



REGIONE  
PUGLIA



PROVINCIA  
DI TARANTO



COMUNE  
DI TARANTO



Proponente	 <b>B72 srl</b> Sede: Viale A. Volta, 101 50131 Firenze Cf/P.Iva 07230410487				
Progettazione, Coordinamento e progettazione elettrica	 <b>STUDIO INGEGNERIA ELETTRICA</b> MEZZINA dott. ing. Antonio Via T. Solis 128   71016 San Severo (FG) Tel. 0882.228072   Fax 0882.243651 e-mail: info@studiomezzina.net Ordine degli ingegneri della Provincia di Foggia matr. n 1604		 		
Studio e progetto ecologico vegetazionale	 <b>Dott. Biol. Leonardo Beccarisi</b> Via D'Engnien, 43 - 73013 Galatina (LE) cell. 3209709895 E-Mail: beccarisil@gmail.com Ordine nazionale dei Biologi Albo-Sezione matr. n. AA_067313	Studio di impatto ambientale	 <b>Dott.ssa Anastasia Agnoli</b> Via Armando Diaz, 37   73100 Lecce (LE) cell. 3515100328 E-Mail: anastasia.agnoli989@gmail.com		
Studio meteorologico	<b>Dott. Biol. Elisa Gatto</b> Via S. Santo, 22   73044 Galatone (LE) cell. 3283433525 E-Mail: dottelisagatto@gmail.com Ordine nazionale dei Biologi matr.n. AA_090001	Studio paesaggistico e di inserimento urbanistico	 <b>Dott. Agr. Barnaba Marinosci</b> via Pilella 19, 73040 Alliste (LE) Cell. 329 3620201 E-Mail: barnabamarinosci@gmail.com Ordine dei Dottori Agronomi e Forestali provincia di Lecce matr. n 674		
Studio faunistico	 <b>Dott. Antonio Feola</b> Via Civitella n°25   84060 Moio della Civitella (SA) cell. 338 2593262 E-Mail: feolantx@gmail.com Ordine Nazionale dei Biologi matr. n . AA_047004	Rappresentazioni fotorealistiche	 <b>Arch. Gaetano Fornarelli</b> Via Fulcignano Casale 17   73100 Lecce (LE) cell. 3358758545 E-Mail: forgaet@gmail.com Ordine degli Architetti della provincia di Lecce matr. n 1739		
Studio archeologico	<b>Dott. Archeologo Antonio Mangia</b> cell. 338 3362537 E-Mail: amangia@yahoo.it Elenco Nazionale dei Professionisti dei Beni Culturali del Ministero della Cultura n.1516	Consulenza strutturale	 <b>Ing. Tommaso Monaco</b> Tel. 0885.429850   Fax 0885.090485 E-Mail: ing.tommaso@studiotecnicomonaco.it Ordine degli Ingegneri della provincia di Foggia matr. n. 2906		
Studio acustico	 <b>Ing. Antonio Falcone</b> Tel. 0884.534378   Fax. 0884.534378 E-Mail: antonio.falcone@studiofalcone.eu Ordine degli Ingegneri di Foggia matr. n.2100	Consulenza topografica	<b>Geom. Matteo Occhiochiuso</b> Tel. 328 5615292 E-Mail: matteo.occhiochiuso@virgilio.it Collegio dei Circondariale Geometri e Geometri Laureati di Lucera matr. n. 1101		
Studio idraulico geologico e geotecnico	<b>Dott. Nazario Di Lella</b> Tel./Fax 0882.991704   cell. 328 3250902 E-Mail: geol.dilella@gmail.com Ordine regionale dei Geologi della Puglia matr. n. 345				
Opera	<b>Progetto definitivo per la realizzazione di un impianto Fotovoltaico denominato " BUFFOLUTO 1" da realizzarsi su aree demaniali in località "Buffoluto" nel territorio comunale di Taranto (TA) per una potenza complessiva di 23,857 MWp con sistema di accumulo da 25/50 MW/MWh nonchè delle opere connesse ed infrastrutture indispensabili alla costruzione e all'esercizio dell'impianto</b>				
Oggetto	AUTORITA' PROCEDENTE V.I.A. :  <b>MINISTERO DELL'AMBIENTE E DELLA SICUREZZA ENERGETICA</b>		AUTORITA' PROCEDENTE A.U. :  <b>REGIONE PUGLIA</b>		
	Nome Elaborato: 9VQMKN3_CalcoliPrelImpianti_01.pdf  Descrizione Elaborato: Calcoli preliminari impianti elettrici				
00	Dicembre 2022	Progetto definitivo	Geom. P. Massaro	Ing. A. Mezzina	B72 srl
Rev.	Data	Oggetto della revisione	Elaborazione	Verifica	Approvazione
Scala:					
Formato:	Codice Pratica <b>9VQMKN3</b>				



**PROPONENTE:**

**B72 S.r.l.**

**Sede Legale: Viale A. Volta, 101 - 50131 FIRENZE  
C.F. e P.IVA 07230410487**



**PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO DENOMINATO“  
BUFFOLUTO 1” DA REALIZZARSI SU AREE DEMANIALI MILITARI IN LOCALITÀ "BUFFOLUTO" NEL  
TERRITORIO COMUNALE DI TARANTO (TA) PER UNA POTENZA COMPLESSIVA DI 23,857 MWP CON  
SISTEMA DI ACCUMULO DA 25/50 MW/MWH NONCHÈ DELLE OPERE CONNESSE ED INFRASTRUTTURE  
INDISPENSABILI ALLA COSTRUZIONE E ALL'ESERCIZIO DELL'IMPIANTO**

## **RELAZIONE TECNICA**

**Calcoli preliminari delle strutture e degli impianti del progetto definitivo**

### **CALCOLI PRELIMINARI IMPIANTI ELETTRICI**



## SOMMARIO

1.	<b>PREMESSA .....</b>	<b>3</b>
2.	<b>NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>4</b>
3.	<b>DESCRIZIONE SINTETICA DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO .....</b>	<b>5</b>
3.1.	<i>Impianto fotovoltaico .....</i>	<i>5</i>
3.2.	<i>Schema elettrico del generatore fotovoltaico .....</i>	<i>5</i>
4.	<b>CARATTERISTICHE DEI COLLEGAMENTI ELETTRICI .....</b>	<b>9</b>
4.1.	<i>Cavi MT.....</i>	<i>9</i>
4.2.	<i>Giunzioni, terminazioni ed attestazioni.....</i>	<i>9</i>
4.3.	<i>Modalità di posa.....</i>	<i>11</i>
4.4.	<i>Linee di bassa tensione impianto fotovoltaico .....</i>	<i>13</i>
4.5.	<i>Impianto di rivelazione intrusione.....</i>	<i>14</i>
4.6.	<i>Impianto di video-sorveglianza .....</i>	<i>17</i>
4.7.	<i>Rete di fibra ottica .....</i>	<i>20</i>
4.8.	<i>Cavi bT impianto di illuminazione .....</i>	<i>22</i>
4.9.	<i>Cavidotti per linee elettriche interrato. ....</i>	<i>24</i>
4.10.	<i>Protezione contro i contatti diretti. ....</i>	<i>25</i>
4.11.	<i>Protezione contro i contatti indiretti. ....</i>	<i>25</i>
5.	<b>DIMENSIONAMENTO DEI CAVI E PROTEZIONE CONTRO LE SOVRACCORRENTI .....</b>	<b>26</b>
5.1.	<i>Protezione contro il sovraccarico .....</i>	<i>26</i>
5.2.	<i>Protezione contro il cortocircuito .....</i>	<i>26</i>
5.3.	<i>Cadute di tensione .....</i>	<i>27</i>
5.4.	<i>Dimensionamento Linee MT .....</i>	<i>27</i>
5.5.	<i>Dimensionamento Linee bT impianto di illuminazione.....</i>	<i>28</i>
5.6.	<i>Conclusioni.....</i>	<i>28</i>

## 1. PREMESSA

Lo scopo di questa relazione tecnica è presentare un calcolo preliminare degli impianti elettrici relativi al Parco Fotovoltaico, denominato “BUFFOLUTO 1” che la società B72 S.R.L. intende realizzare alla località “BUFFOLUTO”, Comune di TARANTO (TA), e delle opere connesse ed infrastrutture indispensabili alla costruzione e all'esercizio dell'impianto, con potenza teorica di picco del generatore fotovoltaico pari a circa 23,857 MWp, **regolata in modo tale che, anche tenendo conto dei rendimenti e perdite di conversione, la potenza attiva disponibile (Pnd) non superi mai la potenza attiva di immissione nel punto di consegna.**

La connessione dell'impianto avverrà tramite cavo interrato in MT lungo viabilità pubblica e aree private per una lunghezza di circa 9,00 Km alla sottostazione produttore di trasformazione MT/AT per venire poi ceduta alla RTN tramite un collegamento, del tipo in antenna a 150kV, alla Cabina Primaria “Taranto Est”. L'area deputata all'installazione dell'impianto fotovoltaico in oggetto risulta essere adatta allo scopo presentando una buona esposizione ed è facilmente raggiungibile ed accessibile attraverso le vie di comunicazione esistenti.



**Fig. 1.** Inquadramento di ampio raggio su ortofoto dell'area di intervento, a Nord, in celeste, la centrale fotovoltaica; in rosso, il percorso dell'elettrodottto dorsale, che si sviluppa per circa 23,5 km prevalentemente lungo rete viaria esistente; a SUD la Sottostazione Produttore, nei pressi della futura Stazione elettrica di Trasformazione SET-TERNA 380/150kV.



## 2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

I documenti normativi e/o guide di riferimento, congiuntamente alle varianti e/o errata corrige eventualmente intervenute, sono da intendersi applicabili nella loro edizione in vigore al momento di emissione del presente documento.

L'applicazione di eventuali varianti e/o errata corrige che intervengano dopo l'emissione del presente documento ma prima della realizzazione delle opere potrà essere sottoposta all'attenzione del progettista da parte del soggetto responsabile della costruzione.

NRif1. CEI 64-8: "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua";

NRif2. CEI 82-25 "Guida alla realizzazione di sistemi di generazione di energia fotovoltaica collegati alle reti elettriche dei sistemi di Media e Bassa Tensione".

NRif3. CEI 11-25 (EN 60909-0): "Correnti di cortocircuito nei sistemi trifasi in corrente alternata, Parte 0: Calcolo delle correnti";

NRif4. CEI 99-2 (EN 61936-1) "Impianti elettrici a tensione > 1 kV c.a.";

NRif5. CEI 99-3 (EN 50522) "Messa a terra degli impianti elettrici a tensione > 1 kV c.a."

