

## COMUNE di CARPIGNANO SALENTINO(LE)

### PROGETTO DEFINITIVO

**PROGETTO AGRI-FOTOVOLTAICO IMPIANTO DI PRODUZIONE ENERGIA ELETTRICA DA FONTE RINNOVABILE DI TIPO FOTOVOLTAICO INTEGRATO DA RIQUALIFICAZIONE AGRICOLA**

Committente:

**URBA - I 130115 S.R.L**

Via G. Giulini,2  
20123 Milano (MI)



**Nuova Tutela s.r.l.**

Via Ernesto Simini, 36 - 73100 - Lecce (LE)  
Mail: [amministrazione.nuovatutela@gmail.com](mailto:amministrazione.nuovatutela@gmail.com)

Spazio Riservato agli Enti:

REV	DATA	ESEGUITO	VERIFICA	APPROV	DESCRIZ
R0	12/09/2022	EC	EC	GP	Emissione VIA AU

Numero Commessa:

**C 4184**

Data Elaborato:

**12/09/2022**

Revisione:

**R0**

Titolo Elaborato:

**Relazione opere di connessione e calcolo cadute di tensione**

Progettista:

**Ing. Eugenio CASCELLI**

Ordine degli Ingegneri della Provincia di Bari n.6710  
Via Aristosseno 21, 70126 Bari  
Mail [e.cascelli@energycube.info](mailto:e.cascelli@energycube.info)  
Cell 3382661982

Elaborato:

**Rel\_21**

## **INDICE**

1. GENERALITA' E SCOPO DEL DOCUMENTO	3
2. NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO	3
3. DESCRIZIONE IMPIANTO DI RETE PER LA CONNESSIONE	4
4. CABINA DI CONSEGNA	9
5. QUADRI DI MEDIA TENSIONE	10
6. POSA CAVIDOTTO INTERRATO	12
7. CONNESSIONE ALL'INTERNO DELLA CP CARPIGNANO	13
8. RICHIUSURA SU LINEA MT S.BORGOGNE	14
9. RELAZIONE COMPATIBILITA' ELETTROMAGNETICA	16
10. INQUADRAMENTO CON VINCOLI PRESENTI	17
11. CADUTA DI TENSIONE	21

## 1. GENERALITA' E SCOPO DEL DOCUMENTO

La presente relazione intende illustrare il progetto dell'impianto di rete per la connessione di un parco agri-voltaico con potenza in immissione di 9,9MW, avente i seguenti dati identificativi:

- Codice di rintracciabilità: 295403830.
- Indirizzo: Strada Provincia Incrocio tra SP147 con SP276 in Carpignano Salentino snc
- Codice POD: IT001E752297428;
- Codice presa: 7508229600006;
- Codice fornitura: 752297428;
- Area: Area Adriatica;
- Zona: Lecce-Maglie.

## 2. NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO

All'interno della progettazione delle opere di connessione del parco agri-voltaico, sono state tenute in debito conto:

- Legge 186/68, Disposizione concernente la produzione di materiali, apparecchiature, materiali, installazione e impianti elettrici ed elettronici;
- D.M. 16 gennaio 1996, Norme Tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e dei carichi e sovraccarichi;
- CEI 0-2, Guida per la definizione della documentazione di progetto per impianti elettrici;
- CEI 0-16, edizione 2019, Regola tecnica di riferimento per la connessione di utenti attivi e passivi alle reti AT e MT delle imprese distributrici di energia elettrica;
- CEI EN 61936-1 (classificazione CEI 99-2): impianti elettrici con tensione superiore a 1kV in corrente alternata;
- CEI EN 50522 (Classificazione CEI 99-3): messa a terra degli impianti elettrici con tensione superiore a 1kV in corrente alternata;
- CEI 11-17: Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica – Linee in cavo;
- CEI 11-20, Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria;
- Guida per le connessioni alla rete elettrica di E-Distribuzione;
- Documenti tecnici di unificazione emanati dalle società di distribuzione dell'energia elettrica.

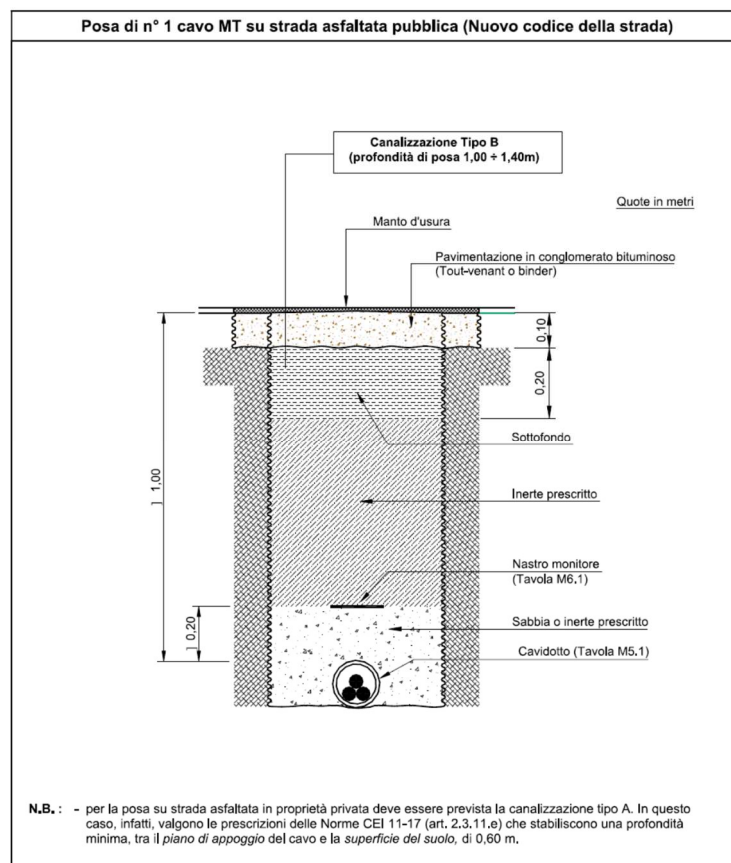
### 3. DESCRIZIONE IMPIANTO DI RETE PER LA CONNESSIONE

L'impianto fotovoltaico sarà connesso alla rete di media tensione così come indicato nel Preventivo di Connessione, codice di rintracciabilità 295403830, ED-13-12-2021-P1645761.

