CITTA' DI PIOLTELLO

Città di Pioltello
Città Metropolitana di Milano

AMPLIAMENTO CASERMA DEI CARABINIERI

PROGETTO ESECUTIVO

Committente:

COMUNE DI PIOLTELLO
Via Carlo Cattaneo 1

Progettista:

Engineering and Technical Services S.p.A.
Via A. Mazzi, 32 - 24018 Villa d'Almè - (BG)
T. +39 035/ 63 13 111 F. +39 035/ 54 50 66
info@etseng.it - www.etseng.it
Sistema Qualità Certificato UNI EN ISO 9001:2008
Certificato numero: SQ00461 CSICERT

Responsabile Unico del Procedimento:

Arch. Cristian SANNA

Titolo elaborato:

IMPIANTI ELETTRICI
Relazione tecnica specialistica

Numero elaborato

101E

Scala: - Data: 10/2017 Commessa: 0315-2016

Redatto	Verificato	Approvato D.T.	Descrizione	Data	Rev.
Togni	Togni	Parietti	Emissione	10/2017	00

Il presente elaborato è di proprietà esclusiva della E.T.S. S.p.A. ed è vincolato alle leggi sulla proprietà letteraria.Ne è vietata, per qualsiasi motivo, la riproduzione e/o consegna a terzi senza esplicito consenso di E.T.S. S.p.A.

modulo: M4-04 / 2

INDICE

1 PREMESSA 3

1.1 Oggetto del documento 3
1.2 Progettazione degli impianti 3
1.3 Descrizione generale degli impianti 4
1.4 Prescrizioni generali 5
1.5 Documentazione tecnica finale da produrre a carica impresa (elenco non esaustivo) 5
1.6 Note relative a marchi commerciali 6
1.7 Opere ed impianti esclusi dall'appalto 7

2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO 8

2.1 Norme di carattere generale 8
2.2 Norme per ambienti di lavoro o assimilabili 10
2.3 Norme impianti per superamento barriere architettoniche 10
2.4 Norme impianti di illuminazione 10
2.5 Norme impianti telefonici 11
2.6 Norme impianto cablaggio strutturato 11
2.7 Norme impianti antifurto e antintrusione 12
2.8 Norme per il controllo della rumorosità degli impianti 12
2.9 Norme per i campi elettromagnetici generati dagli impianti 13
2.10 Norme Impianti fotovoltaici 14
2.11 Norme per rifiuti materiale elettrico 15
2.12 Regolamento Prodotti da Costruzione 15
2.13 Qualità dei materiali 15

3 PARAMETRI TECNICI DI PROGETTO 16

3.1 Caratteristiche del sistema di Bassa Tensione - rete ordinaria 16
3.2 Caratteristiche del sistema di Bassa Tensione - rete Preferenziale 16
3.3 Verifica autonomia del gruppo elettrogeno 18

3.4 Caratteristiche del sistema di Bassa tensione - rete Privilegiata 18
3.5 Schema rete BT e calcolo potenze 19
3.6 Dimensionamento del rifasamento centralizzato 21
3.7 Cadute di tensione 22
3.8 Condizioni ambientali 22
3.9 Parametri illuminotecnici: illuminazione ordinaria 22
3.10 Temperature di colore ed efficienza luminosa 24
3.11 Parametri illuminotecnici: illuminazione di sicurezza 24
3.12 Grado di protezione elettrico 25
3.13 Temperature di riferimento per il calcolo delle portate dei cavi 27
3.14 Tipologia cavi 27

4 IMPIANTO FOTOVOLTAICO 28

4.1 Caratteristiche generali dell'impianto 28
4.2 Potenza minima richiesta dalla Legge 29
4.3 Calcolo della producibilità impianto fotovoltaico 29
4.4 Allegato: report specifiche e calcolo producibilità impianto fotovoltaico 35

5 ELENCO ELABORATI DI PROGETTO 40

1 PREMESSA

1.1 Oggetto del documento

Il presente documento, allegato alla documentazione del Progetto Esecutivo, ha per oggetto la relazione tecnica specialistica degli impianti elettrici relativi all'ampliamento della caserma Carabinieri sita nel Comune di Pioltello (MI) in Via Francesca Morvillo 10.
Nel presente documento vengono descritti gli impianti elettrici e speciali previsti per la porzione di edificio relativa all'ampliamento ed unitamente alle seguenti relazioni di progetto:

- 102E Calcoli esecutivi
- 103E Relazione di valutazione del rischio di fulminazione (scariche atmosferiche)
- 104E Capitolato speciale di appalto tecnico

permette di definire la dotazione impiantistica necessaria al corretto funzionamento degli impianti elettrici in oggetto.
Nel presente documento, in apposito paragrafo dedicato, viene inoltre riportato il calcolo preliminare di producibilità relativa all'impianto fotovoltaico previsto sulla copertura dell'edificio ampliamento.

1.2 Progettazione degli impianti

Il progetto degli elettrici e speciali in oggetto è regolamentato ai sensi dell'art.5 del Decreto 22 gennaio 2008 n.37 *"Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n.248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici"* per l'installazione, la trasformazione e l'ampliamento dei seguenti impianti:

- comma 2, lettera c) "…per gli impianti relativi agli immobili adibiti ad attività produttive, al commercio, al terziario e ad altri usi, quando le utenze sono alimentate a tensione superiore a 1000V, inclusa la parte in bassa tensione o quando le utenze sono alimentate in bassa tensione aventi potenza impegnata superiore a 6 kW o qualora la superficie superi i 200 mq."
- comma 2, lettera d) "…per gli impianti elettrici relativi ad unità immobiliari provviste, anche solo parzialmente, di ambienti soggetti a normativa specifica del CEI, in caso di locali adibiti ad uso medico o per i quali sussista pericolo di esplosione o maggior rischio di incendio, nonché per gli impianti di protezione da scariche atmosferiche in edifici di volume superiore a 200 metri cubi"
- comma 2, lettera e) "… per gli impianti elettronici in genere quando coesistono con impianti elettrici con obbligo di progettazione"

1.3 Descrizione generale degli impianti

Con riferimento agli elaborati grafici allegati ed al computo metrico estimativo, le opere relative agli impianti elettrici e speciali comprendono:

- Quadri elettrici distribuzione BT, incluso rifasamento automatico
- Gruppo elettrogeno per alimentazione preferenziale
- Gruppo UPS per alimentazione privilegiata
- Ampliamento rete di terra esistente ed equipotenziali
- Distribuzione principale
- Distribuzione linee cavo
- Distribuzione impianti di forza motrice ed allacciamenti
- Distribuzione impianti di illuminazione e comandi
- Apparecchi di illuminazione ordinaria ed emergenza
- Allacciamenti elettrici a servizio degli impianti meccanici
- Impianto di cablaggio strutturato
- Impianto videocitofonico per centrale operativa
- Impianto di allarme ed antintrusione

- Predisposizione cavi per parco antenne in copertura
- Impianto fotovoltaico

1.4 Prescrizioni generali

Le opere formanti oggetto del presente appalto sono risultanti o desumibili dalle descrizioni, norme e disegni di progetto allegati.
L'Appaltatore è obbligato ad eseguire tutti i lavori, nessuno escluso, necessari per dare ciascuna opera finita e pienamente rispondente alle relative finalità.
Anche quando non espressamente specificato, gli impianti dovranno essere dotati dei necessari dispositivi per una esecuzione a regola d'arte, quali ad esempio sistemi di espansione, di fissaggio delle apparecchiature, sigillature non propaganti l'incendio specie negli attraversamenti di compartimentazioni, ecc.
Il montaggio degli impianti dovrà essere effettuato rispettando un costante coordinamento con le opere edili e con il montaggio degli altri impianti previsti nell'immobile, al fine di ottenere sia una buona integrazione generale salvaguardando la funzionalità che un buon risultato estetico.

1.5 Documentazione tecnica finale da produrre a carica impresa (elenco non esaustivo)

1. Dichiarazione di conformità ai sensi del D.M. 37/08 per gli impianti elettrici e speciali oggetto dell'intervento, con specifico riferimento al progetto di E.T.S. S.p.A. n. 0315-2016
2. Dichiarazioni di conformità ai sensi delle norme CEI EN 61439-1-2-3 relativamente a tutti i quadri elettrici oggetto della fornitura, inclusi schemi elettrici as-built
3. Manuali d'uso, installazione e manutenzione dei principali componenti quali, a titolo indicativo:
   - Gruppo elettrogeno
   - Gruppo statico di continuità

- Quadro di rifasamento automatico
- Impianto di allarme antintrusione

4. Schede tecniche e certificazione di prodotto dei principali materiali quali, a titolo indicativo
   - Scaricatori di sovratensione
   - Apparecchi di illuminazione
   - Cavi e conduttori BT
   - Canalizzazioni, tubazione e scatole di derivazione
   - Gruppi prese serie civile e CEE
   - Condotti sbarre elettrificati
   - Pannelli fotovoltaici e sistemi di fissaggio
   - Inverter
5. Schema elettrico generale impianto fotovoltaico (partendo dallo schema di progetto 019E), con indicazione delle tarature del relè di interfaccia
6. Certificazioni di corretta posa dei sistemi di sigillatura REI utilizzati per attraversamenti antincendio di canalizzazioni e/o cavi
7. Certificazioni di ogni singolo canale dell'impianto di cablaggio strutturato, sia in rame per la categoria 6, che per i link in fibra ottica, con report misure

Tutta la documentazione dovrà essere raccolta in faldoni da consegnare in duplice copia cartacea al Committente. Per gli schemi e schematici as-built è richiesta anche la copia informatica su CD in formato editabile (DWG).

