



DICEMBRE 2023

GREEN FROGS CORREGGIO S.R.L.

IMPIANTO FOTOVOLTAICO

POTENZA NOMINALE 12,33 MWp

COMUNE DI CORREGGIO (RE)

Montagna

**ISTANZA DI VERIFICA DI
ASSOGGETTABILITA' A VIA – L.R.
4/2018**

**RELAZIONE TECNICA OPERE
ELETTRICHE**

Progettisti (o coordinamento)

Ing. Laura Maria Conti n. ordine Ing. Pavia 1726

Arch. Sara Zucca (coordinamento)

Codice elaborato

*3162_5891_CO_VVIA_R12_Rev0_Relazione tecnica opere
elettriche*

Memorandum delle revisioni

Cod. Documento	Data	Tipo revisione	Redatto	Verificato	Approvato
3162_5891_CO_VVIA_R12_Rev0_Relazione tecnica opere elettriche	12/2023	Prima emissione	M. Dessì	S.Zucca	L.Conti

Gruppo di lavoro

Nome e cognome	Ruolo nel gruppo di lavoro	N° ordine
Laura Maria Conti	Direzione Tecnica	Ordine Ing. Pavia 1726
Riccardo Festante	Responsabile commerciale	
Corrado Pluchino	Responsabile Tecnico Operativo	Ord. Ing. Milano A27174
Sara Zucca	Architetto - Project Manager	
Fabio Lassini	Ingegnere Idraulico	Ordine Ing. Milano A29719
Andrea Delussu	Ingegnere Elettrico	
Matthew Piscedda	Esperto in discipline elettriche	
Michele Dessì	Ingegnere Elettrico	
Vincenzo Ferrante	Ingegnere Strutturista	
Andrea Mastio	Ingegnere Ambientale	
Damiano Collu	Ingegnere Ambientale	
Sergio Alifano	Architetto	
Stefano Adami	Ingegnere Ambientale	
Graziella Cusmano	Architetto	
Stefano Corrà	Ingegnere civile strutturista	

Montana S.p.A.

Via Angelo Carlo Fumagalli 6, 20143 Milano
Tel. +39 02 54 11 81 73 | Fax +39 02 54 12 98 90

Milano (Sede Certificata ISO) | Brescia | Palermo | Cagliari | Roma | Siracusa

C. F. e P. IVA 10414270156

Cap. Soc. 600.000,00 €

www.montanambiente.com



INDICE

1. PREMESSA	5
2. IDENTIFICAZIONE DELL'INTERVENTO.....	7
2.1 INQUADRAMENTO DEL SITO.....	7
2.1.1 Inquadramento Territoriale	7
2.1.2 Inquadramento Catastale.....	11
2.1.3 Inquadramento normativo	12
2.1.4 Dati generali del progetto	13
3. STATO DI PROGETTO.....	15
3.1 CRITERI DI PROGETTAZIONE	15
3.2 DISPONIBILITÀ DI CONNESSIONE.....	15
3.3 LAYOUT D'IMPIANTO.....	15
3.4 DESCRIZIONE DEI COMPONENTI DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO	18
3.4.1 Moduli fotovoltaici.....	18
3.4.2 Struttura di supporto moduli (tracker).....	19
3.4.3 String box	20
3.4.4 Power Station (Cabine di Campo)	20
3.4.5 Cavi di potenza BT e MT	23
3.4.6 Sistema SCADA.....	23
3.4.7 Cavi di controllo e TLC	23
3.4.8 Cabina di Consegna e Cabina Utente.....	24
3.5 CONFIGURAZIONE IMPIANTO	25
3.6 CONNESSIONE ALLA RTN	25
4. RIFERIMENTI NORMATIVI.....	28
4.1 NORME DI RIFERIMENTO PER LA BASSA TENSIONE.....	28
4.2 NORME DI RIFERIMENTO PER LA MEDIA TENSIONE.....	29
5. CALCOLO PRELIMINARE ELETTRICO MT-BT	30
5.1 ELEMENTI RELATIVI ALLA CONNESSIONE	30
5.2 CALCOLO DELLE CORRENTI DI IMPIEGO	30
5.3 ARMONICHE	31
5.4 DIMENSIONAMENTO CAVI.....	32
5.5 INTEGRALE DI JOULE.....	33
5.6 CONDUTTORI DI NEUTRO	34
5.7 CONDUTTORI DI PROTEZIONE	35
5.8 CADUTE DI TENSIONE	35
5.9 TRASFORMATORI.....	36
6. STUDIO DI CORTOCIRCUITO	37
6.1 STATO NEL NEUTRO DI IMPIANTO	37
6.2 CALCOLO DEI GUASTI MT.....	37
6.3 CALCOLO DELLE CORRENTI MASSIME DI CORTOCIRCUITO	37
6.4 CALCOLO DELLE CORRENTI MINIME DI CORTOCIRCUITO.....	38
6.5 GUASTI MONOFASI A TERRA LINEE MT	38



6.6	SCELTA DELLE PROTEZIONI	38
6.7	VERIFICA DELLE PROTEZIONE DA CORTOCIRCUITO DELLE CONDUTTURE	39
6.8	VERIFICA DI SELETTIVITA	39
7.	CALCOLO PRELIMINARE IMPIANTO DI TERRA	41
7.1	DEFINIZIONI	41
7.2	INFORMAZIONI PRELIMINARI	42
7.3	PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI E INDIRETTI.....	44
7.4	RISOLUZIONE GUASTO MT.....	45
7.5	RISOLUZIONE GUASTO BT (AC CURRENT)	45
7.6	RISOLUZIONE GUASTO BT (DC CURRENT)	46
8.	SCARICHE ATMOSFERICHE	47
9.	ESTRATTO DI CALCOLO MT E BT	48

1. PREMESSA

Il progetto prevede la realizzazione di un impianto solare fotovoltaico al suolo all'interno del territorio comunale di Correggio, in provincia di Reggio dell'Emilia (RE), di potenza nominale pari a 12,33 MW, su un'area catastale di circa 23,6 ettari.

La società proponente è la GREEN FROGS CORREGGIO s.r.l., con sede legale in via Fratelli Cairoli 2, 25122, Brescia (BS).

Il progetto risponde alla necessità di produrre energia rispettando, al contempo, l'esigenza, ormai da tempo sentita sia a livello nazionale sia internazionale, di una maggiore sostenibilità ambientale delle attività economiche. Nel caso specifico, si fa riferimento all'impiego privilegiato di risorse energetiche rinnovabili, ottenute mediante tecnologie produttive poco impattanti sull'ambiente, ovvero caratterizzate da emissioni contenute di inquinanti e calore.

Il D. Lgs. n. 199 dell'8 novembre 2021 “Attuazione della direttiva (UE) 2018/2001 del Parlamento europeo e del Consiglio, dell'11 dicembre 2018, sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili”, con l'obiettivo di accelerare il percorso di crescita sostenibile del Paese, reca le disposizioni in materia di energia da fonti rinnovabili, in coerenza con gli obiettivi europei di decarbonizzazione del sistema energetico al 2030 e di completa decarbonizzazione al 2050.

Al fine, pertanto, di permettere alle regioni e Province Autonome l'individuazione delle aree idonee all'installazione della potenza eolica e fotovoltaica indicata nel PNIEC, il D. Lgs. 199/2021 fornisce le modalità per minimizzare il relativo impatto ambientale e la massima porzione di suolo occupabile dai suddetti impianti per unità di superficie, nonché dagli impianti a fonti rinnovabili di produzione di energia elettrica già installati e le superfici tecnicamente disponibili.

L'area su cui si prevede di installare il fotovoltaico risponde ai requisiti di cui all'art. 20 “Disciplina per l'individuazione di superfici e aree idonee per l'installazione di impianti a fonti rinnovabili”, comma 8, lett. c-ter) punto 1, del summenzionato Decreto: trattasi infatti di area agricola, racchiusa in un perimetro i cui punti non distano più di 500 metri da zone a destinazione industriale, artigianale e commerciale. Inoltre, si evidenzia l'assenza di vincoli ai sensi della parte seconda del codice dei beni culturali e del paesaggio, di cui al decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42.

I terreni non sono interessati da produzioni agricolo- alimentari di qualità (produzioni biologiche, produzioni D.O.P., I.G.P., S.T.G., D.O.C., D.O.C.G., produzioni tradizionali), ai sensi dei regg. (UE)848/2018, (UE)1151/2012, (UE)1308/2013.

Il progetto proposto ricade nella categoria di cui all'Allegato B della L.R. 4/2018 al punto B.2.8) “impianti industriali non termici per la produzione di energia, vapore e acqua calda di potenza complessiva superiore a 1 MW” e verrà pertanto sottoposto alla Verifica di Assoggettabilità a VIA, ai sensi dell'art. 5 della L.R. 4/2018, la quale recepisce le disposizioni del Testo Unico dell'Ambiente (punto 2 lettera b) dell'Allegato IV della parte seconda del D.Lgs. 152/2006.)

Il progetto verrà connesso alla rete MT (15 kV) di e-distribuzione secondo quanto previsto dal preventivo di connessione con codice di tracciabilità n. 380085917, attraverso la richiesta per lotto di impianti.

Il lotto sarà suddiviso in 2 impianti rispettivamente di potenza pari a 5255,32 kWp e 7077,42 kWp, pertanto è prevista la realizzazione di n. 2 cabine di consegna collegate in antenna da cabina primaria AT/MT CORREGGIO EST.

La proprietà presenterà a breve la domanda di Autorizzazione Unica per la realizzazione e l'esercizio dell'impianto fotovoltaico e delle opere connesse, ai sensi del D.Lgs. 387/2003 “Attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità”, al fine di mantenere la validità del preventivo di connessione che, ai sensi dell'art.9.3 dell'Allegato A della TICA (Deliberazione 23 luglio 2008 – ARG/elt 99/08 – 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), prevede che entro 90 (novanta) giorni lavorativi, per connessioni in media tensione, dalla data di accettazione del preventivo per la connessione, il richiedente è tenuto a presentare la richiesta di avvio del procedimento autorizzativo unico comprensiva di tutta la documentazione necessaria, ivi compreso il progetto dell'impianto di rete per la connessione e degli eventuali interventi sulla rete esistente (ove previsti) validato dal gestore di rete.

2. IDENTIFICAZIONE DELL'INTERVENTO

2.1 INQUADRAMENTO DEL SITO

2.1.1 Inquadramento Territoriale

Il progetto in esame è ubicato nel comune di Correggio, in provincia di Reggio Emilia (RE), a circa 1,5 km dal centro abitato.

L'area di progetto si trova in agro comunale, a ridosso della zona industriale di Correggio, presenta un'estensione complessiva catastale pari a 23,6 ettari. L'immagine seguente mostra la localizzazione su base ortofoto delle opere di progetto:

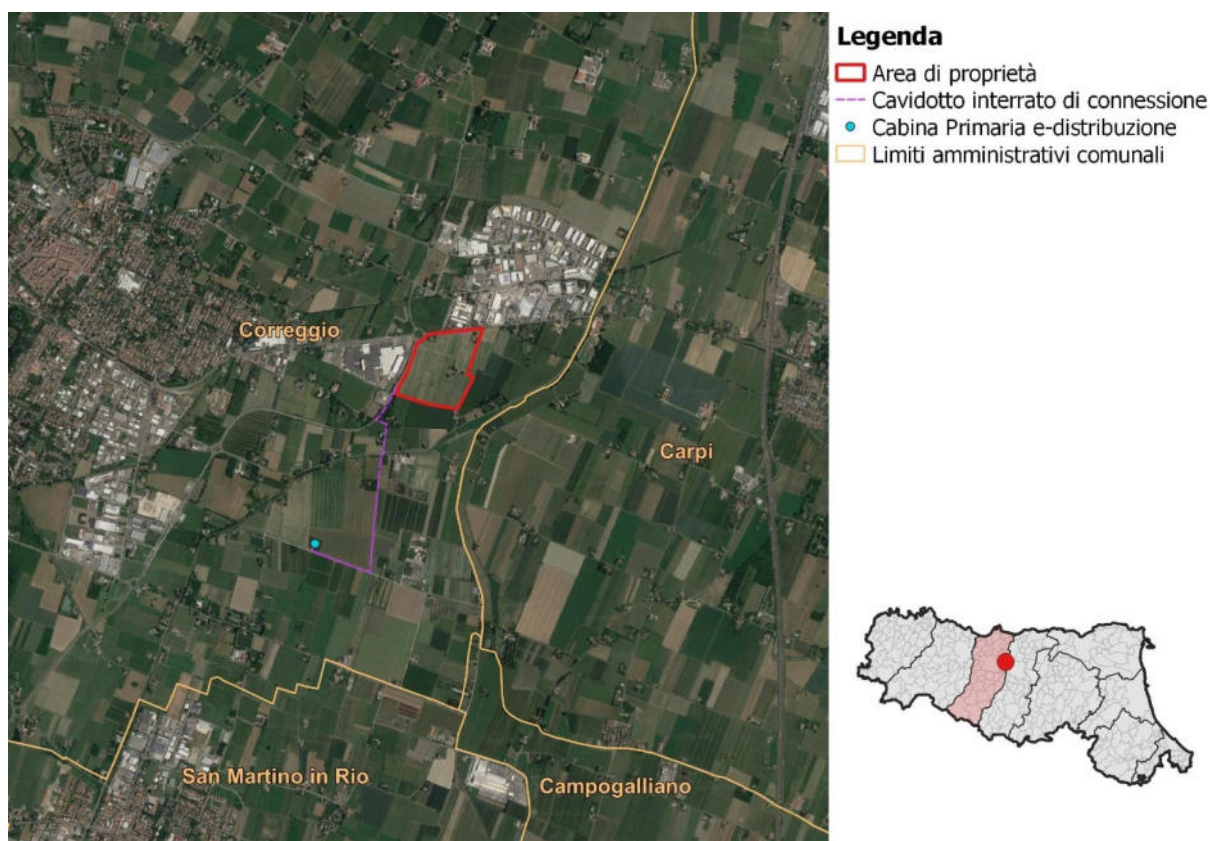


Figura 2.1: Localizzazione dell'impianto

La rete stradale, illustrata dalla figura successiva, che circonda l'area di progetto è costituita da:

- a nord, dalla via Carpi, anche SS468, strada su cui si attesta la zona industriale di Correggio e sulla quale si prevede l'accesso principale all'impianto fotovoltaico;
- a ovest la SS468, strada statale che collega Reggio Emilia con Mirabello, in provincia di Ferrara.

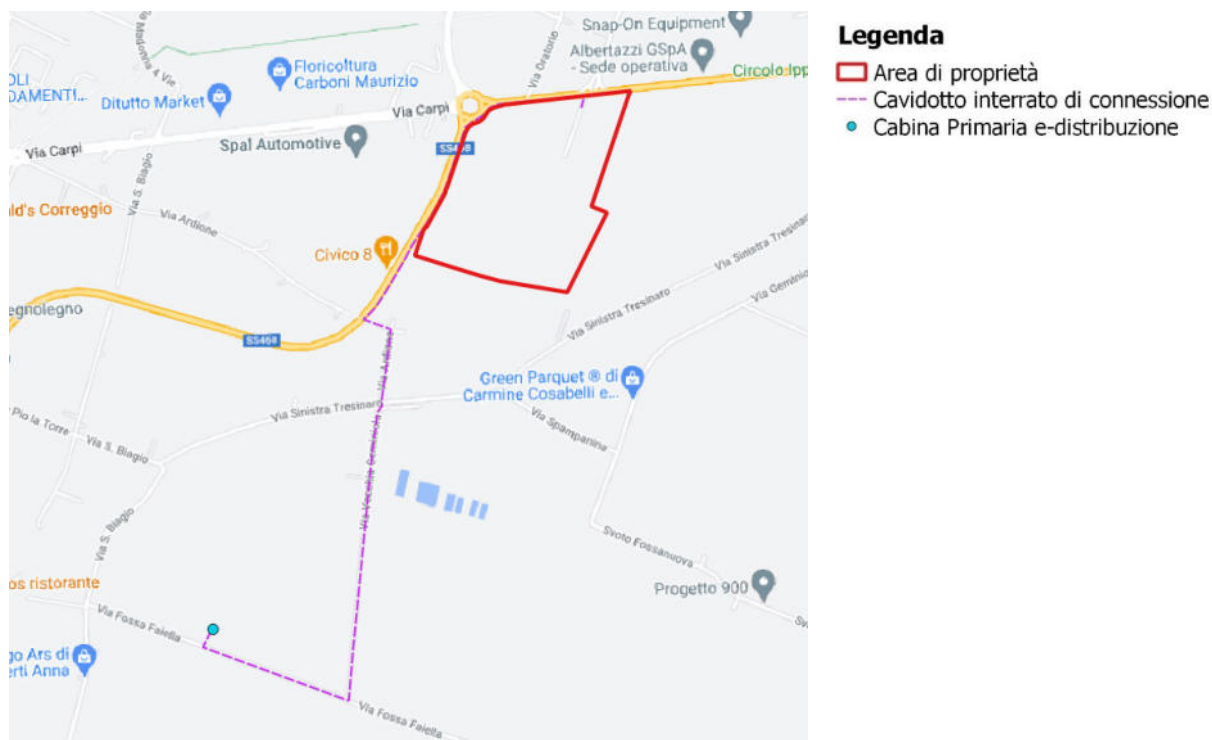


Figura 2.2: Principale viabilità della zona

Il cavidotto di connessione percorrerà la viabilità esistente collegando l’impianto alla Cabina primaria denominata CORREGGIO EST, sita in via Fossa Faiella, con un percorso lungo circa 2,7 km.

All’interno dell’area sono presenti alcuni fabbricati, che la proprietà intende acquisire. Il fotovoltaico si svilupperà intorno a questi ultimi garantendone le rispettive vie di accesso.

L’area risulta pianeggiante e attualmente impiegata per coltivazioni¹. Sono presenti delle alberature adiacenti ai fabbricati summenzionati, che verranno preservate in modo da limitare gli impatti dell’opera in progetto.

Di seguito si riportano alcune fotografie e i punti di presa prescelti.

¹ I terreni non sono interessati da produzioni agricolo- alimentari di qualità (produzioni biologiche, produzioni D.O.P., I.G.P., S.T.G., D.O.C., D.O.C.G., produzioni tradizionali), ai sensi dei regg. (UE)848/2018, (UE)1151/2012, (UE)1308/2013.

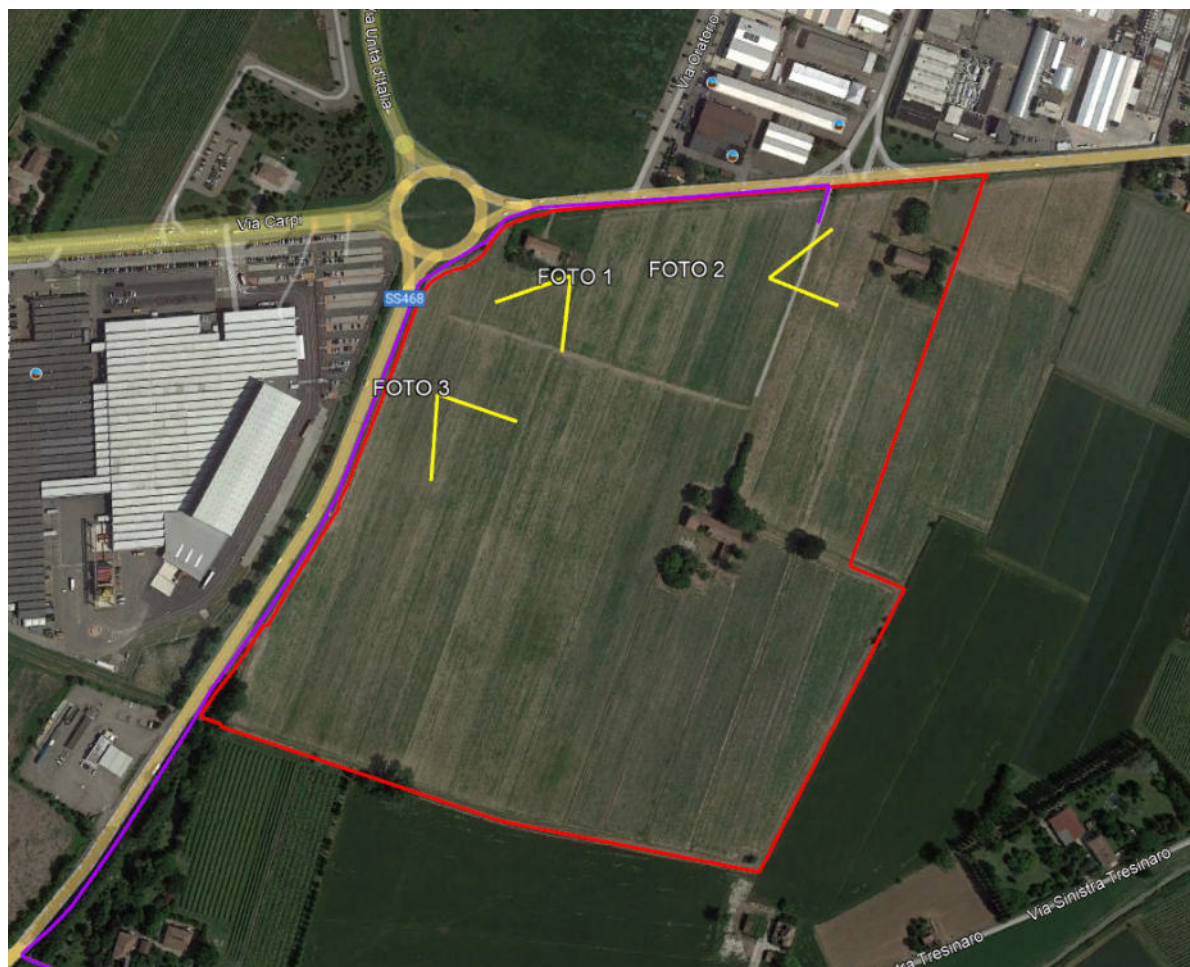


Figura 2.3: Punti di presa fotografica



Figura 2.4: Foto n.1



Figura 2.5: Foto n.2



Figura 2.6: Foto n.3

2.1.2 Inquadramento Catastale

Le aree oggetto di studio sono censite al catasto terreni del Comune di Correggio (RE). Si riporta di seguito l'elenco delle particelle contrattualizzate e l'inquadramento catastale del sito.

Tabella 2-1: Inquadramento catastale del sito

FOGLIO	PARTICELLE
57	276
58	1
	2
	29
	80
	165
	166
	167
	178
	276

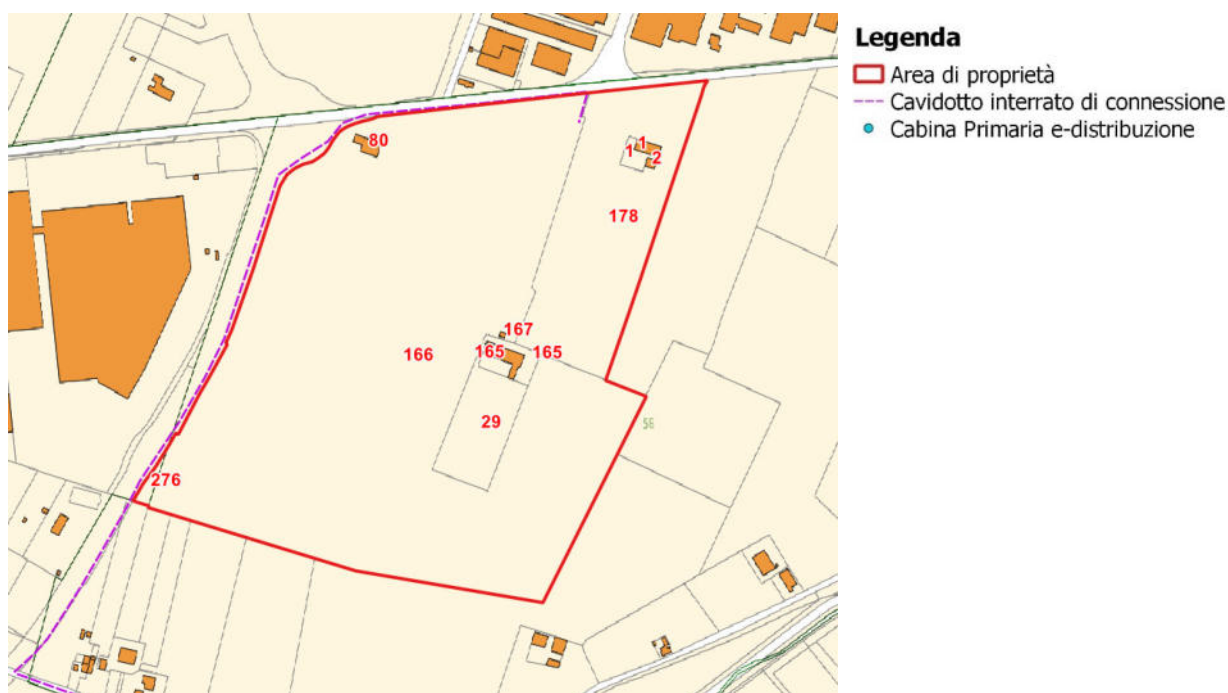


Figura 2.7: Inquadramento catastale

2.1.3 Inquadramento normativo

Il Decreto legislativo n. 199 dell'8 novembre 2021 dà attuazione alla Direttiva (UE) 2018/2001 del Parlamento europeo e del Consiglio, dell'11 dicembre 2018 sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili ha l'obiettivo di accelerare il percorso di crescita sostenibile del Paese, recando disposizioni in materia di energia da fonti rinnovabili, in coerenza con gli obiettivi europei di decarbonizzazione del sistema energetico al 2030 e di completa decarbonizzazione al 2050. Il D.lgs. definisce gli strumenti, i meccanismi, gli incentivi e il quadro istituzionale, finanziario e giuridico, necessari per il raggiungimento degli obiettivi di incremento della quota di energia da fonti rinnovabili al 2030, in attuazione della direttiva (Ue) 2018/2001 e nel rispetto dei criteri fissati dalla legge 22 aprile 2021, n. 53.

L'art. 20 “Disciplina per l'individuazione di superfici e aree idonee per l'installazione di impianti a fonti rinnovabili”, fornisce le indicazioni e disposizioni perché le Regioni si dotino quanto prima di un aggiornamento delle aree idonee/non idonee all'installazione degli impianti FER.

Si ribadisce inoltre che, in sede di individuazione delle superfici e delle aree idonee per l'installazione di impianti a fonti rinnovabili, devono essere rispettati i principi della minimizzazione degli impatti sull'ambiente, sul territorio, sul patrimonio culturale e sul paesaggio, fermo restando il vincolo del raggiungimento degli obiettivi di decarbonizzazione al 2030 e tenendo conto della sostenibilità dei costi correlati al raggiungimento di tale obiettivo.

Si riporta di seguito uno stralcio del comma 8, che elenca le aree da considerare come idonee:

*“8. Nelle more dell'individuazione delle aree idonee sulla base dei criteri e delle modalità stabiliti dai decreti di cui al comma 1, **sono considerate aree idonee**, ai fini di cui al comma 1 del presente articolo:*

[...]

