

COMUNE DI MARZABOTTO
Provincia di Bologna

REALIZZAZIONE DI IMPIANTI FOTOVOLTAICI CONNESSI ALLA RETE
ELETTRICA DI DISTRIBUZIONE SU EDIFICI PUBBLICI DEL
CAPOLUOGO.

Lotto A) della potenza di 19,2 kWp nell'edificio scuola elementare
del capoluogo

Lotto B) della potenza di 33,6 kWp con rimozione amianto e
rifacimento della copertura nell'edificio magazzino comunale del
capoluogo

PROGETTO DEFINITIVO

**RELAZIONE TECNICA
CALCOLI PRELIMINARI**

Marzabotto (Bo), 29/06/2012

PROGETTAZIONE

C.I.S.A. associazione
Centro Innovazione Sostenibilità Ambientale
Piazza Libertà 13 - 40046 Porretta Terme (BO)
Tel/Fax 0534 521104 - cell. 329 4122589
info@centrocisa.it - www.centrocisa.it
P.IVA / C.F. 02575121203


Ing. Riccardo Vannini

1. PREMESSA

Il Comune di Marzabotto , in qualità di Ente proprietario e gestore degli immobili in oggetto, si propone di realizzare impianti fotovoltaici con l'obiettivo di produrre, in maniera ecocompatibile e rinnovabile, un quantitativo di energia elettrica significativo in rapporto al fabbisogno energetico annuo degli immobili sui quali si interviene e di altri immobili comunali. L'energia elettrica dovrà essere immessa nella rete nazionale secondo le disposizioni del Decreto Bersani (D.M. del 19/02/2007) o Nuovo Conto Energia secondo lo schema dello scambio sul posto, avvalendosi eventualmente anche di quanto disposto dall'art. 27 comma della Legge 23 luglio 2009, n. 99 in merito alla possibilità per i Comuni fino a 20.000 residenti, di individuare un punto di prelievo dell'energia scambiata con la rete diverso dal punto di immissione.

In particolare il presente progetto prevede la realizzazione di impianti fotovoltaici:

- sulla copertura della scuola elementare del capoluogo (*Lotto A*)
- sulla copertura magazzino comunale previa rimozione amianto e rifacimento copertura (*Lotto B*).

Con questo secondo intervento si viene così a compiere anche un ulteriore importante passo nel miglioramento delle condizioni ambientali.

Gli interventi vengono di seguito singolarmente descritti con riferimento anche al dimensionamento degli impianti ed alla specificazione delle caratteristiche delle apparecchiature.

COMUNE DI MARZABOTTO

Provincia di Bologna

REALIZZAZIONE DI IMPIANTI FOTOVOLTAICI CONNESSI ALLA RETE ELETTRICA DI DISTRIBUZIONE SU EDIFICI PUBBLICI DEL CAPOLUOGO.

Lotto A) della potenza di 19,2 kWp nell'edificio scuola elementare

PROGETTO DEFINITIVO

POTENZA NOMINALE: **19,20 kWp**

TIPOLOGIA: **SU EDIFICIO - SCAMBIO SUL POSTO**

LOCALITA': **Via Musolesi,9 - 40043 Marzabotto (Bo)**

Marzabotto (Bo), 29/06/2012

PROGETTAZIONE

C.I.S.A. associazione
Centro Innovazione Sostenibilità Ambientale
Piazza Libertà 13 - 40046 Porretta Terme (BO)
Tel/Fax 0534 521104 - cell. 329 4122589
info@centrocisa.it - www.centrocisa.it
P.IVA / C.F. 02575121203

Ing. Federico Vannini

1. Premessa

Il presente progetto è strutturato secondo quanto previsto dalla guida CEI 0-2.

2. Ubicazione

L'impianto fotovoltaico sarà installato su copertura di edificio scolastico sito in via Musolesi, 9 nel comune di Marzabotto (Bo). L'impianto da realizzare è stato dimensionato rispetto alla richiesta di potenza del cliente.

3. Dati relativi alla connessione esistente

Il committente, proprietario della copertura sulla quale verrà installato l'impianto è già connesso alla rete elettrica nazionale in bassa tensione con sistema di distribuzione trifase.

4. Impianto fotovoltaico

L'impianto fotovoltaico sarà costituito da 4 generatori afferenti a 4 inseguitori di massima potenza (MPPT) contenuti in un totale di due inverter trifase (due inseguitori per ogni inverter).

4.1. Generatore fotovoltaico A

Il generatore fotovoltaico **A** risulta così composto:

<i>n° generatori costituenti l'impianto FV</i>	2
<i>Valori caratteristici risultanti - Generatore A</i>	
n° stringhe/sottocampo	2
n° moduli/stringa	10
n° moduli totali generatore	20
Potenza di picco sottocampo, $P_{p\text{stc}}$	4,800 kWp
Tensione nominale stringa, $V_{\text{nom,mp}}$	297,00 V
Tensione a Vuoto in ingresso al convertitore (STC), $V_{\text{VO,STC}}$	367,00 V
Tensione a circuito aperto a -10°C stringa, $V_{\text{oc,-10°C}}$	410,67 V
Tensione alla massima potenza a -10°C stringa, $V_{\text{mp,-10°C}}$	340,67 V
Tensione alla massima potenza a +70°C stringa, $V_{\text{mp,+70°C}}$	240,85 V
Corrente nominale di sottocampo a +70°C, $I_{\text{mp,+70°C}}$	16,57 A

4.2. Generatore fotovoltaico B

Il generatore fotovoltaico **B** risulta così composto:

<i>n° generatori costituenti l'impianto FV</i>	2
<i>Valori caratteristici risultanti - Generatore B</i>	
n° stringhe/sottocampo	2
n° moduli/stringa	10
n° moduli totali generatore	20
Potenza di picco sottocampo, $P_{p\text{stc}}$	4,800 kWp
Tensione nominale stringa, $V_{\text{nom,mp}}$	297,00 V

Tensione a Vuoto in ingresso al convertitore (STC), $V_{VO,STC}$	367,00 V
Tensione a circuito aperto a -10°C stringa, $V_{OC,-10^{\circ}C}$	410,67 V
Tensione alla massima potenza a -10°C stringa, $V_{mp,-10^{\circ}C}$	340,67 V
Tensione alla massima potenza a +70°C stringa, $V_{mp,+70^{\circ}C}$	240,85 V
Corrente nominale di sottocampo a +70°C, $I_{mp,+70^{\circ}C}$	16,57 A

4.3. Generatore fotovoltaico B

Il generatore fotovoltaico **B** risulta così composto:

<i>n° generatori costituenti l'impianto FV</i>	2
<i>Valori caratteristici risultanti - Generatore C</i>	
n° stringhe/sottocampo	2
n° moduli/stringa	10
n° moduli totali generatore	20
Potenza di picco sottocampo, $P_{p_{stc}}$	4,800 kWp
Tensione nominale stringa, $V_{nom,mp}$	297,00 V
Tensione a Vuoto in ingresso al convertitore (STC), $V_{VO,STC}$	367,00 V
Tensione a circuito aperto a -10°C stringa, $V_{OC,-10^{\circ}C}$	410,67 V
Tensione alla massima potenza a -10°C stringa, $V_{mp,-10^{\circ}C}$	340,67 V
Tensione alla massima potenza a +70°C stringa, $V_{mp,+70^{\circ}C}$	240,85 V
Corrente nominale di sottocampo a +70°C, $I_{mp,+70^{\circ}C}$	16,57 A

4.4. Generatore fotovoltaico B

Il generatore fotovoltaico **B** risulta così composto:

<i>n° generatori costituenti l'impianto FV</i>	2
<i>Valori caratteristici risultanti - Generatore D</i>	
n° stringhe/sottocampo	2
n° moduli/stringa	10
n° moduli totali generatore	20
Potenza di picco sottocampo, $P_{p_{stc}}$	4,800 kWp
Tensione nominale stringa, $V_{nom,mp}$	297,00 V
Tensione a Vuoto in ingresso al convertitore (STC), $V_{VO,STC}$	367,00 V
Tensione a circuito aperto a -10°C stringa, $V_{OC,-10^{\circ}C}$	410,67 V
Tensione alla massima potenza a -10°C stringa, $V_{mp,-10^{\circ}C}$	340,67 V
Tensione alla massima potenza a +70°C stringa, $V_{mp,+70^{\circ}C}$	240,85 V
Corrente nominale di sottocampo a +70°C, $I_{mp,+70^{\circ}C}$	16,57 A

5. Dimensionamento elettrico

5.1. Moduli fotovoltaici

Nella tabella seguente sono riportate le specifiche elettriche in condizioni standard di prova (STC: $t_{\text{cell}}: 25^{\circ}\text{C}$, $I: 1000 \text{ W/mq}$, spettro: 1,5AM) dei moduli fotovoltaici utilizzati per il calcolo:

Dati generali	
costruttore	Bosch
modello	M240 3BB
Parametri elettrici	
Potenza nominale, P_{mpp}	240 Wp
Tolleranza potenza	+2%-0%
Tensione di max potenza, V_{mpp}	29,70 V
Corrente di max potenza, I_{mpp}	8,15 A
Tensione a vuoto, V_{oc}	36,70 V
Corrente di corto circuito, I_{sc}	8,50 A
Tensione max sistema	1000 V
Efficienza modulo	14,6%
Coeff. Temp. V_{oc}	-0,34 %/°C
Coeff. Temp. I_{sc}	0,035 %/°C
Coeff. Temp. P_{max}	-0,47 %/°C
NOCT	48 °C
Parametri meccanici	
Dimensioni (LxHxs)	1660 x 990 x 50 mm
Superficie modulo	1,643 mq
Peso	21 Kg
Tipo cella	Monocristallino
Garanzie e certificazioni	
Garanzia prodotto	10 anni
Garanzia rendimento 90%	10 anni
Garanzia rendimento 80%	25 anni
Certificazione	IEC 61215
Classificaz. Elettrica	Classe di protezione II

5.2. Inverter

Nella tabella seguente sono riportate le caratteristiche dell'inverter utilizzato per il calcolo:

Dati generali	Inverter generatore A	Inverter generatore B
costruttore	Powerone	Powerone
modello	PVI-10.0-OUTD-S MPPT1	PVI-10.0-OUTD-S MPPT2
Parametri elettrici lato CC		
Potenza max generatore FV, $P_{\text{cc, max}}$	6800 Wp	6800 Wp
Tensione max in ingresso, $V_{\text{cc, max}}$	900 V	900 V

Corrente max in ingresso, $I_{cc, max}$	18 A	18 A
Tensione min MPPT, $V_{cc, min MPPT}$	175 V	175 V
Tensione max MPPT, $V_{cc, max MPPT}$	750 V	750 V
<i>Parametri elettrici lato AC</i>		
Potenza nominale, $P_{ac, nom}$	10000 W	10000 W
Potenza max, $P_{ac, max}$	10000 W	10000 W
Corrente di uscita, I_{ac}	16,6 A	16,6 A
Tensione nominale di rete, $V_{ac, rete}$	400 V	400 V
<i>Rendimenti</i>		
Rendimento max	97,80%	97,80%
Rendimento Europeo	97,10%	97,10%
<i>Protezioni interne ed altri dati</i>		
Sezionatore DC	si	si
Trasformatore integrato	no	no
Dispositivo sensibile alle CC	si	si
Contributo alla corrente di corto circuito	19 A	19 A
Dimensioni (HxLxs)	716 x 645 x 222 mm	716 x 645 x 222 mm
Peso	41 Kg	41 Kg
<i>Garanzie e certificazioni</i>		
Garanzia prodotto	10,0 anni	10,0 anni
Certificazione	vedi data sheet	vedi data sheet
Grado di protezione	IP65	IP65

Nella tabella soprastante sono elencati i dati tecnici dell'inverter cui afferiscono i generatori A , B , C e D.

5.3. Cavi

5.3.1. Cavi unipolari lato CC

I cavi utilizzati sono del tipo solare a doppio isolamento in HEPR, la sezione nominale dei cavi è scelta in maniera tale da contenere la cadute di tensione entro il 2% e da proteggere i cavi stessi dai pericoli derivanti da sovracorrenti.