1.6 Note relative a marchi commerciali

Le indicazioni di tipi e marche commerciali indicate nei documenti ed elaborati di progetto sono da intendersi **non vincolanti**, pur dovendo l'appaltatore garantire sia la prestazione richiesta che il livello di garanzia attribuibili al prodotto indicato.
L'impresa designata dovrà, prima di fornire ciascun equipaggiamento, garantire la corrispondenza tecnica e prestazionale dei materiali previsti con quanto indicato a progetto.

1.7 Opere ed impianti esclusi dall'appalto

Sono da intendersi **esclusi** dall'appalto degli impianti elettrici e speciali (in quanto previste nel progetto edile e meccanico) le seguenti opere:

- Opere civili per formazione di pareti, scanalature e tracce per impianti elettrici e speciali
- Quadri di comando e bordo macchina a servizio degli impianti meccanici (pompe di calore, UTA, ecc.)
- Quadri di comando per pompe di sollevamento ed irrigazione
- Apparecchiature di termoregolazione, incluso schemi elettrici di cablaggio che dovranno essere forniti dal fornitore designato del sistema individuato
- Opere da falegname
- Certificato di prevenzione incendi
- Oneri per l'ottenimento di pratiche
- IVA
- Quanto non specificato nel computo metrico e nella relazione di progetto

2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Gli impianti elettrici e speciali dovranno essere realizzati al fine di ottenere le migliori condizioni d'utilizzo e sicurezza, nel pieno rispetto delle vigenti leggi, normative e disposizioni particolari degli Enti competenti per Zona e Settore Impiantistico, di cui di seguito si riportano le principali:

2.1 Norme di carattere generale

- Legge 1 marzo 1968 n.186 Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici
- Legge 18 ottobre 1977 n.791 Attuazione della Direttiva del Consiglio delle Comunità Europee (CEE), n.72/73, relativa alle garanzie di sicurezza che deve possedere il materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro alcuni limiti di tensione
- Decreto 22 gennaio 2008 n.37 Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n.248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici
- Norma CEI 0-2 Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici
- Norma CEI 0-3 Guida per la compilazione della dichiarazione di conformità e relativi allegati
- Norme CEI 64-8/1-2-3-4-5-6-7 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. Comprese tutte le varianti a tali norme
- Norma CEI 64-12 Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario
- Norma CEI 64-14 Guida alle verifiche degli impianti elettrici utilizzatori

- Norma CEI 64-50 Edilizia residenziale – Guida per l'integrazione nell'edificio degli impianti elettrici utilizzatori ausiliari e telefonici
- CEI EN 62305-1 "Protezione contro i fulmini. Parte 1: Principi generali" (Febbraio 2013)
- CEI EN 62305-2 "Protezione contro i fulmini. Parte 2: Valutazione del rischio" (Febbraio 2013)
- CEI EN 62305-3 "Protezione contro i fulmini. Parte 3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone" (Febbraio 2013)
- CEI EN 62305-4 "Protezione contro i fulmini. Parte 4: Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture" (Febbraio 2013)
- Norma CEI 81-27 Guida d'applicazione all'utilizzo di limitatori di sovratensioni all'arrivo della linea di alimentazione degli impianti elettrici utilizzatori di bassa tensione
- Norma CEI 81-29 Linee guida per l'applicazione delle Norme CEI EN 62305 (Febbraio 2014)
- Norma CEI 81-30 Protezione contro i fulmini - Reti di localizzazione fulmini (LLS). Linee guida per l'impiego di sistemi LLS per l'individuazione dei valori di Ng (Norma CEI EN 62305-2) (Febbraio 2014)
- Prescrizioni di Autorità Locali, comprese quelle dei Vigili del Fuoco
- Prescrizioni e indicazioni dell'Azienda Distributrice dell'energia elettrica
- Prescrizioni e raccomandazioni delle ASL
- Prescrizioni e raccomandazioni dell'I.S.P.E.S.L.
- Norme e tabelle di unificazione UNEL ed UNI
- Leggi, regolamenti e circolari tecniche che venissero emanate in corso d'opera
- Normative, Leggi, Decreti Ministeriali regionali o comunali
- Disciplinare Tecnico Legione Carabinieri Lombardia - Impianti telematici

2.2 Norme per ambienti di lavoro o assimilabili

- D.Lgs. n° 81 del 9 aprile 2008 Attuazione dell'articolo 1 della Legge 3 agosto 2007 n.123 in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro

2.3 Norme impianti per superamento barriere architettoniche

- Legge n° 13 del 9/01/89 e D.M. 14/6/89, n° 236 Disposizioni per favorire il superamento e l'eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici privati
- D.P.R. n° 503 del 24/7/96 Regolamento recante norme per l'eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici, spazi e servizi pubblici.

2.4 Norme impianti di illuminazione

- CIE Raccomandazioni CIE
- Norma UNI 12464-1 2013 Illuminazione dei posti di lavoro. Parte 1: Posti di lavoro in interni
- Norma UNI 10530 Principi di ergonomia della visione. Sistemi di lavoro e illuminazione
- Norma UNI 12665 Luce e illuminazione. Termini fondamentali e criteri per i requisiti illuminotecnici
- Norme UNI 13032 Luce e illuminazione. Misurazione e presentazione dei dati fotometrici di lampade e apparecchi di illuminazione
- Norma UNI EN 1838 Applicazione dell'illuminotecnica. Illuminazione di emergenza
- Norma CEI EN 50171 Sistemi di alimentazione centralizzati
- Norma CEI EN 50272-2 Prescrizioni di sicurezza per batterie di accumulatori e loro installazione. Parte 2: Batterie stazionarie

2.5 Norme impianti telefonici

- Norma CEI 103-1 Impianti telefonici interni
- Norma CEI 46-136 Guida alle norme per la scelta e la posa dei cavi per impianti di comunicazione

2.6 Norme impianto cablaggio strutturato

- ANSI/TIA/EIA-568-B.1 Commercial Building Telecommunications Cabling Standard Part 1 : General Requirements of May 2001 (and all Addendum)
- ANSI/TIA/EIA-568-B.2 Commercial Building Telecommunications Cabling Standard Part 2 : Balanced Twisted-Pair Cabling Components of May 2001 (and all Addendum) , and TIA/EIA-568-B.2-1 of June 2002 for CAT6
- ANSI/TIA/EIA-568-B.3 Optical Fiber Cabling Components Standard of April 2000 (and all Addendum)
- ANSI/TIA/EIA-569-A Commercial Building Standard for Telecommunications Pathways and Spaces of February 1998 (and all Addendum)
- ANSI/TIA/EIA-606-A Administration Standard for Commercial Telecommunications Infrastructure of May 2002
- ANSI/TIA/EIA-607 Commercial Building Grounding and Bonding Requirements for Telecommunications of August 1994
- Norme EN50173-1 Information Technology Generic Cabling Systems of November 2002
- Norme EN 50174-1 Information Technology – Cabling installation of August 2000
- Norme EN 50174-2 Information Technology – Cabling installation of August 2000
- prEN 50174-3 Information Technology – Cabling installation of March 2002
- Norme ISO/IEC 11801 2nd Edition Information Technology – Generic cabling for customer premises September 2002

- ANSI/EIA/TIA 570-A Residential Telecommunications Cabling Standard of September 1999

2.7 Norme impianti antifurto e antintrusione

- Norme CEI 79 Impianti antieffrazione, antiintrusione, antifurto e antiaggressione. Norme particolari per gli impianti antieffrazione e antiintrusione
- Norma CEI 79-2 Impianti antieffrazione, antintrusione, antifurto e antiaggressione. Norme particolari per le apparecchiature
- Norma CEI 79-3 Impianti antieffrazione, antiintrusione, antifurto e antiaggressione. Norme particolari per gli impianti antieffrazione e antiintrusione
- Norma CEI 79-16 Requisiti per apparecchiature e sistemi di rilevazione e segnalazione di allarme intrusione, antifurto e antiaggressione “senza fili” che utilizzano collegamenti in radio frequenza
- Norma CEI EN 50136-1-1 (CEI 79-18) Sistemi di allarme - Sistemi ed apparati di trasmissione allarmi. Parte 1-1: Requisiti generali per sistemi di trasmissione allarmi

2.8 Norme per il controllo della rumorosità degli impianti

- UNI 8199: Acustica – Collaudo acustico degli impianti di climatizzazione e ventilazione – Linee guida contrattuali e modalità di misurazione
- D.P.C.M. 01.03.91: Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell’ambiente esterno
- Legge 26.10.95, N.447: Legge quadro sull’inquinamento acustico
- D.M. 16.03.98: Tecniche di rilevamento e misurazione dell’inquinamento acustico
- D.P.C.M. 14.11.97: Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore

- D.P.C.M. 05.12.97: Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici
- D.Lgs 19.08.2005, N. 194: Attuazione della direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale
- Norme igienico sanitarie della Regione Lombardia

2.9 Norme per i campi elettromagnetici generati dagli impianti

- CEI 211-6 2001-01 "Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell´intervallo di frequenza 0 Hz - 10 kHz, con riferimento all´esposizione umana"
- CEI 211-7 2001-01 "Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettromagnetici nell´intervallo di frequenza 10 kHz - 300 Ghz, con riferimento all´esposizione umana"
- CEI 211-4 1996-12 "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche"
- CEI 11-60 2000-07 "Portata ali limite termico delle linee elettriche aeree esterne"
- Linee Guida ICNIRP " Linee guida per la limitazione dell´esposizione a campi elettrici e magnetici variabili nel tempo ed a campi elettromagnetici (fino a 300 GHz)"
- Legge quadro 22/02/2001, n. 36, "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici", G.U. 7 marzo 2001, n. 55
- Decreto Legge 23/01/2001, n.5, "Disposizioni urgenti per il differimento di termini in materia di trasmissioni radiotelevisive analogiche e digitali, nonché per il risanamento di impianti radiotelevisivi", G. U. 24 gennaio 2001, n.19
- Linee guida 01/09/1999 attuazione del Decreto Ministeriale 381/1998
- Decreto Ministeriale 10/09/1998, n. 381, "Regolamento recante norme per la determinazione dei tetti di radiofrequenza compatibili con la salute umana", G.U. 3 novembre 1998, n. 257

- Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 08/07/2003, "Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici generati a frequenze comprese tra 100 kHz e 300 GHz", G.U. 28 agosto 2003, n. 199

2.10 Norme Impianti fotovoltaici

- Norme CEI/IEC per la parte elettrica convenzionale
- UNI/ISO per le strutture meccaniche di supporto e d'ancoraggio dei moduli fotovoltaici
- Norma CEI 82-1 (EN 60904-1) Dispositivi fotovoltaici - Parte 1: Misura delle caratteristiche fotovoltaiche corrente-tensione
- Norma CEI 82-3 (EN 60904-3) Dispositivi fotovoltaici - Parte 3: Principi di misura per sistemi solari fotovoltaici per uso terrestre e irraggiamento spettrale di riferimento
- Norma CEI 82-8 Moduli fotovoltaici (FV) in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo
- Guida CEI 82-25 Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa Tensione
- Norma CEI 82-27 (EN 61730-1) Qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici (FV) - Parte 1: Prescrizioni per la costruzione
- Norma CEI 82-28 (EN 61730-2) Qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici (FV) - Parte 1: Prescrizioni per le prove
- Conformità al marchio CE per i moduli fotovoltaici ed il gruppo di conversione
- Disposizioni legislative e regolamentari
- Delibere AEEG

2.11 Norme per rifiuti materiale elettrico

- Direttiva 2002/96/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 27 gennaio 2003 sui rifiuti di apparecchiature elettriche ed elettroniche (RAEE)

2.12 Regolamento Prodotti da Costruzione

- Regolamento CPR (UE 305/2011) relativamente ai cavi elettrici

2.13 Qualità dei materiali

Tutti i materiali e le apparecchiature previsti per la realizzazione degli impianti in oggetto dovranno essere adatti all'ambiente di installazione, rispondenti alle relative norme CEI-UNEL, ove esistano, e muniti di contrassegno CE.
Inoltre tutti i componenti, per i quali ne sia prevista la concessione dovranno essere dotati del Marchio Italiano di Qualità (IMQ) e/o del contrassegno CEI o di altro Marchio e/o Certificazione equivalente.
In ogni caso, è prescrizione tassativa che tutti i materiali e le apparecchiature siano nuovi, di alta qualità, di sicura affidabilità, di Costruttori che assicurino una rapida e completa disponibilità di ricambi ed una efficace assistenza tecnica, e che siano completi di tutti gli elementi accessori necessari per la loro messa in opera e per il corretto funzionamento.

3 PARAMETRI TECNICI DI PROGETTO

3.1 Caratteristiche del sistema di Bassa Tensione - rete ordinaria

L'alimentazione elettrica per l'ampliamento verrà derivata da una nuova fornitura di Bassa Tensione, autonoma ed indipendente rispetto a quelle già in essere per l'edificio esistente.

Il nuovo contatore, di tipo bidirezionale, verrà collocato all'interno del locale contatori al piano interrato e le nuove linee generali transiteranno in apposita canalizzazione lungo l'intercapedine fino al locale tecnico dell'ampliamento.

Le caratteristiche elettriche della rete in Bassa Tensione per l'ampliamento sono le seguenti:

- Tensione nominale — 400/230V
- Frequenza nominale — 50Hz
- Fasi — 3+neutro
- Sistema elettrico ai sensi CEI 11-1 — categoria I: tensione nominale da oltre 50 V fino a 1000 V in corrente alternata e da oltre 120 V fino a 1500 V in corrente continua
- Regime di neutro — TT
- Tensione di contatto massima ammissibile — 50V
- Corrente di c.to-c.to trifase max. — 15 kA (come da CEI 0-21)
- Tipologia fornitura — bidirezionale (utente attivo)
- Potenza contrattuale — 50 kW

3.2 Caratteristiche del sistema di Bassa Tensione - rete Preferenziale

Sarà previsto un gruppo elettrogeno, il quale sarà installato in apposito locale al piano interrato.

Il gruppo sarà destinato all'alimentazione in emergenza delle utenze cosiddette "preferenziale" quali:

- l'illuminazione interna dell'edificio (inclusi i locali tecnici)
- gli apparati della centrale operativa
- le utenze della rete privilegiata

Il sistema a valle del gruppo elettrogeno avrà le seguenti caratteristiche generali:

- Frequenza nominale in uscita: 50Hz
- Tensione nominale in uscita: 400V
- Variazione di tensione da vuoto a carico: 2%
- Variazione di frequenza da vuoto a carico: 1%
- Sistema elettrico ai sensi CEI 11-1: categoria I: tensione nominale da oltre 50 V fino a 1000 V in corrente alternata e da oltre 120 V fino a 1500 V in corrente continua
- Regime di neutro TT

Il dimensionamento del gruppo elettrogeno è riportato nella Relazione di Calcolo 102E allegata al progetto.

Di seguito si riportano le principali caratteristiche tecniche:

- Potenza meccanica = 27,7 kW
- Potenza elettrica (servizio in emergenza) = 33 kVA (26,4 kW)
- Potenza elettrica (servizio continuo) = 30 kVA (240 kW)
- Motore turbo diesel 4 tempi, 3 cilindri in linea
- Cilindrata totale 3,3 l
- Raffreddamento ad acqua
- 1500 giri/minuto
- consumo carburante indicativo 5,4 litri/ora (in servizio continuo al 75% del carico nominale)

3.3 Verifica autonomia del gruppo elettrogeno

Il gruppo specificato è dotato di serbatoio installato sul telaio di base, avente capacità di 75 litri.

Considerando il consumo orario di circa 5,4 litri si ha un'autonomia pari a:

- Autonomia = 75 / 5,4 = 13,8 ore

valore da ritenersi ampiamente accettabile per la tipologia di attività prevista.

3.4 Caratteristiche del sistema di Bassa tensione - rete Privilegiata

Sarà previsto un gruppo statico di continuità, il quale sarà installato nel locale apparati al piano secondo.

Il gruppo sarà destinato all'alimentazione in continuità assoluta delle utenze cosiddette "privilegiate" quali:

- reti fm informatiche per uffici
- reti fm informatiche per centrale operativa
- prese fm impianto COGEGAM

Il sistema a valle del gruppo statico di continuità avrà le seguenti caratteristiche generali:

- Frequenza nominale in ingresso: 50Hz ± 5%
- Frequenza nominale in uscita: 50Hz
- Tensione nominale in ingresso: 400V ± 15%
- Tensione nominale in uscita: 400V
- Variazione di tensione da vuoto a carico: ± 1%
- Variazione di frequenza da vuoto a carico: ± 0.75%
- Sistema elettrico: categoria I: tensione nominale da oltre 50 V fino a 1000 V in corrente alternata e da oltre 120 V fino a 1500 V in corrente continua
- Regime di neutro IT (provvisorio, limitato al tempo di funzionamento tramite batterie)

Il dimensionamento del gruppo UPS è riportato nella Relazione di Calcolo 102E allegata al progetto.

Le caratteristiche principiali sono le seguenti:

- potenza nominale 15 kVA (12 kW – cosφ =0,8)
- autonomia nominale pari a 10 minuti.

3.5 Schema rete BT e calcolo potenze

La rete BT di alimentazione per l'ampliamento è di seguito schematizzata:

QE-CE - Quadro elettrico consegna energia ampliamento QE-CE

------ **QEG** - Quadro elettrico generale ampliamento QEG - Sezione Normale/Preferenziale

----- **QE-PT (N)** - Quadro elettrico piano terra QE-PT - Sezione Normale

----- **QE-P1 (N)** - Quadro elettrico piano primo QE-P1 - Sezione Normale

----- **QE-PC (N)** - Quadro elettrico piano copertura QE-PC - Sezione Normale

----- **QE-FV** - Quadro elettrico interfaccia fotovoltaico QE-FV

----- **QE-PT (P)** - Quadro elettrico piano terra QE-PT - Sezione Preferenziale

----- **QE-P1 (P)** - Quadro elettrico piano primo QE-P1 - Sezione Preferenziale

------ **QE-CO** - Quadro elettrico Centrale Operativa QE-CO - Sezione Normale/Preferenziale

----- **UPS C.O.** - UPS Centrale Operativa

----- **QE-CO (C)** - Quadro elettrico Centrale Operativa QE-CO - Sezione Privilegiata

------ **QE-PT (C)** - Quadro elettrico piano terra QE-PT - Sezione Privilegiata

------ **QE-P1 (C)** - Quadro elettrico piano primo QE-P1 - Sezione Privilegiata

La presente tabella riassume l'elenco e le potenze relative alle utenze dell'ampliamento.