*c-ter) **esclusivamente per gli impianti fotovoltaici**, anche con moduli a terra, e per gli impianti di produzione di biometano, in assenza di vincoli ai sensi della parte seconda del codice dei beni culturali e del paesaggio, di cui al decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42:*

- 1) le aree classificate agricole, racchiuse in un perimetro i cui punti distino non più di 500 metri da zone a destinazione industriale, artigianale e commerciale, compresi i siti di interesse nazionale, nonché le cave e le miniere;*

[...]

L'area di progetto è classificata come agricola (tipo E.1 da PRG comunale). L'immagine seguente riporta la localizzazione dell'area rispetto alle zone urbanistiche di tipo industriale perimetrate dal Comune di Correggio.

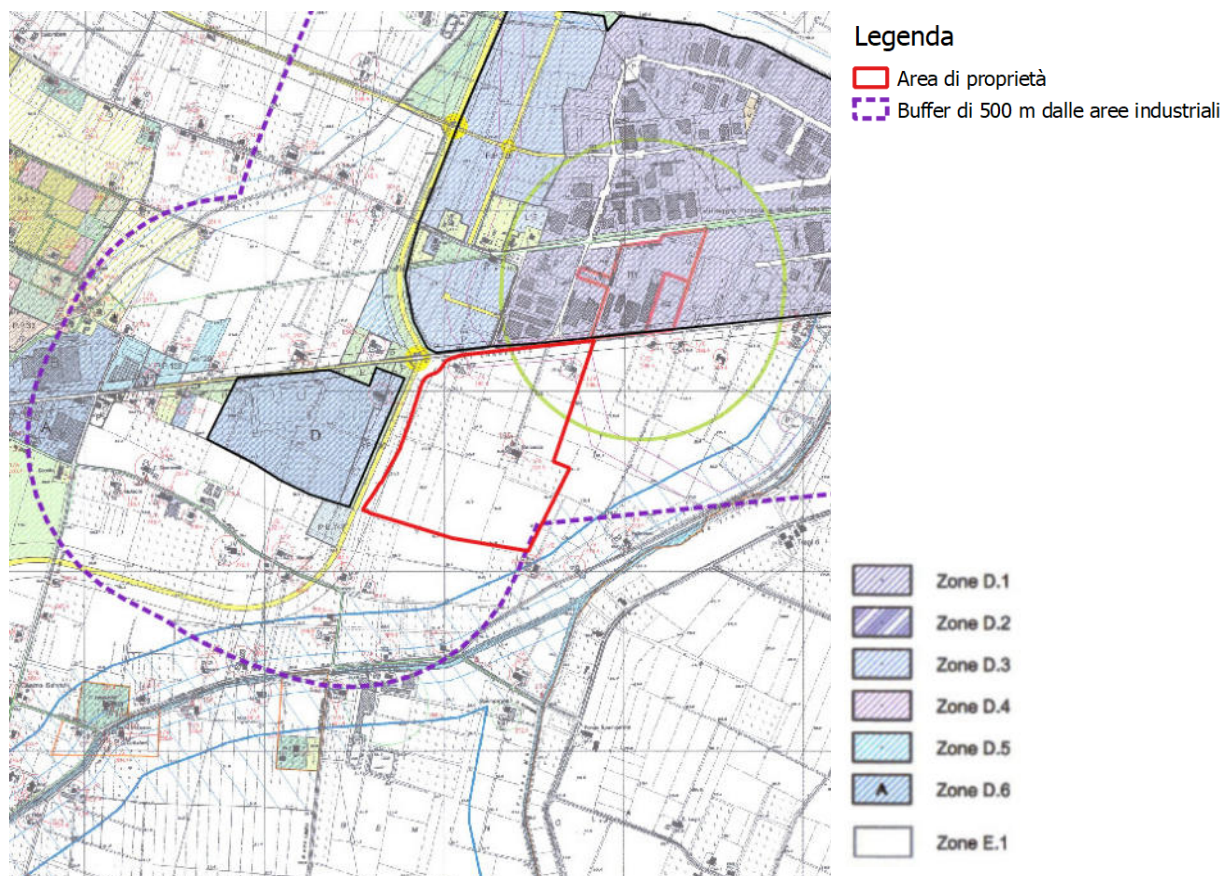


Figura 2.8: Stralcio tavola 2.4 PRG – Buffer dalle zone industriali

Per quanto sopra descritto, si ritengono le aree di interesse idonee all'installazione dell'impianto fotovoltaico, in quanto aree agricole distanti meno di 500 metri dal perimetro della zona industriale così come identificata e perimetrata dallo strumento urbanistico comunale vigente.

2.1.4 Dati generali del progetto

Nella tabella seguente sono riepilogate in forma sintetica le principali caratteristiche tecniche dell'impianto di progetto.

Tabella 2.2: Dati di progetto

PARAMETRO	DESCRIZIONE
Richiedente	GREEN FROGS CORREGGIO s.r.l.
Luogo di installazione:	Correggio (RE)
Denominazione impianto:	Correggio
Potenza di picco (MW _p):	12,33 MWp
Informazioni generali del sito:	Sito ben raggiungibile, caratterizzato da strade esistenti, idonee alle esigenze legate alla realizzazione dell'impianto e di facile accesso. La morfologia è piuttosto regolare.
Connessione:	Interfacciamento alla rete mediante soggetto privato nel rispetto delle norme CEI
Tipo strutture di sostegno:	Strutture metalliche in acciaio zincato tipo Tracker infisse a terra su pali



PARAMETRO	DESCRIZIONE	
Inclinazione piano dei moduli (tilt):	+55°/-55°	
Pitch (m):	6	
Azimut di installazione:	0°	
Power station:	n. 8 power station	
Cabina di Consegna:	n. 2	
Rete di collegamento:	15 kV	
Coordinate POD (punto di allaccio cavidotto MT):	Cabina 1.1	Cabina 1.2
	Altitudine media 29 m s.l.m. [WGS84/ UTM Zone 32N]	Altitudine media 29 m s.l.m. [WGS84/ UTM Zone 32N]
	X: 643727.66 m	X: 643720.59 m
	Y: 4958553.32 m	Y: 4958532.06 m

3. STATO DI PROGETTO

3.1 CRITERI DI PROGETTAZIONE

I criteri con cui è stata realizzata la progettazione definitiva dell'impianto fotovoltaico fanno riferimento sostanzialmente a:

- scelta preliminare della tipologia impiantistica, ovvero impianto fotovoltaico a terra con strutture di tipo tracker con tecnologia a moduli BI-facciali;
- ottimizzazione dell'efficienza di captazione energetica realizzata mediante orientamento dinamico dei pannelli;
- disponibilità delle aree, morfologia ed accessibilità del sito acquisita sia mediante sopralluoghi che rilievo topografico di dettaglio.

Oltre a queste assunzioni preliminari si è proceduto tenendo conto di:

- rispetto delle leggi e delle normative di buona tecnica vigenti;
- soddisfazione dei requisiti di performance di impianto;
- conseguimento delle massime economie di gestione e di manutenzione degli impianti progettati;
- ottimizzazione del rapporto costi/benefici;
- impiego di materiali componenti di elevata qualità, efficienza, lunga durata e facilmente reperibili sul mercato;
- riduzione delle perdite energetiche connesse al funzionamento dell'impianto, al fine di massimizzare la quantità di energia elettrica immessa in rete.

3.2 DISPONIBILITÀ DI CONNESSIONE

Il progetto verrà connesso alla rete MT (15 kV) di e-distribuzione secondo quanto previsto dal preventivo di connessione con codice di tracciabilità n. 380085917, attraverso la richiesta per lotto di impianti.

Il lotto sarà suddiviso in 2 impianti rispettivamente di potenza pari a 5255,32 kWp e 7077,42 kWp, pertanto è prevista la realizzazione di n. 2 cabine di consegna collegate in antenna da cabina primaria AT/MT CORREGGIO EST.

Il documento 3162_5891_CO_VVIA_D00_Rev0_TICA presenta la soluzione di connessione ricevuta e accettata.

Si rimanda al paragrafo 3.6 per maggiori dettagli.

3.3 LAYOUT D'IMPIANTO

Il layout d'impianto è stato sviluppato secondo le seguenti linee guida:

- Analisi vincolistica;
- Scelta della tipologia impiantistica;
- Ottimizzazione dell'efficienza di captazione energetica;
- Disponibilità delle aree, morfologia ed accessibilità del sito acquisita sia mediante sopralluoghi che rilievo topografico di dettaglio.

Il layout dell'impianto è stato progettato considerando le seguenti specifiche:

- Larghezza tracker 2,384 m;

- Altezza massima (con tilt +55°/-55°) 2,935 m;
- Larghezza viabilità del sito 3,50 m;
- Disposizione dei moduli fotovoltaici sulle strutture di sostegno in una fila verticale.

La tabella e l'immagine seguente riportano i dati e lo stralcio della tavola 3162_5891_CO_VVIA_T07_Rev0_Layout di progetto.

Tabella 3.1:Dati layout di progetto

CONFIGURAZIONE	IMPIANTO 1	IMPIANTO 2	LOTTO DI IMPIANTI "CORREGGIO"
POTENZA MODULO (Wp)	685,00	685,00	685,00
NUMERO DI STRINGHE	274	369	643
NUMERO DI MODULI PER STRINGA	28	28	28
NUMERO DI MODULI	7672	10332	18004
NUMERO STRUTTURE	34 (TIPO 1x14) - 257 (TIPO 1x28)	60 (TIPO 1x14) - 339 (TIPO 1x28)	94 (TIPO 1x12) - 596 (TIPO 1x24)
NUMERO CABINE POWER STATION	3	5	8
POTENZA TRAFI POWER STATION (kVA)	1600,00	1600,00	1600,00
POTENZA INVERTER POWER STATION (kW)	1403,00	1403,00	1403,00
POTENZA DC TOTALE (kWp)	5.255,32	7.077,42	12.332,74
POTENZA AC TOTALE (kW)	4.209,00	7.015,00	11.224,00
RAPPORTO DC/AC MEDIO TOTALE	1,24	1,01	1,10

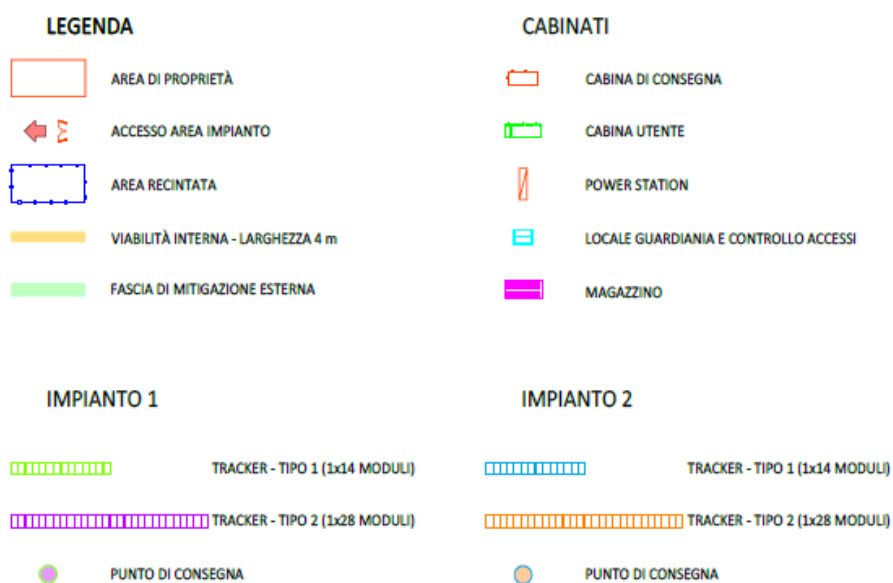
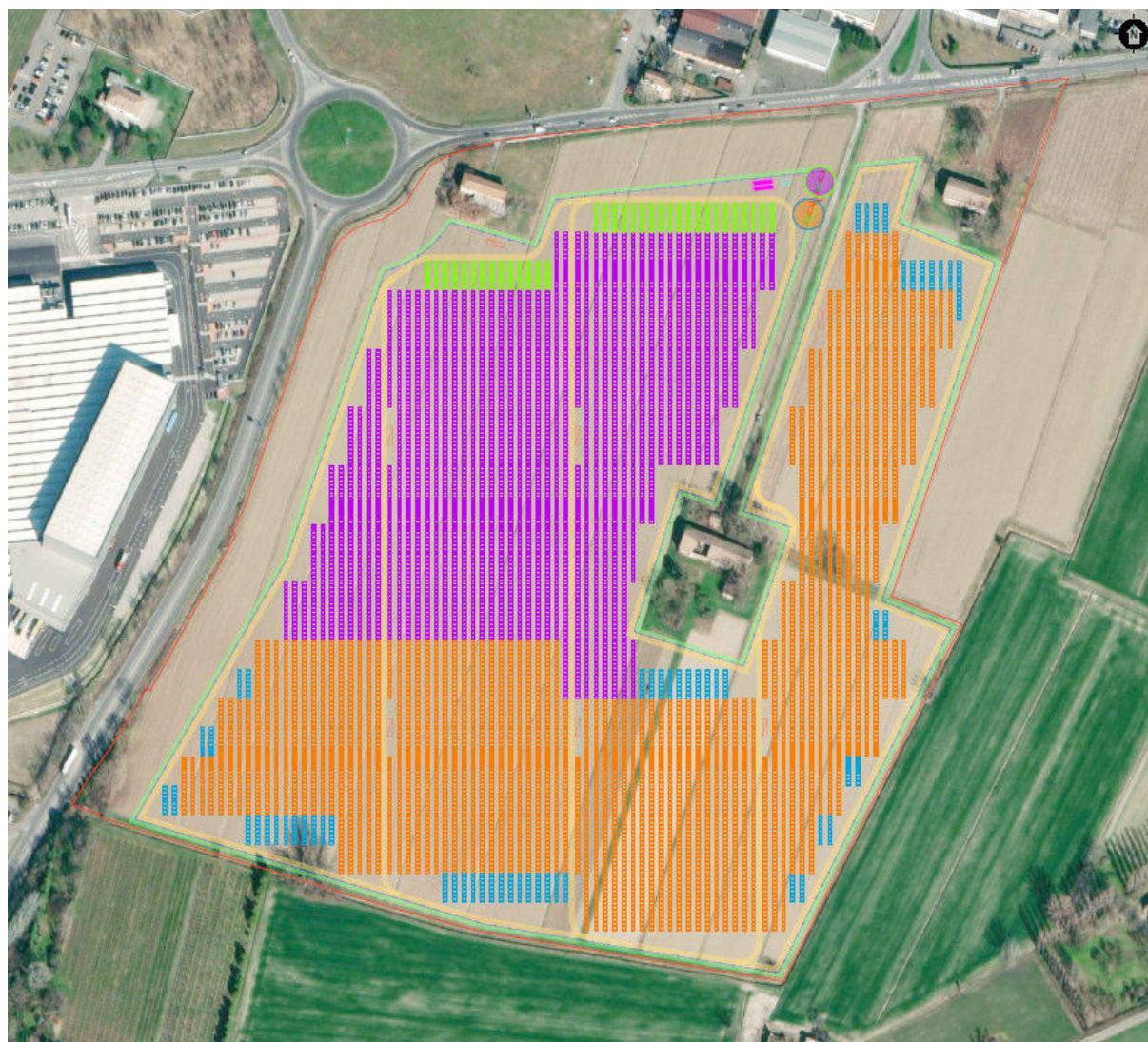


Figura 3.1: Layout di Progetto

3.4 DESCRIZIONE DEI COMPONENTI DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO

L'impianto fotovoltaico con potenza nominale di picco pari a 12,33 MW è così costituito:

- **n.2 cabine utente.** La cabina di tipo prefabbricato dovrà essere conforme alle specifiche ENEL DG2061. La struttura sarà di tipo monolitico e sarà suddivisa in vano Enel, per l'alloggiamento delle apparecchiature elettromeccaniche necessarie. Il manufatto dovrà inoltre essere corredato di una vasca di fondazione prefabbricata anch'essa di tipo monolitico, utilizzata per il passaggio dei cavi elettrici in entrata e di uscita, anch'essa conforme alle specifiche Enel DG 2061;
- **n.2 Cabine di Consegna.** La cabina di tipo prefabbricato dovrà essere conforme alle specifiche ENEL DG2092 ed.3. La struttura sarà di tipo monolitico e sarà suddivisa in vano Enel, per l'alloggiamento delle apparecchiature elettromeccaniche dell'Ente distributore e in vano misure, destinato all'installazione dei gruppi di misura e di controllo. Il manufatto dovrà inoltre essere corredato di una vasca di fondazione prefabbricata anch'essa di tipo monolitico, utilizzata per il passaggio dei cavi elettrici in entrata e di uscita, anch'essa conforme alle specifiche Enel DG 2061 ed.09. Nella stessa area all'interno delle cabine sarà presente il quadro QMT contenente i dispositivi generali DG di interfaccia DDI e gli apparati SCADA e telecontrollo;
- **n. 8 Power Station.** Le Power Station avranno la duplice funzione di convertire l'energia elettrica da corrente continua a corrente alternata ed elevare la tensione da bassa tensione a livello di media tensione; esse saranno collegate tra di loro in configurazione radiale e in posizione più possibile baricentrica rispetto ai sottocampi fotovoltaici in cui saranno convogliati i cavi provenienti dagli inverter di stringa che a loro volta raccoglieranno i cavi provenienti dai raggruppamenti delle stringhe dei moduli fotovoltaici collegati in serie;
- **n. 690 strutture di supporto moduli ad inseguimento solare (“tracker”),** di cui:
 - n. 596 strutture con configurazione 28x1;
 - n. 94 strutture con configurazione 14x1.
- **n. 18004 moduli fotovoltaici** che saranno installati sulle apposite strutture metalliche di sostegno tipo tracker fondate su pali infissi nel terreno;

L'impianto è completato da:

- tutte le infrastrutture tecniche necessarie alla conversione DC/AC della potenza generata dall'impianto e dalla sua consegna alla rete di distribuzione nazionale;
- opere accessorie, quali: impianti di illuminazione, videosorveglianza, monitoraggio, cancelli e recinzioni.

L'impianto dovrà essere in grado di alimentare dalla rete tutti i carichi rilevanti (ad esempio: quadri di alimentazione, illuminazione). Inoltre, in mancanza di alimentazione dalla rete, tutti i carichi di emergenza verranno alimentati da un generatore temporaneo di emergenza, che si ipotizza possa essere rappresentato da un generatore diesel.

Di seguito si riporta la descrizione dei principali componenti d'impianto; per dati di tecnici maggior dettaglio si rimanda alle relazioni e agli elaborati dedicati.

3.4.1 Moduli fotovoltaici

I moduli fotovoltaici utilizzati per la progettazione dell'impianto, saranno di prima scelta, del tipo silicio monocristallino a 132 celle, di tipologia bifacciale, indicativamente della potenza di 685 Wp, della marca **Trina Solar** dotati di scatola di giunzione (Junction Box) installata sul lato posteriore del modulo, con cavetti di connessione muniti di connettori ad innesto rapido, al fine di garantire la massima sicurezza per gli operatori e rapidità in fase di installazione.

I componenti elettrici e meccanici installati saranno conformi alle normative tecniche e tali da garantire le performance complessive d'impianto.

La tecnologia di moduli fotovoltaici utilizzata è progettata appositamente per impianti di grande taglia connessi alla rete elettrica ed è realizzata assemblando in sequenza diversi strati racchiusi da una cornice in alluminio anodizzato.

- vetro temperato con trattamento anti-riflesso;
- EVA (etilene vinil acetato) trasparente;
- celle FV in silicio monocristallino.

Di seguito si riporta la scheda tecnica del modulo fotovoltaico di progetto.

</

Figura 3.2: Scheda tecnica modulo fotovoltaico di progetto

Durante la fase esecutiva, sulla base della disponibilità a mercato dei componenti principali, la soluzione tecnologica fatta potrebbe variare per motivi non direttamente dipendenti dal Proponente.

3.4.2 Struttura di supporto moduli (tracker)

Il progetto prevede l'impiego di una struttura metallica di tipo tracker con fondazione su pali infissi nel terreno ed in grado di esporre il piano ad un angolo di tilt pari a +55° -55°.

Le peculiarità delle strutture di sostegno sono:

- riduzione dei tempi di montaggio alla prima installazione;
- facilità di montaggio e smontaggio dei moduli fotovoltaici in caso di manutenzione;
- meccanizzazione della posa;
- ottimizzazione dei pesi;
- miglioramento della trasportabilità in sito;
- possibilità di utilizzo di bulloni antifurto.

Le caratteristiche generali della struttura sono:

- materiale: acciaio zincato a caldo;
- tipo di struttura: Tracker fissata su pali;
- inclinazione sull'orizzontale +55° -55°;
- Esposizione (azimut): 0°;
- Altezza min: 0,85 m (rispetto al piano di campagna);
- Altezza max: 2,935 m (rispetto al piano di campagna).

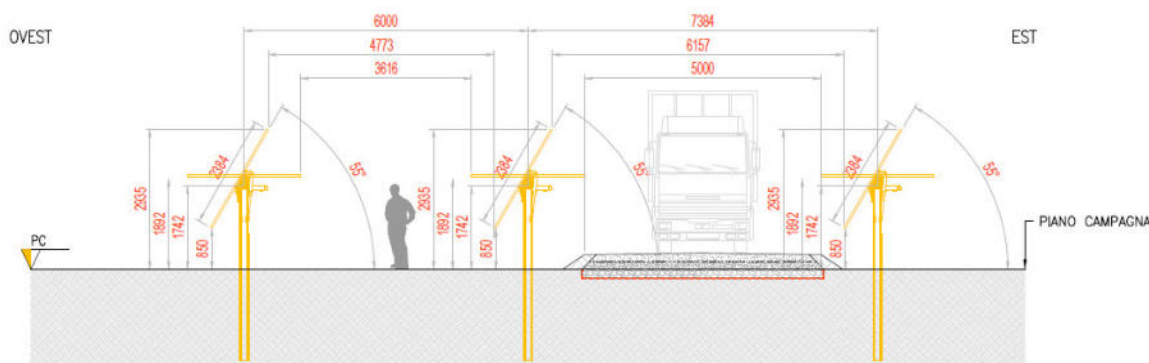


Figura 3.3: Tipologico costruttivo strutture mobili (tracker)

In via preliminare, sono state previste due tipologie di portali costituiti da 14 e da 28 moduli, montati con una disposizione su una fila in posizione verticale (1p). Tale configurazione potrà variare in conseguenza della scelta definitiva del tipo di modulo fotovoltaico.

Saranno installate in totale:

- n. 596 strutture con configurazione 28x1;
- n. 94 strutture con configurazione 14x1.

I materiali delle singole parti saranno armonizzati tra loro per quanto riguarda la stabilità, la resistenza alla corrosione e la durata nel tempo.

Durante la fase esecutiva, sulla base della struttura tracker scelta saranno nuovamente definite le fondazioni e scelta la soluzione tecnologica di realizzazione più adatta. In ogni caso non supereranno i 3 m di infissione.

3.4.3 String box

La String Box è una cassetta che permette il collegamento in parallelo delle stringhe di una determinata porzione del campo fotovoltaico e al contempo la protezione delle stesse, attraverso opportuno fusibile dedicato. L'apparato sarà dotato di un sistema di monitoraggio che permetterà di conoscere lo stato di ciascun canale di misura.

L'apparecchiatura sarà progettata per installazione esterna.

3.4.4 Power Station (Cabine di Campo)

Le Power Station hanno la duplice funzione di convertire l'energia elettrica dal campo fotovoltaico da corrente continua (CC) a corrente alternata (CA) e di elevarne il livello di tensione da bassa (BT) a media tensione (MT).

I componenti delle Power Station saranno trasportabili su camion, in un unico blocco già assemblato pronto al collegamento (inclusi inverter e trasformatore). Le Power Station avranno le dimensioni

indicative riportate nell'elaborato grafico dedicato e saranno posate su un basamento in calcestruzzo di adeguate dimensioni.

Trattandosi di una soluzione "outdoor", tutti gli elementi costituenti le Power Station sono adatti per l'installazione all'esterno, non risulta quindi necessario alcun tipo di alloggiamento.

Di seguito si riporta un'immagine esemplificativa del tipologico del modello ipotizzato in tale fase progettuale.

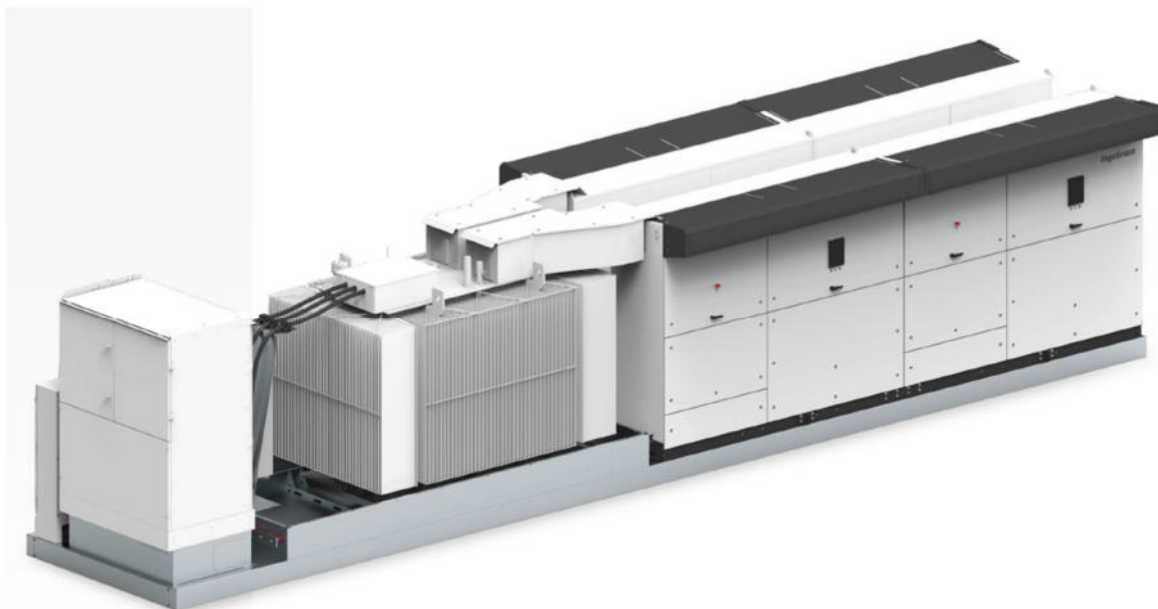


Figura 3.4: Immagine esemplificativa del modello di Power Station previsto (l'immagine riporta 4 inverter e non 1 come da progetto)

Durante la fase esecutiva, sulla base della disponibilità a mercato dei componenti principali, la soluzione tecnologica fatta potrebbe variare per motivi non direttamente dipendenti dal Proponente.

Inverter

Il componente principale delle Power Station è l'inverter. Tali elementi atti alla conversione della corrente continua in corrente alternata (costituiti da uno o più inverter in parallelo), agendo come generatore di corrente, attuano il condizionamento e il controllo della potenza trasferita.

