

REGIONE BASILICATA



PROVINCIA DI MATERA



COMUNI DI MONTALBANO  
JONICO



Denominazione impianto:

**VALLE STRADELLA**

Ubicazione:

Comune di Montalbano Jonico (MT)  
Località "Valle Stradella"

Fogli: 1

Particelle: varie

## PROGETTO DEFINITIVO

per la realizzazione di un impianto agrivoltaico da ubicare in agro del comune di Montalbano Jonico (MT) in località "Valle Stradella", potenza nominale pari a 19,4753 MW in DC e potenza in immissione pari a 19,4753 MW in AC, e delle relative opere di connessione alla RTN ricadente nei comuni di Montalbano Jonico (MT) e Craco (MT).

PROPONENTE

**HELIOS RAB 1  
S.R.L.**

**HELIOS RAB 1 S.R.L.**

Milano (MI) Via Alessandro Manzoni n.41 - CAP 20121  
Partita IVA: 12573140964  
Indirizzo PEC: [heliosrab@pec.it](mailto:heliosrab@pec.it)

ELABORATO

Calcoli preliminari sugli Impianti

Tav. n°

**A.7a**

Scala

Aggiornamenti	Numero	Data	Motivo	Eseguito	Verificato	Approvato
	Rev 0	Luglio 2023	Istanza VIA art.23 D.Lgs 152/06 – Istanza Autorizzazione Unica art.12 D.Lgs 387/03			

PROGETTAZIONE

GRM GROUP S.R.L.  
Via Caduti di Nassiriya n. 179  
70022 Altamura (BA)  
P. IVA 07816120724  
PEC: [grmgroupsrl@pec.it](mailto:grmgroupsrl@pec.it)  
Tel.: 0804168931

IL TECNICO

Dott. Ing. ANTONIO ALFREDO AVALLONE  
Contrada Lama n.18 - 75012 Bernalda (MT)  
Ordine degli Ingegneri di Matera n. 924  
PEC: [antonioavallone@pec.it](mailto:antonioavallone@pec.it)  
Cell: 339 796 8183

IL TECNICO

Dott. Ingegnere NICOLA INCAMPO  
Altamura BA-70022  
P.IVA 08150200723  
Ordine Ingegneri di Bari n°6280  
PEC: [nicola.incampo6280@pec.ordingbari](mailto:nicola.incampo6280@pec.ordingbari)



Spazio riservato agli Enti

PREMESSA .....	2
DATI GENERALI IDENTIFICATIVI DELLA SOCIETÀ PROPONENTE .....	2
RIFERIMENTI NORMATIVI .....	2
CRITERIO GENERALE DI CALCOLO .....	10
CRITERIO DI STIMA DELL'ENERGIA PRODOTTA .....	11
DATI GENERALI DEL PROGETTO .....	13
MODULI FOTOVOLTAICI .....	13
QUADRI DI PARALLELO .....	<b>Errore. Il segnalibro non è definito.</b>
POWER STATION.....	<b>Errore. Il segnalibro non è definito.</b>
DIMENSIONAMENTO CAMPO FOTOVOLTAICO.....	22
DIMENSIONAMENTO STRINGA- QUADRO - INVERTER .....	22
Tensioni MPPT.....	22
Tensione massima .....	23
Tensione massima modulo .....	23
Corrente massima quadro.....	23
Corrente massima inverter.....	24
Dimensionamento .....	25
CALCOLI E VERIFICHE SEZIONE CAVI .....	26

## PREMESSA

Il sottoscritto ing. Nicola Incampo, nato ad Altamura il 31/03/1972, C.F. NCMNCL72C31A225M, regolarmente iscritto all’Albo degli Ingegneri della Provincia di Bari con il n. 6280, incaricato dalla società **HELIOS RAB 1 SRL**, con sede legale in *Via Alessandro Manzoni n.41, Milano (MI) 20121 - P.IVA 12573140964*, della progettazione dell’impianto elettrico a servizio dell’impianto agrivoltaico di potenza nominale pari a **19,4753 MWp** in DC, identificato dal codice di rintracciabilità **202200514**, da realizzare in località “*Valle Stradella*” nei comuni di *Montalbano Jonico (MT)* e *Craco (MT)*, redige la presente relazione tecnica generale.

## DATI GENERALI IDENTIFICATIVI DELLA SOCIETÀ PROPONENTE

Il soggetto proponente del progetto in esame è:

### **HELIOS RAB 1 S.R.L.**

*Via Alessandro Manzoni n.41*

*Milano (MI) 20121*

P.IVA 12573140964

PEC: heliosrab@pec.it

## RIFERIMENTI NORMATIVI

Gli impianti fotovoltaici e i relativi componenti devono rispettare, ove di pertinenza, le prescrizioni contenute nelle seguenti norme di riferimento, comprese eventuali varianti, aggiornamenti ed estensioni emanate successivamente dagli organismi di normazione citati.

Si applicano inoltre i documenti tecnici emanati dai gestori di rete riportanti disposizioni applicative per la connessione di impianti fotovoltaici collegati alla rete elettrica e le prescrizioni di autorità locali, comprese quelle dei VVFF.

### Normativa generale

**Decreto Legislativo n. 504 del 26-10-1995, aggiornato 1-06-2007:** Testo Unico delle disposizioni legislative concernenti le imposte sulla produzione e sui consumi e relative sanzioni penali e amministrative.

**Decreto Legislativo n. 387 del 29-12-2003:** attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità.

**Legge n. 239 del 23-08-2004:** riordino del settore energetico, nonché delega al Governo per il riassetto delle disposizioni vigenti in materia di energia.

**Decreto Legislativo n. 192 del 19-08-2005:** attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia.

**Decreto Legislativo n. 311 del 29-12-2006:** disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, recante attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia.

**Decreto Legislativo n. 115 del 30-05-2008:** attuazione della direttiva 2006/32/CE relativa all'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici e abrogazione della direttiva 93/76/CEE.

**Decreto Legislativo n. 56 del 29-03-2010:** modifiche e integrazioni al decreto 30 maggio 2008, n. 115.

**Decreto del presidente della repubblica n. 59 del 02-04-2009:** regolamento di attuazione dell'articolo 4, comma 1, lettere a) e b), del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, concernente attuazione della direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico in edilizia.

**Decreto Legislativo n. 26 del 2-02-2007:** attuazione della direttiva 2003/96/CE che ristruttura il quadro comunitario per la tassazione dei prodotti energetici e dell'elettricità.

**Decreto Legge n. 73 del 18-06-2007:** testo coordinato del Decreto Legge 18 giugno 2007, n. 73.

**Decreto 2-03-2009:** disposizioni in materia di incentivazione della produzione di energia elettrica mediante conversione fotovoltaica della fonte solare.

**Legge n. 99 del 23 luglio 2009:** disposizioni per lo sviluppo e l'internazionalizzazione delle imprese, nonché in materia di energia.

**Legge 13 Agosto 2010, n. 129 (GU n. 192 del 18-8-2010):** Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 8 luglio 2010, n. 105, recante misure urgenti in materia di energia. Proroga di termine per l'esercizio di delega legislativa in materia di riordino del sistema degli incentivi. (Art. 1-septies - Ulteriori disposizioni in materia di impianti per la produzione di energia da fonti rinnovabili).

**Decreto legislativo del 3 marzo 2011, n. 28:** Attuazione della direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili.

**Decreto legge del 22 giugno 2012, n. 83:** misure urgenti per la crescita del Paese.

**Legge 11 agosto 2014, n. 116:** conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 24 giugno 2014, n. 91, recante disposizioni urgenti per il settore agricolo, la tutela ambientale e l'efficientamento energetico dell'edilizia scolastica e universitaria, il rilancio e lo sviluppo delle imprese, il contenimento dei costi gravanti sulle tariffe elettriche, nonché per la definizione immediata di adempimenti derivanti dalla normativa europea. (GU Serie Generale n.192 del 20-8-2014 - Suppl. Ordinario n. 72).

**Decreto Ministero dello sviluppo economico del 19 maggio 2015 (GU n.121 del 27-5-2015):** approvazione del modello unico per la realizzazione, la connessione e l'esercizio di piccoli impianti fotovoltaici integrati sui tetti degli edifici.

### Sicurezza

**D.Lgs. 81/2008:** (testo unico della sicurezza): misure di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro e succ. mod. e int.

**DM 37/2008:** sicurezza degli impianti elettrici all'interno degli edifici.

Ministero dell'interno

**"Guida per l'installazione degli impianti fotovoltaici" - DCPREV, prot.5158 - Edizione 2012.**

**"Guida per l'installazione degli impianti fotovoltaici" - Nota DCPREV, prot.1324 - Edizione 2012.**

**"Guida per l'installazione degli impianti fotovoltaici" - Chiarimenti alla Nota DCPREV, prot.1324 "Guida per l'installazione degli impianti fotovoltaici – Edizione 2012".**

Normativa fotovoltaica

**CEI 82-25:** guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa Tensione.

**CEI 82-25; V2:** guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa Tensione.

**CEI EN 60904-1(CEI 82-1):** dispositivi fotovoltaici Parte 1: Misura delle caratteristiche fotovoltaiche tensione-corrente.

**CEI EN 60904-2 (CEI 82-2):** dispositivi fotovoltaici - Parte 2: Prescrizione per le celle fotovoltaiche di riferimento.

**CEI EN 60904-3 (CEI 82-3):** dispositivi fotovoltaici - Parte 3: Principi di misura per sistemi solari fotovoltaici per uso terrestre e irraggiamento spettrale di riferimento.

**CEI EN 61215 (CEI 82-8):** moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo.

**CEI EN 61646 (82-12):** moduli fotovoltaici (FV) a film sottile per usi terrestri - Qualifica del progetto e approvazione di tipo.

