

TERNA S.p.A.

Viale Egidio Galbani, 70 - 00156 Roma

REALIZZAZIONE DI OPERE PER LA CONNESSIONE ALLA RTN
DEGLI IMPIANTI DI PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA
DA FONTE SOLARE PER COMPLESSIVI 36 MW
UBICATI IN COMUNE DI SAN NICOLÒ D'ARCIDANO (OR) SARDEGNA SUD
alle Contrade: Terra Ziringonis, Snc; Coddu Fagoni, Snc.

PROGETTO DEFINITIVO
POTENZIAMENTO LINEA RTN 150 kV
GUSPINI - PABILLONIS - ARCIDANO

Codice Pratica: 090016685

Tipo: **RELAZIONE TECNICA
DESCRITTIVA**

Scala 1:

Elaborato:
RE.01

Formato: A4

Fogli: 32

Richiedente:

GREEN CITY

GC SNARC S.r.l.
Piazza Walther Von Vogelweide
8 - 39100 Bolzano

Ingegneria elettrica:



Ing. Giovanni BARLOTTI
Via C. Carducci, 33
84047- Capaccio (SA)
g.barlotti@yahoo.it
giovanni.barlotti@ordingsa.it



Estremi per il benessere di Terna:



Rev. n°	Data	Descrizione	Redatto	Controllato	Approvato
00	24.05.2021	1ª Emissione - presentazione per benessere Terna	Giovanni Barlotti		
01	19.03.2022	Revisione - benessere Terna	Giovanni Barlotti		

Sommario

1. Introduzione.....	4
2. MOTIVAZIONE.....	4
3. quadro deGLi Interventi SU RTN	4
4. Caratteristiche della connessione – schema.....	8
4.1. Inquadramento infrastrutture energetiche lineari 347 – 609	8
4.2. Alternativa al conduttore rqt0000C2 Ø 31,5	8
4.3. Definizione della portate in corrente in servizio normale	10
4.4. Determinazione della temperatura di lavoro del conduttore in regime elettrico stazionario 870 A*.....	11
5. Descrizione delle Opere di rete per la connessione	12
5.1. inquadramento vincoli.....	12
5.2. Raccordi C.P. – L 609.....	12
5.3. Inquadramento catastale interruzione 609	13
5.4. Aree Impegnate (rif tavv. 09, 10, 11 e 12).....	13
5.5. Determinazione del Vincolo Preordinato	14
5.5.1. Opere attraversate	14
6. Caratteristiche Tecniche	14
6.1. GENERALITÀ.....	14
6.2. Fondazioni.....	15
6.3. Terre e rocce da scavo	16
6.4. Tralicci.....	17
6.4.1. Conduttori di fase	23
6.4.2. Corda di guardia.....	23
6.4.3. Stato di Tensione Meccanica	23
6.4.4. Morsetteria ed Equipaggiamento Testa	23
6.4.5. Isolatori	24

7. SALUTE E SICUREZZA NEI CANTIERI	27
8. CARATTERISTICHE ELETTRICHE	27
9. CONSIDERAZIONE E CRITERI DI POSA DEL CONDUTTORE PER IL RIPOTENZIAMENTO	27
10. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	28
11. LEGGI.....	28
12. NORME TECNICHE	29
13. Allegato scheda opere attraversate	30

1. INTRODUZIONE

La presente relazione tecnica descrive le scelte progettuali adottate e gli interventi previsti per il potenziamento delle linee elettriche aeree a 150 kV ST codice amm. 347 e 609 denominate "Guspini-Pabillonis" e "Pabillonis-Uras". Gli estremi attuali della 347 sono le CP "Guspini" e "Pabillonis", quelli della 609 sono le CP "Pabillonis" e "Uras". La lunghezza della 347 vale attualmente circa 14,27 km; quella della 609 supera di poco i 15 km. Entrambe le linee sono integrate nella RTN di proprietà Terna S.p.A. e armate con cavi tipo RQUT0000C1 da 22,8 mm.

2. MOTIVAZIONE

A seguito delle iniziative imprenditoriali del soggetto richiedente GC SNARC S.r.l. Piazza Walther Von Vogelweide 8 - 39100 Bolzano, in agro di San Nicolò d'Arcidano, Terna S.p.A. nella soluzione tecnica minima generale (STMG) per la connessione, ha richiesto il potenziamento/rifacimento delle linee RTN 150 kV comprese tra la nuova SE 220/150 kV, da inserire in entra esce sulla linea RTN 220 kV "Oristano-Sulcis" e la nuova CP "Arcidano, da inserire in entra esce sulla linea RTN 150 kV "Pabillonis-Uras".

3. QUADRO DEGLI INTERVENTI SU RTN

Il Richiedente, si è impegnato ad elaborare e presentare a TSO per il tramite DSO la documentazione progettuale per l'autorizzazione delle opere RTN.

Gli interventi di potenziamento previsti per la maggior parte interessano aree pubbliche e/o private già gravate da servitù di elettrodotto inamovibile e permanente a favore di TSO S.p.A. Diverso è il discorso per i nuovi raccordi che collegheranno in entra-esce la nuova C.P. Arcidano alla RTN ripotenziata.

La 347 interessa l'attività autorizzativa in capo al Richiedente dal traliccio n. 5 di nuova installazione (Fg 509 part. 99, Guspini rif Tavv 01/09) conteggiato dal capolinea in partenza dalla nuova SSE Guspini.

➤ *Gli interventi previsti per la 347 sono:*

1. la demolizione del tratto di linea aerea che inizia dal portale di CP Guspini e termina sul sostegno n.4 esistente, entrambe esclusi. *Dal nuovo traliccio n. 5 la terna di conduttori dovrà arrivare al nuovo estremo, rappresentato dalla Nuova SE 220/150 kV "Guspini", ciò rientra nell'ambito delle competenze progettuali di un altro Richiedente.*
2. innalzamento delle campate comprese tra i sostegni 17-18 e 18-19 con sostituzione degli attuali e leggero riposizionamento in asse linea delle nuove fondazioni con sostegni tipo a traliccio serie unifica Terna a ST 132/150 kV di altezza (fase bassa) 21, 27 e 30 m, causa interferenza

elettromagnetica, rif Tavv. 01/09;

3. la demolizione del tratto di linea aerea compresa tra il sostegno n. 38 (numerazione esistente) e il portale "Caprese" in CP Pabillonis.
4. Nuova linea in cavo interrato, che sostituisce il tratto di linea aerea punto 3, con transizione di posa attraverso sostegno (fig.1) con mensola inferiore a DT appositamente attrezzata con terna di scaricatori e terminali cavo, da installare al limite nord della particella 62 foglio 16 in agro di Pabillonis, rif. Tavv. 02/10, per rimuovere interferenze elettromagnetiche attualmente presenti tra il TR 39 e il TR 40 al foglio catastale 16 Pabillonis;
5. Rifacimento della CP Pabillonis per renderla idonea ai nuovi scenari di rete;
6. Potenziamento con sostituzione degli attuali cavi di energia RQUT0000C1 con cavi tipo UX LC 17.

➤ *Gli interventi previsti per la 609 sono:*

1. la demolizione del tratto di linea aerea compreso tra il sostegno n. 15 e il sostegno n. 17 (attraversamento Flumini Mannu) entrambe inclusi, per la realizzazione del raccordo sud Pabillonis – Arcidano e raccordo nord Arcidano – Uras, rif. Tavv. 03/11;
2. Potenziamento con sostituzione degli attuali cavi di energia RQUT0000C1 con cavi tipo UX LC 17 portale Caprese CP Pabillonis sostegno TR 15;

➤ *Realizzazione raccordi (rif tavv.4A e 4B, Tav. 12):*

1. sostegni a traliccio secondo unificazione Terna S.p.A.;
2. raccordo sud armato con cavi tipo UX LC 17;
3. raccordo nord armato con cavi esistenti provenienti dalla CP di Uras tipo RQUT0000C1.

Da quanto esposto:

la 347 subirà:

- una variazione di tracciato dovendo cambiare l'estremo di partenza, non più la CP Guspini, ma la sezione 150 kV della nuova SE RTN 220/150 kV;
- una riduzione della parte aerea nel comune di Pabillonis con la transizione di posa per circa 1160 m.

