

Committente



X-Elio Italia 7 S.r.l.

Corso Vittorio Emanuele II n. 349 - 00186 ROMA

Tel.+39 06.8412640 - Fax +39 06.8551726

Partita IVA n° 15361461005

Progettisti: Ing. Alessandro Abati – Ing. Mattia Moriggi – Per. Ind. Giancarlo Giordano



Viale Jonio 95 - 00141 Roma - info@architetturasostenibile.com

PROGETTO AGRO-FOTOVOLTAICO "ORTA NOVA"

*Progetto per la realizzazione di un impianto agro-fotovoltaico
di potenza pari a 68,475 MWp e relative opere di connessione alla RTN*

Località

REGIONE PUGLIA - COMUNE DI ORTA NOVA (FG)

Titolo

RELAZIONE TECNICA IMPIANTO ELETTRICO

Parte A: Stazione di Trasformazione 150/30 kV "Xelio 7"

Data: 26-02-2020

Revisione: 18 agosto 2020-19 ottobre 2021

Codice elaborato: AS_ORN_R08.A



INDICE

Sommario

I DATI DI PROGETTO.....	4
I.I DATI DI PROGETTO DI CARATTERE GENERALE	4
I.II DATI DI PROGETTO RELATIVI ALL'UTILIZZAZIONE DELL'EDIFICIO O DELL'OPERA	5
I.III DATI DI PROGETTO RELATIVI ALLE INFLUENZE ESTERNE.....	6
I.IV DATI DI PROGETTO RELATIVI ALL'IMPIANTO ELETTRICO	8
II ELENCO DELLE LEGGI E NORME DI RIFERIMENTO.....	10
1. Introduzione.....	12
1.1 CENTRALE DI PRODUZIONE ELETTRICA DA FONTE SOLARE FOTOVOLTAICA "ORTA NOVA"	12
1.2 CLASSIFICAZIONE DEI LUOGHI.....	14
1.3 SCELTA DEI MATERIALI IN RELAZIONE AL RISCHIO DI INCENDIO.....	15
1.4 SCELTA DEI SISTEMI DI ALIMENTAZIONE DEI SERVIZI DI SICUREZZA	16
1.5 CRITERI DI PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI E INDIRETTI	16
1.6 MODALITÀ DI EFFETTUAZIONE DEI COMANDI DI EMERGENZA	16
1.7 CRITERI DI DIMENSIONAMENTO DELLA RETE ELETTRICA.....	16
2 Stazione di Trasformazione in alta tensione "Xelio7"	17
2.1 PREMESSA	17
2.2 CLASSIFICAZIONE DELLE STAZIONI ELETTRICHE TERNA.....	19
2.3 CRITERI DI COORDINAMENTO DELL'ISOLAMENTO.....	19
2.4 LIVELLI DI CORTO CIRCUITO E CORRENTI DI GUASTO A TERRA	19
2.5 CORRENTI TERMICHE NOMINALI	20
2.6 INTERRUTTORI	20
2.7 SEZIONATORI	20
2.8 MACCHINARIO.....	20
2.9 ISOLATORI PASSANTI	20
2.10 TRASFORMATORI DI CORRENTE (TA)	20
2.11 TRASFORMATORI DI TENSIONE (TV)	21
2.12 SCARICATORI	21
2.13 BATTERIE DI CONDENSATORI DI RIFASAMENTO.....	21
2.14 BOBINE DI SBARRAMENTO E DISPOSITIVI DI ACCOPPIAMENTO	21
2.15 SOSTEGNI PER APPARECCHIATURE DI STAZIONE E SOSTEGNI PORTALE	21
2.16 ISOLATORI PORTANTI E DI MANOVRA	21
2.17 MORSETTERIA AT DI STAZIONE	22
2.18 SISTEMA DI SBARRE E CONDUTTORI DI COLLEGAMENTO	22
2.19 CAVI AT	23
COMPENSAZIONE REATTIVA.....	24
2.20 IMPIANTO DI TERRA	25
2.21. LINEE ELETTRICHE.....	25
2.21.1 Altezza dei conduttori sul terreno e su acque non navigabili	26
2.21.2 Attraversamento	27
2.21.3 Distanze di rispetto.....	27
2.22 STANDARD TECNICI PER LA ESECUZIONE DELLA STAZIONE ELETTRICA.....	28
2.23 CLASSIFICAZIONE SISMICA	28
2.24 RUMORE	28
2.25 EFFETTO CORONA E COMPATIBILITÀ ELETTROMAGNETICA	28
2.26 CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI, RADIOFREQUENZE.....	28
2.27 MISURE RELATIVE ALLA SCELTA DELLE APPARECCHIATURE.....	29

2.28 ALTRE MISURE POSSIBILI PER RIDURRE GLI EFFETTI DELLE INTERFERENZE	29
2.29 OPERE CIVILI ED EDIFICI	30
2.29.1 Dimensionamento delle opere.....	30
2.29.2 Caratteristiche antisismiche	30
2.29.3 Edifici Servizi Ausiliari e Sala Quadri.....	30
2.29.4 Edificio di consegna MT.....	31
2.29.5 Chioschi.....	31
2.30 SERVIZI AUSILIARI	32
2.30.1 Prescrizioni generali di sicurezza	32
2.30.2 Servizi generali.....	32
2.30.3 Servizi ausiliari (SA).....	32
2.30.4 Composizione dello schema di alimentazione dei S.A. in c.a.	32
2.30.5 Composizione dello schema di alimentazione dei S.A. in c.c.	33
2.30.6 Criteri generali per il dimensionamento del sistema di alimentazione in c.c.	33
2.30.7 Disposizioni di sicurezza	33
2.31 COLLEGAMENTI MT/BT	34
2.32 SISTEMA DI PROTEZIONE COMANDO E CONTROLLO (CFR. SPCC)	34
2.32.1 Sala controllo locale	34
2.32.2 Teleconduzione e automatismo di impianto	35
2.32.3 Telecontrollo.....	35
2.32.4 Protezioni.....	35
2.32.5 Apparecchiatura di monitoraggio	35
2.33 DISPOSIZIONE ELETTROMECCANICA	35
2.33.1 Tipologia stalli	38
2.34 STANDARD TECNICI DELLE LINEE ELETTRICHE	40
2.34.1 Generalità.....	40
2.34.2 Elettrodotti aerei a 132-150 kV	40
2.34.3 Aree impegnate	40
2.35 COMPONENTI LINEE AEREE	41
2.35.1 Sostegni	41
2.35.2 Fondazioni	41
2.35.3 Conduttori.....	41
2.35.4 Funi di guardia.....	41
2.35.5 Morsetteria ed isolatori.....	42
2.35.6 Segnalazioni ostacoli al volo.....	43
2.36 PRINCIPALI RIFERIMENTI NORMATIVI IN MATERIA DI CAMPI ELETTRICI E LIMITI DI RIFERIMENTO GENERATI DA LINEE ELETTRICHE IN CORRENTE ALTERNATA	43
2.36.1 Limiti di riferimento	43
2.36.2 Obiettivo di qualità, Fascia di rispetto e Dpa.....	44
2.37 TABELLE APPARECCHIATURE AT, MACCHINARIO E BATTERIE DI CONDENSATORI.....	45
2.37.1 Interruttori a tensione nominale 150 kV	46
2.37.2 Linee di fuga isolatori degli interruttori.....	47
2.37.3 Sezionatori orizzontali a tensione nominale 145-170 kV con lame di terra	47
2.37.4 Sezionatori verticali a tensione nominale 145-170 kV.....	48
2.37.5 Sezionatori terra sbarre a tensione nominale 145-170 kV	48
2.37.6 Sezionatori orizzontali a tensione nominale 145-170 kV senza lame di terra	49
2.37.7 Trasformatori di corrente a tensione di esercizio 150 kV	49
2.37.8 TRASFORMATORI DI TENSIONE CAPACITIVI	50
2.37.9 TRASFORMATORI DI TENSIONE INDUTTIVI	50

I Dati di progetto

I.I Dati di progetto di carattere generale

Pos.	Dati	Valori stabiliti
	Committente	Xelio Italia 7 S.r.l.
1.1	Cliente finale Denominazione dell'edificio, opera o applicazione	Xelio Italia 7 S.r.l. Impianto di Generazione fotovoltaica con potenza di picco di 68.474,56 kW, suddiviso su due campi fotovoltaici denominati "Nord" e "Sud", nel Comune di Orta Nova (FG)
1.2	Scopo del lavoro	Realizzazione di un parco di generazione fotovoltaico con relative opere accessorie
1.3	Leggi o norme tecniche di riferimento	- Vedi pag. 6
1.4	Vincoli da rispettare	

I.II Dati di progetto relativi all'utilizzazione dell'edificio o dell'opera

Pos.	Dati	Valori stabiliti	Note
2.1	Destinazione d'uso e valutazione dei rischi	Centrale di produzione elettrica da fonte solare, denominata "Centrale fotovoltaica Orta Nova", con utilizzo di moduli fotovoltaici da 440 W installati su tracker con esposizione est-ovest su terreno, con potenza complessiva di 68, 47456 MWp	Centrale di produzione elettrica, con parti di impianto appartenenti a: <ul style="list-style-type: none"> - sistemi di categoria 0 (tensione nominale minore o uguale a 50 V se a corrente alternata o a 120 V se a corrente continua); - sistemi di I categoria (tensione nominale da oltre 50 V fino a 1 000 V compresi se a corrente alternata o da oltre 120 V fino a 1.500 V compresi se a corrente continua); - sistemi di II categoria (tensione nominale oltre 1000 V se a corrente alternata o oltre 1500 V se a corrente continua, fino a 35 000 V compresi); - sistemi di III categoria, quelli a tensione nominale maggiore di 35 000 V.
2.2	Dati relativi agli ambienti soggetti a normativa specifica CEI	La Centrale Fotovoltaica "Orta Nova" è sottoposta alle prescrizioni della norma CEI 0-16, edizione 2019-04: "Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica	Ambienti a maggior rischio in caso d'incendio per la presenza di materiale infiammabile o combustibile in lavorazione, convogliamento, manipolazione o deposito di detti materiali (CEI 64-8 art. 751.03.4);
2.3	Altre prescrizioni	Tutti gli impianti a servizio della centrale fotovoltaica devono essere opportunamente segregati ed accessibili solo a personale autorizzato ed idoneo a svolgere lavori in prossimità di impianti in tensione (CEI 11-27)	

I.III Dati di progetto relativi alle influenze esterne

Pos.	Dati	Valori stabiliti
3.1	Temperatura minima/massima all'interno degli edifici Temperatura minima/massima all'aperto Temperatura media del giorno più caldo Temperatura media delle massime mensili Temperatura media annuale	-2 °C/+40°C -2 °C/+40°C 28 °C 25°C 16°C
3.2	Formazione di condensa	- Nelle parti di impianto esterne e nei manufatti che ospitano i quadri elettrici, gli inverter, i trasformatori, ecc.
3.3	Altitudine (indicare se maggiore o minore di 1000 m)	<1000 m
3.4	Presenza di corpi solidi estranei Presenza di polvere	- Pezzatura minima 2,5 mm - SI
3.5	Presenza di liquidi Tipo di liquido (indicare tra le seguenti gradualità): - Trascurabile - possibilità di stillicidio (caduta di gocce) - esposizione alla pioggia - esposizione agli spruzzi - possibilità di getti d'acqua	Si, nelle aree esterne (in copertura) acqua (in copertura) all'aperto; all'aperto;
3.6	Condizioni del terreno - Carico specifico ammesso (N/m ²) - Livello della falda freatica (m) - Profondità della linea di gelo - Resistività elettrica del terreno (Ω*m)	- - - -
3.7	Ventilazione dei locali - naturale - artificiale - naturale assistita da ventilazione artificiale - numero di ricambi (previsti come ordinari)	- In tutti gli ambienti - -
3.8	Dati relativi alla velocità del vento: - nella direzione prevalente - massima velocità di progetto	- N – S; - <28 m/s (<100 km/s)
3.9	Condizioni ambientali speciali	- ambiente non salino; - Radiazione solare annua di 1546 kWh/mq
3.10	Posizione SSE Utente Latitudine: 41°26'36.41"	

	Longitudine: 16°50'11,71"	
3.11	Posizione Campo fotovoltaico "Nord" Latitudine: 41°22'19.98" Longitudine: 15°47'51.72"	
3.12	Posizione Campo fotovoltaico "Sud" Latitudine: 41°21'15.10" Longitudine: 15°47'36.62"	

I.IV Dati di progetto relativi all'impianto elettrico

Pos.	Dati	Valori stabiliti	Note
4.1	Tipo di intervento richiesto - nuovo impianto - trasformazione - ampliamento	- nuovo impianto	
4.2	Dati dell'alimentazione elettrica: - descrizione ed eventuale sigla delle linee di alimentazione - punto di consegna - tensione nominale (U_n) e max. variazione - frequenza nominale e max. variazione - potenza disponibile continua - potenza disponibile di punta - corrente di cortocircuito presunta nel punto di alimentazione (consegna) - vincoli del distributore da rispettare	- Linee in cavo identificate come indicato nei documenti allegati; - DG (Dispositivo Generale) in alta tensione alloggiato nella Sotto Stazione Elettrica Utente a 150 kV - 150 ($\pm 5\%$) kV nella Sotto Stazione Elettrica Utente; - 30 kV nella distribuzione elettrica in media tensione dalla Cabina Primaria in Sotto Stazione alle cabine dei due campi fotovoltaici; - 630 V AC in uscita dai dieci trasformatori MT/BT che alimentano gli inverter fotovoltaici; - 400/230 V AC in uscita dai trasformatori ausiliari 630/400 V presenti in ogni cabina di trasformazione; - 1300 V DC nei campi fotovoltaici; - 50 ($\pm 5\%$) Hz - 57.400 kVA - 68.474,56 kwp - il valore di I_{cc} nel punto di consegna dovrà essere comunicato all'Utente dal Distributore - CEI 0-16 ed. 2019-04	Vedi planimetrie allegate Società fornitrice: TERNA
4.3	- valori di taratura di prima e seconda soglia del dispositivo di massima corrente associato all'interruttore di alimentazione	- i valori di taratura della protezione generale dovranno essere comunicati all'Utente dal Distributore	

4.4	- stato del neutro lato alta tensione (150 kV)	- francamente a terra	
4.5	Stato del neutro lato MT	Isolato	
4.6	Stato del neutro lato BT	- a 630 V non distribuito (sistema IT); - a 400 V distribuito (sistema TN)	
4.7	- corrente di guasto monofase a terra e tempo di eliminazione del guasto sul lato MT	-	
4.8	- sovratensione ad impulso massima attesa (U_{imp})	-	
4.9	- interruzioni previste di erogazione energia (frequenza annua, durata media delle singole interruzioni)	-	
4.10	Misura dell'energia elettrica	- Il gruppo di misura del Distributore è ubicato nella Sotto Stazione di Distribuzione Utente, attigua alla Sotto Stazione TERNA a 150 kV	
4.11	Massime cadute di tensione	- Lato DC del campo fotovoltaico: 2%; - Distribuzione MT: 2%; - motori a pieno carico 4% - motori in avviamento 10% - illuminazione 4% - altro 4%	
4.12	Sezioni minime dei conduttori	- come da norme CEI	
4.13	Elenco dei carichi	- Elenco degli apparecchi utilizzatori, dei motori e dei centri di carico: vedi schemi dei quadri elettrici	
4.14	Ubicazione dei carichi	Vedi disegni allegati	
4.15	Prescrizioni particolari relative agli apparecchi ed ai motori da alimentare	- sezionatore in prossimità di ogni macchina	
4.16	Dati dimensionali relativi all'illuminazione artificiale: - illuminamento medio mantenuto (UNI-EN 12462-1 ed. 2011)	- aree di circolazione esterne: 10 lx ad h = 0,2 m - locali tecnici: 200 lx ad h =1,5 m	
4.17	Altre informazioni	- Campi fotovoltaici: vedi capitolo 4.	

Il Elenco delle leggi e norme di riferimento

Nella esecuzione degli impianti elettrici dell'impianto di generazione fotovoltaica di Orta Nova dovranno essere tenute come riferimento le disposizioni di legge e le norme tecniche del CEI.

Si richiamano di seguito le principali norme o leggi che regolamentano la realizzazione di apparecchiature e di impianti elettrici in ambienti con la stessa tipologia di destinazione d'uso:

- Legge 1.03.1968 n. 186: "Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazione di impianti elettrici ed elettronici";
- Legge 8.10.1977 n. 791: "Attuazione della direttiva del consiglio delle Comunità Europee (n.73/23/CEE) relativa alle garanzie di sicurezza che deve possedere il materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro alcuni limiti di tensione";
- DM 10.4.1984: "Eliminazione dei radiodisturbi";
- Direttiva 89/336/CEE, recepita con D.Lgs 476/92: "Direttiva del Consiglio d'Europa sulla compatibilità elettromagnetica";
- Decreto 10 marzo 1998 "Criteri generali di sicurezza antincendio e per la gestione dell'emergenza nei luoghi di lavoro"
- Decreto 4 maggio 1998 "Disposizioni relative alle modalità di presentazione ed al contenuto delle domande per l'avvio dei procedimenti di prevenzione incendi, nonché all'uniformità dei connessi servizi resi dai Comandi dei vigili del fuoco";
- DPR 06/06/2001 n. 228/01: "Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia (Testo A)";
- DPR 22/10/2001 n. 462: "Regolamento di semplificazione del procedimento per la denuncia di installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici e di impianti elettrici pericolosi";
- **D.M. 37-2008: "Regolamento recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici";**
- Decreto legislativo 9 aprile 2008 n. 81: "Attuazione dell'art. 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro";
- **DPR 1° agosto 2011: "Regolamento recante semplificazione della disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione incendio";**
- **Nota DCPREV prot n. 1324 del 7/2/2012 "Guida per l'installazione degli impianti fotovoltaici";**
- **DECRETO 20 dicembre 2012: "Regola tecnica di prevenzione incendi per gli impianti di protezione attiva contro l'incendio installati nelle attività soggette ai controlli di prevenzione incendi";**
- norma CEI 0-16 ed. aprile 2019: "Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica";
- **norma CEI 11-17: "Impianti di produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo";**
- norma CEI 11-20: "Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati alle reti di I e II categoria";
- **norma CEI 11-27 ed. 2014-01: "Lavori su impianti elettrici";**
- **CEI 11-61 2000-11: "Guida all'inserimento ambientale delle linee aeree esterne e delle stazioni elettriche**
- **CEI 11-62: "Stazioni del Cliente finale allacciate a reti di terza categoria";**
- **CEI 11-63 ed. 2001-03: "Cabine Primarie2;**
- **Norma CEI 14-4/1 2015-03: "Trasformatori di potenza. Parte 1: Generalità";**
- **Norma CEI 14-4/10: ed. 2002-01 "Trasformatori di potenza. Parte 10: Determinazione dei livelli di rumore";**

- **Norma CEI 14-35 ed. 2008-02: “Valutazione dei campi elettromagnetici attorno ai trasformatori di potenza”;**
- **Norma CEI 14-45 ed. 2012-02: “Trasformatori di potenza. Determinazione dei livelli di rumore. Guida di applicazione”;**
- norma CEI EN 61439-1 2012-02 (Class.CEI:17-113): “Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 1: Regole generali”;
- norma CEI EN 61439-2 2012-02 (Class.CEI:17-114): “Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 2: Quadri di potenza”;
- norma CEI EN 61439-3 2012-11 (Class. CEI 17-116): “Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 3: Quadri di distribuzione destinati ad essere utilizzati da persone comuni (DBO)”;
- norma CEI 20-40 (1998): Guida per l’uso di cavi a bassa tensione;
- norma CEI 20-67 (2001): Guida per l’uso di cavi 0,6/1 kV;
- **norma CEI 64-8, ed 06-2012: "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua";**
- **norma CEI EN 62305-1 ediz. 2013-02 (CEI 81-10 parte1): Protezione contro i fulmini. Parte 1: Principi generali;**
- **norma CEI EN 62305-2 ediz. 2013-02 (CEI 81-10 parte 2): Protezione contro i fulmini. Parte 2: Valutazione del rischio;**
- **norma CEI EN 62305-3 ediz. 2013-02 (CEI 81-10 parte 3): Protezione contro i fulmini. Parte 3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone;**
- **norma CEI EN 62305-4 ediz. 2013-02 (CEI 81-10 parte 4): Protezione contro i fulmini. Parte 4: Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture;**
- **Norma CEI EN 61936-1 - Class. CEI 99-2 Anno 2014: "Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in c.a. Parte 1: Prescrizioni comuni";**
- **Norma It. CEI EN 50522 - Class. CEI 99-3 Anno 2011: "Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in c.a.";**
- **Guida CEI 99-4, 2014-09: “Guida per l'esecuzione di cabine elettriche MT/BT del cliente/utente finale”;**
- **Guida CEI 99-5, 2015-07: “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.”;**
- Tabella CEI UNEL 35024/1(1997): cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua – Portate di corrente in regime permanente per posa in aria;
- Norma UNI EN 12464-1 ed. 2011 "Illuminazione dei Luoghi di Lavoro”
- norma UNI EN 1838: “Applicazione dell’illuminotecnica. Illuminazione di emergenza”;
- le prescrizioni e indicazioni della TELECOM;
- eventuali prescrizioni o specifiche del committente.
- Norma EN 12453: Porte e cancelli industriali, commerciali e da autorimessa – Sicurezza in uso di porte motorizzate – Requisiti;
- Norma EN 12445: Porte e cancelli industriali, commerciali e da autorimessa – Sicurezza in uso di porte motorizzate – Metodi di prova;
- Norma EN 13241-1: Porte e cancelli industriali, commerciali e da garage – Norma di prodotto – Prodotti senza caratteristiche di resistenza al fuoco o controllo del fumo;
- eventuali prescrizioni o specifiche del committente.