L'impianto di rete sarà composto un cavo interrato in alluminio da 185mmq, con un percorso di 3800m, che collegherà la cabina di consegna, posta all'interno del sito di installazione dell'impianto, alla Cabina Primaria AT/MT Carpignano Salentino.

Inoltre, dalla medesima cabina di consegna si realizzerà un secondo tratto in cavo interrato in alluminio da 185mmq per la richiusura con la linea aerea MT D53016927 S.Borgogne. Questo secondo tratto avrà una estensione indicativa di 700m.

Tutto l'impianto di connessione sarà realizzato in cavidotto interrato, la sezione di scavo sarà conforme a quella indicata nelle specifiche tecniche di e-Distribuzione:



**Figura 1 - Sezione tipo cavo interrato**

Il tracciato interesserà zone extraurbane, sarà principalmente su strade pubbliche (SP147, SP276, strade comunali). Solo in prossimità della richiusura sulla linea aerea MT D53016927 S.Borgogne lo scavo sarà realizzato in prossimità di una strada bianca di proprietà privata, ricadente nel FG12, part.5 e 6 del Comune di Carpignano Salentino.

Di seguito si rappresentano lo stato dei luoghi dei singoli tracciati:



**Figura 2 - vista SP147 (prossimità cabina di consegna)**



**Figura 3 - vista SP147 (prossimità richiusura linea MT S.Borgogne)**



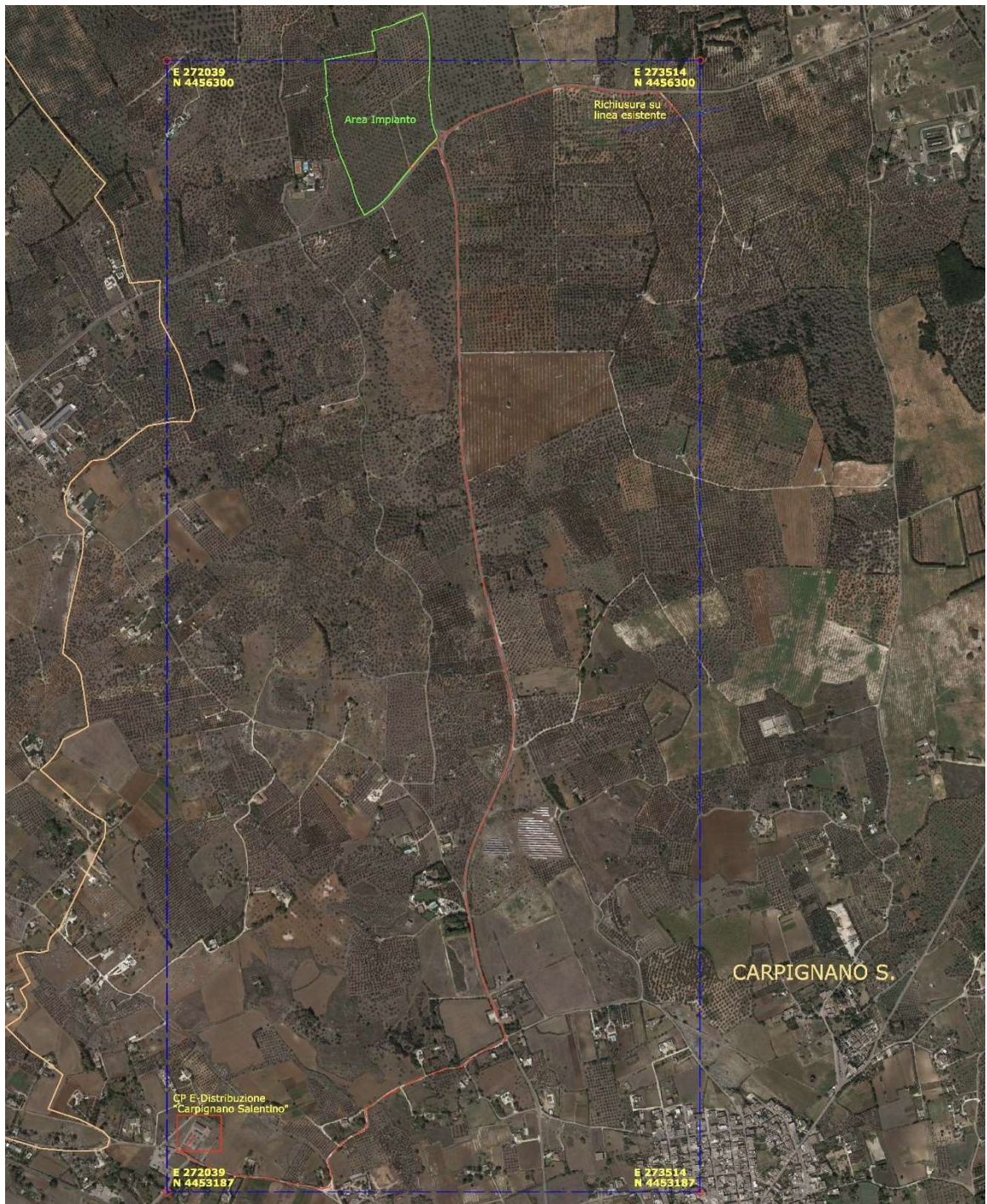
**Figura 4 - Vista strada privata in prossimità della richiusura sulla linea S.Borgogne**



