



COMUNE DI GIACCIANO CON BARUCHELLA
(Provincia di Rovigo)

**PROGETTO DI ADEGUAMENTO DEGLI IMPIANTI
CIMITERIALI COMUNALI**

*lavori di efficientamento con adeguamento impianto illuminazione
votiva e realizzazione di impianto fotovoltaico presso cimitero località
Baruchella sito nel comune di Giacciano con Baruchella
in attuazione dell'art. 1 comma 29 Legge 160/2019.*

PROGETTO PRELIMINARE-ESECUTIVO-DEFINITIVO

OGGETTO:	Allegato:
CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO	8
PARTE TECNICA	
Scale Adottate:	Data: Agosto 2022

COMMITTENTE:
<i>Amministrazione Comunale</i>
TECNICO PROGETTISTA:
Alberto p.i. Darù
Visto:
Data: 01/08/2022
RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:
Geom. Riccardo Resini - <i>(Responsabile Ufficio Tecnico – Lavori Pubblici)</i>

RELAZIONE TECNICA
FINALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO
(art. 1 comma 29 della Legge 160/2019) CONCESSIONE DI CONTRIBUTI PER
EFFICIENTAMENTO ENERGETICO

Gli interventi previsti con il seguente progetto sono stati pensati al fine di raggiungere gli obiettivi di cui alla Legge 160/2019 per la qualificazione e l'efficientamento del patrimonio impiantistico comunale esistente, in particolare l'impianto di illuminazione votiva con la realizzazione di un impianto fotovoltaico munito di sistema di accumulo da realizzare presso l'area cimiteriale di Baruchella. Tale intervento consiste nel rimuovere parte di impianto di illuminazione votiva esistente, che presenta carenze sia per la sicurezza delle persone che dal punto del consumo elettrico, in quanto presenta collegamenti elettrici non protetti ed esposti alle intemperie con dispendio di energia elettrica, inoltre installando un impianto fotovoltaico con sistema di accumulo l'energia rinnovabile prodotta dal sole nell'arco dell'intera giornata viene totalmente recuperata ed immessa nell'impianto cimiteriale con un notevole risparmio economico, e di inquinamento ambientale, non utilizzando l'energia di rete che in parte viene ancora prodotta con sistemi ad emissione di CO₂ nell'aria. Considerando l'impianto fotovoltaico da realizzare con una potenza di 4600W di picco ed immagazzinandola nel sistema di accumulo per poter erogare energia nelle ore notturne, l'impianto produce in un anno una quantità di energia pari 4679,85 kWh/anno, quindi un risparmio economico pari a $4679,85 * 0,276 \text{ €/kWh}$ (tariffa ARERA mercato tutelato) = 1291,64 €/anno inoltre una riduzione di CO₂ di 2.218,25 Kg/anno pari a 40.768,99 Kg in 20 anni stimati per la vita dei pannelli fotovoltaici.

Sarà posata nuova linea per l'alimentazione del quadro elettrico di zona (camera mortuario) a servizio dell'illuminazione votiva dei loculi lato sinistro (orientamento ad est) e delle celle gentilizie, camera mortuaria, chiesetta e magazzino attrezzi, posti sul lato sud.

Realizzazione di nuovo quadro elettrico di zona QZ01;

Realizzazione di impianto fotovoltaico posto sul tetto di copertura androne di ingresso cimiteriale (lato Nord) su entrambe le falde rivolte sia ad est che ad ovest con un Azimut 51° ed una inclinazione di Tilt di 13°, munito di sistema di accumulo.

Premessa

I rischi che vengono considerati nelle norme di sicurezza (generali e specifiche) riguardano essenzialmente i pericoli di **folgorazione** ("elettrocuzione"), di innesco di **incendio** e/o **esplosione** e di **malfunzionamenti** in genere. Questi rischi vengono prevenuti con il rispetto dei corretti principi di scelta, progettazione, installazione e manutenzione; gli elementi che condizionano la sicurezza dell'impianto (apparecchiature, custodie, cavi ecc.) devono essere valutati preventivamente in relazione alle influenze ambientali.

La presente relazione costituisce parte integrante del progetto in oggetto e quanto descritto in essa sarà seguito dall'installatore per la corretta posa in opera delle parti costituenti l'impianto al fine di realizzarlo in conformità alla "**Regola dell'arte**", ovvero della Norma CEI 64-8 VII ediz..

Generalità

L'Appaltatore, in accordo con la Direzione dei Lavori, prima di iniziare qualsiasi opera relativa agli impianti in genere (termico, idrico, elettrico, antincendio, ecc.) dovrà valutare, che tipo di azione intraprendere. Si dovrà valutare se procedere a parziali o completi rifacimenti e se sarà opportuno procedere al ripristino d'impianti fermi da troppo tempo e non più conformi alla vigente normativa.

Potrebbe rendersi necessario un rilievo dettagliato dell'edificio sul quale riportare con precisione tutti gli impianti esistenti, la loro collocazione, la loro tipologia, il tipo di distribuzione, di alimentazione ecc.; sul rilievo si potrebbero evidenziare tutti i vani esistenti in grado di contenere ed accogliere gli eventuali nuovi impianti, quali potrebbero essere le canne fumarie dismesse, i cavedi, le asole, le intercapedini, i doppi muri, cunicoli, vespai, scarichi, pozzi ecc.

Sulla base di queste informazioni, si potrà procedere alla progettazione dei nuovi impianti che dovranno essere il più possibile indipendenti dall'edificio esistente, evitando inserimenti sotto-traccia, riducendo al minimo interventi di demolizione, rotture, disfacimenti anche parziali.

Laddove si sceglierà di conservare gli impianti esistenti, essi dovranno essere messi a norma o potenziati sfruttando le linee di distribuzione esistenti. Ove previsto si utilizzeranno soluzioni a vista utilizzando canali, tubi e tubazioni a norma di legge, che andranno inserite in apposite canalizzazioni attrezzate o in volumi tecnici realizzati in modo indipendente rispetto all'edificio.

Se il progetto dell'impianto non è fornito dalla Stazione Appaltante, la sua redazione sarà a carico dell'Appaltatore; egli dovrà sottoporre il progetto esecutivo, almeno 30 giorni prima dell'esecuzione dei lavori, sia alla Direzione dei Lavori che agli organi preposti alla tutela con le quali concorderà anche le diverse soluzioni ed i particolari accorgimenti.

OGGETTO E SCOPO

- **Oggetto:** della presente relazione è l'adeguamento dell'impianto di illuminazione votiva dei loculi lato este e delle celle gentilizie lato sud ed inoltre la realizzazione di un impianto fotovoltaico munito di sistema di accumulo, per il raggiungimento dello scopo dell'intervento che consiste nell'efficientamento energetico del sito, il tutto da realizzarsi presso il cimitero comunale in località Baruchella.
- **il progetto preliminare - esecutivo - definitivo** dell'impianto elettrico in armonia D.Lgs n. 81 del 09/04/2008 e del D.L.n. 37 del 22 gennaio 2008 art. 5 comma 3, comprensivo di descrizione delle tipologie impiantistiche da realizzare, di schemi elettrici unifilare dei quadri di protezione e di comando, i schemi topografici (allegati obbligatori alla dichiarazione di conformità dell'installatore in armonia all'art. 7 del D.L. 37/08).

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Gli impianti elettrici in oggetto sono stati progettati tenendo conto delle sottoelencate indicazioni legislative e normative :

- | | |
|-------------------------------|--|
| • DLgs. n. 81 del 09/04/2008 | Titolo II – Norme in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro ; |
| • Legge n. 186 del 01/03/1968 | Norme CEI a regola d'arte ; |
| • D.L. n.37/08 | Norme per la sicurezza degli impianti, attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici; |
| • CPR UE 305/2011 | Regolamento Prodotti da Costruzione – Prodotti installati in modo permanente - cavi elettrici; |

Norme CEI con particolare riferimento ai fascicoli :

- | | |
|----------------------|---|
| • CEI 17-5 fasc. 460 | Norme per interruttori automatici per c.a. a tensione nominale < 1000V ; |
| • CEI 17-11 | norme per interruttori di manovra, sezionatori, interruttori-sezionatori in aria e unità combinate con fusibili ; |

- CEI 17-13/1 norma generale sui quadri elettrici. Terza edizione.
- CEI 20-19 cavi isolati in gomma ;
- CEI 20-20 cavi isolati in PVC ;
- CEI 20-22 cavi isolati in PVC non propaganti la fiamma per tensione fino a 1000V ;
- CEI23-3 fasc. 1550 interruttori automatici per installazione per usi domestici e similari ;
- CEI 23-8 tubi protettivi rigidi in PVC e accessori ;
- CEI 23-9 apparecchi di comando non automatici per installazione fissa per uso domestico e similare ;
- CEI 23-11 interruttori e commutatori per apparecchi per uso domestico e similare;
- CEI 23-14 tubi protettivi flessibili in PVC e loro accessori;
- CEI23-17 tubi protettivi pieghevoli auto-rinvenenti di materiale termoplastico non autoestinguente ;
- CEI 23-18 norme per interruttori differenziali per uso domestico o similare;
- CEI 23-25 tubi per installazioni elettriche;
- CEI 23-51 norma sperimentale per quadri ad uso domestico e similare;
- CEI 31-30 classificazione dei luoghi pericolosi;
- CEI 31-35 guida alla classificazione dei luoghi pericolosi;
- CEI 31-52 Classificazione dei luoghi con presenza di polveri combustibili;
- CEI 64-8 VII ediz. Impianti elettrici utilizzatori a tensione fino a 1000V c.a. e a 1500V c.c..
- CEI 70-1 fasc. 519 norme per la classificazione dei gradi di protezione degli involucri.

In base ai riferimenti normativi e legislativi sopra citati gli impianti elettrici saranno realizzati secondo le direttive descritte nella presente relazione tenendo inoltre in considerazione le prescrizioni dettate dagli Enti preposti quali ENEL, INAIL, ARPAV, USL, ecc.

L'impresa installatrice, munita dei requisiti richiesti dalla legge, si impegna ad osservare nella realizzazione degli impianti le norme e le leggi sopra citate, in conformità CEI, guide incluse, alle norme UNI e nel rispetto di tutta la legislazione vigente alla data di esecuzione delle opere. Per la realizzazione degli impianti dovranno essere utilizzati componenti con marchio IMQ oppure rispondenti alle relative Norme CEI e Norme UNI e dovranno, quelli previsti dal D.Lgs 81/08, avere marcatura CE.

Punto di consegna dell'energia.

Gli impianti saranno alimentati da fornitura ENEL, per una potenza pari a 3 KW, alla tensione 230V fase + neutro, in sistema di distribuzione TT, con una corrente di corto circuito pari a 6kA come dettato dalla norma CEI 0-21. Immediatamente a valle del contatore sarà installato il quadro elettrico Generale QG, il cui interruttore generale svolgerà la funzione di apparecchio principale di impianto; sarà del tipo automatico magnetotermico differenziale, atto alla protezione delle persone dai contatti diretti ed indiretti.

Classificazione del sistema elettrico (TT).

L'impianto elettrico da realizzare presenterà le seguenti presunte caratteristiche generali relative alla fornitura ENEL.

- Sistema: TT;
- tensione: 230 V;
- frequenza: 50 Hz;
- tipo di fornitura: fase + neutro;
- potenza : 3 KW
- corrente di c.to c.to lcc: 6kA. (CEI 0-21)

Si tratterà dunque di un sistema di prima categoria in BT (bassa tensione), del tipo TT (impianto di terra dell'ente fornitore unito con quello dell'utente, CEI 64-8, settima ediz., parte 3, par. 312.2.1).

Informazioni / Istruzioni relative all'IMPIANTO FOTOVOLTAICO

L'offerente deve presentare per ogni tipo di apparecchio Dell'impianto fotovoltaico le schede tecniche e le relative certificazioni alle norme in vigore per i suddetti impianti (CEI 82-25, CEI0-21, IMQ.. ecc...).

