



COMUNE DI MONTEBUONO

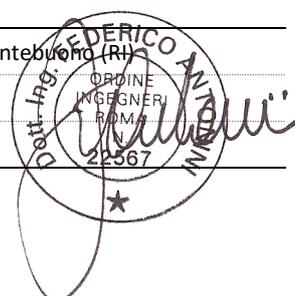
**EFFICIENTAMENTO ENERGETICO
DEGLI EDIFICI PUBBLICI**



CSA

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO

Committente	COMUNE DI MONTEBUONO – Via del Municipio, 1 – 02040 Montebuono (RH)
Progettista	SOCIP S.r.l. – Viale Giustiniano Imperatore 15 B – 00145 Roma
Rev - Data	Esecutivo – 31/07/2021





- Indice -

1. GENERALITA'	4
1.1. OGGETTO E SCOPO	4
1.2. OPERE DA ESEGUIRE E MODALITÀ DI ESECUZIONE	4
1.3. IDENTIFICAZIONE AI FINI DELLE NORME CEI	4
1.4. SORGENTE D'ALIMENTAZIONE ELETTRICA NORMALE:.....	4
1.5. CADUTA DI TENSIONE NEGLI IMPIANTI UTILIZZATORI:	5
2. DOCUMENTI E CONDIZIONI CONTRATTUALI	5
3. IMPORTO DELL'APPALTO – VARIAZIONI	5
4. DURATA DE CONTRATTO	6
5. ORARIO	6
6. PAGAMENTI	6
7. PENALI	7
8. QUALITÀ E IMPIEGO DEI MATERIALI	7
8.1. PRESCRIZIONI GENERALI	7
8.2. NORME, DECRETI, DISPOSIZIONI DI LEGGE, REGOLAMENTI.	7
• Leggi e regolamenti	8
• Norme tecniche CEI e UNI	9
• Prescrizioni	11
9. LIMITI DI FORNITURA	12
10. GARANZIE	12
11. PIANO DELLE MISURE DI SICUREZZA	12



12. DESCRIZIONE DEI LAVORI 13

12.1. DIMENSIONAMENTO DELLE LINEE ELETTRICHE.....	13
12.2. DIMENSIONAMENTO DEI SISTEMI DI PROTEZIONE.....	13
12.3. QUADRI ELETTRICI DI BASSA TENSIONE	14
12.4. CAVI ELETTRICI	14
12.5. SISTEMA DI DISTRIBUZIONE.....	15
12.6. ATTRAVERSAMENTO DI COMPARTIMENTI ANTINCENDIO.....	15

13. APPARECCHIATURE SIGNIFICATIVE 16

13.1. MODULO FOTOVOLTAICO	16
13.2. INVERTER TRIFASE – SITO 01 (SCUOLA).....	17
13.3. INVERTER TRIFASE – SITO 02 (SEDE COMUNALE).....	19
13.4. INVERTER TRIFASE – SITO 03 (CENTRO CULTURALE).....	21



1. GENERALITA'

1.1. Oggetto e scopo

Il presente Capitolato ha per oggetto le opere previste per la realizzazione delle opere di efficientamento energetico consistenti nell'installazione di impianti fotovoltaici a servizio di n.3 edifici pubblici siti nel Comune di Montebuono.

Tutto il personale che sarà impiegato nelle suddette attività dovrà possedere un livello di qualificazione adeguato e, ove richiesto dalla normativa vigente, dovrà possedere le previste abilitazioni.

Le opere da eseguirsi appartengono alla categoria prevalente OG09 "Impianti per la produzione di energia elettrica", I classifica. L'importo delle opere è inferiore a €150.000,00 pertanto è possibile applicare quanto previsto dall'ANAC nella Delibera 27 maggio (dep. 9 giugno) 2020, n. 463, Prec 45/2020/L. L'esecutore non deve necessariamente essere in possesso dell'attestazione SOA, potendo partecipare all'appalto in forza dell'art. 90, d.P.R. n. 207/2010, poiché l'obbligo di presentare la SOA deve intendersi sussistente in quanto non sia applicabile l'art. 90, d.P.R. n. 207/2010 (Delibera n. 753 del 05 settembre 2018; Delibera n. 898 del 6 settembre 2017; Delibera n. 682 del 28 giugno 2017). È possibile dimostrare il possesso dei requisiti con la forma di qualificazione "semplificata" di cui all'art. 90, d.P.R. n. 207/2010.

1.2. Opere da eseguire e modalità di esecuzione

Le opere da eseguire sono di seguito elencate:

- ✓ Impianto fotovoltaico trifase da 6,4 kWe - Scuola.
- ✓ Impianto fotovoltaico trifase da 8 kWe – Sede Comunale.
- ✓ Impianto fotovoltaico trifase da 16 kWe – Centro Culturale.

Le opere sono comprensive di tutte le opere provvisoriale ed accessorie per dare gli impianti in opera collaudati e funzionanti, nonché l'installazione di una linea vita per lo svolgimento delle lavorazioni in sicurezza e necessaria per le successive attività manutentive.

Nel caso di mancato rispetto del termine di ultimazione lavori, si darà luogo all'applicazione delle penali secondo quanto previsto nel presente Capitolato Speciale.

1.3. Identificazione ai fini delle Norme CEI

L'area d'intervento è soggetta alle prescrizioni della Norma CEI 64-8.

1.4. Sorgente d'alimentazione elettrica normale:

La fornitura d'energia elettrica sarà a cura dell'Ente Distributore Locale ed avrà le seguenti caratteristiche:

- ✓ Tensione nominale 400/230V;
- ✓ Frequenza 50Hz;
- ✓ Classificazione del sistema TT.



1.5. Caduta di tensione negli impianti utilizzatori:

La caduta di tensione ammessa fra l'origine dell'impianto d'utente e qualunque apparecchio utilizzatore non deve essere superiore al 4% art. 525 CEI 64-8/5.

Il calcolo di dimensionamento dei conduttori di collegamento dal contatore al quadro elettrico dell'unità immobiliare è stato elaborato con una caduta di tensione massima del 2,5%.

2. DOCUMENTI E CONDIZIONI CONTRATTUALI

L'appalto è soggetto all'osservanza delle condizioni contrattuali stabilite nei seguenti documenti e leggi cogenti:

1. D.lgs. n°50/2016 "Codice dei contratti pubblici" e s.m.i., coordinato con il D.lgs. n°56/2017;
2. Schema di contratto;
3. Presente Capitolato Speciale d'Appalto;
4. Computo metrico estimativo;
5. Elenco Prezzi;
6. Piano di Sicurezza e Coordinamento;
7. D.M. n°49/2018 Regolamento recante: «Approvazione delle linee guida sulle modalità di svolgimento delle funzioni del direttore dei lavori e del direttore dell'esecuzione»;
8. DPR n°207/2010 Regolamento di esecuzione ed attuazione del decreto legislativo 12 aprile 2006, n. 163, recante «Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE»;
9. D.M. n°145/2000 «Regolamento recante il capitolato generale d'appalto dei lavori pubblici, ai sensi dell'articolo 3, comma 5, della legge 11 febbraio 1994, n. 109, e successive modificazioni».

Nel corso dei lavori l'Impresa adotterà tutte le provvidenze e gli accorgimenti necessari o utili per la migliore riuscita delle opere, in conseguenza di circostanze locali che si evidenziassero, senza che ciò comporti alcuna modifica dell'importo di cui al successivo paragrafo.

3. IMPORTO DELL'APPALTO – VARIAZIONI

L'importo complessivo presunto delle prestazioni oggetto dell'appalto, al lordo del ribasso d'asta, ammonta a € 54.796,71 (cinquantaquattrottecentonovantasei/71) di cui € 1.596,02 (millecinquecentonovantasei/02) quali oneri per la sicurezza

1	Lavori di efficientamento energetico	€ 53.200,69
02	Oneri per la sicurezza	€ 1.596,02

L'appalto sarà eseguito con sistema "a corpo", per cui il prezzo al netto del ribasso d'asta praticato dall'impresa in fase di gara costituisce prezzo contrattuale.



