

JUWI ENERGIE RINNOVABILI SRL

Via Vittor Pisani, 20

20124 Milano MI

IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Lavori di realizzazione di impianto fotovoltaico da 8208,75 kWp nel
Massa Lombarda (RA)

Progetto preliminare impianti elettrici RELAZIONE TECNICA



PROGETTISTA:

Dott. Ing. Enrico Riccardi

iscritto all'albo degli ingegneri della provincia di Piacenza con n. 1003

500-23 PERT01 Rev0

Revisione	Descrizione	Data	Eseguito	Approvato
0	Prima emissione	03/11/2023	A.B.	E.R.

SRCIngegneria S.r.l.

Via Castello, 58/79 - 29121 Piacenza - Tel +39 0523 324.851 – Fax +39 0523 1860.416
email: info@srcingegneria.it web: www.srcingegneria.it
C.F. & PIVA 01514040334 iscr. REA PC-169043

Indice

INDICE	2
1 SCOPO	4
2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO	4
3 CLASSIFICAZIONE DEGLI AMBIENTI	7
4 PARAMETRI DI PROGETTO	8
4.1 PARAMETRI ILLUMINOTECNICI	9
5 DESCRIZIONE DEGLI IMPIANTI ELETTRICI	10
5.2 TRASFORMATORE 800V	15
5.3 TRASFORMATORE AUSILIARI 400V	17
5.4 QUADRO GENERALE BT	19
5.5 QUADRO SERVIZI AUSILIARI DI CABINA	20
5.6 IMPIANTO DI TERRA	21
5.7 SGANCI DI EMERGENZA.....	22
6 CONFIGURAZIONE IMPIANTO FOTOVOLTAICO	22
6.1 PANNELLI FOTOVOLTAICI	25
6.2 INVERTER	25
7 CONTROLLORE CENTRALE DI IMPIANTO (CCI)	25
8 VALUTAZIONE COMPATIBILITÀ ELETTROMAGNETICA	27
8.1 QUADRO NORMATIVO	27
8.2 ESPOSIZIONE A CAMPI MAGNETICI CABINA DI CONSEGNA – LOCALE UTENTE	29
8.3 ESPOSIZIONE A CAMPI MAGNETICI CABINA DI CONSEGNA – LOCALE DISTRIBUTORE	31
8.4 ESPOSIZIONE A CAMPI MAGNETICI CABINA DI TRASFORMAZIONE	32
8.5 CONCLUSIONI	33
9 MISURE DI PREVENZIONE E SICUREZZA	33
10 CRITERI DI SCELTA DEI COMPONENTI PRINCIPALI	33
10.1 SCELTA DELLE TUBAZIONI	33
10.2 SCATOLE DI DERIVAZIONE	34
10.3 VIE CAVI.....	34
10.4 TIPI E SEZIONI DEI CONDUTTORI.....	35
10.5 POSA DEI CONDUTTORI	36
10.6 NOTE INSTALLATIVE GENERALI	36
11 CRITERI DI DIMENSIONAMENTO	37
11.1 COORDINAMENTO TRA SEZIONE DEL CAVO E DISPOSITIVO DI PROTEZIONE	37
11.2 VERIFICA CADUTA DI TENSIONE.....	38
11.3 VERIFICA PROTEZIONE AL CORTOCIRCUITO	38
11.4 VERIFICA DELLA PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI MEDIANTE INTERRUZIONE DELL'ALIMENTAZIONE (PER SISTEMA TN-S).	40
12 PROVE E VERIFICHE	41

Livello Progetto: Autorizzativo	Nome Volume IMPIANTI ELETTRICI - RELAZIONE TECNICA	N. Volume 500-23 PERT01 Rev0
File: 500-23 PERT01 Rev0.doc	Cliente / Progetto JUWI ENERGIE RINNOVABILI SRL IMPIANTO FOTOVOLTAICO	Pag. 2 di 42

13	ALLEGATI	42
-----------	-----------------------	-----------

Livello Progetto: Autorizzativo	Nome Volume IMPIANTI ELETTRICI - RELAZIONE TECNICA	N. Volume 500-23 PERT01 Rev0
File: 500-23 PERT01 Rev0.doc	Cliente / Progetto JUWI ENERGIE RINNOVABILI SRL IMPIANTO FOTOVOLTAICO	Pag. 3 di 42

Questo documento è proprietà di SRCIngegneria S.r.l. e non può essere utilizzato in alcun modo da terzi senza preventiva autorizzazione

1 Scopo

Scopo della presente relazione tecnica è di stabilire i requisiti per l'esecuzione degli impianti elettrici al servizio di impianto di produzione di energia elettrica ai soli fini autorizzativi ai sensi del D.M. 37/08.

Non è oggetto del presente lavoro il progetto esecutivo dell'impianto elettrico.

2 Normativa di riferimento

Ai fini del progetto si è fatto riferimento alle prescrizioni disposte o richiamate dalle seguenti Leggi e Decreti di carattere generale e successivi aggiornamenti ove e per quanto gli stessi siano applicabili:

D.Lgs. 09-04-2008 n. 81 “Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.”

D.M. 11-11-1999 “Direttive per l'attuazione delle norme in materia di energia elettrica da fonti rinnovabili di cui ai commi 1, 2 e 3 dell'articolo 11 del D.Lgs. 16 marzo 1999, n. 79”;

Gli impianti elettrici e speciali dovranno essere conformi alle sotto elencate norme, disposizioni di legge e raccomandazioni, anche per quanto riguarda eventuali aspetti e particolari non trattati nella presente relazione tecnica.

Livello Progetto: Autorizzativo	Nome Volume IMPIANTI ELETTRICI - RELAZIONE TECNICA	N. Volume 500-23 PERT01 Rev0
File: 500-23 PERT01 Rev0.doc	Cliente / Progetto JUWI ENERGIE RINNOVABILI SRL IMPIANTO FOTOVOLTAICO	Pag. 4 di 42

Norme e raccomandazioni CEI ed in particolare:

- CEI 0-2 “Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici”;
- CEI 0-16 “Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT e MT delle imprese distributrici di energia elettrica”;
- CEI 17-113 “Apparecchiature assiemate di protezione e manovra di bassa tensione” (CEI EN 60439-1-2-3-4);
- CEI 20-27 “Cavi per energia e per segnalamento. Sistema di designazione;
- CEI 20-40 “Guida per l’uso di cavi a bassa tensione;
- CEI 20-67 “Guida per l’uso dei cavi 0,6/1 kV”;
- CEI 31-87 “Costruzioni elettriche per atmosfere esplosive per la presenza di gas. Parte 10: classificazione dei luoghi pericolosi” (CEI EN 60079-10/1);
- CEI 31-33 “Costruzioni elettriche per atmosfere esplosive per la presenza di gas. Parte 14: impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione per la presenza di gas” (CEI EN 60079-14);
- CEI 31-34 “Costruzioni elettriche per atmosfere esplosive per la presenza di gas. Parte 17: Verifica e manutenzione degli impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione per la presenza di gas” (CEI EN 60079-17);
- CEI 64-8 “Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata ed a 1500 V in corrente continua”;
- CEI 64-14 “Guida alle verifiche degli impianti elettrici utilizzatori”;
- CEI 81-3 “Valori medi del numero dei fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato dei Comuni d’Italia, in ordine alfabetico”;

Livello Progetto: Autorizzativo	Nome Volume IMPIANTI ELETTRICI - RELAZIONE TECNICA	N. Volume 500-23 PERT01 Rev0
File: 500-23 PERT01 Rev0.doc	Cliente / Progetto JUWI ENERGIE RINNOVABILI SRL IMPIANTO FOTOVOLTAICO	Pag. 5 di 42

- CEI 81-8 “Guida d’applicazione all’utilizzo dei limitatori di sovratensioni sugli impianti elettrici utilizzatori di bassa tensione”;
- CEI 81-10/1: "Protezione delle strutture contro i fulmini. Parte 1: Principi Generali" (CEI EN 62305-1);
- CEI 81-10/2: "Protezione delle strutture contro i fulmini. Parte 2: Gestione del rischio" (CEI EN 62305-2);
- CEI 81-10/3: "Protezione delle strutture contro i fulmini. Parte 3: Danno fisico e pericolo di vita" (CEI EN 62305-3);";
- CEI 81-10/4: "Protezione delle strutture contro i fulmini. Parte 4: Impianti elettrici ed elettronici interni alle strutture" (CEI EN 62305-4);
- CEI 99-2 “Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata”;
- CEI 99-3 “Messa a terra degli impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata”.
- norme di prodotto per i singoli componenti;

Norme UNI e tabelle UNEL ed in particolare:

- UNI 10819 “Impianti di illuminazione esterna, requisiti per la limitazione della dispersione verso l’alto del flusso luminoso”;
- UNI EN 12464-1 “Luce e illuminazione - Illuminazione dei posti di lavoro - Parte 1: Posti di lavoro in interni”;
- UNI EN 1838 “Illuminazione di emergenza”;
- CEI UNEL 35024/1 “Cavi elettrici con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in c.a. e a 1500 V in c.c. – Portate in regime permanente per posa in aria”;

Livello Progetto: Autorizzativo	Nome Volume IMPIANTI ELETTRICI - RELAZIONE TECNICA	N. Volume 500-23 PERT01 Rev0
File: 500-23 PERT01 Rev0.doc	Cliente / Progetto JUWI ENERGIE RINNOVABILI SRL IMPIANTO FOTOVOLTAICO	Pag. 6 di 42

- CEI UNEL 35026 “Cavi elettrici con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in c.a. e a 1500 V in c.c. – Portate in regime permanente per posa interrata”;
- UNEL 35023-70 “Cavi per energia isolati con gomma o con materiale termoplastico aventi grado di isolamento non superiore a 4 – Cadute di tensione”.

