COMMITTENTE:

RODRIQUEZ
CANTIERI NAVALI S.P.A.
VIA S. RAINERI 22
95122 MESSINA
Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento di IMMSI S.p.A.

PROGETTO URBANISTICO
E ARCHITETTONICO:

ING. MICHELE MINISTERI
ARCH. VITTORIO GRATTAROLA
ARCH. PAOLO BANDINI

PROGETTO IDRAULICO
MARITTIMO:

ACQUA TECNO
ING. PAOLO TURBOLENTE

Dott. Ing. MICHELE MINISTERI
Iscritto all' Albo di Messina Matric. 868
MESSINA

Rodriquez Cantieri Navali SpA
Amministratore Delegato
Livio Corghi

Regione Liguria
Provincia di Savona
Comune di Pietra Ligure

S.U.A. Strumento urbanistico attuativo
di approvazione regionale L. 24 / 87

D.P.R. 509/97
Decr. Min. Trasporti e Navigazione 14.04.98
Conf. Servizi L. 241/90 e s.m.i.

PROGETTO PER LA TRASFORMAZIONE URBANISTICA DEI CANTIERI NAVALI RODRIQUEZ IN UN PORTO TURISTICO CON ANNESSE STRUTTURE PUBBLICHE, RICETTIVE, RESIDENZIALI E PRODUTTIVE



PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTO IMPIANTI

STUDIO DI FATTIBILITA'
IMPIANTI FOTOVOLTAICI

OPERA	FASE	SETTORE	TAVOLA N°	REV	FILE
OA	PD	IM	Q601	0	

Rif. Dis.	Data	Rev.	DESCRIZIONE	SCALA
	GIUGNO 2012	0		

.

1.OGGETTO E SCOPO

Il presente studio riguarda la realizzazione di due impianti fotovoltaici (FV) di potenza pari rispettivamente a 449,28kWp e 82,80kWp da realizzarsi sulla coperture a volta di un capannone industriale e sulla copertura piana di un ristorante, nell'ambito degli interventi per la trasformazione urbanistica dei cantieri navali Rodriquez in un porto turistico con annesse strutture pubbliche, ricettive, residenziali e produttive. sito nel comune di Pietra Ligure (SV), L'impianto fotovoltaico sarà destinato alla produzione di energia elettrica in collegamento alla rete elettrica di distribuzione di Media Tensione in corrente alternata.
Nel presente documento è riportato lo studio di produttività prevista del succitato impianto, tralasciando qualsiasi indicazione dei ricavi economici derivanti dalla sua realizzazione e dando maggiore risalto ai costi ambientali evitati producendo energia elettrica da fonti pulite.

2. CANTIERI NAVALI

2.1 Caratteristiche energetiche del sito

Dall'esame dei dati rilevati con indagini satellitari si è evidenziata una buona esposizione del sito oggetto della installazione. Pertanto esistono le condizioni per la realizzazione di un impianto di media taglia opportunamente dimensionato per fornire parte dell'energia consumata nella normale attività dei cantieri navali, immettendo in rete l'energia eventualmente in esubero (trattasi infatti di impianto grid-connected).
Utilizzando l'applicativo "Photovoltaic Geographical Information System" elaborato dalla European Commission Joint Research Centre Ispra, Italy del quale si allega il report (vedasi allegati n.1, 2 e 3) risulta che la perdita media di energia dovuta ad ombreggiamento, riflessione, sovratemperatura, effetti parassiti sui cavi e negli inverter, è pari a circa il 28% dell'energia incidente sul piano dei moduli[1].

[1] *Si precisa che in maniera cautelativa(ai fini del calcolo di produttività) si è supposto che tutti i moduli siano installati in orizzontale e in aderenza alle superfici di supporto.*

2.2. Analisi di produttività dell'impianto

I moduli fotovoltaici sono collocati sulla copertura del tipo "volta a botte", e pertanto vengono interessati da un irraggiamento solare diverso da zona a zona. Pertanto, ai fini di un calcolo di produttività si è scomposto il cosiddetto campo fotovoltaico in tre zone, all'interno delle quali si ipotizza che tutti i moduli presenti abbiano simile orientamento ed inclinazione rispetto al piano orizzontale.
Le tre sezioni di impianto considerate saranno costituite ognuna 624 moduli fotovoltaici con i seguenti valori di orientamento ed inclinazione (media):

