

COMUNI DI TORRE SANTA SUSANNA-MESAGNE-ERCHIE

PROVINCIA DI BRINDISI



PROGETTO

Ingveprogetti s.r.l.s.

via Geofilo n.7-72023, Mesagne (BR)
email: info@ingveprogetti.it

RESPONSABILE DEL PROGETTO
Ing. Giorgio Vece

COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGROVOLTAICO DENOMINATO "SPARPAGLIATA", DELLE OPERE ED INFRASTRUTTURE CONNESSE, SITO NEI COMUNI DI TORRE SANTA SUSANNA, MESAGNE ED ERCHIE (BR), CON POTENZA NOMINALE PARI A 30.000,000 KW_n E POTENZA DI PICCO PARI A 33.888,78 KW_p.

Oggetto: Relazione tecnica cavidotto

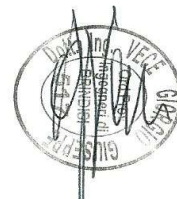
ELABORATO:

C9DVVB4_CalcoliPreli
Impianti_02_Rev1

PROGETTISTA:

Ing. Giorgio Vece

TIMBRO E FIRMA



STATO DEL PROGETTO PROGETTO DEFINITIVO PER V.I.A.

N.	DATA	DESCRIZIONE	VERIFICATO	APPROVATO
00	AGOSTO 2020	Prima emissione	Ing. Giorgio Vece	
01	FEBBRAIO 2021	Integrazione	Ing. Giorgio Vece	
02				

Power^wtis

Luminora Sparpagliata S.r.l
Via Venti Settembre 1, 00187 Roma
C.F. e P.IVA 15954411003

INGVEPROGETTI s.r.l.s Società di ingegneria	PROGETTO FOTOVOLTAICO SPARPAGLIATA ”-Torre Santa Susanna-Erchie (BR)- Relazione tecnica cavidotto	LUMINORA SPARPAGLIATA S.R.L
-------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------

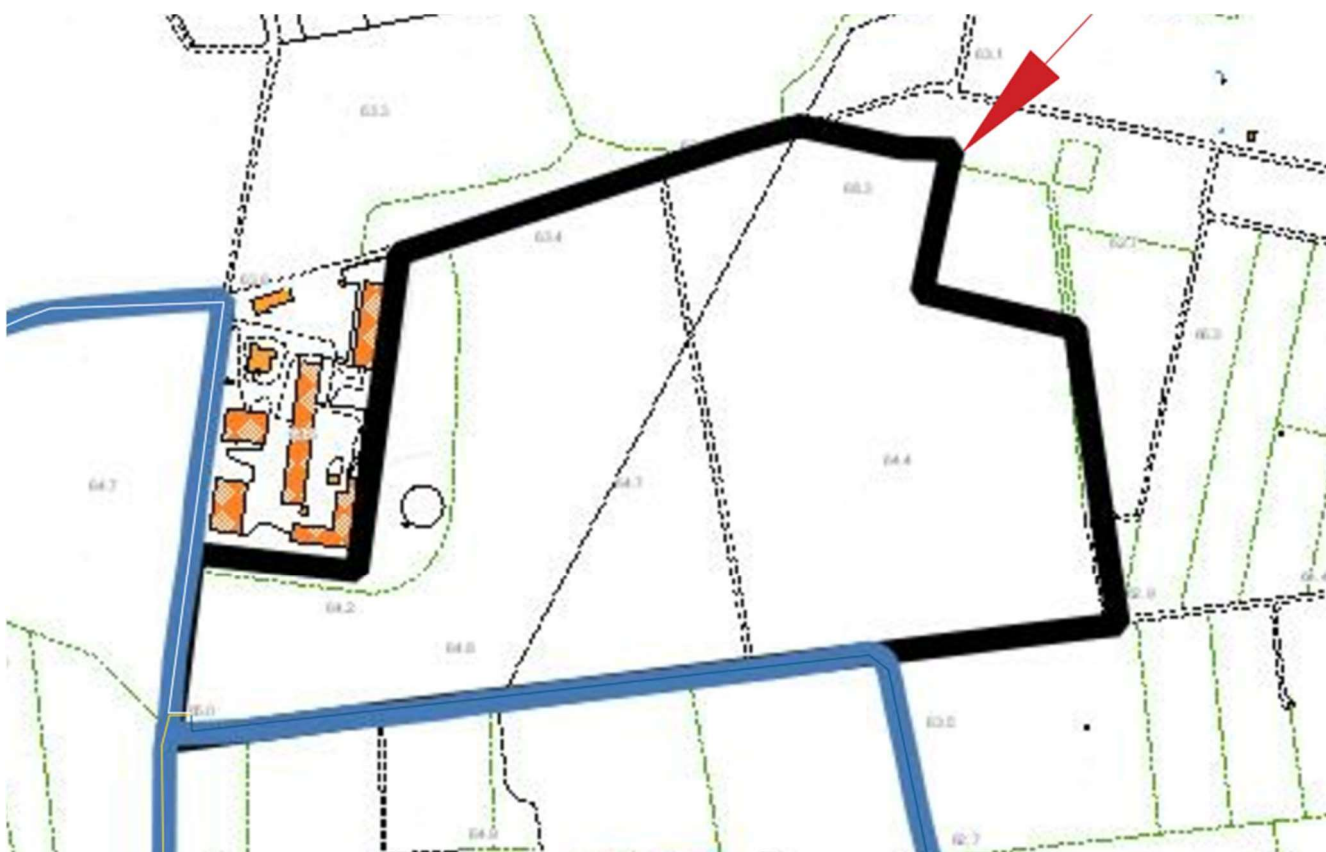
1. Premessa	2
2. Riferimenti alle norme tecniche	8
3. Specifiche generali dell'intervento in progetto	9
4. Soluzione tecnica elaborata da Terna SpA	10
5. Cabina elettrica di partenza/consegna e di sezionamento	12
5.1 Caratteristiche generali	12
5.2 Specifiche ENEL (Edizione 03 del 15/09/2016).....	14
5.3 Norme e prescrizioni costruttive	14
6. Specifiche degli elementi strutturali componenti dell'impianto.....	18
6.1 Linea elettrica a 30 kV in cavo interrato da costruire (aspetti generali)	18
7. Caratteristiche linea elettrica a 30 kV in cavo interrato in progetto.....	18
7.1 Cavo per posa interrata	18
7.2 Definizione di cavidotto.....	19
7.3 Posa dei tubi	20
8. Valutazione delle interferenze sul tracciato.....	27
8.1 Compatibilità territoriale.....	27
9. Compatibilità Elettromagnetica.....	33
9.1 Premessa	33
9.2 Normativa di riferimento.....	33
9.3 Compatibilità elettrica	33
9.4 Compatibilità magnetica.....	33
9.5 Teoria sui campi elettromagnetici.....	33
9.5.1 Legge di Biot-Savart.....	34
9.6 Campi elettromagnetici cavidotti MT.....	36
10. Allegati Specifiche Tecniche	42

1. Premessa

La società LUMINORA SPARPAGLIATA SRL, con sede legale in Roma alla Via XX Settembre, al civico 1, nell'ambito dei suoi piani di sviluppo di impianti di produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili, ha previsto la realizzazione di un "Cluster" di impianti fotovoltaici nel Comune di Torre Santa Susanna e Erchie, provincia di Brindisi. Gli impianti, in numero di 5 lotti, generano una potenza elettrica in DC pari a 33.888,78 kWp che, considerando le necessarie perdite di sistema ed inverter ad alta efficienza (B.O.S. $\approx 0.88\%$), si traduce in potenza AC pari a 30.000 kW. Nella necessità, pertanto, di connettere la propria iniziativa alla rete di trasmissione nazionale, si propone alla società di gestione della RTN in AT e AAT, TERNA SpA, come referente unico nella realizzazione delle opere di rete indispensabili al recepimento di energia elettrica non programmabile.

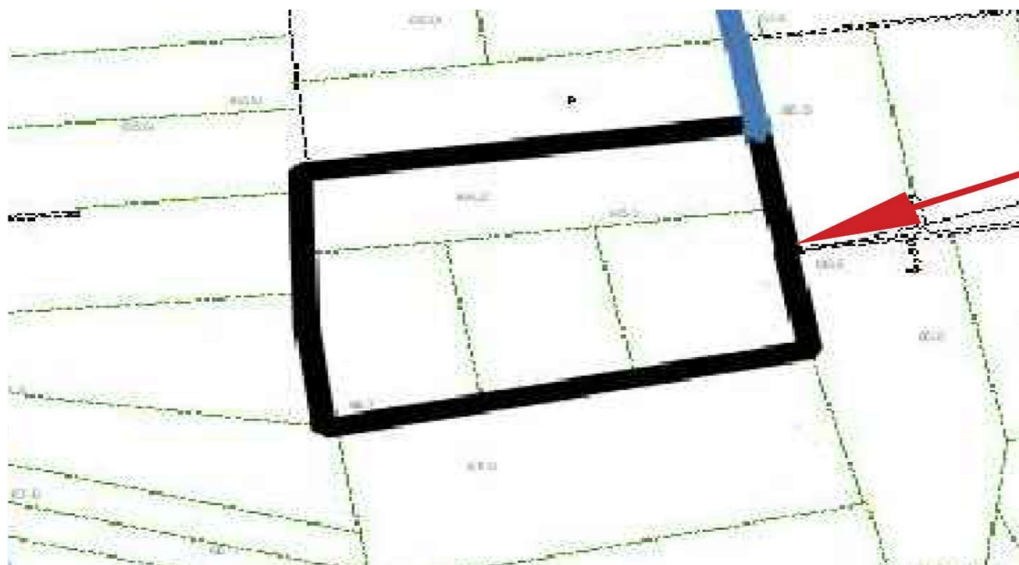
Gli impianti fotovoltaici sono di seguito rappresentati:

Lotto SP_1: potenza elettrica DC pari a 11.727,18 kWp e potenza AC pari a 10.350 kW; si realizzerà in parte nel comune di Torre Santa Susanna (BR) su un'area agricola (zona "E" del PDF) e in parte nel comune di Mesagne (BR) su un'area Agricola (Zona "E1" del PRG) estesa per circa 165.542 m² distinta al catasto del Comune di Torre Santa Susanna al fg 30 e Comune di Mesagne al fg. 130.



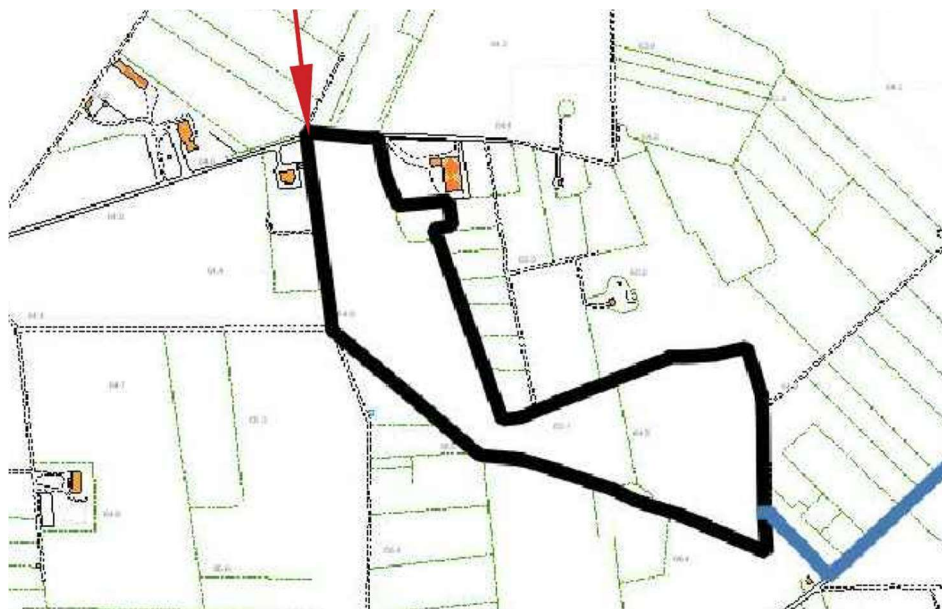
Area unità di produzione energetica da fonte solare n. 1: estratto catastale Comune di Torre Santa Susanna - Foglio 30; estratto catastale Comune di Mesagne - Foglio 130;

Lotto SP_2: potenza elettrica DC pari a 2.277,72 kWp e potenza AC pari a 2.050 kW; si realizzerà nel comune di Torre Santa Susanna (BR) su un'area agricola (zona "E" del PDF) estesa per circa 61.042 m² distinta al catasto del Comune di Torre Santa Susanna al fg 130.



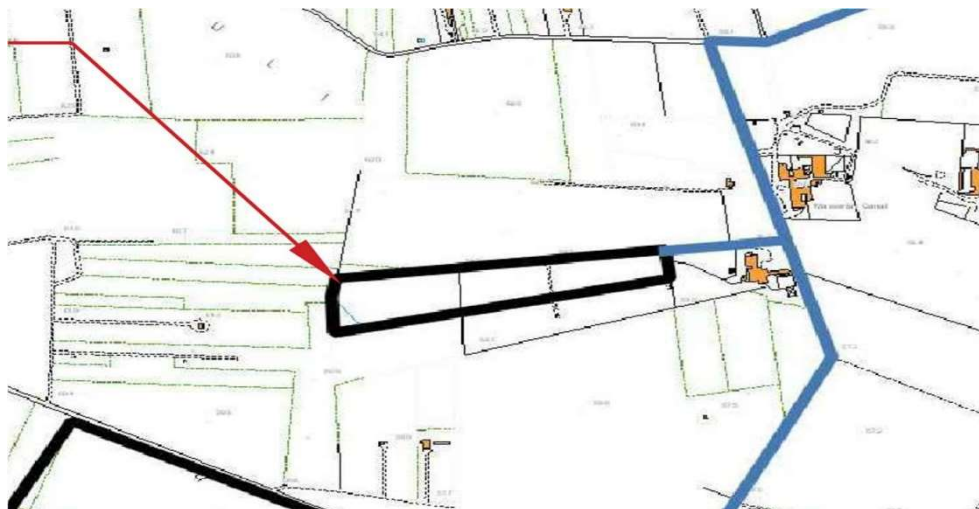
Area unità di produzione energetica da fonte solare n. 2: estratto catastale Comune di Torre Santa Susanna - Foglio 30

Lotto SP_3: potenza elettrica DC pari a 4.124,52 kWp e potenza AC pari a 3.600 kW; si realizzerà nel comune di Torre Santa Susanna (BR) su un'area agricola (zona "E" del PDF) estesa per circa 86.047 m² distinta al catasto del Comune di Torre Santa Susanna al fg 31.



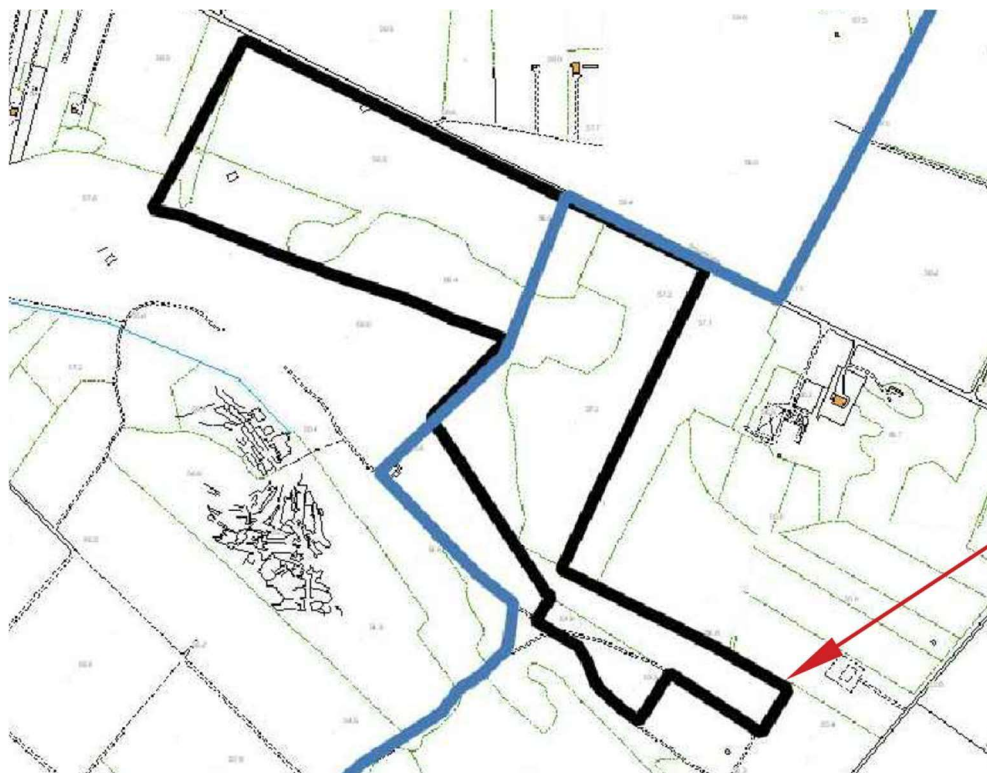
Area unità di produzione energetica da fonte solare n. 3: estratto catastale Comune di Torre Santa Susanna - Foglio 31

Lotto SP_4: potenza elettrica DC pari a 1.138,86 kWp e potenza AC pari a 1.000 kW; si realizzerà nel comune di Torre Santa Susanna (BR) su un'area agricola (zona "E" del PDF) estesa per circa 32.378 m² distinta al catasto del Comune di Torre Santa Susanna al fg 45.



Area unità di produzione energetica da fonte solare n. 4: estratto catastale Comune di Torre Santa Susanna - Foglio 45

Lotto SP_5: potenza elettrica DC pari a 14.620,50 kWp e potenza AC pari a 13.000 kW; si realizzerà nel comune di Torre Santa Susanna (BR) su un'area agricola (zona "E" del PDF) estesa per circa 237.121 m² distinta al catasto del Comune di Torre Santa Susanna al fg 47 e fg 48.