NRif6. CEI 9-17 – 2006 "Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica Linee in cavo";

NRif7. CEI 99-5 "Guida per l'esecuzione degli impianti di terra delle utenze attive e passive connesse ai sistemi di distribuzione con tensione superiore a 1 kV in c.a.";

NRif8. CEI 64-14 "Guida alle verifiche degli impianti elettrici utilizzatori";

NRif9. CEI EN 50618 "Cavi elettrici per impianti fotovoltaici";

NRif10. EI EN 60076-11 "Trasformatori di potenza – Parte 11: trasformatori di tipo a secco";

NRif11. CEI EN 62305-1 "Protezione contro i fulmini. Parte 1: principi generali";

NRif12. CEI EN 62305-2 "Protezione contro i fulmini. Parte 2: valutazione del rischio dovuto al fulmine";

NRif13. CEI EN 62305-3 "Protezione contro i fulmini. Parte 3: danno materiale alle strutture e pericolo per le persone";

NRif14. CEI EN 62305-4 "Protezione contro i fulmini. Parte 4: impianti elettrici ed elettronici nelle strutture";

NRif15. CEI 99-4 "Guida per l'esecuzione di cabine elettriche MT/BT del cliente/utente finale";

NRif16. CEI 0-16 "Regola tecnica di riferimento per la connessione di utenti attivi e passivi alle reti AT e MT delle imprese distributrici di energia elettrica";

NRif17. ENEL "Guida per le connessioni alla rete elettrica di ENEL distribuzione", ed. 5.0. Marzo 2015;



### 3. DESCRIZIONE SINTETICA DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Il progetto prevede **lavori di costruzione ed esercizio di un impianto fotovoltaico finalizzato alla produzione di energia elettrica per una potenza di picco pari a 23,857 MWp.**

In particolare il progetto comprende:

#### 3.1. Impianto fotovoltaico

In definitiva l'impianto fotovoltaico, costituito dall'insieme dei sei Sottocampi sarà caratterizzato da:

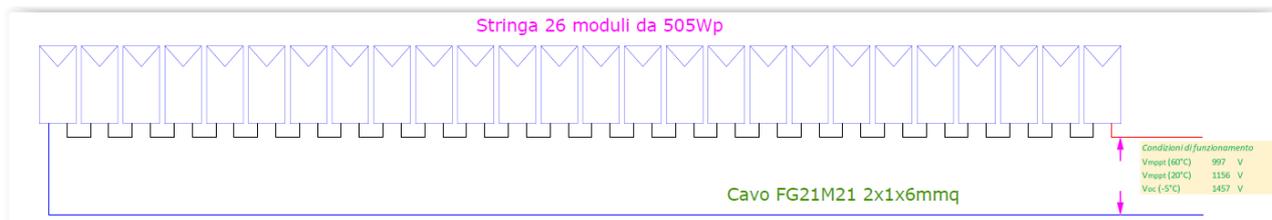
- 1) **47.242** moduli fotovoltaici della potenza di **505Wp** cadauno;
- 2) **1.817** stringhe da **26** moduli cadauna;
- 3) **7** cabine di conversione DC/AC e trasformazione bT/MT 0,8/30kV;
- 4) **1** Cabina di Raccolta;
- 5) **3** Cabine Locali tecnici bT;
- 6) **3** sottocampi di potenza, rispettivamente, **11,594 MWp**, **5,646 MWp**, **6,617 MWp** per una potenza di picco complessiva del generatore fotovoltaico pari a **23,857 MWp**
- 7) **1 Elettrodotto dorsale interrato MT 30 kV** per la connessione alla SSE, di lunghezza pari a circa **9,0 km**.
- 8) **1 Sottostazione Elettrica di Trasformazione MT/AT**
- 9) **1 Elettrodotto dorsale MT** per la connessione con la stazione di Storage
- 10) **1 Sistema di accumulo da 25/50 MW/MWh (storage)**
- 11) **1 Elettrodotto dorsale interrato AT 150 kV** per la connessione alla SE
- 12) **1 Nuovo stallo AT** in area della Cabina Primaria Enel, per la connessione alla RTN.

#### 3.2. Schema elettrico del generatore fotovoltaico

Il collegamento elettrico tra i singoli moduli è del tipo "ad anello", in maniera tale da formare una stringa di 26 moduli: tale collegamento avverrà mediante i cavi in dotazione ai singoli moduli, ed impiego di cavi "solari", ubicati sul retro della struttura portante e caratterizzati da tensione nominale  $U_0 = 1.0\text{kV DC}$ , dimensionati secondo necessità..

La tensione massima di stringa è stata calcolata conservativamente a  $-5^\circ$ , anche se i dati meteo storici del sito indicano un valore minimo di  $-2^\circ\text{C}$ ; il valore teorico calcolato è di

- **Voc a  $-5^\circ\text{C}$ : 1457 V** per stringhe con 26 moduli da 505 Wp.

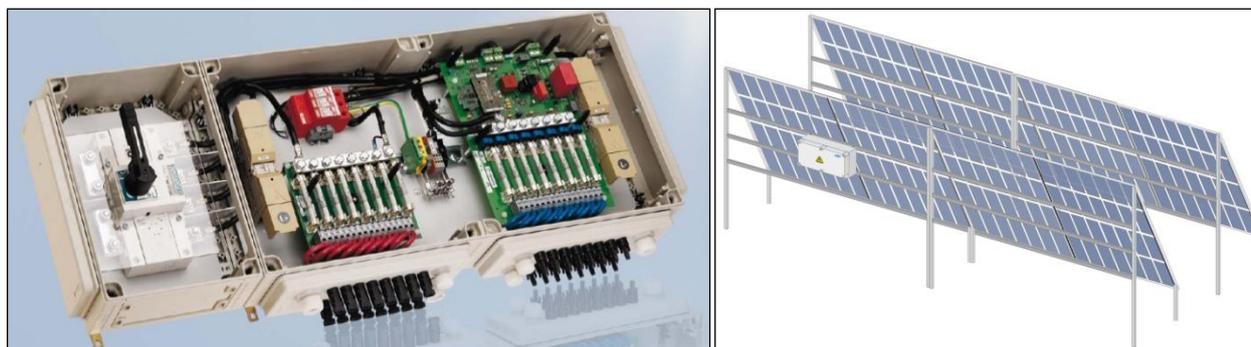


**Fig. 2. Particolare serie moduli fotovoltaici**

Per il campo fotovoltaico saranno installati **168** raccoglitori di stringa (in questa fase progettuale si fa riferimento ai raccoglitori di stringhe della **SMA Technologie A.G. modello SSM-16-11**), ciascuno avente almeno 8 ingressi DISPONIBILI, il quale svolgerà la funzione di raccogliere e mettere in parallelo un certo numero di stringhe nonché sezionare e proteggere le stesse da sovracorrenti e sovratensioni per mezzo di sezionatore, fusibili di adeguata portata e scaricatori di sovratensione.

Le linee elettriche in uscita dai raccoglitori di stringa afferiranno agli ingressi DC dell'inverter centralizzato del relativo subcampo: in particolare è previsto un raccoglitore di stringa per ciascuno degli ingressi disponibili nell'inverter centralizzato di progetto.

La figura successiva mostra il particolare dei Sunny String Monitor e il loro montaggio nella parte posteriore della struttura di sostegno dei moduli fotovoltaici. Per i dettagli, i particolari costruttivi e il posizionamento dei raccoglitori di stringhe all'interno dell'area dell'impianto fotovoltaico, vedasi le relative tavole grafiche di progetto.



**Fig. 3. Particolari Sunny String Monitor**

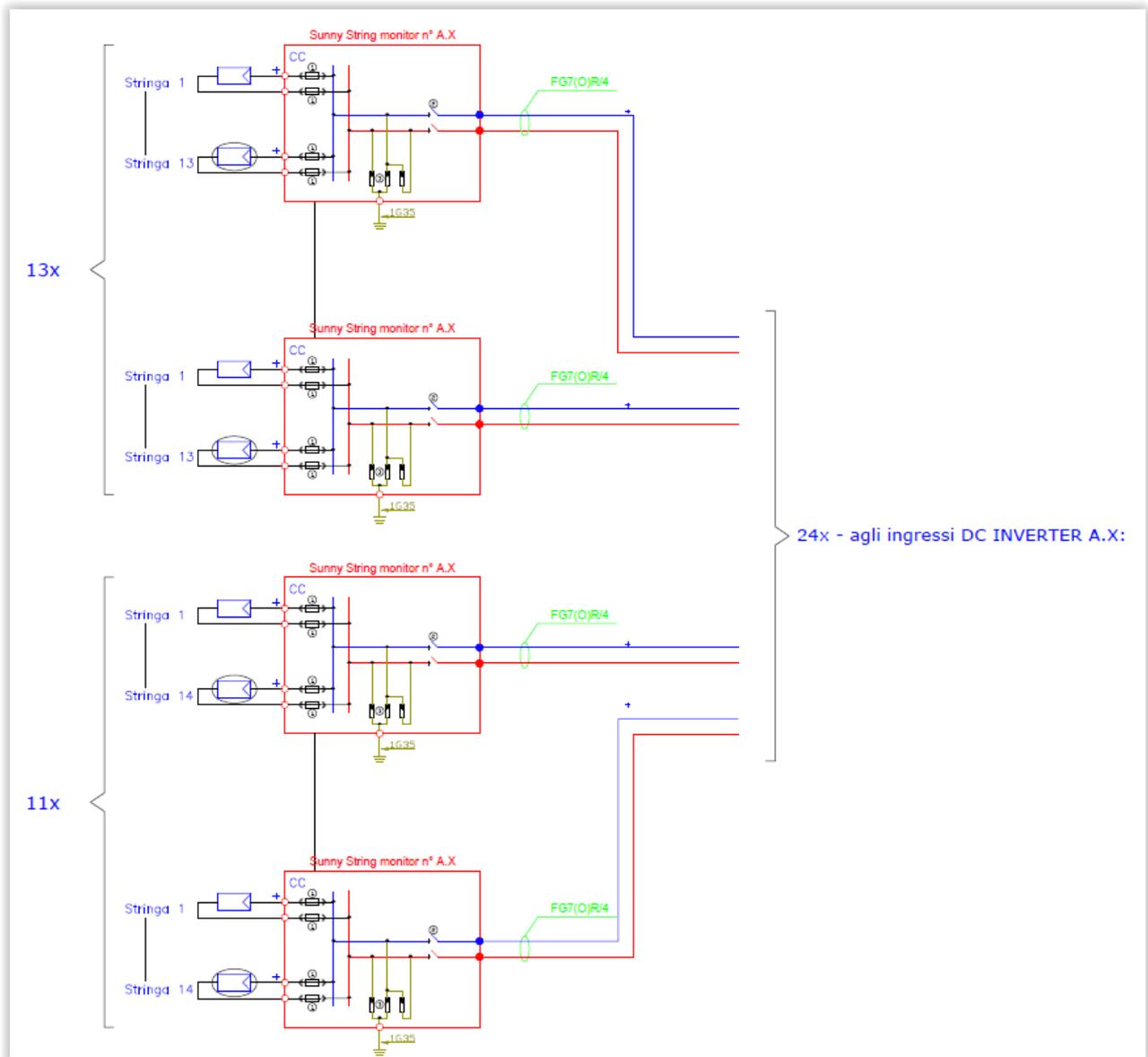


Fig. 4. Schema elettrico del collegamento tra quadri di stringa ed inverter centralizzato.

- Ciascun tipico di cabina avrà la configurazione stringa/inverter-trafo qui sotto riportata:

Sottocampo	Tipico inverter MT	Cabina MT	N. string monitor	Stringhe per string monitor	Moduli per stringa	Moduli per string monitor	stringhe tot	Potenza per string monitor	Coeff. Impiego ingresso DC	Moduli subtot	Moduli tot	Potenza di picco [kW]	Potenza Inverter [kVA]	Coeff. Impiego Inverter
A	a	A.1	13	13	26	338	169	91,26	0,55	4394	8398	4240,99	4000	106,02%
			11	14	26	364	154	121,68	0,73	4004				
	b	A.2	23	10	26	260	230	91,26	0,78	5980	6162	3111,81	2800	111,14%
			1	7	26	182	7	121,68	1,04	182				
	a	A.3	13	13	26	338	169	91,26	0,55	4394	8398	4240,99	4000	106,02%
			11	14	26	364	154	121,68	0,73	4004				
Sottocampo	Tipico inverter MT	Cabina MT	N. string monitor	Stringhe per string monitor	Moduli per stringa	Moduli per string monitor	stringhe tot	Potenza per string monitor	Coeff. Impiego ingresso DC	Moduli subtot	Moduli tot	Potenza di picco [kW]	Potenza Inverter [kVA]	Coeff. Impiego Inverter
B	c	B.1	23	9	26	234	207	118,17	1,01	5382	5590	2823	2800	100,82%
			1	8	26	208	8	105,04	0,90	208				
	c	B.2	23	9	26	234	207	118,17	1,01	5382	5590	2823	2800	100,82%
			1	8	26	208	8	105,04	0,90	208				
Sottocampo	Tipico inverter MT	Cabina MT	N. string monitor	Stringhe per string monitor	Moduli per stringa	Moduli per string monitor	stringhe tot	Potenza per string monitor	Coeff. Impiego ingresso DC	Moduli subtot	Moduli tot	Potenza di picco [kW]	Potenza Inverter [kVA]	Coeff. Impiego Inverter
C	d	C.1	18	11	26	286	198	144,43	1,24	5148	6552	3309	2800	118,17%
			6	9	26	234	54	118,17	1,01	1404				
	d	C.2	18	11	26	286	198	144,43	1,24	5148	6552	3309	2800	118,17%
			6	9	26	234	54	118,17	1,01	1404				

La configurazione utilizzata per il collegamento tra moduli, stringhe ed inverter, compatibile con le caratteristiche dei componenti indicate in dettaglio nella relazione tecnica generale e negli elaborati di progetto, è riportata nello schema seguente (vedere elaborato grafico specifico *ElaboratoGrafico\_08\_Schema elettrico collegamenti distribuzione lato DC*).