- Sezione 1: inclinazione media 0° rispetto al piano orizzontale
- Sezione 2: orientamento 53°SO, inclinazione media 30° rispetto al piano orizzontale
- Sezione 3: orientamento -127°NE, inclinazione media 30° rispetto al piano orizzontale

Sezione 1 - La produzione annua di energia elettrica sarà determinata dai calcoli seguenti

- Potenza di picco: 149,76 kWp (potenza del generatore quando riceve un irraggiamento di 1000W/m^2 nelle Standard Test Conditions (STC)[2])
- Energia globale media annua incidente sui moduli per ogni m^2 : 1450 kWh/m^2/anno (vedasi allegato n.1)
- Perdita radiazione causa ombreggiamenti per avvicinamento file: 0%
- Perdite causate dalla temperatura: 12,9%
- Perdite per riflessione: 3,9%
- Altre perdite (Cavi, inverter, ecc.): 14%
- PERDITE TOTALI DEL SISTEMA FV: 28.0%
- Giorni di funzionamento annuo: 365

Produzione = 149,76 [kWp/1kW/m^2] * 1450 [kWh/m^2/anno] * [1-0,28] ≅ **156.500 [kWh/anno]**

Produttività specifica: 156.500 [kWh/anno] / 149,70 kWp ≅ **1.045 [kWh/ kWp /anno]**

[2] STC: *Sono le condizioni standard a cui vengono specificate le caratteristiche elettriche dei moduli fotovoltaici:*

- *Valore di Radianza incidente: 1000 Watt/m^2*
- *Temperatura di cella: 25°C*
- *Spettro di Densità di Potenza: AM1.5*
- *Vento: 0 m/sec*

Sezione 2 - La produzione annua di energia elettrica sarà determinata dai calcoli seguenti

- Potenza di picco: 149,76 kWp (potenza del generatore quando riceve un irraggiamento di 1000W/m^2 nelle Standard Test Conditions (STC)[3])
- Energia globale media annua incidente sui moduli per ogni m^2 : 1570 kWh/m^2/anno (vedasi allegato n.2)
- Perdita radiazione causa ombreggiamenti per avvicinamento file: 0%
- Perdite causate dalla temperatura: 14,7%
- Perdite per riflessione: 2,9%
- Altre perdite (Cavi, inverter, ecc.): 14%
- PERDITE TOTALI DEL SISTEMA FV: 28.7%
- Giorni di funzionamento annuo: 365

Produzione = 149,76 [kWp/1kW/m^2] * 1570 [kWh/m^2/anno] * [1-0,287] ≅ **167.600 [kWh/anno]**

Produttività specifica: 167.600 [kWh/anno] / 149,76 kWp ≅ **1.120 [kWh/ kWp /anno]**

Sezione 3 - La produzione annua di energia elettrica sarà determinata dai calcoli seguenti

- Potenza di picco: 149,76 kWp (potenza del generatore quando riceve un irraggiamento di 1000W/m^2 nelle Standard Test Conditions (STC)[4])
- Energia globale media annua incidente sui moduli per ogni m^2 : 1150 kWh/m^2/anno (vedasi allegato n.3)
- Perdita radiazione causa ombreggiamenti per avvicinamento file: 0%
- Perdite causate dalla temperatura: 12,7%
- Perdite per riflessione: 5,0%
- Altre perdite (Cavi, inverter, ecc.): 14%
- PERDITE TOTALI DEL SISTEMA FV: 28.7%
- Giorni di funzionamento annuo: 365

Produzione = 149,76 [kWp/1kW/m^2] * 1150 [kWh/m^2/anno] * [1-0,287] ≅ **122.800 [kWh/anno]**

Produttività specifica: 122.800 [kWh/anno] / 149,76 kWp ≅ **820 [kWh/ kWp /anno]**

La Produzione complessiva delle tre sezioni di impianto sarà pari a circa **446.900 [kWh/anno]**

Produttività specifica: 446.900 [kWh/anno] / 449,28 kWp ≅ **995 [kWh/ kWp /anno]**

JRC EUROPEAN COMMISSION

Photovoltaic Geographical Information System

European Commission
Joint Research Centre
Ispra, Italy

Rendimento di FV in rete

PVGIS stime di generazione elettricità solare

Luogo: 44°8'55" Nord, 8°16'57" Est,Quota: 10 m.s.l.m.,
Database di radiazione solare usato: PVGIS-CMSAF