5.3.2. Cavi multipolari lato CA

I cavi utilizzati a valle del dispositivo di conversione statica sono del tipo multipolare a doppio isolamento, per quest'ultimi valgono le considerazioni fatte per i cavi a monte del convertitore.

Per quanto riguarda lo stipamento dei cavi, in conformità alla norma CEI 64-8, la percentuale della sezione dei cavidotti occupata dai cavi sarà inferiore al 50%.

5.3.3. Conduttori di protezione

I conduttori di protezione dovranno avere la colorazione giallo-verde e dovranno avere una sezione non inferiore a quella indicata nella seguente tabella:

<i>Sezione conduttore di fase (mm²)</i>	<i>Sezione conduttore di protezione (mm²)</i>
$S \leq 16$	$S_p = S$
$16 < S \leq 35$	$S_p = 16$
$S > 35$	$S_p = S/2$

In alternativa a questa tabella si possono utilizzare cavi che soddisfino la seguente formula:

$$S_p = \frac{\sqrt{I^2 t}}{K}$$

- S_p : Sezione del conduttore di protezione (in mm²)
- I : Valore efficace della corrente di guasto che può percorrere il conduttore di protezione per un guasto di impedenza trascurabile (A)
- t : tempo di intervento del dispositivo di protezione con la corrente I
- K : coefficiente il cui valore è riportato nella Norma CEI 64-8

In tutti i locali in cui siano presenti masse estranee sarà necessario realizzare i collegamenti equipotenziali principali e, dove sia necessario, i collegamenti equipotenziali secondari. I collegamenti equipotenziali principali devono essere realizzati con un conduttore di colore giallo-verde con una sezione minima di 6 mm² e comunque non inferiore alla metà di quella del conduttore di protezione di sezione più elevata.

5.4. Organi di manovra

Gli organi di manovra presenti nell'impianto sono tutti i dispositivi atti a garantire la sicurezza degli impianti e si distinguono in:

5.4.1. dispositivo generale, seziona l'intero impianto elettrico dell'utente dalla rete elettrica.

5.4.2. dispositivo di interfaccia, separa i gruppi di generazione dalla rete pubblica: è interno all'inverter. L'apertura di tale dispositivo d'interfaccia assicura la separazione di tutti i gruppi di produzione dalla rete pubblica. L'esecuzione del dispositivo di interfaccia soddisfa i requisiti sul sezionamento della norma CEI 64-8. Il dispositivo di interfaccia provoca il distacco dell'intero sistema di generazione in caso di guasto sulla rete pubblica. Il riconoscimento di eventuali anomalie sulla rete avviene considerando come anormali le condizioni che fuoriescono dai valori forniti dall'impresa di distribuzione dell'energia elettrica. (vedi tarature pre-impostate nella tabella)

Funzioni delle protezioni di interfaccia e relative tarature

<i>Protezione</i>	<i>Esecuzione</i>	<i>Valore di taratura</i>	<i>Tempo di intervento</i>
Massima tensione	unipolare	264 V	<100 ms
Minima tensione	unipolare	188,6 V	<200 ms
Massima frequenza	tripolare	50,28 Hz	<100 ms
Minima frequenza	tripolare	49,72 Hz	<100 ms

5.4.3. dispositivo di generatore, separa il singolo generatore fotovoltaico dal resto dell'impianto del cliente.

5.5. Quadri

L'impianto prevede 1 quadro in corrente continua e 1 quadro in corrente alternata:

- QCC1,QCC2: quadro elettrico lato corrente continua a monte dell'inverter contenente:
 - o due interruttori magnetotermici 2x16 A curva B per sezionare e proteggere le stringhe
 - o quattro scaricatori di sovratensione classe II
- QCA: quadro elettrico lato corrente alternata a valle dell' inverter trifase contenente:
 - o un interruttore magnetotermico 4x40 A curva C :
 - o un interruttore magnetotermico differenziale 4x40 A Idn 0,3 a Tipo A curva C a valle del contatore di produzione
 - o due interruttori magnetotermici 4x25 A curva C
 - o uno scaricatore di sovratensione classe II

5.6. Strumenti di misura

5.6.1. Indicatori di stato

Le diverse condizioni di funzionamento dell'impianto sono segnalate sul display presente sulla parte frontale dell'inverter, si veda a riguardo il manuale di istruzioni allegato.

5.6.2. Misure fiscali e tariffarie

La misura dell'**energia elettrica prodotta**, nel caso di cessione parziale dell'energia ovvero nel caso di scambio sul posto, se la potenza dell'impianto di produzione è minore o uguale a 20 kW, è effettuata direttamente dal gestore di rete come previsto dall'art. 3.1 dell'allegato A alla delibera AEEG n. 88/07. Il gestore di rete è quindi il soggetto responsabile del servizio di misura dell'energia prodotta, ciò comporta che è suo compito: l'installazione del dispositivo di misura, la manutenzione del sistema di misura e della rilevazione e la registrazione e validazione delle misure.

Per la misura dell'**energia elettrica scambiata con la rete**, nel caso di cessione parziale dell'energia o di scambio sul posto, il responsabile del servizio di misura (comprensivo di installazione, manutenzione del sistema di misura e della rilevazione, registrazione e validazione delle misure) è il gestore di rete.

5.7. Protezioni

5.7.1. Protezione contro il cortocircuito

Per il lato in **corrente continua** la protezione è assicurata dai dispositivi interni al quadro in corrente continua, tenendo in considerazione che la caratteristica tensione/corrente dei moduli FV limita la corrente di corto circuito degli stessi a valori noti e di poco maggiori alla loro corrente nominale.

Per il lati in **corrente alternata** la protezione è assicurata dal dispositivo limitatore contenuto all'interno dell'inverter. L'interruttore magnetotermico posto a valle dell'inverter funziona come sezionatore delle linee e come ricalzo al dispositivo di protezione sito all'interno dell'inverter stesso.

5.7.2. Protezione contro i contatti diretti

Il sistema elettrico secondo la norma CEI 11-1 è considerato di I categoria. La protezione dell'impianto contro i contatti diretti è assicurata dall'utilizzo dei seguenti accorgimenti:

- marchiatura CE (direttiva CEE 72/23) della componentistica;
- collegamenti effettuati utilizzando cavo rivestito con guaina esterna protettiva;
- limitazione della corrente che può attraversare il corpo ad un valore inferiore a quello patologicamente pericoloso.

5.7.3. Protezione contro i contatti indiretti

La componentistica contenuta nel quadro lato corrente continua e l'inverter sono collegati all'impianto elettrico dell'edificio. La protezione contro i contatti indiretti è assicurata dai seguenti accorgimenti:

- tutte le masse sono collegate al conduttore di protezione (PE) ad eccezione degli involucri metallici delle apparecchiature di classe II;
- in fase di collaudo sarà effettuata una verifica per assicurarsi che i dispositivi di protezione inseriti nel quadro BT intervengano nel caso di primo guasto verso terra entro 5 secondi con tensioni sulle masse in tale range temporale inferiore a 50 V;
- limitazione della corrente che può attraversare il corpo ad un valore inferiore a quello patologicamente pericoloso;
- collegando le protezioni al sistema equipotenziale.

5.7.4. Protezione contro gli effetti delle scariche atmosferiche

La superficie e l'esposizione degli impianti fotovoltaici possono comportare rischi derivanti da fulminazione diretta e indiretta. Il sistema fotovoltaico crea un collegamento con l'impianto dell'edificio con il rischio di danni alle persone ed ai beni. La probabilità dell'insorgere di sovratensioni determinate da scariche atmosferiche in prossima dell'impianto FV e sovratensioni di manovra potrebbe pertanto danneggiare i pannelli fotovoltaici, gli impianti, i componenti come gli inverter, oltre a causare disservizi, mancanza di energia, incendi, etc. Si è deciso pertanto di optare per l'inserimento di opportuni limitatori di sovratensione (SPD). In aggiunta agli SPD sarà realizzato un collegamento equipotenziale della struttura di sostegno dei pannelli con un conduttore di sezione opportuna collegato alla rete di terra tramite il nodo equipotenziale esistente.

6. Calcoli esecutivi e verifiche di progetto

6.1. Variazione della tensione con la temperatura, rapporto di potenza e corrente massima in ingresso, lato CC

E' stato verificato che, in corrispondenza dei valori minimi di temperatura esterna e massimi raggiungibili dai moduli fotovoltaici, fossero verificate le condizioni riportate nella tabella sottostante:

Verifiche compatibilità generatore A,B,C,D/ inverter Powerone PVI-10.0-OUTD-S MPPT1,2		
Dimensionamento Inverter ($85\% < P_{ac, nom} / P_{pdc} < 115\%$)	104,17%	OK
Tensione a circuito aperto a -10°C stringa, $V_{oc, -10^\circ C} < \text{Tensione max in ingresso}, V_{cc, max}$	410,67 < 900	OK
Tensione alla massima potenza a -10°C stringa, $V_{mp, -10^\circ C} < \text{Tensione max MPPT}, V_{cc, max MPPT}$	340,67 < 750	OK
Tensione alla massima potenza a +70°C stringa, $V_{mp, +70^\circ C} > \text{Tensione min MPPT}, V_{cc, min MPPT}$	240,85 > 175	OK
Corrente nominale di sottocampo a +70°C, $I_{mp, +70^\circ C} < \text{Corrente max in ingresso}, I_{cc, max}$	16,57 < 18	OK

6.2. Cadute di tensione

I cablaggi sono scelti in modo da mantenere entro il 2% le cadute di tensione.

6.3. Portata dei cavi in regime permanente

Tutti i conduttori saranno protetti contro le sovracorrenti. A tal fine è necessario che siano soddisfatte le relazioni:

$$I_B < I_n < I_z$$

$$I_f < 1,45 I_n$$

Avendo indicato:

- I_B : corrente di impiego del circuito
- I_n : corrente nominale del dispositivo di protezione
- I_z : portata (in regime permanente) della conduttura
- I_f : corrente di effettivo funzionamento del dispositivo

I conduttori dovranno quindi avere una sezione minima che garantisca che la portata termica del cavo soddisfi la suddetta relazione, e comunque non inferiore a 1,5 mm².

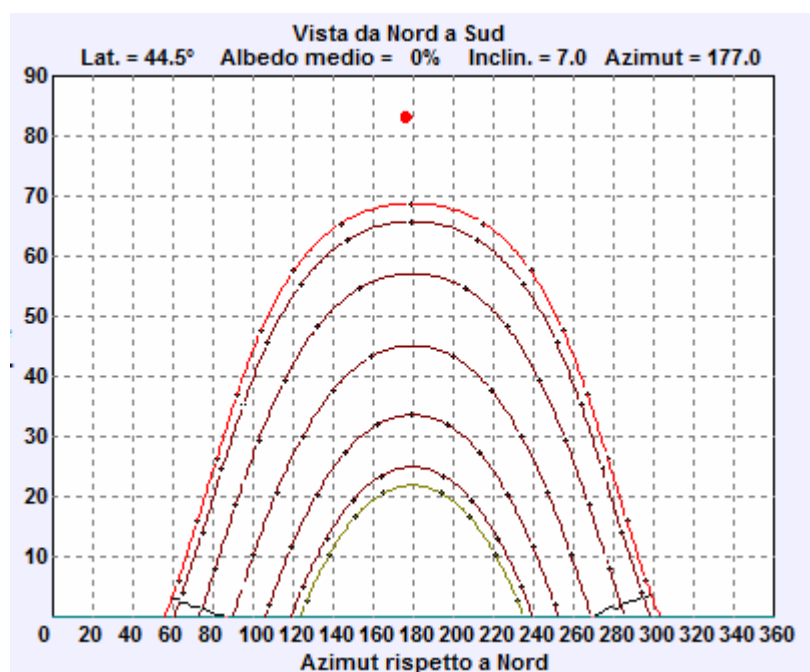
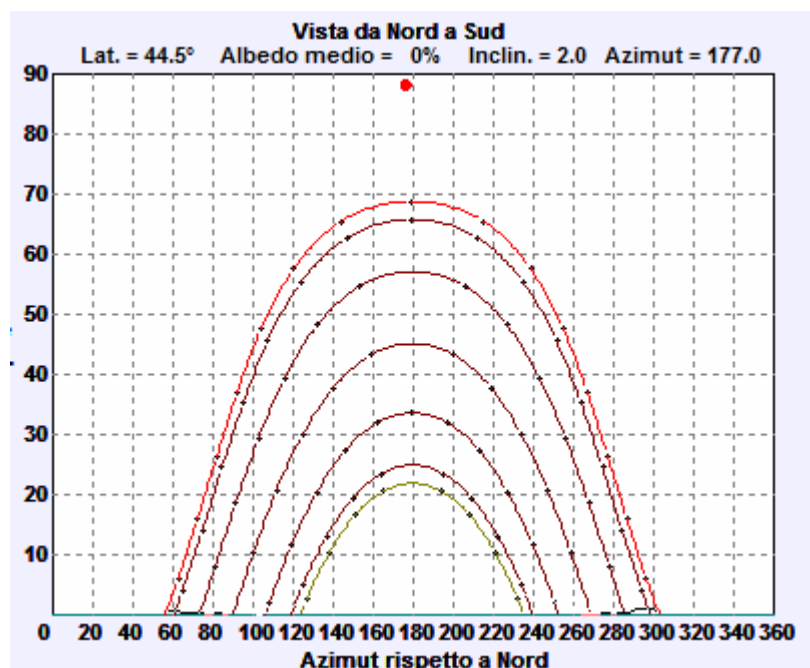
7. Sistema di fissaggio

I moduli fotovoltaici saranno fissati alla copertura dell'edificio a mezzo di traversi in alluminio o acciaio zincato a caldo a loro volta vincolati alla struttura portante della copertura stessa con staffe in acciaio inox o zincato a caldo oppure con barre filettate in acciaio inox o zincato a caldo.