**CEI EN 61724 (CEI 82-15):** rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici - Linee guida per la

misura, lo scambio e l'analisi dei dati.

**CEI EN 61730-1 (CEI 82-27):** qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici (FV) - Parte 1: Prescrizioni per la costruzione.

**CEI EN 61730-2 (CEI 82-28):** qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici (FV) - Parte 2: Prescrizioni per le prove.

**CEI EN 62108 (82-30):** moduli e sistemi fotovoltaici a concentrazione (CPV) - Qualifica di progetto e approvazione di tipo.

**CEI EN 62093 (CEI 82-24):** componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) - Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali.

**CEI EN 50380 (CEI 82-22):** fogli informativi e dati di targa per moduli fotovoltaici.

**CEI EN 50521 (CEI 82-31):** connettori per sistemi fotovoltaici - Prescrizioni di sicurezza e prove.

**CEI EN 50524 (CEI 82-34):** fogli informativi e dati di targa dei convertitori fotovoltaici.

**CEI EN 50530 (CEI 82-35):** rendimento globale degli inverter per impianti fotovoltaici collegati alla rete elettrica.

**EN 62446 (CEI 82-38):** grid connected photovoltaic systems - Minimum requirements for system documentation, commissioning tests and inspection.

**CEI 20-91:** cavi elettrici con isolamento e guaina elastomerici senza alogeni non propaganti la fiamma con tensione nominale non superiore a 1 000 V in corrente alternata e 1 500 V in corrente continua per applicazioni in impianti fotovoltaici.

**UNI 10349:** riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici.

**CEI 0-2:** guida per la definizione della documentazione di progetto per impianti elettrici.

**CEI 0-16:** regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica.

**CEI 0-21:** regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica.

**CEI 11-20:** impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria.

**CEI EN 50438 (CT 311-1):** prescrizioni per la connessione di micro-generatori in parallelo alle reti di distribuzione pubblica in bassa tensione.

**CEI 64-8:** impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua.

**CEI EN 60099-1 (CEI 37-1):** scaricatori - Parte 1: Scaricatori a resistori non lineari con spinterometri per sistemi a corrente alternata

**CEI EN 60439 (CEI 17-13):** apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT).

**CEI EN 60445 (CEI 16-2):** principi base e di sicurezza per l'interfaccia uomo-macchina, marcatura e identificazione - Individuazione dei morsetti e degli apparecchi e delle estremità dei conduttori designati e regole generali per un sistema alfanumerico.

**CEI EN 60529 (CEI 70-1):** gradi di protezione degli involucri (codice IP).

**CEI EN 60555-1 (CEI 77-2):** disturbi nelle reti di alimentazione prodotti da apparecchi elettrodomestici e da equipaggiamenti elettrici simili - Parte 1: Definizioni.

**CEI EN 61000-3-2 (CEI 110-31):** compatibilità elettromagnetica (EMC) - Parte 3: Limiti - Sezione 2: Limiti per le emissioni di corrente armonica (apparecchiature con corrente di ingresso  $I_n = 16$  A per fase).



**CEI EN 62053-21 (CEI 13-43):** apparati per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Prescrizioni particolari - Parte 21: Contatori statici di energia attiva (classe 1 e 2).

**CEI EN 62053-23 (CEI 13-45):** apparati per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Prescrizioni particolari - Parte 23: Contatori statici di energia reattiva (classe 2 e 3).

**CEI EN 50470-1 (CEI 13-52):** apparati per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Parte 1: Prescrizioni generali, prove e condizioni di prova - Apparato di misura (indici di classe A, B e C).

**CEI EN 50470-3 (CEI 13-54):** apparati per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Parte 3: Prescrizioni particolari - Contatori statici per energia attiva (indici di classe A, B e C).

**CEI EN 62305 (CEI 81-10):** protezione contro i fulmini.

**CEI 81-3:** valori medi del numero di fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato.

**CEI 20-19:** cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V.

**CEI 20-20:** cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V.

**CEI 13-4:** sistemi di misura dell'energia elettrica - Composizione, precisione e verifica.

**CEI UNI EN ISO/IEC 17025:2008:** requisiti generali per la competenza dei laboratori di prova e di taratura.

### Connessione

**Delibera ARG/ELT n. 33-08:** condizioni tecniche per la connessione alle reti di distribuzione dell'energia elettrica a tensione nominale superiore ad 1 kV.

**Deliberazione 84/2012/R/EEL:** interventi urgenti relativi agli impianti di produzione di energia elettrica, con particolare riferimento alla generazione distribuita, per garantire la sicurezza del sistema elettrico nazionale.

Ritiro dedicato

**Delibera ARG/ELT n. 280-07:** modalità e condizioni tecnico-economiche per il ritiro dell'energia elettrica ai sensi dell'articolo 13, commi 3 e 4, del decreto legislativo 29 dicembre 2003, n. 387-03, e del comma 41 della legge 23 agosto 2004, n. 239-04.

Servizio di misura

**Delibera ARG/ELT n. 88-07:** disposizioni in materia di misura dell'energia elettrica prodotta da impianti di generazione.

**TIME (2016-2019) - Allegato B Delibera 654/2015/R/EEL:** testo integrato delle disposizioni per l'erogazione del servizio di misura dell'energia elettrica.

TICA

**Delibera ARG/ELT n. 99-08 TICA:** testo integrato delle condizioni tecniche ed economiche per la connessione alle reti elettriche con obbligo di connessione di terzi degli impianti di produzione di energia elettrica (Testo integrato delle connessioni attive – TICA).

**Deliberazione ARG/ELT 124/10:** Istituzione del sistema di Gestione delle Anagrafiche Uniche Degli Impianti di produzione e delle relative unità (GAUDÌ) e razionalizzazione dei flussi informativi tra i vari soggetti operanti nel settore della produzione di energia elettrica.

**Deliberazione ARG/ELT n. 181-10:** attuazione del decreto del Ministro dello Sviluppo Economico, di concerto con il Ministro dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare 6 agosto 2010, ai fini dell'incentivazione della produzione di energia elettrica mediante conversione fotovoltaica della fonte solare.

TISP

**Delibera ARG/ELT n. 188-05:** definizione del soggetto attuatore e delle modalità per l'erogazione delle tariffe incentivanti degli impianti fotovoltaici, in attuazione dell'articolo 9 del decreto del Ministro delle attività produttive, di concerto con il Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio,

28 luglio 2005 con modifiche e integrazioni introdotte con le delibere n. 40/06, n. 260/06, 90/07, ARG/ELT 74/08 e ARG/ELT 1/09.

**TISP - Delibera ARG/ELT n. 74-08:** testo integrato delle modalità e delle condizioni tecnico-economiche per lo scambio sul posto.

**Delibera ARG/ELT n.1-09:** attuazione dell'articolo 2, comma 153, della legge n. 244/07 e dell'articolo 20 del decreto ministeriale 18 dicembre 2008, in materia di incentivazione dell'energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili tramite la tariffa fissa onnicomprensiva e di scambio sul posto.

**TISP 2013 Deliberazione n. 570/2012/R/EFR -** Testo integrato delle modalità e delle condizioni tecnico-economiche per l'erogazione del servizio di scambio sul posto: condizioni per l'anno 2013.

**TISP 2014 - Allegato A alla deliberazione 570/2012/R/EEL:** testo integrato delle modalità e delle condizioni tecnico-economiche per l'erogazione del servizio di scambio sul posto con integrazioni e modifiche apportate con deliberazioni 578/2013/R/EEL, 614/2013/R/EEL e 612/2014/R/EEL.

**Documento per la consultazione 488/2013/R/EFR:** scambio sul posto: aggiornamento del limite massimo per la restituzione degli oneri generali di sistema nel caso di impianti alimentati da fonti rinnovabili.

I riferimenti di cui sopra possono non essere esaustivi. Ulteriori disposizioni di legge, norme e deliberazioni in materia, anche se non espressamente richiamati, si considerano applicabili.

## CRITERIO GENERALE DI CALCOLO

Il principio progettuale normalmente utilizzato per un impianto fotovoltaico è quello di massimizzare la captazione della radiazione solare annua disponibile.

Nella generalità dei casi, il generatore fotovoltaico deve essere esposto alla luce solare in modo ottimale, scegliendo prioritariamente l'orientamento a Sud ed evitando fenomeni di ombreggiamento. In funzione degli eventuali vincoli architettonici della struttura che ospita il generatore stesso, sono comunque adottati orientamenti diversi e sono ammessi fenomeni di

ombreggiamento, purché adeguatamente valutati.

Perdite d'energia dovute a tali fenomeni incidono sul costo del kWh prodotto e sul tempo di ritorno dell'investimento.

## CRITERIO DI STIMA DELL'ENERGIA PRODOTTA

L'energia generata dipende:

- dal sito di installazione (latitudine, radiazione solare disponibile, temperatura, riflettanza della superficie antistante i moduli);
- dall'esposizione dei moduli: angolo di inclinazione (Tilt) e angolo di orientazione (Azimut);
- da eventuali ombreggiamenti o insudiciamenti del generatore fotovoltaico;
- dalle caratteristiche dei moduli: potenza nominale, coefficiente di temperatura, perdite per disaccoppiamento o mismatch;
- dalle caratteristiche del BOS (Balance Of System).

Il valore del BOS può essere stimato direttamente oppure come complemento all'unità del totale delle perdite, calcolate mediante la seguente formula:

$$\text{Totale perdite [\%]} = [1 - (1 - a - b) \times (1 - c - d) \times (1 - e) \times (1 - f)] + g$$

per i seguenti valori:

- a Perdite per riflessione.
- b Perdite per ombreggiamento.
- c Perdite per mismatching.
- d Perdite per effetto della temperatura.
- e Perdite nei circuiti in continua.
- f Perdite negli inverter.

g Perdite nei circuiti in alternata.

