio mix produttivo entro il 2030, attraverso investimenti mirati nel settore (con particolare riferimento all'idroelettrico, all'eolico ed al fotovoltaico).

Con riguardo al settore idroelettrico Edison è attiva nella produzione di energia elettrica attraverso la forza dell'acqua da oltre 120 anni quando, sul finire dell'800, ha realizzato le prime centrali idroelettriche del Paese che sono tutt'ora in attività. L'energia rinnovabile dell'acqua rappresenta la storia ma anche un pilastro del futuro della Società, impegnata a consolidare e incrementare la propria posizione nell'ambito degli impianti idroelettrici ed a cogliere ulteriori opportunità per contribuire al raggiungimento degli obiettivi di decarbonizzazione.



3 CONTESTO E SCOPO DELL'OPERA

Oggetto del presente Piano Tecnico delle Opere è la connessione utente 380 kV che parte dalla futura Stazione Elettrica RTN 380/150/36 kV “Calascibetta” e arriva fino alla futura Stazione Utente 380/20 kV in ipogeo “Villarosa”.

Tali opere sono necessarie per il collegamento alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) di un impianto di accumulo idroelettrico mediante pompaggio, per una potenza massima pari a circa 270 MW in fase di generazione e di circa 280 MW in fase di pompaggio, da realizzarsi nei territori comunali di Calascibetta, Enna e Villarosa, in provincia di Enna, da parte della società Edison S.p.A. in qualità di proponente. Il pompaggio avverrà tra l'invaso esistente di Villarosa (diga di Morello) e un bacino di nuova realizzazione nel comune di Villarosa facente parte del territorio del Libero Consorzio Comunale di Enna.

Nello specifico tali opere di connessione partono dalla Stazione Utente in ipogeo 380/20 kV Edison (prevista nel comune di Villarosa) e consentono l'immissione e il prelievo di energia elettrica dalla RTN alla tensione 380 kV tramite la messa in opera di un elettrodotto in cavo interrato di lunghezza pari a circa 6 km che collegherà la SU ad una futura Stazione Elettrica RTN 380/150/36 kV prevista nel comune di Calascibetta facente parte del territorio del Libero Consorzio Comunale di Enna.

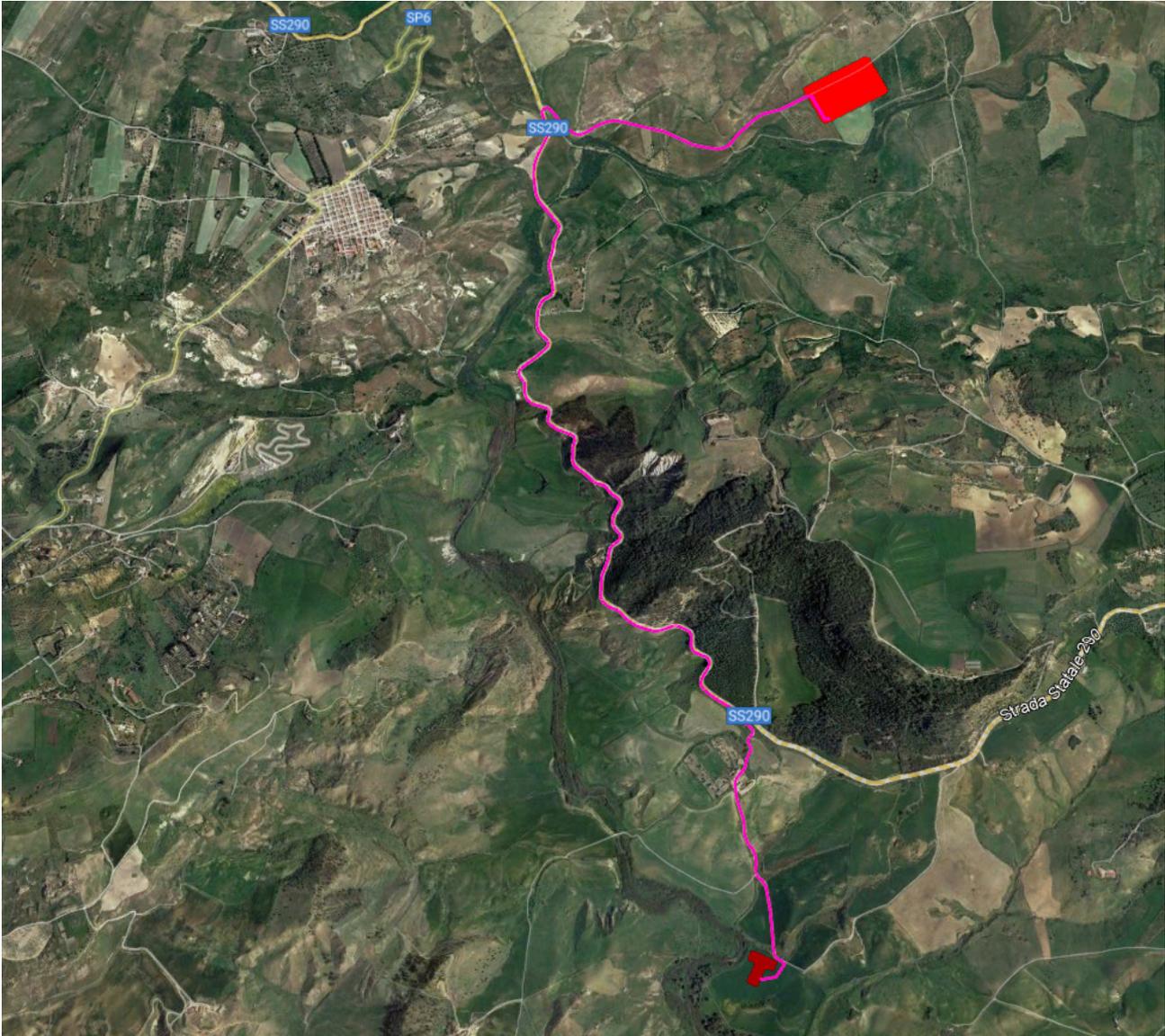
4 UBICAZIONE DELL'INTERVENTO

Tra le possibili soluzioni è stato individuato il tracciato più funzionale, che tenga conto di tutte le esigenze e delle possibili ripercussioni sull'ambiente, con riferimento alla legislazione nazionale, regionale e comunale vigente in materia. Il percorso dell'elettrodotto è stato studiato comparando le esigenze della pubblica utilità delle opere con gli interessi pubblici e privati coinvolti, cercando in particolare di:

- Contenere per quanto possibili la lunghezza del tracciato per occupare la minor porzione possibile del territorio;
- Minimizzare l'interferenza con le zone di pregio ambientale, naturalistico, paesaggistico e archeologico;
- Recare minor sacrificio possibile alle proprietà interessate, avendo cura di vagliare le situazioni esistenti sui fondi da asservire rispetto anche alle condizioni dei terreni limitrofi;
- Evitare, per quanto possibile, l'interessamento di aree urbanizzate o di sviluppo urbanistico;
- Assicurare la continuità del servizio, la sicurezza e l'affidabilità della Rete di Trasmissione Nazionale;
- Permettere il regolare esercizio e manutenzione degli elettrodotti.

Nel “Relazione tecnica generale” (cod. G970_DEF_R_002_Rel_tec_gen_1-1_REV01) è esplicitato lo studio di fattibilità e le considerazioni conseguenti che hanno portato alla proposta progettuale qui presentata.

Di seguito si riporta un estratto Google Earth che identifica i territori attraversati dall'elettrodotto di utenza.



