



**Seruso S.p.a.**  
**Via Piave 89 – Verderio (LC)**

**Realizzazione impianto fotovoltaico a servizio  
dello stabilimento di via Piave 89 – Verderio (LC)**

## **PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO IMPIANTO ELETTRICO**

### **CAPITOLATO TECNICO**

**Varese, 31 gennaio 2023**  
**Rev.00**

**VARESECONTROLLI S.R.L.**  
**Ing. Stefano Castellani**



**Varesecontrolli s.r.l.**

Sede legale e amministrativa: Via Ticino 15 - 21100 Varese - tel. +39 0332 226470 - fax +39 0332 820811

Cap. Soc. €. 20.800,00 i.v. - Codice Fiscale, Partita IVA e Registro Imprese 01760160125

C.C.I.A.A. Varese REA VA – 205406

info@varesecontrolli.it

www.varesecontrolli.it

## REVISIONI DOCUMENTO

REV.	DATA	OGGETTO
00	31/01/2023	Prima emissione

File: 220928D010

Rif: SF/4914/E03

<b>1.</b>	<b>CAPITOLATO TECNICO .....</b>	<b>4</b>
<b>1.1.</b>	<b>SCOPO E LIMITI DEL PROGETTO.....</b>	<b>4</b>
<b>2.</b>	<b>CAPITOLATO TECNICO .....</b>	<b>4</b>
<b>2.1.</b>	<b>GENERALITA' .....</b>	<b>4</b>
<b>2.2.</b>	<b>NORME E LEGGI DI RIFERIMENTO.....</b>	<b>5</b>
<b>2.2.1.</b>	<b>Leggi di riferimento generali.....</b>	<b>5</b>
<b>2.2.2.</b>	<b>Norme tecniche di riferimento .....</b>	<b>5</b>
<b>2.3.</b>	<b>CRITERI GENERALI DI ESECUZIONE .....</b>	<b>10</b>
<b>2.4.</b>	<b>ONERI A CARICO DELL'INSTALLATORE.....</b>	<b>11</b>
<b>2.5.</b>	<b>IMPIANTO ELETTRICO DI CANTIERE .....</b>	<b>12</b>
<b>2.6.</b>	<b>PROVE E VERIFICHE INIZIALI .....</b>	<b>12</b>
<b>2.7.</b>	<b>COLLAUDO, DICHIARAZIONE DI CONFORMITÀ, MESSA IN FUNZIONE .....</b>	<b>13</b>
<b>2.8.</b>	<b>DOCUMENTAZIONE FINALE.....</b>	<b>14</b>
<b>2.9.</b>	<b>REQUISITI DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO.....</b>	<b>14</b>
<b>2.9.1.</b>	<b>Moduli fotovoltaici .....</b>	<b>15</b>
<b>2.9.2.</b>	<b>Ottimizzatori .....</b>	<b>15</b>
<b>2.9.3.</b>	<b>Inverter.....</b>	<b>16</b>
<b>2.9.4.</b>	<b>Sistema di protezione di interfaccia.....</b>	<b>18</b>
<b>2.9.5.</b>	<b>Dispositivo di interfaccia .....</b>	<b>19</b>
<b>2.9.6.</b>	<b>Sezionamento di emergenza.....</b>	<b>19</b>
<b>2.9.7.</b>	<b>Esecuzione dell'impianto: regole generali .....</b>	<b>20</b>
<b>2.9.8.</b>	<b>Sicurezza dell'impianto .....</b>	<b>20</b>
<b>2.9.9.</b>	<b>Criteri di scelta e posa dei componenti .....</b>	<b>21</b>
<b>2.9.10.</b>	<b>Collaudo e messa in servizio.....</b>	<b>22</b>
<b>2.10.</b>	<b>REQUISITI PRESTAZIONALI DEGLI IMPIANTI E DEI SISTEMI.....</b>	<b>24</b>
<b>2.10.1.</b>	<b>Impianto di terra e connessioni equipotenziali .....</b>	<b>24</b>
<b>2.10.2.</b>	<b>Impianto in canale portacavi metallico .....</b>	<b>24</b>
<b>2.10.3.</b>	<b>Colori dei conduttori isolati .....</b>	<b>25</b>
<b>2.11.</b>	<b>REQUISITI PRESTAZIONALI DELLE APPARECCHIATURE ELETTRICHE .....</b>	<b>26</b>
<b>2.11.1.</b>	<b>Celle di media tensione .....</b>	<b>26</b>
<b>2.11.2.</b>	<b>Trasformatore MT/BT.....</b>	<b>27</b>
<b>2.11.3.</b>	<b>Quadri elettrici di interfaccia .....</b>	<b>27</b>

## **1. CAPITOLATO TECNICO**

### **1.1. SCOPO E LIMITI DEL PROGETTO**

Il presente documento è redatto ai sensi degli articoli 23 e 24 del D.Lgs 50/16 e degli articoli 43 del DPR 207/10 e individua le prescrizioni tecniche e merceologiche che devono essere garantite nella realizzazione dell'impianto fotovoltaico a servizio dello stabilimento di Seruso Spa sito in via Piave n°89 a Verderio (LC).

Esso recepisce anche, per quanto pertinente al caso in oggetto, le indicazioni dell'articolo 3.5.13 della Guida CEI 0-2 e 2002 attualmente in vigore.

## **2. CAPITOLATO TECNICO**

### **2.1. GENERALITA'**

L'impianto elettrico in oggetto dovrà essere realizzato a regola d'arte in modo conforme con quanto previsto dalle vigenti leggi in materia con particolare riferimento alle seguenti: legge 1 marzo 1968 n° 186 e al decreto ministeriale n° 37 del 22/01/'08.

Devono essere considerate comprese nell'impianto tutte le parti menzionate nella relazione tecnica, nel computo metrico, negli schemi, nelle tabelle e nelle tavole del presente progetto.

I materiali, le apparecchiature o le opere indicati negli elaborati grafici ma non menzionati nella relazione e/o nel computo (o viceversa), la cui fornitura o esecuzione sia comunque necessaria per il completamento e l'esecuzione a regola d'arte dell'impianto o di parte di esso, dovranno essere ritenuti come compresi nella fornitura.

L'Installatore, prima di iniziare i lavori, dovrà verificare lo stato di fatto e dovrà operare utilizzando sempre disegni aggiornati in base al reale stato del cantiere.

Tutti i costi derivanti dalla modifica e/o aggiornamento del progetto e dei disegni per esigenze costruttive si intendono compensati nel prezzo di appalto.

L'installatore sarà responsabile degli errori di esecuzione derivanti dall'uso di disegni non aggiornati.

L'Installatore dovrà fornire e montare in opera tutti i materiali, le apparecchiature e gli accessori necessari per consegnare gli impianti in oggetto perfettamente funzionanti, realizzati a regola d'arte e completi in ogni parte e nel loro complesso.

Tutti i lavori dovranno essere coordinati con l'esecuzione delle eventuali altre opere e la tempistica di cantiere dovrà essere coerente con le necessità generali del cantiere.

Nessuna variazione nell'esecuzione delle opere previste potrà essere apportata dalla Impresa installatrice, senza avere ricevuto la preventiva approvazione ed autorizzazione scritta da parte della Committente.

Ogni contravvenzione alla predetta disposizione sarà a completo rischio e pericolo della Impresa installatrice che sarà tenuta a rimuovere e sostituire le opere eseguite, anche già poste in opera, qualora la Committente, non ritenesse opportuno di accettarle. In caso di accettazione l'Impresa installatrice, senza alcun aumento dei prezzi contrattuali, sarà obbligata all'esecuzione delle eventuali opere accessorie e complementari che potranno esserle richieste perché le opere eseguite corrispondano alle prescrizioni contrattuali.

Nell'esecuzione delle opere dovrà osservarsi, oltre all'assoluta precisione per quanto concerne la forma e le dimensioni, la massima cura nella lavorazione, dovendo ogni componente essere regolarmente ed uniformemente rifinito su ogni sua parte.

L'installatore dovrà impegnarsi ad eseguire a mezzo di personale qualificato i necessari sopralluoghi sul sito ove si devono svolgere i lavori in oggetto, così da verificare, con piena e completa assunzione di responsabilità, che il progetto fornito dalla Committente sia realmente eseguibile ed aggiornato.

## **2.2. NORME E LEGGI DI RIFERIMENTO**

### **2.2.1. Leggi di riferimento generali**

Legge 1 marzo 1968, n° 186 "Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici"

Decreto Ministeriale 22-01-2008 n° 37 "Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera (a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici".

Decreto legislativo 9 aprile 2008 n° 81 "Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro" integrato dal Decreto Legislativo 3 agosto 2009, n° 106

### **2.2.2. Norme tecniche di riferimento**

Si ricorda che, come previsto dalla legge 186/68 e dal D.M. n° 37 del 22/01/08 gli impianti elettrici ed elettronici in oggetto devono essere realizzati a "regola d'arte". Condizione sufficiente affinché ciò sia verificato è l'esecuzione conforme a quanto previsto dalle vigenti norme tecniche redatte dal CEI ed dall'UNI applicabili al caso in oggetto.

Si elencano di seguito le principali norme e guide che riguardano l'impianto in oggetto che riguarda un edificio ad uso industriale. Ove non indicato esplicitamente si deve far riferimento all'edizione, comprensiva di eventuali varianti, vigente alla data di stesura del progetto.

Norma 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

Norma CEI 99-2: Impianti elettrici a tensione > 1 kV c.a.

Norma CEI 99-3: Messa a terra degli impianti elettrici a tensione > 1 kV c.a.