Garanzia

L'offerente deve fornire garanzia totale, per tutti i prodotti, valida per almeno 5 anni a partire dalla data di consegna all'Amministrazione, relativa alle caratteristiche e specifiche tecniche ed alle funzioni degli apparecchi nelle condizioni di progetto, esclusi atti di vandalismo o danni accidentali o condizioni di funzionamento anomale dell'impianto da definire nel contratto.

La garanzia deve includere anche il funzionamento del sistema di conversione (inverter). Per lo stesso periodo l'offerente deve garantire la disponibilità delle parti di ricambio.

Le condizioni generali di garanzia debbono essere definite dall'Amministrazione coerentemente con le proprie aspettative ed esigenze.

Verifica: l'offerente deve dimostrare il soddisfacimento del criterio mediante idoneo certificato di garanzia firmato dal proprio legale rappresentante o persona delegata per tale responsabilità. Si presumono conformi al requisito i prodotti in possesso di un marchio di Tipo I che comprenda il rispetto di questo requisito.

Valenza dell'iniziativa

Con la realizzazione dell'impianto, denominato "cimitero Baruchella", si intende conseguire un significativo risparmio energetico per la struttura servita, mediante il ricorso alla fonte energetica rinnovabile rappresentata dal Sole. Il ricorso a tale tecnologia nasce dall'esigenza di coniugare:

- la compatibilità con esigenze architettoniche e di tutela ambientale;
- nessun inquinamento acustico;
- un risparmio di combustibile fossile;
- una produzione di energia elettrica senza emissioni di sostanze inquinanti.

Attenzione per l'ambiente

Ad oggi, la produzione di energia elettrica è per la quasi totalità proveniente da impianti termoelettrici che utilizzano combustibili sostanzialmente di origine fossile. Quindi, considerando l'energia stimata come produzione del primo anno, 4 679.85 kWh, e la perdita di efficienza annuale, 0.90 %, le considerazioni successive valgono per il tempo di vita dell'impianto pari a 20 anni.

Risparmio sul combustibile

Un utile indicatore per definire il risparmio di combustibile derivante dall'utilizzo di fonti energetiche rinnovabili è il fattore di conversione dell'energia elettrica in energia primaria [TEP/MWh].

Questo coefficiente individua le TEP (Tonnellate Equivalenti di Petrolio) necessarie per la realizzazione di 1 MWh di energia, ovvero le TEP risparmiate con l'adozione di tecnologie fotovoltaiche per la produzione di energia elettrica.

Risparmio di combustibile

Risparmio di combustibile in	TEP
Fattore di conversione dell'energia elettrica in energia primaria [TEP/MWh]	0.187
TEP risparmiate in un anno	0.88
TEP risparmiate in 20 anni	16.08

Fonte dati: Delibera EEN 3/08, art. 2

Emissioni evitate in atmosfera

Inoltre, l'impianto fotovoltaico consente la riduzione di emissioni in atmosfera delle sostanze che hanno effetto inquinante e di quelle che contribuiscono all'effetto serra.

Emissioni evitate in atmosfera

Emissioni evitate in atmosfera di	CO ₂	SO ₂	NO _x	Polveri
Emissioni specifiche in atmosfera [g/kWh]	474.0	0.373	0.427	0.014
Emissioni evitate in un anno [kg]	2 218.25	1.75	2.00	0.07
Emissioni evitate in 20 anni [kg]	40 768.99	32.08	36.73	1.20

Fonte dati: Rapporto ambientale ENEL 2013

Normativa di riferimento

Gli impianti devono essere realizzati a regola d'arte, come prescritto dalle normative vigenti, ed in particolare dal D.M. 22 gennaio 2008, n. 37.

Le caratteristiche degli impianti stessi, nonché dei loro componenti, devono essere in accordo con le norme di legge e di regolamento vigenti ed in particolare essere conformi:

- alle prescrizioni di autorità locali, comprese quelle dei VVFF;
- alle prescrizioni e indicazioni della Società Distributrice di energia elettrica;
- alle prescrizioni del gestore della rete;
- alle norme CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano).

SITO DI INSTALLAZIONE

Il dimensionamento energetico dell'impianto fotovoltaico connesso alla rete del distributore è stato effettuato tenendo conto, oltre che della disponibilità economica, di:

- disponibilità di spazi sui quali installare l'impianto fotovoltaico;

- disponibilità della fonte solare;
- fattori morfologici e ambientali (ombreggiamento e riflettanza).

Disponibilità di spazi sui quali installare l'impianto fotovoltaico

La descrizione del sito in cui verrà installato l'impianto fotovoltaico è riportata di seguito.

L'impianto, oggetto del presente documento, è posizionato sulla copertura di un edificio cimiteriale (androne ingresso). La zona in cui è ubicato l'impianto non è soggetta ad alcun vincolo ambientale e/o paesaggistico e l'impatto visivo finale risulta essere contenuto e non visibile alle persone circolanti, ma solo dall'alto.

Disponibilità della fonte solare

Irradiazione giornaliera media mensile sul piano orizzontale

La disponibilità della fonte solare per il sito di installazione è verificata utilizzando i dati "UNI 10349:2016 - Stazione di rilevazione: Concadirame" relativi a valori giornalieri medi mensili della irradiazione solare sul piano orizzontale.

Per la località sede dell'intervento, ovvero il comune di Giacciano con Baruchella (RO) avente latitudine 45°.0678 N, longitudine 11°.4511 E e altitudine di 14 m.s.l.m.m., i valori dell'irradiazione solare sul piano orizzontale sono pari a:

Irradiazione oraria media mensile (diretta) [kWh/m²]

Mese	h 05	h 06	h 07	h 08	h 09	h 10	h 11	h 12	h 13	h 14	h 15	h 16	h 17	h 18	h 19
Gen				0.009	0.039	0.073	0.100	0.111	0.100	0.073	0.039	0.009			
Feb			0.002	0.039	0.091	0.143	0.181	0.195	0.181	0.143	0.091	0.039	0.002		
Mar			0.030	0.087	0.154	0.217	0.262	0.279	0.262	0.217	0.154	0.087	0.030		
Apr		0.025	0.083	0.158	0.238	0.310	0.359	0.377	0.359	0.310	0.238	0.158	0.083	0.025	
Mag	0.014	0.072	0.149	0.239	0.331	0.409	0.462	0.481	0.462	0.409	0.331	0.239	0.149	0.072	0.014
Giu	0.035	0.104	0.191	0.288	0.385	0.467	0.522	0.541	0.522	0.467	0.385	0.288	0.191	0.104	0.035
Lug	0.027	0.095	0.182	0.281	0.380	0.464	0.521	0.541	0.521	0.464	0.380	0.281	0.182	0.095	0.027
Ago		0.042	0.109	0.191	0.276	0.351	0.402	0.420	0.402	0.351	0.276	0.191	0.109	0.042	
Set		0.006	0.059	0.135	0.219	0.295	0.349	0.368	0.349	0.295	0.219	0.135	0.059	0.006	
Ott			0.008	0.046	0.096	0.146	0.183	0.196	0.183	0.146	0.096	0.046	0.008		
Nov				0.009	0.033	0.062	0.084	0.093	0.084	0.062	0.033	0.009			
Dic				0.004	0.029	0.059	0.083	0.092	0.083	0.059	0.029	0.004			

Irradiazione oraria media mensile (diffusa) [kWh/m²]

Mese	h 05	h 06	h 07	h 08	h 09	h 10	h 11	h 12	h 13	h 14	h 15	h 16	h 17	h 18	h 19
Gen				0.022	0.060	0.089	0.108	0.114	0.108	0.089	0.060	0.022			
Feb			0.006	0.052	0.092	0.123	0.142	0.149	0.142	0.123	0.092	0.052	0.006		
Mar			0.046	0.096	0.140	0.173	0.194	0.201	0.194	0.173	0.140	0.096	0.046		
Apr		0.034	0.086	0.134	0.176	0.208	0.229	0.236	0.229	0.208	0.176	0.134	0.086	0.034	
Mag	0.015	0.064	0.112	0.157	0.196	0.225	0.244	0.250	0.244	0.225	0.196	0.157	0.112	0.064	0.015
Giu	0.029	0.075	0.120	0.163	0.199	0.227	0.244	0.250	0.244	0.227	0.199	0.163	0.120	0.075	0.029
Lug	0.023	0.069	0.114	0.157	0.194	0.222	0.239	0.246	0.239	0.222	0.194	0.157	0.114	0.069	0.023
Ago		0.047	0.097	0.144	0.185	0.216	0.235	0.242	0.235	0.216	0.185	0.144	0.097	0.047	
Set		0.008	0.061	0.109	0.151	0.184	0.204	0.211	0.204	0.184	0.151	0.109	0.061	0.008	
Ott			0.017	0.063	0.103	0.133	0.153	0.159	0.153	0.133	0.103	0.063	0.017		
Nov				0.029	0.066	0.095	0.113	0.119	0.113	0.095	0.066	0.029			
Dic				0.013	0.051	0.079	0.098	0.104	0.098	0.079	0.051	0.013			

Irradiazione oraria media mensile (totale) [kWh/m²]

Mese	h 05	h 06	h 07	h 08	h 09	h 10	h 11	h 12	h 13	h 14	h 15	h 16	h 17	h 18	h 19
Gen				0.031	0.099	0.162	0.208	0.224	0.208	0.162	0.099	0.031			
Feb			0.008	0.091	0.183	0.265	0.323	0.344	0.323	0.265	0.183	0.091	0.008		
Mar			0.076	0.183	0.294	0.390	0.456	0.480	0.456	0.390	0.294	0.183	0.076		
Apr		0.059	0.169	0.292	0.415	0.518	0.588	0.613	0.588	0.518	0.415	0.292	0.169	0.059	
Mag	0.029	0.136	0.261	0.396	0.526	0.635	0.706	0.732	0.706	0.635	0.526	0.396	0.261	0.136	0.029
Giu	0.064	0.179	0.311	0.451	0.584	0.694	0.766	0.792	0.766	0.694	0.584	0.451	0.311	0.179	0.064
Lug	0.050	0.163	0.297	0.439	0.574	0.686	0.760	0.786	0.760	0.686	0.574	0.439	0.297	0.163	0.050
Ago		0.089	0.206	0.335	0.461	0.566	0.637	0.662	0.637	0.566	0.461	0.335	0.206	0.089	
Set		0.013	0.120	0.244	0.370	0.479	0.553	0.579	0.553	0.479	0.370	0.244	0.120	0.013	
Ott			0.025	0.109	0.199	0.279	0.335	0.355	0.335	0.279	0.199	0.109	0.025		
Nov				0.037	0.099	0.157	0.198	0.213	0.198	0.157	0.099	0.037			
Dic				0.018	0.080	0.138	0.181	0.196	0.181	0.138	0.080	0.018			

Irradiazione giornaliera media mensile sul piano orizzontale [kWh/m²]

Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
1.22	2.08	3.28	4.69	6.11	6.89	6.72	5.25	4.14	2.25	1.19	1.03