RELAZIONE TECNICA

1. Introduzione

1.1 Centrale di produzione elettrica da fonte solare fotovoltaica “Orta Nova”

Il presente progetto è relativo alla realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica tramite conversione fotovoltaica denominato “Orta Nova”, a inseguimento monoassiale, con asse inclinato con rotazione assiale e azimut fisso, che alloggerà 155.624 moduli fotovoltaici da 440 W, con una potenza complessiva pari a 68.474,56 kWp, collegati a 35 inverter con $P_{nom} = 1,64$ MW ciascuno. Resta inteso che questi dati potrebbero subire delle leggerissime variazioni in fase esecutiva in base ai modelli di pannelli ed inverter che si troveranno in commercio al momento della costruzione. La potenza nominale finale dell’impianto sarà comunque uguale o al massimo inferiore a 68.474,56 MW. Il progetto prevede anche delle opere di connessione alla RTN elettrica di Terna SPA, inclusa la sottostazione utente di trasformazione MT/AT e la linea di connessione in AT alla Sottostazione di Manfredonia di proprietà Terna SpA alla tensione di 150 kV.

La centrale fotovoltaica sarà suddivisa in due sottocampi (“Campo Nord” e “Campo Sud”) posti rispettivamente a circa 8,3 km (per il “Campo Nord”) e a circa 10,4 km (per il “Campo Sud”) dalla nuova sottostazione elettrica di Utente che sarà condivisa con altri due utenti.

La potenza nominale dei pannelli è pari a 68,475 MW mentre la potenza nominale degli inverter lato corrente alternata di immissione è pari a 57,4 MW, infine la potenza nominale di immissione permessa da Terna Spa come da STMG è pari a 50 MW.

La sottostazione utente “Xelio 7” sarà ubicata in località Macchia Rotonda, lungo la strada provinciale SP70, nel Comune di Manfredonia (FG), nelle vicinanze della stazione elettrica Terna di Manfredonia e si collegherà a uno stallo che dovrà essere realizzato da Terna sempre all’interno del sedime della attuale stazione Terna (come previsto dalla STMG di Terna); la sottostazione di trasformazione sarà provvista di un trasformatore di almeno 70 MVA 150/30 kV e di tutte le infrastrutture necessarie al collegamento con la Stazione Terna di Manfredonia.

Il “Campo Nord” ospiterà una Cabina di Smistamento, più tre Cabine di Trasformazione MT/BT, 30/0,63 kV (“Cabina 1 Campo Nord”, “Cabina 2 Campo Nord” e “Cabina 3 Campo Nord”); il “Campo Sud” ospiterà sette Cabine di Trasformazione MT/BT, 30/0,63 kV (“Cabina 1 Campo Sud”, “Cabina 2 Campo Sud”, “Cabina 3 Campo Sud”, “Cabina 4 Campo Sud”, “Cabina 5 Campo Sud”, “Cabina 6 Campo Sud” e “Cabina 7 Campo Sud”) e una cabina di smistamento.

Elementi dell’impianto

L’impianto fotovoltaico sarà costituito dai seguenti elementi:

- Strutture per il supporto dei moduli, ciascuna in grado di alloggiare 56 o 84 moduli fotovoltaici, disposti in verticale su due file, in modo da costituire 2 o 3 stringhe da 28 moduli; ogni struttura sarà dotata di motorizzazione per l’inseguimento monoassiale Est-Ovest della radiazione solare;
- n. 155.642 moduli fotovoltaici in silicio monocristallino LR4-72HPH-440M da 440 W_p della Longi Solar, per una potenza complessiva di picco pari a 68.474,56 kWp;
- n. 349 quadri di campo, ciascuno capace di raccogliere al massimo 16/20 stringhe tipo String-Box della Ingeteam, con tensione massima di sistema pari a 1.500 V;
- n. 10 Cabine di Trasformazione 30/0,63 kV da ubicare all’interno delle proprietà, secondo le disposizioni indicate negli elaborati planimetrici allegati;
- n.2 Cabine di Smistamento con funzione di collettori dei cavi provenienti dalle Cabine di trasformazione rispettivamente dei Campi Nord e Sud;
- n.2 Cabine Servizi Ausiliari dove afferiscono i controlli dei sistemi di sorveglianza (Telecamere, barriere, ecc.), del sistema di monitoraggio (SCADA) e delle stazioni meteo.
- N. 5 container ISO con funzione di magazzino (3 nel Campo Sud e 2 nel Campo Nord).

- N. 10 container ISO con funzione attuale di deposito e futura di alloggiamento batterie di accumulo, poste ciascuna in prossimità di una cabina MT/BT;
- n. 35 inverter INGECON SUN 1640TL B630 con potenza nominale pari a 1.640 kVA;
- n. 8 trasformatori in olio, con potenza pari a 6.560 kVA e rapporto di trasformazione 0,63/30 kV, ubicati in altrettante Cabine di Trasformazione;
- n. 1 trasformatore in olio con potenza pari a 3.280 kVA e rapporto di trasformazione 0,63/30 kV, ubicato nella cabina 1 del "Campo Nord";
- n. 1 trasformatore in olio con potenza pari a 1.600 kVA e rapporto di trasformazione 0,63/30 kV, ubicato nella cabina 4 del "Campo Sud";
- Cavidotto interrato MT (30 kV) per il collegamento tra le cabine di campo e le cabine di smistamento partenze e da queste fino alla stazione di utenza MT/AT;
- Stazione di utenza MT/AT ubicata in prossimità della stazione RTN di consegna a 150 kV, comprensivo di n. 1 cabina di smistamento trasformazione posta nella Sotto Stazione Xelio 7, collegata alla rete MT dei campi fotovoltaici Nord e Sud ed al trasformatore AT/MT da 70 MVA;
- Elettrodotto in AT (150 kV) di collegamento tra la stazione di utenza e la stazione RTN di consegna;
- Rete telematica di monitoraggio interna per il controllo dell'impianto mediante trasmissione dati;
- Sistema di videosorveglianza con telecamere, barriere ad infrarossi, stazione meteo collegati alla stazione di controllo.

Ogni cabina di trasformazione sarà composta da:

- 1) una piattaforma di dimensioni circa 12x6m, su cui saranno alloggiati, in esecuzione da esterno:
 - n. 1 Quadro di media tensione composto da due scomparti con sezionatori di linea, per l'ingresso e l'uscita della linea in cavo MT a 30 kV, più uno scomparto di protezione trafo provvista di protezioni I> (51S1), I>> (51S2), I>>> (50), IO> (67N), IO>> (50N);
 - n. 1 trasformatore Dy11y11, S=6,56 MVA, 30/0,63 kV, con doppio avvolgimento lato 0,63 kV (2x S=3280 kVA) o, in alternativa, n.1 trasformatore Dy11y11, S=3,28 MVA, 30/0,63 kV (Cabina 1 campo nord), n.1 trasformatore Dy11y11, S=1,6 MVA, 30/0,63 kV (Cabina 4 campo sud).
 - n. 1 Quadro BT 630 V per alloggiamento protezioni inverter;
 - n. 1 trasformatore 630/400 V Dyn11, S=100 kVA, per alimentazione carichi ausiliari;
 - n. 1 Quadro elettrico Servizi Ausiliari, per alimentazione servizi del campo fotovoltaico (luci, videosorveglianza, monitoraggio remoto, ausiliari inverter, ecc.);
 - n. 4 inverter da 1640 kVA, tipo Ingeteam 1640 TL B630, con $V_{AC}=630$ V, $I_{AC}=1500$ A, $V_{DC}=1300$ V, $I_{DC}=1850$ A, protezione di interfaccia di generatore, n.2 inverter da 1640 kVA (Cabina 1 campo nord), n.1 inverter da 1640 kVA (Cabina 4 campo sud).
- 2) Un locale prefabbricato in cemento, di dimensioni orientative di 13x4x2,5 m, predisposto per futuro alloggiamento di batterie per gestione in accumulo dell'energia prodotta e per alloggiamento, in locale separato da quello delle batterie, di materiali da magazzino ed apparati di servizio.

Ogni inverter sarà collegato ad un numero massimo di 12 Quadri di Giunzione, posti in campo, rispettivamente capaci di ricevere 16 o 20 stringhe fotovoltaiche, con correnti $I_{b16}=172$ A, $I_{b20}=215$ A.

Ogni quadro di giunzione sarà collegato a 12÷20 stringhe fotovoltaiche, alloggiato sui tracker monoassiali.

I tracker saranno di due tipi:

- Da 47,5 m, in grado di alloggiare 3 stringhe di 28 moduli (due file di 42 moduli in posizione verticale rispetto all'asse del tracker);
- Da 31 m, in grado di alloggiare 2 stringhe di 28 moduli (due file di 28 moduli in posizione verticale rispetto all'asse del tracker).

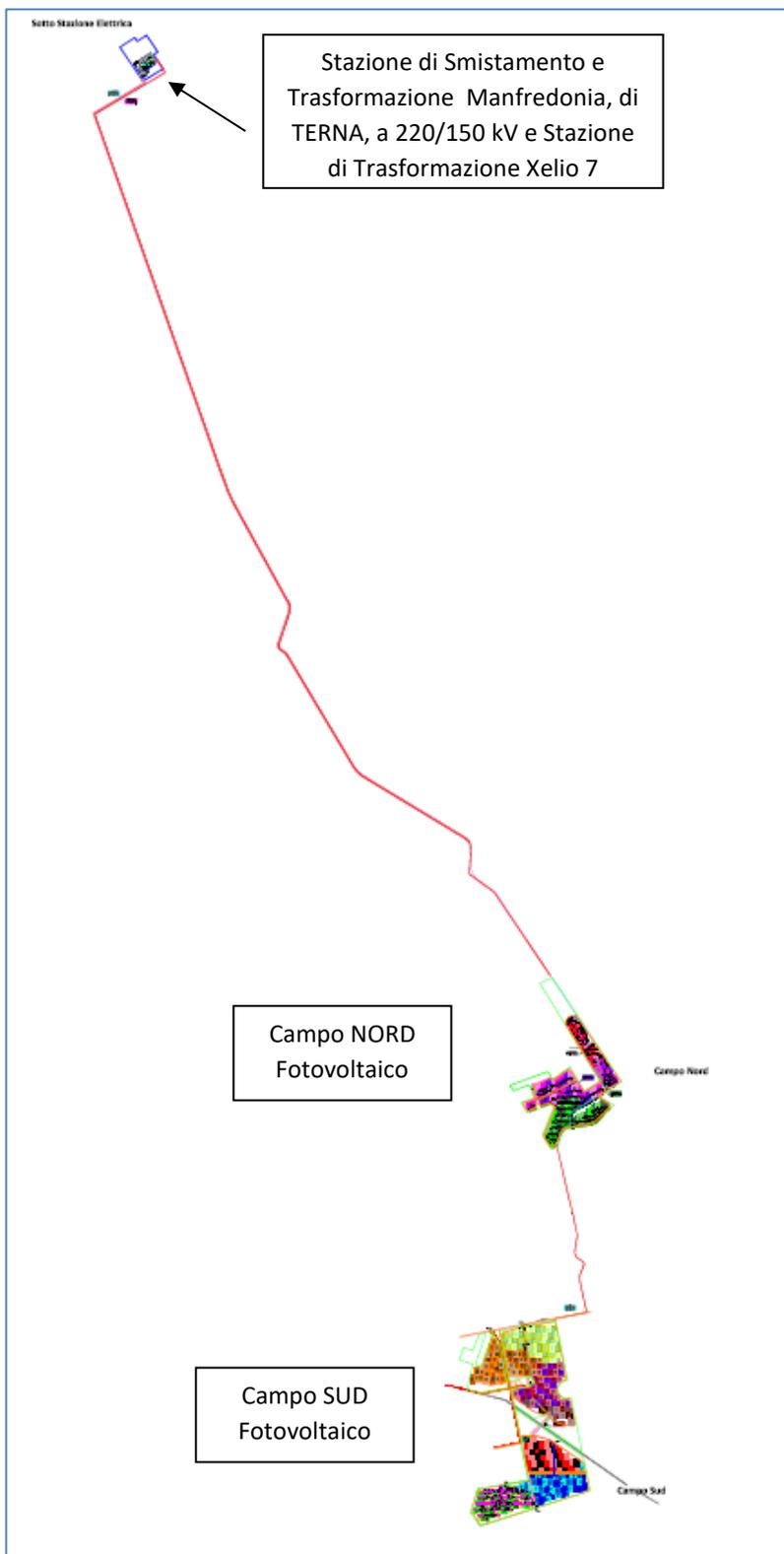


Figura 1: Centrale Fotovoltaica Orta Nova (FG)

1.2 Classificazione dei luoghi

La Sottostazione Utente e tutte le cabine elettriche sono da considerare officine elettriche. Al loro interno è ammessa solo la presenza del personale appositamente incaricato della conduzione e della manutenzione dell'impianto. Nel

campo fotovoltaico potranno essere svolti lavori elettrici sotto tensione (limitatamente alle parti di impianto a monte dei sezionatori di stringa del campo fotovoltaico). Pertanto l'area potrà essere accessibile solo a personale idoneo a svolgere tali lavori.

Tutti i quadri e le scatole dell'impianto fotovoltaico, lato d.c., dovranno riportare un avviso che indichi la presenza di parti attive anche dopo l'apertura dei dispositivi di sezionamento dell'inverter.

In quest'area i lavori elettrici all'aperto dovranno essere vietati in caso di nebbia, pioggia o neve, temperature molto basse o vento forte, temporali (art. 12.4.4 di CEI 11-27, art. 6.3.7 e B.2 di CEI 11-48).

La classificazione dei luoghi ai fini della sicurezza è riassunta nella tabella 1 sotto riportata.

Tabella 1

Locale o ambiente	Classificazione dei luoghi ai fini della sicurezza	Norme applicabili
Aree esterne	Ambienti esterni, sottoposti alla sezione 712 ed alla sezione 714 della norma CEI 64-8	CEI 64-8 parte 712 CEI 64-8 parte 714
Sottostazione Utente	- Officina elettrica connessa a sistemi di cui uno almeno di III categoria (22.1) e destinata ad almeno una delle seguenti funzioni: trasformazione, conversione, regolazione, smistamento dell'energia elettrica;	
Cabine elettriche	- Officine elettriche connesse a sistemi di I o II categoria e destinate ad almeno una delle seguenti funzioni: trasformazione, conversione, regolazione, smistamento dell'energia elettrica, con accesso consentito esclusivamente a persone idonee (persone esperte nello svolgimento di lavori elettrici, con mansioni specifiche per la conduzione e manutenzione di cabine elettriche di trasformazione). Gli apparati di trasformazione realizzati con apparecchiature prefabbricate CEI EN 62271-200 (CEI 17-6) e CEI EN 61439-serie (CEI 17-113-serie), anche se non contenuti in apposito locale od in apposita area recintata, sono considerati cabine.	CEI 64-8, CEI 99-2, CEI 11-27, , CEI 99-3, CEI 99-4, CEI 99-5, CEI 11-48
Campi fotovoltaici	Officine elettriche destinate alla produzione di energia elettrica, con accesso consentito esclusivamente a persone idonee (persone esperte nello svolgimento di lavori elettrici, con mansioni specifiche per la conduzione e manutenzione di cabine elettriche di trasformazione)	CEI 64-8, parte 712 CEI 99-2, CEI 11-27, CEI 99-3, CEI 99-4, CEI 99-5, CEI 11-48

1.3 Scelta dei materiali in relazione al rischio di incendio

I materiali impiegati in relazione al rischio di incendio devono essere dei seguenti tipi:

- involucri e strutture di sostegno completamente metallici, ad eccezione dei piccoli quadretti a parete realizzati in materiale plastico autoestinguente;
- quadri elettrici principali e secondari;
- cablaggi ausiliari soggetti a surriscaldamento in caso di guasto (voltmetrici e/o amperometrici) protetti contro il gocciolamento dell'isolante mediante calze in materiale siliconico;
- tutti i materiali plastici utilizzati per canali, morsettiere, custodie di apparecchi e strumenti, supporti, fascette, etichette, ecc.: di tipo autoestinguente;
- passerelle porta cavi per la distribuzione principale: metalliche;

- materiali plastici utilizzati per tubazioni, canali, morsettiere, cassette, scatole, coperchi, custodie, supporti, fascette, etichette, ecc. di tipo autoestinguento, con l'eventuale sola eccezione dei componenti totalmente incassati in pareti in muratura o in materiale incombustibile.

Particolare cura dovrà essere riservata alla scelta dei componenti in corrente continua (interruttori di manovra-sezionatori, sezionatori a fusibili, SPD, cavi elettrici, ecc.) per ridurre al minimo il rischio di incendio dovuto al surriscaldamento di componenti, in particolare nelle aree all'aperto.

Tutte le prescrizioni sopra elencate valgono anche, in quanto applicabili, per gli impianti speciali.