Guida CEI 20-40 "Guida per l'uso di cavi a bassa tensione"

Guida CEI 20-67 "Guida per l'uso dei cavi 0,6/1 kV"

Tabella CEI-UNEL 35024-1 "Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua" "Portate di corrente in regime permanente per posa in aria"

Norma CEI 64-8/1 "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. Parte 1: Oggetto, scopo e principi fondamentali "

Norma CEI 64-8/2 " Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua Parte 2: Definizioni"

Norma CEI 64-8/3 "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua Parte 3: Caratteristiche generali"

Norma CEI 64-8/4 "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua Parte 4: Prescrizioni per la sicurezza"

Norma CEI 64-8/5 "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua Parte 5: Scelta ed installazione dei componenti elettrici "

Norma CEI 64-8/6 "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua Parte 6: Verifiche"

Norma CEI 64-8/7 "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua Parte 7: Ambienti ed applicazioni particolari"

Guida CEI 64-12 " Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario"

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

Norma CEI 64-18 "Effetti della corrente elettrica attraverso il corpo umano e degli animali domestici " - Aspetti generali

Norma CEI 70-1 "Gradi di protezione degli involucri (Codice IP)"

Norma CEI 70-4 " Gradi di protezione degli involucri per apparecchiature elettriche contro impatti meccanici esterni (Codice IK)."

Per ciò che riguarda le apparecchiature si citano, a titolo indicativo e non esaustivo, le seguenti norme, le cui indicazioni hanno rilevanza nell'ambito del presente progetto, rinviando anche al capitolo 1.14

Norma CEI 17-5 "Apparecchiature a bassa tensione"  
"Parte 2: Interruttori automatici"

Norma CEI 17-11 "Apparecchiatura a bassa tensione"  
"Parte 3: Interruttori di manovra, sezionatori, interruttori di manovra-sezionatori e unità combinate con fusibili"

Norma CEI 17-113 "Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT). Parte 1: Regole generali"

Norma CEI 17-114 "Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT). Parte 2 Quadri di potenza"

Norma CEI 17-116 "Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT). Parte 3 di distribuzione destinati ad essere utilizzati da persone comuni (DBO)"

Norma CEI 17-43 "Metodo per la determinazione delle sovratemperature, mediante estrapolazione, per le apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) non di serie (ANS)"

Norma CEI 17-44 "Apparecchiature a bassa tensione. Parte 1: Regole generali"

Norma CEI 17-45 "Apparecchiature a bassa tensione  
Parte 5-1: Dispositivi per circuiti di comando ed elementi di manovra - Dispositivi elettromeccanici per circuiti di comando"

Norma CEI 17-48 "Apparecchiature a bassa tensione"  
"Parte 7-1: Apparecchiature ausiliarie - Morsetti componibili per conduttori di rame"

Norma CEI 17-50 "Apparecchiature a bassa tensione. Parte 4: Contattori e avviatori. Sezione 1 – Contattori e avviatori elettromeccanici"

Norma CEI 17-62 "Apparecchiature a bassa tensione"

“Parte 7-2: Apparecchiature ausiliarie - Morsetti componibili per conduttori di protezione in rame”

Norma CEI 22-32 “Sistemi statici di continuità (UPS)”  
“Parte 1: Prescrizioni generali e di sicurezza”

Norma CEI 23-3/1: Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari”  
“Parte 1: Interruttori automatici per funzionamento in corrente alternata”

Norma CEI 23-9 “Apparecchi di comando non automatici per installazione elettrica fissa per uso domestico e similare”  
“Parte 1: Prescrizioni generali”

Norma CEI 23-12/1 “Spine e prese per uso industriale”  
“Parte 1: Prescrizioni generali”

Norma CEI 23-12/2 “Spine e prese per uso industriale”  
“Parte 2: Prescrizioni per intercambiabilità dimensionale per apparecchi con spinotti ad alveoli cilindrici”

Norma CEI 23-12/4 “Spine e prese per uso industriale”  
Parte 4: Prese fisse e mobili con interruttore, con e senza dispositivo d'interblocco

Norma CEI 23-38 “Dispositivi di connessione per circuiti a bassa tensione per usi domestici e similari”  
“Parte 2-4: Prescrizioni particolari per dispositivi di connessione a cappuccio”

Norma CEI 23-39: “Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche.  
Parte 1: Prescrizioni generali”

Norma CEI 23-44 “Interruttori differenziali con sganciatori di sovracorrente incorporati per installazioni domestiche e similari”  
“Parte 1: Prescrizioni generali”

Norma CEI 23-48 “Scatole e involucri per apparecchi elettrici per installazioni elettriche fisse per usi domestici e similari”  
“Parte 1: Prescrizioni generali”

Norma CEI 23-49 “Involucri per apparecchi per installazioni elettriche fisse per usi domestici e similari” “Parte 2: Prescrizioni particolari per involucri destinati a contenere dispositivi di protezione ed apparecchi che nell'uso ordinario dissipano una potenza non trascurabile”

Norma CEI 23-50 “Spine e prese per usi domestici e similari”  
“Parte 1: Prescrizioni generali”



Norma CEI 23-51 "Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare"

Norma CEI 23-58 "Sistemi di canali e di condotti per installazioni elettriche"  
"Parte 1: Prescrizioni generali"

Norma CEI 23-68 "Interruttori ed apparecchi similari per usi domestici"  
"Unità di contatti ausiliari"

Norma CEI 23-74 "Dimensioni delle scatole in materiale isolante, da incasso, per apparecchi elettrici per uso domestico e similare"

Norma CEI 23-79 "Indicatori luminosi per installazione elettrica fissa per uso domestico e similare"  
"Parte 1: Prescrizioni generali"

Norma CEI 23-80 "Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche"  
"Parte 1: Prescrizioni generali"

Norma CEI 23-81 "Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche"  
"Parte 21: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi rigidi e accessori"

Norma CEI 23-82 "Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche"

Norma CEI 23-93 "Sistemi di canali e di condotti per installazioni elettriche"  
"Parte 2-1: Sistemi di canali e di condotti per montaggio a parete e a soffitto"

Norma CEI 23-94 "Scatole e involucri per apparecchi elettrici per installazioni elettriche fisse per usi domestici e similari"  
Parte 22: Prescrizioni particolari per scatole e involucri di derivazione"

Norma CEI 37-1 "Scaricatori"  
"Parte 1: Scaricatori a resistori non lineari con spinterometri per sistemi a corrente alternata"

Norma CEI 37-2 "Scaricatori"  
"Parte 4: Scaricatori ad ossido metallico senza spinterometri per reti elettriche a corrente alternata"

Norma CEI 37-10 "Limitatori di sovratensioni di bassa tensione"  
"Parte 22: Limitatori di sovratensioni connessi alle reti di telecomunicazione e di trasmissione dei segnali. Scelta e principi applicativi"

Norma CEI 37-11 "Limitatori di sovratensioni di bassa tensione"  
"Parte 12: Limitatori di sovratensioni connessi a sistemi di bassa tensione - Scelta e principi di applicazione"

Per ciò che riguarda i cavi si citano, a titolo indicativo e non esaustivo, le seguenti norme, le cui indicazioni hanno rilevanza nell'ambito del presente progetto:

Norma CEI 20-19 "Cavi con isolamento reticolato con tensione nominale non superiore a 450/750 V" "Parte 1: Prescrizioni generali"

Norma CEI 20-20 "Cavi con isolamento termoplastico con tensione nominale non superiore a 450/750 V" "Parte 1: Prescrizioni generali"

Norma CEI 20-22/0 "Prove d'incendio su cavi elettrici  
"Parte 0: Prova di non propagazione dell'incendio – Generalità"

Norma CEI 20-22/2 "Prove di incendio su cavi elettrici"  
"Parte 2: Prova di non propagazione dell'incendio"

Norme CEI 20-35 "Prove di resistenza alla fiamma su cavi elettrici"

Norma CEI 20-37 "Prove sui gas emessi dai cavi elettrici in condizioni di incendio"

### **2.3. CRITERI GENERALI DI ESECUZIONE**

L'impianto dovrà essere realizzato a regola d'arte secondo le migliori tecniche in uso in base al vigente stato dell'arte.

Per realizzare impianti "a regola d'arte" è necessario che tutti i componenti utilizzati siano costruiti a regola d'arte.

In virtù di ciò tutti e i materiali e le apparecchiature installate dovranno essere conformi alle corrispondenti normative di prodotto e, ove applicabile, riportare la marcatura CE.

Tutte le parti dovranno essere conformi alla documentazione di progetto e dovranno essere realizzate con le migliori tecniche utilizzando componenti scelti tra le migliori marche esistenti in commercio.

I manufatti lavorati o semi-lavorati dovranno essere protetti sia durante il trasporto, sia nel periodo di immagazzinamento, sia a posa avvenuta fino alla consegna dell'opera finita.

Dovranno in tal senso essere adottati opportuni provvedimenti per garantire una adeguata protezione contro tutti gli agenti atmosferici prevedibili nonché contro le prevedibili sollecitazioni dannose derivanti dalle opere di cantiere (spruzzi di malta, urti meccanici, polveri, vernici, ecc...).

Le opere eseguite, dovranno rispondere alle prescrizioni del presente progetto e, rilevanti dal punto di vista estetico o funzionale, essere conformi ai campioni approvati dalla Committente.

Tutti gli apparecchi dovranno essere installati in modo da risultare facilmente accessibili in relazione alle necessità di verifica, collaudo e manutenzione dell'impianto.