## 4. CARATTERISTICHE DEI COLLEGAMENTI ELETTRICI

I conduttori utilizzati nell'impianto in oggetto avranno le seguenti caratteristiche tecniche.

### 4.1. Cavi MT

I cavi per le linee MT a 30kV avranno le seguenti caratteristiche di massima:

- *Designazione: ARE4H5E in accordo alla norma IEC 60502/CEI 20-13: conduttore unipolare, in corda rigida compatta a fili di alluminio, in accordo alla norma CEI 20-29, classe 2, con strato semiconduttore in mescola estrusa termoindurente, isolante XLPE, semiconduttore estruso saldato, nastro semiconduttivo antiumidità, schermo a nastro di alluminio laminato, guaina esterna in MDPE, colore rosso*
- *Grado di isolamento: 18/30kV*
- *Tensione nominale: 30kV*
- *Conduttori a corda rigida compatta di alluminio*
- *Formazioni: come da progetto*
- *Sezioni: come da progetto*

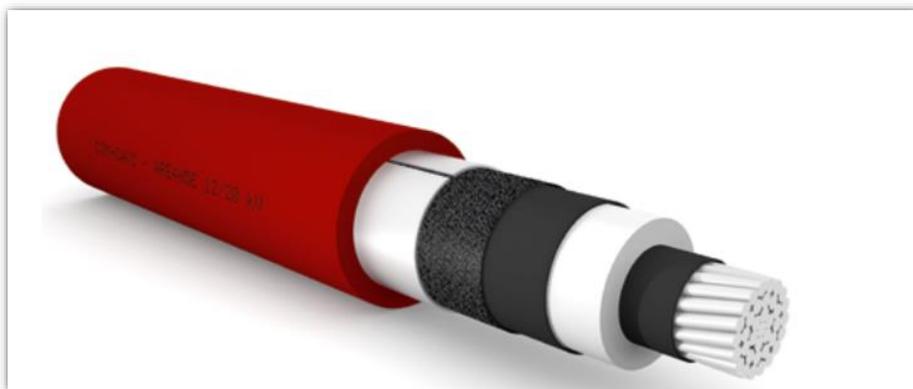


Fig. 5. Particolare degli strati costitutivi di un cavo MT ARE4H5E

### 4.2. Giunzioni, terminazioni ed attestazioni

#### Giunzione cavi MT

Per le tratte non coperte interamente dalle pezzature di cavo MT disponibile, si dovrà provvedere alla giunzione di due spezzoni.

Convenzionalmente si definisce “giunzione” la giunzione tripolare dei tre conduttori di fase più schermo, pertanto ogni giunzione si intende costituita da tre terminali unipolari (connettore di interconnessione) e tre corredi per terminazione unipolare.

Le giunzioni elettriche saranno realizzate mediante l'utilizzo di connettori del tipo dritto, a compressione, adeguati alle caratteristiche e tipologie dei cavi sopra detti. Tutti i materiali occorrenti e le attività di



giunzione sono a carico dell'Appaltatore. Le giunzioni dovranno essere effettuate in accordo con la norma CEI 20-62 seconda edizione ed alle indicazioni riportate dal Costruttore dei giunti. L'esecuzione delle giunzioni deve avvenire con la massima accuratezza, seguendo le indicazioni contenute in ciascuna confezione. In particolare occorre:

- *prima di tagliare i cavi controllare l'integrità della confezione e l'eventuale presenza di umidità*
- *non interrompere mai il montaggio del giunto o del terminale*
- *utilizzare esclusivamente i materiali contenuti nella confezione*

Ad operazione conclusa devono essere applicate sul giunto delle targhe identificatrici (o consegnate delle schede) per ciascun giunto in modo da poter individuare: l'Appaltatore, l'esecutore, la data e le modalità di esecuzione. Ciascun giunto sarà segnalato esternamente mediante un cippo di segnalazione.

#### *Terminazione ed attestazione cavi MT*

Tutti i cavi MT posati in impianto dovranno essere terminati da entrambe le estremità. I terminali adatti ai tipi di cavi adottati verranno forniti in conto lavorazione dalla ditta appaltatrice incaricata dei lavori. L'esecuzione delle terminazioni deve essere eseguita esclusivamente da personale specializzato seguendo scrupolosamente le istruzioni fornite dalle ditte costruttrici in merito sia alle modalità sia alle attrezzature necessarie.

Convenzionalmente si definiscono "terminazioni" e "attestazioni" la terminazione ed attestazione tripolare dei tre conduttori di fase più schermo.

Nell'esecuzione delle terminazioni all'interno delle celle dei quadri, l'Appaltatore deve realizzare il collegamento di terra degli schermi dei cavi con trecce flessibili di rame stagnato, eventualmente prolungandole e dotandole di capocorda a compressione completo di relativa bulloneria per l'ancoraggio alla presa di terra dello scomparto.

Ogni terminazione deve essere dotata di una targa di riconoscimento in PVC atta a identificare: Appaltatore, Esecutore, data e modalità di esecuzione nonché l'indicazione della fase (R, S o T).

La maggior parte dei cavi per l'impianto di media tensione a 30kV saranno in alluminio di tipo unipolare schermati armati quindi oltre alla messa a terra dello schermo sopra detta, si dovrà prevedere anche la messa a terra dell'armatura del cavo. Tale armatura, che rimane esterna rispetto al terminale, sarà messa a terra in uno dei seguenti modi:

- *tramite la saldatura delle due bande di alluminio della codetta del cavo di rame;*
- *tramite una fascetta (di acciaio inossidabile o di rame) che stringa all'armatura la codetta di un cavo di rame;*



- *tramite morsetti a compressione in rame (previo attorcigliamento delle bande di alluminio componenti l'armatura ed unione alla codetta del cavo di rame).*

La messa a terra dovrà essere effettuata da entrambe le parti del cavo. Tale messa a terra sarà connessa insieme alla messa a terra dello schermo. Il cavo di rame per la messa a terra sia dell'armatura che dello schermo deve avere una sezione di 35mm<sup>2</sup>.

### 4.3. Modalità di posa

#### Generalità

Tutte le linee elettriche ed in fibra ottica oggetto della presente committenza saranno posate in cavidotti direttamente interrati o, dove indicato, posati all'interno di tubi. Il tracciato dei cavidotti è riportato nel documento di progetto.

I cavi elettrici saranno posati in uno scavo avente profondità dal piano stradale compresa tra 1 e 1,2m circa, con larghezza variabile a seconda della formazione.

Il cavo verrà adagiato su un letto di sabbia di spessore pari a 0,10m e sarà ricoperto da un ulteriore strato di sabbia di spessore minimo pari a 0,30m; tale cassonetto ospiterà anche la fibra ottica direttamente posata in terreno; sul cavo sarà posato un tegolino in plastica per la protezione meccanica.

Infine, ad una distanza di circa 0,20m dal cavo di fibra, verrà posato il nastro segnalatore. Successivamente lo scavo verrà ripristinato secondo le condizioni iniziali.

La posa dei conduttori si articolerà quindi essenzialmente nelle seguenti attività:

- *scavo a sezione obbligata della larghezza e della profondità indicata nel documento di progetto;*
- *posa dei conduttori e/o fibre ottiche. Particolare attenzione dovrà essere fatta per l'interramento della corda di rame che costituisce il dispersore di terra dell'impianto; infatti questa dovrà essere interrata in uno strato di terreno vegetale di spessore non inferiore a 20 cm nelle posizioni indicate dal documento di progetto;*
- *reinterro parziale con sabbia vagliata;*
- *posa dei tegoli protettivi;*
- *reinterro con terreno di scavo;*
- *inserimento nastro per segnalazione tracciato.*

Le ulteriori prescrizioni per le opere di tipo civile sono riportate nel capitolato delle opere civili; comunque la posa dovrà essere eseguita a regola d'arte nel rispetto delle normative vigenti.



### Modalità di posa dei cavi MT

I cavi MT dell'impianto saranno allettati direttamente nello strato di sabbia vagliata come descritto nel paragrafo precedente. Nella posa degli stessi cavi dovranno essere rispettati alcuni criteri particolari per l'esecuzione delle opere secondo la regola dell'arte come di seguito indicati:

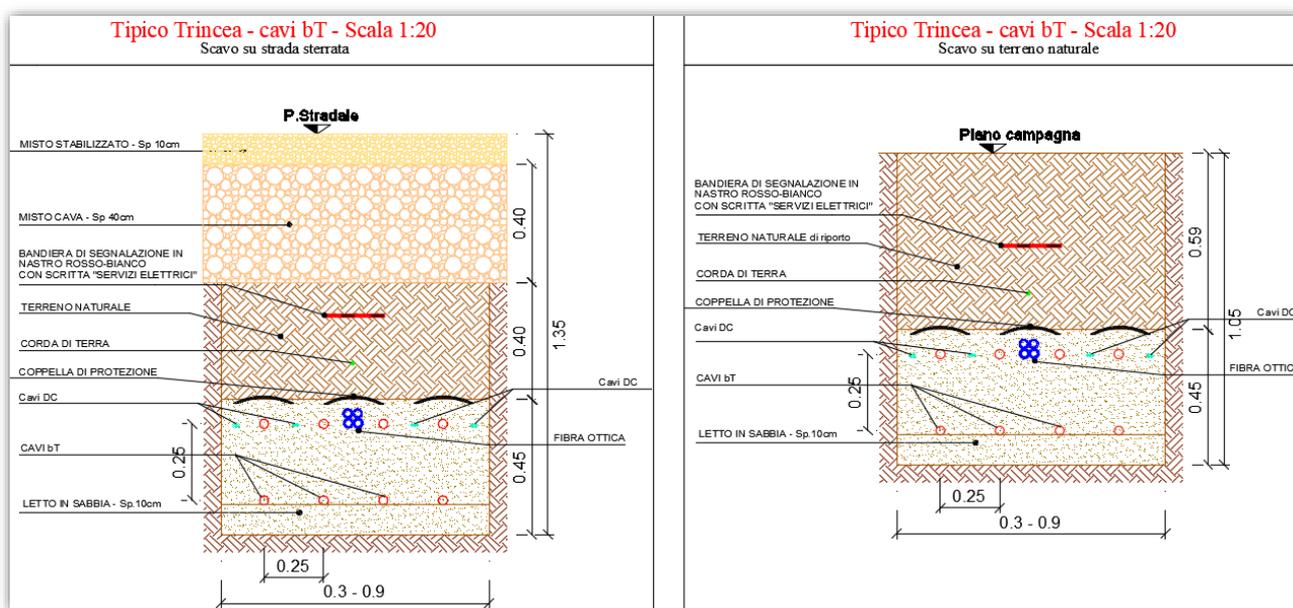
- *Tracciato delle linee: Il tracciato delle linee di media tensione dovrà seguire più fedelmente possibile la linea guida indicata nella planimetria generale d'impianto. In particolare il tracciato dovrà essere il più breve possibile e parallelo al fronte dei fabbricati dove presenti.*
- *Posa diretta in trincea: La posa del cavo può essere effettuato secondo i due metodi seguenti:*
  - A bobina fissa: da adottare quando il percorso in trincea a cielo aperto è intercalato con percorsi in tubazioni e quando il percorso è prevalentemente rettilineo o con ampi raggi di curvatura.
  - La bobina deve essere posta sull'apposito alzabobine, con l'asse di rotazione perpendicolare all'asse mediano della trincea e in modo che si svolga dal basso. Sul fondo della trincea devono essere collocati, ad intervalli variabili in dipendenza del diametro e della rigidità del cavo, i rulli di scorrimento. Tale distanza non deve comunque superare i 3 metri.
  - A bobina mobile: da adottare quando il percorso si svolge tutto in trincea a cielo aperto. Il cavo deve essere steso percorrendo con il carro portabobine il bordo della trincea e quindi calato manualmente nello scavo. L'asse del cavo posato nella trincea deve scostarsi dall'asse della stessa di qualche centimetro a destra e a sinistra seguendo una linea sinuosa, al fine di evitare dannose sollecitazioni dovute all'assestamento del terreno.
- *Temperatura di posa: Per tutto il tempo di installazione dei cavi, la temperatura degli stessi non deve essere inferiore a 0°C.*
- *Sforzi di tiro per la posa: Durante le operazioni di posa, gli sforzi di tiro che devono essere applicati ai cavi non devono superare i 60 N/mm<sup>2</sup> di sezione totale per i conduttori in rame e i 50 N/mm<sup>2</sup> di sezione totale per i conduttori in alluminio.*
- *Raggi di curvatura: Il raggio di curvatura dei cavi durante le operazioni di installazione non dovrà essere inferiore a quanto descritto nella seguente tabella:*