1.4 Scelta dei sistemi di alimentazione dei servizi di sicurezza

- circuiti di alimentazione dei comandi di emergenza delle cabine elettriche alimentati da UPS dedicati;
- illuminazione di sicurezza nella Sottostazione Utente.

1.5 Criteri di protezione contro i contatti diretti e indiretti

- Protezione contro i contatti diretti: mediante isolamento delle parti attive (in generale per cavi), o protezione mediante involucri e barriere (in generale per apparecchiature di comando, protezione e manovra, morsettiere, e apparecchi utilizzatori).
- Protezione contro i contatti indiretti: mediante interruzione automatica del circuito, con riferimento alle prescrizioni della norma CEI 64-8 (sistemi IT e TN). Impiego di dispositivi di protezione magnetotermica sui circuiti terminali appartenenti al sistema IT; impiego di dispositivi di protezione magnetotermica differenziale sui circuiti terminali appartenenti al sistema TN.
- Protezione dalle tensioni di passo e contatto: mediante opportuno dimensionamento dell'impianto di terra in modo che risulti $U_e < U_{tp}$.

1.6 Modalità di effettuazione dei comandi di emergenza

La cabina di smistamento, alloggiata nel Campo FV SUD, avrà un comando di emergenza che spegne l'intera rete di media tensione sottesa, sia del campo FV SUD che del campo FV NORD.

In caso di pericolo, l'azionamento di questo comando di emergenza porrà fuori tensione tutte le cabine elettriche presenti nella centrale di produzione elettrica fotovoltaica, con esclusione delle parti di impianto che afferiscono, dai moduli in campo, agli inverter (ubicati nelle cabine) e della rete MT interrata proveniente dalla Sottostazione Orta Nova.

Anche le singole cabine di trasformazione saranno dotate di comando di emergenza. Tale comando, posto all'esterno del rispettivo locale, agirà sull'interruttore MT che alimenta il trasformatore, con sgancio mediante bobine a lancio di corrente. Rimarranno in tensione i cavi MT di arrivo e di uscita, compresi i rispettivi dispositivi di sezionamento. Rimarrà in tensione anche la parte di impianto in corrente continua degli inverter. Pertanto, in ogni cabina, dovranno essere esposti cartelli che indichino opportunamente le parti di impianto che rimangono in tensione.

Nella Sottostazione Utente il sistema di apertura del DG (Dispositivo Generale) in caso di emergenza, in alta tensione, sarà concordato con TERNA.

1.7 Criteri di dimensionamento della rete elettrica

Il dimensionamento della rete elettrica è stato realizzato:

per il dimensionamento della rete MT e della rete BT, con l'ausilio del programma di calcolo "i-project 6.15", della Schneider Electric e del software Ampere della Electrographics;

per il dimensionamento dell'impianto fotovoltaico, con l'ausilio del programma di calcolo Solergo 2020, della Electrographics.

Il dimensionamento della rete è stato effettuato in due fasi:

- determinazione della energia elettrica prodotta dall'impianto fotovoltaico collegato ad ogni cabina, con scelta dei moduli fotovoltaici, del loro collegamento ammissibile, del numero e delle caratteristiche degli inverter necessari alla conversione DC/AC, delle correnti di impiego e delle cadute di tensione accettabili in corrente continua;
- scelta dei trasformatori di cabina in funzione delle potenze complessive erogabili dagli inverter, delle correnti di impiego in bassa tensione (tipicamente 630 V AC, limite di uscita della tensione alternata dagli inverter scelti), in media tensione e relative cadute di tensione, per ogni ramo della rete.

Per i pochi carichi di servizio necessari, le potenze assorbite sono state calcolate livello per livello della rete elettrica partendo dai dati nominali degli utilizzatori ed applicando fattori di utilizzazione e di contemporaneità diversi in relazione al tipo di utilizzatore e alla modalità di impiego.

Le portate nominali dei cavi sono quelle ricavate dalle tabelle CEI-UNEL 35024/1 e 35024/2, e tengono conto del valore di massima temperatura ambiente di progetto e delle effettive condizioni di posa (tipo di condotti porta cavi e vicinanza tra cavi diversi).

Il dimensionamento delle condutture tiene conto anche di:

- valore della caduta di tensione; il valore limite utilizzato è specificato sui dati di progetto;
- coordinamento tra le caratteristiche della conduttura e quelle del relativo dispositivo di protezione, in termini di correnti di cortocircuito massime e minime e di energia specifica passante, in tutte le configurazioni di esercizio previste per la rete.

2 Stazione di Trasformazione in alta tensione "Xelio7"

2.1 Premessa

Per la esecuzione dell'impianto in oggetto sarà necessario realizzare, adiacente alla Stazione di smistamento "Manfredonia" di TERNA, in località Macchia Rotonda, SP n. 70, Orta Nova (FG), una Sottostazione Utente che sarà denominata "SSE Xelio 7". La SSE Xelio 7 si collegherà mediante stallo a 150 kV in configurazione in antenna alla Sottostazione Manfredonia, con capacità di connessione complessiva di circa 200 MVA e sarà utilizzata da tre utenti, mediante linea in alta tensione interrata, per una lunghezza di circa 500 m.

Lo stallo di connessione sarà condiviso con altri due produttori di energia elettrica, ciascuno dei quali deriverà la propria Stazione di Trasformazione da una parte di impianto comune ai tre produttori, formato da un sistema di sbarre comuni in AT, da un sistema di Protezione Generale e da un sistema di misure comune in AT.

Per maggiori dettagli relativi alla configurazione della SSE Xelio 7 si rimanda agli schemi planimetrici ed unifilari allegati.

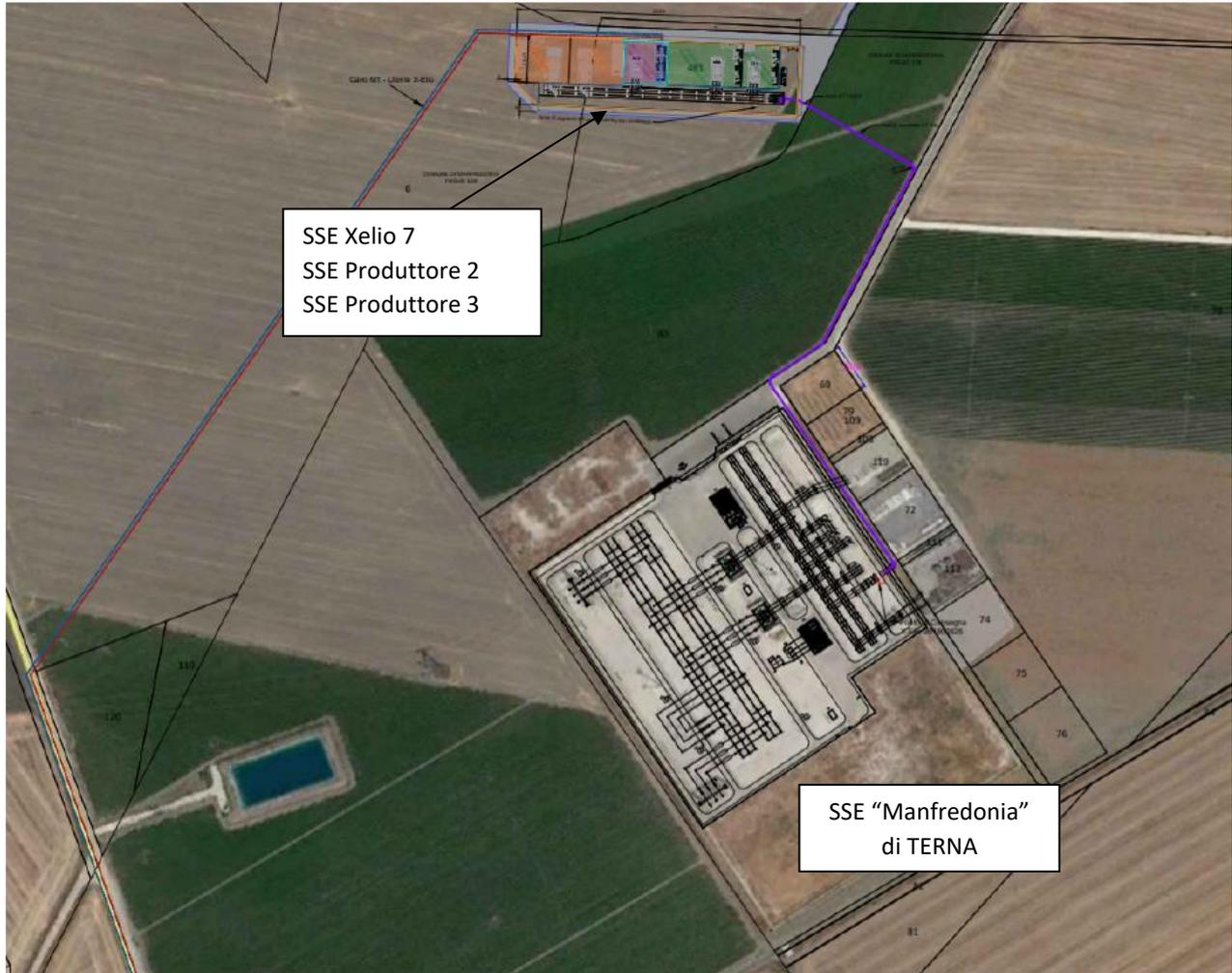


Figura 2: Area di ingombro della SSE TERNÀ “Manfredonia” e della SSE Xelio 7

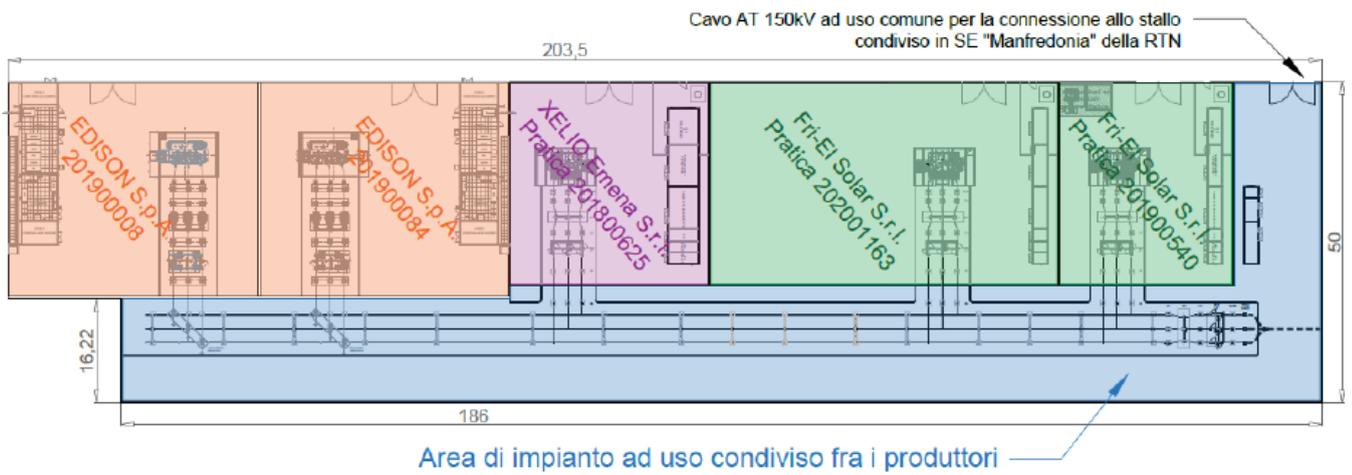


Figura 3: Area di ingombro della Stazione di Trasformazione Xelio 7 e di altre due SSE di Trasformazione che condividono il medesimo stallo, più le aree comuni

Nella Stazione di Trasformazione Xelio 7 dovranno essere presenti:

1. Isolatori unipolari e tripolari AT 150 kV
2. Sezionatore tripolare orizzontale 170 kV motorizzato In=2000 A, Icc=31,5 kA 1 s
3. Trasformatori voltmetrici induttivi isolato in SF6 e3/0,1:e3 kV
4. Interruttore automatico isolato in SF6 170 kV In=2000 A, Icc=31,5 kA 1 s (DG), provvisto di SPG (Sistema di Protezione Generale) conforme alle prescrizioni previste dalla CEI 0-16 ediz. 2019-04 e dalla CEI 99-2 ed. 2014-09
5. Trasformatori amperometrici AT isolati in SF6 170 kV 400-200-100/1 A
6. Cassetta TV induttivi isolati in SF6 e3/0,1:e3 kV
7. Scaricatori a ZnO UM=170 kV, Ur=144 kV, Uc=108 kV
8. Uscita cavi MT
9. Trasformatore AT/MT 70 MVA, 150 ± 10x1,5% / 30 kV 70 MVA ONAN Gruppo vettoriale YNd11, comprensivo di basamento e vasca di raccolta olio;
10. Centro stella trafo AT
11. Cabina prefabbricata in cemento contenente locali quadro MT, Quadro BT, Trafo MT/BT servizi ausiliari, Gruppo elettrogeno S.A.
12. Cabina prefabbricata Controllo e supervisione, WC

2.2 Classificazione delle Stazioni elettriche TERNA

Le Stazioni Elettriche Terna sono classificate nelle seguenti tipologie:

- 1) Stazione di Trasformazione: Stazione AT di trasformazione con due o più livelli di tensione
- 2) Stazione di Smistamento: Stazione con unico livello di tensione

2.3 Criteri di coordinamento dell'isolamento

I criteri di coordinamento dell'isolamento sono riportati nell'allegato A1 al Codice di Rete "Criteri di coordinamento degli isolamenti nelle reti a tensione uguale o superiore a 120 kV". Sono inoltre riportati, nelle tabelle dell'Allegato A3 al Codice di Rete "Requisiti e caratteristiche di riferimento di stazioni e linee elettriche della RTN", i valori di prova (kV) per le apparecchiature e il macchinario di stazione.

2.4 Livelli di corto circuito e correnti di guasto a terra

L'impianto della SSE Orta Nova dovrà essere costruito ed installato in modo da sopportare in sicurezza le sollecitazioni meccaniche e termiche derivanti da correnti di corto circuito in conformità a quanto indicato nei paragrafi 4.2.4 e 4.3.7 della Norma CEI EN 61936-1 (CEI 99-2).

La durata nominale di corto circuito trifase prevista è di 1 s.

Di seguito si riportano i valori previsti dall'allegato A3 del "Codice di Trasmissione, dispacciamento, sviluppo e sicurezza della rete" di Terna, per le diverse sezioni di impianto, delle correnti nominali di corto circuito trifase, in base ai quali saranno dimensionati i componenti ed il macchinario AT:

Valore efficace della corrente di corto circuito trifase	Tensione nominale 380 kV	Tensione nominale 220 kV	Tensione nominale 132-150 kV
Icc (kA)	63-50	50-40	40-31,5

Tabella 2: Valori efficaci della Icc (kA)

In considerazione delle definizioni della Norma CEI EN 61936-1 e in funzione del tempo di eliminazione di un ipotetico guasto a terra pari a 0,5 s, si riportano di seguito i valori previsti per le suddette correnti di guasto a terra:

Valore efficace della corrente di guasto a terra	Tensione nominale 380 kV	Tensione nominale 220 kV	Tensione nominale 132-150 kV
Ig (kA)	63-50	50-40	40-31,5

Tabella 3: Valori efficaci della Ig (kA)

Nel progetto in esame, il riferimento della Icc e della Ig sarà di 31,5 kA.

2.5 Correnti termiche nominali

La sottostazione Xelio 7 sarà dimensionata per i valori di correnti termiche nominali della tabella seguente, relativi alla colonna delle tensioni 132-150 kV della tabella seguente.

	380 kV	220 kV	132-150 kV
Stallo linea	3150 A	2000 A	1250 A
Sbarre	4000 A	3150 A	2000 A
Stallo di parallelo sbarre	3150 A	2000 A	2000 A
Stallo Trasformatore	2000 A	1450 A	2000 A

Tabella 4: valori delle correnti termiche nominali nei vari segmenti di impianto AT

N.B. - STALLO: Insieme di impianti di potenza e di impianti accessori asserviti ad una linea elettrica o ad un trasformatore che collegano la linea o il trasformatore con il sistema di sbarre di una stazione elettrica.

Si ricorda che è facoltà di TERNA poter richiedere, ai fini del transito dell'energia elettrica, valori superiori di correnti termiche nominali.

2.6 Interruttori

Gli interruttori dovranno essere conformi alle tabelle di cui al paragrafo 9.1 dell'Allegato A.3 al Codice di Rete TERNA.

2.7 Sezionatori

I sezionatori dovranno essere conformi alle tabelle di cui al paragrafo 9.2 dell'Allegato A.3 al Codice di Rete TERNA.

2.8 Macchinario

Il macchinario dovrà essere conforme alle tabelle di cui al paragrafo 9.7 dell'Allegato A.3 al Codice di Rete TERNA. Macchinari contenenti un quantitativo di olio isolante superiore a 1 m³ dovranno essere soggetti a prevenzioni incendi secondo il DPR 1 agosto 2011 nelle modalità prescritte dal DM 15 luglio 2014.

2.9 Isolatori passanti

Gli isolatori passanti dovranno essere conformi alle tabelle di cui ai paragrafi 9.7.12 e 9.7.13 dell'Allegato A.3 al Codice di Rete TERNA.

2.10 Trasformatori di corrente (TA)

I trasformatori di corrente dovranno essere conformi alle tabelle di cui al paragrafo 9.3 dell'Allegato A.3 al Codice di Rete TERNA. L'eventuale utilizzo di TA combinati con trasformatori di tensione (TV) deve essere preventivamente concordato con TERNA.

2.11 Trasformatori di tensione (TV)

I trasformatori di tensione dovranno essere conformi alle tabelle di cui al paragrafo 9.4 (trasformatori di tensione capacitivi) e 9.5 (trasformatori di tensione induttivi) dell'Allegato A.3 al Codice di Rete TERNA.

L'eventuale utilizzo di TV combinati con TA deve essere preventivamente concordato con TERNA.

2.12 Scaricatori

Gli scaricatori dovranno essere conformi alle tabelle di cui al paragrafo 9.6 dell'Allegato A.3 al Codice di Rete TERNA.

2.13 Batterie di condensatori di rifasamento

I condensatori di rifasamento dovranno essere conformi alla tabella di cui al paragrafo 9.8 dell'Allegato A.3 al Codice di Rete TERNA.

2.14 Bobine di sbarramento e dispositivi di accoppiamento

Il dispositivo di accoppiamento e gli organi di sbarramento, laddove necessari, dovranno consentire l'iniezione nella linea elettrica di segnali ad alta frequenza provenienti dall'apparato ad onde convogliate, senza che ciò possa indurre rischi per il personale e per gli stessi apparati, nonché con le minime perdite possibili.

Gli apparati ad onde convogliate per la realizzazione delle comunicazioni ad alta frequenza, installati nell'edificio comando e controllo, dovranno essere due, uno di riserva all'altro.

L'organo di sbarramento da installare dovrà essere fornito completo di dispositivi di protezione e di dispositivi di accordo.

E' opportuno dotare il suddetto organo (se di tipo aperto) di barriere di protezione anti-volatile. L'organo di sbarramento potrà essere installato sospeso (in amarro su traliccio) o su sostegno portante (trasformatore di tensione o isolatore dedicato). L'organo di sbarramento dovrà essere rispondente alla Norma CEI 57-2.

Le bobine dovranno essere dimensionate in maniera tale da sopportare senza danni il passaggio della corrente permanente, della corrente transitoria e della corrente di corto circuito prevista nel nodo.