## **2.4. ONERI A CARICO DELL'INSTALLATORE**

### *Generalità*

Si sottolinea che:

- il progetto deve essere considerato nella sua globalità intendendo il computo metrico come una delle sue parti; l'offerta deve comunque essere effettuata a seguito di analisi complessiva del progetto;
- i materiali, le apparecchiature o lavori indicati sui disegni ma non menzionati nel computo o viceversa, la cui fornitura o esecuzione sia implicita per una corretta e funzionale esecuzione, a completamento dell'impianto o parte di esso, si dovranno ritenere inclusi nella fornitura come fossero indicati sui disegni o specificati nel capitolato;
- nessuna pretesa di ulteriore compenso potrà essere avanzata per l'esecuzione di opere di modesta entità non espressamente descritte ma necessarie per il completamento delle opere;
- tutte le modifiche che comportino variazioni di costo rispetto a quanto pattuito con la Committente devono essere oggetto di offerta scritta da presentare alla Committente per approvazione tecnica ed economica;
- sono a carico dell'appaltatore gli oneri di verifica dimensionale degli ingombri e le campionature, come previsto dal capitolato generale;
- a termine lavori devono essere consegnati da parte dell'appaltatore tutti i disegni aggiornati dell'impianto (as-built) sia dei quadri elettrici, sia delle distribuzioni di piano, sia degli schemi verticali di potenza e di segnale.

Oltre a quanto già precisato nelle altre parti del capitolato si intendono a carico dell'Installatore gli oneri aggiuntivi derivanti dalle opere di seguito elencate.

### *Opere di carpenteria*

La Ditta Installatrice deve fornire le opere di carpenteria necessarie per la realizzazione degli impianti quali ponteggi, scale, trabattelli ed accessori ad essi relativi.

Nell'allestimento e nell'uso di tali opere devono essere poste in atto tutte le precauzioni previste dalle vigenti norme antinfortunistiche.

Tali opere dovranno essere allestite per il tempo strettamente necessario per l'esecuzione delle opere.

In caso di opere di carpenteria di dimensioni significative dovranno essere fornite adeguate garanzie di tenuta statica delle opere stesse nonché essere presi provvedimenti contro i rischi di fulminazione o di intrusione indebita da parte di terzi nel cantiere.

### *Sollevamenti delle apparecchiature*

Sono a carico dell'installatore i sollevamenti delle apparecchiature che fanno parte dei lavori oggetto dell'appalto, nonché eventuali permessi per la rilocalizzazione dei mezzi necessari.

### *Sicurezza del cantiere*

La ditta installatrice è tenuta a svolgere tutte le attività di cantiere in piena sicurezza per tutti gli operatori in modo conforme alle disposizioni del DLGS 81-08 e s.m.i.

## **2.5. IMPIANTO ELETTRICO DI CANTIERE**

Per l'esecuzione dei lavori in oggetto l'installatore è tenuto ad installare un impianto elettrico di cantiere di tipo provvisorio rispondente alle disposizioni della Norma CEI 64-8/7 sezione 704 (non soggetto ad obbligo di progetto ma ad obbligo di redazione della Dichiarazione di Conformità).

Si rammenta che tale norma, di cui si raccomanda una scrupolosa applicazione, prevede particolari provvedimenti riguardanti:

- misure di protezione contro i contatti diretti ed indiretti;
- scelta e messa in opera dei componenti;
- realizzazione delle condutture;
- modalità di installazione ed utilizzo delle apparecchiature di protezione, di sezionamento e di comando.

Si ricorda altresì che all'interno del cantiere è obbligatorio l'uso di quadri elettrici conformi alla Norma CEI EN 61439-4 (quadri di tipo ASC).

È vietato utilizzare l'impianto in corso di realizzazione prima dell'avvenuta messa in funzione. Si ricorda che in generale non devono essere eseguiti lavori su parti in tensione. Se ciò fosse assolutamente necessario occorre seguire in modo scrupoloso le disposizioni della vigente normativa CEI in materia (Norma CEI 11-27).

## **2.6. PROVE E VERIFICHE INIZIALI**

Prima del collaudo e della successiva messa in funzione dell'impianto elettrico la Ditta Installatrice dovrà obbligatoriamente effettuare le verifiche previste dalla Norma CEI 64-8/6.

Rimandando comunque a tale norma si sottolinea che risultano assolutamente necessarie almeno le seguenti verifiche e prove:

- verifica a vista della conformità dell'impianto al progetto;
- verifica a vista della corretta scelta delle apparecchiature in relazione a quanto previsto dal presente progetto e comunque in funzione delle condizioni d'uso;
- verifica a vista dell'integrità delle apparecchiature con particolare attenzione agli involucri destinati ad evitare i contatti diretti;
- verifica a vista della correttezza della scelta delle condutture nonché della taratura dei dispositivi di protezione;

- verifica a vista della presenza e funzionalità dei dispositivi di sezionamento;
- verifica a vista della corretta individuabilità dei conduttori di neutro e di protezione;
- verifica a vista della presenza di opportuni cartelli monitori ove richiesti dal progetto e comunque ove opportuni per ragioni di sicurezza;
- verifica a vista, ed eventualmente strumentale, del corretto serraggio delle connessioni;
- verifica a vista dell'accessibilità delle parti necessarie per la manutenzione con particolare riferimento ai quadri ed alle scatole di derivazione;
- prova della continuità dei conduttori di protezione secondo quanto previsto dall'articolo 612.2 della Norma CEI 64-8/6;
- misura della resistenza di isolamento dell'impianto elettrico conforme a quanto indicato nell'articolo 612.3 della Norma CEI 64-8/6;
- prova generale di funzionamento di tutte le parti;
- verifica dell'efficacia delle misure di protezione contro i contatti diretti e indiretti;
- misura della resistenza totale di terra secondo un metodo tecnicamente valido (ad esempio uno di quelli previsti nelle Appendici B e C della Norma CEI 64-8/6);
- verifica del funzionamento dei dispositivi di protezione a corrente differenziale secondo uno dei metodi proposti nell'Appendice D della Norma CEI 64-8/6.

## **2.7. COLLAUDO, DICHIARAZIONE DI CONFORMITÀ, MESSA IN FUNZIONE**

Il collaudo degli impianti è a carico della ditta installatrice. La Direzione Lavori, se nominata dal Committente, svolgerà funzioni di assistenza al collaudo.

In tal caso i tempi e i metodi di esecuzione del collaudo dovranno essere comunicati con almeno due settimane di anticipo alla Direzione Lavori (se nominata dal Committente) che avrà comunque facoltà di richiedere l'esecuzione con modalità e tempi diversi purché compatibili con i tempi di consegna previsti nel contratto.

L'installatore, oltre ad essere responsabile della perfetta manutenzione delle opere fino al collaudo, salvo i danni eventuali e il normale deperimento dovuto a colpa o ad uso di terzi, sarà tenuto ad eseguire i lavori di riparazione o modifica che in sede di collaudo saranno giudicati necessari da parte della Direzione Lavori.

La messa in funzione, se non impedita da gravi cause di forza maggiore, dovrà avvenire immediatamente dopo il collaudo, previo rilascio della Dichiarazione di Conformità secondo quanto previsto dal DM 37-08 e, per quanto riguarda l'impianto di terra, dal DPR 22/10/01 n° 462 negli ambienti per cui esso ha valore (luoghi di lavoro).

## 2.8. DOCUMENTAZIONE FINALE

Al termine dei lavori l'Impresa installatrice dovrà:

- restituire copie dei disegni dell'impianto su opportuno supporto, con indicate tutte le variazioni apportate rispetto ai disegni originali durante l'esecuzione delle opere (disegni as-built);
- fornire copia di tutta la specifica documentazione rilasciata per le apparecchiature più importanti delle Ditte costruttrici;
- presentare la documentazione prescritta dal DM 37-08 con particolare riferimento alla dichiarazione di conformità completa di tutti gli allegati obbligatori e facoltativi
- fornire i certificati di verifica e collaudo delle macchine e delle apparecchiature utilizzate nella realizzazione degli impianti, per i quali tali certificati siano richiesti dalle vigenti Norme di legge;
- rendere disponibili i libretti con le norme d'uso e manutenzione delle apparecchiature installate.

## 2.9. REQUISITI DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Le opere in oggetto comprendono la realizzazione di un impianto fotovoltaico di potenza pari a circa 888kW lato ac.

L'impianto avrà potenza superiore a 20 kW e come tale dovrà essere denunciato all'UTF.

L'istruzione delle pratiche UTF, E-DISTRIBUZIONE, GSE e TERNA-GAUDI' necessarie per la connessione in rete è a carico della proprietà ma l'installatore dovrà fornire tutta la documentazione e le informazioni tecniche di sua pertinenza necessarie affinché tali pratiche vadano a buon fine.

L'impianto in oggetto è composto principalmente da:

1. n.1890 pannelli di generazione fotovoltaica in silicio monocristallino di potenza unitaria pari a 470 W collocati sulla copertura;
2. n.7 inverter trifase da 100kW;
3. i pannelli, di cui al punto 1, saranno suddivisi in n.9 stringhe da 30 moduli ciascuna;
4. condutture ed apparecchi di protezione e comando necessari per il funzionamento e la connessione alla rete pubblica.

I pannelli fotovoltaici saranno collocati sulla copertura dello stabilimento come rilevabile dal piano di installazione (rif. tavola E01).

Gli inverter saranno collocati all'esterno dell'edificio come indicato nella tavola E01 allegata.

Tutti i materiali impiegati dovranno essere di nuova costruzione. Non è ammesso l'uso di componenti, cavi o apparecchi usati.

Tutti i materiali dovranno essere conformi alle relative norme UNI o CEI di prodotto e, ove applicabile, saranno marcati CE.

Al termine dei lavori l'impresa appaltatrice dovrà fornire:

- la dichiarazione di conformità secondo quanto previsto dal DM 37/08 sebbene l'impianto di autoproduzione di potenza superiore a 20kW non ricada nell'ambito di applicazione del DM;
- la dichiarazione di corretta installazione e funzionamento dell'impianto su modello ministeriale (PIN\_2\_4\_2018DICH\_IMP).

### 2.9.1. Moduli fotovoltaici

Per l'impianto in oggetto saranno installati moduli prodotti dalla società Jinko Solar modello JKM470N-60HL4 da 470 Wp in silicio monocristallino.