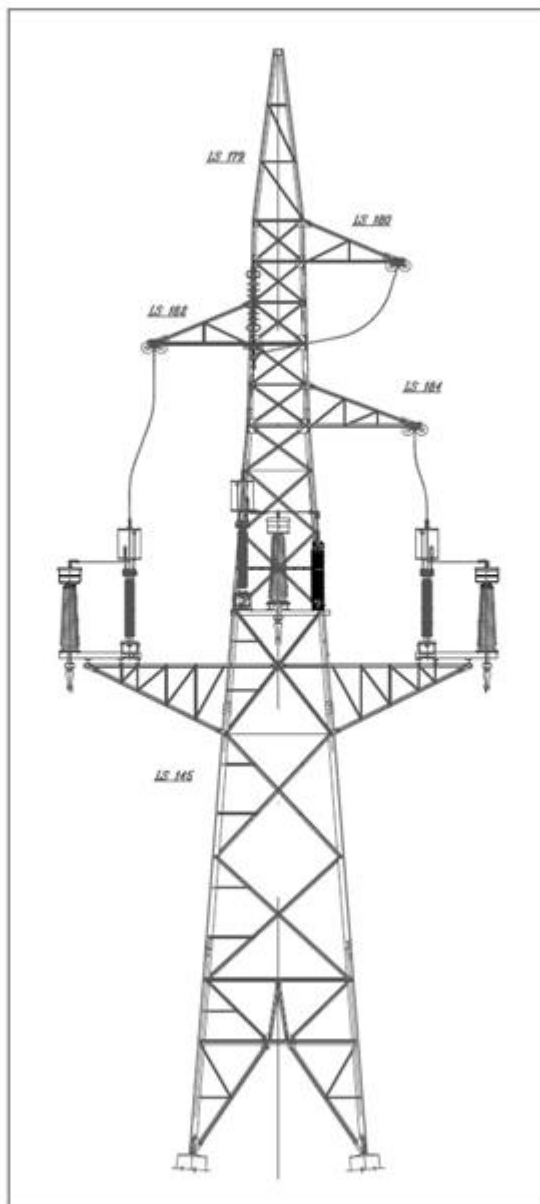
la 609 subirà l'apertura per la realizzazione dei raccordi sud e nord per l'inserimento in entra esce della nuova CP Arcidano.

La nuova C.P. denominata **Arcidano** riceverà la produzione degli impianti PV in MT a 15 kV, la trasformazione dei parametri di potenza elettrica sarà a carico di E – Distr. che assumerà il ruolo di interfaccia tra la produzione e la consegna in AT 150 kV. La nuova C.P. Arcidano e i raccordi saranno considerati opere di rete per la connessione, DSO* sarà proprietario della CP, i raccordi saranno proprietà TSO**.

* Distribution System Operator (DSO) E-Distribuzione S.p.A.

**Transmission System Operator (TSO) TERNA S.p.A.

	CARATTERISTICHE COMPONENTI	
	CODIFICA RE23456E1CEX00020 REV. 00 DEL 20/12/2017	PAGINA



Sostegno capolinea portaterminali di transizione linea aerea -cavo interrato AT 150 kV
sostituisce traliccio n. 38 "Guspini_Pabillonis"

Figura 1

4. CARATTERISTICHE DELLA CONNESSIONE – SCHEMA

La soluzione tecnica per la connessione di clienti produttori è individuata in conformità a quanto previsto dalla Norma CEI 0-16. I riferimenti regolatori per tale attività sono rappresentati, per gli impianti di produzione, dal Testo Integrato delle condizioni tecniche ed economiche per la connessione alle reti con obbligo di connessione di terzi degli impianti di produzione (TICA - Allegato A alla Deliberazione ARG/elt. 99/2008 e s.m.i.). Il soggetto richiedente GC SNARC S.r.l (di seguito Richiedente) dichiara che curerà tutti gli adempimenti per l'acquisizione delle autorizzazioni richieste dalla legge per la costruzione ed esercizio delle opere di rete (impianto di rete e interventi su rete esistente e/o sviluppo) per la connessione, compresi gli eventuali interventi sulla RTN, per l'ottenimento di ogni altro provvedimento amministrativo indispensabile per la cantierabilità delle opere stesse; dichiara, altresì, di provvedere all'acquisizione delle relative servitù di elettrodotto e di cabina elettrica; non richiede, quindi, a DSO di predisporre la relativa documentazione, e si impegna a sottoporre preliminarmente a DSO stesso, per il benessere tecnico, il progetto delle opere necessarie alla connessione.

Lo schema di connessione definito nelle due TICA, collegamento in antenna sulla sbarra di cabina primaria AT/MT, accettata è il B1, con la precisazione che la CP del DSO non è esistente, ma di futura autorizzazione e realizzazione.

4.1. INQUADRAMENTO INFRASTRUTTURE ENERGICHE LINEARI 347 – 609

Estremi		Conduttore (attuale)	Linea	Tipo palificata	lunghezza km
347		corda di Alluminio - Acciaio diametro 22,8 RQUT0000C1 (codifica Lug. 2007)	Aerea semplice terna (ST)	Traliccio tronco piramidale Unificazione ENEL LU ... 1971	14,486
Guspini	Pabillonis				
609					5,737 (d'interesse)
Pabillonis	Uras				

Entrambe le linee RTN la 347 e la 609, sono state realizzate e messe in opera precedentemente all'ultima unificazione "Enel/TSO", volendo escludere il rifacimento, per minimizzare l'impatto ambientale, l'oggetto del tema n.3 è stato il potenziamento inteso come ampliamento della capacità di trasporto energetico delle linee esistenti.

Verificate le prestazioni meccaniche della palificata esistente nell'ipotesi di potenziare la linea con il conduttore RQUT0000C2 $\varnothing$ 31,5, queste non garantivano il rispetto delle verifiche di rito secondo norma, si è ritenuto opportuno valutare una soluzione alternativa meno invasiva ed economicamente vantaggiosa che potesse rientrare negli interventi di potenziamento e adeguamento delle reti di trasporto ai fini della diffusione delle fonti rinnovabili.

4.2. ALTERNATIVA AL CONDUTTORE RQUT0000C2 $\varnothing$ 31,5

La soluzione, che viene proposta, è la seguente: armare la palificata secondo il metodo del "Reconductoring high temperature low sag (HTLS) conductors". In particolare, tra la famiglia dei

conduttori HTLS è stato ritenuto idoneo il conduttore identificato, in letteratura internazionale, con la sigla “**ZTACIR**” Ø 22,75 (di seguito **UX LC17** codifica TSO).

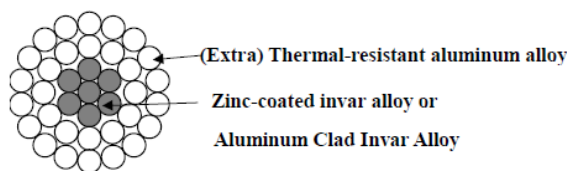


Figura 2

Questo conduttore HTLS presenta due caratteristiche molto interessanti:

- la prima di prospettiva futura è l'implementazione di “Smart Future Transmission System” ossia linee elettriche compatibili con tecnologia smart;
- la seconda non induce forze aggiuntive sui tralicci esistenti in quanto le dimensioni, il peso unitario e carico di rottura sono simile all'ACSR esistente, elettricamente consente un aumento della capacità di trasporto energetico. Caratteristica importante in termini di ripotenziamento.

Resta inteso che per quelle campate di linea che non garantiscono il rispetto dei vincoli normativi attivi nelle aree impegnate si procederà a valutarne la demolizione e sostituzione in termini di variazione della posizione dei nuovi tralicci e della loro altezza.

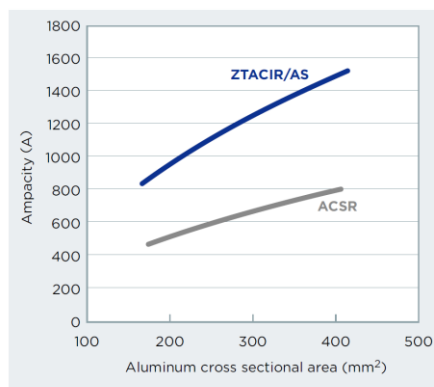
Per quanto possibile le variazioni di tracciato saranno ridotte allo stretto necessario per rientrare nel rispetto delle norme vigenti in materia di salute pubblica e vincoli ambientali.

La fig. 2 mostra la sezione trasversale del conduttore, si noti l'assenza di spazio tra nucleo e mantello “**no gap type**”, particolarità che indirizza il comportamento termomeccanico di questo tipo di conduttore nel trasferimento del tiro mantello-nucleo al solo nucleo definendo il punto di ginocchio termico noto come temperatura di transizione (KPT knee point temperature) vedi fig. 3.

Feature

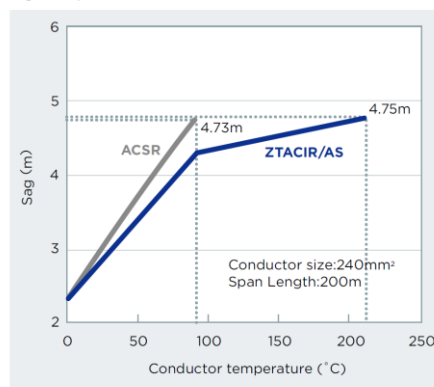
Current capacity

ZTACIR/AS can carry 2.0 times higher current than equivalent size ACSR.



Sag

ZTACIR/AS maintains almost the same sag (= Ground clearance) as equivalent size ACSR in high temperature condition.