Le caratteristiche tecniche e funzionali dei dispositivi di accoppiamento dovranno essere rispondenti alla Norma CEI 57-3.

Il condensatore che si utilizzerà per l'accoppiamento (che può far parte del trasformatore capacitivo dello stallo linea) dovrà essere adeguatamente dimensionato in funzione della tensione di esercizio della linea elettrica.

Il contenitore del dispositivo di accoppiamento dovrà essere di tipo metallico reso resistente alla corrosione ed avere un grado di protezione non inferiore a IP 54 secondo la Norma CEI EN 60529.

2.15 Sostegni per apparecchiature di stazione e sostegni portale

I sostegni saranno del tipo tubolare per le apparecchiature e del tipo tralicciato per il sostegno portale (o traliccio di arrivo linea).

I sostegni delle apparecchiature di stazione devono essere verificati a corto circuito in accordo alle norme CEI EN 60865-1, CEI EN 61938-1 e CEI 11-4, ed al carico sismico in base alle NTC del 14/01/2008. Va tenuto conto anche dell'Eurocodice 3 per le formulazioni di dettaglio riguardanti strutture di acciaio.

Le condizioni ambientali considerate per il dimensionamento sono quelle riportate nel paragrafo 6.1 dell'Allegato A.3 al Codice di Rete TERNA.

L'altezza dei sostegni dovrà essere determinata in base a quanto indicato al paragrafo 7.18 "Disposizione elettromeccanica" dell'Allegato A.3 al Codice di Rete TERNA.

2.16 Isolatori portanti e di manovra

Gli isolatori utilizzati per le sbarre, per i sezionatori (isolatori portanti e di manovra) e per i colonnini portanti rompi tratta dovranno essere realizzati in porcellana in modo conforme alle Norme CEI 36-12 e IEC TS 60815-2. Gli isolatori dovranno essere provati in accordo alla norma CEI EN 60168.

Tutti gli isolatori, nel loro dimensionamento, dovranno comunque rispettare quanto indicato nell'Allegato A1 al Codice di Rete "Criteri per il coordinamento degli isolamenti nelle reti a tensione uguale o superiore a 120 kV". L'altezza degli isolatori da terra dovrà essere determinata in base a quanto prescritto al paragrafo 7.18 "Disposizione elettromeccanica di stazione" dell'Allegato A.3 al Codice di Rete TERNA.

Per gli isolamenti superficiali degli isolatori portanti, delle apparecchiature e degli isolatori passanti dei trasformatori si raccomanda un valore di salinità di tenuta pari a:

- 14 g/l e 40 g/l rispettivamente per installazioni in atmosfera normale e inquinata (per i livelli di tensione 380 kV e 220 kV);
- 14 g/l e 56 g/l rispettivamente per installazioni in atmosfera normale e inquinata (per i livelli di tensione 150 kV e 132 kV).

Valori di salinità diversi dovranno essere concordati con Terna.

2.17 Morsetteria AT di stazione

Deve essere prevista una morsetteria AT di stazione, che comprende tutti i pezzi adottati per le connessioni delle sbarre, tra le apparecchiature e tra apparecchiature e sbarre.

La morsetteria dovrà essere provvista anche dei giunti di dilatazione termica per consentire la dilatazione delle sbarre.

2.18 Sistema di sbarre e conduttori di collegamento

Il sistema di sbarre dovrà essere realizzato con profilo tubolare in lega di alluminio, con dimensioni come da tabella sottostante, relativa alla tensione di 150 kV.

I collegamenti al di sotto delle sbarre dovranno essere realizzati in profilo tubolare, mentre i collegamenti tra le apparecchiature dovranno essere realizzati in corda.

Le giunzioni lungo il sistema di sbarre dovranno consentire le normali espansioni e contrazioni dei tubi, previste con il variare della temperatura; i morsetti destinati allo scopo non dovranno trasmettere, durante le oscillazioni dei tubi, alcun momento sugli isolatori portanti del sistema di sbarre.

Nella tabella a seguire sono elencati i diametri normalmente usati per le sbarre ed i collegamenti delle stazioni elettriche:

SBARRE		
TENSIONE	DIAMETRO INTERNO	DIAMETRO ESTERNO
132-150 kV	86 mm	100 mm
220 kV	140 mm	150 mm
380 kV	207 mm	220 mm
COLLEGAMENTI SOTTO LE SBARRE		
132-150 kV	86 mm	100 mm
220 kV	86 mm	100 mm
380 kV	80mm	100 mm
COLLEGAMENTI DI STALLO TRA LE APPARECCHIATURE		
132-150 kV	1 corda di alluminio di diametro \varnothing 36 mm per lo stallo linea, lo stallo batterie di condensatori e trasformatore AT/MT, 2 corde di alluminio da \varnothing 36 mm per lo stallo parallelo, lo stallo congiuntore sbarre e lo stallo trasformatore AAT/AT	
220 kV	1 corda di alluminio di diametro \varnothing 36 mm per lo stallo trasformatore, lo stallo reattore e lo stallo batterie di condensatori, 2 corde di alluminio \varnothing 36 mm per lo stallo linea e 3 corde di alluminio \varnothing 36 mm per lo stallo parallelo.	
380 kV	2 corde di alluminio di diametro \varnothing 41,1 mm per lo stallo linea, lo stallo trasformatore e lo stallo parallelo sbarre, 1 corda di alluminio di diametro \varnothing 41,1 mm per stallo reattore di rifasamento.	

Tabella 5: dimensioni delle sbarre AT

2.19 Cavi AT

I cavi AT devono essere conformi alle norme IEC 60840 e IEC 62067.

Le portate nominali vanno calcolate con il metodo riportato nelle Norme IEC 60287.

Si riportano le caratteristiche minime dei cavi XLPE per le diverse tensioni di riferimento.

CARATTERISTICHE FUNZIONALI DEI CAVI CON CONDUTTORE IN RAME			
Portata di riferimento [A]	Sezione conduttore [mm ²]	Corrente termica di corto circuito sullo schermo [kA]	Materiale guaina esterna
500	400	31.5	PE
800	630	31.5	PE
1000	1000	31.5	PE
1200	1200	31.5	PE
500	400	31.5	PVC
800	630	31.5	PVC
1000	1000	31.5	PVC
1200	1200	31.5	PVC
CARATTERISTICHE FUNZIONALI DEI CAVI CON CONDUTTORE IN ALLUMINIO			
Portata di riferimento [A]	Sezione conduttore [mm ²]	Corrente termica di corto circuito sullo schermo [kA]	Materiale guaina esterna
500	400	31.5	PE
800	1000	31.5	PE
1000	1600	31.5	PE
500	400	31.5	PVC
800	1000	31.5	PVC
1000	1600	31.5	PVC

Tabella 6: caratteristiche dei cavi a 150 kV

$U_0/U = 87/150$ kV per sistemi con tensione massima $U_m = 170$ kV

Anima

Il conduttore dovrà essere a corda rigida rotonda, compatta e tamponata, di rame ricotto non stagnato o alluminio.

Le sezioni normalizzate dovranno essere conformi alle prescrizioni IEC 60228

Isolante e strati semiconduttivi

L'isolante deve essere costituito da uno strato di polietilene reticolato estruso insieme ai due strati semiconduttivi (tripla estrusione).

Schermo

Lo schermo metallico, in piombo o alluminio, o a fili di rame ricotto o fili di alluminio non stagnati opportunamente tamponati, o in una loro combinazione deve:

- contribuire ad assicurare la protezione meccanica del cavo;
- assicurare la tenuta ermetica radiale;
- consentire il passaggio delle correnti corto circuito.

Guaina esterna

Il rivestimento protettivo esterno sarà costituito da una guaina di PE e grafitata, ovvero, quando per installazioni in aria si ritiene opportuno evitare il propagarsi della fiamma, guaina in PVC non propagante la fiamma o PE opportunamente addizionato.

Accessori

I manicotti per terminazioni ed i giunti devono essere di tipo prestampato realizzati in un unico pezzo. Per i terminali in porcellana e composito, non è ammesso che il collegamento del conduttore-cavo al codolo sia realizzato con saldatura di tipo alluminotermica. Non è inoltre ammesso l'utilizzo di codolo di tipo bimetallico. Il codolo del terminale dovrà essere in rame per collegamenti con cavo in rame. Per cavi in alluminio il codolo dovrà essere in lega di alluminio. Gli accessori dei cavi non devono limitare la capacità di trasporto dei cavi in servizio normale e in sovraccarico di emergenza.

Profondità e modalità di posa del cavo

Per i cavi con tensione massima $U_m \leq 245$ kV la disposizione impiantistica può essere a trifoglio o a trifoglio allargato. La profondità di posa dei cavi è funzione della disposizione impiantistica e fatte salve diverse prescrizioni riferite allo specifico impianto o richieste degli Enti gestori delle sedi viarie (ANAS, Comuni ecc.) deve essere conforme a quanto riportato alla Norma CEI 11-17.

Nella tabella seguente sono riportate le profondità del piano di posa per disposizioni a triangolo in piano.

Profondità di posa dei cavi "d" (m)						
Tipologia di posa	Tensione massima					
	170 kV		245 kV		420 kV	
	in piano	a trifoglio	in piano	a trifoglio	in piano	a trifoglio
Posa in terreno agricolo	Non prevista	1,60	1,50	1,60	1,50	Non prevista
Posa su strade urbane ed extraurbane	Non prevista	1,50	1,40	1,50	1,40	Non prevista
Posa in roccia	Non prevista	1,30	1,30	1,30	1,30	Non prevista

Tabella 7: profondità di posa dei cavi AT

Per ulteriori dettagli si fa riferimento al par 8.3 dell'Allegato A.3 al Codice di Rete TERNA ed al par. 6.2.9 della Norma CEI EN 61936-1.

Compensazione reattiva

Nel dimensionamento della linea, si dovrà tenere in considerazione la compensazione della potenza reattiva del collegamento, in relazione alla sezione nominale del cavo ed anche ai vincoli sulle apparecchiature connesse alla linea, quali ed esempio la corrente di interruzione nominale di cavi a vuoto dell'interruttore di linea. Sono inoltre da tenere in considerazione eventuali vincoli di Rete sullo scambio di potenza reattiva.

I valori di corrente di interruzione nominale di linee a vuoto e la corrente di interruzione nominale di cavi a vuoto sono riportati nella tabella 5 della norma EN 62271-100.

In merito alla procedura per il dimensionamento della compensazione reattiva, si può fare riferimento alla TB Cigre 556 "Power System Technical Performance Issues Related to the Application of Long HVAC Cables".

Il fattore di guasto k_1 può essere stimato dalla fig. B.2 della CEI EN 60071-2.

Si ricorda comunque che, per impianti fotovoltaici connessi alla RTN, si deve fare riferimento all'allegato A68

"Impianti di produzione fotovoltaica. Requisiti minimi per la connessione e l'esercizio in parallelo con la rete AT":

"[...]L'Utente dovrà inoltre aver cura di verificare, già in fase di progettazione, che non vi siano scambi di potenza

reattiva con la rete ad impianto fermo. Qualora non si verificasse ciò, la Centrale dovrà essere dotata di idonei

apparecchi di compensazione necessari a garantire uno scambio di potenza reattiva nel punto di consegna con fattore di potenza pari a 1."

2.20 Impianto di terra

L'impianto di terra deve essere rispondente alle prescrizioni del Cap. 10 della Norma CEI EN 61936-1 (CEI 99-2), alla Norma CEI EN 50522 (CEI 99-2 ed. 2011-07: "Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in c.a.") ed alle prescrizioni della Guida CEI 99-5. Ed. 2015-07: "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.".

La maglia di terra della SSE Xelio 7 dovrà essere realizzata con conduttori di rame nudi di adeguata sezione, interrati ad una profondità di almeno 0,70 metri.

La maglia deve essere realizzata con lato di 10 m, conduttori di rame nudo di 70 mm^2 e deve essere collegata alle apparecchiature mediante almeno due conduttori da 150 mm^2 . Intorno agli edifici di stazione è prevista la posa di un anello perimetrale costituito da conduttore da 150 mm^2 . Al di sotto degli edifici ed all'interno del suddetto anello perimetrale sarà realizzata una maglia più fitta ($3 \times 3 \text{ m}$) con conduttore da 70 mm^2 .

Nei punti sottoposti ad un maggiore gradiente di potenziale (portali, TA, TV, scaricatori) le dimensioni della maglia di terra devono essere opportunamente diminuite (lato 1 m).

Precauzioni particolari devono essere prese in presenza di tubazioni metalliche, cavi MT o AT schermati ed ogni altra struttura metallica interrata in vicinanza o interferente con l'area di stazione. Inoltre si dovrà ricomprendere nella maglia di terra il cancello di ingresso e gli edifici di consegna MT posti al confine dell'impianto, vicino al cancello e si dovrà fare in modo che le tensioni di passo e contatto siano al di sotto di quanto prescritto dalle norme sia all'interno che all'esterno della recinzione di stazione.

Qualora, per la realizzazione della stazione elettrica siano previste opere di riempimento per il raggiungimento della quota di imposta, la maglia di terra dovrà essere comunque posata su un letto di terreno vegetale.

Se dovessero esserci aree con tensione di passo e contatto superiori a quanto previsto dalla norma, si potranno effettuare modifiche al progetto, quali:

- infittimento locale della maglia di terra;
- utilizzo di dispersori orizzontali e/o verticali per il controllo del potenziale;
- realizzazione di superfici ad elevata resistenza (stesura di ghiaia o asfalto);
- segregazione delle aree critiche.

Infine, nel progetto dell'impianto di terra si dovrà considerare l'estensione della maglia di terra anche nelle aree destinate alle eventuali future espansioni d'impianto.

2.21. Linee elettriche

Le condizioni ambientali di riferimento per la progettazione delle linee elettriche sono definite nella norma CEI 11-4 (1998) - par. 1.2.08 che individua due zone di sovraccarico:

- Zona A: comprendente le località ad altitudine non superiore agli 800 m s.l.m. dell'Italia centrale, meridionale ed insulare;
- Zona B comprendente tutte le località dell'Italia settentrionale e le località ad altitudine superiore a 800 m s.l.m. dell'Italia centrale, meridionale ed insulare.

Le ipotesi di calcolo per le linee nelle suddette zone sono definite al par. 2.2.04 della suddetta norma e sono:

Linee in zona (1.2.08)	Temperatura °C	Vento orizzontale agente in direzione normale alla linea km/h	Manicotto di ghiaccio (densità 0,92) dello spessore di mm
A	-5	130	-
B	-20	65	12

Tabella 8: condizioni ambientali di riferimento per la progettazione di linee elettriche aeree

La stessa norma riporta tutti i valori di riferimento per la verifica di stabilità dei sostegni (par. 2.4.04) nelle due zone ambientali.

Per il progetto in esame andranno presi come riferimento i valori stabiliti dalla norma per la fascia A.

2.21.1 Altezza dei conduttori sul terreno e su acque non navigabili

Al fine di evitare i rischi di scarica e i possibili effetti causati dall'esposizione ai campi elettrici e magnetici, i conduttori delle linee, nelle condizioni riportate nelle ipotesi di carico MFA o MFB della tabella sotto, non devono avere una distanza verticale, in ogni punto, dal terreno o dagli specchi lagunari o lacuali non navigabili minore di:

Tabella 9: Tabella 4.3.10.3 / IT.1 di CEI EN 50341-3 (CEI 11-4/1-3 ed. 2005-07): Ipotesi di carico sui conduttori

Ipotesi di carico	Zona	Temp. [°C]	Velocità del vento [km/h]	Carichi verticali
EDS	A, B	15	-	Cond. Peso proprio
MSA	A, B	- 5	130	Cond. Peso proprio
MSB	B	- 20	65	Cond. Peso proprio + peso ghiaccio
MFA	A	55	-	Cond. Peso proprio
MFB	B	40	-	Cond. Peso proprio
MPA	A	- 5	-	Cond. Peso proprio
MPB	B	- 20	-	Cond. Peso proprio
CVS1	A, B	0	26	Cond. Peso proprio
CVS2	A, B	15	130	Cond. Peso proprio

a)

- **(5,5 + 0,006 U) m e, in ogni caso, non inferiore a 6 m per linee con tensione U < 300 kV;**
- la maggiore tra (5,5 + 0,006 U) m e 0,0195 U m, per tensioni 300 kV < U < 800 kV;
- (15,6 + 0,01 (U - 800)) m, per tensioni U > 800 kV.

Le distanze di rispetto specificate in a) si riferiscono a conduttori integri in tutte le campate e devono essere misurate prescindendo sia dall'eventuale manto di neve, sia dalla vegetazione e dalle ineguaglianze del terreno dovute alla lavorazione.

Non è richiesta la verifica delle distanze di rispetto nel caso di conduttori rotti o disuniformemente caricati. È ammesso derogare dalle prescrizioni suddette quando si tratti di linee sovrappassanti i terreni recintati con accesso riservato al personale addetto all'esercizio elettrico.

2.21.2 Attraversamento

Secondo la Norma CEI EN 50341-3, si ha attraversamento di una data opera allorché la proiezione verticale di almeno uno dei conduttori della linea elettrica, nelle condizioni indicate nell'ipotesi di carico MFA o MFB di 4.3.10.3/IT.1, e con piano della catenaria supposto inclinato di 30° sulla verticale, interseca l'opera stessa.

2.21.3 Distanze di rispetto

I conduttori e le funi di guardia delle linee aeree, nelle condizioni riportate nelle ipotesi di carico MFA or MFB di 4.3.10.3/IT.1, sia con catenaria verticale, sia con catenaria inclinata di 30° sulla verticale, non devono avere in alcun punto una distanza, minore di:

- a) $(7 + 0,015 U)$ m dal piano di autostrade, strade statali e provinciali (e loro tratti interni agli abitati), dal piano delle rotaie di ferrovie, tranvie, funicolari terrestri e dal livello di morbida normale di fiumi navigabili di seconda classe (regio Decreto 8 giugno 1911, n. 823 e regio Decreto 11 luglio 1913 n. 959). Per le zone lacuali o lagunari con passaggio di natanti, l'altezza dei conduttori è prescritta dall'autorità competente;
 - b) $(5,50 + 0,015 U)$ m dal piano delle rotaie di funicolari terrestri in servizio privato per trasporto esclusivo di merci;
 - c) $(1,50 + 0,015 U)$ m, col minimo di 4 m, dall'organo più vicino (o dalla sua possibile più vicina posizione), quando l'organo è mobile, di funivie, sciovie e seggiovie in servizio pubblico o privato, palorci, fili a sbalzo o telefoni; la prescrizione non si applica alle linee di alimentazione ed alle linee di telecomunicazione al servizio delle funivie, per le quali valgono le prescrizioni dei seguenti commi d), ed e);
 - d) $(1,50 + 0,015 U)$ m dai conduttori di altre linee elettriche o di telecomunicazione (essendo U la tensione nominale della linea a tensione maggiore). Tale minimo è ridotto a $(1 + 0,015 U)$ m per le funi di guardia o quando ambedue i conduttori considerati sono fissati ai sostegni mediante isolatori rigidi o isolatori sospesi disposti in amarro. Negli attraversamenti di linee elettriche con qualsiasi altra, si deve tener conto separatamente, ma non simultaneamente, tanto dell'inclinazione della campata inferiore quanto di quella della campata superiore;
 - e) $(3 + 0,015 U)$ m dai sostegni di altre linee elettriche e di telecomunicazione (U = tensione nominale della linea il cui conduttore si avvicina ai sostegni di altre linee). Tale minimo può essere ridotto a $(1 + 0,015 U)$ m per i cavi aerei e, quando ci sia l'accordo fra i proprietari delle due linee, anche per i conduttori nudi.
- e bis) di ferrovie, tranvie, filovie, funicolari terrestri. La prescrizione non si applica:
- alla distanza tra conduttori di linee di trazione elettrica e conduttori di linee elettriche poste in sede ferroviaria;
 - alle linee elettriche in cavo aereo.
- Queste prescrizioni si applicano alle distanze dalle antenne radiotelevisive riceventi delle utenze private.
- f) $3 + 0,010 U)$ m da tutte le posizioni praticabili delle altre opere o del terreno circostante, esclusi i fabbricati.
 - g) $(0,50 + 0,010 U)$ m da tutte le posizioni impraticabili delle altre opere o del terreno circostante, esclusi i fabbricati, e dai rami degli alberi.