Al fine di contenere le perdite totali, un corretto dimensionamento della distanza tra le strutture e l'assenza di altre costruzioni rilevanti in prossimità dell'impianto, consentono di ritenere le perdite per riflessione e per ombreggiamento trascurabili.

Una buona scelta delle apparecchiature (moduli fotovoltaici e inverter) e la loro corretta installazione consente di limitare al massimo le perdite per effetto della temperatura.

Analogamente in fase di installazione una buona selezione dei moduli per la formazione delle stringhe, sulla base delle caratteristiche elettriche riportate nei flash report dei lotti di produzione dei moduli, e la formazione delle stringhe con moduli caratteristiche elettriche uguali ( a meno di piccole differenze) ma soprattutto aventi tensioni nominali molto simili, consente di limitare l'effetto delle correnti parassite che si determinano tra apparecchiature con tensioni differenti, e di conseguenza di limitare le perdite dovute al mismatching dei moduli.

Pertanto per consentire di massimizzare le perdite di energia vanno tenute in debita considerazione le perdite nei circuiti in corrente continua ed in corrente alternata.

Ciò si concretizza con il corretto dimensionamento delle sezioni dei circuiti, che devono essere tali da contenere la caduta di tensione globale dell'impianto entro l'ordine del 4%, ma anche tali da contenere il costo di realizzazione dell'impianto.

Un corretto dimensionamento del sistema consente inoltre di garantirne il corretto funzionamento, occorre infatti ricordare che tutti gli inverter sono caratterizzati da una tensione massima di esercizio, ma anche di un range di tensione in ingresso entro il quale è garantito il funzionamento dell'inverter e nel quale si ha la conversione di energia da continua in alternata, ora poiché i moduli fotovoltaici hanno una caratteristica corrente tensione che varia al variare della temperatura secondo dei coefficienti caratteristici di temperatura di ciascun modulo, occorre verificare che le caratteristiche elettriche della stringa siano compatibili con quelle dell'inverter, al fine di evitarne danneggiamenti e di consentirne il corretto funzionamento.

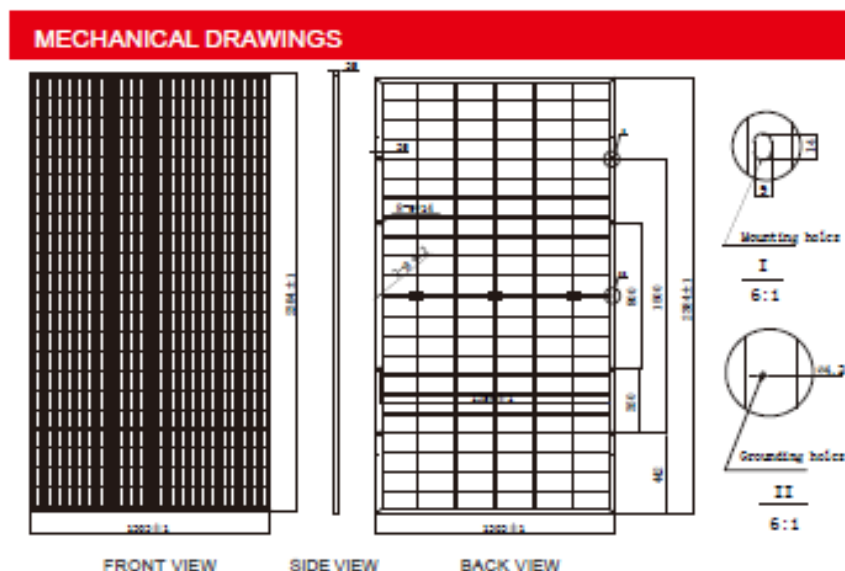
## DATI GENERALI DEL PROGETTO

### MODULI FOTOVOLTAICI

Il generatore fotovoltaico sarà di tipo installato a terra su tracker monoassiali est-ovest, ed sarà costituito da moduli fotovoltaici in silicio monocristallino

I moduli fotovoltaici scelti sono i **SUN66MD-H12SJ della SUNERGY bifacciali** in silicio monocristallino, 2x66 celle e di dimensioni 2384x1303x35 mm, da **710 Wp**. I moduli sono ad alta efficienza, e ciò garantisce a parità di potenza installata una minore occupazione del suolo rispetto a moduli con efficienza standard.

Sono caratterizzati da una cornice in alluminio anodizzato e da un vetro di protezione delle celle temprato e a basso contenuto di ferro, dello spessore di 2mm, che garantiscono una elevata resistenza meccanica oltre a ottime prestazioni. Inoltre, essendo bifacciali, possono sfruttare anche le radiazioni intercettate dalla faccia posteriore dal modulo incrementando sino al 30% le performance.



## Mars Series

685W/690W/695W/700W/705W/  
710W

# SUN66MD-H12SJ

**HALF-CELL BIFACIAL MBB MONO  
HJT DOUBLE GLASS MODULE  
210MM CELLS**



BACK VIEW                  FRONT VIEW

**COMPREHENSIVE CERTIFICATES**

IEC61215 / IEC61730 / IEC61701 / IEC62716 / IEC62804  
 ISO 9001: 2015 Quality management systems;  
 ISO 14001: 2015 Environmental management systems;  
 OHSAS 18001: 2007 Occupational health and safety management systems;

KEY SALIENT FEATURES

-  **High output power**
-  **Better Temperature Coefficient**
-  **Long weather resistance**
-  **Better power generation under shadows**
-  **Strong anti-hot spot ability**
-  **Enhanced safety**

LINEAR PERFORMANCE WARRANTY

- 12 Years Manufacturing Warranty
- 12 Years 94.7% Power Output
- 30 Years 89.3% Power Output



**SUNERGY USA WORKS LLC**

Founded in 2008, Sunergy is a manufacturer of high-performance photovoltaic products. With 12 manufacturing bases and more than 20 branches around the world, the company's business covers modules, photovoltaic power stations and EPC. Sunergy products are available in over 120 countries and regions and are used extensively in ground-mounted power plants, commercial & industrial rooftop PV systems and residential rooftop PV systems.

QUALIFICATIONS AND CERTIFICATES



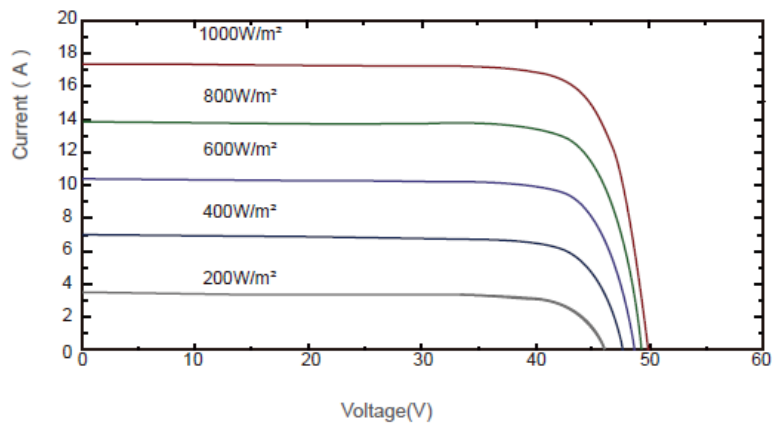




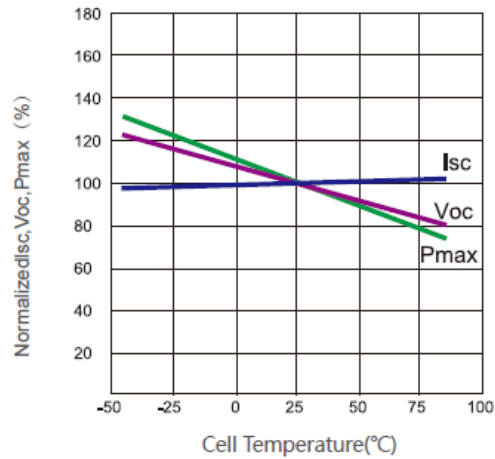

I moduli scelti sono caratterizzati da elevate efficienza, oltre che da tolleranze positive e da buona insensibilità alle variazioni delle tensioni al variare della temperatura, come evidenziato dalle seguenti curve caratteristiche.