**Figura 5 - Vista SP 276**



**Figura 6 - vista strada privata in prossimità della Cabina Primaria, Strada Vicinale S. Cosimo**



**Figura 7 - Rappresentazione percorso elettrodotto**



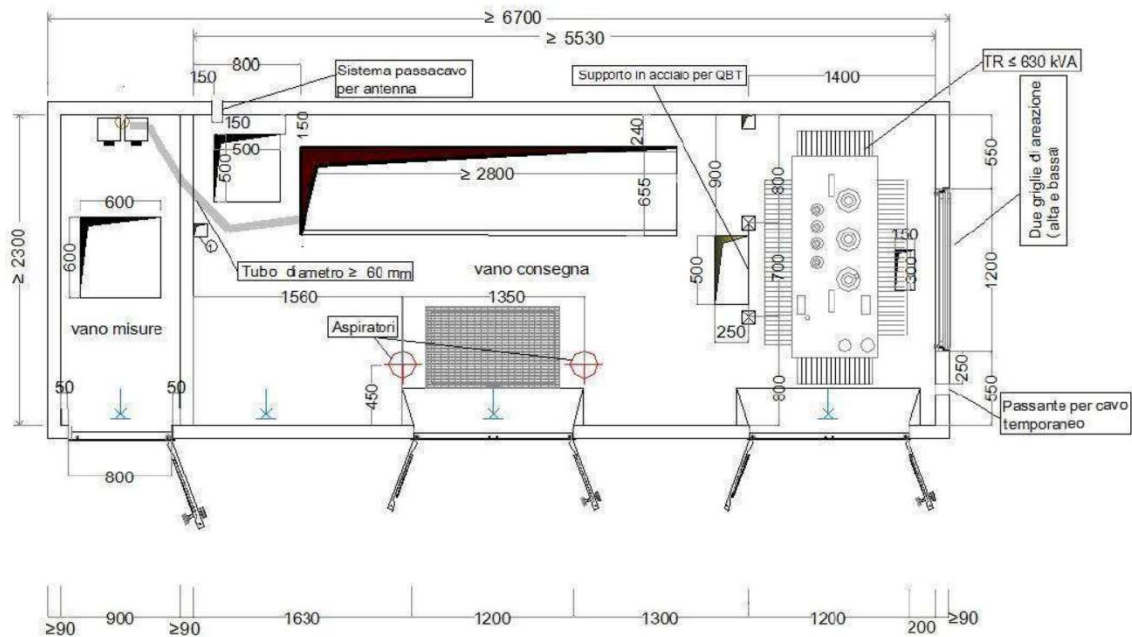
## 4. CABINA DI CONSEGNA

Nel lato SUD dell'impianto fotovoltaico, in prossimità della recinzione, sarà installata la cabina di consegna.

Questa sarà rispondente agli standard DG2092 ed.3, sarà costituita dai seguenti locali:

- Locale di consegna;
- Locale di misura.

Le dimensioni della cabina saranno le seguenti:



**Figura 8 - Vista in pianta della cabina di consegna**

Il box deve essere realizzato ad elementi componibili prefabbricati in calcestruzzo armato vibrato o a struttura monoblocco. Il box avrà un grado di protezione verso l'esterno pari a IP33, conforme alla Norma CEI EN 60529.

Le pareti saranno realizzate in conglomerato cementizio vibrato, adeguatamente armato, con uno spessore non inferiore a 9cm.

Sarà installata una vasta di fondazione atta al passaggio dei cavi di media tensione. A tale scopo, sulle pareti laterali, si predisporranno dei passanti in materiale plastico, annessi nel calcestruzzo in fase di getto, aventi un diametro indicativo di 160mm.

Nel Box, saranno installati:

- N°2 porte omologate in resina (DS 919) complete di serrature omologate (DS988);
- N°2 finestre in resina (DA 927);
- N°1 porta ad un'altezza in resina da 800mm.

Il pavimento, a struttura portante, deve avere uno spessore minimo di 10cm e dimensioni per i carichi così come indicato nella specifica DG2092 ed.3.

Sul pavimento saranno presente una serie di aperture dedicate a:

- Scomparti di Media Tensione;
- Trasformatore MT/BT;
- Accesso al vano fondazione;
- Quadro di bassa tensione;
- Rack pannelli elettronici;
- Apertura vano misure.

All'interno della cabina saranno predisposto l'impianto elettrico composto da:

- N.1 quadro di bassa tensione (DY3016/3);
- N°4 lampade di illuminazione;
- Punti comando dei punti luce.

La cabina inoltre sarà dotata di un impianto di terra conforme alle prescrizioni della CEI EN 50511:2011-03 (CEI 99-3) e CEI EN 61936-1:2011-03 (CEI 99-2).

Il collegamento tra l'interno della cabina ed i dispersori esterni sarà realizzato con due distinte corde in rame nudo da 35mmq dall'anello esterno interrato al collettore generale interno.

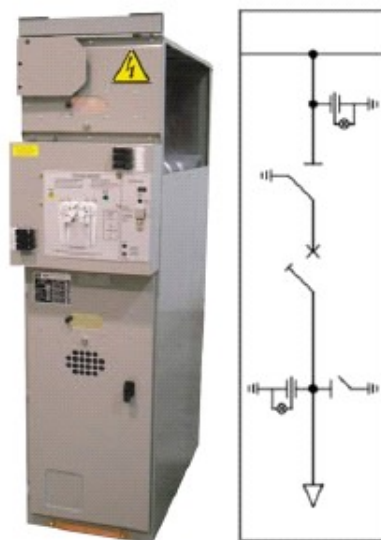
Da quest'ultimo saranno collegati:

- Quadro di media tensione;
- Rack apparecchiature in BT;
- Telaio quadri BT;
- Le masse di tutte le apparecchiature.

## **5. QUADRI DI MEDIA TENSIONE**

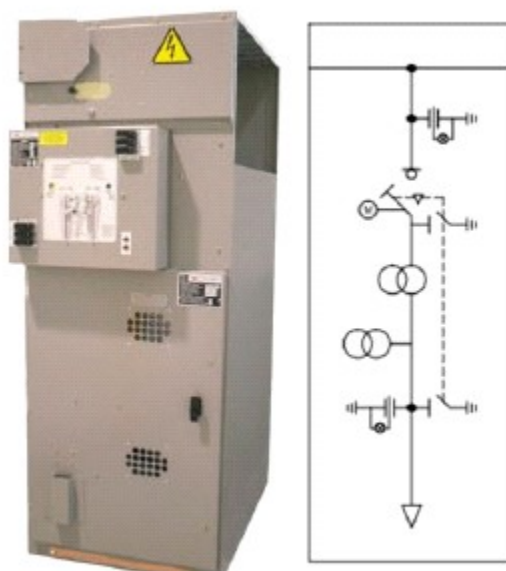
All'interno della cabina, così come specificato nel Preventivo di Connessione, codice di rintracciabilità 295403830, ED-13-12-2021-P1645761, si installeranno i seguenti quadri di media tensione:

- N°2 scomparti tipo Linea con sezionatore isolato in SF6 ed interruttore isolato in vuoto, comando motorizzato e doppio sistema di presenza tensione con isolatori capacitivi e lampade presenza tensione (sia lato cavi che lato sbarre), 24kV, 16kA, Matricola Enel 162413, Tabella unificazione DY800/1 (entra esci cavo di media tensione);



**Figura 9 - DY800/1**

- N°1 Scomparto "UTM" tipo Utente con IMS isolato in SF6, comando motorizzato e TA e TV di misura (esclusi dalla fornitura) e doppio sistema di presenza tensione con isolatori capacitivi e lampade presenza tensione (sia lato cavi che lato sbarre), matricola ENEL 162321, tabella unificazione Dy803M/316;



**Figura 10 - DY803M/316**

- N°1 ulteriore scomparto tipo Linea con sezionatore isolato in SF6 ed interruttore isolato in vuoto, comando motorizzato e doppio sistema di presenza tensione con isolatori capacitivi e lampade presenza tensione (sia lato cavi che lato sbarre), 24kV, 16kA, Matricola Enel 162413, Tabella unificazione DY800/1 (pre-disposizione).

