

IMPIANTO DI RETE PER LA CONNESSIONE ALLA TENSIONE DI 20 kV PER UNA POTENZA IN IMMISSIONE DI 5999 KW

**REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA CABINA DI CONSEGNA
COLLEGATA IN ANTENNA DA CABINA PRIMARIA AT/MT "ROSETO"
PER IMPIANTO FOTOVOLTAICO SITO NEL COMUNE DI ATRI (TE)
64032 IN LOC STRACCA**

PROGETTO DEFINITIVO

DENOMINAZIONE ELABORATO:

RELAZIONE TECNICA OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE

IDENTIFICAZIONE ELABORATO

Livello progettazione	Cod. Rintracciabilità	Tipo docum.	N° elaborato	N° foglio	Tot. fogli	NOME FILE	DATA	SCALA
PD	221461413		0A			0A.Relazione tecnica.pdf	Dicembre 19	--

REVISIONI

REV	REV	DESCRIZIONE	ESEGUITO	VERIFICATO	APPROVATO
01	01	prescrizione e-distribuzione per montaggio elettromeccanico cabina con scomparti DY900	29/01/2020	29/01/2020	29/01/2020

Progettazione

SOLENA Srl

Via Faldella,68-13044 Crescentino (VC)

PIVA 02462090024. Tel. 3318162045

Ing. Giorgio Salvatore Loccisano

Ord. Ing. Reggio Calabria N. 1656



Gestore Rete Elettrica

e-distribuzione

Infrastrutture e Reti Italia

Macro Area Territoriale Centro

Distribuzione Territoriale

Rete Lazio Abruzzo Molise

Richiedente

NextEnergy Capital Italia S.r.l.

Milano (MI) Via Orefici n° 2, CAP 20123

Partita IVA 09562920968

PEC: nextenergycapitalitalia-srl@legalmail.it

Addendum all'elaborato **Atri-rete0A - Relazione tecnica.pdf** riportante le prescrizioni indicate nella Validazione Progetto Definitivo dell'impianto di produzione alla rete di e-distribuzione - DIVISIONE INFRASTRUTTURE E RETI da realizzarsi in Località Stracca, n° SNC Comune Atri, relativamente alla pratica 221461413. Prot. E-Distribuzione ED-29-01-2020-P0563776

Prescrizione: montaggio elettromeccanico cabina con scomparti DY900

3.2.2 Cabina di consegna – locale consegna

Il locale consegna conterrà gli scomparti conformi alla “Guida per la connessione alla rete elettrica di Enel Distribuzione” ed al progetto di unificazione di Enel Distribuzione. Essi saranno del tipo N° 1 scomparto linea “SL” che collega la suddetta cabina di consegna alla CP “ROSETO” e N°1 scomparto “SC” di partenza per il cavo MT d'alimentazione dell'impianto d'utente. Tali scomparti saranno conformi alle seguenti specifiche di Enel Distribuzione:

Gli organi di manovra dello scomparto di linea saranno costituiti da

- Quadro in SF6 (con interruttore) 2LEi+1T (DY900)

Le apparecchiature elettriche di manovra sono di tipo prefabbricato con involucro metallico collegato a terra. Le distanze e la tenuta dell'isolamento sono dimensionati con riferimento alla tensione nominale di 20 kV (tensione massima 24 kV per i componenti del sistema).

Le apparecchiature sono costituite da un quadro isolato in SF6, conforme alla specifica tecnica ENEL DISTRIBUZIONE DY900.

In particolare, lo scomparto di linea sarà equipaggiato con i seguenti componenti

Quadro in SF6 (con interruttore) 2LEi+1T (DY900),

Quadri di MT isolati in SF6 a comando motorizzato - 24kV 630A 16 kA

DY 900/1 - 2LEi+1T : Matricola 16 21 05

LE1 = Linea con comando motorizzato: Arrivo linea CP Roseto

LE2 = Linea con comando motorizzato: Partenza utente

1T = protezione trasformatore MT/bt.

SOLENA Srl
Via Faldella, 68-13044 Crescentino (VC)
PIVA 02462090024. Tel. 3318162045
Ing. Giorgio Salvatore Loccisano
Ord. Ing. Reggio Calabria N. 1656



IMPIANTO DI RETE PER LA CONNESSIONE ALLA TENSIONE DI 20 kV
PER UNA POTENZA IN IMMISSIONE DI 5999 KW

REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA CABINA DI CONSEGNA
COLLEGATA IN ANTENNA DA CABINA PRIMARIA AT/MT "ROSETO"
PER IMPIANTO FOTOVOLTAICO SITO NEL COMUNE DI ATRI (TE)
64032 IN LOC STRACCA

PROGETTO DEFINITIVO

DENOMINAZIONE ELABORATO:

RELAZIONE TECNICA OPERE DI
CONNESSIONE ALLA RETE

IDENTIFICAZIONE ELABORATO

Livello progettazione	Cod. Rintracciabilità	Tipo docum.	N° elaborato	N° foglio	Tot. fogli	NOME FILE	DATA	SCALA
PD	221461413		0A			0A.Relazione tecnica.pdf	Dicembre 19	--

REVISIONI

REV	REV	DESCRIZIONE	ESEGUITO	VERIFICATO	APPROVATO

Progettazione

SOLENA Srl
Via Faldella,68-13044 Crescentino (VC)
PIVA 02462090024. Tel. 3318162045
Ing. Giorgio Salvatore Loccisano
Ord. Ing. Reggio Calabria N. 1656



Gestore Rete Elettrica

e-distribuzione
Infrastrutture e Reti Italia
Macro Area Territoriale Centro
Distribuzione Territoriale
Rete Lazio Abruzzo Molise

Richiedente

NextEnergy Capital Italia S.r.l.
Milano (MI) Via Orefici n° 2, CAP 20123
Partita IVA 09562920968
PEC: nextenergycapitalitalia-srl@legalmail.it

		Elab 10	
	Titolo: Relazione tecnica opere di connessione	REV. 00 11/2019	Pag.1 di 33

INDICE

1. PREMESSA

2. GENERALITA'

3. CARATTERISTICHE TECNICHE

3.1 Generalità

3.2 Caratteristiche elettromeccaniche

3.2.1 Collegamento tra la cabina di consegna e la C.P. "ROSETO"

3.2.1.1 Prescrizioni tecniche per la posa interrata del cavo MT

3.2.2 Cabina di consegna - locale consegna

3.2.3 Cabina di consegna – locale misure

3.2.4 Cabina utente

3.2.4.1 Quadri MT della cabina utente

3.2.4.2 Servizi ausiliari della cabina utente

3.2.5 Cavidotto interrato MT dell'impianto di utenza

3.2.5.1 Dimensionamento elettrico

3.2.5.2 Prescrizioni tecniche per la posa del cavo MT

3.2.6 Apparecchiature elettriche della torre eolica

4. OPERE CIVILI E IMPIANTI

4.1 Cabina di consegna, cabina utente – caratteristiche dell'edificio

4.2 Cabina di consegna, cabina utente - impianto luce e F.M.

4.3 Impianto di Terra

4.3.1 Impianto di terra della cabina di consegna e cabina utente

4.3.2 Collegamenti di messa a terra degli schermi dei cavi MT

5. RIFERIMENTI NORMATIVI, LEGGI E PRESCRIZIONI

		Elab 10	
	Titolo: Relazione tecnica opere di connessione	REV. 00 11/2019	Pag.2 di 33

1. PREMESSA

Il presente documento è parte integrante del progetto definitivo redatto per la realizzazione della connessione elettrica alla rete di Enel Distribuzione SpA, in riferimento all'impianto di produzione di energia elettrica da fonte Solare, da realizzarsi nel Comune di ATRI (TE) per una potenza in immissione richiesta di 5999 kW sito in Località Stracca, SNC - Atri. ed identificato attraverso codice di rintracciabilità Enel n. 221461413.

2. GENERALITA'

La presente relazione indica i criteri per la realizzazione dell'impianto di rete e di utenza in riferimento all'impianto di produzione di energia elettrica attraverso fonte Solare, da realizzarsi nel Comune di Atri (TE), da connettere alla rete MT di ENEL Distribuzione SpA., mediante realizzazione di una nuova cabina di consegna MT, collegata in antenna da cabina primaria esistente AT/MT ROSETO di proprietà di Enel Distribuzione. L'opera è parte integrante del progetto di realizzazione della centrale di produzione di energia elettrica da fonte Solare, che la società richiedente Next Energy Capital Italia s.r.l. intende realizzare nel Comune indicato.

L'impianto, nel suo complesso, può essere suddiviso nelle seguenti distinte sezioni:

a) Parco Fotovoltaico

Il parco fotovoltaico da realizzare prevede la gestione di cabine inverter con connessione ad anello alla cabina di consegna. L'impianto di produzione prevede l'utilizzo di Sistemi di Accumulo bidirezionali a batterie di litio - ESS, lato produzione, con connessione lato corrente continua, alimentati dall'impianto di produzione e tramite rete del Distributore.

b) Cabina di consegna e cabina utente

Prima di essere immessa in rete, l'energia transita attraverso la Cabina Produttore e successivamente attraverso la cabina di consegna. Queste due cabine saranno ubicate esternamente ed in adiacenza alla recinzione delimitante l'impianto di produzione. Le suddette cabine saranno installate all'interno del Foglio 2 – Particella 59 – Comune di Atri (TE), consentendo l'accesso agli addetti Enel alla cabina di consegna.

d) Collegamento MT tra la cabina di consegna ed il quadro MT della CP esistente

L'energia prodotta dal campo Solare viene immessa in rete attraverso una linea dedicata esercita a 20 kV, come da preventivo di e-distribuzione, così composta:

- Linea Cavo Aereo: m. 380
- Linea Interrata su Terreno: m. 730
- Linea Interrata su Asfalto: m. 1200.

		Elab 10	
	Titolo: Relazione tecnica opere di connessione	REV. 00 11/2019	Pag.3 di 33

e) Punto di Consegna dell'impianto

La connessione in antenna alla rete di distribuzione MT 20 kV mediante stallo dedicato, costituente l'impianto di rete, si realizza attraverso una nuova linea afferente alle sbarre del Quadro MT esistente della CP 150/20kV "ROSETO", di proprietà di ENEL Distribuzione S.p.A.

Il Punto di consegna è ubicato nell'impianto di rete per la connessione ed è definito dai morsetti a valle del dispositivo di sezionamento di ENEL Distribuzione che alimenta l'impianto Utente, cui si attesta il terminale del cavo di collegamento; esso costituisce il confine funzionale e di proprietà tra impianto di rete per la connessione, di competenza di ENEL Distribuzione, e impianto di utenza di competenza dell'Utente.

Nella tavole grafiche allegate al progetto è riportata l'ubicazione della cabina di consegna, della cabina utente e del punto di connessione alla rete di Enel Distribuzione.

3. CARATTERISTICHE TECNICHE

3.1 Generalità

La cabina di consegna ubicata nel Comune di Atri (TE), sarà predisposta per essere asservita all'impianto di produzione.

Detta cabina di consegna esercita a 20 kV sarà collegata alle sbarre del quadro MT dell'esistente CP di Roseto, attraverso un nuovo cavidotto costituito da un cavo interrato $3 \times 1 \times 185 \text{ mm}^2$ 20 kV, con conduttore in alluminio di lunghezza complessiva 1930 m e da un cavo aereo $3 \times 150 + 95 \text{ mm}^2$ per una lunghezza di 380 m.

La cabina di consegna sarà conforme alla specifica Enel DG2092 Rev.02 – Luglio 2011 e pertanto costituita da due locali distinti:

- locale consegna, con accesso riservato ad Enel Distribuzione, che conterrà uno scomparto d'arrivo dei cavi MT dalla CP di Enel Distribuzione ed uno scomparto di partenza per il cavo d'alimentazione dell'impianto d'utente. Tale locale sarà allestito da Enel Distribuzione in un locale messo a disposizione dal cliente;
- locale misure, contenente l'insieme del gruppo di misura dell'energia elettrica di scambio con la rete M1. Tale locale sarà caratterizzato da un unico accesso praticato sulla strada attraverso cui accederanno sia il Distributore sia l'Utente.

In posizione adiacente alla cabina di consegna sarà installata la cabina utente, con accesso riservato alla società richiedente, contenente le apparecchiature di protezione e manovra, costituite dal dispositivo generale "DG" e dal dispositivo d'interfaccia "DI" per la connessione dell'impianto utente, il trasformatore ed il quadro dei servizi ausiliari SA.

La cabina di consegna sarà collegata elettricamente alla cabina utente attraverso un cavo il più corto

		Elab 10	
	Titolo: Relazione tecnica opere di connessione	REV. 00 11/2019	Pag.4 di 33

possibile (massimo 20 m) di tipo Al 3x1x185 mm², con tensione nominale 20 kV allestito dal Cliente.

Il posizionamento catastale della cabina di consegna e della cabina utente è riportato nelle tavole grafiche allegate.

I dati generali utilizzati per il dimensionamento dell'impianto sono riportati nella tabella che segue:

Caratteristiche elettriche del sistema:

Tensione di esercizio del sistema:	20	kV
Tensione massima del Sistema per l'isolamento:	24	kV
Frequenza nominale:	50	Hz
Tensione di tenuta a frequenza industriale:	50	kV
Tensione di tenuta ad impulso atmosferico (1,2/50µs):	125	kV
Corrente di corto circuito di breve durata (1 s)	12,5	kA
Corrente di guasto monofase a terra	50	A

Condizioni Ambientali di riferimento

I componenti delle cabine sono stati dimensionati sulla base delle seguenti condizioni ambientali del sito di installazione:

Parametro	Valore	U.M.
Altitudine s.l.m.	≤ 1000	m
Temperatura ambiente (min/max)	-20 +40	°C
Umidità relativa max	100	%
Velocità max del vento	130	Km/h
Tenuta alle sollecitazioni sismiche	0.2	g

3.2 Caratteristiche elettromeccaniche

3.2.1 Collegamento tra la cabina di consegna e la C.P. "ROSETO"

All'interno dell'edificio quadri MT dell'esistente CP 20/150 kV "ROSETO", sarà allestito dall'Enel Distribuzione con onere a carico del produttore, un nuovo scomparto per la realizzazione del collegamento in antenna con la cabina di consegna. Tale scomparto MT sarà del tipo in lamiera zincata, con porte e pannelli frontali verniciati in grigio RAL 7035, conforme alle seguenti norme e disposizioni di legge:

		Elab 10	
	Titolo: Relazione tecnica opere di connessione	REV. 00 11/2019	Pag.5 di 33

- IEC 298 – 1990
- CEI 17-6 fascicolo 2056
- CENELEC HD 187 S5
- D.P.R. 547 e vigenti norme antinfortunistiche.

Tale scomparto sarà del tipo a tenuta di arco interno, al fine di garantire ulteriormente la sicurezza del personale, inoltre, sarà predisposto con interblocchi di sicurezza che garantiscono la sicurezza delle manovre.

All'interno del suddetto scomparto alloggeranno le apparecchiature MT necessarie per l'esercizio dell'impianto, che saranno conformi ai disegni unificati Enel.

Il suddetto collegamento avverrà:

per la parte interrata con un cavidotto posato su strada asfaltata (1200m) e su terreno naturale (730m) un'altra parte, e sarà realizzato, in conformità al preventivo di connessione emesso, con cavo conforme alla seguente tabella di unificazione di Enel Distribuzione:

- DC4385/2 matricola 332284, cavo 3x1x185 mm² tripolare cordato ad elica visibile per posa interrata con conduttore in alluminio, isolamento a spessore ridotto, schermo in tubo d'alluminio e guaina in PE (sigla di designazione: ARE4H5EX);
- DC 4677/2 matricola 359051, cavo a fibre ottiche multifibre, dielettrico, tamponato, per posa in tubazione, a 24 fibre sigla TOS4 24 4 (6SMR) T/EKE

Per la parte aerea, con cavo conforme alla seguente tabella di unificazione di Enel Distribuzione, nel rispetto delle norme CEI EN 50341-1 e CEI EN 50341-2-13:

- cavi di tipo tripolare ad elica avvolti su fune portante in acciaio di sezione 50 mm² e conduttori in alluminio
- Utilizzo del cavo ottico dielettrico autoportante (ADSS) con protezione alla penetrazione da pallini da caccia costituito da 24 fibre ottiche rispondenti alle caratteristiche previste dalla norma ITU-T/G.652 e alla specifica Enel DCFO01

3.2 Prescrizioni per linee aeree

3.2.1 Prescrizioni fondamentali

Una linea elettrica aerea deve essere progettata e costruita in modo che durante la sua vita prevista:

- assolva la sua funzione in un insieme di condizioni definite, con livelli accettabili di affidabilità ed in modo economico. Ciò si riferisce ad aspetti prescrittivi di affidabilità;
- sia progettata per evitare il cedimento progressivo (effetto a cascata) se si manifesta il cedimento di un componente definito. Ciò si riferisce ad aspetti prescrittivi di sicurezza funzionale
- non sia causa di lesioni e di perdite di vita umane durante la costruzione e la manutenzione. Ciò si riferisce ad aspetti prescrittivi di sicurezza per le persone.

		Elab 10	
	Titolo: Relazione tecnica opere di connessione	REV. 00 11/2019	Pag.6 di 33

Una linea aerea deve anche essere progettata, costruita e mantenuta con la dovuta cura per garantire la sicurezza del pubblico, la sua durabilità, la sua robustezza, la sua manutenibilità, ed il rispetto dell'ambiente e del paesaggio.

Le prescrizioni suddette devono essere attuate con un progetto e dettagli appropriati, scegliendo materiali adatti e specificando le procedure di controllo in fase di progetto, di produzione e costruzione attinenti al particolare progetto.

Le situazioni di progetto scelte devono essere, partendo da ipotesi di carico rappresentative, sufficientemente severe e variegate per inglobare tutte le condizioni che possono ragionevolmente essere attese durante la costruzione e la vita utile di progetto della linea aerea.

Le norme CEI EN 50341-1 e CEI EN 50341-2-13 prescrivono le modalità di progettazione, calcolo e collaudo per le linee aeree, secondo le distinte sollecitazioni che dette linee possano subire all'azione degli agenti atmosferici, delle sollecitazioni meccaniche ed elettriche.

3.2.1.1 Prescrizioni tecniche per la posa interrata del cavo MT.

Sollecitazioni meccaniche

Le prescrizioni contenute nella norma CEI 11-17 Ed.III art. 4.3.04 riportano le regole da rispettare durante l'attività di posa del cavo. Esse definiscono che le sollecitazioni di trazione da imporre al cavo durante la posa, devono essere applicate non ai rivestimenti protettivi di cui è dotato il cavo stesso, bensì unicamente ai conduttori. Per un conduttore in alluminio di sezione $3 \times 1 \times 185 \text{ mm}^2$ lo sforzo di trazione massimo consentito non deve essere superiore ai seguenti valori:

$$50 \text{ N/mm}^2 \rightarrow 27750 \text{ N}$$

Pertanto quando la posa del cavo viene eseguita mediante un argano idraulico occorrerà prevedere l'utilizzo di un dispositivo dinamometrico per l'impostazione ed il controllo del tiro, nonché un freno ad intervento automatico. Inoltre durante l'applicazione di tale sollecitazione di trazione, occorre prevedere l'utilizzo di sistemi che possano impedire rotazioni del cavo intorno al proprio asse. Pertanto per realizzare la posa conformemente a tale prescrizione, occorrerà interporre tra la testa del conduttore del cavo e la fune di tiro, un dispositivo d'ancoraggio realizzato attraverso un giunto snodabile, indispensabile per evitare che sul cavo si trasmetta la sollecitazione di torsione che si sviluppa sulla fune traente.