Inquadramento dell'elettrodotto di utenza 380 kV "SE Calascibetta – SU Villarosa" su base Google Earth

Per un maggior dettaglio si rimanda alle tavole di corografia allegate:

- "Corografia di progetto - CTR" (cod. G970_DEF_T_002_Ut_coro_prog_CTR_1-1_REV01)
- "Corografia di progetto - ortofotocarta" (cod. G970_DEF_T_003_Ut_coro_prog_ortofoto_X-3_REV01).

4.1 OPERE ATTRAVERSATE

L'elenco delle opere attraversate con il nominativo degli enti competenti è riportato nell'elaborato "Elenco opere attraversate" (cod. G970_DEF_E_011_Ut_elenco_op_attr_1-1_REV01). Gli attraversamenti principali sono inoltre evidenziati nella planimetria in scala 1:5.000 dell'elaborato "Corografia con opere attraversate" (cod. G970_DEF_T_012_Ut_coro_op_attr_1-1_REV01).



5 DESCRIZIONE DELLE OPERE

L'intervento consiste nella realizzazione di un elettrodotto 380 kV in cavo per la connessione di utenza dell'impianto di pompaggio Edison "Villarosa" alla Rete di Trasmissione Nazionale.

Per consentire il collegamento dell'impianto di accumulo idroelettrico alla nuova SE di trasformazione si prevede la realizzazione di un elettrodotto in cavo interrato alla tensione di 380 kV che interesserà i comuni di Calascibetta e Villarosa facenti parte del territorio del Libero Consorzio Comunale di Enna. Il cavo avrà una lunghezza di circa 6 km e collegherà le due future "SE Calascibetta" (opera RTN) e "SU Villarosa" (opera di utenza).

5.1 DESCRIZIONE DEL TRACCIATO

Si sottolinea infine come, al fine di ottimizzare le risorse e ridurre il consumo di suolo, si sia scelto di ubicare, per quanto possibile, il tracciato del cavidotto lungo i tracciati previsti per la viabilità di accesso all'impianto di pompaggio e alla Stazione Utente.

L'elettrodotto AAT alla tensione di 380 kV in progetto è localizzato tra i comuni di Calascibetta e Villarosa, facenti parte del territorio del Libero Consorzio Comunale di Enna.

Il cavidotto partirà dalla futura SE Terna e avrà un andamento E-O prima e NNO-SSE poi. La prima parte del tracciato del cavo, quello che dall'uscita dalla SE arriva fino alla progressiva chilometrica 0+370, è previsto su un tratto di strada di nuova realizzazione che andrà a sostituirla una attualmente esistente; per posizionare la futura SE coerentemente con l'assetto vincolistico dell'area e l'ingombro tecnico minimo necessario, è stato infatti necessario prevedere la modifica di un tratto della strada comunale che collega la S.S. 290 "di Alimena" alla contrada Sambuco (per i dettagli in merito si rimanda agli elaborati del PTO della RTN). Dalla pk 0+370 il cavo è previsto in posa sul sedime della strada comunale sopra citata fino a raggiungere la S.S. 290 (pk 1+450). Qui il cavo verrà posato sulla Strada Statale stessa, in direzione "Catanese", fino a raggiungere il bivio che porta a Masseria Gaspa (pk 4+850). La posa del cavidotto segue il sedime di tale strada passando per Masseria Gaspa e proseguendo poi, su viabilità interpodereale, fino all'ingresso nella Sottostazione elettrica in ipogeo effettuata per mezzo di un pozzo cavi.

I primi 3,7 km circa di cavo saranno nel comune di Calascibetta e i restanti circa 2,3 km nel comune di Villarosa.

Dal punto di vista degli attraversamenti di altre opere esistenti, si sono individuate interferenze con corsi d'acqua, linee aeree BT, MT e AT, strade statali e strade comunali. Per ulteriori dettagli in merito si rimanda all'elaborato "Corografia con opere attraversate" (cod. G970_DEF_T_012_Ut_coro_op_attr_1-1_REV01).

6 CRONOPROGRAMMA

Il programma di massima dei lavori è riportato nel capitolo 9 dell'elaborato "Relazione tecnica generale" (cod. G970_DEF_R_002_Rel_tec_gen_1-1_REV01).

7 CARATTERISTICHE TECNICHE DELLE OPERE IN CAVO

Nei paragrafi seguenti, verranno descritte le caratteristiche generali dell'elettrodotto in cavo a 380 kV "SE Calascibetta – SU Villarosa".

7.1 DATI PRINCIPALI DI SISTEMA

7.1.1 DATI ELETTRICI

Il sistema in cavo è stato progettato nel rispetto dei seguenti parametri elettrici di esercizio e coordinamento dei livelli di isolamento:



Tensione concatenata di esercizio	U_n	380	kV
Tensione di fase nominale	U_0	220	kV
Tensione massima del sistema	U_m	420	kV
Isolamento ad impulso	B.I.L.	1425	kV
Frequenza	f	50	Hz
Potenza trasmessa	P_n	460	MVA
Corrente richiesta alla tensione nominale	I_n	700	A

7.1.2 DATI AMBIENTALI

I cavi verranno posati lungo il tracciato di posa in diverse configurazioni di installazione, i cui dati ambientali di progetto sono riassunti nel seguito.

Temperatura massima del terreno (roccia)	20	°C
Temperatura massima dell'aria	32	°C
Temperatura massima dell'acqua ammasso roccioso	18	°C
Resistività termica del suolo	1.2	K.m/W

7.2 PROGETTO DEL SISTEMA IN CAVO A 380kV

Il progetto del sistema in cavo costituisce la sintesi del dimensionamento elettrico, termico e meccanico del sistema nel suo complesso. La progettazione in questa fase autorizzativa è stata eseguita con lo scopo di definire i tracciati di posa, incluse le modalità principali di posa, e le prestazioni elettriche del sistema. Le caratteristiche dei materiali di impianto, in particolare dei cavi e degli accessori di potenza, dovranno essere definite in fase realizzativa dai fornitori degli stessi, sulla base delle linee guida indicate in questo studio.

Per le caratteristiche tecniche degli elementi di impianto descritti nei paragrafi seguenti si rimanda all'elaborato "Relazione elementi tecnici d'impianto – connessione utente" (cod. G970_DEF_R_014_Ut_rel_tecnici_1-1_REV001).

7.2.1 PROGETTO DEI CAVI AT

7.2.1.1 Generalità

I cavi con isolamento in XLPE a 380 kV saranno diversi per ciascuna delle due tratte sopra indicate, per rispondere alle specifiche condizioni di posa e di esercizio.



7.2.1.2 Conduttore

Il conduttore in rame sarà rotondo, a segmenti (costruzione di tipo Milliken) con sezione elettrica pari a 1200mm² in accordo alle norme IEC 60228.

7.2.1.3 Strati semi-conduttivo sopra il conduttore e sopra l'isolante

Sopra il conduttore e sopra l'isolante, verranno applicati degli strati semiconduttivi estrusi al fine di garantire la geometria regolare del campo elettrico ed evitare gradienti che possano superare i valori di tenuta dell'isolamento. Gli strati semiconduttivi dovranno essere applicati per estrusione in contemporanea all'isolamento principale (tripla estrusione).

7.2.1.4 Isolamento in XLPE

L'isolamento sarà in polietilene reticolato (XLPE). L'isolamento verrà applicato con tripla estrusione in contemporanea agli strati semiconduttivi interno ed esterno. Il conduttore isolato dovrà poi passare all'interno di un tubo di vulcanizzazione per completare la reticolazione del materiale ed assicurarne le proprietà dielettriche. Alla fine del processo di vulcanizzazione e di raffreddamento, il conduttore isolato dovrà essere sottoposto a degasaggio per rimuovere i residui gassosi prodotti durante le fasi precedenti.

Lo spessore dell'isolante viene determinato da ciascun produttore nel rispetto dei gradienti massimi registrati durante le prove di tipo e di prequalifica in accordo alle norme internazionali IEC 62067.