I-V Curves at SUN695-66MD-H12SJ at different Irradiances

Cell Temp : 25°C



Power voltage current curve at different temperature



E dai seguenti parametri tecnici:



**ELECTRICAL CHARACTERISTICS**

Module Type	685W		690W		695W		700W		705W		710W	
	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT
Maximum Power At STC(Pmax)	685W	529.2W	690W	533.1W	695W	537.0W	700W	540.8W	705W	544.7W	710W	548.6W
Short Circuit Current(Isc)	17.22A	13.89A	17.26A	13.92A	17.31A	13.96A	17.35A	13.99A	17.39A	14.02A	17.43A	14.06A
Open Circuit Voltage(Voc)	49.4V	46.6V	49.6V	46.7V	49.8V	46.9V	50.0V	47.1V	50.2V	47.3V	50.4V	47.5V
Maximum Power Current(Imp)	16.20A	13.06A	16.24A	13.09A	16.28A	13.13A	16.32A	13.16A	16.36A	13.19A	16.40A	13.22A
Maximum Power Voltage(Vmpp)	42.3V	40.5V	42.5V	40.7V	42.7V	40.9V	42.9V	41.1V	43.1V	41.3V	43.3V	41.5V
Module Efficiency	22.05%		22.21%		22.37%		22.53%		22.70%		22.86%	
Power Tolerance	0~+5W		0~+5W		0~+5W		0~+5W		0~+5W		0~+5W	

Maximum System Voltage	VDC 1500V
Maximum Series Fuse	35A
Increased Snowload Acc.to Iec 61215	5400Pa
Operating Temperature	-40~+85°C
Number Of Bypass Diodes	3
Nominal Operating Cell Temperature(Noct)	45°C±2°C
Temperature Coefficient Of Pmax	-0.26%/°C
Temperature Coefficient Of Voc	-0.24%/°C
Temperature Coefficient Of Isc	0.04%/°C

**ELECTRICAL CHARACTERISTICS WITH DIFFERENT REAR SIDE POWER GAIN**

(Reference to 695W Front)

	10%	15%	20%	25%	30%
Backside Power Gain	10%	15%	20%	25%	30%
Maximum Power At STC(Pmax)	765	799	834	869	904
Short Circuit Current(Isc)	19.00	19.85	20.62	21.48	22.35
Open Circuit Voltage(Voc)	49.9	49.9	50.1	50.1	50.1
Maximum Power Current(Imp)	17.87	18.67	19.40	20.21	21.02
Maximum Power Voltage(Vmpp)	42.8	42.8	43.0	43.0	43.0

STC: 1000W/m2 irradiance, 25°C cell temperature, AM1.5. NOCT: Irradiance at 800W/m², Ambient Temperature 20°C, wind speed 1m/s.

I moduli sono inoltre dotati delle seguenti certificazioni:

- ISO 9001:2015 Quality management system
- IEC61215
- IEC61730
- IEC61701
- IEC62716
- IEC62804
- ISO 14001: 2015 Environmental management systems;
- OHSAS 18001: 2007 Occupational health and safety management systems;

## INVERTER DI STRINGA

Per quanto riguarda gli inverter il progetto prevede l'utilizzo di inverter di stringa **SMA – SUNNY HIGHPOWER 150-21** che, in abbinamento ad un quadro di parallelo stringhe converte l'energia prodotta in corrente continua in alternata e la trasmette al quadro di parallelo in AC e di qui al Trasformatore elevatore.

Nel progetto in esame si fa uso di 135 Inverter di stringa ed altrettanti quadri di parallelo stringhe, avendo l'inverter individuato un unico MPPT.

La scelta di utilizzare inverter di stringa con tensione di sistema massima a 1500 V sul lato DC, e di 600 V sul lato AC, consente una distribuzione baricentrica dei carichi elettrici ed una ottimizzazione della distribuzione dell'energia, che si traduce in sezioni di cavi ridotte e perdite di energia per effetto Joule contenute.

Riportiamo di seguito le caratteristiche dell'inverter:



/ SHP 100-21 / SHP 150-21 / SHP 172-21 / SHP 180-21

**SMA**

# Sunny Highpower PEAK3

Customized for tomorrow today

**25**  
YEAR  
DESIGN LIFE

 **SMA**  
Smart Connected

#### Efficiente

- Elevata densità di potenza: formato compatto e 180 kW
- Massima resa grazie alla possibilità di dimensionamento con rapporto CC/CA fino al 200%
- Nessun derating fino a 50 °C

#### Sicuro

- Massima disponibilità dell'impianto grazie a unità da 180 kW
- Funzioni digitali proiettate verso il futuro, in abbinamento alla piattaforma di gestione energetica ennexOS

#### Flessibile

- Per tensioni d'ingresso CC fino a 1500 V
- Soluzioni CC flessibili grazie a quadri di campo specifici per ciascun cliente

#### Facile da installare

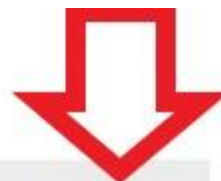
- Ergonomico da maneggiare e facile da collegare per un'installazione rapida
- Messa in servizio centralizzata e controllo dell'impianto fotovoltaico tramite SMA Data Manager

**Sunny Highpower PEAK3 è il componente centrale della soluzione SMA per gli impianti fotovoltaici con architettura decentralizzata e tensioni di sistema di 1500 V CC.**

Grazie alla sua elevata densità di potenza, questo compatto inverter di stringa consente di realizzare soluzioni per applicazioni fotovoltaiche industriali ottimizzando i costi. Consente un trasporto più agevole e una rapida installazione e messa in servizio. L'inverter da 180 kW beneficia inoltre del servizio SMA Smart Connected con interventi proattivi che agevolano la gestione operativa e la manutenzione, riducendo i costi di assistenza lungo l'intera durata del progetto.

**PROGETTO DEFINITIVO**  
**IMPIANTO AGRIVOLTAICO – “VALLE STRADELLA”**  
**COMUNI DI MONTALBANO JONICO E CRACO (MT)**

DATA:  
LUGLIO 2023



Dati tecnici	Sunny Highpower 100-21	Sunny Highpower 150-21
<b>Ingresso (CC)</b>		
Potenza max del generatore fotovoltaico	200 kW <sub>p</sub>	300 kW <sub>p</sub>
Tensione di ingresso max	1100 V	1500 V
Range di tensione MPP / Tensione nominale d'ingresso	590 V a 1000 V / 590 V	880 V a 1450 V / 880 V
Tensione CC min. / Tensione d'avviamento	570 V / 625 V	855 V / 940 V
Corrente d'ingresso max / Corrente di cortocircuito max	180 A / 325 A	
Numero di inseguitori MPP indipendenti	1	
Numero d'ingressi	1 a 2 (opzionale) per quadri di campo esterni	
<b>Uscita (CA)</b>		
Potenza nominale alla tensione nominale	100 kW	150 kW
Potenza apparente CA max	100 kVA	150 kVA
Tensione nominale CA / Range di tensione CA	400 V / 177 V a 477 V	600 V / 480 V a 690 V
Frequenza di rete CA / Range	50 Hz / 44 Hz a 55 Hz 60 Hz / 54 Hz a 66 Hz	
Frequenza di rete nominale	50 Hz	
Corrente d'uscita max	151 A	
Fattore di potenza a potenza nominale / Fattore di sfasamento regolabile	1 / Da 0 induttivo a 0 capacitivo	
Distorsione armonica totale (THD)	< 0,5 %	
Fasi di immissione / Collegamento CA	3 / 3-PE	
<b>Grado di rendimento</b>		
Grado di rendimento max / grado di rendimento europeo	98,8 % / 98,5 %	99,1 % / 98,8 %
<b>Dispositivi di protezione</b>		
Monitoraggio della dispersione verso terra / Monitoraggio della rete / Protezione contro l'inversione della polarità CC	● / ● / ●	
Resistenza ai cortocircuiti CA / Separazione galvanica	● / -	
Unità di monitoraggio correnti di guasto sensibile a tutti i tipi di corrente	●	
Scaricatori di sovratensioni (tipo II) CA/CC controllati	● / ●	
Classe di isolamento (secondo IEC 62109-1) / Categoria di sovratensione (secondo IEC 62109-1)	I / CA: III; CC: II	
<b>Dati generali</b>		
Dimensioni [L x A x P]	770 mm / 830 mm / 462 mm [30,3" / 32,7" / 18"]	
Peso	99 kg (218 lb)	
Range di temperatura di funzionamento	-25 °C a +60 °C (-13 °F a +140 °F)	
Rumorosità, valore tipico	69 dB(A)	
Autoconsumo (notturno)	< 5 W	
Topologia	Senza trasformatore	
Principio di raffreddamento	OptiCool, raffreddamento attivo, ventole a regime controllato	
Grado di protezione (secondo IEC 60529)	IP65	
Valore massimo ammissibile per l'umidità relativa (senza condensa)	100 %	
<b>Dotazione / Funzione / Accessori</b>		
Collegamento CC / Collegamento CA	Capocorda (fino a 300 mm <sup>2</sup> ) / Morsetto (fino a 150 mm <sup>2</sup> )	
Indicatori LED (stato / errore / comunicazione)	●	
Interfaccia Ethernet	● (2 porte)	
Interfaccia dati: SMA Modbus / SunSpec Modbus / Speedwire	● / ● / ●	
Tipo di montaggio	Montaggio su telaio	
OptiTrac / Integrated Plant Control / Q on Demand 24/7	● / ● / ●	
Idoneità off-grid / Compatibile con SMA Fuel Save Controller	● / ●	
Garanzia: 5 / 10 / 15 / 20 / 25 anni	● / ○ / ○ / ○ / ○	
Certificati e omologazioni (in attesa)	IEC/EN 62109-1/-2, VDE-AR-N 4110/4120, IEC 62116, IEC 61727, EN 50549, C10/11, CE 0-16, G99/1 (P-16A), PO 12.3, ABNT NBR 16149	
Denominazione del tipo	SHP 100-21	SHP 150-21

● Dotazione di serie ○ Opzionale - Non disponibile Dat rfr# alle condizioni nominali Aggiornamento dati: 03/2023