Raggi di curvatura

L'articolo 4.03.03 della norma CEI 11-17 Ed.III, riporta il valore dei raggi di curvatura minimi da rispettare nella posa del cavo, per impedire l'insorgere di deformazioni permanenti al cavo stesso che possano compromettere l'affidabilità in esercizio. Indicato con D =diametro esterno del cavo, per la formazione in oggetto $3 \times 1 \times 185 \text{ mm}^2$ il valore minimo del raggio di curvatura, misurato sulla generatrice interna dei cavi, da rispettare nella posa è:

		Elab 10	
	Titolo: Relazione tecnica opere di connessione	REV. 00 11/2019	Pag.7 di 33

$$14D \rightarrow 0,70 \text{ m}$$

In cui D è il diametro esterno del cavo. Nel caso di cavi multipolari costituiti da più cavi unipolari cordati ad elica visibile il diametro D da prendere in considerazione è quello pari a 1,5 volte il diametro esterno del cavo unipolare di maggiore diametro. La sezione del cavidotto è riportata nella tavole grafiche allegate, le principali proprietà sono le seguenti:

- Posa: cavidotto interrato in strada asfaltata pubblica e su terreno naturale (strada sterrata privata);
- Tipologia di posa: in tubo protettivo interrato (N – CEI 11.17);
- Cavo: Tripolare ad elica visibile (E1 – CEI UNEL 35027)
- Profondità di posa: CEI 11.17

3.2.2 Cabina di consegna – locale consegna

Il locale consegna conterrà gli scomparti conformi alla “Guida per la connessione alla rete elettrica di Enel Distribuzione” ed al progetto di unificazione di Enel Distribuzione. Essi saranno del tipo N° 1 scomparto linea “SL” che collega la suddetta cabina di consegna alla CP “ROSETO” e N°1 scomparto “SC” di partenza per il cavo MT d'alimentazione dell'impianto d'utente. Tali scomparti saranno conformi alle seguenti specifiche di Enel Distribuzione:

- Scomparto linea “SL”: ENEL DY 800/116 – matr.162410
- Scomparto consegna “SC”: Enel DY 803M/316 – Matr. 162317

Lo scomparto linea DY 800/116, sarà equipaggiato con i seguenti componenti elettrici:

- Interruttore isolato in vuoto, a comando elettrico motorizzato;
- Sezionatore isolato in SF6;
- $I_k=16 \text{ kA}$

		Elab 10	
	Titolo: Relazione tecnica opere di connessione	REV. 00 11/2019	Pag.8 di 33

Tale scomparto, inoltre, sarà equipaggiato con il dispositivo di Rilevatore di Guasto Direzionale e di Assenza di Tensione (RGDAT), conforme alla specifica Enel DY1059, interconnesso all'UP, Unità periferica di telecontrollo, fornita conforme alla specifica tecnica DX1215, elemento necessario per l'implementazione dell'algoritmo di controllo dello stato, monitoraggio guasti e gestione automatica del telecontrollo della rete MT di Enel Distribuzione.

Lo scomparto consegna DY803M/316, conterrà i TV e TA necessari al funzionamento del sistema di misura dell'energia elettrica scambiata con la rete (contatore M1).

Il locale consegna è ceduto dal proponente in uso esclusivo e a titolo gratuito ad Enel Distribuzione fino a quando resterà in essere il collegamento elettrico. In detto locale Enel potrà installare tutte le apparecchiature e gli organi di manovra, da considerarsi asservite all'impianto di Rete per la connessione, ritenute necessarie al corretto funzionamento del nodo di connessione e al collegamento dell'impianto d'Utente anche in relazione alle evoluzioni tecnologiche.

3.2.3 Cabina di consegna – locale misure

Il locale misure inserito nella cabina di consegna, contiene l'insieme delle apparecchiature indicate con M1 (Contatore di energia di scambio).

I TA e TV per il rilievo delle grandezze per M1, sono quelli appartenenti al progetto di unificazione di Enel. Il contatore M1 dovrà essere fornito completo di sistema per la tele-lettura in accordo alle specifiche di Enel Distribuzione; inoltre tale contatore sarà sottoposto al regime UTF per la certificazione dell'Agenzia delle Dogane.

3.2.4 Cabina Utente

La cabina utente sarà collegato alla cabina di consegna con un cavo di sezione 185 mm² di rame di lunghezza massima 20 metri.

All'interno della cabina utente saranno installati i quadri MT contenenti le apparecchiature elettromeccaniche necessarie per il funzionamento del sistema, il trasformatore connesso al quadro in BT per l'alimentazione dei servizi ausiliari per il funzionamento della cabina di consegna e cabina utente, dotato di gruppo UPS, per garantire l'alimentazione in emergenza delle protezioni in conformità alla CEI 0-16. Sui suddetti quadri saranno installati il sistema di protezione generale "SPG" al quale è demandato il funzionamento del dispositivo generale "DG" ed il sistema di interfaccia "SPI" al quale è demandato il funzionamento del dispositivo d'interfaccia "DI".

		Elab 10	
	Titolo: Relazione tecnica opere di connessione	REV. 00 11/2019	Pag.9 di 33

3.2.4.1 Quadri MT della cabina utente

I quadri e le apparecchiature di fornitura devono essere progettati, prodotti e testati in conformità con le norme CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano) e IEC (Commissione Elettrotecnica Internazionale) rispettivamente in vigore e, in particolare, con le seguenti norme:

Quadri	CEI EN 60298 (fascicolo 4973); IEC 62271-200
Interruttori	CEI 17-1 (fascicolo 1375); IEC 62271-100
Sezionatori	CEI 17-4; CEI EN 60694; IEC 60129; IEC 60694 (IEC 62271-102)
I.M.S.	CEI 17/9-1 CEI EN 60694 ; IEC 60265-1 IEC 60694 (IEC 62271-103/105)
Fusibili	CEI EN 60282-1 ; IEC 60282-1

In funzione delle proprietà del sistema elettrico in oggetto, il presente progetto è stato sviluppato prevedendo un DG (Dispositivo Generale) coincidente con il DI (dispositivo Interfaccia), scelta progettuale tecnica compatibile con le prescrizioni della alla norma CEI 0-16.

Il sistema di protezione generale “SPG” al quale è demandato il funzionamento del dispositivo generale “DG” è composto dai seguenti componenti:

- Relè di protezione 50-51-50N-67N, con relativa alimentazione;
- N° 2 trasformatori amperometrici TA per la protezione della massima corrente di fase, con caratteristiche 200/1A – 10VA – 5P30;
- N° 1 trasformatore di corrente TA toroidale per la protezione contro i guasti a terra, con caratteristiche 100/1A – 1VA – 5P20 classe di precisione conforme alla CEI 0-16;
- N° 3 trasformatori di tensione TV fase-terra per la protezione direzionale, con caratteristiche 50 VA – classe (0,5- 3P), fattore di tensione 1,9 per 30 s, valore di induzione di lavoro non superiore a 0,7T, rapporto di trasformazione tale da produrre una tensione secondaria sul circuito del triangolo aperto uguale a 100V in caso di guasto monofase franco a terra sulla rete MT.

Oltre il suddetto “SPG”, i quadri d’utenza conterranno anche il dispositivo “SPI” (Sistema di protezione d’Interfaccia), al quale è demandato il funzionamento del dispositivo d’interfacciaia “DI”, in accordo a quanto prescritto dalla norma CEI 11.20, alla Guida per le connessioni alla rete elettrica di Enel Distribuzione”, nonché alla norma CEI 0-16 e equipaggiato con i seguenti componenti a relè:

- 59: massima tensione
- 27: minima tensione
- 81>: massima frequenza
- 81>: minima frequenza
- 59Vo: Massima tensione residua
- 59Vi: massima tensione sequenza inversa
- 27 Vd: minima tensione sequenza diretta

		Elab 10	
	Titolo: Relazione tecnica opere di connessione	REV. 00 11/2019	Pag.10 di 33

Per il funzionamento del "SPI" sarà installato all'interno dello scomparto misure N° 2 TV f-f dalle seguenti caratteristiche: 20000/100V – 30VA - Cl.0,2 – 3P – fatt. di tensione 1,2 per 30s.

Le impostazioni delle tarature delle suddette apparecchiature di protezione SPG ed SPI derivano dalle prescrizioni indicate dalla norma CEI 0-16 e dal regolamento di esercizio da sottoscrivere con Enel Distribuzione tali impostazioni saranno definite con Enel Distribuzione in funzione delle esigenze tecniche della rete MT.

I quadri utente saranno equipaggiati con interruttori sezionatori, ed IMS isolati in gas SF6

Le proprietà elettriche dei suddetti quadri sono:

- tensione nominale 24 kV;
- corrente nominale delle sbarre principali 400A
- corrente nominale ammissibile di breve durata 12,5 kA (1s)
- corrente termica nominale interruttori 630A
- corrente termica nominale sezionatori ed IMS 400A

Tali scomparti saranno equipaggiati in conformità alla CEI 0-16 e realizzati secondo la composizione modulare indicata nello schema elettrico unifilare.

3.2.4.2 Servizi ausiliari della cabina utente

La cabina utente sarà caratterizzata dall'installazione di un trasformatore per l'alimentazione dei servizi ausiliari delle utenze in bassa tensione presenti in tutte le aree della cabina utente e della cabina di consegna.

Lo scomparto MT d'alimentazione del trasformatore dei servizi ausiliari conterrà tutte le apparecchiature di protezione e sezionamento della suddetta macchina norme CEI EN 60129 – CEI EN 60265 (IMS combinato con fusibili di protezione).

Il Trasformatore dei servizi ausiliari sarà di potenza nominale 10 kVA, $20 \pm 2 \times 2,5\% / 0,4$ kV, 50Hz, isolamento in resina, raffreddamento AN, gruppo Dyn11, tensione di corto circuito 4%.

Esso sarà posizionato all'interno del locale utente; tale trasformatore, in conformità alla norma CEI 99-2-1, sarà rinchiuso all'interno di una griglia metallica IP>1XB ed altezza minima 1,8m, avente lo scopo di impedire i contatti diretti. Le dimensioni ed il posizionamento di tale griglia di protezione sono riportati nell'elaborato allegato. Sarà installato un quadro d'alimentazione BT (quadro SA), grado di protezione minimo IP30, per la distribuzione in corrente alternata, contenente tutte le apparecchiature di protezione e sezionamento dell'impianto in BT relativo ai servizi ausiliari.

Tale quadro dovrà essere realizzato in conformità allo schema elettrico riportato.

In conformità alla CEI 0-16 il sistema di protezione SPG/SPI sarà alimentato attraverso un UPS tipologia Online a doppia conversione, di tipo monofase e di potenza 5 kVA, alimentato dal suddetto quadro dei servizi ausiliari di cabina.

		Elab 10	
	Titolo: Relazione tecnica opere di connessione	REV. 00 11/2019	Pag.11 di 33

3.2.5 Cavidotto interrato dell'impianto di utenza

In tale paragrafo si tratta il cavidotto interrato esercito a 20 kV collegante lo scomparto di media tensione della cabina di consegna alla cabina primaria "ROSETO".

3.2.5.1 Dimensionamento elettrico

Nel seguito si elencano i parametri elettrici del suddetto collegamento elettrico:

- Cavo: 3x1x185 mm² sigla RG7H1OR 12/20 kV
- Tipologia del sistema: trifase;
- Frequenza: 50 Hz;
- Tensione nominale: 20 kV;
- Tensione massima del sistema: 24 kV;
- Massima durata permessa di funzionamento per ogni singolo caso di funzionamento con una fase a terra, per ciascun guasto a terra: Categoria A fino ad 8 ore;
- Tensione nominale di riferimento per l'isolamento a frequenza d'esercizio tra un conduttore isolato qualsiasi e la terra: $U_0 = 12$ kV;
- Modalità di posa: in tubo interrato – N (CEI 11.17)

Per la determinazione della portata del cavo si è fatto riferimento alla seguente condizione operativa definita dalla norma CEI - Unel 35027:

- Profondità Posa: 0,8 m
- Temperatura del terreno di riferimento: 20°C
- Resistività termica del terreno: 1,5 Km/W

La modalità di posa impiegate nel suddetto calcolo relativamente alla sezione MT è quella standard indicata con E1 ed E2: cavo tripolare posato dentro un tubo il cui diametro esterno sarà $\Phi=160$ mm (superiore a 1,5 volte il diametro del cavo circoscritto).

La norma CEI EN 35027 definisce i criteri per la determinazione della portata dei cavi di energia con tensione nominale da 1kV a 30 kV.

La formula per il calcolo della portata è la seguente (CEI EN 35027):

$$I_Z = I_0 \times k$$

$$k = k_t \times K_d \times K_p \times K_r$$

		Elab 10	
	Titolo: Relazione tecnica opere di connessione	REV. 00 11/2019	Pag.12 di 33

I_0 = Portata definita dalle tabelle della norma CEI EN 35027, corrispondente a specificate condizioni di posa interrata;

K = coefficiente correttivo che tiene conto dell'effettiva condizione di posa

K_{tt} = coefficiente di correzione per temperatura del terreno diversa da 20 °C;

K_d = coefficiente di correzione per spaziatura 250 mm piuttosto che 70 mm, valido per cavi direttamente interrati;

K_p = coefficiente di correzione per valori di profondità di posa differenti da 0,8m

K_r = coefficiente di correzione per valori di resistività termica del terreno differenti da 1,5 Km/W

Per il cavidotto di media tensione costituente la connessione interrata tra l'utenza e la cabina primaria ROSETO, si adottano i valori riportati nella

“Tabella di sintesi calcolo elettrico”

In merito alla profondità di posa si rileva che la portata definita dalle tabelle della CEI 35027 si riferisce ad un valore di 0,8m, assumendo come riferimento il centro del tubo. Il cavidotto in oggetto è realizzato attraverso sezioni di scavo la cui composizione e dimensione dipende dal tipo di strada su cui è installato (vedi tavole grafiche allegate). Considerato che il diametro del tubo è 160 mm, si configurano due casi:

- Strada sterrata privata: profondità scavo - 0.8m → quota centro tubo = -0.72m;
- Strada asfaltata pubblica: profondità scavo -1.2m → quota centro tubo = -1.12m.

In corrispondenza di un tratto di collegamento realizzato in parte su strada asfaltata pubblica ed in parte su strada sterrata privata, si considera come quota del centro tubo il valore -1.12 che comporta la riduzione di portata complessiva del tratto, calcolo a favore della sicurezza.

Il calcolo della sezione del cavo MT dell'impianto di utenza è realizzato nel soddisfacimento dei seguenti punti:

- 1) Verifica della portata
- 2) Verifica della massima caduta di tensione
- 3) Verifica di coordinamento tra la sezione del cavo ed il corto circuito
- 4) Verifica di coordinamento tra la sezione del cavo ed il sovraccarico

Nella *“Tabella di sintesi calcolo elettrico”* sono riportati i valori di calcolo eseguito, analizzato nei paragrafi seguenti.

1) Verifica della portata

Il valore della corrente nominale sul lato MT del parco fotovoltaico è:

$$I_n = \frac{P_n}{\sqrt{3} \cdot V_n} = \frac{3000000}{\sqrt{3} \cdot 20000 \cdot 0,95} = 91,2 A$$

		Elab 10	
	Titolo: Relazione tecnica opere di connessione	REV. 00 11/2019	Pag.13 di 33

Si è assunto un fattore di potenza 0,95.

Nella “*Tabella di sintesi calcolo elettrico*” sono riportati i valori di calcolo eseguito

Pertanto la verifica della portata è soddisfatta.

2) Verifica della massima caduta di tensione

Per il calcolo della caduta di tensione lungo la linea si è utilizzata la seguente formula:

$$\Delta V = \sqrt{3} \cdot L \cdot I_B \cdot (R_L \cos\varphi + X_L \sin\varphi)$$

dove:

ΔV : caduta di tensione [V]

L: lunghezza della linea [km]

I_B : corrente di impiego [A]

$\cos\varphi$: fattore di potenza

R_L : resistenza del cavo elettrico [Ω /km]

X_L : reattanza del cavo elettrico [Ω /km]

In valore percentuale la caduta di tensione è stata calcolata come:

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

V_n : Tensione nominale del sistema = 20000 V

In base al dimensionamento eseguito emerge che il valore percentuale della caduta di tensione totale della linea MT di collegamento tra il parco fotovoltaico e le sbarre della cabina primaria, è contenuto al di sotto del valore massimo fissato al valore del 4%, valore limite ritenuto accettabile in relazione al servizio, come richiesto dalla norma CEI 11.17.

In “*Tabella di sintesi calcolo elettrico*” sono indicati i valori del suddetto calcolo.

In seguito al calcolo della caduta di tensione si procede anche alla verifica delle perdite elettriche associate al suddetto collegamento elettrico. A tale scopo si adotta la seguente relazione:

$$P_{joule} = 3 \cdot R_L \cdot I_B^2 \cdot L$$

dove:

		Elab 10	
	Titolo: Relazione tecnica opere di connessione	REV. 00 11/2019	Pag.14 di 33

P_{joule} : perdite joule [W]

R_L : resistenza elettrica della linea [Ω /km]

L: lunghezza della linea [km]

I_B : corrente d'impiego del tratto [A]

In valore percentuale, si ottiene :

$$P_{joule} \% = \frac{P_{joule}}{P_{trasmessa}} \cdot 100$$

Si fa riferimento alla massima potenza che l'impianto può trasferire ossia 6000 kW.

In "Tabella di sintesi calcolo elettrico" sono riportati i valori derivanti dal calcolo in oggetto.

Linea	Tratto	Lunghezza [km]	Potenza trasmessa [kW]	cos ϕ	Corrente impiego [A]	Sezione Cavo [mm ²]	Modalità posa	Io [A]	kt	kd	kp	kr	Iz [A]	R_L [Ω /km]	X_L [Ω /km]	ΔV [Volt]	ΔV [%]	Perdite potenza linea [%]
Collegamento parco fotovoltaico	Tratto sterrato	0,730	6000	0,95	182,3	185 Cu	E1	338	1	1	0,99	1	335	0,128	0,120	215,3	1,05%	0,086%
	Tratto Asfaltato	1,200	6000	0,95	182,3	185 Cu	E1	338	1	1	0,99	1	335	0,128	0,120	215,4	1,08%	0,911%
	Totale	1.930	6000													215,4	1,08%	0,899%

Tabella di sintesi calcolo elettrico

3) Verifica di coordinamento tra la sezione del cavo ed il corto circuito

La sezione del conduttore viene scelta in maniera tale che la temperatura raggiunta dal conduttore per effetto della sovracorrente non sia dannosa, come entità e durata, per l'isolamento o per gli altri materiali con cui il conduttore è in contatto o in prossimità.

