



COMUNE DI ASTI

ADEGUAMENTO SISMICO, RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA,
ABBATTIMENTO DELLE BARRIERE ARCHITETTONICHE E MESSA IN SICUREZZA
DELLA SCUOLA PER L'INFANZIA "DE BENEDETTI".

PROGETTO ESECUTIVO

AGGIORNAMENTO A SEGUITO DI VERIFICA PROGETTUALE DA PARTE
DELLA "REGIONE PIEMONTE" DIREZIONE OOPP, DIFESA SUOLO,
MONTAGNA, FORESTE PROTEZIONE CIVILE, TRASPORTI E LOGISTICA
SETT. TECNICO REG. ALESSANDRIA ED ASTI

MAGGIO 2019

COMMITENZA

Comune di Asti

Il Responsabile del Procedimento, Dirigente LL/PP, Edilizia Pubblica
Ing. Paolo Toscano

Piazza Catena 3
14100 Asti



Progettazione architettonica e strutturale
Coordinamento per la sicurezza in fase progettuale

Arch. Cinzia Gotta

Via G.B. Gandino 38
12042 Bra (CN)

DOCUMENTO B

ai sensi dell'art. 33 del D.P.R. 207/2010

Elaborato B11

RELAZIONE TECNICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO

ed.	rev.	descrizione	redatto	controllato	approvato	data
						MAGGIO 2019

CUP: G31F18000730001

fase:PE

**ADEGUAMENTO SISMICO, RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA,
ABBATTIMENTO DELLE BARRIERE ARCHITETTONICHE E MESSA IN SICUREZZA
DELLA SCUOLA PER L'INFANZIA "DE BENEDETTI"**

RELAZIONE IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Il sottoscritto Carpinato Salvatore, Perito Industriale, iscritto all'Albo dei Periti Industriali della Provincia di Cuneo al n°09, domiciliato presso lo "Studio Tecnico CARPINATO di Carpinato S., Amprimo M. e Chirico G. Periti Industriali", con sede in via Giovanni Agnelli, 5 a Beinette (CN) relaziona sull'impianto elettrico da realizzare a servizio del generatore fotovoltaico che sarà installato a servizio della Scuola dell'Infanzia "G. DE BENEDETTI" in Asti.

NORMATIVA E LEGGI DI RIFERIMENTO

La normativa e le leggi di riferimento adoperate per la progettazione e l'installazione degli impianti fotovoltaici sono:

- Norme CEI/IEC per la parte elettrica convenzionale;
- Norme CEI/IEC e/o JRC/ESTI per i moduli fotovoltaici; in particolare, la CEI EN 61215 per moduli al silicio cristallino e la CEI EN 61646 per moduli a film sottile;
- Conformità al marchio CE per i moduli fotovoltaici e per il convertitore c.c./c.a.;
- UNI 10349, o Atlante Europeo della Radiazione Solare, per il dimensionamento del campo fotovoltaico;
- UNI/ISO per le strutture meccaniche di supporto e di ancoraggio dei moduli fotovoltaici.

Si richiamano, inoltre, le norme EN 60439-1 e IEC 439 per quanto riguarda i quadri elettrici, le norme CEI 110-31 e le CEI 110-28 per il contenuto di armoniche e i disturbi indotti sulla rete dal convertitore c.c./c.a., le norme CEI 110-1, le CEI 110-6 e le CEI 110-8 per la compatibilità elettromagnetica (EMC) e la limitazione delle emissioni in RF.

Circa la sicurezza e la prevenzione degli infortuni, si ricorda:

- Il D.Lgs. 81/08 e successive modificazioni e integrazioni, per la sicurezza e la prevenzione degli infortuni sul lavoro;
- Il Decreto 22/01/2008 n° 37 per la sicurezza elettrica.

Per quanto riguarda il collegamento alla rete e l'esercizio dell'impianto, le scelte progettuali devono essere conformi alle seguenti normative e leggi:

- Norma CEI 0-21 per il collegamento alla rete pubblica,
- Guida per le connessioni alla rete elettrica di Enel Distribuzione
- Delibera AEEG ARG/elt 99/08 (testo integrato delle connessioni attive) in vigore dal 1° gennaio 2009
- D.lgs 26/07 e D.lgs 504/95 per gli aspetti fiscali: l'esercizio di impianti da fonti rinnovabili di potenza superiore a 20kW che consumano anche solo in parte l'energia prodotta, sono soggetti agli obblighi della denuncia di officina elettrica per il rilascio della Licenza di Esercizio di Officina Elettrica e all'imposta erariale e alle relative addizionali (rif. Circolare Agenzia delle Dogane 28/05/07 n° 17/D e circolare Agenzia delle entrate 19/7/07 n° 46/e)

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

DIMENSIONAMENTO, PRESTAZIONI E GARANZIE

La quantità di energia elettrica producibile sarà calcolata sulla base dei dati radiometrici di cui alla illustrati nella norma UNI 8477-1.