Fonte dati: UNI 10349:2016 - Stazione di rilevazione: Concadirame

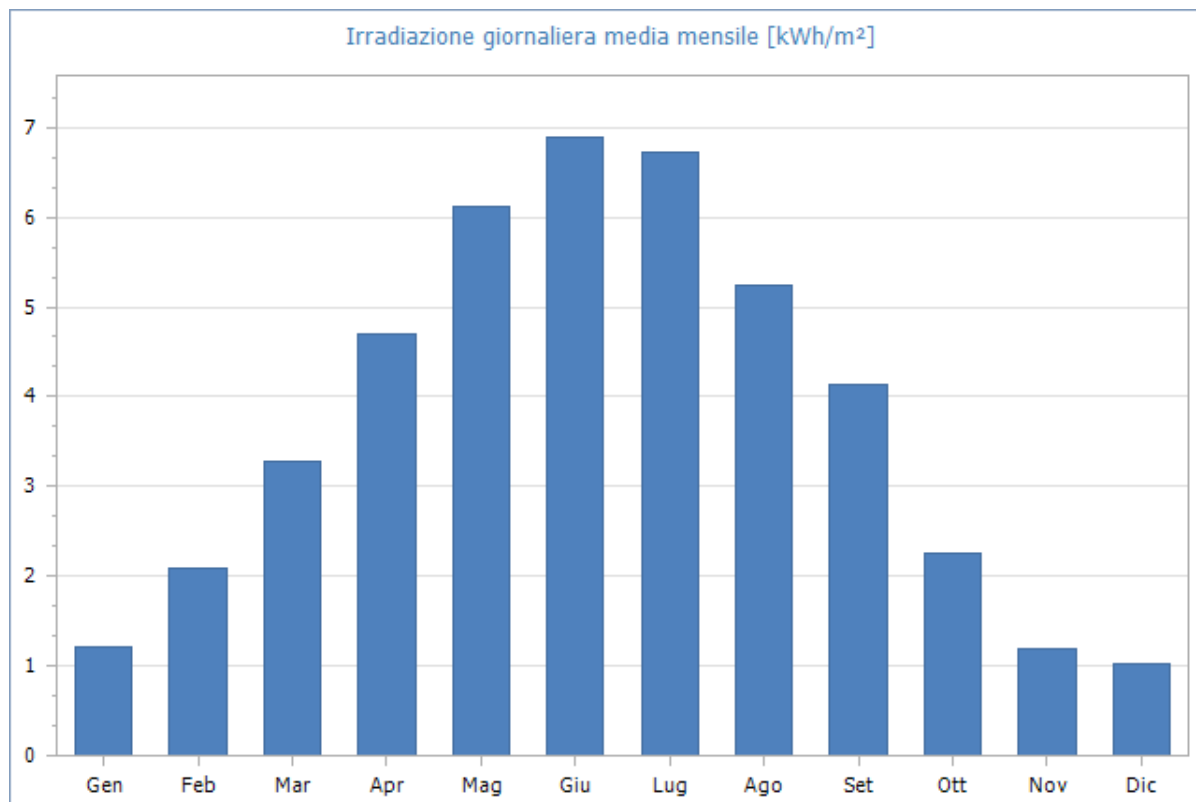


Fig. 1: Irradiazione giornaliera media mensile sul piano orizzontale [kWh/m²]- Fonte dati: UNI 10349:2016 - Stazione di rilevazione: Concadirame

Quindi, i valori della irradiazione solare annua sul piano orizzontale sono pari a 1 367.50 kWh/m² (Fonte dati: UNI 10349:2016 - Stazione di rilevazione: Concadirame).

Fattori morfologici e ambientali

Ombreggiamento

Gli effetti di schermatura da parte di volumi all'orizzonte, dovuti ad elementi naturali (rilievi, alberi) o artificiali (edifici), determinano la riduzione degli apporti solari e il tempo di ritorno dell'investimento.

Il Coefficiente di Ombreggiamento, funzione della morfologia del luogo, è pari a **1.00**.

Di seguito il diagramma solare per il comune di Giacciano con Baruchella:

DIAGRAMMA SOLARE

Giacciano con Baruchella (RO) - Lat. 45°.0678 N - Long. 11°.4511 E - Alt. 14 m
Coeff. di ombreggiamento (da diagramma) 1.00

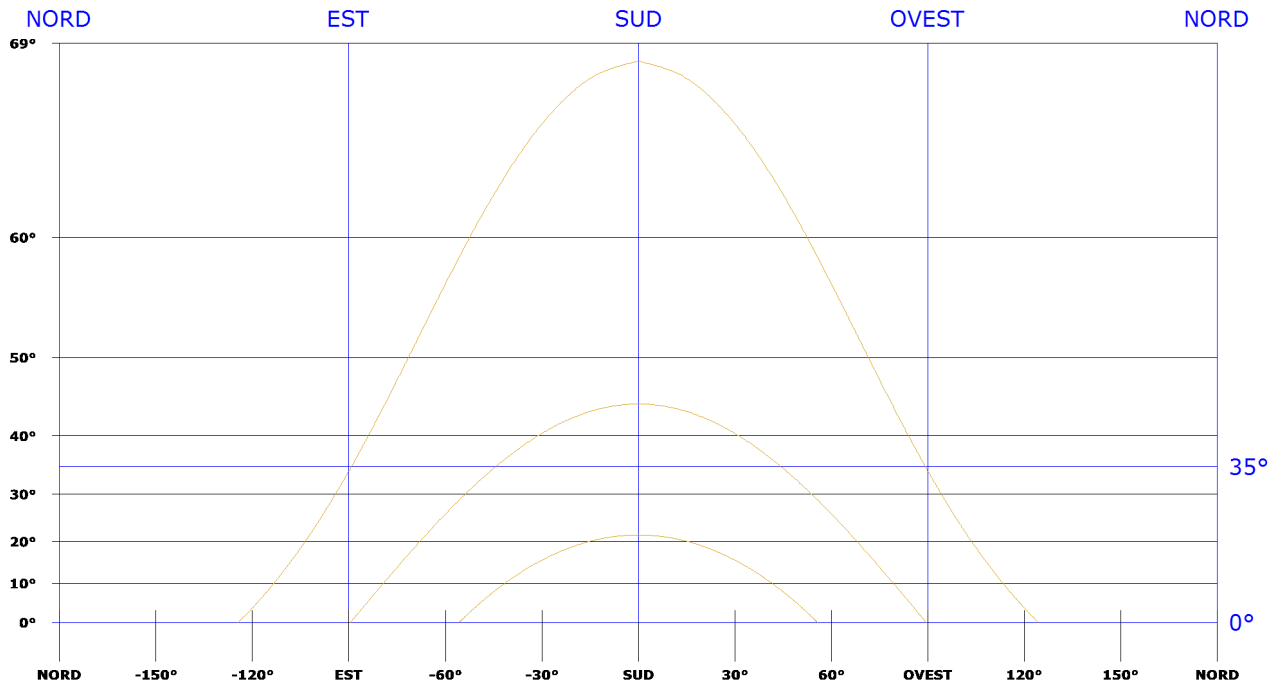


Fig. 2: Diagramma solare

Riflettanza

Per tener conto del plus di radiazione dovuta alla riflettanza delle superfici della zona in cui è inserito l'impianto, si sono stimati i valori medi mensili, considerando anche i valori presenti nella norma UNI 10349:

Valori di riflettanza media mensile

Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20

La riflettanza media annua è pari a **0.20**.

Criterio generale di progetto

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.

Dal punto di vista dell'inserimento architettonico, nel caso di applicazioni su coperture a falda, la scelta dell'orientazione e dell'inclinazione va effettuata tenendo conto che è generalmente opportuno mantenere il piano dei moduli parallelo o addirittura complanare a quello della falda stessa. Ciò in modo da non alterare la sagoma dell'edificio e non aumentare l'azione del vento sui moduli stessi. In questo caso, è utile favorire la circolazione d'aria fra la parte posteriore dei moduli e la superficie dell'edificio, al fine di limitare le perdite per temperatura.

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 le seguenti formule:

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

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

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.

Criterio di verifica elettrica

In corrispondenza dei valori minimi della temperatura di lavoro dei moduli ($-10\text{ }^{\circ}\text{C}$) e dei valori massimi di lavoro degli stessi ($70\text{ }^{\circ}\text{C}$) sono verificate le seguenti disuguaglianze:

TENSIONI MPPT

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

Tensione nel punto di massima potenza, V_m , a $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 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.

TENSIONE MASSIMA

Tensione di circuito aperto, V_{oc} , a $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ minore o uguale alla tensione massima di ingresso dell'inverter.

TENSIONE MASSIMA MODULO

Tensione di circuito aperto, V_{oc} , a $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ minore o uguale alla tensione massima di sistema del modulo.

CORRENTE MASSIMA

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

DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO

Impianto *cimitero Baruchella*

L'impianto, denominato "cimitero Baruchella" (codice POD IT001E), è di tipo grid-connected, la tipologia di allaccio è: monofase in bassa tensione.

Ha una potenza totale pari a **4.600 kW** e una produzione di energia annua pari a **4 679.85 kWh** (equivalente a **1 017.36 kWh/kW**), derivante da 10 moduli che occupano una superficie di 21.74 m², ed è composto da 1 generatore.

Scheda tecnica dell'impianto

Dati generali	
Committente	Comune di Giacciano con Baruchella - Amministratore Comune di Giacciano con Baruchella Giiacciano con Baruchella
Indirizzo	via del Cimitero
CAP Comune (Provincia)	45020 Giacciano con Baruchella (RO)
Latitudine	45°.0678 N
Longitudine	11°.4511 E
Altitudine	14 m
Irradiazione solare annua sul piano orizzontale	1 367.50 kWh/m²
Coefficiente di ombreggiamento	1.00
Dati tecnici	
Superficie totale moduli	21.74 m²
Numero totale moduli	10
Numero totale inverter	1
Energia totale annua	4 679.85 kWh
Potenza totale	4.600 kW
Energia per kW	1 017.36 kWh/kW
Sistema di accumulo	Lato produzione bidirezionale in c.c.
Capacità di accumulo utile	6.60 kWh

Capacità di accumulo nominale	7.00 kWh
BOS standard	74.97 %

Energia prodotta

L'energia totale annua prodotta dall'impianto è **4 679.85 kWh**.

Nel grafico si riporta l'energia prodotta mensilmente:

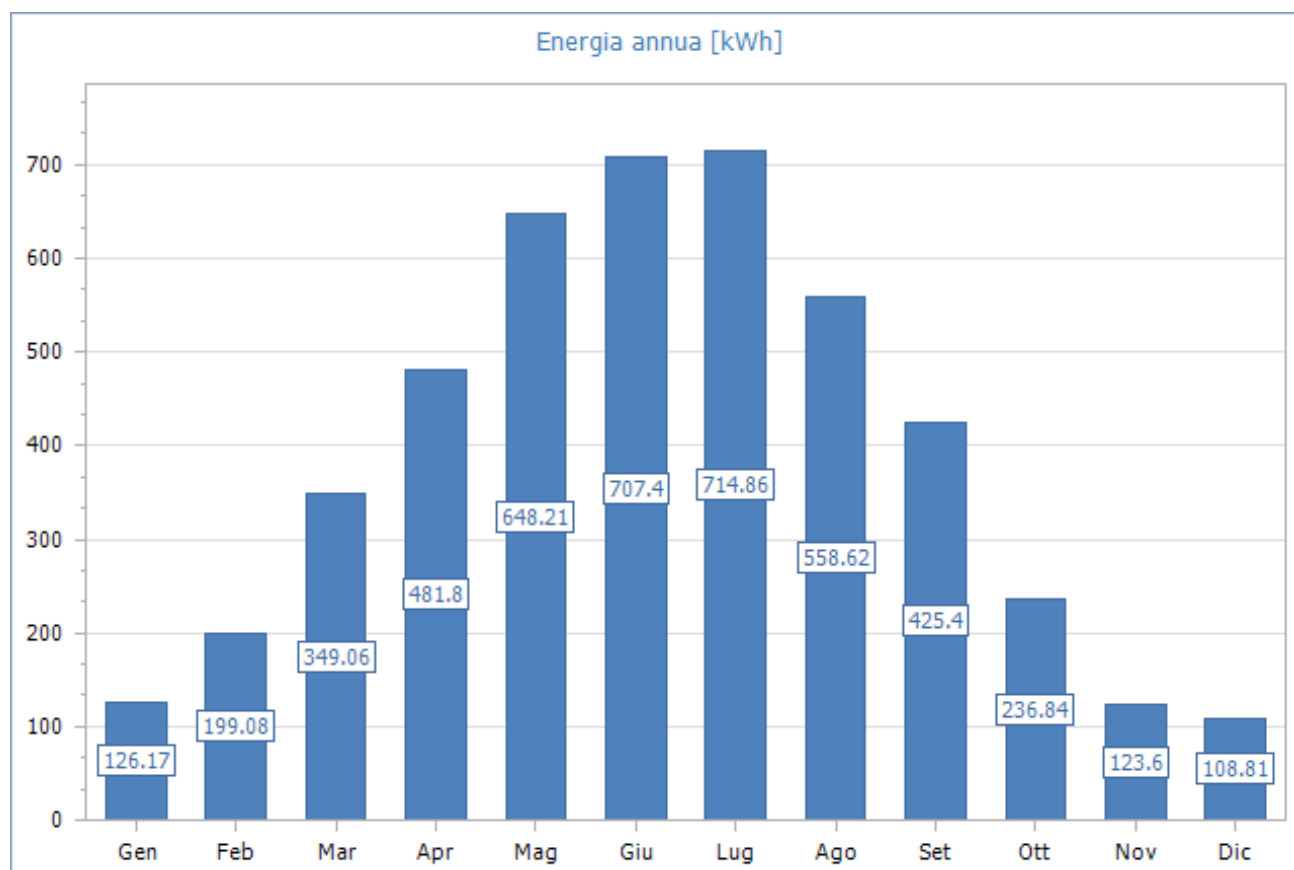


Fig. 3: Energia mensile prodotta dall'impianto

Specifiche degli altri componenti dell'impianto *cimitero Baruchella*

Posizionamento dei moduli

Ciascuna delle file di moduli fotovoltaici risulterà sorretta da due profili trasversali in alluminio i quali, a loro volta, sono vincolati al telaio della copertura sottostante per mezzo di opportuni ganci, infilati al di sotto delle tegole. I ganci sporgono dalle tegole e sono sagomati in modo che i due profili risultano sollevati dal piano di copertura per non gravare il peso dei moduli sulle tegole stesse.