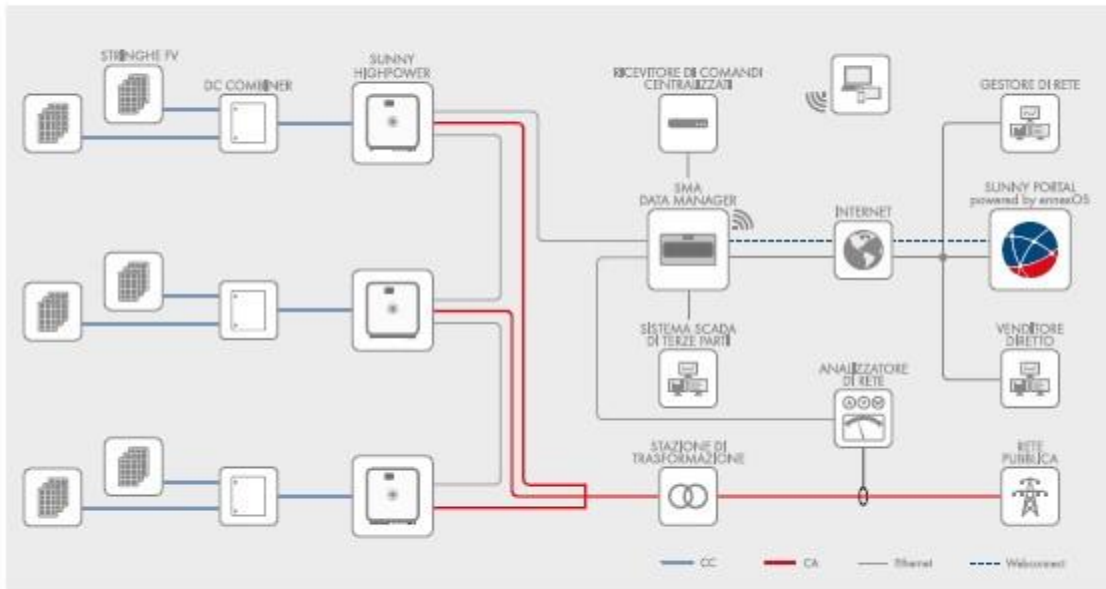
PROGETTO DEFINITIVO  
 IMPIANTO AGRIVOLTAICO – “VALLE STRADELLA”  
 COMUNI DI MONTALBANO JONICO E CRACO (MT)

DATA:  
 LUGLIO 2023



Dati tecnici	Sunny Highpower 172-21	Sunny Highpower 180-21
<b>Ingresso (CC)</b>		
Potenza max del generatore fotovoltaico	344 kWp	360 kWp
Tensione di ingresso max	1500 V	1500 V
Range di tensione MPP / Tensione nominale d'ingresso	968 V a 1450 V / 968 V	1012 V a 1450 V / 1012 V
Tensione CC min. / Tensione d'avviamento	939 V / 1032 V	982 V / 1079 V
Corrente d'ingresso max / Corrente di cortocircuito max	180 A / 325 A	
Numero di inseguitori MPP indipendenti	1	
Numero d'ingressi	1 o 2 (opzionale) per quadri di campo esterni	
<b>Uscita (CA)</b>		
Potenza nominale alla tensione nominale	172 kW	180 kW
Potenza apparente CA max	172 kVA	180 kVA
Tensione nominale CA / Range di tensione CA	660 V / 528 V a 759 V	690 V / 552 V a 793 V
Frequenza di rete CA / Range	50 Hz / 44 Hz a 55 Hz 60 Hz / 54 Hz a 66 Hz	
Frequenza di rete nominale	50 Hz	
Corrente d'uscita max	151 A	
Fattore di potenza a potenza nominale / Fattore di sfasamento regolabile	1 / Da 0 induttivo a 0 capacitivo	
Distorsione armonica totale (THD)	< 0,5 %	
Fasi di immissione / Collegamento CA	3 / 3PE	
<b>Grado di rendimento</b>		
Grado di rendimento max / grado di rendimento europeo	99,2 % / 98,9 %	99,2 % / 98,9 %
<b>Dispositivi di protezione</b>		
Monitoraggio della dispersione verso terra / Monitoraggio della rete / Protezione contro l'inversione della polarità CC	● / ● / ●	
Resistenza ai cortocircuiti CA / Separazione galvanica	● / -	
Unità di monitoraggio correnti di guasto sensibile a tutti i tipi di corrente	●	
Scaricatori di sovratensioni (tipo II) CA/CC controllati	● / ●	
Classe di isolamento (secondo IEC 62109-1) / Categoria di sovratensione (secondo IEC 62109-1)	I / CA: III; CC: II	
<b>Dati generali</b>		
Dimensioni (L x A x P)	770 mm / 830 mm / 462 mm (30,3" / 32,7" / 18")	
Peso	99 kg (218 lb)	
Range di temperatura di funzionamento	-25 °C a +60 °C (-13 °F a +140 °F)	
Rumorosità, valore tipico	69 dB(A)	
Autoconsumo (notturno)	< 5 W	
Topologia	Senza trasformatore	
Principio di raffreddamento	OptiCool, raffreddamento attivo, ventole a regime controllato	
Grado di protezione (secondo IEC 60529)	IP65	
Valore massimo ammissibile per l'umidità relativa (senza condensa)	100%	
<b>Dotazione / Funzione / Accessori</b>		
Collegamento CC / Collegamento CA	Capacorda (fino a 300 mm <sup>2</sup> ) / Morsetto (fino a 150 mm <sup>2</sup> )	
Indicatori LED (stato / errore / comunicazione)	●	
Interfaccia Ethernet	● (2 porte)	
Interfaccia dati: SMA Modbus / SunSpec Modbus / Speedwire	● / ● / ●	
Tipo di montaggio	Montaggio su telaio	
OptiTrac / Integrated Plant Control / On Demand 24/7	● / ● / ●	
Idoneità all-grid / Compatibile con SMA Fuel Save Controller	● / ●	
Garanzia: 5 / 10 / 15 / 20 / 25 anni	● / ○ / ○ / ○ / ○	
Certificati e omologazioni (in attesa)	IEC/EN 62109-1/-2, VDE-AR-N 4110/4120, IEC 62116, IEC 61727, EN 50549, C10/11, CB 0-16, G99/1 (>16A), PO 12.3, ABNT NBR 16149	
Denominazione del tipo	SHP 172-21	SHP 180-21

● Dotazione di serie ○ Opzionale - Non disponibile Dat riferiti alle condizioni nominali Aggiornamento dati: 03/2023



## DIMENSIONAMENTO CAMPO FOTOVOLTAICO

### DIMENSIONAMENTO STRINGA- QUADRO - INVERTER

Una volta scelti inverter e moduli fotovoltaici, occorre determinare il numero di moduli da collegare in serie a formare la stringa, e verificare che in corrispondenza dei valori minimi della temperatura di lavoro dei moduli (-10 °C) e dei valori massimi di lavoro degli stessi (70 °C) sono verificate le seguenti disuguaglianze:

#### Tensioni MPPT

Tensione nel punto di massima potenza,  $V_m$ , a 70 °C maggiore o uguale alla Tensione MPPT minima ( $V_{mppt\ min}$ ).

Tensione nel punto di massima potenza,  $V_m$ , a -10 °C minore o uguale alla Tensione MPPT massima ( $V_{mppt\ max}$ ).

I valori di MPPT rappresentano i valori minimo e massimo della finestra di tensione utile per la ricerca del punto di funzionamento alla massima potenza.

Di seguito si evidenziano i risultati ottenuti confrontando il range delle tensioni di esercizio degli MMPT dell'inverter più restrittivo (1003 V – 1325 V), tenendo in considerazione la tensione massima e il coefficiente di temperatura dal modulo (rispettivamente 43,3 Vm e -0.24 %/C°).

SOTTOCAMPO											
<b>INVERTER</b>		<b>MODULO FV</b>		P [Wp]	710,00	<b>MODULO FV</b>		Lung. [m]	Largh. [m]	Spes. [m]	Peso [kg]
Vinv,MAX [V]	1500,00	Voc,STC [V]	50,40			Vm [V]	43,30	2,384	1,303	0,035	39,500
VMPPT,min [V]	1003,00	Vm [V]	43,30			$\beta$ [%/°C]	-0,240				
VMPPT,MAX [V]	1325,00	$\beta$ [%/°C]	-0,24			$\beta'$ [%/°C]	-0,240				
		$\beta'$ [%/°C]	-0,24			T [°C]	70,00				
		T [°C]	-10,00	Tmin [°C]							
		Voc(T) [°C]	54,63			Vm(T) [°C]	38,62				
		Vm(T) [°C]	46,94								
<b>CARATTERISTICHE</b>		<b>VERIFICA CONFIGURAZIONE Generatore FV - Inverter</b>									
Peso sub-campo FV [kg]	1027,00	n°moduli,stringa	26			n°moduli stringa	26				
Area sub-campo FV [mq]	80,77	T [°C]	-10,00			T [°C]	70,00				
n° stringhe	1,00	Voc,stringa(T) [V]	1420,47								
n° moduli,stringa	26,00	Voc,stringa < Vinv,MAX	OK	Verifica							
Potenza [kWp]	18,46	Vm,stringa(T) [V]	1220,37	Verifica		Vm,stringa(T) [V]	1004,21				
		Vm,stringa < VMPPT,MAX	OK	Verifica		Vm,stringa > VMPPT,min	OK	Verifica			

**Tensione massima**

Tensione di circuito aperto, Voc a -10 °C minore o uguale alla tensione massima di ingresso dell'inverter.

Di seguito si evidenziano i risultati ottenuti confrontando la tensione massima di esercizio degli inverter (1500 V), tenendo in considerazione la tensione a circuito aperto e il coefficiente di temperatura dal modulo (rispettivamente 50,4 Voc e -0.24 %/C°).