Legge	01-03-68	n. 186	“Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici”;
D.M.	22-01-08	n. 37	“Regolamento (...) recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all’interno degli edifici”.
D.Lgs	16-06-17	n. 106	“Adeguamento della normativa nazionale alle disposizioni de regolamento UE n. 305/2011”.

Prescrizioni della Società distributrice dell’energia elettrica.

Prescrizioni dei VV.F.

3 *Classificazione degli ambienti*

L’intervento riguarda l’installazione di un impianto fotovoltaico a terra con sistema ad inseguimento, i relativi collegamenti e i gruppi di conversione statica dell’energia.

Inoltre l’intervento riguarda l’impianto elettrico all’interno di locali tecnici elettrici, che sono da considerare ambienti ordinari ai sensi della norma CEI 64-8.

Livello Progetto: Autorizzativo	Nome Volume IMPIANTI ELETTRICI - RELAZIONE TECNICA	N. Volume 500-23 PERT01 Rev0
File: 500-23 PERT01 Rev0.doc	Cliente / Progetto JUWI ENERGIE RINNOVABILI SRL IMPIANTO FOTOVOLTAICO	Pag. 7 di 42

4 Parametri di progetto

Tensione di alimentazione:	15 kV
Frequenza di alimentazione:	50 Hz
Corrente di corto circuito presunta alla consegna:	12,5 kA
Sistema di distribuzione:	TN-S
Tensione inverter	800 V
Tensione ausiliaria	400/230 V
Numero pannelli:	13134
Potenza pannello:	625 W
Potenza installata pannelli:	8208,75 kW
Numero inverter:	20
Potenza inverter singolo:	320 kW
Potenza installata inverter:	6400 kW
Potenza installata trasformatori:	2x3500kVA

Livello Progetto: Autorizzativo	Nome Volume IMPIANTI ELETTRICI - RELAZIONE TECNICA	N. Volume 500-23 PERT01 Rev0
File: 500-23 PERT01 Rev0.doc	Cliente / Progetto JUWI ENERGIE RINNOVABILI SRL IMPIANTO FOTOVOLTAICO	Pag. 8 di 42

4.1 Parametri illuminotecnici

Le caratteristiche di un buon impianto di illuminazione con luce artificiale sono dettate dalla norma UNI EN 12464.

I parametri assunti in progetto sono i seguenti:

Tipo di locale	Illuminam. medio mantenuto (1) (lx)	Tonalità di colore (2) (K)	Indice di resa del colore (3) "Ra"	Indice unificato di abbagliam. Diretto (4) UGR _L	Limitazione di abbagliam. indiretto per terminali video
- Centrali tecnologiche	200	3300 -5300	60	25	No

Note:

- (1) Nelle aree occupate continuamente, l'illuminamento mantenuto non può essere inferiore a 200 lx
- (2) La norma associa ai livelli di illuminamento la tonalità di colore più indicata affinché la sensazione visiva risulti "gradevole". Più basso è il valore più l'illuminamento tende alla luce gialla. Come riferimento si consideri che il colore della luce solare al tramonto è circa 3500-4000°K.
- (3) La norma associa alle varie attività svolte negli ambienti da illuminare e alle loro caratteristiche di finitura interna le proprietà di resa dei colori delle lampade in modo da incrementare il comfort visivo.
- (4) L'UGR è un numero il cui valore cresce con l'abbagliamento e dipende dalla luminanza dell'apparecchio di illuminazione e dello sfondo, nonché dalla posizione dell'apparecchio stesso rispetto all'osservatore. L'UGR_L indicato in tabella rappresenta il valore limite per ogni ambiente.

Livello Progetto: Autorizzativo	Nome Volume IMPIANTI ELETTRICI - RELAZIONE TECNICA	N. Volume 500-23 PERT01 Rev0
File: 500-23 PERT01 Rev0.doc	Cliente / Progetto JUWI ENERGIE RINNOVABILI SRL IMPIANTO FOTOVOLTAICO	Pag. 9 di 42

5 Descrizione degli impianti elettrici

La regola tecnica di connessione per i produttori (CEI 0-16) prevede che gli impianti di produzione di energia elettrica di potenza superiori a 100 kW siano connessi alla rete pubblica di Distribuzione mediante allaccio in media tensione (15.000 V).

L'impianto sarà allacciato alla rete del Distributore mediante la realizzazione di nuova cabina di consegna.

Dalla cabina di consegna si deriveranno le linee di media tensione in cavo RG26H1M16 3x1x50 mmq posate in cavidotti interrati per il collegamento delle cabine di trasformazione.

Saranno installate due cabine di trasformazione, ciascuna dotata di un trasformatore 15/0.8 kV con due secondari da 1500 kVA.

Nella cabina di trasformazione saranno inoltre installati:

- Il quadro di media tensione;
- Il quadro ausiliari 400 V;
- Il QGBT a 800 V per il collegamento degli inverter.

L'impianto sarà esercito in cessione totale: tutta l'energia prodotta ad eccezione dei servizi ausiliari di impianto verrà immessa in rete.

All'interno della cabina di ricezione, nel locale utente saranno installati:

- la cella di MT per il ricevimento, contenente anche il gruppo raddrizzatore (QMT1);
- la cella di MT per il collegamento della cabina di trasformazione 1;
- la cella di MT per il collegamento della cabina di trasformazione 2;
- l'UPS per l'alimentazione dei servizi ausiliari a 230 V;
- Il trasformatore 15/0.4 kV da 100 kVA per l'alimentazione dei servizi ausiliari;
- il quadro per i servizi ausiliari di cabina (QAUX).

Completaranno l'impianto elettrico:

Livello Progetto: Autorizzativo	Nome Volume IMPIANTI ELETTRICI - RELAZIONE TECNICA	N. Volume 500-23 PERT01 Rev0
File: 500-23 PERT01 Rev0.doc	Cliente / Progetto JUWI ENERGIE RINNOVABILI SRL IMPIANTO FOTOVOLTAICO	Pag. 10 di 42

- tutte le linee di potenza e di segnale realizzate in cavi FG16OR16 o in cavi ad uso speciale con conduttori schermati (per correnti deboli), prevalentemente posati in cavidotti in polietilene a doppia parete interrati;
- l'impianto di terra, comprendente: dispersori orizzontali in corda di rame nudo; dispersori verticali del tipo a croce in acciaio zincato; dispersori "di fatto" costituiti dai ferri di armatura del cemento armato; conduttori di terra tipo FS17 di colore Giallo/Verde; collettori di terra in barre di rame nudo.

5.1 Quadri di media tensione

Il quadro elettrico generale di media tensione (QMT1) sarà di tipo protetto a cella prefabbricata, costituita da: cella interruttore generale, cella misure, cella interruttore cabina, cella interruttore trasformatore ausiliari 400V.

La tensione nominale sarà pari a 15 kV e la tensione di isolamento non sarà inferiore a 24 kV.

Le protezioni saranno del tipo a microprocessore e saranno conformi alle specifiche ENEL CEI 0-16

La carpenteria sarà realizzata in lamiera d'acciaio di spessore 20/10; il grado di protezione non sarà inferiore a IP30.

Livello Progetto: Autorizzativo	Nome Volume IMPIANTI ELETTRICI - RELAZIONE TECNICA	N. Volume 500-23 PERT01 Rev0
File: 500-23 PERT01 Rev0.doc	Cliente / Progetto JUWI ENERGIE RINNOVABILI SRL IMPIANTO FOTOVOLTAICO	Pag. 11 di 42

Caratteristiche costruttive

Struttura portante, pannelli e portelle in lamiera d'acciaio sendzimir 20/10 mm.

Porte frontali apribili a cerniera con maniglia

Pannelli laterali, posteriori e frontale superiore fissati con viti accessibili dall'esterno.

Oblò panoramico sul fronte delle celle.

Grado di protezione IP3X a portelle chiuse e IP2X a portelle aperte

Sbarre di terra corrente nella parte frontale bassa del quadro

Sinottico in rilievo in laminato plastico colorato, a tutto quadro

Blocchi a chiave sulle manovre

Predisposizione per illuminazione interna con comando e cambio lampada dall'esterno senza togliere tensione.

Sbarre in rame elettrolitico a spigoli arrotondati, isolate in aria e ravvivate.

Isolatori portanti ISORES tipo IGN 20/350.

Ferri di amarro cavi.

Golfari di sollevamento.

Cartelli monitori a norme.