Qualora la sovracorrente sia praticamente costante e il fenomeno termico sia di breve durata (cortocircuito) in modo da potersi considerare di puro accumulo (regime adiabatico), il cavo risulta protetto se è soddisfatta la seguente relazione (integrale di Joule):

$$\int_0^{tg} i^2 dt \leq K^2 S^2$$

- i = valore istantaneo della corrente di cortocircuito

		Elab 10	
	Titolo: Relazione tecnica opere di connessione	REV. 00 11/2019	Pag.15 di 33

- $\int_0^{t_g} i^2 dt =$ energia specifica passante nel dispositivo di protezione
- t_g = tempo d'interruzione del guasto (tempo d'apertura dei contatti + tempo d'estinzione dell'arco elettrico) = 0,25 s
- S = Sezione del cavo
- $K^2 S^2$ = energia ammissibile dal cavo (ipotesi di sistema adiabatico)

K è una costante caratteristica del cavo. E' un valore indicato dalle Norme (CEI 11-17) ed è stabilito in funzione della temperatura massima ammissibile di funzionamento del conduttore (90°C), della temperatura massima di cortocircuito per i diversi isolanti specificati nella Norma 11-17 (250°C) e del tipo di conduttore. Per un cavo isolato in EPR/XLPE, con conduttore in rame risulta $K = 143$, con conduttore in alluminio $K=92$

Se tale disuguaglianza è soddisfatta, in corrispondenza del passaggio di una corrente di corto circuito all'interno del cavo, è rispettata la condizione di non superamento della temperatura massima ammissibile del cavo in corto circuito. Nell'ipotesi che il fenomeno abbia una durata superiore ad un decimo di secondo è sufficientemente verificata la seguente relazione:

$$I_{CC}^2 \cdot t_g \leq K^2 S^2$$

I_{cc} = valore efficace della componente simmetrica della corrente di cortocircuito

L'espressione della corrente di cortocircuito rispetto alla quale deve essere eseguita la verifica della sezione del cavo è la seguente:

$$I_{cc} = I_{ccrete} + I_{ccutente}$$

La corrente di corto circuito è la somma di due termini: I_{ccrete} è il contributo alla corrente di corto circuito dovuto alla rete MT presente a monte del punto di corto circuito, mentre $I_{ccutente}$ è il contributo dovuto all'impianto di produzione dell'utente a valle del punto di corto circuito.

Il termine I_{ccrete} dipende dalle caratteristiche della rete MT a cui l'impianto di produzione si connette; per la verifica della sezione minima del cavo che soddisfa l'integrale di Joule di assume $I_{ccrete}=12,5$ kA, cioè si assume il valore massimo caratterizzante la rete di media tensione (dato fornito da Enel Distribuzione). Tale ipotesi è sicuramente cautelativa, in quanto il valore reale di tale corrente risulterà certamente inferiore al valore ipotizzato, considerando l'effetto dell'abbattimento provocato dalle impedenze di linea,

		Elab 10	
	Titolo: Relazione tecnica opere di connessione	REV. 00 13/2019	Pag.16 di 33

comprese tra il punto di alimentazione del generatore equivalente della rete MT ed il punto di partenza del cavo in oggetto.

- E = Tensione nominale di fase riportata sul lato MT = $20000/\sqrt{3}$ [V]
- $X_{eqgener}$ = Reattanza equivalente del generatore [Ω]
- $X_{TrasfBT-MT}$ = reattanza equivalente del trasformatore BT/MT [Ω]

All'interno del parco fotovoltaico è installato il trasformatore per ciascun inverter servito, per il quale si considerano i seguenti dati di targa:

$$P_n = 2500 \text{ kVA} \quad V_{cc\%} = 6\%$$

$$X_{TrasfBT-MT} = \frac{V_n^2 \cdot v_{cc} \%}{100 \cdot P_n} = \frac{20000^2 \cdot 6}{100 \cdot 2500000} = 7.2$$

Dai dati di targa dell'impianto fotovoltaico la cui potenza nominale è 6000 kW, si conosce il valore di $x_{eqgener} = 18\%$ e pertanto, assumendo un fattore di potenza unitario, si determina:

$$X_{eqgener.} = \frac{V_n^2 \cdot x_{eq} \%}{100 \cdot P_n} = \frac{20000^2 \cdot 18}{100 \cdot 2500000} = 22.7 \Omega$$

Pertanto risulta:

$$I_{CCgener} = \frac{\frac{20000}{\sqrt{3}}}{7.2 + 22.7} = 387 \text{ A} = 0.387 \text{ kA}$$

Considerato che il parco fotovoltaico è composto da N°3 generatori uguali, si determina:

$$I_{CCftv} = 1.161 \text{ kA}$$

Pertanto il valore globale della corrente di corto circuito risulterà:

$$I_{cc} = 12.5 + 1.161 = 13.661 \text{ kA}$$

		Elab 10	
	Titolo: Relazione tecnica opere di connessione	REV. 00 11/2019	Pag.17 di 33

Nota il valore della corrente di corto circuito si passa alla determinazione della sezione minima:

$$S \geq \frac{I_{CC}}{K} \cdot \sqrt{t_g} \quad \Rightarrow \quad S_{\min} = \frac{13661}{143} \cdot \sqrt{0,25} = 47,76 \text{ mm}^2$$

Pertanto in riferimento al sistema elettrico in oggetto, risulta calcolato il valore della sezione minima di cavo in rame isolato in G7/XLPE protetta dal corto circuito. La sezione 185 mm² è tale da soddisfare la condizione di verifica al corto-circuito.

4) Verifica di coordinamento tra la sezione del cavo ed il sovraccarico

In merito alla condizione di verifica al sovraccarico, occorre seguire quanto prescritto all'interno della norma CEI 11.17; è necessario evitare che valori di corrente superiori alla portata del cavo possano determinare fenomeni di invecchiamento precoce dell'isolante del cavo stesso. A tale fine è sufficiente che la corrente di taratura della soglia termica dell'interruttore magnetotermico installato a protezione del cavo in oggetto (I_r) non sia maggiore della portata del cavo stesso. Pertanto occorre regolare la soglia di intervento termico affinché risulti $I_r < I_z$.

In conclusione la sezione 185 mm² in rame risulta essere tale da soddisfare tutti i vincoli elettrici indicati ai punti precedenti 1)- 2) 3) e 4).

3.2.5.2 Prescrizioni tecniche per la posa del cavo MT

Sollecitazioni meccaniche

Le prescrizioni contenute nella norma CEI 11-17 Ed.III art. 4.3.04 riportano le regole da rispettare durante l'attività di posa del cavo. Esse definiscono che le sollecitazioni di trazione da imporre al cavo durante la posa, devono essere applicate non ai rivestimenti protettivi di cui è dotato il cavo stesso, bensì unicamente ai conduttori. Per un conduttore in alluminio di sezione 3x1x185 mm² lo sforzo di trazione massimo consentito non deve essere superiore ai seguenti valori:

$$60 \text{ N/mm}^2 \rightarrow 33300 \text{ N}$$

Pertanto quando la posa del cavo viene eseguita mediante un argano idraulico occorrerà prevedere l'utilizzo di un dispositivo dinamometrico per l'impostazione ed il controllo del tiro, nonché un freno ad

		Elab 10	
	Titolo: Relazione tecnica opere di connessione	REV. 00 11/2019	Pag.18 di 33

intervento automatico. Inoltre durante l'applicazione di tale sollecitazione di trazione, occorre prevedere l'utilizzo di sistemi che possano impedire rotazioni del cavo intorno al proprio asse. Pertanto per realizzare la posa conformemente a tale prescrizione, occorrerà interporre tra la testa del conduttore del cavo e la fune di tiro, un dispositivo d'ancoraggio realizzato attraverso un giunto snodabile, indispensabile per evitare che sul cavo si trasmetta la sollecitazione di torsione che si sviluppa sulla fune traente.

Raggi di curvatura

L'articolo 4.03.03 della norma CEI 11-17 Ed.III, riporta il valore dei raggi di curvatura minimi da rispettare nella posa del cavo, per impedire l'insorgere di deformazioni permanenti al cavo stesso che possano compromettere l'affidabilità in esercizio. Indicato con D=diametro esterno del cavo, per la formazione in oggetto 3x1x185 mm² il valore minimo del raggio di curvatura, misurata sulla generatrice interna dei cavi, da rispettare nella posa è:

$$14D \rightarrow 1,07m$$

In cui D è il diametro esterno del cavo. Nel caso di cavi multipolari costituiti da piu' cavi unipolari cordati ad elica visibile il diametro D da prendere in considerazione è quello pari a 1,5 volte il diametro esterno del cavo unipolare di maggiore diametro.

La sezione del cavidotto è riportata nella tavole grafiche allegate, le principali proprietà sono le seguenti:

- Posa: cavidotto interrato in strada asfaltata pubblica e strada sterrata privata;
- Tipologia di posa: in tubo protettivo interrato (N – CEI 11.17);
- Cavo: Tripolare ad elica visibile (E1 ed E2 – CEI UNEL 35027)
- Profondità di posa: CEI 11.17 e DLGS 30/4/92 n°285 e DPR 16/12/1992 n°495 (codice della strada)

		Elab 10	
	Titolo: Relazione tecnica opere di connessione	REV. 00 11/2019	Pag.19 di 33

4. OPERE CIVILI E IMPIANTI.

4.1 Cabina di consegna, cabina utente - caratteristiche dell'edificio

L'edificio della cabina di consegna (locale consegna + locale misure) sarà realizzato mediante la soluzione in box prefabbricato in cemento armato vibrato (c.a.v.), realizzato in conformità alla specifica Enel DG2092 Rev.03 – 2016 ed inoltre tali cabine devono risultare conformi alle prescrizioni della norma CEI 99-4.

Il disegno riportante il box prefabbricato costituente la cabina di consegna, è riportato nella tavole grafiche allegate al presente progetto.

4.2 Cabina di consegna - Impianto Luce e F.M.

In riferimento alla cabina di consegna, l'impianto di illuminazione interno sarà realizzato secondo quanto prescritto nella specifica Enel DG2092 Rev.03 – 15/09/2016.

In riferimento alla cabina utente l'impianto d'illuminazione sarà realizzato attraverso l'installazione di n° 4 plafoniere con lampade fluorescenti da 30 W, analoghe a quelle installate nel locale Enel (DY3021).

L'accensione di tali lampade sarà comandato da un interruttore 16A

Inoltre la suddetta cabina sarà dotata di una presa interbloccata 2P+T ed una 3P+T entrambe da 16A e grado di protezione IP44.

4.3 Impianto di terra

4.3.1 Impianto di terra della cabina di consegna

L'impianto di terra della cabina di consegna e della cabina utente sarà progettato, dimensionato e costruito in conformità alla norma CEI 99-3.

In accordo alle prescrizioni Enel "Guida per le connessioni alla rete elettrica di Enel Distribuzione" e le norme CEI, l'impianto di terra della cabina di consegna, presenterà una parte interna ed una esterna; esso sarà conforme alle prescrizioni tecniche della specifica Enel Distribuzione DG 2092-Rev.03.

		Elab 10	
	Titolo: Relazione tecnica opere di connessione	REV. 00 11/2019	Pag.20 di 33

Impianto Interno:

E' costituito dall'insieme dei collegamenti equipotenziali di tutte le apparecchiature elettromeccaniche presenti all'interno della cabina ed anche ogni massa metallica estranea all'impianto. Il conduttore di terra adottato sarà una corda di rame nudo di sezione 35 mm^2 attestato attraverso capicorda a compressione. Connettori a compressione a "C" sono impiegati per realizzare i collegamenti equipotenziali delle masse metalliche al conduttore di terra ed il collegamento tra la rete interna e quella esterna della cabina.

Impianto Esterno:

In riferimento alla cabina di consegna ed utente, in accordo alle prescrizioni Enel "Guida per le connessioni alla rete elettrica di Enel Distribuzione" e alla norma CEI 99.3, esso è realizzato da un dispersore orizzontale costituito da una corda di rame sezione 35 mm^2 , installato ad una profondità di 0,5 m rispetto al piano del terreno e si sviluppa attraverso un anello chiuso intorno alla fondazione della cabina a distanza di 1 m da quest'ultima (*anello semplice*).

Ai vertici dell'anello il dispersore orizzontale è collegato attraverso appositi capicorda a compressione a due fori, ai paletti di terra verticali, costituiti da profilati in acciaio zincato a caldo con sezione a "T", di lunghezza 160 cm.

I dettagli realizzativi dell'impianto di terra sono indicati nelle tavole grafiche allegate.

In accordo alla CEI 99-3 si riporta la definizione delle principali grandezze caratterizzanti l'impianto di terra:

- 1) Tensione totale di terra U_E : tensione tra un impianto di terra e la terra di riferimento;
- 2) Impedenza di terra Z_E : impedenza ad una data frequenza, tra un punto specifico in un sistema o impianto o apparecchiatura e la terra di riferimento;
- 3) Tensione di contatto U_T : tensione tra parti conduttrici quando vengono toccate simultaneamente;
- 4) Corrente di guasto a terra I_E : corrente che fluisce dal circuito principale verso terra o verso parti collegate a terra, nel punto di guasto;
- 5) Corrente di terra I_E : corrente che fluisce verso terra tramite l'impedenza collegata a terra
- 6) Dispersore di terra: parte conduttiva che può essere annegata in uno specifico mezzo conduttore (es. nel calcestruzzo), in contatto elettrico con il terreno;
- 7) Conduttore di terra: Conduttore che realizza un collegamento o parte di un collegamento conduttivo, tra un dato punto in un sistema, in un impianto, o apparecchiature ed un dispersore.

		Elab 10	
	Titolo: Relazione tecnica opere di connessione	REV. 00 11/2019	Pag.21 di 33

In accordo alla suddetta norma il dimensionamento dell'impianto di terra in riferimento al conduttore di terra ed al dispersore di terra, deve avvenire in accordo a tre requisiti tecnici:

- Dimensionamento rispetto alla corrosione ed alle sollecitazioni meccaniche
- Dimensionamento rispetto alla tensione di contatto
- Dimensionamento rispetto al criterio termico

Dimensionamento rispetto alla corrosione ed alle sollecitazioni meccaniche

In merito al dispersore, essendo direttamente a contatto con il terreno, deve essere costruito con materiale in grado di sopportare la corrosione (aggressivi chimici o biologici, formazione di coppia elettrolitica, elettrolisi, etc.). Il dispersore deve resistere alle sollecitazioni meccaniche durante la sua installazione ed a quelle che si verificano durante il servizio ordinario. Le dimensioni minime dei dispersori sono indicate nell'Allegato C della norma CEI 99-3, che si riporta nel seguito.

In merito invece ai conduttori di terra la suddetta norma fissa le seguenti dimensioni minime:

- Rame: 16 mm²
- Alluminio: 35 mm²
- Acciaio: 50 mm²

		Elab 10	
	Titolo: Relazione tecnica opere di connessione	REV. 00 11/2019	Pag.23 di 33

Dimensionamento rispetto alla tensione di contatto

La progettazione dell'impianto di terra deve essere realizzata al fine di contenere la tensione di contatto U_T in funzione dei valori della tensione di contatto ammissibile U_{TP} , indicati nella norma CEI 99-3 definiti dalla curva e dalla tabella che di seguito si riportano.

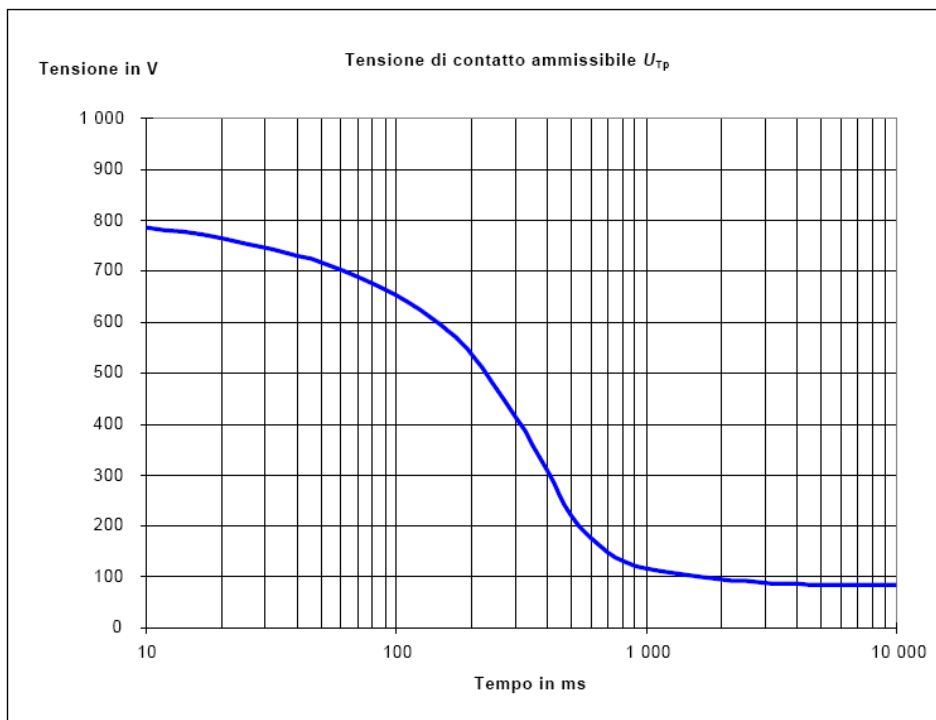


Figura 4 – Tensione di contatto ammissibile

NOTA Se la corrente fluisce per un tempo molto più lungo di 10 s, si può usare per U_{TP} un valore di 80 V.

Durata del guasto (s)	(U_{TP} - CEI 99-3) [V]
0,10	654
0,50	220
0,64	165
0,72	140
1,00	117
2,00	96
5,00	86
10,00	85
>10	80

		Elab 10	
	Titolo: Relazione tecnica opere di connessione	REV. 00 11/2019	Pag.24 di 33

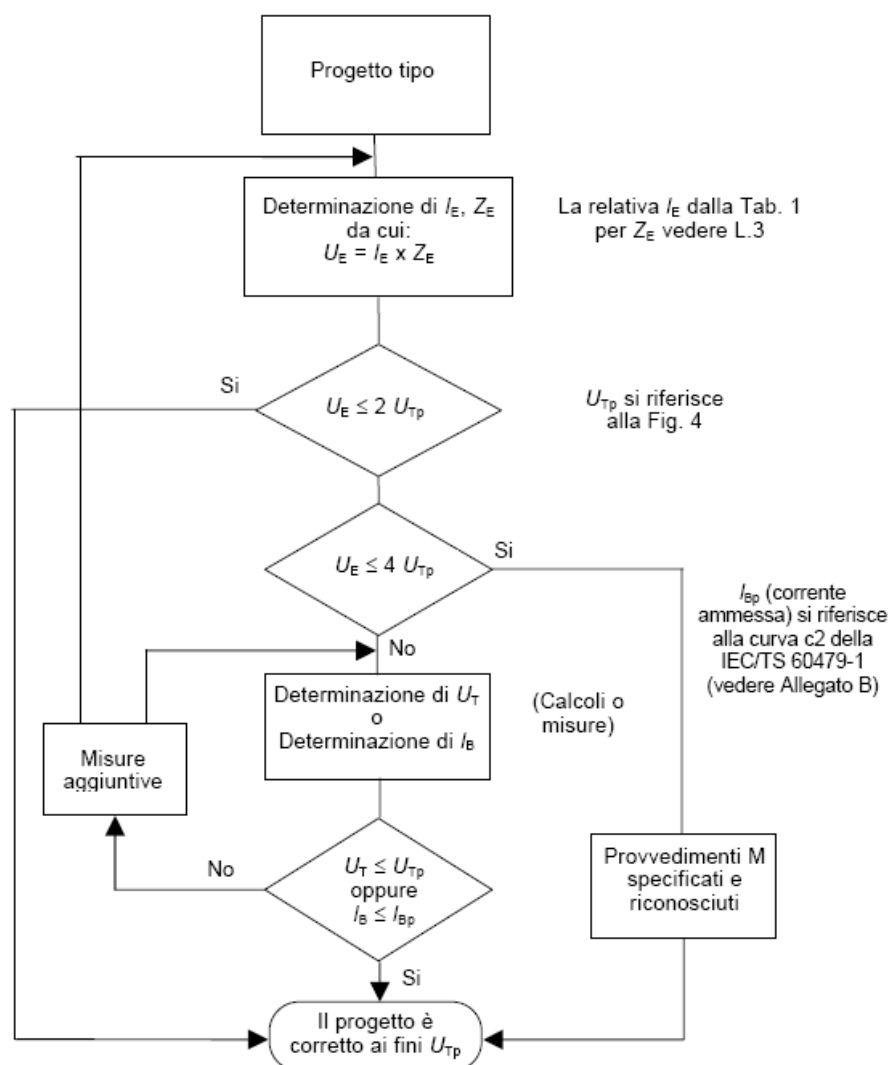


Figura 5 – Progetto di un impianto di terra, che non fa parte di un impianto di terra globale (C1 di 5.4.2), con riguardo alla tensione di contatto ammissibile U_{TP} in relazione alla tensione totale di terra U_E o alla tensione di contatto U_T

In riferimento al dimensionamento rispetto alla tensione di contatto, l'attività di progettazione di un impianto di terra deve essere eseguito in conformità al diagramma di flusso indicato nella norma CEI 99-3 qui riportato, valido per un impianto di terra che non fa parte di un impianto di terra globale:

- Calcolo o misura della U_E , attraverso la conoscenza della I_E e della Z_E ;
- Verifica della condizione analitica $U_E \leq 2 U_{TP}$ (condizione C della norma); in caso di verifica positiva, il progetto dell'impianto di terra si ritiene completato ai fini della tensione di contatto;
- Se tale condizione $U_E \leq 2 U_{TP}$ non è soddisfatta, verificare la condizione $U_E \leq 4 U_{TP}$; qualora tale condizione è verificata, applicare i provvedimenti M della norma per assicurare le tensioni di contatto ammissibili. In tali ipotesi il progetto dell'impianto di terra si ritiene completato ai fini della

		Elab 10	
	Titolo: Relazione tecnica opere di connessione	REV. 00 11/2019	Pag.25 di 33

tensione di contatto;

- Se la condizione $U_E \leq 4 U_{TP}$ non è soddisfatta, procedere alla misura di U_T e verificare che $U_T < U_{TP}$

I dati standard della rete elettrica MT a 20 kV di riferimento per il calcolo sono i seguenti:

- Guasto monofase a terra:

$$I_{FEnel} = 50 \text{ A}$$

$$t_F \gg 10\text{s}$$

- Doppio guasto monofase a terra:

$$I_{FEnel} = 10,8 \text{ kA}$$

$$t_F = 350 \text{ ms}$$

Il valore della corrente di terra I_E è solo una parte della corrente di guasto I_F ; infatti una parte della corrente di guasto I_F si richiude nelle funi di guardia/piedi dei sostegni delle linee elettriche aeree e nello schermo dei cavi.