È da considerare praticabile una posizione nella quale una persona normale può stare agevolmente in piedi, anche se per raggiungerla bisogna superare posizioni impraticabili.

Le distanze di cui sopra devono essere verificate con conduttori integri in tutte le campate e devono essere misurate prescindendo sia dell'eventuale manto di neve, sia dalla bassa vegetazione, sia dalle ineguaglianze del terreno dovute alla lavorazione.

Non è richiesta la verifica delle distanze di rispetto con conduttori rotti o disuniformemente caricati.

È ammesso derogare dalle prescrizioni del presente articolo quando si tratti di linee sovrappassanti terreni recintati con accesso riservato al personale addetto all'esercizio elettrico.

2.21.3.1 Distanze di rispetto dai fabbricati

Tenuto conto sia del rischio di scarica sia dei possibili effetti provocati dall'esposizione ai campi elettrici e magnetici, i conduttori delle linee, nelle condizioni indicate nell'ipotesi di carico MFA o MFB di 4.3.10.3/IT.1, non devono avere alcun punto a distanza dai fabbricati minore di:

- $(3 + 0,010 U)$ m, con catenaria verticale;
- $(1,5 + 0,006 U)$ m (col minimo di 2 m) con catenaria supposta inclinata di 30° sulla verticale.

Inoltre, nelle condizioni sopra menzionate, i conduttori delle linee con $U < 300$ kV e con catenaria verticale non devono avere un'altezza su terrazzi e tetti piani minore di 4 m, e per i conduttori con tensioni $U > 300$ kV la medesima altezza non può essere inferiore all'altezza specificata.

2.21.3.2 Angolo di incrocio tra linee elettriche ed opere attraversate

Quando una linea elettrica attraversa una ferrovia o una tranvia in sede propria, esclusi i binari morti ed i raccordi a stabilimento, o una funicolare terrestre in servizio pubblico o una funivia, sciovia o seggiovia in servizio pubblico o una strada statale o una autostrada, l'angolo di incrocio tra la linea e l'asse dei binari o della funivia o della strada non deve essere minore di 15°

In casi eccezionali quando, per le particolari condizioni locali, l'angolo di incrocio non può essere mantenuto nei limiti sopraindicati, può essere consentita dall'ente proprietario o concessionario dell'opera attraversata una deroga alla disposizione di cui sopra.

Negli attraversamenti di opere diverse da quelle sopra elencate l'angolo di incrocio non è soggetto ad alcuna limitazione.

2.22 Standard tecnici per la esecuzione della Stazione elettrica

La stazione elettrica in esame dovrà essere realizzata in conformità alle prescrizioni della Norma CEI EN 61936-1 (CEI 99-2 ed. 2014-09).

2.23 Classificazione sismica

Le prove sismiche, le modalità di prova, la scelta delle assegnate severità delle apparecchiature, dei componenti di impianto e del macchinario di stazione devono essere rispondenti alla Norma CEI EN 60068-3-3 ed.1998-05 (CEI 50-6/15): "Prove climatiche e meccaniche fondamentali. Parte 3: Guida- Metodi di prova sismica per apparecchiature".

2.24 Rumore

In merito alla emissione di rumore, vanno rispettati i limiti più severi tra quelli riportati al DPCM del 1 marzo 1991, al DPCM del 14.11.1997 e secondo le indicazioni della legge quadro sull'inquinamento acustico (legge n.447 del 26/10/1995).

2.25 Effetto corona e compatibilità elettromagnetica

Si applicano il par. 4.2.6. ed il par. 9.6 della Norma CEI EN 61936-1 (CEI 99-2), nonché gli ulteriori suggerimenti illustrati all'art. 13.6 della Guida CEI 99-5.

2.26 Campi elettrici e magnetici, radiofrequenze

Per le linee in ingresso alle stazioni elettriche devono essere rispettati i limiti di campo magnetico ed elettrico indicati dal DPCM del 8/07/03 e successive modifiche ed integrazioni.

Per la protezione contro le interferenze a bassa frequenza è necessario:

- Ridurre la penetrazione di campi elettromagnetici all'interno delle apparecchiature;
- Realizzare la equipotenzialità tra ogni apparecchio e l'impianto di terra.

Per ridurre gli effetti dell'interferenza elettromagnetica a bassa frequenza dovranno inoltre essere presi i seguenti accorgimenti:

a) Misure relative alla posa dei cavi:

- separazione dei cavi di comando dai cavi di potenza mediante distanze o percorsi diversi;
- preferire cavi di potenza con formazione a trifoglio rispetto a quelli disposti in piano;
- per quanto possibile, cavidotti non paralleli alle sbarre o a cavi di potenza;
- cavi di comando posati lontano da induttanze e da trasformatori monofasi.

b) Misure inerenti la disposizione dei circuiti:

- evitare la formazione di anelli;
- per i circuiti ausiliari in corrente continua, preferire la configurazione radiale rispetto a quella ad anello;
- evitare la protezione di due diversi circuiti in corrente continua mediante lo stesso interruttore;
- evitare il collegamento in parallelo di due bobine situate in armadi separati;
- mettere tutti i fili dello stesso circuito nello stesso cavo. Quando si debbano utilizzare cavi diversi, seguire lo stesso percorso.

c) Per i segnali di basso livello, si raccomandano cavi a coppie intrecciate, se diversi dai cavi in fibra ottica.

2.27 Misure relative alla scelta delle apparecchiature

L'impianto deve essere diviso in zone diverse, ognuna delle quali corrispondente ad una specifica classe ambientale (vedere capitolo 4.4 di CEI 99-2).

Nel caso in esame la temperatura ambiente non deve superare 40 °C e il suo valore medio, misurato per un periodo di 24 h, non deve superare 35 °C.

Per apparecchiature installate all'interno la temperatura ambientale minima è -5 °C (Classe "-5° all'interno").

Per apparecchiature installate all'esterno la temperatura ambientale minima è -10 °C (Classe "-10 all'esterno").

In ogni zona, l'apparecchiatura deve essere scelta in conformità con la classe ambientale di zona associata.

Nei circuiti interni, dove è necessario, si devono adottare le seguenti misure:

- a) separazione metallica dei circuiti di segnali I/O ;
- b) installazione di filtri sui circuiti di alimentazione ausiliari;
- c) installazione di dispositivi limitatori di tensione come:
- d) condensatori o circuiti RC;
- e) scaricatori di tensione di bassa tensione;
- f) diodi Zener o varistori;
- g) diodi Transzorb.

I suddetti dispositivi devono essere installati all'interno delle apparecchiature di protezione e di comando.

Misure aggiuntive riguardanti le apparecchiature isolate in gas.

- h) Collegamento dei ferri di armatura del cemento armato in vari punti all'impianto di terra, specie nel pavimento (vedere art. 10 CEI 99-2).
- i) Adeguata messa a terra per gli effetti della frequenza e dei transitori ai GIS/passanti in aria e GIS-involucro (GIS: apparecchiature con involucro metallico isolate in aria). Ciò si ottiene per mezzo di collegamenti multipli tra l'involucro e la parete dell'edificio (ai ferri o al rivestimento metallico) e collegamenti multipli tra la parete e l'impianto di terra;
- j) Adeguato progetto e prova dei componenti elettrici secondari ai fini della loro resistenza alle sollecitazioni elettriche transitorie.

2.28 Altre misure possibili per ridurre gli effetti delle interferenze

Bisognerà inoltre prevedere, ove possibile:

- installazione di cavi di comando in canalizzazioni metalliche. La continuità e la messa a terra delle canalizzazioni dovrà essere assicurata per tutta la loro lunghezza;
- installazione dei cavi lungo superfici metalliche, dove è possibile;
- uso di cavi in fibra ottica e apparecchiature corrispondenti.

2.29 Opere Civili ed Edifici

La progettazione e realizzazione delle opere civili degli impianti appartenenti alla RTN, ed in particolare alla stazione elettrica in esame, dovranno essere eseguite conformemente a quanto prescritto dalla legislazione di riferimento, quali le Norme tecniche per la costruzione (NTC 2008 e ss.mm.ii.) e nel pieno rispetto della Normativa in materia di sicurezza sul lavoro (D.lgs. 81/08 e ss.mm.ii.) vigenti al momento della costruzione dell'impianto.

Dovranno essere realizzate le seguenti opere civili:

- Fondazioni di apparecchiature AT, fondazioni macchinario, fondazioni edifici e chioschi ed eventuali relative sottofondazioni;
- Cunicoli e vie cavo;
- Edificio Comandi, Edificio S.A., Edificio Integrato, Edificio Consegna MT e TLC e Magazzino;
- Chioschi per apparecchiature;
- Recinzione di stazione;
- Piazzali di stazione;
- Vasche olio e acqua;
- Rete idrica e fognaria;
- Opere varie di sistemazione area ed opere di contenimento;
- altre opere di completamento.

2.29.1 Dimensionamento delle opere

Il dimensionamento di tutte le opere dovrà essere effettuato con i metodi prescritti dalle Norme Tecniche delle per le Costruzioni e in accordo alla norme e leggi vigenti all'Atto della realizzazione. Il progetto dovrà essere adeguato in funzione della sismicità del sito definita ai sensi del D.M. del 14/01/08. Le strutture e le fondazioni dovranno essere calcolate in ottemperanza alle "Norme tecniche per le costruzioni D.M. del 14/01/08".

2.29.2 Caratteristiche antisismiche

La verifica sismica andrà eseguita in accordo con quanto descritto nelle NTC 2008.

La verifica andrà condotta calcolando lo Spettro di risposta elastico in accelerazione della componente verticale e di quella orizzontale (Spettro di progetto elastico SLE).

Parametri di calcolo:

- Stato limite: SLO;
- Fattore di struttura per la componente verticale: 1.5;
- Vita nominale della struttura: ≥ 100 anni;
- Classe d'uso: IV;
- Categoria del suolo: D;
- Fattore per smorzamenti viscosi: 5%;
- Caratteristiche della superficie topografica: T1;
- TR: 2475.

I parametri di seguito riportati dovranno essere scelti in modo da consentire l'installazione sull'intero territorio nazionale:

- Accelerazione orizzontale massima A_g ;
- Valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale F_0 ;
- Periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale T_c^* .

2.29.3 Edifici Servizi Ausiliari e Sala Quadri

Gli edifici Servizi Ausiliari (cfr. SA) e Sala Quadri (cfr. SQ) le cui strutture di norma, sono del tipo prefabbricato, dovranno avere dimensioni sufficienti, rispettivamente per l'alloggiamento di tutte le apparecchiature necessarie all'alimentazione ausiliaria delle apparecchiature e quanto altro necessario a garantire il corretto e sicuro funzionamento dell'impianto e al comando e controllo della SE, compresi gli eventuali stalli futuri.

La realizzazione di entrambi gli edifici (SA e SQ) è prevista qualora nella stazione elettrica siano previsti un numero di stalli dedicati alla trasformazione superiore a due, diversamente, per le SE di Smistamento o per le SE di trasformazione con al massimo due trasformatori, potranno essere riuniti in un unico edificio integrato comprendente indicativamente:

- sala quadri per il comando e controllo dell'impianto;
- sala controllo con parete vetrata verso la sala quadri;
- locale teletrasmissioni (batteria TLC e apparati TLC);
- due locali quadri MT;
- due locali quadri BT in c.a. e c.c. e batterie di tipo ermetico (locali Servizi Ausiliari);
- Servizi igienici;
- Ufficio;
- deposito

Di seguito si riportano le principali dimensioni degli edifici di Stazione:

- Edificio SA: 6x3x2,5 m
- Edificio SQ: 10x3x2,5 m
- Edificio integrato per SE di Trasformazione, WC, gruppo elettrogeno 6x3x2,5 m
- Edificio integrato per SE di Smistamento 8x3x2,5 m

Il posizionamento in pianta degli edifici deve essere fatto tenendo conto dell'esigenza che l'edificio SQ (o se del caso integrato) deve essere sempre posizionato nei pressi dell'ingresso alla SE, mentre nel caso di presenza dell'edificio SA questo dovrà essere ubicato in posizione baricentrica alla SE.

Per tutti gli ambienti dove saranno installati i quadri elettrici, tranne per i locali MT, dovrà essere previsto il pavimento modulare sopraelevato.

Nei locali nei quali sono previsti quadri o componenti elettrici devono essere previste opportune segregazioni tra un locale e l'altro tramite muri e porte resistenti al fuoco

2.29.4 Edificio di consegna MT

L'edificio di consegna MT è diviso in locali di consegna, locale misure, locali DG e locale TLC. I locali DG ed il locale TLC sono posti in un corpo centrale.

Gli ingombri in pianta sono:

- cabina di consegna del distributore locale: 6.70 x 2.50 m;
- edificio DG/TLC: 7.58 x 2.54 m.

Gli edifici sono collegati tra loro e con l'edificio servizi ausiliari mediante tubiere per il passaggio dei cavi MT.

L'edificio dovrà essere posizionato lungo la recinzione esterna della stazione, in vicinanza dell'ingresso ed in modo da minimizzare la distanza tra il suddetto locale e l'edificio servizi ausiliari.

2.29.5 Chioschi

I chioschi sono degli elementi prefabbricati a struttura portante metallica, per l'alloggiamento delle apparecchiature dei sistemi di protezione, comando e controllo (SPCC) delle SE.

Di seguito vengono richiamate le dimensioni vincolanti ai fini del dimensionamento del chiosco; in particolare si precisa che le dimensioni esterne dovranno consentire:

- L'installazione dei telai e pannelli nella massima configurazione del sistema SPCC;
- Il rispetto delle distanze, dalle parti attive AT della stazione, previste dal PU;
- Il trasporto su strada con modalità ordinarie (trasporto non "eccezionale").

Dimensioni interne:

- Larghezza minima netta pari a 2200 mm,
- Lunghezza minima netta pari a 4600 mm;
- Altezza minima netta pari a 2450 mm.

2.30 Servizi ausiliari

In generale, per i circuiti di alimentazione in c.c. e c.a., per i raddrizzatori e le batterie valgono i requisiti specificati al par. 9.2 della Norma CEI EN 61936-1.

2.30.1 Prescrizioni generali di sicurezza

Il sistema di messa a terra generale deve essere TN-S con neutro franco a terra.

Ogni cavo di alimentazione dei diversi impianti tecnologici, dei servizi generali etc. e/o di alimentazione di parte di essi deve essere protetto con un interruttore magnetotermico ed un interruttore differenziale (rispettivamente conformi alle Norme CEI EN 60898-1 e 61009-1).

2.30.2 Servizi generali

Impianto luce e forza motrice (f.m.) di stazione

L'impianto di illuminazione sarà realizzato conformemente a quanto indicato nel par. 7.1.5 della Norma CEI EN 61936-1 e dovrà garantire:

- livelli di illuminazione medi tali da consentire operazioni di esercizio, pronto - intervento e messa in sicurezza anche di notte;
- l'illuminazione dell'ingresso e delle aree esterne agli edifici (piazzale);
- illuminazione interna degli edifici di stazione;
- l'illuminazione di sicurezza delle strade interne e periferiche della stazione, nonché per i locali degli edifici dove è prevista la presenza di personale.

Ai fini della sicurezza, oltre all'illuminazione privilegiata, deve essere prevista un'illuminazione di emergenza per gli edifici comandi e servizi ausiliari e per le strade principali.

L'illuminazione di emergenza dovrà entrare in funzione automaticamente al mancare dell'alimentazione normale.

2.30.3 Servizi ausiliari (SA)

Al fine di garantire la continuità dell'alimentazione dei servizi ausiliari anche in condizioni di funzionamento anomalo della stazione (black out), il sistema dovrà sempre assicurare almeno il funzionamento dei dispositivi di protezione, degli automatismi e la manovra degli organi di sezionamento e di interruzione.

L'alimentazione in corrente continua dovrà essere realizzata mediante gruppi raddrizzatori-carica batteria.

In caso di mancanza della sorgente alternata, la capacità della batteria/e dovrà essere tale da assicurare il corretto funzionamento dei circuiti alimentati almeno per il tempo necessario affinché il personale possa intervenire.

Si riporta di seguito un elenco generale delle principali utenze privilegiate di una stazione elettrica; queste dovranno essere alimentate, in caso di black-out totale, tramite il gruppo elettrogeno (commutato automaticamente, con disinserzione delle utenze non essenziali per il funzionamento dell'impianto).

Corrente alternata (c.a.)

- raddrizzatori;
- illuminazione e f.m. privilegiata (sia in campo che nell'edificio SA/SQ);
- motori di manovra dei sezionatori (se alimentati in c.a.);
- motori per il comando degli interruttori;
- motori degli aerotermini degli autotrasformatori (se presenti);
- raddrizzatori delle teletrasmissioni.

Corrente continua (c.c.)

- protezioni elettriche;
- comando e controllo delle apparecchiature e macchinario principale, misure;
- motori di manovra dei sezionatori;
- pannelli vari (in sala retro quadro, sala controllo, chioschi ecc.);

2.30.4 Composizione dello schema di alimentazione dei S.A. in c.a.

Lo schema di alimentazione dei S.A. in c.a. sarà composto da:

- n. 1 linea MT di alimentazione;
- n. 1 trasformatore MT/BT con potenza nominale di 100 kVA;
- n. 1 quadro MT di distribuzione dimensionato come da schemi unifilari allegati;
- n. 1 gruppo elettrogeno (cfr. G.E.) con S=40 kVA e con un'autonomia non inferiore a 10 ore, munito di serbatoio di servizio e di stoccaggio; il GE dovrà essere del tipo per esterno provvisto di adeguata cofanatura;
- n. 1 quadro BT (costituito da due semi quadri) di distribuzione opportunamente dimensionato ed equipaggiato con dispositivo di scambio automatico delle fonti d'alimentazione. Di norma è prevista l'alimentazione ad "anello" per i motori degli interruttori e per i motori dei sezionatori (se previsti in c.a.), mentre le restanti utenze vengono alimentate in modo tradizionale ("radiale").

2.30.5 Composizione dello schema di alimentazione dei S.A. in c.c.

L'alimentazione dei S.A. in sarà 110 V con il campo di variazione compreso tra +10%, -15%.

