

**PROGETTO ESECUTIVO DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO  
DA 39.60 kWp CONNESSO ALLA RETE ELETTRICA E  
DISLOCATO NEL SITO AD USO INDUSTRIALE NEL COMUNE  
DI CONA (VE)**

**RELAZIONE TECNICA**

Committente: **Logistica Fratelli Ferrara s.r.l.**  
**Via Vivaldi 1/3/5**  
**Località Cantarana**  
**30010 Cona (VE)**

Il tecnico

# INDICE

1. DATI GENERALI
  - Del richiedente
  - Del luogo di installazione
  - Dell'intervento
2. CARATTERISTICHE GENERALI DELL'IMPIANTO
  - Caratteristiche morfologiche del sito
  - Caratteristiche generali dell'impianto
3. DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO
  - Irraggiamento solare
  - Caratteristiche dei pannelli fotovoltaici
  - Caratteristiche del gruppo di conversione
  - Generatore fotovoltaico
4. OPERE CIVILI ED ELETTRICHE DI PROGETTO
  - Cablaggio
  - Messa a terra
  - Misuratore dell'energia immessa in rete
  - Protezione contro i corto-circuiti
  - Protezione contro i sovraccarichi
  - Protezione contro i contatti diretti
  - Protezione contro i contatti indiretti
  - Dispositivi di protezione
  - Dispositivi di sezionamento
5. COLLAUDIO E GARANZIE
  - Collaudo
  - Garanzie
6. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

## ALLEGATI

- Schema di calcolo dell'energia producibile dall'impianto
- Tav. 1: Schema elettrico unifilare
- Tav. 2: Schema quadro di interfaccia
- Tav. 3: Disposizione moduli FV

## 1. DATI GENERALI

- **Del Richiedente**

Nome: Logistica Fratelli Ferrara s.r.l.  
Indirizzo: Via Vivaldi 1/3/5  
Città: Cantarana di Cona  
CAP: 30010  
Provincia: VE

- **Del luogo di installazione**

Sito: Cantarana di Cona  
Indirizzo: Via Vivaldi 1/3/5  
Tipo d'uso del luogo: industriale  
Tipo di superficie: tetto piano  
Area della superficie utilizz.: 805 m<sup>2</sup>  
Inclinazione: 30°  
Orientazione: -7°

- **Dell'intervento**

Potenza di progetto: 39.6 kW  
Tensione nominale: Trifase 3F+N 230-400 V

## **2. CARATTERISTICHE GENERALI DELL'IMPIANTO**

- **Caratteristiche morfologiche del sito**

Tetto piano su capannone industriale

- **Caratteristiche generali dell'impianto**

Le parti che compongono l'impianto fotovoltaico possono essere riassunte come segue:

- moduli fotovoltaici
- strutture di sostegno ed ancoraggio
- cavi e cavidotti
- quadri in Corrente Continua
- gruppo di conversione C.C. / C.A.
- quadro di interfaccia (in corrente alternata)
- contatore di energia al punto di consegna

I moduli fotovoltaici saranno in numero adeguato a fornire 39.6 kW di potenza di picco.

Ancoraggi e struttura saranno dimensionati per sopportare, a moduli montati, raffiche di vento di velocità fino a 160 km/h.

Particolare cura sarà posta nel fissaggio dei profili di sostegno dei moduli alla struttura portante.

I cavi, posati in cavidotti, collegheranno le stringhe dei moduli ai quadri della c.c. posti in posizioni adeguate. Gli stessi quadri conterranno i sezionatori di stringa, il sezionatore generale della c.c. e gli scaricatori di sovratensioni atmosferiche.

Il gruppo inverter trasformerà la tensione continua proveniente dai moduli fotovoltaici in tensione alternata. La configurazione è del tipo fase-parallelo in relazione alla tensione fornita dalla rete di distribuzione.

Il punto di connessione dovrà essere conforme alle prescrizioni del Distributore dell'energia elettrica.

Un contatore misurerà la quantità di energia immessa in rete dall'impianto fotovoltaico.