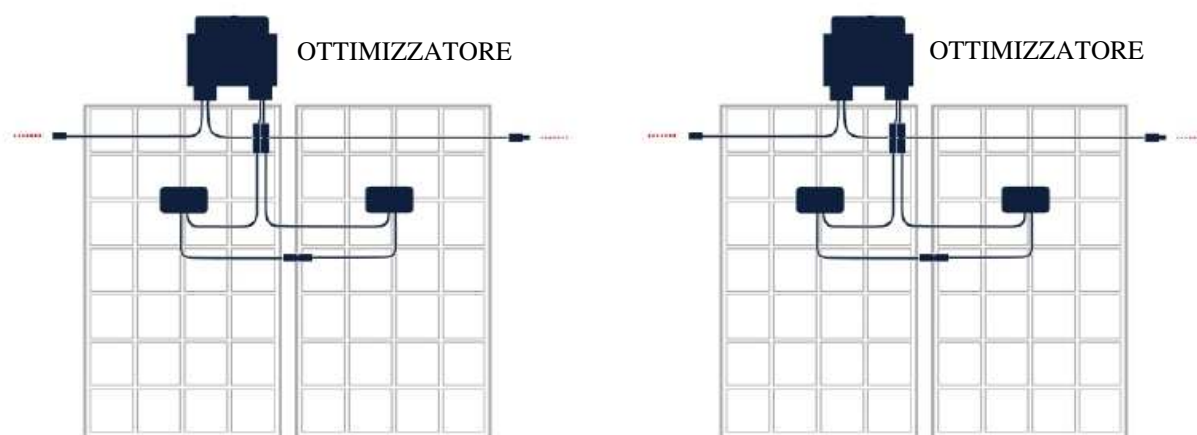
Un riepilogo delle principali caratteristiche a STC ( $A_m=1,5$  irraggiamento  $I = 1000$  W/m<sup>2</sup> e  $T_{cella} = 25$  °C) è mostrato nella tabella seguente:

Potenza nominale (massima) $P_{max}$ :	470W
Efficienza (rendimento)	21,78%
Tensione a vuoto ( $V_{oc}$ )	42,38V
Corrente di cortocircuito ( $I_{sc}$ )	14,15A
Tensione MPP ( $V_{mpp}$ )	35,05V
Corrente MPP ( $I_{mpp}$ )	13,41A
Coefficiente termico della tensione:	-0,25%/°C
Coefficiente termico della corrente:	0,046%/°C
Coefficiente termico della potenza:	-0,30%/°C
Temperatura NOCT:	45+/-2°C
Tensione massima di esercizio:	1000V
Sezione cavo di connessione:	4mm <sup>2</sup>
Isolamento:	Classe II
Dimensioni:	1134x1903x30mm
Peso	24,2kg

### 2.9.2. Ottimizzatori

Come accennato precedentemente, per rendere più efficiente l'impianto, si è previsto l'uso di ottimizzatori (rif. modello S1200, marca Solaredge).

Nel dettaglio, verrà installato un ottimizzatore per due pannelli e messi in serie per un massimo di 15 ottimizzatori per stringa.



**Immagine:** Schema indicativo collegamento in serie ottimizzatori

Si riporta di seguito dati tecnici

#### *Ingresso*

Potenza max	1200W
Tensione max	125V (Voc temperatura minima)
Corrente max	15V (Isc temperatura massima)

#### *Uscita*

Corrente max	20A
Tensione max	80V

#### *Uscita lato CA*

Dimensioni	129x155x59mm
Grado protezione	IP68
Peso	1,1kg
Efficienza max	98,8%

### 2.9.3. Inverter

Come indicato precedentemente, per la gestione dell'energia prodotta dall'impianto fotovoltaico saranno impiegati n.7 inverter marca Solaredge modello SE100K.

Le principali caratteristiche sono riassunte nella seguente tabella:

I dati tecnici degli inverter (senza trasformatore) sono:

Lato DC	
Potenza massima	175kW
Tensione massima	1000V
Corrente di ingresso massima	3 x 48,25A
Tipo di connessione DC	Connettore ad innesto rapido

Protezioni in ingresso:

Inversione di polarità	Si
------------------------	----



Protezione da sovratensione

Classe II

Controllo d'isolamento

Si

Fusibile di protezione su ogni stringa (\*)

Si

(\*) Protezione adottata in alternativa all'utilizzo dei diodi di blocco.

Lato AC

Potenza nominale

100kVA

Tensione nominale

230/400

Corrente massima

145A

Frequenza nominale

50Hz

Fattore di potenza

+/-0,8

Tipo di connessione AC

morsetti

Rendimento massimo

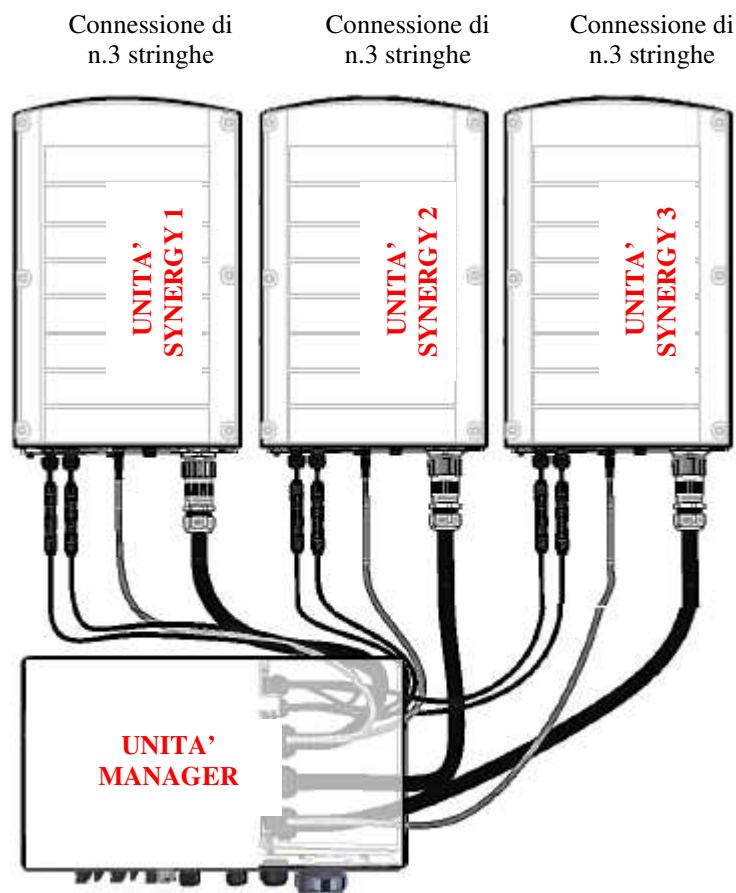
98,3%

Grado di protezione

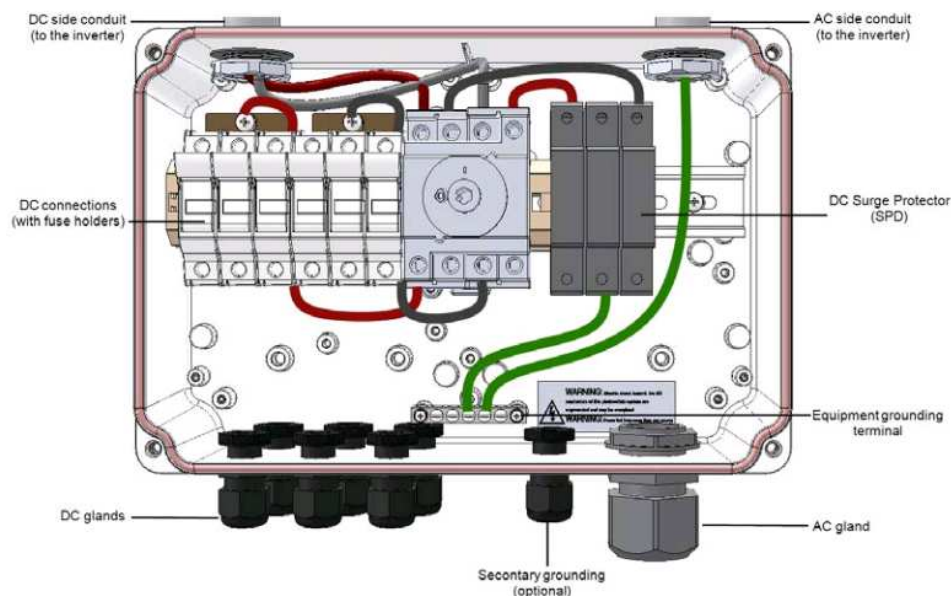
IP65

Il progetto prevede la fornitura di inverter equipaggiati con DC Safety Unit per le seguenti funzioni:

- Possibilità di sezionamento delle stringhe di pannelli sul lato DC;
- Protezione dalle sovratensioni di origine atmosferica.