L'isolamento in XLPE è in grado di conservare le sue proprietà dielettriche per la temperatura massima consentita in regime permanente di 90 °C. Il calcolo delle portate di corrente viene effettuato come dimensionamento termico nel rispetto di questo limite.

7.2.1.5 Protezione longitudinale contro la penetrazione d'acqua

Il conduttore isolato sarà avvolto con nastri igroespandenti. Questi nastri reagiscono all'acqua espandendosi, creando quindi una barriera alla penetrazione longitudinale d'acqua nel caso di perforazione della guaina metallica sovrastante.

7.2.1.6 Guaina metallica

Il cavo dovrà avere una guaina metallica in alluminio liscia per garantire la protezione contro la penetrazione radiale d'acqua, e per costituire una via di ritorno adeguata per la corrente di corto circuito.

La guaina di alluminio liscia rappresenta la soluzione consigliata per questo impianto, in quanto garantisce le proprietà elettriche e meccaniche del cavo, riducendone il peso e il diametro. In fase di progettazione esecutiva, i fornitori potranno proporre altre soluzioni, come guaine di piombo estruse o guaine di alluminio corrugate. Queste soluzioni, anche se non consigliate, possono essere valutate a patto di non costituire un aggravio di costi e di rischi per la realizzazione dell'impianto. Dato il livello elevato di tensione, le guaine metalliche dovranno in ogni caso essere applicate per estrusione o per saldature longitudinali. L'uso di guaine metalliche incollate è fortemente sconsigliato per questo impianto.

Lo spessore della guaina metallica dovrà essere sufficiente a portare la corrente di guasto nella durata specificata in questo documento, senza oltrepassare i limiti di temperatura massimi per l'isolamento e la guaina plastica esterna. I limiti di temperatura per il dimensionamento della guaina metallica in caso di corto circuito dovranno essere quelli indicati nella norma internazionale IEC 60229 e IEC 61443. Valori più alti di temperatura potranno essere proposti se supportati da certificati di prove di laboratorio certificate da parti terze.

Nel caso in cui fosse necessario, sarà possibile prevedere l'aggiunta di uno schermo a fili di rame o di alluminio sotto la guaina metallica al fine di aumentare la sezione elettrica per il passaggio della corrente di guasto.

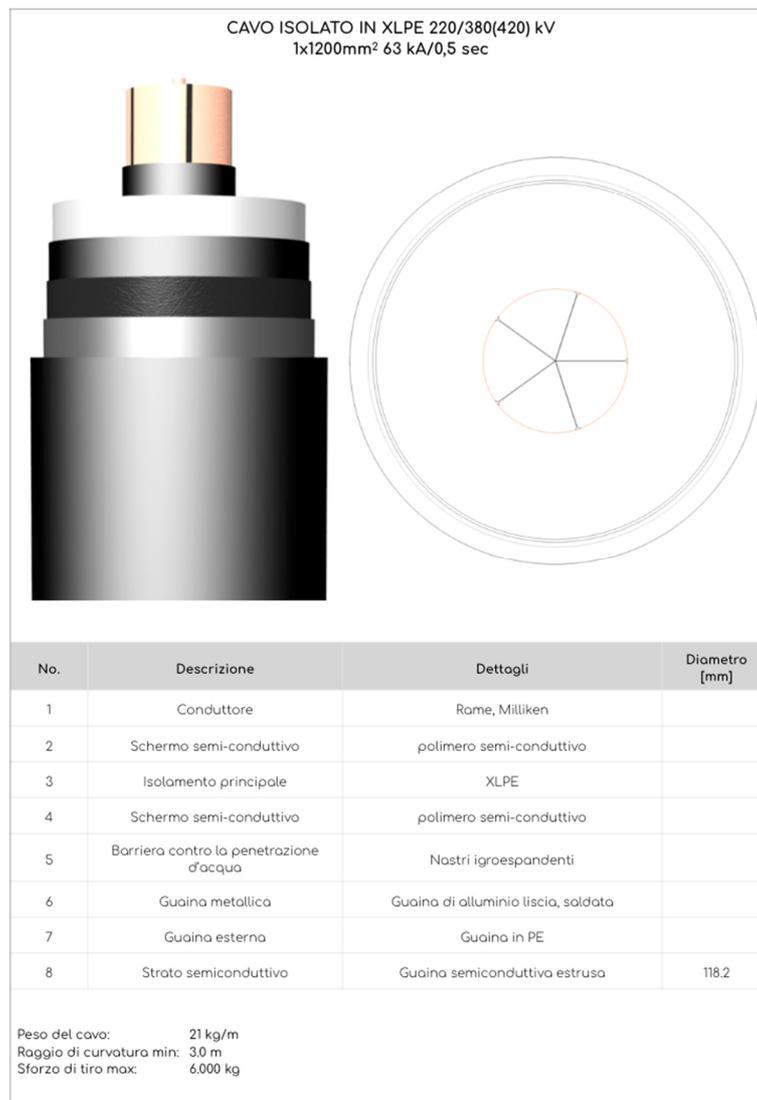


7.2.1.7 Guaina plastica esterna

Il cavo sarà quindi completato con l'applicazione per estrusione di una guaina plastica in PE. La guaina esterna avrà la funzione di proteggere la guaina metallica dalla corrosione, di fornire protezione meccanica, e di isolare elettricamente gli strati metallici del cavo.

Lo spessore della guaina plastica dovrà essere dimensionato per la tenuta elettrica per la prova in corrente continua dopo la posa e durante le verifiche periodiche, e per le tensioni indotte che si possono generare sul cavo durante l'esercizio, sia in condizioni nominali che di corto circuito.

Al fine di effettuare la prova in tensione per verificare l'integrità della guaina dopo posa, dovrà essere applicato uno strato plastico semi-conduttivo sopra la guaina esterna.



Cavo 380,kV - Disegno di massima



7.2.2 PROGETTO DEL COLLEGAMENTO DELLE GUAINA

7.2.2.1 Generalità

Tutti gli strati metallici esterni dei cavi dovranno essere opportunamente collegati al fine di:

- Garantire un percorso elettrico a bassa impedenza per le correnti di guasto a terra
- Limitare le correnti di ricircolo indotte nei cavi, che costituiscono un limite termico per le portate dei cavi

7.2.2.2 Sistema con guaine trasposte (Cross Bonding)

Le guaine metalliche dei cavi in questa saranno collegate con trasposizione per formare un sistema di tipo cross bonding. Le guaine metalliche verranno elettricamente trasposte ad ogni buca giunti, in modo che la risultante delle somme vettoriali delle tensioni indotte sia vicina allo zero, e quindi limitare le correnti di ricircolo.

Ogni tre pezzature, le guaine verranno collegate solidamente a terra. L'insieme delle tre pezzature che realizza un sistema completo di Cross Bonding, viene indicato come "tratta maggiore di Cross Bonding".

I giunti sono realizzati in modo da isolare elettricamente le guaine dei cavi ad essi collegati. All'interno del giunto, le guaine di ciascuna tratta di cavo saranno collegate ai due poli di un cavo coassiale, che verrà terminato all'interno di una cassetta di sezionamento, dove avverrà la trasposizione.

Al fine di proteggere il cavo da sovratensioni impulsive che possono svilupparsi lungo le guaine, all'interno delle cassette sono installati degli scaricatori di taglia adeguata per resistere alle tensioni indotte durante il corto circuito.

Ai fini di questo studio, è stato verificato che con diverse tipologie di cavo, e con la lunghezza delle pezzature previste, le tensioni indotte massime in caso di guasto sono inferiori ai 10kV, ovvero il livello di tenuta di tensione della guaina esterna.

