



COMUNE DI ASCOLI
SATRIANO



REGIONE PUGLIA

PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGROVOLTAICO DI POTENZA PARI A 40,1 MW_p E RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA - IMPIANTO "ASCOLI 40" UBICATO IN AGRO DEL COMUNE DI ASCOLI SATRIANO (FG)

ELABORATO:

RELAZIONE IMPIANTI

IDENTIFICAZIONE ELABORATO

Livello Prog.	Codice Rintracciabilità	Tipo Doc.	Sez. Elaborato	N° Foglio	Tot. Fogli	N° Elaborato	DATA	SCALA
DEF	202000901	RT	07	---	---	07.02_R.I.	Agosto 2021	-:-

REVISIONI

REV	DATA	DESCRIZIONE	ESEGUITO	VERIFICATO	APPROVATO

PROGETTAZIONE



MAYA ENGINEERING SRLS
C.F./P.IVA 08365980724
Dott. Ing. Vito Calio
Amministratore Unico
4, Via San Girolamo
70017 Putignano (BA)
M.: +39 328 4819015
E.: v.calio@maya-eng.com
PEC: vito.calio@ingpec.eu

MAYA ENGINEERING SRLS
4, Via San Girolamo
70017 Putignano (BA)
C.F./P.IVA 08365980724

(TIMBRO E FIRMA)

TECNICO SPECIALISTA

Dott. Ing. Vito Calio
4, Via San Girolamo
70017 Putignano (BA)
M.: + 39 328 4819015
E.: v.calio@maya-eng.com



(TIMBRO E FIRMA)

SPAZIO RISERVATO AGLI ENTI

RICHIEDENTE

LUMINORA ASCOLI SRL

Via Tevere, 41
00198-Rome (RM)
P.IVA 16073251007

(TIMBRO E FIRMA PER BENESTARE)



1. OGGETTO	2
2. LEGISLAZIONE E NORMATIVE APPLICABILI	2
2.1. Legislazione vigente in materia di impianti fotovoltaici.....	2
2.2. Normative di riferimento	3
3. DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO	5
3.1. Caratteristiche dei componenti della sezione di produzione dell'impianto FV.....	6
3.1.1. <i>Strutture di supporto</i>	6
3.1.2. <i>Moduli FV</i>	6
3.1.3. <i>Inverter</i>	8
3.1.4. <i>Quadro di parallelo CA</i>	9
3.1.5. <i>Quadro servizi ausiliari</i>	9
3.1.6. <i>Dispositivi di misura</i>	10
3.1.7. <i>Trasformatore BT/MT</i>	10
3.1.8. <i>Scomparto di protezione trasformatore MT</i>	11
3.1.9. <i>Impianto di terra</i>	16
3.1.10. <i>Conduttori CC</i>	16
3.1.11. <i>Conduttori CA (lato BT)</i>	16
3.1.12. <i>Conduttori MT</i>	17
3.1.13. <i>Cabine elettriche</i>	17
3.2. Modalità di raggruppamento dei singoli moduli in stringhe.....	17
4. PRODUTTIVITÀ ENERGETICA DEL CAMPO FV	18
4.1. Dati di progetto	18
4.2. Stima di produzione	19
4.3. Bilancio potenza/energia.....	21



1. OGGETTO

Scopo della presente relazione è quello di descrivere i criteri utilizzati per la progettazione, e conseguente realizzazione del campo agrivoltaico denominato "Ascoli 40" sito in Provincia di Foggia, comune di Ascoli Satriano, in località "San Carlo d'Ascoli".