## 6. POSA CAVIDOTTO INTERRATO

Il percorso rappresentato nella Figura n°7 sarà realizzato interamente con cavidotto interrato.

I cavi che si andranno ad installare saranno cavi tripolari ad elica con conduttori in alluminio, aventi isolamento estruso (HEPR o XLPE), con schermo in rame avvolto a nastro sulle singole fasi.

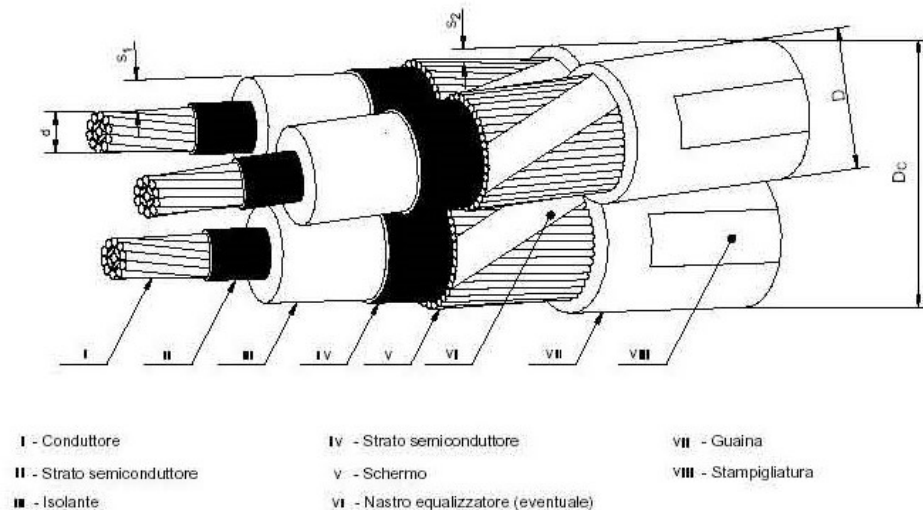


Figura 11 - Particolare cavo MT

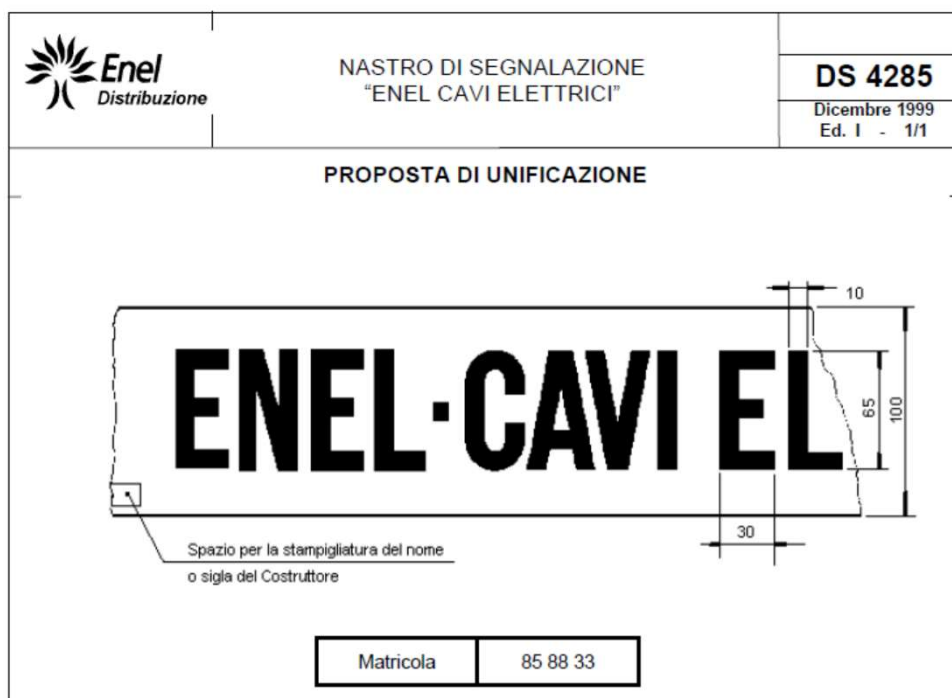
Si adopererà la seziona normalizzata da 185mmq avente le seguenti caratteristiche:

Cavi sotterranei				
Materiale	Sezione (mm <sup>2</sup> )	Portata al Limite termico <sup>(3)</sup> (A)	Resistenza a 20 ° C (Ω/km)	Reattanza (Ω/km)
Alluminio	<b>185</b>	<b>360 (324)</b>	<b>0,164</b>	<b>0,115</b>

Figura 12 - Caratteristiche tecniche cavi MT

I cavi saranno posati all'interno di cavidotti interrati a doppia parete, aventi una resistenza allo schiacciamento di 450N, del diametro esterno di 160mm. La profondità tra la superficie del manto stradale e l'estradosso del cavidotto sarà pari a 1 metro, così come indicato nella sezione tipica riportata in Figura 1.

Superiormente al tubo, ad una distanza di 20cm, sarà inserito un nastro monitore con la scritta "ENEL CAVI ELETTRICI" conforme alla specifica DS4285.



**Figura 13 - Unificazione Enel nastro monitore**

## 7. CONNESSIONE ALL'INTERNO DELLA CP CARPIGNANO

Il presente progetto prevede unicamente l'arrivo in prossimità della CP di Carpignano della linea MT proveniente dalla Cabina di Consegna.

Il tracciato interno e lo scomparto dove questa corde dovranno attestarsi sarà oggetto di progettazione esecutiva realizzato su indicazione dei tecnici di E-Distribuzione.