Gli impianti di potenza compresa tra 1kWp e 50kWp verranno progettati per avere una potenza attiva, lato corrente alternata, superiore al 75% del valore della potenza nominale dell'impianto fotovoltaico, riferita alle condizioni STC.

ANALISI DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Il presente progetto è relativo alla realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica tramite conversione fotovoltaica, avente una potenza di picco pari a 12.960 Wp.

Dati relativi al committente	
Committente:	COMUNE di ASTI
Indirizzo:	P.zza. San secondo, 1
Recapito telefonico:	0141.399111
Codice fiscale / Partita IVA:	P.IVA: 00072360050

Località di realizzazione dell'intervento	
Indirizzo:	Via Giuseppe Cecchin, 18 ASTI (AT)
Destinazione d'uso dell'immobile:	Impianto posizionato su tetto
Potenza contrattuale:	12,960 kW
Codice POD:	nuovo impianto
Intestatario utenza:	COMUNE DI ASTI
Tipologia fornitura:	Bassa Tensione 400V

Dati relativi al posizionamento del generatore FV	
Posizionamento del generatore FV:	Posizionato su tetto
Angolo di azimut del generatore FV:	0°
Angolo di tilt del generatore FV:	3°
Fattore di albedo:	Erba verde
Fattore di riduzione delle ombre k_{ombre} :	0,90

SITO DI INSTALLAZIONE

Il campo fotovoltaico sarà esposto con un orientamento azimutale a 0° rispetto al Sud e avrà un'inclinazione rispetto all'orizzonte di 3°(tilt).

Tale esposizione è la più idonea al fine di massimizzare l'energia producibile. L'impianto sarà installato sulla copertura della Scuola per l'Infanzia "De Benedetto".

E' stato scelto un fattore di riduzione delle ombre del 0,90, garantendo così che le perdite di energia derivanti da fenomeni di ombreggiamento non siano superiori al 5% su base annua.

DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO

L'impianto fotovoltaico sarà costituito da 48 moduli di tipo policristallino suddivisi in 4 stringhe da 12 moduli l'una per una superficie totale di 80 m².

Si prevede di utilizzare un convertitore statico da 15kW.

RADIAZIONE SOLARE E ANALISI DELLE OMBRE

La valutazione della risorsa solare disponibile è stata effettuata prendendo come riferimento la località che dispone dei dati storici di radiazione solare nelle immediate vicinanze di Asti.

In base alla Norma UNI 10349 la località che meglio identifica quanto sopra esposto è Asti.

E' stato scelto un fattore di riduzione delle ombre pari a 0,90.

IRRAGGIAMENTO SOLARE AD ASTI - AT

Luogo: 44°21'57" Nord, 7°38'52" Est, Quota: 489 m.s.l.m.,

Potenza nominale del sistema FV: 12,960 kW (silicio cristallino)

Stime di perdite causata dalla temperatura: 12.8% (usando temperatura esterna locale)

Stima di perdite causate da effetti di riflessione: 3.5%

Altre perdite (cavi, inverter, ecc.): 14.0%

Perdite totali del sistema FV: 27.7%

Sistema fisso: inclinazione=3°, orientamento=0°				
Mese	E_d	E_m	H_d	H_m
Gen	32.00	991	2.07	64.3
Feb	42.00	1180	2.75	77.0
Mar	61.40	1900	4.13	128
Apr	71.80	2150	4.97	149
Mag	80.60	2500	5.75	178
Giu	92.30	2770	6.77	203
Lug	93.20	2890	6.88	213
Ago	83.50	2590	6.11	189
Set	68.60	2060	4.84	145
Ott	47.90	1490	3.28	102
Nov	34.50	1040	2.29	68.7
Dic	27.90	865	1.83	56.6
Media annuale	61.4	1870	4.31	131
Totale per l'anno	13200		1570	

E_d : Produzione elettrica media giornaliera dal sistema indicata (kWh)

E_m : Produzione elettrica media mensile dal sistema indicata (kWh)

H_d : Media dell'irraggiamento giornaliero al metro quadro ricevuto dai pannelli del sistema (kWh/m²)

H_m : Media dell'irraggiamento al metro quadro ricevuto dai pannelli del sistema (kWh/m²)

SPECIFICHE TECNICHE DEI COMPONENTI

GENERATORE FOTOVOLTAICO

Il generatore fotovoltaico si comporrà di moduli del tipo "HELIOS modello HMA214P" (policristallini), con una vita utile stimata di oltre 20 anni senza degrado significativo delle prestazioni.