Potenza nominale del sistema FV: 1.0 kW (silicio cristallino)
Stime di perdite causata dalla temperatura: 12.9% (usando temperatura esterna locale)
Stima di perdite causate da effetti di riflessione: 3.9%
Altre perdite (cavi, inverter, ecc.): 14.0%
Perdite totali del sistema FV: 28.0%

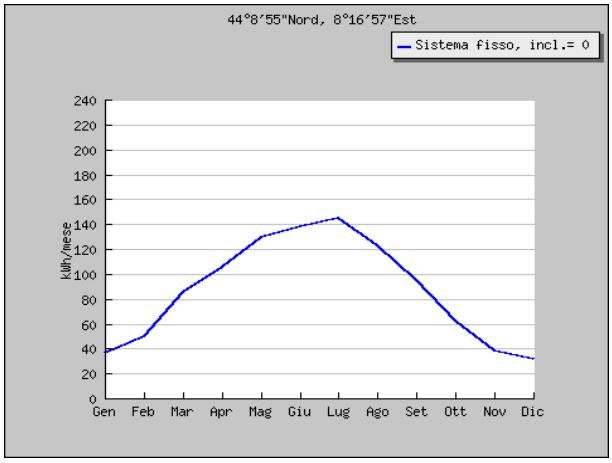
	Sistema fisso: inclinazione=0 gradi, orientamento=0 gradi			
Mese	**Ed**	**Em**	**Hd**	**Hm**
Gen	1.17	36.1	1.57	48.7
Feb	1.78	50.0	2.36	66.0
Mar	2.76	85.7	3.68	114
Apr	3.53	106	4.81	144
Mag	4.18	130	5.87	182
Giu	4.60	138	6.59	198
Lug	4.67	145	6.77	210
Ago	3.97	123	5.73	178
Set	3.16	94.8	4.42	132
Ott	2.02	62.6	2.76	85.7
Nov	1.28	38.4	1.74	52.2
Dic	1.02	31.7	1.41	43.6
Anno	2.85	86.7	3.98	121
Totale per l'anno		1040		1450

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

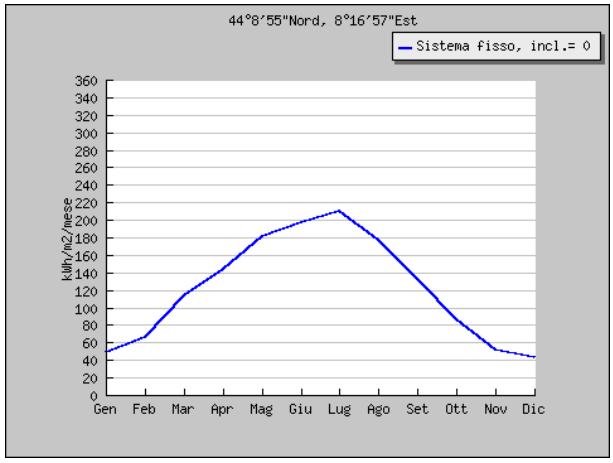
Em: Produzione elettrica media mensile dal sistema indicata (kWh)

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

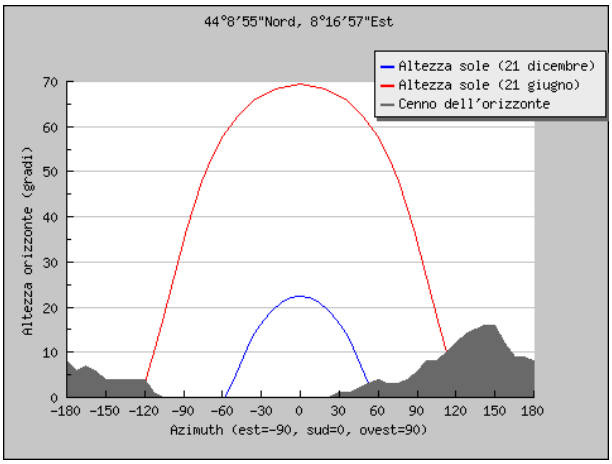
Hm: Media dell'irraggiamento al metro quadro ricevuto dai panelli del sistema (kWh/m2)



Produzione di energia mensile da un sistema FV fisso



Irraggiamento mensile nel piano per angolo fisso



Cenno dell'orizzonte con l'altezza solare per solstizion invernale ed estivo

PVGIS (c) European Communities, 2001-2010
Reproduction is authorised, provided the source is acknowledged.
http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/

Disclaimer:

The European Commission maintains this website to enhance public access to information about its initiatives and European Union policies in general. However the Commission accepts no responsibility or liability whatsoever with regard to the information on this site.