Qualora il direttore dei Lavori richieda modifiche e/o varianti in corso d'opera ai sensi dell'art. 106 del D.lgs. n°50/2016 e s.m.i. le stesse verranno compensate a misura, salvo che non sia convenuto preventivamente il prezzo a corpo mediante il concordamento di nuovi prezzi ai sensi delle disposizioni vigenti. Le modifiche, nonché le varianti in corso di validità del contratto devono essere autorizzate dal RUP.

4. DURATA DE CONTRATTO

La consegna dei lavori sarà effettuata entro 49 giorni solari e consecutivi dalla stipula del contratto. Il contratto avrà validità 30 giorni solari e consecutivi a partire dalla data di consegna dei lavori. Ai sensi dell'art. 107 comma 5 del D.lgs. n°50/2016 e s.m.i. l'impresa può formulare richiesta di proroga con congruo anticipo rispetto al termine contrattuale. Il RUP, sentito il Direttore dei lavori, può concedere la proroga nei seguenti casi:

- ✓ Quando il completamento dell'opera non incide sulla necessità impellente di averla completata nei termini stabiliti dal contratto;
- ✓ Nel caso di giustificato motivo da parte dell'Impresa per cause a lei non imputabili.

5. ORARIO

Le prestazioni di cui al presente CSA potranno essere richieste dal lunedì al venerdì con esclusione delle sole festività infrasettimanali, nell'intervallo tra le ore 07:00 e le ore 16:00.

I responsabili delle parti provvederanno a definire il calendario dei lavori e il programma esecutivo delle varie operazioni.

L'orario sopra indicato, il calendario dei lavori e il programma esecutivo potranno essere variati dalla Committenza per le proprie esigenze organizzative, con preavviso all'Impresa non inferiore a 7 giorni, senza che la stessa possa sollevare alcuna obiezione o richiedere alcun compenso aggiuntivo.

6. PAGAMENTI

Ai sensi dell'art. 35 comma 18 del D.lgs. n°50/2016 e s.m.i. sarà corrisposto l'anticipazione del 20% dell'importo contrattuale previa costituzione di garanzia fidejussoria bancaria o assicurativa di importo pari all'anticipazione maggiorato del tasso d'interesse legale applicato al periodo necessario al recupero dell'anticipazione stessa secondo il cronoprogramma dei lavori.

Il pagamento dell'anticipazione può essere effettuato entro 15 giorni dall'effettivo inizio dei lavori.

È previsto un solo pagamento a saldo, a seguito della redazione dello stato finale e dell'emissione del Certificato di Regolare Esecuzione.

I prezzi in base ai quali, previa applicazione del ribasso d'asta, saranno pagati i lavori risultano dall'Elenco Prezzi allegato al progetto.

I compensi relativi agli oneri per l'attuazione dei piani di sicurezza verranno contabilizzati in occasione della redazione dello stato finale e conteggiati secondo l'effettivo utilizzo degli apprestamenti.



Le ritenute in misura dello 0,5% ai sensi dell'art. 30 comma 5-bis da applicare su ogni stato d'avanzamento saranno svincolate in sede di liquidazione del conto finale.

In caso di inadempimenti nel pagamento delle retribuzioni dovute al personale, si applica l'art. 30 comma 5 del D.lgs. n°50/2016 e s.m.i.

In caso di subappalto, cottimo, interventi al di sotto del 2% dell'importo contrattuale, nolo a caldo, ecc. l'Impresa entro 20 giorni dal ricevimento dell'importo del SAL deve mostrare alla DL l'avvenuto pagamento al subappaltatore con fattura quietanzata dallo stesso onde evitare quanto dettato dalla determina n°7 del 28/04/2004 dell'Autorità della Vigilanza.

Il pagamento relativo al saldo verrà effettuato a 30 gg. dalla data di ricevimento della fattura.

Non si procederà al mandato di pagamento anche nel caso di accertata irregolarità dell'Impresa con gli obblighi relativo al pagamento delle imposte e delle tasse, al pagamento degli oneri previdenziali ed assicurativi e qualora l'Impresa non abbia corrisposto ai propri dipendenti la retribuzione dovuta in base a quanto previsto dal contratto collettivo nazionale o provinciale di lavoro di categoria.

7. PENALI

I termini di adempimento delle varie fasi di lavorazioni saranno stabiliti dal Direttore dei Lavori o suo sostituto che dichiarerà con Ordini di Servizio ciascuna "partita di lavoro" e stabilirà, sentita l'Impresa, entro quando gli interventi stessi devono essere ultimati.

In casi di ritardi sui termini prestabiliti verrà applicata una penale giornaliera pari al 1 per mille dell'importo di ogni singola "partita di lavoro".

La penale, nella stessa misura, trova applicazione anche in caso di ritardato adempimento delle obbligazioni assunte dall'Impresa e precisate negli elaborati di gara. LE penali sono cumulabili fino ad un massimo del 10% dell'importo contrattuale.

8. QUALITÀ E IMPIEGO DEI MATERIALI

I materiali devono corrispondere alle prescrizioni contrattuali ed essere della migliore qualità, possono essere messi in opera solo dopo essere stati sottoposti alla Direzione lavori e da questa accettati. L'accettazione dei materiali diventa definitiva solo dopo che essi siano stati messi in opera. La DL ha facoltà di rifiutare in qualunque tempo quelli che si siano deperiti dopo l'introduzione in cantiere o che per qualsiasi causa non siano conformi alle condizioni del contratto.

8.1. PRESCRIZIONI GENERALI

8.2. Norme, Decreti, disposizioni di legge, regolamenti.

Gli impianti dovranno essere realizzati "a regola d'arte" non solo per quanto riguarda le modalità d'installazione, ma anche per la qualità e le caratteristiche tecniche delle apparecchiature e dei materiali che dovranno essere di case costruttrici di primaria importanza.



Dovranno inoltre essere realizzati in ogni loro parte e nel loro insieme in conformità alle norme, prescrizioni, regolamenti e raccomandazioni emanate dagli enti, agenti in campo nazionale ed internazionale, preposti dalla legge al controllo ed alla sorveglianza della regolarità della loro esecuzione.

Con particolare riguardo dovrà essere rispettato quanto elencato nelle seguenti voci:

- Leggi e regolamenti
- ✓ D.lgs. 9 aprile 2008, n. 81 “Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro”.
- ✓ DPR n. 689 del 26-5-59 “Determinazione delle aziende e lavorazioni soggette, ai fini della prevenzione incendi, al controllo del Comando del Corpo dei Vigili del Fuoco”.
- ✓ Decreto Ministeriale 01/02/1986 “Norme di sicurezza per la costruzione e l’esercizio di autorimesse e simili”.
- ✓ Decreto Ministeriale 22/02/2006 “Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l’esercizio di edifici e/o locali destinati ad uffici”.
- ✓ Decreto Ministeriale 20/12/2012 “Regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione, l’esercizio e la manutenzione degli impianti di protezione attiva contro l’incendio installati nelle attività soggette ai controlli di prevenzione incendi”.
- ✓ Legge n. 186 del 01-03-68 “Realizzazioni e costruzioni a regola d'arte per materiali, apparecchiature, impianti elettrici”.
- ✓ Legge n.791 del 18-10-77 “Attuazione della direttiva CEE n.73/23, relativa alle garanzie di sicurezza che deve possedere il materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro alcuni limiti di tensione”.
- ✓ Norme ISPESL per la prevenzione degli infortuni sul lavoro.
- ✓ Norme per l’acquisizione del Marchio Italiano di Qualità (IMQ) per i materiali soggetti al regime di tale Istituto.
- ✓ Decreto legge n.493 del 14-8-96 “Prescrizioni minime per la segnaletica di sicurezza.”
- ✓ Decreto Legge n.37 del 22 gennaio 2008 e successive modifiche Regolamento recante il riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici.
- ✓ Legge n.164 del 11-11-14 “Conversione, con modificazioni, del decreto-legge 11 settembre 2014, n. 133, Misure urgenti per l'apertura dei cantieri, la realizzazione delle opere pubbliche, la digitalizzazione del Paese, la semplificazione burocratica, l'emergenza del dissesto idrogeologico e per la ripresa delle attività”.