## 8. RICHIUSURA SU LINEA MT S.BORGOGNE

La linea esistente S.Borgogne, nei nodi indicati nel preventivo di connessione è composta da tralicci aventi una altezza di 16metri:



Figura 14 - Vista della linea aerea S.Borgogne

Ad una distanza di 18metri dalla strada identificata al FG12, particella 5 del Comune di Carpignano Salentino, in corrispondenza della linea aerea, si procederà all'installazione di un nuovo sostegno composto palo tubolare poligonale in lamiera zincata a tronchi innestabili di altezza pari a 16 m.

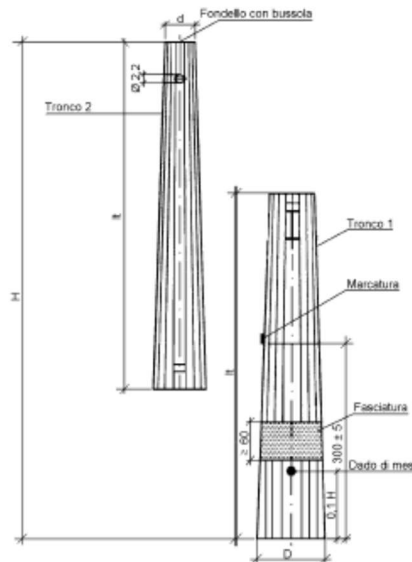


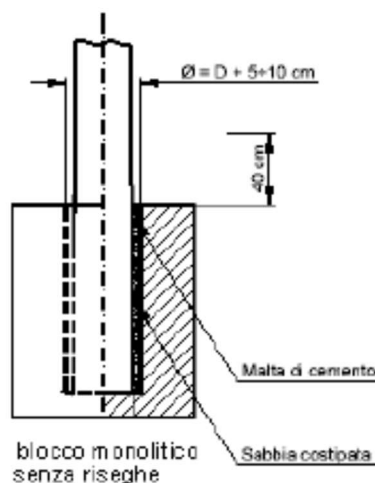
Figura 15 - caratteristica palo a tronco innestabile

La scelta del tipo di sostegno dipende dal confronto fra le relative prestazioni (tiri utili) e le azioni esterne (tiro ed azione del vento sui conduttori) esercitate sulla struttura dalla linea nelle varie ipotesi previste dalla norma CEI 11-4.

PALO (tipo)	Prestazioni utili nette $Tu^5$ in daN (kg)	
	Ipotesi di calcolo (art. 2.4.05 bis - DM 21.03.88 (CEI 11-4))	
	T I	T III
A	133 (136)	157 (160)
B	184 (188)	211 (215)
C	287 (293)	319 (325)
D	382 (389)	425 (433)
E	593 (604)	642 (654)
F	805 (821)	859 (876)
G	1236 (1260)	1297 (1322)
H	2350 (2396)	2484 (2532)
J	4405 (4490)	4472 (4559)

**Figura 16 - caratteristica plinti di fondazione**

In relazione al tipo di sostegno che in fase di progetto esecutivo verrà individuato si procederà alla definizione delle dimensioni del plinto di fondazione che sarà di tipo monolitico:



**Figura 17 - sezione plinto monolitico**

Il palo sarà integrato da un interruttore di manovra sezionatore DY806 di tipo motorizzato.

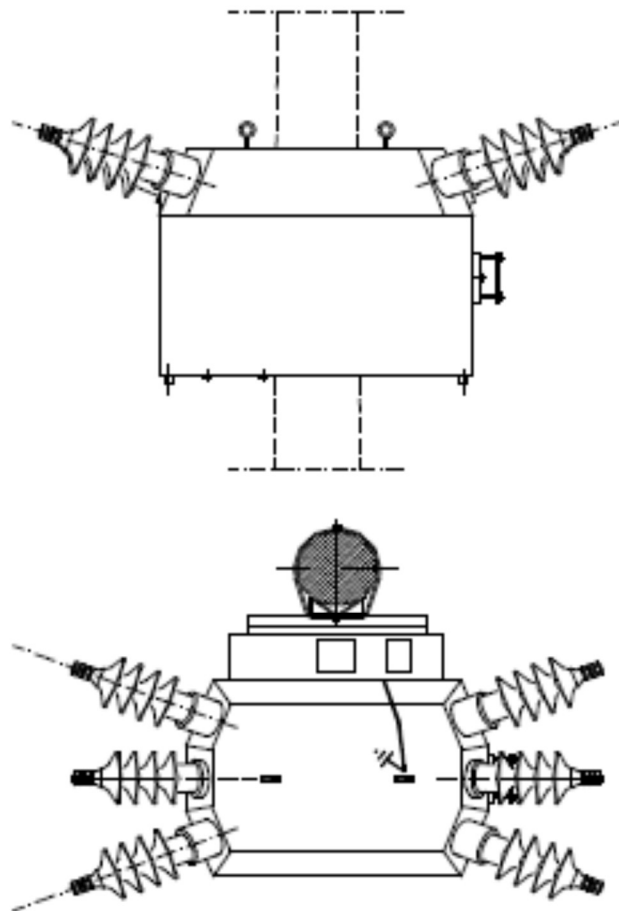


Figura 18 – vista interruttore di manovra sezionatore motorizzato

## 9. RELAZIONE COMPATIBILITA' ELETTRICITA'

La rete di connessione sarà interamente interrata e consta in:

- cavi MT a 20kV tra cabina di consegna e CP Carpignano;
- cavi MT a 20kV tra cabina di consegna e linea MT esistente S.Borgogne.

Le linee interrate MT di collegamento tra la cabina di consegna verso la sottostazione/linea aerea esistente saranno composte da cavi cordati ad elica, direttamente interrati, pertanto, in base al punto 3.2 del Decreto 29 maggio 2008 del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, non risulta rientrante nella tipologia di linea elettrica per la quale si debbano avere delle fasce di rispetto.



## 10. INQUADRAMENTO CON VINCOLI PRESENTI

All'interno delle tavole di progetto sono stati evidenziati tutti i vincoli presenti nel territorio in cui ricade il tracciato dello scavo.