7.2.3 PROGETTO DEGLI ACCESSORI AT

Gli accessori dovranno essere compatibili con i cavi proposti. I fornitori dovranno dimostrare di avere eseguito le prove di tipo e di prequalifica sul sistema cavo/accessori on accordo alla norma internazionale IEC 62067.

7.2.3.1 Terminali per entrata in cabina blindata

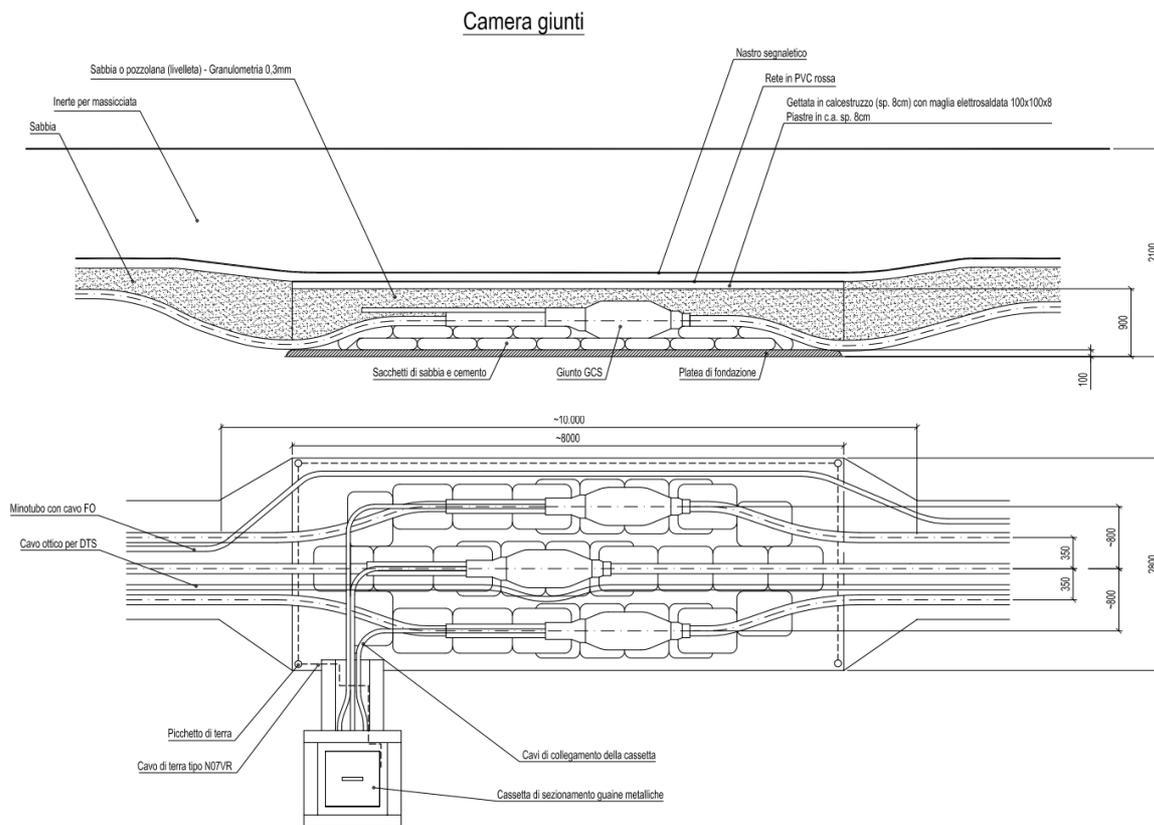
I terminali per entrata in cabina blindata con isolamento in SF6 saranno costituiti da un cono deflettore del campo elettrico e da un isolatore in resina per l'entrata nel vano terminale della cabina blindata con isolamento in SF6.

7.2.3.2 Giunti sezionati per posa direttamente interrata

Per la posa direttamente interrata, i giunti saranno di tipo sezionato, ovvero dovranno realizzare il sezionamento elettrico delle guaine dei cavi che si attesteranno al giunto stesso.

Il giunto sarà costituito da un manicotto isolante prestampato e monoblocco, con inserti semiconduttivi per contenere i gradienti elettrici entro i limiti di tenuta del materiale.

Per la posa direttamente interrata si consiglia di equipaggiare il giunto con un involucro adatto ad impedire la penetrazione d'acqua.



Esempio tipologico buca giunti terrestre

7.2.4 PROGETTO DELL'INSTALLAZIONE

Per definire le modalità di installazione, ovvero le sezioni di posa e le metodologie di tiro, si è tenuto conto di diversi aspetti:

Aspetti termici	Influenza della posa sulla portata di corrente
Aspetti elettrici	Tensioni indotte massime sulle guaine
Aspetti meccanici	Rispetto dei tiri massimi sul cavo
Aspetti logistici	Accesso all'area di cantiere

Considerando tutti questi aspetti sono state definite delle modalità di posa riassunte nel seguito.

Posa direttamente interrata	<p>Cavi interrati in trincea.</p> <p>Cavi in piano – S = 350mm.</p> <p>Profondità al fondo dei cavi – H = 1.500mm</p>
-----------------------------	---



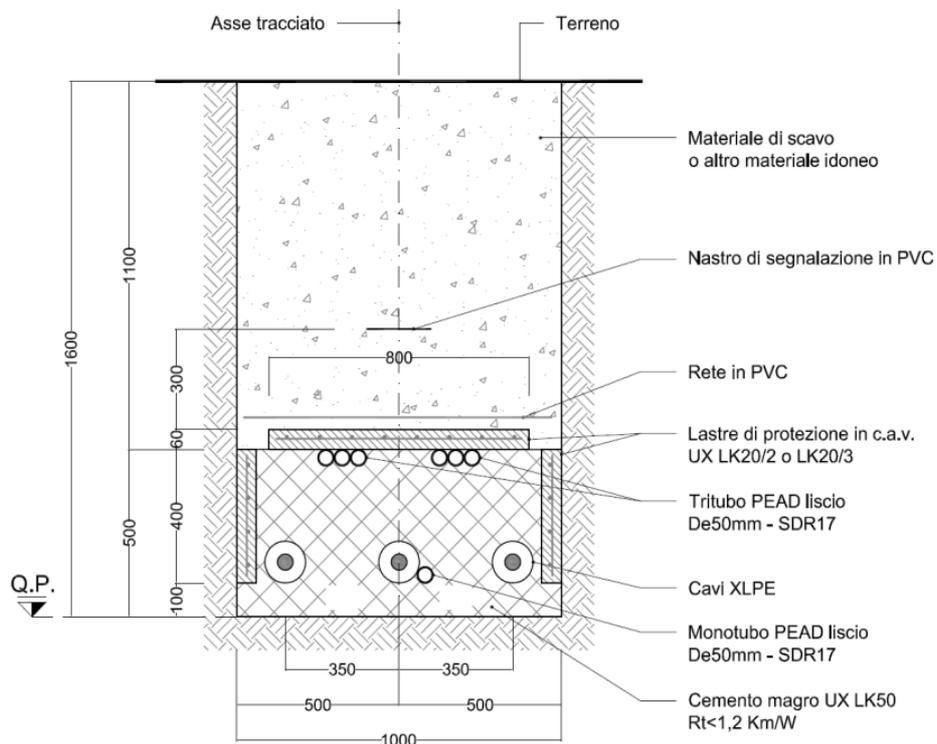
7.2.4.1 Posa direttamente interrata

È stata prevista una posa in trincea con i cavi disposti in piano, con distanza interassiale di 350 mm e profondità di posa al piano di appoggio dei cavi di 1,5 m. Questa tipologia di posa dovrà essere mantenuta lungo tutto il percorso dei cavi.