Caratteristiche elettriche :

Tensione nominale	24 kV
Frequenza nominale	50 Hz
Corrente nominale sbarre	630 A
Corrente di breve durata per 1 sec.	16 kA
Tensione di prove per 1 min. a 50Hz	55 kV
Tensione d'impulso	125 kV
Tensione ausiliari	24 Vcc

Livello Progetto: Autorizzativo	Nome Volume IMPIANTI ELETTRICI - RELAZIONE TECNICA	N. Volume 500-23 PERT01 Rev0
File: 500-23 PERT01 Rev0.doc	Cliente / Progetto JUWI ENERGIE RINNOVABILI SRL IMPIANTO FOTOVOLTAICO	Pag. 12 di 42

Composizione

QMT1

A1 Cella 750x975x1950 (h)con:

- interruttore in vuoto con bobina di apertura e blocco a chiave
- Sezionatore
- 3 TA-T 300/5
- 3 TA-T 300/1
- 1 TO 150/1
- cassonetto BT
- relè di protezione con funzione 50-51-50N-51N e data logger secondo CEI 0-16.
- relè di protezione di interfaccia conforme alla CEI 0-16
- resistenza anticondensa
- luce interna
- divisori capacitivi

A2 Cella 500x975x1950 (h)con:

- Sezionatore
- Fusibili 6A
- 3TV 15k/r3:100/r3:100/3
- cassonetto BT
- resistenza anticondensa
- luce interna
- divisori capacitivi

A3 Cella 750x975x1950 (h)con:

- interruttore in vuoto con bobina di apertura e blocco a chiave
- Sezionatore
- 3 TA-T 300/5

Livello Progetto: Autorizzativo	Nome Volume IMPIANTI ELETTRICI - RELAZIONE TECNICA	N. Volume 500-23 PERT01 Rev0
File: 500-23 PERT01 Rev0.doc	Cliente / Progetto JUWI ENERGIE RINNOVABILI SRL IMPIANTO FOTOVOLTAICO	Pag. 13 di 42

- cassonetto BT
- relè di protezione con funzione 50-51-50N-51N e data logger secondo CEI 0-16.
- resistenza anticondensa
- luce interna
- divisori capacitivi

A4 Cella 750x975x1950 (h)con:

- interruttore in vuoto con bobina di apertura e blocco a chiave
- Sezionatore
- 3 TA-T 300/5
- cassonetto BT
- relè di protezione con funzione 50-51-50N-51N e data logger secondo CEI 0-16.
- resistenza anticondensa
- luce interna
- divisori capacitivi

A5 Cella 750x975x1950 (h)con:

- interruttore in vuoto con bobina di apertura e blocco a chiave
- Sezionatore
- 3 TA-T 300/5
- cassonetto BT
- relè di protezione con funzione 50-51-50N-51N e data logger secondo CEI 0-16.
- resistenza anticondensa
- luce interna
- divisori capacitivi

Livello Progetto: Autorizzativo	Nome Volume IMPIANTI ELETTRICI - RELAZIONE TECNICA	N. Volume 500-23 PERT01 Rev0
File: 500-23 PERT01 Rev0.doc	Cliente / Progetto JUWI ENERGIE RINNOVABILI SRL IMPIANTO FOTOVOLTAICO	Pag. 14 di 42

Collaudo in officina

Il collaudo finale in officina deve prevedere le prove seguenti, secondo quanto prescritto dalle norme CEI EN 60298

prove di tensione applicata dei circuiti principali e ausiliari

misura della resistenza dei circuiti principali

prova di funzionamento meccanico

controllo visivo e dimensionale

prove di funzionamento dei dispositivi ausiliari elettrici

verifica della corretta esecuzione del cablaggio

verifica dello spessore della verniciatura

Dovranno inoltre essere forniti i rapporti di prova CESI, relativo alle prove di tenuta alle correnti di picco e alle correnti di breve durata sul circuito principale e di protezione e relativo alle prove dielettriche, eseguiti su un prototipo.

Documenti rilasciati alla consegna

modulo di collaudo

dichiarazione di conformità

documentazione tecnica relativa alle apparecchiature montate

disegno finale.

5.2 Trasformatore 800V

La trasformazione della tensione degli inverter sarà effettuata con un trasformatore 15/0.8 kV a doppio secondario: due secondari da 1750 kVA.

Il trasformatore sarà del tipo a secco, con avvolgimenti inglobati in resina, protetti individualmente da grigliato metallico con grado di protezione IPXXB.

Avvolgimenti di bassa tensione realizzati in un'unica lastra di alluminio con materiale isolante preimpregnato in classe F, sottoposta a trattamento termico di polimerizzazione.

Avvolgimento di MT realizzato in nastro di alluminio inglobato in resina.

Livello Progetto: Autorizzativo	Nome Volume IMPIANTI ELETTRICI - RELAZIONE TECNICA	N. Volume 500-23 PERT01 Rev0
File: 500-23 PERT01 Rev0.doc	Cliente / Progetto JUWI ENERGIE RINNOVABILI SRL IMPIANTO FOTOVOLTAICO	Pag. 15 di 42

Nucleo magnetico realizzato con lamierino al silicio a grani orientati laminato a freddo, a basse perdite specifiche.

Il trasformatore sarà dotato dei seguenti accessori:

- carrello con ruote orientabili;
- golfari per il sollevamento;
- attacchi per il traino;
- morsetto di terra;
- isolatori BT;
- piastre di connessione MT e BT;
- n. 3 termosonde PT 100 con centralina di controllo temperatura;
- scatola per connessione ausiliari;
- morsettiera per la regolazione della tensione.

Caratteristiche elettriche trasformatore:

Potenza nominale	3500 kVA
Tensione primaria	15 kV
Regolazione	$\pm 2 \times 2,5\%$
Classe di isolamento	24 kV
Tensione secondaria	800 V
Frequenza	50 Hz
Gruppo vettoriale	Dyn11
Vcc%	6,6%
Classe di sovratemperatura	F
Grado di protezione	IP00
Conduttore	Al/Al

Il trasformatore sarà dotato di sensori termici atti a fornire una prima soglia di allarme per l'attivazione delle ventole ed una seconda che provoca lo sgancio, affinché la temperatura

Livello Progetto: Autorizzativo	Nome Volume IMPIANTI ELETTRICI - RELAZIONE TECNICA	N. Volume 500-23 PERT01 Rev0
File: 500-23 PERT01 Rev0.doc	Cliente / Progetto JUWI ENERGIE RINNOVABILI SRL IMPIANTO FOTOVOLTAICO	Pag. 16 di 42

degli avvolgimenti non ecceda i valori stabili della classe di isolamento. Esso sarà fornito di una centralina termometrica, a 4 soglie di intervento, collegata a delle termoresistenze PT 100 inglobate negli avvolgimenti di B.T e in corrispondenza del pacco magnetico.

La prima soglia di allarme, di norma a 90°C, attiverà in parallelo al comando del termostato la ventilazione meccanica; la seconda soglia di allarme, previa verifica con il costruttore, sarà impostata a 120°C e dovrà generare un allarme al sistema di supervisione; la terza soglia di allarme sarà impostata a 135 °C comporterà l'apertura delle protezioni.

Il trasformatore sarà individuato con la caratteristica E2 (resistente all'umidità e all'inquinamento atmosferico), C2 (resistente alle variazioni climatiche), F1 (autoestinguente con bassa emissione di fumi), e a bassissime perdite (**categoria A₀A_k**) secondo le norme CEI EN 50541-1 e CEI EN 60076-1.

5.3 Trasformatore ausiliari 400V

Nella cabina di ricezione verrà installato un trasformatore 15/0.4 kV da 100 kVA per l'alimentazione dei servizi ausiliari dell'impianto.

I trasformatori saranno del tipo a secco, con avvolgimenti inglobati in resina, protetti individualmente da grigliato metallico con grado di protezione IPXXB.

Avvolgimenti di bassa tensione realizzati in un'unica lastra di alluminio con materiale isolante preimpregnato in classe F, sottoposta a trattamento termico di polimerizzazione.

Avvolgimento di MT realizzato in nastro di alluminio inglobato in resina.

Nucleo magnetico realizzato con lamierino al silicio a grani orientati laminato a freddo, a basse perdite specifiche.

I trasformatori saranno dotati dei seguenti accessori:

Livello Progetto: Autorizzativo	Nome Volume IMPIANTI ELETTRICI - RELAZIONE TECNICA	N. Volume 500-23 PERT01 Rev0
File: 500-23 PERT01 Rev0.doc	Cliente / Progetto JUWI ENERGIE RINNOVABILI SRL IMPIANTO FOTOVOLTAICO	Pag. 17 di 42

- carrello con ruote orientabili;
- golfari per il sollevamento;
- attacchi per il traino;
- morsetto di terra;
- isolatori BT;
- piastre di connessione MT e BT;
- n. 3 termosonde PT 100 con centralina di controllo temperatura;
- scatola per connessione ausiliari;
- morsettiera per la regolazione della tensione.

Caratteristiche elettriche:

Potenza nominale	100 kVA
Tensione primaria	15 kV
Regolazione	$\pm 2 \times 2,5\%$
Classe di isolamento	24 kV
Tensione secondaria	400 V
Frequenza	50 Hz
Gruppo vettoriale	Dyn11
Vcc%	6%
Classe di sovratemperatura	F
Grado di protezione	IP00
Conduttore	Al/Al

Il trasformatore sarà dotato di sensori termici atti a fornire una prima soglia di allarme per l'attivazione delle ventole ed una seconda che provoca lo sgancio, affinché la temperatura degli avvolgimenti non ecceda i valori stabili della classe di isolamento. Esso sarà fornito completo di una centralina termometrica, a 4 soglie di intervento, collegata a delle termoresistenze PT 100 inglobate negli avvolgimenti di B.T e in corrispondenza del pacco magnetico.

Livello Progetto: Autorizzativo	Nome Volume IMPIANTI ELETTRICI - RELAZIONE TECNICA	N. Volume 500-23 PERT01 Rev0
File: 500-23 PERT01 Rev0.doc	Cliente / Progetto JUWI ENERGIE RINNOVABILI SRL IMPIANTO FOTOVOLTAICO	Pag. 18 di 42

La prima soglia di allarme, di norma a 90°C, attiverà in parallelo al comando del termostato la ventilazione meccanica; la seconda soglia di allarme, previa verifica con il costruttore, sarà impostata a 120°C e dovrà generare un allarme al sistema di supervisione; la terza soglia di allarme sarà impostata a 135 °C comporterà l'apertura delle protezioni.