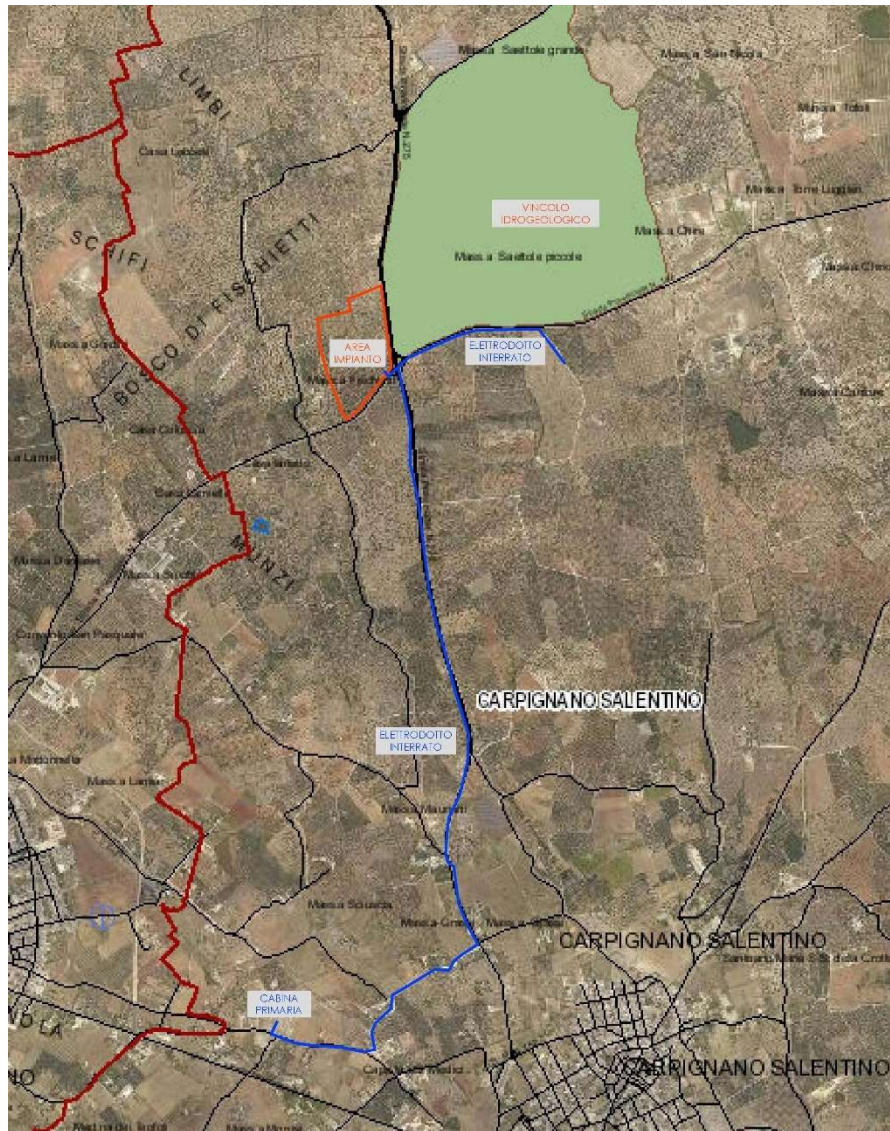
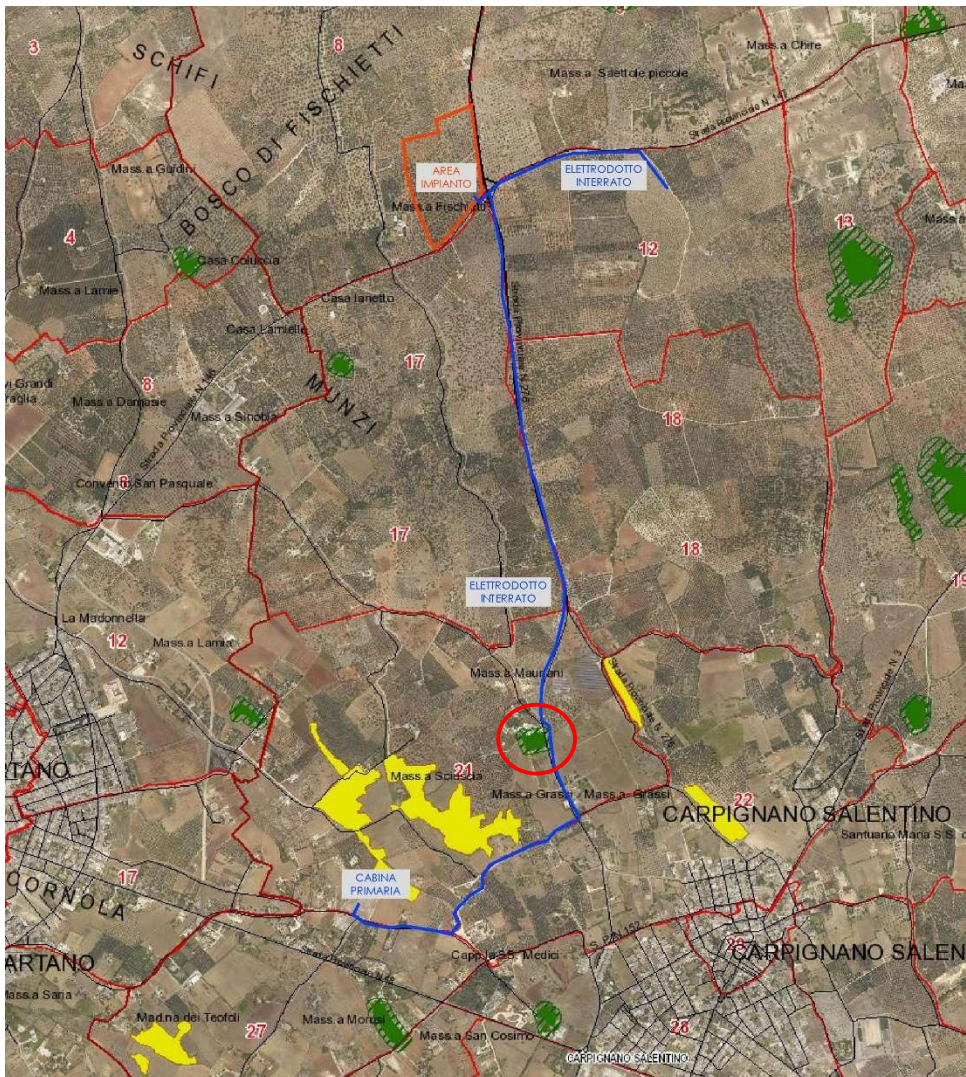


Figura 19 - Sovrapposizione PPTR con Vincolo Idro-Geomorfologico - Assenza sovrapposizioni