Tratto da catalogo SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD. - 2016

Figura 3

Il mantello ZTAI esterno è composto da due trefoli a filo tondo concentrici in lega di alluminio trattato con zirconio (elemento correttivo di tipo tecnologico) che ne innalza il punto di fusione e di conseguenza la temperatura di innesco dello scorrimento viscoso (creep in inglese) rendendo la lega adatta alle alte temperature di funzionamento. Il mantello ZTAI può resistere fino a 210 ° C e può trasportare 2,0 volte la corrente a pari sezione ACSR, mantenendo quasi le stesse caratteristiche meccaniche ed elettriche dell'ACSR, la conducibilità si attesta intorno al **58 - 60% IACS**.

Il mantello è sostenuto da un nucleo **ACI** rinforzato con **Invar**.

Invar è il nome commerciale di 64FeNi, una lega che ha un basso coefficiente di espansione termica alle alte temperature. Impiegato al posto di un'anima in acciaio migliora il comportamento al rilassamento (slack inglese) del mantello conduttore, ciò consente di contenere e ridurre di circa il 30% la freccia della catenaria ad alta temperatura, rispetto al tipo ACSR. L'HTLS scelto è significativamente più costoso di un conduttore ACSR convenzionale, sicuramente non rappresenta la prima scelta nell'armare nuove linee di trasmissione, ma nel caso in oggetto può presentare un'opzione economica da considerare per l'upgrading di linee di trasmissione esistenti.

4.3. DEFINIZIONE DELLA PORTATE IN CORRENTE IN SERVIZIO NORMALE

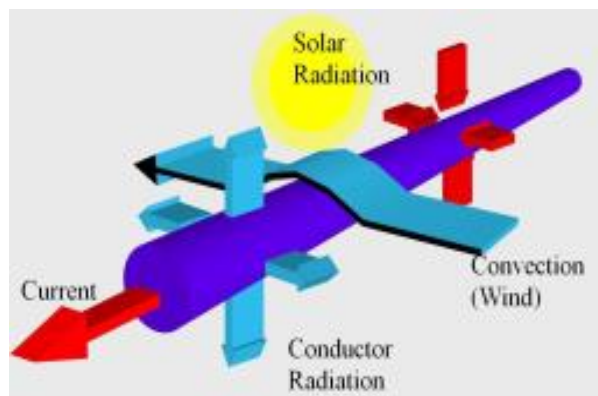
La norma CEI 11-60 fissa in zona A, periodo freddo, una portata in corrente per il conduttore di riferimento pari a 870 A, al paragrafo 3.1.2 la norma dà la formula di calcolo per tutti i conduttori aventi diametro $\varnothing$ diverso da quello del conduttore di riferimento, il valore di calcolo per il conduttore RQUT0000C1 $\varnothing$ 22,8 vale circa 578 A. A parità di sezione di alluminio si può verificare osservando la fig. 3 che il conduttore UX LC17 ha una portata in corrente di circa 1156 A. Al fine di definire l'ampiezza delle fasce di rispetto DPA si scelto e dunque si propone in fase di valutazione, che il valore di corrente in esercizio normale per la linea ripotenziata sia fissato a 870 A, il che equivale in termini di potenza transitante a un valore in servizio normale di circa 226 MVA.

4.4. DETERMINAZIONE DELLA TEMPERATURA DI LAVORO DEL CONDUTTORE IN REGIME ELETTRICO STAZIONARIO 870 A*

Utilizzando la procedura descritta IEEE 738-2006 o IEC 61597 è possibile con un foglio Excel risalire alla coppia temperatura di funzionamento - corrente del conduttore, limitando l'escursione in corrente al valore di 870 A.

Sfruttando l'equazione di equilibrio termico si riporta in tabella 1 nell'ultima colonna il valore di temperatura finale di lavoro per due valori di temperatura e radiazione solare ambientale.

$$Q_R + Q_C = Q_S + Q_J$$



Dove:

$$Q_R = k_s k_e D \pi (T^4 - T_{amb}^4);$$

$$Q_C = \pi \lambda N_u (T - T_{amb});$$

$$Q_S = D k_a Q_{SH};$$

$$Q_J = I_{RMS}^2 R_{T, AC}.$$

Radiant Heat Loss

Convective Heat Loss

Solar Radiation

AC Losses Joule.

Q_{SH} - Standard solar radiation

800 - 1400 W/m²

T_{amb}

15 - 55 °C

v - Component of wind speed which is normal to the cable

0,7 - 0,3 m/s

k_e - Emission coefficient 0.5 to 1 per cavi sporchi/ossidati, tipico

0.6

k_a - Absorption coefficient

0.5

k_s - Stefan-Boltzmann constant, for black-box radiation

5.6704*10⁻⁸ W/m²°C⁴

D - Diameter of the cable

22,75 *10⁻³ m

$R_{T, 20}$ - AC Resistance in the conductor, at 20 °C,

0,11068 *10⁻³ Ω/m

$R_{T, AC}$ - AC Resistance in the conductor, at temperature T_{cond} ,

N_u - Nusselt number

Standard solar radiation W/m ²	Component of wind speed which is normal to the cable m/s	T_{amb} °C	I_{RMS} A	T_{cond} °C
1000	0,7	40	870	115,8
1400	0,3	55	870	162,4

*Nel prossimo futuro è possibile pensare ad un esercizio termico dinamico delle linee armate con conduttori **UX LC17** al fine di massimizzare il transito della potenza da Fonte Rinnovabile non programmabile. L'installazione di sistema di monitoraggio del tipo Dynamic Rating con rilievo di parametri ambientali (velocità del vento, temperatura ambiente, temperatura del conduttore) ed elettrici, associati a sistemi di analisi dati rilevati e trasmissione a distanza, consentirà in maniera periodica e spontanea (in caso di superamento delle soglie prefissate) di evitare le congestioni e quindi gli oneri di dispacciamento a beneficio soprattutto della generazione rinnovabile e distribuita.

5. DESCRIZIONE DELLE OPERE DI RETE PER LA CONNESSIONE

5.1. INQUADRAMENTO VINCOLI

Le suddette opere godranno, ad autorizzazione unica avvenuta, della dichiarazione di pubblica utilità, indifferibilità e urgenza, nonché della dichiarazione di inamovibilità e l'apposizione del vincolo preordinato all'esproprio dei beni e, qualora le opere stesse comportino variazione degli strumenti urbanistici, ha effetto di variante urbanistica. Esse saranno realizzate nell'interesse esclusivo della TSO spa.

Tutta la vincolistica è riportata nella tavola 6 fogli da 1 a 4.

Le nuove infrastrutture elettriche consentiranno:

- *l'esercizio del sistema elettrico dell'area in questione in condizioni di piena affidabilità.*
- *una condizione di maggiore concorrenza tra le imprese produttrici nel libero mercato dell'energia elettrica;*
- *un considerevole risparmio economico e una significativa diminuzione delle immissioni di anidride carbonica in atmosfera grazie al transito in sicurezza dei flussi di potenza dovuti alla produzione da fonte rinnovabile;*
- *una sensibile riduzione delle perdite nella rete di trasporto;*
- *di migliorare la flessibilità di esercizio e ridondanza di rete ottimizzando i cicli di manutenzione delle infrastrutture elettriche esistenti limitrofe.*

5.2. RACCORDI C.P. – L 609

L'intervento di connessione alla RTN si colloca per intero nel comune di San Nicolò d'Arcidano, interessando prevalentemente un'area pianeggiante adibita a terreno agricolo.

5.3. INQUADRAMENTO CATASTALE INTERRUZIONE 609

Comune	Foglio	Particella/e	Opera di rete per la connessione
San Nicolò d' Arcidano	19	212	Nuova C.P. Arcidano
	19	212,112,108,103,224, 53,206,140,145,168,70 124,71,123,22,59,115, 114,190,191,189,188	Nuovi Raccordi AT 150 kV
	20	511,512,3	
	18	300	

5.4. AREE IMPEGNATE (RIF TAVV. 09, 10, 11 E 12)

I raccordi rappresentano un'infrastruttura lineare energetica appartenente alla RTN, la loro collocazione nel territorio è caratterizzata dalla individuazione di:

- aree impegnate**, (riferimento al Testo Unico 327/01), aree necessarie per la sicurezza dell'esercizio e manutenzione dell'elettrodotto che sono di norma pari a circa:
 - 16 m dall'asse linea per parte per elettrodotti aerei a 132 kV in semplice e doppia terna;
- aree potenzialmente impegnate**, (previste dalla L. 239/04), su cui sarà apposto il vincolo preordinato all'esproprio, equivalenti alle "zone di rispetto" di cui all'articolo 52 quater, comma 6, del Decreto Legislativo 27 dicembre 2004, n. 330, all'interno delle quali poter inserire eventuali modeste varianti al tracciato dell'elettrodotto senza che le stesse comportino la necessità di nuove autorizzazioni;
- zone di rispetto o fasce di rispetto**, la fascia di rispetto comprende lo spazio circostante l'infrastruttura, al di sopra e al di sotto del livello del suolo, dove l'induzione magnetica è uguale o maggiore dell'obiettivo di qualità ($3\mu T$)
- Distanze di sicurezza rispetto alle attività soggette a controllo prevenzione incendi**, i raccordi, pur non essendo soggetti ai controlli di prevenzione incendi perché non compresi nell'allegato al D.M. 16/02/1982 né nelle tabelle A e B allegate al DPR 26 maggio 1959, n. 689, potrebbero interferire con attività soggette al controllo dei Vigili del Fuoco o a rischio di incidente rilevante di cui al D.Lgs. 334/99. In occasione dei sopralluoghi effettuati non sono emerse interferenze dirette con attività soggette al controllo dei Vigili del Fuoco o a rischio di incidente rilevante di cui al D. Lgs. citato. Nel caso l'interferenza fosse presente resta a carico, in fase di procedimento autorizzativo, dei Comandi Provinciali dei Vigili del Fuoco portare all'attenzione della Società la verifica

del rispetto delle distanze di sicurezza nei confronti di eventuali attività di cui non si è dato diretta evidenza.