8. Producibilità

8.1. Clinometria, inclinazione ed orientamento impianto

Nel sito oggetto di intervento non sono presenti ostacoli che riducano sensibilmente la produzione di energia dell'impianto, è stato quindi considerato un fattore di ombreggiamento pari ad 1. Nelle figure sottostanti sono riportati il diagramma solare del sito ed i dati relativi ad inclinazione ed orientamento del generatore fotovoltaico.



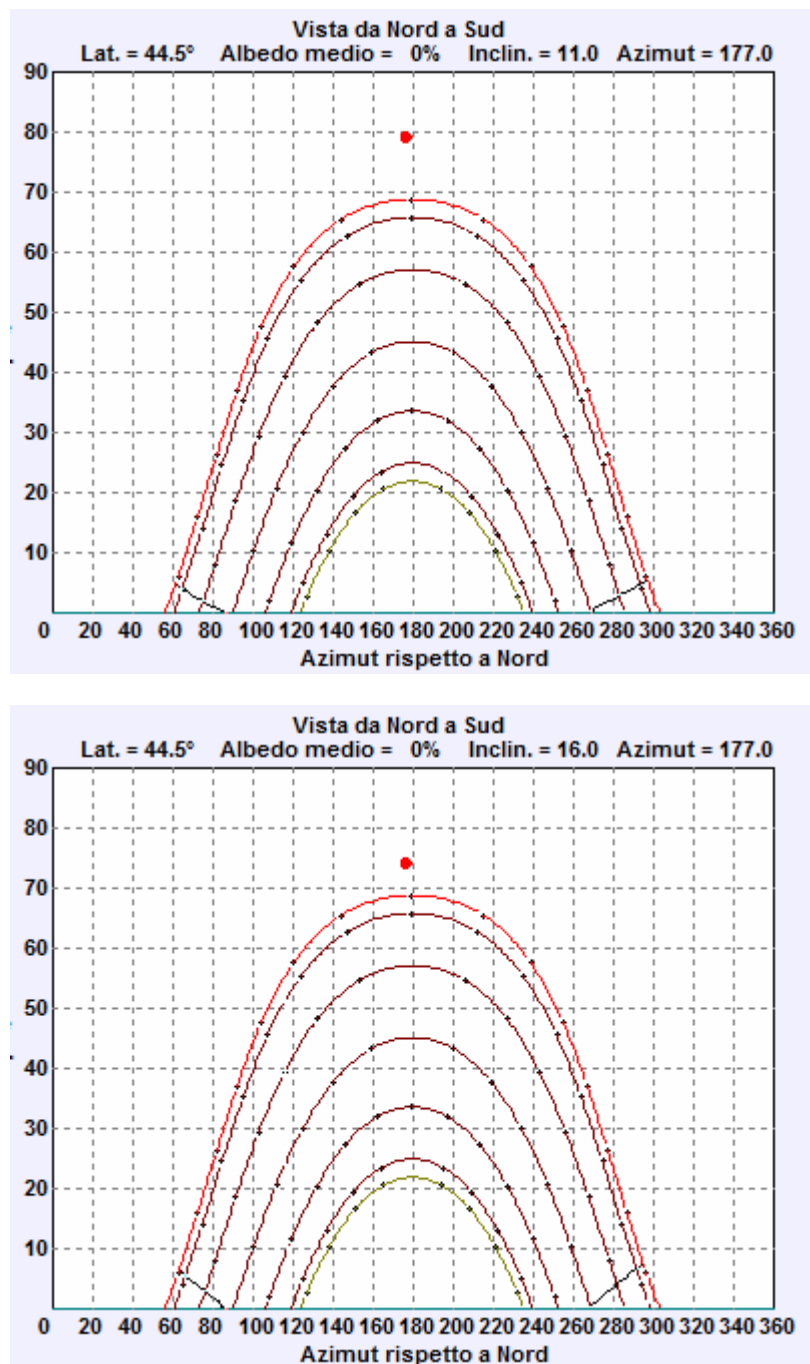


Figura 1 - diagramma solare del sito

<i>Dati di ingresso del generatore fotovoltaico e struttura generatore A</i>	
inclinazione	2°,7°,11°,16°
azimuth (est = -90°; sud = 0°)	-3 °

Si riportano di seguito i grafici relativi all'irraggiamento disponibile nel sito in esame (sul piano dei moduli) e alla produzione attesa dell'impianto fotovoltaico.