**Figura 20 - Sovrapposizione PPTR con Vincolo Ambientali - Parziale sovrapposizione con Distanze di rispetto dei boschi**

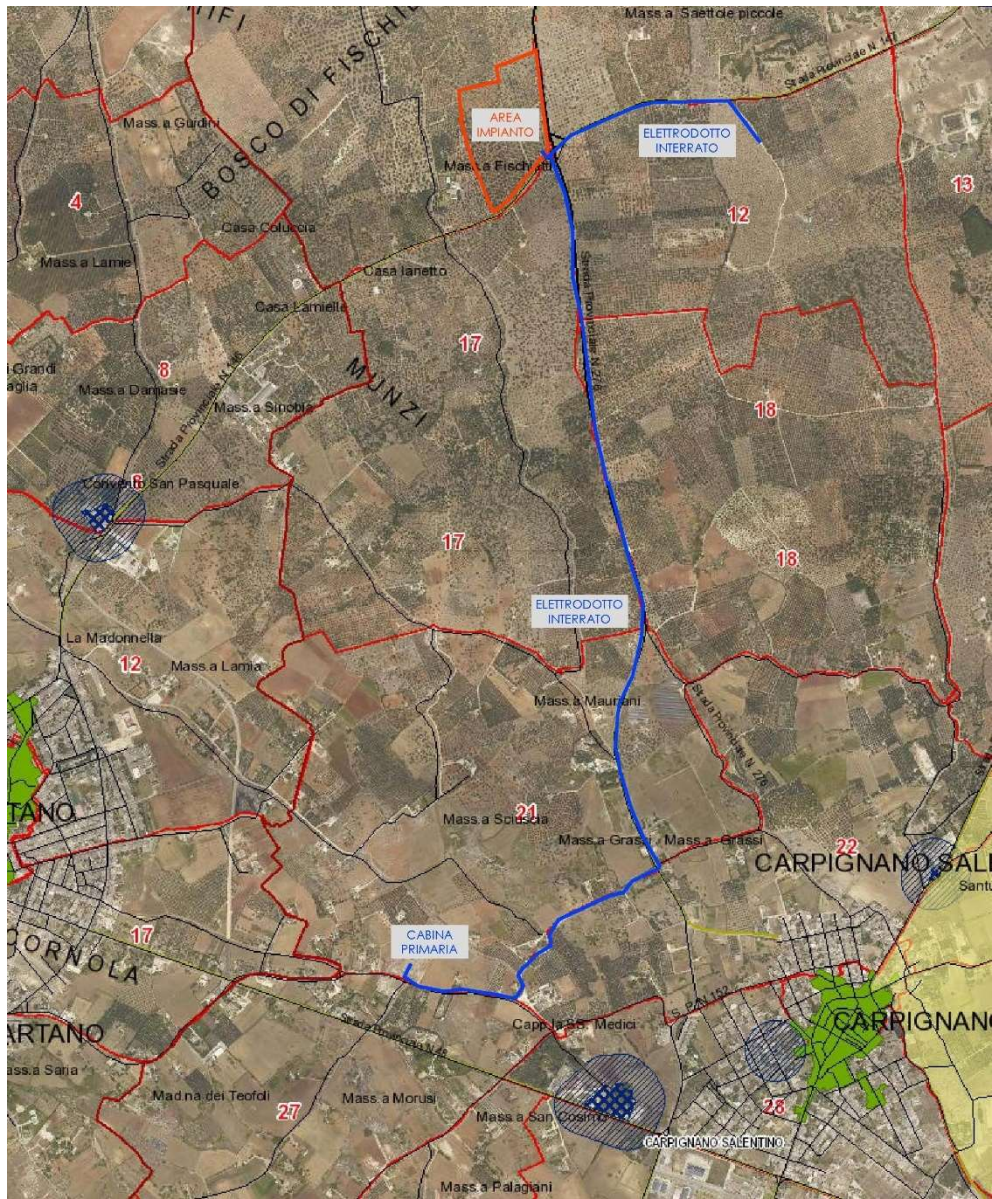
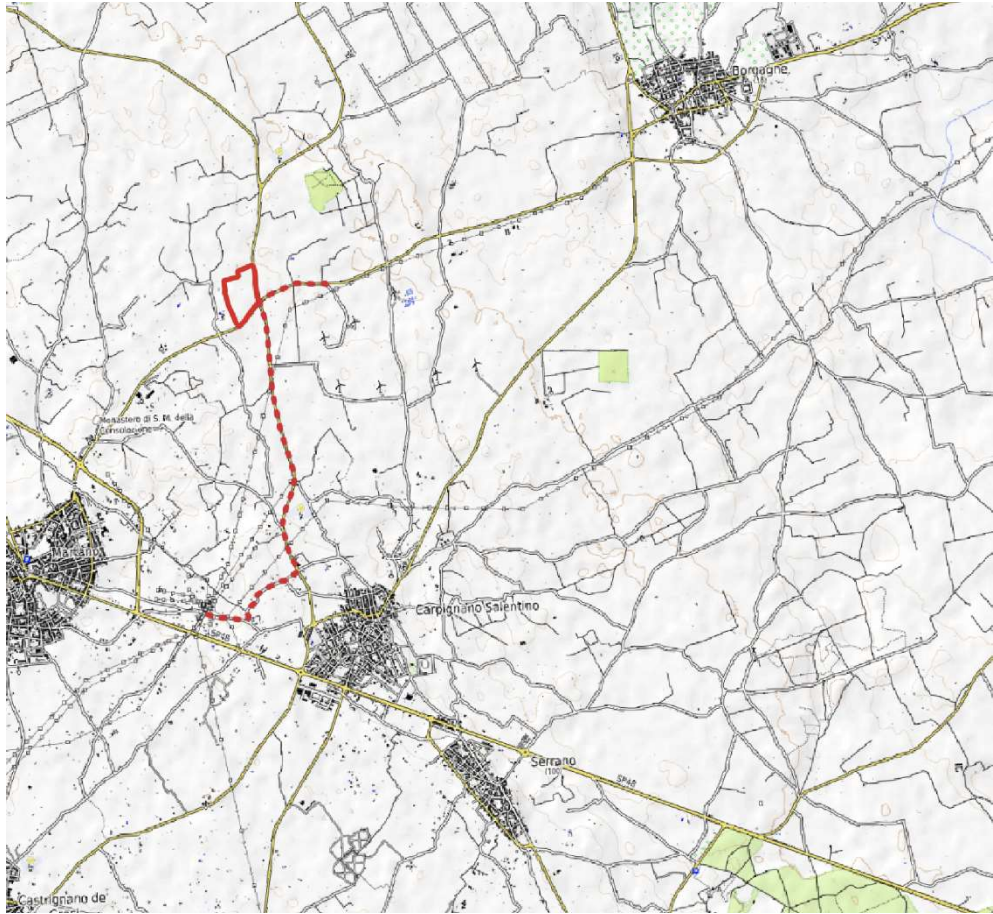
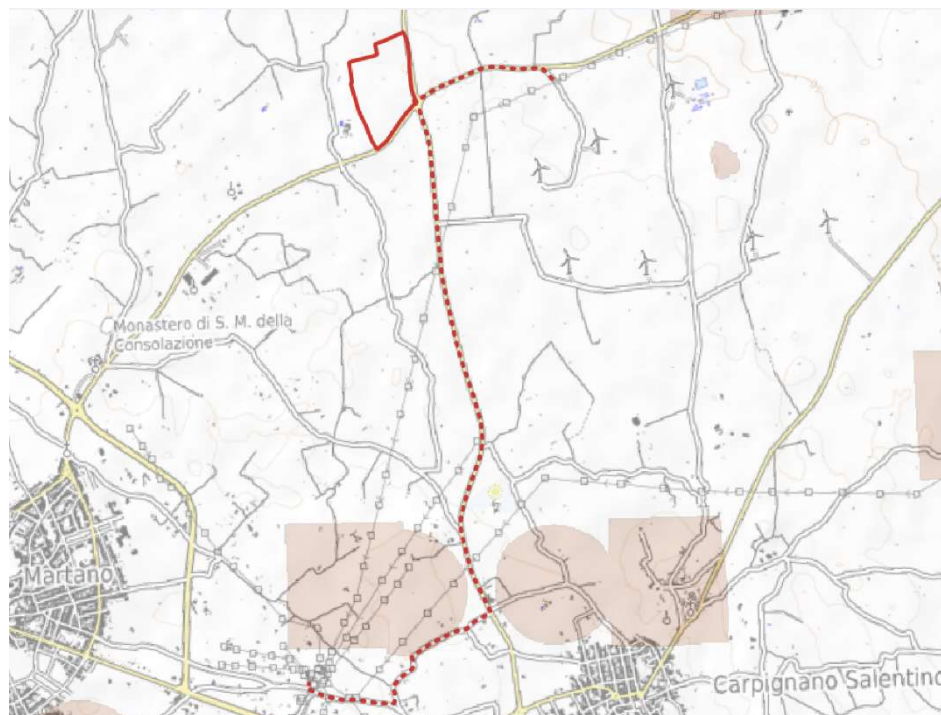