La determinazione della fascia di rispetto è espressa nella "RE.02 Relazione tecnica sui campi elettromagnetici".

5.5. DETERMINAZIONE DEL VINCOLO PREORDINATO

Le Tavv. 09,10,11 e 12, riportano graficamente l'asse indicativo del tracciato, un'ipotesi di posizionamento preliminare dei tralicci (per i soli raccordi aerei) e le aree potenzialmente impegnate sulle quali sarà apposto il vincolo preordinato all'esproprio. In fase di progetto esecutivo dell'opera si procederà alla delimitazione delle aree effettivamente impegnate dalla stessa per le servitù, con conseguente riduzione delle porzioni di territorio soggette a vincolo preordinato all'esproprio. L'elenco delle particelle catastali interessate dall'apposizione del vincolo preordinato all'esproprio, con l'indicazione dei nominativi dei proprietari come da risultanze catastali, è riportato nei sopra citati documenti.

5.5.1. Opere attraversate

Vedi allegato.

6. CARATTERISTICHE TECNICHE

6.1. GENERALITÀ

I nuovi raccordi di attestazione linea sui due stalli di C.P. Arcidano saranno costituiti da una palificazione a semplice terna armata con tre conduttori d'energia e con una corda di guardia aventi le caratteristiche nel seguito indicate.

Il progetto dell'opera sarà conforme al Progetto Unificato per gli elettrodotti elaborato fin dalla prima metà degli anni '70 a cura della Direzione delle Costruzioni di ENEL, aggiornato nel pieno rispetto della normativa prevista dal DM 21-10-2003 (Presidenza del Consiglio di Ministri, Dipartimento Protezione Civile) e tenendo conto delle **Norme Tecniche per le Costruzioni, Decreto 14/01/2008**.

La parte aerea intesa come: calcoli delle frecce e delle sollecitazioni dei conduttori di energia, delle corde di guardia, dell'armamento, dei tralicci e delle fondazioni; sarà progettata sulla base di quanto prescritto dalla Legge 28 giugno 1986 n. 339 "Nuove Norme per la disciplina della costruzione e dell'esercizio di linee elettriche aeree esterne" e successive modificazioni, riprese anche dalle Norme CEI 11-4 (Comitato Elettrotecnico Italiano) "Esecuzione delle linee elettriche aeree esterne".

La parte aerea è illustrata nelle Tavv.01, 02, 03, 04 A e B Profili altimetrici.

.

In materia di tutela alla esposizione ai campi elettromagnetici vale la legge 36/2001 e DPCM 08/07/2003.

Per quanto attiene i raccordi, nel Progetto Unificato ENEL/TSO, sono inseriti tutti i componenti (tralicci e fondazioni, conduttori, morsetteria, isolatori, ecc.) con le relative modalità di impiego. Le tavole grafiche dei componenti impiegati con le loro caratteristiche sono riportate nella tavola del PTO: Tav. 13 Caratteristiche componenti 150 kV.

6.2. FONDAZIONI

Di seguito si parlerà di schema geometrico del sostegno a traliccio che si intende utilizzare per la costruzione dei raccordi aerei. A questo schema occorre dare la possibilità di svolgere la funzione per la quale è progettato, ossia sostenere i conduttori di energia, resistendo agli sforzi di compressione, trazione, torsione e flessione indotti dal proprio peso e dagli armamenti. Pertanto, affinché il sostegno svolga correttamente il suo compito è necessario ancorarlo al terreno tramite fondazione.

Negli allegati sono riportati i disegni delle fondazioni tipo; in alcuni casi per esigenze tecniche si potrà ricorrere ad opere di consolidamento o di sottofondazione.

Le fondazioni unificate per i tralicci della serie 132 - 150 kV semplice terna sono del tipo a piedini separati e sono utilizzabili su terreni normali, di buona o media consistenza. Ciascun piedino di fondazione è composto di tre parti:

1. un blocco di calcestruzzo armato costituito da una base, che appoggi sul fondo dello scavo, formata da una serie di platee (parallelepipedi a pianta quadrata) sovrapposte; detta base è simmetrica rispetto al proprio asse verticale;
2. un colonnino a sezione circolare, inclinato secondo la pendenza del montante del sostegno;
3. un "moncone" annegato nel calcestruzzo al momento del getto, collegato al montante del "piede" del sostegno.

Il moncone è costituito da un angolare, completo di squadrette di ritenuta, che si collega con il montante del piede del sostegno mediante un giunto a sovrapposizione. I monconi sono raggruppati in tipi, caratterizzati dalla dimensione dell'angolare, ciascuno articolato in un certo numero di lunghezze. Dal punto di vista del calcolo dimensionale è stata seguita la normativa di riferimento per le opere in cemento armato di seguito elencata:

- o D.M. 9 gennaio 1996, "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche";
- o D.M. 14 febbraio 1992: "Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche";
- o D.M. 16 gennaio 1996: Norme tecniche relative ai "Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi";
- o Circolare Ministero LL.PP. 14 febbraio 1974 n.11951: Applicazione delle norme sul cemento armato L. 5/11/71 n. 1086;

- Circolare Min. LL.PP. 4 luglio 1996 n.156AA.GG. /STC.: Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi" di cui al Decreto Ministeriale 16 gennaio 1996.
- Sono inoltre osservate le prescrizioni della normativa specifica per elettrodotti, costituita dal D.M. 21/3/1988; in particolare per la verifica a strappamento delle fondazioni, viene considerato anche il contributo del terreno circostante come previsto dall'articolo 2.5.06 dello stesso D.M. 21/3/1988.
- L'articolo 2.5.08, infine, prescrive che le fondazioni verificate sulla base degli articoli sopramenzionati, siano idonee ad essere impiegate anche nelle zone sismiche per qualunque grado di sismicità. I tralicci utilizzati sono tuttavia stati verificati anche secondo le disposizioni date dal D.M. 9/01/96 (Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche).
- L'abbinamento tra ciascun sostegno e la relativa fondazione è determinato nel progetto unificato mediante le "Tabelle delle corrispondenze" che sono le seguenti:
 - Tabella delle corrispondenze tra tralicci, monconi e fondazioni;
 - Tabella delle corrispondenze tra fondazioni ed armature colonnino.

Con la prima tabella si definisce il tipo di fondazione corrispondente al sostegno impiegato mentre con la seconda si individua la dimensione ed armatura del colonnino corrispondente. Come già detto le fondazioni unificate sono utilizzabili solo su terreni normali di buona e media consistenza; pertanto, le fondazioni per tralicci posizionati su terreni con scarse caratteristiche geomeccaniche, su terreni instabili o su terreni allagabili sono oggetto di indagini geologiche e sondaggi mirati, sulla base dei quali vengono, di volta in volta, progettate ad hoc.

6.3. TERRE E ROCCE DA SCAVO

La realizzazione delle fondazioni di un sostegno prende avvio con l'allestimento dei cosiddetti "microcantieri" relativi alle zone localizzate da ciascun sostegno. Essi sono destinati alle operazioni di scavo, getto in cemento armato delle fondazioni, rinterro ed infine all'assemblaggio degli elementi costituenti la tralicciatura del sostegno. Mediamente interessano un'area circostante delle dimensioni di circa 50x50 m, variabile in funzione della dimensione del sostegno e sono immuni da ogni emissione dannosa. Durante la realizzazione delle opere, il criterio di gestione del materiale scavato prevede il suo deposito temporaneo presso ciascun "microcantiere" e successivamente il suo utilizzo per il rinterro degli scavi, previo accertamento dell'idoneità di detto materiale per il riutilizzo in sito ai sensi della normativa vigente. In caso contrario il materiale scavato sarà destinato a idoneo impianto di smaltimento o recupero autorizzato, con le modalità previste dalla normativa vigente. In particolare, si segnala che per l'esecuzione dei lavori non sono utilizzate tecnologie di scavo con impiego di prodotti tali da contaminare le rocce e terre.

6.4. TRALICCI

I tralicci saranno del tipo a tronco-piramidale a semplice terna, di varie altezze, secondo le caratteristiche altimetriche del terreno; saranno in angolari di acciaio ad elementi zincati a fuoco e bullonati, provvisti di difese para salita e impianti di messa a terra e avranno un'altezza tale da garantire, anche in caso di massima freccia dei conduttori, il franco minimo prescritto dalle vigenti norme. Con particolare riferimento ai problemi di messa a terra dei tralicci, il TSO, oltre che attenersi alle Norme Tecniche di cui al D.M. 21 marzo 1988, si impegnerà a prendere tutti i provvedimenti idonei ad assicurare il rispetto della normativa vigente in prossimità degli insediamenti abitativi. La campata normale di linea avrà una lunghezza di 350 m.