Area unità di produzione energetica da fonte solare n. 5: estratto catastale Comune di Torre Santa Susanna - Fogli

INGVEPROGETTI s.r.l.s Società di ingegneria	PROGETTO FOTOVOLTAICO SPARPAGLIATA ”-Torre Santa Susanna-Erchie (BR)- Relazione tecnica cavidotto	LUMINORA SPARPAGLIATA S.R.L
------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------

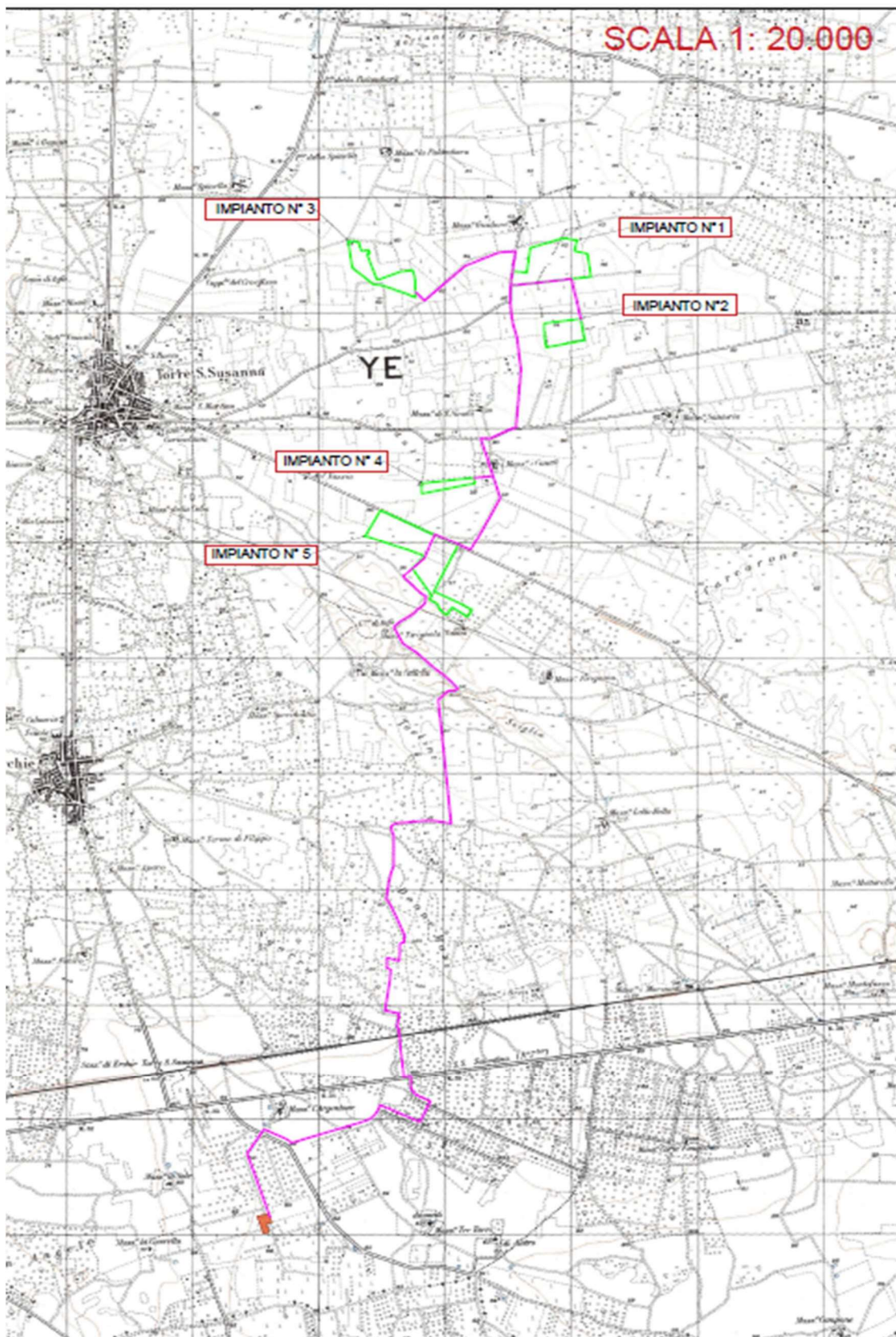
L'energia elettrica prodotta, in regime di cessione totale, sarà connessa alla Rete di Trasmissione Nazionale secondo Soluzione Tecnica Minima Generale elaborata da TERNA SpA in data 23/06/2020 (STMG Codice Rintracciabilità 202000548) tramite realizzazione di una nuova Cabina Primaria, di Utenza, collegata in antenna a 150 kV con il futuro ampliamento della Stazione Elettrica di Trasformazione (SE) della RTN 380/150 kV di "Erchie".

Gli impianti, nella specifica sezione di dispaccio in media tensione, saranno progettati conformemente alle specifiche norme di UNIFICAZIONE NAZIONALE ENEL, mentre la realizzazione della Stazione di Utenza e le successive opere di connessione in AT saranno realizzate in conformità alle Specifiche Tecniche di Terna SpA . Per quanto non espressamente specificato nella relazione si precisa che i componenti che saranno installati rispetteranno quanto previsto dalla "Guida per le connessioni alla rete di distribuzione ENEL" con riferimento alle rispettive Specifiche Tecniche di standardizzazione.

La presente relazione afferisce alla descrizione, alle caratteristiche ed ai criteri di progettazione di un nuovo elettrodotto in MT, definendone:

- requisiti generali dell'impianto
- considerazioni tecniche generali in relazione al quadro delle esigenze da soddisfare;
- i criteri di scelta delle soluzioni impiantistiche progettate;
- specifiche tecniche delle parti componenti l'impianto di connessione

Fig. 1 Rilievo dell'area di intervento degli impianti FV e percorso in MT: IGM



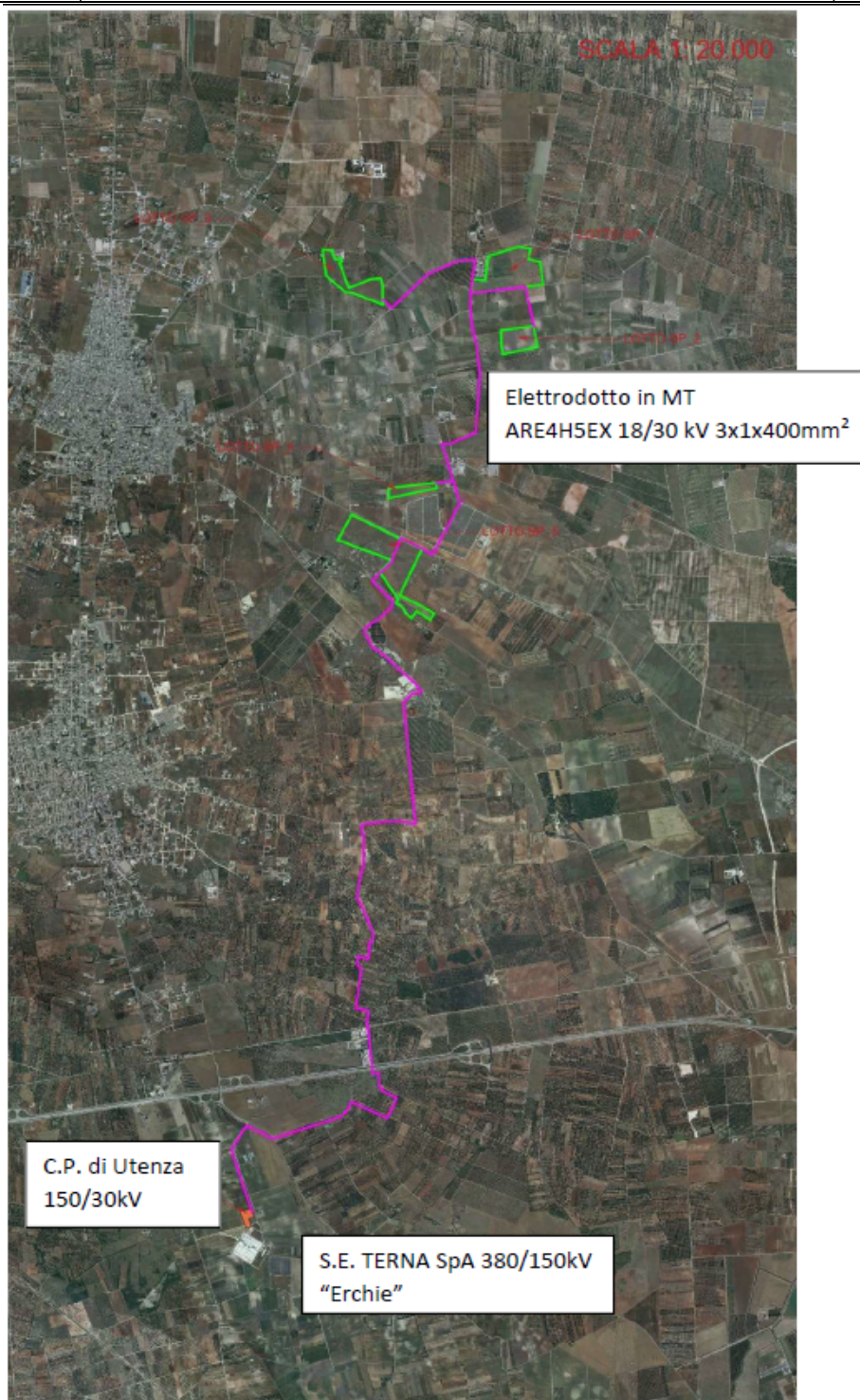


Fig. 2 Rilievo dell'area di intervento degli impianti di generazione fotovoltaica e della connessione in RTN

INGVEPROGETTI s.r.l.s Società di ingegneria	PROGETTO FOTOVOLTAICO SPARPAGLIATA "-Torre Santa Susanna-Erchie (BR)- Relazione tecnica cavidotto	LUMINORA SPARPAGLIATA S.R.L
-------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------

2. Riferimenti alle norme tecniche

Il presente progetto è predisposto ai sensi dei seguenti riferimenti per la realizzazione delle linee elettriche, in relazione all'insieme dei principi giuridici e delle norme che regolano la costruzione degli impianti, tra cui si richiamano in particolare:

RIF. NORMATIVO	
R.D. n. 1775 del 11/12/1933	Testo Unico di Leggi sulle Acque e Impianti Elettrici
Legge Regionale 20 giugno 1989, n. 43	Norme in materia di opere concernenti linee ed impianti elettrici" e regolamenti locali in materia di rilascio delle autorizzazioni alla costruzione degli elettrodotti, qualora presenti ed in vigore.

Per quanto attiene l'aspetto tecnico si richiamano di seguito le principali norme che disciplinano la progettazione, la costruzione e l'esercizio delle linee elettriche, in particolare quelle aeree/interrate con tensione superiore a 1 kV in c.a., come prescrizioni generali e specifiche comuni:

RIF. NORMATIVO	
Legge dello Stato n. 339 28/06/1986	Nuove norme per la disciplina della costruzione e dell'esercizio di linee elettriche aeree esterne
D.M. n. 449 del 21/3/1988	Approvazione delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e l'esercizio delle linee aeree esterne" - Norma Linee
D.M. n. 16/01/1991	Aggiornamento delle norme tecniche per la disciplina della costruzione e dell'esercizio di linee elettriche aeree esterne
DM 05.08.1998	Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, esecuzione ed esercizio delle linee elettriche aeree esterne
DM 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
DPCM del 8/07/2003	Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz)
D.Lgs. n. 285/92	Codice della strada (successive modificazioni e relativo Regolamento di esecuzione e di attuazione)

Si richiamano inoltre le principali norme CEI di riferimento e di applicazione per l'elaborazione del progetto:

RIF. NORMATIVO	
CEI EN 50341-2-13 (2013)	Linee elettriche aeree con tensione superiore a 1 kV in c.a." Parte 2-13: Aspetti Normativi Nazionali (NNA)
CEI EN 50341-1	Linee elettriche aeree con tensione superiore a 1 kV in c.a." Parte 1: Prescrizioni generali – Specifiche comuni

INGVEPROGETTI s.r.l.s Società di ingegneria	PROGETTO FOTOVOLTAICO SPARPAGLIATA ”-Torre Santa Susanna-Erchie (BR)- Relazione tecnica cavidotto	LUMINORA SPARPAGLIATA S.R.L
-------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------

3. Specifiche generali dell'intervento in progetto

CEI 11-17	Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica - Linee in cavo
CEI 0-16	Regola tecnica di riferimento per la connessione di utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica
CEI 0-2	Guida per la definizione della documentazione degli impianti elettrici
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 CEI 211-4 Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee e stazioni elettriche
CEI 103-6	Protezione delle linee di telecomunicazione dagli effetti dell'induzione elettromagnetica provocata dalle linee elettriche vicine in caso di guasto
CEI EN 50522 – CEI 99-3	Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in c.a.
CEI 11-46	Strutture sotterranee polifunzionali per la coesistenza di servizi a rete diversi - Progettazione, costruzione, gestione e utilizzo - Criteri generali e di sicurezza
CEI 11-47	Impianti tecnologici sotterranei - Criteri generali di posa

TIPOLOGIA DI INTERVENTO	NUOVO IMPIANTO DI RETE DI DISTRIBUZIONE in MT (30kV).
	REALIZZAZIONE NUOVA CABINA PRIMARIA AT/MT con immissione su ampliamento della S.E. 380/150kV “Erchie” (oggetto di altra relazione)
DESCRIZIONE IMPIANTO IN PROGETTO	CONNESSIONE di n. 5 IMPIANTI di PRODUZIONE da fonte solare attraverso LINEA 30kV IN CAVO INTERRATO con rispettive CABINE DI PARTENZA/CONSEGNA
	INSTALLAZIONE DI DUE CABINE DI SEZIONAMENTO tipo BOX DG2061/2081 LUNGO IL TRACCIATO INTERRATO
	REALIZZAZIONE CABINA PRIMARIA 150/30kV con trafo 40MVA ed elettromeccanici isolati in aria (AIS) (altra relazione)
	REALIZZAZIONE di OPERE di RETE a 150 kV per immissione in S. E. 380/150 Kv di TERNA SpA denominata “ERCHIE” (altra relazione)
AREA OGGETTO DI INTERVENTO (come da cartografia allegata)	Comune di TORRE S. SUSANNA ed ERCHIE; percorso in adiacenze ed attraversamenti di strade interpoderali, Strada Provinciale SP 68, sottopasso tratto ferroviario San Pancrazio - Manduria, Strada Statale 7 ter (Lecce-Taranto).

INGVEPROGETTI s.r.l.s Società di ingegneria	PROGETTO FOTOVOLTAICO SPARPAGLIATA "-Torre Santa Susanna-Erchie (BR)- Relazione tecnica cavidotto	LUMINORA SPARPAGLIATA S.R.L
-------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------

Si precisa che le presenti opere di connessione, riferite alla immissione in rete di un impianto di generazione elettrica da FER per una potenza di 30 MW, nonché le relative autorizzazioni alla realizzazione, sono a carico del produttore che consegnerà le stesse a Terna SpA, soggetto distributore che si occupa del dispacciamento della RTN in AT e AAT.

Il presente progetto prevede sinteticamente, in accordo con quanto definito nella STMG, elaborata in data 23/06/2020 (codice rintracciabilità 202000548) da Terna SpA, la realizzazione delle parti d'impianto presenti a monte della Stazione di Utenza, di seguito descritte.

I criteri seguiti per le scelte progettuali sono principalmente quelli di:

- definire una configurazione impiantistica dell'impianto di utenza in MT, secondo i criteri stabiliti delle linee guida Enel per lo sviluppo della rete di distribuzione;
- definire una configurazione impiantistica tale da garantire adeguato livello di qualità della fornitura di energia elettrica;
- definire un percorso di sviluppo dell'impianto di utenza comparando le esigenze della pubblica utilità dell'opera con gli interessi sia pubblici che privati ivi interferenti, arrecando il minor sacrificio possibile alle proprietà private interessate.

Il progetto tiene inoltre conto delle procedure adottate da Enel per l'erogazione del servizio di connessione, in conformità con le previsioni della Delibera 348/07 e 333/07 e delle successive integrazioni e modifiche.

4. Soluzione tecnica elaborata da Terna SpA

Secondo valutazione del soggetto distributore, il lavoro necessario per eseguire la connessione è di tipo complesso (art. 10.1 TICA). La soluzione tecnica elaborata, vista la potenza di connessione richiesta (30 MW), prevede l'allacciamento alla rete di Trasmissione Nazionale nella seguente configurazione:

1. Collegamento in antenna a 150 kV con il futuro ampliamento della Stazione Elettrica di Trasformazione (SE) della RTN 380/150 kV di "Erchie".

A fronte di tale soluzione il proponente provvederà alla realizzazione delle seguenti opere di utenza:

1. Realizzazione di n. 05 cabine di consegna da installare nei rispettivi campi fotovoltaici.
2. Collegamento dei campi fotovoltaici n. 2 e 3 attraverso percorso in condotto interrato con cavo isolato in XLPE tipo cordato ad elica visibile in formazione $3 \times 1 \times 185 \text{mm}^2$, da interrare per una lunghezza pari a circa 2.200 m in terreno agricolo.
3. Collegamento dei campi fotovoltaici n. 1, 2, 3 e 4 attraverso percorso in condotto interrato con cavo isolato in XLPE tipo cordato ad elica visibile in formazione singola terna [$3 \times 1 \times 400 \text{mm}^2$], da interrare per una lunghezza pari a circa 1.750 m in terreno agricolo e circa 300 m in asfalto (in adiacenza alla rete stradale pubblica).
4. Collegamento dei campi fotovoltaici n. 1, 2, 3, 4 e 5 attraverso percorso in condotto interrato con cavo isolato in XLPE tipo cordato ad elica visibile in formazione di doppia terna [$2 \times (3 \times 1 \times 400 \text{mm}^2)$], da interrare per una lunghezza pari a circa 6.350 m in terreno agricolo e strade interpoderali, mentre per una lunghezza di circa 2.350 m in asfalto (in adiacenza alla rete stradale pubblica).
5. Installazione di n. 02 cabine di sezionamento a BOX costruite secondo standard Enel del tipo DG2061/2081.

Le cabine svolgeranno funzione di rompi tratta, giacché installate a circa 3.000 m e 6.000 m dall'ultima cabina di consegna del campo Lotto Sp_5, con dotazione di apparecchiature elettromeccaniche di sezionamento, predisposte alla motorizzazione al fine di esserne telecontrollate a distanza.

6. Interfacciamento dell'elettrodotto proveniente dai campi fotovoltaici con armadio DY 909 alloggiato nel fabbricato "Edificio integrato" della Cabina Primaria di Utenza (oggetto di altro elaborato).