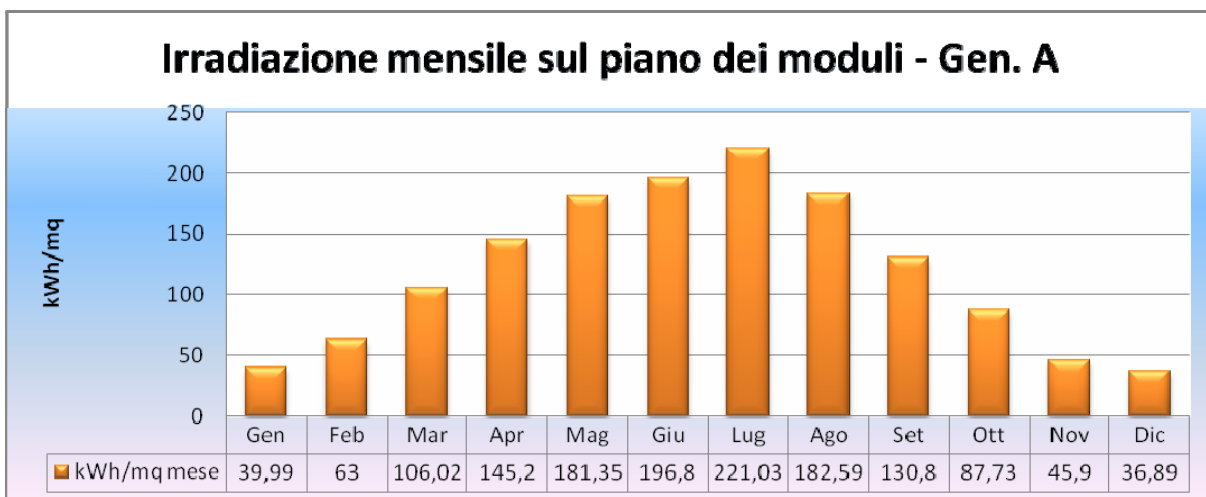


Figura 2

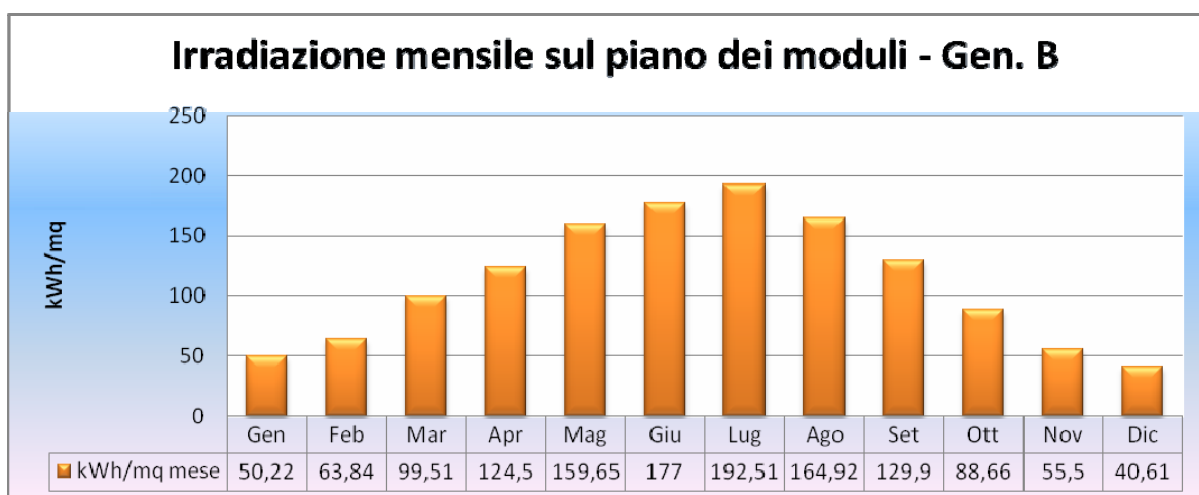


Figura 3

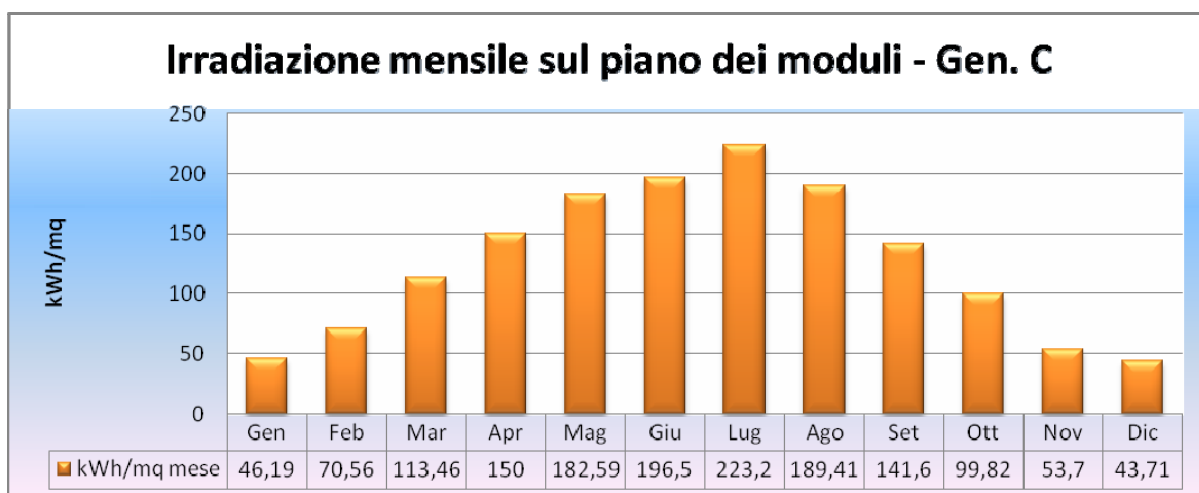


Figura 4

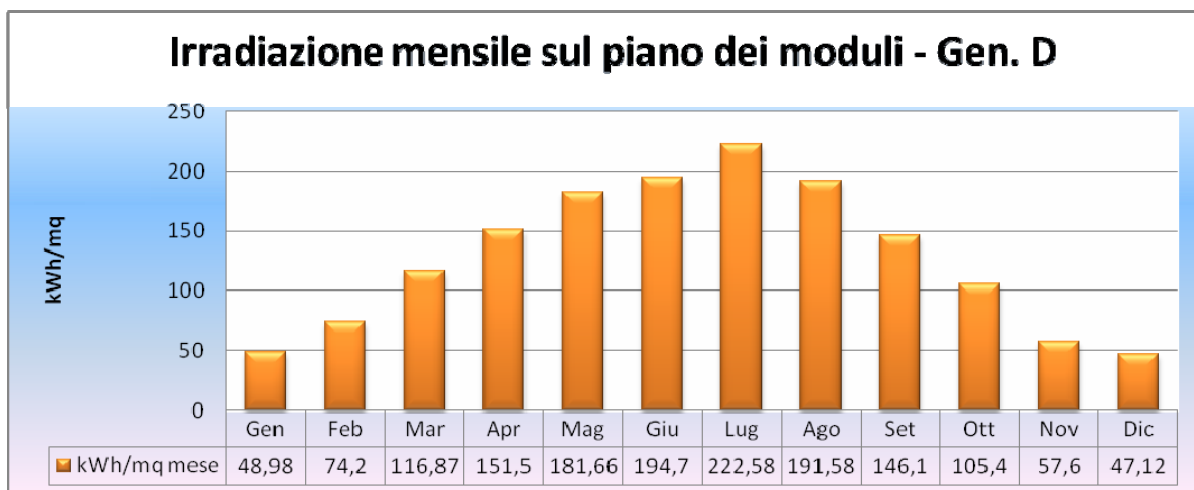


Figura 5

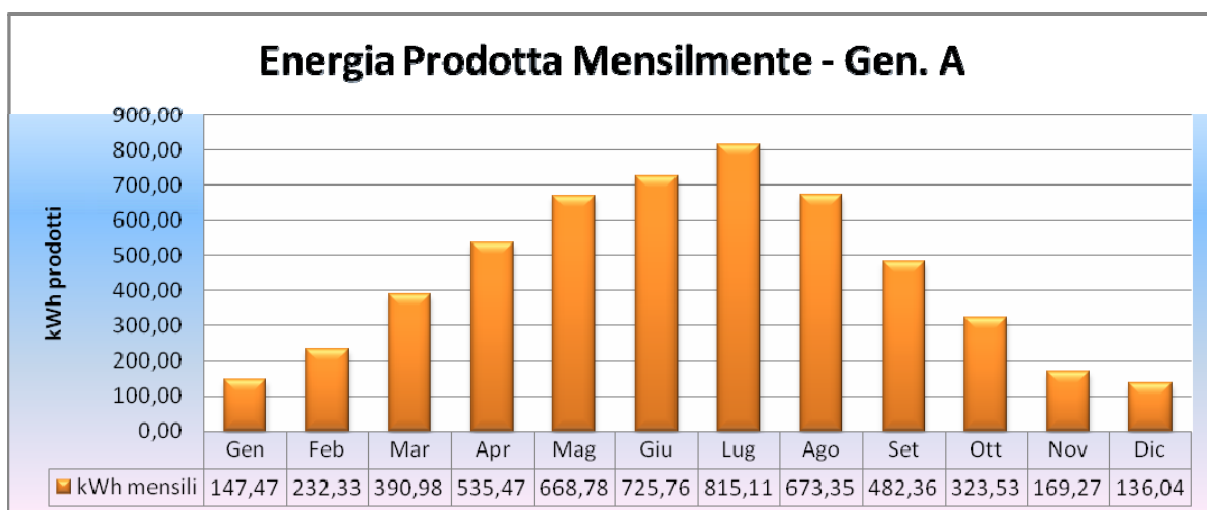


Figura 6

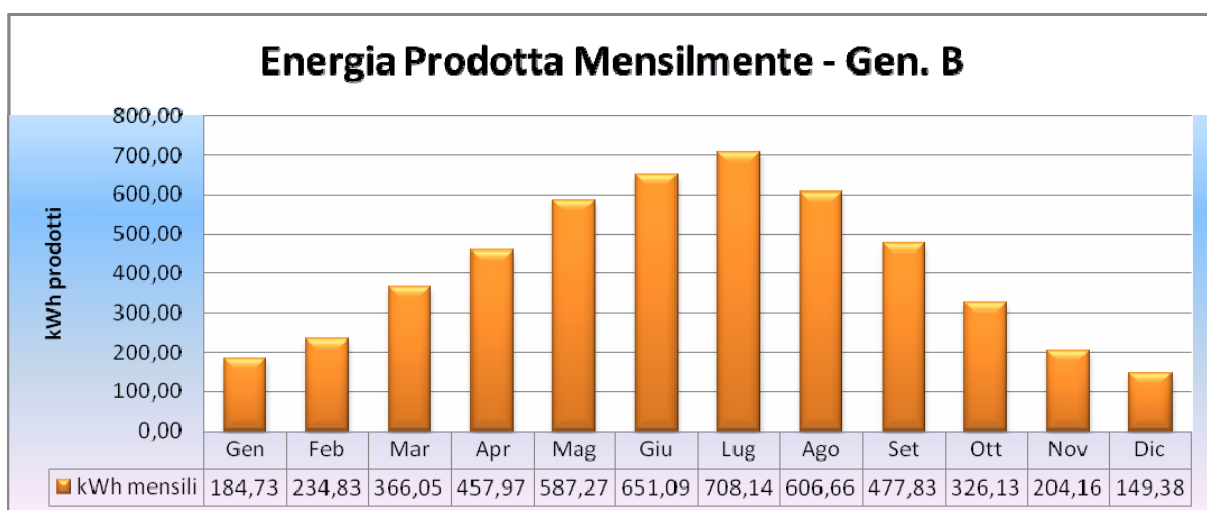


Figura 7

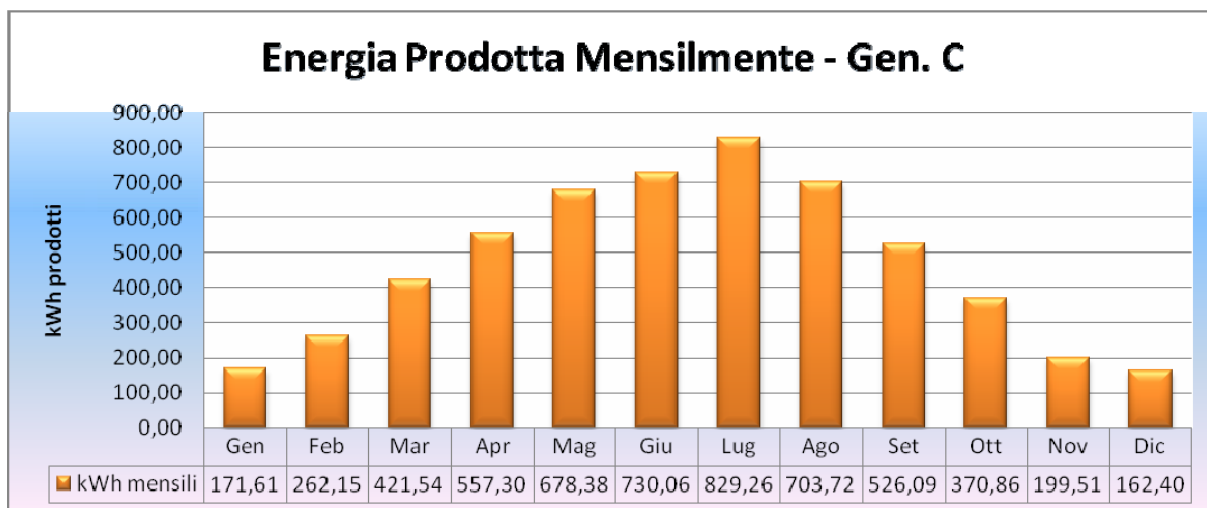


Figura 8

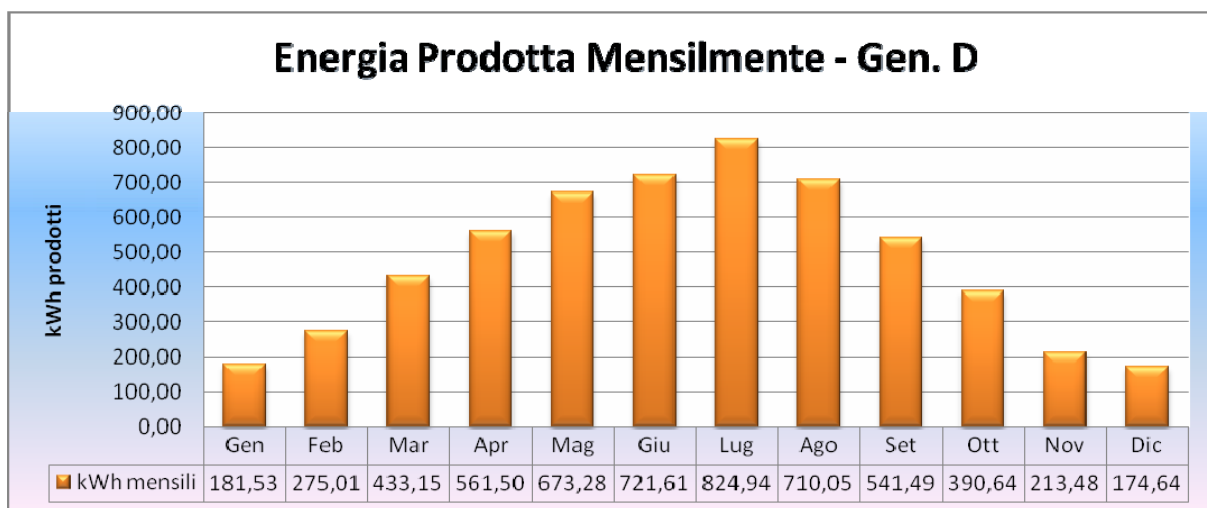


Figura 9

La produzione **annuale** prevista è quindi di **21562 kWh** al netto delle perdite totali dell'impianto valutate intorno al 22,42%.

Questa produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili permette un risparmio di combustibile fossile pari a:

risparmio di combustibile in tonnellate di petrolio equivalente (1 TEP = 1165 litri di petrolio)	TEP
Fattore di conversione dell'energia elettrica in energia primaria [TEP/MWh]	0,187
TEP risparmiate in un anno	4,232
TEP risparmiate in venti anni	77,8

Vengono inoltre evitate le seguenti emissioni di sostanze nocive:

emissioni evitate in atmosfera di	CO₂	SO₂	NO_x	Polveri
Emissioni specifiche in atmosfera [g/kWh]	462	0,540	0,490	0,024
Emissioni evitate in un anno [kg]	10.454,34	12,219	11,088	0,543
Emissioni evitate in 20 anni [kg]	192.139,27	224,58	203,78	9,98

9. Allegato A: documentazione fotografica





COMUNE DI MARZABOTTO

Provincia di Bologna

REALIZZAZIONE DI IMPIANTI FOTOVOLTAICI CONNESSI ALLA RETE ELETTRICA DI DISTRIBUZIONE SU EDIFICI PUBBLICI DEL CAPOLUOGO.

Lotto B) della potenza di 33,6 kWp con rimozione amianto e rifacimento della copertura nell'edificio magazzino comunale

PROGETTO DEFINITIVO

POTENZA NOMINALE: **33,6 kWp**

TIPOLOGIA: **SU EDIFICIO - SCAMBIO SUL POSTO**

LOCALITA': **Via Matteotti, 6 - 40043 Marzabotto (BO)**

Marzabotto (Bo), 29/06/2012

PROGETTAZIONE

C.I.S.A. associazione
Centro Innovazione Sostenibilità Ambientale
Piazza Libertà 13 - 40046 Porretta Terme (BO)
Tel/Fax 0534 521104 - cell. 329 4122589
info@centrocisa.it - www.centrocisa.it
P.IVA / C.F. 02575121203

Ing. Federico Vannini

1. Premessa

Il presente progetto è strutturato secondo quanto previsto dalla guida CEI 0-2.

2. Ubicazione

L'impianto fotovoltaico sarà installato sul tetto di un edificio adibito ad uso industriale sito Via Matteotti,6 - 40043 Marzabotto (BO) in maniera complanare alla falda ed entro la sagoma della stessa. L'impianto da realizzare è stato dimensionato rispetto allo spazio utile disponibile.