Negli allegati sono riportati i disegni schematici, ai quali si potranno apportare nella fase di progetto esecutivo modifiche di dettaglio, dettate da esigenze tecniche ed economiche, senza però modificare sostanzialmente la tipologia dei tralicci.

La serie dei tralicci a semplice terna "ST" 132-150kV, da utilizzare per realizzare i due raccordi di collegamento tra RTN L 609 e la C.P. Arcidano, è riassunta nella tabella seguente:

TIPO	H [m]	Cm [m]	δ	K	(Cm; δ) $T = v \cdot Cm + 2T_s \sin \delta / 2 + t^*$	(Cm; K) $P = p \cdot Cm + K \cdot T_0 + p^*$
					T_{nom} [daN]	P_{nom} [daN]
"L" Leggero	9 ÷ 33 m	350 m	0°	0.12	878,72	1474,57
"N" Normale	9 ÷ 33 m	350 m	4°	0.15	1259,12	1638,07
"M" Medio	9 ÷ 33 m	350 m	8°	0.18	1639,06	1801,57
"P" Pesante	9 ÷ 33 m	350 m	16°	0.24	2395,70	2128,57
"V" Vertice	9 ÷ 33 m	350 m	32°	0.36	3883,16	2782,57
"C" Capolinea	9 ÷ 33 m	350 m	60°	0.24	6328,72	2128,57
"E" Eccezionale	9 ÷ 33 m	350 m	90°	0.36	8586,18	2782,57

Dalla tabella si nota che ogni sostegno è caratterizzato geometricamente da alcuni valori di picchetto nominali: **campata media (Cm)**, **angolo di deviazione (δ)** e **costante altimetrica (K)** definiti "prestazioni nominali". In particolare, la tabella fa riferimento alle prestazioni nominali in zona A, con conduttore ACSR Ø 31,5 mm e con EDS pari a 21%. Le ultime due colonne rappresentano le **azioni nominali esterne** "trasverse **T** e verticali **P**", trasmesse dai conduttori e la corda di guardia supposti integri all'armamento del sostegno, nella ipotesi di stato tensionale meccanico MSA di seguito esplicitato. Con processo inverso, per ogni valore di campata media, si vanno a determinare i valori di δ e K che determinano la costanza delle azioni esterne **T** e **P**. Le coppie (Cm, δ) e (Cm, K), a T e P costanti definiscono il

diagramma di utilizzazione di ciascun sostegno. In ragione di tale criterio, all'aumentare della campata media diminuisce sia il valore dell'angolo di deviazione sia la costante altimetrica con cui è possibile impiegare il sostegno.

Il diagramma delimita:

- a) Nel piano (C_m, δ) un insieme di punti ai quali corrisponde un'azione trasversale complessiva non superiore a quella di calcolo del sostegno (campo di utilizzazione trasversale);
- b) Nel piano (C_m, K) un insieme di punti ai quali corrisponde un'azione verticale complessiva non superiore a quella di calcolo del sostegno (campo di utilizzazione verticale).

Pertanto, affinché il sostegno possa essere impiegato in un picchetto di caratteristiche geometriche (C_{mi}, δ_i, K_i) è necessario che i punti (C_{mi}, δ_i) e (C_{mi}, K_i) siano compresi rispettivamente nei campi di utilizzazione trasversale e verticale.

Azioni longitudinali:

per la corda di guardia (amarrata ad ogni sostegno) è stato considerato uno squilibrio di tiro per tenere conto della diversa lunghezza delle campate adiacenti al sostegno. Per ogni picchetto si dovrà perciò verificare mediante, la equazione del cambiamento di stato, che la effettiva differenza di tiro nella condizione MSA, per la corda di guardia che si intende impiegare sia minore o eguale dei valori di squilibrio considerati per il calcolo del sostegno. Per un'indagine rapida è stato costruito, per ogni singolo sostegno a traliccio che appartiene alla serie unificata, il diagramma di impiego per la corda di guardia, che tiene conto dei massimi squilibri, relativi alla stessa, calcolato con l'impiego delle sfere di segnalazione sia sulla campata minima che sulla campata massima. Riportando in ascisse la campata maggiore (L_M) tra le due adiacenti al sostegno e in ordinata la minore (L_m), se il punto di coordinata (L_M, L_m) sta al disopra del diagramma la verifica è positiva poiché, lo squilibrio di tiro è minore di quello di calcolo.

Ogni sostegno è costituito da un piede, una base e una testa. Il piede è modulato in altezza per compensare eventuali zoppicature dovute alle mezze coste del terreno. Alla testa appartiene il gruppo mensole a cui sono applicati gli armamenti (elementi di collegamento meccanico e non elettrico tra conduttori e sostegno) in sospensione o amarro. Infine, vi è il cimino, che sorreggere la corda di guardia. La composizione geometrica del sostegno viene in generale individuata da un numero che rappresenta la somma del codice identificativo primario e di quello secondario. Quando ad esempio per il sostegno "M" viene indicato come schema geometrico il numero 524, si intende un sostegno composto da:

Codice	Gruppo Mensole
0	A0
100	A1 e A1*
300	A2 e A2*
500	A0G
600	A1G e A1*G
900	A2g e A2*G

Tabella 2: "Codice identificativo primario" del sostegno "M"

Codice	Base	Piede	Codice	Base	Piede	Codice	Base	Piede
01	H9	-2	19	H18	-2	37	H27	-2
02		-1	20		-1	38		-1
03		0	21		0	39		0
04		+1	22		+1	40		+1
05		+2	23		+2	41		+2
06		+3	24		+3	42		+3
07	H12	-2	25	H21	-2	43	H30	-2
08		-1	26		-1	44		-1
09		0	27		0	45		0
10		+1	28		+1	46		+1
11		+2	29		+2	47		+2
12		+3	30		+3	48		+3
13	H15	-2	31	H24	-2	49	H33	-2
14		-1	32		-1	50		-1
15		0	33		0	51		0
16		+1	34		+1	52		+1
17		+2	35		+2	53		+2
18		+3	36		+3	54		+3

Tabella 3: "Codice identificativo secondario" del sostegno "M"

Testa/Gruppo mensola A0G Base H18

Piede +3

Le mensole sono previste per campata normale e per grandi campate (con suffisso G). Le differenti configurazioni di gruppi mensola sono:

...0/...G, nella quale nessuna mensola è equipaggiata con pendino

...1/...1G, nella quale la sola mensola in posizione "media" è equipaggiata con pendino "corto"

...1*/...1*G, nella quale la sola mensola in posizione "media" è equipaggiata con pendino "lungo"

...2/...2G, nella quale le sole mensole in posizione "alta" e "bassa" sono equipaggiate con pendino "corto"

...2*/...2*G, nella quale le sole mensole in posizione "alta" e "bassa" sono equipaggiate con pendino "lungo".

La tabella riporta le corrispondenze tra sostegni e gruppi di mensola

SOSTEGNI		MENSOLE	
TIPO	RIFERIMENTO	GRUPPO	RIFERIMENTO
L	LS801	A	LS804/1-2
N	LS802	A	LS804/3÷12
M	LS803	A	LS804/13÷22
P	LS805	B	LS807/1÷10
V	LS806	B	LS807/11÷20
C	LS808	D	LS810/1÷12
E	LS809	D	LS810/13÷2