This information is:

- of a general nature only and is not intended to address the specific circumstances of any particular individual or entity;
- not necessarily comprehensive, complete, accurate or up to date;
- not professional or legal advice (if you need specific advice, you should always consult a suitably qualified professional).

Some data or information on this site may have been created or structured in files or formats that are not error-free and we cannot guarantee that our service will not be interrupted or otherwise affected by such problems. The Commission accepts no responsibility with regard to such problems incurred as a result of using this site or any linked external sites.

JRC EUROPEAN COMMISSION

European Commission
Joint Research Centre
Ispra, Italy

Photovoltaic Geographical Information System

Rendimento di FV in rete

PVGIS stime di generazione elettricità solare

Luogo: 44°8'55" Nord, 8°16'57" Est,Quota: 10 m.s.l.m.,
Database di radiazione solare usato: PVGIS-CMSAF

Potenza nominale del sistema FV: 1.0 kW (silicio cristallino)
Stime di perdite causata dalla temperatura: 14.7% (usando temperatura esterna locale)
Stima di perdite causate da effetti di riflessione: 2.9%
Altre perdite (cavi, inverter, ecc.): 14.0%
Perdite totali del sistema FV: 28.7%

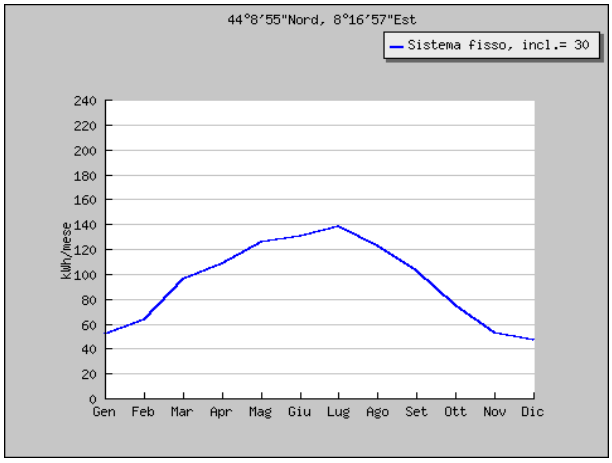
	Sistema fisso: inclinazione=30 gradi, orientamento=53 gradi			
Mese	**Ed**	**Em**	**Hd**	**Hm**
Gen	1.68	52.0	2.19	67.9
Feb	2.26	63.4	3.00	84.0
Mar	3.11	96.3	4.22	131
Apr	3.62	108	5.04	151
Mag	4.06	126	5.81	180
Giu	4.35	130	6.34	190
Lug	4.47	139	6.60	205
Ago	3.98	123	5.87	182
Set	3.44	103	4.91	147
Ott	2.42	75.0	3.35	104
Nov	1.75	52.5	2.33	69.9
Dic	1.51	46.9	1.98	61.4
Anno	3.06	93.0	4.31	131
Totale per l'anno		1120		1570

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

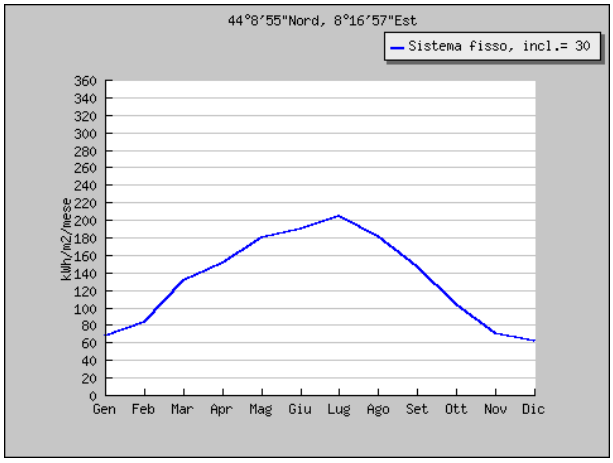
Em: Produzione elettrica media mensile dal sistema indicata (kWh)