La zona non risulta soggetta a vincoli paesaggistici e non rientra nel centro storico, quindi per l'installazione dell'impianto è richiesta una comunicazione di inizio lavori da inoltrare al comune di competenza. (D.Lgs. 115/2008 e Legge di conversione del 22/05/2010 n°73).

3. Dati relativi alla connessione alla rete elettrica

Il committente sarà connesso alla rete elettrica nazionale in bassa tensione con sistema di distribuzione trifase e potenza in immissione pari a 33,6 kW tramite punto di connessione esistente.

4. Impianto fotovoltaico

L'impianto fotovoltaico sarà costituito da 6 generatori afferenti ognuno ad un inseguitore di massima potenza (MPPT). Sono previsti 3 inverter.

4.1. Generatore fotovoltaico A1

Il generatore fotovoltaico **A1** risulta così composto:

<i>n° generatori costituenti l'impianto FV</i>	2
<i>Valori caratteristici risultanti - Generatore A1</i>	
n° stringhe/sottocampo	2
n° moduli/stringa	12
n° moduli totali generatore	24
Potenza di picco sottocampo, $P_{p\text{stc}}$	5,760 kWp
Tensione nominale stringa, $V_{\text{nom,mp}}$	345,00 V
Tensione a Vuoto in ingresso al convertitore (STC), $V_{\text{VO,STC}}$	438,36 V
Tensione a circuito aperto a -10°C stringa, $V_{\text{oc,-10°C}}$	492,06 V
Tensione alla massima potenza a -10°C stringa, $V_{\text{mp,-10°C}}$	398,70 V
Tensione alla massima potenza a +70°C stringa, $V_{\text{mp,+70°C}}$	275,96 V
Corrente nominale di sottocampo a +70°C, $I_{\text{mp,+70°C}}$	16,93 A

4.2. Generatore fotovoltaico A2

Il generatore fotovoltaico **A2** risulta così composto:

<i>n° generatori costituenti l'impianto FV</i>	2
<i>Valori caratteristici risultanti - Generatore A2</i>	
n° stringhe/sottocampo	2

n° moduli/stringa	12
n° moduli totali generatore	24
Potenza di picco sottocampo, $P_{p\text{stc}}$	5,760 kWp
Tensione nominale stringa, $V_{\text{nom,mp}}$	345,00 V
Tensione a Vuoto in ingresso al convertitore (STC), $V_{\text{VO,STC}}$	438,36 V
Tensione a circuito aperto a -10°C stringa, $V_{\text{oc,-10°C}}$	492,06 V
Tensione alla massima potenza a -10°C stringa, $V_{\text{mp,-10°C}}$	398,70 V
Tensione alla massima potenza a +70°C stringa, $V_{\text{mp,+70°C}}$	275,96 V
Corrente nominale di sottocampo a +70°C, $I_{\text{mp,+70°C}}$	16,93 A

4.3. Generatore fotovoltaico B1

Il generatore fotovoltaico **B1** risulta così composto:

<i>n° generatori costituenti l'impianto FV</i>	2
<i>Valori caratteristici risultanti - Generatore B1</i>	
n° stringhe/sottocampo	2
n° moduli/stringa	12
n° moduli totali generatore	24
Potenza di picco sottocampo, $P_{p\text{stc}}$	5,760 kWp
Tensione nominale stringa, $V_{\text{nom,mp}}$	345,00 V
Tensione a Vuoto in ingresso al convertitore (STC), $V_{\text{VO,STC}}$	438,36 V
Tensione a circuito aperto a -10°C stringa, $V_{\text{oc,-10°C}}$	492,06 V
Tensione alla massima potenza a -10°C stringa, $V_{\text{mp,-10°C}}$	398,70 V
Tensione alla massima potenza a +70°C stringa, $V_{\text{mp,+70°C}}$	275,96 V
Corrente nominale di sottocampo a +70°C, $I_{\text{mp,+70°C}}$	16,93 A

4.4. Generatore fotovoltaico B2

Il generatore fotovoltaico **B2** risulta così composto:

<i>n° generatori costituenti l'impianto FV</i>	2
<i>Valori caratteristici risultanti - Generatore B2</i>	
n° stringhe/sottocampo	2
n° moduli/stringa	12
n° moduli totali generatore	24
Potenza di picco sottocampo, $P_{p\text{stc}}$	5,760 kWp
Tensione nominale stringa, $V_{\text{nom,mp}}$	345,00 V
Tensione a Vuoto in ingresso al convertitore (STC), $V_{\text{VO,STC}}$	438,36 V
Tensione a circuito aperto a -10°C stringa, $V_{\text{oc,-10°C}}$	492,06 V
Tensione alla massima potenza a -10°C stringa, $V_{\text{mp,-10°C}}$	398,70 V
Tensione alla massima potenza a +70°C stringa, $V_{\text{mp,+70°C}}$	275,96 V
Corrente nominale di sottocampo a +70°C, $I_{\text{mp,+70°C}}$	16,93 A

4.1. Generatore fotovoltaico C1

Il generatore fotovoltaico **C1** risulta così composto:

<i>n° generatori costituenti l'impianto FV</i>	2
<i>Valori caratteristici risultanti - Generatore C1</i>	
n° stringhe/sottocampo	2
n° moduli/stringa	11
n° moduli totali generatore	22
Potenza di picco sottocampo, $P_{p\text{stc}}$	5,280 kWp
Tensione nominale stringa, $V_{\text{nom,mp}}$	316,25 V
Tensione a Vuoto in ingresso al convertitore (STC), $V_{\text{VO,STC}}$	401,83 V
Tensione a circuito aperto a -10°C stringa, $V_{\text{oc,-10°C}}$	451,05 V
Tensione alla massima potenza a -10°C stringa, $V_{\text{mp,-10°C}}$	365,47 V
Tensione alla massima potenza a +70°C stringa, $V_{\text{mp,+70°C}}$	252,96 V
Corrente nominale di sottocampo a +70°C, $I_{\text{mp,+70°C}}$	16,93 A

4.1. Generatore fotovoltaico C2

Il generatore fotovoltaico **C2** risulta così composto:

<i>n° generatori costituenti l'impianto FV</i>	2
<i>Valori caratteristici risultanti - Generatore C2</i>	
n° stringhe/sottocampo	2
n° moduli/stringa	11
n° moduli totali generatore	22
Potenza di picco sottocampo, $P_{p\text{stc}}$	5,280 kWp
Tensione nominale stringa, $V_{\text{nom,mp}}$	316,25 V
Tensione a Vuoto in ingresso al convertitore (STC), $V_{\text{VO,STC}}$	401,83 V
Tensione a circuito aperto a -10°C stringa, $V_{\text{oc,-10°C}}$	451,05 V
Tensione alla massima potenza a -10°C stringa, $V_{\text{mp,-10°C}}$	365,47 V
Tensione alla massima potenza a +70°C stringa, $V_{\text{mp,+70°C}}$	252,96 V
Corrente nominale di sottocampo a +70°C, $I_{\text{mp,+70°C}}$	16,93 A

5. Dimensionamento elettrico

5.1. Moduli fotovoltaici

Nella tabella seguente sono riportate le specifiche elettriche in condizioni standard di prova (STC: t°_{cell} : 25°C, I: 1000 W/mq, spettro: 1,5AM) dei moduli fotovoltaici utilizzati:

<i>Dati generali</i>	
costruttore	Centro Solar
modello	S 240P60
<i>Parametri elettrici</i>	

Potenza nominale, P_{mpp}	240 Wp
Tolleranza potenza	+2 %
Tensione di max potenza, V_{mpp}	28,75 V
Corrente di max potenza, I_{mpp}	8,35 A
Tensione a vuoto, V_{oc}	36,53 V
Corrente di corto circuito, I_{sc}	8,70 A
Tensione max sistema	1000 V
Efficienza modulo	14,6%
Coeff. Temp. V_{oc}	-0,35 %/°C
Coeff. Temp. I_{sc}	0,030 %/°C
Coeff. Temp. P_{max}	-0,43 %/°C
NOCT	46 °C
Parametri meccanici	
Dimensioni (LxHxs)	1660 x 990 x 40 mm
Superficie modulo	1,643 mq
Peso	20 Kg
Tipo cella	policristallino
Garanzie e certificazioni	
Garanzia prodotto	10 anni
Garanzia rendimento 90%	10 anni
Garanzia rendimento 80%	26 anni
Certificazione	IEC 61215
Classificaz. Elettrica	Classe di protezione I

5.2. Inverter

Nella tabella seguente sono riportate le caratteristiche degli inverter utilizzati:

Dati generali	Inverter generatore A	Inverter generatore B
costruttore	Powerone	Powerone
modello	PVI-10.0-OUTD-S MPPT1	PVI-10.0-OUTD-S MPPT2
Parametri elettrici lato CC		
Potenza max generatore FV, $P_{cc, max}$	6800 Wp	6800 Wp
Tensione max in ingresso, $V_{cc, max}$	900 V	900 V
Corrente max in ingresso, $I_{cc, max}$	18 A	18 A
Tensione min MPPT, $V_{cc, min MPPT}$	250 V	250 V
Tensione max MPPT, $V_{cc, max MPPT}$	750 V	750 V
Parametri elettrici lato AC		
Potenza nominale, $P_{ac, nom}$	10000 W	10000 W
Potenza max, $P_{ac, max}$	10000 W	10000 W
Corrente di uscita, I_{ac}	16,6 A	16,6 A

Tensione nominale di rete, $V_{ac, rete}$	400 V	400 V
<i>Rendimenti</i>		
Rendimento max	97,80%	97,80%
Rendimento Europeo	97,10%	97,10%
<i>Protezioni interne ed altri dati</i>		
Sezionatore DC	si	si
Trasformatore integrato	no	no
Dispositivo sensibile alle CC	si	si
Contributo alla corrente di corto circuito	19 A	19 A
Dimensioni (HxLxs)	716 x 645 x 222 mm	716 x 645 x 222 mm
Peso	41 Kg	41 Kg
<i>Garanzie e certificazioni</i>		
Garanzia prodotto	10,0 anni	10,0 anni
Certificazione	vedi data sheet	vedi data sheet
Grado di protezione	IP65	IP65

5.3. Cavi

5.3.1. Cavi unipolari lato CC

I cavi utilizzati sono del tipo solare a doppio isolamento in EPR, la sezione nominale dei cavi è scelta in maniera tale da contenere la caduta di tensione entro il 2% e da proteggere i cavi stessi dai pericoli derivanti da sovracorrenti.

5.3.2. Cavi multipolari lato CA

I cavi utilizzati a valle del dispositivo di conversione statica sono del tipo quadripolare a doppio isolamento, per quest'ultimi valgono le considerazioni fatte per i cavi a monte del convertitore.

Per quanto riguarda lo stipamento dei cavi, in conformità alla norma CEI 64-8, la percentuale della sezione dei cavidotti occupata dai cavi sarà inferiore al 50%.

5.3.3. Conduttori di protezione

I conduttori di protezione dovranno avere la colorazione giallo-verde e dovranno avere una sezione non inferiore a quella indicata nella seguente tabella:

<i>Sezione conduttore di fase (mm^2)</i>	<i>Sezione conduttore di protezione (mm^2)</i>
$S \leq 16$	$S_p = S$
$16 < S \leq 35$	$S_p = 16$
$S > 35$	$S_p = S/2$

In alternativa a questa tabella si possono utilizzare cavi che soddisfino la seguente formula:

$$S_p = \frac{\sqrt{I^2 t}}{K}$$

- S_p : Sezione del conduttore di protezione (in mm²)
- I : Valore efficace della corrente di guasto che può percorrere il conduttore di protezione per un guasto di impedenza trascurabile (A)
- t : tempo di intervento del dispositivo di protezione con la corrente I
- K : coefficiente il cui valore è riportato nella Norma CEI 64-8

In tutti i locali in cui siano presenti masse estranee sarà necessario realizzare i collegamenti equipotenziali principali e, dove sia necessario, i collegamenti equipotenziali secondari. I collegamenti equipotenziali principali devono essere realizzati con un conduttore di colore giallo-verde con una sezione minima di 6 mm² e comunque non inferiore alla metà di quella del conduttore di protezione di sezione più elevata.