Il trasformatore sarà individuato con la caratteristica E2 (resistente all'umidità e all'inquinamento atmosferico), C2 (resistente alle variazioni climatiche), F1 (autoestinguente con bassa emissione di fumi), e a bassissime perdite (**categoria A₀A_k**) secondo le norme CEI EN 50541-1 e CEI EN 60076-1.

5.4 Quadro generale BT

Il quadro generale di bassa tensione sarà di tipo a scomparti modulari, completamente segregati (forma 3b norme CEI 17-113 e CEI 17-114), comprendente i sistemi di sbarre, gli interruttori generali, gli interruttori di arrivo e di partenza verso i quadri secondari ed i congiuntori di sbarra. La struttura di ciascuno scomparto dovrà essere di tipo autoportante in profilati di lamiera di acciaio dallo spessore minimo di 25/10 mm.

I pannelli e le porte saranno in lamiera pressopiegata dello spessore minimo di 20/10 mm (15/10 per i setti di separazione tra uno scomparto e l'altro).

L'accesso al quadro elettrico sarà possibile solo dal fronte, dove troveranno posto le apparecchiature e saranno accessibili i terminali di collegamento dei cavi.

Il grado di protezione a portelle chiuse sarà IP 3X. La struttura metallica sarà trattata e verniciata secondo il ciclo descritto nelle specifiche tecniche allegate. Sul fronte del quadro dovrà essere indicato, a mezzo serigrafia o sistema adesivo, lo schema generale. Tutti gli interruttori saranno di tipo rimovibile con attrezzo fino a 400 A ed estraibili se di taglie superiori.

Tutti gli interruttori saranno dotati di relè elettronico a microprocessore con funzione di protezione e di misura delle principali grandezze elettriche (tensione, corrente, potenza energia, frequenza, fattore di potenza). Tutte le misure faranno capo ad una centralina mediante bus di comunicazione con protocollo internazionale (Modbus, Profibus, ecc.).

Ogni colonna avrà una propria sbarra verticale di alimentazione. Tutti gli interruttori saranno alimentati solo dai morsetti di testa. Ogni interruttore di macchina sarà

Livello Progetto: Autorizzativo	Nome Volume IMPIANTI ELETTRICI - RELAZIONE TECNICA	N. Volume 500-23 PERT01 Rev0
File: 500-23 PERT01 Rev0.doc	Cliente / Progetto JUWI ENERGIE RINNOVABILI SRL IMPIANTO FOTOVOLTAICO	Pag. 19 di 42

interbloccato con le relative protezioni di M.T.: l'apertura dei generali di B.T. comporterà l'apertura per trascinamento dei generali di M.T.

Il quadro e le apparecchiature installate saranno dimensionati con le seguenti caratteristiche:

- tensione concatenata d'alimentazione : 400 V
- tensione circuiti ausiliari : 230 Vac
- tensione isolamento : 660 V
- tensione di prova a frequenza industriale per 1 min.: 2500 V
- frequenza : 50 Hz
- corrente di c.to c.to nominale di dimensionamento:
 - corrente di breve durata, per 1 sec : 15 kA
- potere d'interruzione degli interruttori a 400 V 3F
 - secondo CEI EN 60947-2 Ics : 15 kA

rispondenza normative:

- quadro : CEI 17-113/1
CEI 17-114/1
- interruttori : CEI EN 60947-2
- protezione meccanica della parti attive:
 - esterna : IP 31
 - interno : IP 20

5.5 Quadro servizi ausiliari di cabina

Nelle cabine di ricezione e trasformazione saranno installati i quadri elettrici per i servizi ausiliari di cabina. Nella carpenteria troveranno posto l'alimentatore a 230 Vac del tipo "con riserva di carica", con relative batterie (del tipo ermetico al piombo) e sistema di carica batterie e le apparecchiature di protezione per le linee di alimentazione dei servizi ausiliari dalla cabina

Il quadro dovrà garantire l'effettuazione di n° 10 manovre di tutti gli interruttori e

Livello Progetto: Autorizzativo	Nome Volume IMPIANTI ELETTRICI - RELAZIONE TECNICA	N. Volume 500-23 PERT01 Rev0
File: 500-23 PERT01 Rev0.doc	Cliente / Progetto JUWI ENERGIE RINNOVABILI SRL IMPIANTO FOTOVOLTAICO	Pag. 20 di 42

dispositivi comandabili essenziali, anche in caso di mancanza di alimentazione primaria e garantire l'alimentazione di tutte le segnalazioni e relè per almeno 24 ore, dopo la manovra di cui sopra.

5.6 Impianto di terra

Il sistema di collegamento a terra dell'impianto sarà il TN-S (neutro e masse dell'impianto collegate allo stesso dispersore; separazione tra i conduttori di protezione e i conduttori di neutro).

La rete generale sarà unica per tutto il complesso e sarà incrementata con:

- dispersori intenzionali costituiti da: corde di rame nudo, sezione 35 mm^2 , interrate ad anello attorno al complesso aziendale, ad una profondità di circa 50-60 cm;
- picchetti a croce in acciaio zincato, lunghezza 1,5 m, spessore 5 mm, dimensione trasversale 50 mm, ai quattro angoli della cabina di consegna;
- dispersori di fatto, realizzati mediante collegamento alle strutture dei pannelli;
- collettori generali di terra: sbarra di rame per il collegamento fra dispersore, rete dei conduttori di protezione e conduttori equipotenziali; i morsetti saranno in posizione accessibile; apribili, per permettere le verifiche, ma solo mediante attrezzo;
- conduttori di protezione PE: conduttori isolati, con guaina di colore giallo-verde, posati lungo gli stessi percorsi dei conduttori di energia, aventi la funzione di collegare tutte le masse dell'impianto elettrico - sempre distinti dai conduttori di neutro;
- conduttori equipotenziali: conduttori isolati, con guaina di colore giallo-verde per il collegamento all'impianto di terra di tutte le masse estranee. Essi si distingueranno in: conduttori principali, utilizzati per collegare ai collettori di terra le masse estranee all'ingresso dei fabbricati (sezione 25 mm^2); conduttori supplementari, utilizzati per collegare masse estranee fra loro e ai conduttori di protezione per la realizzazione dell'equipotenzialità locale (sezione 6 mm^2).

Livello Progetto: Autorizzativo	Nome Volume IMPIANTI ELETTRICI - RELAZIONE TECNICA	N. Volume 500-23 PERT01 Rev0
File: 500-23 PERT01 Rev0.doc	Cliente / Progetto JUWI ENERGIE RINNOVABILI SRL IMPIANTO FOTOVOLTAICO	Pag. 21 di 42

5.7 Sganci di emergenza

All' esterno della cabina di trasformazione sono previsti i seguenti pulsanti di sgancio dell'energia elettrica che agiranno su bobine del tipo "a lancio di corrente".

- n. 1 che agirà sul quadro di media tensione;

All' esterno della cabina di ricezione sono previsti i seguenti pulsanti di sgancio dell'energia elettrica che agiranno su bobine del tipo "a lancio di corrente".

- n. 1 che agirà sul generale quadro di media tensione;

6 Configurazione impianto fotovoltaico

L'impianto fotovoltaico è stato dimensionato utilizzando pannelli Tiger Neo N-type 78HL4-BDV 605-625 Watt da 625 Wp e inverter SUNGROW – SG320HX da 320 kW.

Tali modelli non sono vincolanti, e non è da escludersi che in fase costruttiva possano variare con altri modelli con caratteristiche analoghe.

I pannelli saranno divisi come di seguito riportato per gli inverter:

n° inverter	n° pannelli	potenza pannelli
1	660	412,5
2	660	412,5
3	660	412,5
4	660	412,5
5	660	412,5
6	660	412,5
7	660	412,5
8	660	412,5
9	660	412,5
10	660	412,5
11	660	412,5
12	660	412,5
13	660	412,5
14	660	412,5
15	660	412,5
16	660	412,5

Livello Progetto: Autorizzativo	Nome Volume IMPIANTI ELETTRICI - RELAZIONE TECNICA	N. Volume 500-23 PERT01 Rev0
File: 500-23 PERT01 Rev0.doc	Cliente / Progetto JUWI ENERGIE RINNOVABILI SRL IMPIANTO FOTOVOLTAICO	Pag. 22 di 42

17	660	412,5
18	660	412,5
19	660	412,5
20	594	371,25
tot	13134	8208,75

Le stringhe saranno così composte:

Per gli inverter con 660 pannelli:

		PANNELLI	POTENZA
INVERTER 660 kW	MPPT1	STRINGA 1	22 13,75
		STRINGA 2	22 13,75
	MPPT2	STRINGA 1	22 13,75
		STRINGA 2	22 13,75
	MPPT3	STRINGA 1	22 13,75
		STRINGA 2	22 13,75
	MPPT4	STRINGA 1	22 13,75
		STRINGA 2	22 13,75
	MPPT5	STRINGA 1	22 13,75
		STRINGA 2	22 13,75
	MPPT6	STRINGA 1	22 13,75
		STRINGA 2	22 13,75
	MPPT7	STRINGA 1	22 13,75
		STRINGA 2	22 13,75
	MPPT8	STRINGA 1	22 13,75
		STRINGA 2	22 13,75
	MPPT9	STRINGA 1	22 13,75
		STRINGA 2	22 13,75
	MPPT10	STRINGA 1	22 13,75
		STRINGA 2	22 13,75
	MPPT11	STRINGA 1	22 13,75
		STRINGA 2	22 13,75
	MPPT12	STRINGA 1	22 13,75
		STRINGA 2	22 13,75
	MPPT13	STRINGA 1	22 13,75
		STRINGA 2	22 13,75
	MPPT14	STRINGA 1	22 13,75
		STRINGA 2	22 13,75