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

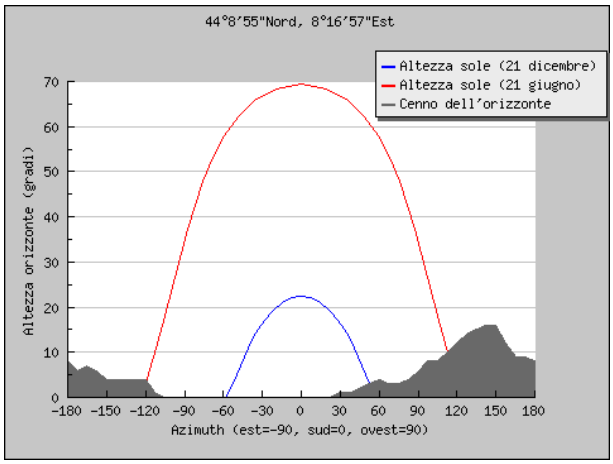
Hm: Media dell'irraggiamento al metro quadro ricevuto dai panelli del sistema (kWh/m2)



Produzione di energia mensile da un sistema FV fisso



Irraggiamento mensile nel piano per angolo fisso



Cenno dell'orizzonte con l'altezza solare per solstizion invernale ed estivo

PVGIS (c) European Communities, 2001-2010
Reproduction is authorised, provided the source is acknowledged.
http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/

Disclaimer:

The European Commission maintains this website to enhance public access to information about its initiatives and European Union policies in general. However the Commission accepts no responsibility or liability whatsoever with regard to the information on this site.

This information is:

- of a general nature only and is not intended to address the specific circumstances of any particular individual or entity;
- not necessarily comprehensive, complete, accurate or up to date;
- not professional or legal advice (if you need specific advice, you should always consult a suitably qualified professional).

Some data or information on this site may have been created or structured in files or formats that are not error-free and we cannot guarantee that our service will not be interrupted or otherwise affected by such problems. The Commission accepts no responsibility with regard to such problems incurred as a result of using this site or any linked external sites.

JRC EUROPEAN COMMISSION

European Commission
Joint Research Centre
Ispra, Italy

Photovoltaic Geographical Information System

Rendimento di FV in rete

PVGIS stime di generazione elettricità solare

Luogo: 44°8'55" Nord, 8°16'57" Est,Quota: 10 m.s.l.m.,
Database di radiazione solare usato: PVGIS-CMSAF

Potenza nominale del sistema FV: 1.0 kW (silicio cristallino)
Stime di perdite causata dalla temperatura: 12.7% (usando temperatura esterna locale)
Stima di perdite causate da effetti di riflessione: 5.0%
Altre perdite (cavi, inverter, ecc.): 14.0%
Perdite totali del sistema FV: 28.7%

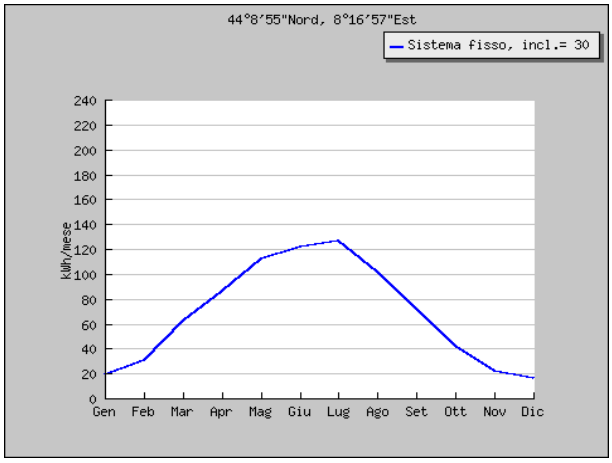
	Sistema fisso: inclinazione=30 gradi, orientamento=-127 gradi			
Mese	**Ed**	**Em**	**Hd**	**Hm**
Gen	0.61	19.1	0.95	29.4
Feb	1.11	31.1	1.56	43.6
Mar	2.02	62.6	2.72	84.2
Apr	2.89	86.6	3.91	117
Mag	3.64	113	5.06	157
Giu	4.08	122	5.80	174
Lug	4.08	126	5.84	181
Ago	3.30	102	4.71	146
Set	2.39	71.7	3.35	100
Ott	1.36	42.3	1.94	60.0
Nov	0.72	21.6	1.09	32.6
Dic	0.54	16.6	0.86	26.7
Anno	2.23	67.9	3.16	96.0
Totale per l'anno		815		1150