### 3. DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO

- **Irraggiamento solare**

Cantarana di Cona (VE) è una località situata a 45°11'57'' di latitudine N e 12°5'55'' di longitudine E. In base alla Commissione Europea del Fotovoltaico, che fornisce i dati sull'irraggiamento solare da utilizzare per i calcoli energetici, si deve considerare una irradiazione solare annua nella località considerata, relativamente alla inclinazione di 30° e all'azimut di -7°, pari a:

$$I_r = 1450 \text{ kWh} / \text{m}^2 / \text{anno}$$

I dettagli del calcolo sono riportati nella scheda in allegato.

- **Caratteristiche dei pannelli fotovoltaici (Solon SEM220/220)**

- Potenza nominale = 220 W
- Materiale Cella: Silicio Policristallino
- Tensione a circuito aperto  $V_{OC} = 36.7 \text{ V}$
- Tensione alla massima potenza  $V_{MP} = 28.4 \text{ V}$
- Corrente in corto circuito  $I_{MP} = 8.2 \text{ A}$
- Corrente alla massima potenza  $I_{MP} = 7.75 \text{ A}$
- Dimensioni: 1645 X 995 X 34 mm
- Peso = 20 kg
- NOCT = 49°C

La linea elettrica proveniente dai moduli fotovoltaici sarà equipaggiata con scaricatori di sovratensioni per scariche di origine atmosferica, con indicazione ottica di fuori servizio e tasto di prova. Le connessioni al generatore fotovoltaico sono evidenziate nelle Tavv. di progetto.

- **Caratteristiche del gruppo di conversione**

Inverter della Elettronica Santerno del tipo Sunway TG26 600V (PWM) con le seguenti caratteristiche:

- Potenza massima del generatore FV = 24900 Wp
- Potenza nominale di ingresso in c.c. = 21100 Wp
- Tensione massima in ingresso consentita = 630 V
- Corrente massima in ingresso = 60.6 A
- Efficienza europea massima = 94.5%
- Consumo in stand-by = 0W
- Consumo in funzione < 40 W
- Peso = 340 kg

L'inverter, oltre a rispettare le altre norme previste nel paragrafo 'norme' e ad avere il marchio CE, sarà a tecnologia pulse-width-modulation (PWM), rispetterà le norme CEI 110-1, -6, -8, -28, -31 per quanto riguarda la compatibilità elettromagnetica e i disturbi indotti, avrà le necessarie protezioni previste per gli inverter di tipo "grid-connected" e sarà corredato di relativa certificazione in merito.

- **Il generatore fotovoltaico**

Il generatore fotovoltaico sarà composto da 2 dispositivi di conversione statica e da 180 moduli fotovoltaici, che complessivamente forniranno i seguenti dati di potenza:

$$P_{cc,totale} = 39.6 \text{ kWp}$$

Per raggiungere la potenza di progetto e per possedere caratteristiche di tensioni idonee a pilotare i 2 inverter prescelti, la combinazione serie-parallelo sarà:

**6 stringhe da 15 moduli in serie di potenza pari a 220 kWp per ciascun inverter**

così da ottenere:

- potenza nominale di picco in ingresso all'inverter = 19.8 kWp
- tensione media di ingresso al convertitore di corrente = 426.0 V
- tensione massima di ingresso al convertitore di corrente = 550.5 V

Questi risultano buoni valori ai fini prestazionali degli inverter, vantaggiosi per il contenimento delle sezioni di cavi e in linea per la distribuzione dei moduli.

Il generatore fotovoltaico sarà considerato come impianto isolato da terra (sistema IT) ed ogni modulo sarà fornito di diodo di by-pass. La stringa di moduli in serie sarà munita di diodo di blocco per isolarla da eventuali guasti.

#### **4. OPERE CIVILI ED ELETTRICHE DI PROGETTO**

- **Il cablaggio**

Si impiegheranno cavi con conduttori in rame isolati tipo H07RNF o FG7R 0.671 kV o cavi tipo XLPE a doppio isolamento idonei a sopportare l'esposizione alla radiazione solare, a norma CEI 20-13, CEI 20-22II e CEI 20-37I, marchiatura I.M.Q., colorazione delle anime secondo norme UNEL.

Tutti i conduttori dovranno essere privi, in tutti i loro percorsi, di giunzioni e/o connessioni, le quali dovranno essere eseguite esclusivamente all'interno delle apposite cassette di derivazione. Potranno essere posati conduttori di sistemi a tensione diversa nella stessa condotta, a condizione che tutti i conduttori siano isolati per la tensione nominale più elevata presente nella condotta.