I gruppi di conversione sono basati su inverter statici a commutazione forzata (con tecnica PWM) ed in grado di operare in modo completamente automatico, inseguendo il punto caratteristico della curva di massima potenza (MPPT) del campo fotovoltaico.

L'inverter deve essere progettato in modo da evitare, così come nei quadri elettrici, che la condensa si formi nell'involucro IP31 minimo; questo in genere è garantito da una corretta progettazione delle distanze fra le schede elettroniche.

Gli inverter devono essere dotati di un sistema di diagnostica interna in grado di inibire il funzionamento in caso di malfunzionamento, e devono essere dotati di sistemi per la riduzione delle correnti armoniche, sia sul lato CA e CC. Gli inverter saranno dotati di marcatura CE.

Gli inverter, di marca INGTEAM, modello INGECON SUN-1400TL B540, sono di potenza 1.403/1.263 kVA (30/50°C). Gli inverter descritti in questa specifica dovranno essere tutti dello stesso tipo in termini di potenza e caratteristiche per consentire l'intercambiabilità tra loro. Di seguito si portano i dati tecnici degli inverter identificati in progetto:

	1170TL B450	1400TL B540	1500TL B578	1560TL B600	1600TL B615
Input (DC)					
Recommended PV array power range ¹⁾	1,157 - 1520 kWp	1,389 - 1,824 kWp	1,487 - 1,952 kWp	1,543 - 2,026 kWp	1,582 - 2,077 kWp
Voltage Range MPPT ²⁾	645 - 1,300 V	769 - 1,300 V	822 - 1,300 V	853 - 1,300 V	873 - 1,300 V
Maximum voltage ³⁾	1,500 V				
Maximum current	1,870 A				
N° inputs with fuse holders	6 up to 15 (up to 12 with the combiner box)				
Fuse dimensions	63 A / 1,500 V to 500 A / 1,500 V fuses (optional)				
Type of connection	Connection to copper bars				
Power blocks	1				
MPPT	1				
Max. current at each input	From 40 A to 350 A for positive and negative poles				
Input protections					
Overvoltage protections	Type II surge arresters (type I+II optional)				
DC switch	Motorized DC load break disconnect				
Other protections	Up to 15 pairs of DC fuses (optional) / Insulation failure monitoring / Anti-islanding protection / Emergency pushbutton				
Output (AC)					
Power IP54 @30 °C / @50 °C	1,169 kVA / 1,052 kVA	1,403 kVA / 1,263 kVA	1,502 kVA / 1,352 kVA	1,559 kVA / 1,403 kVA	1,598 kVA / 1,438 kVA
Current IP54 @30 °C / @50 °C	1,500 A / 1,350 A				
Power IP56 @27 °C / @50 °C ⁴⁾	1,169 kVA / 1,035 kVA	1,403 kVA / 1,242 kVA	1,502 kVA / 1,330 kVA	1,559 kVA / 1,380 kVA	1,598 kVA / 1,415 kVA
Current IP56 @ 27 °C / @ 50 °C ⁵⁾	1,500 A / 1,328 A				
Rated voltage ⁶⁾	450 V IT System	540 V IT System	578 V IT System	600 V IT System	615 V IT System
Frequency	50 / 60 Hz				
Power Factor adjustable	Yes, 0-1 (leading / lagging)				
THD (Total Harmonic Distortion) ⁶⁾	<3%				
Output protections					
Overvoltage protections	Type II surge arresters				
AC breaker	Motorized AC circuit breaker				
Anti-islanding protection	Yes, with automatic disconnection				
Other protections	AC short circuits and overloads				
Features					
Maximum efficiency	98.9%				
Euroefficiency	98.5%				
Max. consumption aux. services	4,700 W (25 A)				
Stand-by or night consumption ⁷⁾	90 W				
Average power consumption per day	2,000 W				
General Information					
Ambient temperature	-20 °C to +57 °C				
Relative humidity (non-condensing)	0 - 100%				
Protection class	IP54 (IP56 with the sand trap kit)				
Corrosion protection	External corrosion protection				
Maximum altitude	4,500 m (for installations beyond 1,000 m, please contact Ingelsam's solar sales department)				
Cooling system	Air forced with temperature control (230 V phase + neutral power supply)				
Air flow range	0 - 7,800 m³/h				
Average air flow	4,200 m³/h				
Acoustic emission (100% / 50% load)	<66 dB(A) at 10m / <54.5 dB(A) at 10m				
Marking	CE				
EMC and security standards	IEC 62920, IEC 61000-6-1, IEC 61000-6-2, IEC 61000-6-4, IEC 61000-3-11, IEC 61000-3-12, IEC 62109-1, IEC 62109-2, EN 50178, FCC Part 15, AS3100				
Grid connection standards	IEC 62116, EN 50630, IEC 61683, EU 631/2016 (EN 50649-2, P.D.12-2, CEI 0-16, VDE AR N 4120 ...), C99, South African Grid code, Mexican Grid Code, Chilean Grid Code, Ecuadorian Grid Code, Peruvian Grid code, Thailand PEA requirements, IEC61722, UNE 206007-1, ABNT NBR 16149, ABNT NBR 16150, IEEE 1547, IEEE1547.1, DEWA (Dubai) Grid code, Abu Dhabi Grid Code, Jordan Grid Code, Egyptian Grid Code, Saudi Arabia Grid Code, RETIE Colombia, Australian Grid Code				

Notes: ¹⁾ Depending on the type of installation and geographical location. Data for STC conditions. ²⁾ V_{mppt,min} is for rated conditions (V_{oc}=1 p.u. and Power Factor=1) and floating systems. ³⁾ Consider the voltage increase of the 'V_{oc}' at low temperatures. ⁴⁾ With the sand trap kit. ⁵⁾ Other AC voltages and powers available upon request. ⁶⁾ For P_{avg}>25% of the rated power and voltage in accordance with IEC 61000-3-4. ⁷⁾ Consumption from PV field when there is PV power available.

Notes: ¹⁾ Depending on the type of installation and geographical location. Data for STC conditions. ²⁾ Mpp.min is for rated conditions (V_{oc}=1 p.u. and Power Factor=1) and floating systems. ³⁾ Consider the voltage increase of the "V_{oc}" at low temperatures. ⁴⁾ With the sand trap kit. ⁵⁾ Other AC voltages and powers available upon request. ⁶⁾ For P_{mp}>25% of the rated power and voltage in accordance with IEC 61000-3-4. ⁷⁾ Consumption from PV field when there is PV power available.

Figura 3.5 - Dati tecnici degli inverter di progetto

Gli inverter dovranno rispettare i seguenti standard principali: EN 50178; IEC/EN 62109-1; IEC/EN 62109-2; IEC/EN61000-6-2; IEC/EN61000-6-4; IEC 62109-1; IEC 62109-2; IEC/EN61000-3-11; IEC/EN61000-3-12; IEC/EN61000-3 series; IEC/EN61000-6 series.

Trasformatore elevatore MT/BT

All'interno delle Power Station saranno presenti i trasformatori di tensione con taglia fino a 1600 kVA, che trasformano la corrente a bassa tensione (BT) in corrente in media tensione (MT), necessari per l'immissione in rete dell'energia prodotta.

In particolare, essi devono essere progettati e dimensionati tenendo in considerazione la presenza di armoniche di corrente prodotte dai convertitori.

A tal fine, i trasformatori non possono avere a vuoto e perdite superiori al 110% delle perdite nominali. I trasformatori saranno del tipo con raffreddamento di tipo ONAN (Oil Natural Air Natural).

Le suddette macchine elettriche contengono olio dielettrico isolante in quantità superiore a 1 mc e pertanto sono classificate attività 48.1.B della tabella allegata al D.P.R. 1 agosto 2011: "Macchine elettriche fisse con presenza di liquidi isolanti combustibili in quantitativi superiori a 1 mc" e per le quali verranno rispettati le misure di sicurezza dettate dal D.M. 15/7/2014 recante: "Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, l'installazione e l'esercizio delle macchine elettriche fisse con presenza di liquidi isolanti combustibili in quantità superiore ad 1 m³. G.U. 5 agosto 2014, n. 180".

Quadri BT e MT

Il quadro di potenza che permette la connessione degli inverter al trasformatore elevatore BT/MT comprende al suo interno i TA ed i TV per la lettura fiscale dell'energia prodotta. Gli interruttori da installare saranno provvisti di idonee caratteristiche già indicate nelle specifiche tecniche dedicate.

3.4.5 Cavi di potenza BT e MT

Le linee elettriche prevedono conduttori di tipo idoneo per le sezioni d'impianto (continua, alternata bassa tensione, alternata media tensione, alternata alta tensione) in rame e in alluminio. Il dimensionamento del conduttore è a norma CEI e la scelta del tipo di cavi è armonizzata anche con la normativa internazionale. L'esperienza costruttiva ha consentito l'individuazione di tipologie di cavi (formazione, guaina, protezione ecc.) che garantiscono una durata di esercizio ben oltre la vita dell'impianto anche in condizioni di posa sollecitata.

3.4.6 Sistema SCADA

Verrà installato un sistema di monitoraggio e controllo basato su architettura SCADA-RTU in conformità alle specifiche della piramide CIM, al fine di garantire una resa ottimale dell'impianto fotovoltaico in tutte le situazioni.

Il sistema sarà connesso a diversi sistemi e riceverà informazioni:

- di produzione dal campo solare;
- di produzione dagli apparati di conversione;
- di produzione e scambio dai sistemi di misura;
- di tipo climatico ambientale dalle stazioni di rilevamento dati meteo;
- di allarme da tutti gli interruttori e sistemi di protezione.

3.4.7 Cavi di controllo e TLC

Le linee elettriche prevedono conduttori di tipo idoneo per le tre sezioni d'impianto (continua, alternata bassa tensione, alternata media tensione) in rame e in alluminio. Il dimensionamento del conduttore è a norma CEI e la scelta del tipo di cavi è armonizzata anche con la normativa internazionale. L'esperienza costruttiva ha consentito l'individuazione di tipologie di cavi (formazione,

guaina, protezione ecc.) che garantiscono una durata di esercizio ben oltre la vita dell'impianto anche in condizioni di posa sollecitata.

Sia per le connessioni dei dispositivi di monitoraggio che di security verranno utilizzati prevalentemente due tipologie di cavo:

- Cavi in rame multipolari twistati e non;
- Cavi in fibra ottica.

I primi verranno utilizzati per consentire la comunicazione su brevi distanze data la loro versatilità, mentre la fibra verrà utilizzata per superare il limite fisico della distanza di trasmissione dei cavi in rame, quindi comunicazione su grandi distanze, e nel caso in cui sia necessaria una elevata banda passante come nel caso dell'invio di dati.

3.4.8 Cabina di Consegna e Cabina Utente

All'interno delle Cabine di Consegna e Utente saranno presenti i quadri MT e BT necessari per il trasporto dell'energia prodotta nonché per l'alimentazione dei carichi ausiliari dell'impianto.

Nei particolari il Quadro di Media Tensione di tensione nominale 15 kV, sarà costruito secondo le disposizioni indicate nella Specifica Tecnica dedicata alle celle MT.

La Cabina Utente e la Cabina di Consegna saranno posizionate all'interno dell'impianto fotovoltaico in prossimità del punto di allaccio e lungo la viabilità pubblica, in modo da garantire l'accessibilità all'ente gestore, lato Cabina di Consegna.

Tutti gli apparati presenti all'interno della cabina di consegna saranno scelti in accordo con quanto riportato nelle specifiche tecniche Enel e nella norma CEI 0-16.

Di seguito nella Figura 3.6 si riporta un'immagine semplificativa dei fabbricati in conformità con le prescrizioni Specifiche Enel DG2061 Ed. 9.

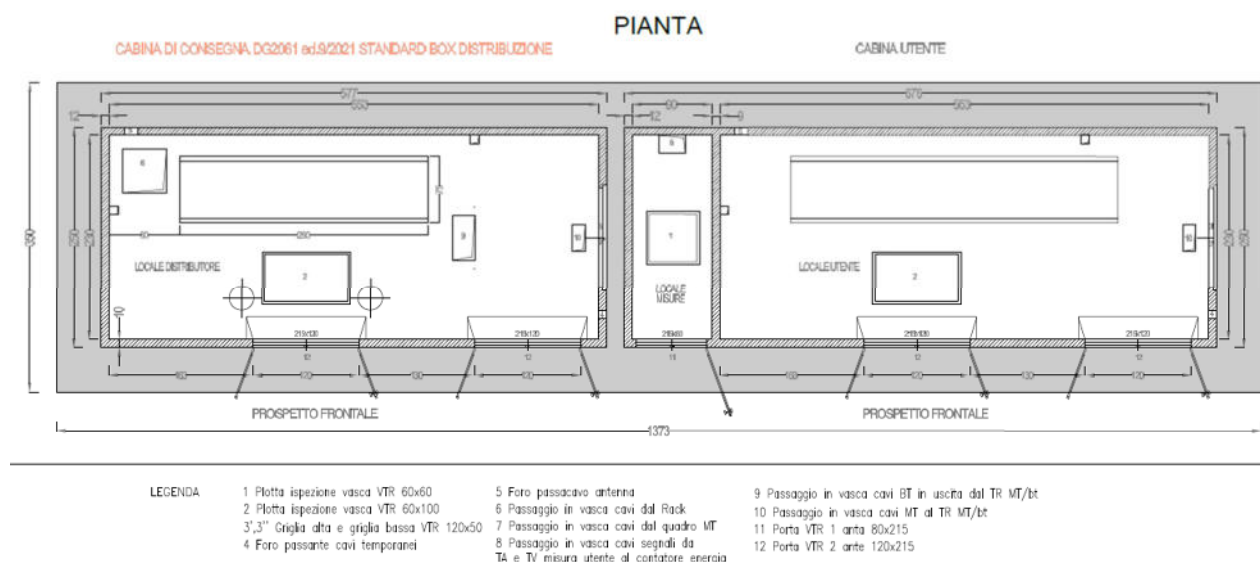


Figura 3.6: Esempio cabinato Cabina consegna/vano misure/ Cabina Utente DG 2061 ed 03

- n.2 Cabina di Consegna. La cabina di tipo prefabbricato dovrà essere conforme alle specifiche ENEL. La struttura sarà di tipo monolitico, composta solamente dal vano Enel, per l'alloggiamento delle apparecchiature elettromeccaniche dell'Ente distributore. Il manufatto dovrà inoltre essere corredato di una vasca di fondazione prefabbricata anch'essa di tipo monolitico, utilizzata per il passaggio dei cavi elettrici in entrata e di uscita, anch'essa conforme

alle specifiche DG2061 ed.09 Enel. Nella stessa area all'interno della cabina sarà presente il quadro QMT contenente i dispositivi generali DG di interfaccia DDI e gli apparati SCADA.

- n.2 Cabina Utente. La cabina di tipo prefabbricato dovrà essere conforme alle specifiche ENEL. La struttura sarà di tipo monolitico e sarà suddivisa in vano utente, per l'alloggiamento delle apparecchiature elettromeccaniche necessarie e in vano misure, destinato all'installazione dei gruppi di misura e controllo. Il manufatto dovrà inoltre essere corredato di una vasca di fondazione prefabbricata anch'essa di tipo monolitico, utilizzata per il passaggio dei cavi elettrici in entrata e di uscita, anch'essa conforme alle specifiche DG2061 ed.09 Enel. Inoltre, sarà presente il sistema CCI (Controllore Centrale di Impianto) con funzione di monitoraggio dell'intero impianto.

3.5 CONFIGURAZIONE IMPIANTO

L'impianto è collegato alla rete elettrica nazionale con connessione trifase a 15 kV; ha una potenza pari a **12,33 MWp**, suddivisa in **8** Power Station, derivante da **18004** moduli. Tali moduli sono ricompresi all'interno di un'area di proprietà recintata avente una superficie di circa 18 ha recintati.

Come riportato nello schema unifilare, la distribuzione elettrica prevede la realizzazione di 2 impianti di connessione indipendenti che collegano in Entra-Esci le Power Station in 2 gruppi separati:

Di seguito si riporta una tabella riepilogativa delle cabine di campo e dei relativi rami di connessione.

Tabella 3.2: Configurazione cabine di conversione “Power Station”

ID.	IMPIANTO	CABINE DI CAMPO	POTENZA AC (kVA)
1	1	POWER STATION 1.1.1	1403
2	1	POWER STATION 1.1.2	1600
3	1	POWER STATION 1.1.3	1600
4	2	POWER STATION 1.2.1	1600
5	2	POWER STATION 1.2.2	1600
6	2	POWER STATION 1.2.3	1600
7	2	POWER STATION 1.2.4	1600
8	2	POWER STATION 1.2.5	1600

Si rimanda alle tavole di dettaglio per un'ulteriore comprensione ed inquadramento planimetrico delle aree d'impianto. Dalla lettura dello schema unifilare del presente progetto, è possibile riscontrare le informazioni e le caratteristiche impiantistiche dell'impianto fotovoltaico nonché dei suoi elementi.

I vari sottocampi fotovoltaici, nel quale è elettricamente suddiviso l'intero impianto, saranno connessi alla cabina di utenza a 15 kV site all'interno dell'area di impianto tramite linee interrato costituite da cavi in alluminio tipo ARG7H1R 12/20 kV come indicato nei dettagli negli elaborati di progetto.

3.6 CONNESSIONE ALLA RTN

L'impianto sarà connesso in parallelo alla rete di trasmissione nazionale e saranno rispettate le seguenti condizioni (CEI 0-16):

- il parallelo non deve causare perturbazioni alla continuità e qualità del servizio della rete pubblica per preservare il livello del servizio per gli altri utenti connessi;
- l'impianto di produzione non deve connettersi o la connessione in regime di parallelo deve interrompersi immediatamente ed automaticamente in assenza di alimentazione della rete di distribuzione o qualora i valori di tensione e frequenza della rete stessa non siano entro i valori consentiti;

- l'impianto di produzione non deve connettersi o la connessione in regime di parallelo deve interrompersi immediatamente ed automaticamente se il valore di squilibrio della potenza generata da impianti trifase realizzati con generatori monofase non sia compreso entro il valor massimo consentito per gli allacciamenti monofase.

Ciò al fine di evitare che (CEI 0-16):

- in caso di mancanza di tensione in rete, l'utente attivo connesso possa alimentare la rete stessa;
- in caso di guasto sulle linee elettriche, la rete stessa possa essere alimentata dall'impianto fotovoltaico ad essa connesso,
- in caso di richiusura automatica o manuale di interruttori della rete di distribuzione, il generatore fotovoltaico possa trovarsi in discordanza di fase con la tensione di rete, con possibile danneggiamento del generatore stesso.

L'impianto sarà inoltre provvisto dei sistemi di regolazione e controllo necessari per il rispetto dei parametri elettrici secondo quanto previsto nel regolamento di esercizio, da sottoscrivere con il gestore della rete alla messa in esercizio dell'impianto.

Nelle cabine di consegna e di utenza saranno presenti tutti gli elementi di protezione, sezionamento e misura per la corretta connessione dell'impianto alla RTN; nelle stesse saranno localizzati i punti di misura fiscale principale e bidirezionale e le protezioni generale DG e di interfaccia DI richieste dalla norma CEI 0-16 e dal codice di rete e-distribuzione.

Come descritto in precedenza, la richiesta di connessione effettuata per lotto di impianti di potenza totale pari a 12.332,74 kW, prevede la seguente configurazione:

- Impianto 1 di potenza pari a 5255,32 kWp
- Impianto 2 di potenza pari a 7077,42 kWp

Di seguito una tabella riepilogativa degli impianti sopra descritti, si rimanda *3162_5891_CO_VVIA_T11_Rev0_Schema elettrico unifilare* per un maggior dettaglio.

Tabella 3.3: Configurazioni impianti

CONFIGURAZIONE	IMPIANTO 1	IMPIANTO 2	LOTTO DI IMPIANTI "CORREGGIO"
POTENZA MODULO (Wp)	685,00	685,00	685,00
NUMERO DI STRINGHE	274	369	643
NUMERO DI MODULI PER STRINGA	28	28	28
NUMERO DI MODULI	7672	10332	18004
NUMERO STRUTTURE	34 (TIPO 1x14) - 257 (TIPO 1x28)	60 (TIPO 1x14) - 339 (TIPO 1x28)	94 (TIPO 1x12) - 596 (TIPO 1x24)
NUMERO CABINE POWER STATION	3	5	8
POTENZA TRAF0 POWER STATION (kVA)	1600,00	1600,00	1600,00
POTENZA INVERTER POWER STATION (kW)	1403,00	1403,00	1403,00
POTENZA DC TOTALE (kWp)	5.255,32	7.077,42	12.332,74

POTENZA AC TOTALE (kW)	4.209,00	7.015,00	11.224,00
RAPPORTO MEDIO TOTALE DC/AC	1,24	1,01	1,10

Di seguito il percorso di connessione in cavidotto MT tra l'impianto e la cabina primaria AT/MT CORREGGIO EST. Il percorso risulta con lunghezza pari a circa 2,7 km.

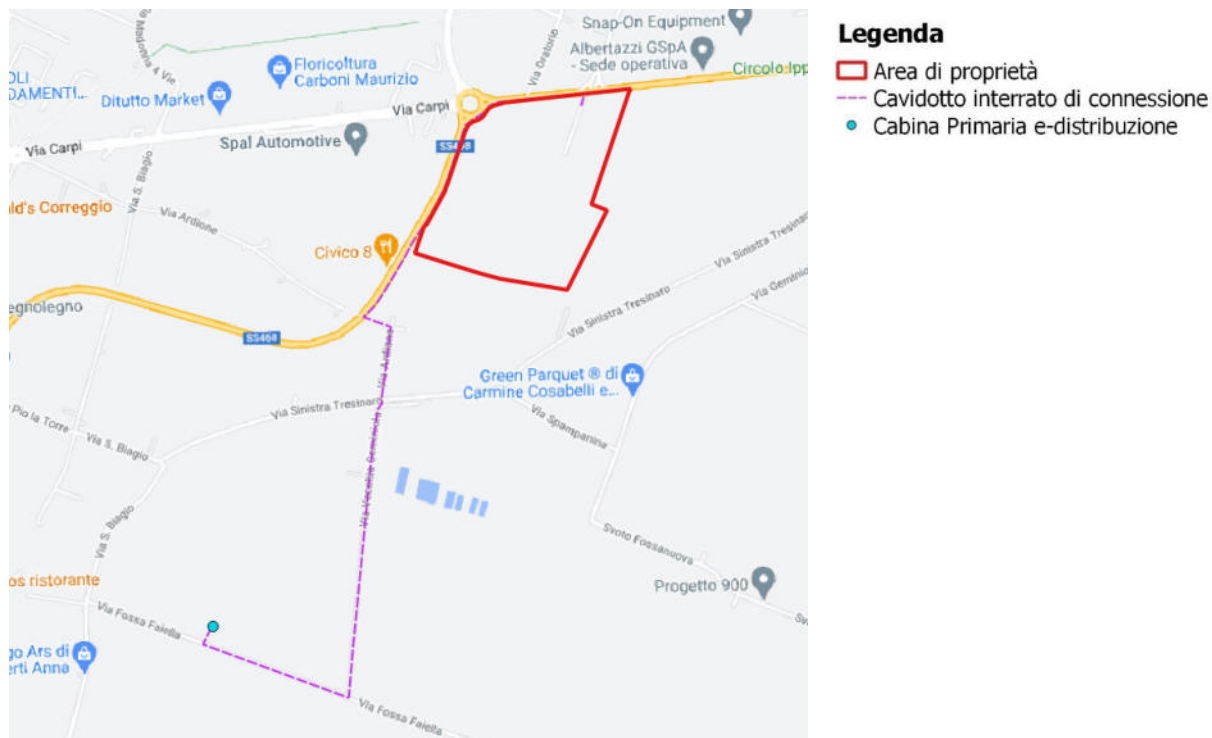


Figura 3.7: Inquadramento linea di connessione e cabina primaria



4. RIFERIMENTI NORMATIVI

4.1 NORME DI RIFERIMENTO PER LA BASSA TENSIONE

- CEI 0-21: Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica.
- CEI 11-20 IVa Ed. 2000-08: Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti I e II categoria.
- CEI EN 60909-0 IIIa Ed. (IEC 60909-0:2016-12): Correnti di cortocircuito nei sistemi trifasi in corrente alternata. Parte 0: Calcolo delle correnti.
- IEC 60090-4 First ed. 2000-7: Correnti di cortocircuito nei sistemi trifasi in corrente alternata. Parte 4: Esempi per il calcolo delle correnti di cortocircuito.
- CEI 11-28 1993 Ia Ed. (IEC 781): Guida d'applicazione per il calcolo delle correnti di cortocircuito nelle reti radiali e bassa tensione.
- CEI EN 60947-2 (CEI 17-5) Ed. 2018-04: Apparecchiature a bassa tensione. Parte 2: Interruttori automatici.
- CEI 20-91 2010: Cavi elettrici con isolamento e guaina elastomerici senza alogeni non propaganti la fiamma con tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua per applicazioni in impianti fotovoltaici.
- CEI EN 60898-1 (CEI 23-3/1 Ia Ed.) 2004: Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari.
- CEI EN 60898-2 (CEI 23-3/2) 2007: Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari Parte 2: Interruttori per funzionamento in corrente alternata e in corrente continua.
- CEI 64-8 VIIa Ed. 2012: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua.
- IEC 364-5-523: Wiring system. Current-carrying capacities.
- IEC 60364-5-52 IIIa Ed. 2009: Electrical Installations of Buildings - Part 5-52: Selection and Erection of Electrical Equipment - Wiring Systems.
- CEI UNEL 35016 2016: Classe di Reazione al fuoco dei cavi in relazione al Regolamento EU "Prodotti da Costruzione" (305/2011).
- CEI UNEL 35023 2012: Cavi di energia per tensione nominale U uguale ad 1 kV - Cadute di tensione.
- CEI UNEL 35024/1 1997: Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria.
- CEI UNEL 35024/2 1997: Cavi elettrici ad isolamento minerale per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria.
- CEI UNEL 35026 2000: Cavi elettrici con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali di 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa interrata.
- CEI EN 61439 2012: Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT).



- CEI 17-43 IIa Ed. 2000: Metodo per la determinazione delle sovratemperature, mediante estrapolazione, per apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) non di serie (ANS).
- CEI 23-51 2016: Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare.
- NF C 15-100 Calcolo di impianti elettrici in bassa tensione e relative tabelle di portata e declassamento dei cavi secondo norme francesi.
- UNE 20460 Calcolo di impianti elettrici in bassa tensione e relative tabelle di portata e declassamento (UNE 20460-5-523) dei cavi secondo regolamento spagnolo.
- British Standard BS 7671:2008: Requirements for Electrical Installations;
- ABNT NBR 5410, Segunda edição 2004: Instalações elétricas de baixa tensão.