- Norme tecniche CEI e UNI

- ✓ Norma CEI 11-17 “Impianti di produzione, di trasporto e di distribuzione dell’energia elettrica. Linee in cavo.”
- ✓ Norma CEI 16-1 “Individuazione dei conduttori isolati”
- ✓ Norma CEI 16-4 “Individuazione dei conduttori isolati e dei conduttori nudi tramite colori.”
- ✓ Norma CEI 17-11 V1-V2 “Interruttori di manovra, sezionatori, Interruttori sezionatori, in aria e unità combinate con fusibili per corrente alternata a tensione nominale non superiore a 1.000V e per corrente continua a tensione nominale non superiore a 1.200V.”
- ✓ Norma CEI 17-113 “Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT)”.
- ✓ Norma CEI 23-3 e variante V1 “Interruttori automatici di sovracorrente per usi domestici e similari per tensione nominale non superiore a 415V in c.a. “
- ✓ Norma CEI 23-50 e variante V1 “Prese a spina per usi domestici e similari.”
- ✓ Norma CEI 23-51 Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare
- ✓ Norma CEI 23-42÷45 e varianti “Interruttori differenziali per usi domestici e similari e interruttori differenziali con/senza sganciatori di sovracorrente incorporati per usi domestici e similari.”
- ✓ Norma CEI 34-14 Relative agli equipaggiamenti dei corpi illuminanti per lampade fluorescenti.
- ✓ Norma CEI 34-21 Apparecchi d’illuminazione – Prescrizioni generali e prove.
- ✓ Norma CEI 34-22 Apparecchi d’illuminazione – Prescrizioni particolari – apparecchi di emergenza.
- ✓ Norma CEI 34-102 Sistemi di alimentazione centralizzata.
- ✓ Norma CEI 64-2 Impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione- Prescrizioni specifiche per la presenza di polveri infiammabili e sostanze esplosive.
- ✓ Norma CEI 64-8 “Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1.000V c.a. e 1500V c.c. “ con tutte le relative varianti.
- ✓ Norma CEI 81-10 “ Protezione delle strutture contro i fulmini”.
- ✓ Norma CEI 34-105 Lampade a incandescenza - Prescrizioni di sicurezza.
- ✓ Norma CEI 79 e 79-39 Sistemi di allarme Sistemi di allarme combinati ed integrati.
- ✓ Norma CEI 103-1/14 Impianti telefonici interni.
- ✓ Guida CEI 11-37 Guida all’esecuzione degli impianti di terra nei sistemi utilizzatori a tensione >1kV.
- ✓ Norma CEI 11-20 Impianti di produzione di energia elettrica e di gruppi di continuità collegati a reti di I



e II categoria.

- ✓ Norma UNI EN 1838 Applicazione dell'illuminotecnica – Illuminazione di emergenza.
- ✓ Norma UNI EN 12464 Applicazione dell'illuminotecnica – Illuminazione sui posti di lavoro.
- ✓ Norma CEI 20-36 Prova di resistenza al fuoco dei cavi elettrici
- ✓ Norma CEI 20-45 Cavi elettrici resistenti al fuoco
- ✓ Norma UNI 11224 Controllo iniziale e manutenzione dei sistemi di rivelazione incendio
- ✓ UNI 9795 (edizione 2010) Sistemi fissi automatici di rivelazione e di segnalazione allarme incendio

Norma CEI o progetti di Norme CEI relative a tutti i fascicoli interessati agli impianti di progetto, in fase finale d'inchiesta pubblica in vigore alla data di realizzazione delle opere.

Normativa fotovoltaica

- ✓ CEI 82-25 Edizione 09-2010: guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa Tensione.
- ✓ CEI 82-25; V2 Edizione 10-2012: 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 8477: energia solare – Calcolo degli apporti per applicazioni in edilizia – Valutazione dell'energia raggiante ricevuta .
- ✓ UNI 10349: riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici.
- ✓ UNI/TR 11328-1:2009: "Energia solare - Calcolo degli apporti per applicazioni in edilizia - Parte 1: Valutazione dell'energia raggiante ricevuta".

- Prescrizioni

Le caratteristiche degli impianti stessi e dei loro componenti, devono essere conformi alle vigenti prescrizioni in materia impiantistica ed in particolare:

- ✓ Prescrizioni delle Autorità Locali;
- ✓ Prescrizioni del Comando dei Vigili del Fuoco territorialmente competente;
- ✓ Prescrizioni della società distributrice dell'energia elettrica territorialmente competente;
- ✓ Prescrizioni della società fornitrice del servizio di telefonia fissa;
- ✓ Alle normative, raccomandazioni e prescrizioni di ISPESL e ASL;

Per quanto concerne la scelta dei materiali non univocamente specificati negli elaborati di gara si prescrive che:

- ✓ Tutti i materiali e gli apparecchi impiegati per la realizzazione degli impianti devono essere adatti all'ambiente in cui sono installati;



- ✓ Tutti i materiali devono avere caratteristiche e dimensioni tali da rispondere alle norme CEI ed alle tabelle CEI-UNEL attualmente in vigore;

In particolare i materiali e gli apparecchi per i quali è prevista la concessione del Marchio Italiano di Qualità devono essere muniti del contrassegno IMQ od equivalente europeo.

9. LIMITI DI FORNITURA

I limiti di fornitura saranno:

- ✓ per l'alimentazione elettrica il collegamento al contatore fornito dall'ente energetico;
- ✓ Le attività risultano essere comprensive di tutte le eventuali opere civili e di assistenza muraria necessarie per la realizzazione degli impianti. In particolare dovranno essere realizzate tutte le forometrie e tracce orizzontali e/o verticali necessarie per il passaggio degli impianti a meno dei cavedi già esistenti.

10. GARANZIE

La Ditta dovrà garantire che tutti i materiali forniti siano nuovi ed esenti da difetti, provvisti del marchio IMQ e/o del contrassegno CEI in tutti i casi in cui è prevista la concessione di detti marchi e che le opere siano realizzate secondo la migliore tecnica dell'arte.

I lavori e le apparecchiature oggetto della fornitura dovranno essere garantiti per un periodo pari a 24 mesi a partire dalla data del certificato di ultimazione dei lavori.

Durante tale periodo la Ditta assuntrice è tenuta a riparare o a sostituire e mettere in opera tutto quanto presenti difetti o comunque risulti essere non rispondente alle prescrizioni di contratto, sempre che gli inconvenienti riscontrati siano dovuti a cause imputabili alla Ditta stessa.

Limitatamente alle parti sostituite, riparate o messe a punto, il periodo di garanzia verrà protratto di 6 mesi dalla data della suddetta sostituzione, riparazione o messa a punto.

Nel caso di fornitura diretta da parte della Committenza delle apparecchiature la garanzia sarà onere del fornitore delle apparecchiature stesse.

Per tutte le apparecchiature o componenti degli impianti per i quali sono specificati i valori massimi di pressione sonora e di livello sonoro in ambiente, la Ditta dovrà garantire il raggiungimento degli stessi.

Qualora, dopo verifica, tali valori non fossero garantiti la Ditta dovrà farsi carico di tutti gli oneri e le opere aggiuntive necessarie al raggiungimento dei valori riportati nel presente Capitolato.