Per eseguire un calcolo in sicurezza, in prima analisi si considera $I_E = I_F$, pertanto il dimensionamento dell'impianto di terra dipende dal valore della corrente I_F .

Evidentemente risulta complesso il calcolo rigoroso della verifica elettrica in oggetto, in quanto le variabili che intervengono (resistività del terreno, aliquota di corrente di guasto che non si richiude nell'impianto di terra, effetto del contenimento del potenziale provocato dalla posa dei dispersori aggiuntivi, etc) non possono essere conosciute in tale fase. Pertanto ad opera ultimata saranno condotte le misure seguendo il diagramma di flusso indicato nella CEI 99-3 e sintetizzato precedentemente.

In tale paragrafo si vuole fornire un calcolo semplificato al fine di validare globalmente la soluzione progettuale in oggetto. Nel seguito si fa riferimento alla cabina di consegna e cabina utente, le quali afferiscono al medesimo impianto di terra.

La corrente di guasto monofase totale dell'impianto I_F si calcola attraverso la determinazione di due contributi distinti: uno associato alla rete Enel e uno associato all'impianto di produzione dell'utente. Pertanto vale la seguente relazione:

$$I_F = I_{FEnel} + I_{Futente}$$

Il contributo della rete Enel si conosce in funzione delle proprietà della rete MT, i valori comunicati dall'ente distributore in riferimento al punto di connessione sono quelli precedentemente indicati.

Il contributo dell'impianto d'utente si calcola considerando il contributo capacitivo della corrente di corto circuito, attraverso la seguente espressione analitica:

$$I_{Futente} = V_n \cdot (0.003 L_1 + 0.2 L_2)$$

		Elab 10	
	Titolo: Relazione tecnica opere di connessione	REV. 00 11/2019	Pag.26 di 33

V_n = Tensione nominale del sistema in kV

L_1 = Lunghezza linea aerea in km

L_2 = Lunghezza linea in cavo in km

In riferimento all'impianto in oggetto risulta, sostituendo i valori numeri: $I_{Futente}$

$$= 20 \cdot (0,003 \cdot 0,380 + 0,2 \cdot 1,930) = 7,74 \text{ A}$$

Essendo $L_1 = 0,380 \text{ km}$ ed $L_2 \cong 1,930 \text{ km}$

Pertanto sommando i due contributi della corrente di guasto monofase si ottiene:

$$I_E = I_F = I_{Fenel} + I_{Futente} = 50 + 7,74 = 57,74 \text{ A}$$

Rilevando dalla tabella riportata il valore di U_{TP} ammissibile in corrispondenza di $t_F \gg 10s$ si ottiene $U_{TP} = 80 \text{ V}$.

Si determina il valore della resistenza di terra della cabina di consegna ed utente.

Resistenza del dispersore verticale

La resistenza elettrica del singolo picchetto verticale costituente il dispersore si calcola con la seguente formula:

$$R_p = \frac{\rho_E}{2\pi L} \cdot \ln \frac{4L}{d}$$

in cui:

ρ_E : resistività del terreno = 100 Ωm

L : lunghezza del picchetto = 1,60 m

d : diametro equivalente del picchetto = 25 mm

Sostituendo i valori numerici:

$$R_p = \frac{100}{2\pi \cdot 1,60} \cdot \ln \left(\frac{4 \cdot 1,60}{25 \cdot 10^{-3}} \right) = 55,2 \Omega$$

Il dispersore sarà caratterizzato da n picchetti infissi nel terreno che elettricamente risultano collegati in parallelo tra loro pertanto si ha:

		Elab 10	
	Titolo: Relazione tecnica opere di connessione	REV. 00 11/2019	Pag.27 di 33

$$R_p^{TOT} = \frac{R_p}{n} = \text{Resistenza totale del dispersore verticale}$$

Per n=4 risulta:

$$R_p^{TOT} = \frac{R_p}{4} = 13,8\Omega$$

Resistenza del dispersore orizzontale

La resistenza di un conduttore interrato orizzontale di lunghezza L è fornita dalla seguente relazione:

$$R_{Oriz} = \frac{\rho_E}{\pi L} \cdot \ln \frac{2L}{d}$$

in cui:

ρ_E : resistività del terreno = 100 Ωm

L : lunghezza del conduttore

d: diametro del conduttore = 7,56 mm (35 mm²)

Si determinano il contributo del dispersore orizzontale costituito dall'anello chiuso interrato intorno alle due cabine consegna ed utente R_{oriz} .

$$R_{Oriz} = \frac{100}{\pi \cdot 40} \cdot \ln \frac{2 \cdot 40}{7,56 \cdot 10^{-3}} = 7,37\Omega$$

La resistenza dell'impianto di terra R_E sarà la resistenza equivalente del parallelo di R_{Oriz} e R_p^{TOT} calcolata con la seguente formula:

$$R_E = \frac{R_{Oriz} \cdot R_p^{TOT}}{R_{Oriz} + R_p^{TOT}} = \frac{7,37 \cdot 13,8}{7,37 + 13,8} = 4,80\Omega$$

Si determina il valore di U_E :

$$U_E = I_E \cdot R_E = 57,74 \cdot 4,80 = 277,15V$$

Seguendo il diagramma di flusso della CEI 99.3 risulta evidente che il modesto sviluppo della lunghezza del dispersore orizzontale posato intorno alle due cabine non è sufficiente da solo a garantire la

		Elab 10	
	Titolo: Relazione tecnica opere di connessione	REV. 00 11/2019	Pag.28 di 33

condizione di verifica elettrica; infatti in tal caso non risulta verificata la condizione analitica $U_E \leq 2 U_{TP}$. Pertanto si dovrà passare a verificare la condizione $U_E \leq 4 U_{TP}$, la quale unitamente applicazione dei provvedimenti M descritti in allegato E della CEI 99-3, assicura il rispetto dei valori massimi di contatto ammissibili. Dall'analisi numerica condotta, sebbene valida attraverso ipotesi semplificative, emerge che la relazione $U_E \leq 4 U_{TP}$ non risulta verificata; pertanto, seguendo il diagramma di flusso della CEI 99.3, in tali ipotesi, si dovrà procedere alla misura della tensione U_T per le masse dell'impianto ed alla verifica della condizione $U_T \leq U_{TP}$. Attraverso la verifica della suddetta condizione l'impianto di terra sarà conforme alla norma.

Dimensionamento rispetto al criterio termico

Il dispersore ed il conduttore di terra devono essere dimensionati affinché resistano al valore della corrente di guasto che li attraversa, senza che raggiungano valori di temperatura alla fine del corto circuito incompatibili con la loro natura. In tale paragrafo si realizza la verifica termica sia per il guasto monofase che doppio monofase a terra, dimostrando che il doppio guasto monofase a terra è più vincolante per il dimensionamento termico.

Per correnti di guasto che siano interrotte in un tempo inferiore a 5s, la norma CEI 99-3 definisce la formula per il calcolo della sezione minima che soddisfa la verifica termica in oggetto:

$$S_{\min} = \frac{I_E}{K} \cdot \sqrt{\frac{t_F}{\ln \frac{\theta_f + \beta}{\theta_i + \beta}}}$$

Poiché il doppio guasto monofase a terra è estinto in un tempo inferiore a 5s, si applica tale formula.

In essa risulta:

$I_E = I_F$ corrente di doppio guasto monofase a terra = 10800 kA

t_F = tempo di eliminazione del doppio guasto monofase a terra = 0,350 s

$K=226 \text{ Amm}^{-2}\text{s}^{1/2}$ (rame)

β = reciproco del coefficiente di temperatura del conduttore = 234,5 °C per il rame

θ_f = Temperatura finale = 300 °C (Rame nudo)

θ_i = Temperatura iniziale = 20 °C

Infatti si è considerato che il conduttore di terra sia in aria ed il dispersore infisso nel terreno.

Si ottiene un valore $S_{\min} = 32,8 \text{ mm}^2$

Pertanto la sezione 35 mm^2 adottata per realizzare il conduttore di terra ed il dispersore di terra è

		Elab 10	
	Titolo: Relazione tecnica opere di connessione	REV. 00 11/2019	Pag.29 di 33

conforme al suddetto procedimento di calcolo.

La stessa norma CEI 99-3, per correnti di guasto che sono eliminate in tempi superiori a 5s, come il guasto a terra monofase della rete Enel, impone un'altra metodologia di verifica termica. In funzione del grafico riportato in Allegato D della suddetta norma, ricavo che il conduttore 35 mm² in rame, ad una temperatura finale di 300 °C (rame nudo) può condurre in maniera permanente circa 320A. Risulta evidente che tale valore è notevolmente superiore al valore di circa 50A, corrente di guasto monofase a terra che fluisce nel conduttore di terra e nel dispersore. Da tali calcoli si evince, appunto, che il doppio guasto monofase a terra è più sollecitante nel dimensionamento termico del conduttore.

I dettagli realizzativi dell'impianto di terra sono indicati nelle tavole grafiche allegate.

4.3.2 Collegamenti di messa a terra degli schermi dei cavi MT

Le condizioni descritte al paragrafo precedente assicurano le condizioni di sicurezza in caso di guasto favorendo l'intervento in un tempo adeguato dei sistemi di protezione dell'impianto.

A tale scopo, per favorire il drenaggio della corrente di guasto, gli schermi dei cavi MT devono essere messi a terra ad entrambe le estremità di ogni tratta, in corrispondenza delle terminazioni; a tale riguardo fare riferimento all'elaborato grafico relativo all'impianto di terra, in cui sono riportati i dettagli costruttivi di tale connessione in accordo al progetto di Enel Distribuzione.

In generale qualora risulti $U_E > U_{TP}$ per impedire il trasferimento di tale potenziale pericoloso all'esterno su punti accessibili, occorrerà prevedere l'interruzione della continuità metallica dello schermo dei cavi.

Ciò si realizza attraverso due possibili interventi:

- a) collegando un solo estremo del cavo all'impianto di terra locale in corrispondenza dei terminali, lasciando scollegato da terra l'altra estremità della tratta;
- b) Interponendo lungo la tratta appositi giunti di interruzione dello schermo del cavo.

Entrambi gli interventi sopra descritti finalizzati all'interruzione della continuità dello schermo dei cavi MT, dovranno essere segnalati su entrambe le estremità del tronco di cavo stesso, attraverso l'applicazione di appositi cartelli.

		Elab 10	
	Titolo: Relazione tecnica opere di connessione	REV. 00 11/2019	Pag.30 di 33

5. RIFERIMENTI NORMATIVI, LEGGI E PRESCRIZIONI

Tutte le opere, se non diversamente specificato nel presente documento, dovranno essere progettate, realizzate e collaudate in osservanza dei riferimenti normativi (CEI, IEC, CENELEC, ISO, UNI, etc.), leggi, decreti, regolamenti e prescrizioni citati nel testo e tutte le altre leggi e norme pertinenti attualmente in vigore con particolare riferimento a:

- Decreto Legislativo 16 marzo 1999, n. 79/99: "Attuazione della direttiva 96/92/CE recante norme comuni per il mercato interno dell'energia elettrica";
- Decreto Legislativo 29 dicembre 2003, n°387: "Attuazione delle direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità";
- Delibera Autorità per l'energia elettrica ed il gas n. 168 del 30 dicembre 2003: "Condizioni per l'erogazione del pubblico servizio di dispacciamento dell'energia elettrica sul territorio nazionale e per l'approvvigionamento delle relative risorse su base di merito economico, ai sensi degli articoli 3 e 5 del decreto legislativo 16 marzo 1999, n. 79" e relativo Allegato A modificato con ultima deliberazione n.20/06;
- Delibera Autorità per l'energia elettrica ed il gas n. 39 del 28 febbraio 2001: "Approvazione delle regole tecniche adottate dal Gestore della rete di trasmissione nazionale ai sensi dell'articolo 3, comma 6, del decreto legislativo 16 marzo 1999, n. 79";
- Delibera Autorità per l'energia elettrica ed il gas n. 333 del 21 dicembre 2007: "Testo integrato della regolazione della qualità dei servizi di distribuzione, misura e vendita dell'energia elettrica" – TIQE;
- Delibera Autorità per l'energia elettrica ed il gas n. 348 del 29 dicembre 2007: "Testo integrato delle disposizioni dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas per l'erogazione dei servizi di trasmissione, distribuzione e misura dell'energia elettrica per il periodo di regolazione 2008-2011 e disposizioni in materia di condizioni economiche per l'erogazione del servizio di connessione" e relativi allegati: Allegato A e Allegato B;
- Delibera Autorità per l'energia elettrica ed il gas ARG/elt 99/08 del 23 luglio 2008: "Testo integrato delle condizioni tecniche ed economiche per la connessione alle reti elettriche con obbligo di connessione di terzi degli impianti di produzione di energia elettrica (Testo integrato delle connessioni attive – TICA)".
- Delibera Autorità per l'energia elettrica ed il gas ARG/elt 179/08 del 11 dicembre 2008: "Modifiche e integrazioni alle deliberazioni dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas ARG/elt 99/08 e n. 281/05 in materia di condizioni tecniche ed economiche per la connessione alle reti elettriche con obbligo di connessione di terzi degli impianti di produzione di energia elettrica";
- Norma CEI 0-16 "Regole Tecniche di Connessione (RTC) per Utenti attivi ed Utenti passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica" III Ed.;
- Norma CEI 99-2 "Impianti elettrici con tensione superiore a 1kV in c.a. - Parte 1: prescrizioni comuni"

		Elab 10	
	Titolo: Relazione tecnica opere di connessione	REV. 00 11/2019	Pag.31 di 33

- Norma CEI 99-3 "Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in c.a."
- Norma CEI 99-4 "Guida per l'esecuzione di cabine elettriche MT/BT del Cliente/Utente finale";
- Norma CEI 11-4 "Esecuzione delle linee elettriche aeree esterne";
- Norma CEI 11-17 "Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica – Linee in cavo";
- Norma CEI EN 35027 "Cavi di energia per tensione nominale U da 1 kV a 30 kV – Portate di corrente in regime permanente – Posa in aria ed interrata
- Norma CEI 11-20 "Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria";
- Norma CEI EN 60529 "Gradi di protezione degli involucri (codice IP)"
- Norma CEI UNI 70029 (CEI 11-46) "Strutture sotterranee polifunzionali per la coesistenza di servizi a rete diversi – Progettazione, costruzione, gestione ed utilizzo – Criteri generali di posa";
- Norma CEI UNI 70030 (CEI 11-47) "Impianti tecnologici sotterranei – Criteri generali di posa";
- Norma CEI 64-8 "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua";
- Norma CEI EN 61386-24 (CEI 23-116): "Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche Parte 24: Prescrizioni particolari - sistemi di tubi interrati";
- Norma CEI EN 50272-1 (CEI 21-58): "Prescrizioni di sicurezza per batterie di accumulatori e loro installazioni – Parte 1: Informazioni generali di sicurezza"
- Norma CEI EN 50272-2 (CEI 21-39): "Prescrizioni di sicurezza per batterie di accumulatori e loro installazioni – Parte 2: Batterie stazionarie"
- Norma CEI EN 62040-1/A1(CEI 22-32–V1): "Sistemi statici di continuità (UPS) Parte 1: Prescrizioni generali e di sicurezza";
- Norma CEI EN 62040-2 (CEI 22-29): "Sistemi statici di continuità (UPS) Parte 2: Requisiti di compatibilità elettromagnetica";
- Norma CEI EN 62040-3 (CEI 22-24): "Sistemi statici di continuità (UPS) Parte 3: Metodi di specifica delle prestazioni e prescrizioni di prova";
- Norma CEI 103-6: "Protezione delle linee di telecomunicazione dagli effetti dell'induzione elettromagnetica provocata dalle linee elettriche vicine in caso di guasto";
- Norma CEI EN 62305 – Parte 1-2-3-4 (CEI 81-10): "Protezioni contro i fulmini";
- Norma CEI 64-12: "Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario"
- Norma CEI 11-27 "Lavori su impianti elettrici"
- Norma CEI EN 61439-1 (CEI 17-113): "Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) – Parte 1 : regole generali"
- Norma CEI EN 61439-2 (CEI 17-114): "Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) – Parte 2 : quadri di potenza"

		Elab 10	
	Titolo: Relazione tecnica opere di connessione	REV. 00 11/2019	Pag.32 di 33

- CEI 11-60 "Portata al limite termico delle linee elettriche esterne con tensione maggiore di 100 kV";
- 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 I"
- CEI 211-4 " Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati dalle linee e da stazioni elettriche;
- DK 4452: "Criteri di taratura degli impianti di distribuzione MT ed esempi tipici di coordinamento delle protezioni di rete e di utenza";
- DK 4460: "Corrente di guasto a terra nelle reti MT";
- DK 4461: "Impianti di terra delle cabine secondarie";
- D.P.R. 22 Ottobre 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"
- Decreto Legislativo 1 agosto 2003 n. 259 "Codice delle comunicazioni elettroniche"
- D.M. 25 settembre 1992 "Approvazione della convenzione-tipo prevista dall'art. 22 della legge 9 gennaio 1991, n. 9, recante norme per l'attuazione del nuovo Piano energetico nazionale: aspetti istituzionali, centrali idroelettriche ed elettrodotti, idrocarburi e geotermia, autoproduzione e disposizioni fiscali".
- D.L. n. 186 del 1/3/1968 Costruzione di impianti a regola d'arte;
- Regio Decreto 11 dicembre 1933 n° 1775 "Testo Unico delle disposizioni di legge in merito alle acque ed agli impianti elettrici;
- Legge sulla prevenzione degli infortuni sul lavoro: Dlgs. 81/08 ed integrazioni, aggiornamenti e circolari successive;
- DM 22/1/2008 n. 37 Norme per la sicurezza degli impianti;
- D.P.R. n. 447 del 6/12/1991;
- DM 21/03/1988;
- DM 05/08/1998;
- Legge del 22/02/01 n° 36 "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici";
- DPCM 08/07/2003 "Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti", in attuazione dell'art. 4 comma 2 lettera a) della Legge 36/2001;
- DM 29/05/2008:
 - a) approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti (GU n. 156 del 5/7/2008 – Suppl. Ordinario n. 160);
 - b) approvazione delle procedure di misura e valutazione dell'induzione magnetica (GU n. 153 del 2/7/2008);

		Elab 10	
	Titolo: Relazione tecnica opere di connessione	REV. 00 11/2019	Pag.33 di 33

- D.P.R. 22 Ottobre 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"
- DPR 1 Agosto 2011 n° 151 "Regolamento recante semplificazione della disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione incendi, a norma dell'art. 49 comma 4-quarter, decreto legge 31 Maggio 2010 n° 78, convertito con modificazioni dalla legge 30 Luglio 2010 n° 122"
- Decreto Legislativo 22 gennaio 2004 n° 42 "Codice dei Beni Ambientali e del Paesaggio",
- Decreto Del Presidente Del Consiglio Dei Ministri 12 dicembre 2005 "Verifica Compatibilità Paesaggistica ai sensi dell' art 146 del Codice dei Beni Ambientali e Culturali",
- Prescrizioni e raccomandazioni della Struttura Pubblica di Controllo Competente (ASL/USSL/ISPELS).