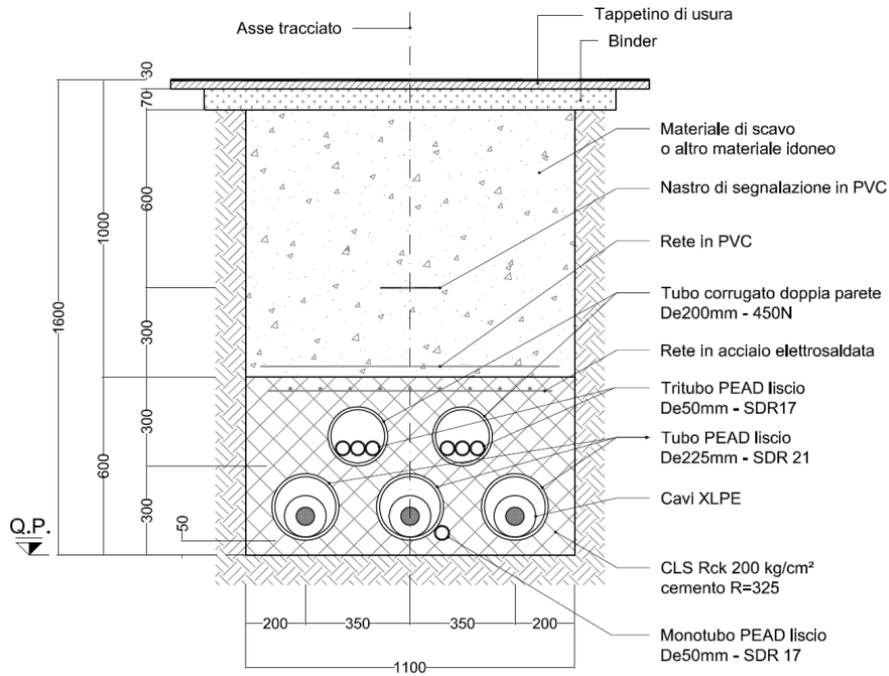
La lunghezza delle pezzature, e le relative posizioni delle buche giunti sono state determinate al fine di rendere possibile la posa entro i limiti del tiro massimo sul conduttore e di avere a disposizione aree di dimensioni consone per l'installazione delle buche stesse.

Lo sforzo di tiro verrà applicato direttamente sul conduttore. In fase di progettazione esecutiva potrà essere valutata la necessità di sussidi al tiro, come l'impiego di rulli motorizzati e caterpillar, nel rispetto dei limiti di pressione radiale massima per il cavo.

I cavi saranno interrati ed installati normalmente in una trincea della profondità stimata mediamente in 1,6 m con disposizione delle fasi in piano. I cavi verranno alloggiati in un bauletto di cemento "mortar" di resistività termica controllata. I conduttori verranno posati in tubiere. Negli stessi scavi, al di sopra dei conduttori e a distanza di almeno 0,3 m dai cavi di energia, saranno posati cavi con fibre ottiche e/o telefoniche per trasmissione dati. I cavi saranno segnalati superiormente da una rete in PVC e da un nastro segnaletico, mentre all'interno del bauletto è prevista una rete metallica. La restante parte della trincea verrà ulteriormente riempita con materiale di risulta e di riporto secondo le eventuali prescrizioni dell'ente proprietario della strada.

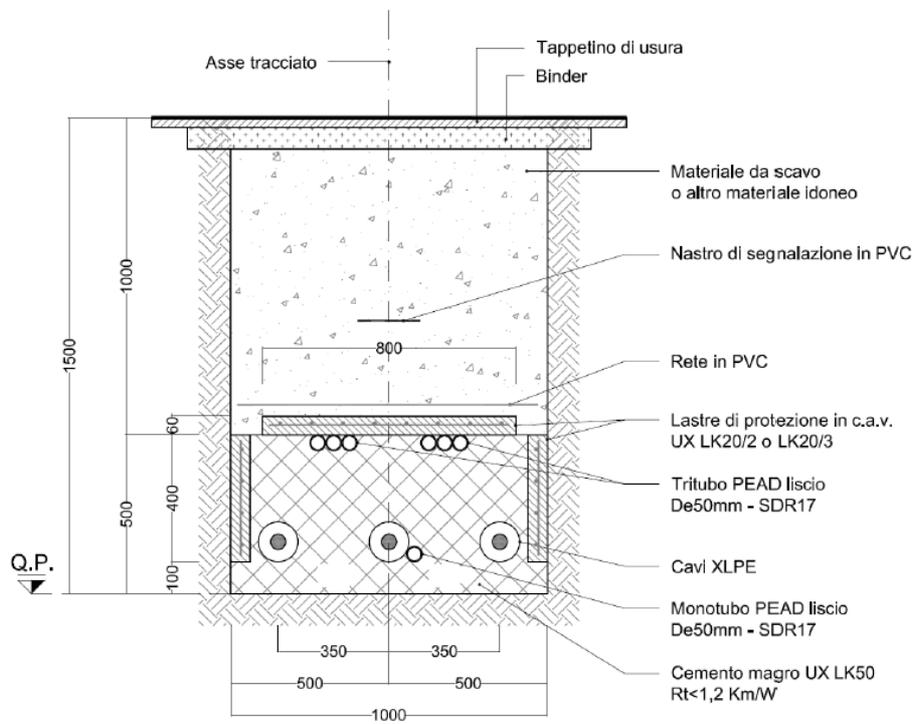


Posa in terreno agricolo – cavo 245 kV e 420 kV in piano



NOTA: le tubazioni rappresentate in figura sono utilizzabili per cavi con diametro esterno fino a 135 mm. Per cavi AT con diametro superiore si dovranno impiegare tubazioni PEAD con diametro esterno 250 mm (idonea a contenere cavi con diametro esterno fino a 150 mm).