5.4. Organi di manovra

Gli organi di manovra presenti nell'impianto sono tutti i dispositivi atti a garantire la sicurezza degli impianti e si distinguono in:

5.4.1. dispositivo generale, seziona l'intero impianto elettrico dell'utente dalla rete elettrica.

5.4.2. dispositivo di interfaccia, separa i gruppi di generazione dalla rete pubblica: è esterno all'inverter. L'apertura di tale dispositivo d'interfaccia assicura la separazione di tutti i gruppi di produzione dalla rete pubblica. L'esecuzione del dispositivo di interfaccia soddisfa i requisiti sul sezionamento della norma CEI 64-8. Il dispositivo di interfaccia provoca il distacco dell'intero sistema di generazione in caso di guasto sulla rete pubblica. Il riconoscimento di eventuali anomalie sulla rete avviene considerando come anormali le condizioni che fuoriescono dai valori forniti dall'impresa di distribuzione dell'energia elettrica. (si vedano le tarature pre-impostate nella tabella sottostante)

Funzioni delle protezioni di interfaccia e relative tarature

<i>Protezione</i>	<i>Esecuzione</i>	<i>Valore di taratura</i>	<i>Tempo di intervento</i>
Massima tensione	tripolare	276 V	<100 ms
Minima tensione	tripolare	184 V	<200 ms
Massima frequenza	tripolare	50,3 Hz	<100 ms
Minima frequenza	tripolare	49,7 Hz	<100 ms

5.4.3. dispositivo di generatore, separa il singolo generatore fotovoltaico dal resto dell'impianto del cliente.

5.5. Quadri

L'impianto prevede 3 quadri ed un box trasformatore:

-
- QCC: quadro elettrico di sezionamento stringa lato corrente continua a monte degli inverter contenenti ciascuno:
 - o dodici fusibili sezionabili 10 A
 - o sei scaricatore di sovratensione classe II
 - QP: quadro elettrico lato corrente alternata a valle degli inverter contenenti:
 - o tre interruttori magneto-termici 4x25 A curva C per il sezionamento di ogni inverter
 - o un interruttore magneto termico 4x63 A curva D come dispositivo di generatore a monte del box trasformatore
 - o un interruttore magnetotermico differenziale 4x63 A I_{dn} 0,3 a Tipo A curva D a valle del box trasformatore
 - o un relè di interfaccia associato ad un contattore
 - o uno scaricatore di sovratensione classe II
 - o uno strumento di misura fasi
 - QT: box trasformatore contenente:
 - o un trasformatore BT/BT da 30 kW
 - o una sonda di temperatura che comanda una bobina di sgancio e segnali luminosi e sonori

5.6. Strumenti di misura

5.6.1. Indicatori di stato

Le diverse condizioni di funzionamento dell'impianto sono segnalate sul display presente sulla parte frontale dell'inverter, si veda a riguardo il manuale di istruzioni allegato.

5.6.2. Misure fiscali e tariffarie

La misura dell'**energia elettrica prodotta** è effettuata direttamente dal gestore di rete come. Il gestore di rete è quindi il soggetto responsabile del servizio di misura dell'energia prodotta, ciò comporta che è suo compito: l'installazione del dispositivo di misura, la manutenzione del sistema di misura e della rilevazione e la registrazione e validazione delle misure.

Per la misura dell'**energia elettrica scambiata con la rete**, nel caso di cessione parziale dell'energia o di scambio sul posto, il responsabile del servizio di misura (comprensivo di installazione, manutenzione del sistema di misura e della rilevazione, registrazione e validazione delle misure) è il gestore di rete.

5.7. Protezioni

5.7.1. Protezione contro il cortocircuito

Per il lato in **corrente continua** la protezione è assicurata dai dispositivi interni al quadro in corrente continua, tenendo in considerazione che la caratteristica tensione/corrente dei moduli FV limita la corrente di corto circuito degli stessi a valori noti e di poco maggiori alla loro corrente nominale.

Per il lati in **corrente alternata** la protezione è assicurata dal dispositivo limitatore contenuto all'interno dell'inverter. L'interruttore magnetotermico posto a valle dell'inverter funziona come sezionatore delle linee e come ricalzo al dispositivo di protezione sito all'interno dell'inverter stesso.

5.7.2. Protezione contro i contatti diretti

Il sistema elettrico secondo la norma CEI 11-1 è considerato di I categoria. La protezione dell'impianto contro i contatti diretti è assicurata dall'utilizzo dei seguenti accorgimenti:

- marchiatura CE (direttiva CEE 72/23) della componentistica;
- collegamenti effettuati utilizzando cavo rivestito con guaina esterna protettiva;
- limitazione della corrente che può attraversare il corpo ad un valore inferiore a quello patologicamente pericoloso.

5.7.3. Protezione contro i contatti indiretti

La componentistica contenuta nel quadro lato corrente continua e l'inverter sono collegati all'impianto elettrico dell'edificio. La protezione contro i contatti indiretti è assicurata dai seguenti accorgimenti:

- tutte le masse sono collegate al conduttore di protezione (PE) ad eccezione degli involucri metallici delle apparecchiature di classe II;
- in fase di collaudo sarà effettuata una verifica per assicurarsi che i dispositivi di protezione inseriti nel quadro BT intervengano nel caso di primo guasto verso terra entro 5 secondi con tensioni sulle masse in tale range temporale inferiore a 50 V;
- limitazione della corrente che può attraversare il corpo ad un valore inferiore a quello patologicamente pericoloso;
- collegando le protezioni al sistema equipotenziale.

5.7.4. Protezione contro gli effetti delle scariche atmosferiche

La superficie e l'esposizione degli impianti fotovoltaici possono comportare rischi derivanti da fulminazione diretta e indiretta. Il sistema fotovoltaico crea un collegamento con l'impianto dell'edificio con il rischio di danni alle persone ed ai beni. La probabilità dell'insorgere di sovratensioni determinate da scariche atmosferiche in prossima dell'impianto FV e sovratensioni di manovra potrebbe pertanto danneggiare i pannelli fotovoltaici, gli impianti, i componenti come gli inverter, oltre a causare disservizi, mancanza di energia, incendi, etc. Si è deciso pertanto di optare

per l'inserimento di opportuni limitatori di sovratensione (SPD). In aggiunta agli SPD sarà realizzato un collegamento equipotenziale della struttura di sostegno dei pannelli con un conduttore di sezione opportuna collegato alla rete di terra tramite il nodo equipotenziale esistente.

6. Calcoli esecutivi e verifiche di progetto

6.1. Variazione della tensione con la temperatura, rapporto di potenza e corrente massima in ingresso, lato CC

E' stato verificato che, in corrispondenza dei valori minimi di temperatura esterna e massimi raggiungibili dai moduli fotovoltaici, fossero verificate le condizioni riportate nella tabella sottostante:

Verifiche compatibilità generatore A,B		
Dimensionamento Inverter ($85\% < P_{ac, nom} / P_{pdc} < 115\%$)	90,58%	OK
Tensione a circuito aperto a -10°C stringa, $V_{oc, -10^\circ C} < \text{Tensione max in ingresso, } V_{cc, max}$	492,06 < 900	OK
Tensione alla massima potenza a -10°C stringa, $V_{mp, -10^\circ C} < \text{Tensione max MPPT, } V_{cc, max MPPT}$	398,7 < 750	OK
Tensione alla massima potenza a +70°C stringa, $V_{mp, +70^\circ C} > \text{Tensione min MPPT, } V_{cc, min MPPT}$	275,96 > 250	OK
Corrente nominale di sottocampo a +70°C, $I_{mp, +70^\circ C} < \text{Corrente max in ingresso, } I_{cc, max}$	16,93 < 18	OK
Verifiche compatibilità generatore C		
Dimensionamento Inverter ($85\% < P_{ac, nom} / P_{pdc} < 115\%$)	90,58%	OK
Tensione a circuito aperto a -10°C stringa, $V_{oc, -10^\circ C} < \text{Tensione max in ingresso, } V_{cc, max}$	451,05 < 900	OK
Tensione alla massima potenza a -10°C stringa, $V_{mp, -10^\circ C} < \text{Tensione max MPPT, } V_{cc, max MPPT}$	365,47 < 750	OK
Tensione alla massima potenza a +70°C stringa, $V_{mp, +70^\circ C} > \text{Tensione min MPPT, } V_{cc, min MPPT}$	252,96 > 250	OK
Corrente nominale di sottocampo a +70°C, $I_{mp, +70^\circ C} < \text{Corrente max in ingresso, } I_{cc, max}$	16,93 < 18	OK

6.2. Cadute di tensione

I cablaggi sono scelti in modo da mantenere entro il 2% le cadute di tensione.

6.3. Portata dei cavi in regime permanente

Tutti i conduttori saranno protetti contro le sovracorrenti. A tal fine è necessario che siano soddisfatte le relazioni:

$$I_B < I_n < I_z$$

$$I_f < 1,45 I_n$$

Avendo indicato:

- I_B : corrente di impiego del circuito
- I_n : corrente nominale del dispositivo di protezione
- I_z : portata (in regime permanente) della conduttura
- I_f : corrente di effettivo funzionamento del dispositivo

I conduttori dovranno quindi avere una sezione minima che garantisca che la portata termica del cavo soddisfi la suddetta relazione, e comunque non inferiore a 1,5 mm².

7. Sistema di fissaggio

I moduli fotovoltaici saranno fissati alla copertura dell'edificio a mezzo di traversi in alluminio o acciaio zincato a caldo a loro volta vincolati alla struttura portante della copertura stessa con staffe in acciaio inox o zincato a caldo oppure con barre filettate in acciaio inox o zincato a caldo.

8. Producibilità

8.1. Clinometria, inclinazione ed orientamento impianto

Nelle figure sottostanti sono riportati il diagramma solare del sito ed i dati relativi ad inclinazione ed orientamento dei generatori fotovoltaici.

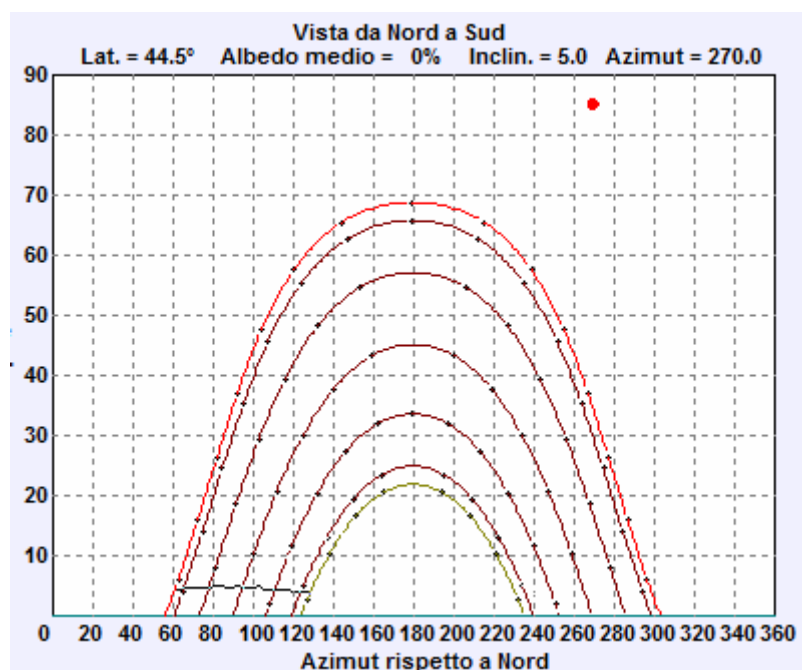


Figura 1 - diagramma solare del sito

Dati di ingresso del generatore fotovoltaico e struttura generatore A,B,C	
inclinazione	5 °
azimuth (est = -90°; sud = 0°)	+90°

Si riportano di seguito i grafici relativi all'irraggiamento disponibile nel sito in esame (sul piano dei moduli) e alla produzione attesa dell'impianto fotovoltaico.