SOTTOCAMPO											
<b>INVERTER</b>		<b>MODULO FV</b>		P [Wp]	710,00	<b>MODULO FV</b>		Lung. [m]	Largh. [m]	Spes. [m]	Peso [kg]
Vinv,MAX [V]	1500,00	Voc,STC [V]	50,40			Vm [V]	43,30	2,384	1,303	0,035	39,500
VMPPT,min [V]	1003,00	Vm [V]	43,30			β [%/°C]	-0,240				
VMPPT,MAX [V]	1325,00	β [%/°C]	-0,24			β' [%/°C]	-0,240				
		T [°C]	-10,00	Tmin [°C]		T [°C]	70,00	TMAX [°C]			
		Voc(T) [°C]	54,63			Vm(T) [°C]	38,62				
		Vm(T) [°C]	46,94								
<b>CARATTERISTICHE</b>		<b>VERIFICA CONFIGURAZIONE Generatore FV - Inverter</b>									
Peso sub-campo FV [kg]	1027,00	n°moduli,stringa	26	T [°C]	-10,00	n°moduli stringa	26				
Area sub-campo FV [mq]	80,77	Voc,stringa(T) [V]	1420,47			T [°C]	70,00				
n° stringhe	1,00	Voc,stringa < Vinv,MAX	OK	Verifica							
n° moduli,stringa	26,00	Vm,stringa(T) [V]	1220,37	Verifica		Vm,stringa(T) [V]	1004,21				
Potenza [kWp]	18,46	Vm,stringa < VMPPT,MAX	OK	Verifica		Vm,stringa > VMPPT,min	OK	Verifica			

**Tensione massima modulo**

Tensione di circuito aperto, Voc, a -10 °C minore o uguale alla tensione massima di sistema del modulo (1500VDC).

SOTTOCAMPO											
<b>INVERTER</b>		<b>MODULO FV</b>		P [Wp]	710,00	<b>MODULO FV</b>		Lung. [m]	Largh. [m]	Spes. [m]	Peso [kg]
Vinv,MAX [V]	1500,00	Voc,STC [V]	50,40			Vm [V]	43,30	2,384	1,303	0,035	39,500
VMPPT,min [V]	1003,00	Vm [V]	43,30			β [%/°C]	-0,240				
VMPPT,MAX [V]	1325,00	β [%/°C]	-0,24			β' [%/°C]	-0,240				
		T [°C]	-10,00	Tmin [°C]		T [°C]	70,00	TMAX [°C]			
		Voc(T) [°C]	54,63			Vm(T) [°C]	38,62				
		Vm(T) [°C]	46,94								
<b>CARATTERISTICHE</b>		<b>VERIFICA CONFIGURAZIONE Generatore FV - Inverter</b>									
Peso sub-campo FV [kg]	1027,00	n°moduli,stringa	26	T [°C]	-10,00	n°moduli stringa	26				
Area sub-campo FV [mq]	80,77	Voc,stringa(T) [V]	1420,47			T [°C]	70,00				
n° stringhe	1,00	Voc,stringa < Vinv,MAX	OK	Verifica							
n° moduli,stringa	26,00	Vm,stringa(T) [V]	1220,37	Verifica		Vm,stringa(T) [V]	1004,21				
Potenza [kWp]	18,46	Vm,stringa < VMPPT,MAX	OK	Verifica		Vm,stringa > VMPPT,min	OK	Verifica			

**Corrente massima quadro**

Corrente massima generata **I<sub>max</sub>moduli**, minore o uguale alla corrente massima di ingresso del quadro.

$I_{max}(\text{Modulo}) = 16,4 \text{ A a } 25 \text{ C}^\circ (16,63 \text{ A a } 70 \text{ C}^\circ)$

$I_{max}(\text{Stringa}) = 16,4 \text{ A a } 25 \text{ C}^\circ (16,63 \text{ A a } 70 \text{ C}^\circ)$



**Quadro SMA → DC-CMB-U15-16 ( $I_{max,quadro} = 17.2 A$ )**

$$I_{max,stringa} < I_{max,quadro}$$

***Corrente massima inverter***

Corrente massima (corto circuito) generata,  $I_{sc}$ , minore o uguale alla corrente massima di ingresso dell'inverter.

$$I_{sc} (\text{Modulo}) = 17,43 A \text{ a } 25 C^{\circ} (17,74 A \text{ a } 70 C^{\circ})$$

$$I_{sc} (\text{Stringa}) = 17,43 A \text{ a } 25 C^{\circ} (17,74 A \text{ a } 70 C^{\circ})$$

**SOTTOCAMPO 1 → Sunny Central 3060 UP ( $I_{max,inverter} = 3200 A$ ) - 162 Stringhe**

- $I_{SC,sottocampo\ 1} = 162 \text{ stringhe} * 17,43 A = 2823,66 A \text{ (a } 25 C^{\circ})$
- $I_{SC,sottocampo\ 1} = 162 \text{ stringhe} * 17,74 A = 2873,88 A \text{ (a } 70 C^{\circ})$
- $I_{SC,sottocampo\ 1} < I_{max,inverter}$

**SOTTOCAMPO 2 → Sunny Central 4200 UP ( $I_{max,inverter} = 4750 A$ ) - 224 Stringhe**

- $I_{SC,sottocampo\ 1} = 224 \text{ stringhe} * 17,43 A = 3904,32 A \text{ (a } 25 C^{\circ})$
- $I_{SC,sottocampo\ 1} = 224 \text{ stringhe} * 17,74 A = 3973,76 A \text{ (a } 70 C^{\circ})$
- $I_{SC,sottocampo\ 1} < I_{max,inverter}$

**SOTTOCAMPO 3 → Sunny Central 4600 UP ( $I_{max,inverter} = 4750 A$ ) - 248 Stringhe**

- $I_{SC,sottocampo\ 1} = 248 \text{ stringhe} * 17,43 A = 4322,64 A \text{ (a } 25 C^{\circ})$
- $I_{SC,sottocampo\ 1} = 248 \text{ stringhe} * 17,74 A = 4399,52 A \text{ (a } 70 C^{\circ})$
- $I_{SC,sottocampo\ 1} < I_{max,inverter}$

**SOTTOCAMPO 4 → Sunny Central 4200 UP ( $I_{max,inverter} = 4750 A$ ) - 224 Stringhe**

- $I_{SC,sottocampo\ 1} = 224 \text{ stringhe} * 17,43 A = 3904,32 A \text{ (a } 25 C^{\circ})$
- $I_{SC,sottocampo\ 1} = 224 \text{ stringhe} * 17,74 A = 3973,76 A \text{ (a } 70 C^{\circ})$
- $I_{SC,sottocampo\ 1} < I_{max,inverter}$

**SOTTOCAMPO 5 → Sunny Central 4200 UP ( $I_{max,inverter} = 4750 A$ ) - 224 Stringhe**

- $I_{SC,sottocampo\ 1} = 224 \text{ stringhe} * 17,43 A = 3904,32 A \text{ (a } 25 C^{\circ})$
- $I_{SC,sottocampo\ 1} = 224 \text{ stringhe} * 17,74 A = 3973,76 A \text{ (a } 70 C^{\circ})$
- $I_{SC,sottocampo\ 1} < I_{max,inverter}$

### **Dimensionamento**

Dimensionamento compreso tra il 70 % e 120 %.

Per dimensionamento si intende il rapporto percentuale tra la potenza nominale dell'inverter e la potenza del generatore fotovoltaico a esso collegato (nel caso di sottoimpianti MPPT, il dimensionamento è verificato per il sottoimpianto MPPT nel suo insieme) da tale condizione deriva la scelta di avere un rapporto tra la potenza del generatore sul lato DC e la potenza nominale in AC in immissione prossima all'unità.

#### **SOTTOCAMPO 1 → Sunny Central 3060 UP (P(cos φ = 1)<sub>inverter</sub> = 3067 kW a 35 C°)**

- $P_{\text{sottocampo 1}} = 162 \text{ stringhe} * (26 \text{ moduli} * 710 \text{ W}) = 2990,52 \text{ kW}$
- Rapporto DC/AC = 0.975

#### **SOTTOCAMPO 2 → Sunny Central 4200 UP (P(cos φ = 1)<sub>inverter</sub> = 4200 kW a 35 C°)**

- $P_{\text{sottocampo 1}} = 224 \text{ stringhe} * (26 \text{ moduli} * 710 \text{ W}) = 4135,04 \text{ kW}$
- Rapporto DC/AC = 0.984

#### **SOTTOCAMPO 3 → Sunny Central 4600 UP (P(cos φ = 1)<sub>inverter</sub> = 4600 kW a 35 C°)**

- $P_{\text{sottocampo 1}} = 248 \text{ stringhe} * (26 \text{ moduli} * 710 \text{ W}) = 4578,08 \text{ kW}$
- Rapporto DC/AC = 0.995

#### **SOTTOCAMPO 2 → Sunny Central 4200 UP (P(cos φ = 1)<sub>inverter</sub> = 4200 kW a 35 C°)**

- $P_{\text{sottocampo 1}} = 224 \text{ stringhe} * (26 \text{ moduli} * 710 \text{ W}) = 4135,04 \text{ kW (a } 25 \text{ C°)}$
- Rapporto DC/AC = 0.984

#### **SOTTOCAMPO 2 → Sunny Central 4200 UP (P(cos φ = 1)<sub>inverter</sub> = 4200 kW a 35 C°)**

- $P_{\text{sottocampo 1}} = 224 \text{ stringhe} * (26 \text{ moduli} * 710 \text{ W}) = 4135,04 \text{ kW (a } 25 \text{ C°)}$
- Rapporto DC/AC = 0.984

Di seguito una tabella riepilogativa:

<b>TENSIONI MPPT</b>	
Vmppt min. ( 1003 V ) < Vm a 25°C (1126 V) < (1325 V) Vmppt max	<b>VERIFICATO</b>
Vm a 70 °C (1004 V) maggiore di Vmppt min. (1003.00 V)	<b>VERIFICATO</b>
Vm a -10 °C (1220 V) minore di Vmppt max. (1325.00 V)	<b>VERIFICATO</b>

<b>TENSIONE MASSIMA</b>	
Voc a -10 °C (1420 V) inferiore alla tensione max. dell'ingresso inverter (1500.00 V)	<b>VERIFICATO</b>
<b>TENSIONE MASSIMA MODULO</b>	
Voc a -10 °C (1420 V) inferiore alla tensione max. di sistema del modulo (1 500.00 V)	<b>VERIFICATO</b>

## CALCOLI E VERIFICHE SEZIONE CAVI

Verificato il corretto accoppiamento stringhe inverter occorre determinare le sezioni dei circuiti sia in corrente continua che in corrente alternata sia in BT che in AT.