Posa in tubiera su strade urbane ed extraurbane – cavo 245 kV e 420 kV in piano



Posa su strade urbane ed extraurbane – cavo 245 kV e 420 kV in piano

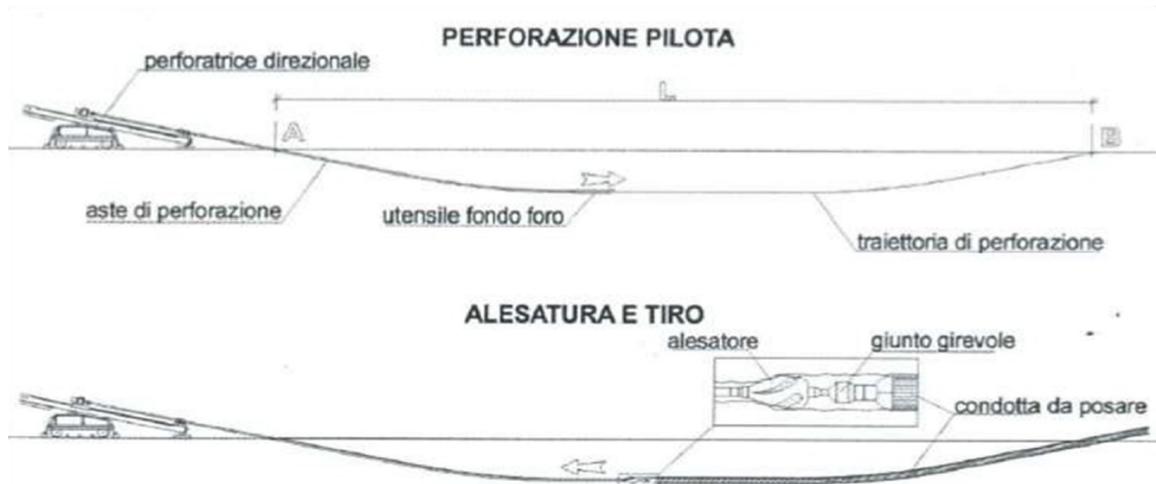


Esempio di posa in trincea

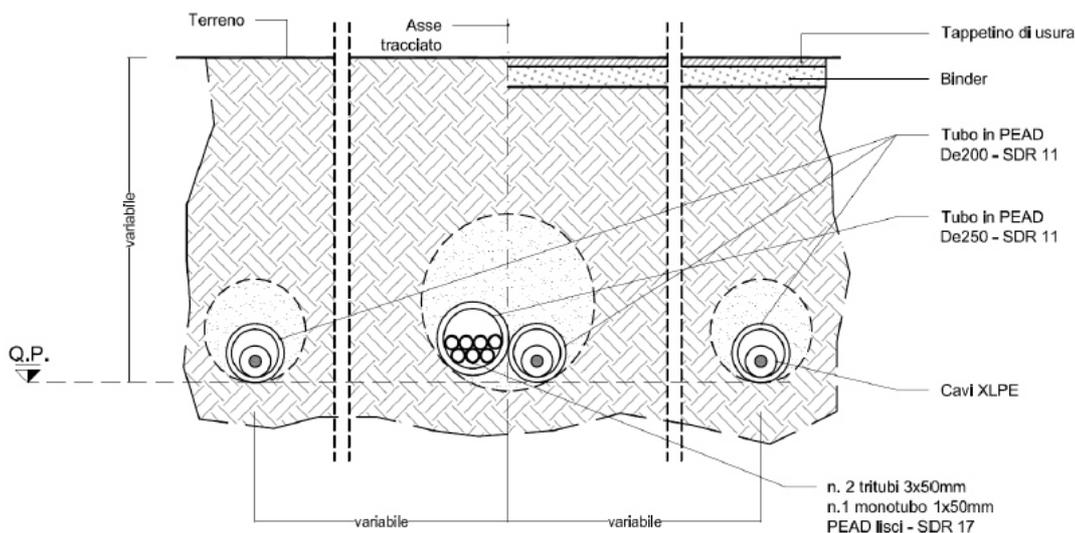


7.2.4.2 Modalità per la posa No-dig

Nel caso in cui non sia possibile eseguire gli scavi per l'interramento del cavo, in prossimità di particolari attraversamenti di opere esistenti lungo il tracciato (strade, viadotti, scatolari, corsi d'acqua, ecc.) potrà essere utilizzato il sistema di attraversamento teleguidato mediante Trivellazione Orizzontale Controllata (TOC) o di perforazione mediante sistema Microtunneling come rappresentato schematicamente nei disegni sottostanti.



Schematico di Trivellazione Orizzontale Controllata



NOTA: le tubazioni rappresentate in figura sono utilizzabili per cavi con diametro esterno fino a 120 mm. Per cavi AT con diametro superiore si dovranno impiegare tubazioni PEAD con diametro esterno 225 mm (idonea a contenere cavi con diametro esterno fino a 135 mm) o 250 mm (idonea a contenere cavi con diametro esterno fino a 150 mm).

Il valore del rapporto dimensionale normalizzato SDR dei tubi deve essere confermato, o eventualmente modificato, all'atto della progettazione della TOC in relazione alle caratteristiche della stessa (si veda la specifica tecnica Tema UX LK414).

Sezione tipica di posa per cavi posati con Trivellazione Orizzontale Controllata

7.2.5 DIMENSIONAMENTO ELETTRICO E TERMICO

7.2.5.1 Portate di corrente

Le portate di corrente sono state verificate per ogni condizione di posa. Il conduttore risulta idonea a trasmettere la potenza apparente di 460 MVA richiesta per l'impianto.

7.2.5.2 Tensioni indotte

Durante l'esercizio della linea in cavo, verranno indotte sulle guaine metalliche delle tensioni indotte per effetto delle correnti di fase e delle correnti di corto circuito di sistema. Queste tensioni indotte saranno funzione del sistema di collegamento delle guaine, della lunghezza delle pezzature, delle correnti e della geometria della condizione di posa.

Al fine di proteggere cavi e accessori da queste tensioni indotte, è necessario eseguire una verifica del loro valore massimo, che dovrà essere inferiore ai livelli di tenuta in tensione della guaina plastica esterna del cavo, degli anelli di sezionamento di terminali e giunti, e degli scaricatori presenti all'interno delle cassette di sezionamento.



Le tensioni indotte sono state verificate per ogni tratta di posa. In condizioni di guasto, le tensioni indotte massime risultano essere inferiori a 10 kV. Gli scaricatori all'interno delle cassette di sezionamento dovranno essere quindi dimensionati per questa taglia di tensione.

7.2.5.3 Sovratensioni

Nel caso di sovratensioni impulsive di origine atmosferica, le onde di tensione si propagheranno all'interno del cavo dando luogo ad onde riflesse. Nell'ipotesi che l'onda incidente proveniente dalla linea aerea abbia valore di cresta massimo pari al valore di tenuta all'impulso, la linea in cavo può considerarsi autoprotetta: la sommatoria delle onde riflesse non supera il valore di tenuta all'impulso.

Si suggerisce in ogni caso l'installazione di scaricatori di linea in corrispondenza della transizione aereo/cavo, dato che il valore economico di questi componenti è trascurabile rispetto al valore totale dell'impianto, e rende minimo il rischio di danneggiamento del sistema in cavo.

7.2.6 SISTEMI DI MONITORAGGIO

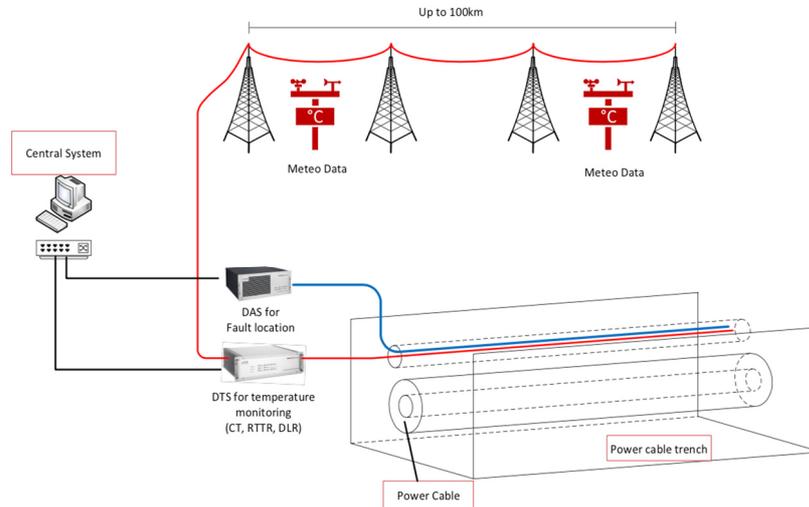
Le tratte in cavo dovranno essere equipaggiate con i seguenti sistemi di monitoraggio permanenti, in grado di rilevare in tempo reale, il deterioramento delle condizioni termiche e meccaniche dei cavi durante il funzionamento. I sistemi proposti consistono in un cavo a fibra ottica posato a contatto con i cavi AT, che svolge funzioni di sensore per la temperatura e per il suono. Questi sistemi sfruttano l'analisi in frequenza della rifrazione della luce all'interno di una fibra ottica per rilevare grandezze fisiche come temperatura e suono lungo tutta la lunghezza della fibra.