Lo schema di alimentazione dei S.A. in c.c. sarà composto da:

- 2 complessi raddrizzatore/batteria in tampone, dimensionati in modo tale da poter svolgere ognuno funzione di riserva in caso di avaria di un complesso (previo commutazione automatica). Ogni raddrizzatore dovrà avere la capacità di erogare complessivamente la corrente permanente richiesta dall'impianto e la corrente della batteria in fase di ricarica (sia di conservazione che rapida). La batteria dovrà assicurare la manovrabilità dell'impianto, in assenza d'alimentazione in c.a., per un'autonomia di 4 ore e dovrà essere in grado di erogare eventuali picchi di corrente richiesti dal carico c.c. durante il normale funzionamento dei raddrizzatori. Le batterie dovranno essere del tipo ermetico.
- n. 1 quadro BT (suddiviso in due semiquadri) di distribuzione opportunamente dimensionato ed equipaggiato di dispositivo di scambio automatico delle fonti di alimentazione. Si precisa che le protezioni elettriche "principali" e le protezioni elettriche "di riserva" devono essere alimentate da circuiti di alimentazione distinti; deve essere prevista per tutte le utenze in c.c. l'alimentazione di tipo radiale con la possibilità (a livello di singolo chiosco) di un interruttore di "soccorso alimentazioni" lucchettabile.

2.30.6 Criteri generali per il dimensionamento del sistema di alimentazione in c.c.

Ai fini del dimensionamento del sistema c.c. si dovrà ipotizzare il verificarsi contemporaneo delle seguenti condizioni:

- a) guasto su una batteria, resta quindi una sola batteria in servizio che alimenta l'intero impianto;
- b) mancanza dell'alimentazione in c.a. per 4 ore;
- c) apertura contemporanea di tutti gli interruttori di una sezione, considerando la peggiore delle seguenti ipotesi:
 1. Sezione 150 kV, si considera tutta la sezione riferita ad una sbarra e l'intervento della mancata apertura dell'interruttore (MAI): in questo caso la protezione MAI aprirà tutti gli interruttori della sezione (escluso l'interruttore di parallelo); nel caso di doppia sezione 150 kV con congiuntore va considerata solo la sezione più consistente;
 2. Sezione 380 kV e 220 kV, si considera tutta la sezione riferita ad una sbarra e l'intervento della protezione differenziale di sbarra (PDS). In questo caso la protezione di sbarra aprirà tutti gli interruttori della sezione (escluso l'interruttore di parallelo) e gli interruttori relativi all'altro avvolgimento degli autotrasformatori.

Durante la fase di scarica, le batterie dovranno essere in grado di fornire la corrente permanente richiesta dal sistema in c.c. per la durata di 4 ore, nonché di fornire, per la durata convenzionale di trenta secondi e dopo le assunte quattro ore, la corrente transitoria richiesta dal sistema in c.c., relativa alla peggiore delle ipotesi di cui sopra. Durante il funzionamento delle batterie è opportuno che la tensione misurata ai morsetti non scenda mai al di sotto di 99 V.

2.30.7 Disposizioni di sicurezza

La stazione elettrica deve essere dotata dell'impianto di rilevazione incendio, realizzato secondo la normative e le leggi vigenti, nelle aree di presidio o comunque a maggior rischio d'incendio, quali:

- edificio/i SA/SQ;
- cunicoli cavi;
- locale gruppo elettrogeno;

- chioschi e locali con particolare macchinario elettrico.

2.30.8 Disposizioni di sicurezza per i locali gruppo elettrogeno

Gli impianti elettrici e di ventilazione devono avere grado di protezione non inferiore a IP65 secondo le prescrizioni della Norma CEI EN 60529.

Si ricorda che il locale del gruppo dovrà essere sottoposto ai controlli ed alla certificazione prevista dai Vigili del Fuoco ($S > 25$ kVA), ai sensi delle leggi vigenti.

2.31 Collegamenti MT/BT

Le caratteristiche tecniche, i materiali ed i metodi di prova relativi a tutti i cavi BT per circuiti di potenza e controllo, cavi unipolari per cablaggi interni dei quadri, cavi MT e per impianti luce e f.m. dovranno essere rispondenti alle Norme CEI e alle tabelle CEI UNEL di riferimento in materia. Tutti i cavi dovranno essere del tipo non propaganti l'incendio secondo quanto indicato dalla Norma CEI 20-22; i cavi per i collegamenti interni agli edifici dovranno essere rispondenti anche alle Norme CEI 20-37. I cavi di comando e controllo dovranno essere di tipo schermato, con lo schermo opportunamente collegato a terra. I cavi di comando e controllo ed i cavi di potenza, durante i loro percorsi, dovranno essere sempre tra loro segregati. Ulteriori suggerimenti inerenti la posa, la possibilità di installare impianti antincendio nelle gallerie dei cavi ecc. sono illustrati al par. 8.7.3 della Norma CEI EN 61936-1.

2.32 Sistema di Protezione Comando e Controllo (cfr. SPCC)

L'impianto dovrà essere dotato di una sala quadri locale e di un adeguato automatismo, tali da poter governare l'impianto stesso sia "in locale" che "in remoto".

La conduzione locale dovrà essere sia manuale che automatizzata e inoltre, dovrà prevedere la manovrabilità degli organi sul campo.

Per sistema di protezione comando e controllo si intende il complesso degli apparati e circuiti predisposti ai fini di:

- comando degli organi di protezione,
- registrazione eventi locale e remota,
- misura,
- rilevazione di segnali di stato,
- segnali di anomalia,
- registrazione di perturbazione,
- segnali di sintesi degli allarmi,
- segnalazione sui quadri locali di comando,
- interfacciamento con gli apparati di teleoperazioni.

Al par. 9 della Norma CEI EN 61936-1 sono indicati alcuni requisiti generali del sistema di protezione, comando e controllo.

Il sistema di protezione comando e controllo dovrà utilizzare apparati di protezione certificati Terna.

2.32.1 Sala controllo locale

La sala di controllo locale dovrà consentire di operare in autonomia per la messa in sicurezza dell'impianto, di attuare manovre opportune in situazioni di emergenza nonché di completare le azioni delle protezioni.

A tale proposito la prevista interfaccia MMI (Man Machine Interface) della sala controllo dovrà consentire una visione schematica generale dell'impianto, nonché consentirne la manovrabilità; dovrà inoltre presentare in maniera riassuntiva le informazioni relative alle principali anomalie d'impianto e grandezze elettriche quali tensioni, frequenza di sbarra, correnti dei singoli stalli, ecc. I requisiti richiesti per l'interfaccia MMI dovranno essere gli stessi elencati successivamente per la teleconduzione.

Per quanto concerne la protezione dei circuiti di comando contro l'interferenza elettromagnetica si applica il par. 9.6 della Norma CEI EN 61936-1.

2.32.2 Teleconduzione e automatismo di impianto

L'automatismo di impianto e le interfacce con la postazione dell'operatore remoto dovranno essere tali da garantire un'elevata efficienza della teleconduzione.

Pertanto sono richieste:

- semplicità nei sistemi di automazione;
- omogeneità del tipo di informazione/comandi da inviare in remoto con quelli inviati dagli altri impianti telecondotti;
- capacità di avvertire in maniera precisa ed inequivocabile l'operatore in remoto della presenza di anomalie al fine di ottimizzare le attività di pronto intervento e di manutenzione;
- facilità di comprensione delle segnalazioni tramite segnali di sintesi che facciano particolare riferimento alle azioni che l'operatore deve conseguentemente intraprendere;
- numero delle misure ridotto a quelle indispensabili;
- ridondanza delle misure e segnalazioni (ove necessaria);
- affidabilità delle misure;
- possibilità di utilizzare contemporaneamente due tipi di conduzione (ad esempio uno stallo in conduzione manuale in locale e tutti gli altri in conduzione centralizzata automatizzata);
- condizionamento delle manovre da parte di interblocchi che impediscano l'attuazione di comandi non compatibili con lo stato degli organi di manovra e di sezionamento;
- per i soli sezionatori di linea-terra deve essere previsto il "Dispositivo di Blocco Sezionatori" (DBS), al fine di lucchettare da remoto il "sezionatore di terra";
- utilizzazione di dispositivi di parallelo automatici (escludibili a richiesta dell'operatore) per la chiusura volontaria degli interruttori AT.

2.32.3 Telecontrollo

Il tipo di comandi attualmente usato per gli impianti TERNA adeguati all'esigenza della Teleconduzione è "sintetico" (cioè comandi di sequenze) ed applicato sia al controllo remoto che quello della sala controllo locale di impianto. Le segnalazioni di stato e le misure riportate presso i centri di conduzione Terna assicurano l'osservabilità in remoto della stazione elettrica.

2.32.4 Protezioni

La parte del sistema di controllo riguardante le protezioni dovrà essere conforme all'allegato A4 al Codice di Rete "Criteri generali di protezione delle reti a tensione uguale o superiore a 120 kV".

2.32.5 Apparecchiatura di monitoraggio

Il documento di riferimento è l'allegato A7 al Codice di Rete "Specifiche funzionali per sistemi di monitoraggio per le reti a tensione uguale o superiore a 120 kV".

2.33 Disposizione elettromeccanica

Vengono di seguito elencati alcuni criteri generali circa la disposizione elettromeccanica dell'impianto, in aggiunta a quanto previsto dalla Norma CEI EN 61936-1.

Nel caso di stazioni elettriche deve essere evitata per quanto possibile la presenza di edifici, componenti e macchinario al di sotto dei conduttori aerei AT. Applicazioni non standard devono essere validate da TERNA.

Ove i vincoli di terreno lo consentano, dovranno essere evitati i sovrappassi sulle sbarre dei conduttori attivi AT. Pertanto, gli interruttori e le altre apparecchiature AT (sezionatori, trasformatori di misura, ecc.) dovranno sempre essere disposti dallo stesso lato del rispettivo arrivo linea e/o di installazione degli autotrasformatori (soluzione ad interruttori sfalsati).

Per la connessione di impianto di utenza, la soluzione impiantistica in esame prevede lo stallo utente da un lato delle sbarre e gli stalli linea RTN dall'altro lato delle sbarre.

Allo stesso modo, per stazioni di trasformazione, lo stallo autotrasformatore è posizionato normalmente da un lato delle sbarre, mentre gli altri stalli linea sono posizionati dall'altro lato delle sbarre.

La soluzione da adottare per il parallelo sbarre dovrà essere quella ad "U" (senza sovrappasso delle sbarre); tale soluzione consente inoltre la disposizione generica dei conduttori solamente su due livelli.

Negli impianti facenti parte della RTN, non è ammessa la soluzione impiantistica a stalli contrapposti. La tipologia dei sezionatori di sbarra da utilizzare è, a meno di vincoli particolari, quella verticale per i seguenti motivi:

- sicurezza durante le operazioni di manutenzione;
- chiara visibilità dello stato dell'impianto (visibilità dei sezionatori aperti e/o chiusi);
- risparmio di spazi in senso longitudinale.

Negli impianti con doppio sistema di sbarre la distanza tra una terna e l'altra di sbarre (vedi successiva tabella) è determinata dalla possibilità di operare manutenzione alle apparecchiature afferenti ad un sistema di sbarre, con l'altro in tensione.

Per i conduttori di stallo al di sotto del sistema di sbarre, è da ritenersi sempre preferibile la soluzione con profilo tubolare, anziché in corda.

L'impianto deve essere dotato di strade interne e perimetrali, larghe quattro metri (sette metri per la strada di fronte agli ATR) e con raggio di curvatura di almeno cinque metri, opportunamente delimitate al fine di evitare il transito e/o la sosta di mezzi di trasporto nelle immediate vicinanze delle parti in tensione. Le strade devono a loro volta essere opportunamente distanziate dalle parti in tensione, al fine di rispettare le distanze che limitano la zona pericolosa (DL), la zona prossima (DV), l'altezza minima delle parti attive sopra le aree accessibili (H) e la distanza minima di protezione per i veicoli (T), di cui alla Norma CEI EN 61936-1.

La viabilità interna deve comunque essere realizzata al fine di consentire tutte le normali operazioni di esercizio e manutenzione dell'impianto.

E' richiesta la presenza di almeno una strada che passi lungo lo spazio previsto tra gli interruttori ed i trasformatori di corrente dei diversi stalli, in modo da rendere più semplice l'accesso alle apparecchiature AT per la manutenzione. Per l'ingresso in stazione dovranno essere previsti un cancello carrabile di 7 metri di tipo scorrevole ed un cancello pedonale.

Non è consentita la soluzione impiantistica su diversi livelli e/o terrazzamenti; l'impianto dovrà inoltre essere orientato in modo da ottimizzare l'ingresso delle linee afferenti la stazione.

Ogni sistema di sbarre deve essere dotato di due terne di sezionatori di terra sbarre, disposte sulle estremità terminali delle sbarre stesse.

Per quanto possibile, a meno di vincoli particolari, l'edificio comando/controllo deve essere collocato in prossimità dell'ingresso principale in modo da evitare che in caso di emergenza il personale autorizzato sia costretto a passare in vicinanza della zona apparecchiature e macchinario. Tale accorgimento è previsto anche per l'edificio integrato SA/SQ. E' opportuno posizionare l'edificio servizi ausiliari a non meno di 10 metri da qualsiasi parte in tensione.

In merito al posizionamento dell'edificio servizi ausiliari e comando/controllo, dei trasformatori MT/BT, la soluzione impiantistica prescelta deve essere tale da minimizzare i percorsi delle vie cavi tra di essi.

Dovrà essere sempre preventivamente consultata TERNA in merito agli spazi da riservare per l'ampliabilità futura della stazione elettrica.

L'impianto dovrà essere opportunamente recintato. Per le dimensioni della recinzione, il tipo (parete piena o rete metallica), nonché per le distanze d'isolamento di confine si rimanda a quanto indicato agli art. 7.2.3 e 7.2.6. della Norma CEI EN 61936-1.

Dovranno essere previste strade di accesso opportunamente dedicate di collegamento alla viabilità ordinaria.

Si ricorda che, nel caso in esame in cui l'impianto dell'Utente è previsto a ridosso della stazione elettrica, deve essere prevista una separazione fisica (recinzione) tra la proprietà RTN e la proprietà dell'Utente; nel caso in cui venga concesso il collegamento dell'Utente tramite l'utilizzo di uno stallo di tipo ridotto senza interruttore, il sezionatore di sbarra dello stallo di Utente appartiene comunque alla RTN, mentre gli ultimi colonnini di sostegno verso l'esterno dell'impianto rappresentano il limite di proprietà funzionale tra RTN e l'Utente stesso. Il tratto di recinzione al di sotto delle parti attive del suddetto stallo uscente, di proprietà dell'Utente, deve essere opportunamente realizzato in materiale isolante (provvedimento M 2.1 Allegato E Norma CEI EN 50522).

Vale inoltre quanto segue:

- al fine di ridurre il rischio d'estensione dei danni causati da incendio od esplosione, la disposizione dei trasformatori di potenza richiede la realizzazione di muri tagliafiamma sui lati corti dei trasformatori e comunque si devono rispettare i valori di riferimento delle distanze indicati nella Tabella 3 della Norma CEI EN 61936-1 e le ulteriori prescrizioni aggiuntive indicate nel par. 8.7 della Norma CEI EN 61936-1;

- la disposizione dei chioschi dovrà essere nelle immediate vicinanze dei trasformatori di corrente e degli interruttori.

Di seguito sono riportate le distanze minime di progetto consigliate, anche al fine di ridurre al minimo le indisponibilità per manutenzione. Ove sussistano problematiche relative allo spazio, si può prendere in esame, previo accordo con Terna, la possibilità di ridurre alcune distanze, pur nel rispetto delle distanze di sicurezza e di quelle strettamente necessarie previste per le operazioni di manutenzione (CEI EN 50110).

PRINCIPALI DISTANZE DI PROGETTO	Sez.380 kV (m)	Sez.220 kV (m)	Sez.132-150 kV (m)
Distanza tra le fasi per le sbarre e le apparecchiature	5,50	3,20	2,20
Distanza tra le fasi nei conduttori in sorpasso alle sbarre (se del caso)	5,50	3,50	3,00
Distanza tra le fasi per l'amarro linee	6,25	3,50	3,00
Larghezza degli stalli	22,00	14,00	11,00
Larghezza complessiva dello stallo parallelo (del tipo ad U senza sorpasso sbarre)	44,00	28,00	22,00
Distanza tra le fasi adiacenti di due sistemi di sbarre	11,00	7,60	6,00
Altezza dei conduttori di stallo (asse morsetti sezionatori di sbarra)	6,50	5,30	4,50
Quota asse sbarre	11,80	9,30	7,50
Quota amarro linee (ad interruttori "sfalsati")	14,00 (21,00)	16,00 (12,00)	15,00
Sbalzo sbarre per i TV di sbarra (3)	5,50	4,00	3,30
Sbalzo senza TV di sbarra	4,00	3,00	2,00
Distanza tra l'asse del TV di sbarra ed l'asse strada (larghezza strada 4 metri)	6,70	5,00	4,00
DISTANZE LONGITUDINALI TRA LE PRINCIPALI APPARECCHIATURE AT DI STALLO			
Distanza tra le sbarre e l'interruttore	10,00	7,00	6,50
Distanza tra l'interruttore ed il TA (1)	10,00	8,00	7,50
Distanza tra il TA ed il sezionatore di linea (1)	5,10	5,00	3,50
Distanze tra il sezionatore di linea ed il TV (1)	5,90 (9,90)	5,00	3,00
Distanza tra il TV ed il traliccio/portale di amarro (2)(5) (caso di stallo senza scaricatore di arrivo linea)	-	-	4,50
Distanza tra TV e scaricatore di arrivo linea(4)(6)	2,50	2,50	1,50
(1): le distanze sono da intendersi tra le mezzerie della apparecchiature. (2): il TV ed il traliccio possono anche essere allineati. (3): distanza da intendersi tra l'asse dell'ultimo sostegno e l'asse del TV di sbarra. (4) Si veda il paragrafo 7.18.1 (5) Nel caso di stallo linea 380 kV con portale H21 senza scaricatori di arrivo linea, la BOC è posta su sostegno dedicato a 5,90 m dal sezionatore orizzontale ed a 4,00 m dal TV (6) Nel caso di stallo linea 380 kV con portale H21 con scaricatori di arrivo linea, la BOC è posta su sostegno dedicato a 5,40 m dal sezionatore orizzontale ed a 3,50 m dal TV			

Tabella 10: distanze minime di progetto

2.33.1 Tipologia stalli

Di seguito è riportato lo schema elettrico unifilare di una generica stazione elettrica costituita da una sezione a 380 kV e da due sezioni a 150 kV, del tipo a doppia sbarra con isolamento in aria. Nello schema sono evidenziate le apparecchiature AT da adottare nelle seguenti tipologie di stallo:

- stallo tipo “linea”;
- stallo tipo “ATR”;
- stallo reattore di rifasamento;
- stallo tipo “parallelo sbarre”;
- stallo tipo “congiuntore sbarre”;
- stallo tipo “condensatore di rifasamento”.

Si evidenzia la presenza dei sezionatori di terra sbarre da entrambi i lati delle sbarre stesse.

Nello schema unifilare seguente, sono presenti gli scaricatori in arrivo linea, ridondanti rispetto agli scaricatori macchina già installati. L'utilizzo di tali apparecchiature in arrivo linea consente di proteggere le apparecchiature ed il macchinario da fulminazioni in prossimità della stazione elettrica dirette sulle fasi di linea AT entranti nella stazione stessa.

Di seguito, a scopo esemplificativo e non esaustivo, si riporta uno schema unifilare di una stazione elettrica di trasformazione.