Sezione del cavo	3x1x50	3x1x70	3x1x95	3x1x120	3x1x150	3x1x185	3x1x240	
Cavo avvolto ad elica	81	87	91	94	98	102	108	
Sezione del cavo	1x120	1x150	1x185	1x240	1x300	1x400	1x500	1x630
Cavo unipolare	63	65	68	72	75	80	85	91

- *Messa a terra degli schermi metallici: Lo schermo metallico dei singoli spezzoni di cavo dovrà essere messo a terra da entrambe le estremità della linea. è vietato usare lo schermo dei cavi come conduttore di terra per altre parti dell'impianto.*

#### 4.4. Linee di bassa tensione impianto fotovoltaico

Tutte le condutture elettriche interrato saranno realizzate con cavi tipo ARG16OR16 0,6/1kV direttamente posati in trincea, su strato di allettamento in sabbia. Tali elettrodotti saranno posati ad una profondità di circa 1m rispetto al piano di campagna. Per la posa degli elettrodotti sarà quindi realizzato uno scavo di profondità 110cm e larghezza variabile secondo la formazione delle linee provenienti dagli inverter.



**Fig. 6. Particolari tipici trincee per cavidotti bT, in formazione variabile, rispettivamente su strada sterrata e su terreno naturale.**

Eseguito lo scavo, prima della posa dei cavidotti sarà realizzato un letto di sabbia dello spessore di circa 10cm; inoltre dopo la posa dei cavi essi saranno ricoperti con uno strato superiore di sabbia di spessore pari a 20cm. La parte rimanente dello scavo sarà riempito con terreno risultante dallo scavo, ovvero completando la richiusura con un pacchetto di tipo stradale carrabile in misto stabilizzato, secondo necessità. Il terreno di risulta, privo di scorie, sarà distribuito in loco, ovvero trasportato a discarica autorizzata qualora contaminato da scorie di lavorazione.

Lungo il percorso degli elettrodotti saranno realizzati dei pozzetti elettrici con funzione di rompitratta e/o derivazione rispettivamente per i tratti lineari più lunghi e per i punti di cambiamento di direzione. I pozzetti saranno con corpo in cls prefabbricato e chiusura superiore di chiusura in cls. Il fondo del pozzetto dovrà essere di tipo drenante per consentire il facile deflusso delle acque che in esso si raccolgono. Tutti i collegamenti dei cavi dovranno essere realizzati in apposite scatole o pozzetti di derivazione e/o rompitratta; non sono ammessi



collegamenti direttamente all'interno delle tubazioni e cavidotti. Nelle scatole di derivazione i collegamenti saranno eseguiti mediante appositi morsetti a cappello IPXD di sezione adeguata al numero e sezione dei conduttori da collegare. Nei pozzetti interrati invece i collegamenti di cavi saranno eseguiti esclusivamente mediante giunti a resina colata di dimensioni e numero di vie adeguate al numero e formazione dei cavi da giuntare. Tutti i cavi si attesteranno ai morsetti delle apparecchiature mediante appositi terminali a capocorda a crimpare. Si rimanda alle tavole grafiche di progetto per lo schema di dettaglio della posa di detti cavi.

#### 4.5. Impianto di rivelazione intrusione

Il parco fotovoltaico sarà equipaggiato con un impianto di allarme antintrusione costituito fondamentalmente da:

1. protezione perimetrale, realizzata con barriere continue a raggi infrarossi e microonde;
2. protezione localizzata dei cancelli, realizzata mediante contatto magnetico perimetrale installato direttamente a bordo dei due cancelli;
3. protezione localizzata delle cabine elettriche, realizzata mediante contatti magnetici perimetrali sulle porte nonché sensore volumetrico a doppia tecnologia posto direttamente all'interno della cabina stessa.

Per la protezione perimetrale, poiché ogni barriera standard ha una portata massima di circa 200m, saranno installate più barriere singole poste una in fila alla successiva in modo da coprire integralmente tutta la lunghezza del perimetro del parco fotovoltaico per un totale di 49 barriere.

La centrale di allarme antintrusione sarà installata insieme alle altre apparecchiature elettroniche nel locale guardiania.

Saranno inoltre installati:

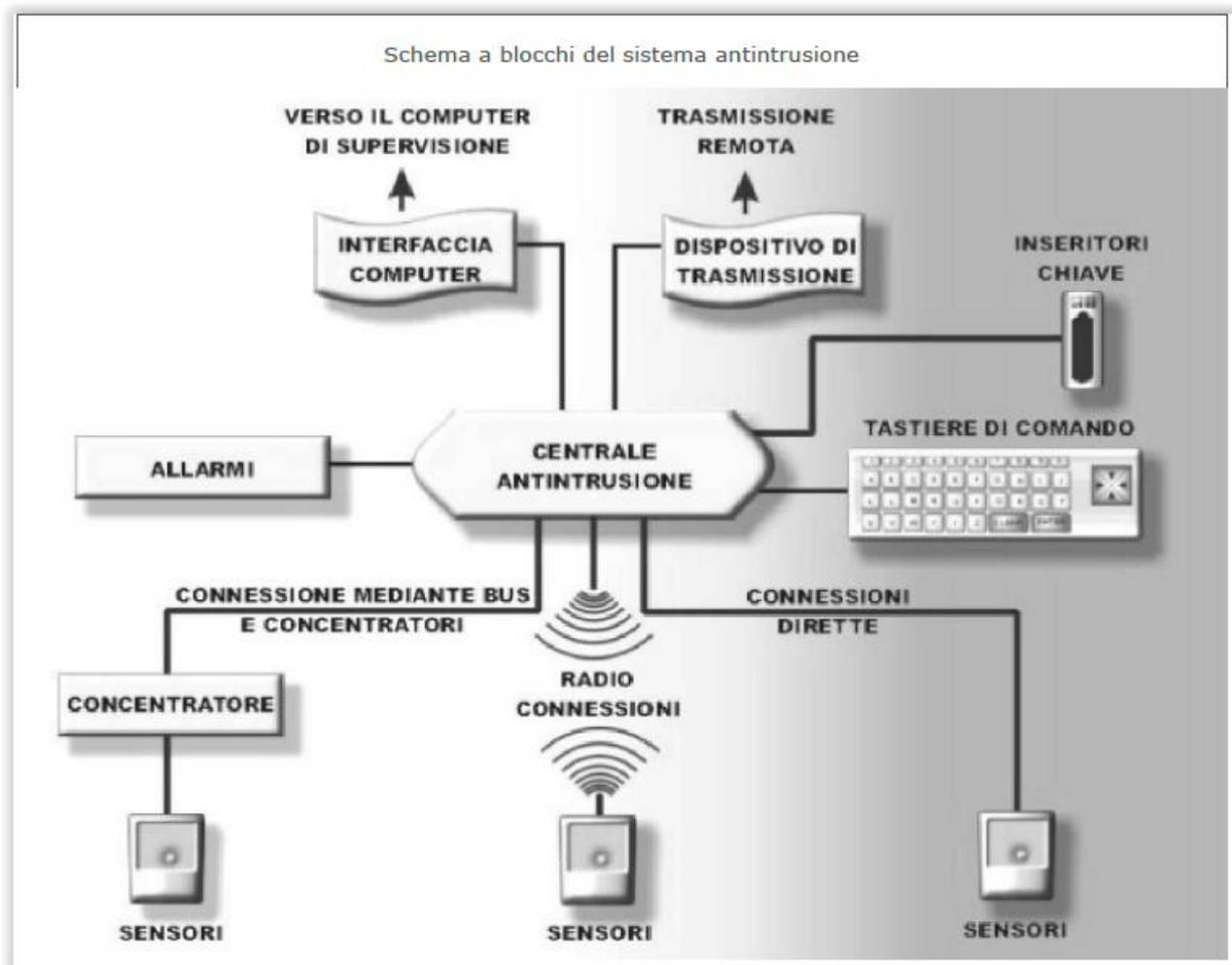
1. una tastiera elettronica a combinazione numerica per l'inserimento e disinserimento dell'impianto di allarme antintrusione;
2. una sirena esterna di alta potenza e comunque sufficiente ad allarmare tutta la zona;

La centrale di allarme antintrusione sarà inoltre equipaggiata con:

1. combinatore telefonico per la trasmissione a distanza su numeri fissi e/o mobili del segnale di allarme nonché per consentire certe operazioni di controllo e operatività a distanza;
2. una scheda per la trasmissione del segnale all'ente di Vigilanza Locale.

Per il collegamento delle barriere poste perimetralmente si utilizzeranno cavi twistati e schermati e con grado di isolamento 4, quindi adatti sia per la posa interrata sia per la posa insieme con i cavi di energia. Tali cavi saranno posati in una canalizzazione interrata corrente perimetralmente all'interno della recinzione esclusivamente dedicata per la posa dei cavi dell'impianto di allarme antintrusione nonché dei cavi dell'impianto di TVCC. Questa