7.2.6.1 Sistema di monitoraggio della temperatura

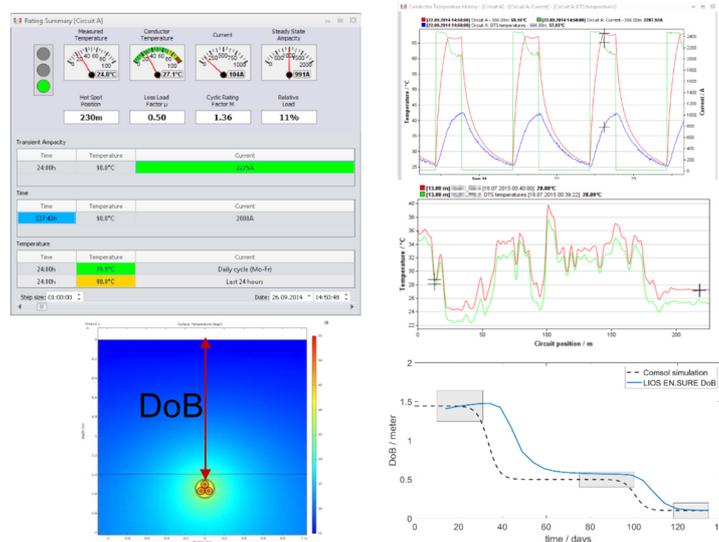
Il circuito è equipaggiato con un sistema di misura della temperatura permanente ed in tempo reale di tipo DTS (Distributed Temperature Sensing). Questo sistema usa un cavo a fibra ottica posato in prossimità dei cavi AT come sensore per la misura della temperatura lungo tutta la lunghezza del circuito.

Il sistema di basa sulle proprietà di rifrazione e riflessione della luce all'interno di una fibra ottica in funzione della temperatura. Il cavo a fibra ottica verrà terminato e collegato ad un controller, dotato di laser e opportuna strumentazione elettronica in grado di leggere il valore della temperatura, e di trasmetterlo come segnale attraverso la rete di telecomunicazioni dell'utente.

La fibra costituisce il sensore lineare continuo di temperatura e consente, tramite modellizzazione dell'ambiente circostante il cavo energia, il calcolo in tempo reale di grandezze quali tra le altre la temperatura del conduttore che può essere misurata in pochi minuti raggiungendo elevati livelli di accuratezza. In aggiunta, il sistema è anche in grado di determinare eventuali variazioni della profondità di posa.



Esempio di sistema per monitoraggio della sezione in cavo tramite DTS/DAS per cavi interrati



Esempio di visualizzazione dei profili della temperatura lungo il tracciato dei cavi, in funzione del tempo, e della profondità di posa (DoB)

7.2.6.2 Sistema di monitoraggio di danneggiamenti esterni

Il circuito è equipaggiato con un sistema di misura della temperatura permanente ed in tempo reale di tipo DAS (Distributed Acoustic Sensing). La rilevazione del suono in prossimità dei cavi, consente di rilevare in tempo reale possibili scavi in prossimità degli stessi sia naturali che esterne, che possono danneggiare o modificare l'assetto dei cavi.

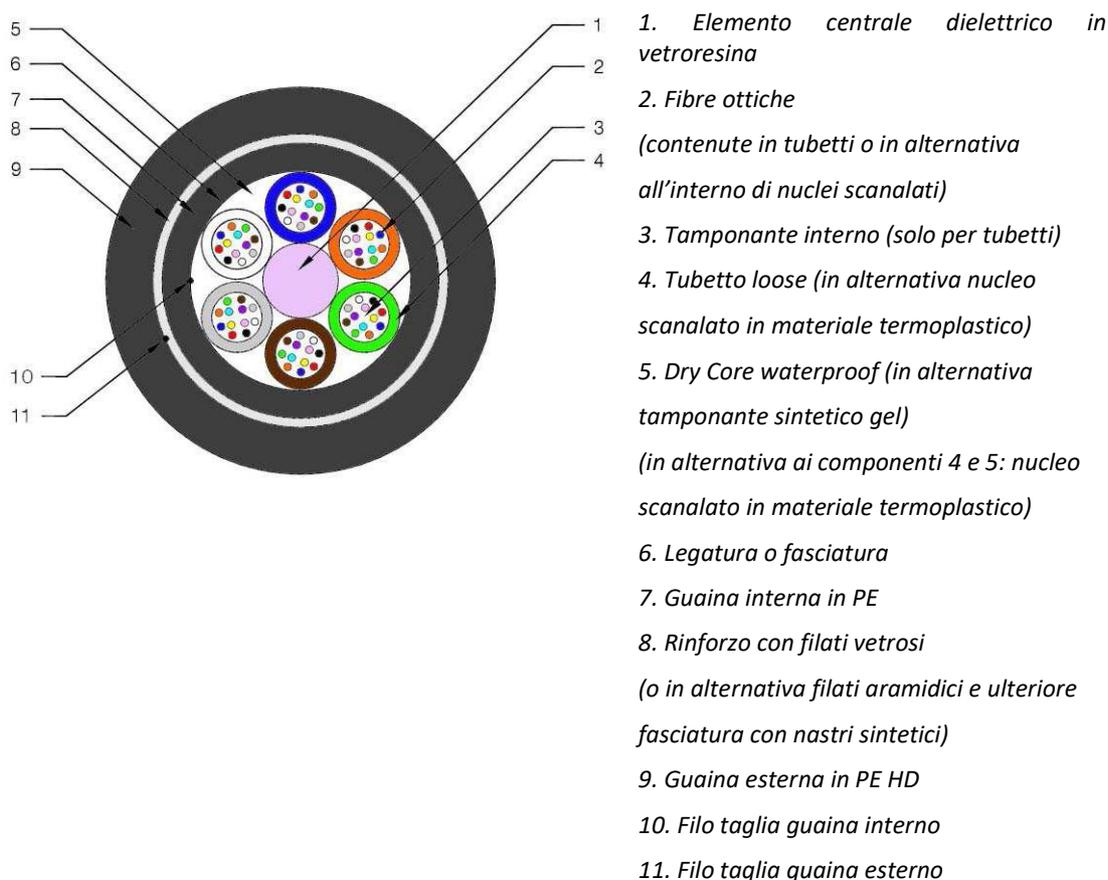
La rilevazione di situazioni che possono degenerare in un danno esterno dei cavi, consente il pronto intervento per l'ispezione dell'elettrodotto al fine di garantire interventi programmati con il minimo fuori servizio della linea.



7.2.6.3 Sistemi di telecomunicazione

Per la trasmissione dati per il sistema di protezione, comando e controllo dell'impianto, sarà realizzato un sistema di telecomunicazione tra le stazioni terminali dei collegamenti.

Esso sarà costituito da un cavo con 48 fibre ottiche, illustrato nella figura seguente:



Numero fibre	12 fibre x n. 4 tubetti
Diametro esterno	13 mm
Peso cavo	0,13 kg/m

7.2.7 **INSTALLAZIONE DEL SISTEMA**

Durante la posa, i cavi verranno tirati applicando lo sforzo di tiro direttamente sul conduttore. Per agevolare la posa, i cavi verranno adagiati su rulli, che consentiranno di diminuire l'attrito, ed evitare danneggiamento meccanico dei cavi. Le sollecitazioni meccaniche dei cavi dovranno essere valutate in fase di progettazione esecutiva nel rispetto dei seguenti parametri:



Raggio minimo di curvatura		
<i>Durante la posa (condizioni dinamiche)</i>	3.500	mm
Tiro massimo applicabile sul conduttore	58	kN
Massima forza radiale	10	kN/m

7.3 PROVE E COLLAUDI

Alla fine dell'installazione, il sistema in cavo dovrà essere sottoposto a prove di collaudo in tensione in accordo alle norme IEC di riferimento.

In particolare, la prova di tensione dell'isolamento principale può essere eseguita con prova alla tensione nominale per 24h (soak test) dove la tensione verrà applicata lato utente o lato rete, inserendo in linea il circuito in cavo senza carico.

Si suggerisce il collaudo dei cavi tramite generatore mobile, in modo da non alimentare un eventuale guasto durante la prova con la potenza di rete o dell'utenza.