11. PIANO DELLE MISURE DI SICUREZZA

L'Impresa deve chiarire di aver tenuto conto, nell'elaborazione dell'offerta, degli obblighi imposti dalle normative in materia di sicurezza e di condizioni del lavoro, di previdenza ed assistenza, in vigore nel luogo dove devono essere eseguiti i lavori.



12. DESCRIZIONE DEI LAVORI

Gli impianti ai fini dell'efficientamento energetico risultano essere caratterizzati da n.3 sistemi fotovoltaici trifase a servizio rispettivamente di tre edifici pubblici (per il dettaglio descrittivo si rimanda a relazione tecnica).

L'installazione di tali sistemi risulterà essere in adiacenza alle falde inclinate e per tale motivazione risulterà essere preceduta da attività preliminari di installazione sistemi anticaduta, quali linee vita.

12.1. Dimensionamento delle linee elettriche

Per la verifica del dimensionamento delle linee elettriche si è tenuto conto di quanto prescritto dalle norme tecniche CEI, al fine di garantire il funzionamento in sicurezza dell'impianto per le cose e le persone.

Si è quindi proceduto attraverso un dimensionamento delle linee elettriche tenendo conto di cadute di tensione, correnti di corto circuito, protezione delle persone.

La scelta della sezione dei cavi deriva sia dall'esigenza di mantenere entro i limiti imposti dalle norme le cadute di tensione a fondo linea, sia dalla variabilità della portata dei cavi in relazione alla posa degli stessi (circuiti adiacenti, luogo di posa, temperatura ambiente di riferimento).

Tutte le linee di distribuzione sono coordinate con il rispettivo dispositivo di protezione, il dimensionamento è completato con la verifica della portata e della caduta di tensione delle linee stesse.

12.2. Dimensionamento dei sistemi di protezione

La verifica del dimensionamento del sistema di protezione contro le sovracorrenti riguarda la tenuta al sovraccarico ed al corto circuito delle apparecchiature magnetotermiche sul quadro elettrico, oltre naturalmente il coordinamento dell'apparecchio con la condotta di partenza (64-8 - 435.).

Per quanto riguarda la protezione termica (sovraccarico) questa è stata effettuata in base alla corrente nominale d'impiego dell'utenza o del gruppo di utenze (I_b), alla corrente nominale di taratura del rispettivo dispositivo posto a monte (I_n) e dalla portata della linea secondo il relativo sistema di posa (I_z), in modo da soddisfare la seguente relazione (64-8 - 433.2):

$$I_b < I_n < I_z$$

Dove per I_b si intende la corrente assorbita dall'utenza, per I_n la portata nominale dell'interruttore di protezione a monte, per I_z la portata del cavo già declassata a seguito dell'applicazione dei vari coefficienti di posa previsti dalle tabelle CEI-UNEL.

In particolare la verifica del potere d'interruzione dell'interruttore sul quadro è stata fatta in funzione della massima corrente di cortocircuito ipotizzato (Cortocircuito trifase franco), mentre la verifica della taratura o la curva di intervento è stata effettuata tenendo presente il carico ed il cavo di alimentazione.



Pertanto la protezione contro il corto circuito è assicurata sia all'inizio sia al termine della linea e nelle diverse configurazioni di rete e cioè in corrispondenza dei valori massimo e minimo risultanti in questi punti di impianto.

Il dimensionamento all'inizio della linea è tale che in caso di corto circuito l'energia specifica passante (I_2t) del dispositivo di protezione sia sufficiente a non arrecare danni alle caratteristiche ed alla sezione del cavo (K^2S^2) rispettando la seguente formula

$$I_2t < K^2S^2$$

mentre nel caso di cortocircuito minimo si è assicurato l'intervento della protezione a monte.

12.3. Quadri elettrici di bassa tensione

Tutti i quadri elettrici saranno realizzati nella piena osservanza delle norme CEI relative alle apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione (CEI 23-51).

Tutti i quadri saranno adatti al contenimento d'apparecchiature di tipo modulare; le dimensioni dovranno garantire uno spazio vuoto, per futuri ampliamenti, pari al 20% dello spazio a disposizione.

Tutte le linee collegate ai quadri dovranno essere identificate da apposite fascette e cartellini, come pure tutte le apparecchiature e le strumentazioni dovranno essere contraddistinte tramite l'applicazione sui pannelli frontali, dei quadri stessi, di targhette indicanti i circuiti cui si riferiscono.

Tutti i circuiti dovranno far capo ad apposite morsettiere accessibili, di sezione adeguata ai conduttori previsti.

All'interno dei quadri con carpenteria metallica si dovrà predisporre una barra in rame per il collegamento dei conduttori di protezione.

12.4. Cavi elettrici

I tipi di cavo previsti per tutte le linee di nuova installazione sia in c.c. che in c.a. sono così definiti:

Cavo di tipo **FG16R16/FG16OR16 0,6/1K** flessibile di rame rosso ricotto classe 5 con isolamento in HEPR di qualità G16, non propaganti incendio e a ridotta emissione di gas corrosivi, riempitivo in materiale non fibroso e non igroscopico, guaina in miscela termoplastica. Tale tipologia di cavo è adatta alla posa fissa in aria libera (installazione nel controsoffitto), in tubo o canaletta, per posa interrata diretta e indiretta (tratti interrati di collegamento distributore/operatore – utenza).

Nella scelta della sezione si terrà conto dell'entità del carico e del limite massimo imposto sulla caduta di tensione pari al 4% (CEI 64-7 Art. 3.2.2). Tutti i cavi saranno rispondenti alla Norma CEI 20-13, al regolamento CPR e dovranno disporre di certificazione IMQ od equivalente.

I cavi multipolari avranno le guaine isolanti interne colorate in modo da individuare la fase relativa (per il dettaglio del tipo di cavo si rimanda alla sezione 3.6 del presente capitolato).



12.5. Sistema di distribuzione

Verranno impiegate scatole di derivazione in materiale termoplastico o metallico, IP67, ad elevata resistenza agli urti ed agli agenti chimici atmosferici predisposte per messa a terra e per fissaggio supporto, temperatura: (-20 °C ÷ 100 °C). Le cassette di derivazione saranno dimensionate in modo che, le giunzioni, i morsetti ed i cavi in esse contenute, non occupino uno spazio superiore al 50% del volume interno della cassetta stessa.

La posa dei cavi avverrà in tubo in PVC rigido o flessibile. Il diametro interno dei tubi dovrà essere maggiore di almeno 1,3 volte il diametro del cavo o del fascio dei cavi in essi contenuti.

Nelle tubazioni non potranno coesistere circuiti appartenenti a sistemi diversi a meno che tutti i conduttori presentino un livello di isolamento idoneo a quella del sistema a tensione maggiore.

Il numero dei cavi che si possono introdurre nei tubi è indicato nella tabella seguente:

NUMERO MASSIMO CAVI UNIPOLARI (senza guaina) DA INTRODURRE IN TUBI PROTETTIVI

Diametri tubi (mm) esterno/interno	Sezione dei cavi (mm ²)						
	1*	1,5	2,5	4	6	10	16
16/~11,7	4	3	2				
20/~15,5	9	7	4	2			
25/~19,8	12	9	7	5	3		
32/~26,4			9	9	7	4	3

(*) cavi di comando e segnalazione

I tubi protettivi dei conduttori elettrici collocati in cunicoli che ospitano altre canalizzazioni devono essere disposti in modo da non essere soggetti a influenze dannose in relazione a sovra riscaldamenti, formazione di condensa, ecc.

Nei vani tecnici le tubazioni saranno installate in vista, saranno quindi utilizzati tubi in materiale plastico rigido, ed apposti raccordi ed accessori per un grado di protezione IP44 o IP55 secondo quanto previsto dagli elaborati grafici di progetto o comunque lo richieda il luogo di installazione.