Livello Progetto: Autorizzativo	Nome Volume IMPIANTI ELETTRICI - RELAZIONE TECNICA	N. Volume 500-23 PERT01 Rev0
File: 500-23 PERT01 Rev0.doc	Cliente / Progetto JUWI ENERGIE RINNOVABILI SRL IMPIANTO FOTOVOLTAICO	Pag. 23 di 42

MPPT15	STRINGA 1	22	13,75
	STRINGA 2		0
MPPT16	STRINGA 1	22	13,75
	STRINGA 2		0
TOT		660	412,5

Per gli inverter con 594 pannelli:

		PANNELLI		POTENZA	
INVERTER 660 kW	MPPT1	STRINGA 1	22	13,75	
		STRINGA 2	22	13,75	
	MPPT2	STRINGA 1	22	13,75	
		STRINGA 2	22	13,75	
	MPPT3	STRINGA 1	22	13,75	
		STRINGA 2	22	13,75	
	MPPT4	STRINGA 1	22	13,75	
		STRINGA 2	22	13,75	
	MPPT5	STRINGA 1	22	13,75	
		STRINGA 2	22	13,75	
	MPPT6	STRINGA 1	22	13,75	
		STRINGA 2	22	13,75	
	MPPT7	STRINGA 1	22	13,75	
		STRINGA 2	22	13,75	
	MPPT8	STRINGA 1	22	13,75	
		STRINGA 2	22	13,75	
	MPPT9	STRINGA 1	22	13,75	
		STRINGA 2	22	13,75	
	MPPT10	STRINGA 1	22	13,75	
		STRINGA 2	22	13,75	
	MPPT11	STRINGA 1	22	13,75	
		STRINGA 2	22	13,75	
	MPPT12	STRINGA 1	22	13,75	
		STRINGA 2		0	
	MPPT13	STRINGA 1	22	13,75	
		STRINGA 2		0	
	MPPT14	STRINGA 1	22	13,75	
		STRINGA 2		0	

Livello Progetto: Autorizzativo	Nome Volume IMPIANTI ELETTRICI - RELAZIONE TECNICA	N. Volume 500-23 PERT01 Rev0
File: 500-23 PERT01 Rev0.doc	Cliente / Progetto JUWI ENERGIE RINNOVABILI SRL IMPIANTO FOTOVOLTAICO	Pag. 24 di 42

MPPT15	STRINGA 1	22	13,75
	STRINGA 2		0
MPPT16	STRINGA 1	22	13,75
	STRINGA 2		0
TOT		594	371,25

6.1 Pannelli fotovoltaici

L'impianto sarà costituito da n° 13134 pannelli solari fotovoltaici in silicio monocristallino di potenza pari a 625 Wp.

I pannelli saranno posati su appositi inseguitori est-ovest ancorati al terreno con appositi pali di sostegno .

Questi sono collegati tra di loro in serie per formare le stringhe che saranno poi poste tra di loro in parallelo .

Si allegano le schede tecniche dei pannelli utilizzati.

6.2 Inverter

L'impianto sarà costituito da 20 inverter da 320 kW, per un totale di 6400 kW.

I 20 inverter saranno collegati alle cabine di trasformazione.

Essi saranno installati sulle strutture di supporto dei moduli, mediante appositi staffaggi, e saranno collegati ai quadri generali di bassa tensione mediante cavi posati in cavidotti interrati.

Si allegano le schede tecniche degli inverter utilizzati.

7 Controllore Centrale di Impianto (CCI)

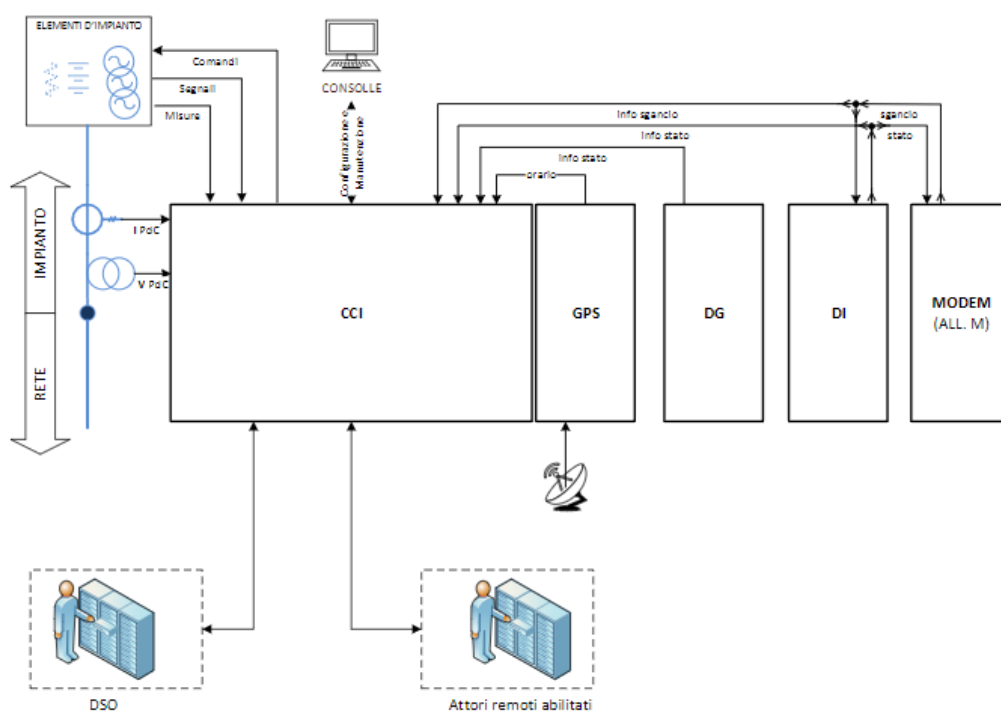
Poiché la potenza dell'impianto supera 1 MW è necessaria l'installazione del Controllore Centrale di Impianto, in conformità alla CEI 0-16.

Livello Progetto: Autorizzativo	Nome Volume IMPIANTI ELETTRICI - RELAZIONE TECNICA	N. Volume 500-23 PERT01 Rev0
File: 500-23 PERT01 Rev0.doc	Cliente / Progetto JUWI ENERGIE RINNOVABILI SRL IMPIANTO FOTOVOLTAICO	Pag. 25 di 42

Il CCI dovrà essere in grado di ottemperare alle funzioni richieste dalla norma CEI 0-16, ovvero:

- coordinare il funzionamento dei diversi elementi costituenti l'impianto affinché l'impianto stesso operi, nel suo complesso, in maniera da soddisfare sia le richieste del DSO al punto di connessione con la rete elettrica sia quelle di eventuali ulteriori operatori (regolazione e controllo);
- raccogliere dall'impianto informazioni utili al fine della “osservabilità” della rete e convogliarle verso il DSO (scambio dati)

Di seguito si riporta schema a blocchi di funzionamento del CCI:



Livello Progetto: Autorizzativo	Nome Volume IMPIANTI ELETTRICI - RELAZIONE TECNICA	N. Volume 500-23 PERT01 Rev0
File: 500-23 PERT01 Rev0.doc	Cliente / Progetto JUWI ENERGIE RINNOVABILI SRL IMPIANTO FOTOVOLTAICO	Pag. 26 di 42

Il CCI sarà in grado di:

- Rilevare lo stato del DG;
- Rilevare le misure di tensione e corrente sul punto di consegna;
- Rilevare lo stato dei Dispositivi di Interfaccia;
- Rilevare le misure di tensione e corrente per gli inverter di potenza nominale ≥ 170 kW.

8 Valutazione compatibilità elettromagnetica

8.1 Quadro normativo

Con l'entrata in vigore del DPCM 8 luglio 2003 e del DM 29 maggio 2008 sono state abrogate le leggi regionali in contrasto con la normativa nazionale

La legge DPCM del 8 luglio 2003 recante "Fissazione dei limiti di esposizione, dei limiti di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici della frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti" modifica sostanzialmente la precedente regolamentazione sulla tutela delle esposizioni a campi magnetici generati da elettrodotti.

In particolare l'art. 3 (limiti di esposizione e valori di attenzione) dispone che nel caso di esposizione a campi elettrici e magnetici alla frequenza di 50 Hz generati da elettrodotti, non deve essere superato il limite di esposizione di 100 microTesla per l'induzione magnetica e 5 kV/m per il campo elettrico, intesi come valori efficaci.

Inoltre, a titolo di misura di cautela per la protezione da possibili effetti a lungo termine, eventualmente connessi con l'esposizione ai campi magnetici generati alla frequenza di rete (50 Hz), nelle aree gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei

Livello Progetto: Autorizzativo	Nome Volume IMPIANTI ELETTRICI - RELAZIONE TECNICA	N. Volume 500-23 PERT01 Rev0
File: 500-23 PERT01 Rev0.doc	Cliente / Progetto JUWI ENERGIE RINNOVABILI SRL IMPIANTO FOTOVOLTAICO	Pag. 27 di 42

luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere, si assume per l'induzione magnetica il valore di attenzione di 10 microTesla, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.