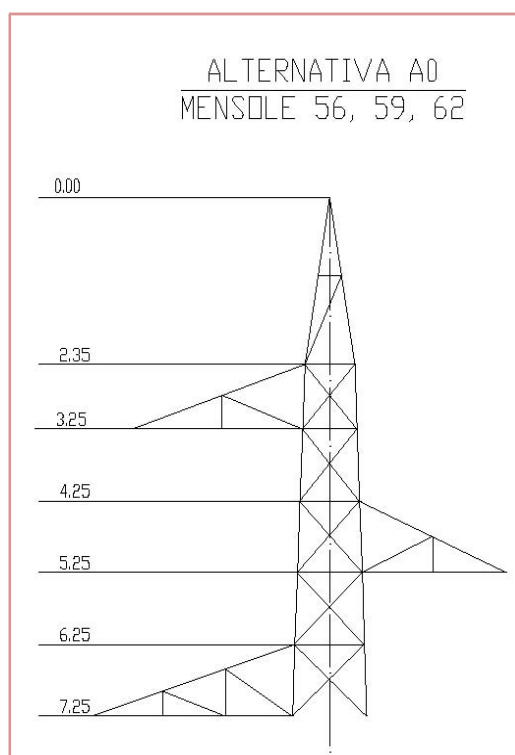


figura 4- esempio di testa/gruppo mensole

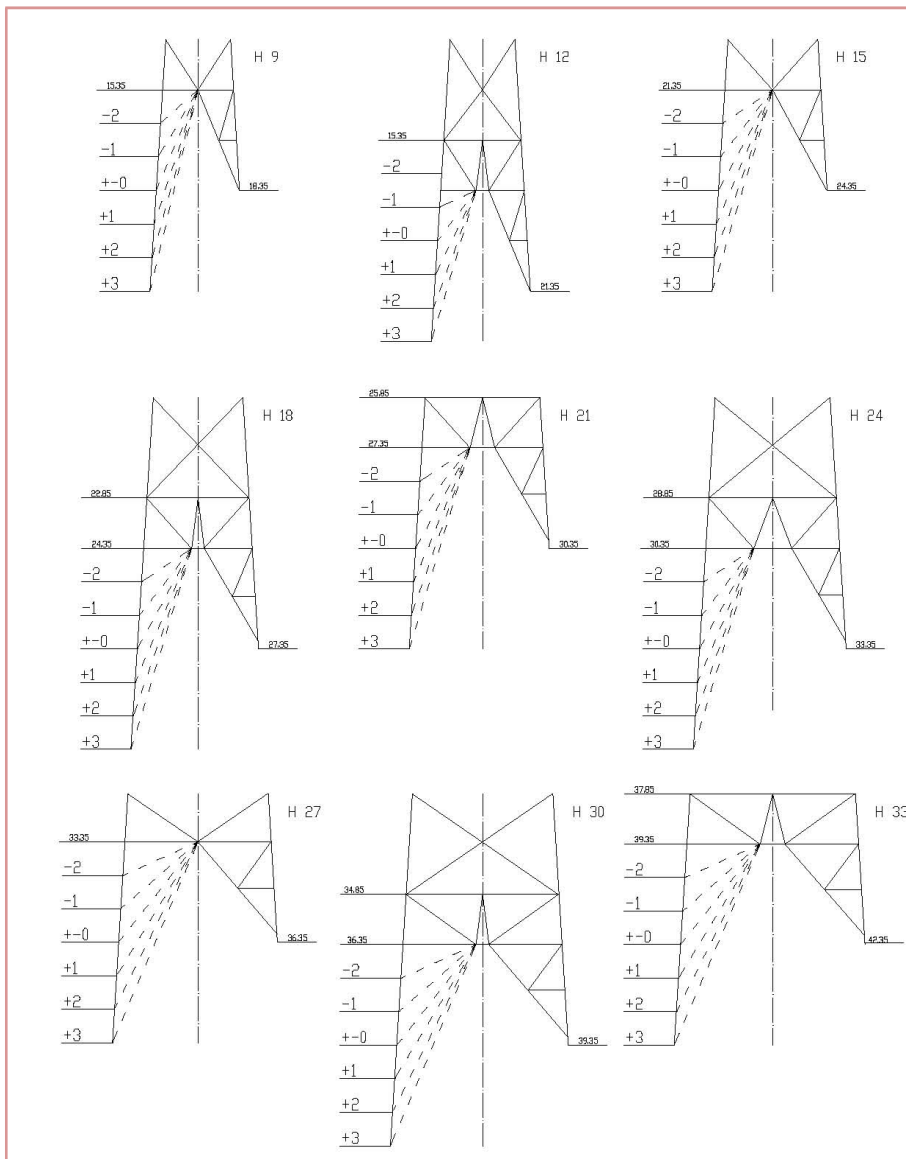


figura 5 - schema geometrico piede

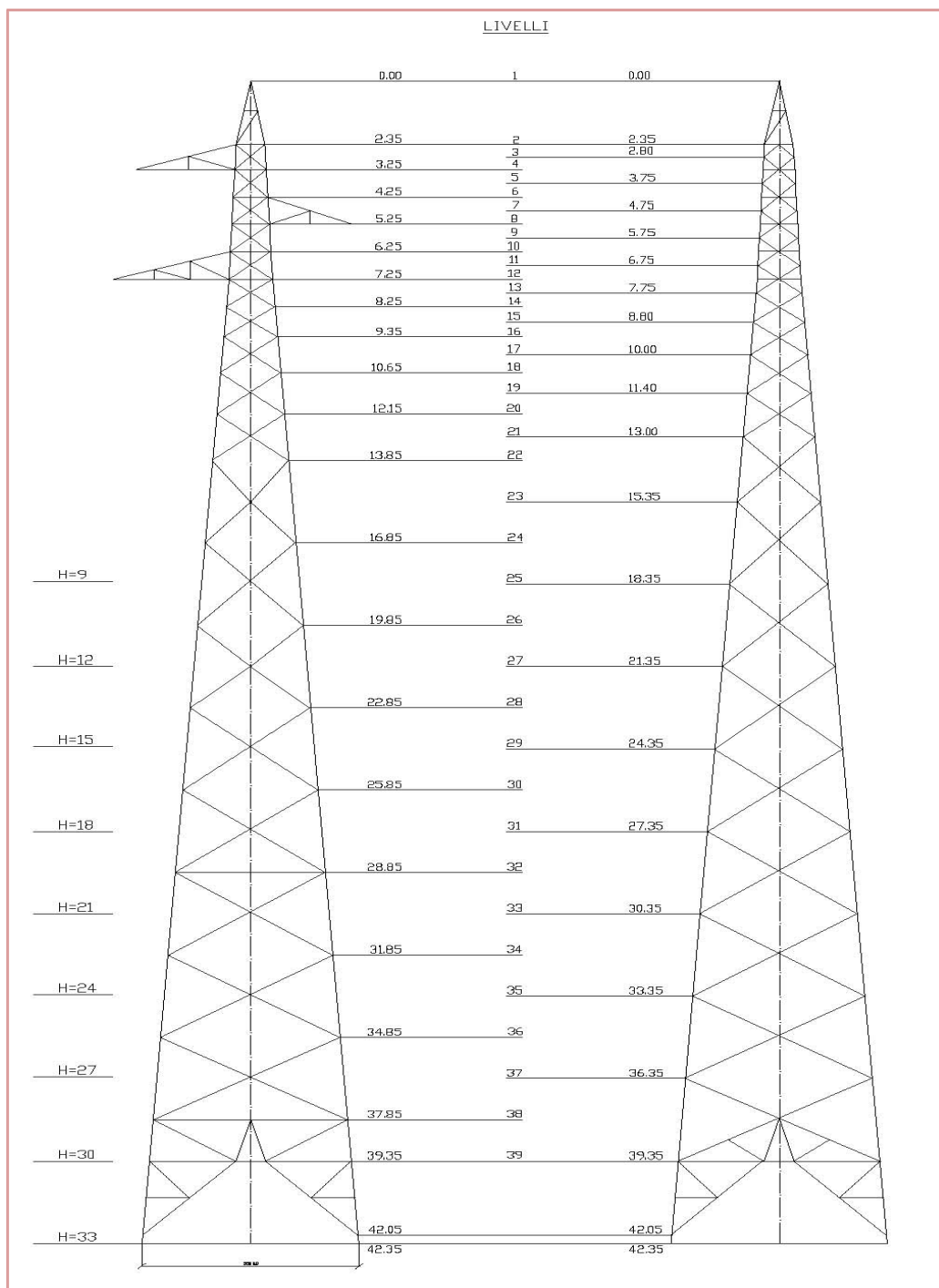


figura 6 - esempio di sostegno a traliccio vista trasversale e longitudinale

6.4.1. Conduttori di fase

Ciascuna fase elettrica della nuova linea e raccordi aerei sarà costituita da un conduttore di energia composto da una corda **UX LC17** conduttore a corda di lega di alluminio (ZTAL) – lega FE-NI rivestita di alluminio (ACI) Ø22,75 mm, costituita da n.7 fili di 7 x 3,25 mm e n. 30 x 3,25 mm, fili di lega di alluminio. Il conduttore fase bassa avrà un'altezza da terra non inferiore a 7,00 m.

Il carico di rottura teorico della corda è di 7230 daN.

Unitamente alla corda UX LC 17 di nuova generazione sarà necessario introdurre sulle linee una nuova tipologia di morsetteria speciale in grado di sopportare le temperature di esercizio dei conduttori ZTACIR, per morsetteria si intendono quelle parti in tensione (morse di sospensione, morse di ormeggio, smorzatori di vibrazione) che collegano i conduttori agli armamenti.

Infine, si renderà necessaria l'introduzione di nuove tipologie di armamenti; gli armamenti sono l'insieme di equipaggiamenti ed isolatori e fungono da organo di collegamento ed isolamento fra i conduttori in tensione ed i sostegni francamente messi a terra. In particolare, verranno installati isolatori di ultima generazione, in vetro temprato, in vetro con rivestimento silconico o in resina composita con rivestimento silconico a seconda delle condizioni di inquinamento atmosferico (salino, industriale) e del contesto ambientale

6.4.2. Corda di guardia

Gli elettrodotti e raccordi aerei saranno equipaggiati con una corda di guardia con Fibre Ottiche diametro nom. 11,5 mm, DC 25.