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

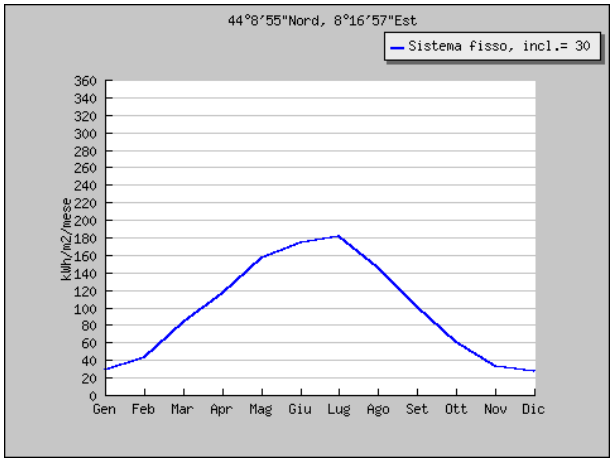
Em: Produzione elettrica media mensile dal sistema indicata (kWh)

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

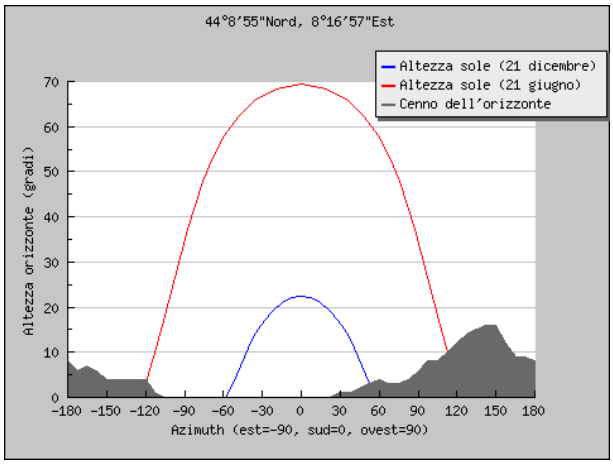
Hm: Media dell'irraggiamento al metro quadro ricevuto dai panelli del sistema (kWh/m2)



Produzione di energia mensile da un sistema FV fisso



Irraggiamento mensile nel piano per angolo fisso



Cenno dell'orizzonte con l'altezza solare per solstizion invernale ed estivo

PVGIS (c) European Communities, 2001-2010
Reproduction is authorised, provided the source is acknowledged.
http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/

Disclaimer:

The European Commission maintains this website to enhance public access to information about its initiatives and European Union policies in general. However the Commission accepts no responsibility or liability whatsoever with regard to the information on this site.

This information is:

- of a general nature only and is not intended to address the specific circumstances of any particular individual or entity;
- not necessarily comprehensive, complete, accurate or up to date;
- not professional or legal advice (if you need specific advice, you should always consult a suitably qualified professional).

Some data or information on this site may have been created or structured in files or formats that are not error-free and we cannot guarantee that our service will not be interrupted or otherwise affected by such problems. The Commission accepts no responsibility with regard to such problems incurred as a result of using this site or any linked external sites.

3. RISTORANTE

3.1 Caratteristiche energetiche del sito

Dall'esame dei dati rilevati con indagini satellitari si è evidenziata una buona esposizione del sito oggetto della installazione. Pertanto esistono le condizioni per la realizzazione di un impianto di media taglia opportunamente dimensionato per fornire parte dell'energia consumata nella normale attività dei cantieri navali, immettendo in rete l'energia eventualmente in esubero (trattasi infatti di impianto grid-connected).
Utilizzando l'applicativo "Photovoltaic Geographical Information System" elaborato dalla European Commission Joint Research Centre Ispra, Italy del quale si allega il report (vedasi allegato n.4) risulta che la perdita media di energia dovuta ad ombreggiamento, riflessione, sovratemperatura, effetti parassiti sui cavi e negli inverter, è pari a circa il 28% dell'energia incidente sul piano dei moduli[5].