La tutela particolare dei luoghi caratterizzati da alta permanenza è ribadita nell'art. 4 (obiettivi di qualità), in cui è disposto che nella progettazione di nuovi elettrodotti in corrispondenza di aree gioco per l'infanzia, di ambienti abitativi, di ambienti scolastici e di luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore e nella progettazione dei nuovi insediamenti e delle nuove aree di cui sopra in prossimità di linee ed installazioni elettriche già presenti nel territorio, ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione ai campi elettrici e magnetici generati dagli elettrodotti operanti alla frequenza di 50 Hz, è fissato l'obiettivo di qualità di 3 microTesla per il valore dell'induzione magnetica, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio

Con il DM del 29 maggio 2008, direttiva inerente il DPCM del 8 luglio 2003, sono state definite le nuove metodologie di calcolo, e si applicano agli elettrodotti esistenti o in progetto, con linee aeree o interrate. Sono escluse dall'applicazione della metodologia:

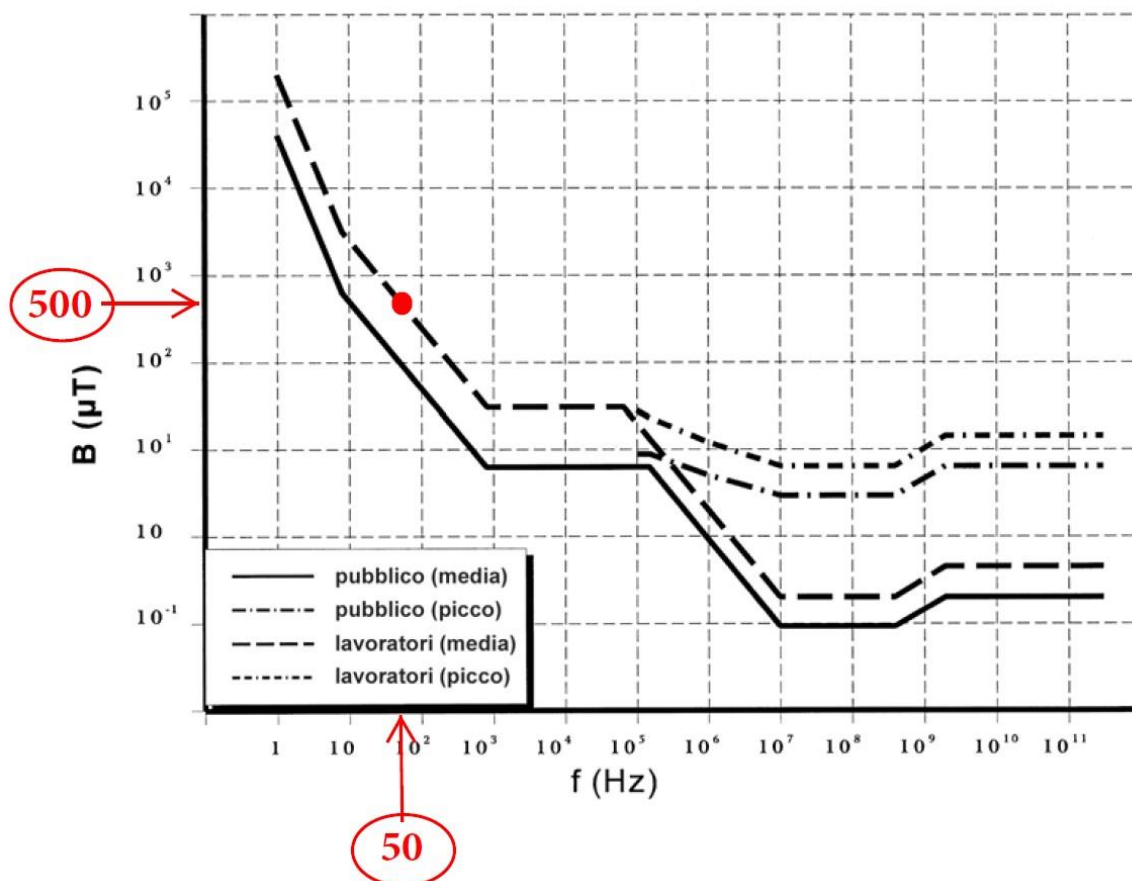
- le linee esercite a frequenze diverse da quelle di rete (50 Hz);
- le linee definite di classe zero secondo il decreto interministeriale 21/03/88 n. 449;
- le linee definite di classe prima secondo il decreto interministeriale 21/03/88 n. 449;
- le linee di MT in cavo cordato ad elica (interrate o aeree).

La protezione dei lavoratori dai campi elettromagnetici è oggetto del DLgs 81/08, in vigore dal 15 maggio 2008.

Nell'ambito della valutazione del rischio dovuto ai campi elettromagnetici, che il datore di lavoro deve effettuare secondo quanto previsto dagli articoli 17, 28 e 181 del suddetto decreto, riguardo alla figura del lavoratore, dev'essere considerato, per il campo magnetico

Livello Progetto: Autorizzativo	Nome Volume IMPIANTI ELETTRICI - RELAZIONE TECNICA	N. Volume 500-23 PERT01 Rev0
File: 500-23 PERT01 Rev0.doc	Cliente / Progetto JUWI ENERGIE RINNOVABILI SRL IMPIANTO FOTOVOLTAICO	Pag. 28 di 42

a 50Hz, il limite di 500 microTesla previsto dalle linee guida ICNRIP (Commissione Internazionale per la Protezione dalle Radiazioni Non Ionizzanti).



8.2 Esposizione a campi magnetici cabina di consegna – Locale utente

Nel caso particolare del progetto trattato, si evidenziano le seguenti condizioni:

- presenza di luoghi di lavoro caratterizzati da bassa permanenza (<4 h);
- n. 1 trasformatore 15/0.4 kVA di Potenza pari a 100 kVA;
- cabina elettrica di nuova costruzione in rispetto delle indicazioni fornite dal gestore in funzione delle attuali tecnologie disponibili;
- impianto progettato e realizzato in rispetto delle norme di buona tecnica e utilizzando componentistica dotata di marcatura di conformità CE.

Livello Progetto: Autorizzativo	Nome Volume IMPIANTI ELETTRICI - RELAZIONE TECNICA	N. Volume 500-23 PERT01 Rev0
File: 500-23 PERT01 Rev0.doc	Cliente / Progetto JUWI ENERGIE RINNOVABILI SRL IMPIANTO FOTOVOLTAICO	Pag. 29 di 42

In considerazione di quanto riportato, e dei dati bibliografici disponibili in merito alle emissioni provenienti da trasformatori e da cabine elettriche realizzate in cemento armato, si garantisce il rispetto del limite ammesso pari a 10 microTesla e si ritiene plausibile prospettare valori comparabili agli obiettivi di qualità.

Poiché il campo elettrico in media tensione è notevolmente inferiore a 5 kV/m, imposto dalla normativa, nella presente relazione ci si limita al calcolo dell'induzione magnetica del trasformatore, sicuramente l'unica apparecchiatura che può presentare criticità.

L'induzione magnetica decresce in funzione della distanza dal trasformatore secondo la seguente formula:

$$B = \frac{U_{cc} \cdot S}{6 \cdot A^2} \cdot 10^{-3}$$

Dove:

B = induzione magnetica (microTesla)

$U_{cc} = 6\%$ è la tensione di corto circuito del trasformatore

S = 100 kVA è la Potenza apparente nominale del trasformatore

A = distanza dal trasformatore (m)

Andando a valutare la distanza limite per il rispetto dei 3 μ Tesla (obiettivo di Qualità), si ottengono 2,6 m di fascia di rispetto entro la quale non si deve avere permanenza di persone per più di 4 ore.

Livello Progetto: Autorizzativo	Nome Volume IMPIANTI ELETTRICI - RELAZIONE TECNICA	N. Volume 500-23 PERT01 Rev0
File: 500-23 PERT01 Rev0.doc	Cliente / Progetto JUWI ENERGIE RINNOVABILI SRL IMPIANTO FOTOVOLTAICO	Pag. 30 di 42

8.3 Esposizione a campi magnetici cabina di consegna – Locale distributore

Nel caso particolare del progetto trattato, si evidenziano le seguenti condizioni:

- presenza di luoghi di lavoro caratterizzati da bassa permanenza (<4 h);
- n. 1 trasformatore 15/0.4 kVA di Potenza pari a 630 kVA (massima potenza installabile da e-distribuzione);
- cabina elettrica di nuova costruzione in rispetto delle indicazioni fornite dal gestore in funzione delle attuali tecnologie disponibili;
- impianto progettato e realizzato in rispetto delle norme di buona tecnica e utilizzando componentistica dotata di marcatura di conformità CE.

In considerazione di quanto riportato, e dei dati bibliografici disponibili in merito alle emissioni provenienti da trasformatori e da cabine elettriche realizzate in cemento armato, si garantisce il rispetto del limite ammesso pari a 10 microTesla e si ritiene plausibile prospettare valori comparabili agli obbiettivi di qualità.

Poiché il campo elettrico in media tensione è notevolmente inferiore a 5 kV/m, imposto dalla normativa, nella presente relazione ci si limita al calcolo dell'induzione magnetica del trasformatore, sicuramente l'unica apparecchiatura che può presentare criticità.