6.4.3. Stato di Tensione Meccanica

È stato fissato il tiro dei conduttori e delle corde di guardia in modo che risulti costante, in funzione della campata equivalente, nella condizione "normale" di esercizio linea, cioè alla temperatura di 15°C ed in assenza di sovraccarichi (EDS -" every day stress"): ciò assicura una uniformità di comportamento nei riguardi delle sollecitazioni prodotte dal fenomeno delle vibrazioni. Nelle altre condizioni o "stati" il tiro risulta, ovviamente, funzione della campata equivalente di ciascuna tratta.

La linea in oggetto è situata in "ZONA A".

6.4.4. Morsetteria ed Equipaggiamento Testa

La morsetteria, necessaria a realizzare il collegamento dei conduttori ai sostegni, sarà composta da vari elementi quali morse, prolunghe, giunti ecc., che combinati con gli isolatori, formeranno gli armamenti per la sospensione e l'amarro dei conduttori.

Per le corde di guardia la morsetteria sarà composta da elementi che uniti tra di loro assicurano le corde ai cimini dei sostegni; gli armamenti per i conduttori potranno essere secondo i casi sia in amarro sia in sospensione.

Le caratteristiche della morsetteria sono conformi a quanto previsto dalle norme CEI.

La scelta degli equipaggiamenti viene effettuata, per ogni singolo sostegno, fra quelli disponibili nel Progetto Unificato, in funzione delle azioni (trasversale, verticale e longitudinale) determinate dal tiro

dei conduttori e dalle caratteristiche di impiego del sostegno esaminato (campata media, dislivello a monte e a valle, ed angolo di deviazione) secondo quanto riportato in tabella.

EQUIPAGGIAMENTO	TIPO	CARICO DI ROTTURA (kN)	SIGLA
SEMPLICE SOSPENSIONE	360/1	120	SS
DOPPIO PER SOSPENSIONE CON MORSA UNICA	360/2	120	DS
DOPPIO PER SOSPENSIONE CON MORSA DOPPIA	360/3	120	M
SEMPLICE PER AMARRO	362/1	120	SA
DOPPIO PER AMARRO	362/2	120	DA

6.4.5. Isolatori

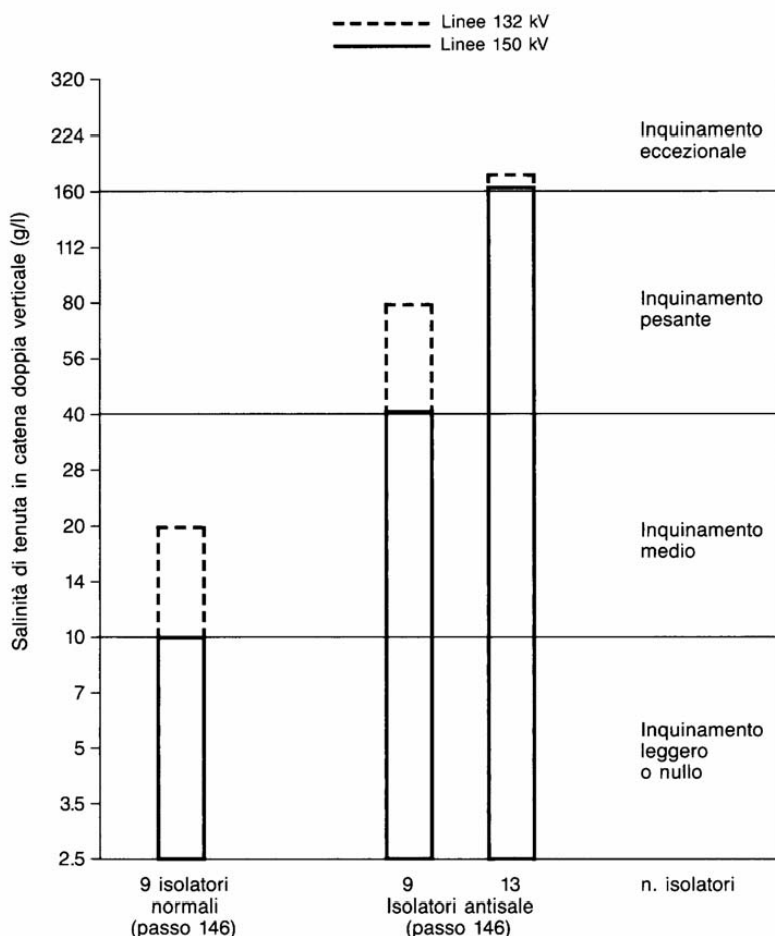
L'isolamento degli elettrodotti, dimensionato per una tensione di 170 kV, sarà realizzato con isolatori a cappa e perno in vetro temperato con catene di almeno 9 elementi negli amarrì e nelle sospensioni, con carico di rottura conforme a quello degli equipaggiamenti.

Le caratteristiche degli isolatori sono conformi a quanto previsto dalle norme CEI.

Per quanto riguarda il comportamento degli isolatori in presenza di inquinamento superficiale, nelle tabelle LJ1 e LJ2 allegate sono riportate, per ciascun tipo di isolatore, le condizioni di prova in nebbia salina, scelte in modo da porre ciascuno di essi in una situazione il più possibile vicina a quella di effettivo impiego. Nella tabella che segue è poi indicato il criterio per individuare il tipo di isolatore ed il numero di elementi da impiegare con riferimento ad una scala empirica dei livelli di inquinamento.

LIVELLO DI INQUINAMENTO	DEFINIZIONE	MINIMA SALINITA' DI TENUTA (kg/m ²)
I – Nullo o leggero (1)	• Zone prive di industrie e con scarsa densità di abitazioni dotate di impianto di riscaldamento • Zone con scarsa densità di industrie e abitazioni, ma frequentemente soggette a piogge e/o venti. • Zone agricole (2) • Zone montagnose Occorre che tali zone distino almeno 10-20 km dal mare e non siano direttamente esposte a venti marini (3)	10
II – Medio	• Zone con industrie non particolarmente inquinanti e con media densità di abitazioni dotate di impianto di riscaldamento • Zone ad alta densità di industrie e/o abitazioni, ma frequentemente soggette a piogge e/o venti. • Zone esposte ai venti marini, ma non troppo vicine alla costa (distanti almeno alcuni chilometri) (3)	40
III - Pesante	• Zone ad alta densità industriale e periferie di grandi agglomerati urbani ad alta densità di impianti di riscaldamento produttori sostanze inquinanti • Zone prossime al mare e comunque esposte a venti marini di entità relativamente forte	160
IV – Eccezionale	• Zone di estensione relativamente modesta, soggette a polveri o fumi industriali che causano depositi particolarmente conduttivi • Zone di estensione relativamente modesta molto vicine a coste marine e battute da venti inquinanti molto forti • Zone desertiche, caratterizzate da assenza di pioggia per lunghi periodi, esposte a tempeste di sabbia e sali, e soggette a intensi fenomeni di condensazione	(*)

- (1) Nelle zone con inquinamento nullo o leggero una prestazione dell'isolamento inferiore a quella indicata può essere utilizzata in funzione dell'esperienza acquisita in servizio.
- (2) Alcune pratiche agricole quali la fertirrigazione o la combustione dei residui, possono produrre un incremento del livello di inquinamento a causa della dispersione via vento delle particelle inquinanti.
- (3) Le distanze dal mare sono strettamente legate alle caratteristiche topografiche della zona ed alle condizioni di vento più severe.
- (4) (*) per tale livello di inquinamento non viene dato un livello di salinità di tenuta, in quanto risulterebbe più elevato del massimo valore ottenibile in prove di salinità in laboratorio.



Le caratteristiche della zone interessate dagli elettrodotti in esame sono di inquinamento atmosferico medio e quindi si è scelta la soluzione di n.9 isolatori (passo 146) tipo J 1/1 (normale) per tutti gli armamenti in sospensione/amarro.

La lunghezza della catena degli isolatori sarà tale da garantire, anche in caso di freccia massima dei conduttori, il franco minimo prescritto dalle vigenti norme.

Per quanto riguarda i sostegni e le fondazioni, la TSO avrà facoltà di apportare nel progetto esecutivo modifiche di dettaglio, dettate da esigenze tecniche ed economiche, senza però mutare sostanzialmente la tipologia e ricorrendo, se necessario, all'impiego di opere di sottofondazione.

In ogni caso, i calcoli di verifica dei sostegni saranno eseguiti in conformità a quanto prescritto dalle vigenti norme.

RUMORE

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

L'effetto corona è relativamente più elevato in condizioni di alta umidità atmosferica e di pioggia, mentre quello eolico è presente soltanto in condizioni di venti forti (venti trasversali dell'ordine di 10-15 m/s).

Per l'effetto corona, dati sperimentali indicano che, per una linea trinata a 380 kV presa come riferimento, alla distanza di riferimento di 15 m dal conduttore più vicino, il livello sonoro indotto si colloca intorno ai 40 dB(A), in condizioni sfavorevoli di pioggia. Nel caso in esame quindi il livello di pressione sonora sarà sicuramente più basso, dato il più basso livello di tensione rispetto al benchmark. Si tenga presente che per una sorgente lineare il rumore si attenua di 3 dB(A) al raddoppiare della distanza. In condizioni meteorologiche normali il fenomeno corona si riduce in intensità a meno di un decimo.