Le altre caratteristiche del generatore fotovoltaico sono:

Numero moduli:	48
Potenza nominale:	270 Wp
Celle:	Silicio policristallino alta efficienza
Tensione circuito aperto V_{oc} :	38,64 V
Corrente di corto circuito I_{sc} :	8,67A
Tensione V_{MP} :	32,89V
Corrente I_{MP} :	8,21 A
Grado di efficienza:	16,57 %
Dimensioni:	1645 mm x 990 mm

La potenza complessiva da raggiungere sarà di $48 \times 270 \text{ Wp} = 12960 \text{ Wp}$. Pertanto il campo fotovoltaico sarà così configurato:

Numero di stringhe:	2
Numero di moduli per stringa:	24
Tensione V_{MP} a 25°C:	789
Corrente I_{MP} a 25°C:	$8,67 \times 1 = 8,67 \text{ A}$ ogni stringa
Superficie complessiva moduli:	$1645 \text{ mm} \times 990 \text{ mm} \times 48 = 79 \text{ m}^2$

I valori di tensione alle varie temperature di funzionamento (minima, massima e d'esercizio) rientrano nel range di accettabilità ammesso dall'inverter.

I moduli saranno forniti di diodi di by-pass. Ogni stringa di moduli sarà munita di diodo di blocco per isolare ogni stringa dalle altre in caso di accidentali ombreggiamenti, guasti, etc.

La linea elettrica proveniente dai moduli fotovoltaici sarà messa a terra mediante appositi scaricatori di sovratensione con indicazione ottica di fuori servizio, al fine di garantire la protezione dalle scariche di origine atmosferica.

STRUTTURE DI SOSTEGNO DEI MODULI

Il piano dei moduli è inclinato rispetto all'orizzontale di 3°(tilt) e ha un orientamento azimutale di 0° rispetto al Sud. I moduli verranno montati su dei supporti in acciaio zincato ancorati al tetto, avranno tutti la medesima esposizione. Gli ancoraggi della struttura saranno strutturati in modo da resistere a raffiche di vento fino alla velocità di 120 km/h. La scelta della tipologia della struttura di sostegno è stata effettuata in funzione dell'ubicazione dei moduli che sarà, come detto, posizionata su tetto.

GRUPPI DI CONVERSIONE

Il gruppo di conversione è composto da un convertitore statico (inverter).

Il convertitore c.c./c.a. utilizzato è idoneo al trasferimento della potenza dal campo fotovoltaico alla rete del distributore, in conformità ai requisiti normativi tecnici e di sicurezza applicabili. I valori della tensione e della corrente di ingresso di questa apparecchiatura sono compatibili con quelli del rispettivo campo fotovoltaico, mentre i valori della tensione e della frequenza in uscita sono compatibili con quelli della rete alla quale viene connesso l'impianto.

Le caratteristiche principali del gruppo di conversione sono:

- Inverter a commutazione forzata con tecnica PWM (pulse-width modulation), senza clock e/o riferimenti interni di tensione o di corrente, assimilabile a "sistema non idoneo a sostenere la tensione e frequenza nel campo normale", in conformità a quanto prescritto per i sistemi di produzione dalla norma CEI 0-21 e dotato di funzione MPPT (inseguimento della massima potenza).
- Ingresso lato cc da generatore fotovoltaico gestibile con poli non connessi a terra, ovvero con sistema IT.
- Rispondenza alle norme generali su EMC e limitazione delle emissioni RF: conformità norme CEI 110-1, CEI 110-6, CEI 110-8.
- Protezioni per la sconnessione dalla rete per valori fuori soglia di tensione e frequenza della rete e per sovracorrente di guasto in conformità alle prescrizioni delle norme CEI 0-21 ed a quelle specificate dal distributore elettrico locale. Reset automatico delle protezioni per predisposizione ad avviamento automatico.
- Conformità marchio CE.
- Grado di protezione adeguato all'ubicazione in prossimità del campo fotovoltaico (IP65).
- Dichiarazione di conformità del prodotto alle normative tecniche applicabili, rilasciato dal costruttore, con riferimento a prove di tipo effettuate sul componente presso un organismo di certificazione abilitato e riconosciuto.
- Campo di tensione di ingresso adeguato alla tensione di uscita del generatore FV.
- Efficienza massima 96,8% della potenza nominale.