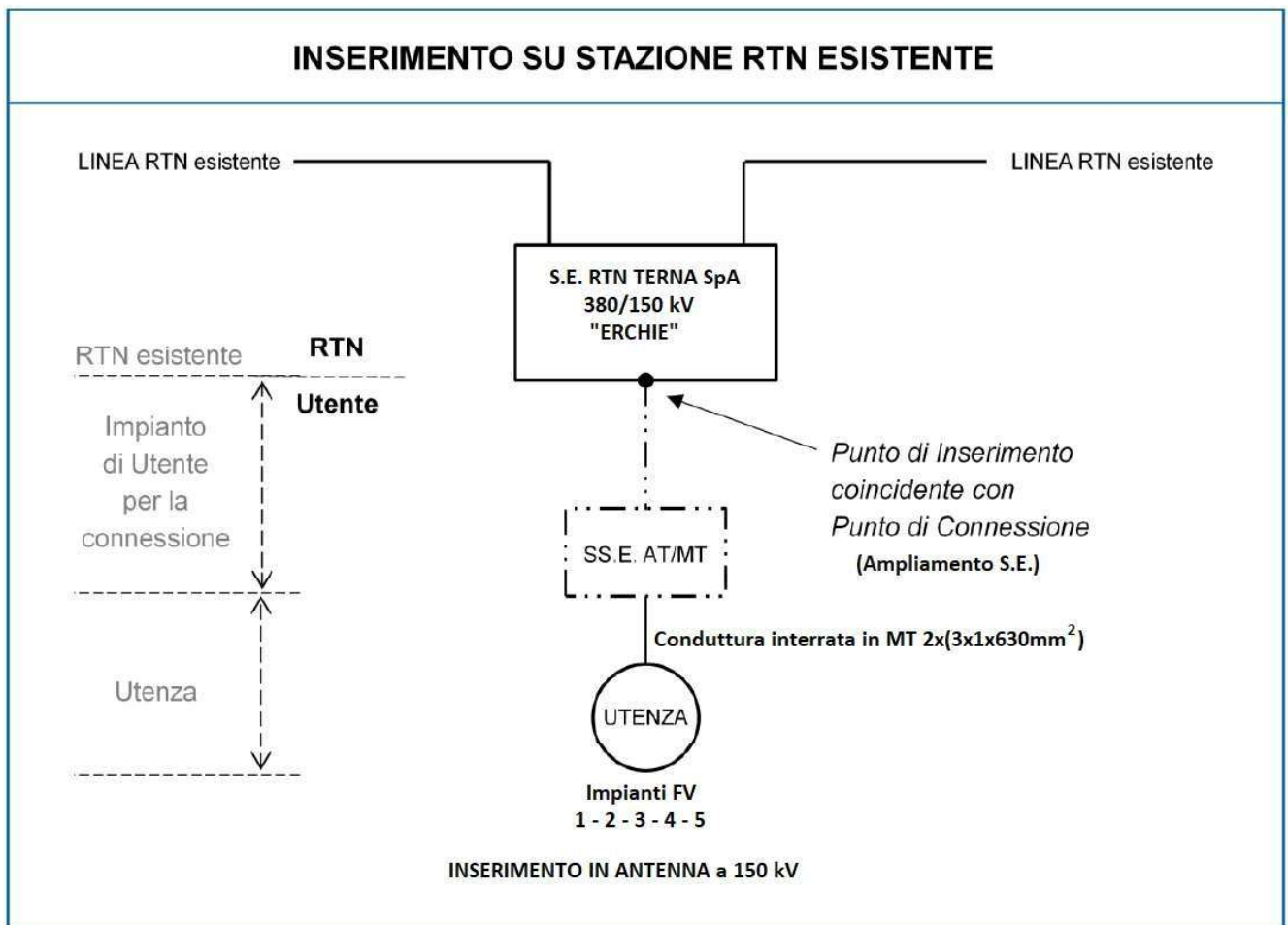
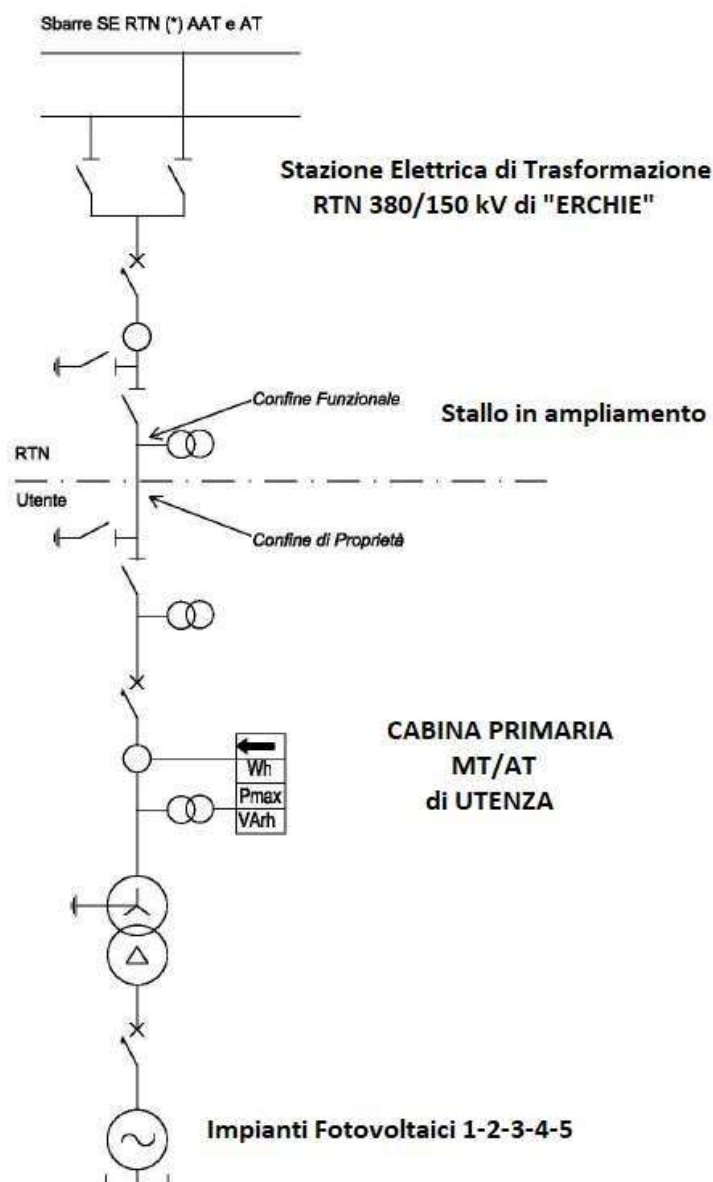


Fig. 3 Schema di collegamento alla RTN Allegato A2: inserimento in antenna su futuro ampliamento della S.E. RTN "ERCHIE"

Fig. 4 Schema tipico di connessione in RTN (STANDARD AIS) per utente attivo



5. Cabina elettrica di partenza/consegna e di sezionamento

5.1 Caratteristiche generali

Il punto di partenza dell'energia prodotta da ciascun campo fotovoltaico è un prefabbricato in configurazione monolitica autoportante da posizionarsi in prossimità del "punto di consegna". Lo stesso ha dimensioni esterne in pianta variabili in funzione della dimensione del campo fotovoltaico e dei relativi componenti che dovrà ospitare; a tal fine si fa riferimento all'elaborato planimetrico di ciascun impianto. In linea di massima le dimensioni saranno legate agli standard tecnici di Enel distribuzione (DG 2092, DG 2061, DG 2081), pertanto tutte le porte e le griglie

INGVEPROGETTI s.r.l.s Società di ingegneria	PROGETTO FOTOVOLTAICO SPARPAGLIATA "-Torre Santa Susanna-Erchie (BR)- Relazione tecnica cavidotto	LUMINORA SPARPAGLIATA S.R.L
-------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------

di areazione saranno realizzate in vetroresina del tipo conforme agli standard del Distributore. Tutti i locali sono accessibili da strada pubblica come da norma CEI 0-16.

Analoga scelta riguarderà gli ulteriori manufatti, monoblocchi per aree di media/alta densità di carico definiti BOX (in standard ENEL DG 2061/2081), conformati nella medesima tipologia della cabina di partenza/consegna, che saranno installati lungo il percorso della connessione verso il punto di immissione in rete. Quest'ultimi prefabbricati saranno indicati nei prospetti planimetrici come "Cabina di Sezionamento" o "Box" e troveranno allocazione ad una distanza di circa 3 km dalla cabina di partenza/consegna del campo Lotto SP_5, in località Erchie, in adiacenza al punto di convergenza delle strade pubbliche SP 66 di collegamento San Pancrazio S.no – Erchie ed in prossimità della SS 7ter della San Pancrazio S.no - Manduria.

I locali di partenza/consegna e di sezionamento hanno le caratteristiche di cui al paragrafo 2.5.9 della norma CEI 0-16, rispondenti alla CEI 11.1.

All'interno del locale di partenza/consegna saranno messi in opera:

- due scomparti di tipo IM di linea (linea di partenza – sezione di alimentazione unità di controllo ed interfaccia PG - PI) con predisposizione alla motorizzazione per telecontrollo
- scomparti di tipo UM per linee di arrivo campi FV
- trasformatori di tensione (TV) e di corrente (TA)
- cordoni per collegamento trasformatori-gruppi di misura
- apparecchi per telecontrollo (opzionali)

All'interno dei locali della cabina di sezionamento saranno messi in opera:

- due scomparti di tipo IM di linea con predisposizione alla motorizzazione per telecontrollo
- trasformatori di tensione (TV) e di corrente (TA) (opzionali)
- cordoni per collegamento trasformatori-gruppi di misura (ausiliari) (opzionali)
- predisposizione per eventuali apparecchi per telecontrollo (Quadri di bassa tensione per servizi ausiliari; Unità periferica; Sistemi di comunicazione; Rivelatori guasti ed assenza di tensione)

Gli impianti di terra delle cabine saranno realizzati secondo le specifiche del Distributore tramite anello interrato esterno (posto ad 1 m dal perimetro della cabina) in treccia di rame nudo 1x35 mm² e n. 4 picchetti di terra in profilato di acciaio, sezione a T, di lunghezza 1600 mm. All'interno delle cabine tutte le masse metalliche sono collegate all'impianto di terra.

INGVEPROGETTI s.r.l.s Società di ingegneria	PROGETTO FOTOVOLTAICO SPARPAGLIATA "-Torre Santa Susanna-Erchie (BR)- Relazione tecnica cavidotto	LUMINORA SPARPAGLIATA S.R.L
-------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------

Tipologia:	Cabina elettrica di consegna/sezionamento
Dimensioni:
Locali:	Locale partenza linea corredato da 1 porta ad un'anta DS918 Locale alloggio scomparti arrivo campi FV ed ausiliari corredato da 2 porte omologate DS 918 / DS 919
Caratteristiche costruttive:	Prefabbricato in cemento vibrato
Aerazione:	Griglie di aerazione ed aspiratori elicoidali (eolici) in acciaio inox AISI 304
Illuminazione:	N.3 lampade di illuminazione DY3021
Accessi vasca:	n° 1 Plotta di copertura removibile per accesso alla vasca 1000x600 (Locale utenza) n° 1 Plotta di copertura removibile per accesso alla vasca 600x600 (Locale partenza)
Elementi di copertura cunicolo:	N.6 mt. 0.65 X 0.25
Elementi di copertura solaio cabina:	Manto impermeabilizzante prefabbricato costituito da membrana bitume-polimero con flessibilità a freddo -10 ° C armata in filo di poliestere e rivestita superiormente con ardesia, spessore 4 mm (esclusa ardesia), sormontato dalla canaletta.
Impianto elettrico interno:	Quadro elettrico per servizi ausiliari – omologati - tipo DY3016/3 versione per Rack (DY 3005)

Caratteristiche del manufatto ad uso cabina di consegna e sezionamento

5.2 Specifiche ENEL (Edizione 03 del 15/09/2016)

Le prescrizioni si applicano sia alle cabine secondarie per apparecchiature per le connessioni alla rete elettrica, costituite da un locale partenza/consegna ed un locale servizi ausiliari, che per cabine di distribuzione MT/BT fuori standard e-distribuzione, prefabbricate in c.a.v. monoblocco o assemblate in loco, cabine in muratura o i locali situati in edifici civili.

5.3 Norme e prescrizioni costruttive

- Legge 5 novembre 1971 n. 1086 “Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica”.
- Legge 2 febbraio 1974 n. 64: “Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche”.
- D.P.R. 6 giugno 2001, n. 380: “Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia”.
- D.M. 14 gennaio 2008: “Nuove norme tecniche per le costruzioni”.
- Circolare 2 febbraio 2009, n.617: Istruzioni per l’applicazione delle “Nuove norme tecniche per le costruzioni” di cui al D.M. 14 gennaio 2008.
- D.M. 16 febbraio 2007: “Modalità di determinazione della resistenza al fuoco di prodotti ed elementi costruttivi”.
- Legge 22 febbraio 2001 n. 36: “Esposizione ai campi elettromagnetici”.
- DPCM 8 luglio 2003: “Limiti di esposizione dei campi magnetici a 50 Hz”.
- Decreto 29 maggio 2008: “Calcolo delle fasce di rispetto degli elettrodotti”.
- D.M. 22 gennaio 2008, n.37: “Disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all’interno di edifici”.
- Norma CEI EN 62271-202: “Sottostazioni prefabbricate ad alta tensione/bassa tensione”.
- Norma CEI 7-6: “Norme per il controllo della zincatura a caldo per immersione su elementi di materiale ferroso destinati a linee e impianti elettrici”.
- Norma CEI EN 50522:2011-07: “Messa a terra di impianti con tensione superiore a 1 kV”.
- Norma CEI EN 61936-1 (CEI 99-2): “Impianti elettrici con tensione superiore a 1kV in corrente alternata”.
- Norma CEI 99-4: “Guida per l’esecuzione di cabine elettriche MT/BT del cliente/utente finale”.
- Norma CEI 0-16: “Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica”.
- Norma CEI EN 60529: “Gradi di protezione degli involucri (Codice IP)”.
- Specifiche tecniche DS918 – DS919 – Porte metalliche/VTR
- Specifiche tecniche DS926 – DS927 – Finestre metalliche/VTR
- Specifica tecnica DS988 – Serratura porta
- Specifica tecnica DS3055 – Telaio supporto QBT
- Specifica tecnica DY3103 – Interruttori automatici BT a 630A
- Specifica tecnica DY3016 – SA
- Specifica tecnica DY3021 – Lampade
- Specifica tecnica DS920 – Passacavi
- Specifica tecnica DY3005/1 – Rack

Fig. 5 Rappresentazione di una tipica cabina di consegna secondo DG2092: particolare pianta con allestimento interno

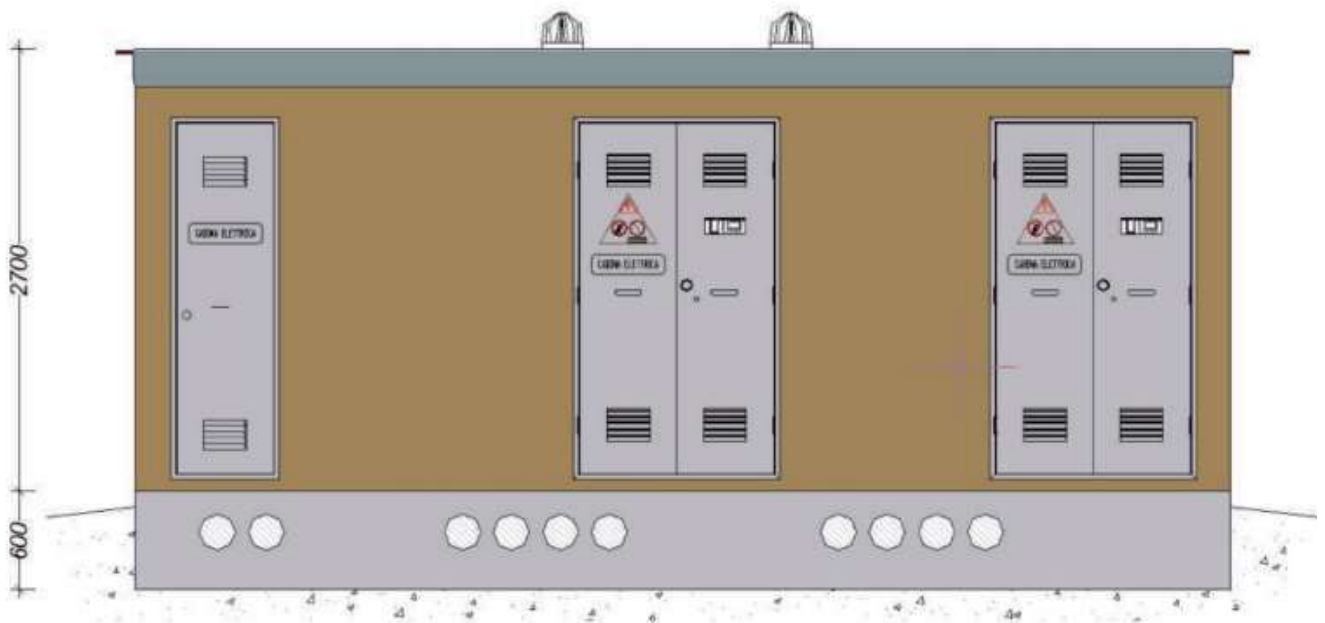
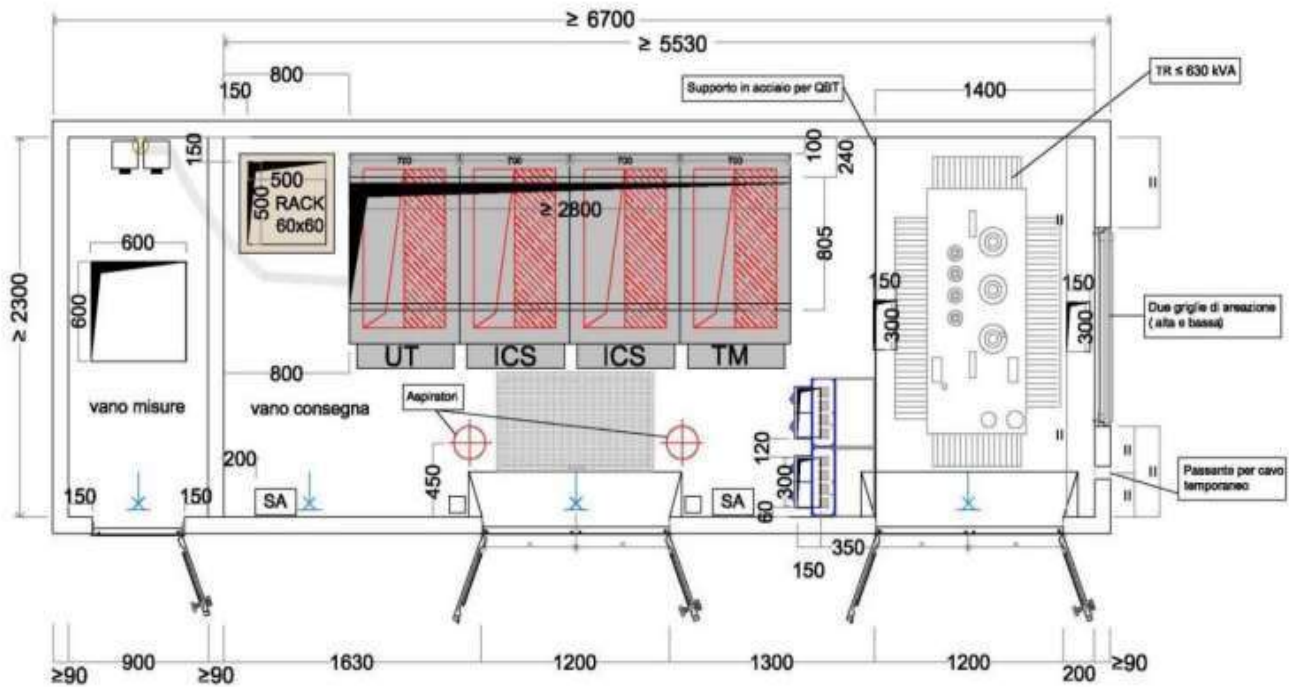


Fig. 6 Rappresentazione di una tipica cabina di partenza/consegna secondo Standard ENEL: particolari pianta e prospetto



Fig. 7 Rappresentazione di una tipica cabina di partenza/consegna secondo Standard ENEL:
particolari della vasca di fondazione