Al fine di ottimizzare le sezioni dei cavi contenendo i costi e le cadute di tensione è fondamentale la corretta individuazione della potenza, dei carichi e delle posizioni delle Power Station le quali devono essere quanto più prossime al baricentro elettrico.

Inoltre, per evitare interferenze dovute dai campi magnetici indotti dalle varie correnti e tensioni, si cercato di non far intersecare gli scavi di linee con tensioni differenti.

Il valore della caduta di tensione delle nuove linee è stato fissato al 4% e calcolato mediante la seguente formula, come previsto dalla sezione 5 della norma CEI 64/8

$$\Delta V = k \times I_b \times L \times (r \cos \varphi + x \sin \varphi)$$

Dove:

- K è un fattore di tensione pari a 2 per circuiti monofase e 1,71 per sistemi trifase
- L è la lunghezza della linea
- r è la resistenza per chilometro della linea
- x è la reattanza per chilometro della linea

$$\Delta V\% = 100 \Delta V/V$$

Pertanto tutte le linee di alimentazione sono state dimensionate in modo tale da ottenere per tutta la linea, nelle ipotesi di carico equilibrato (per linee trifase) e concentrato alle estremità della linea,

la rispondenza alla seguente condizione:

$$\Delta V\% \leq 4\%$$

Per ciascun tratto si è attribuito una caduta di potenziale massima così determinata:

- tratto CC  $\Delta V\% \leq 1\%$
- tratto AC (BT)  $\Delta V\% \leq 1,5\%$
- tratto AC (AT)  $\Delta V\% \leq 1,5\%$

Il calcolo della portata di conduttori è stato effettuato sulla base delle tabelle CEI UNEL 32024/1 per posa non interrata e CEI UNEL 32024/2 per posa interrata:

- tratto CC Posa non interrata fissa sui tracker cavo H1Z2Z2-K
- tratto CA Posa interrata in cavidotto corrugato FG16R16
- tratto AC (BT) Interno alla Power Station SMA Flexible Busbars 3 (2x2400) mm<sup>2</sup>
- tratto AC (AT) Posa interrata in cavidotto corrugato cavo RG7H1R

la scelta di avere quadri di campo quanto più baricentrici possibile rispetto alle stringhe, ma contemporaneamente vicino alla viabilità, permette di ridurre i costi dei cavi rendendo allo stesso tempo i quadri di facile accesso in caso di manutenzione in fase d'esercizio dell'impianto.

Anche le Power Station sono posizionate in maniera baricentrica rispetto ai campi consentendo una standardizzazione delle sezioni dei cavi AT. Inoltre, per rendere l'impianto più efficiente e stabile si è optato per uno schema di connessione ad anello delle varie cabine di campo e sistema d'accumulo.

Sulla base di quanto detto sinora, i cavi e le sezioni per i tratti AT risultano:

- cavo RG7H1R formazione 3x1x185 mmq (185 mmq per fase)

Per i cavi CA BT di seguito le tabelle con indicazione dell'inverter, del quadro, delle potenze, della denominazione, della lunghezza scavo, della lunghezza linea e dalla sezione utilizzata:

SOTTOCAMPO 1	Stringhe	Potenza [W]	DENOMINAZIONE LINEA	L [m]	FORMAZIONE CAVO			
					TIPO	POLI	N	SEZIONE
1	1	6	110760	IdS 1. 1	155	FG16R16	3x 1x 95	mmq
	2	7	129220	IdS 1. 2	142	FG16R16	3x 1x 95	mmq
	3	8	147680	IdS 1. 3	130	FG16R16	3x 1x 120	mmq
	4	8	147680	IdS 1. 4	118	FG16R16	3x 1x 95	mmq
	5	8	147680	IdS 1. 5	118	FG16R16	3x 1x 95	mmq
	6	7	129220	IdS 1. 6	105	FG16R16	3x 1x 70	mmq
	7	8	147680	IdS 1. 7	92	FG16R16	3x 1x 70	mmq
	8	9	166140	IdS 1. 8	78	FG16R16	3x 1x 70	mmq
	9	8	147680	IdS 1. 9	77	FG16R16	3x 1x 70	mmq
	10	8	147680	IdS 1. 10	67	FG16R16	3x 1x 50	mmq
	11	8	147680	IdS 1. 11	52	FG16R16	3x 1x 50	mmq
	12	8	147680	IdS 1. 12	40	FG16R16	3x 1x 35	mmq
	13	8	147680	IdS 1. 13	27	FG16R16	3x 1x 25	mmq
	14	9	166140	IdS 1. 14	20	FG16R16	3x 1x 25	mmq
	15	8	147680	IdS 1. 15	25	FG16R16	3x 1x 25	mmq
	16	7	129220	IdS 1. 16	20	FG16R16	3x 1x 25	mmq
	17	8	147680	IdS 1. 17	20	FG16R16	3x 1x 25	mmq
	18	8	147680	IdS 1. 18	40	FG16R16	3x 1x 35	mmq
	19	8	147680	IdS 1. 19	56	FG16R16	3x 1x 50	mmq
	20	8	147680	IdS 1. 20	230	FG16R16	3x 1x 185	mmq
	21	8	147680	IdS 1. 21	237	FG16R16	3x 1x 185	mmq
	22	8	147680	IdS 1. 22	208	FG16R16	3x 1x 150	mmq
	23	8	147680	IdS 1. 23	181	FG16R16	3x 1x 150	mmq
	24	8	147680	IdS 1. 24	166	FG16R16	3x 1x 120	mmq
	189	3488940						

SOTTOCAMPO 2		Stringhe	Potenza	DENOMINAZIONE LINEA	L	FORMAZIONE CAVO				
INVERTER			[W]			[m]	TIPO	POLI	N	SEZIONE
2	1	8	147680	IdS 2. 1	280	FG16R16	3x	1x	240	mmq
	2	8	147680	IdS 2. 2	255	FG16R16	3x	1x	185	mmq
	3	7	129220	IdS 2. 3	73	FG16R16	3x	1x	50	mmq
	4	7	129220	IdS 2. 4	45	FG16R16	3x	1x	35	mmq
	5	7	129220	IdS 2. 5	30	FG16R16	3x	1x	25	mmq
	6	9	166140	IdS 2. 6	30	FG16R16	3x	1x	35	mmq
	7	9	166140	IdS 2. 7	20	FG16R16	3x	1x	25	mmq
	8	8	147680	IdS 2. 8	37	FG16R16	3x	1x	35	mmq
	9	8	147680	IdS 2. 9	92	FG16R16	3x	1x	70	mmq
	10	8	147680	IdS 2. 10	154	FG16R16	3x	1x	120	mmq
	11	8	147680	IdS 2. 11	190	FG16R16	3x	1x	150	mmq
	12	8	147680	IdS 2. 12	177	FG16R16	3x	1x	150	mmq
	13	8	147680	IdS 2. 13	232	FG16R16	3x	1x	185	mmq
	14	8	147680	IdS 2. 14	215	FG16R16	3x	1x	185	mmq
		111	2049060							

SOTTOCAMPO 3		Stringhe	Potenza	DENOMINAZIONE LINEA	L	FORMAZIONE CAVO				
INVERTER			[W]			[m]	TIPO	POLI	N	SEZIONE
3	1	7	129220	IdS 3. 1	165	FG16R16	3x	1x	120	mmq
	2	8	147680	IdS 3. 2	140	FG16R16	3x	1x	120	mmq
	3	8	147680	IdS 3. 3	115	FG16R16	3x	1x	95	mmq
	4	8	147680	IdS 3. 4	90	FG16R16	3x	1x	70	mmq
	5	7	129220	IdS 3. 5	54	FG16R16	3x	1x	35	mmq
	6	7	129220	IdS 3. 6	36	FG16R16	3x	1x	25	mmq
	7	9	166140	IdS 3. 7	25	FG16R16	3x	1x	25	mmq
	8	9	166140	IdS 3. 8	20	FG16R16	3x	1x	25	mmq
	9	8	147680	IdS 3. 9	42	FG16R17	3x	1x	35	mmq
	10	6	110760	IdS 3. 10	142	FG16R18	3x	1x	95	mmq
	11	8	147680	IdS 3. 11	110	FG16R19	3x	1x	95	mmq
	12	8	147680	IdS 3. 12	75	FG16R20	3x	1x	70	mmq
	13	8	147680	IdS 3. 13	80	FG16R21	3x	1x	70	mmq
	14	8	147680	IdS 3. 14	150	FG16R22	3x	1x	120	mmq
		109	2012140							

SOTTOCAMPO 4		Stringhe	Potenza [W]	DENOMINAZIONE LINEA	L [m]	FORMAZIONE CAVO				
INVERTER						TIPO	POLI	N	SEZIONE	
4	1	8	147680	IdS 4. 1	66	FG16R16	3x	1x	50	mmq
	2	8	147680	IdS 4. 2	43	FG16R16	3x	1x	35	mmq
	3	8	147680	IdS 4. 3	27	FG16R16	3x	1x	25	mmq
	4	8	147680	IdS 4. 4	265	FG16R16	3x	1x	240	mmq
	5	8	147680	IdS 4. 5	230	FG16R16	3x	1x	185	mmq
	6	8	147680	IdS 4. 6	185	FG16R16	3x	1x	150	mmq
	7	8	147680	IdS 4. 7	93	FG16R16	3x	1x	70	mmq
	8	8	147680	IdS 4. 8	61	FG16R16	3x	1x	50	mmq
	9	8	147680	IdS 4. 9	116	FG16R16	3x	1x	95	mmq
	10	8	147680	IdS 4. 10	134	FG16R16	3x	1x	120	mmq
	11	8	147680	IdS 4. 11	133	FG16R16	3x	1x	120	mmq
	12	8	147680	IdS 4. 12	193	FG16R16	3x	1x	150	mmq
	13	8	147680	IdS 4. 13	210	FG16R16	3x	1x	150	mmq
		104	1919840							