8 RUMORE

Gli elettrodotti in cavo interrato non costituiscono fonte di rumore. La situazione attuale rimarrà pertanto invariata.

In ogni caso per la stazione terminale sono rispettati i limiti indicati dalla legge 26.10.95 n. 447, al D.P.C.M. 01/03/91 ed in modo da contenere il rumore prodotto al di sotto dei limiti previsti dal D.P.C.M. 14/11/97.

9 INQUADRAMENTO GEOLOGICO PRELIMINARE

Per l'inquadramento geologico preliminare dell'area si rimanda agli elaborati:

- "Relazione geologica preliminare" (cod. G970_DEF_R_004_Rel_geo_1-1_REV01);
- "Carta geologica-litologica" (cod. G970_DEF_T_005_Carta_geo_lito_1-1_REV01);
- "Carta della dinamica geomorfologica (PAI)" (cod. G970_DEF_T_006_Carta_din_geomorf_PAI_1-1_REV01).

10 TERRE E ROCCE DA SCAVO

Il piano di gestione delle terre e rocce da scavo è riportato nell'elaborato apposito.



11 CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI

11.1 SINTESI NORMATIVA

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 12/07/1999 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.

La Legge Quadro 36/2001, come ricordato dal citato Comitato di esperti della Commissione Europea, è stata emanata nonostante le raccomandazioni del Consiglio dell'Unione Europea del 12/07/1999 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 DPCM 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 è stato utilizzato a riferimento per la presente analisi tecnica.

I parametri di riferimento adottati nella progettazione sono stati precisamente:

- Limite di esposizione: tale limite, inteso come valore efficace, e pari a:
- 100 μ T per l'induzione magnetica;
- 5 kV/m per il campo elettrico;

non deve essere mai superato.

- Obiettivo di qualità: tale valore, inteso come valore efficace, e pari a:
 - 3 μ T per l'induzione magnetica;

è da considerare nella progettazione di nuovi elettrodotti in corrispondenza di aree gioco per l'infanzia, ambienti abitativi, ambienti scolastici e luoghi adibiti a permanenza non inferiori a quattro ore, ai fini della



progressiva minimizzazione dell'esposizione ai campi elettrici e magnetici generati dagli elettrodotti operanti alla frequenza di 50 Hz.

- Fascia di rispetto: si intende lo spazio circostante un elettrodotto che comprende tutti i punti, al di sopra e al di sotto del livello del suolo, caratterizzati da una induzione magnetica di intensità maggiore o uguale all'obiettivo di qualità. La Legge 22/02/2001, n°36 "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici", stabilisce che lo Stato esercita le funzioni relative: "... alla determinazione dei parametri per la previsione di fasce di rispetto per gli elettrodotti; all'interno di tali fasce di rispetto non è consentita alcuna destinazione di edifici ad uso residenziale, scolastico, sanitario ovvero ad uso che comporti una permanenza non inferiore a quattro ore". Il decreto attuativo della Legge n°36, DPCM 08/07/2003, stabilisce all'Art. 6- Parametri per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti: ". Per la determinazione delle fasce di rispetto si dovrà fare riferimento all'obiettivo di qualità di cui all'art. 4 ed alla portata in corrente in servizio normale dell'elettrodotto, come definita dalla norma CEI 11-60, che deve essere dichiarata dal gestore al Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio, per gli elettrodotti con tensione superiore a 150 kV e alle regioni, per gli elettrodotti con tensione non superiore a 150 kV. I gestori provvedono a comunicare i dati per il calcolo e l'ampiezza delle fasce di rispetto ai fini delle verifiche delle autorità competenti". La norma CEI 106-11 "Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8 luglio 2003 (Art. 6) – Parte 1: Linee elettriche aeree e in cavo" fornisce una metodologia generale per il calcolo dell'ampiezza delle fasce di rispetto degli elettrodotti, in riferimento all'obiettivo di qualità di 3 μ T e alla portata in corrente in servizio normale dell'elettrodotto dichiarata dal gestore. Tale metodologia è stata definitivamente approvata dal Decreto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare del 29/05/2008, "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti". Dopo alcuni mesi dalla pubblicazione di questi decreti si è reso necessario il chiarimento di alcuni aspetti. A tale scopo l'ISPR (ex APAT) Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale, ha istituito dei tavoli tecnici che hanno elaborato un documento ("Disposizioni Integrative/Interpretative - Vers. 7.4") con l'obiettivo di andare incontro a tale necessità, fornendo alcune delucidazioni e suggerimenti sugli aspetti normativi ed applicativi.

E' infine opportuno osservare che, in relazione ai campi elettromagnetici, la tutela della salute viene attuata, sull'intero territorio nazionale, esclusivamente attraverso il rispetto dei limiti prescritti dal DPCM 08/07/2003 al quale soltanto può farsi utile riferimento. In tal senso, con sentenza n.307 del 07/10/2003 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 Costituzione¹. 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



11.2 FASCE DI RISPETTO

Per “fasce di rispetto” si intendono quelle definite dalla Legge 22 febbraio 2001 n° 36, all’interno delle quali non è consentita alcuna destinazione di edifici ad uso residenziale, scolastico, sanitario, ovvero un uso che comporti una permanenza superiore a 4 ore, da determinare in conformità alla metodologia di cui al D.P.C.M. 08/07/2003.

Tale DPCM prevede (art. 6 comma 2) che l’APAT, sentite le ARPA, definisca la metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto con l’approvazione del Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare.

Con Decreto 29 maggio 2008 (pubblicato in G.U. n. 156 del 05/07/2008 – Supplemento Ordinario n. 160) il Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare ha approvato la metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti, tale metodologia prevede, che il gestore debba calcolare la Distanza di Prima Approssimazione, definita come “la distanza in pianta sul livello del suolo, dalla proiezione del centro linea, che garantisce che ogni punto la cui proiezione al suolo disti dalla proiezione del centro linea più della DPA si trovi all’esterno delle fasce di rispetto”.

11.3 CALCOLO DEI CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI

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

I calcoli relativi all’andamento del campo elettrico, la valutazione del campo di induzione magnetica ai fini della definizione della DPA e l’analisi delle strutture potenzialmente sensibili ricadenti all’interno della stessa DPA, sono contenuti all’interno degli elaborati:

- “Relazione CEM” (cod. G970_DEF_R_016_Ut_rel_CEM_1-1_REV01);
- “Corografia di progetto su CTR con Distanza di Prima Approssimazione (cod. G970_DEF_T_017_Ut_coro_CTR_DPA_1-1_REV01);

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”.



- “Corografia di progetto su ortofoto con Distanza di Prima Approssimazione (cod. G970_DEF_T_018_Ut_coro_orto_DPA_X-3_REV01);
- “Planimetria catastale con Distanza di Prima Approssimazione – Comune di Villarosa” (cod. G970_DEF_T_019_Ut_plan_CAT_DPA_Villarosa_X-3_REV01);
- “Planimetria catastale con Distanza di Prima Approssimazione – Comune di Calascibetta” (cod. G970_DEF_T_020_Ut_plan_CAT_DPA_Calascibetta_X-2_REV01);

12 AREE IMPEGNATE

Si faccia riferimento al capitolo 14 della “Relazione tecnica generale” (cod. G970_DEF_R_002_Rel_tec_gen_1-1_REV01).

13 SICUREZZA NEI CANTIERI

Si faccia riferimento al capitolo 15 della “Relazione tecnica generale” (cod. G970_DEF_R_002_Rel_tec_gen_1-1_REV01).

14 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Si faccia riferimento al capitolo 16 della “Relazione tecnica generale” (cod. G970_DEF_R_002_Rel_tec_gen_1-1_REV01).