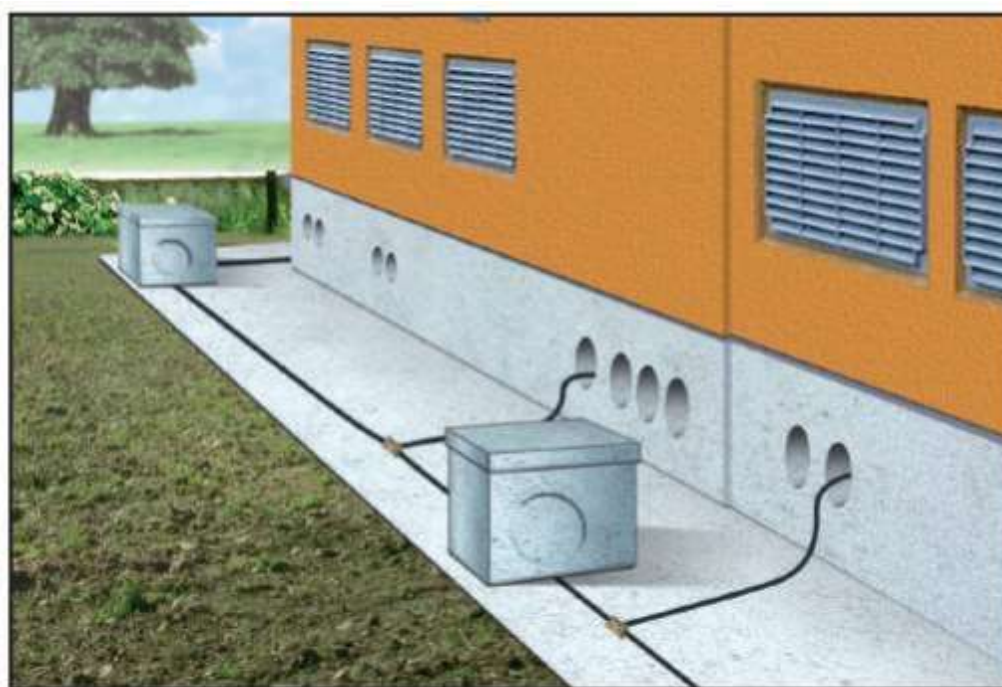


Fig. 8 Rappresentazione di una tipica cabina di partenza/consegna secondo Standard ENEL:
particolari di condutture e realizzazione di impianto di terra locale

Fig. 9 Rappresentazione di una tipica cabina di sezionamento secondo Standard ENEL DG 2061: prospetto

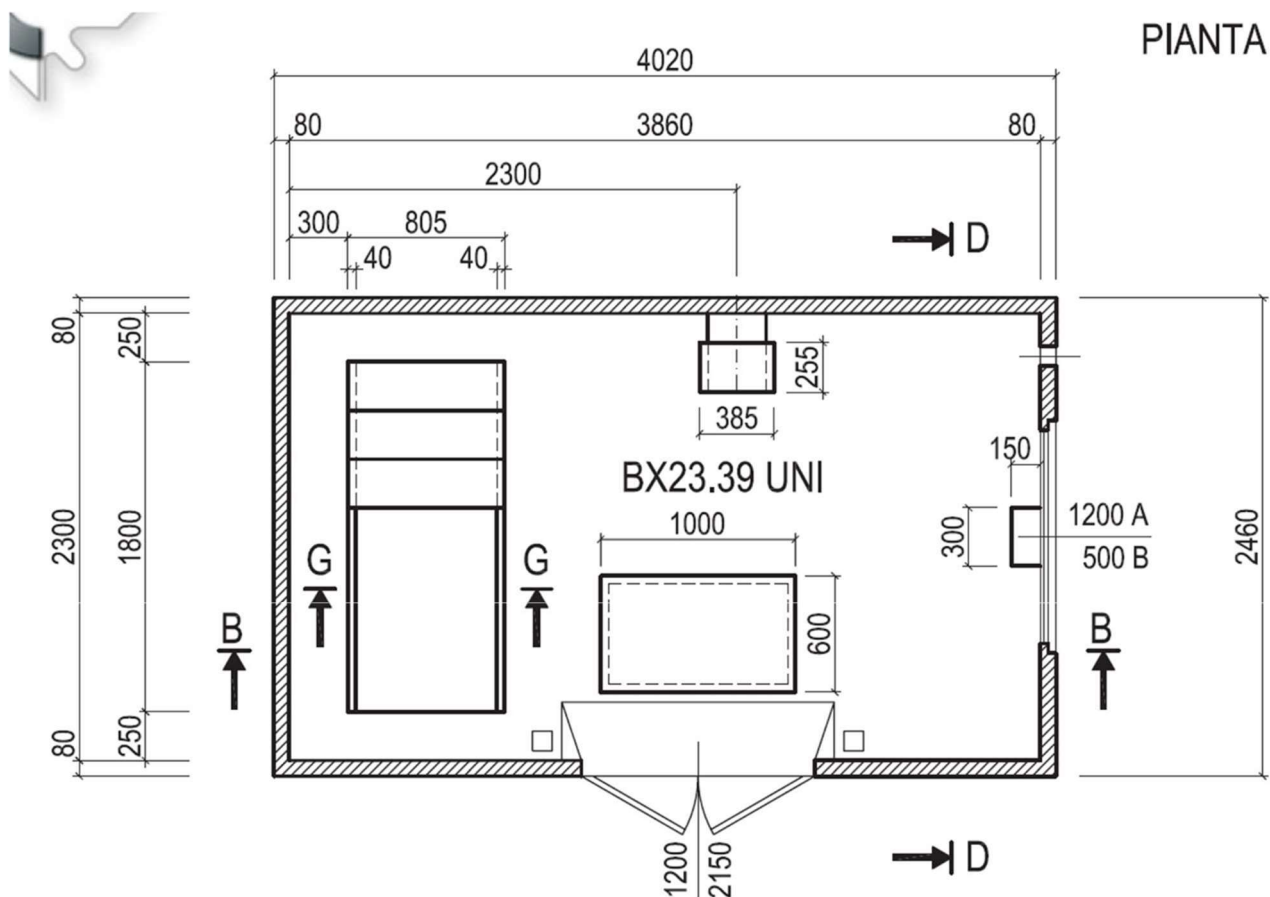


Fig. 10 Rappresentazione di una tipica cabina di sezionamento secondo Standard ENEL DG 2061: pianta

6. Specifiche degli elementi strutturali componenti dell'impianto

Sono di seguito descritti gli standard tecnici realizzativi degli elementi d'impianto di rete per la connessione.

6.1 Linea elettrica a 30 kV in cavo interrato da costruire (aspetti generali)

Per canalizzazione si intende l'insieme del canale, delle protezioni e degli accessori indispensabili per la realizzazione di una linea in cavo sotterraneo (trincea, riempimenti, protezioni, segnaletica).

La materia è disciplinata, eccezione fatta per i riempimenti, dalla Norma CEI 11-17. In particolare, detta norma, stabilisce che l'integrità dei cavi deve essere garantita da una robusta protezione meccanica supplementare, in grado di assorbire, senza danni per il cavo stesso, le sollecitazioni meccaniche, statiche e dinamiche, derivanti dal traffico veicolare (resistenza a schiacciamento) e dagli abituali attrezzi manuali di scavo (resistenza a urto).

La protezione meccanica supplementare non è necessaria nel caso di cavi MT posati a profondità maggiore di 1,7 m. La profondità minima di posa per le strade di uso pubblico è fissata dal Nuovo Codice della Strada ad 1 m dall'estradosso della protezione; per tutti gli altri suoli e le strade di uso privato valgono i seguenti valori, dal piano di appoggio del cavo, stabiliti dalla norma CEI 11-17:

- 0,6 m (su terreno privato);
- 1,00 m (su terreno pubblico);

Nella fattispecie di progetto, il cavidotto sarà realizzato con tubazione in corrugato PEAD a doppia parete di diametro pari a 160 mm.

La presenza dei cavi elettrici verrà segnalata con apposito nastro di segnalazione che verrà posato lungo lo scavo. I ripristini degli scavi verranno eseguiti a regola d'arte in considerazione delle direttive impartite dal gestore della strada provinciale, in uniformità a quanto già realizzato, al fine di rendere omogenea la finitura del manto stradale lungo la parte della strada interessata dallo scavo.

Tale intervento comporterà la posa di un conglomerato bituminoso formato da bitumi ecocompatibili a base di pigmenti micronizzati, polimeri ed una selezionata combinazione di additivi di color rosso; il tutto al fine di un manto stradale che, unito al bitume drenante, può rendere stabile e uniforme la superficie che potrebbe divenire ad alta densità veicolare durante la stagione estiva.

7. Caratteristiche linea elettrica a 30 kV in cavo interrato in progetto

7.1 Cavo per posa interrata

I cavi MT, per le connessioni locali degli impianti, saranno del tipo cordato ad elica visibile per la distribuzione interrata a tensione $U_0/U=18/30$ kV, con isolamento ridotto e schermo in tubo di alluminio:

- Formazione $3 \times 1 \times 185 \text{mm}^2$ con conduttori in Al (ARE4H1RX 18/30 KV).



Fig. 11: Cavo isolato, per piccole potenze, da interrare

Per la distribuzione e percorso di lunghe tratte si è optato di ricorrere al cavo ARE4H1RX 18/30 kV U_{max}: 30 kV; si tratta di cavi unipolari con conduttore di alluminio, in formazione rigida compatta di classe 2, isolamento in gomma HEPR di qualità G7, sotto guaina di PVC (qualità Rz), schermato con nastro e fili di rame rosso e dotato di armatura con doppio nastro di alluminio avvolti a coprigiunto. Per la prima parte di percorso, preposto alla raccolta degli impianti FV (dal n. 1 al 5), nonché nel trasferimento di energia per circa 16 MW_{ac} di potenza, si ricorrerà alla posa interrata in piano della singola terna, formazione paria 3x1x630mm²: ad una distanza di circa 1580 metri si conterrà la caduta di tensione allo 0.7%; la seconda parte del percorso, che contempla la trasmissione di energia per una potenza di 30 MW_{ac}, sarà realizzata con cavo in posa interrata in piano in formazione di doppia terna, 2x(3x1x400mm²): in prossimità dell'edificio di consegna linea per elevazione in AT, dopo la lunghezza di percorso di circa 8.400 metri la caduta di tensione sarà contenuta al %.



Fig. 12: Cavo isolato, schermato in Cu ed armato con nastro in Al, da interrare per trasmissione di maggiori potenze

7.2 Definizione di cavidotto

Per cavidotto si intende il tubo interrato (o l'insieme di tubi) destinato ad ospitare i cavi di media e/o bassa tensione, compreso il regolare ricoprimento della trincea di posa (reinterro), gli elementi di segnalazione e/o protezione (nastro monitore, cassette di protezione o manufatti in cls.) e le eventuali opere accessorie (quali pozzetti di posa/ispezione, chiusini, ecc.).

La realizzazione dei cavidotti MT deve essere effettuata tenendo conto della presenza degli altri servizi interrati (acqua, gas, telecomunicazioni, ecc.); sarà cura del richiedente prendere accordi con gli esercenti di tali servizi al fine di assicurare il rispetto delle prescrizioni indicate nel seguito (distanze da altre opere). Nel presente progetto si è prevista la posa delle tubazioni, prevalentemente, su strada interpodereale ed in parte su banchina di strada pubblica, limitandone al minimo la posa su terreno privato.

Nella posa dei tubi le curve saranno limitate al minimo necessario e comunque osserveranno un raggio di curvatura non inferiore a 1,5 metri. In particolare, il profilo della tubazione in media tensione sarà, quanto più possibile lineare, avendo cura di evitare strozzature, anche nei casi di incrocio ed interferenze con altre opere o per presenza di ostacoli (Fig. 13)

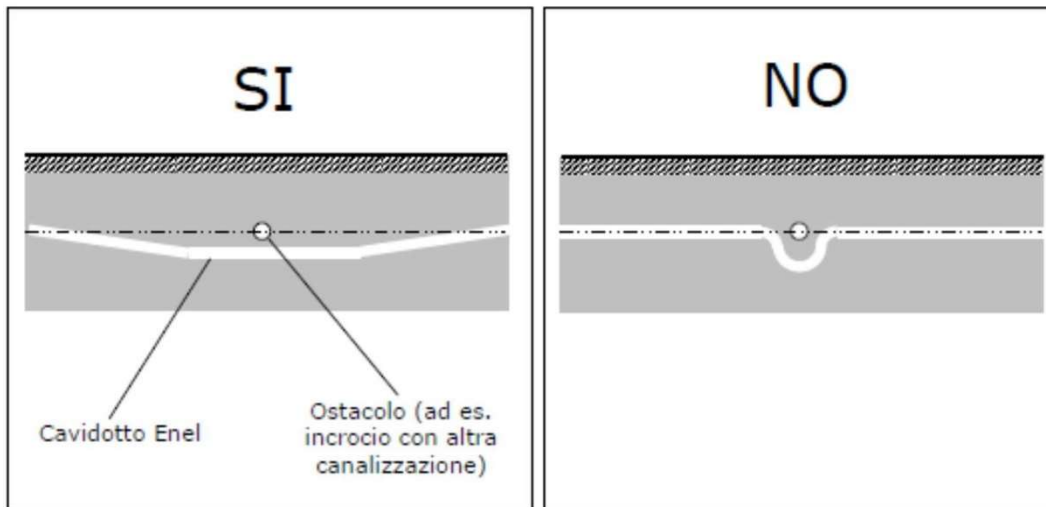


Fig. 13 Profilo dei cavidotti

7.3 Posa dei tubi

La profondità minima di posa dei tubi sarà tale da garantire almeno 1,0 m, misurata dall'estradosso superiore del tubo (Fig. 14). Va tenuto conto che detta profondità di posa minima sarà osservata, in riferimento alla strada, tanto nella posa longitudinale che in quella trasversale fin anche nei raccordi ai pozzetti. In merito al fondo dello scavo, ci si assicurerà che lo stesso sia piatto e privo di asperità che possano danneggiare le tubazioni stesse.

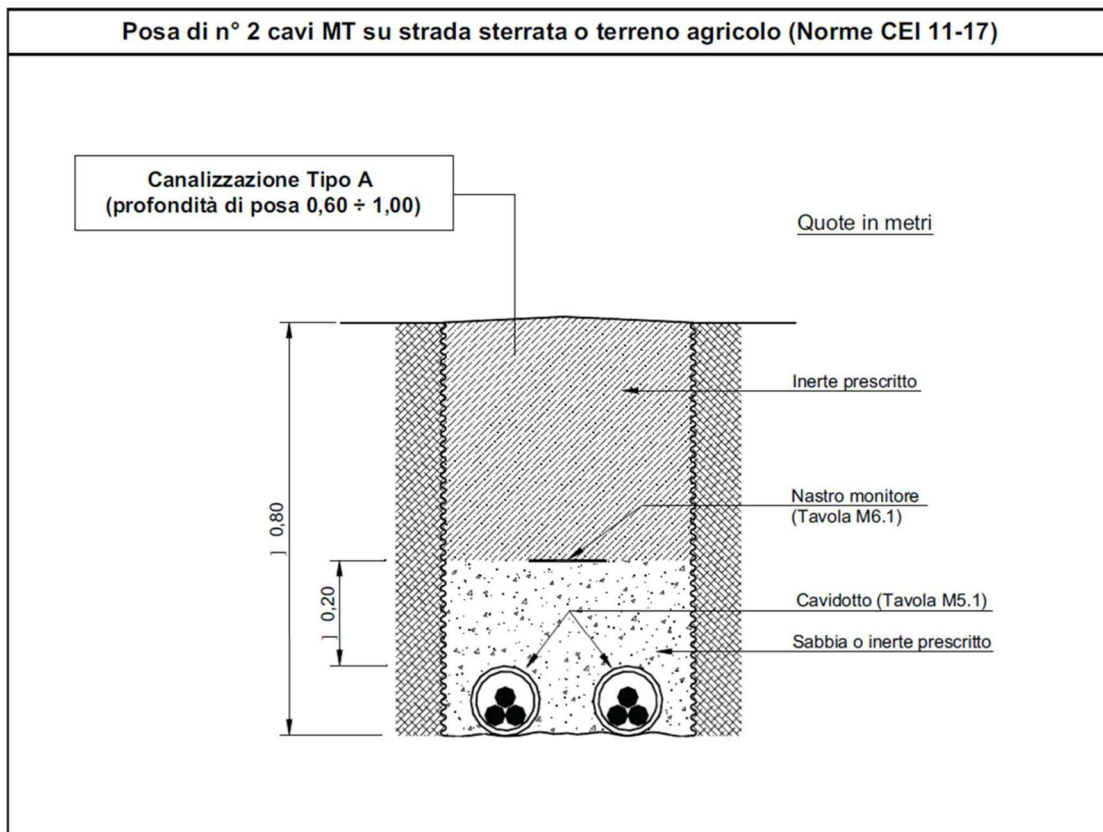


Fig. 14a Rappresentazione tipica di cavidotto interrato (terreno)

Posa di n° 1 cavo MT su strada asfaltata pubblica (Nuovo codice della strada)

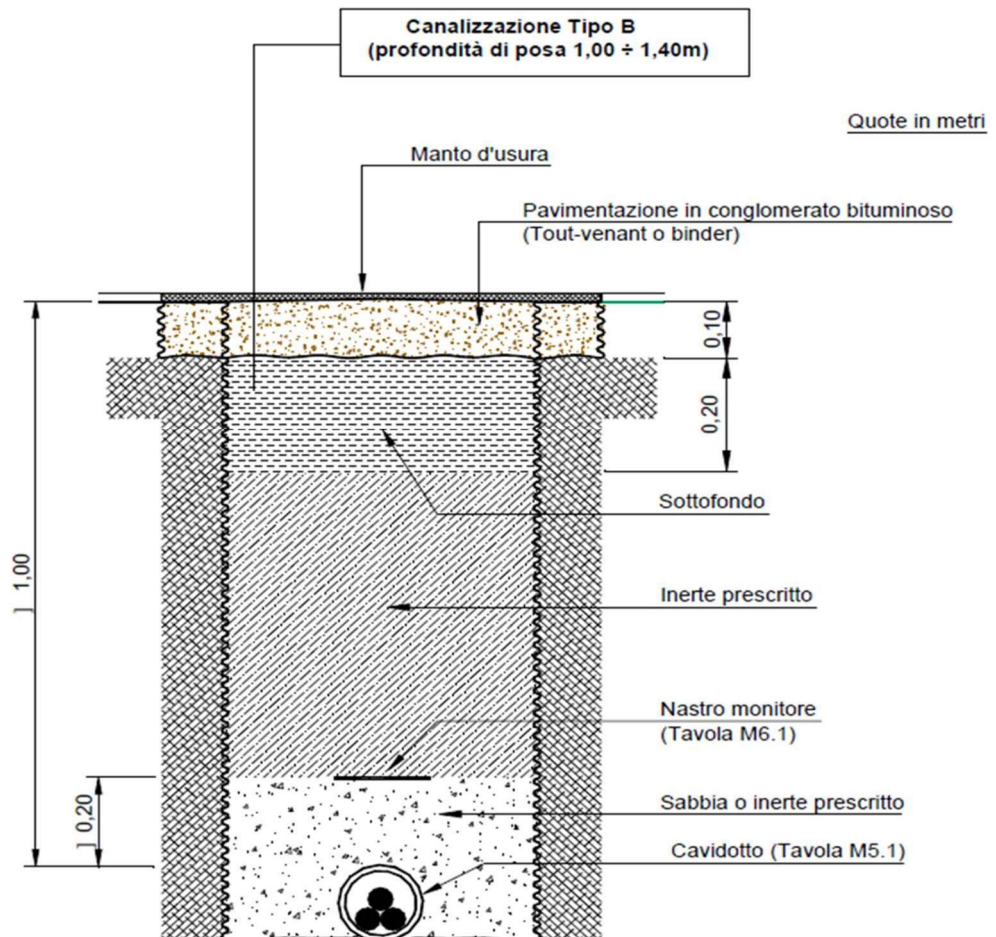


Fig. 14b Rappresentazione tipica di cavidotto interrato (asfalto)

Al di sopra dei cavidotti ad almeno 0,2 m dall'estradosso del tubo stesso, dovrà essere collocato il nastro monitor con la scritta ENEL CAVI ELETTRICI (uno almeno per ogni coppia di tubi); nelle strade pubbliche si dovrà comunque evitare la collocazione del nastro immediatamente al di sotto della pavimentazione, onde evitare che successivi rifacimenti della stessa possano determinarne la rimozione.