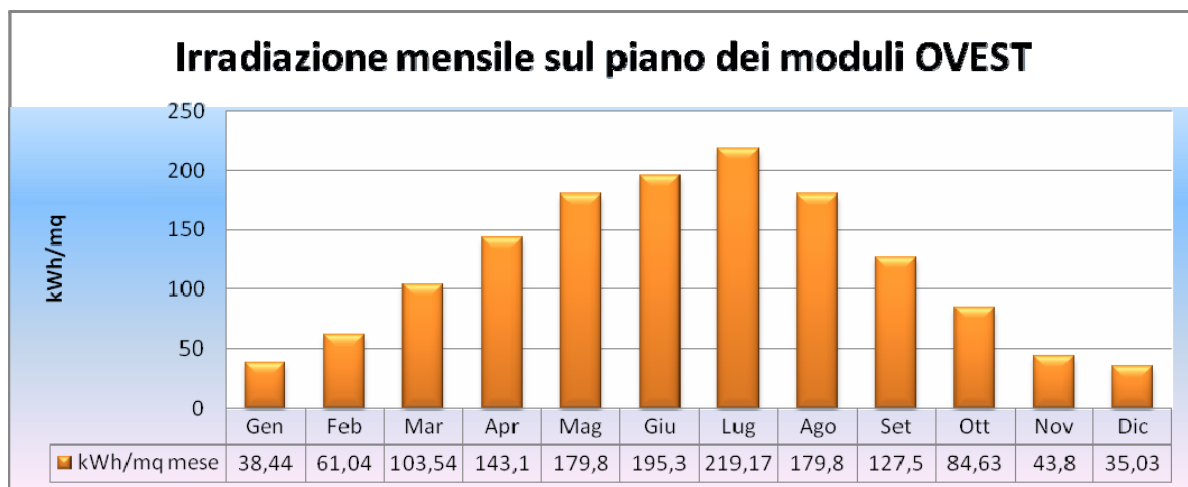


Figura 2

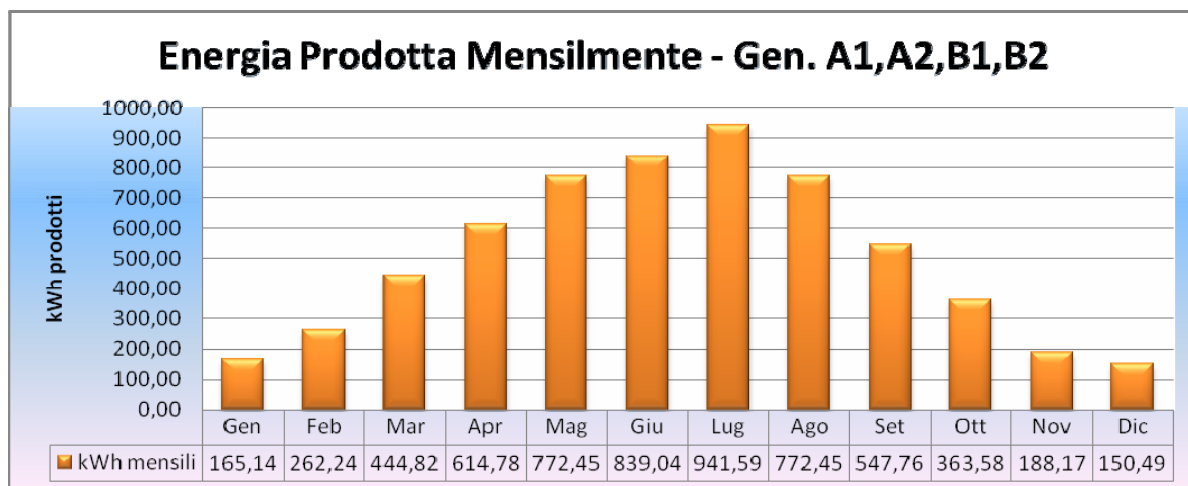


Figura 3

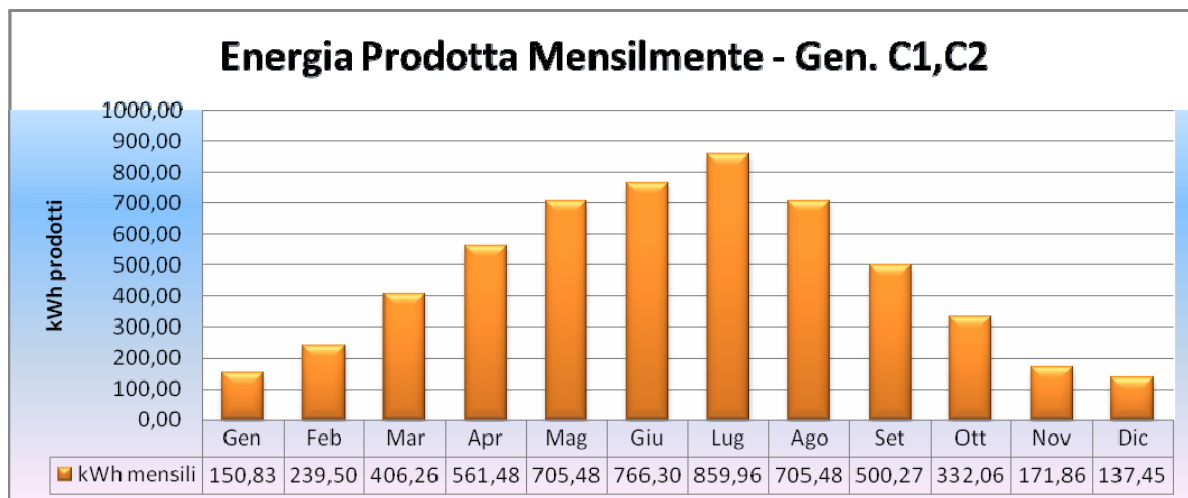


Figura 4

La produzione **annuale** prevista è quindi di **35.213 kWh** al netto delle perdite totali dell'impianto valutate intorno al 25,69%.

Questa produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili permette un risparmio di combustibile fossile pari a:

risparmio di combustibile in tonnellate di petrolio equivalente (1 TEP = 1165 litri di petrolio)	TEP
Fattore di conversione dell'energia elettrica in energia primaria [TEP/MWh]	0,187
TEP risparmiate in un anno	6,589
TEP risparmiate in venti anni	121,1

Vengono inoltre evitate le seguenti emissioni di sostanze nocive:

emissioni evitate in atmosfera di	CO₂	SO₂	NO_x	Polveri
Emissioni specifiche in atmosfera [g/kWh]	462	0,540	0,490	0,024
Emissioni evitate in un anno [kg]	16.278,56	19,027	17,265	0,846
Emissioni evitate in 20 anni [kg]	299.182,11	349,69	317,31	15,54

2 NORME TECNICHE E LEGGI RILEVANTI COMUNI AGLI IMPIANTI FOTOVOLTAICI

Gli impianti fotovoltaici e i relativi componenti devono rispettare, ove di pertinenza, le prescrizioni contenute nelle seguenti norme di riferimento, comprese eventuali varianti, aggiornamenti ed estensioni emanate successivamente dagli organismi di normazione citati.

Si applicano inoltre i documenti tecnici emanati dai gestori di rete riportanti disposizioni applicative per la connessione di impianti fotovoltaici collegati alla rete elettrica e le prescrizioni di autorità locali, comprese quelle dei VVFF.

2.1 Leggi e decreti

Normativa generale:

- ~ Decreto Legislativo n. 504 del 26-10-1995, aggiornato 1-06-2007
- ~ Testo Unico delle disposizioni legislative concernenti le imposte sulla produzione e sui consumi e relative sanzioni penali e amministrative.
- ~ Direttiva CE n. 77 del 27-09-2001: sulla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato dell'elettricità (2001/77/CE).
- ~ Decreto Legislativo n. 387 del 29-12-2003: attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità.
- ~ Legge n. 239 del 23-08-2004: riordino del settore energetico, nonché delega al Governo per il riassetto delle disposizioni vigenti in materia di energia.
- ~ Decreto Legislativo n. 192 del 19-08-2005: attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia.
- ~ Decreto Legislativo n. 311 del 29-12-2006: disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, recante attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia.
- ~ Decreto Legislativo n. 26 del 2-02-2007: attuazione della direttiva 2003/96/CE che ristruttura il quadro comunitario per la tassazione dei prodotti energetici e dell'elettricità.
- ~ Decreto Legge n. 73 del 18-06-2007: testo coordinato del Decreto Legge 18 giugno 2007, n. 73.
- ~ Decreto Legislativo del 30-05-2008: attuazione della direttiva 2006/32/CE relativa all'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici e abrogazione della direttiva 93/76/CEE.
- ~ Decreto 2-03-2009: disposizioni in materia di incentivazione della produzione di energia elettrica mediante conversione fotovoltaica della fonte solare.

~ Legge n.99 del 23 luglio 2009: disposizioni per lo sviluppo e l'internazionalizzazione delle imprese, nonché in materia di energia.

Sicurezza:

~ D.Lgs. 81/2008 (testo unico della sicurezza): misure di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.

~ DM 37/2008: sicurezza degli impianti elettrici all'interno degli edifici.

Nuovo Conto Energia:

~ DECRETO 19-02-2007: criteri e modalità per incentivare la produzione di energia elettrica mediante conversione fotovoltaica della fonte solare, in attuazione dell'articolo 7 del decreto legislativo 29 dicembre 2003, n. 387.

~ Legge n. 244 del 24-12-2007 (Legge finanziaria 2008): disposizioni per la formazione del bilancio annuale e pluriennale dello Stato.

~ Decreto Attuativo 18-12-2008 - Finanziaria 2008

2.2 Norme Tecniche

~ CEI 64-8: impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua.

~ CEI 11-20: impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria.

~ CEI EN 60904-1(CEI 82-1): dispositivi fotovoltaici Parte 1: Misura delle caratteristiche fotovoltaiche tensione-corrente.

~ CEI EN 60904-2 (CEI 82-2): dispositivi fotovoltaici - Parte 2: Prescrizione per le celle fotovoltaiche di riferimento.

~ CEI EN 60904-3 (CEI 82-3): dispositivi fotovoltaici - Parte 3: Principi di misura per sistemi solari fotovoltaici per uso terrestre e irraggiamento spettrale di riferimento.

~ CEI EN 61727 (CEI 82-9): sistemi fotovoltaici (FV) - Caratteristiche dell'interfaccia di raccordo con la rete.

~ CEI EN 61215 (CEI 82-8): moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo.

~ CEI EN 61646 (82-12): moduli fotovoltaici (FV) a film sottile per usi terrestri - Qualifica del progetto e approvazione di tipo.

~ CEI EN 50380 (CEI 82-22): fogli informativi e dati di targa per moduli fotovoltaici.

~ CEI 82-25: guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa tensione.

~ CEI EN 62093 (CEI 82-24): componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) - Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali.

- ~ CEI 82-25 Edizione seconda: guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa Tensione.
- ~ CEI EN 61000-3-2 (CEI 110-31): compatibilità elettromagnetica (EMC) - Parte 3: Limiti - Sezione 2: Limiti per le emissioni di corrente armonica (apparecchiature con corrente di ingresso $I_n = 16$ A per fase).
- ~ CEI EN 60555-1 (CEI 77-2): disturbi nelle reti di alimentazione prodotti da apparecchi elettrodomestici e da equipaggiamenti elettrici simili - Parte 1: Definizioni.
- ~ CEI EN 60439 (CEI 17-13): apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT).
- ~ CEI 0-16: regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica.
- ~ CEI-UNEL 35023: cavi per energia isolati in gomma o con materiale termoplastico aventi grado di isolamento non superiore a 4 Cadute di tensione.
- ~ CEI-UNEL 35024/1: cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria.
- ~ CEI-UNEL 35026: cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali di 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa interrata.
- ~ CEI EN 61724 (CEI 82-15): rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici - Linee guida per la misura, lo scambio e l'analisi dei dati.
- ~ CEI 13-4: sistemi di misura dell'energia elettrica - Composizione, precisione e verifica.
- ~ CEI EN 62053-21 (CEI 13-43): apparati per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Prescrizioni particolari - Parte 21: Contatori statici di energia attiva (classe 1 e 2).
- ~ EN 50470-1 ed EN 50470-3 in corso di recepimento nazionale presso CEI.
- ~ CEI EN 62053-23 (CEI 13-45): apparati per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Prescrizioni particolari - Parte 23: Contatori statici di energia reattiva (classe 2 e 3).
- ~ CEI 64-8, parte 7, sezione 712: sistemi fotovoltaici solari (PV) di alimentazione.
- ~ CEI 3-19: segni grafici per schemi - apparecchiature e dispositivi di comando e protezione.
- ~ UNI 10349: riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici.