Le sezioni dei cavi fino al gruppo di conversione sarà idonea a contenere la caduta di tensione entro l'1% del valore misurato da qualsiasi modulo posato al gruppo di conversione. Comunque la sezione minima non dovrà essere inferiore a 6 mm<sup>2</sup>.

I cavi utilizzati per l'interconnessione dei moduli saranno posati sotto i moduli; la connessione moduli-gruppo convertitore verrà realizzata tramite cavi posati in appositi cavidotti in PVC del tipo rigido se esposto, del tipo corrugato se all'interno di murature o interrato.

Ogni opera muraria connessa con la posa di scatole, cavidotti e gruppo di conversione sarà compresa nei costi preventivati.

- **La messa a terra**

Il collegamento al nodo equipotenziale di terra dei moduli e della struttura di sostegno avverrà, secondo la normativa vigente, mediante conduttore di sezione e marchiatura già specificata ai capoversi precedenti.

In particolare, la linea elettrica proveniente dai moduli fotovoltaici sarà messa a terra solamente tramite gli scaricatori di sovratensione per scariche di origine atmosferica con indicazione ottica di

fuori servizio e tasto “test”, seguendo le indicazioni della normativa CEI 81-10. Le connessioni al generatore fotovoltaico sono evidenziate nello schema elettrico allegato.

Per quanto concerne i telai dei moduli e la struttura di sostegno, se la resistenza elettrica fra la massa estranea (telai moduli) e la terra è  $> 1000 \Omega$ , tale struttura non verrà considerata massa estranea, e di conseguenza non dovrà essere collegata a terra.

Infatti, poiché la definizione di massa estranea (CEI 64-8 art. 2.1.27) è la seguente:

*Massa estranea è una parte conduttrice non facente parte dell'impianto elettrico, suscettibile di introdurre il potenziale di terra. In casi particolari si considerano masse estranee quelle suscettibili di introdurre altri potenziali.*

Ai fini della protezione dai contatti diretti, in condizioni ambientali ordinarie, è ammessa una tensione permanente sulle masse ordinarie prossima a 50 V.

In sede di normativa internazionale, si ritiene che un ambiente ordinario sia un ambiente che offra una resistenza verso terra della persona di almeno  $1000 \Omega$ .

Quindi si può affermare che il limite di resistenza verso terra per identificare una massa estranea è proprio  $1000 \Omega$ .

Per un valore di resistenza tra struttura e terra  $\leq 1000 \Omega$  il collegamento a terra verrà eseguito, in quanto la struttura sarà considerata massa estranea.

Il conduttore di protezione inoltre deve avere sezione uguale alla corrispondente sezione di fase quando questa è minore o uguale a  $16 \text{ mm}^2$  e sezione pari alla metà della sezione di fase, con un minimo di  $16 \text{ mm}^2$ , quando questa è maggiore di  $16 \text{ mm}^2$ .

- **Misuratore dell'energia immessa in rete**

I misuratori saranno installati in numero e nella posizione indicate dalle relative delibere dell'AEEG, dalla normativa, dalle prescrizioni del Distributore e dell'UTF.

- **Protezione contro i corto-circuiti**

#### Lato Corrente Alternata

Sarà verificata per ogni singolo conduttore la protezione dello stesso contro i corto-circuiti, secondo la relazione di seguito indicata:

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

Dove:

- $I^2t$  è l'energia specifica lasciata passare dai dispositivi di protezione per la durata del corto-circuito e ricavata dalle curve caratteristiche degli stessi fornite dai costruttori;
- $K$  è un coefficiente che tiene conto delle caratteristiche del conduttore ed assume i seguenti valori:
  - $115$  per conduttori in rame isolati in PVC;
  - $135$  per conduttori in rame isolati in gomma ordinaria o butilica;
  - $143$  per conduttori in rame isolati in gomma etilenpropilenica;
- $S$  è la sezione del conduttore (CEI 64-8/4 art. 434.3.2).

I dispositivi di protezione contro i corto-circuiti avranno potere d'interruzione non inferiore alla corrente massima di corto circuito presunta nel punto di installazione (CEI 64-8 art.434.3.1).

#### Lato Corrente Continua

Nel lato del sistema funzionante in corrente continua la protezione contro i corto-circuiti non può avvenire per mezzo di interruttori magnetotermici, in quanto la differenza dei valori tra la corrente elettrica di massima potenza e quella di corto-circuito non è sufficiente per poter essere rilevata dai normali interruttori magnetotermici nei tempi indicati dalla norma.