Fig. 15 Profondità minima dei cavidotti

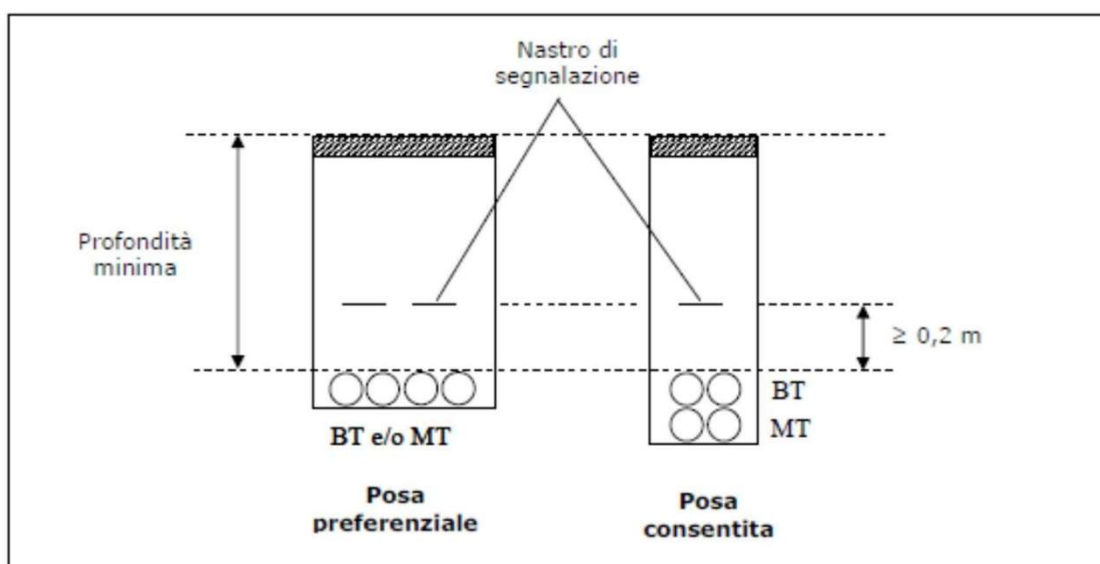
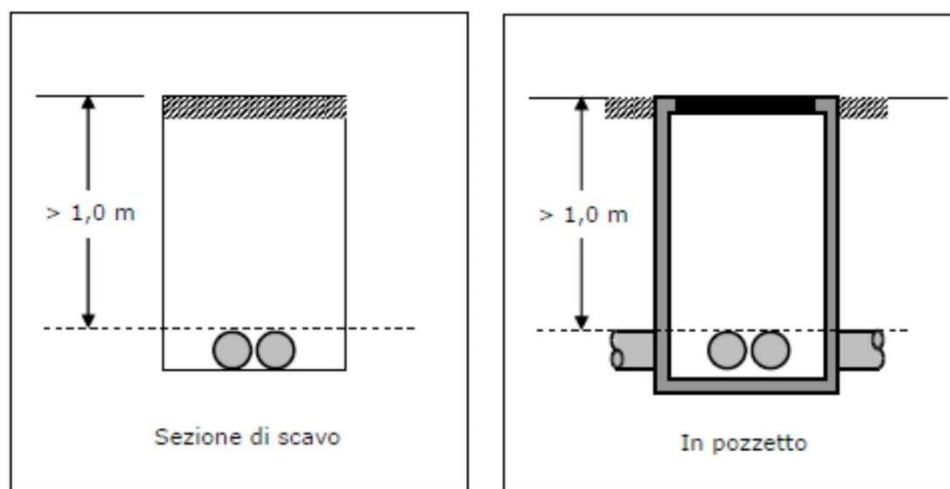


Fig. 16 Disposizione e segnalazione dei cavidotti

Una volta completata la posa dei tubi, prima del loro ricoprimento, si dovrà verificare la continuità e l'allineamento degli stessi.

In particolare, al fine di impedire l'ingresso di terra o altro materiale all'interno dei cavidotti si verificherà che:

- la giunzione dei tubi sia realizzata a regola d'arte;
- la sigillatura delle estremità dei tubi che non si attestino a pozzetti sia opportunamente protetta.

Laddove le amministrazioni competenti non diano particolari prescrizioni in merito alle modalità di ricoprimento della trincea, si osserveranno le seguenti prescrizioni:

- la prima parte del reinterro (fino a 0,1 m sopra al tubo collocato più in alto) sarà eseguita con sabbia o terra vagliata e successivamente irrorata con acqua, in modo da realizzare una buona compattazione;
- la restante parte della trincea (esclusa la pavimentazione) sarà riempita a strati successivi di spessore non superiore a 0,3 m ciascuno utilizzando il materiale di risulta dallo scavo (a tal fine, i materiali utilizzati dovranno essere fortemente compressi ed eventualmente irrorati al fine di evitare successivi cedimenti).

INGVEPROGETTI s.r.l.s Società di ingegneria	PROGETTO FOTOVOLTAICO SPARPAGLIATA "-Torre Santa Susanna-Erchie (BR)- Relazione tecnica cavidotto	LUMINORA SPARPAGLIATA S.R.L
------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------


NASTRO DI SEGNALAZIONE "ENEL CAVI ELETTRICI"				
Matricola	Specifica tecnica	Altezza del Nastro (cm.)	Lunghezza del rotolo (mt.)	
858833	DS 4285	20	250	
858833/b		10	250	

Fig. 17 Nastro di segnalazione presenza cavidotti

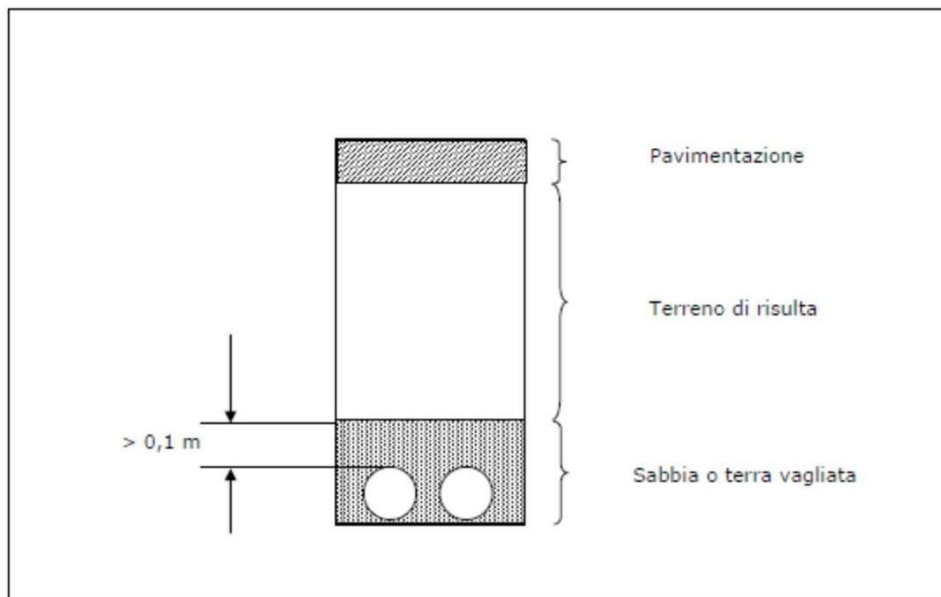


Fig. 18 Modalità di ricoprimento

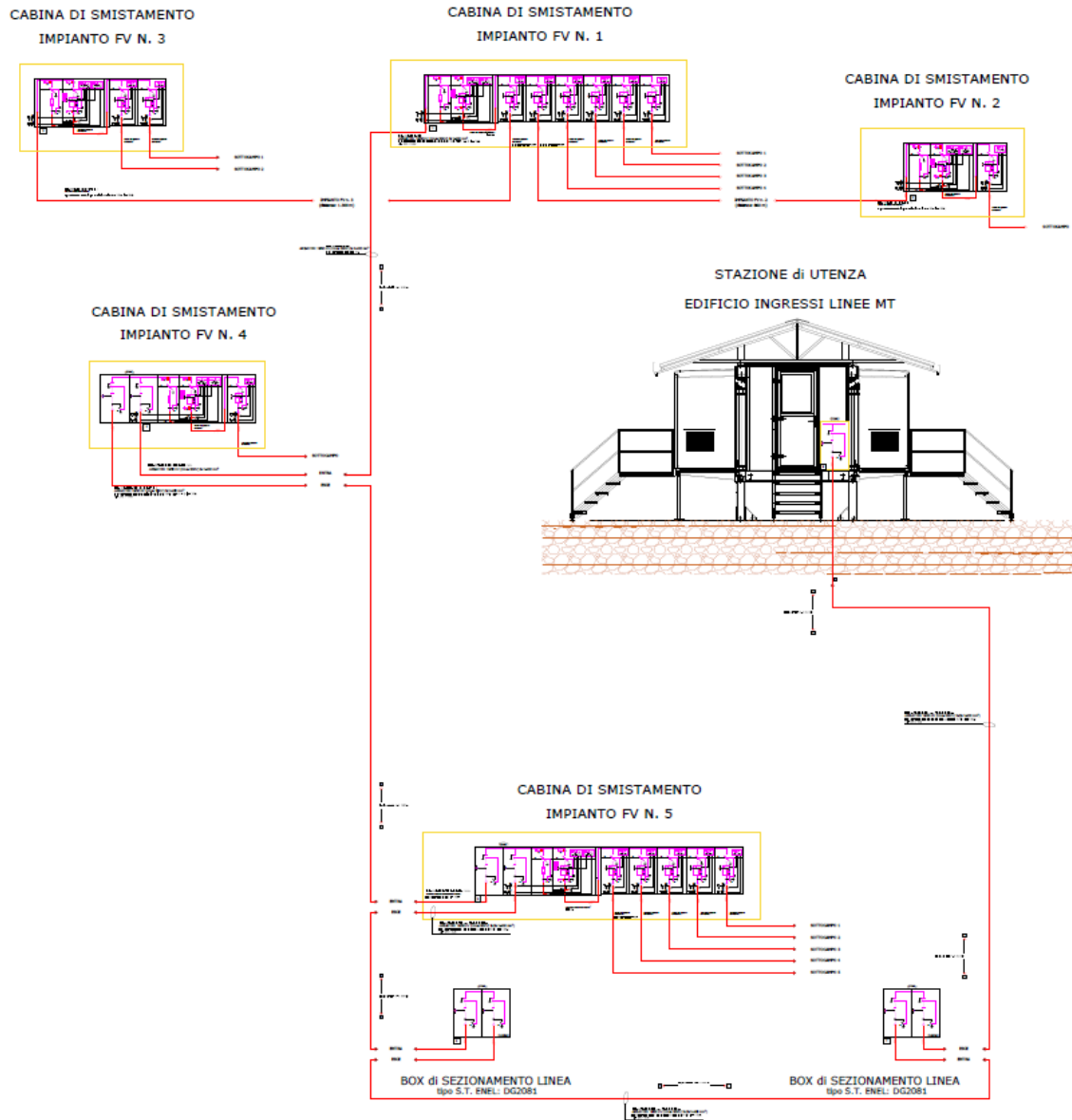
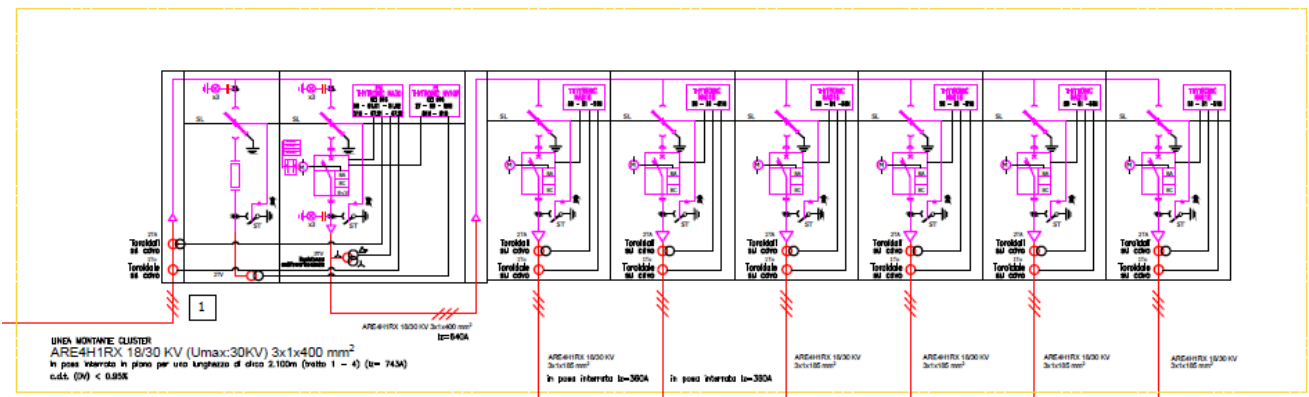
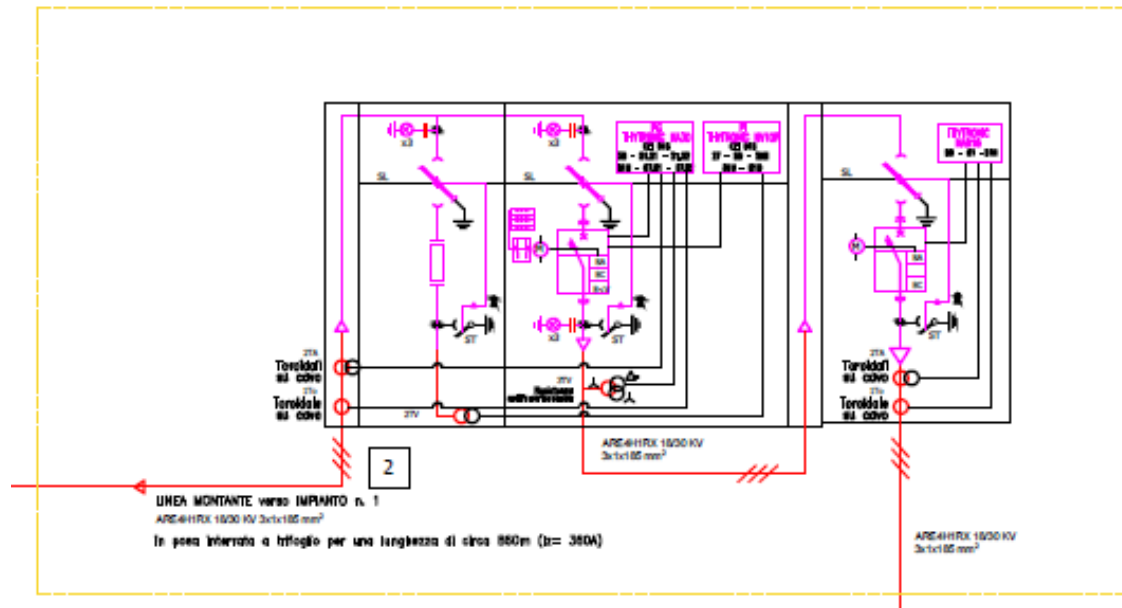


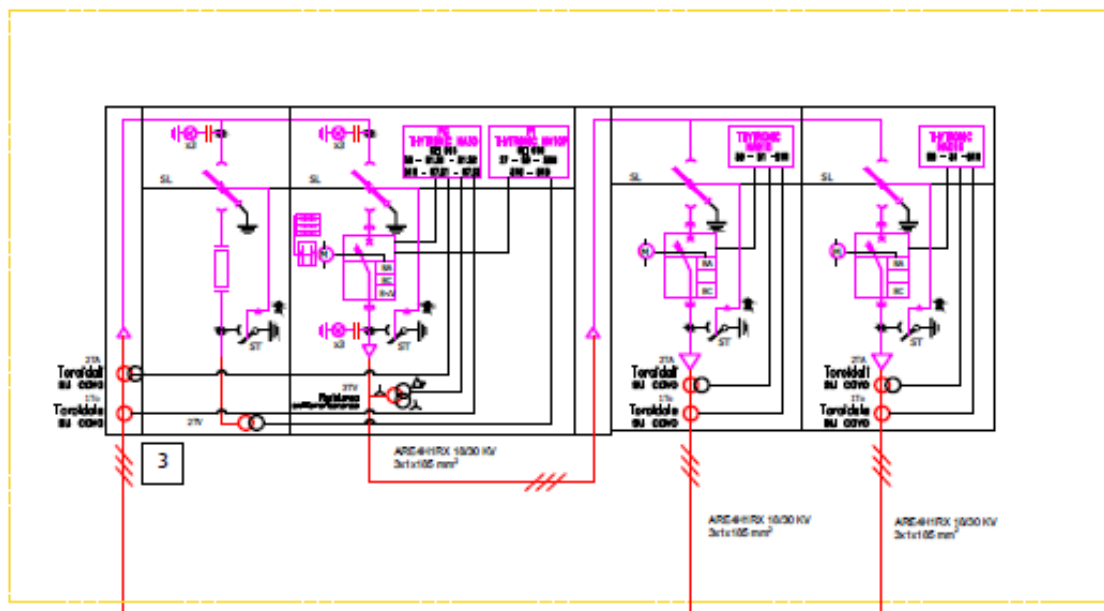
Fig. 19 Schema a blocchi del percorso in MT (tavola allegata)