2.3 Delibere AEEG

Connessione:

- ~ Delibera ARG-elt n. 33-08: condizioni tecniche per la connessione alle reti di distribuzione dell'energia elettrica a tensione nominale superiore ad 1 kV.

~ Delibera ARG-elt n.119-08: disposizioni inerenti l'applicazione della deliberazione dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas ARG/elt 33/08 e delle richieste di deroga alla norma CEI 0-16, in materia di connessioni alle reti elettriche di distribuzione con tensione maggiore di 1 kV.

Ritiro dedicato:

~ Delibera ARG-elt n. 280-07: modalità e condizioni tecnico-economiche per il ritiro dell'energia elettrica ai sensi dell'articolo 13, commi 3 e 4, del decreto legislativo 29 dicembre 2003, n. 387-03, e del comma 41 della legge 23 agosto 2004, n. 239-04.

~ Delibera ARG-elt n. 107-08: modificazioni e integrazioni alla deliberazione dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas 6 novembre 2007, n. 280/07, in materia di ritiro dedicato dell'energia elettrica.

Servizio di misura:

~ Delibera ARG-elt n. 88-07: disposizioni in materia di misura dell'energia elettrica prodotta da impianti di generazione.

Tariffe:

~ Delibera ARG-elt n. 111-06: condizioni per l'erogazione del pubblico servizio di dispacciamento dell'energia elettrica sul territorio nazionale e per l'approvvigionamento delle relative risorse su base di merito economico, ai sensi degli articoli 3 e 5 del decreto legislativo 16 marzo 1999, n. 79.

~ Delibera ARG-elt n.156-07: approvazione del Testo integrato delle disposizioni dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas per l'erogazione dei servizi di vendita dell'energia elettrica di maggior tutela e di salvaguardia ai clienti finali ai sensi del decreto legge 18 giugno 2007, n. 73/07.

~ Allegato A TIV Delibera ARG-elt n. 156-07: testo integrato delle disposizioni dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas per l'erogazione dei servizi di vendita dell'energia elettrica di maggior tutela e di salvaguardia ai clienti finali ai sensi del Decreto Legge 18 giugno 2007 n. 73/07.

~ Delibera ARG-elt n. 171-08: definizione per l'anno 2009 del corrispettivo di gradualità per fasce applicato all'energia elettrica prelevata dai punti di prelievo in bassa tensione diversi dall'illuminazione pubblica, non trattati monorari e serviti in maggior tutela o nel mercato libero.

~ Delibera ARG-elt n. 348-07: testo integrato delle disposizioni dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas per l'erogazione dei servizi di trasmissione, distribuzione e misura dell'energia elettrica per il periodo di regolazione 2008-2011 e disposizioni in materia di condizioni economiche per l'erogazione del servizio di connessione.

~ Delibera ARG-elt n. 349-07: prezzi di commercializzazione nella vendita di energia elettrica (PCV) nell'ambito del servizio di maggior tutela e conseguente la emunerazione agli esercenti la maggior tutela. Modificazioni della deliberazione dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas 27 giugno 2007 n. 156/07 (TIV).

~ Delibera ARG-elt n. 353-07: aggiornamento delle componenti tariffarie destinate alla copertura degli oneri generali del sistema elettrico, di ulteriori componenti e disposizioni alla Cassa conguaglio per il settore elettrico.

~ Delibera ARG-elt n. 203-09: aggiornamento per l'anno 2010 delle tariffe per l'erogazione dei servizi di trasmissione, distribuzione e misura dell'energia elettrica e delle condizioni economiche per l'erogazione del servizio di connessione. Modificazioni dell'Allegato A alla deliberazione dell'Autorità n. 348/07.

~ Delibera ARG-elt n. 205-09: aggiornamento per il primo trimestre gennaio – marzo 2010 delle condizioni economiche del servizio di vendita di Maggior Tutela e modifiche al TIV.

~ Delibera ARG-com n. 211-09: aggiornamento per il trimestre gennaio – marzo 2010 delle componenti tariffarie destinate alla copertura degli oneri generali e di ulteriori componenti del settore elettrico e del settore gas e modificazioni dell'Allegato A alla deliberazione dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas 29 dicembre 2007, n. 348/07.

TICA:

~ Delibera ARG-elt n.90-07: attuazione del decreto del Ministro dello Sviluppo Economico, di concerto con il Ministro dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare 19 febbraio 2007, ai fini dell'incentivazione della produzione di energia elettrica mediante impianti fotovoltaici.

~ Delibera ARG-elt n. 99-08 TICA: testo integrato delle condizioni tecniche ed economiche per la connessione alle reti elettriche con obbligo di connessione di terzi degli impianti di produzione di energia elettrica (Testo integrato delle connessioni attive – TICA).

~ Delibera ARG-elt n. 161-08: modificazione della deliberazione dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas 13 aprile 2007, n. 90/07, in materia di incentivazione della produzione di energia elettrica da impianti fotovoltaici.

~ Delibera ARG-elt n. 179-08: modifiche e integrazioni alle deliberazioni dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas ARG/elt 99/08 e n. 281/05 in materia di condizioni tecniche ed economiche per la connessione alle reti elettriche con obbligo di connessione di terzi degli impianti di produzione di energia elettrica.

TISP:

~ Delibera ARG-elt n. 188-05: definizione del soggetto attuatore e delle modalità per l'erogazione delle tariffe incentivanti degli impianti fotovoltaici, in attuazione dell'articolo 9 del decreto del Ministro delle attività produttive, di concerto con il Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio, 28 luglio 2005 (deliberazione n. 188/05).

~ Delibera ARG-elt n. 260-06: modificazione ed integrazione della deliberazione dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas 14 settembre 2005, n. 188/05 in materia di misura dell'energia elettrica prodotta da impianti fotovoltaici.

~ Delibera ARG-elt n. 74-08 TISP: testo integrato delle modalità e delle condizioni tecnico-economiche per lo scambio sul posto (TISP).

~ Delibera ARG-elt n. 184-08: disposizioni transitorie in materia di scambio sul posto di energia elettrica.

~ Delibera ARG-elt n.1-09: attuazione dell'articolo 2, comma 153, della legge n. 244/07 e dell'articolo 20 del decreto ministeriale 18 dicembre 2008, in materia di incentivazione dell'energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili tramite la tariffa fissa onnicomprensiva e di scambio sul posto.

~ Delibera ARG-elt n. 186-09: modifiche delle modalità e delle condizioni tecnico-economiche per lo scambio sul posto derivanti dall'applicazione della legge n. 99/09.

~ TEP:

~ Delibera EEN 3/08: aggiornamento del fattore di conversione dei kWh in tonnellate equivalenti di petrolio connesso al meccanismo dei titoli di efficienza energetica.

~ Prezzi minimi:

~ Prezzi minimi garantiti per l'anno 2010: aggiornamento dei prezzi minimi garantiti per l'anno 2010.

~ 1.4. Agenzia delle Entrate

~ Circolare n. 46/E del 19/07/2007: articolo 7, comma 2, del decreto legislativo 29 dicembre 2003, n. 387 – Disciplina fiscale degli incentivi per gli impianti fotovoltaici.

~ Circolare n. 66 del 06/12/2007: tariffa incentivante art. 7, c. 2, del decreto legislativo 29 dicembre 2003, n. 387. Circolare n. 46/E del 19 luglio 2007 - Precisazione.

~ Circolare n. 38/E del 11/04/2008: articolo 1, commi 271-279, della legge 27 dicembre 2006, n. 296 – Credito d'imposta per acquisizioni di beni strumentali nuovi in aree svantaggiate.

~ Risoluzione n. 21/E del 28/01/2008: istanza di Interpello– Aliquota Iva applicabile alle prestazioni di servizio energia - nn. 103) e 122) della Tabella A, Parte terza, d.P.R. 26/10/1972, n. 633 - Alfa S.p.A.

~ Risoluzione n. 22/E del 28/01/2008: istanza di Interpello - Art. 7, comma 2, d. lgs. vo n. 387 del 29 dicembre 2003.

~ Risoluzione n. 61/E del 22/02/2008: trattamento fiscale ai fini dell'imposta sul valore aggiunto e dell'applicazione della ritenuta di acconto della tariffa incentivante per la produzione di energia fotovoltaica di cui all'art. 7, comma 2, del d.lgs. n. 387 del 29 dicembre 2003.

~ Risoluzione n. 13/E del 20/01/2009: istanza di interpello – Art. 11 Legge 27 luglio 2000, n. 212 – Gestore dei Servizi Elettrici, SPA –Dpr 26 ottobre 1972, n. 633 e Dpr 22 dicembre 1986, n. 917.

~ Risoluzione n. 20/E del 27/01/2009: interpello - Art. 11 Legge 27 luglio 2000, n. 212 - ALFA – art.9 , DM 2 febbraio 2007.

~ Circolare del 06/07/2009 n. 32/E: imprenditori agricoli - produzione e cessione di energia elettrica e calorica da fonti rinnovabili agroforestali e fotovoltaiche nonché di carburanti e di prodotti chimici derivanti prevalentemente da prodotti del fondo: aspetti fiscali. Articolo 1, comma 423, della legge 23 dicembre 2005, n. 266 e successive modificazioni.

2.4 Agenzia del Territorio:

~ Risoluzione n. 3/2008: accertamento delle centrali elettriche a pannelli fotovoltaici.

2.5 GSE

~ Il Quarto Conto Energia - D.M. 5 Maggio 2011

~ Il Terzo Conto Energia - D.M. 6 Agosto 2010

~ Guida agli interventi validi ai fini del riconoscimento dell'integrazione architettonica del fotovoltaico.

~ Guida alla richiesta degli incentivi e all'utilizzo dell'applicazione web per il fotovoltaico rev. 5 di Aprile 2010.

~ Accesso al portale internet GSE vers. 1.6 del 25/09/ 2009.

~ Regole tecniche sulla disciplina dello scambio sul posto, ed. II.

~ Disposizioni Tecniche di Funzionamento vers. 1.2 del 6 novembre 2009: modalità e condizioni tecnico-operative per l'applicazione della convenzione di scambio sul posto.

~ Estratto della risoluzione della Agenzia delle Entrate: “trattamento fiscale del contributo in conto scambio di cui alla delibera AEEG n.74/2008”.

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.

3 SPECIFICHE RIMOZIONE AMIANTO E RIFACIMENTO COPERTO

I lavori riferiti alle opere di sostituzione e smaltimento della copertura in cemento-amianto e di rifacimento del manto di copertura del magazzino comunale possono riassumersi come appresso salvo più precise indicazioni che all'atto esecutivo potranno essere impartite dalla Direzione Lavori:

- allestimento dell'area di cantiere e messa in opera dispositivi di protezione collettivi
- nolo di ponteggio e di trabattello;
- rimozione delle coperture in lastre in cemento-amianto secondo il piano di lavoro, art. 59 duodecies D.Lgs. 25.07.06 n. 257, approvato dalla competente A.S.L. e smaltimento presso discarica autorizzata;
- rimozione e smaltimento di teste esalatori e camini in cemento-amianto, smaltimento di eventuali lastre in cemento-amianto giacenti e pulizia delle gronde, da inserire nel piano succitato;
- trasmissione della documentazione di avvenuto smaltimento dei manufatti contenenti amianto al D.L.;
- rimozione delle gronde, della faldaleria e, se ammalorati, dei pluviali;
- realizzazione manti di copertura, colore a scelta della D.L. in pannelli grecati in lamiera di acciaio zincate e preverniciate con interposto coibente in resine poliuretatiche densità 40 kg/mc sp. mm 40;
- posa di faldalerie in lamiera di ferro zincate e preverniciate sp. 8/10 quali colmo, faldali laterali, fermaneve;
- posa di gronde e pluviali in lamiera di ferro zincata e preverniciata sp. 8/10;
- smontaggio ponteggio;

I lavori di cui sopra potranno subire le variazioni conseguenti alle previsioni progettuali previste in sede di offerta.

Ing. Federico Vannini