Considerando che l'effetto eolico si manifesta solo in condizioni di venti forti (10-15 m/s), e quindi di elevata rumorosità di fondo, non sono disponibili dati sperimentali. Occorre comunque considerare che tali venti, nelle zone attraversate dall'elettrodotto, possono essere solo sporadici e che, in tali condizioni atmosferiche, il rumore di fondo assume comunque valori tali da rendere praticamente trascurabile l'effetto del vento sulle strutture dell'opera.

7. SALUTE E SICUREZZA NEI CANTIERI

I lavori dovranno essere svolti in ossequio al "Testo Unico" D. Lgs. 81/08 in materia di salute e sicurezza nel lavoro. Pertanto, in fase di progettazione occorrerà nominare un Coordinatore per la sicurezza in fase di progettazione, abilitato ai sensi della già menzionata normativa, che dovrà redigere il PSC (piano di sicurezza e coordinamento). Successivamente, in fase di realizzazione dell'opera, sarà nominato un Coordinatore per la esecuzione dei lavori, anch'esso abilitato, che vigilerà durante tutta la durata dei lavori sul rispetto da parte delle ditte appaltatrici delle norme di legge in materia di sicurezza e delle disposizioni previste nel Piano di Sicurezza e Coordinamento.

8. CARATTERISTICHE ELETTRICHE

- | | |
|----------------------------------|----------|
| ➤ Frequenza | 50 Hz. |
| ➤ Tensione nominale | 150 kV. |
| ➤ Potenza nominale | 226 MVA. |
| ➤ Intensità di corrente nominale | 870 A. |

9. CONSIDERAZIONE E CRITERI DI POSA DEL CONDUTTORE PER IL RIPOTENZIAMENTO

Il tracciato garantisce un disturbo necessario al paesaggio del territorio ospitante, evita i parchi naturali, aree monumentali e di interesse storico ed archeologico, contiene la capitozzature di alberi, compatibile con lo sbandamento dei conduttori, impegna un corridoio ambientale energetico lineare a bassissimo grado di antropizzazione, in particolare assenza di parchi gioco scuole e ospedali. L'altezza

dei sostegni troncopiramidali rimane contenuta, nel limite del rispetto normativo dei franchi a terra e da opere attraversate. Le lunghezze delle campate sono adeguate al contesto ambientale. Il corridoio energetico inteso come fascia territoriale impegnata viene tutelato mediante la costituzione della servitù di elettrodotto, a garanzia della sicurezza nell'esercizio e della salvaguardia della popolazione affacciata.

Per il ripotenziamento delle campate si è tenuto conto delle opere e ostacoli attraversati, del terreno pseudo pianeggiante e dello sviluppo di tratti estesi di linea in rettilineo. Si è fatto ricorso al concetto di **campata equivalente (Leq)**: valore fittizio di quella campata che in ogni condizione di stato presenta lo stesso tiro che si instaura nella tratta e dunque dello stesso parametro di catenaria. Costruita la catenaria sono stati verificati i franchi tra i due sostegni capolinea attrezzati con equipaggiamento in amarro, fissando a priori una fascia altimetrica di 7 m.

10. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

In questo capitolo si riportano i principali riferimenti normativi da prendere in considerazione per la progettazione, la costruzione e l'esercizio dell'intervento oggetto del presente documento.

11. LEGGI

Regio Decreto 11 dicembre 1933 n° 1775 "Testo Unico delle disposizioni di legge sulle acque e impianti elettrici";

Legge 23 agosto 2004, n. 239 "Riordino del settore energetico, nonché delega al Governo per il riassetto delle disposizioni vigenti in materia di energia";

Legge 22 febbraio 2001, n. 36, "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici";

DPCM 8 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 29 maggio 2008, "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti";

DPR 8 giugno 2001 n°327 "Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia di Pubblica Utilità" e smi;

Legge 24 luglio 1990 n° 241, "Norme sul procedimento amministrativo in materia di conferenza dei servizi" come modificato dalla Legge 11 febbraio 2005, n. 15, dal Decreto-legge 14 marzo 2005, n. 35 e dalla Legge 2 aprile 2007, n. 40;

Decreto Legislativo 22 gennaio 2004 n° 42 "Codice dei Beni Ambientali e del Paesaggio, ai sensi dell'articolo 10 della legge 6 luglio 2002, n. 137 ";

Decreto del Presidente del Consiglio dei ministri 12 dicembre 2005 "Individuazione della documentazione necessaria alla verifica della compatibilità paesaggistica degli interventi proposti, ai sensi dell'articolo 146, comma 3, del Codice dei beni culturali e del paesaggio di cui al decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42";

Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 "Norme in materia ambientale" e ss.mm.ii.;

Legge 5 novembre 1971 n. 1086. "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica. Applicazione delle norme sul cemento armato";

Decreto Interministeriale 21 marzo 1988 n. 449 "Approvazione delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e l'esercizio delle linee aeree esterne";

Decreto Interministeriale 16 gennaio 1991 n. 1260 "Aggiornamento delle norme tecniche per la disciplina della costruzione e dell'esercizio di linee elettriche aeree esterne";

Decreto Interministeriale del 05/08/1998 "Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, esecuzione ed esercizio delle linee elettriche aeree esterne";

12. NORME TECNICHE

CEI 92-2, "Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata",

CEI 11-17, "Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica – Linee in cavo"

CEI 11-4, "Esecuzione delle linee elettriche esterne", quinta edizione, 1998:09

CEI 11-60, "Portata al limite termico delle linee elettriche aeree esterne", seconda edizione, 2002-06

CEI 211-4, "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche", prima edizione, 1996-07

CEI 211-6, "Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 0 Hz - 10 kHz, con riferimento all'esposizione umana", prima edizione, 2001-01

CEI 103-6 "Protezione delle linee di telecomunicazione dagli effetti dell'induzione elettromagnetica provocata dalle linee elettriche vicine in caso di guasto", terza edizione, 1997:12

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", prima edizione, 2006:02



13. ALLEGATO SCHEDA OPERE ATTRAVERSATE

La tabella riporta l'elenco delle opere attraversate, il comune e l'ente gestore dell'opera.

Tabella opere attraversate

LINEA 150 kV "GUSPINI – PABILLONIS – ARCIDANO"				
Campata	Tipologia di attraversamento	Comune	Ente proprietario o gestore	
6 - 7	Linea BT	Guspini	E-distribuzione	
	Strada comunale		Comune	
	Linea MT		E-distribuzione	
	Strada comunale		Comune	
	Linea BT		E-distribuzione	
9 - 10	Linea BT		E-distribuzione	
	Linea MT		E-distribuzione	
	Linea BT		E-distribuzione	
	Strada comunale		Comune	
	Linea BT		E-distribuzione	
10 - 11	Riu terra Maistus			
11 - 12	Strada comunale	Gonnosfanadiga	Comune	
14 - 15	Linea BT		E-distribuzione	
	Strada comunale		Comune	
	Linea BT	Guspini	E-distribuzione	
16 - 17	Strada vicinale	Gonnosfanadiga		
17 - 18	Strada Provinciale 4		Provincia Sud Sardegna	
	Linea MT		E-distribuzione	
19 - 20	Strada comunale	San Gavino M.	Comune	
	Linea BT	Gonnosfanadiga	E-distribuzione	
	Strada comunale		Comune	
20 - 21	Strada vicinale	San Gavino M.		
	Linea BT		E-distribuzione	
	Linea BT		E-distribuzione	
22 - 23	Strada vicinale			

26 -27	Linea BT	San Gavino M	E-distribuzione
27-28	canale		
	Strada consortile		
29-30	Strada Vicinale		
	Linea BT		E-distribuzione
	Strada Vicinale		
	Strada Consortile		
	Canale		ENAS
32-33	Strada Comunale confine	Pabillonis	Comune
34 -35	Strada Vicinale		
35 - 36	SP 4		Provincia
36- 37	Strada comunale		Comune
	Strada comunale		
38-39	Flumini Bellu		ENAS
	Strada Comunale		Comune

Cavo			
	Attraversamento SP4		Provincia
	Parallelismo SP4		
	Attraversamento Canale		ENAS
Campata			
CP-1	SP4		
2 - 3	Strada Vicinale		Provincia
5 - 6	Strada Vicinale		
8-9	canale		
	Strada Vicinale		
	Linea MT		E-distribuzione
10 -11	Strada Vicinale	S. N. D'Arcidano	
11-12	SP4		Provincia
13-14	SP98		
	Linea MT		E-distribuzione

	14-15	Strada Vicinale		
	15-16	Strada Vicinale		
	16 - 17	Strada Vicinale		
	17 - 18	Canale		
		Strada consortile		
		Linea MT		
	23-24	Linea MT		E-distribuzione
	1 - 2	Linea MT		
		Strada Consortile		
	6 - 7	Flumini Bellu		ENAS
		Strada Consortile		