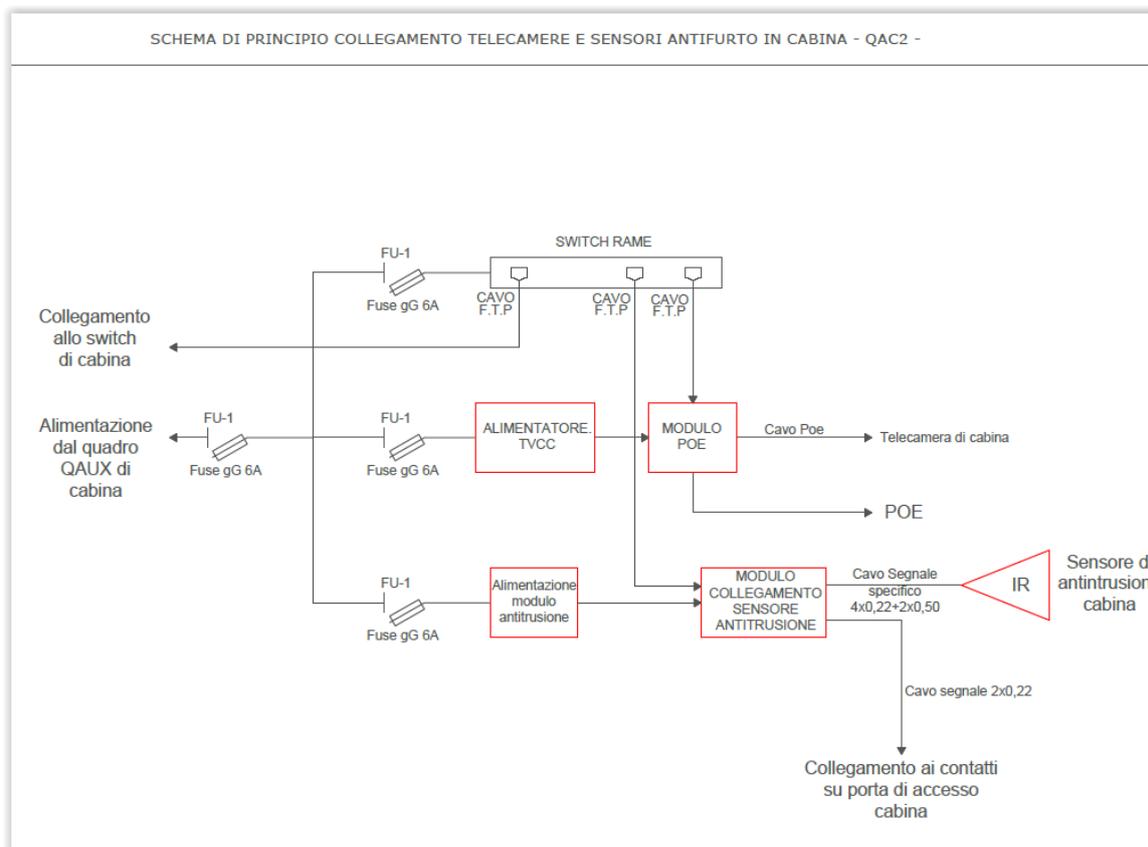
canalizzazione sarà dello stesso tipo e realizzata con le stesse modalità della canalizzazione interrata per gli impianti di energia. Quindi si utilizzeranno cavidotti flessibili corrugati in PVC a doppia parete, liscia internamente e corrugata esternamente. Tali cavidotti saranno posati ad una profondità di almeno 70cm rispetto al piano di campagna. Per la posa dei cavidotti sarà quindi realizzato uno scavo di profondità 80cm e larghezza pari a 50cm. Eseguito lo scavo, prima della posa dei cavidotti sarà realizzato un letto di sabbia dello spessore di circa 10cm; inoltre dopo la posa dei cavidotti questi saranno ricoperti con uno strato ulteriore superiore di sabbia di spessore pari a 15cm. La parte rimanente dello scavo sarà riempito con terreno risultante dallo scavo. Il materiale di risulta avanzante sarà trasportato a discarica autorizzata. Lungo il percorso dei cavidotti saranno realizzati dei pozzetti elettrici con funzione di rompitratta e/o derivazione rispettivamente per i tratti lineari più lunghi e per i punti di cambiamento di direzione. In particolare i pozzetti saranno realizzati in corrispondenza del punto di installazione dell'organo emettitore o ricevitore di una barriera perimetrale. I pozzetti saranno con corpo in cls prefabbricato e chiusino superiore di chiusura in cls. Il fondo del pozzetto dovrà essere di tipo drenante per consentire il facile deflusso delle acque che in esso si raccolgono.



Tutti i cavi dell'impianto di allarme antintrusione dovranno essere preferibilmente attestati direttamente ai morsetti delle apparecchiature da collegare; qualora siano necessarie giunzioni di cavi queste devono essere eseguite esclusivamente all'interno di cassette di derivazione e nei pozzetti interrati. Nel primo caso si utilizzeranno cassette in PVC IP55 e i collegamenti saranno realizzati con appositi morsetti a cappello di dimensioni adeguate al numero e sezione dei cavi da collegare; nel caso di pozzetti si utilizzeranno esclusivamente giunti a resina colata. La centrale di allarme antintrusione sarà alimentata direttamente dal quadro bT posto nel locale guardiania; conseguentemente sarà alimentata anche da un gruppo di continuità. Lo stesso quadro alimenterà i quadri di alimentazione barriere antifurto QAC posti lungo tutto il perimetro del parco in corrispondenza delle barriere. Tutti i quadri QAC verranno installati in appositi armadietti in vetroresina di dimensioni 1.39x0.72x0.45m posizionati nelle vicinanze.

E' prevista un'unità centrale installata all'interno del locale tecnico (guardiania) dalla quale è possibile monitorare lo stato dell'impianto ed analizzare eventi. L'unità centrale può essere collegata ad una o più unità remote.

Il sistema è altresì dotato di modulo ETHERNET in modo che sia possibile accedere da remoto alle informazioni del sistema.



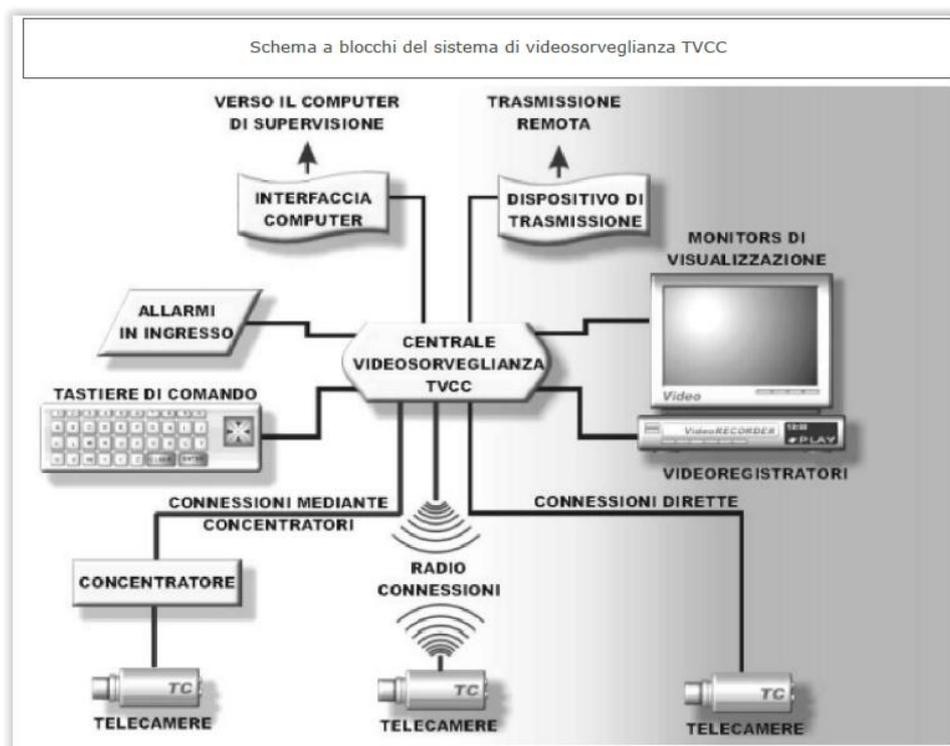
L'intero impianto di rivelazione intrusione dovrà essere realizzato in Classe II o con isolamento equivalente; a tal fine, i dispositivi di alimentazione/ripetizione del segnale sono apparecchiature in Classe II, le condutture di

alimentazione sono realizzate mediante impiego di conduttori in classe 0.6kV/1kV e le derivazioni sono effettuate entro cassette in materiale isolante e con ripristino dell'isolante stesso.

#### 4.6. Impianto di video-sorveglianza

L'impianto FV è dotato di un impianto di videosorveglianza con telecamere collegate ad una postazione centrale di videoregistrazione ed archiviazione delle immagini posto all'interno del gabbietto di guardiania.

Le telecamere saranno installate su pali di illuminazione ad altezza di 3m in modo da avere la visione completa del perimetro dell'impianto e la visione completa di tutto l'interno dell'impianto (visione dei pannelli); una o più telecamere sono del tipo Speed Dome con zoom minimo 35 x in modo da vedere qualsiasi punto del campo e gestibile mediante il video registratore sia in loco che da remoto. Verranno pertanto installate lungo tutto il perimetro n.49 telecamere.



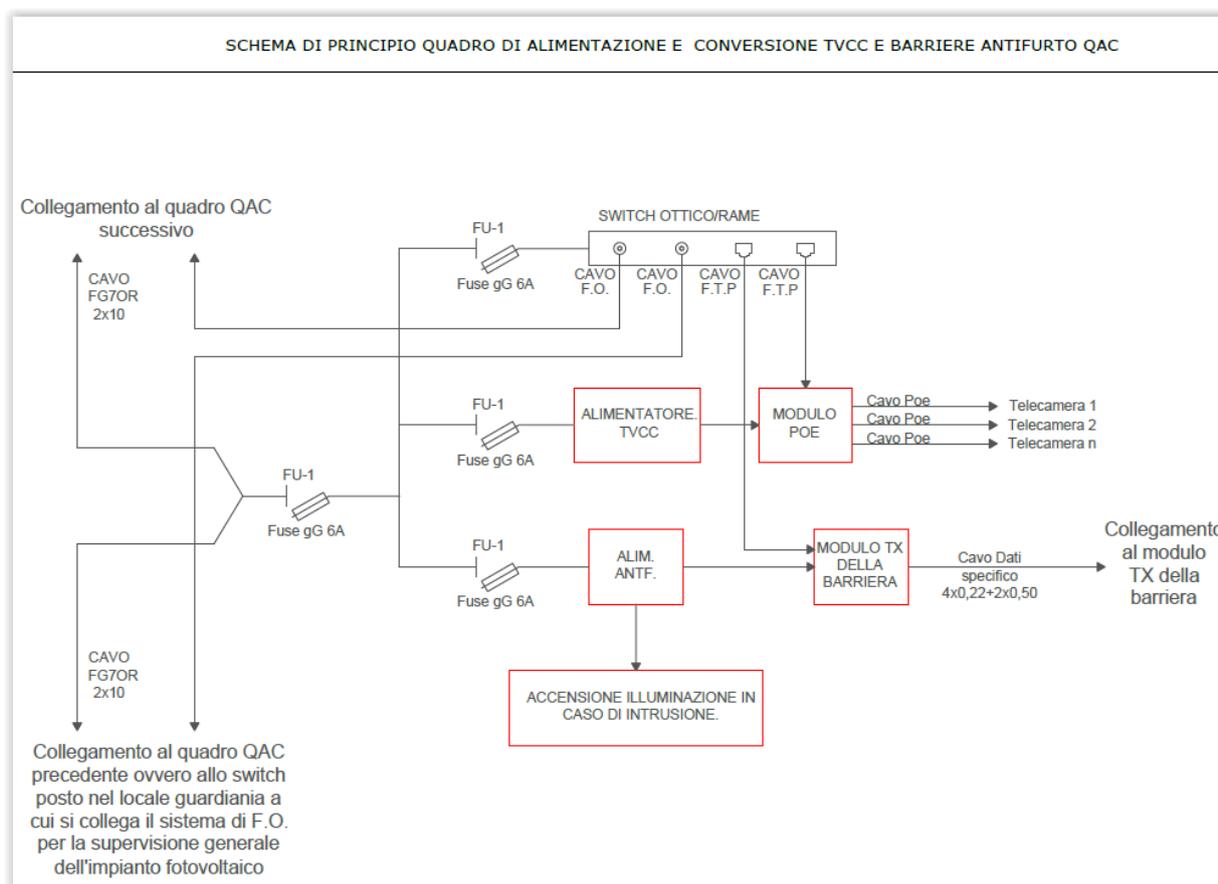
A segnale di allarme l'operatore da remoto può comandare la telecamera ed ingrandire l'immagine sul punto allertato e prendere le decisioni opportune.

Le telecamere saranno dotate di alimentatore indipendente in grado di dare energia alle stesse ed alle custodie per almeno 10 ore.

Il complesso di video registrazione sarà dotato di gruppo di continuità da 10 kVA in grado di alimentare il videoregistratore, lo switch ed il trasmettitore satellitare per almeno 2 ore ed all'interno è dotato di Hard disk (almeno n.2 da 360 GByte) in modo da poter archiviare le immagini in continua per almeno 7 giorni.

Ciascun dispositivo di ripresa è posto in custodia termostata al fine di evitare fenomeni di condensazione e è ad alta sensibilità (0,05 lux minima illuminazione per immagini a colore e 0,0001 lux minima illuminazione per immagini in bianco e nero).