Figura 21 - Sovrapposizione PPTR con Vincoli Culturali - Assenza sovrapposizione



**Figura 22 - Sovrapposizione SIC - ZPS, nessuna sovrapposizione**



**Figura 23 - Sovrapposizione ATE, A e B, nessuna sovrapposizione**

## 11. CADUTA DI TENSIONE

Per il calcolo della caduta di tensione di un sistema trifase è necessario calcolare i parametri elettrici della linea: resistenza R, reattanza induttiva X.

L'impianto di rete sarà composto un cavo interrato in alluminio da 185mmq, con un percorso di 3800m, che collegherà la cabina di consegna, posta all'interno del sito di installazione dell'impianto, alla Cabina Primaria AT/MT Carpignano Salentino.

La caduta di tensione si calcolerà secondo la seguente formula:

$$\Delta U = \frac{P \cdot L \cdot (R + X \cdot \tan\varphi)}{U}$$

Dove:

$\Delta U$ : caduta di tensione (V).

P: Potenza trasportata dalla linea (kW).

L: lunghezza (km).

R: Resistenza della linea ( $\Omega/\text{km}$ ). Nel caso di cavi interrati, si utilizzerà la resistenza alla temperatura massima dell'isolamento.

X: Reattanza induttiva della linea ( $\Omega/\text{km}$ ).

$\varphi$ : angolo di sfasamento ( $^\circ$ ).

U: tensione tra le fasi (kV).

$$\Delta U(\%) = \frac{\Delta U}{U} \cdot 100$$

Dove:

$\Delta U(\%)$ : caduta di tensione percentuale (%).

$\Delta U$ : caduta di tensione (kV).

U: tensione tra le fasi (kV).

Facendo riferimento alla scheda tecnica dei cavi possiamo determinare i parametri elettrici:

Cavi sotterranei				
Materiale	Sezione (mm <sup>2</sup> )	Portata al Limite termico <sup>(3)</sup> (A)	Resistenza a 20 ° C (Ω/km)	Reattanza (Ω/km)
Alluminio	<b>185</b>	<b>360 (324)</b>	<b>0,164</b>	<b>0,115</b>

Tabella G-3 Caratteristiche elettriche dei cavi sotterranei unificati e-distribuzione di uso prevalente

Per riportare la resistenza alla temperatura massima di esercizio (90°) utilizziamo la seguente formula:

$$R = R_{20} \cdot (1 + \alpha \cdot (T - 20))$$

Dove:

R = resistenza alla temperatura desiderata T

$R_{20}$  = resistenza alla temperatura del conduttore di 20°C:

$\alpha$  = coefficiente de temperatura:

$$\alpha = 0.00403$$

Dal calcolo risulta che la  $R_{90}=0,210\Omega$

Calcolo caduta di tensione

$$\Delta U = \frac{P \cdot L \cdot (R + X \cdot \tan\varphi)}{U}$$

P=9,900 kW

L= 3,8 km

$\tan\varphi = 0.4843$  (Se ha considerando un  $\cos\varphi = 0,9$ )

$R = 0,210 \frac{\Omega}{\text{km}}$  (Resistencia eléctrica e CA a 90°C)

$$X = 0,115 \frac{\Omega}{\text{km}}$$

$$U = 20,0 \text{ kV}$$

$$\Delta U = \frac{9.900 \cdot 3,80 \cdot (0.210 + 0.115 \cdot 0.4843)}{20} = 499 \text{ V}$$

$$\Delta U(\%) = \frac{499}{20.000} \cdot 100 = 2,49\%$$