3.2. Analisi di produttività dell'impianto

I moduli fotovoltaici sono collocati sulla copertura piana della struttura e pertanto vengono interessati da un irraggiamento solare omogeneo. L'unica sezione di impianto sarà costituita da 345 moduli fotovoltaici con i seguenti valori di orientamento ed inclinazione (media):

- inclinazione media 0° rispetto al piano orizzontale

La produzione annua di energia elettrica sarà determinata dai calcoli seguenti

- Potenza di picco: 82,80 kWp (potenza del generatore quando riceve un irraggiamento di 1000W/m^2 nelle Standard Test Conditions (STC)[6])
- Energia globale media annua incidente sui moduli per ogni m^2 : 1450 kWh/m^2/anno (vedasi allegato n.4)
- Perdita radiazione causa ombreggiamenti per avvicinamento file: 0%
- Perdite causate dalla temperatura: 12,9%
- Perdite per riflessione: 3,9%
- Altre perdite (Cavi, inverter, ecc.): 14%
- PERDITE TOTALI DEL SISTEMA FV: 28.0%
- Giorni di funzionamento annuo: 365

Produzione = 82,80 [kWp/1kW/m^2] * 1450 [kWh/m^2/anno] * [1-0,28] ≅ **86.500 [kWh/anno]**

Produttività specifica: 86.500 [kWh/anno] / 82,80 kWp ≅ **1.045 [kWh/ kWp /anno]**

---

[5] *Si precisa che in maniera cautelativa(ai fini del calcolo di produttività) si è supposto che tutti i moduli siano installati in orizzontale e in aderenza alle superfici di supporto.*

JRC EUROPEAN COMMISSION

European Commission
Joint Research Centre
Ispra, Italy

Photovoltaic Geographical Information System

Rendimento di FV in rete

PVGIS stime di generazione elettricità solare

Luogo: 44°8'55" Nord, 8°16'57" Est,Quota: 10 m.s.l.m.,
Database di radiazione solare usato: PVGIS-CMSAF

Potenza nominale del sistema FV: 1.0 kW (silicio cristallino)
Stime di perdite causata dalla temperatura: 12.9% (usando temperatura esterna locale)
Stima di perdite causate da effetti di riflessione: 3.9%
Altre perdite (cavi, inverter, ecc.): 14.0%
Perdite totali del sistema FV: 28.0%

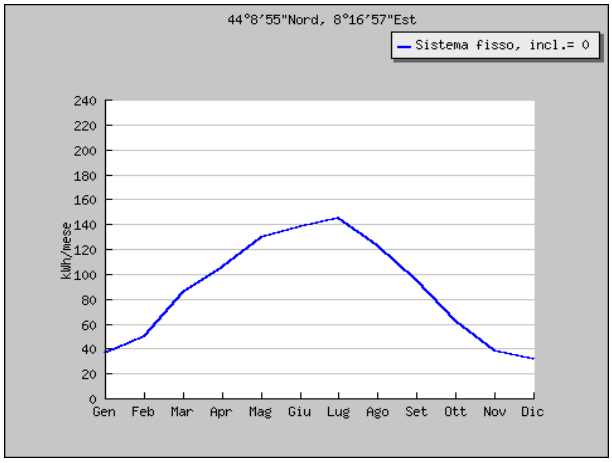
	Sistema fisso: inclinazione=0 gradi, orientamento=0 gradi			
Mese	**Ed**	**Em**	**Hd**	**Hm**
Gen	1.17	36.1	1.57	48.7
Feb	1.78	50.0	2.36	66.0
Mar	2.76	85.7	3.68	114
Apr	3.53	106	4.81	144
Mag	4.18	130	5.87	182
Giu	4.60	138	6.59	198
Lug	4.67	145	6.77	210
Ago	3.97	123	5.73	178
Set	3.16	94.8	4.42	132
Ott	2.02	62.6	2.76	85.7
Nov	1.28	38.4	1.74	52.2
Dic	1.02	31.7	1.41	43.6
Anno	2.85	86.7	3.98	121
Totale per l'anno		1040		1450