4.2 NORME DI RIFERIMENTO PER LA MEDIA TENSIONE

- CEI 0-16: Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica.
- CEI 99-2 (CEI EN 61936-1) 2011: Impianti con tensione superiore a 1 kV in c.a.
- CEI 11-17 IIIa Ed. 2006: Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo.
- CEI-UNEL 35027 IIa Ed. 2009: Cavi di energia per tensione nominale U da 1 kV a 30 kV.
- CEI 99-4 2014: Guida per l'esecuzione di cabine elettriche MT/BT del cliente/utente finale.
- CEI 17-1 VIIa Ed. (CEI EN 62271-100) 2013: Apparecchiatura ad alta tensione Parte 100: Interruttori a corrente alternata.
- CEI 17-130 (CEI EN 62271-103) 2012: Apparecchiatura ad alta tensione Parte 103: Interruttori di manovra e interruttori di manovra sezionatori per tensioni nominali superiori a 1 kV fino a 52 kV compreso.
- IEC 60502-2 2014: Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1 kV up to 30 kV – Part 2.
- IEC 61892-4 I a Ed. 2007-06: Mobile and fixed offshore units – Electrical installations. Part 4: Cables.

5. CALCOLO PRELIMINARE ELETTRICO MT-BT

5.1 ELEMENTI RELATIVI ALLA CONNESSIONE

La proponente ha richiesto la soluzione tecnica minima generale (STMG) di connessione a e-distribuzione, tali soluzioni emesse da e-distribuzione aventi Codice di rintracciabilità 380085917 è stata accettata dalla proponente.

L'impianto fotovoltaico sarà collegato alla Rete di E-Distribuzione mediante la realizzazione di una nuova Cabine di Consegna collegata in antenna da Cabina Primaria (CP) AT/MT Correggio, tramite cavidotto di media tensione MT di lunghezza pari a circa 2,7 km.

Relativamente alla connessione ed agli impianti interni all'area fotovoltaica sono stati previsti i seguenti parametri di dimensionamento riferiti alla cabina di consegna:

- Tensione di esercizio: 15 kV;
- Corrente nominale MT: circa 250 A;
- Frequenza di esercizio: 50 Hz;
- Massima corrente di cortocircuito sulla sbarra MT: < 12,5 kA;

A valle della sbarra saranno presenti tutti gli elementi di protezione, sezionamento e misura utili alla connessione a regola d'arte e in sicurezza dell'impianto fotovoltaico. Inoltre tutti gli elementi dovranno essere dimensionati per la massima corrente di cortocircuito MT sulla sbarra (prevista inferiore a 12,5 kA).

5.2 CALCOLO DELLE CORRENTI DI IMPIEGO

Il calcolo delle correnti d'impiego viene eseguito in base alla classica espressione:

$$I_b = \frac{P_d}{k_{ca} \cdot V_n \cdot \cos \phi} \quad (1)$$

nella quale:

- $k_{ca} = 1$ sistema monofase o bifase, due conduttori attivi e corrente continua;
- $k_{ca} = 1,73$ sistema trifase, tre conduttori attivi.

Se la rete è in corrente continua il fattore di potenza $\cos \phi$ è pari a 1.

Dal valore massimo (modulo) di I_b vengono calcolate le correnti di fase in notazione vettoriale (parte reale ed immaginaria) con le formule:

$$I_1 = I_b \cdot e^{-j\phi} = I_b \cdot (\cos \phi - j \sin \phi) \quad (2)$$

$$I_2 = I_b \cdot e^{-j(\phi - \frac{2\pi}{3})} = I_b \cdot \left(\cos \left(\phi - \frac{2\pi}{3} \right) - j \sin \left(\phi - \frac{2\pi}{3} \right) \right) \quad (3)$$

$$I_3 = I_b \cdot e^{-j(\phi - \frac{4\pi}{3})} = I_b \cdot \left(\cos \left(\phi - \frac{4\pi}{3} \right) - j \sin \left(\phi - \frac{4\pi}{3} \right) \right) \quad (4)$$

Il vettore della tensione V_n è supposto allineato con l'asse dei numeri reali:

$$V_n = V_n + j0 \quad (5)$$

La potenza di dimensionamento P_d è data dal prodotto:

$$P_d = P_n \cdot \text{coeff} \quad (6)$$

nella quale coeff è pari al fattore di utilizzo per utenze terminali oppure al fattore di contemporaneità per utenze di distribuzione.

Per le utenze terminali la potenza P_n è la potenza nominale del carico, mentre per le utenze di distribuzione P_n rappresenta la somma vettoriale delle P_d delle utenze a valle ($\sum P_n$ a valle).

La potenza reattiva delle utenze viene calcolata invece secondo la:

$$Q_n = P_n \cdot \tan \phi \quad (7)$$

per le utenze terminali, mentre per le utenze di distribuzione viene calcolata come somma vettoriale delle potenze reattive nominali a valle ($\sum Q_d$ a valle).

Il fattore di potenza per le utenze di distribuzione viene valutato, di conseguenza, con la:

$$\cos \phi = \cos \left(\arctan \left(\frac{Q_n}{P_n} \right) \right) \quad (8)$$

5.3 ARMONICHE

Le utenze terminali e le distribuzioni, come gli UPS e i Convertitori, possono possedere un profilo armonico che descrive le caratteristiche distorcenti di una apparecchiatura elettrica.

Sono gestite le armoniche fino alla 21°, ossia fino alla frequenza di 1050 Hz (per un sistema elettrico a 50Hz).

Le armoniche prodotte da tutte le utenze distorcenti sono propagate da valle a monte come le correnti alla frequenza fondamentale, seguendo il 'cammino' dettato dalle impedenze delle linee, delle forniture, generatori, motori e non meno importanti i carichi capacitivi, che possono assorbire elevate correnti armoniche.

Gestito il passaggio delle armoniche attraverso i trasformatori (in particolare vengono bloccate le terze armoniche (omopolari) nei trasformatori Dyn11). Le armoniche, al pari della fondamentale, sono gestite in formato vettoriale, perciò durante la propagazione sono sommate con altre correnti di pari ordine vettorialmente.

Gestito il passaggio delle armoniche attraverso gli UPS, in particolare per tener conto del By-Pass che, se attivo, lascia passare le armoniche provenienti da valle. Gestite anche le armoniche proprie dell'UPS (tarate in funzione della potenza che sta assorbendo il raddrizzatore).

Vengono calcolate le correnti distorte I_{bTHD} di impiego e I_{nTHD} di neutro, oltre al fattore di distorsione THD%.

La corrente I_{bTHD} è la massima tra le fasi:

$$I_{bTHD} = \max \left(\sqrt{\sum_{h=1}^{21} I_{f,h}^2} \right)_{f=1,2,3} \quad (9)$$

con f il numero delle fasi dell'utenza e h l'ordine di armonica.

Molto importante è la corrente distorta circolante nel neutro, in quanto essa porta le armoniche omopolari multiple di 3, che hanno la caratteristica di sommarsi algebricamente e di diventare facilmente dell'ordine di grandezza delle correnti di fase.

$$I_{nTHD} = \max \left(\sqrt{\sum_{h=1}^{21} I_{n,h}^2} \right) \quad (10)$$

Il fattore di distorsione fornisce un parametro riassuntivo del grado di distorsione delle correnti che circolano nella linea, e viene calcolato tramite la formula:

$$THD\% = \frac{100 \times \sqrt{I_{bTHD}^2 - I_f^2}}{I_f} \quad (11)$$

I valori delle correnti distorte sono utilizzati per calcolare i seguenti parametri:

- calcolo della sezione del neutro per utenze 3F+N;
- calcolo temperatura cavi alla I_{bTHD} ;
- calcolo sovratemperatura quadri alla I_{bTHD} ;
- verifica delle portate e delle protezioni in funzione delle correnti distorte.

5.4 DIMENSIONAMENTO CAVI

Il criterio seguito per il dimensionamento dei cavi MT e BT è tale da poter garantire la protezione dei conduttori alle correnti di sovraccarico.

In base alla norma CEI 64-8/4 (par. 433.2), infatti, il dispositivo di protezione deve essere coordinato con la conduttura in modo da verificare le condizioni:

- a) $I_b \leq I_n \leq I_z$
 - b) $I_f \leq 1,45 \cdot I_z$
- (12)

Per la condizione a) è necessario dimensionare il cavo in base alla corrente nominale della protezione a monte. Dalla corrente I_b , pertanto, viene determinata la corrente nominale della protezione (seguendo i valori normalizzati) e con questa si procede alla determinazione della sezione.

Il dimensionamento dei cavi rispetta anche i seguenti casi:

- condutture senza protezione derivate da una conduttura principale protetta contro i sovraccarichi con dispositivo idoneo ed in grado di garantire la protezione anche delle condutture derivate;
- conduttura che alimenta diverse derivazioni singolarmente protette contro i sovraccarichi, quando la somma delle correnti nominali dei dispositivi di protezione delle derivazioni non supera la portata I_z della conduttura principale.

La portata minima del cavo viene calcolata come:

$$I_{z,min} = \frac{I_n}{k} \quad (13)$$

dove il coefficiente k ha lo scopo di declassare il cavo e tiene conto dei seguenti fattori:

- tipo di materiale conduttore;
- tipo di isolamento del cavo;
- numero di conduttori in prossimità compresi eventuali paralleli;

- eventuale declassamento deciso dall'utente.

La sezione viene scelta in modo che la sua portata (moltiplicata per il coefficiente k) sia superiore alla $I_{z,min}$. Gli eventuali paralleli vengono calcolati nell'ipotesi che abbiano tutti la stessa sezione, lunghezza e tipo di posa (vedi norma 64.8 par. 433.3), considerando la portata minima come risultante della somma delle singole portate (declassate per il numero di paralleli dal coefficiente di declassamento per prossimità).

La condizione b) non necessita di verifica in quanto gli interruttori che rispondono alla norma CEI 23.3 hanno un rapporto tra corrente convenzionale di funzionamento I_f e corrente nominale I_n minore di 1,45 ed è costante per tutte le tarature inferiori a 125 A. Per le apparecchiature industriali, invece, le norme CEI 17.5 e IEC 947 stabiliscono che tale rapporto può variare in base alla corrente nominale, ma deve comunque rimanere minore o uguale a 1,45.

Risulta pertanto che, in base a tali normative, la condizione b) sarà sempre verificata.

Le condutture dimensionate con questo criterio sono, pertanto, protette contro le sovracorrenti.

5.5 INTEGRALE DI JOULE

Dalla sezione dei conduttori del cavo deriva il calcolo dell'integrale di Joule, ossia la massima energia specifica ammessa dagli stessi, tramite la:

$$I^2 \cdot t = K^2 \cdot S^2 \quad (14)$$

La costante K viene data dalla norma CEI 64-8/4 (par. 434.3), per i conduttori di fase e neutro e, dal paragrafo 64-8/5 (par. 543.1), per i conduttori di protezione in funzione al materiale conduttore e al materiale isolante. Per i cavi ad isolamento minerale le norme attualmente sono allo studio, i paragrafi sopracitati riportano però nella parte commento dei valori prudenziali.

I valori di K riportati dalla norma sono per i conduttori di fase (par. 434.3):

- | | |
|--|---------|
| • Cavo in rame e isolato in PVC: | K = 115 |
| • Cavo in rame e isolato in gomma G: | K = 135 |
| • Cavo in rame e isolato in gomma etilenpropilenica G5-G7: | K = 143 |
| • Cavo in rame serie L rivestito in materiale termoplastico: | K = 115 |
| • Cavo in rame serie L nudo: | K = 200 |
| • Cavo in rame serie H rivestito in materiale termoplastico: | K = 115 |
| • Cavo in rame serie H nudo: | K = 200 |
| • Cavo in alluminio e isolato in PVC: | K = 74 |
| • Cavo in alluminio e isolato in G, G5-G7: | K = 92 |

I valori di K per i conduttori di protezione unipolari (par. 543.1) tab. 54B:

- | | |
|--|---------|
| • Cavo in rame e isolato in PVC: | K = 143 |
| • Cavo in rame e isolato in gomma G: | K = 166 |
| • Cavo in rame e isolato in gomma G5-G7: | K = 176 |
| • Cavo in rame serie L rivestito in materiale termoplastico: | K = 143 |
| • Cavo in rame serie L nudo: | K = 228 |
| • Cavo in rame serie H rivestito in materiale termoplastico: | K = 143 |
| • Cavo in rame serie H nudo: | K = 228 |
| • Cavo in alluminio e isolato in PVC: | K = 95 |

- Cavo in alluminio e isolato in gomma G: K = 110
- Cavo in alluminio e isolato in gomma G5-G7: K = 116
-

I valori di K per i conduttori di protezione in cavi multipolari (par. 543.1) tab. 54C:

- Cavo in rame e isolato in PVC: K = 115
- Cavo in rame e isolato in gomma G: K = 135
- Cavo in rame e isolato in gomma G5-G7: K = 143
- Cavo in rame serie L rivestito in materiale termoplastico: K = 115
- Cavo in rame serie L nudo: K = 228
- Cavo in rame serie H rivestito in materiale termoplastico: K = 115
- Cavo in rame serie H nudo: K = 228
- Cavo in alluminio e isolato in PVC: K = 76
- Cavo in alluminio e isolato in gomma G: K = 89
- Cavo in alluminio e isolato in gomma G5-G7: K = 94

5.6 CONDUTTORI DI NEUTRO

La norma CEI 64-8 par. 524.2 e par. 524.3, prevede che la sezione del conduttore di neutro, nel caso di circuiti polifasi, possa avere una sezione inferiore a quella dei conduttori di fase se sono soddisfatte le seguenti condizioni:

- il conduttore di fase abbia una sezione maggiore di 16 mm²;
- la massima corrente che può percorrere il conduttore di neutro non sia superiore alla portata dello stesso
- la sezione del conduttore di neutro sia almeno uguale a 16 mm² se il conduttore è in rame e a 25 mm² se il conduttore è in alluminio.

Nel caso in cui si abbiano circuiti monofasi o polifasi e questi ultimi con sezione del conduttore di fase minore di 16 mm² se conduttore in rame e 25 mm² se conduttore in alluminio, il conduttore di neutro deve avere la stessa sezione del conduttore di fase. In base alle esigenze progettuali, sono gestiti fino a tre metodi di dimensionamento del conduttore di neutro, mediante:

- determinazione in relazione alla sezione di fase;
- determinazione tramite rapporto tra le portate dei conduttori;
- determinazione in relazione alla portata del neutro.

Il primo criterio consiste nel determinare la sezione del conduttore in questione secondo i seguenti vincoli dati dalla norma:

$$\begin{array}{ll} S_f < 16 \text{ mm}^2 & S_n = S_f \\ 16 \leq S_f \leq 35 \text{ mm}^2 & S_n = 16 \text{ mm}^2 \\ S_f > 35 \text{ mm}^2 & S_n = S_f/2 \end{array} \quad (15)$$

Il secondo criterio consiste nell'impostare il rapporto tra le portate del conduttore di fase e il conduttore di neutro, e il programma determinerà la sezione in base alla portata.

Il terzo criterio consiste nel dimensionare il conduttore tenendo conto della corrente di impiego circolante nel neutro come per un conduttore di fase.

- Le sezioni dei neutri possono comunque assumere valori differenti rispetto ai metodi appena citati, comunque sempre calcolati a regola d'arte.

5.7 CONDUTTORI DI PROTEZIONE

Le norme CEI 64.8 par. 543.1 prevedono due metodi di dimensionamento dei conduttori di protezione:

- determinazione in relazione alla sezione di fase;
- determinazione mediante calcolo.

Il primo criterio consiste nel determinare la sezione del conduttore di protezione seguendo vincoli analoghi a quelli introdotti per il conduttore di neutro:

$$\begin{aligned} S_f < 16 \text{ mm}^2 & \quad S_{PE} = S_f \\ 16 \leq S_f \leq 35 \text{ mm}^2 & \quad S_{PE} = 16 \text{ mm}^2 \\ S_f > 35 \text{ mm}^2 & \quad S_{PE} = S_f/2 \end{aligned} \quad (16)$$

Il secondo criterio determina tale valore con l'integrale di Joule, ovvero la sezione del conduttore di protezione non deve essere inferiore al valore determinato con la seguente formula:

$$S_p = \frac{\sqrt{I^2 \cdot t}}{K} \quad (17)$$

dove:

- S_p è la sezione del conduttore di protezione (mm^2);
- I è il valore efficace della corrente di guasto che può percorrere il conduttore di protezione per un guasto di impedenza trascurabile (A);
- t è il tempo di intervento del dispositivo di protezione (s);
- K è un fattore il cui valore dipende dal materiale del conduttore di protezione, dell'isolamento e di altre parti.

Se il risultato della formula non è una sezione unificata, viene presa una unificata immediatamente superiore.

In entrambi i casi si deve tener conto, per quanto riguarda la sezione minima, del paragrafo 543.1.3.

Esso afferma che la sezione di ogni conduttore di protezione che non faccia parte della conduttura di alimentazione non deve essere, in ogni caso, inferiore a:

- 2,5 mm^2 rame o 16 mm^2 alluminio se è prevista una protezione meccanica;
- 4 mm^2 o 16 mm^2 alluminio se non è prevista una protezione meccanica;

È possibile, altresì, determinare la sezione mediante il rapporto tra le portate del conduttore di fase e del conduttore di protezione.

5.8 CADUTE DI TENSIONE

Le cadute di tensione sono calcolate vettorialmente. Per ogni utenza si calcola la caduta di tensione vettoriale lungo ogni fase e lungo il conduttore di neutro (se distribuito). Tra le fasi si considera la caduta di tensione maggiore che viene riportata in percentuale rispetto alla tensione nominale:

$$\text{c.d.t.}(I_b) = \max \left(\left| \sum_{i=1}^k Z_{f_i} \cdot I_{f_i} - Z_{h_i} \cdot I_{h_i} \right| \right) \quad (18)$$

- con f che rappresenta le tre fasi R, S, T;
- con n che rappresenta il conduttore di neutro;
- con i che rappresenta le k utenze coinvolte nel calcolo;

Il calcolo fornisce, quindi, il valore esatto della formula approssimata:

$$\text{c.d.t.}(I_b)\% = k_{\text{cdt}} \cdot I_b \cdot \frac{L_c}{1000} \cdot (R_{\text{cavo}} \cdot \cos \phi + X_{\text{cavo}} \cdot \sin \phi) \cdot \frac{100}{V} \quad (19)$$

con:

- $k_{\text{cdt}}=2$ per sistemi monofase;
- $k_{\text{cdt}}=1,73$ per sistemi trifase.

I parametri R_{cavo} e X_{cavo} sono ricavati dalla tabella UNEL in funzione del tipo di cavo (unipolare/multipolare) ed alla sezione dei conduttori; di tali parametri il primo è riferito a 70° C per i cavi con isolamento PVC, a 90° C per i cavi con isolamento EPR; mentre il secondo è riferito a 50Hz, ferme restando le unità di misura in Ω/km .

Se la frequenza di esercizio è differente dai 50 Hz si imposta:

$$X'_{\text{cavo}} = \frac{f}{50} \cdot X_{\text{cavo}} \quad (20)$$

La caduta di tensione da monte a valle (totale) di una utenza è determinata come somma delle cadute di tensione vettoriale, riferite ad un solo conduttore, dei rami a monte all'utenza in esame, da cui, viene successivamente determinata la caduta di tensione percentuale riferendola al sistema (trifase o monofase) e alla tensione nominale dell'utenza in esame.

Sono adeguatamente calcolate le cadute di tensione totali nel caso siano presenti trasformatori lungo la linea. In tale circostanza, infatti, il calcolo della caduta di tensione totale non tiene conto della caduta interna nei trasformatori, in quanto il trasformatore è dotato di un sistema automatico di regolazione del rapporto spire, in modo da mantenere costante la tensione in uscita dagli avvolgimenti sulla porzione di rete a valle di esso.

Se al termine del calcolo delle cadute di tensione alcune utenze abbiano valori superiori a quelli definiti, si ricorre ad un procedimento di ottimizzazione per far rientrare la caduta di tensione entro limiti prestabiliti (limiti dati da CEI 64-8 par. 525). Le sezioni dei cavi vengono forzate a valori superiori cercando di seguire una crescita uniforme fino a portare tutte le cadute di tensione sotto i limiti.

5.9 TRASFORMATORI

All'interno dell'impianto in oggetto saranno presenti tre diverse tipologie di trasformatori:

- Trasformatore MT/BT 15/0,4 kV a due avvolgimenti o a singolo secondario (Dyn11): tale configurazione è utilizzata in cabina di trasformazione MT/BT con taglia pari a 160 kVA per l'alimentazione dei carichi ausiliari della cabina utente;
- Trasformatore MT/BT 15/0,8 kV a due avvolgimenti o a singolo secondario (Dyn11): tale configurazione è utilizzata nella Power Station MT/BT con taglia fino a 1600 kVA;
- Trasformatore BT/BT 0,8/0,4 kV (Dyn11): per l'alimentazione dei carichi ausiliari all'interno della Power Station MT/BT con taglia fino a 50 kVA.

La taglia del trasformatore MT/BT è stata scelta tenendo conto del dimensionamento degli inverter, della curva capability P-Q che l'impianto deve garantire, della potenza nominale del modulo fotovoltaico e del contributo di potenza dato dal modulo bifacciale in funzione dell'albedo.

6. STUDIO DI CORTOCIRCUITO

6.1 STATO NEL NEUTRO DI IMPIANTO

L'impianto fotovoltaico sarà così configurato:

- Livello MT: linea MT di connessione a 15 kV di collegamento dalla Cabina Primaria AT/MT di proprietà del DSO alla Cabina di Consegna interna all'area di impianto (analizzata in specifico documento);
- Livello MT: Distribuzione interna a 15 kV a neutro isolato nei tratti compresi tra la Cabina di Consegna MT e le cabine di trasformazione MT/BT (Power Station);
- Livello BT (AC): Distribuzione fino a 1.000 V_{ac} interna al campo fotovoltaico con distribuzione trifase + neutro TN-S.
- Livello BT: Distribuzione a 1.500 V_{dc} interna ai sottocampi con entrambi i poli isolati da terra (sistema flottante).

Le informazioni considerate in merito alla corrente di guasto verso terra MT e al relativo tempo di intervento sono:

- Massima corrente di guasto trifase (I_k): < 12,5 Ka
- Tempo di intervento delle protezioni per guasto trifase: 0,2 s
- Massima corrente di guasto monofase verso terra (I_F): < 56 A (contributo capacitivo della MT assunto e che dovrà essere fornito dall'ente distributore)
- Tempo di intervento delle protezioni per guasto monofase a terra: 0,9 s
- Contributo alla corrente di guasto verso terra delle linee MT interne all'impianto: trascurabile.

In merito alla risoluzione del guasto con il solo impianto di terra (che dovrebbe avere una resistenza di terra estremamente bassa) andranno verificate le tensioni di contatto per individuare le aree più a rischio dell'impianto.

6.2 CALCOLO DEI GUASTI MT

Con il calcolo dei guasti verranno determinate le correnti di cortocircuito minime e massime immediatamente a valle della protezione dell'utenza (inizio linea) e a valle dell'utenza (fondo linea).

Le condizioni in cui dovranno essere determinate sono:

- guasto trifase (simmetrico);
- guasto bifase (disimmetrico);
- guasto bifase-neutro (disimmetrico);
- guasto bifase-terra (disimmetrico);
- guasto fase-terra (disimmetrico);
- guasto fase-neutro (disimmetrico).

I parametri alle sequenze di ogni utenza vengono inizializzati da quelli corrispondenti dall'utenza a monte che, a loro volta, inizializzano i parametri della linea a valle.

6.3 CALCOLO DELLE CORRENTI MASSIME DI CORTOCIRCUITO

Il calcolo delle correnti di cortocircuito massime dovrà essere condotto come descritto nella norma CEI EN 60909-0. Sono previste le seguenti condizioni generali:

- guasti con contributo della fornitura e dei generatori in regime di guasto subtransitorio. Eventuale gestione della attenuazione della corrente per il guasto trifase 'vicino' alla sorgente.
- tensione di alimentazione nominale valutata con fattore di tensione C_{max} ;
- impedenza di guasto minima della rete, calcolata alla temperatura di 20°C.

6.4 CALCOLO DELLE CORRENTI MINIME DI CORTOCIRCUITO

Il calcolo delle correnti di cortocircuito minime dovrà essere condotto come descritto nella norma CEI EN 60909-0 par 7.1.2 per quanto riguarda:

- guasti con contributo della fornitura e dei generatori. Il contributo dei generatori è in regime permanente per i guasti trifasi 'vicini', mentre per i guasti 'lontani' o asimmetrici si considera il contributo subtransitorio;
- la tensione nominale viene moltiplicata per il fattore di tensione C_{min} , che può essere 0.95 se $C_{max} = 1.05$, oppure 0.90 se $C_{max} = 1.10$ (Tab. 1 della norma CEI EN 60909-0); in media e alta tensione il fattore C_{min} è pari a 1;
- Per la temperatura dei conduttori si può scegliere tra:
- il rapporto Cenelec R064-003, per cui vengono determinate le resistenze alla temperatura limite dell'isolante in servizio ordinario del cavo;
- la norma CEI EN 60909-0, che indica le temperature alla fine del guasto.

6.5 GUASTI MONOFASI A TERRA LINEE MT

Calcolo correnti omopolari a seguito di guasto fase-terra in circuiti di media-alta tensione.

Il calcolo dei guasti a terra in reti di media e alta tensione coinvolge lo studio dell'effetto capacitivo della rete durante il regime di guasto.

Inoltre, le tecniche di determinazione delle linee guaste tramite relè varmetrici richiedono la conoscenza dei valori di corrente omopolare in funzione dei punti di guasto.

La nuova CEI 0-16 (e precedentemente la otto DK5600), con l'introduzione del collegamento a terra del centro stella in media, richiede uno strumento per il dimensionamento della bobina di Petersen e il coordinamento delle protezioni degli utenti.

6.6 SCELTA DELLE PROTEZIONI

La scelta delle protezioni dovrà essere effettuata verificando le caratteristiche elettriche nominali delle condutture ed i valori di guasto; in particolare le grandezze che dovranno essere verificate sono:

- corrente nominale, secondo cui si è dimensionata la conduttura;
- numero poli;
- tipo di protezione;
- tensione di impiego, pari alla tensione nominale dell'utenza;
- potere di interruzione, il cui valore dovrà essere superiore alla massima corrente di guasto a monte dell'utenza $I_{km\ max}$;
- taratura della corrente di intervento magnetico, il cui valore massimo per garantire la protezione contro i contatti indiretti (in assenza di differenziale) deve essere minore della minima corrente di guasto alla fine della linea ($I_{mag\ max}$).

6.7 VERIFICA DELLE PROTEZIONE DA CORTOCIRCUITO DELLE CONDUTTURE

Secondo la norma 64-8 par.434.3 "Caratteristiche dei dispositivi di protezione contro i cortocircuiti", le caratteristiche delle apparecchiature di protezione contro i cortocircuiti devono soddisfare a due condizioni:

- il potere di interruzione non deve essere inferiore alla corrente di cortocircuito presunta nel punto di installazione (a meno di protezioni adeguate a monte);
- la caratteristica di intervento deve essere tale da impedire che la temperatura del cavo non oltrepassi, in condizioni di guasto in un punto qualsiasi, la massima consentita.
- La prima condizione viene considerata in fase di scelta delle protezioni. La seconda invece può essere tradotta nella relazione:

$$I^2 \cdot t \leq K^2 S^2$$

ossia in caso di guasto l'energia specifica sopportabile dal cavo deve essere maggiore o uguale a quella lasciata passare dalla protezione.