I collegamenti tra i moduli fotovoltaici sono stati effettuati collegando fra loro in serie i moduli della stessa stringa attraverso i connettori MultiContact (maschio e femmina) di cui le junction box di ciascun modulo sono già dotate, effettuando a valle il parallelo di tutte le stringhe. Anche i cavi che scendono verso il quadro di parallelo sono stati intestati con connettori MultiContact. I cavi sono stati stesi fino a dove possibile all'interno degli appositi canali ricavati nei profili delle strutture di fissaggio. Una volta raccolti in un punto prima della discesa dal tetto verso il quadro di parallelo, i conduttori unipolari sono stati posati in apposita tubazione. Il percorso dal quadro di parallelo ai convertitori è in tubo rigido o canalina e l'intestazione ai convertitori sempre attraverso connettore MultiContact. I collegamenti tra inverter, quadro di distribuzione generale e contatori sono stati posati in tubo rigido o canalina. L'inverter (categoria di protezione IP65) è fissato, in esterno, il più vicino possibile al campo fotovoltaico ed al quadro di parallelo in corrente continua. I cavi provenienti dal generatore fotovoltaico sono connessi agli inverter per mezzo di opportuni connettori stagni "MultiContact". Il quadro di parallelo è fissato alla parete a fianco dei convertitori in apposito contenitore idoneo al montaggio in esterno (livello di protezione IP 65). Il quadro c.a., con fissaggio a parete, è installato nelle vicinanze del quadro elettrico generale.

Impianto di messa a terra

L'impianto fotovoltaico non influisce sulla forma o volumetria dell'edificio e pertanto non aumenta la probabilità di fulminazione diretta sulla struttura. L'abbattersi di scariche atmosferiche in prossimità dell'impianto può provocare il concatenamento del flusso magnetico associato alla corrente di fulminazione con i circuiti dell'impianto fotovoltaico, così da provocare sovratensioni in grado di mettere fuori uso i componenti tra cui, in particolare, gli inverter. I morsetti degli inverter risultano protetti internamente con varistori a pastiglia. Tuttavia, la notevole estensione dei collegamenti ha suggerito, in fase di progetto, di rinforzare tale protezione con l'inserzione di dispositivi SPD (scaricatori di sovratensione) a varistore sulla sezione c.c. dell'impianto in prossimità del generatore fotovoltaico.

Sistema di accumulo

Il sistema di accumulo, sarà installato sul lato produzione in corrente continua, permette di immagazzinare l'energia prodotta in eccesso dall'intero impianto per riutilizzarla nei momenti in cui l'impianto non produce energia. Si compone di una batteria monofase la cui gestione è demandata ad un meter che provvede a regolare la carica e la scarica delle batterie in funzione della disponibilità complessiva di energia prodotta dall'impianto fotovoltaico. La realizzazione prevede l'installazione di un gruppo di batterie formate da 8 accumulatore 48/52V 86Ah agli ioni di litio, della capacità utile totale di circa 7,2 kWh, conformemente a quanto previsto dalla norma CEI 0-21 in configurazione accumulo CC lato produzione. Il sistema sarà dotato di meter per la misura dell'energia prodotta dall'impianto fotovoltaico e di quella assorbita dai carichi, e di un meter per la gestione dei flussi energetici. In presenza di sovrapproduzione dell'impianto fotovoltaico rispetto all'assorbimento

richiesto dai carichi utente, il meter utilizzerà l'energia in eccesso per ricaricare le batterie, fino alla completamento della carica delle stesse. Tale energia accumulata sarà utilizzata nei momenti in cui la produzione di energia rinnovabile non è sufficiente per compensare i consumi elettrici utente. La configurazione implementata permetterà la carica delle batterie in presenza di produzione da impianto fotovoltaico e non consentirà la ricarica dalla rete elettrica.

Protezioni

Per la parte di circuito in corrente continua, la protezione contro il corto circuito è assicurata dalla caratteristica tensione-corrente dei moduli fotovoltaici che limita la corrente di corto circuito degli stessi a valori noti e di poco superiori alla loro corrente nominale. Per ciò che riguarda il circuito in corrente alternata, la protezione contro il corto circuito è assicurata dal dispositivo limitatore contenuto all'interno dell'inverter. Gli inverter e quanto contenuto nel quadro elettrico c.a. sono collegati all'impianto elettrico dell'edificio e pertanto fanno parte del sistema elettrico TT di quest'ultimo. La presenza del trasformatore di isolamento tra sezione c.c. e sezione c.a. nell'inverter consente di classificare come IT il sistema in corrente continua costituito dalla serie di moduli fotovoltaici, dagli scaricatori di sovratensione e dai loro collegamenti agli inverter. Per la protezione contro i contatti diretti, tutte le parti sotto tensione sono dotate di isolamento adeguato e/o di involucri con grado di protezione idoneo al luogo di installazione. I circuiti di alimentazione delle prese a spina e degli apparecchi illuminanti sono dotati di interruttori differenziali, con soglia di intervento non superiore a 30 mA, quale protezione aggiuntiva contro i contatti diretti.

Note

La protezione del sistema di generazione fotovoltaica nei confronti della rete autoproduttrice che della rete di distribuzione pubblica è realizzata in conformità a quanto previsto dalla norma CEI 11-20.

Generatore fotovoltaico Generatore 1

Dati generali	
Descrizione	Generatore 1
Tipo connessione	monofase
Potenza totale	4.600 kW
Energia totale annua	4 679.85 kWh

Capacità accumulo utile totale in c.c.	6.60 kWh

Inverter	
Marca – Modello	Shenzhen SOFARSOLAR Co., Ltd. - HYD 3-6k-ES - HYD 4600-ES
Tipo fase	Monofase
Dimensionamento inverter (compreso tra 70 % e 120 %)	100.00 % (VERIFICATO)
Potenza nominale	4 600 W
Numero inverter	1
Capacità di accumulo integrata	0.00 kWh

Configurazione inverter		
MPPT	Numero di moduli	Stringhe per modulo
1	5	1 x 5
2	5	1 x 5

Sistema accumulo esterno in c.c. (non integrato nell'inverter)	
Capacità di accumulo esterna	6.60 kWh

Verifiche elettriche MPPT 1

CARATTERISTICHE MODULO			
V _m = 41.71 V	V _{oc} = 49.90 V	V _{max} = 1 500.00 V	Coeff. V _{oc} = -0.2800 %/°C
CARATTERISTICHE INGRESSO MPPT			
V _{MPPT min} = 90.00 V	V _{MPPT max} = 580.00 V	V _{max} = 600.00 V	I _{max} = 12.00 A
DATI GENERATORE			
V _m a -10 °C = 233.00 V	V _m a 25 °C = 208.55 V	V _m a 70 °C = 177.11 V	
V _{oc} a -10 °C = 273.95 V	V _{oc} a 25 °C = 249.50 V	V _{oc} a 70 °C = 218.06 V	
I _m a 25 °C = 11.03 A	I _{sc} a 25 °C = 11.55 A		

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	
V _m a 70 °C (177.11 V) maggiore di V _{MPPT min.} (90.00 V)	VERIFICATO
V _m a -10 °C (233.00 V) minore di V _{MPPT max.} (580.00 V)	VERIFICATO

TENSIONE MASSIMA	
V _{oc} a -10 °C (273.95 V) inferiore alla tensione max. dell'ingresso MPPT (600.00 V)	VERIFICATO

TENSIONE MASSIMA MODULO	
V _{oc} a -10 °C (273.95 V) inferiore alla tensione max. di sistema del modulo (1 500.00 V)	VERIFICATO

CORRENTE MASSIMA	
Corrente max. generata (11.55 A) inferiore alla corrente max. dell'ingresso MPPT (12.00 A)	VERIFICATO

Verifiche elettriche MPPT 2

CARATTERISTICHE MODULO			
V _m = 41.71 V	V _{oc} = 49.90 V	V _{max} = 1 500.00 V	Coeff. V _{oc} = -0.2800 %/°C
CARATTERISTICHE INGRESSO MPPT			
V _{MPPT min} = 90.00 V	V _{MPPT max} = 580.00 V	V _{max} = 600.00 V	I _{max} = 12.00 A

DATI GENERATORE		
V _m a -10 °C = 233.00 V	V _m a 25 °C = 208.55 V	V _m a 70 °C = 177.11 V
V _{oc} a -10 °C = 273.95 V	V _{oc} a 25 °C = 249.50 V	V _{oc} a 70 °C = 218.06 V
I _m a 25 °C = 11.03 A	I _{sc} a 25 °C = 11.55 A	

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	
V _m a 70 °C (177.11 V) maggiore di V _{mppt} min. (90.00 V)	VERIFICATO
V _m a -10 °C (233.00 V) minore di V _{mppt} max. (580.00 V)	VERIFICATO

TENSIONE MASSIMA	
V _{oc} a -10 °C (273.95 V) inferiore alla tensione max. dell'ingresso MPPT (600.00 V)	VERIFICATO

TENSIONE MASSIMA MODULO	
V _{oc} a -10 °C (273.95 V) inferiore alla tensione max. di sistema del modulo (1 500.00 V)	VERIFICATO

CORRENTE MASSIMA	
Corrente max. generata (11.55 A) inferiore alla corrente max. dell'ingresso MPPT (12.00 A)	VERIFICATO

Sistema di accumulo esterno

Il sistema di accumulo esterno utilizzato permette di immagazzinare l'energia prodotta in eccesso dall'impianto per riutilizzarla nei momenti in cui l'impianto non produce energia.

Accumulatore	
Codice	B.0206
Marca	LG Chem
Modello	RESU7H
Serie	RESU

Tipo	Litio
Prezzo	0.00 €
Capacità nominale	7.0 kWh
Capacità utile	6.6 kWh
Durata	10 anni
DOD	95.0 %
Potenza	3.5 kW
Lunghezza	744 mm
Larghezza	692 mm
Altezza	206 mm
Peso	76.00 kg

Configurazione sistema di accumulo	
Numero di stringhe	1

Riepilogo	
Capacità di accumulo nominale	7.00 kWh
Capacità di accumulo utile	6.60 kWh
Numero accumulatori	1
Potenza	3.50 kW

Campo fotovoltaico Campo fotovoltaico 13

Il campo fotovoltaico, Campo fotovoltaico 13, ha una potenza pari a **2.300 kW** e una produzione di energia annua pari a **2 335.97 kWh**, derivante da 5 moduli con una superficie totale dei moduli di 10.87 m².