Il gruppo di conversione sarà composto da n°1 inverter FRONIUS O SIMILARE 10065REL"

Le caratteristiche tecniche degli inverter scelti per parte dei moduli policristallini installati sono le seguenti:

Costruttore Inverter:	FRONIUS
Tipo inverter:	SYMO 15.0-3-M
Ingresso max:	15000 Wp
Tensioni in ingresso consentite:	600Vdc
Corrente massima in ingresso:	27 A per ciascun canale

SISTEMA DI CONTROLLO E MONITORAGGIO (SCM)

Il sistema di controllo e monitoraggio del sistema, permette per mezzo di un computer ed un software dedicato, di interrogare in ogni istante l'impianto al fine di verificare la funzionalità degli inverter installati con la possibilità di visionare le indicazioni tecniche (Tensione, corrente, potenza etc.) di ciascun inverter.

E' possibile inoltre leggere nella memoria eventi del convertitore tutte le grandezze elettriche dei giorni passati.

DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO

In base alle norme UNI 8477-1 e UNI 10349, l'irraggiamento calcolato sui moduli esposti a 0° rispetto al Sud ed inclinati rispetto all'orizzonte di 30° con un fattore di albedo scelto quale Erba verde risulta essere pari a 1570 kWh/m².

La potenza alle condizioni STC (irraggiamento dei moduli di 1000 W/m² a 25° C di temperatura) risulta essere:

$$P_{STC} = P_{MODULO} \times N^{\circ}_{MODULI} = 270 \times 48 = 12.960 \text{ Wp}$$

Considerando un'efficienza del B.O.S. (Balance of system) del 85% che tiene conto delle perdite dovute a diversi fattori quali: maggiori temperature, superfici dei moduli polverose, differenze di rendimento tra i moduli, perdite dovute al sistema di conversione la potenza sul lato c.a. sarà uguale a:

$$P_{CA} = P_{STC} \times 85\% = 11.016 \text{ Wp}$$

L'energia producibile su base annua dal sistema fotovoltaico è data da:

$$E [\text{kWh/anno}] = I \times A \times K_{OMBRE} \times R_{MODULI} \times R_{BOS}$$

In cui:

- I = irraggiamento medio annuo = 1570 kWh/m²
- A = superficie totale dei moduli = 79 m²
- K_{OMBRE} = Fattore di riduzione delle ombre = 0,90
- R_{MODULI} = rendimento di conversione dei moduli = 16,57%
- R_{BOS} = RENDIMENTO DEL b.o.s. = 85%

Pertanto, applicando la formula abbiamo:

$$E = 1570 \times 79 \times 0,90 \times 16,57\% \times 85\% = 15.722,10 \text{ kWh/anno}$$

Il valore di 15.722,10kWh/anno è l'energia che il sistema fotovoltaico, che è esposto a Sud, produrrà in un anno in condizioni ottimali e se non vi sono interruzioni nel servizio.

VERIFICA TECNICO - FUNZIONALE

Al termine dei lavori l'installatore dell'impianto effettuerà le seguenti verifiche tecnico-funzionali:

- Corretto funzionamento dell'impianto fotovoltaico nelle diverse condizioni di potenza generata e nelle varie modalità previste dal gruppo di conversione (accensione, spegnimento, mancanza rete, ecc.);
- Continuità elettrica e connessioni tra moduli;
- Messa a terra di masse e scaricatori;
- Isolamento dei circuiti elettrici dalle masse;

L'impianto deve essere realizzato con componenti che assicurino l'osservanza delle due seguenti condizioni:

- a) Condizione da verificare : $P_{CC} > 0,85 \cdot P_{nom} \cdot I / I_{STC}$;
- b) Condizione da verificare : $P_{Ca} > 0,90 \cdot P_{CC}$.

CONCLUSIONI

Dovranno essere emessi e rilasciati dall'installatore i seguenti documenti:

- Manuale di uso e manutenzione, inclusivo della pianificazione consigliata degli interventi di manutenzione;
- Dichiarazione attestante le verifiche effettuate e il relativo esito;
- Dichiarazione di conformità ai sensi del D.M. 37/08;
- Certificazione rilasciata da un laboratorio accreditato circa la conformità alla norma CEI EN 61215, per moduli al silicio cristallino, e alla CEI UN 61646 per moduli a film sottile;
- Certificazione rilasciata da un laboratorio accreditato circa la conformità del convertitore c.c./c.a. alle norme vigenti e, in particolare, alle CEI 0-21 qualora venga impiegato il dispositivo di interfaccia interno al convertitore stesso;
- Certificati di garanzia relativi alle apparecchiature installate;
- Garanzia sull'intero impianto e sulle relative prestazioni di funzionamento.

La ditta installatrice, oltre ad eseguire scrupolosamente quanto indicato nel presente progetto, dovrà eseguire tutti i lavori nel rispetto della REGOLA D'ARTE.

Il tecnico incaricato

CARPINATO per. ind. Salvatore

Allegati:

- Disegno C/PFI01