Sezione Normale

Utenza	Ph/N/PE Derivazione	Pmax [kW]	Cos φ	Tensione [V]
Alimentazione quadro elettrico piano terra QE-PT	3F+N+PE	8	0,85	400
Alimentazione quadro elettrico piano primo QE-P1	3F+N+PE	8	0,85	400
Alimentazione quadro elettrico piano copertura QE-PC	3F+N+PE	19	0,86	400
Alimentazione quadro elettrico ascensore	3F+N+PE	6	0,90	400
Alimentazione pompa di calore PDC1	F+N+PE	1,5	0,85	230
Alimentazione prese fm scale	F+N+PE	1,5	0,85	230
Alimentazione prese fm locali tecnici piano interrato	3F+N+PE	3	0,85	400
PARZIALE		47	0,85	400
Coefficiente globale di contemporaneità		*0,7*		
GENERALE		**33**	**0,85**	**400**

Sezione Preferenziale

Utenza	Ph/N/PE Derivazione	Pmax [kW]	Cos φ	Tensione [V]
Alimentazione quadro elettrico piano terra QE-PT	F+N+PE	2,5	0,90	230
Alimentazione quadro elettrico piano primo QE-P1	F+N+PE	2,5	0,90	230
Alimentazione illuminazione locali tecnici piano interrato	F+N+PE	0,5	0,90	230
Alimentazione illuminazione scale	F+N+PE	1	0,90	230
Alimentazione apparati centrale operativa (complessivo)	3F+N+PE	7,5	0,85	400
Alimentazione prese fm centrale operativa e spogliatoi (complessivo)	3F+N+PE	11,5	0,85	400
Alimentazione luce centrale operativa e spogliatoi (complessivo)	3F+N+PE	2	0,90	400
PARZIALE		27,5	0,87	400
Coefficiente globale di contemporaneità		*0,7*		
GENERALE		**19**	**0,87**	**400**

Sezione Privilegiata

Utenza	Ph/N/PE Derivazione	Pmax [kW]	Cos φ	Tensione [V]
Alimentazione quadro elettrico piano terra QE-PT	F+N+PE	3	0,85	230
Alimentazione quadro elettrico piano primo QE-P1	F+N+PE	3	0,85	230

Utenza	Ph/N/PE Derivazione	Pmax [kW]	Cos φ	Tensione [V]
Alimentazione prese fm COGEGAM centrale operativa	F+N+PE	1	0,85	230
Alimentazione prese fm centrale operativa (complessivo)	3F+N+PE	5,5	0,85	400
Alimentazione rack dati	F+N+PE	1	0,85	230
PARZIALE		13,5	0,85	400
Coefficiente globale di contemporaneità		*0,8*		
GENERALE		**11**	**0,85**	**400**

La potenza complessiva è risultante dalla somma delle potenze parziali di ogni sezione, pari a:

- P = 33 + 19 +11 = 63 kW

Considerando un fattore globale di contemporaneità pari a 0,8, risulta una potenza pari a:

- P = 63 * 0,8 = 50,4 kW

Si considera una potenza contrattuale pari a **50 kW**, con tensione BT a 400V/50Hz.
La tipologia della fornitura sarà del tipo utente attivo, essendo prevista una produzione con impianto fotovoltaico.

3.6 Dimensionamento del rifasamento centralizzato

Per l'ampliamento verrà previsto un sistema di rifasamento centralizzato della rete a 400V, prevedendo l'installazione di un quadro automatico allacciato al quadro di consegna energia QE-CE, in modo da garantire un valore di fattore di potenza globale dell'impianto non inferiore a 0,95.
Ciò al fine di garantire anche il rispetto delle prescrizioni di cui alla delibera AEEG 180/2013/R/EEL relativamente al rifasamento degli utenti MT e BT (di tipo non domestico), nella quale viene richiesto un fattore di potenza mediato, nelle ore di alto carico, non inferiore a 0,95.
Dai calcoli allegati si determina il fattore di potenza nominale pari a circa 0,86. Si vuole ottenere un fattore di potenza pari ad almeno 0,95.

Dalle tabelle tecniche si ricava il fattore kc (kvar/kW) necessario per rifasare fino al valore di 0,95 pari a 0,264.

La potenza reattiva necessaria è determinata dalla seguente relazione:

- Q (kVAR) = Pn(kW) x kc

Applicando i valori numerici si ottiene:

- Q = 50,4 x 0,264 = 13,3 kVAR

La scelta ricade su un sistema automatico di taglia nominale 20 kVAR - 400V.

3.7 Cadute di tensione

Le sezioni dei conduttori sono state calcolate in modo da assicurare i seguenti valori di caduta di tensione misurata a pieno carico sull'utenza più lontana dal punto di alimentazione:

- Circuiti illuminazione interna 4%
- Circuiti illuminazione esterna 5%
- Circuiti forza motrice 4%

3.8 Condizioni ambientali

- Temperatura ambiente (min/max) -5/+40 °C
- Altitudine < 1000 m s.l.m.
- Clima normale

3.9 Parametri illuminotecnici: illuminazione ordinaria

I parametri illuminotecnici, presi a riferimento per il dimensionamento illuminotecnico dei vari ambienti (interni) dell'edificio, sono desunti dalla Norma UNI 12464-1 edizione 2013 (Illuminazione dei luoghi di lavoro) e riportati nella seguente tabella:

ZONE DI CIRCOLAZIONE E SPAZI COMUNI

Zone di circolazione	***Em (lux)***	***UGR_L***	***U_0***	***R_a***
Corridoi	100	28	0,4	40
Scale	100	25	0,4	40
Ascensori, montacarichi	100	25	0,4	40
Mense, dispense	200	22	0,4	80
Sale di controllo	***Em (lux)***	***UGRL***	***U0***	***Ra***
Sale interruttori ed impianti	200	25	0,4	60
Quadri di controllo	500	19	0,6	80
UFFICI				
Uffici	***Em (lux)***	***UGRL***	***U0***	***Ra***
Archiviazione, copiatura	300	19	0,4	80
Scrittura, lettura, elaborazione dati	500	19	0,6	80
Disegno tecnico	750	16	0,7	80
Postazioni PC	500 (*)	19	0,6	80
Sale conferenze e riunioni	500	19	0,6	80
Archivi	200	25	0,4	80
LUOGHI PUBBLICI				
Spazi comuni	***Em (lux)***	***UGRL***	***U0***	***Ra***
Ingressi	100	22	0,4	80
Sale di attesa	200	22	0,4	80
Sale conferenze	500	19	0,6	80

dove:

- Em = illuminamento medio mantenuto
- UGR_L = valore limite dell'indice unificato di abbagliamento
- U_0 = uniformità dell'illuminamento
- Ra = indice dei resa dei colori

3.10 Temperature di colore ed efficienza luminosa

Secondo la norma UNI 12464-1 i gruppi di appartenenza del colore sono i seguenti:

- bianco caldo (sigla C) se minore di 3300 K,
- bianco neutro (sigla N) tra i 3300 e i 5300 K
- bianco freddo (sigla W) se superiore ai 5300 K

Le sorgenti luminose previste nell'impianto sono di tipo a LED con tonalità di colore 4000-4200 K (bianco neutro).

In merito all'efficienza luminosa, tenendo anche conto delle indicazioni dei CAM, sono state previste sorgenti con valori > 80 lumen/W.

3.11 Parametri illuminotecnici: illuminazione di sicurezza

L'illuminazione di sicurezza è obbligatoria quando è richiesta da disposizione legislative o regolamentari relative al tipo di luogo oppure in base all'analisi del rischio (DLgs 81/08) conseguente alla mancanza di illuminazione ordinaria.

L'illuminazione di sicurezza è obbligatoria nelle scale e nelle vie di esodo degli edifici civili con altezza antincendio superiore a 32 m, ai sensi del DM 16/5/1987 n.246 art.5. La Guida CEI 64-50 art.4.2.4 consiglia di installare l'impianto di illuminazione di sicurezza anche nelle vie di esodo degli edifici civili di altezza antincendio compresa tra 24 m e 32 m. Le vie di esodo riguardano: le scale, corridoi comuni, atrio, ecc. fino al luogo sicuro. Nelle altre parti non sussiste l'obbligo specifico di prevedere l'illuminazione di sicurezza, ma vale il principio di valutare il rischio.

L'edificio in oggetto ha un'altezza antincendio inferiore a 24 m e conseguentemente non sussiste alcun obbligo normativo in tal senso.

Si deve in ogni tenere in considerazione la particolare destinazione d'uso dell'edificio (caserma operativa), che implica la presenza di attività lavorative per le quali deve essere fatta la valutazione del rischio specifico, ai sensi del Dlgs 81/08, da parte del datore di lavoro.

In questa fase progettuale non sono disponibili elementi sufficienti per tali valutazioni e di conseguenza vengono proposte le seguenti soluzioni progettuali:

- viene prevista l'illuminazione di sicurezza lungo le scale e vie di fuga interne al fabbricato
- viene prevista l'illuminazione di sicurezza nei locali tecnici, trattandosi di locali di particolare importanza

Tali soluzioni, come dichiarato in precedenza, sono state assunte dal progettista in quanto non sussistono indicazioni da parte della committenza e/o datore di lavoro. Si ritiene quindi che esse vengono automaticamente accettate e sottoscritte pienamente dalla committenza al momento della validazione del presente progetto.

Eventuali modifiche/integrazioni potranno essere apportate nelle fasi successive di progettazione se richieste dalla committenza.

La norma di riferimento è la UNI EN 1838 che prevede, lungo le vie di esodo, un valore di illuminamento minimo pari a 1 lux a pavimento.

L'impianto è realizzato con apparecchi autoalimentati di tipo SE (funzionanti solo in emergenza), con autodiagnosi locale, equipaggiati di sorgente luminosa a LED, con autonomia non inferiore a 1 ora e tempo di ricarica entro 12 ore.