Scheda tecnica

Dati generali	
Posizionamento dei moduli	Complanare alle superfici
Struttura di sostegno	Fissa
Inclinazione dei moduli (Tilt)	7°
Orientazione dei moduli (Azimut)	51° est
Irradiazione solare annua sul piano dei moduli	1 355.58 kWh/m²
Potenza totale	2.300 kW
Energia totale annua	2 335.97 kWh

Modulo	
Marca – Modello	FuturaSun srl - FU 440-460M Silk Pro - FU 460 M Silk® Pro
Numero totale moduli	5
Superficie totale moduli	10.87 m²

Campo fotovoltaico Campo fotovoltaico 14

Il campo fotovoltaico, Campo fotovoltaico 14, ha una potenza pari a **2.300 kW** e una produzione di energia annua pari a **2 343.88 kWh**, derivante da 5 moduli con una superficie totale dei moduli di 10.87 m².

Scheda tecnica

Dati generali	
Posizionamento dei moduli	Complanare alle superfici
Struttura di sostegno	Fissa
Inclinazione dei moduli (Tilt)	7°
Orientazione dei moduli (Azimut)	-51 est°
Irradiazione solare annua sul piano dei moduli	1 359.83 kWh/m²
Potenza totale	2.300 kW
Energia totale annua	2 343.88 kWh

Modulo	
Marca – Modello	FuturaSun srl - FU 440-460M Silk Pro - FU 460 M Silk® Pro
Numero totale moduli	5
Superficie totale moduli	10.87 m²

Schema elettrico

Il dispositivo di interfaccia è interno ai convertitori CC/CA.

La norma di riferimento per il dimensionamento dei cavi è la CEI UNEL 35024 - 35026.

				Risultati		
Descrizione	Designazione	Sezione (mm ²)	Lung. (m)	Corrente (A)	Portata (A)	Caduta di tensione (%)
Rete - Quadro generale	FG7R 0.6/1 kV	4.0	1.00	20.00	40.00	0.11
Quadro generale - Quadro fotovoltaico	FG7R 0.6/1 kV	4.0	1.00	20.00	40.00	0.11
Quadro fotovoltaico - Inverter 1	FG7R 0.6/1 kV	4.0	1.00	20.00	40.00	0.11
Inverter 1 - MPPT 1		6.0	1.00	11.03	38.00	0.04
Inverter 1 - Quadro di campo 1 (IN 1)	H1Z2Z2-K	4.0	1.00	11.03	42.00	0.07
Quadro di campo 1 - S	H1Z2Z2-K	4.0	1.00	11.03	42.00	0.07
Inverter 1 - MPPT 2		6.0	1.00	11.03	38.00	0.04
Inverter 1 - Quadro di campo 1 (IN 2)	H1Z2Z2-K	4.0	1.00	11.03	42.00	0.07
Quadro di campo 1 - S	H1Z2Z2-K	4.0	1.00	11.03	42.00	0.07

NORMATIVA

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.

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.

Altra Normativa sugli impianti elettrici

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.

SCHEDE TECNICHE MODULI

Modulo **M.10339**

DATI GENERALI

Marca	FuturaSun srl
Serie	FU 440-460M Silk Pro
Modello	FU 460 M Silk® Pro
Tipo materiale	Si monocristallino
Prezzo	€ 0.00

CARATTERISTICHE ELETTRICHE IN CONDIZIONI STC

Potenza di picco	460.0 W
Im	11.03 A
Isc	11.55 A
Efficienza	21.16 %
Vm	41.71 V
Voc	49.90 V

ALTRE CARATTERISTICHE ELETTRICHE

Coeff. Termico Voc	-0.2800 %/°C
Coeff. Termico Isc	0.050 %/°C
NOCT	45 °C
Vmax	1 500.00 V

CARATTERISTICHE MECCANICHE

Lunghezza	2 094 mm
Larghezza	1 038 mm
Superficie	2.174 m²
Spessore	35 mm
Peso	23.60 kg
Numero celle	144



Engineered
in Italy

**MULTI
BUSBAR**

FU 440 / 445 / 450 / 455 / 460 M Silk Pro

Modulo fotovoltaico monocristallino - 144 celle MBB half-cut

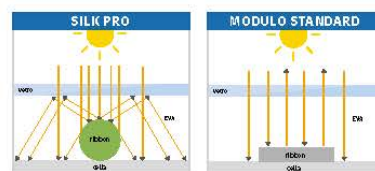


► IEC 61215:2016 - IEC 61730:2016
& Factory Inspection
► Reazione al Fuoco - Classe 1



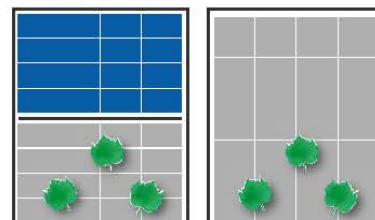
CARATTERISTICHE GENERALI

- **Garanzia di 15 anni sul prodotto**
- **Mezze celle PERC da 166 mm con 9 busbar**
- **Alta efficienza del modulo fino a 21,16%**
- **Meno ombre e più luce riflessa** sulla cella grazie al ribbon cilindrico
- **Prestazioni migliorate in caso di ombreggiamento** grazie alle 2 sezioni indipendenti del modulo
- **Produzione di energia migliorata** grazie al NMOT basso
- **Meno rischio di hot spot e micro cracks**
- **La combinazione della tecnologia half-cut e multi-busbar** riduce la corrente operativa e la resistenza interna



50 %

0 %



GARANZIE

Garanzia sul rendimento dei moduli

Max decadimento **0,5%** all'anno

97% per il 1° anno

90% al termine del 20° anno

87% al termine del 25° anno

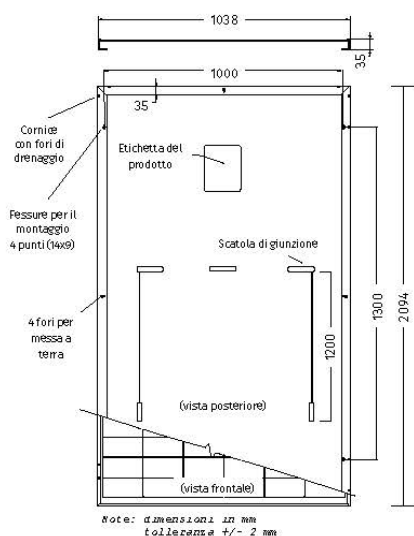
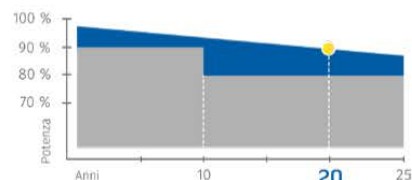
Garanzia sul prodotto

15 ANNI

NEW

Performance standard del mercato

Performance FuturaSun



CARATTERISTICHE ELETTRICHE						
MODULO SILK PRO		FU 440 M Silk Pro	FU 445 M Silk Pro	FU 450 M Silk Pro	FU 455 M Silk Pro	FU 460 M Silk Pro
Standard Test Conditions STC: 1000 W/m ² - AM 1,5 - 25 °C - tolleranze: Pmax (±3%), Voc (±4%), Isc (±5%)						
Potenza del modulo (Pmax)	W	440	445	450	455	460
Tensione di circuito aperto (Voc)	V	49,10	49,30	49,50	49,70	49,90
Corrente di corto circuito (Isc)	A	11,30	11,37	11,43	11,49	11,55
Tensione di massima potenza (Vmpp)	V	40,94	41,13	41,33	41,52	41,71
Corrente di massima potenza (Impp)	A	10,75	10,82	10,89	10,96	11,03
Efficienza modulo	%	20,24	20,47	20,70	20,93	21,16
Nominal Module Operating Temperature NMOT: 800 W/m ² - T=45 °C - AM 1,5						
Massima Potenza (Pmax)	W	327	331	335	338	342
Tensione di circuito aperto (Voc)	V	45,99	46,17	46,36	46,54	46,72
Corrente di corto circuito (Isc)	A	9,13	9,18	9,23	9,28	9,33
Tensione di massima potenza (Vmpp)	V	38,60	38,80	39	39,20	39,40
Corrente di massima potenza (Impp)	A	8,47	8,52	8,58	8,63	8,68
CARATTERISTICHE OPERATIVE						
Coefficiente di temperatura Isc	%/°C	0,05				
Coefficiente di temperatura Voc	%/°C	-0,28				
Coefficiente di temperatura Pmax	%/°C	-0,35				
NMOT *	°C	45				
Temperatura di esercizio	°C	da -40 a +85				

*Nominal Module Operating Temperature

CARATTERISTICHE TECNICHE	
Dimensioni	2094 x 1038 x 35 mm
Peso	24,3 kg
Vetro	A basso contenuto di ferro, temperato, antiriflesso, trasparente 3,2 mm
Incapsulante	EVA (etilvinilacetato)
Celle	144 celle monocristalline PERC half-cut 166 x 83 mm
Backsheet	Multistrato in poliestere
Cornice	Profilo in alluminio anodizzato con fori di drenaggio
Scatola di giunzione	Certificato secondo IEC 62790, omologato IP 68, 3 diodi
Cavi e connettori	Cavo solare, lunghezza 1200 mm o personalizzata con connettori MC4 compatibili
Massima corrente inversa (Ir)	20 A
Tensione massima di sistema	1000 V (1500 V su richiesta)
Carico massimo (neve)	Carico di progetto: 3600 Pa 5400 Pa (incluso fattore di sicurezza 1,5)
Carico massimo (vento)	Carico di progetto: 1600 Pa 2400 Pa (incluso fattore di sicurezza 1,5)
Protection Class	II - conforme a IEC 61730

Informazioni del rivenditore

2020_144m_440-460_Silk_Pro_it



FuturaSun srl
Riva del Pasubio, 14 - 35013 Cittadella - Italy
Tel + 39 049 5979802 Fax + 39 049 0963081
www.futurasun.com - info@futurasun.it

SCHEDE TECNICHE INVERTER

Inverter **I.3928**

DATI GENERALI

Marca	Shenzhen SOFARSOLAR Co., Ltd.
Serie	HYD 3-6k-ES
Modello	HYD 4600-ES
Tipo fase	Monofase
Prezzo	€ 0.00

INGRESSI MPPT

N	VMppt min [V]	VMppt max [V]	V max [V]	I max [A]
1	90.00	580.00	600.00	12.00
2	90.00	580.00	600.00	12.00

Max pot. FV [W] 6 120

PARAMETRI ELETTRICI IN USCITA

Potenza nominale	4 600 W
Tensione nominale	220,230,240 V
Rendimento max	97.80 %
Distorsione corrente	3 %
Frequenza	50,60 Hz
Rendimento europeo	97.30 %

CARATTERISTICHE MECCANICHE








Dimensioni LxPxH	566 x 173 x 394
Peso	20.50 kg




HYD
3k~6k-ES


3000/3600/4000/4600/5000/6000

Single-Phase Energy storage integrated inverter

-  Outdoor IP65 design
-  Variety of work modes are optional
-  Built-in zero export fuction
-  Integrated fanless self-recognition heat dissipation design
-  Compatible with on grid and off grid
-  EPS function, switching time is less than 10ms
-  Flexible configuration of lead acid or lithium battery

✉ info@solarsolar.com

 SOFAR SOLAR Global

 www.solarsolar.com

Datasheet

HYD 3000-ES HYD 3600-ES HYD 4000-ES HYD 4600-ES HYD 5000-ES HYD 6000-ES

Battery Parameters

Battery Type	Lithium-ion, Lead-acid					
Nominal battery voltage	48V					
Battery voltage range	43.5-58V					
Battery Capacity	50-2000Ah					
Maximum Charging / Discharging Power	3000W					
Maximum Charging Current	65A (Programmable)					
Maximum Discharging Current	70A (Programmable)					
Charging current(Lithium-ion)	0.1C					
Charging current(Lead-acid)	0.1C					
Depth of discharge	3-5 stage adaptive with maintenance					
	Lithium-ion: 0-99% DOD adjustable, Lead-acid: 0-50% DOD adjustable					

Input DC(PV side)