2. LEGISLAZIONE E NORMATIVE APPLICABILI

2.1. Legislazione vigente in materia di impianti fotovoltaici

- Dovranno essere rispettate le prescrizioni imposte dal DPR 380/2001 "Testo unico per l'edilizia – Capo V: Norme per la sicurezza degli impianti"
- Dovranno essere altresì rispettate le prescrizioni dettate dalle seguenti disposizioni legislative:
- Legge n. 186/1968: "Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni ed impianti elettrici ed elettronici";
- Legge n. 1086/81: "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale o precompresso, ed a struttura metallica";
- Legge n. 64/74: "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche";
- DM 14/9/2005: "Norme Tecniche per le Costruzioni";
- D.L. n. 626/1994: "Attuazione delle direttive comunitarie riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro";
- D. Lgs. 19/03/96 n°242: "Modificazioni ed integrazioni al decreto legislativo 19/09/94 n°626 recante attuazione di direttive comunitarie riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro"
- DPR 27/04/55 n°547: "Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro";
- Legge 791/77: "attuazione della direttiva europea n°73/23/CEE - Direttiva Bassa Tensione";
- DM 16/02/82: "Elenco delle attività soggette al controllo dei Vigili del Fuoco";
- DM 08/03/85: "Direttive sulle misure più urgenti ed essenziali di prevenzione incendi ai fini del rilascio del nullaosta provvisorio di cui alla legge 7 dicembre 1984, n°818";
- Decreto legislativo 25 novembre 1996 n°626: "Attuazione della direttiva 93/68 CEE -Marcatura CE del materiale elettrico";
- D.Lgs. 31/09/97 n°277 "Modificazioni al decreto legislativo 25 novembre 1996 n°626, recante attuazione della direttiva 93/68/CEE in materia di marcatura CE del materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro taluni limiti di tensione";
- DM 19/02/07: "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".



- AEEG Delibera n. 88/07 "Disposizioni in materia di misura dell'energia elettrica prodotta da impianti di generazione".
- AEEG Delibera n. 89/07 "Condizioni tecnico economiche per la connessione di impianti di produzione di energia elettrica alle reti elettriche con obbligo di connessione di terzi a tensione nominale minore o uguale ad 1 kV".
- AEEG Delibera 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".
- Leggi regionali della Regione Puglia

2.2. Normative di riferimento

- 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 e varianti: Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria;
- CEI EN 60904-1: Dispositivi fotovoltaici - Parte 1: Misura delle caratteristiche fotovoltaiche tensione-corrente;
- CEI EN 60904-2: Dispositivi fotovoltaici - Parte 2: Prescrizione per le celle fotovoltaiche di riferimento;
- CEI EN 60904-3: Dispositivi fotovoltaici - Parte 3: Principi di misura per sistemi solari fotovoltaici per uso terrestre e irraggiamento spettrale di riferimento;
- CEI EN 61727: Sistemi fotovoltaici (FV) – Caratteristiche dell'interfaccia di raccordo con la rete;
- CEI EN 61215: Moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo;
- CEI EN 61000-3-2: Compatibilità elettromagnetica (EMC) - Parte 3: Limiti Sezione 2: Limiti per le emissioni di corrente armonica (apparecchiature con corrente di ingresso=16 A per fase);
- CEI EN 60555-1: Disturbi nelle reti di alimentazione prodotti da apparecchi elettrodomestici e da equipaggiamenti elettrici simili - Parte 1: Definizioni;
- CEI EN 60439-1-2-3: Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione;
- CEI EN 60445: Individuazione dei morsetti e degli apparecchi e delle estremità dei conduttori designati e regole generali per un sistema alfanumerico;
- CEI EN 60529: Gradi di protezione degli involucri (codice IP);
- CEI EN 60099-1-2: Scaricatori per sovratensioni;
- CEI 20-19: Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750V;



COMUNE DI
ASCOLI SATRIANO

PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGROVOLTAICO
AVENTE POTENZA MODULI PARI A 41,304 MWP E RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE
ELETTRICA - IMPIANTO "ASCOLI 40" UBICATO IN AGRO DEL COMUNE DI ASCOLI SATRIANO (FG)

07.02_R.I._Relazione Impianti

- CEI 20-20: Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750V;
- CEI 81-1: Protezione delle strutture contro i fulmini;
- CEI 81-3: Valori medi del numero di fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato; Impianto fotovoltaico sito GIR023 Pagina 3 di 15
- CEI 81-4: Valutazione del rischio dovuto al fulmine;
- CEI 82-25: Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa Tensione;
- CEI 0-2: Guida per la definizione della documentazione di progetto per impianti elettrici;
- CEI 0-16: Regole tecniche di connessione;
- CEI 64-57: Impianti di piccola produzione distribuita;
- UNI 10349: Riscaldamento e raffrescamento degli edifici.



3. DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO

L'impianto fotovoltaico in oggetto, avente una potenza nominale di picco in condizioni STC di 41,304 MW e potenza massima in immissione pari a 37,410 MW, sarà realizzato su terreno pianeggiante con strutture ad inseguimento con orientamento est-ovest.

Nella Tabella 1 sono riassunti i dati di progetto relativi all'ubicazione dell'impianto (attraverso coordinate geografiche identificative del suo punto baricentrico), nonché l'estensione dell'area su cui ricade l'intervento.