L'induzione magnetica decresce in funzione della distanza dal trasformatore secondo la seguente formula:

$$B = \frac{U_{cc} S}{6 \sqrt{A}} \times 10^{-3}$$

Dove:

B = induzione magnetica (microTesla)

$U_{cc} = 4\%$ è la tensione di corto circuito del trasformatore

S = 630 kVA è la Potenza apparente nominale del trasformatore

A = distanza dal trasformatore (m)

Livello Progetto: Autorizzativo	Nome Volume IMPIANTI ELETTRICI - RELAZIONE TECNICA	N. Volume 500-23 PERT01 Rev0
File: 500-23 PERT01 Rev0.doc	Cliente / Progetto JUWI ENERGIE RINNOVABILI SRL IMPIANTO FOTOVOLTAICO	Pag. 31 di 42

Andando a valutare la distanza limite per il rispetto dei 3 μ Tesla (obiettivo di Qualità), si ottengono 3,15 m di fascia di rispetto entro la quale non si deve avere permanenza di persone per più di 4 ore.

8.4 Esposizione a campi magnetici cabina di trasformazione

Nel caso particolare del progetto trattato, si evidenziano le seguenti condizioni:

- presenza di luoghi di lavoro caratterizzati da bassa permanenza (<4 h);
- n. 1 trasformatore 15/0.8 kVA di Potenza pari a 3500 kVA;
- cabina elettrica di nuova costruzione in rispetto delle indicazioni fornite dal gestore in funzione delle attuali tecnologie disponibili;
- impianto progettato e realizzato in rispetto delle norme di buona tecnica e utilizzando componentistica dotata di marcatura di conformità CE.

In considerazione di quanto riportato, e dei dati bibliografici disponibili in merito alle emissioni provenienti da trasformatori e da cabine elettriche realizzate in cemento armato, si garantisce il rispetto del limite ammesso pari a 10 microTesla e si ritiene plausibile prospettare valori comparabili agli obiettivi di qualità.

Poiché il campo elettrico in media tensione è notevolmente inferiore a 5 kV/m, imposto dalla normativa, nella presente relazione ci si limita al calcolo dell'induzione magnetica del trasformatore, sicuramente l'unica apparecchiatura che può presentare criticità.

L'induzione magnetica decresce in funzione della distanza dal trasformatore secondo la seguente formula:

$$B = \frac{U_{cc} S}{6 \sqrt{A}^3}$$

Dove:

B = induzione magnetica (microTesla)

$U_{cc} = 6,6\%$ è la tensione di corto circuito del trasformatore

S = 3500 kVA è la Potenza apparente nominale del trasformatore

A = distanza dal trasformatore (m)

Livello Progetto: Autorizzativo	Nome Volume IMPIANTI ELETTRICI - RELAZIONE TECNICA	N. Volume 500-23 PERT01 Rev0
File: 500-23 PERT01 Rev0.doc	Cliente / Progetto JUWI ENERGIE RINNOVABILI SRL IMPIANTO FOTOVOLTAICO	Pag. 32 di 42

Andando a valutare la distanza limite per il rispetto dei 3 μ Tesla (obiettivo di Qualità), si ottengono 7,5 m di fascia di rispetto entro la quale non si deve avere permanenza di persone per più di 4 ore.

8.5 Conclusioni

Dai dati in possesso e dai calcoli effettuati l'installazione oggetto di analisi risulta adeguata al luogo di installazione, considerando che le cabine saranno installate in campo aperto (zona recintata) e non è prevista la permanenza di persone per più di 4 ore al giorno.

9 Misure di prevenzione e sicurezza

Le misure di prevenzione e sicurezza adottate saranno le seguenti:

- utilizzo di componenti adatti ai luoghi di installazione e dotati ove previsto del marchio IMQ o del contrassegno CE;
- protezione contro i contatti diretti attraverso isolamento delle parti attive;
- protezione contro i contatti indiretti e contro le sovracorrenti assicurata con l'utilizzo di componenti in doppio isolamento o per mezzo dell'interruzione automatica dell'alimentazione.

10 Criteri di scelta dei componenti principali

10.1 Scelta delle tubazioni

Le tubazioni usate saranno:

- tubo protettivo isolante flessibile pesante in materiale termoplastico a base di cloruro di polivinile (PVC) autoestinguente conforme secondo norma CEI EN 50086-1, marcatura IMQ;

Livello Progetto: Autorizzativo	Nome Volume IMPIANTI ELETTRICI - RELAZIONE TECNICA	N. Volume 500-23 PERT01 Rev0
File: 500-23 PERT01 Rev0.doc	Cliente / Progetto JUWI ENERGIE RINNOVABILI SRL IMPIANTO FOTOVOLTAICO	Pag. 33 di 42

- tubo isolante rigido serie pesante in materiale termoplastico a base di cloruro di polivinile (PVC) autoestinguente conforme secondo norma CEI EN 50086-1, marcatura IMQ.
- Per la distribuzione nei tratti interrati o incassati nel sottofondo di pavimenti o pareti: cavidotti di protezione isolante flessibile sezione circolare, in polietilene ad alta densità autoestinguente, conforme secondo norme CEI EN 50086-1 e CEI EN 50086-2-4, marcatura IMQ.

I tubi avranno un diametro interno non inferiore a 1,3 volte il diametro del cerchio circoscrivente il fascio dei conduttori contenuti con un minimo di 20 mm.

10.2 Scatole di derivazione

Per posa in vista su pareti o strutture, le scatole saranno in materiale plastico, di robusta costruzione, con coperchio fissato con viti o a scatto, grado di protezione IP 55 o superiore, con imbocchi con raccordi a pressione.

10.3 Vie cavi

Per le passerelle dovranno essere impiegati solo pezzi speciali dedicati. Non è ammesso l'impiego di pezzi prefabbricati in sito. L'interasse dei supporti dovrà essere non superiore a 2,5 m e comunque secondo le indicazioni del costruttore.

Le derivazioni delle tubazioni saranno eseguite esclusivamente mediante l'impiego di scatole di derivazione.

Le tubazioni interrate faranno sempre capo a pozzetti o vani d'attestamento, completi di chiusino o coperchio; per tratte particolarmente lunghe saranno inoltre previsti pozzetti rompitratta ogni 30 metri.

Livello Progetto: Autorizzativo	Nome Volume IMPIANTI ELETTRICI - RELAZIONE TECNICA	N. Volume 500-23 PERT01 Rev0
File: 500-23 PERT01 Rev0.doc	Cliente / Progetto JUWI ENERGIE RINNOVABILI SRL IMPIANTO FOTOVOLTAICO	Pag. 34 di 42

10.4 Tipi e sezioni dei conduttori

Tutti i conduttori impiegati saranno costruiti da primaria casa, rispondenti alle norme costruttive stabilite dal CEI, alle norme dimensionali stabilite dall'UNEL e dotati di marchio di qualità IMQ.

In relazione alla classificazione degli ambienti e al servizio svolto, i conduttori saranno:

- Cavi flessibili tipo FG16OR16, tensione di isolamento 450/750 V, non propagante l'incendio secondo CEI 20-22 II e UNEL 35752, non propagazione della fiamma secondo CEI 20-35, contenuta emissione di gas corrosivi in caso d'incendio CEI 20-37, usato per posa entro tubazioni a vista o incassate, per servizi energia normale con tensione non superiore a 400V e per servizi in B.T. ove i conduttori di energia e questi ultimi siano raggruppati entro la stessa conduttura.
- Cavo unipolare flessibile H1Z2Z2K, guaina isolante e di protezione in mescola reticolata senza alogeni, conduttori flessibile di rame stagnato secondo norma CEI 20-29, per trasmissione energia, tensione d'esercizio AC 0,6/1kV e DC 0,9/1kV, non propagante l'incendio, conforme CEI 20-91, usato per il collegamento dei pannelli.

Per la determinazione della portata dei cavi (I_z) in regime permanente sarà impiegata la tabella UNEL 35024/1, applicando i coefficienti di riduzione relativi alle condizioni di posa e al raggruppamento dei cavi, nelle condizioni più restrittive lungo lo sviluppo della linea, considerando una temperatura ambiente di 30°C.

Tutte le condutture saranno protette dai sovraccarichi e dai cortocircuiti, comprese quelle che alimentano eventuali utilizzatori termici o apparecchi di illuminazione. Rimangono esclusi solo i circuiti la cui interruzione potrebbe dar luogo a pericolo per le persone.

La protezione dai sovraccarichi e dai corto circuiti sarà realizzata esclusivamente con interruttori automatici rispondenti alle norme CEI 17-5 e CEI 23-3.

Livello Progetto: Autorizzativo	Nome Volume IMPIANTI ELETTRICI - RELAZIONE TECNICA	N. Volume 500-23 PERT01 Rev0
File: 500-23 PERT01 Rev0.doc	Cliente / Progetto JUWI ENERGIE RINNOVABILI SRL IMPIANTO FOTOVOLTAICO	Pag. 35 di 42

10.5 Posa dei conduttori

Si eviteranno tubazioni separate per ogni singola fase.

Sarà evitata ogni giunzione dritta sui cavi, che saranno tagliati della lunghezza adatta ad ogni singola applicazione.

Saranno eseguite giunzioni dritte solo sui cavi le cui tratte superano la pezzatura commerciale allestita dai fabbricanti.

Le giunzioni e le derivazioni saranno eseguite esclusivamente entro scatole con morsetti conformi alle norme CEI, di sezione adeguata alla sezione dei cavi e alle correnti di transito.

L'ingresso di cavi non intubati nelle cassette di derivazione o di transito sarà sempre eseguito a mezzo di appositi pressacavo.

10.6 Note installative generali

Gli impianti ed i componenti dovranno essere realizzati a regola d'arte.

Le caratteristiche degli impianti stessi, nonché dei loro componenti, dovranno rispondere alle norme di legge e di regolamenti vigenti alla data del contratto.