Si adotteranno pertanto interruttori sezionatori con fusibile di adeguata portata.

- **Protezione contro i sovraccarichi**

La protezione delle condutture contro i sovraccarichi sarà realizzata secondo le prescrizioni delle norme CEI 64-8 art. 433.2. Le caratteristiche dei dispositivi di protezione sono tali da soddisfare entrambe le seguenti condizioni:

$$I_b \leq I_n \leq I_z \qquad I_f \leq 1.45 I_z$$

Dove:

- $I_b$  è la corrente d'impiego del circuito;
- $I_z$  è la corrente in regime permanente della conduttura;
- $I_n$  è la corrente nominale del dispositivo di protezione;

- $I_f$  è la corrente che assicura l'effettivo funzionamento del dispositivo di protezione entro il tempo convenzionale in condizioni definite.

- **Protezione contro i contatti diretti**

La protezione contro i contatti diretti sarà fornita da un isolamento corrispondente alla tensione minima di prova richiesta per il circuito primario e da barriere ed involucri con grado di protezione  $\geq$  IPXXB per gli apparecchi a portata di mano, IPXXD per gli apparecchi fuori portata di mano.

- **Protezione contro i contatti indiretti**

Lato corrente alternata

Verranno protette contro i contatti indiretti tutte le parti conduttrici accessibili in prossimità degli impianti elettrici, normalmente non in tensione, ma che per cedimento dell'isolamento principale possono andare in tensione.

Nei sistemi TN, per attuare la protezione mediante dispositivi di protezione a tempo inverso o dispositivi differenziali, si richiede che sia soddisfatta, in qualsiasi punto del circuito la condizione:

$$Z_s I_a \leq U_o \quad (\text{art. 413.1.3 CEI 64-8/1})$$

Dove:

- $U_o$  è la tensione nominale verso terra in volt;
- $Z_s$  è l'impedenza dell'anello di guasto, in ohm, per guasto franco a terra;
- $I_a$  è il valore, in ampere, della corrente che provoca l'intervento del dispositivo di protezione entro il tempo di seguito definito:
  - a. Correnti terminali che alimentano (tramite o senza prese a spina) componenti elettrici mobili, portatili o trasportabili: tempi massimi di interruzione sono definiti nelle tabelle 41 della norma CEI 64-8/1
  - b. Correnti di distribuzione: tempo massimo ammesso è 5 secondi
  - c. Correnti terminali che alimentano componenti elettrici fissi: tempo massimo ammesso è 5 secondi purché siano verificate le condizioni descritte nell'art. 413.1.3.5 della norma CEI 64/8; in caso contrario tempi massimi sono definiti dalla tabella 41 A.

La quantità  $U_0/Z_s$  dovrà essere valutata nel caso peggiore, cioè con impedenza di guasto al valore massimo, a cui corrisponde la corrente di corto-circuito minima.

$$U_0 / Z_{s,max} = I_{cc,FPmin}$$

Poiché in un impianto fotovoltaico la corrente di corto- circuito è di poco superiore alla corrente nominale la protezione contro i contatti indiretti tramite dispositivo differenziale semplifica molto l'attenzione alle prescrizioni normative.

#### Lato corrente continua

Il generatore fotovoltaico in oggetto genera, come sopra esposto, una tensione maggiore di 120 V<sub>cc</sub> ed il sistema di alimentazione è di tipo IT in quanto isolato da terra. Questa tensione è superiore ai limiti concessi dalla norma CEI 64-8/1 art. 411.1.1, per considerare automaticamente assicurata la protezione combinata contro i contatti diretti e indiretti.

Si dovranno quindi adottare dei sistemi atti a ridurre tale tensione entro i limiti posti dalla norma, in modo che non si possano verificare tensioni di contatto pericolose che potrebbero verificarsi per cedimento dell'isolante dei cavi di connessione o altri tipi di guasto.

In particolare si dovranno seguire le seguenti indicazioni:

- Esecuzione dell'impianto relativo al generatore fotovoltaico come sistema IT;
- Adozione di cavi resistenti ad una tensione di prova minima pari a 0.6/1 kV e adatti all'installazione per esterno.