SOTTOCAMPO 5		Stringhe	Potenza [W]	DENOMINAZIONE LINEA	L [m]	FORMAZIONE CAVO				
INVERTER						TIPO	POLI	N	SEZIONE	
5	1	7	129220	IdS 5. 1	206	FG16R16	3x	1x	150	mmq
	2	7	129220	IdS 5. 2	176	FG16R16	3x	1x	120	mmq
	3	8	147680	IdS 5. 3	71	FG16R16	3x	1x	50	mmq
	4	8	147680	IdS 5. 4	42	FG16R16	3x	1x	35	mmq
	5	8	147680	IdS 5. 5	27	FG16R16	3x	1x	25	mmq
	6	8	147680	IdS 5. 6	37	FG16R16	3x	1x	35	mmq
	7	8	147680	IdS 5. 7	47	FG16R16	3x	1x	35	mmq
	8	8	147680	IdS 5. 8	25	FG16R16	3x	1x	25	mmq
	9	8	147680	IdS 5. 9	56	FG16R16	3x	1x	50	mmq
	10	8	147680	IdS 5. 10	55	FG16R16	3x	1x	50	mmq
	11	8	147680	IdS 5. 11	86	FG16R16	3x	1x	70	mmq
	12	8	147680	IdS 5. 12	100	FG16R16	3x	1x	95	mmq
	13	8	147680	IdS 5. 13	75	FG16R16	3x	1x	70	mmq
	14	8	147680	IdS 5. 14	115	FG16R16	3x	1x	95	mmq
	15	8	147680	IdS 5. 15	135	FG16R16	3x	1x	120	mmq
		118	2178280							

SOTTOCAMPO 6		Stringhe	Potenza [W]	DENOMINAZIONE LINEA	L [m]	FORMAZIONE CAVO			
INVERTER						TIPO	POLI	N	SEZIONE
6	1	8	147680	IdS 6. 1	222	FG16R16	3x 1x	185	mmq
	2	8	147680	IdS 6. 2	200	FG16R16	3x 1x	150	mmq
	3	8	147680	IdS 6. 3	162	FG16R16	3x 1x	120	mmq
	4	8	147680	IdS 6. 4	113	FG16R16	3x 1x	95	mmq
	5	8	147680	IdS 6. 5	102	FG16R16	3x 1x	95	mmq
	6	8	147680	IdS 6. 6	93	FG16R16	3x 1x	70	mmq
	7	7	129220	IdS 6. 7	90	FG16R16	3x 1x	70	mmq
	8	8	147680	IdS 6. 8	81	FG16R16	3x 1x	70	mmq
	9	8	147680	IdS 6. 9	70	FG16R16	3x 1x	50	mmq
	10	7	129220	IdS 6. 10	67	FG16R16	3x 1x	50	mmq
	11	8	147680	IdS 6. 11	113	FG16R16	3x 1x	95	mmq
	12	8	147680	IdS 6. 12	20	FG16R16	3x 1x	25	mmq
	13	8	147680	IdS 6. 13	61	FG16R16	3x 1x	50	mmq
	14	8	147680	IdS 6. 14	92	FG16R16	3x 1x	70	mmq
	15	8	147680	IdS 6. 15	130	FG16R16	3x 1x	95	mmq
		118	2178280						

SOTTOCAMPO 7		Stringhe	Potenza [W]	DENOMINAZIONE LINEA	L [m]	FORMAZIONE CAVO			
INVERTER						TIPO	POLI	N	SEZIONE
7	1	7	129220	IdS 7. 1	196	FG16R16	3x 1x	150	mmq
	2	8	147680	IdS 7. 2	154	FG16R16	3x 1x	120	mmq
	3	7	129220	IdS 7. 3	212	FG16R16	3x 1x	150	mmq
	4	8	147680	IdS 7. 4	110	FG16R16	3x 1x	95	mmq
	5	7	129220	IdS 7. 5	170	FG16R16	3x 1x	120	mmq
	6	8	147680	IdS 7. 6	80	FG16R16	3x 1x	70	mmq
	7	7	129220	IdS 7. 7	100	FG16R16	3x 1x	70	mmq
	8	8	147680	IdS 7. 8	90	FG16R16	3x 1x	70	mmq
	9	7	129220	IdS 7. 9	100	FG16R16	3x 1x	70	mmq
	10	8	147680	IdS 7. 10	72	FG16R16	3x 1x	70	mmq
	11	8	147680	IdS 7. 11	175	FG16R16	3x 1x	150	mmq
	12	8	147680	IdS 7. 12	205	FG16R16	3x 1x	150	mmq
	13	8	147680	IdS 7. 13	232	FG16R16	3x 1x	185	mmq
		99	1827540						



SOTTOCAMPO 8		Stringhe	Potenza [W]	DENOMINAZIONE LINEA	L [m]	FORMAZIONE CAVO				
INVERTER						TIPO	POLI	N	SEZIONE	
8	1	8	147680	IdS 8. 1	265	FG16R16	3x	1x	240	mmq
	2	8	147680	IdS 8. 2	240	FG16R16	3x	1x	185	mmq
	3	8	147680	IdS 8. 3	195	FG16R16	3x	1x	150	mmq
	4	8	147680	IdS 8. 4	180	FG16R16	3x	1x	150	mmq
	5	7	129220	IdS 8. 5	75	FG16R16	3x	1x	50	mmq
	6	7	129220	IdS 8. 6	50	FG16R16	3x	1x	35	mmq
	7	7	129220	IdS 8. 7	60	FG16R16	3x	1x	50	mmq
	8	8	147680	IdS 8. 8	70	FG16R16	3x	1x	50	mmq
	9	8	147680	IdS 8. 9	75	FG16R16	3x	1x	70	mmq
	10	7	129220	IdS 8. 10	70	FG16R16	3x	1x	50	mmq
	11	7	129220	IdS 8. 11	125	FG16R16	3x	1x	95	mmq
	12	7	129220	IdS 8. 12	145	FG16R16	3x	1x	95	mmq
	13	7	129220	IdS 8. 13	190	FG16R16	3x	1x	120	mmq
		97	1790620							

SOTTOCAMPO 9		Stringhe	Potenza [W]	DENOMINAZIONE LINEA	L [m]	FORMAZIONE CAVO				
INVERTER						TIPO	POLI	N	SEZIONE	
9	1	8	147680	IdS 9. 1	240	FG16R16	3x	1x	185	mmq
	2	8	147680	IdS 9. 2	225	FG16R16	3x	1x	185	mmq
	3	7	129220	IdS 9. 3	192	FG16R16	3x	1x	150	mmq
	4	8	147680	IdS 9. 4	160	FG16R16	3x	1x	120	mmq
	5	8	147680	IdS 9. 5	125	FG16R16	3x	1x	95	mmq
	6	8	147680	IdS 9. 6	112	FG16R16	3x	1x	95	mmq
	7	7	129220	IdS 9. 7	92	FG16R16	3x	1x	70	mmq
	8	8	147680	IdS 9. 8	56	FG16R16	3x	1x	50	mmq
	9	8	147680	IdS 9. 9	410	FG16R16	3x	2x	150	mmq
	10	8	147680	IdS 9. 10	430	FG16R16	3x	2x	185	mmq
	11	8	147680	IdS 9. 11	445	FG16R16	3x	2x	185	mmq
	12	8	147680	IdS 9. 12	460	FG16R16	3x	2x	185	mmq
	13	8	147680	IdS 9. 13	565	FG16R16	3x	2x	240	mmq
	14	8	147680	IdS 9. 14	585	FG16R16	3x	2x	240	mmq
		110	2030600							

La protezione delle linee di alimentazione dal sovraccarico verrà realizzata con fusibili sul lato CC e con interruttori automatici di massima corrente su tutte le linee AC idonee per tensioni di lavoro 36 kVac. Le condizioni a cui dovranno soddisfare i dispositivi scelti, sono le seguenti:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

(CEI 64-8, art. 433.2)

E  $I_f \leq 1.45 I_z$

Dove

- $I_b$  = corrente di impiego del cavo
- $I_n$  = corrente nominale dell'interruttore
- $I_z$  = portata del conduttore
- $I_f$  = corrente di funzionamento del dispositivo

La protezione dal cortocircuito verrà assicurata installando interruttori aventi potere di interruzione, direttamente o per filiazione, sicuramente superiore alla massima corrente di cortocircuito nel punto di installazione. Per la protezione dei cavi contro il cortocircuito ad inizio linea è stata invece verificata la seguente espressione:

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

Dove

- $I^2 t$  è l'energia specifica lasciata passare dall'interruttore
- $K$  costante caratteristica dei cavi in funzione del tipo di isolante con conduttori in rame
- $S$  sezione del cavo in  $\text{mm}^2$

Il potere di interruzione scelto per gli interruttori sarà maggiore del massimo valore della corrente di cortocircuito presunto e comunque in nessun caso inferiore a 16 kA.

Si rimanda agli elaborati grafici per quanto riguarda gli schemi unifilari dei quadri elettrici BT ed AT.

Il Tecnico



Dott. Ing. Nicola Incampo