Recommended Max. PV input power	3990W	4790W	5320W	6120W	6650W	7880W
Max.DC power for single MPPT	2000W	2400W	2600W	2800W	3000W	3500W
Max. input voltage	120V					
Start-up voltage	120V					
Nominal DC Voltage	360V					
MPPT operating voltage range	96-580V					
Full power MPPT voltage range	1400V-520V	1800V-520V	2000V-520V	2100V-520V	2300V-520V	3000V-520V
MPPT number	2					
The max DC input current	12A/12A					
	15A/15A					

Output AC(Grid side)

Rated Power	3000W	3600W	4000W	4600W	5000W	6000W
Max. Output Power	3000VA	3600VA	4000VA	4600VA	5000VA	6000VA
Nominal Grid Voltage	L/N/PE 220, 230, 240					
Operation phase	Single (L-N-PE)					
Max. Input / Output current	13.7A	16A	18.2A	21.0A	22.8A	27.3A
AC voltage Range	180V-270V (According to local standard)					
Grid frequency range	44-55Hz/54-66Hz (According to local standard)					
THD	< 3%					
Power factor	1 default (+/-0.8 adjustable)					

Output AC(Emergency Power Supply)

EPS rated power	3000VA					
Operation phase	Single (L-N-PE)					
EPS rated voltage frequency	220V, 50/60Hz					
EPS rated current	13A					
Peak Output Apparent Power	4000VA, 10s					
THD	180-270Vdc (According to local standard)					
Switch time	10ms default					

Efficiency

MPPT efficiency	97.4%	97.4%	97.4%	97.8%	97.8%	98.0%
European efficiency of solar inverter	97.2%	97.2%	97.2%	97.3%	97.3%	97.5%
Max. Charging efficiency of battery	94.6%					
Max. Discharging efficiency of battery	94.6%					

Protection

PV reverse polarity protection	Yes
PV insulation detection	Yes
Ground fault monitoring	Yes
Over current protection	Yes
Over voltage protection	Yes
Battery soft start protection	Yes

General Data

Ambient temperature range	-30℃-+40℃ (Above 45℃ Derating)
Standby losses	< 10W
Topology	High frequency insulation (for bat)
DC-Switch	Yes
Degree Of Protection	IP65
Allowable Relative Humidity Range	0-100%
Communication	RS485, WiFi/Ethernet/GPRS, SD, CAN2.0
Protective class	Class I
Max. Operating Altitude	2000m
Current Sensor Connection	External
Noise	<25dB
Weight	20.5kg
Cooling	Natural
Dimension (W*H*D)	566*394*173mm
Display	LCD display
Warranty	5 Year or more

Standard

IEC	EN 61000-6-2, EN 61000-6-3, EN 61000-3-2, EN 61000-3-3, EN 61000-3-11, EN 61000-3-12
Grid standards	IEC62109, I/2, IEC62470, I, IEC616, IEC6172, IEC-61083, IEC60081, I, 2, A, 30
	AS/NZS 4777, VDE V0124-100, V0126-1-1, VDE V0124-105, CEI 0-21, EN50438 EN50497, G83/G83V/G83V2, UTE C1573-1, UNE 208 007-1

48V



Modello	RESU3.3	RESU6.5	RESU10
Energia totale [kWh]	3.3	6.5	9.8
Energia Utilizzabile [kWh]	2.9	5.9	8.8
Capacità [Ah]	63	126	189
Tensione nominale [V]	51.8	51.8	51.8
Gamma di tensione [V]	42.0-58.8	42.0-58.8	42.0-58.8
Potenza massima [kW]	3.0	4.2	5.0
picco di potenza[kW] (per 3 sec.)	3.3	4.6	7.0
Dimensioni [L x A x P, mm]	452 x 401 x 120	452 x 654 x 120	452 x 483 x 227
Peso [kg]	31	52	75
Grado di protezione dell'involucro	IP55		
Comunicazione	CAN 2.0 B		
Certificati	Cellula	UL1642	
	Prodotto	UL1973 / TUV (IEC 62619) / CE / FCC / RCM	

Marche di inverter compatibili: SMA, Solax, Sungrow, Schneider, Ingeteam, GoodWe, Redback, Victron Energy
(A partire dal 3° trimestre 2016, ci saranno Altri marchi da aggiungere)



RESU Plus è un kit di espansione appositamente progettato per i modelli 48V della nuova serie RESU. Con RESU Plus, tutti i modelli 48V possono essere collegati tra loro.

- Dimensioni: 385 x 240 x 65 (L x A x P, mm)
- Numero di unità di batteria espandibili : Fino a 2
- IP55 valutazione

400V



Modello	RESU7H	RESU10H
Energia totale [kWh]	7.0	9.8
Energia Utilizzabile [kWh]	6.6	9.3
Capacity [Ah]	63	63
Gamma di tensione [V]	350-450	350-450 385-550
Potenza massima [kW]	3.5	5.0
picco di potenza[kW] (per 10 sec.)	5.0	7.0
Dimensioni [L x A x P, mm]	744 x 692 x 206	744 x 907 x 206
Peso [kg]	76	97 99.8
Grado di protezione dell'involucro	IP55	
Comunicazione	RS485	RS485 CAN 2.0 B
Certificati	Cellula	UL 1642
	Prodotto	TUV (IEC 62619) / CE / RCM UL1973 / TUV (IEC 62619) / CE / FCC / RCM

Marche di inverter compatibili: SMA(RESU10H), SolarEdge(RESU7H,10H) (Partire dal 3° trimestre 2016, ci saranno Altri marchi da aggiungere)

CARATTERISTICHE TECNICHE

FINALITÀ DELLE PRESCRIZIONI TECNICHE

Negli articoli seguenti sono specificate le modalità e le caratteristiche tecniche secondo le quali l'Appaltatore è impegnato ad eseguire le opere e a condurre i lavori, in aggiunta o a maggiore precisazione di quelle già indicate negli articoli precedenti.

PRESCRIZIONI TECNICHE GENERALI

L'Appaltatore, oltre alle modalità esecutive prescritte per ogni categoria di lavoro, è obbligato ad impiegare ed eseguire tutte le opere provvisoriale ed usare tutte le cautele ritenute a suo giudizio indispensabili per la buona riuscita delle opere e per la loro manutenzione e per garantire da eventuali danni o piene sia le attrezzature di cantiere che le opere stesse.

La posa in opera di qualsiasi materiale, apparecchio o manufatto, consisterà in genere nel suo prelevamento dal luogo di deposito, nel suo trasporto in sito (intendendosi con ciò tanto il trasporto in piano o in pendenza, che il sollevamento in alto o la discesa in basso, il tutto eseguito con qualsiasi sussidio o mezzo meccanico, opera provvisoriale, ecc.), nonché nel collocamento nel luogo esatto di destinazione, a qualunque altezza o profondità ed in qualsiasi posizione, ed in tutte le opere conseguenti.

L'Appaltatore ha l'obbligo di eseguire il collocamento di qualsiasi opera od apparecchio che gli venga ordinato dal Direttore dei Lavori, anche se forniti da altre ditte.

Il collocamento in opera dovrà eseguirsi con tutte le cure e cautele del caso; il materiale o manufatto dovrà essere convenientemente protetto, se necessario, anche dopo collocato, essendo l'Appaltatore unico responsabile dei danni di qualsiasi genere che potessero essere arrecati alle cose poste in opera, anche dal solo traffico degli operai durante e dopo l'esecuzione dei lavori, sino al loro termine e consegna, anche se il particolare collocamento in opera si svolge sotto la sorveglianza o assistenza del personale di altre ditte, fornitrici del materiale o del manufatto.

Le opere da eseguire, che dovranno essere compiute in ogni loro parte a perfetta regola d'arte e corrispondere a quanto prescritto dalla norma CEI 64-8 e successive varianti, risultano dai disegni di progetto allegati, nonché dagli elementi descrittivi del presente Capitolato, forniti a complemento dei disegni stessi, salvo quanto verrà precisato dal Direttore dei Lavori in corso d'opera per l'esatta interpretazione dei disegni di progetto e per i dettagli di esecuzione.

I lavori, inoltre, dovranno essere eseguiti nel pieno rispetto del D.Lgs. 9 aprile 2008, n. 81 e s.m.i.

Tutti i materiali dovranno essere conformi alle normative in vigore e (dove previsto) dovranno essere fornite di marchio di certificazione IMQ. Sono a totale carico dell'impresa gli oneri per: collaudi, prove e certificazioni previste del Decreto n. 37 del 22 gennaio 2008 e s.m.i.

CARATTERISTICHE GENERALI DELL'IMPIANTO

Durante la fase di scavo dei cavidotti, dei pozzetti, ecc. dovranno essere approntati tutti i ripari necessari per evitare incidenti ed infortuni a persone, animali o cose per effetto di scavi aperti non protetti.

Durante le ore notturne la segnalazione di scavo aperto o di presenza di cumulo di materiali di risulta o altro materiale sul sedime stradale, dovrà essere di tipo luminoso a fiamma od a sorgente elettrica, tale da evidenziare il pericolo esistente per il transito pedonale e veicolare. Nessuna giustificazione potrà essere addotta dall'Appaltatore per lo spegnimento di dette luci di segnalazione durante la notte anche se causato da precipitazioni meteoriche. Tutti i ripari (cavalletti, transenne, ecc.) dovranno riportare il nome dell'Appaltatore, il suo indirizzo e numero telefonico. L'inadempienza

delle prescrizioni sopra indicate può determinare sia la sospensione dei lavori, sia la risoluzione del contratto qualora l'Appaltatore risulti recidivo per fatti analoghi già accaduti nel presente appalto od anche in appalti precedenti.

Cavidotti

Saranno posati nuovi cavidotti, i quali saranno interrotti durante il loro percorso per inserire pozzetti in in cls per rompitratta e/o per derivazioni delle linee elettriche.

Pozzetto prefabbricato interrato

E' previsto l'impiego di pozzetti prefabbricati ed interrati, comprendenti un elemento a cassa, con due fori di drenaggio, ed un coperchio rimovibile. Detti manufatti, di calcestruzzo vibrato, avranno sulle pareti laterali la predisposizione per l'innesto dei tubi di plastica, costituita da zone circolari con parete a spessore ridotto.

I fori di passaggio delle tubazioni attraverso le pareti, saranno perfettamente stuccati ad assestamento avvenuto, con malta di cemento plastico in modo da risultare a perfetta tenuta d'acqua.

Tutti i pozzetti saranno muniti di chiusini in funzione della loro ubicazione e destinazione.

Linee

L'Appaltatore dovrà provvedere alla fornitura ed alla posa in opera dei cavi relativi al circuito di alimentazione di energia.

Sono previsti i seguenti cavi per energia elettrica: del tipo Fg16OR16 tens. Isol. 0.4/1kV rispondenti al CPR – UE305/2011 con classe di prestazione Cca-s3.d1.a3.

Tutti i cavi saranno rispondenti alla norma CEI 20-13 e CEI 20-22 e varianti e dovranno disporre di certificazione IMQ od equivalente.

Nelle tavole allegate sono riportati schematicamente il percorso, la sezione ed il numero dei conduttori.

L'Appaltatore dovrà attenersi scrupolosamente a quanto indicato nei disegni, salvo eventuali diverse prescrizioni del Direttore dei Lavori.

Cassette - Giunzioni - Derivazioni - Guaine isolanti

La derivazione per l'alimentazione degli apparecchi di illuminazione, in cavo bipolare della sezione minima di 1.5 mm² e comunque adeguata al carico, sarà effettuata con l'impiego di cassetta di connessione in classe II in materiale termoplasti e/o metallico collocata a parete del fabbricato avente un grado di protezione minimo IP55. Le derivazione dalla linea montante per l'illuminazione dei singoli loculi, eseguita in bassa tensione 24V sarà effettuata all'interno del canale portacavi in PVC mediante l'uso di giunti a C a pinzare ed isolati mediante uso di nastro vulcanizzante e/o guaina termorestringente, per il ripristino del grado di isolamento.

Non sono ammesse derivazione nella linea principale in partenza dal quadro QG al quadro elettrico di zona QZ01, se per motivi di impedimento nel passaggio si dovrà effettuare una derivazione dovranno essere usate muffole a GEL con grado di protezione IP67 avente tensione di isolamento minimo 0.6/1kV.