12.6. Attraversamento di compartimenti antincendio

Nel caso d'attraversamento di compartimenti antincendio con canalizzazioni contenenti cavi elettrici di distribuzione primaria e secondaria, o d'impianti relativi alle correnti deboli, dovranno essere installate delle barriere tagliafuoco, atte a ripristinare la resistenza al fuoco REI del compartimento.

Le barriere potranno essere sia del tipo a sacchetti nel caso d'attraversamenti orizzontali, esclusivamente del tipo con pannello e mastice intumescente nel caso d'attraversamenti verticali. Eventuali altri tipi di barriera dovranno essere sottoposti preventivamente all'approvazione della Direzione dei Lavori.

Dovranno essere certificati sia i materiali, costituenti la singola barriera tagliafuoco, sia la loro posa in opera.



13. APPARECCHIATURE SIGNIFICATIVE

13.1. Modulo Fotovoltaico

Modulo a celle in silicio monocristallino ad elevata efficienza; realizzato secondo le norme elettriche IEC 61215, IEC 61730.

Resistenza al fuoco Classe 1 UNI 9177.

PARAMETRI ELETTRICI:

- ✓ 340 Celle (34x10)
- ✓ Potenza di picco: 400 Wp
- ✓ Tolleranza positiva: 0/+5 Wp
- ✓ Efficienza modulo: 20,4%
- ✓ Tensione a circuito aperto (Voc): 46,5 V
- ✓ Tensione alla massima potenza (Vmp): 38,2 V
- ✓ Corrente di corto circuito (Isc): 10,81 A
- ✓ Corrente alla massima potenza (Imp): 10,47 A
- ✓ Tensione massima di sistema: 1500 V
- ✓ Coefficiente temperatura a Pmax: -0,34% /°C
- ✓ Coefficiente temperatura alla Voc: -0,27% /°C
- ✓ Coefficiente temperatura alla Isc: 0,04% /°C

PARAMETRI MECCANICI:

- ✓ Telaio in lega di alluminio anodizzato, argento
- ✓ Dimensioni: 1719 x 1140 x 35 mm
- ✓ Peso: 22 Kg
- ✓ Vetro frontale: Temperato con rivestimento antiriflesso spessore 3,2 mm
- ✓ Scatola di giunzione: IP67, 2 diodi bypass
- ✓ Cavi di uscita: 2 cavi unipolari, lunghezza 1 m, sezione 4mm², connettori compatibili MC4

DOCUMENTAZIONE:

- ✓ Garanzia Viessmann sul prodotto: 12 anni
- ✓ Garanzia sulle prestazioni della potenza in uscita dell'80% rispetto a quella iniziale fino a 25 anni
- ✓ Omologato IEC 61215, IEC 61730, IEC 62716, IEC 61701
- ✓ Certificazioni Cobat, Resistenza al fuoco Classe 1 UNI 9177



13.2. Inverter trifase – Sito 01 (Scuola)

Massima tensione assoluta DC in Ingresso ($V_{max,abs}$)	1000 V
Tensione di attivazione DC di Ingresso (V_{start})	350 V (adj. 200...500 V)
Intervallo operativo di tensione DC in Ingresso ($V_{dmin}...V_{dmax}$)	0.7 x V_{start} ...950 V (min 200 V)
Tensione nominale DC in Ingresso (V_{dc})	620 V
Potenza nominale DC di Ingresso (P_{dc})	7650 W
Numero di MPPT Independenti	2
Potenza massima DC di Ingresso per ogni MPPT ($P_{MPPTmax}$)	4800 W
Intervallo MPPT di tensione DC ($V_{MPPTmin} ... V_{MPPTmax}$) a P_{dc}	-
Intervallo di tensione DC con configurazione di MPPT in parallelo a P_{dc}	320...800 V
Limitazione di potenza DC con configurazione di MPPT in parallelo	- Derating da max a zero [800 V ≤ V_{MPPT} ≤ 950 V]
Limitazione di potenza DC per ogni MPPT con configurazione di MPPT independenti a P_{dc} , esempio di massimo sbilanciamento	4800 W [320 V ≤ V_{MPPT} ≤ 800 V] altro canale: P_{dc} - 4800 W [215 V ≤ V_{MPPT} ≤ 800 V]
Massima corrente DC in Ingresso ($I_{dc,max}$) / per ogni MPPT ($I_{MPPTmax}$)	30.0 A / 15.0 A
Massima corrente di cortocircuito di ingresso per ogni MPPT	20.0 A
Numero di coppie di collegamento DC in Ingresso per ogni MPPT	2 (versione -S)
Tipo di connessione DC	Connettore PV a Innesco rapido ¹⁾ su versione -S / Morsettiere a vite in versioni standard
Protezione di ingresso	
Protezione da Inversione di polarità	Sì, da sorgente limitata in corrente
Protezione da sovratensione di Ingresso per ogni MPPT-varistore	Sì, 4
Controllo di Isolamento	In accordo alla normativa locale
Caratteristiche sezionatore DC per ogni MPPT (versione con sezionatore DC)	16 A / 1000 V, 25 A / 800 V
Uscita	
Tipo di connessione AC alla rete	Trifase3 fili 3W+PE or 4W+PE
Potenza nominale AC di uscita ($P_{ac} @ \cos\phi=1$)	7500 W
Potenza apparente massima (S_{max})	7500 VA
Tensione nominale AC di uscita ($V_{ac,r}$)	400 V
Intervallo di tensione AC di uscita	320...480 V ²⁾
Massima corrente AC di uscita ($I_{ac,max}$)	12.5 A
Contributo alla corrente di corto circuito	14.5 A
Frequenza nominale di uscita (f_r)	50 Hz / 60 Hz
Intervallo di frequenza di uscita ($f_{min}...f_{max}$)	47...53 Hz / 57...63 Hz ³⁾
Fattore di potenza nominale e intervallo di aggiustabilità	> 0.995, adj. ± 0.9 con P_{dc} = 6.75 kW, ± 0.8 con max 7.5 kVA
Distorsione armonica totale di corrente	< 2%
Tipo di connessioni AC	Morsettiere a vite, pressacavo M32
Protezione di uscita	
Protezione anti-Islanding	In accordo alla normativa locale
Massima protezione esterna da sovracorrente AC	16.0 A
Protezione da sovratensione di uscita - varistore	4 più gas arrester
Prestazioni operative	
Efficienza massima (η_{max})	98.0%
Efficienza pesata (EURO/CEC)	97.5% / -
Soglia di alimentazione della potenza	36 W
Consumo notturno	< 3 W
Comunicazione	
Monitoraggio locale cablato	Scheda Ethernet con webservice (opz.), PVI-USB-RS232_485 (opz.)
Monitoraggio remoto	Scheda Ethernet (opz.), VSN300 Wifi Logger Card (opz.), VSN700 Data Logger (opz.)
Monitoraggio locale wireless	VSN300 Wifi Logger Card (opz.)
Interfaccia utente	Display grafico