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

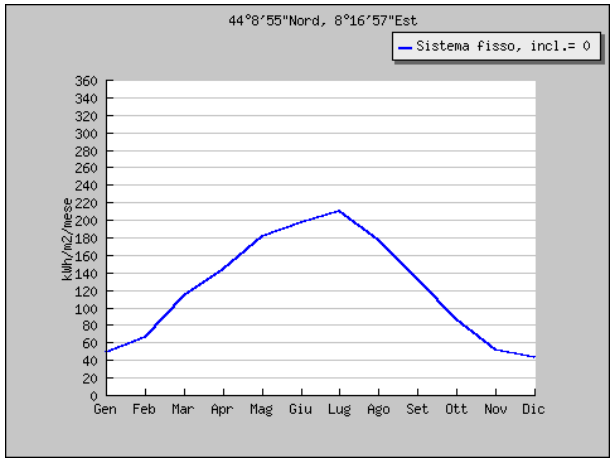
Em: Produzione elettrica media mensile dal sistema indicata (kWh)

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

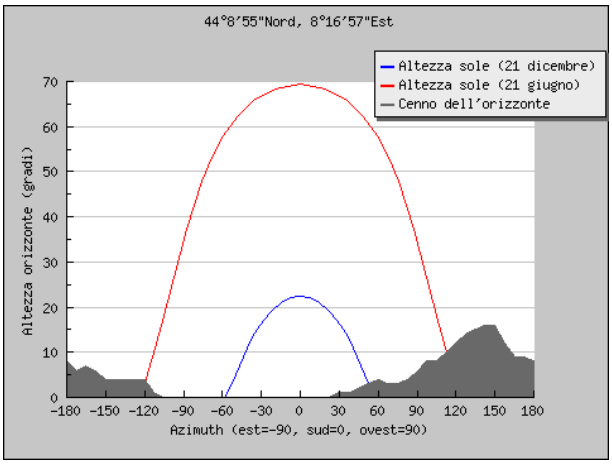
Hm: Media dell'irraggiamento al metro quadro ricevuto dai panelli del sistema (kWh/m2)



Produzione di energia mensile da un sistema FV fisso



Irraggiamento mensile nel piano per angolo fisso



Cenno dell'orizzonte con l'altezza solare per solstizion invernale ed estivo

PVGIS (c) European Communities, 2001-2010
Reproduction is authorised, provided the source is acknowledged.
http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/

Disclaimer:

The European Commission maintains this website to enhance public access to information about its initiatives and European Union policies in general. However the Commission accepts no responsibility or liability whatsoever with regard to the information on this site.

This information is:

- of a general nature only and is not intended to address the specific circumstances of any particular individual or entity;
- not necessarily comprehensive, complete, accurate or up to date;
- not professional or legal advice (if you need specific advice, you should always consult a suitably qualified professional).

Some data or information on this site may have been created or structured in files or formats that are not error-free and we cannot guarantee that our service will not be interrupted or otherwise affected by such problems. The Commission accepts no responsibility with regard to such problems incurred as a result of using this site or any linked external sites.

4.RIEPILOGO PRODUTTIVITA'

I due impianti che si prevede di realizzare avranno una potenza complessiva 532,08kWp, per una produzione di energia elettrica media pari a:

Produzione totale = 446.900 86.500 = 533.400 [kWh/anno]

Produttività specifica totale = 533.400 [kWh/anno] / 532,08 kWp = 1.002 [kWh/ kWp /anno]

4.COSTI AMBIENTALI EVITATI

I benefici ambientali ottenibili dall'adozione di sistemi FV sono proporzionali alla quantità di energia prodotta, supponendo che questa vada a sostituire dell'energia altrimenti fornita da fonti convenzionali.

Per produrre un chilowattora elettrico vengono bruciati mediamente l'equivalente di 2,56 kWh sotto forma di combustibili fossili e di conseguenza emessi nell'aria circa 0,53 kg di anidride carbonica (fattore di emissione del mix elettrico italiano alla distribuzione). Si può dire quindi che ogni kWh prodotto dal sistema fotovoltaico evita l'emissione di 0,53 kg di anidride carbonica. La tabella seguente riporta l'esempio di calcolo:

Potenza installata [kW_p]	Energia elettrica media generata in un anno [kWh_{el}]	Fattore del mix elettrico italiano [$kgCO_2/kWh_{el}$]	Emissioni evitate in un anno [$kgCO_2$]	Periodo di osservazione [anni]	Emissioni evitate nel periodo di osservazione [$TonnCO_2$]
532,08	533.400	0,53	282702	20	5.654