Il rispetto della normativa sopra specificata sarà inteso nel modo più restrittivo, nel senso che non solo la progettazione sarà adeguata a quanto stabilito dai suddetti criteri, ma vi sarà un'analogia rispondenza alle normative da parte di tutti i materiali ed apparecchiature che saranno impiegati.

Con preciso riferimento a quanto prescritto dalle Norme d'installazione degli impianti elettrici, saranno scelti materiali provvisti di Marchio Italiano di Qualità (I.M.Q.) per tutti i prodotti per i quali il marchio è ammesso.

Saranno comunque pure rispettate le prescrizioni delle presenti specifiche, ove sono previsti dimensionamenti in lieve misura eccedenti i limiti minimi consentiti dalle Norme.

Gli impianti dovranno rispondere ai seguenti requisiti generali:

- Sicurezza ed affidabilità;
- Capacità di ampliamento;
- Accessibilità;
- Facilità di gestione.

		Elab 10	
	Titolo: Relazione tecnica opere di connessione	REV. 00 11/2019	Pag.1 di 33

INDICE

1. PREMESSA

2. GENERALITA'

3. CARATTERISTICHE TECNICHE

3.1 Generalità

3.2 Caratteristiche elettromeccaniche

3.2.1 Collegamento tra la cabina di consegna e la C.P. "ROSETO"

3.2.1.1 Prescrizioni tecniche per la posa interrata del cavo MT

3.2.2 Cabina di consegna - locale consegna

3.2.3 Cabina di consegna – locale misure

3.2.4 Cabina utente

3.2.4.1 Quadri MT della cabina utente

3.2.4.2 Servizi ausiliari della cabina utente

3.2.5 Cavidotto interrato MT dell'impianto di utenza

3.2.5.1 Dimensionamento elettrico

3.2.5.2 Prescrizioni tecniche per la posa del cavo MT

3.2.6 Apparecchiature elettriche della torre eolica

4. OPERE CIVILI E IMPIANTI

4.1 Cabina di consegna, cabina utente – caratteristiche dell'edificio

4.2 Cabina di consegna, cabina utente - impianto luce e F.M.

4.3 Impianto di Terra

4.3.1 Impianto di terra della cabina di consegna e cabina utente

4.3.2 Collegamenti di messa a terra degli schermi dei cavi MT

5. RIFERIMENTI NORMATIVI, LEGGI E PRESCRIZIONI

		Elab 10	
	Titolo: Relazione tecnica opere di connessione	REV. 00 11/2019	Pag.2 di 33

1. PREMESSA

Il presente documento è parte integrante del progetto definitivo redatto per la realizzazione della connessione elettrica alla rete di Enel Distribuzione SpA, in riferimento all'impianto di produzione di energia elettrica da fonte Solare, da realizzarsi nel Comune di ATRI (TE) per una potenza in immissione richiesta di 5999 kW sito in Località Stracca, SNC - Atri. ed identificato attraverso codice di rintracciabilità Enel n. 221461413.

2. GENERALITA'

La presente relazione indica i criteri per la realizzazione dell'impianto di rete e di utenza in riferimento all'impianto di produzione di energia elettrica attraverso fonte Solare, da realizzarsi nel Comune di Atri (TE), da connettere alla rete MT di ENEL Distribuzione SpA., mediante realizzazione di una nuova cabina di consegna MT, collegata in antenna da cabina primaria esistente AT/MT ROSETO di proprietà di Enel Distribuzione. L'opera è parte integrante del progetto di realizzazione della centrale di produzione di energia elettrica da fonte Solare, che la società richiedente Next Energy Capital Italia s.r.l. intende realizzare nel Comune indicato.

L'impianto, nel suo complesso, può essere suddiviso nelle seguenti distinte sezioni:

a) Parco Fotovoltaico

Il parco fotovoltaico da realizzare prevede la gestione di cabine inverter con connessione ad anello alla cabina di consegna. L'impianto di produzione prevede l'utilizzo di Sistemi di Accumulo bidirezionali a batterie di litio - ESS, lato produzione, con connessione lato corrente continua, alimentati dall'impianto di produzione e tramite rete del Distributore.

b) Cabina di consegna e cabina utente

Prima di essere immessa in rete, l'energia transita attraverso la Cabina Produttore e successivamente attraverso la cabina di consegna. Queste due cabine saranno ubicate esternamente ed in adiacenza alla recinzione delimitante l'impianto di produzione. Le suddette cabine saranno installate all'interno del Foglio 2 – Particella 59 – Comune di Atri (TE), consentendo l'accesso agli addetti Enel alla cabina di consegna.

d) Collegamento MT tra la cabina di consegna ed il quadro MT della CP esistente

L'energia prodotta dal campo Solare viene immessa in rete attraverso una linea dedicata esercita a 20 kV, come da preventivo di e-distribuzione, così composta:

- Linea Cavo Aereo: m. 380
- Linea Interrata su Terreno: m. 730
- Linea Interrata su Asfalto: m. 1200.

		Elab 10	
	Titolo: Relazione tecnica opere di connessione	REV. 00 11/2019	Pag.3 di 33

e) Punto di Consegna dell'impianto

La connessione in antenna alla rete di distribuzione MT 20 kV mediante stallo dedicato, costituente l'impianto di rete, si realizza attraverso una nuova linea afferente alle sbarre del Quadro MT esistente della CP 150/20kV "ROSETO", di proprietà di ENEL Distribuzione S.p.A.

Il Punto di consegna è ubicato nell'impianto di rete per la connessione ed è definito dai morsetti a valle del dispositivo di sezionamento di ENEL Distribuzione che alimenta l'impianto Utente, cui si attesta il terminale del cavo di collegamento; esso costituisce il confine funzionale e di proprietà tra impianto di rete per la connessione, di competenza di ENEL Distribuzione, e impianto di utenza di competenza dell'Utente.

Nella tavole grafiche allegate al progetto è riportata l'ubicazione della cabina di consegna, della cabina utente e del punto di connessione alla rete di Enel Distribuzione.

3. CARATTERISTICHE TECNICHE

3.1 Generalità

La cabina di consegna ubicata nel Comune di Atri (TE), sarà predisposta per essere asservita all'impianto di produzione.

Detta cabina di consegna esercita a 20 kV sarà collegata alle sbarre del quadro MT dell'esistente CP di Roseto, attraverso un nuovo cavidotto costituito da un cavo interrato 3x1x185 mm² 20 kV, con conduttore in alluminio di lunghezza complessiva 1930 m e da un cavo aereo 3x150 + 95 mm² per una lunghezza di 380 m.

La cabina di consegna sarà conforme alla specifica Enel DG2092 Rev.02 – Luglio 2011 e pertanto costituita da due locali distinti:

- locale consegna, con accesso riservato ad Enel Distribuzione, che conterrà uno scomparto d'arrivo dei cavi MT dalla CP di Enel Distribuzione ed uno scomparto di partenza per il cavo d'alimentazione dell'impianto d'utente. Tale locale sarà allestito da Enel Distribuzione in un locale messo a disposizione dal cliente;
- locale misure, contenente l'insieme del gruppo di misura dell'energia elettrica di scambio con la rete M1. Tale locale sarà caratterizzato da un unico accesso praticato sulla strada attraverso cui accederanno sia il Distributore sia l'Utente.

In posizione adiacente alla cabina di consegna sarà installata la cabina utente, con accesso riservato alla società richiedente, contenente le apparecchiature di protezione e manovra, costituite dal dispositivo generale "DG" e dal dispositivo d'interfaccia "DI" per la connessione dell'impianto utente, il trasformatore ed il quadro dei servizi ausiliari SA.

La cabina di consegna sarà collegata elettricamente alla cabina utente attraverso un cavo il più corto

		Elab 10	
	Titolo: Relazione tecnica opere di connessione	REV. 00 11/2019	Pag.4 di 33

possibile (massimo 20 m) di tipo Al 3x1x185 mm², con tensione nominale 20 kV allestito dal Cliente.

Il posizionamento catastale della cabina di consegna e della cabina utente è riportato nelle tavole grafiche allegate.

I dati generali utilizzati per il dimensionamento dell'impianto sono riportati nella tabella che segue:

Caratteristiche elettriche del sistema:

Tensione di esercizio del sistema:	20	kV
Tensione massima del Sistema per l'isolamento:	24	kV
Frequenza nominale:	50	Hz
Tensione di tenuta a frequenza industriale:	50	kV
Tensione di tenuta ad impulso atmosferico (1,2/50µs):	125	kV
Corrente di corto circuito di breve durata (1 s)	12,5	kA
Corrente di guasto monofase a terra	50	A

Condizioni Ambientali di riferimento

I componenti delle cabine sono stati dimensionati sulla base delle seguenti condizioni ambientali del sito di installazione:

Parametro	Valore	U.M.
Altitudine s.l.m.	≤ 1000	m
Temperatura ambiente (min/max)	-20 +40	°C
Umidità relativa max	100	%
Velocità max del vento	130	Km/h
Tenuta alle sollecitazioni sismiche	0.2	g

3.2 Caratteristiche elettromeccaniche

3.2.1 Collegamento tra la cabina di consegna e la C.P. "ROSETO"

All'interno dell'edificio quadri MT dell'esistente CP 20/150 kV "ROSETO", sarà allestito dall'Enel Distribuzione con onere a carico del produttore, un nuovo scomparto per la realizzazione del collegamento in antenna con la cabina di consegna. Tale scomparto MT sarà del tipo in lamiera zincata, con porte e pannelli frontali verniciati in grigio RAL 7035, conforme alle seguenti norme e disposizioni di legge:

		Elab 10	
	Titolo: Relazione tecnica opere di connessione	REV. 00 11/2019	Pag.5 di 33

- IEC 298 – 1990
- CEI 17-6 fascicolo 2056
- CENELEC HD 187 S5
- D.P.R. 547 e vigenti norme antinfortunistiche.

Tale scomparto sarà del tipo a tenuta di arco interno, al fine di garantire ulteriormente la sicurezza del personale, inoltre, sarà predisposto con interblocchi di sicurezza che garantiscono la sicurezza delle manovre.

All'interno del suddetto scomparto alloggeranno le apparecchiature MT necessarie per l'esercizio dell'impianto, che saranno conformi ai disegni unificati Enel.

Il suddetto collegamento avverrà:

per la parte interrata con un cavidotto posato su strada asfaltata (1200m) e su terreno naturale (730m) un'altra parte, e sarà realizzato, in conformità al preventivo di connessione emesso, con cavo conforme alla seguente tabella di unificazione di Enel Distribuzione:

- DC4385/2 matricola 332284, cavo 3x1x185 mm² tripolare cordato ad elica visibile per posa interrata con conduttore in alluminio, isolamento a spessore ridotto, schermo in tubo d'alluminio e guaina in PE (sigla di designazione: ARE4H5EX);
- DC 4677/2 matricola 359051, cavo a fibre ottiche multifibre, dielettrico, tamponato, per posa in tubazione, a 24 fibre sigla TOS4 24 4 (6SMR) T/EKE

Per la parte aerea, con cavo conforme alla seguente tabella di unificazione di Enel Distribuzione, nel rispetto delle norme CEI EN 50341-1 e CEI EN 50341-2-13:

- cavi di tipo tripolare ad elica avvolti su fune portante in acciaio di sezione 50 mm² e conduttori in alluminio
- Utilizzo del cavo ottico dielettrico autoportante (ADSS) con protezione alla penetrazione da pallini da caccia costituito da 24 fibre ottiche rispondenti alle caratteristiche previste dalla norma ITU-T/G.652 e alla specifica Enel DCFO01

3.2 Prescrizioni per linee aeree

3.2.1 Prescrizioni fondamentali

Una linea elettrica aerea deve essere progettata e costruita in modo che durante la sua vita prevista:

- assolva la sua funzione in un insieme di condizioni definite, con livelli accettabili di affidabilità ed in modo economico. Ciò si riferisce ad aspetti prescrittivi di affidabilità;
- sia progettata per evitare il cedimento progressivo (effetto a cascata) se si manifesta il cedimento di un componente definito. Ciò si riferisce ad aspetti prescrittivi di sicurezza funzionale
- non sia causa di lesioni e di perdite di vita umane durante la costruzione e la manutenzione. Ciò si riferisce ad aspetti prescrittivi di sicurezza per le persone.

		Elab 10	
	Titolo: Relazione tecnica opere di connessione	REV. 00 11/2019	Pag.6 di 33

Una linea aerea deve anche essere progettata, costruita e mantenuta con la dovuta cura per garantire la sicurezza del pubblico, la sua durabilità, la sua robustezza, la sua manutenibilità, ed il rispetto dell'ambiente e del paesaggio.

Le prescrizioni suddette devono essere attuate con un progetto e dettagli appropriati, scegliendo materiali adatti e specificando le procedure di controllo in fase di progetto, di produzione e costruzione attinenti al particolare progetto.

Le situazioni di progetto scelte devono essere, partendo da ipotesi di carico rappresentative, sufficientemente severe e variegate per inglobare tutte le condizioni che possono ragionevolmente essere attese durante la costruzione e la vita utile di progetto della linea aerea.

Le norme CEI EN 50341-1 e CEI EN 50341-2-13 prescrivono le modalità di progettazione, calcolo e collaudo per le linee aeree, secondo le distinte sollecitazioni che dette linee possano subire all'azione degli agenti atmosferici, delle sollecitazioni meccaniche ed elettriche.

3.2.1.1 Prescrizioni tecniche per la posa interrata del cavo MT.

Sollecitazioni meccaniche

Le prescrizioni contenute nella norma CEI 11-17 Ed.III art. 4.3.04 riportano le regole da rispettare durante l'attività di posa del cavo. Esse definiscono che le sollecitazioni di trazione da imporre al cavo durante la posa, devono essere applicate non ai rivestimenti protettivi di cui è dotato il cavo stesso, bensì unicamente ai conduttori. Per un conduttore in alluminio di sezione $3 \times 1 \times 185 \text{ mm}^2$ lo sforzo di trazione massimo consentito non deve essere superiore ai seguenti valori:

$$50 \text{ N/mm}^2 \rightarrow 27750 \text{ N}$$

Pertanto quando la posa del cavo viene eseguita mediante un argano idraulico occorrerà prevedere l'utilizzo di un dispositivo dinamometrico per l'impostazione ed il controllo del tiro, nonché un freno ad intervento automatico. Inoltre durante l'applicazione di tale sollecitazione di trazione, occorre prevedere l'utilizzo di sistemi che possano impedire rotazioni del cavo intorno al proprio asse. Pertanto per realizzare la posa conformemente a tale prescrizione, occorrerà interporre tra la testa del conduttore del cavo e la fune di tiro, un dispositivo d'ancoraggio realizzato attraverso un giunto snodabile, indispensabile per evitare che sul cavo si trasmetta la sollecitazione di torsione che si sviluppa sulla fune traente.

Raggi di curvatura

L'articolo 4.03.03 della norma CEI 11-17 Ed.III, riporta il valore dei raggi di curvatura minimi da rispettare nella posa del cavo, per impedire l'insorgere di deformazioni permanenti al cavo stesso che possano compromettere l'affidabilità in esercizio. Indicato con D =diametro esterno del cavo, per la formazione in oggetto $3 \times 1 \times 185 \text{ mm}^2$ il valore minimo del raggio di curvatura, misurato sulla generatrice interna dei cavi, da rispettare nella posa è:

		Elab 10	
	Titolo: Relazione tecnica opere di connessione	REV. 00 11/2019	Pag.7 di 33

$$14D \rightarrow 0,70 \text{ m}$$

In cui D è il diametro esterno del cavo. Nel caso di cavi multipolari costituiti da più cavi unipolari cordati ad elica visibile il diametro D da prendere in considerazione è quello pari a 1,5 volte il diametro esterno del cavo unipolare di maggiore diametro. La sezione del cavidotto è riportata nella tavole grafiche allegate, le principali proprietà sono le seguenti:

- Posa: cavidotto interrato in strada asfaltata pubblica e su terreno naturale (strada sterrata privata);
- Tipologia di posa: in tubo protettivo interrato (N – CEI 11.17);
- Cavo: Tripolare ad elica visibile (E1 – CEI UNEL 35027)
- Profondità di posa: CEI 11.17

3.2.2 Cabina di consegna – locale consegna

Il locale consegna conterrà gli scomparti conformi alla “Guida per la connessione alla rete elettrica di Enel Distribuzione” ed al progetto di unificazione di Enel Distribuzione. Essi saranno del tipo N° 1 scomparto linea “SL” che collega la suddetta cabina di consegna alla CP “ROSETO” e N°1 scomparto “SC” di partenza per il cavo MT d'alimentazione dell'impianto d'utente. Tali scomparti saranno conformi alle seguenti specifiche di Enel Distribuzione:

- Scomparto linea “SL”: ENEL DY 800/116 – matr.162410
- Scomparto consegna “SC”: Enel DY 803M/316 – Matr. 162317

Lo scomparto linea DY 800/116, sarà equipaggiato con i seguenti componenti elettrici:

- Interruttore isolato in vuoto, a comando elettrico motorizzato;
- Sezionatore isolato in SF6;
- $I_k=16 \text{ kA}$

		Elab 10	
	Titolo: Relazione tecnica opere di connessione	REV. 00 11/2019	Pag.8 di 33

Tale scomparto, inoltre, sarà equipaggiato con il dispositivo di Rilevatore di Guasto Direzionale e di Assenza di Tensione (RGDAT), conforme alla specifica Enel DY1059, interconnesso all'UP, Unità periferica di telecontrollo, fornita conforme alla specifica tecnica DX1215, elemento necessario per l'implementazione dell'algoritmo di controllo dello stato, monitoraggio guasti e gestione automatica del telecontrollo della rete MT di Enel Distribuzione.