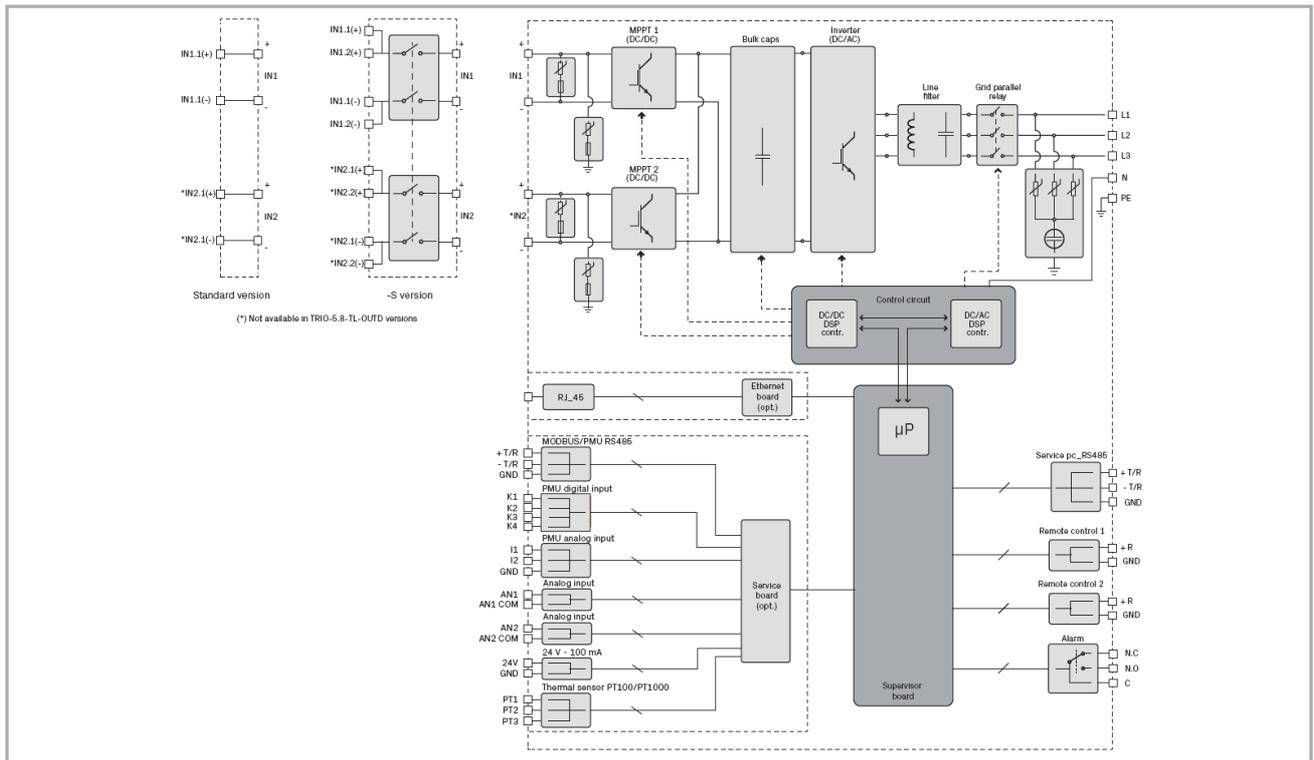
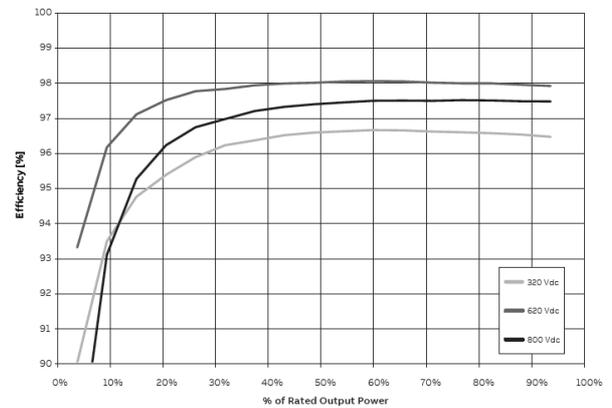
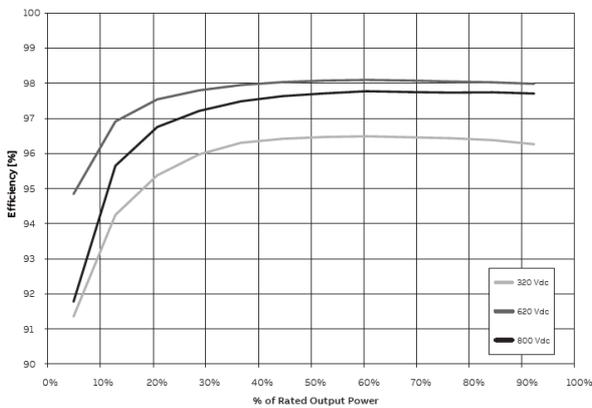


Diagramma a blocchi



curve di efficienza



13.3. Inverter trifase – Sito 02 (Sede Comunale)

Massima tensione assoluta DC in ingresso ($V_{max,abs}$)	1000 V
Tensione di attivazione DC di ingresso (V_{start})	350 V (adj. 200...500 V)
Intervallo operativo di tensione DC in ingresso ($V_{d,min}...V_{d,max}$)	$0.7 \times V_{start}...950$ V (min 200 V)
Tensione nominale DC di ingresso (V_{dcr})	620 V
Potenza nominale DC di ingresso (P_{dcr})	8700 W
Numero di MPPT indipendenti	2
Potenza massima DC di ingresso per ogni MPPT ($P_{MPPT,max}$)	4800 W
Intervallo MPPT di tensione DC ($V_{MPPT,min} ... V_{MPPT,max}$) a P_{dcr}	-
Intervallo di tensione DC con configurazione di MPPT in parallelo a P_{dcr}	320...800 V
Limitazione di potenza DC con configurazione di MPPT in parallelo	- Derating da max a zero [$800 V \leq V_{MPPT} \leq 950 V$]
Limitazione di potenza DC per ogni MPPT con configurazione di MPPT indipendenti a P_{dcr} , esempio di massimo sbilanciamento	4800 W [$320 V \leq V_{MPPT} \leq 800 V$] altro canale: $P_{dcr} = 4800$ W [$290 V \leq V_{MPPT} \leq 800 V$]
Massima corrente DC in ingresso ($I_{dc,max}$) / per ogni MPPT ($I_{MPPT,max}$)	30.0 A / 15.0 A
Massima corrente di cortocircuito di ingresso per ogni MPPT	20.0 A
Numero di coppie di collegamento DC in ingresso per ogni MPPT	2 (versione -S)
Tipo di connessione DC	Connettore PV a innesto rapido ¹ su versione -S / Morsettiere a vite in versioni standard
Protezione di ingresso	
Protezione da inversione di polarità	Sì, da sorgente limitata in corrente
Protezione da sovratensione di ingresso per ogni MPPT-varistore	Sì, 4
Controllo di isolamento	In accordo alla normativa locale
Caratteristiche sezionatore DC per ogni MPPT (versione con sezionatore DC)	16 A / 1000 V, 25 A / 800 V
Uscita	
Tipo di connessione AC alla rete	Trifase3 fili 3W+PE or 4W+PE
Potenza nominale AC di uscita ($P_{acr} \cos\phi=1$)	8500 W
Potenza apparente massima (S_{max})	8500 VA
Tensione nominale AC di uscita (V_{acr})	400 V
Intervallo di tensione AC di uscita	320...480 V ²⁾
Massima corrente AC di uscita ($I_{ac,max}$)	14.5 A
Contributo alla corrente di corto circuito	16.5 A
Frequenza nominale di uscita (f_r)	50 Hz / 60 Hz
Intervallo di frequenza di uscita ($f_{min}...f_{max}$)	47...53 Hz / 57...63 Hz ³⁾
Fattore di potenza nominale e intervallo di aggiustabilità	> 0.995, adj. ± 0.9 con $P_{acr} = 7.65$ kW, ± 0.8 con max 8.5 kVA
Distorsione armonica totale di corrente	< 2%
Tipo di connessioni AC	Morsettiere a vite, pressacavo M32
Protezione di uscita	
Protezione anti-islanding	In accordo alla normativa locale
Massima protezione esterna da sovracorrente AC	20.0 A
Protezione da sovratensione di uscita - varistore	4 più gas arrester
Prestazioni operative	
Efficienza massima (η_{max})	98.0%
Efficienza pesata (EURO/CEC)	97.5% / -
Soglia di alimentazione della potenza	36 W
Consumo notturno	< 3 W
Comunicazione	
Monitoraggio locale cablato	Scheda Ethernet con webserver (opz.), PVI-USB-RS232_485 (opz.)
Monitoraggio remoto	Scheda Ethernet (opz.), VSN300 Wifi Logger Card (opz.), VSN700 Data Logger (opz.)
Monitoraggio locale wireless	VSN300 Wifi Logger Card (opz.)
Interfaccia utente	Display grafico