**Immagine:** Particolare composizione inverter



**Immagine:** Particolare Unità Manager

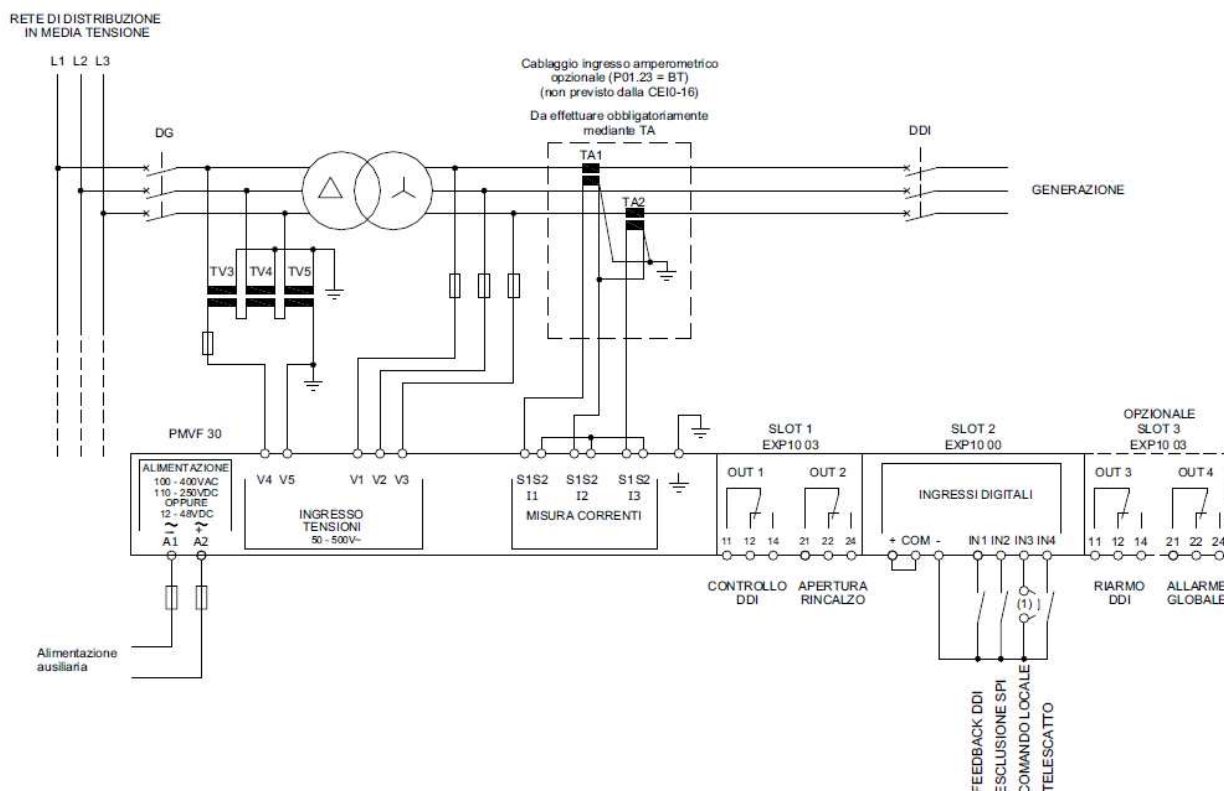
#### 2.9.4. Sistema di protezione di interfaccia

Poiché l'impianto ha potenza nominale superiore a 30 kW, ai sensi di quanto stabilito dalla Norma CEI 0-16, dovrà essere previsto un sistema di protezione di interfaccia SPI esterno (rif. modello PMVF30, marca Lovato).

Quest'ultimo e verrà installato nel quadro dell'impianto fotovoltaico.

Di seguito sono riportate le soglie di intervento di tensione e frequenza alle quali è regolato l'apparecchio secondo default di fabbrica, che corrispondono a quanto richiesto di default dalla normativa CEI 0-16 terza edizione.

Funzione	Soglia di intervento	Tempo di intervento
Massima tensione (59.S1, basata su calcolo valore efficace su 10 min).	1,10 $V_n$	3 s
Massima tensione (59.S2)	1,20 $V_n$	0,6 s
Minima tensione (27.S1)	0,85 $V_n$	1,5 s
Minima tensione (27.S2)	0,15 $V_n$	0,2 s
Massima frequenza (81>.S1)	50,2 Hz	0,15 s
Minima frequenza (81<.S1)	49,8 Hz	0,15 s
Massima frequenza (81>.S2)	51,5 Hz	1,0 s
Minima frequenza (81<.S2)	47,5 Hz	4,0 s



**Immagine:** Schema indicativo collegamento sistema di protezione di interfaccia

### 2.9.5. Dispositivo di interfaccia

Il dispositivo di interfaccia è costituito da un interruttore magnetotermico differenziale motorizzato installato nel quadro di interfaccia dell'impianto fotovoltaico.

La protezione di interfaccia e gli ausiliari dell'interruttore motorizzato sono alimentati dall'UPS di cabina 4.

La protezione di interfaccia comprende i relè 27, 59, 81, 59IND, 27DIR e 59N (massima tensione omopolare).

I segnali dei relè 27, 59, 81, 59IND, 27DIR sono derivati direttamente dalla sbarra BT del quadro di interfaccia.

Il segnale di massima tensione omopolare (relè 59N) è derivata dalla sbarra del quadro MT attraverso una cella di misura (unità funzionale).

### 2.9.6. Sezionamento di emergenza

La guida tecnica di prevenzione incendi richiede l'installazione di un pulsante generale di sgancio elettrico dell'impianto fotovoltaico.

In virtù di ciò è prevista l'installazione, in posizione prossima al quadro di parallelo degli inverter di un pulsante del tipo a fratturazione di involucro (involucro rosso segnalato da opportuno cartello) la cui pressione deve porre fuori tensione tutto l'impianto dell'autorimessa.

### 2.9.7. Esecuzione dell'impianto: regole generali

Si ricorda che l'impianto fotovoltaico deve essere realizzato in modo conforme alle indicazioni della sezione 712 della Norma CEI 64-8/7 e che devono essere seguite le indicazioni della Guida CEI 82-25.

### 2.9.8. Sicurezza dell'impianto

#### *Protezione contro i contatti diretti*

Si applicano le regole generali della Norma CEI 64-8. Si deve osservare che sul lato corrente continua l'impianto fotovoltaico raggiunge tensioni superiori a 400 V.

Tutti gli isolamenti devono pertanto essere idonei a sopportare una tensione di esercizio stazionaria pari ad almeno 500 V.

#### *Protezione contro i contatti diretti*

Sul lato c.a. si applicano le regole generali della Norma CEI 64-8.

Sul lato c.c., in base a quanto suggerito dall'articolo 712.413.2 della Norma CEI 64-8/7, si utilizza sistematicamente la protezione mediante l'uso di componenti elettrici di classe II.

I pannelli fotovoltaici dovranno dunque avere isolamento in classe II ed i cavi sul lato cc. Dovranno essere dotati di isolamento principale e guaina.

I quadri di stringa devono essere realizzati con involucri in materiale isolante in modo tale da assicurare una protezione sostanzialmente equivalente a quella dei componenti di classe II.

Ogni inverter dovrà essere in classe di isolamento II e dovrà avere dispositivo interno di protezione contro il guasto a terra tale da rendere non necessaria l'installazione di interruttori differenziali di tipo B sul lato c.a.

#### *Sezionamento*

Sul lato c.a. il sezionamento si realizza secondo le regole generali della Norma CEI 64-8 (vedere anche paragrafo 1.9.5 del presente capitolato).

Sul lato c.c. sono previsti interruttori idonei al sezionamento (in corrente continua) nei quadri di stringa collocati a monte dell'inverter, in ottemperanza a quanto richiesto dall'articolo 712.536.2.2 della Norma CEI 64-8/7. È dunque possibile separare in modo sicuro l'inverter (ovvero l'impianto utilizzatore) dal generatore fotovoltaico.

Non è invece possibile un sezionamento completo del generatore perché nelle ore diurne i pannelli, se irraggiati, presentano tensione ai capi di ciascuna stringa e tale tensione non può essere rimossa in modo semplice.

Si osserva, a titolo informativo, che ogni pannello genera tensioni a vuoto dell'ordine di 30 V e pertanto il singolo pannello non determina rischi di folgorazione.

La serie di 2 pannelli produce tensioni continue a vuoto superiori a 60 V e determina rischi di folgorazione (si ricorda che 60 V è il valore convenzionale di tensione continua al di sotto del quale si considera trascurabile il rischio di folgorazione per contatto diretto).

Gli interventi sul lato cc dell'impianto a monte dell'inverter si configurano dunque come lavori "sotto tensione" e devono essere effettuati da personale qualificato secondo le regole previste dal DLGS 81-08 e dalle Norme CEI 11-27 e 11-48.

In opportuna posizione devono essere posizionati uno o più cartelli recanti l'indicazione di presenza di impianto fotovoltaico in copertura.

#### *Protezione contro le sovracorrenti*

Sul lato c.a. si applicano le regole generali della Norma CEI 64-8 (vedere anche paragrafo 1.9.7 ed 1.9.8 del presente capitolato).

Sul lato cc i cavi non sono protetti dal sovraccarico perché hanno portata superiore ad 1,25 volte la massima corrente erogabile da ciascuna stringa, in modo conforme a quanto previsto dall'articolo 712.433 della Norma CEI 64-8/7.

#### *Protezione dalle sovratensioni*

Sul lato cc, a tutela delle apparecchiature di conversione, è prevista l'installazione di scaricatori di sovratensione le cui caratteristiche sono descritte negli elaborati grafici.

### **2.9.9. Criteri di scelta e posa dei componenti**

Tutti i componenti dell'impianto fotovoltaico devono essere scelti in modo da essere idonei alle tensioni di funzionamento previste a progetto.

Il posizionamento di tutti i componenti deve essere tale da garantire l'accessibilità ai fini della manutenzione ed ispezione.

#### *Pannelli fotovoltaici*

I moduli fotovoltaici devono essere conformi alle norme IEC 61730 e IEC 61215.

Si prevede l'installazione di pannelli fotovoltaici in silicio monocristallino con protezione esterna in vetro temperato antigrandine, telaio in alluminio anodizzato aventi le caratteristiche tecniche indicate in precedenza e negli elaborati grafici.

I pannelli devono avere classe di isolamento II.

Devono inoltre:

- assicurare un decadimento della potenza erogata non superiore al 10% in 10 anni e non superiore al 20% in 25 anni; questi dati devono essere certificati dal costruttore;
- essere dotati di connettori per la realizzazione delle connessioni serie-parallelo fra moduli.

I pannelli dovranno essere saldamente ancorati alla struttura in modo da evitare qualsiasi rischio di distacco a fronte delle sollecitazioni ambientali prevedibili (carico neve, spinta del vento, ...).