La norma CEI al par. 533.3 "Scelta dei dispositivi di protezioni contro i cortocircuiti" prevede pertanto un confronto tra le correnti di guasto minima (a fondo linea) e massima (inizio linea) con i punti di intersezione tra le curve. Le condizioni sono pertanto:

Le intersezioni sono due:

- $I_{cc\ min} \geq I_{inters\ min}$ (quest'ultima riportata nella norma come Ia);
- $I_{cc\ max} \leq I_{inters\ max}$ (quest'ultima riportata nella norma come Ib).
- L'intersezione è unica o la protezione è costituita da un fusibile:
 - $I_{cc\ min} \geq I_{inters\ min}$.
- L'intersezione è unica e la protezione comprende un magnetotermico:
 - $I_{cc\ max} \leq I_{inters\ max}$.

Sono pertanto verificate le relazioni in corrispondenza del guasto, calcolato, minimo e massimo. Nel caso in cui le correnti di guasto escano dai limiti di esistenza della curva della protezione il controllo non viene eseguito.

La rappresentazione della curva del cavo è una iperbole con asintoti $K^2 S^2$ e la I_z dello stesso.

La verifica della protezione a cortocircuito eseguita dal programma consiste in una verifica qualitativa, in quanto le curve vengono inserite riprendendo i dati dai grafici di catalogo e non direttamente da dati di prova; la precisione con cui vengono rappresentate è relativa.

6.8 VERIFICA DI SELETTIVITÀ

Dovrà essere verificata la selettività tra protezioni mediante la sovrapposizione delle curve di intervento. I dati forniti dalla sovrapposizione, oltre al grafico sono:

- Corrente I_a di intervento in corrispondenza ai massimi tempi di interruzione previsti dalla CEI 64-8: pertanto viene sempre data la corrente ai 5s (valido per le utenze di distribuzione o terminali fisse) e la corrente ad un tempo determinato tramite la tabella 41A della CEI 64.8 par 413.1.3. Fornendo una fascia di intervento delimitata da una caratteristica limite superiore e una caratteristica limite inferiore, il tempo di intervento viene dato in corrispondenza alla caratteristica limite inferiore. Tali dati sono forniti per la protezione a monte e per quella a valle;
- Tempo di intervento in corrispondenza della minima corrente di guasto alla fine dell'utenza a valle: minimo per la protezione a monte (determinato sulla caratteristica limite inferiore) e massimo per la protezione a valle (determinato sulla caratteristica limite superiore);



- Rapporto tra le correnti di intervento magnetico: delle protezioni;
- Corrente al limite di selettività: ossia il valore della corrente in corrispondenza all'intersezione tra la caratteristica limite superiore della protezione a valle e la caratteristica limite inferiore della protezione a monte (CEI 23.3 par 2.5.14).
- Selettività: viene indicato se la caratteristica della protezione a monte si colloca sopra alla caratteristica della protezione a valle (totale) o solo parzialmente (parziale a sovraccarico se l'intersezione tra le curve si ha nel tratto termico).
- Selettività cronometrica: con essa viene indicata la differenza tra i tempi di intervento delle protezioni in corrispondenza delle correnti di cortocircuito in cui è verificata.

Nelle valutazioni si dovrà tenere conto delle tolleranze sulle caratteristiche date dai costruttori.

Quando possibile, alla selettività grafica viene affiancata la selettività tabellare tramite i valori forniti dalle case costruttrici. I valori forniti corrispondono ai limiti di selettività in A relativi ad una coppia di protezioni poste una a monte dell'altra. La corrente di guasto minima a valle deve risultare inferiore a tale parametro per garantire la selettività.

Per la scelta delle protezioni in cabina di consegna si rimanda allo schema unifilare MT (3162_5891_CO_VVIA_T11_Rev0_Schema elettrico unifilare).

7. CALCOLO PRELIMINARE IMPIANTO DI TERRA

L'impianto di terra sarà realizzato in conformità ai requisiti delle Norme CEI EN 61936-1-1, CEI EN 50522 e CEI 99-5, e i documenti specifici per l'impianto in oggetto (verifica dimensionamento di terra primaria così come la planimetria generale dispersore di terra) saranno redatti da uno studio di ingegneria con professionisti abilitati iscritti all'ordine.

Questo nel suo complesso dovrà risultare un unico elemento equipotenziale in tutti i suoi punti, perciò tutte le strutture e parti metalliche presenti nel sito dovranno essere connesse ad esso contemporaneamente.

7.1 DEFINIZIONI

- **Elettrodo ausiliario di terra:** elettrodo di terra con determinati vincoli progettuali/operativi. La sua funzione primaria può essere diversa dal condurre le correnti di guasto verso terra.
- **Elettrodo di terra:** conduttore interrato e usato per disperdere le correnti di guasto verso terra.
- **Elettrodo di terra primario:** elettrodo di terra progettato o adattato per scaricare le correnti di guasto verso terra secondo precisi profili di scarica richiesti (anche in maniera implicita) dal progetto di impianto.
- **Ground mat:** piastra metallica solida o sistema di conduttori nudi ravvicinati interconnessi tra loro e posizionati a basse profondità al di sopra di una rete di terra esistente al fine di introdurre una misura di protezione aggiuntiva, minimizzando il pericolo di esposizione a gradienti di tensione troppo elevati in luoghi in cui è segnalata un'elevata presenza di persone. Tipologie comuni di ground mat prevedono l'installazione di griglie metalliche sopra la superficie del terreno o immediatamente sotto la superficie.
- **Ground potential rise (GPR):** è il massimo potenziale che può instaurarsi tra la rete di terra e un punto posto a una certa distanza identificato come terra remota. Tale potenziale è calcolato attraverso il prodotto tra la massima corrente di guasto verso terra e la resistenza di terra del sistema. In condizioni normali, le apparecchiature elettriche messe a terra funzionano con un potenziale rispetto a quello della terra remota praticamente nullo; durante un guasto a terra, la parte di corrente di guasto dispersa verso terra provoca un aumento del potenziale del sistema di terra rispetto alla terra remota.
- **Rete di terra:** sistema orizzontale di elettrodi di terra che consiste in un numero di sbarre conduttrici interrate interconnesse fra loro. Fornisce un riferimento di tensione comune per dispositivi elettrici e strutture metalliche; inoltre limita i gradienti di tensione per tutta l'estensione della stessa. Normalmente la rete orizzontale è integrata con un certo numero di picchetti di terra e con gli elettrodi ausiliari di terra al fine di ridurre ulteriormente la resistenza totale di terra.
- **Sistema di terra:** comprende tutte le strutture di terra interconnesse in una specifica area.
- **Tensione di contatto:** differenza di potenziale tra il GPR e il potenziale del punto o superficie in cui una persona è contemporaneamente in piedi e a contatto con una struttura messa a terra.
- **Tensione di contatto metal-to-metal:** differenza di potenziale che si può creare tra due oggetti o strutture metalliche di cui una persona può entrare a contatto contemporaneamente con mani o piedi.
- **Tensione di maglia:** è la massima tensione che si può instaurare all'interno di una maglia della rete di terra.



- **Tensioni di passo:** La differenza di potenziale in un tratto convenzionale di un metro corrispondente alla distanza che una persona può colmare con i piedi senza toccare nessun altro oggetto collegato a terra.

7.2 INFORMAZIONI PRELIMINARI

Come descritto nei paragrafi precedenti, l'impianto fotovoltaico sarà così configurato:

- Livello MT: linea MT di connessione a 15 kV di collegamento dalla Cabina Primaria AT/MT di proprietà del DSO alla Cabina di Consegna interna all'area di impianto (analizzata in specifico documento);
- Livello MT: Distribuzione interna a 15 kV a neutro isolato nei tratti compresi tra la Cabina di Consegna MT e le cabine di trasformazione MT/BT (Power Station);
- Livello BT (AC): Distribuzione fino a 1.000 V_{ac} interna al campo con distribuzione trifase + neutro TN-S.
- Livello BT: Distribuzione a 1.500 V_{dc} interna ai sottocampi con entrambi i poli isolati da terra (sistema flottante).

Le informazioni considerate in merito alla corrente di guasto verso terra MT e al relativo tempo di intervento sono (comunicate nell'allegato A68 del codice di rete Terna):

- Massima corrente di guasto trifase (Ik): < 12,6 kA – 1 s
- Tempo di intervento delle protezioni per guasto trifase: 0,2 s
- Massima corrente di guasto monofase verso terra (IF): < 56 A
- Tempo di intervento delle protezioni per guasto monofase a terra: > 0,9 s

In merito alla risoluzione del guasto con il solo impianto di terra andranno verificate le tensioni di contatto per individuare le aree più a rischio dell'impianto.

In merito alla risoluzione del guasto con il solo impianto di terra andranno verificate le tensioni di contatto per individuare le aree più a rischio dell'impianto.

La resistività del terreno alla profondità di posa dell'impianto di terra dovrà essere determinata nelle successive fasi progettuali attraverso un'indagine geotecnica; verrà ipotizzato per il sito in esame un valore di resistività pari a circa 200 Ωm

Considerando i dati citati, il tempo di intervento impone un limite al massimo gradiente di tensione interno al sito pari a 50 V per un tempo di guasto a terra > 10 s (CEI EN 50522, Fig.4).

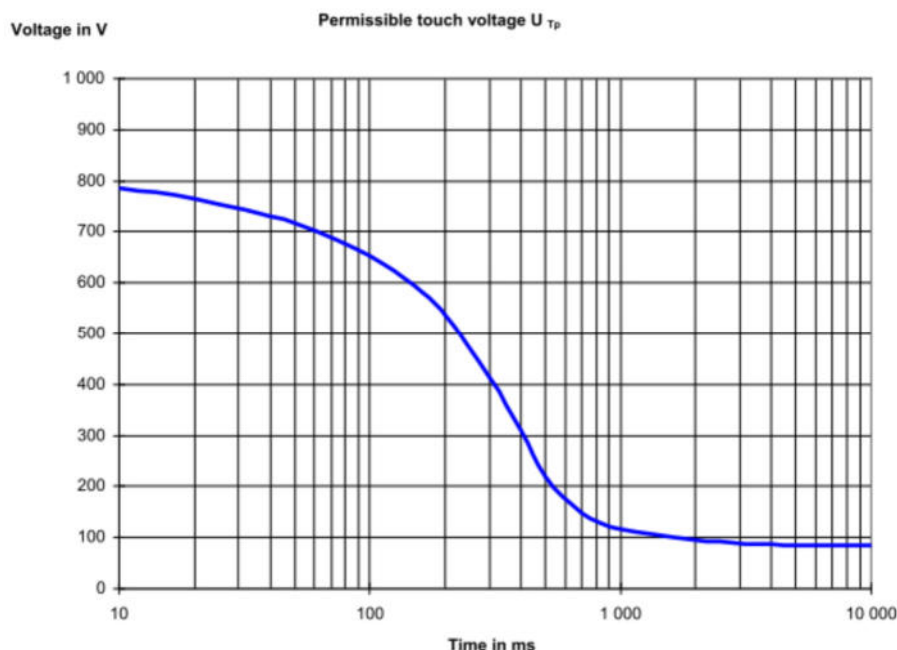


Figura 7.1: Massima tensione ammissibile (CEI EN 50522, Fig.4)

Tale limite, confrontato con la tensione totale di terra U_T (cioè con il GPR) impone una resistenza di terra minima di progetto R_T per la risoluzione dei guasti MT di:

$$R_T = U_T / I_G = 50 / 56 = 0,89 \, \Omega \quad (21)$$

A servizio dell'impianto fotovoltaico verrà realizzato un nuovo impianto di terra, pertanto prima di procedere alla realizzazione dello stesso, occorrerà verificare la natura del suolo e la resistività.

Quest'ultima è influenzata da diversi fattori quali:

- Tipo di terreno,
- Stratificazione;
- Temperatura;
- Composizione chimica e concentrazione di sali disciolti;
- Presenza di metalli e/o tubazioni in cls;
- Umidità del terreno.

L'obiettivo ideale è ottenere una resistenza di terra tale per cui qualsiasi guasto verso terra interno all'impianto non generi tensioni pericolose per le persone.

Si è stimata una resistività del terreno pari a $200 \, \Omega\text{m}$

L'estensione dell'impianto di terra dovrà essere realizzata attraverso una griglia di dispersori disposti orizzontalmente e chiusi ad anello; tale griglia dovrà ricoprire l'intera area di impianto.

Il dispersore utilizzato dovrà essere corda di rame nuda con una sezione minima pari a:

$$S_{\min} = \sqrt{\frac{I^2 \cdot t}{K_c^2}} = \sqrt{\frac{12.500^2 \cdot 0,2}{228^2}} \approx 35 \, \text{mm}^2 \quad (22)$$

Dove:

- I è la massima corrente di guasto verso terra espressa in Ampère;

- t è il tempo di intervento della protezione in secondi
- K_c è il coefficiente per conduttori nudi non in contatto con materiali danneggiabili (per range di temperatura 30-500°C);

Sebbene S_{min} risulti molto piccola, in questa fase di progettazione preliminare, si è scelta una sezione minima 50 mm².

Per la posa dei dispersori verrà sfruttato il passaggio cavi MT e BT interno all'impianto; l'area di impianto così magliata, dovrà essere poi chiusa ad anello.

Verranno collegati alla rete di terra anche i pali delle strutture tracker. In riferimento alla recinzione tutti i tratti che ricadono all'interno della maglia di terra globale dovranno essere collegati a terra; i tratti esterni alla maglia globale andranno invece isolati da terra. In tali tratti deve essere garantita una distanza minima tra recinzione e struttura di sostegno dei moduli di almeno 5 metri.

Al completamento dell'impianto andrà valutata la resistenza tra le parti e/o strutture metalliche non direttamente connesse a terra e la terra stessa: se tali resistenze sono inferiori ai 1000 Ω allora occorre collegare tali parti e/o strutture all'impianto di terra.

Considerando l'estensione delle sezioni di impianto e la lunghezza dei loro lati, si è stimato il seguente valore di resistenza di terra impiegando un dispersore di tipo magliato secondo la seguente relazione:

$$R_T = \rho \cdot \left(\frac{1}{4 \cdot r} + \frac{1}{\sum l} \right) \quad (23)$$

Dove:

$$r = \sqrt{\frac{a \cdot b}{\pi}} \quad (24)$$

Tale calcolo, riferito alla fase definitiva di progetto, andrà eseguito in fase costruttiva facendo le dovute verifiche e misure in loco. A valle di quest'ultima e della realizzazione dell'impianto andranno in ogni caso eseguiti i rilievi delle tensioni di contatto all'interno dell'area al fine di individuare le aree soggette a maggior rischio (presenza di gradienti di tensione elevati).

7.3 PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI E INDIRETTI

Le misure di protezione mediante isolamento delle parti attive e mediante involucri o barriere sono intese a fornire una protezione totale contro i contatti diretti.

La protezione del suddetto tipo di contatto sarà quindi assicurata dai provvedimenti seguenti:

- copertura completa delle parti attive a mezzo di isolamento rimovibile solo con la distruzione di quest'ultimo;
- parti attive poste dentro involucri tali da assicurare il grado di protezione adeguato al tipo di ambiente in cui sono installate.

La protezione dai contatti indiretti avrà come principio base l'interruzione automatica dell'alimentazione e, pertanto, il collegamento equipotenziale di tutte le masse metalliche che, per un difetto dell'isolamento primario possano assumere un potenziale pericoloso ($U_T > 50$ V), unitamente all'estinzione del guasto tramite apertura del dispositivo di protezione a monte della zona in cui si è manifestato il guasto. A tal fine occorre che il valore della resistenza di terra e l'intervento del dispositivo di protezione siano tra loro coordinati affinché l'estinzione del guasto avvenga entro i limiti previsti dalle norme vigenti in materia.

La protezione contro i contatti indiretti, pur essendo eseguibile mediante impiego di dispositivi a massima corrente in quanto gli impianti sono realizzati con tipologia distributiva TN-S verrà comunque

realizzata - al fine di rendere ancora più tempestivi gli interventi delle protezioni - mediante l'installazione di dispositivi a corrente differenziale installati a monte delle linee terminali e la connessione all'impianto di terra esistente. I conduttori di protezione saranno collegati all'impianto di terra globale mediante installazione di un conduttore PE che dalle barre di terra dei quadri collegherà tali masse e le masse estranee ivi presenti al collettore di terra generale di cabina.

La protezione contro i contatti indiretti in caso di guasto a terra nei sistemi di distribuzione TN-S è prevista con collegamento a terra delle masse e interruttori differenziali ad alta sensibilità (0,03 A, 0,3 A, 0,5 A), al fine di rispettare le condizioni di sicurezza indicata dalle norme CEI 64-8 in 413.1.4.2.

7.4 RISOLUZIONE GUASTO MT

L'impianto di terra dovrà essere realizzato in modo da garantire un valore di resistenza di terra pari a circa $R_t = 0,89 \, \Omega$ e che il guasto sia risolto dall'interruttore in un tempo $> 10 \, s$, al massimo gradiente di tensione interno al sito pari a 50 V (CEI EN 50522) il guasto verso terra è risolto se la massima corrente di guasto verso sarà mantenuta inferiore a:

$$I_g = \frac{50}{0,89} \cong 56 \, A \quad (25)$$

Dove 50 V è la massima tensione ammissibile per un tempo pari superiore a 10 s e $0,89 \, \Omega$ è la resistenza di terra R_t posta come obbiettivo di qualità.

La corrente massima di guasto calcolata risulta in linea con la corrente di guasto capacitiva massima ipotizzata, quale unica componente presente in un sistema a neutro isolato.

Infatti, una circostanza di guasto verso terra genera correnti capacitive che costituiscono un sistema equilibrato, genericamente di valore modesto, ma proporzionali al tipo e alla lunghezza della linea, cavo o aerea oltre alla tensione di linea.

Tipicamente la corrente ordinaria capacitiva $I_{g,cavo}$ per linee in cavo è data dalla formula:

$$I_{g,cavo} = V \cdot 0,2 \cdot L_{cavo} \quad (26)$$

Dove:

- V = tensione nominale della rete (kV)
- L_{cavo} = lunghezza totale delle linee in cavo (km). (interne al campo fotovoltaico)

Per assicurare che la corrente di guasto sia pari a 56 A la somma delle lunghezze totali delle linee in cavo dovrà essere al massimo di 18,6 km. Nel caso in cui tale lunghezza dovesse superare il valore limite sarà necessario adeguare il valore minimo della resistenza dell'impianto di terra, tenendo presente che l'obiettivo è quello di mantenere la tensione residua pari al valore di 50 V

Nel caso in cui la corrente di guasto sia inferiore ai 56 A stimati, il guasto verso terra MT risulta risolto.

Rimane confermata la necessità di effettuare la verifica delle tensioni di contatto su tutte le masse presenti in impianto con resistenza verso terra superiore a $1.000 \, \Omega$.

In relazione all'ipotesi di guasto, gli schermi dei cavi dovranno essere messi a terra nel rispetto delle norme CEI.

7.5 RISOLUZIONE GUASTO BT (AC CURRENT)

La distribuzione BT in corrente alternata prevede la porzione di impianto compresa tra il trasformatore MT/BT e gli inverter. Il trasformatore presenta il centro stella del livello BT messo a terra; tali condizioni, analoghe al livello di tensione AT, implicano correnti di guasto verso terra elevate e non risolvibili dall'impianto di terra. Pertanto, al fine di garantire la protezione delle persone da tensioni

potenzialmente pericolose, verrà sviluppata una distribuzione di tipo TN-S, dove il guasto verso terra sarà risolto se l'impedenza dell'anello di guasto sarà inferiore al seguente rapporto:

$$Z_s = U_0/I_a$$

dove:

- U_0 è la tensione nominale verso terra
- I_a è la corrente di intervento della protezione generale entro 5 s (nel caso venga utilizzata la protezione differenziale I_a coinciderà con la corrente differenziale di intervento).

7.6 RISOLUZIONE GUASTO BT (DC CURRENT)

Nella distribuzione DC (dal modulo fino all'inverter) è previsto un sistema con entrambi i poli flottanti (sistema isolato); il primo guasto verso terra è conseguentemente a corrente nulla. Nel caso in cui il primo guasto non fosse rilevato e si verificasse un secondo guasto verso terra, si creerebbero correnti di guasto verso terra dell'ordine di svariati kA, non risolvibili dall'impianto di terra in quanto sarebbe necessaria una resistenza di terra MT molto bassa, difficilmente raggiungibile.

Pertanto, al fine di proteggere il sistema e limitare le tensioni di contatto (indicate nella CEI EN 50522) entrambi i poli DC di tutte le stringhe dovranno monitorati costantemente attraverso un controllo dell'isolamento verso terra. Tale controllo avviene attraverso due soglie di allarme:

Una prima soglia (normalmente impostata intorno ai 30 kΩ) al di sotto della quale verrà prodotto un segnale di allarme al sistema SCADA;

Una seconda soglia (normalmente impostata intorno ai 10 kΩ) al di sotto del quale verranno prodotti un segnale di allarme al sistema SCADA e un allarme visibile e udibile in control room.

Il sistema di controllo dell'isolamento deve essere operativo sempre e in ogni condizione.

Secondo l'indicazione degli standard, il primo guasto deve essere chiaramente segnalato e dev'essere tempestivamente risolto; nel caso in cui si verifichi un secondo guasto devono intervenire necessariamente i fusibili lato DC per la protezione dell'impianto contro le sovracorrenti.



8. SCARICHE ATMOSFERICHE

Per la verifica della protezione dell'impianto in oggetto contro le sovratensioni di origine atmosferica deve essere effettuata una valutazione del rischio che tiene conto di:

- Numero all'anno di fulmini su una determinata struttura o area;
- Probabilità che tale evento possa causare danni;
- Danno economico medio in relazione ai danni avvenuti.

La valutazione del rischio è quindi influenzata dalla tipologia di impianto di riferimento e dalle apparecchiature presenti al suo interno.

L'impianto in questione è composto quasi interamente da strutture metalliche collegate direttamente all'impianto di terra, per questo motivo il rischio da fulminazione è minimo. La configurazione dell'impianto adottata prevede l'utilizzo a tutti i livelli di tensione di scaricatori per la protezione dell'impianto contro le sovratensioni. L'impianto pertanto è definito autoprotetto.



9. ESTRATTO DI CALCOLO MT E BT

Si riporta di seguito l'estratto di calcolo elettrico eseguito con il software "Ampère" by Electrographics:

Identificazione

Sigla utenza: + CABINA CONSEGNA S1.1.QMT 15 kV-GENERALE CABINA
 Denominazione 1:
 Denominazione 2:
 Informazioni aggiuntive/Note 1:
 Informazioni aggiuntive/Note 2:

Utenza

Tipologia utenza:	Distribuzione generica		
Potenza nominale:	4209 kW	Sistema distribuzione:	Media
Coefficiente:	1	Collegamento fasi:	3F
Potenza dimensionamento:	4209 kW	Frequenza ingresso:	50 Hz
Corrente di impiego Ib:	162 A	Pot. trasferita a monte:	4209 kVA
Fattore di potenza:	1	Potenza totale:	16368 kVA
Tensione nominale:	15000 V	Potenza disponibile:	12159 kVA

Condizioni di guasto (UTE C 15-500))

Ikm max a monte:	16,1 kA	Ik2min:	9,84 kA
Ikv max a valle:	16,1 kA	Ik1ftmax:	16,1 kA
Imagmax (magnetica massima):	9592 A	Ip1ft:	39,9 kA
Ik max:	12,5 kA	Ik1ftmin:	14,7 kA
Ip:	30,9 kA	Zk min:	762,1 mohm
Ik min:	11,4 kA	Zk max:	762,1 mohm
Ik2ftmax:	11,6 kA	Zk2 min:	880 mohm
Ip2ft:	28,7 kA	Zk2 max:	880 mohm
Ik2ftmin:	9,59 kA	Zk1ftmin:	590,3 mohm
Ik2max:	10,8 kA	Zk1ftmax:	590,3 mohm
Ip2:	26,7 kA		

Protezione

Tipo protezione:	I(50-51)	Potere di interruzione PdI:	n.d.
Corrente nominale protez.:	630 A	Norma:	n.d.
Numero poli:	3		
Classe d'impiego:	n.d.		

Identificazione

Sigla utenza:	+ CABINA CONSEGNA S1.1.QMT 15 kV-GENERALE CABINA
Denominazione 1:	
Denominazione 2:	
Informazioni aggiuntive/Note 1:	
Informazioni aggiuntive/Note 2:	

Utenza

Tipologia utenza:	Distribuzione generica	Sistema distribuzione:	Media
Potenza nominale:	4209 kW	Collegamento fasi:	3F
Coefficiente:	1	Frequenza ingresso:	50 Hz
Potenza dimensionamento:	4209 kW	Pot. trasferita a monte:	4209 kVA
Corrente di impiego Ib:	162 A	Potenza totale:	16368 kVA
Fattore di potenza:	1	Potenza disponibile:	12159 kVA
Tensione nominale:	15000 V		

Cavi

Formazione:	3x(1x240)		
Tipo posa:	L - Cavi unipolari direttamente interrati (trifoglio)		
Disposizione posa:			
Designazione cavo	ARG7H1R 12/20 kV		
Isolante (fase+ neutro+ PE):	HEPR	Coefficiente di declassamento totale:	0,93
Tabella posa:	CEI 11-17 (Media)	Conduttore fase:	$4,875 \cdot 10^{-8} A \cdot s$
Materiale conduttore:	ALLUMINIO	Caduta di tensione parziale a Ib:	0,006 %
Lunghezza linea:	20 m	Caduta di tensione totale a Ib:	0,006 %
Corrente ammissibile Iz:	388,7 A (Archivio)	Temperatura ambiente:	30 °C
Corrente ammissibile neutro:	n.d.	Temperatura cavo a Ib:	40,4 °C
Coefficiente di prossimità:	1 (Numero circuiti: 1)	Temperatura cavo a In:	187,6 °C
Coefficiente di temperatura:	0,93	Coordinamento $I_b \leq I_n \leq I_z$:	Non verificato

Condizioni di guasto (UTE C 15-500)

Ik max a monte:	16,1 kA	Ik2min:	9,81 kA
Ik max a valle:	16,2 kA	Ik1ftmax:	16,2 kA
Imagmax (magnetica massima):	9548 A	Ip1ft:	39,9 kA
Ik max:	12,5 kA	Ik1ftmin:	14,7 kA
Ip:	30,9 kA	Zk min:	764,5 mohm
Ik min:	11,3 kA	Zk max:	764,6 mohm
Ik2ftmax:	11,6 kA	Zk2 min:	882,8 mohm
Ip2ft:	28,7 kA	Zk2 max:	882,9 mohm
Ik2ftmin:	9,55 kA	Zk1ftmin:	589,5 mohm
Ik2max:	10,8 kA	Zk1ftmax:	589,7 mohm
Ip2:	26,7 kA		

Protezione

Tipo protezione:	I(50-51)	Potere di interruzione PdI:	n.d.
Corrente nominale protez.:	630 A	Norma:	n.d.
Numero poli:	3		
Classe d'impiego:	n.d.		