Lo scomparto consegna DY803M/316, conterrà i TV e TA necessari al funzionamento del sistema di misura dell'energia elettrica scambiata con la rete (contatore M1).

Il locale consegna è ceduto dal proponente in uso esclusivo e a titolo gratuito ad Enel Distribuzione fino a quando resterà in essere il collegamento elettrico. In detto locale Enel potrà installare tutte le apparecchiature e gli organi di manovra, da considerarsi asservite all'impianto di Rete per la connessione, ritenute necessarie al corretto funzionamento del nodo di connessione e al collegamento dell'impianto d'Utente anche in relazione alle evoluzioni tecnologiche.

3.2.3 Cabina di consegna – locale misure

Il locale misure inserito nella cabina di consegna, contiene l'insieme delle apparecchiature indicate con M1 (Contatore di energia di scambio).

I TA e TV per il rilievo delle grandezze per M1, sono quelli appartenenti al progetto di unificazione di Enel. Il contatore M1 dovrà essere fornito completo di sistema per la tele-lettura in accordo alle specifiche di Enel Distribuzione; inoltre tale contatore sarà sottoposto al regime UTF per la certificazione dell'Agenzia delle Dogane.

3.2.4 Cabina Utente

La cabina utente sarà collegato alla cabina di consegna con un cavo di sezione 185 mm^2 di rame di lunghezza massima 20 metri.

All'interno della cabina utente saranno installati i quadri MT contenenti le apparecchiature elettromeccaniche necessarie per il funzionamento del sistema, il trasformatore connesso al quadro in BT per l'alimentazione dei servizi ausiliari per il funzionamento della cabina di consegna e cabina utente, dotato di gruppo UPS, per garantire l'alimentazione in emergenza delle protezioni in conformità alla CEI 0-16. Sui suddetti quadri saranno installati il sistema di protezione generale "SPG" al quale è demandato il funzionamento del dispositivo generale "DG" ed il sistema di interfaccia "SPI" al quale è demandato il funzionamento del dispositivo d'interfaccia "DI".

		Elab 10	
	Titolo: Relazione tecnica opere di connessione	REV. 00 11/2019	Pag.9 di 33

3.2.4.1 Quadri MT della cabina utente

I quadri e le apparecchiature di fornitura devono essere progettati, prodotti e testati in conformità con le norme CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano) e IEC (Commissione Elettrotecnica Internazionale) rispettivamente in vigore e, in particolare, con le seguenti norme:

Quadri	CEI EN 60298 (fascicolo 4973); IEC 62271-200
Interruttori	CEI 17-1 (fascicolo 1375); IEC 62271-100
Sezionatori	CEI 17-4; CEI EN 60694; IEC 60129; IEC 60694 (IEC 62271-102)
I.M.S.	CEI 17/9-1 CEI EN 60694 ; IEC 60265-1 IEC 60694 (IEC 62271-103/105)
Fusibili	CEI EN 60282-1 ; IEC 60282-1

In funzione delle proprietà del sistema elettrico in oggetto, il presente progetto è stato sviluppato prevedendo un DG (Dispositivo Generale) coincidente con il DI (dispositivo Interfaccia), scelta progettuale tecnica compatibile con le prescrizioni della alla norma CEI 0-16.

Il sistema di protezione generale “SPG” al quale è demandato il funzionamento del dispositivo generale “DG” è composto dai seguenti componenti:

- Relè di protezione 50-51-50N-67N, con relativa alimentazione;
- N° 2 trasformatori amperometrici TA per la protezione della massima corrente di fase, con caratteristiche 200/1A – 10VA – 5P30;
- N° 1 trasformatore di corrente TA toroidale per la protezione contro i guasti a terra, con caratteristiche 100/1A – 1VA – 5P20 classe di precisione conforme alla CEI 0-16;
- N° 3 trasformatori di tensione TV fase-terra per la protezione direzionale, con caratteristiche 50 VA – classe (0,5- 3P), fattore di tensione 1,9 per 30 s, valore di induzione di lavoro non superiore a 0,7T, rapporto di trasformazione tale da produrre una tensione secondaria sul circuito del triangolo aperto uguale a 100V in caso di guasto monofase franco a terra sulla rete MT.

Oltre il suddetto “SPG”, i quadri d’utenza conterranno anche il dispositivo “SPI” (Sistema di protezione d’Interfaccia), al quale è demandato il funzionamento del dispositivo d’interfacciaia “DI”, in accordo a quanto prescritto dalla norma CEI 11.20, alla Guida per le connessioni alla rete elettrica di Enel Distribuzione”, nonché alla norma CEI 0-16 e equipaggiato con i seguenti componenti a relè:

- 59: massima tensione
- 27: minima tensione
- 81>: massima frequenza
- 81>: minima frequenza
- 59Vo: Massima tensione residua
- 59Vi: massima tensione sequenza inversa
- 27 Vd: minima tensione sequenza diretta

		Elab 10	
	Titolo: Relazione tecnica opere di connessione	REV. 00 11/2019	Pag.10 di 33

Per il funzionamento del "SPI" sarà installato all'interno dello scomparto misure N° 2 TV f-f dalle seguenti caratteristiche: 20000/100V – 30VA - Cl.0,2 – 3P – fatt. di tensione 1,2 per 30s.

Le impostazioni delle tarature delle suddette apparecchiature di protezione SPG ed SPI derivano dalle prescrizioni indicate dalla norma CEI 0-16 e dal regolamento di esercizio da sottoscrivere con Enel Distribuzione tali impostazioni saranno definite con Enel Distribuzione in funzione delle esigenze tecniche della rete MT.

I quadri utente saranno equipaggiati con interruttori sezionatori, ed IMS isolati in gas SF6

Le proprietà elettriche dei suddetti quadri sono:

- tensione nominale 24 kV;
- corrente nominale delle sbarre principali 400A
- corrente nominale ammissibile di breve durata 12,5 kA (1s)
- corrente termica nominale interruttori 630A
- corrente termica nominale sezionatori ed IMS 400A

Tali scomparti saranno equipaggiati in conformità alla CEI 0-16 e realizzati secondo la composizione modulare indicata nello schema elettrico unifilare.

3.2.4.2 Servizi ausiliari della cabina utente

La cabina utente sarà caratterizzata dall'installazione di un trasformatore per l'alimentazione dei servizi ausiliari delle utenze in bassa tensione presenti in tutte le aree della cabina utente e della cabina di consegna.

Lo scomparto MT d'alimentazione del trasformatore dei servizi ausiliari conterrà tutte le apparecchiature di protezione e sezionamento della suddetta macchina norme CEI EN 60129 – CEI EN 60265 (IMS combinato con fusibili di protezione).

Il Trasformatore dei servizi ausiliari sarà di potenza nominale 10 kVA, $20 \pm 2 \times 2,5\% / 0,4$ kV, 50Hz, isolamento in resina, raffreddamento AN, gruppo Dyn11, tensione di corto circuito 4%.

Esso sarà posizionato all'interno del locale utente; tale trasformatore, in conformità alla norma CEI 99-2-1, sarà rinchiuso all'interno di una griglia metallica IP>1XB ed altezza minima 1,8m, avente lo scopo di impedire i contatti diretti. Le dimensioni ed il posizionamento di tale griglia di protezione sono riportati nell'elaborato allegato. Sarà installato un quadro d'alimentazione BT (quadro SA), grado di protezione minimo IP30, per la distribuzione in corrente alternata, contenente tutte le apparecchiature di protezione e sezionamento dell'impianto in BT relativo ai servizi ausiliari.

Tale quadro dovrà essere realizzato in conformità allo schema elettrico riportato.

In conformità alla CEI 0-16 il sistema di protezione SPG/SPI sarà alimentato attraverso un UPS tipologia Online a doppia conversione, di tipo monofase e di potenza 5 kVA, alimentato dal suddetto quadro dei servizi ausiliari di cabina.

		Elab 10	
	Titolo: Relazione tecnica opere di connessione	REV. 00 11/2019	Pag.11 di 33

3.2.5 Cavidotto interrato dell'impianto di utenza

In tale paragrafo si tratta il cavidotto interrato esercito a 20 kV collegante lo scomparto di media tensione della cabina di consegna alla cabina primaria "ROSETO".

3.2.5.1 Dimensionamento elettrico

Nel seguito si elencano i parametri elettrici del suddetto collegamento elettrico:

- Cavo: 3x1x185 mm² sigla RG7H1OR 12/20 kV
- Tipologia del sistema: trifase;
- Frequenza: 50 Hz;
- Tensione nominale: 20 kV;
- Tensione massima del sistema: 24 kV;
- Massima durata permessa di funzionamento per ogni singolo caso di funzionamento con una fase a terra, per ciascun guasto a terra: Categoria A fino ad 8 ore;
- Tensione nominale di riferimento per l'isolamento a frequenza d'esercizio tra un conduttore isolato qualsiasi e la terra: $U_0 = 12$ kV;
- Modalità di posa: in tubo interrato – N (CEI 11.17)

Per la determinazione della portata del cavo si è fatto riferimento alla seguente condizione operativa definita dalla norma CEI - Unel 35027:

- Profondità Posa: 0,8 m
- Temperatura del terreno di riferimento: 20°C
- Resistività termica del terreno: 1,5 Km/W

La modalità di posa impiegate nel suddetto calcolo relativamente alla sezione MT è quella standard indicata con E1 ed E2: cavo tripolare posato dentro un tubo il cui diametro esterno sarà $\Phi=160$ mm (superiore a 1,5 volte il diametro del cavo circoscritto).

La norma CEI EN 35027 definisce i criteri per la determinazione della portata dei cavi di energia con tensione nominale da 1kV a 30 kV.

La formula per il calcolo della portata è la seguente (CEI EN 35027):

$$I_Z = I_0 \times k$$

$$k = k_t \times K_d \times K_p \times K_r$$

		Elab 10	
	Titolo: Relazione tecnica opere di connessione	REV. 00 11/2019	Pag.12 di 33

I_0 = Portata definita dalle tabelle della norma CEI EN 35027, corrispondente a specificate condizioni di posa interrata;

K = coefficiente correttivo che tiene conto dell'effettiva condizione di posa

K_{tt} = coefficiente di correzione per temperatura del terreno diversa da 20 °C;

K_d = coefficiente di correzione per spaziatura 250 mm piuttosto che 70 mm, valido per cavi direttamente interrati;

K_p = coefficiente di correzione per valori di profondità di posa differenti da 0,8m

K_r = coefficiente di correzione per valori di resistività termica del terreno differenti da 1,5 Km/W

Per il cavidotto di media tensione costituente la connessione interrata tra l'utenza e la cabina primaria ROSETO, si adottano i valori riportati nella

“Tabella di sintesi calcolo elettrico”

In merito alla profondità di posa si rileva che la portata definita dalle tabelle della CEI 35027 si riferisce ad un valore di 0,8m, assumendo come riferimento il centro del tubo. Il cavidotto in oggetto è realizzato attraverso sezioni di scavo la cui composizione e dimensione dipende dal tipo di strada su cui è installato (vedi tavole grafiche allegate). Considerato che il diametro del tubo è 160 mm, si configurano due casi:

- Strada sterrata privata: profondità scavo - 0.8m → quota centro tubo = -0.72m;
- Strada asfaltata pubblica: profondità scavo -1.2m → quota centro tubo = -1.12m.

In corrispondenza di un tratto di collegamento realizzato in parte su strada asfaltata pubblica ed in parte su strada sterrata privata, si considera come quota del centro tubo il valore -1.12 che comporta la riduzione di portata complessiva del tratto, calcolo a favore della sicurezza.

Il calcolo della sezione del cavo MT dell'impianto di utenza è realizzato nel soddisfacimento dei seguenti punti:

- 1) Verifica della portata
- 2) Verifica della massima caduta di tensione
- 3) Verifica di coordinamento tra la sezione del cavo ed il corto circuito
- 4) Verifica di coordinamento tra la sezione del cavo ed il sovraccarico

Nella *“Tabella di sintesi calcolo elettrico”* sono riportati i valori di calcolo eseguito, analizzato nei paragrafi seguenti.

1) Verifica della portata

Il valore della corrente nominale sul lato MT del parco fotovoltaico è:

$$I_n = \frac{P_n}{\sqrt{3} \cdot V_n} = \frac{3000000}{\sqrt{3} \cdot 20000 \cdot 0,95} = 91,2 A$$

		Elab 10	
	Titolo: Relazione tecnica opere di connessione	REV. 00 11/2019	Pag.13 di 33

Si è assunto un fattore di potenza 0,95.

Nella “*Tabella di sintesi calcolo elettrico*” sono riportati i valori di calcolo eseguito

Pertanto la verifica della portata è soddisfatta.

2) Verifica della massima caduta di tensione

Per il calcolo della caduta di tensione lungo la linea si è utilizzata la seguente formula:

$$\Delta V = \sqrt{3} \cdot L \cdot I_B \cdot (R_L \cos\varphi + X_L \sin\varphi)$$

dove:

ΔV : caduta di tensione [V]

L: lunghezza della linea [km]

I_B : corrente di impiego [A]

$\cos\varphi$: fattore di potenza

R_L : resistenza del cavo elettrico [Ω /km]

X_L : reattanza del cavo elettrico [Ω /km]

In valore percentuale la caduta di tensione è stata calcolata come:

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

V_n : Tensione nominale del sistema = 20000 V

In base al dimensionamento eseguito emerge che il valore percentuale della caduta di tensione totale della linea MT di collegamento tra il parco fotovoltaico e le sbarre della cabina primaria, è contenuto al di sotto del valore massimo fissato al valore del 4%, valore limite ritenuto accettabile in relazione al servizio, come richiesto dalla norma CEI 11.17.

In “*Tabella di sintesi calcolo elettrico*” sono indicati i valori del suddetto calcolo.

In seguito al calcolo della caduta di tensione si procede anche alla verifica delle perdite elettriche associate al suddetto collegamento elettrico. A tale scopo si adotta la seguente relazione:

$$P_{joule} = 3 \cdot R_L \cdot I_B^2 \cdot L$$

dove:

		Elab 10	
	Titolo: Relazione tecnica opere di connessione	REV. 00 11/2019	Pag.14 di 33

P_{joule} : perdite joule [W]

R_L : resistenza elettrica della linea [Ω /km]

L: lunghezza della linea [km]

I_B : corrente d'impiego del tratto [A]

In valore percentuale, si ottiene :

$$P_{joule} \% = \frac{P_{joule}}{P_{trasmessa}} \cdot 100$$

Si fa riferimento alla massima potenza che l'impianto può trasferire ossia 6000 kW.

In "Tabella di sintesi calcolo elettrico" sono riportati i valori derivanti dal calcolo in oggetto.

Linea	Tratto	Lunghezza [km]	Potenza trasmessa [kW]	cos ϕ	Corrente impiego [A]	Sezione Cavo [mm ²]	Modalità posa	Io [A]	kt	kd	kp	kr	Iz [A]	R_L [Ω /km]	X_L [Ω /km]	ΔV [Volt]	ΔV [%]	Perdite potenza linea [%]
Collegamento parco fotovoltaico	Tratto sterrato	0,730	6000	0,95	182,3	185 Cu	E1	338	1	1	0,99	1	335	0,128	0,120	215,3	1,05%	0,086%
	Tratto Asfaltato	1,200	6000	0,95	182,3	185 Cu	E1	338	1	1	0,99	1	335	0,128	0,120	215,4	1,08%	0,911%
	Totale	1.930	6000													215,4	1,08%	0,899%

Tabella di sintesi calcolo elettrico

3) Verifica di coordinamento tra la sezione del cavo ed il corto circuito

La sezione del conduttore viene scelta in maniera tale che la temperatura raggiunta dal conduttore per effetto della sovracorrente non sia dannosa, come entità e durata, per l'isolamento o per gli altri materiali con cui il conduttore è in contatto o in prossimità.

Qualora la sovracorrente sia praticamente costante e il fenomeno termico sia di breve durata (cortocircuito) in modo da potersi considerare di puro accumulo (regime adiabatico), il cavo risulta protetto se è soddisfatta la seguente relazione (integrale di Joule):

$$\int_0^{tg} i^2 dt \leq K^2 S^2$$

- i = valore istantaneo della corrente di cortocircuito

		Elab 10	
	Titolo: Relazione tecnica opere di connessione	REV. 00 11/2019	Pag.15 di 33

- $\int_0^{t_g} i^2 dt =$ energia specifica passante nel dispositivo di protezione
- $t_g =$ tempo d'interruzione del guasto (tempo d'apertura dei contatti + tempo d'estinzione dell'arco elettrico) = 0,25 s
- $S =$ Sezione del cavo
- $K^2 S^2 =$ energia ammissibile dal cavo (ipotesi di sistema adiabatico)

K è una costante caratteristica del cavo. E' un valore indicato dalle Norme (CEI 11-17) ed è stabilito in funzione della temperatura massima ammissibile di funzionamento del conduttore (90°C), della temperatura massima di cortocircuito per i diversi isolanti specificati nella Norma 11-17 (250°C) e del tipo di conduttore. Per un cavo isolato in EPR/XLPE, con conduttore in rame risulta $K = 143$, con conduttore in alluminio $K=92$

Se tale disuguaglianza è soddisfatta, in corrispondenza del passaggio di una corrente di corto circuito all'interno del cavo, è rispettata la condizione di non superamento della temperatura massima ammissibile del cavo in corto circuito. Nell'ipotesi che il fenomeno abbia una durata superiore ad un decimo di secondo è sufficientemente verificata la seguente relazione:

$$I_{CC}^2 \cdot t_g \leq K^2 S^2$$

I_{cc} = valore efficace della componente simmetrica della corrente di cortocircuito

L'espressione della corrente di cortocircuito rispetto alla quale deve essere eseguita la verifica della sezione del cavo è la seguente:

$$I_{cc} = I_{ccrete} + I_{ccutente}$$

La corrente di corto circuito è la somma di due termini: I_{ccrete} è il contributo alla corrente di corto circuito dovuto alla rete MT presente a monte del punto di corto circuito, mentre $I_{ccutente}$ è il contributo dovuto all'impianto di produzione dell'utente a valle del punto di corto circuito.

Il termine I_{ccrete} dipende dalle caratteristiche della rete MT a cui l'impianto di produzione si connette; per la verifica della sezione minima del cavo che soddisfa l'integrale di Joule si assume $I_{ccrete}=12,5$ kA, cioè si assume il valore massimo caratterizzante la rete di media tensione (dato fornito da Enel Distribuzione). Tale ipotesi è sicuramente cautelativa, in quanto il valore reale di tale corrente risulterà certamente inferiore al valore ipotizzato, considerando l'effetto dell'abbattimento provocato dalle impedenze di linea,

		Elab 10	
	Titolo: Relazione tecnica opere di connessione	REV. 00 13/2019	Pag.16 di 33

comprese tra il punto di alimentazione del generatore equivalente della rete MT ed il punto di partenza del cavo in oggetto.