Le linee elettriche aeree di proprietà Terna, relative ai livelli di tensione di 380, 220, 132-150 kV, vengono progettate e realizzate in conformità alla Legge n. 339 del 28/06/1986 ed alle norme contenute nei Decreti n.449 del 21/03/1988 e n.1260 del 16/01/1991 con particolare riguardo agli elettrodotti di classe terza, così come definiti dall'art. 1.2.07 del Decreto del 21/03/1988 suddetto che ha recepito la norma CEI 11-4 (quinta edizione, 1998-09). Per quanto concerne il rispetto delle norme sui campi elettrici e magnetici, le linee sono progettate nel pieno rispetto delle norme vigenti e in particolare del dettato congiunto del D.Lgs 36/2001 e del D.P.C.M. 08/07/2003, nonché successivo Decreto del 29 Maggio 2008, con riferimento ai valori di portata in corrente in servizio normale indicati nella tab. 1 della norma CEI 11-60.

Per quanto riguarda, invece, le interferenze con le linee di telecomunicazione si fa riferimento alla norma CEI 103-6, mentre per le interferenze con tubazioni metalliche alla CEI 304-1.

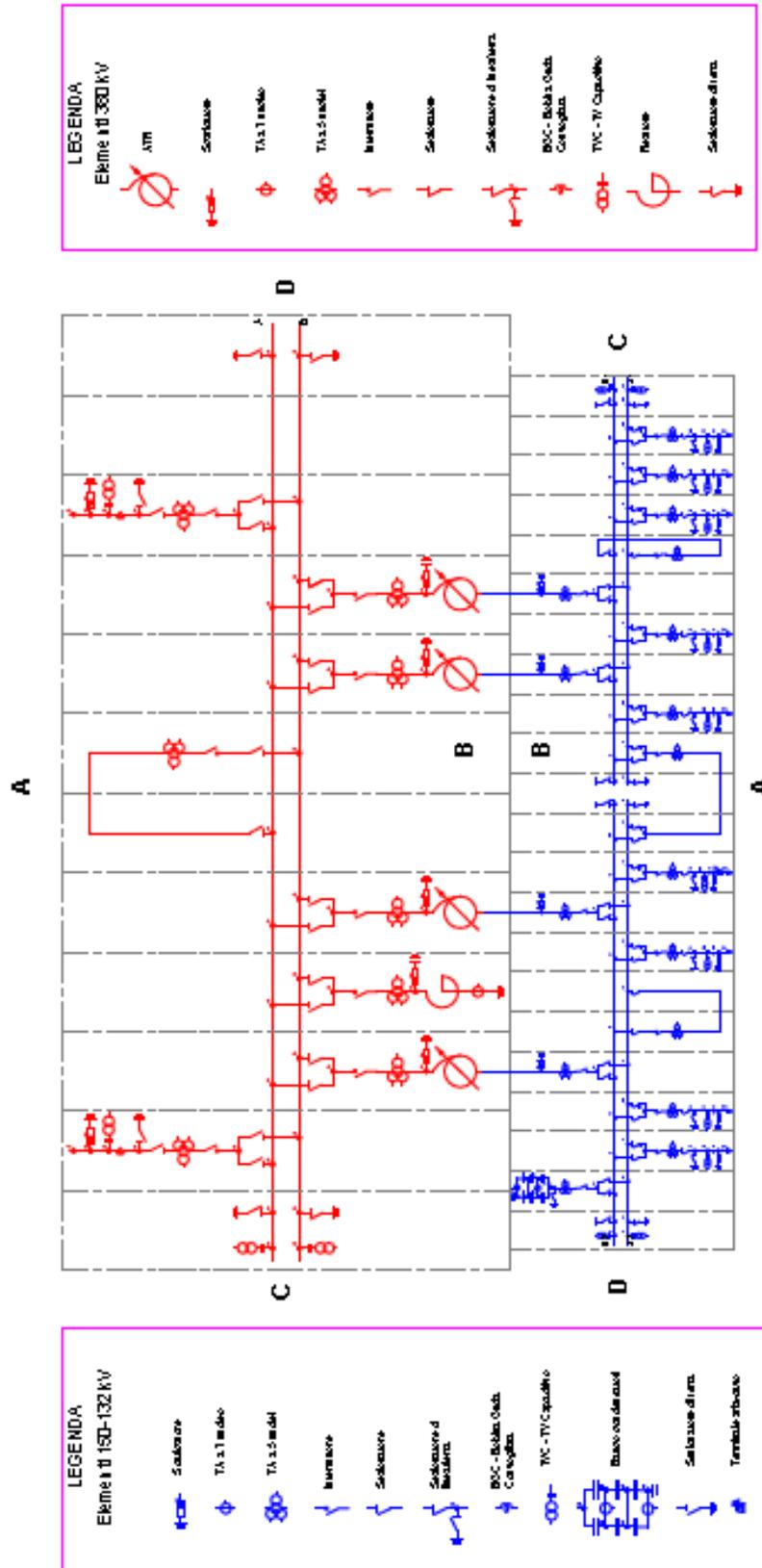


Figura 4: schema unifilare tipico di una Stazione di Alta Tensione

2.34 STANDARD TECNICI DELLE LINEE ELETTRICHE

2.34.1 Generalità

Ai sensi della Norma CEI 11-4 (1998-09) - "Esecuzione delle linee elettriche aeree esterne" - si definiscono linee elettriche aeree esterne le "...linee installate all'aperto, al di sopra del suolo e costituite dai conduttori nudi con i relativi isolatori, dai sostegni ed accessori". Esse sono costituite da una o due terne (si parla rispettivamente di semplice e doppia terna) sempre su palificazione unica.

2.34.2 Elettrodotti aerei a 132-150 kV

Nelle linee a 132-150 kV, la palificazione è usualmente realizzata con sostegni tradizionali tubolari e/o a traliccio, ovvero di altre tipologie anche innovative ed ambientalmente sostenibili.

Ogni fase è costituita da n.1 conduttore di energia costituito da una corda di alluminio-acciaio con un diametro di 31,50 mm.

Le principali caratteristiche elettriche sono le seguenti:

- Tensione nominale 132-150 kV c.a.
- Frequenza nominale 50 Hz
- Intensità di corrente nominale 500 A (per fase)
- Potenza nominale 120-130 MVA (per terna)

Ai fini della distribuzione dei sostegni, si considera che il franco minimo in massima freccia deve essere rispondente a quanto previsto dal D.M. 21/03/1988 e ss.mm.ii e in ogni caso compatibile con quanto richiesto ai fini della vigente normativa sui campi elettrici e magnetici. Le distanze di rispetto orizzontali minime per i sostegni sono quelle di cui allo stesso D.M. 21/03/1988 e ss.mm.ii.

In dipendenza della tipologia di palo in progetto, si può utilizzare sia fune di guardia d'acciaio (o acciaio rivestito di alluminio) che fune di guardia con fibre ottiche. Qualora venga scelto l'impiego di fune di guardia con fibre ottiche, questa generalmente è del tipo con 48 fibre secondo il prospetto di seguito riportato:

Tipologia	Fune di guardia (Ø - mm)	OPGW nominale (Ø - mm) con 48 f.o.	Conduttore (Ø - mm) - EDS
132-150 kV Tiro Pieno semplice e doppia terna	11,5	17,9	31,5 (EDS 21% zona A EDS 18% zona B)

Tabella 11: fune di guardia

2.34.3 Aree impegnate

Nel corso della progettazione, il vincolo preordinato all'esproprio viene di norma apposto sulle "aree potenzialmente impegnate" (previste dalla L. 239/04).

L'estensione dell'area potenzialmente impegnata sarà usualmente di circa:

- 50 m dall'asse linea per parte per elettrodotti aerei a 380 kV;
- 40 m dall'asse linea per parte per elettrodotti aerei a 220 kV;
- 30 m dall'asse linea per parte per elettrodotti aerei a 132-150 kV.

In fase esecutiva/realizzativa, con riferimento al Testo Unico 327/01, si individuano invece le aree impegnate, necessarie per la sicurezza dell'esercizio e manutenzione dell'elettrodotto, che sono usualmente pari a circa:

- 25 m dall'asse linea per parte per elettrodotti aerei a 380 kV in semplice e doppia terna;
- 20 m dall'asse linea per parte per elettrodotti aerei a 220 kV in semplice e doppia terna;
- 16 m dall'asse linea per parte per elettrodotti aerei a 132-150 kV in semplice e doppia terna.

2.35 Componenti linee aeree

2.35.1 Sostegni

Dovranno essere utilizzati sostegni per l'alloggiamento delle linee aeree di ingresso ed uscita dalla Stazione TERNA conformi agli standard di TERNA stessa.

Il sostegno è l'elemento deputato a sostenere i conduttori, esso è costituito da più elementi strutturali, di cui uno deputato al collegamento con le fondazioni. La struttura del sostegno ospita le mensole, cui sono ancorati gli armamenti, cioè l'insieme di elementi di morsetteria che consente di ancorare meccanicamente i conduttori al sostegno pur mantenendoli elettricamente isolati da esso, che possono essere di sospensione o di amarro. In cima vi sono i cimini, atti a sorreggere le funi di guardia.

In ordine alle loro prestazioni meccaniche esistono diversi gruppi di sostegni di diverse altezze utili (usualmente da 9 metri a 42 metri con passo di 3 metri).

I sostegni utilizzati da Terna, tubolari e/o a traliccio ovvero di altre tipologie innovative ed ambientalmente sostenibili, vengono progettati in conformità alle norme tecniche vigenti (D.M. 21/03/1988 e CEI 11-4). Detti progetti sono validati da prove di carico eseguite presso stazioni sperimentali su prototipi in scala reale. Dette prove sono eseguite in conformità alla norma IEC 60652-2002.

2.35.2 Fondazioni

La fondazione è la struttura interrata atta a trasferire i carichi strutturali (compressione, trazione e taglio) dal sostegno al sottosuolo.

Le fondazioni standard Terna di tipo unificato sono utilizzabili su terreni normali, di buona o media consistenza, mentre su terreni con scarse caratteristiche geomeccaniche, su terreni instabili o su terreni allagabili le fondazioni vengono, di volta in volta, progettate ad hoc.

Nel caso dei sostegni di tipo tubolare la fondazione è costituita da un blocco unico in cemento armato, eventualmente con utilizzo di pali trivellati.

Nel caso, invece, di sostegni a traliccio, ciascun piedino di fondazione è composto da un blocco di calcestruzzo armato, un colonnino a sezione circolare, inclinato secondo la pendenza del montante del sostegno, un "moncone" annegato nel calcestruzzo al momento del getto, collegato al montante del "piede" del sostegno.

Per il calcolo di dimensionamento delle fondazioni si osservano le prescrizioni della normativa specifica per elettrodotti, costituita dal D.M. 21/3/1988.

L'articolo 2.5.08 dello stesso D.M. 21/3/1988, precisa che le fondazioni verificate sulla base degli articoli sopramenzionati, sono idonee ad essere impiegate anche nelle zone sismiche per qualunque grado di sismicità.

2.35.3 Conduttori

I conduttori sono gli elementi preposti al trasporto dell'energia. Nelle linee elettriche in alta e altissima tensione vengono adoperati conduttori nudi, opportunamente distanziati tra loro.

Per elettrodotti a 132-150 e 220 kV usualmente si utilizza per ciascuna fase elettrica n.1 conduttore, mentre per elettrodotti a 380 KV si usa preferenzialmente per ciascuna fase elettrica un fascio di n.3 conduttori (trinato) collegati fra loro da distanziatori o in alternativa un fascio di n.2 conduttori (binato).

In questo caso ciascun conduttore di energia è costituito da una corda di alluminio-acciaio della sezione complessiva di 585,3 mm² composta da n. 19 fili di acciaio del diametro 2,10 mm e da n. 54 fili di alluminio del diametro di 3,50 mm, con un diametro complessivo di 31,50 mm (nel caso del binato il diametro complessivo è di 40,5 mm).

Per zone ad alto inquinamento salino può essere impiegato in alternativa il conduttore con l'anima a "zincatura maggiorata" ed ingrassato fino al secondo mantello di alluminio.

I conduttori e le funi di guardia in acciaio sono rispondenti alle norme CEI 7-2.

2.35.4 Funi di guardia

L'elettrodotto è equipaggiato con una fune di guardia destinata, oltre che a proteggere l'elettrodotto stesso dalle scariche atmosferiche, a migliorare la messa a terra dei sostegni. La fune di guardia è in acciaio o in acciaio rivestito di alluminio. In alternativa è possibile l'impiego di una fune di guardia con fibre ottiche.

Le funi di guardia in acciaio rivestito di alluminio sono rispondenti alle norme CEI 7- 11.

In aggiunta a quanto previsto dalle norme, in fase di collaudo, Terna richiede, ai fini della sicurezza, prove integrative di carattere elettrico e meccanico.

2.35.5 Morsetteria ed isolatori

Gli elementi di morsetteria hanno lo scopo di collegare i conduttori nudi e le funi di guardia alle strutture di sostegno.

La morsetteria delle linee elettriche aeree deve rispondere alle CEI EN 61284.

Gli elementi di morsetteria per linee devono essere scelti in modo da poter sopportare gli sforzi massimi trasmessi dai conduttori al sostegno.

A seconda dell'impiego previsto sono individuati diversi carichi di rottura per gli elementi di morsetteria che compongono gli armamenti in sospensione.

Le morse di amarro sono invece dimensionate in base al carico di rottura del conduttore.

Per equipaggiamento si intende il complesso degli elementi di morsetteria che collegano le morse di sospensione o di amarro agli isolatori e questi ultimi al sostegno.

La scelta degli equipaggiamenti deve essere effettuata, per ogni singolo sostegno, fra quelli disponibili nello standard progettuale Terna, 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).

L'isolamento degli elettrodotti deve essere realizzato con isolatori a cappa e perno in vetro temprato, nei due tipi "normale" e "antisale", connessi tra loro a formare catene di almeno n.18 elementi per elettrodotti a 380 kV, n.14 elementi per elettrodotti a 220 kV e n. 9 elementi per elettrodotti a 132-150 kV.

Il criterio di scelta degli isolatori deve essere basato sulle condizioni in termini di inquinamento salino e caratteristiche di tenuta. La tabella sotto riportata mette in relazione la tenuta degli isolatori con i livelli di inquinamento.

LIVELLO DI INQUINAMENTO	DEFINIZIONE	MINIMA SALINITA' DI TENUTA (kg/m2)
I – Nullo o leggero (1)	<ul style="list-style-type: none"> • 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	<ul style="list-style-type: none"> • 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	<ul style="list-style-type: none"> • 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	<ul style="list-style-type: none"> • 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 	(*)

Tabella 12: isolamento degli elettrodotti

2.355.6 Segnalazioni ostacoli al volo

Le linee elettriche aeree devono rispettare quanto previsto dalla circolare dello Stato Maggiore della Difesa n° 146/2000, dal regolamento costruzione aeroporti ENAC e dalla circolare ENAC n°37030 del 22/03/2012 nonchè le procedure ENAC vigenti per l'invio delle istanze e la verifica di potenziali ostacoli al volo e comunque devono essere realizzate nel rispetto delle direttive impartite dagli enti aeronautici competenti.

2.36 Principali riferimenti normativi in materia di campi elettromagnetici e limiti di riferimento generati da linee elettriche in corrente alternata

Le linee elettriche aeree devono essere progettate nel pieno rispetto della normativa vigente in tema di campi elettrici e magnetici. Di seguito si riportano i principali riferimenti normativi.

Tra i principali riferimenti normativi in materia di protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici generati da linee elettriche aeree in corrente alternata è utile ricordare le Linee Guida dell'ICNIRP, in particolare:

- Linee Guida per la limitazione dell'esposizione a campi elettrici e magnetici variabili nel tempo (1Hz – 100 KHz) (2010), che hanno sostituito le precedenti Linee Guida del 1982 introducendo nuovi limiti basati sul campo elettrico indotto e non più sulla corrente elettrica indotta.

Con riferimento all'esposizione della popolazione, è utile menzionare a livello europeo la " Raccomandazione del Consiglio dell'Unione Europea del 12 Luglio 1999" relativa alla limitazione dell'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici fino a 300 GHz (n. 1999/519/CE) che ha recepito le Linee Guida dell'ICNIRP fino a quel momento emesse, oggi sostituite dalle più recenti, (Linee Guida per la limitazione dell'esposizione a campi elettrici e magnetici variabili nel tempo del 1998) chiedendo agli Stati membri che le disposizioni nazionali relative alla protezione dall'esposizione ai campi elettromagnetici si uniformassero alle stesse.

Come precisa la stessa Raccomandazione, i limiti derivati sulla base degli effetti a breve termine provati, adottano fattori di sicurezza pari a 50 che implicitamente tutelano anche da possibili effetti a lungo termine, ad oggi non provati.

A livello nazionale il quadro normativo è rappresentato da

- Legge quadro 22 febbraio 2001 n. 36 "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici" [si applica a frequenze comprese tra 0 Hz e 300 GHz];
- 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 (50Hz) generati dagli elettrodotti";
- Decreto 29 maggio 2008 "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti" [si applica alle linee esercite alla frequenza di rete (50Hz)].

I principali riferimenti tecnici per il calcolo dei valori di campo elettrico e magnetico sono rappresentati dalle norme tecniche CEI, in particolare:

- Norma CEI 106-11 "Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8 luglio 2003 (Art. 6) Parte 1: Linee elettriche aeree e in cavo" Prima edizione, 2006;
- norma CEI 211-4 "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee e da stazioni elettriche" Seconda edizione, 2008.

Nonché relativamente alla corrente da utilizzare per il calcolo:

- Norma CEI 11-60 "Portata al limite termico delle linee elettriche aeree esterne con tensione maggiore di 100 kV" Seconda edizione, 2002;

2.36.1 Limiti di riferimento

I livelli di riferimento raccomandati dall'ICNIRP4 per la popolazione, oggetto di recente revisione, sono, per le linee elettriche esercite alla frequenza di rete (50 Hz):

- campo elettrico: 5 kV/m (valori efficaci)
- campo magnetico: 200 µT (valori efficaci)

A livello europeo la Raccomandazione del Consiglio dell'Unione Europea del 12 Luglio 1999 ha invece recepito i valori indicati dalle precedenti Linee Guida dell'ICNIRP (Linee Guida per la limitazione dell'esposizione a campi elettrici e magnetici variabili nel tempo del 1998); tali valori sono quindi per le linee elettriche esercite alla frequenza di rete (50 Hz):

- campo elettrico: 5 kV/m (valori efficaci)
- campo magnetico: 100 μ T (valori efficaci)

In ambito nazionale, ai fini della protezione della popolazione, la legge n. 36 del 22 febbraio 2001 e il successivo D.P.C.M. 8 luglio 2003 hanno introdotto, relativamente alla frequenza di rete di 50 Hz, i seguenti limiti:

Limite di esposizione:

- 5 kV/m per il campo elettrico
- 100 μ T per l'induzione magnetica (da intendersi come valori efficaci) (RMS values)

Valore di attenzione:

- 10 μ T per l'induzione magnetica, (da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio)

Obiettivo di qualità:

- 3 μ T per il valore dell'induzione magnetica (da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio)

Mentre i limiti di esposizione si applicano in ogni condizione di esposizione, i valori di attenzione si applicano nelle aree gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere nel caso di linee esistenti nei confronti di edificato esistente.