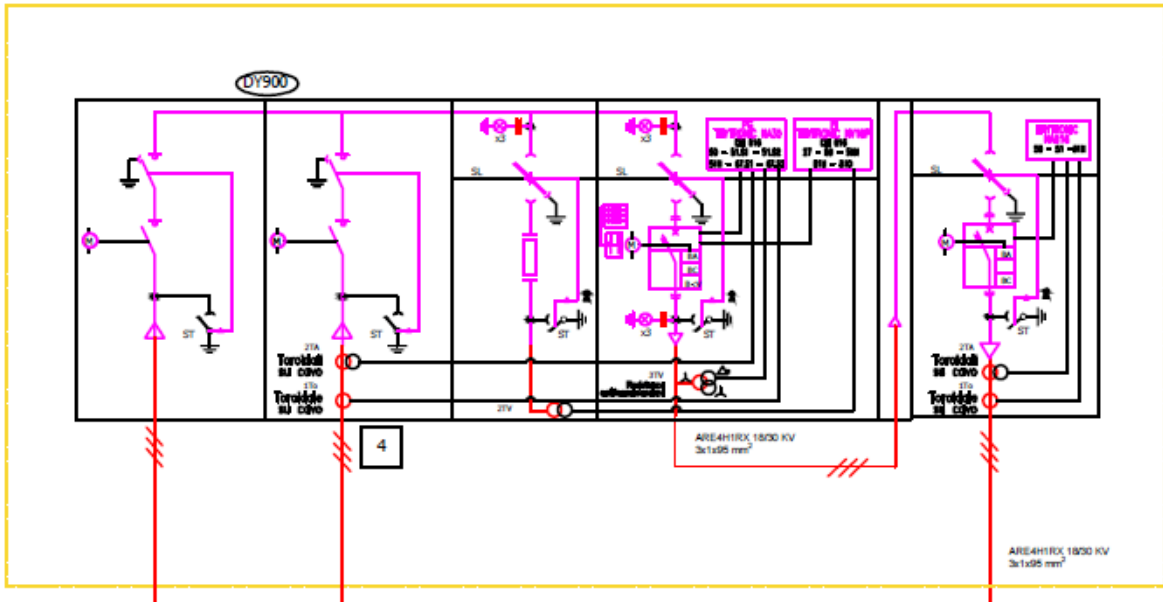
Particolare della cabina di partenza/consegna impianto Lotto SP_1



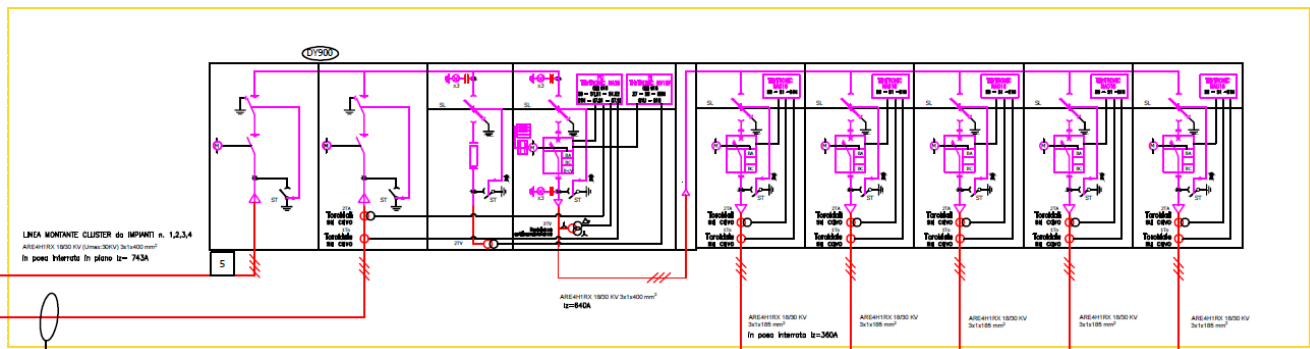
Particolare della cabina di partenza/consegna impianto Lotto SP_2



Particolare della cabina di partenza/consegna impianto Lotto SP_3



Particolare della cabina di partenza/consegna impianto Lotto SP_4



Particolare della cabina di partenza/consegna impianto Lotto SP_5



Particolare dell'Edificio integrato in Cabina Primaria MT/AT

INGVEPROGETTI s.r.l.s Società di ingegneria	PROGETTO FOTOVOLTAICO SPARPAGLIATA "-Torre Santa Susanna-Erchie (BR)- Relazione tecnica cavidotto	LUMINORA SPARPAGLIATA S.R.L
-------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------

8. Valutazione delle interferenze sul tracciato

Nella individuazione del tracciato del percorso interrato si è cercato di ottimizzare la progettazione provvedendo anche alla valutazione dei vincoli e delle interferenze esistenti sul territorio, vincoli che potessero interferire con la costruzione e l'esercizio della medesima opera di utenza.

Tra l'altro, in sede autorizzativa, è necessario che siano ottenuti i consensi, pareri, pubblicazioni, nulla osta e autorizzazioni da parte degli Enti interessati.

8.1 Compatibilità territoriale

Devono essere rispettati i vincoli previsti dalle leggi, sia a livello nazionale che regionale, di tutela del patrimonio storico culturale ed ambientale nonché i vigenti piani territoriali ed ambientali. L'area oggetto di intervento, per quanto afferente all'unità produttiva, ha caratteristiche di tipo agricolo, mentre il percorso di immissione in rete si adagia ad un contesto urbanistico, privo di interferenze di carattere paesaggistico. L'area non è soggetta a tutela ai sensi del D.Lgs. 42/2004 e non rientra nella zonizzazione del Piano Territoriale Paesistico di Area Ambientale Vasta della Regione Puglia. L'area quindi, non è soggetta ad alcun vincolo paesaggistico e culturale.

Ricade nei seguenti strumenti di Pianificazione Territoriale e Urbanistica:

- Strumenti urbanistici: Ricade nella zona Agricola, zona E, del vigente Programma di Fabbricazione dei comuni interessati (Torre Santa Susanna - Erchie - Mesagne)
- Zone di Protezione Speciale (ZPS) e Siti di Importanza Comunitaria (SIC): non rientra in nessuna delle aree protette ZPS o SIC.
- Piano di Assetto Idrogeologico: L'area di intervento è al di fuori di aree pericolose per rischio idrogeologico individuate dalla cartografia del PAI. Da un punto di vista geologico l'area risulta idonea alla realizzazione degli interventi previsti in progetto (vedi Relazione Geologica allegata al progetto dell'Impianto). Dall'analisi degli strumenti di pianificazione territoriale ed urbanistica sopracitati è emerso che il sito interessato dalle cabine di consegna e sezionamento, dalla linea elettrica in MT di connessione degli impianti fotovoltaici alla RTN ricade in aree prive di tutele e di vincoli.

Sulla base della tipologia di impianto in progetto e dei vincoli ed interferenze individuati, si riassume quanto segue:

INGVEPROGETTI s.r.l.s Società di ingegneria	PROGETTO FOTOVOLTAICO SPARPAGLIATA ”-Torre Santa Susanna-Erchie (BR)- Relazione tecnica cavidotto	LUMINORA SPARPAGLIATA S.R.L
-------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------

VINCOLO		
PAI	NO	
PPTR “Prati pascoli naturali”	NO	
SIC/ZPS	NO	
Autorità di Bacino (ADB) (in adiacenza, ma fuori limite, all’area di Cabina Primari)	NO	
PAESAGGISTICO	NO	
PPTR “Aree e rispetto dei boschi”	NO	
VINCOLO IDROGEOLOGICO	NO	
VINCOLO ARCHEOLOGICO	NO	
CONCESSIONE EDILIZIA	NO	
SIN	NO	

INTERFERENZE		
FIUMI/CORSI D'ACQUA/CANALI/CONDOTTE	NO	
STRADE PROVINCIALI (percorso su banchina laterale SP 66 – SP 144)	SI	
STRADE E TERRENI COMUNALI (tratto di collegamento SP 128 a SP 118)	SI	
STRADE STATALI (percorso su banchina laterale SS 7ter)	SI	
FERROVIA ARST GESTIONE FDS	NO	
FERROVIE STATALI	NO	
AEREOPORTI	NO	
PARCHI	NO	
PARCO GEOMINERARIO STORICO	NO	
AREE MINERARIE	NO	
PIU' COMUNI	NO	
AREE DEMANIALI	NO	
AREE CONSORTILI	NO	
AREE AEREOPORTUALI	NO	
LINEE AT	NO	

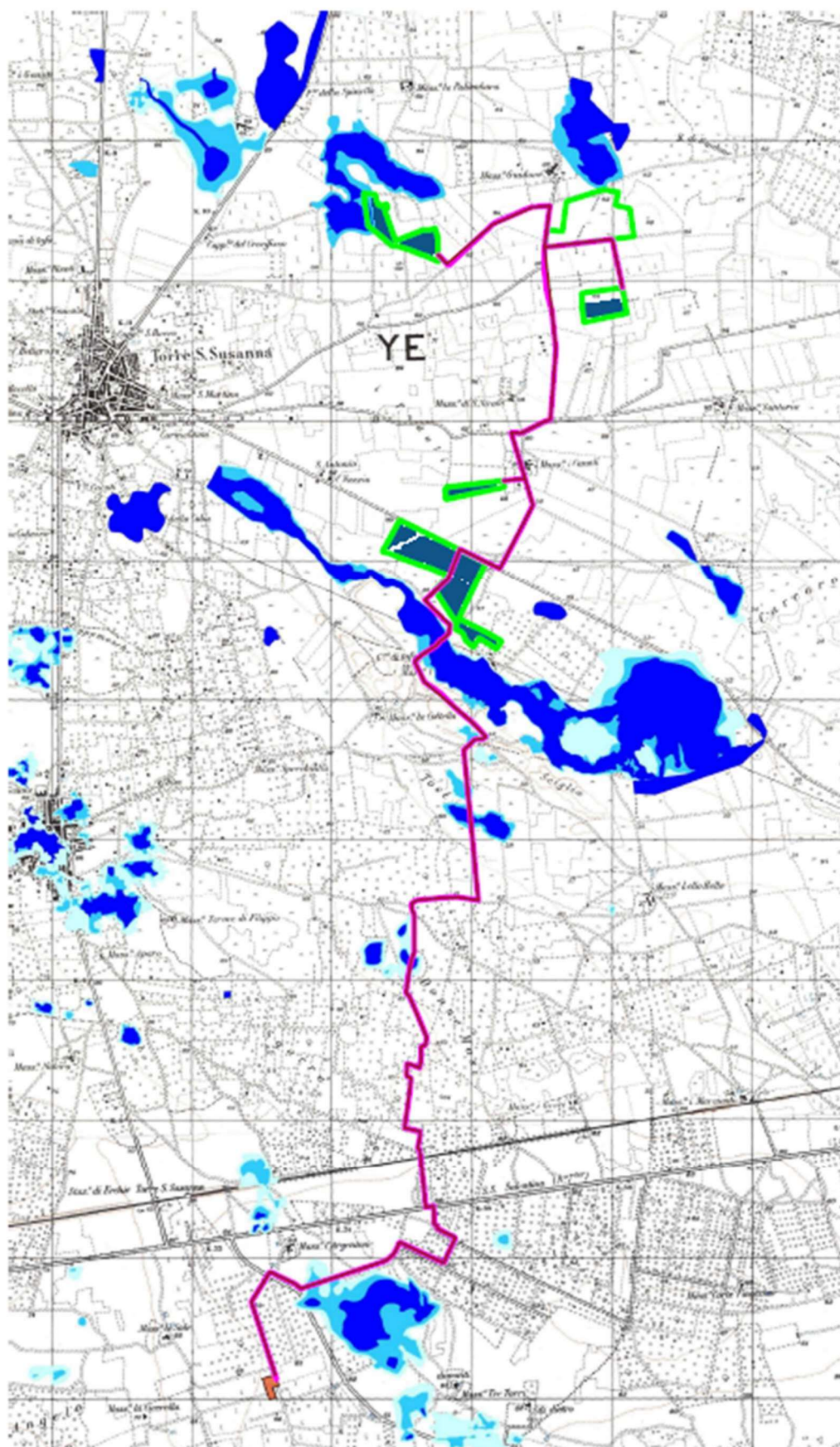


Fig. 20 Inquadramento vincolistico dell'area di intervento (Cluster impianti FV): ADB

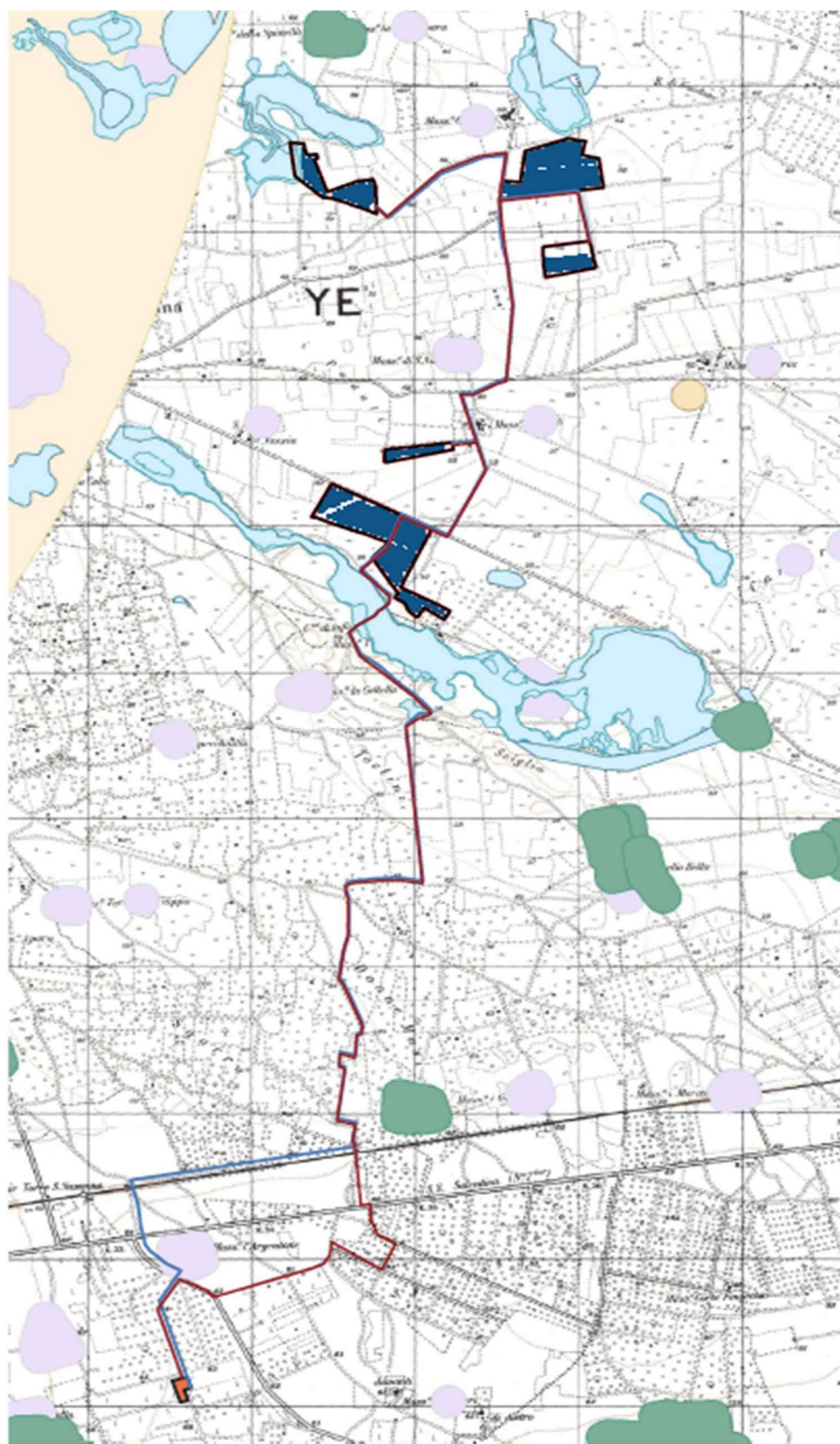


Fig. 21 Inquadramento vincolistico dell'area di intervento (Cluster impianti FV): PPTR

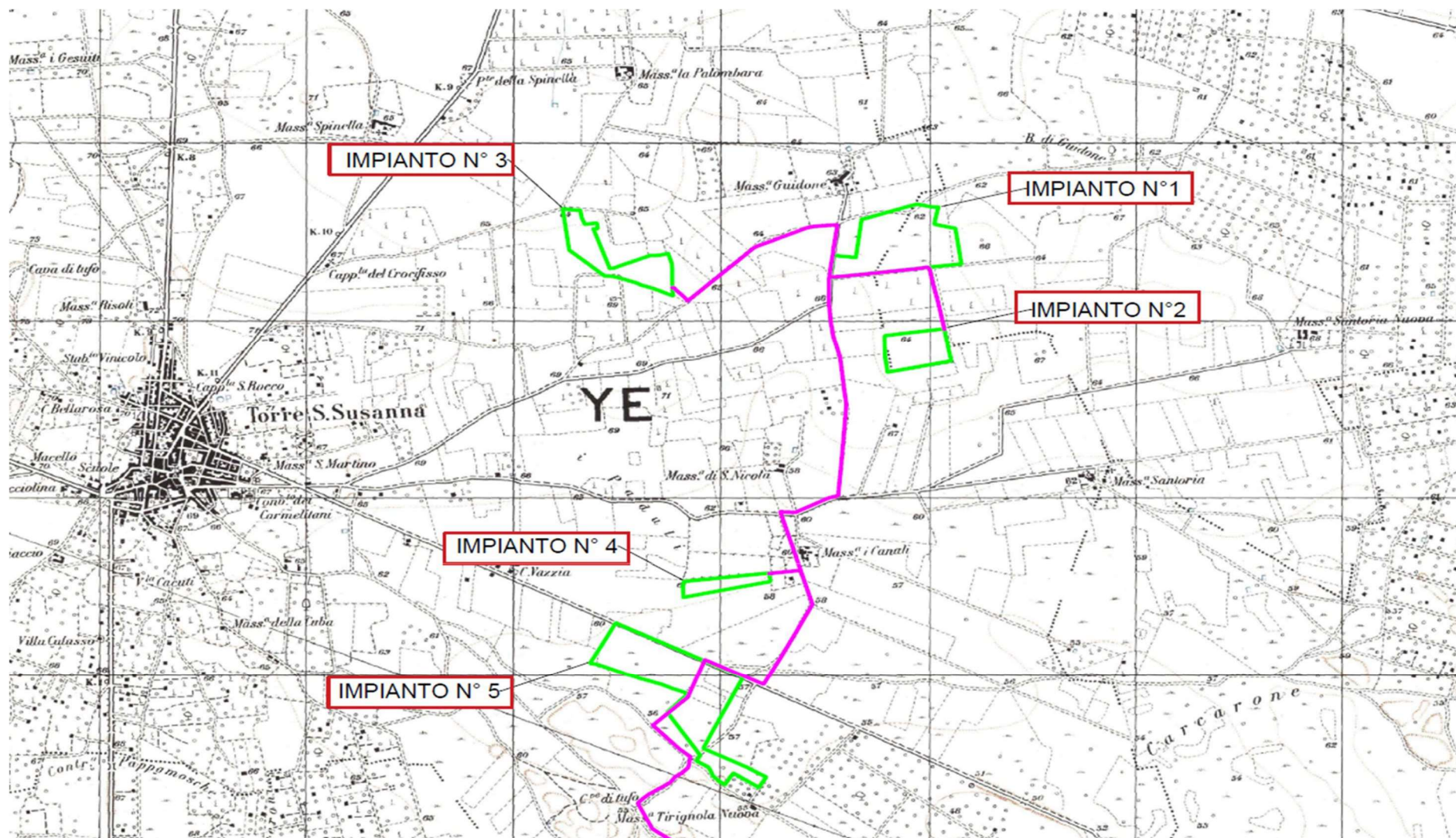
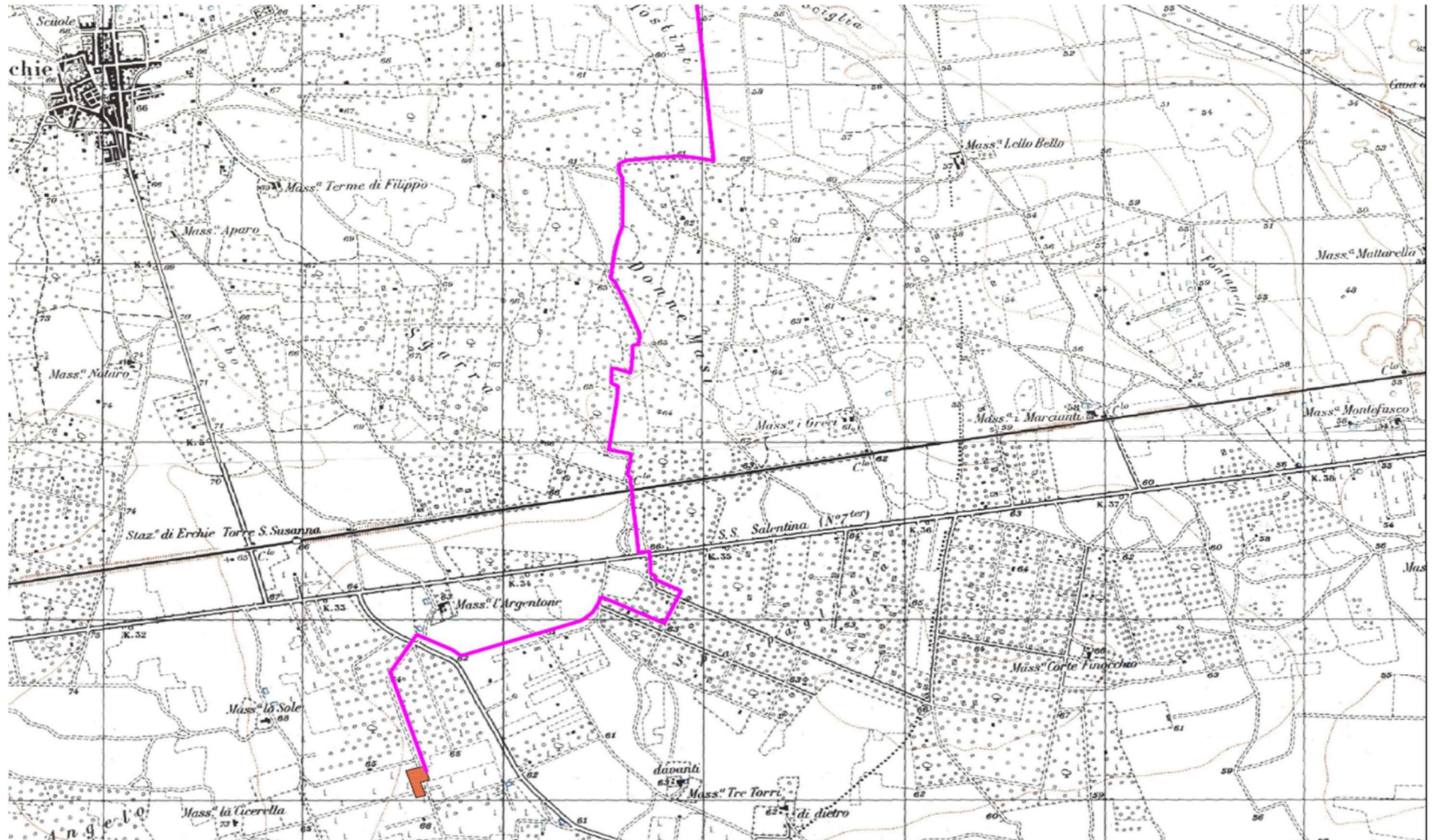