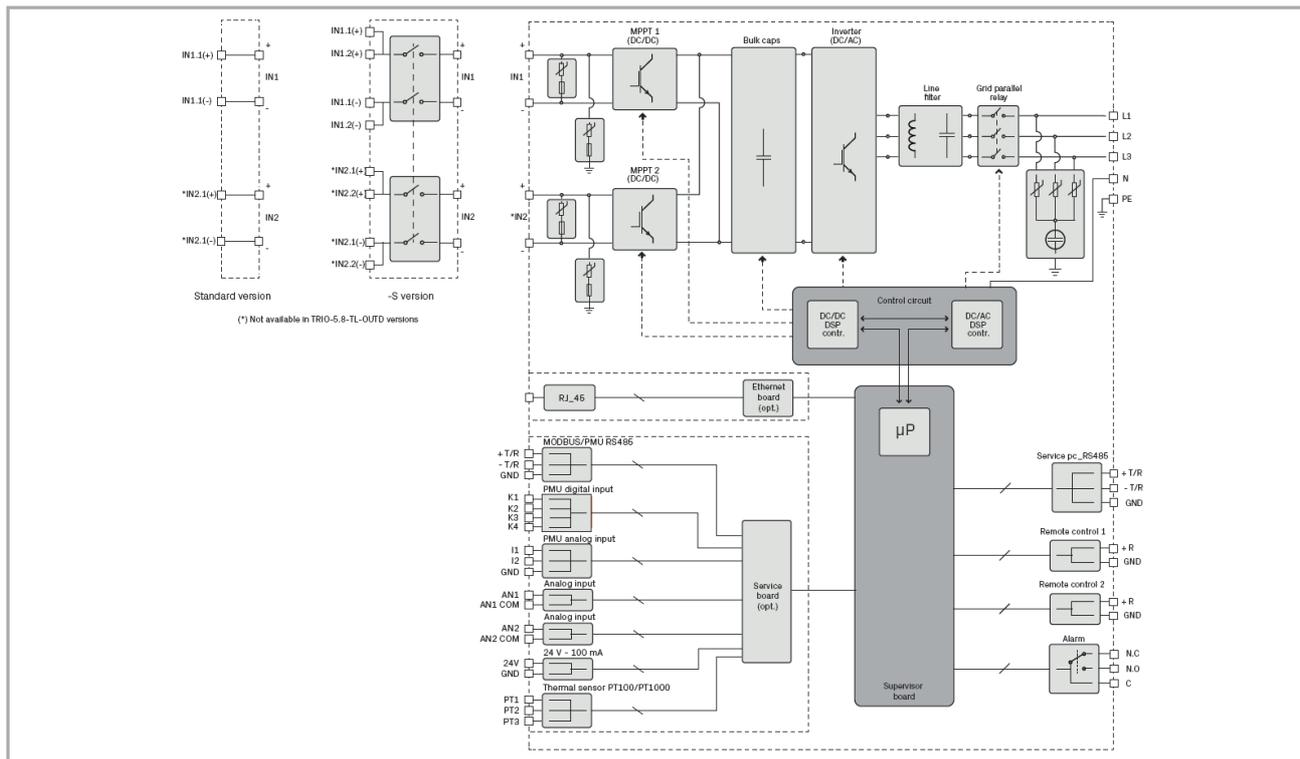
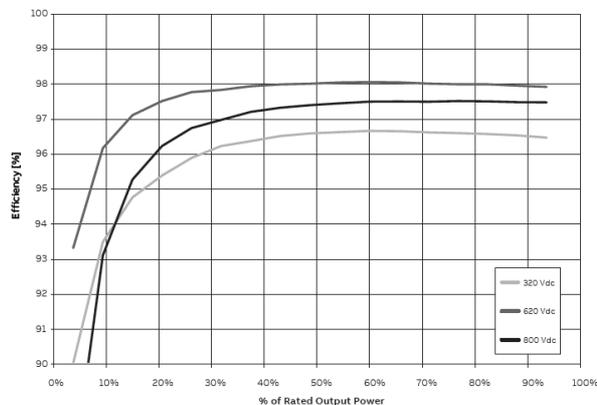
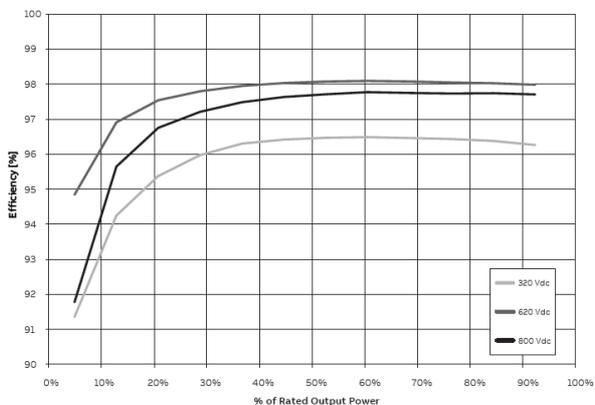


Diagramma a blocchi



curve di efficienza



13.4. Inverter trifase – Sito 03 (Centro Culturale)

Massima tensione assoluta DC in ingresso ($V_{max,abs}$)	1000 V
Tensione di attivazione DC di ingresso (V_{start})	430 V (adj. 250...500 V)
Intervallo operativo di tensione DC in ingresso ($V_{dmin}...V_{dmax}$)	0.7 x $V_{start}...950$ V (min 200 V)
Tensione nominale DC in ingresso (V_{DC})	620 V
Potenza nominale DC di ingresso (P_{DC})	20750 W
Numero di MPPT indipendenti	2
Potenza massima DC di ingresso per ogni MPPT ($P_{MPPTmax}$)	12000 W
Intervallo di tensione DC con configurazione di MPPT in parallelo a P_{DC}	440...800 V
Limitazione di potenza DC con configurazione di MPPT in parallelo	Derating da max a zero [800 V ≤ V_{MPPT} ≤ 950 V]
Limitazione di potenza DC per ogni MPPT con configurazione di MPPT indipendenti a P_{DC} , esempio di massimo sbilanciamento	12000 W [480 V ≤ V_{MPPT} ≤ 800 V] altro canale: P_{DC} - 12000 W [350 V ≤ V_{MPPT} ≤ 800 V]
Massima corrente DC in ingresso (I_{dmax}) / per ogni MPPT ($I_{MPPTmax}$)	50.0 A / 25.0 A
Massima corrente di cortocircuito di ingresso per ogni MPPT	30.0 A
Numero di coppie di collegamento DC in ingresso per ogni MPPT	1 (4 nelle versioni -S2X, -S2F, -S11, -S2J)
Tipo di connessione DC	Connettore PV ad innesto rapido ²⁾ / Morsettiera a vite in versioni standard e -S2
Protezioni di ingresso	
Protezione da inversione di polarità	Si, da sorgente limitata in corrente
Protezione da sovratensione di ingresso per ogni MPPT-varistore	Si, 4
Protezione da sovratensione di ingresso per ogni MPPT-scaricatore per barra DIN (versioni -S2X, -S11 e -S2J)	-S2X: Tipo 2; -S11, -S1J: Tipo 1+2
Controllo di isolamento	In accordo alla normativa locale
Caratteristiche sezionatore DC per ogni MPPT (versione con sezionatore DC)	40 A / 1000 V
Caratteristiche fusibili (ove presenti)	15 A / 1000 V
Uscita	
Tipo di connessione AC alla rete	Trifase 3F + PE o 3F+N+PE
Potenza nominale AC di uscita ($P_{AC} @ \cos\phi=1$)	20000 W
Potenza massima AC di uscita ($P_{ACmax} @ \cos\phi=1$)	22000 W ²⁾
Potenza apparente massima (S_{max})	22200 VA
Tensione nominale AC di uscita (V_{AC})	400 V
Intervallo di tensione AC di uscita	320...480 V ⁴⁾
Massima corrente AC di uscita (I_{ACmax})	33.0 A
Contributo alla corrente di corto circuito	35.0 A
Frequenza nominale di uscita (f_i)	50 Hz / 60 Hz
Intervallo di frequenza di uscita ($f_{min}...f_{max}$)	47...53 Hz / 57...63 Hz ³⁾
Fattore di potenza nominale e intervallo di aggiustabilità	> 0.995; adj. ± 0.9 con $P_{DC}=20.0$ kW, ± 0.8 con max 22.2 kVA
Distorsione armonica totale di corrente	< 3%
Tipo di connessioni AC	Morsettiera a vite, pressa cavo PG36
Protezioni di uscita	
Protezione anti-islanding	In accordo alla normativa locale
Massima protezione esterna da sovracorrente AC	50.0 A
Protezione da sovratensione di uscita - varistore	4
Protezione da sovratensione di uscita - scaricatore per barra DIN (versione -S2X)	4 (Tipo 2)
Prestazioni operative	
Efficienza massima (η_{max})	98.2%
Efficienza pesata (EURO/CEC)	98.0% / 98.0%
Soglia di alimentazione della potenza	40 W
Consumo notturno	< 0.6 W
Comunicazione	
Monitoraggio locale cablato	PVI-USB-RS232_485 (opz.)
Monitoraggio remoto	VSN300 Wifi Logger Card (opz.), VSN700 Data Logger (opz.)
Monitoraggio locale wireless	VSN300 Wifi Logger Card (opz.)
Interfaccia utente	Graphic display