Identificazione

Sigla utenza: + CABINA CONSEGNA S1.2.QMT 15 kV-GENERALE CABINA
 Denominazione 1:
 Denominazione 2:
 Informazioni aggiuntive/Note 1:
 Informazioni aggiuntive/Note 2:

Utenza

Tipologia utenza:	Distribuzione generica	Sistema distribuzione:	Media
Potenza nominale:	7015 kW	Collegamento fasi:	3F
Coefficiente:	1	Frequenza ingresso:	50 Hz
Potenza dimensionamento:	7015 kW	Pot. trasferita a monte:	7015 kVA
Corrente di impiego Ib:	270 A	Potenza totale:	16368 kVA
Fattore di potenza:	1	Potenza disponibile:	9353 kVA
Tensione nominale:	15000 V		

Condizioni di guasto (UTE C 15-500))

Ikm max a monte:	16,1 kA	Ik2min:	9,84 kA
Ikv max a valle:	16,1 kA	Ik1ftmax:	16,1 kA
Imagmax (magnetica massima):	9592 A	Ip1ft:	39,9 kA
Ik max:	12,5 kA	Ik1ftmin:	14,7 kA
Ip:	30,9 kA	Zk min:	762,1 mohm
Ik min:	11,4 kA	Zk max:	762,1 mohm
Ik2ftmax:	11,6 kA	Zk2 min:	880 mohm
Ip2ft:	28,7 kA	Zk2 max:	880 mohm
Ik2ftmin:	9,59 kA	Zk1ftmin:	590,3 mohm
Ik2max:	10,8 kA	Zk1ftmax:	590,3 mohm
Ip2:	26,7 kA		

Protezione

Tipo protezione:	I(50-51)	Potere di interruzione PdI:	n.d.
Corrente nominale protez.:	630 A	Norma:	n.d.
Numero poli:	3		
Classe d'impiego:	n.d.		

Identificazione

Sigla utenza:	+ CABINA CONSEGNA S1.2.QMT 15 kV-GENERALE CABINA
Denominazione 1:	
Denominazione 2:	
Informazioni aggiuntive/Note 1:	
Informazioni aggiuntive/Note 2:	

Utenza

Tipologia utenza:	Distribuzione generica	Sistema distribuzione:	Media
Potenza nominale:	7015 kW	Collegamento fasi:	3F
Coefficiente:	1	Frequenza ingresso:	50 Hz
Potenza dimensionamento:	7015 kW	Pot. trasferita a monte:	7015 kVA
Corrente di impiego Ib:	270 A	Potenza totale:	16368 kVA
Fattore di potenza:	1	Potenza disponibile:	9353 kVA
Tensione nominale:	15000 V		

Cavi

Formazione:	3x(1x240)		
Tipo posa:	L - Cavi unipolari direttamente interrati (trifoglio)		
Disposizione posa:			
Designazione cavo	ARG7H1R 12/20 kV		
Isolante (fase+ neutro+ PE):	HEPR	Coefficiente di declassamento totale:	0,93
Tabella posa:	CEI 11-17 (Media)	Conduttore fase:	$4,875 \cdot 10^{-8} \text{ A/ds}$
Materiale conduttore:	ALLUMINIO	Caduta di tensione parziale a Ib:	0,01 %
Lunghezza linea:	20 m	Caduta di tensione totale a Ib:	0,01 %
Corrente ammissibile Iz:	388,7 A (Archivio)	Temperatura ambiente:	30 °C
Corrente ammissibile neutro:	n.d.	Temperatura cavo a Ib:	58,9 °C
Coefficiente di prossimità:	1 (Numero circuiti: 1)	Temperatura cavo a In:	187,6 °C
Coefficiente di temperatura:	0,93	Coordinamento $I_b \leq I_n \leq I_z$:	Non verificato

Condizioni di guasto (UTE C 15-500)

Ik max a monte:	16,1 kA	Ik2min:	9,81 kA
Ik max a valle:	16,2 kA	Ik1ftmax:	16,2 kA
Imagmax (magnetica massima):	9548 A	Ip1ft:	39,9 kA
Ik max:	12,5 kA	Ik1ftmin:	14,7 kA
Ip:	30,9 kA	Zk min:	764,5 mohm
Ik min:	11,3 kA	Zk max:	764,6 mohm
Ik2ftmax:	11,6 kA	Zk2 min:	882,8 mohm
Ip2ft:	28,7 kA	Zk2 max:	882,9 mohm
Ik2ftmin:	9,55 kA	Zk1ftmin:	589,5 mohm
Ik2max:	10,8 kA	Zk1ftmax:	589,7 mohm
Ip2:	26,7 kA		

Protezione

Tipo protezione:	I(50-51)	Potere di interruzione PdI:	n.d.
Corrente nominale protez.:	630 A	Norma:	n.d.
Numero poli:	3		
Classe d'impiego:	n.d.		

Identificazione

Sigla utenza:	+ CABINA UTENTE S1.1.QMT 15 kV-GENERALE CABINA
Denominazione 1:	
Denominazione 2:	
Informazioni aggiuntive/Note 1:	
Informazioni aggiuntive/Note 2:	

Utenza

Tipologia utenza:	Distribuzione generica		
Potenza nominale:	4209 kW	Sistema distribuzione:	Media
Coefficiente:	1	Collegamento fasi:	3F
Potenza dimensionamento:	4209 kW	Frequenza ingresso:	50 Hz
Corrente di impiego Ib:	162 A	Pot. trasferita a monte:	4209 kVA
Fattore di potenza:	1	Potenza totale:	16368 kVA
Tensione nominale:	15000 V	Potenza disponibile:	12159 kVA

Condizioni di guasto (UTE C 15-500))

Ik _m max a monte:	16,2 kA	Ik _{2min} :	9,81 kA
Ik _v max a valle:	16,2 kA	Ik _{1ftmax} :	16,2 kA
Imag _{max} (magnetica massima):	9548 A	Ip _{1ft} :	39,8 kA
Ik _{max} :	12,5 kA	Ik _{1ftmin} :	14,7 kA
Ip:	30,7 kA	Zk _{min} :	764,5 mohm
Ik _{min} :	11,3 kA	Zk _{max} :	764,6 mohm
Ik _{2ftmax} :	11,6 kA	Zk _{2min} :	882,8 mohm
Ip _{2ft} :	28,6 kA	Zk _{2max} :	882,9 mohm
Ik _{2ftmin} :	9,55 kA	Zk _{1ftmin} :	589,5 mohm
Ik _{2max} :	10,8 kA	Zk _{1ftmax} :	589,7 mohm
Ip ₂ :	26,5 kA		

Protezione

Tipo protezione:	I(50-51)	Potere di interruzione PdI:	n.d.
Corrente nominale protez.:	630 A	Norma:	n.d.
Numero poli:	3		
Classe d'impiego:	n.d.		

Identificazione

Sigla utenza:	+ CABINA UTENTE S1.1.QMT 15 kV-RAMO 1
Denominazione 1:	
Denominazione 2:	
Informazioni aggiuntive/Note 1:	
Informazioni aggiuntive/Note 2:	

Utenza

Tipologia utenza:	Distribuzione generica	Sistema distribuzione:	Media
Potenza nominale:	4209 kW	Collegamento fasi:	3F
Coefficiente:	1	Frequenza ingresso:	50 Hz
Potenza dimensionamento:	4209 kW	Pot. trasferita a monte:	4209 kVA
Corrente di impiego Ib:	162 A	Potenza totale:	16368 kVA
Fattore di potenza:	1	Potenza disponibile:	12159 kVA
Tensione nominale:	15000 V		

Cavi

Formazione:	3x(1x185)		
Tipo posa:	L - Cavi unipolari direttamente interrati (trifoglio)		
Disposizione posa:			
Designazione cavo	ARG7H1R 12/20 kV		
Isolante (fase+ neutro+ PE):	HEPR	Coefficiente di declassamento totale:	0,93
Tabella posa:	CEI 11-17 (Media)	Conduttore fase:	$2,897 \cdot 10^{-8} \text{ A} \cdot \text{m}^2$
Materiale conduttore:	ALLUMINIO	Caduta di tensione parziale a Ib:	0,042 %
Lunghezza linea:	110 m	Caduta di tensione totale a Ib:	0,048 %
Corrente ammissibile Iz:	335,7 A (Archivio)	Temperatura ambiente:	30 °C
Corrente ammissibile neutro:	n.d.	Temperatura cavo a Ib:	44 °C
Coefficiente di prossimità:	1 (Numero circuiti: 1)	Temperatura cavo a In:	241,3 °C
Coefficiente di temperatura:	0,93	Coordinamento $I_b \leq I_n \leq I_z$:	Non verificato

Condizioni di guasto (UTE C 15-500)

Ik max a monte:	16,2 kA	Ik2min:	9,62 kA
Ik max a valle:	16,2 kA	Ik1ftmax:	16,2 kA
Imagmax (magnetica massima):	9276 A	Ip1ft:	39,8 kA
Ik max:	12,2 kA	Ik1ftmin:	14,7 kA
Ip:	30,7 kA	Zk min:	778,6 mohm
Ik min:	11,1 kA	Zk max:	779,4 mohm
Ik2ftmax:	11,5 kA	Zk2 min:	899,1 mohm
Ip2ft:	28,6 kA	Zk2 max:	899,9 mohm
Ik2ftmin:	9,28 kA	Zk1ftmin:	587 mohm
Ik2max:	10,6 kA	Zk1ftmax:	588,8 mohm
Ip2:	26,5 kA		

Protezione

Corrente nominale protez.:	225 A	Corrente sovraccarico Ins:	630 A
Numero poli:	3	Potere di interruzione PdI:	n.d.
Classe d'impiego:	n.d.	Norma:	n.d.

Identificazione

Sigla utenza: + CABINA UTENTE S1.2.QMT 15 kV-GENERALE CABINA
 Denominazione 1:
 Denominazione 2:
 Informazioni aggiuntive/Note 1:
 Informazioni aggiuntive/Note 2:

Utenza

Tipologia utenza:	Distribuzione generica	Sistema distribuzione:	Media
Potenza nominale:	7015 kW	Collegamento fasi:	3F
Coefficiente:	1	Frequenza ingresso:	50 Hz
Potenza dimensionamento:	7015 kW	Pot. trasferita a monte:	7015 kVA
Corrente di impiego Ib:	270 A	Potenza totale:	16368 kVA
Fattore di potenza:	1	Potenza disponibile:	9353 kVA
Tensione nominale:	15000 V		

Condizioni di guasto (UTE C 15-500))

Ikm max a monte:	16,2 kA	Ik2min:	9,81 kA
Ikv max a valle:	16,2 kA	Ik1ftmax:	16,2 kA
Imagmax (magnetica massima):	9548 A	Ip1ft:	39,8 kA
Ik max:	12,5 kA	Ik1ftmin:	14,7 kA
Ip:	30,7 kA	Zk min:	764,5 mohm
Ik min:	11,3 kA	Zk max:	764,6 mohm
Ik2ftmax:	11,6 kA	Zk2 min:	882,8 mohm
Ip2ft:	28,6 kA	Zk2 max:	882,9 mohm
Ik2ftmin:	9,55 kA	Zk1ftmin:	589,5 mohm
Ik2max:	10,8 kA	Zk1ftmax:	589,7 mohm
Ip2:	26,5 kA		

Protezione

Tipo protezione:	I(50-51)	Potere di interruzione PdI:	n.d.
Corrente nominale protez.:	630 A	Norma:	n.d.
Numero poli:	3		
Classe d'impiego:	n.d.		

Identificazione

Sigla utenza:	+ CABINA UTENTE S1.2.QMT 15 kV-RAMO 1
Denominazione 1:	
Denominazione 2:	
Informazioni aggiuntive/Note 1:	
Informazioni aggiuntive/Note 2:	

Utenza

Tipologia utenza:	Distribuzione generica	Sistema distribuzione:	Media
Potenza nominale:	7015 kW	Collegamento fasi:	3F
Coefficiente:	1	Frequenza ingresso:	50 Hz
Potenza dimensionamento:	7015 kW	Pot. trasferita a monte:	7015 kVA
Corrente di impiego Ib:	270 A	Potenza totale:	16368 kVA
Fattore di potenza:	1	Potenza disponibile:	9353 kVA
Tensione nominale:	15000 V		

Cavi

Formazione:	3x(1x185)		
Tipo posa:	L - Cavi unipolari direttamente interrati (trifoglio)		
Disposizione posa:			
Designazione cavo	ARG7H1R 12/20 kV		
Isolante (fase+ neutro+ PE):	HEPR	Coefficiente di declassamento totale:	0,93
Tabella posa:	CEI 11-17 (Media)	Conduttore fase:	$2,897 \cdot 10^{-8} \frac{A}{A_s}$
Materiale conduttore:	ALLUMINIO	Caduta di tensione parziale a Ib:	0,226 %
Lunghezza linea:	355 m	Caduta di tensione totale a Ib:	0,236 %
Corrente ammissibile Iz:	335,7 A (Archivio)	Temperatura ambiente:	30 °C
Corrente ammissibile neutro:	n.d.	Temperatura cavo a Ib:	68,8 °C
Coefficiente di prossimità:	1 (Numero circuiti: 1)	Temperatura cavo a In:	241,3 °C
Coefficiente di temperatura:	0,93	Coordinamento $I_b \leq I_n \leq I_z$:	Non verificato

Condizioni di guasto (UTE C 15-500)

Ik _{max} a monte:	16,2 kA	Ik _{2min} :	9,21 kA
Ik _v max a valle:	16,3 kA	Ik _{1ftmax} :	16,3 kA
Imag _{max} (magnetica massima):	8681 A	Ip _{1ft} :	39,8 kA
Ik _{max} :	11,7 kA	Ik _{1ftmin} :	14,7 kA
Ip:	30,7 kA	Zk _{min} :	811,2 mohm
Ik _{min} :	10,6 kA	Zk _{max} :	814,3 mohm
Ik _{2ftmax} :	11,2 kA	Zk _{2min} :	936,7 mohm
Ip _{2ft} :	28,6 kA	Zk _{2max} :	940,2 mohm
Ik _{2ftmin} :	8,68 kA	Zk _{1ftmin} :	583,9 mohm
Ik _{2max} :	10,2 kA	Zk _{1ftmax} :	590,5 mohm
Ip ₂ :	26,5 kA		

Protezione

Corrente nominale protez.:	225 A	Corrente sovraccarico Ins:	630 A
Numero poli:	3	Potere di interruzione PdI:	n.d.
Classe d'impiego:	n.d.	Norma:	n.d.

Identificazione

Sigla utenza: + SEZIONE S1.1.PS 1.1.1-ARRIVO
 Denominazione 1:
 Denominazione 2:
 Informazioni aggiuntive/Note 1:
 Informazioni aggiuntive/Note 2:

Utenza

Tipologia utenza:	Distribuzione generica	Sistema distribuzione:	Media
Potenza nominale:	4209 kW	Collegamento fasi:	3F
Coefficiente:	1	Frequenza ingresso:	50 Hz
Potenza dimensionamento:	4209 kW	Pot. trasferita a monte:	4209 kVA
Corrente di impiego Ib:	162 A	Potenza totale:	16368 kVA
Fattore di potenza:	1	Potenza disponibile:	12159 kVA
Tensione nominale:	15000 V		

Condizioni di guasto (UTE C 15-500))

Ikm max a monte:	16,2 kA	Ik2min:	9,62 kA
Ikv max a valle:	16,2 kA	Ik1ftmax:	16,2 kA
Imagmax (magnetica massima):	9276 A	Ip1ft:	38,9 kA
Ik max:	12,2 kA	Ik1ftmin:	14,7 kA
Ip:	29,3 kA	Zk min:	778,6 mohm
Ik min:	11,1 kA	Zk max:	779,4 mohm
Ik2ftmax:	11,5 kA	Zk2 min:	899,1 mohm
Ip2ft:	27,5 kA	Zk2 max:	899,9 mohm
Ik2ftmin:	9,28 kA	Zk1ftmin:	587 mohm
Ik2max:	10,6 kA	Zk1ftmax:	588,8 mohm
Ip2:	25,4 kA		

Protezione

Corrente nominale protez.:	125 A	Corrente sovraccarico Ins:	630 A
Numero poli:	3	Potere di interruzione PdI:	n.d.
Classe d'impiego:	n.d.	Norma:	n.d.

Identificazione

Sigla utenza: + SEZIONE S1.1.PS 1.1.1-PARTENZA
 Denominazione 1:
 Denominazione 2:
 Informazioni aggiuntive/Note 1:
 Informazioni aggiuntive/Note 2:

Utenza

Tipologia utenza:	Distribuzione generica	Sistema distribuzione:	Media
Potenza nominale:	2806 kW	Collegamento fasi:	3F
Coefficiente:	1	Frequenza ingresso:	50 Hz
Potenza dimensionamento:	2806 kW	Pot. trasferita a monte:	2806 kVA
Corrente di impiego Ib:	108 A	Potenza totale:	16368 kVA
Fattore di potenza:	1	Potenza disponibile:	13562 kVA
Tensione nominale:	15000 V		

Cavi

Formazione:	3x(1x185)		
Tipo posa:	L - Cavi unipolari direttamente interrati (trifoglio)		
Disposizione posa:			
Designazione cavo	ARG7H1R 12/20 kV		
Isolante (fase+ neutro+ PE):	HEPR	Coefficiente di declassamento totale:	0,93
Tabella posa:	CEI 11-17 (Media)	K_{AD} conduttore fase:	$2,897 \cdot 10^{-8} A \cdot ds$
Materiale conduttore:	ALLUMINIO	Caduta di tensione parziale a Ib:	0,054 %
Lunghezza linea:	210 m	Caduta di tensione totale a Ib:	0,101 %
Corrente ammissibile Iz:	335,7 A (Archivio)	Temperatura ambiente:	30 °C
Corrente ammissibile neutro:	n.d.	Temperatura cavo a Ib:	36,2 °C
Coefficiente di prossimità:	1 (Numero circuiti: 1)	Temperatura cavo a In:	241,3 °C
Coefficiente di temperatura:	0,93	Coordinamento $Ib \leq In \leq Iz$:	Non verificato

Condizioni di guasto (UTE C 15-500)

Ikmax a monte:	16,2 kA	Ik2min:	9,27 kA
Ikmax a valle:	16,3 kA	Ik1ftmax:	16,3 kA
Imagmax (magnetica massima):	8765 A	Ip1ft:	38,9 kA
Ik max:	11,8 kA	Ik1ftmin:	14,7 kA
Ip:	29,3 kA	Zk min:	806,4 mohm
Ik min:	10,7 kA	Zk max:	809,1 mohm
Ik2ftmax:	11,3 kA	Zk2 min:	931,2 mohm
Ip2ft:	27,5 kA	Zk2 max:	934,3 mohm
Ik2ftmin:	8,76 kA	Zk1ftmin:	584,1 mohm
Ik2max:	10,2 kA	Zk1ftmax:	589,9 mohm
Ip2:	25,4 kA		

Protezione

Corrente nominale protez.:	125 A	Corrente sovraccarico Ins:	630 A
Numero poli:	3	Potere di interruzione PdI:	n.d.
Classe d'impiego:	n.d.	Norma:	n.d.

Identificazione

Sigla utenza: + SEZIONE S1.1.PS 1.1.1-PS Ingecon 1800 FSK
 Denominazione 1:
 Denominazione 2:
 Informazioni aggiuntive/Note 1:
 Informazioni aggiuntive/Note 2:

Utenza

Tipologia utenza:	Terminale generica	Collegamento fasi:	3F
Potenza nominale:	1403 kW	Frequenza ingresso:	50 Hz
Coefficiente:	1	Pot. trasferita a monte:	1403 kVA
Potenza dimensionamento:	1403 kW	Potenza totale:	16368 kVA
Corrente di impiego Ib:	54 A	Potenza disponibile:	14965 kVA
Fattore di potenza:	1	Numero carichi utenza:	1
Tensione nominale:	15000 V		
Sistema distribuzione:	Media		

Condizioni di guasto (UTE C 15-500))

Ik _m max a monte:	16,2 kA	Ik _{2min} :	9,62 kA
Ik _v max a valle:	16,2 kA	Ik _{1ftmax} :	16,2 kA
Imag _{max} (magnetica massima):	9276 A	Ip _{1ft} :	38,9 kA
Ik _{max} :	12,2 kA	Ik _{1ftmin} :	14,7 kA
Ip:	29,3 kA	Zk _{min} :	778,6 mohm
Ik _{min} :	11,1 kA	Zk _{max} :	779,4 mohm
Ik _{2ftmax} :	11,5 kA	Zk _{2 min} :	899,1 mohm
Ip _{2ft} :	27,5 kA	Zk _{2 max} :	899,9 mohm
Ik _{2ftmin} :	9,28 kA	Zk _{1ftmin} :	587 mohm
Ik _{2max} :	10,6 kA	Zk _{1ftmax} :	588,8 mohm
Ip ₂ :	25,4 kA		

Protezione

Corrente nominale protez.:	63 A	Corrente sovraccarico Ins:	630 A
Numero poli:	3	Potere di interruzione PdI:	n.d.
Classe d'impiego:	n.d.	Norma:	n.d.

Identificazione

Sigla utenza: + SEZIONE S1.1.PS 1.1.2-ARRIVO
 Denominazione 1:
 Denominazione 2:
 Informazioni aggiuntive/Note 1:
 Informazioni aggiuntive/Note 2:

Utenza

Tipologia utenza:	Distribuzione generica	Sistema distribuzione:	Media
Potenza nominale:	2806 kW	Collegamento fasi:	3F
Coefficiente:	1	Frequenza ingresso:	50 Hz
Potenza dimensionamento:	2806 kW	Pot. trasferita a monte:	2806 kVA
Corrente di impiego Ib:	108 A	Potenza totale:	16368 kVA
Fattore di potenza:	1	Potenza disponibile:	13562 kVA
Tensione nominale:	15000 V		

Condizioni di guasto (UTE C 15-500))

Ik _m max a monte:	16,3 kA	Ik _{2min} :	9,27 kA
Ik _v max a valle:	16,3 kA	Ik _{1ftmax} :	16,3 kA
Imag _{max} (magnetica massima):	8765 A	Ip _{1ft} :	37,3 kA
Ik _{max} :	11,8 kA	Ik _{1ftmin} :	14,7 kA
Ip:	27 kA	Zk _{min} :	806,4 mohm
Ik _{min} :	10,7 kA	Zk _{max} :	809,1 mohm
Ik _{2ftmax} :	11,3 kA	Zk _{2min} :	931,2 mohm
Ip _{2ft} :	25,8 kA	Zk _{2max} :	934,3 mohm
Ik _{2ftmin} :	8,76 kA	Zk _{1ftmin} :	584,1 mohm
Ik _{2max} :	10,2 kA	Zk _{1ftmax} :	589,9 mohm
Ip ₂ :	23,4 kA		

Protezione

Corrente nominale protez.:	125 A	Corrente sovraccarico Ins:	630 A
Numero poli:	3	Potere di interruzione PdI:	n.d.
Classe d'impiego:	n.d.	Norma:	n.d.

Identificazione

Sigla utenza:	+ SEZIONE S1.1.PS 1.1.2-PARTENZA
Denominazione 1:	
Denominazione 2:	
Informazioni aggiuntive/Note 1:	
Informazioni aggiuntive/Note 2:	

Utenza

Tipologia utenza:	Distribuzione generica	Sistema distribuzione:	Media
Potenza nominale:	1403 kW	Collegamento fasi:	3F
Coefficiente:	1	Frequenza ingresso:	50 Hz
Potenza dimensionamento:	1403 kW	Pot. trasferita a monte:	1403 kVA
Corrente di impiego Ib:	54 A	Potenza totale:	16368 kVA
Fattore di potenza:	1	Potenza disponibile:	14965 kVA
Tensione nominale:	15000 V		

Cavi

Formazione:	3x(1x185)		
Tipo posa:	L - Cavi unipolari direttamente interrati (trifoglio)		
Disposizione posa:			
Designazione cavo	ARG7H1R 12/20 kV		
Isolante (fase+ neutro+ PE):	HEPR	Coefficiente di declassamento totale:	0,93
Tabella posa:	CEI 11-17 (Media)	Conduttore fase:	$2,897 \cdot 10^{-8} A \cdot s$
Materiale conduttore:	ALLUMINIO	Caduta di tensione parziale a Ib:	0,018 %
Lunghezza linea:	140 m	Caduta di tensione totale a Ib:	0,119 %
Corrente ammissibile Iz:	335,7 A (Archivio)	Temperatura ambiente:	30 °C
Corrente ammissibile neutro:	n.d.	Temperatura cavo a Ib:	31,6 °C
Coefficiente di prossimità:	1 (Numero circuiti: 1)	Temperatura cavo a In:	241,3 °C
Coefficiente di temperatura:	0,93	Coordinamento $I_b \leq I_n \leq I_z$:	Non verificato

Condizioni di guasto (UTE C 15-500)

Ik max a monte:	16,3 kA	Ik2min:	9,04 kA
Ik max a valle:	16,3 kA	Ik1ftmax:	16,3 kA
Imagmax (magnetica massima):	8432 A	Ip1ft:	37,3 kA
Ik max:	11,5 kA	Ik1ftmin:	14,6 kA
Ip:	27 kA	Zk min:	825,6 mohm
Ik min:	10,4 kA	Zk max:	830 mohm
Ik2ftmax:	11,1 kA	Zk2 min:	953,4 mohm
Ip2ft:	25,8 kA	Zk2 max:	958,4 mohm
Ik2ftmin:	8,43 kA	Zk1ftmin:	583,5 mohm
Ik2max:	9,99 kA	Zk1ftmax:	592,8 mohm
Ip2:	23,4 kA		

Protezione

Corrente nominale protez.:	125 A	Corrente sovraccarico Ins:	630 A
Numero poli:	3	Potere di interruzione PdI:	n.d.
Classe d'impiego:	n.d.	Norma:	n.d.