3.12 Grado di protezione elettrico

I gradi di protezione IP minimi ammessi per i componenti e gli impianti elettrici, vengono riassunti nella tabella di seguito riportata:

Tipo di luogo o impianto		IP minimo	Norma	Note
Bagni e docce	Contatti diretti	IPXXB	CEI 64-8/7 art. 701.411.1.3.7	Anche per circuiti SELV
	Zone 1 e 2	IPX4	CEI 64-8/7 art. 701.512.2	Nei bagni pubblici viene richiesto IPX5 ove è prevista pulizia con getti d'acqua
	Zona 3	IPX1		
Impianti antieffrazione, antintrusione e antifurto	Apparecchiature	IP3X	CEI 79-2 art. 4.2.01	Ambienti interni, salvo quelli polverosi o inquinati
		IP34		Installazione esterna
	Circuiti	IP2X	CEI 79-2 art. 3.2.03	Anche per i circuiti a bassissima tensione
Luoghi marci (tipi A,B,C)	Canali o tubi metallici contenenti cavi ordinari	IP4X	CEI 64-8/7 art. 751.04.1	
Luoghi marci di tipo B	Componenti dell'impianto montati su o entro strutture	IP4X	CEI 64-8/7 art. 751.04.3.1	Componenti dell'impianto che, nel funzionamento ordinario, possono produrre

	combustibili			archi o scintille
Luoghi marci di tipo C	Componenti dell'impianto (salvo le condutture), motori ed apparecchi illuminanti	IP4X	CEI 64-8/7 art. 751.04.4	Se il materiale combustibile è in posizione definita, il grado IP4X si riferisce solo ai componenti ubicati nella zona circostante, in caso contrario è richiesto per tutto l'ambiente considerato
Luoghi ordinari	Protezione contro i contatti diretti	IPXXB o IP2X	CEI 64-8/4 art. 412.2.1	In alcuni casi sono ammesse aperture più grandi durante la sostituzione di parti
	Protezione contro le ustioni	IPXXB	CEI 64-8/4 art. 423	Componenti elettrici installati a portata di mano
	Scatole affioranti dal pavimento con prese a spina orizzontali	IP2X IP4X	CEI 64-8/5 art. 537.5.2	
	Scatole affioranti dal pavimento con prese a spina verticali	IP5X	CEI 64-8/5 art. 537.5.2	Il grado IP5X è raccomandato sul contorno del coperchio inclusa l'entrata dei cavi
	Torrette e scatole affioranti dal pavimento	IP52		Il grado IP52 è raccomandato quando per la pulizia del pavimento si prevede spargimento di liquidi
	Superfici superiori orizzontali a portata di mano	IPXXD o IP4X	CEI 64-8/4 art. 412.2.2	
Quadri elettrici	Protezione dai contatti diretti	IPXXB o IP2X	CEI 17-13/1 art. 7.4.2.2.1	Superfici esterne
	Suddivisioni interne mediante barriere e diaframmi		CEI 17-13/1 V2 art. 7.7	
	Quadri con isolamento completo	IP3XD	CEI 17-13/1 art. 7.4.3.2.2	
	Quadri installati all'aperto senza protezione supplementare	IPX3	CEI 17-13/1 art. 7.2.1.3	
SELV o PELV	Ambienti ordinari	IPXXB o IP2X	CEI 64-8/4 artt. 411.1.4.3 e	Se la tensione nominale supera 25V in c.a. o 60V in

			411.1.5.1	c.c.

3.13 Temperature di riferimento per il calcolo delle portate dei cavi

Nel dimensionamento dei cavi si sono considerate le seguenti temperature di riferimento per le portate:

- Posa dei cavi in aria libera +30°C
- Posa dei cavi interrati +20°C

I fattori di declassamento delle portate, per le varie condizioni di installazione dei circuiti, sono stati desunti dalle tabelle CEI UNEL di riferimento.

3.14 Tipologia cavi

Le tipologie dei cavi BT previsti nell'impianto sono le seguenti:

- FG16(O)M16 0,6/1kV per la distribuzione principale e secondaria
- FTG10(O)M1 0,6/1kV CEI 20-45 resistente al fuoco per i circuiti degli sganci di sicurezza
- FS17 450/750V di vari colori per i cablaggi interni dei quadri BT
- FG17 450/750V di vari colori per la distribuzione terminale dei punti di comando e prese fm e per i conduttori di protezione PE dei circuiti singoli

In funzione della tipologia di cavo ed isolante, si sono definite le portate nominali dei cavi per le diverse sezioni commerciali presenti nell’impianto.

E' stato previsto l'utilizzo di cavi multipolari per le sezioni commerciali di fase fino a 25 mmq. e cavi unipolari (con o senza neutro a seconda della tipologia di carico), per sezioni da 35 mmq. in su.

4 IMPIANTO FOTOVOLTAICO

4.1 Caratteristiche generali dell'impianto

Verrà installato sulla copertura dell'ampliamento un impianto fotovoltaico di potenza nominale pari a **12,42 kWp**, in grado di garantire una producibilità, stimata su base annua, pari a circa **11.913 kWh**.

L'installazione è prevista complanare alla copertura, secondo quanto stabilito dal D.Lgs n.28/2011.

L'impianto sarà connesso al quadro generale dell'ampliamento QEG. Tutta l'energia prodotta dall'impianto di generazione fotovoltaica sarà utilizzata per l'autoconsumo dalle utenze dell'edificio ampliamento.

L'impianto fotovoltaico, come evidenziato sullo schema elettrico allegato al progetto, sarà composto dai seguenti elementi:

- n.1 sottocampo composto da n.36 pannelli fotovoltaici in silicio monocristallino, di potenza unitaria 345 W, per una potenza totale pari a 12,42 kWp
- n.1 inverter con potenza unitaria nominale pari a 15 kW ca, per il collegamento delle stringhe del sottocampo
- quota parte di cavi CC di tipo FG21M21 PV20 per il collegamento tra i pannelli fotovoltaici (stringhe) e l'inverter (lato cc), posizionati entro vie cavo dedicate sulla copertura (passerelle in filo di acciaio complete di coperchio)
- quota parte di cavo CA di tipo FG16(O)M16 per il collegamento tra l'inverter (lato ca) ed il quadro di interfaccia QE-FV
- n.1 quadro di interfaccia QE-FV, ubicato nel locale tecnico in copertura (insieme all'inverter), completo di interruttore di protezione della linee in ingresso ed uscita, contatore di energia certificato UTIF per la misura dell'energia complessiva prodotta dall'impianto fotovoltaico e dispositivo generale (relè) di interfaccia conforme CEI 0-21
- collegamento all'impianto di terra e di equipotenzializzazione dell'edificio

4.2 Potenza minima richiesta dalla Legge

La scelta della potenza nominale dell'impianto è stata determinata in funzione da quanto prescritto con Decreto Legislativo 3 marzo 2011, n. 28 *"Attuazione della direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE*" che prevede, in sintesi, l'obbligo di installazione di impianti per la produzione di energia elettrica alimentati da fonti rinnovabili asserviti agli utilizzi elettrici dell'edificio, con caratteristiche tali da garantire il contemporaneo rispetto delle condizioni seguenti:

- P = Sq /50

dove

- P = potenza elettrica installata minima
- Sq = proiezione sul piano orizzontale della sagoma planivolumetrica dell'edificio

Nel nostro caso Sq è pari a circa 250 m² e perciò la potenza minima richiesta dell'impianto fotovoltaico deve essere di:

- Pmin = 5 kWp

La potenza dell'impianto fotovoltaico previsto, pari a 12,42 kWp risulta perciò ampiamente superiore al minimo richiesto dal sopraccitato decreto legislativo.

4.3 Calcolo della producibilità impianto fotovoltaico

Si allega il calcolo della producibilità dell'impianto previsto, sviluppato con programmi software dedicati, i quali utilizzano le apparecchiature elettriche delle principali ditte fornitrici, universalmente riconosciuti di elevata affidabilità e debitamente validati:

- Verifica e Producibilità impianto: PVSYST 6.43
- Dati di irraggiamento: METEONORM 7.1.3

Sito di installazione

L'impianto verrà installato nel Comune di Pioltello, sulla copertura dell'edificio ampliamento della caserma CC.

La tabella che segue riporta i principali dati geografici del sito di installazione.

Sito di Installazione	
Località	Pioltello (MI)
Vincoli	Nessuno
Latitudine	45,5° Nord
Longitudine	9,3° Est
Altitudine	123 m
Irraggiamento globale sul piano orizzontale	1127 kWh/m²
Dati di irraggiamento	Meteonorm
Albedo	20%
Orientamento impianto: TILT e Azimut	6° - 95°

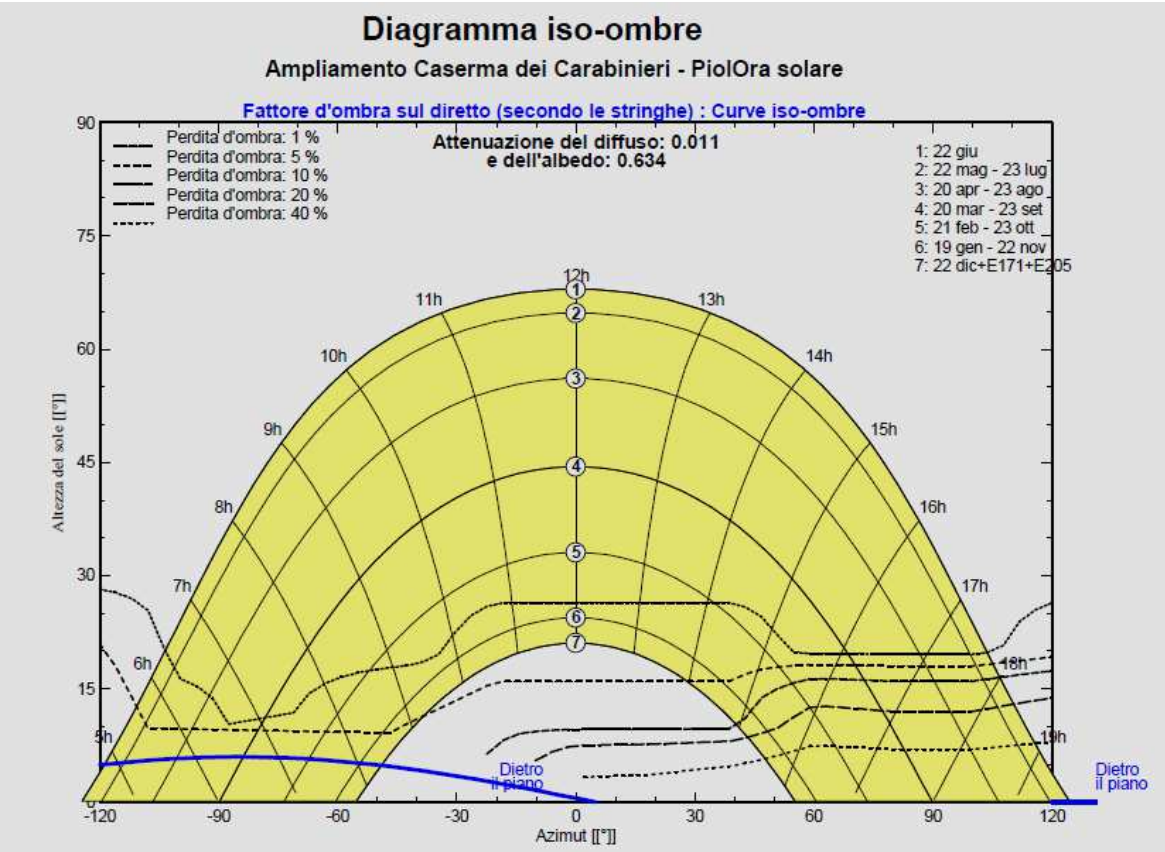
La valutazione della fonte solare per il sito di installazione è stata effettuata utilizzando i valori giornalieri mensili della radiazione solare diretta e diffusa, ricavati da apposito software in grado di estrapolare i dati per interpolazione da più stazioni meteo presenti nelle vicinanze del sito analizzato. Dal programma si ottengono una serie di dati climatici tra cui l'irraggiamento globale giornaliero medio mensile su piano orizzontale con le sue componenti diretto e diffuso. Per la località in esame i valori di irraggiamento giornaliero medio mensile sono i seguenti:

	GlobHor kWh/m²	T Amb °C	GlobInc kWh/m²
Gennaio	32.5	2.95	32.4
Febbraio	51.3	5.12	50.8
Marzo	95.6	10.01	94.4
Aprile	118.5	13.51	117.5
Maggio	147.7	19.23	146.3
Giugno	153.3	23.22	151.3
Luglio	169.0	25.21	168.4
Agosto	146.5	24.44	145.5
Settembre	95.5	19.35	95.6
Ottobre	59.8	14.85	59.7
Novembre	31.9	8.51	31.7
Dicembre	25.8	3.94	25.5
Anno	1127.3	14.25	1119.2

Legende:	GlobHor	Irraggiamento orizzontale globale
	T Amb	Temperatura ambiente
	GlobInc	Globale incidente piano coll.

Diagramma di ombreggiamento

Si riportano i diagrammi degli ombreggiamenti a cui è sottoposto l'impianto. Questi diagrammi sono ricavati da una simulazione software che si basa su una ricostruzione del sito di installazione. Nel caso dell'impianto in oggetto non esistono particolari fenomeni di ombreggiamento se non un ombreggiamento dovuto alla configurazione dell'orizzonte.



Calcolo della producibilità

La producibilità dell'impianto è stata calcolata sulla base dei dati storici del sito di installazione relativi ai valori medi mensili dell'irraggiamento solare globale incidente su superficie orizzontale desunti riportati ai capitoli precedenti.

La procedura per il calcolo dell'energia prodotta dall'impianto tiene conto della potenza nominale dell'impianto (12,42 kWp), dell'angolo di tilt e di azimut (6°, 95°) del generatore fotovoltaico, delle perdite sul generatore fotovoltaico (perdite resistive, perdite per scostamento di temperatura dei moduli, per riflessione e per mismatching tra stringhe), dell'efficienza europea degli inverter nonché del coefficiente di riflettenza del suolo antistante i moduli (20%) (albedo).

Pertanto, l'energia prodotta dall'impianto su base annua (Ep,a) si calcola come segue:

$$E_{p,a} = P_{nom} * I_{rr} * (1-\text{Perdite}) = 11.913 \text{ kWh/anno}$$

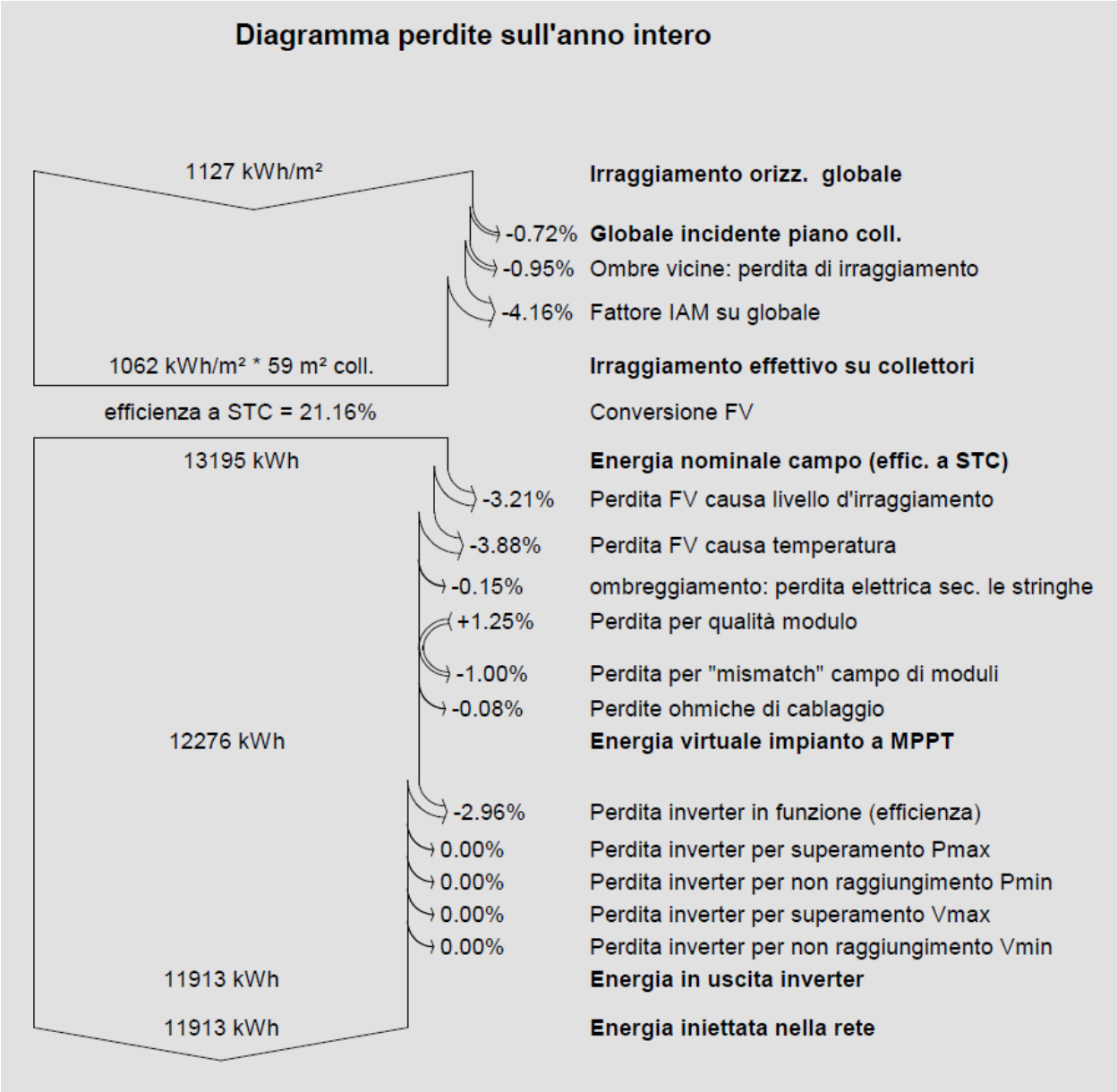
da cui si ricava a livello teorico la quantità di CO_2 non immensa nell'atmosfera, sapendo che per ogni kWh prodotto si evita di immettere 0,531kg di CO_2 :

CO_2 risparmiata = 0,531 x 11.913 = **6.326 kg/anno**

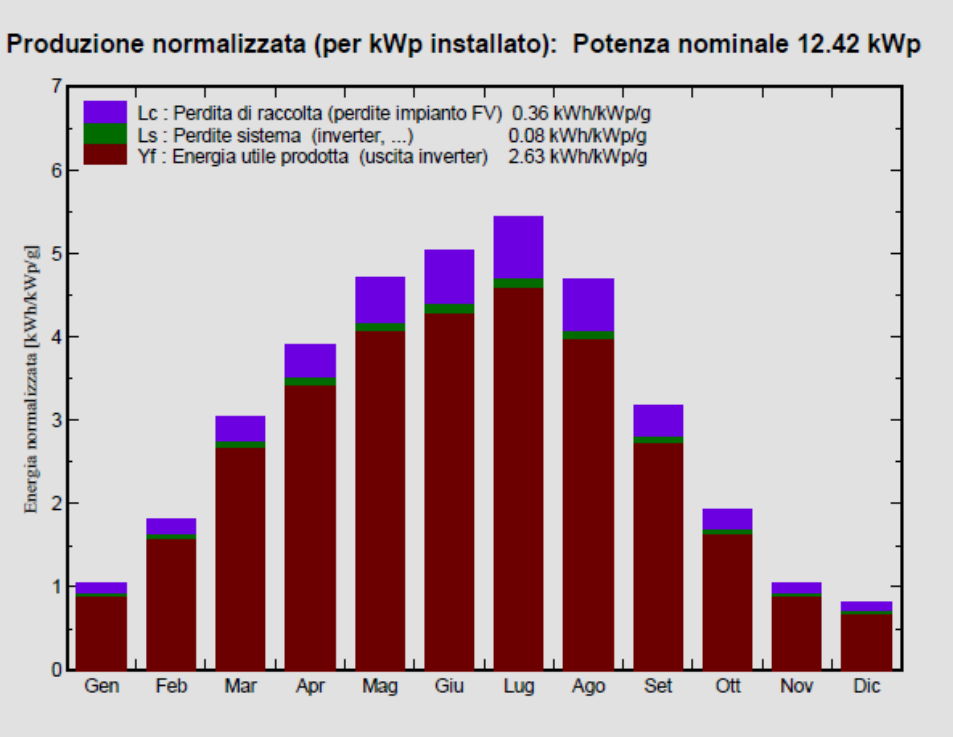
Dove:

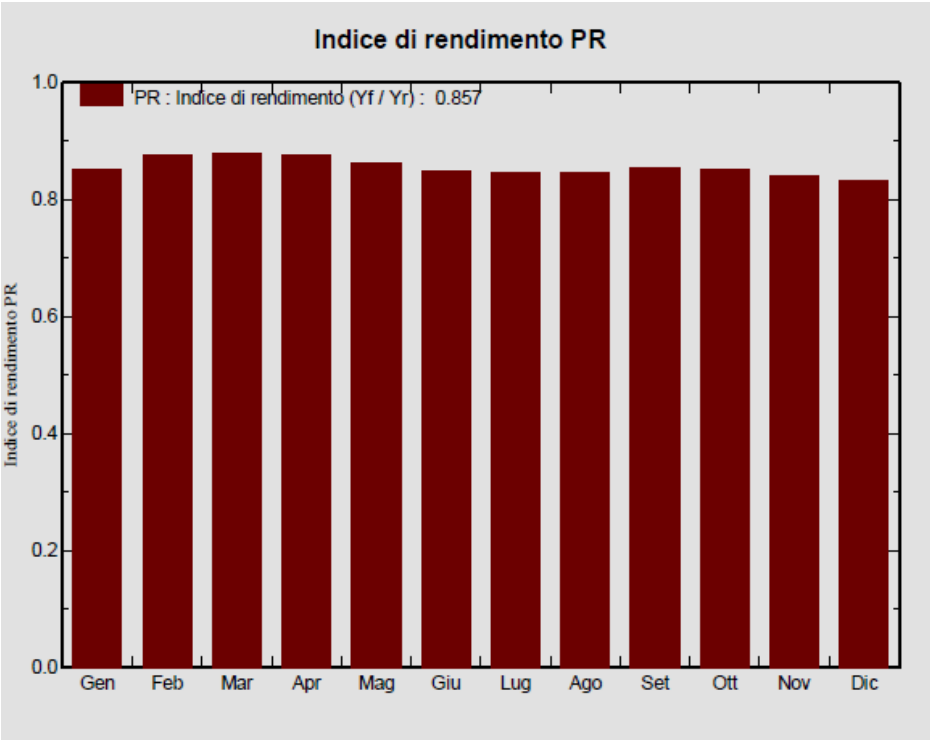
- Pnom = Potenza nominale dell'impianto: 12,42 kWp
- Irr = Irraggiamento annuo sul piano dei moduli: 1.127 kWh/m²
- Perdite = Perdite di potenza: 14,9 %

Le perdite di potenza sono dovute a vari fattori. Nel diagramma sottostante vengono riportati tali fattori di perdita e i relativi valori assunti dalla procedura per il calcolo della producibilità dell'impianto.



Il grafico e la tabella sotto riportano l'andamento della produzione mensile di energia attesa nel corso dell'anno.





4.4 Allegato: report specifiche e calcolo producibilità impianto fotovoltaico

PVSYST V6.43		18/09/17	Pagina 1/4

Sistema connesso in rete: Parametri di simulazione

Progetto :	**Ampliamento Caserma dei Carabinieri - Pioltello (MI)**			
Luogo geografico	**Pioltello Caserma CC (MI) IT**		Paese	**Italia**
Ubicazione	Latitudine	45.5°N	Longitudine	9.3°E
Ora definita come	Ora legale	Fuso orario TU+1	Altitudine	123 m
	Albedo	0.20		
Dati meteo:	**Pioltello Caserma CC (MI) IT**	MeteoNorm file - Sintetico		

Variante di simulazione : Impianto con moduli da 345W

Data di simulazione 18/09/17 11h11

Parametri di simulazione

Orientamento piano collettori	Inclinazione	6°	Azimut	95°
Modelli utilizzati	Trasposizione	Perez	Diffuso	Perez, Meteonorm
Orizzonte	Orizzonte libero			
Ombre vicine	Secondo le stringhe		effetto elettrico	100 %

Caratteristiche campo FV

Modulo FV	Si-mono	Modello	**SPR-X21-345**		
Original PVsyst database		Costruttore	SunPower		
Numero di moduli FV		In serie	9 moduli	In parallelo	4 stringhe
Numero totale di moduli FV		N. di moduli	36	Potenza nom. unit.	345 Wp
Potenza globale campo		Nominale (STC)	**12.42 kWp**	In cond. di funz.	11.49 kWp (50°C)
Caratt. di funzionamento campo FV (50°C)		U mpp	474 V	I mpp	24 A
Superficie totale		Superficie modulo	**58.7 m²**	Superficie cella	53.0 m²

Inverter	Modello	**Connext 15000TL**		
Custom parameters definition	Costruttore	Schneider Electric		
Caratteristiche	Tensione di funzionamento	350-800 V	Potenza nom. unit.	15.0 kWac
Gruppo di inverter	N. di inverter	1 unità	Potenza totale	15.0 kWac

Fattori di perdita campo FV

Fatt. di perdita termica	Uc (cost)	20.0 W/m²K	Uv (vento)	0.0 W/m²K / m/s
Perdita ohmica di cablaggio	Res. globale campo	35 mOhm	Fraz. perdite	0.2 % a STC
Perdita di qualità moduli			Fraz. perdite	-1.3 %
Perdite per "mismatch" moduli			Fraz. perdite	1.0 % a MPP
Effetto d'incidenza, parametrizzazione ASHRAE	IAM =	1 - bo (1/cos i - 1)	Param. bo	0.05

Bisogni dell'utente : Carico illimitato (rete)

PVSYST V6.43		18/09/17	Pagina 2/4

Sistema connesso in rete: Definizione ombre vicine

Progetto : **Ampliamento Caserma dei Carabinieri - Pioltello (MI)**

Variante di simulazione : **Impianto con moduli da 345W**

Parametri principali del sistema	Tipo di sistema	**Connesso in rete**		
Ombre vicine	Secondo le stringhe		effetto elettrico	100 %
Orientamento campo FV	inclinazione	6°	azimut	95°
Moduli FV	Modello	SPR-X21-345	Pnom	345 Wp
Campo FV	Numero di moduli	36	Pnom totale	**12.42 kWp**
Inverter	Modello	Connext 15000TL	Pnom	15.00 kW ac
Bisogni dell'utente	Carico illimitato (rete)			

Prospettiva campo FV e area d'ombra circostante

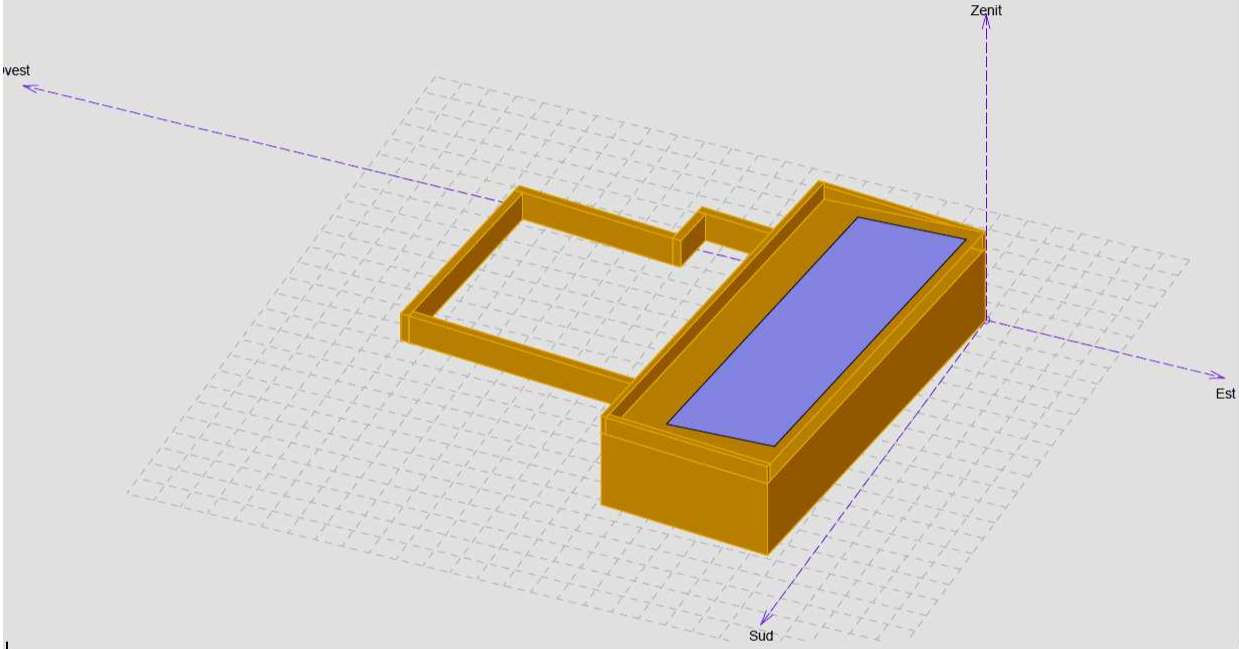
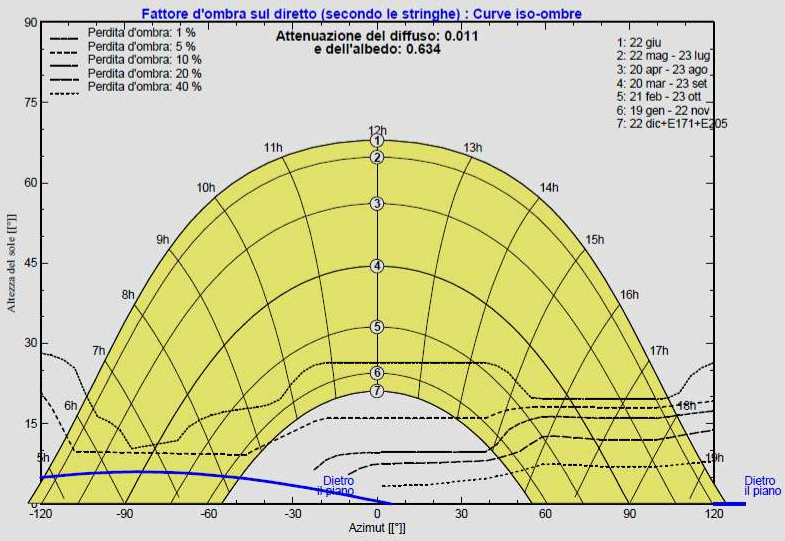