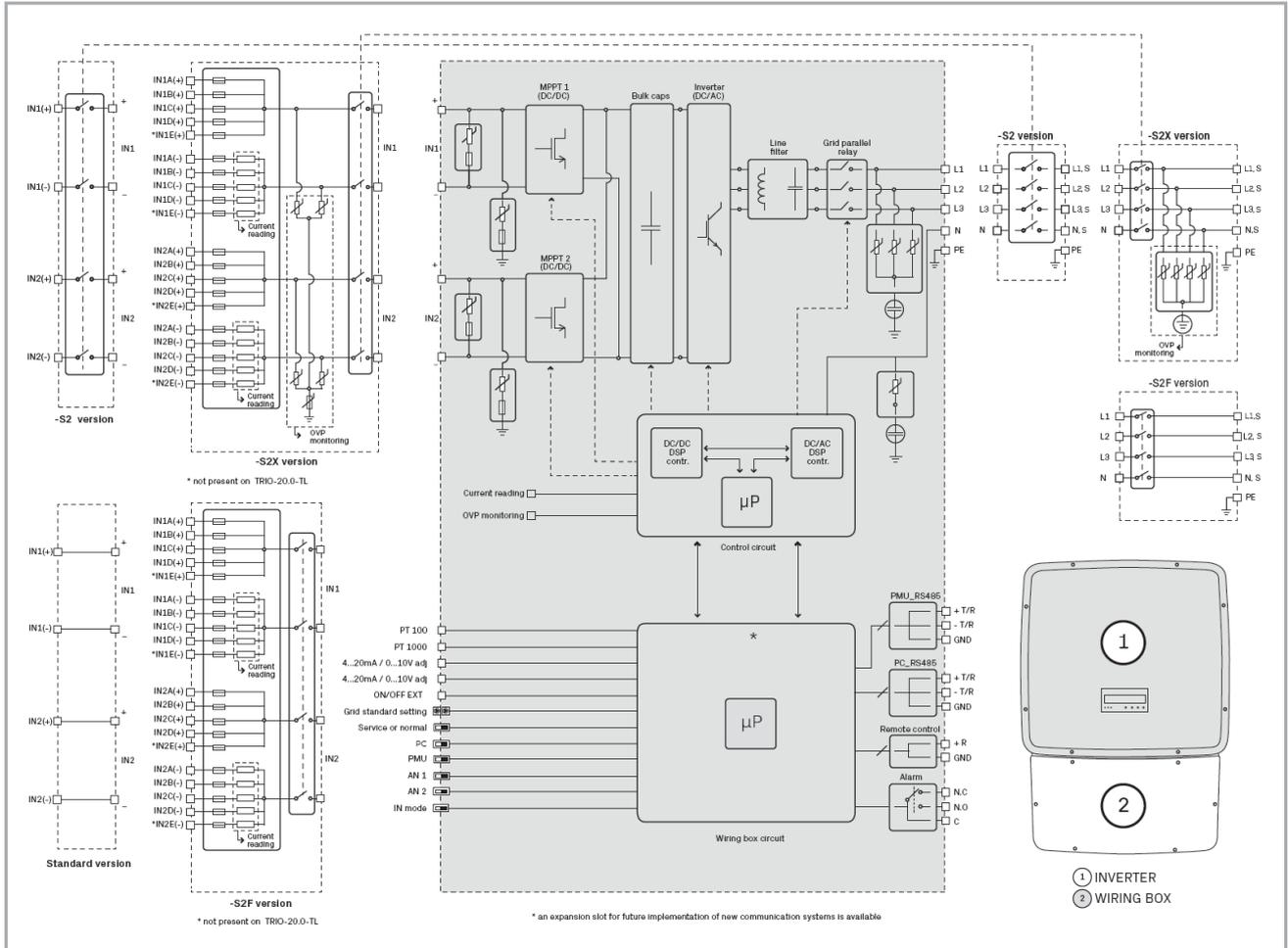
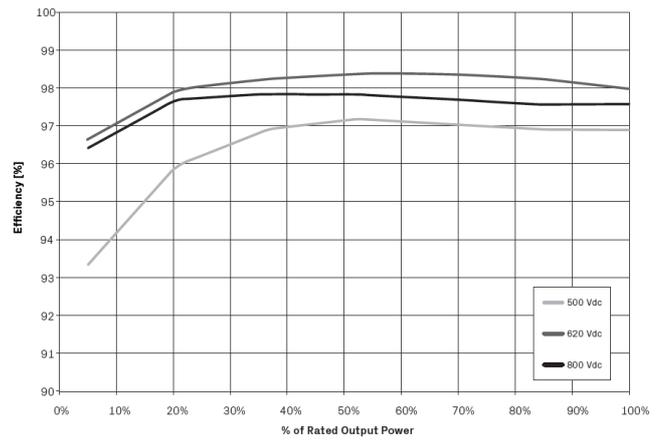
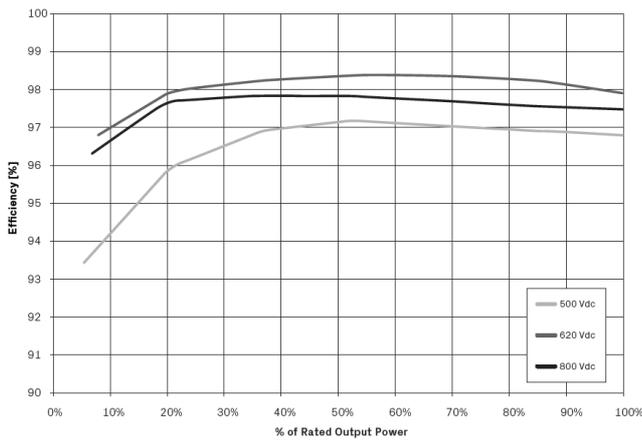


Diagramma a blocchi



curve di efficienza