Se non previste in altra parte del progetto dovranno essere installate opportune funi di guardia per l'accesso sicuro alla copertura.

E' onere dell'installatore, eventualmente in collaborazione con l'impresa edile e, se necessario, coinvolgendo un ingegnere strutturista, la verifica statica dei sostegni dei pannelli anche nei confronti dell'azione del vento e della neve.

### *Inverter*

L'inverter deve essere marcato CE e deve rispondere alle normative di prodotto ed EMC seguenti:

EN 62109-1; EN 62109-2; EN 61000-6-3; EN61000-3-2; EN61000-3-3.

### **2.9.10. Collaudo e messa in servizio**

Prima della messa in servizio l'impianto fotovoltaico deve essere collaudato e verificato.

Si raccomanda di fare riferimento a quanto previsto dalla Guida CEI 82-25.

Oltre alle verifiche generali previste dalla Norma CEI 64-8/6 si dovranno effettuare le seguenti verifiche:

Verifica generale a vista con particolare riferimento a:

- congruità dell'impianto con il progetto;
- fissaggio dei moduli;
- idoneità di targhe e marcature;
- corretta posa dei cavi;
- integrità degli involucri.

Si dovranno effettuare almeno le seguenti prove strumentali (in opportune condizioni di irraggiamento):

- misura dei valori di tensione a vuoto;
- misura dei valori di corrente in esercizio;
- misura della potenza erogata da ciascuna stringa ed a valle dell'inverter.

Si dovrà inoltre verificare che:

- in assenza di tensione di rete l'inverter si ponga in stato di stand-by;
- il sistema di sgancio sia funzionante;
- l'inverter sia correttamente messo in esercizio ed assicuri una corretta visualizzazione locale o remota dei parametri di funzionamento.

Dovrà essere resa disponibile opportuna verbalizzazione delle prove e verifiche effettuate prima della messa in servizio.

L'impianto fotovoltaico in oggetto non beneficerà, almeno in base alle attuali norme e leggi vigenti, di particolari incentivi sulla produzione.

In ogni caso esso deve essere realizzato a perfetta regola d'arte in modo tale da garantire una producibilità allineata a quella attesa (vedere relazione tecnica).

In virtù di ciò l'Appaltatore dovrà effettuare un'opportuna prova di efficienza che attesti il rispetto delle due condizioni

a)  $P_{cc} > 0,85 * P_{nom} * I/I_{sc}$ , dove:

$P_{cc}$  e' la potenza in corrente continua misurata all'uscita del generatore fotovoltaico, con precisione migliore del  $\pm 2\%$ ;

$P_{nom}$  e' la potenza nominale del generatore fotovoltaico;  
 $I$  e' l'irraggiamento [ $W/m^2$ ] misurato sul piano dei moduli, con precisione migliore del  $\pm 3\%$   
 $I_{stc}$ , pari a  $1000 W/m^2$ , e' l'irraggiamento in condizioni di prova standard;  
Tale condizione deve essere verificata per  $I > 600 W/m^2$ .

b)  $P_{ca} > 0,9 * P_{cc}$  dove:

$P_{ca}$  e' la potenza attiva in corrente alternata misurata all'uscita del gruppo di conversione della corrente generata dai moduli fotovoltaici continua in corrente alternata, con precisione migliore del  $2\%$ .

La misura della potenza  $P_{cc}$  e della potenza  $P_{ca}$  deve essere effettuata in condizioni di irraggiamento ( $I$ ) sul piano dei moduli superiore a  $600 W/m^2$ .

Qualora nel corso di detta misura venga rilevata una temperatura di lavoro dei moduli, misurata sulla faccia posteriore dei medesimi, superiore a  $40 ^\circ C$ , e' ammessa la correzione in temperatura della potenza stessa.

In questo caso la condizione (a) precedente diventa:

a)  $P_{cc} > (1 - P_{tpv} - 0,08) * P_{nom} * I / I_{stc}$

dove  $P_{tpv}$  indica le perdite termiche del generatore fotovoltaico (desunte dai fogli di dati dei moduli), mentre tutte le altre perdite del generatore stesso (ottiche, resistive, caduta sui diodi, difetti di accoppiamento) sono tipicamente assunte pari all' $8\%$ .

Nota:

Le perdite termiche del generatore fotovoltaico  $P_{tpv}$ , nota la temperatura delle celle fotovoltaiche  $T_{cel}$ , possono essere determinate da:

$$P_{tpv} = (T_{cel} - 25) * y / 100$$

oppure, nota la temperatura ambiente  $T_{amb}$  da:

$$P_{tpv} = [T_{amb} - 25 + (NOCT - 20) * I / 800] * y / 100$$

dove:

y Coefficiente di temperatura di potenza;

NOCT Temperatura nominale di lavoro della cella.

$T_{amb}$  Temperatura ambiente; (nel caso di impianti in cui una faccia del modulo sia esposta all'esterno e l'altra faccia sia esposta all'interno di un edificio, la temperatura da considerare sarà la media tra le due temperature).

$T_{cel}$  e' la temperatura delle celle di un modulo fotovoltaico; puo' essere misurata mediante un sensore termoresistivo (PT100) attaccato sul retro del modulo.

Al termine dei lavori, prima del collaudo, l'Appaltatore dovrà verificare strumentalmente il rispetto di tali condizioni e fornire documentazione attestante tale verifica.

## **2.10. REQUISITI PRESTAZIONALI DEGLI IMPIANTI E DEI SISTEMI**

### **2.10.1. Impianto di terra e connessioni equipotenziali**

L'impianto di messa a terra è esistente e dovrà in ogni caso garantire i seguenti requisiti:

- resistenza totale di terra non superiore ai limiti indicati nella relazione tecnica di progetto;
- efficienza garantita nel tempo, con mantenimento del suddetto valore di resistenza totale di terra per un tempo non inferiore a 10 anni (per le parti di nuova realizzazione)
- garanzia di resistenza alla corrosione per almeno 10 anni;
- adeguata resistenza meccanica alle sollecitazioni prevedibili.

I conduttori di protezione a servizio dell'impianto fotovoltaico devono essere realizzati con cavi in rame isolati (in generale cavi di tipo FS17, tranne nel caso di utilizzo di cavi multipolari o salvo diversa indicazione della documentazione di progetto) aventi sezione rispondente a quanto indicato nella tabella 54F di cui all'articolo 543.1.2 CEI 64-8/5 (valida se i conduttori di fase sono in rame).

Devono tassativamente avere isolante di colore giallo-verde.

I conduttori equipotenziali principali (EQP) dovranno essere in rame e dovranno avere sezione non inferiore a metà della sezione del più grande conduttore di protezione dell'impianto e comunque non inferiore a 6 mm<sup>2</sup>.

In ogni caso tali conduttori, se realizzati in rame, non devono avere sezione superiore a 25 mm<sup>2</sup> (fatto salvo diversa specifica di progetto).

I conduttori equipotenziali supplementari (EQS), da realizzare solo se espressamente indicati nella documentazione di progetto, dovranno essere in rame e dovranno avere sezione pari a metà di quella del più grande conduttore di protezione facente capo al nodo equipotenziale in cui realizzano la connessione con il sistema di protezione.

In ogni caso non devono avere sezione inferiore a 4 mm<sup>2</sup>.

Sia i collegamenti equipotenziali principali sia quelli supplementari devono ordinariamente essere realizzati con conduttori isolati di tipo FS17 di colore giallo-verde. È ammesso anche l'uso di corde nude. In ogni caso deve essere assicurata la protezione meccanica

### **2.10.2. Impianto in canale portacavi metallico**

Le opere in oggetto comprendono la realizzazione di impianti con condutture posate in canale metallico.

Il canale potrà essere dotato di coperchio ma senza particolare grado di protezione (fermo restando la necessità di rispettare le indicazioni generali del presente capitolato).

Occorre comunque garantire i requisiti sotto indicati.

Il canale metallico non deve essere installato a pavimento.



Il canale dovrà essere installato a parete o a soffitto utilizzando le opportune staffe fornite dal costruttore.

Dovranno essere realizzate mediante apposite curve o raccordi tutte le variazioni di direzione o di quota necessarie per realizzare i percorsi individuabili dal piano di installazione.

La posa dovrà avvenire utilizzando opportune staffe di supporto fornite dal costruttore del canale. Le staffe dovranno essere fissate in modo efficace alla struttura dell'edificio.

Per ciò che riguarda le interdistanze tra i supporti si raccomanda di seguire scrupolosamente le indicazioni del costruttore osservando comunque che:

- non saranno ammesse interdistanze superiori a 2,5 m;
- la freccia in mezz'aria non dovrà essere superiore all' 0,5% della distanza fra i supporti;
- nella determinazione dell'interdistanza si deve tener conto della possibilità di futuro aumento del carico specifico lineare dovuto all'aggiunta di nuovi cavi; tale aumento deve essere ipotizzato come non inferiore al 30%.

All'interno del canale metallico è in genere preferibile installare conduttori dotati di doppio isolamento (FG16(O)R16, ecc...); non è tuttavia vietata, se necessaria, la posa di conduttori unipolari privi di guaina (ad esempio cordine di tipo FS17).

Occorre ricordare che in caso di installazione di conduttori ad isolamento semplice il canale deve essere considerato come una massa e quindi collegato all'impianto di terra.

### **2.10.3. Colori dei conduttori isolati**

Si ricorda che laddove si utilizzano conduttori unipolari privi di guaina supplementare è obbligatorio, qualunque sia il tipo di posa, utilizzare isolanti colorati come sotto indicato:

- blu chiaro per il conduttore neutro;
- giallo verde per i conduttori di terra, di protezione e di collegamento equipotenziale.