Diagramma iso-ombre

Ampliamento Caserma dei Carabinieri - PiolOra solare



PVSYST V6.43		18/09/17	Pagina 3/4

Sistema connesso in rete: Risultati principali

Progetto : **Ampliamento Caserma dei Carabinieri - Pioltello (MI)**

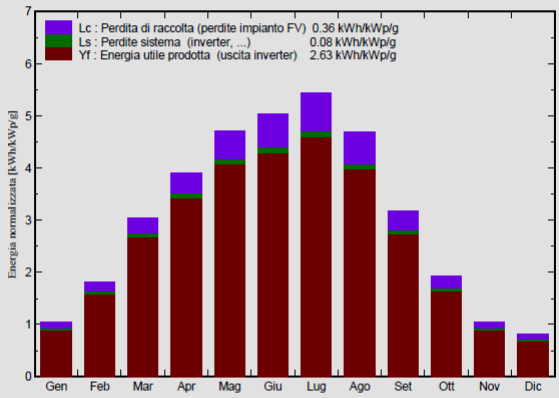
Variante di simulazione : **Impianto con moduli da 345W**

Parametri principali del sistema	Tipo di sistema	**Connesso in rete**		
Ombre vicine	Secondo le stringhe		effetto elettrico	100 %
Orientamento campo FV	inclinazione	6°	azimut	95°
Moduli FV	Modello	SPR-X21-345	Pnom	345 Wp
Campo FV	Numero di moduli	36	Pnom totale	**12.42 kWp**
Inverter	Modello	Connext 15000TL	Pnom	15.00 kW ac
Bisogni dell'utente	Carico illimitato (rete)			

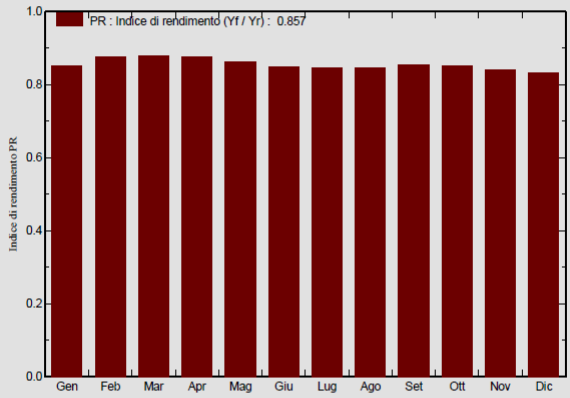
Risultati principali di simulazione

Produzione sistema	**Energia prodotta**	**11913 kWh/anno**	Prod. spec.	959 kWh/kWp/anno
	Indice di rendimento PR	85.7 %		

Produzione normalizzata (per kWp installato): Potenza nominale 12.42 kWp



Indice di rendimento PR



Impianto con moduli da 345W

Bilanci e risultati principali

	GlobHor kWh/m²	T Amb °C	GlobInc kWh/m²	GlobEff kWh/m²	EArray kWh	E_Grid kWh	EffArrR %	EffSysR %
Gennaio	32.5	2.95	32.4	29.9	360	343	18.96	18.03
Febbraio	51.3	5.12	50.8	47.5	573	553	19.23	18.56
Marzo	95.6	10.01	94.4	89.3	1061	1031	19.15	18.62
Aprile	118.5	13.51	117.5	111.9	1314	1278	19.05	18.54
Maggio	147.7	19.23	146.3	139.9	1611	1568	18.76	18.26
Giugno	153.3	23.22	151.3	144.3	1639	1596	18.45	17.96
Luglio	169.0	25.21	168.4	161.3	1817	1771	18.38	17.91
Agosto	146.5	24.44	145.5	138.7	1572	1532	18.40	17.93
Settembre	95.5	19.35	95.6	90.7	1046	1016	18.64	18.10
Ottobre	59.8	14.85	59.7	56.1	655	631	18.67	17.99
Novembre	31.9	8.51	31.7	29.4	349	331	18.71	17.77
Dicembre	25.8	3.94	25.5	23.4	280	264	18.67	17.59
Anno	1127.3	14.25	1119.2	1062.4	12276	11913	18.68	18.13

Legende:				
	GlobHor	Irraggiamento orizz. globale	EArray	Energia effettiva in uscita campo
	T Amb	Temperatura ambiente	E_Grid	Energia iniettata nella rete
	GlobInc	Globale incidente piano coll.	EffArrR	Effic. Euscita campo / sup. lorda
	GlobEff	Globale "effettivo", corr. per IAM e ombre	EffSysR	Effic. Euscita sistema / sup. lorda

PVSYST V6.43		18/09/17	Pagina 4/4

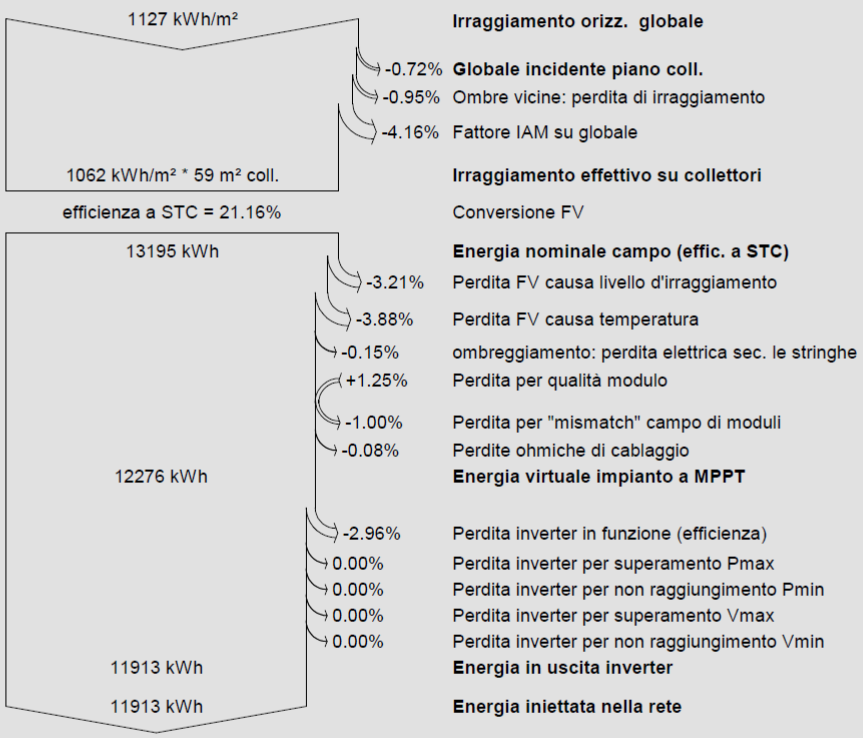
Sistema connesso in rete: Diagramma perdite

Progetto : **Ampliamento Caserma dei Carabinieri - Pioltello (MI)**

Variante di simulazione : **Impianto con moduli da 345W**

Parametri principali del sistema	Tipo di sistema	**Connesso in rete**		
Ombre vicine	Secondo le stringhe		effetto elettrico	100 %
Orientamento campo FV	inclinazione	6°	azimut	95°
Moduli FV	Modello	SPR-X21-345	Pnom	345 Wp
Campo FV	Numero di moduli	36	Pnom totale	**12.42 kWp**
Inverter	Modello	Connext 15000TL	Pnom	15.00 kW ac
Bisogni dell'utente	Carico illimitato (rete)			

Diagramma perdite sull'anno intero



5 ELENCO ELABORATI DI PROGETTO

Fanno parte integrante della documentazione di progetto esecutivo degli impianti elettrici e speciali i seguenti elaborati grafici e tecnici:

CODICE ELABORATO	DESCRIZIONE	SCALA
001E	Distribuzione principale - Pianta piano interrato	1:50
002E	Distribuzione principale - Pianta piano terra	1:50
003E	Distribuzione principale - Pianta piano primo	1:50
004E	Distribuzione principale - Pianta piano secondo	1:50
005E	Distribuzione principale - Pianta piano copertura	1:50
006E	Impianti elettrici, speciali e rete dati - Pianta piano interrato	1:50
007E	Impianti elettrici, speciali e rete dati - Pianta piano terra	1:50
008E	Impianti elettrici, speciali e rete dati - Pianta piano primo	1:50
009E	Impianti elettrici, speciali e rete dati - Pianta piano secondo	1:50
010E	Impianti elettrici, speciali e rete dati - Pianta piano copertura	1:50
011E	Impianto di illuminazione - Pianta piano interrato	1:50
012E	Impianto di illuminazione - Pianta piano terra	1:50
013E	Impianto di illuminazione - Pianta piano primo	1:50
014E	Impianto di illuminazione - Pianta piano secondo	1:50
015E	Impianto di illuminazione - Pianta piano copertura	1:50
016E	Schemi quadri elettrici	-
017E	Schematico impianti elettrici e rete di terra	-
018E	Schematico rete dati	-
019E	Schematico impianto fotovoltaico	-
020E	Impianto fotovoltaico - Pianta piano copertura locale tecnico	1:50

101E	Relazione tecnica specialistica	-
102E	Calcoli esecutivi	-
103E	Relazione di valutazione del rischio di fulminazione	-
104E	Capitolato speciale di appalto tecnico	-