- E = Tensione nominale di fase riportata sul lato MT = $20000/\sqrt{3}$ [V]
- $X_{eqgener}$ = Reattanza equivalente del generatore [Ω]
- $X_{TrasfBT-MT}$ = reattanza equivalente del trasformatore BT/MT [Ω]

All'interno del parco fotovoltaico è installato il trasformatore per ciascun inverter servito, per il quale si considerano i seguenti dati di targa:

$$P_n = 2500 \text{ kVA} \quad V_{cc\%} = 6\%$$

$$X_{TrasfBT-MT} = \frac{V_n^2 \cdot v_{cc} \%}{100 \cdot P_n} = \frac{20000^2 \cdot 6}{100 \cdot 2500000} = 7.2$$

Dai dati di targa dell'impianto fotovoltaico la cui potenza nominale è 6000 kW, si conosce il valore di $x_{eqgener} = 18\%$ e pertanto, assumendo un fattore di potenza unitario, si determina:

$$X_{eqgener.} = \frac{V_n^2 \cdot x_{eq} \%}{100 \cdot P_n} = \frac{20000^2 \cdot 18}{100 \cdot 2500000} = 22.7 \Omega$$

Pertanto risulta:

$$I_{CCgener} = \frac{\frac{20000}{\sqrt{3}}}{7.2 + 22.7} = 387 \text{ A} = 0.387 \text{ kA}$$

Considerato che il parco fotovoltaico è composto da N°3 generatori uguali, si determina:

$$I_{CCftv} = 1.161 \text{ kA}$$

Pertanto il valore globale della corrente di corto circuito risulterà:

$$I_{cc} = 12.5 + 1.161 = 13.661 \text{ kA}$$

		Elab 10	
	Titolo: Relazione tecnica opere di connessione	REV. 00 11/2019	Pag.17 di 33

Nota il valore della corrente di corto circuito si passa alla determinazione della sezione minima:

$$S \geq \frac{I_{CC}}{K} \cdot \sqrt{t_g} \quad \Rightarrow \quad S_{\min} = \frac{13661}{143} \cdot \sqrt{0,25} = 47,76 \text{ mm}^2$$

Pertanto in riferimento al sistema elettrico in oggetto, risulta calcolato il valore della sezione minima di cavo in rame isolato in G7/XLPE protetta dal corto circuito. La sezione 185 mm² è tale da soddisfare la condizione di verifica al corto-circuito.

4) Verifica di coordinamento tra la sezione del cavo ed il sovraccarico

In merito alla condizione di verifica al sovraccarico, occorre seguire quanto prescritto all'interno della norma CEI 11.17; è necessario evitare che valori di corrente superiori alla portata del cavo possano determinare fenomeni di invecchiamento precoce dell'isolante del cavo stesso. A tale fine è sufficiente che la corrente di taratura della soglia termica dell'interruttore magnetotermico installato a protezione del cavo in oggetto (I_r) non sia maggiore della portata del cavo stesso. Pertanto occorre regolare la soglia di intervento termico affinché risulti $I_r < I_z$.

In conclusione la sezione 185 mm² in rame risulta essere tale da soddisfare tutti i vincoli elettrici indicati ai punti precedenti 1)- 2) 3) e 4).

3.2.5.2 Prescrizioni tecniche per la posa del cavo MT

Sollecitazioni meccaniche

Le prescrizioni contenute nella norma CEI 11-17 Ed.III art. 4.3.04 riportano le regole da rispettare durante l'attività di posa del cavo. Esse definiscono che le sollecitazioni di trazione da imporre al cavo durante la posa, devono essere applicate non ai rivestimenti protettivi di cui è dotato il cavo stesso, bensì unicamente ai conduttori. Per un conduttore in alluminio di sezione 3x1x185 mm² lo sforzo di trazione massimo consentito non deve essere superiore ai seguenti valori:

$$60 \text{ N/mm}^2 \rightarrow 33300 \text{ N}$$

Pertanto quando la posa del cavo viene eseguita mediante un argano idraulico occorrerà prevedere l'utilizzo di un dispositivo dinamometrico per l'impostazione ed il controllo del tiro, nonché un freno ad

		Elab 10	
	Titolo: Relazione tecnica opere di connessione	REV. 00 11/2019	Pag.18 di 33

intervento automatico. Inoltre durante l'applicazione di tale sollecitazione di trazione, occorre prevedere l'utilizzo di sistemi che possano impedire rotazioni del cavo intorno al proprio asse. Pertanto per realizzare la posa conformemente a tale prescrizione, occorrerà interporre tra la testa del conduttore del cavo e la fune di tiro, un dispositivo d'ancoraggio realizzato attraverso un giunto snodabile, indispensabile per evitare che sul cavo si trasmetta la sollecitazione di torsione che si sviluppa sulla fune traente.

Raggi di curvatura

L'articolo 4.03.03 della norma CEI 11-17 Ed.III, riporta il valore dei raggi di curvatura minimi da rispettare nella posa del cavo, per impedire l'insorgere di deformazioni permanenti al cavo stesso che possano compromettere l'affidabilità in esercizio. Indicato con D=diametro esterno del cavo, per la formazione in oggetto 3x1x185 mm² il valore minimo del raggio di curvatura, misurata sulla generatrice interna dei cavi, da rispettare nella posa è:

$$14D \rightarrow 1,07m$$

In cui D è il diametro esterno del cavo. Nel caso di cavi multipolari costituiti da piu' cavi unipolari cordati ad elica visibile il diametro D da prendere in considerazione è quello pari a 1,5 volte il diametro esterno del cavo unipolare di maggiore diametro.

La sezione del cavidotto è riportata nella tavole grafiche allegate, le principali proprietà sono le seguenti:

- Posa: cavidotto interrato in strada asfaltata pubblica e strada sterrata privata;
- Tipologia di posa: in tubo protettivo interrato (N – CEI 11.17);
- Cavo: Tripolare ad elica visibile (E1 ed E2 – CEI UNEL 35027)
- Profondità di posa: CEI 11.17 e DLGS 30/4/92 n°285 e DPR 16/12/1992 n°495 (codice della strada)

		Elab 10	
	Titolo: Relazione tecnica opere di connessione	REV. 00 11/2019	Pag.19 di 33

4. OPERE CIVILI E IMPIANTI.

4.1 Cabina di consegna, cabina utente - caratteristiche dell'edificio

L'edificio della cabina di consegna (locale consegna + locale misure) sarà realizzato mediante la soluzione in box prefabbricato in cemento armato vibrato (c.a.v.), realizzato in conformità alla specifica Enel DG2092 Rev.03 – 2016 ed inoltre tali cabine devono risultare conformi alle prescrizioni della norma CEI 99-4.

Il disegno riportante il box prefabbricato costituente la cabina di consegna, è riportato nella tavole grafiche allegate al presente progetto.

4.2 Cabina di consegna - Impianto Luce e F.M.

In riferimento alla cabina di consegna, l'impianto di illuminazione interno sarà realizzato secondo quanto prescritto nella specifica Enel DG2092 Rev.03 – 15/09/2016.

In riferimento alla cabina utente l'impianto d'illuminazione sarà realizzato attraverso l'installazione di n° 4 plafoniere con lampade fluorescenti da 30 W, analoghe a quelle installate nel locale Enel (DY3021).

L'accensione di tali lampade sarà comandato da un interruttore 16A

Inoltre la suddetta cabina sarà dotata di una presa interbloccata 2P+T ed una 3P+T entrambe da 16A e grado di protezione IP44.

4.3 Impianto di terra

4.3.1 Impianto di terra della cabina di consegna

L'impianto di terra della cabina di consegna e della cabina utente sarà progettato, dimensionato e costruito in conformità alla norma CEI 99-3.

In accordo alle prescrizioni Enel "Guida per le connessioni alla rete elettrica di Enel Distribuzione" e le norme CEI, l'impianto di terra della cabina di consegna, presenterà una parte interna ed una esterna; esso sarà conforme alle prescrizioni tecniche della specifica Enel Distribuzione DG 2092-Rev.03.

		Elab 10	
	Titolo: Relazione tecnica opere di connessione	REV. 00 11/2019	Pag.20 di 33

Impianto Interno:

E' costituito dall'insieme dei collegamenti equipotenziali di tutte le apparecchiature elettromeccaniche presenti all'interno della cabina ed anche ogni massa metallica estranea all'impianto. Il conduttore di terra adottato sarà una corda di rame nudo di sezione 35 mm^2 attestato attraverso capicorda a compressione. Connettori a compressione a "C" sono impiegati per realizzare i collegamenti equipotenziali delle masse metalliche al conduttore di terra ed il collegamento tra la rete interna e quella esterna della cabina.

Impianto Esterno:

In riferimento alla cabina di consegna ed utente, in accordo alle prescrizioni Enel "Guida per le connessioni alla rete elettrica di Enel Distribuzione" e alla norma CEI 99.3, esso è realizzato da un dispersore orizzontale costituito da una corda di rame sezione 35 mm^2 , installato ad una profondità di 0,5 m rispetto al piano del terreno e si sviluppa attraverso un anello chiuso intorno alla fondazione della cabina a distanza di 1 m da quest'ultima (*anello semplice*).

Ai vertici dell'anello il dispersore orizzontale è collegato attraverso appositi capicorda a compressione a due fori, ai paletti di terra verticali, costituiti da profilati in acciaio zincato a caldo con sezione a "T", di lunghezza 160 cm.

I dettagli realizzativi dell'impianto di terra sono indicati nelle tavole grafiche allegate.

In accordo alla CEI 99-3 si riporta la definizione delle principali grandezze caratterizzanti l'impianto di terra:

- 1) Tensione totale di terra U_E : tensione tra un impianto di terra e la terra di riferimento;
- 2) Impedenza di terra Z_E : impedenza ad una data frequenza, tra un punto specifico in un sistema o impianto o apparecchiatura e la terra di riferimento;
- 3) Tensione di contatto U_T : tensione tra parti conduttrici quando vengono toccate simultaneamente;
- 4) Corrente di guasto a terra I_E : corrente che fluisce dal circuito principale verso terra o verso parti collegate a terra, nel punto di guasto;
- 5) Corrente di terra I_E : corrente che fluisce verso terra tramite l'impedenza collegata a terra
- 6) Dispersore di terra: parte conduttiva che può essere annegata in uno specifico mezzo conduttore (es. nel calcestruzzo), in contatto elettrico con il terreno;
- 7) Conduttore di terra: Conduttore che realizza un collegamento o parte di un collegamento conduttivo, tra un dato punto in un sistema, in un impianto, o apparecchiature ed un dispersore.

		Elab 10	
	Titolo: Relazione tecnica opere di connessione	REV. 00 11/2019	Pag.21 di 33

In accordo alla suddetta norma il dimensionamento dell'impianto di terra in riferimento al conduttore di terra ed al dispersore di terra, deve avvenire in accordo a tre requisiti tecnici:

- Dimensionamento rispetto alla corrosione ed alle sollecitazioni meccaniche
- Dimensionamento rispetto alla tensione di contatto
- Dimensionamento rispetto al criterio termico

Dimensionamento rispetto alla corrosione ed alle sollecitazioni meccaniche

In merito al dispersore, essendo direttamente a contatto con il terreno, deve essere costruito con materiale in grado di sopportare la corrosione (aggressivi chimici o biologici, formazione di coppia elettrolitica, elettrolisi, etc.). Il dispersore deve resistere alle sollecitazioni meccaniche durante la sua installazione ed a quelle che si verificano durante il servizio ordinario. Le dimensioni minime dei dispersori sono indicate nell'Allegato C della norma CEI 99-3, che si riporta nel seguito.

In merito invece ai conduttori di terra la suddetta norma fissa le seguenti dimensioni minime:

- Rame: 16 mm²
- Alluminio: 35 mm²
- Acciaio: 50 mm²

		Elab 10	
	Titolo: Relazione tecnica opere di connessione	REV. 00 11/2019	Pag.23 di 33

Dimensionamento rispetto alla tensione di contatto

La progettazione dell'impianto di terra deve essere realizzata al fine di contenere la tensione di contatto U_T in funzione dei valori della tensione di contatto ammissibile U_{TP} , indicati nella norma CEI 99-3 definiti dalla curva e dalla tabella che di seguito si riportano.

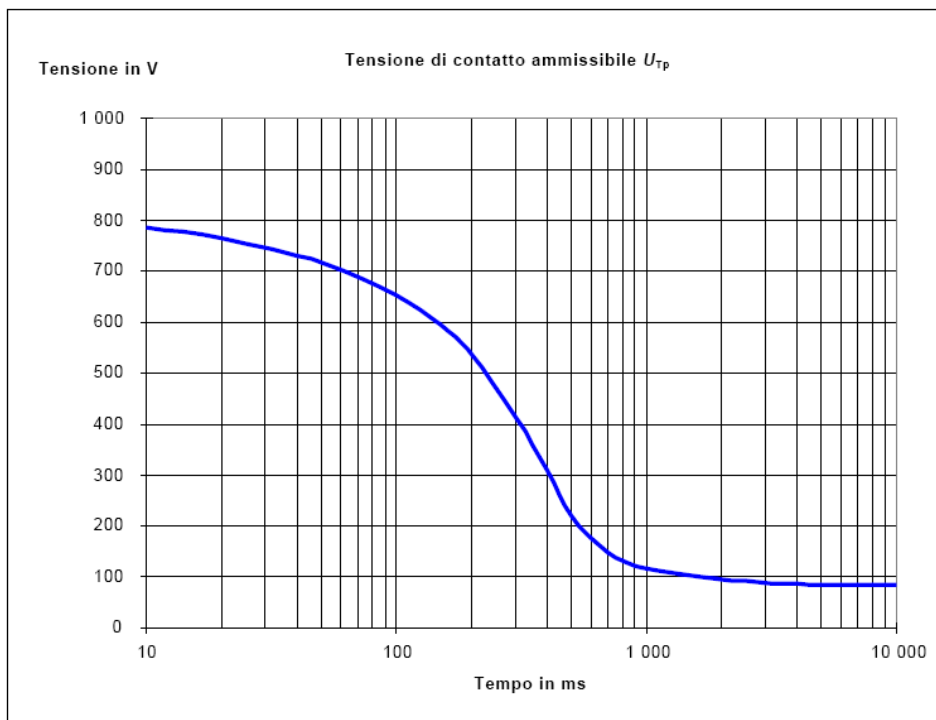


Figura 4 – Tensione di contatto ammissibile

NOTA Se la corrente fluisce per un tempo molto più lungo di 10 s, si può usare per U_{TP} un valore di 80 V.

Durata del guasto (s)	(U_{TP} - CEI 99-3) [V]
0,10	654
0,50	220
0,64	165
0,72	140
1,00	117
2,00	96
5,00	86
10,00	85
>10	80

		Elab 10	
	Titolo: Relazione tecnica opere di connessione	REV. 00 11/2019	Pag.24 di 33

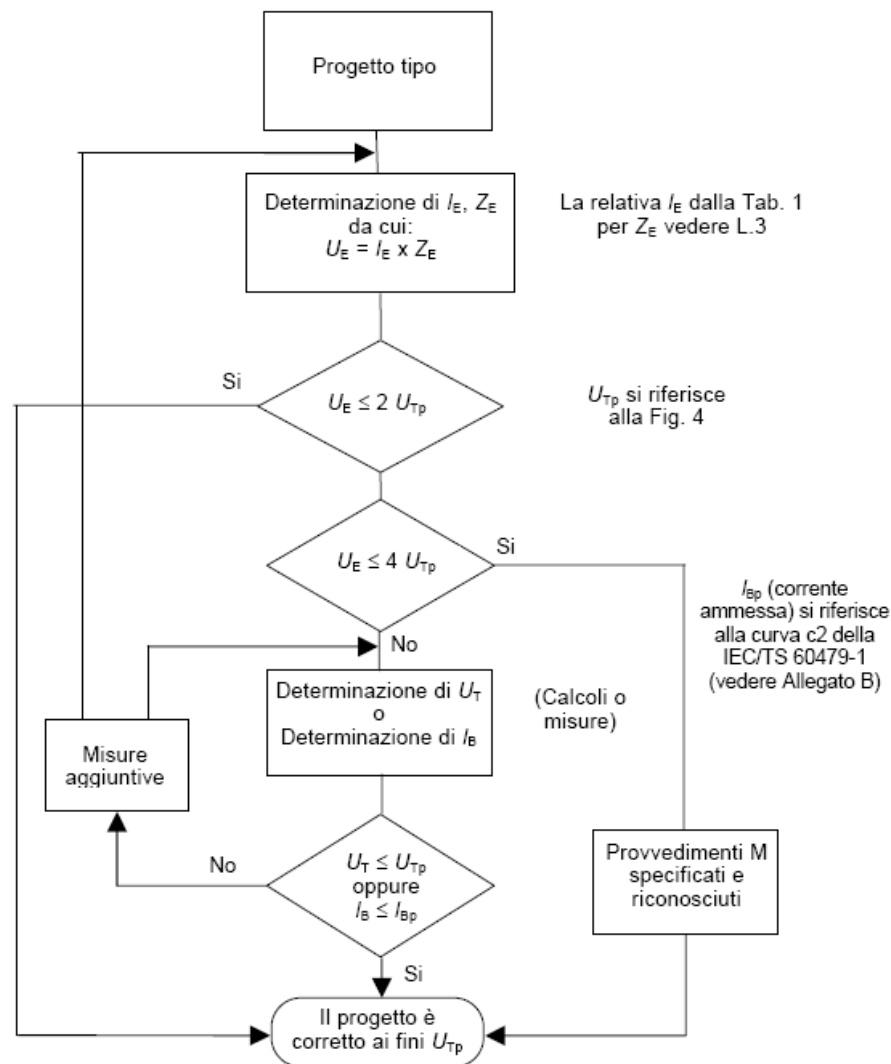


Figura 5 – Progetto di un impianto di terra, che non fa parte di un impianto di terra globale (C1 di 5.4.2), con riguardo alla tensione di contatto ammissibile U_{TP} in relazione alla tensione totale di terra U_E o alla tensione di contatto U_T

In riferimento al dimensionamento rispetto alla tensione di contatto, l'attività di progettazione di un impianto di terra deve essere eseguito in conformità al diagramma di flusso indicato nella norma CEI 99-3 qui riportato, valido per un impianto di terra che non fa parte di un impianto di terra globale:

- Calcolo o misura della U_E , attraverso la conoscenza della I_E e della Z_E ;
- Verifica della condizione analitica $U_E \leq 2 U_{TP}$ (condizione C della norma); in caso di verifica positiva, il progetto dell'impianto di terra si ritiene completato ai fini della tensione di contatto;
- Se tale condizione $U_E \leq 2 U_{TP}$ non è soddisfatta, verificare la condizione $U_E \leq 4 U_{TP}$; qualora tale condizione è verificata, applicare i provvedimenti M della norma per assicurare le tensioni di contatto ammissibili. In tali ipotesi il progetto dell'impianto di terra si ritiene completato ai fini della

		Elab 10	
	Titolo: Relazione tecnica opere di connessione	REV. 00 11/2019	Pag.25 di 33

tensione di contatto;

- Se la condizione $U_E \leq 4 U_{TP}$ non è soddisfatta, procedere alla misura di U_T e verificare che $U_T < U_{TP}$

I dati standard della rete elettrica MT a 20 kV di riferimento per il calcolo sono i seguenti:

- Guasto monofase a terra:

$$I_{FEnel} = 50 \text{ A}$$

$$t_F \gg 10s$$

- Doppio guasto monofase a terra:

$$I_{FEnel} = 10,8 \text{ kA}$$

$$t_F = 350 \text{ ms}$$

Il valore della corrente di terra I_E è solo una parte della corrente di guasto I_F ; infatti una parte della corrente di guasto I_F si richiude nelle funi di guardia/piedi dei sostegni delle linee elettriche aeree e nello schermo dei cavi.

Per eseguire un calcolo in sicurezza, in prima analisi si considera $I_E = I_F$, pertanto il dimensionamento dell'impianto di terra dipende dal valore della corrente I_F .