Nella progettazione di nuovi elettrodotti, in corrispondenza di aree gioco per l'infanzia, di ambienti abitativi, di ambienti scolastici e di luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore e nella progettazione dei nuovi insediamenti e delle nuove aree di cui sopra in prossimità di linee ed installazioni elettriche già presenti nel territorio, ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione ai campi elettrici e magnetici generati dagli elettrodotti operanti alla frequenza di 50 Hz si applicano invece gli obiettivi di qualità.

Di seguito un prospetto dei limiti attualmente vigenti:

f (Hz)	ICNIRP (2010)	Racc.Cons.Europeo 12/07/99	D.Lgs 36/01 + DPCM 8/07/2003	f (Hz)	ICNIRP (2010)	Racc.Cons.Europeo 12/07/99
	E (kV/m)	B (μ T)	E (kV/m)		B (μ T)	E (kV/m)
50	5	200	5	100	5	100 (1)
						10 (2)
						3 (3)

(1) limite di esposizione (2) valore di attenzione (3) obiettivo di qualità

Tabella 13

2.36.2 Obiettivo di qualità, Fascia di rispetto e Dpa

Come già chiarito, l'obiettivo di qualità si applica nel caso di progettazione di nuovi elettrodotti in prossimità di insediamenti esistenti, o nel caso di progettazione di nuovi insediamenti in prossimità di elettrodotti esistenti. Con riferimento agli elettrodotti eserciti alla frequenza di rete, 50 Hz, e con specifico riferimento all'obiettivo di qualità, sono introdotti i concetti di Fascia di rispetto e di Distanza di prima approssimazione (Dpa).

Come definita dalla norma CEI 106-11, Fascia di rispetto “ E’ lo spazio circostante i conduttori di una linea elettrica aerea, o in cavo interrato, che comprende tutti i punti, al di sopra e al di sotto del livello del suolo, caratterizzati da un’induzione magnetica di intensità maggiore o uguale ad un valore prefissato, in particolare all’obiettivo di qualità.” Come meglio specifica il DPCM 8 luglio 2003 [art.6], “per la determinazione delle fasce di rispetto si dovrà fare riferimento all’obiettivo di qualità ... ed alla portata in corrente in servizio normale dell’elettrodotto, come definita dalla norma CEI 11-60”

Come previsto dallo stesso art.6 del DPCM 8 luglio 2003, la metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto è stata definita dall’APAT, sentite le ARPA, ed approvata dal Ministero dell’ambiente e della tutela del territorio con Decreto 29 Maggio 2008 - "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti”.

Come specificato al par.3.2, tale metodologia, ...ai sensi dell’art. 6 comma 2 del DPCM 08.07.03, ha lo scopo di fornire la procedura da adottarsi per la determinazione delle fasce di rispetto pertinenti alle linee elettriche aeree e interrate, esistenti e in progetto.

I riferimenti contenuti nell’art. 6 del DPCM 8 luglio 2003 implicano che le fasce di rispetto debbano attribuirsi ove sia applicabile l’obiettivo di qualità: “Nella progettazione di nuovi elettrodotti in corrispondenza di aree gioco per l’infanzia, di ambienti abitativi, di ambienti scolastici e di luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore e nella progettazione dei nuovi insediamenti e delle nuove aree di cui sopra in prossimità di linee ed installazioni già presenti nel territorio.” (art. 4 del DM 8 luglio 2003)

Il concetto di Distanza di prima approssimazione (Dpa) è stato per la prima volta introdotto dal Decreto 29 Maggio 2008 che ne riporta anche la definizione: “per le linee è la distanza, in pianta sul livello del suolo, dalla proiezione del centro linea che garantisce che ogni punto la cui proiezione al suolo disti dalla proiezione del centro linea più di Dpa si trovi all’esterno delle fasce di rispetto...”

Tale concetto è stato introdotto al fine di semplificare la gestione territoriale e procedere in prima approssimazione al calcolo delle fasce di rispetto senza dover ricorrere a complessi modelli di calcolo bidimensionale o tridimensionale, il Decreto prevede infatti anche dei metodi semplificati da poter applicare nel caso di parallelismo o incrocio di linee elettriche aeree.

2.37 TABELLE APPARECCHIATURE AT, MACCHINARIO E BATTERIE DI CONDENSATORI

Si precisa che, ove non specificato, il livello di qualificazione sismica delle apparecchiature e del macchinario è AF5.

2.37.1 Interruttori a tensione nominale 150 kV

Tipo TERNA	Corrente di interruzione (kA)	
Y3/4-C	31,5	
Y3/4-P	31,5	
Y3/6-C	40	
Y3/6-P	40	
GRANDEZZE NOMINALI		
TIPO	Y3/4	Y3/6
Tensione nominale (kV)	170	
Livello di isolamento nominale		
- tensione nominale di tenuta a impulso atmosferico (kV):	750	
- tensione nominale di tenuta a frequenza industriale (kV):	325	
Frequenza nominale (Hz)	50	
Corrente nominale (A)	2000	
Durata nominale di corto circuito (s)	1	
Tensioni nominali di alimentazione dei circuiti ausiliari:		
- corrente continua (V)	110	
- corrente alternata monofase/trifase a quattro fili (V)	230/400	
Potenza massima assorbita da ogni singolo circuito indipendente (CH, AP1, AP2, AP3, motore/i,		
- corrente continua (W)	1500	
- corrente alternata monofase/trifase (VA)	850/2500	
Corrente di stabilimento nominale di corto circuito (kA)	80	100
Sequenza di manovra nominale	0-0,3 s-CO-1 min-CO	
Corrente di interruzione nominale di linee a vuoto (A)	63	
Corrente di interruzione nominale di cavi a vuoto (A)	160	
Corrente di interruzione nominale di batteria singola di condensatori (A)	400	
Corrente di interruzione nominale in discordanza di fase (kA)	8	10
Durata massima di interruzione (ms)	60	
Durata massima di stabilimento/interruzione (ms) (con bobina a lancio)	80	
Durata massima di stabilimento/interruzione (ms) (con bobina a mancanza)	120	
Durata massima di chiusura (ms)	150	
- orizzontale longitudinale (N)	1250	
- orizzontale trasversale (N)	750	
- verticale (N)	1000	
Livello di qualificazione sismica	AF5	

Tabella 14: caratteristiche interruttori automatici a 150 kV

2.39.2 Linee di fuga isolatori degli interruttori

Le linee di fuga minime ed i valori di salinità di tenuta degli isolatori, sono quelli riportati nella tabella seguente:

	Livello di tensione	145 kV	170 kV	245 kV	420 kV
Linea di fuga minima (mm/kV)	Ceramici	Classe di inquinamento “d” (secondo IEC/TS 60815-2)			
	Polimerici	Classe di inquinamento “d” (secondo IEC/TS 60815-3)			
Salinità di tenuta (kg/m ³)	Ceramici	56 (secondo IEC/TS 60815-2)		40 (secondo IEC/TS 60815-2)	
	Polimerici				

Tabella 15: linee di fuga isolatori degli interruttori

2. 39.3 Sezionatori orizzontali a tensione nominale 145-170 kV con lame di terra

Codifica Terna	Y21/2	Y21/4	Y21/6	Y21/8
Classe di corrente indotta del sezionatore di terra	A		B	
Salinità di tenuta a 98 kV (kg/m ³)	56			
Tensione nominale (kV)	170			
Corrente nominale (A)	2000			
Frequenza nominale (Hz)	50			
Corrente nominale di breve durata:				
valore efficace (kA)	31,5	40	31,5	40
- valore di cresta (kA)	80	100	80	100
Durata ammissibile della corrente di breve durata (s)	1			
Accoppiamento elettromagnetico (sezionatore di terra)				
- corrente induttiva nominale(A)	50		125	
- tensione induttiva nominale (kV)	1k		10	
Accoppiamento elettrostatico (sezionatore di terra)				
- corrente induttiva nominale (A)	0,4		5	
- tensione induttiva nominale (kV)	3		6	
Tensione di prova ad impulso atmosferico:				
- verso massa (kV)	650			
- sul sezionamento (kV)	750			
Tensione di prova a frequenza di esercizio:				
- verso massa (kV)	275			
- sul sezionamento (kV)	315			
Sforzi meccanici nominali sui morsetti:				
orizzontale longitudinale (N)	800			
- orizzontale trasversale (N)	250			
- verticale (N)	1000			
Tensione nominale di alimentazione:				
- motore (Vcc)	110			
- circuiti di comando ed ausiliari (Vcc)	110			
- resistenza di riscaldamento (Vca)	230			
Assorbimento massimo complessivo dei motori di comando di ciascun sezionatore	2			
Tempo di apertura/chiusura (s)	≤15			

Tabella 16: sezionatori orizzontali a 150 kV

2. 39.4 Sezionatori verticali a tensione nominale 145-170 kV

Codifica Terna	Y22/2	Y22/4
Salinità di tenuta a 98 kV (kg/m3)	56	
Tensione nominale (kV)	170	
Corrente nominale (A)	2000	
Frequenza nominale (Hz)	50	
Corrente nominale di breve durata:		
- valore efficace (kA)	31,5	40
- valore di cresta (kA)	80	100
Corrente nominale commutazione di sbarra (A)	1600	
Tensione nominale commutazione di sbarra (V)	100	
Durata ammissibile della corrente di breve durata (s)	1	
Tensione di prova ad impulso atmosferico:		
- verso massa (kV)	650	
- sul sezionamento (kV)	750	
Tensione di prova a frequenza di esercizio:		
- verso massa (kV)	275	
- sul sezionamento (kV)	315	
Sforzi meccanici nominali sui morsetti:		
- orizzontale longitudinale (N)	1250	
- orizzontale trasversale (N)	400	
- verticale (N)	1000	
Tensione nominale di alimentazione:		
- motore (Vcc)	110	
- circuiti di comando ed ausiliari (Vcc)	110	
- resistenza di riscaldamento (Vca)	230	
Assorbimento massimo complessivo dei motori di comando (kW)	2	
Tempo di apertura/chiusura (s)	≤15	
Zona di contatto X/Y/Z (mm)	150/150/150	

Tabella 17: sezionatori verticali a 150 kV

2. 39.5 Sezionatori terra sbarre a tensione nominale 145-170 kV

Codifica Terna	Y23/1	Y23/2
Tensione nominale (kV)	170	
Frequenza nominale (Hz)	50	
Corrente nominale di breve durata:		
- valore efficace (kA)	31,5	40
- valore di cresta (kA)	80	100
Durata ammissibile della corrente di breve durata (s)	1	
Tensione di prova ad impulso atmosferico verso massa (kV)	650	
Tensione di prova a frequenza di esercizio verso massa (kV)	275	
Sforzo meccanico orizzontale trasversale nom. sui morsetti (N)	600	
Tensione nominale di alimentazione:		
- motore (Vcc)	110	
- circuiti di comando ed ausiliari (Vcc)	110	
- resistenza di riscaldamento (Vca)	230	
Assorbimento massimo complessivo dei motori di comando (kW)	2	
Tempo di apertura/chiusura (s)	≤15	

Tabella 18: sezionatori di terra a 150 kV

2. 39.6 Sezionatori orizzontali a tensione nominale 145-170 kV senza lame di terra

Codifica Terna	Y24/2	Y24/4
Salinità di tenuta a 98 kV (kg/m ³)	56	
Tensione nominale (kV)	170	
Corrente nominale (A)	2000	
Frequenza nominale (Hz)	50	
Corrente nominale commutazione di sbarra (A)	1600	
Tensione nominale commutazione di sbarra (V)	100	
Corrente nominale di breve durata:		
- valore efficace (kA)	31,5	40
- valore di cresta (kA)	80	100
Durata ammissibile della corrente di breve durata (s)	1	
Tensione di prova ad impulso atmosferico		
- verso massa (kV)	650	
- sul sezionamento (kV)	750	
Tensione di prova a frequenza di esercizio:		
- verso massa (kV)	275	
- sul sezionamento (kV)	315	
Sforzi meccanici nominali sui morsetti:		
- orizzontale longitudinale (N)	800	
- orizzontale trasversale (N)	250	
- verticale (N)	1000	
Tensione nominale di alimentazione:		
- motore (Vcc)	110	
- circuiti di comando ed ausiliari (Vcc)	110	
- resistenza di riscaldamento (Vca)	230	
Assorbimento massimo complessivo dei motori di comando (kW)	2	
Tempo di apertura/chiusura (s)	≤15	

Tabella 19: sezionatori orizzontali a 150 kV con lame di terra

2. 39.7 Trasformatori di corrente a tensione di esercizio 150 kV

Terna Type	T37 – T38	
GRANDEZZE NOMINALI		
Corrente termica di breve durata (I _{th})	(kA)	40
Tensione nominale (U _m)	(kV)	170
Frequenza nominale	(Hz)	50
Rapporto di trasformazione nominale:	(A/A)	400/5 800/5
Numero di nuclei	(n)	3
Corrente termica nominale permanente	(A)	1,2 I _p
Corrente termica nominale di emergenza 1 h	(A)	1,5 I _p
Corrente dinamica nominale (I _{dyn})	(p.u.)	2,5 I _{th}
Resistenza secondaria II e III nucleo a 75°C	(Ω)	≤ 0,4
Prestazioni e classi di precisione:	(VA/Cl.)	30/0,2 50/0,5
Fattore di sicurezza (I nucleo)	-	≤ 10
Tensione di tenuta a impulso atmosferico	(kV)	850
Tensione di tenuta a frequenza industriale	(kV)	360
Tensione di tenuta a impulso di manovra	(kV)	-

Tabella 20: TA a 150 kV

2. 39.8 TRASFORMATORI DI TENSIONE CAPACITIVI

GRANDEZZE NOMINALI				
Codice TERNA	Y41/1	Y43/1	Y46/1	Y44/1
Tensione primaria nominale [kV]	380 /√3	220 /√3	150 /√3	132 /√3
Tensione secondaria nominale [V]	100 /√3			
Frequenza nominale [Hz]	50			
Prestazione nominale e classe di precisione [VA/Cl.]	50/0,2 – 75/0,5 – 100/3P			
Capacità nominale [pF]	4000÷10000			
Tensione massima per l'apparecchiatura [kV]	420	245	170	145
Tensione di tenuta a frequenza industriale [kV]	630	460	325	275
Tensione di tenuta ad impulso atmosferico [kV]	1425	1050	750	650
Tensione di tenuta ad impulso di manovra [kV]	1050	-	-	-
Carico di tenuta meccanica sui terminali AT [N]	3000	2500	2000	2000
Carico di tenuta meccanica sulla flangia [N]	-	-	4000	4000

Tabella 21: TV capacitivi

2.39.9 TRASFORMATORI DI TENSIONE INDUTTIVI

2.39.9.1 Trasformatori di tensione induttivi con un avvolgimento secondario

GRANDEZZE NOMINALI				
Codice TERNA	Y41/2	Y43/2	Y46/2	Y44/2
Tensione primaria nominale [kV]	380 /√3	220 /√3	150 /√3	132 /√3
Tensione secondaria nominale [V]	100 /√3			
Numero avvolgimenti secondari [n]	1			
Frequenza nominale [Hz]	50			
Prestazione nominale e classe di precisione [VA/Cl.]	50/0,2			
Tensione massima per l'apparecchiatura [kV]	420	245	170	145
Tensione di tenuta a frequenza industriale [kV]	630	460	325	275
Tensione di tenuta ad impulso atmosferico [kV]	1425	1050	750	650
Tensione di tenuta ad impulso di manovra [kV]	1050	-	-	-
Carico di tenuta meccanica sui terminali AT [N]	3000	2500	2000	2000

Tabella 22: TV induttivi

2.39.9.2 Trasformatori di tensione induttivi con due avvolgimenti secondari

GRANDEZZE NOMINALI				
Codice TERNA	Y41/3	Y43/3	Y46/3	Y44/3
Tensione primaria nominale [kV]	380 /√3	220 /√3	150 /√3	132 /√3
Tensione secondaria nominale [V]	100 /√3			
Numero avvolgimenti secondari [n]	2			
Frequenza nominale [Hz]	50			
Prestazione nominale e classe di precisione secondario di misura [VA/Cl.]	50/0,2			
Prestazione nominale e classe di precisione secondario di misura e protezione [VA/Cl.]	75/0,5 – 100/3P			
Tensione massima per l'apparecchiatura [kV]	420	245	170	145
Tensione di tenuta a frequenza industriale [kV]	630	460	325	275
Tensione di tenuta ad impulso atmosferico [kV]	1425	1050	750	650
Tensione di tenuta ad impulso di manovra [kV]	1050	-	-	-
Carico di tenuta meccanica sui terminali AT [N]	3000	2500	2000	2000

Tabella 23: TV induttivi con due secondari

2.39.9.3 SCARICATORI

Valori nominali

Tipo Terna	Y56	Y57	Y58	Y59
Tensione della rete 50Hz	380 kV (420 kV)	220 kV (245 kV)	132 kV (145 kV)	150 kV (170 kV)
Tensione servizio continuo U _c	265 kV	156 kV	94 kV	108 kV
Max tensione temporanea 1 s	366 kV	219 kV	132 kV	156 kV
Max tensione residua con impulsi atmosferici (20 kA - 8/20 μ s)	830 kV	520 kV	-	-
Max tensione residua con impulsi atmosferici (10 kA - 8/20 μ s)	-	-	336 kV	396 kV
Max tensione residua con impulsi fronte ripido (20 kA - 1 μ s)	955 kV	600 kV	-	-
Max tensione residua con impulsi fronte ripido (10 kA - 1 μ s)	-	-	386 kV	455 kV
Max tensione residua con impulsi manovra (30/60 μ s)	2000 A: 720 kV	2000 A: 440 kV	1000 A: 270 kV	1000 A: 318 kV
Classe di scarica della linea (IEC)	4	4	3	3
Corrente nominale scarica	20 kA	20 kA	10 kA	10 kA
Valore di cresta impulsi forte corrente	100 kA	100 kA	100 kA	100 kA
Corrente nominale di corto circuito	63 kA	50 kA	40 kA	40 kA

Tabella 24: SPD

2.39.9.4 BATTERIE DI CONDENSATORI PER RIFASAMENTO

Caratteristiche Tecniche

BATTERIA			
Tipo	Per esterno		
Montaggio	- A livello del terreno (con barriere) - Rialzata (con sostegni)		
Connessione	A stella, con neutro francamente a terra		
Frequenza nominale (Hz)	50		
Potenza nominale (MVar)	54	80	
Tolleranza sulla potenza nominale %	-0 ÷ +5		
Tensione nominale (kV)	132	150	220
Tensione massima per il componente (kV)	145	170	245
Tensione di tenuta ad impulso atmosferico (kV)	650	750	1050
Tensione di breve durata a frequenza nominale (kV)	275	325	460
Codice TERNA	A40	A30	A20

Tabella 25: Batterie di condensatori

UNITA' CAPACITIVA	
Tipo	Per esterno, ad uno o due terminali
Dielettrico	A scelta del costruttore
Contenitore	- Metallico
Classe di temperatura	-25/A

Tabella 26: caratteristiche dei condensatori

SEZIONATORE DI TERRA			
Tipo	Per esterno, a comando manuale		
Tensione nominale (kV)	145	170	245
Corrente nominale di breve durata:			
Valore efficace (kA)	40		
Valore di cresta (kA)	100		
Durata ammissibile della corrente di breve durata (s)	1		
Tensione nominale di alimentazione			
Circuito di comando e ausiliari (V c.c.)	110		
Circuito di di anticondensa e riscaldamento (V c.a.)	230		

Tabella 27: sezionatori di terra