L'intero impianto di TVCC sarà realizzato in Classe II o con isolamento equivalente; a tal fine, le telecamere sono apparecchiature in Classe II, le condutture di alimentazione sono realizzate mediante impiego di conduttori in classe 0.6kV/1kV e le derivazioni sono effettuate entro cassette in materiale isolante e con ripristino dell'isolante stesso.



La registrazione delle immagini è a ciclo continuo, ed il sistema deve permettere l'archiviazione di immagini relative a due settimane solari.

Il software di gestione della videosorveglianza da remoto è in grado di:

- Gestire diversi monitor per diversi impianti;
- Condividere il monitor per la visione contemporanea di diverse telecamere di un singolo impianto;

- Consentire la visione delle immagini registrate;
- Associare un suono di allarme diverso per ogni impianto.
- Gestire allarmi perdita video, motion detection;
- Inviare le immagini di un allarme ad un numero telefonico;
- Far gestire la Speed Dome all’operatore remoto (rotazione, zoom, messa a fuoco);
- Programmare il motion detector a zone ed orari;
- Gestire la registrazione sia manuale che su evento.

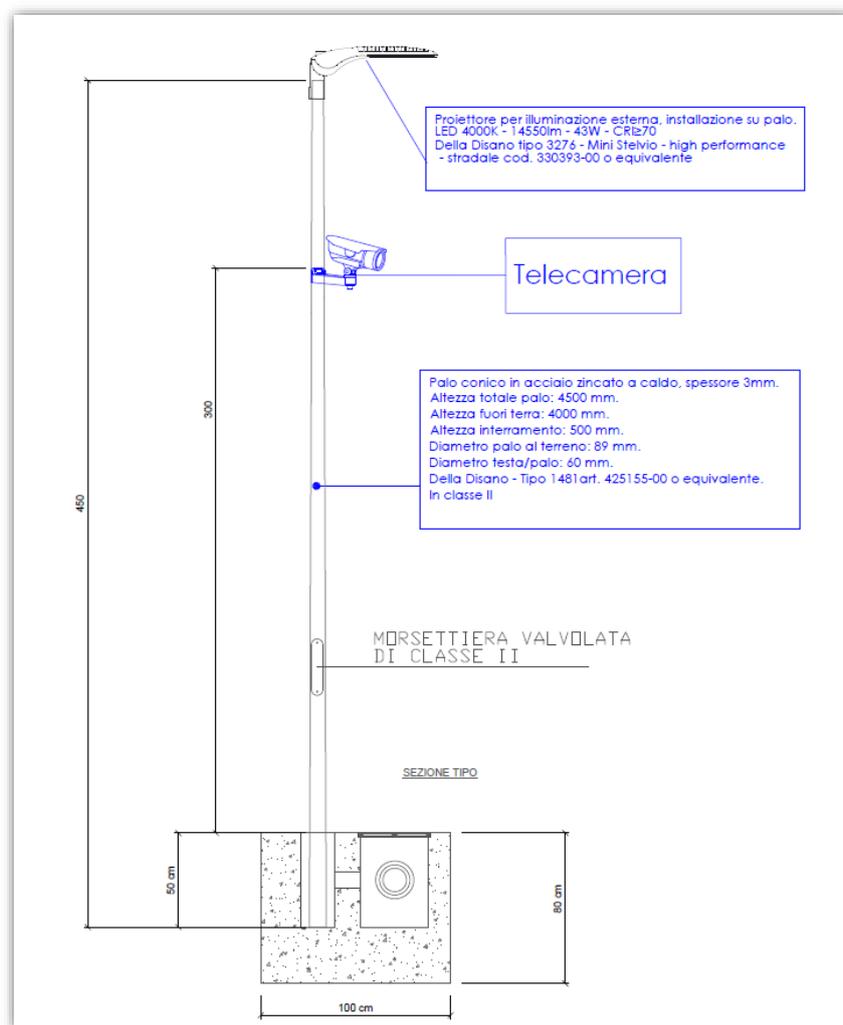


Fig. 7. – Installazione telecamera su palo di illuminazione



#### 4.7. Rete di fibra ottica

La rete di fibra ottica sarà realizzata nel medesimo scavo in cui troveranno posto i cavi per il trasporto dell'energia elettrica.

I cavi in fibra ottica saranno direttamente posati in terreno e giuntati (lunghezza dipendente dalla pezzatura commerciale) mediante idonee giunzioni ottiche entro scatola di contenimento e protezione del tipo con chiusura a cerniera complete di schede, vassoietti portagiunti e giunzioni di fibra. Per la realizzazione delle giunzioni dei conduttori in fibra saranno realizzati pozzetti rompitratta in cls con chiusino posati all'interno delle nicchie. Il cavo sarà a 12 e/o 24 fibre monomodali 9/125  $\mu\text{m}$ , tipo **TOL5 24 6 (6 50/125) T/KE**.

### CAVO IN FIBRA OTTICA MONOTUBETTO PER ESTERNO

---

**CAVO IN FIBRA OTTICA MONOTUBETTO PER ESTERNO CON PROTEZIONE ANTIRODITTORE SUPER-RINFORZATA, MAX. 24 FIBRE**

**APPLICAZIONI**  
 Per uso esterno in impianti di cablaggio strutturato (dorsale di campus).  
 Per uso esterno in reti di telecomunicazione: TV via cavo.  
 Facile da installare in cavedi, tunnel, trincee o tubazioni, anche adatto **all'interro diretto**.

Una semplice struttura del cavo completamente dielettrica con una protezione antiroduttore maggiorata.  
 Durata prevista maggiore di 30 anni.

**GUIDA ALLA INSTALLAZIONE E ALLA MANIPOLAZIONE**  
 Quando si stendono e si installano i cavi in fibra ottica è vitale non eccedere i valori specifici della forza di tiro, del raggio di curvatura e della temperatura. I metodi di installazione devono essere in accordo con gli standard comuni.  
 Per facilitare l'inserimento in tubature per mezzo di aria compressa o cavo pilota possono essere usati lubrificanti certificati (esempio paraffina). È sconsigliato l'uso di sapone o di lubrificanti comuni.  
 Se un cavo ha bisogno di essere fissato, devono essere evitate riduzioni > 3 mm.  
 Il gel all'interno del tubetto può essere rimosso usando tessuto impregnato di trementina.  
 È consigliabile proteggere le teste del cavo durante lo stoccaggio.

**CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE**

**Specifiche del cavo (Costruzione in accordo con la norma IEC 60794)**

- Rivestimento primario della fibra ottica:  $\varnothing 250 \pm 15 \mu\text{m}$
- Tubetto centrale tamponato in gel (privo di silicone) contenente fino a 24 fibre  
 Codice colore delle fibre:  
 1-12: rosso-naturale-giallo-blu-verde-viola-marrone-nero-arancio-turchese-rosa-bianco  
 13-24: rosso-naturale-giallo-blu-verde-viola-marrone-grigio-arancio-turchese-rosa-bianco  
**anellate in nero**
- Fibra di vetro come elemento di tiro e protezione antiroduttore incrementata fino a **52800 TEX**
- Guaina esterna in polietilene nero resistente ai raggi UV  
 Identificazione COM-CAVI MULTIMEDIA - tipo di cavo-numero x tipo di fibre + data-marcatura metrica- P/N

**Dati meccanici - Protezione antiroduttore extra rinforzata**

- n° fibre	max.	24
- $\varnothing$ tubetto centrale	mm	4,2
- $\varnothing$ nominale/max.	mm	10,2/10,5
- Peso	kg/km	106,2
- Energia di fiamma	kJ/m	2200

Fig. 8.scheda tecnica cavo in fibra ottica

Sia il tracciato dei cavidotti interno dell'area del parco eolico che il tracciato dell'elettrodotto dorsale interseca diverse infrastrutture, in particolare condotte irrigue, canali, aree allagabili, ecc. Per tali attraversamenti è previsto l'utilizzo della tecnica T.O.C. (Trivellazione Orizzontale Controllata).

Nella seguente figura n. 9, viene rappresentato lo schema di principio della perforazione controllata teleguidata nel caso generale di attraversamento stradale e ferroviario nella sua fase iniziale, utile per realizzare il “foro pilota”.

All’interno del tubo principale verrà effettuato l’infilaggio della fibra ottica.

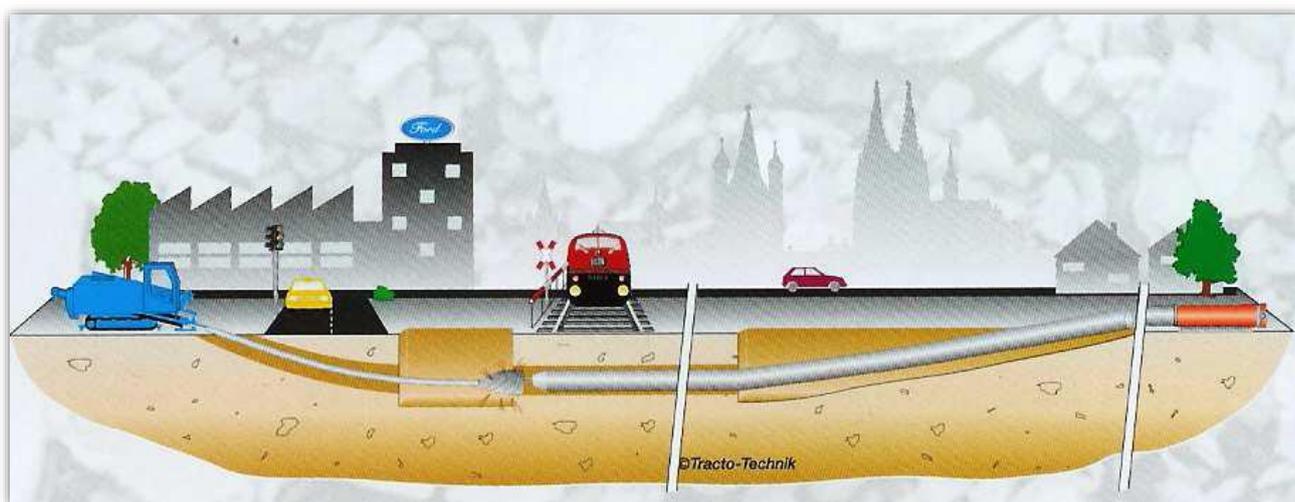


Fig. 9. Schema di principio dell’attraversamento in T.O.C.

I segnali saranno convogliati mediante fiber-switch presenti nei locali di conversione, nei locali BT di campo e nei locali tecnici di Utenza, situati in prossimità del punto di consegna dell’energia alla RTN.

All’interno di ciascuno dei locali sarà presente un apparato, del tipo indicato in figura, ovvero un **Fiber Switch RS2-3TX/2FX**, mentre in Locale utente sarà presente un **Fiber Switch RS2-FX/FX**.

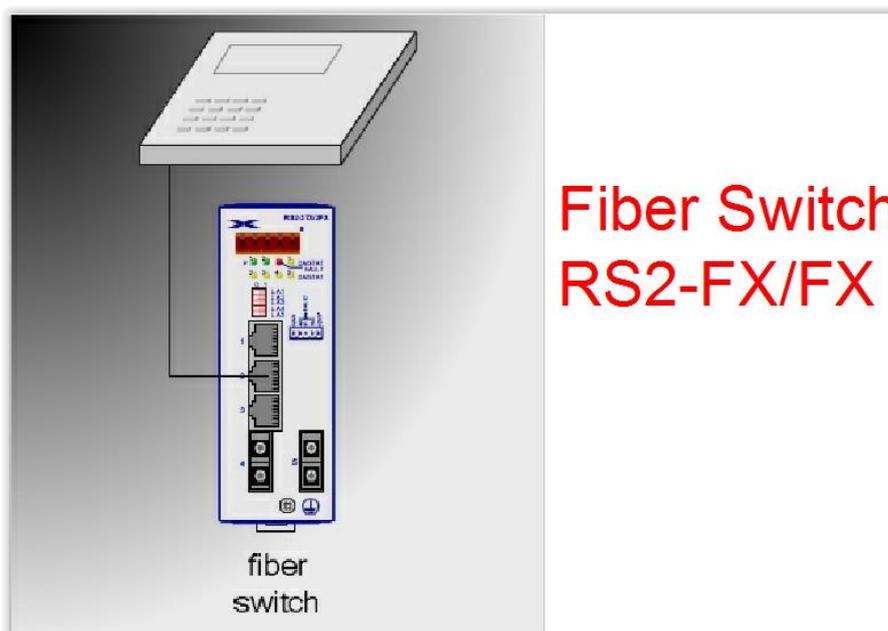


Fig. 10. Fiber Switch presente nei locali BT.