I conduttori saranno di primaria marca e dotati di Marchio Italiano di Qualità (ove prescritto ed esistente), rispondenti alle norme costruttive stabilite dal CEI e dall'UNEL.

Unico materiale ammesso per i conduttori sarà il rame.

L'uso di rivestimenti isolanti colorati sarà obbligatorio per consentire la rapida individuazione della funzione dei conduttori posti nelle tubazioni e/o canalizzazioni.

Opportune fascette segnacavo, poste sui quadri, nelle cassette di derivazione e nel punto di arrivo all'utenza, identificheranno il conduttore, riportando i dati identificativi del cavo e del quadro da cui proviene.

Per ogni linea attestata a morsetti entro quadri elettrici o cassette si provvederà:

- siglatura della linea sul morsetto e sul conduttore;

Livello Progetto: Autorizzativo	Nome Volume IMPIANTI ELETTRICI - RELAZIONE TECNICA	N. Volume 500-23 PERT01 Rev0
File: 500-23 PERT01 Rev0.doc	Cliente / Progetto JUWI ENERGIE RINNOVABILI SRL IMPIANTO FOTOVOLTAICO	Pag. 36 di 42

- siglatura della fase sul singolo conduttore e sul morsetto.

Tutti i materiali e gli apparecchi da utilizzare negli impianti descritti dovranno essere idonei all'ambiente in cui verranno installati; dovranno resistere alle sollecitazioni meccaniche, corrosive, termiche o dovute all'umidità, alle quali potranno essere esposte durante l'esercizio.

Indipendentemente da altre considerazioni, dove è stato previsto un impianto eseguito con un determinato grado di protezione IP, tutti i componenti dell'impianto dovranno essere racchiusi in contenitori aventi il grado di protezione richiesto; tutte le giunzioni delle tubazioni e/o dei cavi dovranno essere eseguite con idonei bocchettoni pressatubo e/o pressacavo; non sono ammesse giunzioni di altro tipo.

Tutti i cavi dovranno essere liberamente sfilabili ed essere forniti con il relativo Certificato di prova in fabbrica (controllo o accettazione).

11 Criteri di dimensionamento

11.1 Coordinamento tra sezione del cavo e dispositivo di protezione

La protezione termica al sovraccarico e la definizione della taratura del dispositivo di protezione è effettuata in base alla corrente nominale di impiego dell'utenza (I_b), alla corrente nominale di taratura del rispettivo dispositivo di protezione posto a monte (I_n) ed alla portata della linea secondo il relativo sistema di posa (I_z), in modo da soddisfare le relazioni (CEI 64-8/art. 533.2):

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_f \leq 1.45 \times I_z$$

dove I_f è la corrente convenzionale di funzionamento del dispositivo di protezione.

Livello Progetto: Autorizzativo	Nome Volume IMPIANTI ELETTRICI - RELAZIONE TECNICA	N. Volume 500-23 PERT01 Rev0
File: 500-23 PERT01 Rev0.doc	Cliente / Progetto JUWI ENERGIE RINNOVABILI SRL IMPIANTO FOTOVOLTAICO	Pag. 37 di 42

11.2 Verifica caduta di tensione

La caduta di tensione sul tratto di cavo in esame viene desunta utilizzando i valori delle tabelle UNEL 35023-70 con la formula:

$$dV = I \times dU \times L$$

dove:

dV	caduta di tensione tra fase e fase per sistemi trifase o tra fase e neutro per linee monofase [mV];
I	corrente nominale di impiego Ib [A];
L	lunghezza del cavo [m]
dU	$K (R \cos \phi + X \sin \phi)$ [mV/(A.m)]
K	coefficiente pari a 2 per linee monofasi e pari a $\sqrt{3}$ per linee trifasi
R	resistenza del cavo [Ω /km]
X	reattanza del cavo [Ω /km]
ϕ	angolo di sfasamento in radianti fra tensione e corrente.

11.3 Verifica protezione al cortocircuito

La protezione contro il corto circuito è verificata sia all'inizio sia al termine della linea e cioè in corrispondenza dei valori massimo e minimo risultanti in questi punti dell'impianto.

Il dimensionamento della linea è verificato se, in caso di cortocircuito, l'energia specifica passante (I^2t) del dispositivo di protezione è sufficiente a non arrecare danni alle caratteristiche ed alla sezione del cavo, rispettando la seguente formula:

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

Livello Progetto: Autorizzativo	Nome Volume IMPIANTI ELETTRICI - RELAZIONE TECNICA	N. Volume 500-23 PERT01 Rev0
File: 500-23 PERT01 Rev0.doc	Cliente / Progetto JUWI ENERGIE RINNOVABILI SRL IMPIANTO FOTOVOLTAICO	Pag. 38 di 42

dove:

I	corrente di corto circuito presunta nel punto considerato [A]
S	sezione della conduttura [mm ²]
t	tempo di intervento del dispositivo di protezione [s]
K	coefficiente funzione del tipo di isolamento del cavo (K = 115 per conduttori in rame isolati in PVC; K = 143 per conduttori in rame isolati in EPR o HEPR).

La corrente di corto circuito più elevata su una conduttura si ha nel caso di guasto ad inizio linea ed è solitamente dovuta a guasto trifase:

$$I_{cc3} = \frac{U}{\sqrt{3}} \frac{1}{\sqrt{R_t^2 + X_t^2}}$$

dove:

I_{cc3}	corrente di corto circuito presunta trifase [A];
U	tensione concatenata [V];
R_t	somma delle resistenze situate a monte del punto considerata [Ω];
X_t	somma delle reattanze situate a monte del punto considerato [Ω].

A tale valore di corrente occorre aggiungere il contributo al corto circuito fornito dai generatori .

Come corrente di cortocircuito minima si considera quella corrispondente ad un cortocircuito che si produce tra fase e neutro nel punto più lontano della conduttura protetta e si può calcolare con la formula seguente:

$$I_1 = \frac{0,8U_0}{1,5\rho(1+m)} \frac{L}{S}$$

Livello Progetto: Autorizzativo	Nome Volume IMPIANTI ELETTRICI - RELAZIONE TECNICA	N. Volume 500-23 PERT01 Rev0
File: 500-23 PERT01 Rev0.doc	Cliente / Progetto JUWI ENERGIE RINNOVABILI SRL IMPIANTO FOTOVOLTAICO	Pag. 39 di 42

dove:

- I_1 corrente di corto circuito presunta monofase [A];
- U_0 tensione di fase [V];
- L lunghezza della conduttura protetta [m];
- S sezione del conduttore di fase [mm²].
- ρ resistività a 20°C del materiale dei conduttori [$\Omega \frac{mm^2}{m}$]; per il rame 0,018;
- m rapporto tra la resistenza del conduttore di fase e quella del conduttore di neutro.

11.4 Verifica della protezione contro i contatti indiretti mediante interruzione dell'alimentazione (per sistema TN-S).

Le caratteristiche dei dispositivi di protezione e la resistenza dell'impianto di messa a terra devono essere tali che sia garantita la seguente condizione:

$$R_a \times I_a \leq 50 \text{ V}$$

dove:

- R_a è la somma delle resistenze del dispersore e dei conduttori di protezione, in ohm.
- I_a corrente [A] che provoca l'interruzione automatica del dispositivo di protezione.
(Quando il dispositivo di protezione è un dispositivo ad intervento differenziale, I_a è la corrente nominale differenziale I_{dn}).

Livello Progetto: Autorizzativo	Nome Volume IMPIANTI ELETTRICI - RELAZIONE TECNICA	N. Volume 500-23 PERT01 Rev0
File: 500-23 PERT01 Rev0.doc	Cliente / Progetto JUWI ENERGIE RINNOVABILI SRL IMPIANTO FOTOVOLTAICO	Pag. 40 di 42

12 Prove e verifiche

L'Appaltatore al termine della realizzazione dell'impianto e prima del collaudo dovrà eseguire e documentare tutte le prove e verifiche previste dalla norma CEI 64-8/6, seguendo le modalità previste dalla norma stessa.

In particolare:

- prova a campione di sfilabilità dei cavi;
- verifica della continuità di tutti conduttori di protezione;
- misura di isolamento dei cavi principali;
- prova di funzionamento strumentale di tutti gli interruttori differenziali;
- misura della resistenza di terra;
- controllo coordinamento delle protezioni;
- controllo dello squilibrio fra le correnti di fase (max 10%);
- controllo della sequenza delle fasi;
- Collaudo e messa in servizio del CCI.

Livello Progetto: Autorizzativo	Nome Volume IMPIANTI ELETTRICI - RELAZIONE TECNICA	N. Volume 500-23 PERT01 Rev0
File: 500-23 PERT01 Rev0.doc	Cliente / Progetto JUWI ENERGIE RINNOVABILI SRL IMPIANTO FOTOVOLTAICO	Pag. 41 di 42

13 Allegati

Si allega:

- Elaborato PE01 – Planimetria impianto;
- Elaborato PE02 – Planimetria cabine;
- Elaborato PE10 – Schema unifilare generale;
- Schede tecniche pannelli;
- Schede tecniche inverter.

Livello Progetto: Autorizzativo	Nome Volume IMPIANTI ELETTRICI - RELAZIONE TECNICA	N. Volume 500-23 PERT01 Rev0
File: 500-23 PERT01 Rev0.doc	Cliente / Progetto JUWI ENERGIE RINNOVABILI SRL IMPIANTO FOTOVOLTAICO	Pag. 42 di 42