#### • **Dispositivi di protezione**

La protezione delle condutture contro i sovraccarichi, i corto-circuiti e i contatti indiretti sarà realizzata tramite apparecchi di protezione idonei all'installazione e al posizionamento entro scatole isolanti, provvisti di sganciatori magnetotermici (in c.a.) e di fusibili (in c.c.) per la protezione delle linee da sovracorrenti e corto-circuito e, per i circuiti in c.a., di sganciatori differenziali ad alta sensibilità per garantire la protezione delle persone contro i contatti indiretti e nel contempo la continuità di servizio delle varie sezioni dell'impianto.

I dispositivi di protezione modulari di nuova installazione saranno di fabbricazione conforme alle norme CEI 23-3 IV° edizione e presenteranno le seguenti caratteristiche (per corrente alternata):

- Tensione nominale = 230/400 V
- Frequenza nominale = 50/60 Hz

- Potere d'interruzione  $\geq 6\text{kA}$
  - Caratteristica di intervento: tipo C/U
  - Temperatura di funzionamento =  $-25/60^{\circ}\text{C}$
  - Grado di protezione: IP 20
- 
- **Dispositivi di sezionamento**

I dispositivi di sezionamento saranno scelti in ottemperanza alle norme CEI 11-20 VI° edizione.

## **5. COLLAUDO E GARANZIE**

- **Collaudo**

L'impianto verrà collaudato secondo quanto indicato dalla norma CEI 64-8/6.

L'installatore impiegherà la specifica strumentazione richiesta da questo tipo di installazioni e rilascerà un rapporto di "verifica tecnico-funzionale", oltre che la consueta dichiarazione ai sensi del decreto 22/1/08 n°37.

- **Garanzie**

L'intero impianto sarà garantito per un periodo non inferiore a due anni dalla data del collaudo dell'impianto stesso. I moduli fotovoltaici godranno di una garanzia sulle prestazioni di 25 anni.

## 6. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

<i>Norme, leggi o decreti</i>	<i>Descrizione</i>
DPR 547 del 27/4/1955	Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro
DPR 447 del 6/12/1991	Regolamento di attuazione della legge n°46 del 5/3/1990
Legge n°186 del 1/3/1968	Impianti elettrici
Legge n°46 del 5/3/1990 e Decreto 37 del 22/1/2008	Norme per la sicurezza degli impianti e regolamento sulle disposizioni degli impianti elettrici
Legge n° 791 del 18/10/1977	Libera circolazione del materiale elettrico B.T.
D. Lgs 626/94	Sicurezza sul lavoro
<i>Norme CEI</i>	<i>Descrizione</i>
CEI 17-5	Interruttori automatici per c.a. a tensione nominale fino a 1000 V
CEI 11-20	Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria
CEI 11-17	Calcolo delle correnti di corto-circuito nelle reti trifase a corrente alternata
CEI 20-19	Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V
CEI 20-20	Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V
CEI 20-22	Cavi isolati in PVC non propaganti la fiamma per tensioni fino a 1000 V
CEI 23-3	Interruttori automatici di sovracorrente per usi domestici e similari
CEI 23-5	Interruttori e commutatori per usi domestici e similari
CEI 23-8	Tubi protettivi rigidi in PVC e accessori
CEI 23-9	Apparecchi di comando non automatici per installazione fissa per uso domestico e similare
CEI 23-11	Interruttori e commutatori per apparecchi per uso domestico e similare
CEI 2-12	Prese a spina per usi industriali
CEI 23-14	Tubi protettivi flessibili in PVC e loro accessori
CEI 23-18	Interruttori differenziali per usi domestici e similari