I segnali in arrivo ed in partenza dai locali tecnici saranno convogliati nella rete di fibra ottica, ed instradati verso gli apparati presenti nel vano SCADA in cabina di Raccolta, secondo lo schema di principio riportato nell'elaborato progettuale e qui proposto nella miniatura seguente:

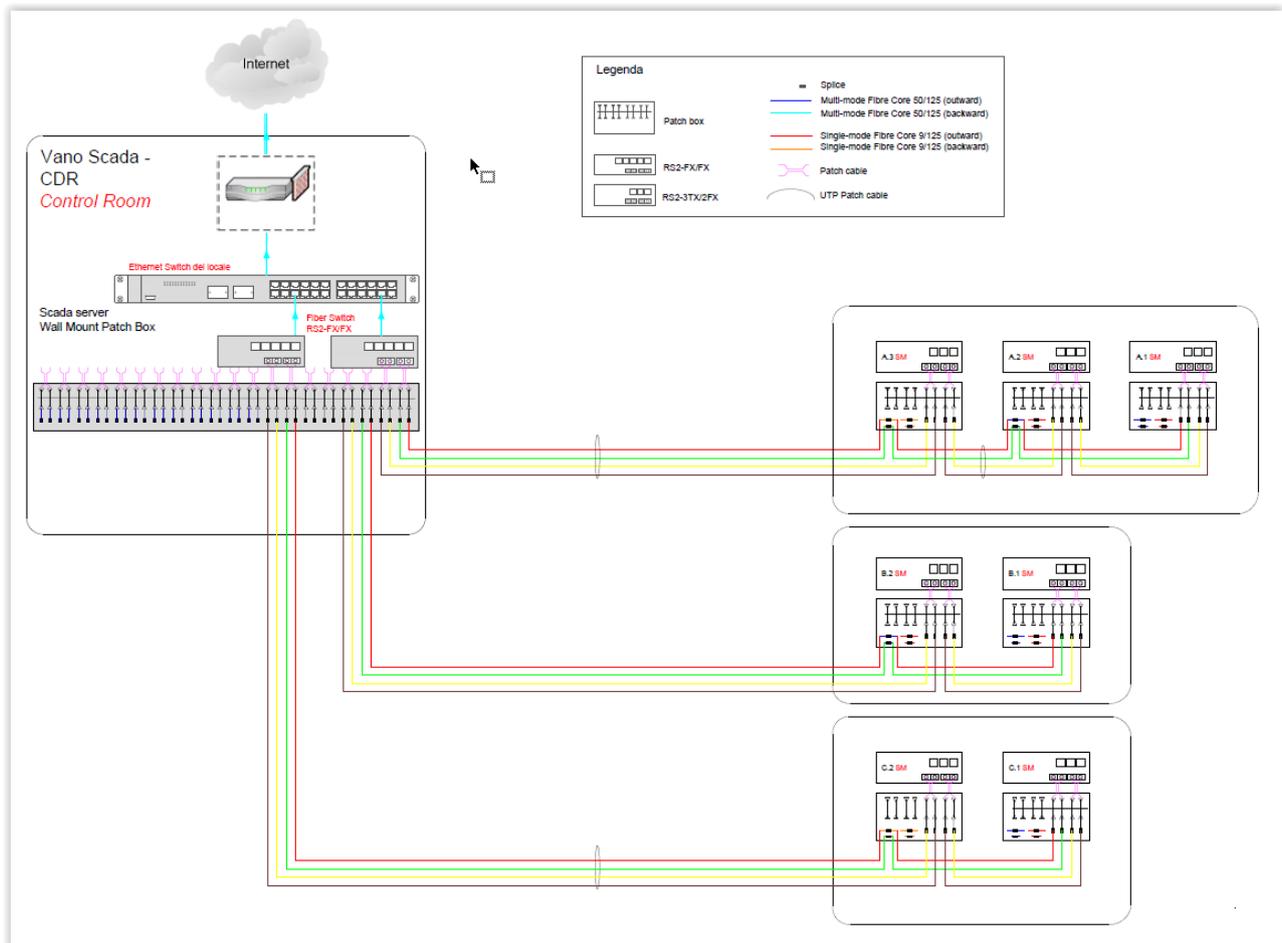


Fig. 11. Schema a blocchi per l'interconnessione degli impianti.

#### 4.8. Cavi bT impianto di illuminazione

Nell'area dell'impianto fotovoltaico si prevede l'installazione di un sistema di illuminazione, costituito da due diversi fonti luminose:

- su palo alto ad altezza 4,00m, per l'illuminazione perimetrale lungo la recinzione dell'impianto;
- su palo basso di altezza circa pari ad 1m, per l'illuminazione della viabilità interna.

L'altezza dei pali alti è calcolata in modo da ridurre al minimo l'ombreggiamento degli stessi ai moduli, ed impedire fenomeni di riflessione aerodispersa durante l'accensione notturna.

Ogni palo alto sarà dotato di una sola sorgente luminosa con ottica parallela al terreno, con emissione luminosa pari a circa 6000lm alla temperatura di colore di 4000k ed alla corrente d impiego di 350mA.



Ogni palo basso sarà dotato di una sorgente caratterizzata da una potenza massima assorbita di 8W, caratterizzata da ridotta emissione luminosa, pari a soli circa 400lm a 4000k:

L'impianto di illuminazione sarà realizzato con due circuiti trifase indipendenti, uno per l'illuminazione perimetrale, l'altro per l'illuminazione interna.

L'impianto sarà indipendente per ciascuno dei sottocampi, singolarmente protetti e comandati dal quadro di alimentazione dell'impianto di illuminazione posto nei locali tecnici bT situati nel rispettivo sottocampo.

Dai locali tecnici bT partiranno quattro linee trifase in cavo, due destinate verso la parte sinistra d'impianto rispetto al locale stesso e l'altra verso la parte destra d'impianto.

Per i tratti di cui sopra è prevista la realizzazione delle seguenti opere:

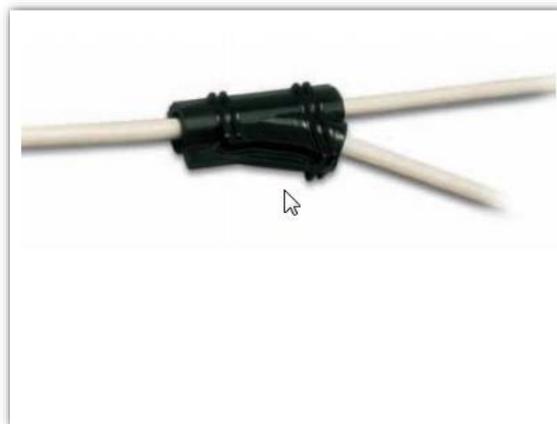
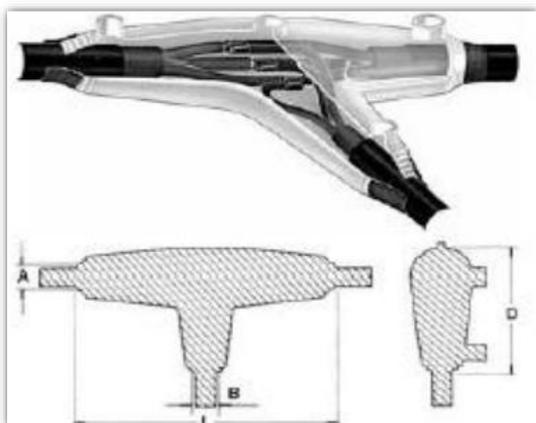
- Elettrodotti interrati costituiti da cavo FG16OR16 posato in cavidotto interrato entro scavo realizzato sul margine della sede stradale, per una larghezza di 25cm; deposizione di un primo strato di sabbia di cava di altezza di circa 10cm, posa del cavidotto PVC serie pesante, ricoprimento con ulteriore sabbia di cava per una altezza di cm.30; compattazione con mezzi meccanici vibranti; rinterro con terreno di scavo in strati successivamente posati e compattati con mezzi meccanici fino a richiusura dello scavo, il tutto secondo le tavole di dettaglio esecutive.



- Plinti per pali di tipo prefabbricato dotati di foro per alloggiamento palo con asole per inserimento cavidotti nella maggior parte dei casi in cui è possibile tale soluzione progettuale, dotati di pozzetto ispezionabile di cablaggio delle dimensioni interne di cm 40x40 ed altezza variabile, completo di telaio e chiusino in ghisa carrabile, di dimensioni adeguate al tipo di palo.;



- Pali tronco conici dritti di altezza fuori terra da 4m con testa di diametro calibrato  $\varnothing$  60mm e dotati di morsettiera valvolata in classe II;
- Giunzione dei cavi eseguiti nei pozzetti mediante giunti a resina colata;



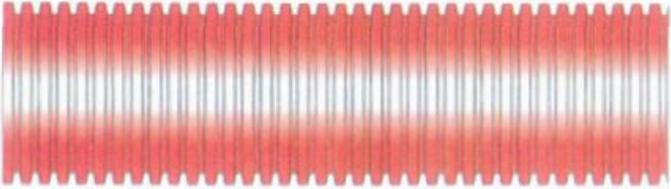
- Quadri elettrici posti in cabine Locali tecnici bT.

#### 4.9. Cavidotti per linee elettriche interrato.

Il cavidotto utilizzato per l'interramento delle linee in cavo tipo FG16OR16 sarà di tipo flessibile in PEAD, serie pesante, a doppia parete, liscia internamente e corrugata esternamente, di diametro pari a 63mm; esso sarà posato in uno scavo principalmente a margine della sede stradale, dove possibile, o direttamente in terreno agricolo, ad una profondità non inferiore a 100 cm.



**STUDIO INGEGNERIA ELETTRICA**  
 MEZZINA dott. ing. Antonio  
 Via T. Solis, 128 - 71016 San Severo (FG)  
 P. IVA 02037220718  
 ☎ 0882-228072 / ☎ 0882-243651  
 ✉ info@studiomezzina.net

Tubo PE - AD corrugato  
(Doppia Parete)  
**DP**

Il tubo PE - AD corrugato è realizzato a doppia parete coestrusa. Quella esterna corrugata e quella interna liscia. Colore nero - giunzione con manicotto in dotazione con tirafilo.

**PROTEZIONE CAVI ELETTRICI**

DIAMETRO Ø	40	50	63	75	90	110	125	160	200

Lungo il percorso del cavidotto saranno realizzati dei pozzetti di derivazione e rompitratta di tipo in cls con coperchio in ghisa carrabile e di dimensioni interne di cm 40x40 ed altezza variabile, in cui il cavidotto effettuerà l'entra esce.

#### 4.10. Protezione contro i contatti diretti.

Nell'impianto elettrico saranno adottate misure di protezione atte ad evitare il contatto delle persone con parti che normalmente sono in tensione. Tutte le parti attive dei componenti elettrici devono essere protette mediante isolamento o mediante barriere o involucri per impedire i contatti indiretti. Se uno sportello, pur apribile con chiave o attrezzo, è posto a meno di 2,5 m dal suolo e dà accesso a parti attive, queste devono essere inaccessibili al dito di prova (IPXXB) o devono essere protette da un ulteriore schermo con uguale grado di protezione, a meno che lo sportello non si trovi in un locale accessibile solo alle persone autorizzate. Le lampade degli apparecchi di illuminazione non devono diventare accessibili se non dopo aver rimosso un involucro o una barriera per mezzo di un attrezzo, a meno che l'apparecchio non si trovi ad una altezza superiore a 2,8 m

Tra i sistemi di protezione indicati nella sez. 412 della norma CEI 64-8, saranno adottati a seconda dei casi solamente quelli a protezione totale e tra questi quelli che prevedono l'impiego dell'isolamento totale delle parti attive e/o mediante l'impiego di involucri di protezione con grado di protezione non inferiore ad IP2X.