Qualsiasi modifica, diversa da progetto, prima di essere eseguita dovrà comunque essere approvato dal Direttore dei Lavori.

Distanze di rispetto dei cavi interrati

I cavi interrati in prossimità di altri cavi o di tubazioni metalliche di servizi (gas, telecomunicazioni, ecc.) o di strutture metalliche particolari, come cisterne per depositi di carburante, devono osservare prescrizioni particolari e distanze minime di rispetto come da normativa vigente.

Protezione Contro I Contatti Diretti

La Norma CEI 64-8 Sez. 714.412 stabilisce che per la protezione da contatti diretti è necessario adottare le seguenti soluzioni impiantistiche:

- tutte le parti attive dei componenti elettrici devono essere protette mediante isolamento o mediante barriere o involucri per impedire i contatti diretti;
- se uno sportello e/o cassetta di derivazione, pur apribile con chiave o attrezzo, è posto a meno di 2,5 m dal suolo e dà accesso a parti attive, queste devono essere inaccessibili al dito di prova (IP XXB) o devono essere protette da un ulteriore schermo con uguale grado di protezione, a meno che lo sportello non si trovi in un locale accessibile solo alle persone autorizzate;
- le lampade degli apparecchi di illuminazione non devono diventare accessibili se non dopo aver rimosso un involucro o una barriera per mezzo di un attrezzo, a meno che l'apparecchio non si trovi ad una altezza dal suolo superiore a 2,8 m.

La protezione contro i contatti diretti ottenuta mediante ostacoli e mediante distanziamento è vietata.

Impianti Di Messa A Terra E Sistemi Di Protezione Contro I Contatti Indiretti

In ogni impianto elettrico deve essere previsto un proprio impianto di messa a terra che deve soddisfare le prescrizioni delle vigenti norme CEI 64-8. Tale impianto deve essere realizzato in modo da poter verificare le verifiche periodiche ed è costituito dalle seguenti parti principali:

- il dispersore o i dispersori di terra
- il conduttore di terra, che collega tra loro i dispersori e il nodo o collettore;
- il conduttore di protezione che, partendo dal collettore o nodo, collega direttamente tutte le masse degli apparecchi e le prese a spina.

Per la protezione contro i contatti indiretti, tutte le parti metalliche accessibili dell'impianto elettrico e degli utilizzatori, normalmente non in tensione ma che per cedimento dell'isolamento principale o per cause accidentali potrebbero trovarsi sotto tensione, devono essere collegate all'impianto di terra.

La norma CEI 64.8 Sez. 714.413 stabilisce per la protezione contro i contatti indiretti che:

- la protezione mediante luoghi non conduttori e la protezione mediante collegamento equipotenziale locale non connesso a terra non devono essere utilizzate;
- la protezione va fatta mediante componenti elettrici di classe II o con isolamento equivalente. Non deve essere previsto alcun conduttore di protezione e le parti conduttrici, separate dalle parti attive con isolamento doppio o rinforzato, non devono essere collegate intenzionalmente all'impianto di terra.

Utilizzare cavi aventi tensioni di isolamento almeno 0,6/1 kV.

Collocamento In Opera Di Materiali Forniti Dalla Stazione Appaltante

Qualsiasi apparecchio, materiale o manufatto fornito dalla Stazione Appaltante, sarà consegnato secondo le istruzioni che l'Appaltatore riceverà tempestivamente. Pertanto l'Appaltatore dovrà provvedere al suo trasporto in cantiere, immagazzinamento e custodia, e successivamente alla loro posa in opera, a seconda delle istruzioni che riceverà, eseguendo le opere murarie di adattamento e ripristino che si renderanno necessarie.

Per il collocamento in opera dovranno seguirsi inoltre tutte le norme indicate per ciascuna opera in questo Capitolato, restando sempre l'Appaltatore responsabile della buona conservazione del materiale consegnatogli, prima e dopo del suo collocamento in opera.

Norme Generali

Tutti i lavori devono essere eseguiti secondo le migliori regole dell'arte e le prescrizioni impartite al riguardo dal Direttore dei Lavori, in modo che gli impianti rispondano perfettamente a tutte le condizioni stabilite nel presente Capitolato Speciale d'Appalto ed al progetto.

L'esecuzione dei lavori deve essere coordinata secondo le prescrizioni del Direttore dei Lavori e le esigenze che possono sorgere dalla contemporanea esecuzione di tutte le altre opere affidate ad altre Ditte.

L'Appaltatore è pienamente responsabile degli eventuali danni arrecati, per fatto proprio e dei propri dipendenti, alle opere dell'edificio e/o terzi.

Caduta di tensione.

In base alla norma C.E.I. 64-8/5, la differenza tra la tensione a vuoto e la tensione che si riscontra in qualsiasi punto dell'impianto quando sono inseriti tutti gli utilizzatori ammessi a funzionare con il relativo fattore di contemporaneità deve essere inferiore al 4%.

Data la funzione delle lampade votive e dall'estensione dell'impianto, si è scelto per il calcolo delle sezioni, una caduta di tensione max dal 10%

La caduta di tensione su ogni circuito viene calcolato con la seguente formula:

$$DV = I \times L \times R \times \cos j$$

Equazione 1

dove

- DV è la caduta di tensione sul circuito proiettata sul vettore di tensione di fase ed è espressa in Volt
- I è la corrente di impiego del circuito ed è espressa in Ampere
- L è la lunghezza in metri del circuito
- R è la resistenza del conduttore per unità di lunghezza ed è espressa in *metro/Ohm*
- j è l'angolo di sfasamento tra il vettore della corrente di linea e il vettore di tensione di fase.

Nella Equazione 1 è considerata solo la componente attiva della caduta di tensione, trascurando quindi la componente reattiva, quantificabile nel seguente modo: **Equazione 2**

$$DV = I \times L \times X \times \sin r$$

Ai fini pratici l'Equazione 1 è impiegabile con riferimento a circuiti monofase, quali sono quelli oggetto del presente progetto, considerando il valore della lunghezza L della conduttura moltiplicando per 2.

I valori di resistenza per unità di lunghezza dei conduttori sono stati ricavati dalla tabella UNEL 35023-70, di seguito raffigurata.

Sezioni nominali in mm ²	Cavi unipolari		Cavi multipolari	
	Resistenza al metro r Ω/m	Reattanza al metro x Ω/m	Resistenza al metro r Ω/m	Reattanza al metro x Ω/m
1	22,1	0,176	22,5	0,125
1,5	14,8	0,168	15,1	0,118
2,5	8,91	0,155	9,08	0,109
4	5,57	0,143	5,68	0,101
6	3,71	0,135	3,78	0,0955
10	2,24	0,119	2,27	0,0861
16	1,41	0,112	1,43	0,0817
25	0,889	0,106	0,907	0,0813
35	0,641	0,101	0,654	0,0783
50	0,473	0,101	0,483	0,0779
70	0,328	0,0965	0,334	0,0751
95	0,236	0,0975	0,241	0,0762
120	0,188	0,0939	0,191	0,0740
150	0,153	0,0928	0,157	0,0745
185	0,123	0,0908	0,125	0,0742
240	0,0943	0,0902	0,0966	0,0752
300	0,0761	0,0895	0,0780	0,0750
400	0,0607	0,0876	0,0625	0,0742
500	0,0496	0,0867	0,0512	0,0744
630	0,0402	0,0865	0,0417	0,0749

N.B. – Valori riferiti alla temperatura di 80° C

Tabella 1

Coordinamento delle protezioni

Per il sistema TT (utenza senza propria cabina di trasformazione e fornitura ENEL in bassa tensione, come quella in oggetto), il coordinamento delle protezioni elettriche con l'impianto di terra si realizza nel seguente modo (CEI 64-8, settima edizione, art. 413.1.4.2):

$$R_a \times I_a \leq 50V$$

dove:

- R_a è la resistenza dell'impianto di terra (dispensore + PE);
- I_a è la corrente di intervento del dispositivo di protezione, che in caso di protezione differenziale diventa la I_{dn} , corrente nominale di sgancio del differenziale generale anche di tipo S (selettivo) per tempo di ritardo fino ad 1 secondo; per cui dovrà risultare:

$$R_a \leq 50/0,03 \leq 1666,6 \text{ ohm}$$

Tutti i circuiti terminali in partenza dal quadro generale saranno comunque dotati di interruttore differenziale con $I_{dn} = 30\text{mA}$.

La resistenza R_a dunque, opportunamente misurata, non dovrà essere superiore al valore ottenuto.

Protezione delle condutture contro le sovracorrenti

Le persone e le cose dovranno essere protette contro le conseguenze dannose dovute alle sovratemperature o alle sollecitazioni meccaniche dovute a sovraccarichi (corrente superiore a quella nominale che si verifica in un circuito elettricamente sano) o da corto circuiti (sovracorrente che si verifica in un circuito a seguito di guasto ad impedenza trascurabile) nei conduttori attivi (CEI 64-8/1 art.131.5).

Sovraccarichi

Tutte le linee elettriche dovranno essere protette con interruttori automatici magnetotermici e/o fusibili atti ad interrompere le correnti di sovraccarico dei conduttori prima che tali correnti possano provocare un riscaldamento dannoso all'isolamento, ai collegamenti, ai terminali o all'ambiente circostante le condutture (CEI 64-8/4 art.433.1).

Le caratteristiche dei dispositivi di protezione contro i sovraccarichi dovranno soddisfare le seguenti relazioni:

$$I_b \leq I_n \leq I_z \quad (1)$$

$$I_f \leq 1,45 \times I_z \quad (2)$$

dove:

- I_b = corrente d'impiego;
- I_n = corrente nominale del dispositivo di protezione;
- I_z = portata della conduttura;
- I_f = corrente convenzionale di sicuro funzionamento del dispositivo di protezione.

Dovendo essere gli interruttori previsti conformi alle Norme CEI 23.3 con valore di I_f non superiore a **1,45 I_z** , è sufficiente sia verificata la relazione **(1)**.

Corto Circuiti

Tutte le condutture dovranno essere protette da dispositivi di protezione idonei ad interrompere le correnti di corto circuito prima che queste assumano valori pericolosi per gli effetti termici e meccanici, prodotti nei conduttori e nelle connessioni.(CEI 64-8/4 art. 434.1).

Dovranno essere previsti organi di protezione e limitazione delle correnti di corto circuito, quali interruttori magnetotermici e fusibili.

Tali organi di protezione dovranno avere potere d'interruzione superiore al massimo valore di corrente di corto circuito presunta o calcolata nel punto di installazione, e dovranno avere una caratteristica di intervento tale da lasciare fluire un'energia specifica passante inferiore a quella massima sopportabile dalle condutture protette.

I valori di K da considerare nella verifica dell'integrale di JOULE sono (CEI 64-8/4 art. 434.3.2):

- **115** per cavi isolati in PVC (es. FS17 e/o N07RN-F)
- **143** per cavi isolati in gomma etilenpropilenica e/o propilene reticolato (es. FG16OR16)

Impianto di messa a terra.

E' indispensabile che l'esecuzione del sistema dispersore proprio debba aver luogo durante la prima fase delle opere edili nella quale è ancora possibile interrare i dispersori stessi senza particolari opere di scavo o di infissione ed inoltre possono essere eseguiti, se del caso, i collegamenti dello stesso ai ferri dei plinti di fondazione, utilizzando così dispersori naturali.

I collegamenti di equipotenzialità principali devono essere eseguiti in base alle prescrizioni della norma CEI 64-8.

Occorre preoccuparsi del coordinamento per la realizzazione dei collegamenti equipotenziati, richiesti per tubazioni metalliche o per altre masse estranee all'impianto elettrico che fanno parte della costruzione; è opportuno che vengano assegnate le competenze di esecuzione.

Si raccomanda una particolare cura nella valutazione dei problemi di interferenza tra i vari impianti tecnologici interrati ai fini della corrosione. Si raccomanda peraltro la misurazione della resistività del terreno.