CEI 23-25	Tubi per installazioni elettriche
CEI 64-8	Impianti elettrici utilizzatori a tensione $\leq 1000$ V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua
CEI 82-25	Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di media e bassa tensione
CEI EN 60904-1 1998	Dispositivi fotovoltaici - Misura delle caratteristiche fotovoltaiche tensione-corrente
CEI EN 60904-2 1997	Dispositivi fotovoltaici – Prescrizioni per le celle fotovoltaiche
CEI EN 60904-3 1998	Dispositivi fotovoltaici – Principi di misura per sistemi solari fotovoltaici per uso terrestre e irraggiamento spettrale di riferimento
CEI EN 61173 1998	Protezione contro le sovratensioni dei sistemi fotovoltaici per la produzione di energia
CEI EN 60904-6 1996	Dispositivi fotovoltaici – Requisiti dei moduli solari di riferimento
CEI EN 61215 1997	Moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri – Qualifica del progetto e omologazione del tipo
CEI EN 61727 1997	Sistemi fotovoltaici – Caratteristiche dell’interfaccia di raccordo alla rete
CEI EN 61725 1998	Espressione analitica dell’andamento giornaliero dell’irraggiamento solare
CEI EN 61829 1999	Schiere di moduli FV in silicio cristallino – Misura sul campo della caratteristica I-V
DM 30852 1994	Normative antisismiche per le strutture di sostegno
DM MLP 12/2/1982	Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e norme tecniche per i carichi di sovraccarichi per le strutture di sostegno
CNR-UNI 10011 1988	Costruzioni in acciaio – Istruzioni per il calcolo, l’esecuzione, il collaudo e la manutenzione delle strutture di sostegno
CNR-UNI 10012 1988	Istruzioni per la valutazione delle “Azioni sulle costruzioni”
CNR-UNI 10022 1984	Profili in acciaio formati a freddo per l’impiego nelle costruzioni
CEI 22-2 1998	Convertitori elettronici di potenza per applicazioni industriali
CEI EN 60146-1-1 1997	Convertitori a semiconduttori – Prescrizioni generali e convertitori commutati da linea
CEI EN 50081-1-2 1997	Compatibilità elettromagnetica – Norma generica sull’emissione,

	parte 1
CEI EN 61000-3-2 1997	Compatibilità elettromagnetica - Norma generica sull'emissione, parte 3
CEI EN 60555-1	Disturbi nelle reti di alimentazione prodotti da apparecchi elettrodomestici e da equipaggiamenti elettrici
CEI EN 60439-1 1998	Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione - parte 1
CEI EN 60439-2 1997	Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione – parte 2
CEI EN 60439-3 1997	Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione – parte 3
CEI EN 60445	Individuazione dei morsetti e degli apparecchi e delle estremità dei conduttori designati e regole generali per un sistema alfanumerico
CEI EN 60529	Grado di protezione degli involucri (codice IP)
CEI EN 60099-1-2	Scaricatori
CEI EN 60719 1997	Calcolo dei valori minimi e massimi delle dimensioni medie esterne dei conduttori e dei cavi con conduttori rotondi in rame e con tensione nominale inferiore a 450/750 V
CEI 11-37 1996	Guida per l'esecuzione degli impianti di terra di stabilimenti per sistemi di I, II e III categoria
CEI 64-12 1998	Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale terziario
CEI 81-10	Protezione di strutture contro i fulmini
CEI 81-3	Valori medi del numero di fulmini a terra per anno e per km <sup>2</sup>
CEI 81-4	Valutazione del rischio dovuto a fulmine
CEI 0-2	Guida per la definizione della documentazione di progetto per impianti elettrici
CEI 0-3	Guida per la compilazione della documentazione per la legge n°46/90
UNI 10349	Riscaldamento e raffrescamento degli edifici – dati
CEI EN 61724	Rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici
IEC 60364-7-712	Electrical installations of buildings

## **PROPRIETA' INTELLETTUALE**

Legge n°146 del 12/3/1957 (art. 8 – proprietà intellettuale)

La proprietà intellettuale dei lavori originali, dei disegni, dei progetti e di quant'altro rappresenta l'opera del perito industriale resta sempre riservata a quest'ultimo in base alle leggi sulla proprietà intellettuale.

Resta salva la facoltà del committente di trarre il numero strettamente necessario di copie conformi che possano risultare necessarie per l'esecuzione dell'appalto.