#### 4.11. Protezione contro i contatti indiretti.

Il sistema adottato per la protezione contro i contatti indiretti è quello del doppio isolamento o isolamento rinforzato di cui alla norma CEI 64-8. Per le linee elettriche aeree valgono le prescrizioni della Norma CEI 11-4.



Pertanto tutti i componenti elettrici saranno di classe II, in particolare saranno di classe II:

1. tutte le armature di illuminazione;
2. tutte le morsettiere valvolate d'ingresso poste all'interno dell'armatura di illuminazione;
3. i cavi multipolari da posarsi all'interno della cavità dei pali per il collegamento di una data armatura alla linea elettrica transitante nel pozzetto posto alla base del palo stesso; a tal fine questi cavi per essere equiparabili al doppio isolamento dovranno tutti essere dotati di guaina e avere una tensione nominale di almeno un gradino superiore alla tensione nominale del sistema elettrico in cui sono utilizzati (il sistema è 300/500V, i cavi dovranno avere tensione nominale almeno 450/750V). I cavo FG16OR16 avendo guaina e tensione nominale 0.6/1kV sono equiparabili al doppio isolamento e quindi sono idonei allo scopo.

## 5. DIMENSIONAMENTO DEI CAVI E PROTEZIONE CONTRO LE SOVRACORRENTI

Il dimensionamento dei conduttori è stato eseguito tenendo presente la corrente di impiego  $I_b$  ed imponendo una caduta di tensione totale massima del 2%, circa per ciascuna linea

Tale dimensionamento tiene inoltre conto del coordinamento tra caratteristiche della linea e degli interruttori per la protezione delle condutture contro il sovraccarico e il cortocircuito; a tale scopo occorre pertanto considerare anche la  $I_n$  e la caratteristica  $I^2t$  dell'interruttore posto a monte per la protezione di ogni linea.

Per ciascuna delle linee si è verificato quanto descritto nei due punti seguenti.

### 5.1. Protezione contro il sovraccarico

Per ogni linea sono state verificate le seguenti relazioni:

$$I_{b(F)} \leq I_{r(F)} \leq I_{z(F)}$$

$$I_{r(F)} \cdot (I_f/I_n) \leq 1,45 \cdot I_{z(F)}$$

$$I_{b(N)} \leq I_{r(N)} \leq I_{z(N)}$$

$$I_{r(N)} \cdot (I_f/I_n) \leq 1,45 \cdot I_{z(N)}$$

essendo:

- $I_b$  la corrente di servizio per conduttore di fase (F) o di neutro (N);
- $I_n$  la corrente nominale dell'interruttore di protezione della linea;
- $I_r$  la corrente di regolazione termica per lo sganciatore su polo di fase (F) o neutro (N)
- $I_z$  la portata del conduttore di fase (F) o di neutro (N);
- $I_f/I_n$  il rapporto tra la corrente minima di funzionamento dell'interruttore e la sua corrente nominale.

### 5.2. Protezione contro il cortocircuito

$$I^2t^{(1)} \leq K_f^2 S_f^2$$

$$I^2t^{(2)} \leq K_n^2 S_n^2$$

$$I_{cn} \geq I_{cc,max}$$



Punto di installazione del dispositivo di protezione ⇒ In partenza alla linea  
essendo:

- $I^2t$  l'energia specifica lasciata passare dall'interruttore per:  
(1) su sganciatore di fase alla corrente di c.to c.to massima (trifase) ai morsetti;  
(2) su sganciatore adibito a protezione del neutro alla c.te di c.to c.to fase-neutro ai morsetti.
- $K$  coefficiente che tiene conto del tipo di materiale del conduttore e del tipo del suo isolante, per il conduttore di fase (f) o di neutro (n);
- $S$  la sezione del conduttore di fase (f), neutro (n);
- $I_{cn}$  il potere di interruzione nominale del dispositivo di protezione;
- $I_{cc,max}$  la corrente di corto circuito massima sulla linea (trifase ai morsetti per sistemi trifase e fase neutro ai morsetti per i sistemi monofase).

Per quanto indicato nei due punti precedenti, visto le sez. 433, 434 e l'art. 533.3 della norma CEI 64-8, tutte le linee risultano adeguatamente protette contro le sovracorrenti.

### 5.3. Cadute di tensione

Il dimensionamento delle sezioni dei conduttori principali è stato effettuato in base al criterio della portata di corrente, procedendo poi al calcolo di verifica della massima caduta di tensione ammissibile, considerando condizioni di posa sfavorevoli ed utilizzando le formule sotto riportate per il calcolo:

$$\Delta V = \sqrt{3} \cdot I \cdot L (R \cos \varphi + X \cdot \sin \varphi)$$

$$\Delta V\% = \frac{\Delta V}{U} \cdot 100$$

dove:

- $I$  corrente di impiego (espressa in Ampere)
- $L$  lunghezza della linea
- $R$  resistenza della linea
- $X$  reattanza della linea
- $\cos \varphi$  fattore di potenza del carico
- $V$  tensione concatenata per linea trifase

Queste verifiche sono state condotte su ciascuna linea, per ciascuna tratta.

### 5.4. Dimensionamento Linee MT

Il dimensionamento è stato effettuato in modo tale che nelle peggiori condizioni di esercizio la caduta di tensione complessiva tra gli estremi della serie MT, ovvero tra le sbarre MT della cabina Slave più lontana, e le sbarre MT degli scomparti di partenza MT nei locali tecnici della SSE non superi in ogni caso il 2% della tensione nominale di impianto, come analiticamente dimostrato nelle tabelle che seguono.

Impianto Fotovoltaico 23,857 MWp - Taranto località "Buffoluto"																										
CALCOLI DI VERIFICA DELLE LINEE MT DEL CAMPO FOTOVOLTAICO																										
CARATTERISTICHE GENERALI										Caratteristiche di posa																
TENSIONE ESERCIZIO		U <sub>sub</sub>		[V]		30000		tipologia di posa		a trifoglio		profondità di posa		[m]		1,5		distanza minima tra le terme		[cm]		25				
P.d.P.		cosφ <sub>sub</sub>		0,96				conduttività termica del suolo		[m <sup>2</sup> /K/W]		1		fattore di carico		0,7		posa in cavidotto con riempimento		in aria						
SOTTOCAMPO	Subcampo	CARATTERISTICHE LINEE						CARATTERISTICHE SUBCAMPI						CARATTERISTICHE DEL CAVO				CADUTA DI TENSIONE max			VERIFICA PORTATA		PERDITE			
		Tipo TRATTA	Denominazione TRATTA	LUNGHEZZA GEOMETRICA	LUNGHEZZA ELETTRICA	SEZIONE	NUMERO MAX CIRCUITI RAGGRUPPATI	NUMERO TERNE	Pot. Subcampo kWp	Potenza max nel tratto (guasto anello)	Potenza max nel tratto (guasto fine serie)	Potenza max nel tratto	CORRENTE Tratto Subcampo I <sub>sub</sub>	CORRENTE LINEA (guasto anello) I <sub>L</sub>	CORRENTE LINEA (guasto fine serie) I <sub>L</sub>	CORRENTE LINEA (max) I <sub>L</sub>	RESISTENZA SPECIFICA r	REATTANZA SPECIFICA x	PORTATA I <sub>L</sub>	ΔU (guasto anello) [V]	ΔU (guasto fine serie) [V]	ΔU% (max) [%]	I <sub>1</sub> , I <sub>2</sub>	P <sub>LOSS</sub> (guasto anello) [kW]	P <sub>LOSS</sub> (guasto fine serie) [kW]	P <sub>LOSS</sub> (MAX)
		[m]	[m]	[mm <sup>2</sup> ]								[A]	[A]	[A]	[A]	[Ω/km]	[Ω/km]	[A]	[V]	[V]	[%]					
A	richiusura anello	A.3-A.1	1505	1515	150	2	1		0	8482	8482	0,00	0,00	170,24	170,24	0,2641	0,0200	223,05	0,0	115,6	0,39%	OK	0,00	34,79	34,79	
		serie	A.3-A.2	770	780	150	2	1	4241	4241	4241	85,12	85,12	85,12	85,12	0,2641	0,0200	223,05	29,8	29,8	0,10%	OK	4,42	4,48	4,48	
	fine serie	A.3-A.1	730	740	150	2	1	3112	7353	0	7353	62,46	147,58	0,00	147,58	0,2641	0,0200	223,05	49,0	0,0	0,16%	OK	12,60	0,00	12,60	
		A.1-CdR	630	640	150	5	1	4241	8482	0	8482	85,12	170,24	0,00	170,24	0,2641	0,0200	187,96	48,8	0,0	0,16%	OK	14,47	0,00	14,47	
B	richiusura anello	B.1-B.1	170	180	150	2	1		0	5646	5646	0,00	0,00	113,32	113,32	0,2641	0,0200	223,05	0,0	9,1	0,03%	OK	0,00	1,83	1,83	
		serie	B.1-B.1	160	170	150	2	1	2823	2823	2823	56,66	56,66	56,66	56,66	0,2641	0,0200	223,05	4,3	4,3	0,01%	OK	0,41	0,43	0,43	
	fine serie	B.1-CdR	630	640	150	5	1	2823	5646	0	5646	56,66	113,32	0,00	113,32	0,2641	0,0200	187,96	32,5	0,0	0,11%	OK	6,41	0,00	6,41	
C	richiusura anello	C.1-C.1	610	620	150	3	1		0	6618	6618	0,00	0,00	132,83	132,83	0,2641	0,0200	205,50	0,0	36,9	0,12%	OK	0,00	8,67	8,67	
		serie	C.1-C.1	600	610	150	3	1	3309	3309	3309	66,41	66,41	66,41	66,41	0,2641	0,0200	205,50	18,2	18,2	0,06%	OK	2,10	2,13	2,13	
	fine serie	C.1-CdR	140	150	150	4	1	3309	6618	0	6618	66,41	132,83	0,00	132,83	0,2641	0,0200	195,48	8,9	0,0	0,03%	OK	1,96	0,00	1,96	
Dorsale		CdR-SSe	9000	9180	185	2	2		20751			416,49		208,24	0,2103	0,0190	251,96	685,2		2,28%	OK			251,1		
TOTALI max																			812,7	830,6	2,71%		314,2			

## 5.5. Dimensionamento Linee bT impianto di illuminazione

Il dimensionamento è stato effettuato in modo tale che nelle peggiori condizioni di esercizio la caduta di tensione complessiva tra gli estremi della serie bT, ovvero tra l'armatura più distante ed il quadro bT nei locali tecnici non superi in ogni caso il 4% della tensione nominale di impianto.

## 5.6. Conclusioni

Per quanto indicato nel paragrafo precedenti, visto le sez. 433, 434 e l'art. 533.3 della norma CEI 64-8, tutte le linee risultano adeguatamente protette contro le sovracorrenti.

Le verifiche di caduta di tensione, condotte su ciascuna linea, sono risultate positive: la caduta di tensione complessiva tra i punti estremi delle linee non supera in ogni caso il 4%, valore imposto.



**STUDIO INGEGNERIA ELETTRICA**  
MEZZINA dott. ing. Antonio  
Via T. Solis, 128 - 71016 San Severo (FG)  
P. IVA 02037220718  
☎ 0882-228072 / 📠 0882-243651  
✉: [info@studiomezzina.net](mailto:info@studiomezzina.net)



San Severo, Dicembre 2022

**STUDIO INGEGNERIA ELETTRICA**

DOTT. ING.  
Ing. MEZZINA Antonio