Evidentemente risulta complesso il calcolo rigoroso della verifica elettrica in oggetto, in quanto le variabili che intervengono (resistività del terreno, aliquota di corrente di guasto che non si richiude nell'impianto di terra, effetto del contenimento del potenziale provocato dalla posa dei dispersori aggiuntivi, etc) non possono essere conosciute in tale fase. Pertanto ad opera ultimata saranno condotte le misure seguendo il diagramma di flusso indicato nella CEI 99-3 e sintetizzato precedentemente.

In tale paragrafo si vuole fornire un calcolo semplificato al fine di validare globalmente la soluzione progettuale in oggetto. Nel seguito si fa riferimento alla cabina di consegna e cabina utente, le quali afferiscono al medesimo impianto di terra.

La corrente di guasto monofase totale dell'impianto I_F si calcola attraverso la determinazione di due contributi distinti: uno associato alla rete Enel e uno associato all'impianto di produzione dell'utente. Pertanto vale la seguente relazione:

$$I_F = I_{FEnel} + I_{Futente}$$

Il contributo della rete Enel si conosce in funzione delle proprietà della rete MT, i valori comunicati dall'ente distributore in riferimento al punto di connessione sono quelli precedentemente indicati.

Il contributo dell'impianto d'utente si calcola considerando il contributo capacitivo della corrente di corto circuito, attraverso la seguente espressione analitica:

$$I_{Futente} = V_n \cdot (0.003 L_1 + 0.2 L_2)$$

		Elab 10	
	Titolo: Relazione tecnica opere di connessione	REV. 00 11/2019	Pag.26 di 33

V_n = Tensione nominale del sistema in kV

L_1 = Lunghezza linea aerea in km

L_2 = Lunghezza linea in cavo in km

In riferimento all'impianto in oggetto risulta, sostituendo i valori numeri: $I_{Futente}$

$$= 20 \cdot (0,003 \cdot 0,380 + 0,2 \cdot 1,930) = 7,74 \text{ A}$$

Essendo $L_1 = 0,380 \text{ km}$ ed $L_2 \cong 1,930 \text{ km}$

Pertanto sommando i due contributi della corrente di guasto monofase si ottiene:

$$I_E = I_F = I_{Fenel} + I_{Futente} = 50 + 7,74 = 57,74 \text{ A}$$

Rilevando dalla tabella riportata il valore di U_{TP} ammissibile in corrispondenza di $t_F \gg 10s$ si ottiene $U_{TP} = 80 \text{ V}$.

Si determina il valore della resistenza di terra della cabina di consegna ed utente.

Resistenza del dispersore verticale

La resistenza elettrica del singolo picchetto verticale costituente il dispersore si calcola con la seguente formula:

$$R_p = \frac{\rho_E}{2\pi L} \cdot \ln \frac{4L}{d}$$

in cui:

ρ_E : resistività del terreno = 100 Ωm

L : lunghezza del picchetto = 1,60 m

d : diametro equivalente del picchetto = 25 mm

Sostituendo i valori numerici:

$$R_p = \frac{100}{2\pi \cdot 1,60} \cdot \ln \left(\frac{4 \cdot 1,60}{25 \cdot 10^{-3}} \right) = 55,2 \Omega$$

Il dispersore sarà caratterizzato da n picchetti infissi nel terreno che elettricamente risultano collegati in parallelo tra loro pertanto si ha:

		Elab 10	
	Titolo: Relazione tecnica opere di connessione	REV. 00 11/2019	Pag.27 di 33

$$R_p^{TOT} = \frac{R_p}{n} = \text{Resistenza totale del dispersore verticale}$$

Per n=4 risulta:

$$R_p^{TOT} = \frac{R_p}{4} = 13,8\Omega$$

Resistenza del dispersore orizzontale

La resistenza di un conduttore interrato orizzontale di lunghezza L è fornita dalla seguente relazione:

$$R_{Oriz} = \frac{\rho_E}{\pi L} \cdot \ln \frac{2L}{d}$$

in cui:

ρ_E : resistività del terreno = 100 Ωm

L : lunghezza del conduttore

d: diametro del conduttore = 7,56 mm (35 mm²)

Si determinano il contributo del dispersore orizzontale costituito dall'anello chiuso interrato intorno alle due cabine consegna ed utente R_{oriz} .

$$R_{Oriz} = \frac{100}{\pi \cdot 40} \cdot \ln \frac{2 \cdot 40}{7,56 \cdot 10^{-3}} = 7,37\Omega$$

La resistenza dell'impianto di terra R_E sarà la resistenza equivalente del parallelo di R_{Oriz} e R_p^{TOT} calcolata con la seguente formula:

$$R_E = \frac{R_{Oriz} \cdot R_p^{TOT}}{R_{Oriz} + R_p^{TOT}} = \frac{7,37 \cdot 13,8}{7,37 + 13,8} = 4,80\Omega$$

Si determina il valore di U_E :

$$U_E = I_E \cdot R_E = 57,74 \cdot 4,80 = 277,15V$$

Seguendo il diagramma di flusso della CEI 99.3 risulta evidente che il modesto sviluppo della lunghezza del dispersore orizzontale posato intorno alle due cabine non è sufficiente da solo a garantire la

		Elab 10	
	Titolo: Relazione tecnica opere di connessione	REV. 00 11/2019	Pag.28 di 33

condizione di verifica elettrica; infatti in tal caso non risulta verificata la condizione analitica $U_E \leq 2 U_{TP}$. Pertanto si dovrà passare a verificare la condizione $U_E \leq 4 U_{TP}$, la quale unitamente applicazione dei provvedimenti M descritti in allegato E della CEI 99-3, assicura il rispetto dei valori massimi di contatto ammissibili. Dall'analisi numerica condotta, sebbene valida attraverso ipotesi semplificative, emerge che la relazione $U_E \leq 4 U_{TP}$ non risulta verificata; pertanto, seguendo il diagramma di flusso della CEI 99.3, in tali ipotesi, si dovrà procedere alla misura della tensione U_T per le masse dell'impianto ed alla verifica della condizione $U_T \leq U_{TP}$. Attraverso la verifica della suddetta condizione l'impianto di terra sarà conforme alla norma.

Dimensionamento rispetto al criterio termico

Il dispersore ed il conduttore di terra devono essere dimensionati affinché resistano al valore della corrente di guasto che li attraversa, senza che raggiungano valori di temperatura alla fine del corto circuito incompatibili con la loro natura. In tale paragrafo si realizza la verifica termica sia per il guasto monofase che doppio monofase a terra, dimostrando che il doppio guasto monofase a terra è più vincolante per il dimensionamento termico.

Per correnti di guasto che siano interrotte in un tempo inferiore a 5s, la norma CEI 99-3 definisce la formula per il calcolo della sezione minima che soddisfa la verifica termica in oggetto:

$$S_{\min} = \frac{I_E}{K} \cdot \sqrt{\frac{t_F}{\ln \frac{\theta_f + \beta}{\theta_i + \beta}}}$$

Poiché il doppio guasto monofase a terra è estinto in un tempo inferiore a 5s, si applica tale formula.

In essa risulta:

$I_E = I_F$ corrente di doppio guasto monofase a terra = 10800 kA

t_F = tempo di eliminazione del doppio guasto monofase a terra = 0,350 s

$K=226 \text{ Amm}^{-2}\text{s}^{1/2}$ (rame)

β = reciproco del coefficiente di temperatura del conduttore = 234,5 °C per il rame

θ_f = Temperatura finale = 300 °C (Rame nudo)

θ_i = Temperatura iniziale = 20 °C

Infatti si è considerato che il conduttore di terra sia in aria ed il dispersore infisso nel terreno.

Si ottiene un valore $S_{\min} = 32,8 \text{ mm}^2$

Pertanto la sezione 35 mm^2 adottata per realizzare il conduttore di terra ed il dispersore di terra è

		Elab 10	
	Titolo: Relazione tecnica opere di connessione	REV. 00 11/2019	Pag.29 di 33

conforme al suddetto procedimento di calcolo.

La stessa norma CEI 99-3, per correnti di guasto che sono eliminate in tempi superiori a 5s, come il guasto a terra monofase della rete Enel, impone un'altra metodologia di verifica termica. In funzione del grafico riportato in Allegato D della suddetta norma, ricavo che il conduttore 35 mm² in rame, ad una temperatura finale di 300 °C (rame nudo) può condurre in maniera permanente circa 320A. Risulta evidente che tale valore è notevolmente superiore al valore di circa 50A, corrente di guasto monofase a terra che fluisce nel conduttore di terra e nel dispersore. Da tali calcoli si evince, appunto, che il doppio guasto monofase a terra è più sollecitante nel dimensionamento termico del conduttore.

I dettagli realizzativi dell'impianto di terra sono indicati nelle tavole grafiche allegate.

4.3.2 Collegamenti di messa a terra degli schermi dei cavi MT

Le condizioni descritte al paragrafo precedente assicurano le condizioni di sicurezza in caso di guasto favorendo l'intervento in un tempo adeguato dei sistemi di protezione dell'impianto.

A tale scopo, per favorire il drenaggio della corrente di guasto, gli schermi dei cavi MT devono essere messi a terra ad entrambe le estremità di ogni tratta, in corrispondenza delle terminazioni; a tale riguardo fare riferimento all'elaborato grafico relativo all'impianto di terra, in cui sono riportati i dettagli costruttivi di tale connessione in accordo al progetto di Enel Distribuzione.

In generale qualora risulti $U_E > U_{TP}$ per impedire il trasferimento di tale potenziale pericoloso all'esterno su punti accessibili, occorrerà prevedere l'interruzione della continuità metallica dello schermo dei cavi.

Ciò si realizza attraverso due possibili interventi:

- a) collegando un solo estremo del cavo all'impianto di terra locale in corrispondenza dei terminali, lasciando scollegato da terra l'altra estremità della tratta;
- b) Interponendo lungo la tratta appositi giunti di interruzione dello schermo del cavo.

Entrambi gli interventi sopra descritti finalizzati all'interruzione della continuità dello schermo dei cavi MT, dovranno essere segnalati su entrambe le estremità del tronco di cavo stesso, attraverso l'applicazione di appositi cartelli.

		Elab 10	
	Titolo: Relazione tecnica opere di connessione	REV. 00 11/2019	Pag.30 di 33

5. RIFERIMENTI NORMATIVI, LEGGI E PRESCRIZIONI

Tutte le opere, se non diversamente specificato nel presente documento, dovranno essere progettate, realizzate e collaudate in osservanza dei riferimenti normativi (CEI, IEC, CENELEC, ISO, UNI, etc.), leggi, decreti, regolamenti e prescrizioni citati nel testo e tutte le altre leggi e norme pertinenti attualmente in vigore con particolare riferimento a:

- Decreto Legislativo 16 marzo 1999, n. 79/99: "Attuazione della direttiva 96/92/CE recante norme comuni per il mercato interno dell'energia elettrica";
- Decreto Legislativo 29 dicembre 2003, n°387: "Attuazione delle direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità";
- Delibera Autorità per l'energia elettrica ed il gas n. 168 del 30 dicembre 2003: "Condizioni per l'erogazione del pubblico servizio di dispacciamento dell'energia elettrica sul territorio nazionale e per l'approvvigionamento delle relative risorse su base di merito economico, ai sensi degli articoli 3 e 5 del decreto legislativo 16 marzo 1999, n. 79" e relativo Allegato A modificato con ultima deliberazione n.20/06;
- Delibera Autorità per l'energia elettrica ed il gas n. 39 del 28 febbraio 2001: "Approvazione delle regole tecniche adottate dal Gestore della rete di trasmissione nazionale ai sensi dell'articolo 3, comma 6, del decreto legislativo 16 marzo 1999, n. 79";
- Delibera Autorità per l'energia elettrica ed il gas n. 333 del 21 dicembre 2007: "Testo integrato della regolazione della qualità dei servizi di distribuzione, misura e vendita dell'energia elettrica" – TIQE;
- Delibera Autorità per l'energia elettrica ed il gas n. 348 del 29 dicembre 2007: "Testo integrato delle disposizioni dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas per l'erogazione dei servizi di trasmissione, distribuzione e misura dell'energia elettrica per il periodo di regolazione 2008-2011 e disposizioni in materia di condizioni economiche per l'erogazione del servizio di connessione" e relativi allegati: Allegato A e Allegato B;
- Delibera Autorità per l'energia elettrica ed il gas ARG/elt 99/08 del 23 luglio 2008: "Testo integrato delle condizioni tecniche ed economiche per la connessione alle reti elettriche con obbligo di connessione di terzi degli impianti di produzione di energia elettrica (Testo integrato delle connessioni attive – TICA)".
- Delibera Autorità per l'energia elettrica ed il gas ARG/elt 179/08 del 11 dicembre 2008: "Modifiche e integrazioni alle deliberazioni dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas ARG/elt 99/08 e n. 281/05 in materia di condizioni tecniche ed economiche per la connessione alle reti elettriche con obbligo di connessione di terzi degli impianti di produzione di energia elettrica";
- Norma CEI 0-16 "Regole Tecniche di Connessione (RTC) per Utenti attivi ed Utenti passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica" III Ed.;
- Norma CEI 99-2 "Impianti elettrici con tensione superiore a 1kV in c.a. - Parte 1: prescrizioni comuni"

		Elab 10	
	Titolo: Relazione tecnica opere di connessione	REV. 00 11/2019	Pag.31 di 33

- Norma CEI 99-3 "Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in c.a."
- Norma CEI 99-4 "Guida per l'esecuzione di cabine elettriche MT/BT del Cliente/Utente finale";
- Norma CEI 11-4 "Esecuzione delle linee elettriche aeree esterne";
- Norma CEI 11-17 "Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica – Linee in cavo";
- Norma CEI EN 35027 "Cavi di energia per tensione nominale U da 1 kV a 30 kV – Portate di corrente in regime permanente – Posa in aria ed interrata
- Norma CEI 11-20 "Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria";
- Norma CEI EN 60529 "Gradi di protezione degli involucri (codice IP)"
- Norma CEI UNI 70029 (CEI 11-46) "Strutture sotterranee polifunzionali per la coesistenza di servizi a rete diversi – Progettazione, costruzione, gestione ed utilizzo – Criteri generali di posa";
- Norma CEI UNI 70030 (CEI 11-47) "Impianti tecnologici sotterranei – Criteri generali di posa";
- Norma CEI 64-8 "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua";
- Norma CEI EN 61386-24 (CEI 23-116): "Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche Parte 24: Prescrizioni particolari - sistemi di tubi interrati";
- Norma CEI EN 50272-1 (CEI 21-58): "Prescrizioni di sicurezza per batterie di accumulatori e loro installazioni – Parte 1: Informazioni generali di sicurezza"
- Norma CEI EN 50272-2 (CEI 21-39): "Prescrizioni di sicurezza per batterie di accumulatori e loro installazioni – Parte 2: Batterie stazionarie"
- Norma CEI EN 62040-1/A1(CEI 22-32–V1): "Sistemi statici di continuità (UPS) Parte 1: Prescrizioni generali e di sicurezza";
- Norma CEI EN 62040-2 (CEI 22-29): "Sistemi statici di continuità (UPS) Parte 2: Requisiti di compatibilità elettromagnetica";
- Norma CEI EN 62040-3 (CEI 22-24): "Sistemi statici di continuità (UPS) Parte 3: Metodi di specifica delle prestazioni e prescrizioni di prova";
- Norma CEI 103-6: "Protezione delle linee di telecomunicazione dagli effetti dell'induzione elettromagnetica provocata dalle linee elettriche vicine in caso di guasto";
- Norma CEI EN 62305 – Parte 1-2-3-4 (CEI 81-10): "Protezioni contro i fulmini";
- Norma CEI 64-12: "Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario"
- Norma CEI 11-27 "Lavori su impianti elettrici"
- Norma CEI EN 61439-1 (CEI 17-113): "Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) – Parte 1 : regole generali"
- Norma CEI EN 61439-2 (CEI 17-114): "Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) – Parte 2 : quadri di potenza"

		Elab 10	
	Titolo: Relazione tecnica opere di connessione	REV. 00 11/2019	Pag.32 di 33

- CEI 11-60 "Portata al limite termico delle linee elettriche esterne con tensione maggiore di 100 kV";
- 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 I"
- CEI 211-4 " Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati dalle linee e da stazioni elettriche;
- DK 4452: "Criteri di taratura degli impianti di distribuzione MT ed esempi tipici di coordinamento delle protezioni di rete e di utenza";
- DK 4460: "Corrente di guasto a terra nelle reti MT";
- DK 4461: "Impianti di terra delle cabine secondarie";
- D.P.R. 22 Ottobre 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"
- Decreto Legislativo 1 agosto 2003 n. 259 "Codice delle comunicazioni elettroniche"
- D.M. 25 settembre 1992 "Approvazione della convenzione-tipo prevista dall'art. 22 della legge 9 gennaio 1991, n. 9, recante norme per l'attuazione del nuovo Piano energetico nazionale: aspetti istituzionali, centrali idroelettriche ed elettrodotti, idrocarburi e geotermia, autoproduzione e disposizioni fiscali".
- D.L. n. 186 del 1/3/1968 Costruzione di impianti a regola d'arte;
- Regio Decreto 11 dicembre 1933 n° 1775 "Testo Unico delle disposizioni di legge in merito alle acque ed agli impianti elettrici;
- Legge sulla prevenzione degli infortuni sul lavoro: Dlgs. 81/08 ed integrazioni, aggiornamenti e circolari successive;
- DM 22/1/2008 n. 37 Norme per la sicurezza degli impianti;
- D.P.R. n. 447 del 6/12/1991;
- DM 21/03/1988;
- DM 05/08/1998;
- Legge del 22/02/01 n° 36 "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici";
- DPCM 08/07/2003 "Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti", in attuazione dell'art. 4 comma 2 lettera a) della Legge 36/2001;
- DM 29/05/2008:
 - a) approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti (GU n. 156 del 5/7/2008 – Suppl. Ordinario n. 160);
 - b) approvazione delle procedure di misura e valutazione dell'induzione magnetica (GU n. 153 del 2/7/2008);

		Elab 10	
	Titolo: Relazione tecnica opere di connessione	REV. 00 11/2019	Pag.33 di 33

- D.P.R. 22 Ottobre 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"
- DPR 1 Agosto 2011 n° 151 " Regolamento recante semplificazione della disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione incendi, a norma dell'art. 49 comma 4-quarter, decreto legge 31 Maggio 2010 n° 78, convertito con modificazioni dalla legge 30 Luglio 2010 n° 122"
- Decreto Legislativo 22 gennaio 2004 n° 42 "Codice dei Beni Ambientali e del Paesaggio",
- Decreto Del Presidente Del Consiglio Dei Ministri 12 dicembre 2005 "Verifica Compatibilità Paesaggistica ai sensi dell' art 146 del Codice dei Beni Ambientali e Culturali",
- Prescrizioni e raccomandazioni della Struttura Pubblica di Controllo Competente (ASL/USSL/ISPELS).

Il rispetto della normativa sopra specificata sarà inteso nel modo più restrittivo, nel senso che non solo la progettazione sarà adeguata a quanto stabilito dai suddetti criteri, ma vi sarà un'analogia rispondenza alle normative da parte di tutti i materiali ed apparecchiature che saranno impiegati.

Con preciso riferimento a quanto prescritto dalle Norme d'installazione degli impianti elettrici, saranno scelti materiali provvisti di Marchio Italiano di Qualità (I.M.Q.) per tutti i prodotti per i quali il marchio è ammesso.

Saranno comunque pure rispettate le prescrizioni delle presenti specifiche, ove sono previsti dimensionamenti in lieve misura eccedenti i limiti minimi consentiti dalle Norme.

Gli impianti dovranno rispondere ai seguenti requisiti generali:

- Sicurezza ed affidabilità;
- Capacità di ampliamento;
- Accessibilità;
- Facilità di gestione.