Per ciò che riguarda i conduttori di fase e/o ausiliari si consiglia di utilizzare colorazioni conformi alle seguenti indicazioni:

- per i conduttori di fase uno dei seguenti colori: nero, grigio, marrone, bianco;
- per i circuiti ausiliari qualsiasi altro colore esclusi i precedenti.

Per ciò che riguarda i cablaggi interni ai quadri si rimanda all'apposita sezione del presente capitolato.

## 2.11. REQUISITI PRESTAZIONALI DELLE APPARECCHIATURE ELETTRICHE

### 2.11.1. Celle di media tensione

Le celle di media tensione devono essere conformi agli standard previsti dalla Norma IEC 62271-200. Sono previste apparecchiature di tipo compatto a singolo sistema di sbarre completamente assemblati in fabbrica ed esenti da manutenzione.

Si fa riferimento al sistema SM6 marca Schneider.

Le celle sono pertanto del tipo "sigillato ermeticamente sotto pressione" in esecuzione tripolare blindato con isolamento in gas. L'ermeticità deve essere garantita per almeno 20 anni. I sensori di misura devono essere collocati al di fuori della camera pressurizzata con gas.

Tutti i quadri di media tensione devono avere le seguenti caratteristiche nominali

#### *Dati elettrici*

Tensione nominale:	24 kV
Tensione di esercizio:	15 kV
Tensione di isolamento a frequenza industriale:	50 kV
Tensione di tenuta all'impulso:	125 kV
Frequenza:	50 Hz
Potere di interruzione:	16 kA
Corrente di corto-circuito di picco:	40 kA
Corrente nominale:	630 A

#### *Dimensioni:*

Larghezza:	1125 mm
Altezza:	1690 mm
Profondità:	1220 mm

#### *Cella trafo FV*

Scomparto interruttore con sezionatore e partenza cavo tipo "CM"; componenti standard:

- interruttore SF1 o SFset (3) con comando RI
- sezionatore e sezionatore di messa a terra a monte dell'interruttore
- sezionatore di messa a terra a valle dell'interruttore
- comando manuale CS1
- sistema di sbarre
- blocco a chiave sul sezionatore in posizione di chiuso
- blocco a chiave sui sezionatori di messa a terra in posizione di chiuso
- blocco a chiave sull'interruttore in posizione di aperto
- cella BT 100 mm

- contatti ausiliari sull'interruttore
- n° 2/3 trasformatori di corrente o in alternativa n°3 trasformatori tipo LPCT (se interruttore SF1)
- piastre di ammarco cavi unipolari

#### *Cella di misura*

Scomparto misura sbarre "CM"; componenti standard:

- sezionatore e sezionatore di messa a terra a monte dei fusibili
- comando manuale CS1
- sistema di sbarre
- sezionatore circuiti BT
- fusibili BT
- blocco a chiave sul sezionatore di messa a terra in posizione di chiuso
- n° 3 fusibili tipo Fusarc 1 A
- cella BT100 mm
- n° 3 trasformatori di tensione fase/massa

#### **2.11.2. Trasformatore MT/BT**

Si prevede l'installazione di un trasformatore MT/BT isolato in resina di potenza pari a 630 kVA.

I principali dati elettrici della macchina dovranno essere i seguenti

Potenza nominale:	1000 KVA
Tensione primaria:	15 KV
Tensione di corto circuito:	6 %
Regolazione tensione primaria:	+/- 2 x 2,5 %
Tensione secondaria a vuoto:	400 V
Frequenza:	50 Hz
Livello d' isolamento primario:	17,5 KV
Gruppo vettoriale:	Dyn11
Sovratemperature:	100 C
Installazione:	Interna
Raffreddamento:	AN
Perdite a vuoto:	1395 W
Perdite a carico Wcc 120°C:	9000 W
Completo accessori d'uso standard	

#### **2.11.3. Quadri elettrici di interfaccia**

##### *Generalità e riferimenti normativi*

Tutti i quadri di distribuzione delle parti comuni devono essere conformi alle prescrizioni generali della Norma CEI EN 61439-1 (CEI 17-113).

Per tutti i quadri destinati alle parti comuni e collocati fuori da vani tecnici normalmente chiusi si richiede l'uso sistematico di involucri dotati di serratura in modo che ne sia impedito l'uso da parte di persone comuni.

In virtù di ciò essi devono rispettare anche le prescrizioni della Norma CEI EN 61439-1 (CEI 17-114) e si può evitare l'applicazione delle prescrizioni della Norma CEI EN 61439-3 (CEI 17-116) dedicata ai quadri destinati ad essere utilizzati da persone comuni.

#### *Documentazione di accompagnamento*

I quadri devono riportare apposita targa conforme a quanto previsto dall'art. 6.1 CEI EN 61439-1.

Devono altresì essere forniti i seguenti documenti (in duplice copia):

- elenco dei materiali principali installati nel quadro; tale elenco deve contenere tutte le informazioni necessarie per individuare con certezza eventuali componenti di ricambio; deve altresì consentire la verifica della conformità dei materiali scelti rispetto alle specifiche tecniche di progetto;
- schema trifilare di cablaggio; in casi semplici è ammessa la consegna di schemi unifilari; lo schema, oltre alle connessioni, deve riportare codici di siglatura alfanumerici coerenti con quelli riportati sui conduttori e sui componenti in modo da facilitare le eventuali operazioni di verifica, manutenzione e modifica;
- disegno riproduttivo delle morsettiere, completo di codici alfanumerici di siglatura;
- disegno o altro documento equivalente riportante (in scala) l'esatta disposizione dei componenti; quando il numero di componenti interni è inferiore a 15 la fornitura di questo documento è facoltativa;
- marcatura CE o, in alternativa, dichiarazione di conformità del quadro alla normativa vigente.

È altresì richiesta la fornitura di documentazione (verbale di collaudo) comprovante l'effettuazione del collaudo e delle prove in modo conforme a quanto previsto dagli articoli 10 ed 11 della Norma CEI EN 61439-1.

#### *Condizioni di servizio del quadro*

I quadri devono essere previsti per funzionare nelle condizioni normali di servizio indicate all'art. 7.1 della Norma CEI EN 61439-1.

Si richiede in particolare che gli involucri e gli apparecchi siano scelti in modo tale che sia garantito il funzionamento in ambiente avente grado di inquinamento 2.

#### *Condizioni di trasporto e posa in opera.*

Il trasporto dei quadri dal luogo di costruzione a quello di installazione deve essere effettuato con cura evitando danneggiamenti sia alle carpenterie che agli apparecchi.

Il quadro deve essere collocato nel punto previsto dal piano di installazione e consegnato al committente integro e perfettamente funzionante.

### *Progetto meccanico*

I quadri devono essere assemblati in modo coerente con quanto previsto dalla sezione 8 della Norma CEI EN 61439-1.

Si richiede in particolare quanto sotto elencato:

- il grado di protezione dell'involucro non deve essere inferiore ad IP30;
- le morsettiere devono essere collocate in posizione accessibile e devono essere facilmente identificabili; i morsetti devono avere sezione adeguata per il cablaggio dei conduttori previsti nella documentazione di progetto; si devono usare morsetti autoestinguenti isolati in poliammide;
- i terminali per la connessione dei conduttori esterni devono essere a vite di tipo antiallentamento ed adatti per il serraggio di conduttori in rame; sono ammessi altri sistemi di connessione (fissaggio a molla o a faston) solo per morsetti o dispositivi facenti parte di circuiti di comando;
- non si devono utilizzare connettori per il collegamento dei circuiti di potenza;
- la disposizione interna dei componenti deve consentire un corretto cablaggio degli stessi;
- all'interno dell'apparecchiatura deve essere previsto uno spazio vuoto dell'ordine del 20% che consenta successivi ampliamenti sia dell'apparecchiatura contenuta sia delle morsettiere;
- la forma di segregazione interna, ai sensi di quanto descritto nell'appendice AA della Norma CEI EN 60439-2, deve essere classificabile come "forma 1"
- i dispositivi interni di protezione e manovra devono essere installati in accordo con le istruzioni fornite dal costruttore;
- i dispositivi di segnalazione (spie luminose, strumenti di misura, ecc...) devono essere dotati di adeguate targhette identificative e devono essere collocati ad un'altezza compresa tra 0,8 e 2 m dal piano di calpestio;
- gli elementi di comando devono essere dotati di adeguate targhette identificative e devono essere collocati ad un'altezza compresa tra 0,8 ed 1,6m dal piano di calpestio;
- il senso di manovra dei dispositivi di comando deve essere coerente con quanto indicato dalla Guida CEI 17-70;
- le spie ed i pulsanti luminosi devono avere colori conformi a quanto indicato nella Norma IEC 60073; si ricorda in particolare che secondo tale normativa i colori devono preferenzialmente essere associati ai seguenti significati:  
rosso = emergenza, pericolo  
giallo = attenzione, anomalia  
blu = obbligo di effettuare un'azione  
verde = condizione normale di funzionamento;  
bianco = segnalazione generica.
- i pulsanti devono avere colori conformi a quanto previsto dalla Norma IEC 60073 ovvero a quanto indicato all'art. 10.2 della Norma CEI EN 60204-1; si ricorda in particolare che secondo tale normativa i colori devono preferenzialmente essere associati ai seguenti significati:  
rosso = azionare in caso di pericolo

giallo = azionare in caso di situazione anomala;  
blu = azionare per ripristinare una determinata condizione di funzionamento  
verde = azionare per avviare una condizione di funzionamento ordinario;  
bianco = generica azione d'avvio;  
nero = generica azione d'arresto.

#### *Identificazione dei componenti e dei conduttori*

Tutti i componenti interni significativi ai fini della manutenzione, tutti i morsetti e tutti i conduttori interni, devono essere identificati con una siglatura alfanumerica coerente con quanto riportato nella documentazione d'accompagnamento

#### *Dimensionamento termico e sistemi di raffreddamento*

I quadri devono essere costruiti in modo da non assumere temperature superiori a quelle previste dall'art. 9.2 della Norma CEI EN 61439-1.