Fig. 22a Inquadramento generale dell'area di intervento (Cluster impianti FV): IGM

Fig. 22b Inquadramento generale dell'area di intervento del percorso terminale su Cabina Primaria: IGM



INGVEPROGETTI s.r.l.s Società di ingegneria	PROGETTO FOTOVOLTAICO SPARPAGLIATA "-Torre Santa Susanna-Erchie (BR)- Relazione tecnica cavidotto	LUMINORA SPARPAGLIATA S.R.L
------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------

9. Compatibilità Elettromagnetica

9.1 Premessa

Lo studio di compatibilità sulla protezione dalle esposizioni ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici ha lo scopo di effettuare la valutazione del campo elettrico e dell'induzione magnetica generati dalle condutture e apparecchiature elettriche che compongono l'impianto elettrico in progetto con riferimento alle prescrizioni di cui al DPCM del 08.07.03 in materia di "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 50 Hz generati dagli elettrodotti".

9.2 Normativa di riferimento

Legge quadro n° 36 del 22 febbraio 2001. - Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici.

D.P.C.M. del 08 luglio 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.

Decreto Min Ambiente 29-05-08 - Metodologia calcolo fasce di rispetto elettrodotti.

Decreto Min Ambiente 29-05-08 - Approvazione procedure di misura e valutazione induzione magnetica.

9.3 Compatibilità elettrica

I livelli di campo elettrico non necessitano di alcuna valutazione in quanto gli schermi metallici dei cavi e gli involucri metallici di tutte le apparecchiature sono collegati francamente a terra e assumono pertanto il potenziale zero di riferimento. Il valore del campo elettrico è inferiore al limite di 5 kV/m fissato dall'art. 3 del D.P.C.M. 08/07/03.

9.4 Compatibilità magnetica

Per il nuovo elettrodotto si applicano le prescrizioni di cui all'art. 4 del D.P.C.M. 08/07/03 che fissa per il valore dell'induzione magnetica l'obiettivo di qualità di 3 μ T in corrispondenza di aree di gioco per l'infanzia, ambienti scolastici e di luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere.

Con l'utilizzo dei cavi ad elica visibile e comunque assicurando l'interramento della rimanente linea elettrica in MT con cavo schermato con nastro e fili di rame rosso e dotato di armatura con doppio nastro di alluminio avvolti a coprigiunto, alla profondità > 1 metro, giusta descrizione contenuta nella presente relazione e rappresentazione negli elaborati cartografici allegati, si assicura, per detta tipologia di posa, così come riportato nelle prescrizioni contenute nel D.M.29/05/2008 (punto 3.2), nel rispetto della normativa tecnica in vigore DM 16.01.1991 e DM 21.3.1988 n.449 e s.m.i, nonché a quanto indicato nella norma CEI 106-11 ai punti 7.1.1 e 7.1.2, il conseguimento dell'obiettivo di qualità prescritto dal DPCM 08/07/2003.

INGVEPROGETTI s.r.l.s Società di ingegneria	PROGETTO FOTOVOLTAICO SPARPAGLIATA "-Torre Santa Susanna-Erchie (BR)- Relazione tecnica cavidotto	LUMINORA SPARPAGLIATA S.R.L
-------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------

9.5 Teoria sui campi elettromagnetici

La linea elettrica durante il suo normale funzionamento genera un campo elettrico e un campo magnetico. Il primo è proporzionale alla tensione della linea stessa, mentre il secondo è proporzionale alla corrente che vi circola ed entrambi decrescono molto rapidamente con la distanza. Tuttavia, nel caso di cavi interrati la presenza dello schermo e la relativa vicinanza dei conduttori delle tre fasi elettriche rende di fatto il campo elettrico nullo ovunque; pertanto il rispetto della normativa vigente in corrispondenza dei recettori sensibili è sempre garantito indipendentemente dalla distanza degli stessi dall'elettrodotto.

Per quanto riguarda invece il campo magnetico si rileva che la maggiore vicinanza dei conduttori delle tre fasi tra di loro rispetto alla soluzione aerea rende il campo trascurabile già a pochi metri dall'asse dell'elettrodotto. Di seguito è esposto l'andamento del campo magnetico massimo lungo il tracciato della linea interrata a 30 kV.

La linea di connessione quindi, genera, con andamento radiale rispetto ai cavi, dei campi elettromagnetici dovuti al passaggio della corrente e ad essa proporzionali. In aria, l'andamento di tale campo in funzione della distanza dal cavo è proporzionale all'inverso del quadrato della distanza, ossia esso diminuisce fortemente la sua intensità con l'allontanarsi dalla sorgente. La presenza di rivestimenti di isolamento e schermature metalliche ne limitano ulteriormente l'intensità.

Non appena la linea viene esercita e posta in tensione, indipendentemente dal fatto che essa trasporti o meno potenza, il sistema polifase, caratterizzato da cariche in gioco, produce il suo campo elettrico.

Il campo magnetico B è invece associato alla corrente (e quindi alla potenza) trasportata dalla linea: esso scompare quando la linea è solo "in tensione" ma non trasporta energia.

I campi elettromagnetici, in base alla loro frequenza, possono essere suddivisi in:

- onde ionizzanti (IR): onde ad alta frequenza così chiamate in quanto capaci di modificare la struttura molecolare rompendone i legami atomici (l'esempio più ricorrente è quello dei raggi X) e perciò cancerogene;
- onde non ionizzanti (NIR): su cui sono tuttora in corso numerosi studi tesi a verificare gli effetti sull'uomo. Questo tipo di onde comprende, tra le varie frequenze, le microonde, le radiofrequenze ed i campi a frequenza estremamente bassa (ELF - Extremely Low Frequency da 0 a 10 kHz).

Fra questi campi a bassa frequenza (ELF) è compresa anche l'energia elettrica che è trasmessa a frequenza di 50 Hz. Le grandezze che determinano l'intensità e la distribuzione del campo magnetico nello spazio circostante una linea interrata sono fondamentalmente:

1. intensità delle correnti di linea;
2. distanza dai conduttori;
3. isolanti, schermature e profondità di interrimento del cavo;
4. disposizione e distanza tra conduttori.

Per mitigare il campo magnetico generato da una linea elettrica, dal momento che la schermatura mediante materiali ad alta permeabilità e/o conducibilità non è strada praticabile, è dunque necessario agire su una o più delle grandezze sopra elencate. L'influenza dei vari fattori si evince immediatamente dalla legge di Biot-Savart, secondo cui: "il campo magnetico è direttamente proporzionale all'intensità di corrente e inversamente proporzionale alla distanza dalla sorgente".

INGVEPROGETTI s.r.l.s Società di ingegneria	PROGETTO FOTOVOLTAICO SPARPAGLIATA "-Torre Santa Susanna-Erchie (BR)- Relazione tecnica cavidotto	LUMINORA SPARPAGLIATA S.R.L
-------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------

9.5.1 Legge di Biot-Savart

Il quarto fattore entra in gioco per il fatto che il sistema di trasmissione polifase, nella fattispecie trifase, risulta composto da una terna di correnti di uguale intensità seppure sfasate nel tempo e, poiché il campo magnetico in ogni punto dello spazio circostante è dato dalla composizione vettoriale dei contributi delle singole correnti alternate, ne deriva un effetto di mutua compensazione di tali contributi tanto maggiore quanto più vicine tra loro sono le sorgenti, fino ad avere una compensazione totale se le tre correnti fossero concentriche. Per le linee aeree, la distanza minima tra i conduttori è limitata dalla necessaria distanza che deve essere posta tra le fasi, in subordinazione della tensione di esercizio, mentre per le linee in cavo tale distanza può essere dell'ordine di 20-

30 cm con un abbattimento sostanziale del campo magnetico già a poca distanza. Come avviene ormai sempre più di frequente, le linee di Media Tensione non vengono più costruite mediante linea aerea a conduttori nudi, ma (se non in conduttore isolato aereo) interrate, consentendo di ridurre drasticamente l'effetto dovuto ai campi elettromagnetici attenuati dal terreno che agisce da "schermatura naturale"; si riesce ad abbassare l'intensità di tali emissioni a valori addirittura inferiori ai più comuni elettrodomestici di uso quotidiano. Il calcolo è stato effettuato in aderenza alla Norma CEI 211-4.

$$B = \mu_0 \times I / 2\pi R$$

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. Il 12-7-99 il Consiglio dell'Unione Europea 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 una ultima analisi condotta sulla letteratura scientifica, un Comitato di esperti della Commissione Europea ha raccomandato alla CE di continuare ad adottare tali linee guida. Successivamente è intervenuta, con finalità di riordino e miglioramento della normativa allora vigente in materia, la Legge 36/2001, che ha individuato ben tre livelli di esposizione ed ha affidato allo Stato il compito di determinare e di aggiornare periodicamente i limiti di esposizione, i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità, in relazione agli impianti suscettibili di provocare inquinamento elettromagnetico. 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: quel valore del campo elettromagnetico da osservare quale misura di cautela ai fini della protezione da possibili effetti a lungo termine;
- obiettivo di qualità: 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 sempre dal citato Comitato, è stata emanata nonostante che le raccomandazioni del Consiglio della Comunità 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 CE, mentre l'Italia ha adottato misure più restrittive di quelle indicate dagli Organismi internazionali. In esecuzione della predetta Legge, è stato infatti emanato il D.P.C.M. dell' 8.7.2003, che ha fissato il limite di esposizione in 100 microtesla per l'induzione magnetica e 5 kV/m per il campo elettrico; ha stabilito il valore di attenzione di 10 microtesla, 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 microtesla. 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 (non si deve dunque fare riferimento al valore massimo di corrente eventualmente sopportabile da parte della linea). 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. dell' 8.7.2003, al quale soltanto può farsi utile riferimento. Infatti il DM del MATTM del 29.05.2008, che definisce la metodologia di calcolo delle fasce di rispetto degli elettrodotti, riprende l'art. 6 di tale D.P.C.M..

9.6 Campi elettromagnetici cavidotti MT

In linea con il dettato dell'art. 4 del DPCM 08/07/2003 di cui alla Legge. n° 36 del 22/02/2001, in materia di rispetto delle distanze da ambienti presidiati ai fini dei campi elettrici e magnetici, il tracciato è stato eseguito tenendo conto del limite di qualità dei campi magnetici, fissato dalla suddetta legislazione a $3 \mu\text{T}$.

La disposizione delle fasi sarà quella indicata nella sezione cavidotto interrato, sopra esplicitata. In particolare, ai fini del calcolo, la tipologia di cavidotti presenti nell'impianto di rete si può riassumere nella doppia tipologia afferente alla posa di cavi elicordati a trifoglio e cavi con posa ravvicinata in piano.

Nei cavidotti in utilizzo vale quanto riportato nella norma CEI 106-11 e nella norma CEI 11-17. Infatti, come illustrato nella norma CEI 106-11 la ridotta distanza tra le fasi e la loro continua trasposizione, dovuta alla cordatura, fa sì che l'obiettivo di qualità di $3 \mu\text{T}$, anche nelle condizioni limite di conduttori di sezione maggiore e relativa "portata nominale", venga raggiunto già a brevissima distanza ($50 \div 80 \text{ cm}$) dall'asse del cavo stesso (Figure 23a e 23b).

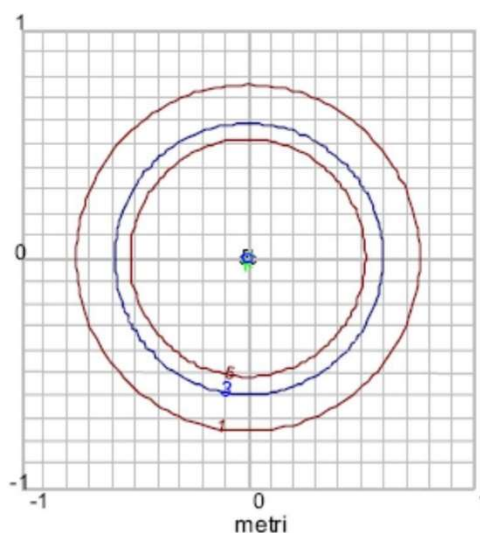


Fig. 23a Curve di equilivello per il campo magnetico di una linea MT in cavo isolato con schermo metallico (rif. Norma CEI 106-11)

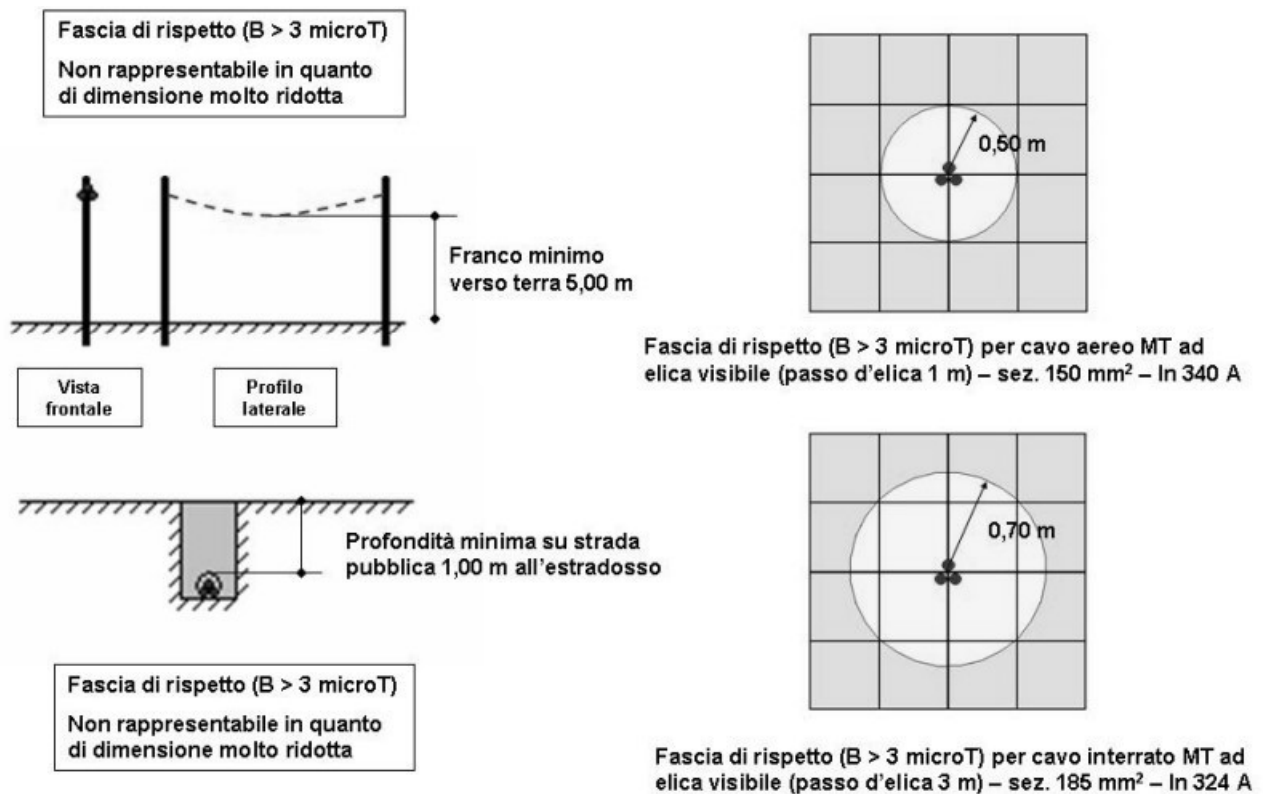


Fig. 23b Curve di livello dell'induzione magnetica generata da cavi cordati ad elica – calcoli effettuati con il modello tridimensionale “Elico” della piattaforma “EMF Tools”, che tiene conto del passo d'elica.