Identificazione

Sigla utenza: + SEZIONE S1.1.PS 1.1.2-PS Ingecon 1800 FSK
 Denominazione 1:
 Denominazione 2:
 Informazioni aggiuntive/Note 1:
 Informazioni aggiuntive/Note 2:

Utenza

Tipologia utenza:	Terminale generica	Collegamento fasi:	3F
Potenza nominale:	1403 kW	Frequenza ingresso:	50 Hz
Coefficiente:	1	Pot. trasferita a monte:	1403 kVA
Potenza dimensionamento:	1403 kW	Potenza totale:	1559 kVA
Corrente di impiego Ib:	54 A	Potenza disponibile:	155,8 kVA
Fattore di potenza:	1	Numero carichi utenza:	1
Tensione nominale:	15000 V		
Sistema distribuzione:	Media		

Condizioni di guasto (UTE C 15-500))

Ik _m max a monte:	16,3 kA	Ik _{2min} :	9,27 kA
Ik _v max a valle:	16,3 kA	Ik _{1ftmax} :	16,3 kA
Imag _{max} (magnetica massima):	8765 A	Ip _{1ft} :	37,3 kA
Ik _{max} :	11,8 kA	Ik _{1ftmin} :	14,7 kA
Ip:	27 kA	Zk _{min} :	806,4 mohm
Ik _{min} :	10,7 kA	Zk _{max} :	809,1 mohm
Ik _{2ftmax} :	11,3 kA	Zk _{2 min} :	931,2 mohm
Ip _{2ft} :	25,8 kA	Zk _{2 max} :	934,3 mohm
Ik _{2ftmin} :	8,76 kA	Zk _{1ftmin} :	584,1 mohm
Ik _{2max} :	10,2 kA	Zk _{1ftmax} :	589,9 mohm
Ip ₂ :	23,4 kA		

Protezione

Tipo protezione:	I(50-51)	Potere di interruzione PdI:	n.d.
Corrente nominale protez.:	60 A	Norma:	n.d.
Numero poli:	3		
Classe d'impiego:	n.d.		

Identificazione

Sigla utenza: + SEZIONE S1.1.PS 1.1.3-ARRIVO
 Denominazione 1:
 Denominazione 2:
 Informazioni aggiuntive/Note 1:
 Informazioni aggiuntive/Note 2:

Utenza

Tipologia utenza:	Distribuzione generica	Sistema distribuzione:	Media
Potenza nominale:	1403 kW	Collegamento fasi:	3F
Coefficiente:	1	Frequenza ingresso:	50 Hz
Potenza dimensionamento:	1403 kW	Pot. trasferita a monte:	1403 kVA
Corrente di impiego Ib:	54 A	Potenza totale:	16368 kVA
Fattore di potenza:	1	Potenza disponibile:	14965 kVA
Tensione nominale:	15000 V		

Condizioni di guasto (UTE C 15-500))

Ikm max a monte:	16,3 kA	Ik2min:	9,04 kA
Ikv max a valle:	16,3 kA	Ik1ftmax:	16,3 kA
Imagmax (magnetica massima):	8432 A	Ip1ft:	36,3 kA
Ik max:	11,5 kA	Ik1ftmin:	14,6 kA
Ip:	25,7 kA	Zk min:	825,6 mohm
Ik min:	10,4 kA	Zk max:	830 mohm
Ik2ftmax:	11,1 kA	Zk2 min:	953,4 mohm
Ip2ft:	24,7 kA	Zk2 max:	958,4 mohm
Ik2ftmin:	8,43 kA	Zk1ftmin:	583,5 mohm
Ik2max:	9,99 kA	Zk1ftmax:	592,8 mohm
Ip2:	22,2 kA		

Protezione

Corrente nominale protez.:	125 A	Corrente sovraccarico Ins:	630 A
Numero poli:	3	Potere di interruzione PdI:	n.d.
Classe d'impiego:	n.d.	Norma:	n.d.

Identificazione

Sigla utenza: + SEZIONE S1.1.PS 1.1.3-PARTENZA
 Denominazione 1:
 Denominazione 2:
 Informazioni aggiuntive/Note 1:
 Informazioni aggiuntive/Note 2:

Utenza

Tipologia utenza:	Distribuzione generica	Sistema distribuzione:	Media
Potenza nominale:	0 kW	Collegamento fasi:	3F
Coefficiente:	1	Frequenza ingresso:	50 Hz
Potenza dimensionamento:	0 kW	Pot. trasferita a monte:	0 kVA
Potenza reattiva:	0 kVAR	Potenza totale:	16368 kVA
Corrente di impiego Ib:	0 A	Potenza disponibile:	16368 kVA
Fattore di potenza:	0,9		
Tensione nominale:	15000 V		

Condizioni di guasto (UTE C 15-500))

Ikm max a monte:	16,3 kA	Ik2min:	9,04 kA
Ikv max a valle:	16,3 kA	Ik1ftmax:	16,3 kA
Imagmax (magnetica massima):	8432 A	Ip1ft:	36,3 kA
Ik max:	11,5 kA	Ik1ftmin:	14,6 kA
Ip:	25,7 kA	Zk min:	825,6 mohm
Ik min:	10,4 kA	Zk max:	830 mohm
Ik2ftmax:	11,1 kA	Zk2 min:	953,4 mohm
Ip2ft:	24,7 kA	Zk2 max:	958,4 mohm
Ik2ftmin:	8,43 kA	Zk1ftmin:	583,5 mohm
Ik2max:	9,99 kA	Zk1ftmax:	592,8 mohm
Ip2:	22,2 kA		

Protezione

Corrente nominale protez.:	125 A	Corrente sovraccarico Ins:	630 A
Numero poli:	3	Potere di interruzione PdI:	n.d.
Classe d'impiego:	n.d.	Norma:	n.d.

Identificazione

Sigla utenza: + SEZIONE S1.1.PS 1.1.3-PS Ingecon 1800 FSK
 Denominazione 1:
 Denominazione 2:
 Informazioni aggiuntive/Note 1:
 Informazioni aggiuntive/Note 2:

Utenza

Tipologia utenza:	Terminale generica	Collegamento fasi:	3F
Potenza nominale:	1403 kW	Frequenza ingresso:	50 Hz
Coefficiente:	1	Pot. trasferita a monte:	1403 kVA
Potenza dimensionamento:	1403 kW	Potenza totale:	1559 kVA
Corrente di impiego Ib:	54 A	Potenza disponibile:	155,8 kVA
Fattore di potenza:	1	Numero carichi utenza:	1
Tensione nominale:	15000 V		
Sistema distribuzione:	Media		

Condizioni di guasto (UTE C 15-500))

Ik _m max a monte:	16,3 kA	Ik _{2min} :	9,04 kA
Ik _v max a valle:	16,3 kA	Ik _{1ftmax} :	16,3 kA
Imag _{max} (magnetica massima):	8432 A	Ip _{1ft} :	36,3 kA
Ik _{max} :	11,5 kA	Ik _{1ftmin} :	14,6 kA
Ip:	25,7 kA	Zk _{min} :	825,6 mohm
Ik _{min} :	10,4 kA	Zk _{max} :	830 mohm
Ik _{2ftmax} :	11,1 kA	Zk _{2 min} :	953,4 mohm
Ip _{2ft} :	24,7 kA	Zk _{2 max} :	958,4 mohm
Ik _{2ftmin} :	8,43 kA	Zk _{1ftmin} :	583,5 mohm
Ik _{2max} :	9,99 kA	Zk _{1ftmax} :	592,8 mohm
Ip ₂ :	22,2 kA		

Protezione

Tipo protezione:	I(50-51)	Potere di interruzione PdI:	n.d.
Corrente nominale protez.:	60 A	Norma:	n.d.
Numero poli:	3		
Classe d'impiego:	n.d.		

Identificazione

Sigla utenza: + SEZIONE S1.1.PS 1.2.5-ARRIVO
 Denominazione 1:
 Denominazione 2:
 Informazioni aggiuntive/Note 1:
 Informazioni aggiuntive/Note 2:

Utenza

Tipologia utenza:	Distribuzione generica	Sistema distribuzione:	Media
Potenza nominale:	1403 kW	Collegamento fasi:	3F
Coefficiente:	1	Frequenza ingresso:	50 Hz
Potenza dimensionamento:	1403 kW	Pot. trasferita a monte:	1403 kVA
Corrente di impiego Ib:	54 A	Potenza totale:	16368 kVA
Fattore di potenza:	1	Potenza disponibile:	14965 kVA
Tensione nominale:	15000 V		

Condizioni di guasto (UTE C 15-500))

Ikm max a monte:	15,8 kA	Ik2min:	7,75 kA
Ikv max a valle:	15,8 kA	Ik1ftmax:	15,8 kA
Imagmax (magnetica massima):	6641 A	Ip1ft:	31,2 kA
Ik max:	10 kA	Ik1ftmin:	13,5 kA
Ip:	19,8 kA	Zk min:	948,2 mohm
Ik min:	8,94 kA	Zk max:	968,4 mohm
Ik2ftmax:	10,2 kA	Zk2 min:	1095 mohm
Ip2ft:	20,2 kA	Zk2 max:	1118 mohm
Ik2ftmin:	6,64 kA	Zk1ftmin:	602,2 mohm
Ik2max:	8,7 kA	Zk1ftmax:	641,3 mohm
Ip2:	17,1 kA		

Protezione

Corrente nominale protez.:	125 A	Corrente sovraccarico Ins:	630 A
Numero poli:	3	Potere di interruzione PdI:	n.d.
Classe d'impiego:	n.d.	Norma:	n.d.

Identificazione

Sigla utenza: + SEZIONE S1.1.PS 1.2.5-PARTENZA
 Denominazione 1:
 Denominazione 2:
 Informazioni aggiuntive/Note 1:
 Informazioni aggiuntive/Note 2:

Utenza

Tipologia utenza:	Distribuzione generica	Sistema distribuzione:	Media
Potenza nominale:	0 kW	Collegamento fasi:	3F
Coefficiente:	1	Frequenza ingresso:	50 Hz
Potenza dimensionamento:	0 kW	Pot. trasferita a monte:	0 kVA
Potenza reattiva:	0 kVAR	Potenza totale:	16368 kVA
Corrente di impiego Ib:	0 A	Potenza disponibile:	16368 kVA
Fattore di potenza:	0,9		
Tensione nominale:	15000 V		

Condizioni di guasto (UTE C 15-500))

Ik _m max a monte:	15,8 kA	Ik _{2min} :	7,75 kA
Ik _v max a valle:	15,8 kA	Ik _{1ftmax} :	15,8 kA
Im _g max (magnetica massima):	6641 A	Ip _{1ft} :	31,2 kA
Ik max:	10 kA	Ik _{1ftmin} :	13,5 kA
Ip:	19,8 kA	Zk min:	948,2 mohm
Ik min:	8,94 kA	Zk max:	968,4 mohm
Ik _{2ftmax} :	10,2 kA	Zk _{2 min} :	1095 mohm
Ip _{2ft} :	20,2 kA	Zk _{2 max} :	1118 mohm
Ik _{2ftmin} :	6,64 kA	Zk _{1ftmin} :	602,2 mohm
Ik _{2max} :	8,7 kA	Zk _{1ftmax} :	641,3 mohm
Ip ₂ :	17,1 kA		

Protezione

Corrente nominale protez.:	125 A	Corrente sovraccarico Ins:	630 A
Numero poli:	3	Potere di interruzione PdI:	n.d.
Classe d'impiego:	n.d.	Norma:	n.d.

Identificazione

Sigla utenza: + SEZIONE S1.1.PS 1.2.5-PS Ingecon 1800 FSK
 Denominazione 1:
 Denominazione 2:
 Informazioni aggiuntive/Note 1:
 Informazioni aggiuntive/Note 2:

Utenza

Tipologia utenza:	Terminale generica	Collegamento fasi:	3F
Potenza nominale:	1403 kW	Frequenza ingresso:	50 Hz
Coefficiente:	1	Pot. trasferita a monte:	1403 kVA
Potenza dimensionamento:	1403 kW	Potenza totale:	1559 kVA
Corrente di impiego Ib:	54 A	Potenza disponibile:	155,8 kVA
Fattore di potenza:	1	Numero carichi utenza:	1
Tensione nominale:	15000 V		
Sistema distribuzione:	Media		

Condizioni di guasto (UTE C 15-500))

Ik _m max a monte:	15,8 kA	Ik _{2min} :	7,75 kA
Ik _v max a valle:	15,8 kA	Ik _{1ftmax} :	15,8 kA
Imag _{max} (magnetica massima):	6641 A	Ip _{1ft} :	31,2 kA
Ik _{max} :	10 kA	Ik _{1ftmin} :	13,5 kA
Ip:	19,8 kA	Zk _{min} :	948,2 mohm
Ik _{min} :	8,94 kA	Zk _{max} :	968,4 mohm
Ik _{2ftmax} :	10,2 kA	Zk _{2 min} :	1095 mohm
Ip _{2ft} :	20,2 kA	Zk _{2 max} :	1118 mohm
Ik _{2ftmin} :	6,64 kA	Zk _{1ftmin} :	602,2 mohm
Ik _{2max} :	8,7 kA	Zk _{1ftmax} :	641,3 mohm
Ip ₂ :	17,1 kA		

Protezione

Tipo protezione:	I(50-51)	Potere di interruzione PdI:	n.d.
Corrente nominale protez.:	60 A	Norma:	n.d.
Numero poli:	3		
Classe d'impiego:	n.d.		

Identificazione

Sigla utenza: + SEZIONE S1.2.PS 1.2.1-ARRIVO
 Denominazione 1:
 Denominazione 2:
 Informazioni aggiuntive/Note 1:
 Informazioni aggiuntive/Note 2:

Utenza

Tipologia utenza:	Distribuzione generica	Sistema distribuzione:	Media
Potenza nominale:	7015 kW	Collegamento fasi:	3F
Coefficiente:	1	Frequenza ingresso:	50 Hz
Potenza dimensionamento:	7015 kW	Pot. trasferita a monte:	7015 kVA
Corrente di impiego Ib:	270 A	Potenza totale:	16368 kVA
Fattore di potenza:	1	Potenza disponibile:	9353 kVA
Tensione nominale:	15000 V		

Condizioni di guasto (UTE C 15-500))

Ikm max a monte:	16,3 kA	Ik2min:	9,21 kA
Ikv max a valle:	16,3 kA	Ik1ftmax:	16,3 kA
Imagmax (magnetica massima):	8681 A	Ip1ft:	37,1 kA
Ik max:	11,7 kA	Ik1ftmin:	14,7 kA
Ip:	26,7 kA	Zk min:	811,2 mohm
Ik min:	10,6 kA	Zk max:	814,3 mohm
Ik2ftmax:	11,2 kA	Zk2 min:	936,7 mohm
Ip2ft:	25,5 kA	Zk2 max:	940,2 mohm
Ik2ftmin:	8,68 kA	Zk1ftmin:	583,9 mohm
Ik2max:	10,2 kA	Zk1ftmax:	590,5 mohm
Ip2:	23,1 kA		

Protezione

Corrente nominale protez.:	125 A	Corrente sovraccarico Ins:	630 A
Numero poli:	3	Potere di interruzione PdI:	n.d.
Classe d'impiego:	n.d.	Norma:	n.d.

Identificazione

Sigla utenza: + SEZIONE S1.2.PS 1.2.1-PARTENZA
 Denominazione 1:
 Denominazione 2:
 Informazioni aggiuntive/Note 1:
 Informazioni aggiuntive/Note 2:

Utenza

Tipologia utenza:	Distribuzione generica	Sistema distribuzione:	Media
Potenza nominale:	5612 kW	Collegamento fasi:	3F
Coefficiente:	1	Frequenza ingresso:	50 Hz
Potenza dimensionamento:	5612 kW	Pot. trasferita a monte:	5612 kVA
Corrente di impiego Ib:	216 A	Potenza totale:	16368 kVA
Fattore di potenza:	1	Potenza disponibile:	10756 kVA
Tensione nominale:	15000 V		

Cavi

Formazione:	3x(1x185)		
Tipo posa:	L - Cavi unipolari direttamente interrati (trifoglio)		
Disposizione posa:			
Designazione cavo	ARG7H1R 12/20 kV		
Isolante (fase+ neutro+ PE):	HEPR	Coefficiente di declassamento totale:	0,93
Tabella posa:	CEI 11-17 (Media)	K_{AD} conduttore fase:	$2,897 \cdot 10^{-8} A \cdot ds$
Materiale conduttore:	ALLUMINIO	Caduta di tensione parziale a Ib:	0,135 %
Lunghezza linea:	265 m	Caduta di tensione totale a Ib:	0,371 %
Corrente ammissibile Iz:	335,7 A (Archivio)	Temperatura ambiente:	30 °C
Corrente ammissibile neutro:	n.d.	Temperatura cavo a Ib:	54,8 °C
Coefficiente di prossimità:	1 (Numero circuiti: 1)	Temperatura cavo a In:	241,3 °C
Coefficiente di temperatura:	0,93	Coordinamento $Ib \leq In \leq Iz$:	Non verificato

Condizioni di guasto (UTE C 15-500)

Ikmax a monte:	16,3 kA	Ik2min:	8,77 kA
Ikmax a valle:	16,3 kA	Ik1ftmax:	16,3 kA
Imagmax (magnetica massima):	8061 A	Ip1ft:	37,1 kA
Ikmax:	11,2 kA	Ik1ftmin:	14,5 kA
Ip:	26,7 kA	Zk min:	848,2 mohm
Ikmin:	10,1 kA	Zk max:	854,9 mohm
Ik2ftmax:	10,9 kA	Zk2 min:	979,4 mohm
Ip2ft:	25,5 kA	Zk2 max:	987,1 mohm
Ik2ftmin:	8,06 kA	Zk1ftmin:	584,2 mohm
Ik2max:	9,73 kA	Zk1ftmax:	598 mohm
Ip2:	23,1 kA		

Protezione

Corrente nominale protez.:	125 A	Corrente sovraccarico Ins:	630 A
Numero poli:	3	Potere di interruzione PdI:	n.d.
Classe d'impiego:	n.d.	Norma:	n.d.

Identificazione

Sigla utenza: + SEZIONE S1.2.PS 1.2.1-PS Ingecon 1800 FSK
 Denominazione 1:
 Denominazione 2:
 Informazioni aggiuntive/Note 1:
 Informazioni aggiuntive/Note 2:

Utenza

Tipologia utenza:	Terminale generica	Collegamento fasi:	3F
Potenza nominale:	1403 kW	Frequenza ingresso:	50 Hz
Coefficiente:	1	Pot. trasferita a monte:	1403 kVA
Potenza dimensionamento:	1403 kW	Potenza totale:	16368 kVA
Corrente di impiego Ib:	54 A	Potenza disponibile:	14965 kVA
Fattore di potenza:	1	Numero carichi utenza:	1
Tensione nominale:	15000 V		
Sistema distribuzione:	Media		

Condizioni di guasto (UTE C 15-500))

Ikm max a monte:	16,3 kA	Ik2min:	9,21 kA
Ikv max a valle:	16,3 kA	Ik1ftmax:	16,3 kA
Imagmax (magnetica massima):	8681 A	Ip1ft:	37,1 kA
Ik max:	11,7 kA	Ik1ftmin:	14,7 kA
Ip:	26,7 kA	Zk min:	811,2 mohm
Ik min:	10,6 kA	Zk max:	814,3 mohm
Ik2ftmax:	11,2 kA	Zk2 min:	936,7 mohm
Ip2ft:	25,5 kA	Zk2 max:	940,2 mohm
Ik2ftmin:	8,68 kA	Zk1ftmin:	583,9 mohm
Ik2max:	10,2 kA	Zk1ftmax:	590,5 mohm
Ip2:	23,1 kA		

Protezione

Corrente nominale protez.:	63 A	Corrente sovraccarico Ins:	630 A
Numero poli:	3	Potere di interruzione PdI:	n.d.
Classe d'impiego:	n.d.	Norma:	n.d.

Identificazione

Sigla utenza: + SEZIONE S1.2.PS 1.2.2-ARRIVO
 Denominazione 1:
 Denominazione 2:
 Informazioni aggiuntive/Note 1:
 Informazioni aggiuntive/Note 2:

Utenza

Tipologia utenza:	Distribuzione generica	Sistema distribuzione:	Media
Potenza nominale:	5612 kW	Collegamento fasi:	3F
Coefficiente:	1	Frequenza ingresso:	50 Hz
Potenza dimensionamento:	5612 kW	Pot. trasferita a monte:	5612 kVA
Corrente di impiego Ib:	216 A	Potenza totale:	16368 kVA
Fattore di potenza:	1	Potenza disponibile:	10756 kVA
Tensione nominale:	15000 V		

Condizioni di guasto (UTE C 15-500))

Ikm max a monte:	16,3 kA	Ik2min:	8,77 kA
Ikv max a valle:	16,3 kA	Ik1ftmax:	16,3 kA
Imagmax (magnetica massima):	8061 A	Ip1ft:	35,3 kA
Ik max:	11,2 kA	Ik1ftmin:	14,5 kA
Ip:	24,3 kA	Zk min:	848,2 mohm
Ik min:	10,1 kA	Zk max:	854,9 mohm
Ik2ftmax:	10,9 kA	Zk2 min:	979,4 mohm
Ip2ft:	23,7 kA	Zk2 max:	987,1 mohm
Ik2ftmin:	8,06 kA	Zk1ftmin:	584,2 mohm
Ik2max:	9,73 kA	Zk1ftmax:	598 mohm
Ip2:	21 kA		

Protezione

Corrente nominale protez.:	125 A	Corrente sovraccarico Ins:	630 A
Numero poli:	3	Potere di interruzione PdI:	n.d.
Classe d'impiego:	n.d.	Norma:	n.d.

Identificazione

Sigla utenza: + SEZIONE S1.2.PS 1.2.2-PARTENZA
 Denominazione 1:
 Denominazione 2:
 Informazioni aggiuntive/Note 1:
 Informazioni aggiuntive/Note 2:

Utenza

Tipologia utenza:	Distribuzione generica	Sistema distribuzione:	Media
Potenza nominale:	4209 kW	Collegamento fasi:	3F
Coefficiente:	1	Frequenza ingresso:	50 Hz
Potenza dimensionamento:	4209 kW	Pot. trasferita a monte:	4209 kVA
Corrente di impiego Ib:	162 A	Potenza totale:	16368 kVA
Fattore di potenza:	1	Potenza disponibile:	12159 kVA
Tensione nominale:	15000 V		

Cavi

Formazione:	3x(1x185)		
Tipo posa:	L - Cavi unipolari direttamente interrati (trifoglio)		
Disposizione posa:			
Designazione cavo	ARG7H1R 12/20 kV		
Isolante (fase+ neutro+ PE):	HEPR	Coefficiente di declassamento totale:	0,93
Tabella posa:	CEI 11-17 (Media)	Conduttore fase:	$2,897 \cdot 10^{-8} \frac{A}{mm^2}$
Materiale conduttore:	ALLUMINIO	Caduta di tensione parziale a Ib:	0,076 %
Lunghezza linea:	200 m	Caduta di tensione totale a Ib:	0,448 %
Corrente ammissibile Iz:	335,7 A (Archivio)	Temperatura ambiente:	30 °C
Corrente ammissibile neutro:	n.d.	Temperatura cavo a Ib:	44 °C
Coefficiente di prossimità:	1 (Numero circuiti: 1)	Temperatura cavo a In:	241,3 °C
Coefficiente di temperatura:	0,93	Coordinamento $I_b \leq I_n \leq I_z$:	Non verificato

Condizioni di guasto (UTE C 15-500)

Ik _{max} a monte:	16,3 kA	Ik _{2min} :	8,45 kA
Ik _v max a valle:	16,2 kA	Ik _{1ftmax} :	16,2 kA
Imag _{max} (magnetica massima):	7613 A	Ip _{1ft} :	35,3 kA
Ik _{max} :	10,9 kA	Ik _{1ftmin} :	14,3 kA
Ip:	24,3 kA	Zk _{min} :	877,1 mohm
Ik _{min} :	9,76 kA	Zk _{max} :	887,3 mohm
Ik _{2ftmax} :	10,7 kA	Zk _{2min} :	1013 mohm
Ip _{2ft} :	23,7 kA	Zk _{2max} :	1025 mohm
Ik _{2ftmin} :	7,61 kA	Zk _{1ftmin} :	587 mohm
Ik _{2max} :	9,41 kA	Zk _{1ftmax} :	607,4 mohm
Ip ₂ :	21 kA		

Protezione

Corrente nominale protez.:	125 A	Corrente sovraccarico Ins:	630 A
Numero poli:	3	Potere di interruzione PdI:	n.d.
Classe d'impiego:	n.d.	Norma:	n.d.

Identificazione

Sigla utenza: + SEZIONE S1.2.PS 1.2.2-PS Ingecon 1800 FSK
 Denominazione 1:
 Denominazione 2:
 Informazioni aggiuntive/Note 1:
 Informazioni aggiuntive/Note 2:

Utenza

Tipologia utenza:	Terminale generica	Collegamento fasi:	3F
Potenza nominale:	1403 kW	Frequenza ingresso:	50 Hz
Coefficiente:	1	Pot. trasferita a monte:	1403 kVA
Potenza dimensionamento:	1403 kW	Potenza totale:	16368 kVA
Corrente di impiego Ib:	54 A	Potenza disponibile:	14965 kVA
Fattore di potenza:	1	Numero carichi utenza:	1
Tensione nominale:	15000 V		
Sistema distribuzione:	Media		

Condizioni di guasto (UTE C 15-500))

Ik _m max a monte:	16,3 kA	Ik _{2min} :	8,77 kA
Ik _v max a valle:	16,3 kA	Ik _{1ftmax} :	16,3 kA
Imag _{max} (magnetica massima):	8061 A	Ip _{1ft} :	35,3 kA
Ik _{max} :	11,2 kA	Ik _{1ftmin} :	14,5 kA
Ip:	24,3 kA	Zk _{min} :	848,2 mohm
Ik _{min} :	10,1 kA	Zk _{max} :	854,9 mohm
Ik _{2ftmax} :	10,9 kA	Zk _{2 min} :	979,4 mohm
Ip _{2ft} :	23,7 kA	Zk _{2 max} :	987,1 mohm
Ik _{2ftmin} :	8,06 kA	Zk _{1ftmin} :	584,2 mohm
Ik _{2max} :	9,73 kA	Zk _{1ftmax} :	598 mohm
Ip ₂ :	21 kA		

Protezione

Corrente nominale protez.:	63 A	Corrente sovraccarico Ins:	630 A
Numero poli:	3	Potere di interruzione PdI:	n.d.
Classe d'impiego:	n.d.	Norma:	n.d.

Identificazione

Sigla utenza: + SEZIONE S1.2.PS 1.2.3-ARRIVO
 Denominazione 1:
 Denominazione 2:
 Informazioni aggiuntive/Note 1:
 Informazioni aggiuntive/Note 2:

Utenza

Tipologia utenza:	Distribuzione generica	Sistema distribuzione:	Media
Potenza nominale:	4209 kW	Collegamento fasi:	3F
Coefficiente:	1	Frequenza ingresso:	50 Hz
Potenza dimensionamento:	4209 kW	Pot. trasferita a monte:	4209 kVA
Corrente di impiego Ib:	162 A	Potenza totale:	16368 kVA
Fattore di potenza:	1	Potenza disponibile:	12159 kVA
Tensione nominale:	15000 V		

Condizioni di guasto (UTE C 15-500))

Ikm max a monte:	16,2 kA	Ik2min:	8,45 kA
Ikv max a valle:	16,2 kA	Ik1ftmax:	16,2 kA
Imagmax (magnetica massima):	7613 A	Ip1ft:	34 kA
Ik max:	10,9 kA	Ik1ftmin:	14,3 kA
Ip:	22,8 kA	Zk min:	877,1 mohm
Ik min:	9,76 kA	Zk max:	887,3 mohm
Ik2ftmax:	10,7 kA	Zk2 min:	1013 mohm
Ip2ft:	22,5 kA	Zk2 max:	1025 mohm
Ik2ftmin:	7,61 kA	Zk1ftmin:	587 mohm
Ik2max:	9,41 kA	Zk1ftmax:	607,4 mohm
Ip2:	19,7 kA		

Protezione

Corrente nominale protez.:	125 A	Corrente sovraccarico Ins:	630 A
Numero poli:	3	Potere di interruzione PdI:	n.d.
Classe d'impiego:	n.d.	Norma:	n.d.