Si richiede inoltre che all'interno dell'involucro la temperatura non superi i 40°C: i declassamenti di prestazione degli interruttori e dei relè sono infatti stati valutati ipotizzando tale valore massimo di temperatura.

In sede di costruzione del quadro si deve valutare se per garantire il rispetto della suddetta condizione risulta necessario dotare il quadro di opportuni dispositivi di raffreddamento (ventilatori, climatizzatori, ...).

#### *Criteri di scelta dei componenti*

Tutti i componenti interni al quadro devono:

- riportare la marcatura CE attestante la rispondenza alle corrispondenti norme di prodotto;
- essere scelti in modo coerente con le specifiche di progetto; il costruttore ha facoltà di derogare da tali specifiche solo se la deroga non pregiudica la funzionalità del quadro e consente di mantenere standard di coordinamento e sicurezza equivalenti a quelli previsti nel presente progetto.

Tutte le apparecchiature ausiliarie e le minuterie non espressamente indicate nel progetto ma comunque necessarie per la realizzazione a regola d'arte dei quadri devono essere scelte ed installate a cura del costruttore del quadro stesso.

Si raccomanda di non utilizzare (fatto salvo il caso di particolari componenti elettronici) componenti interni previsti per collegamenti di tipo "a saldare".

#### *Protezione contro i contatti diretti*

Tutte le superfici esterne devono avere grado di protezione non inferiore ad IP20.

È ammesso l'utilizzo di barriere purchè opportunamente robuste e fissate in modo sicuro e tale da rendere necessario per l'asportazione l'uso di attrezzi.

La porta o i pannelli mobili che, a scopo di manutenzione, rendono accessibili le parti attive interne devono essere apribili solo mediante l'uso di un attrezzo o di una chiave.

Ad involucro aperto deve in ogni caso essere garantito almeno il grado di protezione IP10 frontale.

Le eventuali barriere interne realizzate per ottemperare a quest'ultima disposizione (come ad esempio le protezioni in lexan realizzate davanti alle sbarre) devono

essere di tipo autoestinguente e non devono in alcun modo compromettere la funzionalità elettrica e termica del quadro.

#### *Protezione contro i contatti indiretti*

Per garantire la protezione contro i contatti indiretti devono essere adottati i seguenti provvedimenti (conformi a quanto previsto all'art. 8.4.3 CEI EN 61439-1).

I quadri sono destinati ad essere installati nell'ambito di un impianto di tipo TT in cui si prevede l'interruzione automatica del circuito in caso di contatto accidentale tra una fase ed una massa ottenuta.

Ciò si ottiene collegando tutte le masse ad un circuito di protezione che in presenza di cedimento dell'isolamento tra una fase ed una massa fa insorgere una corrente di guasto che viene richiusa attraverso il dispersore locale di terra.

La presenza di corrente nel circuito di protezione fa intervenire gli interruttori differenziali.

All'interno di ogni quadro occorre:

- distribuire il conduttore di protezione dalla sezione di ingresso verso le masse degli utilizzatori alimentati;
- collegare le masse proprie del quadro al circuito di protezione.

Devono pertanto essere previsti:

- un terminale di connessione del conduttore di protezione in ingresso;
- un opportuno numero di terminali di connessione per i conduttori di protezione in uscita;
- opportuni punti di connessione delle masse interne al quadro al circuito di protezione.

A tal fine è suggerito di realizzare una o più sbarre forate in grado di connettere fra loro tutti i connettori di protezione realizzando uno o più nodi del circuito di protezione.

Sono tuttavia ammesse anche altre soluzioni come ad esempio le morsettiere equipotenziali.

Si ricorda che il circuito di protezione deve essere in grado di sopportare tutte le sollecitazioni termiche e dinamiche prevedibili in caso di guasto.

Il dimensionamento dei conduttori di protezione deve essere effettuato in modo conforme con le indicazioni dell'Allegato B della Norma CEI EN 61439-1.

#### *Tenuta al cortocircuito*

I quadri devono garantire la tenuta al cortocircuito fino ai livelli di corrente presunta di cortocircuito indicati nel presente progetto.

I valori di tenuta devono essere dichiarati dal costruttore sulla targa o sulla documentazione di accompagnamento utilizzando uno dei metodi indicati dall'articolo 9.3.2 della Norma CEI EN 61439-1.

È richiesto che, laddove la corrente presunta di cortocircuito supera i 15 kA, i quadri siano dotati in ingresso di proprio dispositivo di protezione contro il cortocircuito (DPCC) opportunamente coordinato dal costruttore del quadro con l'apparecchiatura interna.

Per valori di corrente presunta di cortocircuito inferiori a 15 kA è obbligatorio l'uso del DPCC solo se espressamente previsto negli schemi di progetto.

I conduttori interni al quadro che, per ragioni costruttive, non possono essere adeguatamente protetti contro gli effetti del cortocircuito (ad esempio i conduttori che dalle sbarre principali raggiungono gli interruttori divisionali) devono essere realizzati in modo tale da rendere estremamente improbabile il verificarsi di un cortocircuito e devono in ogni caso essere lunghi al massimo 3m.

Si raccomanda al riguardo di seguire i suggerimenti indicati dalla tabella 4 della Norma CEI EN 61439-1.

#### *Circuiti ausiliari*

I circuiti ausiliari devono essere dimensionati in modo da scongiurare pericoli di surriscaldamento dei conduttori.

La tensione dei circuiti di comando deve essere conforme a quanto indicato nel progetto.

È ammesso utilizzare tensioni diverse (aventi tuttavia la stessa forma d'onda) solo se tale cambiamento non comporta rischi di malfunzionamento o altro genere di pericolo.

I circuiti ausiliari alimentati da trasformatori devono (salvo esplicita indicazione diversa nello schema di progetto) funzionare con un polo del trasformatore collegato al conduttore di terra interno al quadro.

Un terminale delle bobine dei contattori, dei relè, dei temporizzatori deve essere direttamente collegato (senza interposizione di contatti) a tale polo.

#### *Condutture interne*

##### *Portata*

Si ricorda che la Norma CEI EN 61439-1 demanda al costruttore il compito di scegliere le sezioni dei conduttori interni al quadro.

Tali sezioni devono essere adeguate per il trasporto delle correnti di impiego indicate nel progetto.

Ci si limita qui a ricordare che la portata dipende essenzialmente da:

- sezione del conduttore;
- tipologia di materiale isolante;
- modalità di posa;
- natura della corrente che percorre il circuito.

#### *Caduta di tensione*

Si richiede che in ogni caso le sezioni dei conduttori interni siano tali da garantire, per i valori di corrente di impiego previsti, cadute di tensione interne al quadro non superiori allo 0,15% della tensione nominale.

#### *Tipologia di isolante*

Si richiede che i conduttori interni, quando diversi dalle sbarre, siano isolati con materiale non propagante la fiamma (ad esempio conduttori di tipo N07V-K).

La tensione di isolamento dei cavi scelti deve essere almeno 450/750 nel caso dei circuiti di potenza funzionanti a 230/400 V.

#### *Sezioni minime*

I circuiti di potenza interni devono essere realizzati con conduttori che abbiano una sezione non inferiore ad 1,5 mm<sup>2</sup>; quelli di comando, se destinati al cablaggio di



dispositivi elettromeccanici, devono avere sezione non inferiore a 0,5 mm<sup>2</sup>; se destinati ad interconnettere apparecchiature elettroniche a bassissimo consumo possono avere sezione inferiore ma comunque non minore di 0,25 mm<sup>2</sup>

#### *Pratiche di cablaggio*

Le eventuali canaline interne devono essere realizzate con materiale non propagante la fiamma e devono essere riempite in modo che sia comunque disponibile uno spazio dell'ordine del 20% per eventuali aggiunte.

Sono vietate le giunzioni intermedie intrecciate o saldate.

I conduttori isolati non devono poggiare su parti attive in tensione.

Fatta salva diversa indicazione del costruttore, ad ogni morsetto delle apparecchiature interne deve essere collegato un solo conduttore.

Si sconsiglia l'utilizzo di puntalini per i cablaggi interni quando questi non sono esplicitamente richiesti dal costruttore delle apparecchiature da cablare.

Si raccomanda di serrare in modo corretto tutti i morsetti a vite; quando opportuno si richiede di utilizzare chiavi dinamometriche.

#### *Colori dei conduttori isolati*

Si ricorda che, ai sensi di quanto previsto dall'articolo 8.6.6 della Norma CEI EN 61439-1:

- il conduttore di protezione, se realizzato con conduttore isolato, deve avere isolante di colore giallo-verde.
- il conduttore di neutro, se realizzato con conduttore isolato, deve avere isolante di colore blu chiaro.

È proibito usare conduttori di colore giallo o verde perché potrebbero essere confusi con il conduttore di protezione bicolore giallo-verde.

Qualora si utilizzino conduttori unipolari a semplice isolamento si suggerisce l'uso dei seguenti colori (tratto da Norma CEI EN 60204-1):

- conduttori di potenza in corrente alternata o continua: nero (utilizzare eventualmente fascette colorate nere, grigie, marroni per distinguere a colpo d'occhio le tre fasi);
- conduttori appartenenti a circuiti di comando in corrente alternata: rosso;
- conduttori appartenenti a circuiti di comando in corrente continua: blu scuro;
- conduttori provenienti da circuiti di interblocco alimentati da sorgente esterna al quadro: arancio.

#### *Prove*

Tutti i quadri devono essere verificati e provati in modo conforme a quanto richiesto dagli articoli 10 ed 11 della Norma CEI EN 61439-1. Deve essere redatto adeguato verbale di collaudo fornito a corredo dell'apparecchiatura.



**VARESECONTROLLI S.R.L.**  
**Ing. Stefano Castellani**