L'intervento prevede la realizzazione del collegamento dell'impianto di terra dei proiettori a quello esistente con conduttori della sezione minima prevista da 16mmq colore G/V.

Al termine dell'intervento l'impresa dovrà rilasciare la dichiarazione relativa alle misure e verifiche effettuate sull'impianto di terra ed una planimetria con l'indicazione del posizionamento dei dispersori e i lay-out dell'impianto in riferimento alle nuove realizzazione ed a quanto già esistente.

Conduttori di protezione (PE).

I conduttori di protezione collegheranno le masse ai collettori di terra dell'impianto (CEI 64-8, part 2, par.24.5), saranno del tipo FS17-450/750V di colore Giallo-Verde, ed avranno una sezione non inferiore a quella specificata nella tabella 54F delle norme CEI 64-8, parte 5, art. 543.1.2 riassunta di seguito, dove si indica con S_{pe} la sezione del conduttore di protezione, e con S_f quella del conduttore di fase.

$S_f \leq 16 \text{ mm}^2$	$S_{pe} = S_f$
$16 < S_f < 35 \text{ mm}^2$	$S_{pe} = 16 \text{ mm}^2$
$S_f > 35 \text{ mm}^2$	$S_{pe} = S_f/2$

VERIFICA PROVVISORIA, CONSEGNA E NORME PER IL COLLAUDO DEGLI IMPIANTI

Manutenzione Delle Opere Fino Al Collaudo

Sino a che non sia intervenuto, con esito favorevole, il collaudo definitivo delle opere, la manutenzione delle stesse, ordinaria e straordinaria, dovrà essere fatta a cura e spese dell'Appaltatore.

Per tutto il periodo intercorrente fra l'esecuzione ed il collaudo e salve le maggiori responsabilità sancite dall'art. 1669 C.C., l'Appaltatore è quindi garante delle opere e delle forniture eseguite obbligandosi a sostituire i materiali che si mostrassero non rispondenti alle prescrizioni contrattuali ed a riparare tutti i guasti e le degradazioni che dovessero verificarsi anche in conseguenza dell'uso, purché corretto, delle opere. In tale periodo la manutenzione dovrà essere eseguita nel modo più tempestivo, anche in presenza di traffico e senza interruzione dello stesso, con le dovute cautele e segnalazioni di sicurezza ed in ogni caso, sotto pena d'intervento d'ufficio, nei termini prescritti dal Direttore dei Lavori.

Per cause stagionali o per altre cause potrà essere concesso all'Appaltatore di procedere ad interventi di carattere provvisorio, salvo a provvedere alle riparazioni definitive, a regola d'arte, appena possibile.

Verifica Provvisoria E Consegna Degli Impianti

Dopo l'ultimazione dei lavori ed il rilascio del relativo certificato da parte della Stazione Appaltante, questa ha la facoltà di prendere in consegna gli impianti, anche se il collaudo definitivo degli stessi non abbia ancora avuto luogo.

In tal caso però, la presa in consegna degli impianti da parte della Stazione Appaltante dovrà essere preceduta da una verifica provvisoria degli stessi, che abbia avuto esito favorevole.

Anche qualora la Stazione Appaltante non intenda valersi della facoltà di prendere in consegna gli impianti ultimati prima del collaudo definitivo, può disporre affinché dopo il rilascio del certificato di ultimazione dei lavori si proceda alla verifica provvisoria degli impianti.

E' pure facoltà della ditta Appaltatrice di chiedere, che nelle medesime circostanze, la verifica provvisoria degli impianti abbia luogo.

La verifica provvisoria accerterà che gli impianti siano in condizione di poter funzionare normalmente, che siano state rispettate le vigenti norme di legge per la prevenzione degli infortuni

ed in particolare dovrà controllare:

- lo stato di isolamento dei circuiti;
- la continuità elettrica dei circuiti;
- il grado di isolamento e le sezioni dei conduttori;
- l'efficienza dei comandi e delle protezioni nelle condizioni del massimo carico previsto;
- l'efficienza delle protezioni contro i contatti indiretti.

La verifica provvisoria ha lo scopo di consentire, in caso di esito favorevole, l'inizio del funzionamento degli impianti ad uso degli utenti a cui sono destinati.

Ad ultimazione della verifica provvisoria, la Stazione Appaltante prenderà in consegna gli impianti con regolare verbale.

Collaudo Definitivo Degli Impianti

Il collaudo definitivo deve iniziare entro tre mesi dalla data di ultimazione dei lavori e tutte le relative operazioni devono essere portate a termine entro i sei mesi.

Esso dovrà accertare che gli impianti ed i lavori, per quanto riguarda i materiali impiegati, l'esecuzione e la funzionalità, siano in tutto corrispondenti a quanto precisato nel presente d'Appalto, tenuto conto di eventuali modifiche concordate in sede di aggiudicazione dell'appalto stesso o nel corso dell'esecuzione dei lavori.

Ad impianto ultimato si deve provvedere alle seguenti verifiche di collaudo:

- rispondenza alle disposizioni di legge;
- rispondenza alle prescrizioni dei VV.F.;
- rispondenza alle prescrizioni particolari concordate in sede di offerta;
- rispondenza alle norme CEI relative al tipo di impianto descritto.

In particolare, occorrerà verificare:

- a) che siano osservate le norme tecniche generali;
- b) che gli impianti ed i lavori siano corrispondenti a tutte le richieste ed alle preventive indicazioni, inerenti lo specifico appalto, precisate dalla Stazione Appaltante nella lettera di invito alla gara o nel disciplinare tecnico a base della gara, purché non siano state concordate delle modifiche in sede di aggiudicazione dell'appalto o nel corso dell'esecuzione dei lavori;
- c) che gli impianti e i lavori siano in tutto corrispondenti alle indicazioni contenute nel progetto, purché non siano state concordate delle modifiche in sede di aggiudicazione dell'appalto o nel corso dell'esecuzione dei lavori;
- d) che gli impianti ed i lavori corrispondano inoltre a tutte quelle eventuali modifiche concordate in sede di aggiudicazione dell'appalto, di cui è detto ai precedenti commi b) e c);
- e) che i materiali impiegati nell'esecuzione degli impianti, dei quali, siano stati presentati i campioni, siano corrispondenti ai campioni stessi.

Dovranno inoltre ripetersi i controlli prescritti per la verifica provvisoria e si dovrà redigere l'apposito verbale del collaudo definitivo.

Esame a vista

Deve essere eseguita una ispezione visiva per accertarsi che gli impianti siano realizzati nel rispetto delle norme generali, delle norme degli impianti di terra e delle norme particolari riferendosi all'impianto installato.

Detto controllo deve accertare che il materiale elettrico, che costituisce l'impianto fisso, sia conforme alle relative norme, sia scelto correttamente ed installato in modo conforme alle prescrizioni normative e non presenti danni visibili che possano compromettere la sicurezza.

Tra i controlli a vista devono essere effettuati i controlli relativi a:

- protezioni, presenza di adeguati dispositivi di sezionamenti ed interruzione, polarità, scelta del tipo

di apparecchi e misure di protezione adeguate alle influenze esterne;

- identificazione dei conduttori di neutro e di protezione, fornitura di schemi cartelli ammonitori, identificazione di comandi e protezioni, collegamenti dei conduttori.

E' opportuno che tali controlli inizino durante il corso dei lavori.

Verifica del tipo e dimensionamento dei componenti dell'impianto, dell'apposizione dei contrassegni di identificazione

Si deve verificare che tutti i componenti dei circuiti messi in opera nell'impianto utilizzatore siano del tipo adatto alle condizioni di posa e alle caratteristiche dell'ambiente, nonché correttamente dimensionati in relazione ai carichi reali in funzionamento contemporaneo, o in mancanza di questi, in relazione a quelli convenzionali.

Per cavi e conduttori si deve controllare che il dimensionamento sia fatto in base alle portate indicate nelle tabelle CEI-UNEL, inoltre, si deve verificare che i componenti siano dotati dei debiti contrassegni di identificazione, ove prescritti.

Verifica della sfilabilità

Si deve estrarre uno o più cavi dal tratto di tubo o condotto compreso tra due scatole o cassette successive e controllare che questa operazione non abbia provocato danneggiamenti agli stessi.

La verifica va eseguita su tratti di tubo o condotto per una lunghezza pari complessivamente ad una percentuale tra l'1% ed il 5% della lunghezza totale.

A questa verifica si aggiungono, per gli impianti elettrici negli edifici prefabbricati e costruzioni modulari, anche quelle relative al rapporto tra il diametro interno del tubo o condotto e quello del cerchio circoscritto al fascio di cavi in questi contenuto, ed al dimensionamento dei tubi o condotti.

Misura della resistenza di isolamento

Si deve eseguire con l'impiego di un ohmmetro la cui tensione continua sia circa 125V nel caso di misura su parti di impianto di categoria 0, oppure su parti di impianto alimentate a bassissima tensione di sicurezza; circa 500V in caso di misura su parti di impianto di 1° categoria.

La misura si deve effettuare tra l'impianto ed il circuito di terra, e fra ogni coppia di conduttori tra loro.

Durante la misura gli apparecchi utilizzatori devono essere disinseriti; la misura è relativa ad ogni circuito intendendosi per tale la parte di impianto elettrico protetto dallo stesso dispositivo di protezione.

Misura della caduta di tensione

La misura della caduta di tensione deve essere eseguita tra il punto iniziale dell'impianto ed il punto scelto per la prova; si inseriscono un voltmetro nel punto iniziale ed un altro nel secondo punto (i due strumenti devono avere la stessa classe di precisione).

Devono essere alimentati tutti gli apparecchi utilizzatori che possono funzionare contemporaneamente: nel caso di apparecchiature con assorbimento di corrente istantaneo si fa riferimento al carico convenzionale scelto come base per la determinazione delle sezioni delle condutture. Le letture dei due voltmetri si devono eseguire contemporaneamente e si deve procedere poi alla determinazione della caduta di tensione percentuale.

Verifica delle protezioni contro i cortocircuiti ed i sovraccarichi

Si deve controllare che:

- il potere di interruzione degli apparecchi di protezione contro i cortocircuiti sia adeguato alle condizioni dell'impianto e della sua alimentazione;
- la taratura degli apparecchi di protezione contro i sovraccarichi sia correlata alla portata dei conduttori protetti dagli stessi.

Verifiche delle protezioni contro i contatti indiretti

Devono essere eseguite le verifiche dell'impianto di terra descritte nelle norme per gli impianti di messa a terra (Norme CEI 64-8).

Garanzia degli impianti

Se non diversamente disposto dal Capitolato Speciale d'Appalto, la garanzia è fissata entro 12 mesi dalla data di approvazione del certificato di collaudo.

Si intende, per garanzia degli impianti, entro il termine precisato, l'obbligo della ditta Appaltatrice di riparare tempestivamente, a sue spese, comprese quelle di verifica tutti i guasti e le imperfezioni che si dovessero manifestare negli impianti per effetto della non buona qualità dei materiali o per difetti di montaggio.

Note al progetto

Al termine delle opere e prima della loro messa in funzione, l'installatore dovrà provvedere alle verifiche delle norme CEI 64-8/6 e dal D.L.37/08.

Le installazioni realizzate dovranno esser accompagnate da dichiarazione di conformità esibita dalla ditta esecutrice dei lavori che attesta l'avvenuta ottemperanza tra le direttive dettate dal presente progetto, le Norme CEI e le disposizioni legislative vigenti; quindi che l'impianto è conforme alla "Regola dell'arte".

Fatto salvo quanto sopra si declina ogni responsabilità, in caso di sinistri a persone o a cose derivanti da manomissioni all'impianto da parte di terzi, difetti di installazione o carenze di manutenzione e riparazione, ad ognuno la propria parte, all'installatore, al Committente ed agli utenti.

Si fa notare che il riscontro delle caratteristiche costruttive del materiale si evincono dal presente progetto, mentre il tipo di marca impiegato, che dipende ovviamente dalla ditta installatrice, lo si evince nell'allegato alla dichiarazione di conformità.

Il Tecnico

Darù per.ind. Alberto