Identificazione

Sigla utenza: + SEZIONE S1.2.PS 1.2.3-PARTENZA
 Denominazione 1:
 Denominazione 2:
 Informazioni aggiuntive/Note 1:
 Informazioni aggiuntive/Note 2:

Utenza

Tipologia utenza:	Distribuzione generica	Sistema distribuzione:	Media
Potenza nominale:	2806 kW	Collegamento fasi:	3F
Coefficiente:	1	Frequenza ingresso:	50 Hz
Potenza dimensionamento:	2806 kW	Pot. trasferita a monte:	2806 kVA
Corrente di impiego Ib:	108 A	Potenza totale:	16368 kVA
Fattore di potenza:	1	Potenza disponibile:	13562 kVA
Tensione nominale:	15000 V		

Cavi

Formazione:	3x(1x185)		
Tipo posa:	L - Cavi unipolari direttamente interrati (trifoglio)		
Disposizione posa:			
Designazione cavo	ARG7H1R 12/20 kV		
Isolante (fase+ neutro+ PE):	HEPR	Coefficiente di declassamento totale:	0,93
Tabella posa:	CEI 11-17 (Media)	Conduttore fase:	$2,897 \cdot 10^{-8} A \cdot s$
Materiale conduttore:	ALLUMINIO	Caduta di tensione parziale a Ib:	0,056 %
Lunghezza linea:	220 m	Caduta di tensione totale a Ib:	0,504 %
Corrente ammissibile Iz:	335,7 A (Archivio)	Temperatura ambiente:	30 °C
Corrente ammissibile neutro:	n.d.	Temperatura cavo a Ib:	36,2 °C
Coefficiente di prossimità:	1 (Numero circuiti: 1)	Temperatura cavo a In:	241,3 °C
Coefficiente di temperatura:	0,93	Coordinamento $I_b \leq I_n \leq I_z$:	Non verificato

Condizioni di guasto (UTE C 15-500))

Ik max a monte:	16,2 kA	Ik2min:	8,11 kA
Ik max a valle:	16,1 kA	Ik1ftmax:	16,1 kA
Imagmax (magnetica massima):	7144 A	Ip1ft:	34 kA
Ik max:	10,5 kA	Ik1ftmin:	13,9 kA
Ip:	22,8 kA	Zk min:	909,9 mohm
Ik min:	9,37 kA	Zk max:	924,4 mohm
Ik2ftmax:	10,5 kA	Zk2 min:	1051 mohm
Ip2ft:	22,5 kA	Zk2 max:	1067 mohm
Ik2ftmin:	7,14 kA	Zk1ftmin:	592,7 mohm
Ik2max:	9,07 kA	Zk1ftmax:	621,3 mohm
Ip2:	19,7 kA		

Protezione

Corrente nominale protez.:	125 A	Corrente sovraccarico Ins:	630 A
Numero poli:	3	Potere di interruzione PdI:	n.d.
Classe d'impiego:	n.d.	Norma:	n.d.

Identificazione

Sigla utenza: + SEZIONE S1.2.PS 1.2.3-PS Ingecon 1800 FSK
 Denominazione 1:
 Denominazione 2:
 Informazioni aggiuntive/Note 1:
 Informazioni aggiuntive/Note 2:

Utenza

Tipologia utenza:	Terminale generica	Collegamento fasi:	3F
Potenza nominale:	1403 kW	Frequenza ingresso:	50 Hz
Coefficiente:	1	Pot. trasferita a monte:	1403 kVA
Potenza dimensionamento:	1403 kW	Potenza totale:	16368 kVA
Corrente di impiego Ib:	54 A	Potenza disponibile:	14965 kVA
Fattore di potenza:	1	Numero carichi utenza:	1
Tensione nominale:	15000 V		
Sistema distribuzione:	Media		

Condizioni di guasto (UTE C 15-500))

Ikm max a monte:	16,2 kA	Ik2min:	8,45 kA
Ikv max a valle:	16,2 kA	Ik1ftmax:	16,2 kA
Imagmax (magnetica massima):	7613 A	Ip1ft:	34 kA
Ik max:	10,9 kA	Ik1ftmin:	14,3 kA
Ip:	22,8 kA	Zk min:	877,1 mohm
Ik min:	9,76 kA	Zk max:	887,3 mohm
Ik2ftmax:	10,7 kA	Zk2 min:	1013 mohm
Ip2ft:	22,5 kA	Zk2 max:	1025 mohm
Ik2ftmin:	7,61 kA	Zk1ftmin:	587 mohm
Ik2max:	9,41 kA	Zk1ftmax:	607,4 mohm
Ip2:	19,7 kA		

Protezione

Corrente nominale protez.:	63 A	Corrente sovraccarico Ins:	630 A
Numero poli:	3	Potere di interruzione PdI:	n.d.
Classe d'impiego:	n.d.	Norma:	n.d.

Identificazione

Sigla utenza: + SEZIONE S1.2.PS 1.2.4-ARRIVO
 Denominazione 1:
 Denominazione 2:
 Informazioni aggiuntive/Note 1:
 Informazioni aggiuntive/Note 2:

Utenza

Tipologia utenza:	Distribuzione generica	Sistema distribuzione:	Media
Potenza nominale:	2806 kW	Collegamento fasi:	3F
Coefficiente:	1	Frequenza ingresso:	50 Hz
Potenza dimensionamento:	2806 kW	Pot. trasferita a monte:	2806 kVA
Corrente di impiego Ib:	108 A	Potenza totale:	16368 kVA
Fattore di potenza:	1	Potenza disponibile:	13562 kVA
Tensione nominale:	15000 V		

Condizioni di guasto (UTE C 15-500))

Ikm max a monte:	16,1 kA	Ik2min:	8,11 kA
Ikv max a valle:	16,1 kA	Ik1ftmax:	16,1 kA
Imagmax (magnetica massima):	7144 A	Ip1ft:	32,6 kA
Ik max:	10,5 kA	Ik1ftmin:	13,9 kA
Ip:	21,3 kA	Zk min:	909,9 mohm
Ik min:	9,37 kA	Zk max:	924,4 mohm
Ik2ftmax:	10,5 kA	Zk2 min:	1051 mohm
Ip2ft:	21,3 kA	Zk2 max:	1067 mohm
Ik2ftmin:	7,14 kA	Zk1ftmin:	592,7 mohm
Ik2max:	9,07 kA	Zk1ftmax:	621,3 mohm
Ip2:	18,4 kA		

Protezione

Corrente nominale protez.:	125 A	Corrente sovraccarico Ins:	630 A
Numero poli:	3	Potere di interruzione PdI:	n.d.
Classe d'impiego:	n.d.	Norma:	n.d.

Identificazione

Sigla utenza: + SEZIONE S1.2.PS 1.2.4-PARTENZA
 Denominazione 1:
 Denominazione 2:
 Informazioni aggiuntive/Note 1:
 Informazioni aggiuntive/Note 2:

Utenza

Tipologia utenza:	Distribuzione generica	Sistema distribuzione:	Media
Potenza nominale:	1403 kW	Collegamento fasi:	3F
Coefficiente:	1	Frequenza ingresso:	50 Hz
Potenza dimensionamento:	1403 kW	Pot. trasferita a monte:	1403 kVA
Corrente di impiego Ib:	54 A	Potenza totale:	16368 kVA
Fattore di potenza:	1	Potenza disponibile:	14965 kVA
Tensione nominale:	15000 V		

Cavi

Formazione:	3x(1x185)		
Tipo posa:	L - Cavi unipolari direttamente interrati (trifoglio)		
Disposizione posa:			
Designazione cavo	ARG7H1R 12/20 kV		
Isolante (fase+ neutro+ PE):	HEPR	Coefficiente di declassamento totale:	0,93
Tabella posa:	CEI 11-17 (Media)	Conduttore fase:	$2,897 \cdot 10^{-8} A \cdot \Delta s$
Materiale conduttore:	ALLUMINIO	Caduta di tensione parziale a Ib:	0,032 %
Lunghezza linea:	250 m	Caduta di tensione totale a Ib:	0,536 %
Corrente ammissibile Iz:	335,7 A (Archivio)	Temperatura ambiente:	30 °C
Corrente ammissibile neutro:	n.d.	Temperatura cavo a Ib:	31,6 °C
Coefficiente di prossimità:	1 (Numero circuiti: 1)	Temperatura cavo a In:	241,3 °C
Coefficiente di temperatura:	0,93	Coordinamento $I_b \leq I_n \leq I_z$:	Non verificato

Condizioni di guasto (UTE C 15-500)

Ik max a monte:	16,1 kA	Ik2min:	7,75 kA
Ik max a valle:	15,8 kA	Ik1ftmax:	15,8 kA
Imagmax (magnetica massima):	6641 A	Ip1ft:	32,6 kA
Ik max:	10 kA	Ik1ftmin:	13,5 kA
Ip:	21,3 kA	Zk min:	948,2 mohm
Ik min:	8,94 kA	Zk max:	968,4 mohm
Ik2ftmax:	10,2 kA	Zk2 min:	1095 mohm
Ip2ft:	21,3 kA	Zk2 max:	1118 mohm
Ik2ftmin:	6,64 kA	Zk1ftmin:	602,2 mohm
Ik2max:	8,7 kA	Zk1ftmax:	641,3 mohm
Ip2:	18,4 kA		

Protezione

Corrente nominale protez.:	125 A	Corrente sovraccarico Ins:	630 A
Numero poli:	3	Potere di interruzione PdI:	n.d.
Classe d'impiego:	n.d.	Norma:	n.d.

Identificazione

Sigla utenza: + SEZIONE S1.2.PS 1.2.4-PS Ingecon 1800 FSK
 Denominazione 1:
 Denominazione 2:
 Informazioni aggiuntive/Note 1:
 Informazioni aggiuntive/Note 2:

Utenza

Tipologia utenza:	Terminale generica	Collegamento fasi:	3F
Potenza nominale:	1403 kW	Frequenza ingresso:	50 Hz
Coefficiente:	1	Pot. trasferita a monte:	1403 kVA
Potenza dimensionamento:	1403 kW	Potenza totale:	16368 kVA
Corrente di impiego Ib:	54 A	Potenza disponibile:	14965 kVA
Fattore di potenza:	1	Numero carichi utenza:	1
Tensione nominale:	15000 V		
Sistema distribuzione:	Media		

Condizioni di guasto (UTE C 15-500))

Ikm max a monte:	16,1 kA	Ik2min:	8,11 kA
Ikv max a valle:	16,1 kA	Ik1ftmax:	16,1 kA
Imagmax (magnetica massima):	7144 A	Ip1ft:	32,6 kA
Ik max:	10,5 kA	Ik1ftmin:	13,9 kA
Ip:	21,3 kA	Zk min:	909,9 mohm
Ik min:	9,37 kA	Zk max:	924,4 mohm
Ik2ftmax:	10,5 kA	Zk2 min:	1051 mohm
Ip2ft:	21,3 kA	Zk2 max:	1067 mohm
Ik2ftmin:	7,14 kA	Zk1ftmin:	592,7 mohm
Ik2max:	9,07 kA	Zk1ftmax:	621,3 mohm
Ip2:	18,4 kA		

Protezione


Corrente nominale protez.:	63 A	Corrente sovraccarico Ins:	630 A
Numero poli:	3	Potere di interruzione PdI:	n.d.
Classe d'impiego:	n.d.	Norma:	n.d.

Tipo di fornitura:	Media tensione
Tensione di fornitura:	15 kV
Corrente di cortocircuito trifase massima:	12,5 kA
Corrente di cortocircuito monofase a terra massima:	6 kA
Parametri elettrici	
Potenza totale assorbita:	4209 kW
Fattore di potenza:	1
Corrente totale di impiego:	162 A
Potenza carichi collegati [kW]:	4209 kW
Parametri di guasto lato fornitura	
Rd a 20°C:	75,8 mohm
Xd:	758,3 mohm
R0 a 20°C:	322,3 mohm
X0:	-3223 mohm
Contributo al guasto monofase franco a terra Igt:	1,44 A


Tipo di fornitura:	Media tensione
Tensione di fornitura:	15 kV
Corrente di cortocircuito trifase massima:	12,5 kA
Corrente di cortocircuito monofase a terra massima:	6 kA
Parametri elettrici	
Potenza totale assorbita:	7015 kW
Fattore di potenza:	1
Corrente totale di impiego:	270 A
Potenza carichi collegati [kW]:	7015 kW
Parametri di guasto lato fornitura	
Rd a 20°C:	75,8 mohm
Xd:	758,3 mohm
R0 a 20°C:	322,3 mohm
X0:	-3223 mohm
Contributo al guasto monofase franco a terra Igt:	3,93 A

Utenza	Formazione	Materiale	Lc [m]	Iz [A]	T (Ib) [°C]	Tamb [°C]	CdtT (Ib) [%]	Posa cavo
	Designazione	Isolante	Pross.	k decl.	T (In) [°C]	K _{DS} F [A/°S]	CdtT (In) [%]	
	Tab. posa	Tipo posa						


CABINA CONSEGNA S1.1 QMT 15 kV

GENERALE CABINA	3x(1x240)	ALLUMINIO	20	388,7	40,4	30	0,006	
	ARG7H1R 12/20 kV	HEPR	1	0,93	187,6	4,875*10 ⁸	0,023	
	CEI 11-17 (Media)	L - Cavi unipolari direttamente interrati (trifoglio)						


CABINA CONSEGNA S1.2 QMT 15 kV

GENERALE CABINA	3x(1x240)	ALLUMINIO	20	388,7	58,9	30	0,01	
	ARG7H1R 12/20 kV	HEPR	1	0,93	187,6	4,875*10 ⁸	0,023	
	CEI 11-17 (Media)	L - Cavi unipolari direttamente interrati (trifoglio)						


CABINA UTENTE S1.1 QMT 15 kV

RAMO 1	3x(1x185)	ALLUMINIO	110	335,7	44	30	0,048	
	ARG7H1R 12/20 kV	HEPR	1	0,93	241,3	2,897*10 ⁸	0,186	
	CEI 11-17 (Media)	L - Cavi unipolari direttamente interrati (trifoglio)						

CABINA UTENTE S1.2 QMT 15 kV


RAMO 1	3x(1x185)	ALLUMINIO	355	335,7	68,8	30	0,236	
	ARG7H1R 12/20 kV	HEPR	1	0,93	241,3	2,897*10 ⁸	0,551	
	CEI 11-17 (Media)	L - Cavi unipolari direttamente interrati (trifoglio)						

SEZIONE S1.1 PS 1.1.1


PARTENZA	3x(1x185)	ALLUMINIO	210	335,7	36,2	30	0,101	
	ARG7H1R 12/20 kV	HEPR	1	0,93	241,3	2,897*10 ⁸	0,499	
	CEI 11-17 (Media)	L - Cavi unipolari direttamente interrati (trifoglio)						

Utenza	Formazione	Materiale	Lc [m]	Iz [A]	T (Ib) [°C]	Tamb [°C]	CdtT (Ib) [%]	Posa cavo
	Designazione	Isolante	Pross.	k decl.	T (In) [°C]	K _{DS} F [A/°C]	CdtT (In) [%]	
	Tab. posa		Tipo posa					


SEZIONE S1.1 PS 1.1.2

PARTENZA	3x(1x185)	ALLUMINIO	140	335,7	31,6	30	0,119	
	ARG7H1R 12/20 kV	HEPR	1	0,93	241,3	2,897*10 ⁸	0,707	
	CEI 11-17 (Media)	L - Cavi unipolari direttamente interrati (trifoglio)						


SEZIONE S1.2 PS 1.2.1

PARTENZA	3x(1x185)	ALLUMINIO	265	335,7	54,8	30	0,371	
	ARG7H1R 12/20 kV	HEPR	1	0,93	241,3	2,897*10 ⁸	0,945	
	CEI 11-17 (Media)	L - Cavi unipolari direttamente interrati (trifoglio)						


SEZIONE S1.2 PS 1.2.2

PARTENZA	3x(1x185)	ALLUMINIO	200	335,7	44	30	0,448	
	ARG7H1R 12/20 kV	HEPR	1	0,93	241,3	2,897*10 ⁸	1,24	
	CEI 11-17 (Media)	L - Cavi unipolari direttamente interrati (trifoglio)						

SEZIONE S1.2 PS 1.2.3

PARTENZA	3x(1x185)	ALLUMINIO	220	335,7	36,2	30	0,504	
	ARG7H1R 12/20 kV	HEPR	1	0,93	241,3	2,897*10 ⁸	1,57	
	CEI 11-17 (Media)	L - Cavi unipolari direttamente interrati (trifoglio)						

SEZIONE S1.2 PS 1.2.4

PARTENZA	3x(1x185)	ALLUMINIO	250	335,7	31,6	30	0,536	
	ARG7H1R 12/20 kV	HEPR	1	0,93	241,3	2,897*10 ⁸	1,94	
	CEI 11-17 (Media)	L - Cavi unipolari direttamente interrati (trifoglio)						

Utenza	I _{km} max [kA]	/_I _{km} max	I _{km} max by	DeltaI _{km} max [kA]	I _{kv} max [kA]	I _{k1ft} max [kA]	I _{p1ft} [kA]	I _{k1ft} min [kA]	I _{k2ft} max [kA]	I _{p2ft} [kA]	I _{k2ft} min [kA]
	Imagmax [A]	/_Imagmax	I _k max [kA]	I _p [kA]	I _k min [kA]	I _{k1fn} max [kA]	I _{p1fn} [kA]	I _{k1fn} min [kA]	I _{k2max} [kA]	I _{p2} [kA]	I _{k2min} [kA]

CABINA CONSEGNA S1.1 QMT 15 kV

GENERALE CABINA	16,1	0,268	Fase-PE	0	16,1	16,1	39,9	14,7	11,6	28,7	9,59
	9592	-0,61	12,5	30,9	11,4				10,8	26,7	9,84
GENERALE CABINA	16,1	0,268	Fase-PE	0	16,2	16,2	39,9	14,7	11,6	28,7	9,55
	9548	-0,608	12,5	30,9	11,3				10,8	26,7	9,81

CABINA CONSEGNA S1.2 QMT 15 kV

GENERALE CABINA	16,1	0,268	Fase-PE	0	16,1	16,1	39,9	14,7	11,6	28,7	9,59
	9592	-0,61	12,5	30,9	11,4				10,8	26,7	9,84
GENERALE CABINA	16,1	0,268	Fase-PE	0	16,2	16,2	39,9	14,7	11,6	28,7	9,55
	9548	-0,608	12,5	30,9	11,3				10,8	26,7	9,81

CABINA UTENTE S1.1 QMT 15 kV

GENERALE CABINA	16,2	0,272	Fase-PE	0	16,2	16,2	39,8	14,7	11,6	28,6	9,55
	9548	-0,608	12,5	30,7	11,3				10,8	26,5	9,81
RAMO 1	16,2	0,272	Fase-PE	0	16,2	16,2	39,8	14,7	11,5	28,6	9,28
	9276	-0,589	12,2	30,7	11,1				10,6	26,5	9,62

CABINA UTENTE S1.2 QMT 15 kV

GENERALE CABINA	16,2	0,272	Fase-PE	0	16,2	16,2	39,8	14,7	11,6	28,6	9,55
	9548	-0,608	12,5	30,7	11,3				10,8	26,5	9,81
RAMO 1	16,2	0,272	Fase-PE	0	16,3	16,3	39,8	14,7	11,2	28,6	8,68
	8681	-0,549	11,7	30,7	10,6				10,2	26,5	9,21

Utenza	Ikm max [kA]	/_Ikm max	Ikm max by	DeltaIkm max [kA]	Ikv max [kA]	Ik1ftmax [kA]	Ip1ft [kA]	Ik1ftmin [kA]	Ik2ftmax [kA]	Ip2ft [kA]	Ik2ftmin [kA]
	Imagmax [A]	/_Imagmax	Ik max [kA]	Ip [kA]	Ik min [kA]	Ik1fnmax [kA]	Ip1fn [kA]	Ik1fnmin [kA]	Ik2max [kA]	Ip2 [kA]	Ik2min [kA]

SEZIONE S1.1 PS 1.1.1

ARRIVO	16,2	0,304	Fase-PE	0	16,2	16,2	38,9	14,7	11,5	27,5	9,28
	9276	-0,589	12,2	29,3	11,1				10,6	25,4	9,62
PARTENZA	16,2	0,304	Fase-PE	0	16,3	16,3	38,9	14,7	11,3	27,5	8,76
	8765	-0,554	11,8	29,3	10,7				10,2	25,4	9,27
PS Ingecon 1800 FSK	16,2	0,304	Fase-PE	0	16,2	16,2	38,9	14,7	11,5	27,5	9,28
	9276	-0,589	12,2	29,3	11,1				10,6	25,4	9,62

SEZIONE S1.1 PS 1.1.2

ARRIVO	16,3	0,365	Fase-PE	0	16,3	16,3	37,3	14,7	11,3	25,8	8,76
	8765	-0,554	11,8	27	10,7				10,2	23,4	9,27
PARTENZA	16,3	0,365	Fase-PE	0	16,3	16,3	37,3	14,6	11,1	25,8	8,43
	8432	-0,532	11,5	27	10,4				9,99	23,4	9,04
PS Ingecon 1800 FSK	16,3	0,365	Fase-PE	0	16,3	16,3	37,3	14,7	11,3	25,8	8,76
	8765	-0,554	11,8	27	10,7				10,2	23,4	9,27

SEZIONE S1.1 PS 1.1.3

ARRIVO	16,3	0,405	Fase-PE	0	16,3	16,3	36,3	14,6	11,1	24,7	8,43
	8432	-0,532	11,5	25,7	10,4				9,99	22,2	9,04
PARTENZA	16,3	0,405	Fase-PE	0	16,3	16,3	36,3	14,6	11,1	24,7	8,43
	8432	-0,532	11,5	25,7	10,4				9,99	22,2	9,04
PS Ingecon 1800 FSK	16,3	0,405	Fase-PE	0	16,3	16,3	36,3	14,6	11,1	24,7	8,43
	8432	-0,532	11,5	25,7	10,4				9,99	22,2	9,04

Utenza	Ikm max [kA]	/_Ikm max	Ikm max by	DeltaIkm max [kA]	Ikv max [kA]	Ik1ftmax [kA]	Ip1ft [kA]	Ik1ftmin [kA]	Ik2ftmax [kA]	Ip2ft [kA]	Ik2ftmin [kA]
	Imagmax [A]	/_Imagmax	Ik max [kA]	Ip [kA]	Ik min [kA]	Ik1fnmax [kA]	Ip1fn [kA]	Ik1fnmin [kA]	Ik2max [kA]	Ip2 [kA]	Ik2min [kA]

SEZIONE S1.1 PS 1.2.5

ARRIVO	15,8	0,62	Fase-PE	0	15,8	15,8	31,2	13,5	10,2	20,2	6,64
	6641	-0,415	10	19,8	8,94				8,7	17,1	7,75
PARTENZA	15,8	0,62	Fase-PE	0	15,8	15,8	31,2	13,5	10,2	20,2	6,64
	6641	-0,415	10	19,8	8,94				8,7	17,1	7,75
PS Ingecon 1800 FSK	15,8	0,62	Fase-PE	0	15,8	15,8	31,2	13,5	10,2	20,2	6,64
	6641	-0,415	10	19,8	8,94				8,7	17,1	7,75

SEZIONE S1.2 PS 1.2.1

ARRIVO	16,3	0,375	Fase-PE	0	16,3	16,3	37,1	14,7	11,2	25,5	8,68
	8681	-0,549	11,7	26,7	10,6				10,2	23,1	9,21
PARTENZA	16,3	0,375	Fase-PE	0	16,3	16,3	37,1	14,5	10,9	25,5	8,06
	8061	-0,508	11,2	26,7	10,1				9,73	23,1	8,77
PS Ingecon 1800 FSK	16,3	0,375	Fase-PE	0	16,3	16,3	37,1	14,7	11,2	25,5	8,68
	8681	-0,549	11,7	26,7	10,6				10,2	23,1	9,21

SEZIONE S1.2 PS 1.2.2

ARRIVO	16,3	0,45	Fase-PE	0	16,3	16,3	35,3	14,5	10,9	23,7	8,06
	8061	-0,508	11,2	24,3	10,1				9,73	21	8,77
PARTENZA	16,3	0,45	Fase-PE	0	16,2	16,2	35,3	14,3	10,7	23,7	7,61
	7613	-0,478	10,9	24,3	9,76				9,41	21	8,45
PS Ingecon 1800 FSK	16,3	0,45	Fase-PE	0	16,3	16,3	35,3	14,5	10,9	23,7	8,06
	8061	-0,508	11,2	24,3	10,1				9,73	21	8,77

Utenza	I _{km} max [kA]	/_I _{km} max	I _{km} max by	DeltaI _{km} max [kA]	I _{kv} max [kA]	I _{k1ft} max [kA]	I _{p1ft} [kA]	I _{k1ft} min [kA]	I _{k2ft} max [kA]	I _{p2ft} [kA]	I _{k2ft} min [kA]
	I _{mag} max [A]	/_I _{mag} max	I _k max [kA]	I _p [kA]	I _k min [kA]	I _{k1fn} max [kA]	I _{p1fn} [kA]	I _{k1fn} min [kA]	I _{k2} max [kA]	I _{p2} [kA]	I _{k2} min [kA]

SEZIONE S1.2 PS 1.2.3

ARRIVO	16,2	0,504	Fase-PE	0	16,2	16,2	34	14,3	10,7	22,5	7,61
	7613	-0,478	10,9	22,8	9,76				9,41	19,7	8,45
PARTENZA	16,2	0,504	Fase-PE	0	16,1	16,1	34	13,9	10,5	22,5	7,14
	7144	-0,448	10,5	22,8	9,37				9,07	19,7	8,11
PS Ingecon 1800 FSK	16,2	0,504	Fase-PE	0	16,2	16,2	34	14,3	10,7	22,5	7,61
	7613	-0,478	10,9	22,8	9,76				9,41	19,7	8,45

SEZIONE S1.2 PS 1.2.4

ARRIVO	16,1	0,56	Fase-PE	0	16,1	16,1	32,6	13,9	10,5	21,3	7,14
	7144	-0,448	10,5	21,3	9,37				9,07	18,4	8,11
PARTENZA	16,1	0,56	Fase-PE	0	15,8	15,8	32,6	13,5	10,2	21,3	6,64
	6641	-0,415	10	21,3	8,94				8,7	18,4	7,75
PS Ingecon 1800 FSK	16,1	0,56	Fase-PE	0	16,1	16,1	32,6	13,9	10,5	21,3	7,14
	7144	-0,448	10,5	21,3	9,37				9,07	18,4	8,11