**ALLEGATO AL PROGETTO ESECUTIVO DI UN IMPIANTO  
FOTOVOLTAICO DA 39.6 kWp CONNESSO ALLA RETE  
ELETTRICA E DISLOCATO NEL SITO AD USO INDUSTRIALE  
NEL COMUNE DI CONA (VE)**

**Energia producibile dall'impianto fotovoltaico**

Committente: **Logistica Fratelli Ferrara s.r.l.**  
**Via Vivaldi 1/3/5**  
**Località Cantarana**  
**30010 Cona (VE)**

Il tecnico

## 1. Irraggiamento solare

- **Tabella dell'irradiazione solare annua su piano inclinato con inclinazione 30°**

<b>Produzione elettrica e irraggiamento per inclinazione=30° e orientazione=-7°</b>				
<b>Mese</b>	<i>Produzione elettrica media giornaliera <math>E_d</math> (kWh/kWp)</i>	<i>Produzione elettrica media mensile <math>E_m</math> (kWh/kWp)</i>	<i>Irraggiamento medio giornaliero <math>H_d</math> (kWh/ m<sup>2</sup>)</i>	<i>Irraggiamento medio mensile <math>H_m</math> (kWh/ m<sup>2</sup>)</i>
Gen	1.65	51.2	2.01	62.2
Feb	2.09	58.5	2.58	72.3
Mar	2.95	91.4	3.79	117
Apr	3.51	105	4.61	138
Mag	3.84	119	5.21	161
Giu	4.26	128	5.94	178
Lug	4.38	136	6.13	190
Ago	4.00	124	5.56	172
Set	3.53	106	4.78	143
Ott	2.48	77.0	3.22	99.9
Nov	1.76	52.8	2.21	66.2
Dic	1.30	40.3	1.59	49.3
<b>Media</b>	<b>2.98</b>	<b>90.7</b>	<b>3.98</b>	<b>121</b>
<b>Totale annuo</b>	<b>1090</b>		<b>1450</b>	

*Fonte: Commissione Europea del Fotovoltaico (PVGIS)*

- Località: 45°11'57'' di latitudine Nord e 12°5'55'' di longitudine Est; altitudine: 0 m.s.l.;
- Città più vicina: Chioggia, Italy (distante 15 km);
- Potenza nominale del sistema FV: 39.6 kW;
- Tecnologia FV: silicio cristallino;
- Inclinazione dei moduli: 30°;
- Orientazione (azimut): -7°;
- Stima delle perdite causate dalla temperatura: 9.8% (usando dati di temperatura locale);
- Stima delle perdite causate dall'effetto angolare di riflessione: 2.9%;
- Altre perdite (cavi, inverter, etc.): 14%;

- Totale delle perdite di sistema: 24.7%.

Si assume quindi come quantità di irradiazione annua per la zona di Cona un valore pari a:

$$I_r = 1450 \text{ kWh} / \text{m}^2 / \text{anno}$$

Si ricava dalla stima secondo PVGIS, JRC European Commission, una produzione di energia elettrica attesa per il dato impianto di:

$$I_{att} = 43100 \text{ kWh} / \text{anno}$$

## 2. Produzione media annua di energia elettrica

Per l'impianto fotovoltaico della potenza complessiva installata di 39.6 kWp, con un irraggiamento su superficie inclinata pari a 1450 kWh/m<sup>2</sup>/anno (dato ricavato dal database PVGIS del centro JRC della Commissione Europea), l'energia totale cedibile sulla rete di distribuzione elettrica e avente pieno diritto alle tariffe incentivate per la fonte fotovoltaica ammonta, per il primo anno, a 43100 kWh.

A titolo informativo, l'efficienza globale dell'impianto alla consegna in bassa tensione al momento del collaudo sarà pari almeno al 75.3%.

La produttività ideale dell'impianto fotovoltaico in oggetto è da calcolarsi secondo la seguente formula:

$$P_{id} = I_{mis} \frac{P_{att}}{I_{att}}$$

Dove:

- $P_{att}$  = produttività attesa (funzione dell'efficienza globale dell'impianto e del dato di irraggiamento fornito da PVGIS);
- $I_{att}$  = irraggiamento atteso;
- $I_{mis}$  = irraggiamento misurato mediante piranometri;
- $P_{id}$  = produttività ideale (funzione irraggiamento misurato).

### **3. Risparmio ecologico totale**

Da valore di energia totale ottenuta dall'impianto fotovoltaico in oggetto si può ricavare che:

- il risparmio di tonnellate equivalenti di petrolio ogni anno sarà pari a: 9.5 TEP;
- il risparmio di TEP per la durata del contratto (20 anni) sarà pari a: 190 TEP;
- l'emissione di CO<sub>2</sub> in atmosfera evitata ogni anno sarà pari a: 22920 kg;
- l'emissione di CO<sub>2</sub> in atmosfera evitata nei 20 anni sarà pari a: 458.4 t.