Si fa notare in proposito che anche il recente decreto del 29.05.2008, sulla determinazione delle fasce di rispetto, ha esentato dalla procedura di calcolo le linee MT in cavo interrato e/o aereo con cavi elicordati, pertanto a tali fini si ritiene valido quanto riportato nella norma richiamata. Ne consegue che in tutti i tratti realizzati mediante l'uso di cavi elicordati si può considerare che l'ampiezza della fascia di rispetto sia pari a 2 m, a cavallo dell'asse del cavidotto, uguale alla fascia di asservimento della linea. Al proposito si precisa che una linea da 20 kV in conduttori nudi aerei genera un campo a terra di 4,5 μT che, impiegando la più costosa realizzazione in cavo elicordato aereo, si riduce a 0,2 μT .

Di seguito, in ottemperanza alle norme vigenti per il calcolo degli effetti a lunga esposizione sui recettori sensibili, si raffigurano i diagrammi ottenuti dal software di calcolo “Calcolo Elf_ versione 1.0”, con riferimento a terna esercita a 20kV e formazione della conduttura 3x1x600mm² percorsa dalla corrente di 547 A, calcolati su due livelli: a quota zero dal suolo (Fig. 24a) e a quota +1 metro dal suolo (Fig. 24b) . Sull'asse y dei diagrammi avremo il valore dell'intensità del campo magnetico espressi in microtesla (μT), sull'asse x avremo le distanze in metri (m).

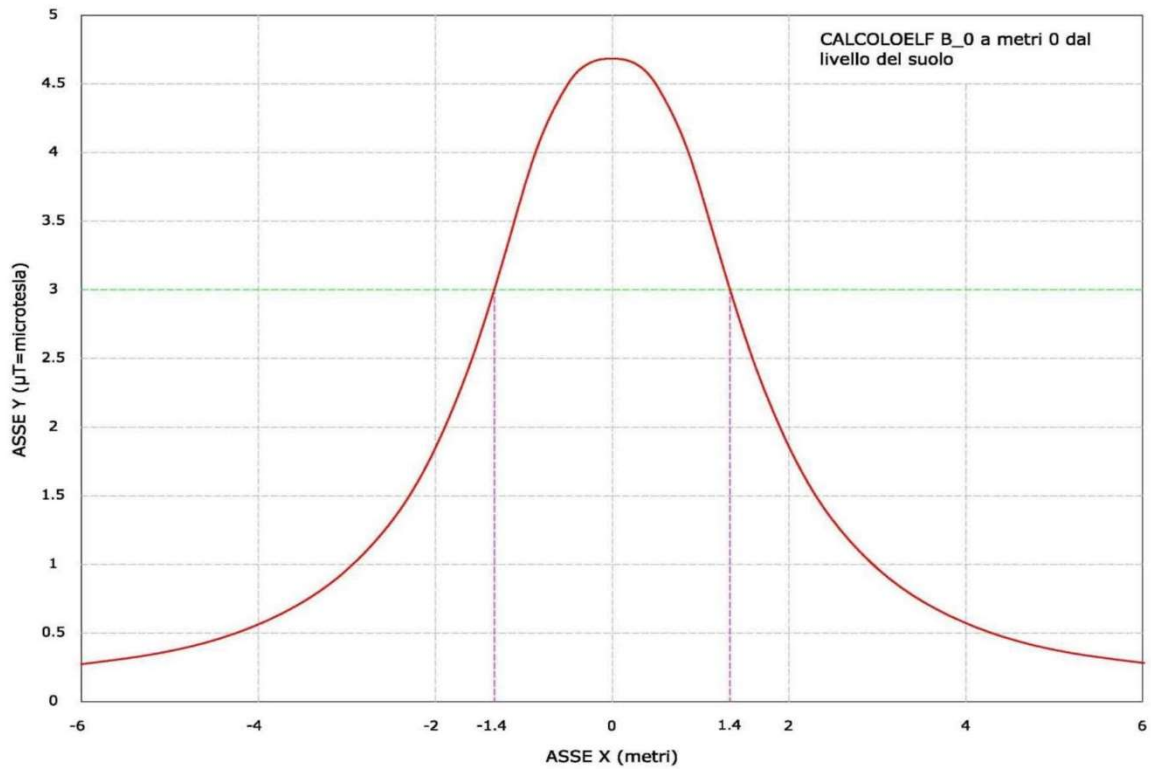


Fig. 24a Diagramma campo magnetico delle linee MT, interrato in cavo isolato e schermato, a quota 0 m dal suolo.

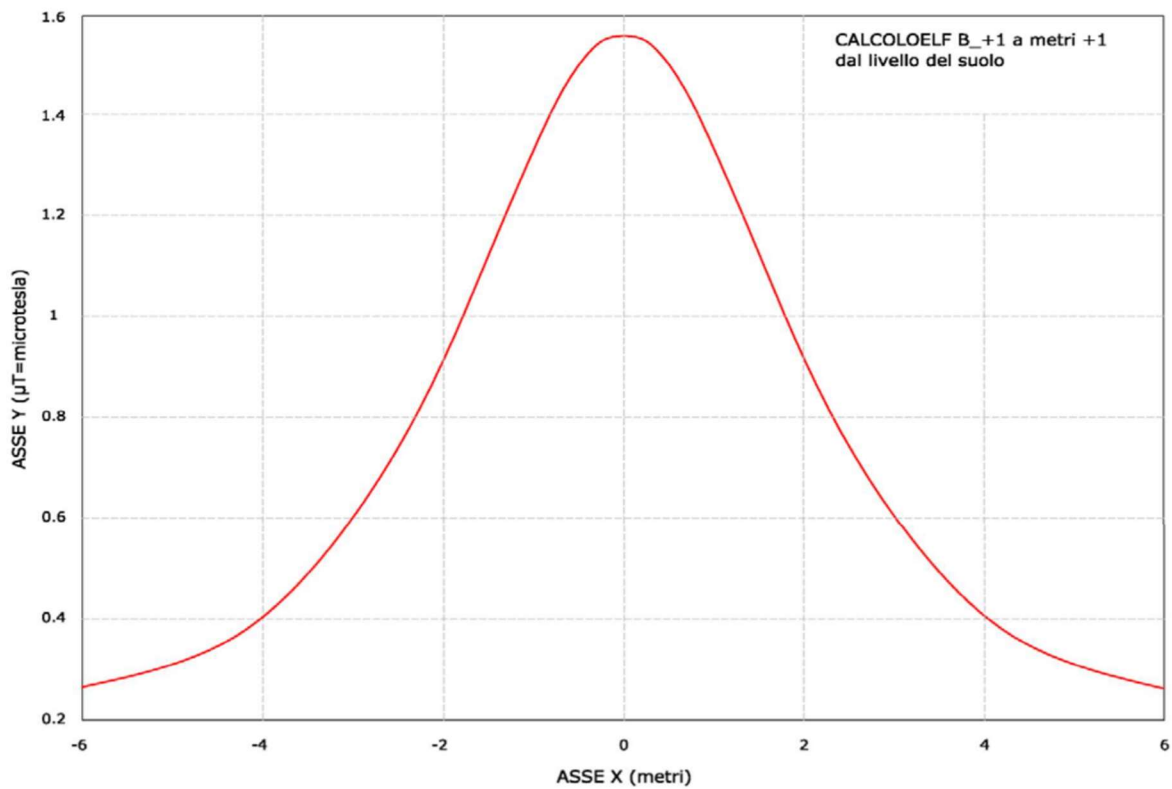


Fig. 24b Diagramma campo magnetico delle linee MT, interrato in cavo isolato e schermato, a quota +1 m dal suolo.

Pertanto, per quanto concerne il calcolo del campo magnetico delle linee MT interrato, si individua come volume di rispetto relativo al cavidotto MT interrato il volume cilindrico in asse col cavidotto con raggio pari a 1,4 metri e come fascia di rispetto la sua proiezione al suolo. Si evince chiaramente dall'immagine in (Figura 26) che il volume di rispetto cilindrico non oltrepassa la quota zero e quindi non esiste alcuna interazione con recettori sensibili pertanto, ritrovandoci nel pieno rispetto dei limiti vigenti non sussistono pericoli per la salute umana.

Tuttavia, al momento dell'entrata in esercizio dell'impianto fotovoltaico saranno comunque effettuate misurazioni strumentali in campo allo scopo di garantire quanto proposto; eventualmente, in caso contrario, ad intervenire nella mitigazione definitiva.

Il calcolo dei campi elettrici non è stato condotto in quanto tutti i cavi in media tensione impiegati sono dotati di armatura metallica connessa a terra, che scherma l'effetto del campo elettrico, di conseguenza il campo elettrico esterno allo schermo è nullo.

In relazione alla specifica ubicazione degli impianti e/o del locale cabina di consegna sulla citata area di progetto della centrale FV è applicabile il criterio basato sulla DPA, distanza di prima approssimazione.

La Distanza di prima approssimazione (Dpa) è stata calcolata sulla base della tabella riportata nell'articolo 5.2.1 dell'allegato al D.M. 29 maggio 2008, considerando che il limite fissato dall'obiettivo di qualità di $3 \mu\text{T}$ di cui all'art. 4 del D.P.C.M. dell'08/07/2003 risulta rispettato per le aree ad una distanza superiore a quanto riportato nelle allegare rappresentazioni grafiche della fascia di rispetto e della D.P.A. (fig. 25÷28).

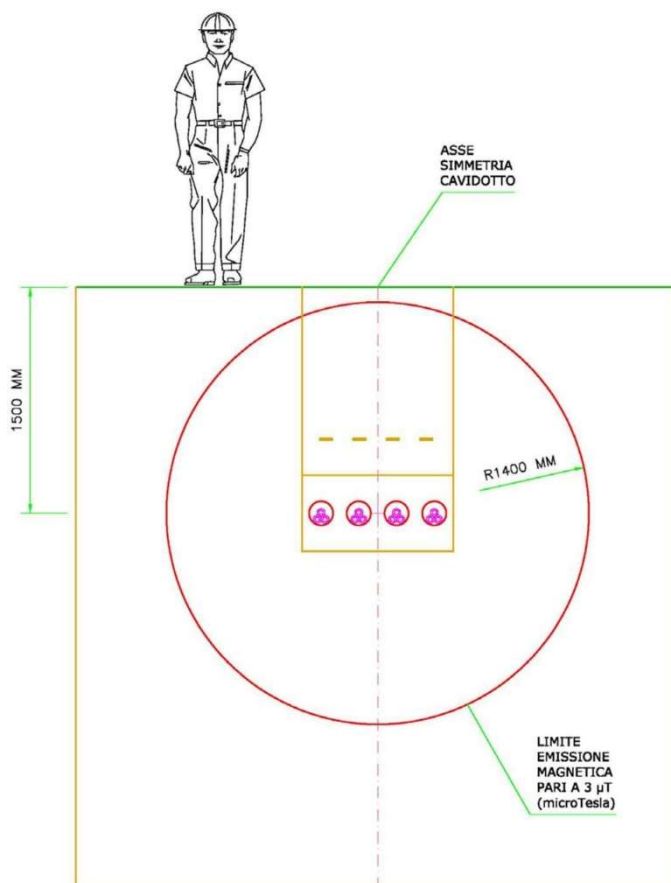


Fig. 25: Volume di rispetto campo magnetico delle linee MT in cavo isolato e schermato.

A supporto di quanto sopra espresso si riporta di seguito la modellizzazione di Enel Distribuzione per la elaborazione delle proprie reti esercite in media tensione. Le DPA sono state simulate ed elaborate con il software EMF Tools v.3.0 del CESI, la cui modellizzazione delle sorgenti è bidimensionale e fa riferimento alla normativa tecnica CEI 211-4 ed alla portata in corrente in servizio normale dell'elettrodotto, come definita dalla normativa applicabile.

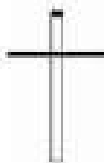

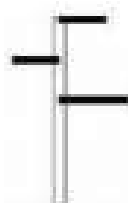
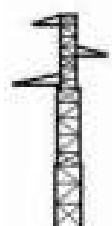

Tipologia sostegno	Formazione	Armamento	Corrente (A)	DPA (m)	Rif.to
Semplice terna con isolatori rigidi <u>Scheda B1</u>	Alluminio 3 x 30 mm ²		100	4	B1a
	Rame 3 x 25 mm ²		140	4	B1b
Semplice terna Mensola boxer <u>Scheda B2</u>	Rame 3 x 25 mm ²		140	5	B2a
	Rame 3 x 35 mm ²		190	6	B2b
	Alluminio 3 x 60 mm ²		210	6	B2c
Semplice terna con isolatori sospesi <u>Scheda B3</u>	Rame 3 x 35 mm ²		190	6	B3a
	Alluminio 3 x 60 mm ²		210	7	B3b
	Alluminio/Acciaio 3 x 150 mm ²		350	8	B3c
Semplice terna con isolatori sospesi su traliccio <u>Scheda B4</u>	Rame 3 x 35 mm ²		190	8	B4a
	Alluminio 3 x 60 mm ²		210	8	B4b
	Alluminio/Acciaio 3 x 150 mm ²		350	10	B4c
Semplice terna a bandiera <u>Scheda B5</u>	Rame 3 x 35 mm ²		190	3/5	B5a
	Alluminio 3 x 60 mm ²		210	4/6	B5b
	Alluminio/Acciaio 3 x 150 mm ²		350	5/7	B5c

Fig. 26


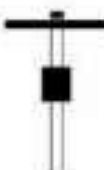

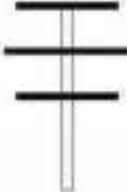

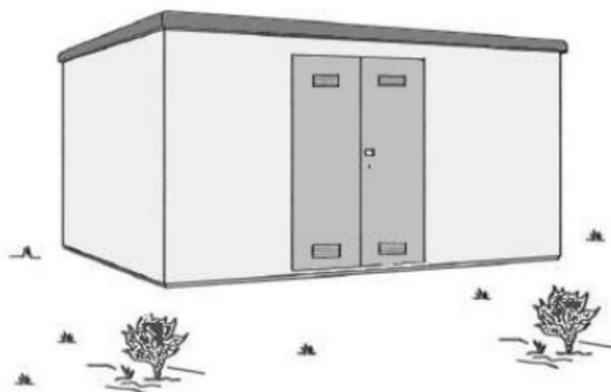
Tipologia sostegno	Formazione	Armamento	Corrente (A)	DPA (m)	Rif.to
Semplice terna Capolinea in amarro <u>Scheda B6</u>	Rame 3 x 25 mm ²		140	5	B6a
	Alluminio 3 x 30 mm ²		100	4	B6b
	Rame 3 x 35 mm ²		190	6	B6c
	Alluminio 3 x 60 mm ²		210	6	B6d
	All/Acciaio 3 x 150 mm ²		350	7	B6e
Posto di Trasformazion e su Palo Alimentazione da linea in conduttori nudi <u>Scheda B7</u>	Conduttori nudi di sezione qualsiasi		Massimo trasformatore installabile: 160 KVA Massima corrente BT: 231 A	< distanze parti attive previste D.M. 449/1988	-
Posto di Trasformazion e su Palo Alimentazione in cavo ad elica visibile <u>Scheda B8</u>	Cavo ad elica visibile di sezione qualsiasi		Massimo trasformatore installabile: 160 KVA Massima corrente BT: 231 A	< distanze parti attive previste D.M. 449/1988	-
Doppia terna con isolatori sospesi non ottimizzata <u>Scheda B9</u>	Rame 6 x 35 mm ²		190	8	B9a
	Alluminio 6 x 60 mm ²		210	9	B9b
	All/Acciaio 6 x 150 mm ²		350	11	B9c
Cabina secondaria di tipo box o similari, alimentata in cavo sotterraneo <u>Scheda B10</u>	Dimensioni mediamente di (4,0 x 2,4) m - altezze di 2,4 e 2,7 m ed unico trasformatore		Trasformatore 250 KVA	1,5	B10a
			Trasformatore 400 KVA	1,5	B10b
			Trasformatore 630 KVA	2	B10c

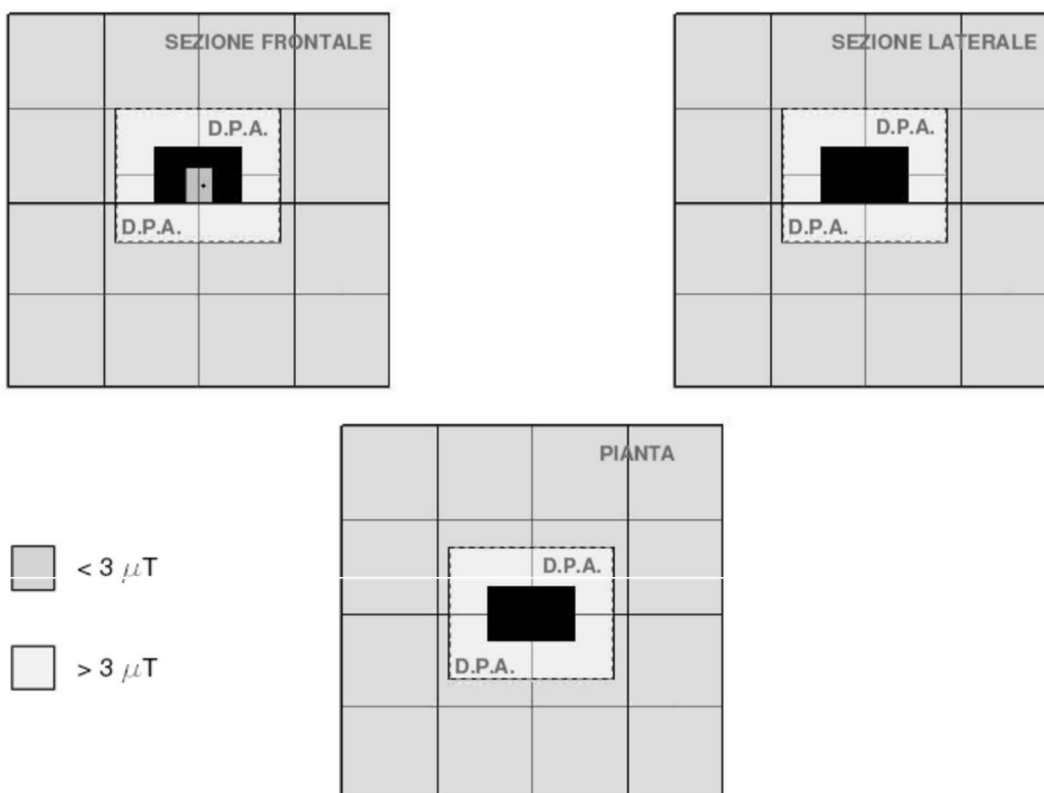
Fig. 27

10. Allegati Specifiche Tecniche

B10 – CABINA SECONDARIA TIPO BOX O SIMILARI, ALIMENTATA IN CAVO SOTTERRANEO – TENSIONE 15 KV O 20 KV



RAPPRESENTAZIONE DELLA FASCIA DI RISPETTO E DELLA D.P.A.



DIAMETRO DEI CAVI (m)	TIPOLOGIA TRASFORMATORE (KVA)	CORRENTE (A)	DPA (m) filo parete esterna	RIF.TO
Da 0,020 a 0,027	250	361	1,5	B10a
	400	578	1,5	B10b
	630	909	2,0	B10c

Fig. 28