Denominazione impianto	ASCOLI 40
Regione	Puglia
Provincia	Foggia
Comune	Ascoli Satriano
Area interessata dall'intervento	868.674 m ² (86,86 ha)
Longitudine	15.701111
Latitudine	41.157975

Tabella 1: dati di progetto relativi all'ubicazione dell'impianto

Nella Tabella 2 vengono riportati i dati catastali relativi alle aree di intervento ed in particolare:

- dell'area di impianto;
- dell'area occupata dalla sottostazione;
- dell'area occupata dal cavidotto di evacuazione MT interrato;

Fogli e particelle catastali interessate dal progetto (Area impianto)	
Particelle	FOGLIO 87 PARTICELLE 28-37-40-62-63-64-67-68-107-111-113-114-115; FOGLIO 88 PARTICELLE 58-181-183-184-186-187-188-189-194; FOGLIO 94 PARTICELLE 18-28-114-115;
Fogli e particelle catastali interessate dal progetto (Area sottostazione di utenza)	
Foglio	82
Particelle	68-161
Fogli e particelle catastali interessate dal progetto (Area cavidotto di evacuazione MT interrato)	
Particelle	FOGLIO 75 PARTICELLE 354; FOGLIO 86 PARTICELLE 23-31; FOGLIO 87 PARTICELLE 27-35; FOGLIO 88 PARTICELLE 55; FOGLIO 94 PARTICELLE 9;
Fogli e particelle catastali punto di connessione	
Foglio	75
Particelle	354-355

Tabella 2: Fogli e particelle catastali interessate dal progetto



L'impianto verrà allacciato alla rete AT tramite realizzazione di una nuova sottostazione utente, connessa dalla stazione elettrica Terna "Camerelle"380/150kV.

Al fine di raggiungere la potenza sopra menzionata l'impianto sarà dotato di n° 68.272 pannelli di silicio monocristallino da 605 W.

3.1. Caratteristiche dei componenti della sezione di produzione dell'impianto FV

3.1.1. *Strutture di supporto*

La struttura di supporto per moduli fotovoltaici, sarà del tipo ad inseguimento orientata verso est-ovest e sarà realizzata mediante profilati in acciaio zincato a caldo.

La distanza fra le file è stata calcolata per evitare un possibile effetto ombra fra i moduli fotovoltaici. In posizioni di sole critiche, come l'alba o il tramonto, un sistema di "backtracking" permetterà di posizionare i pannelli in maniera tale da evitare che si crei ombra fra di loro.

3.1.2. *Moduli FV*

Il campo fotovoltaico di questo impianto è costituito da 68.272 moduli RISEN RSM120-8-60-5BMDG. I moduli sono composti da celle monocristalline, il rendimento dei moduli è 21,4%. Inoltre i moduli sono conformi alle normative IEC 61215 e IEC 61730.

Di seguito sono riportate le caratteristiche tecniche:

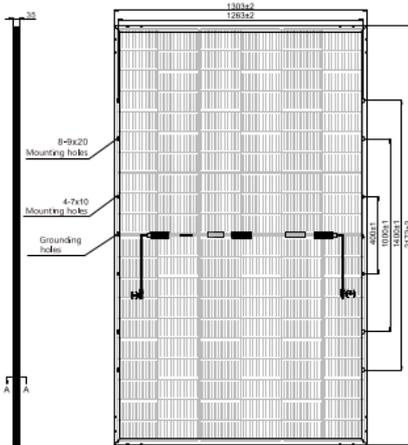


COMUNE DI
ASCOLI SATRIANO

PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGROVOLTAICO
AVENTE POTENZA MODULI PARI A 41,304 MWP E RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE
ELETTRICA - IMPIANTO "ASCOLI 40" UBICATO IN AGRO DEL COMUNE DI ASCOLI SATRIANO (FG)

07.02_R.I._Relazione Impianti

Dimensions of PV Module Unit: mm



ELECTRICAL DATA (STC)

Model Number	RSM120-8-585BMDG	RSM120-8-590BMDG	RSM120-8-595BMDG	RSM120-8-600BMDG	RSM120-8-605BMDG
Rated Power in Watts-Pmax(Wp)	585	590	595	600	605
Open Circuit Voltage-Voc(V)	41.10	41.30	41.50	41.70	41.90
Short Circuit Current-Isc(A)	18.11	18.16	18.21	18.26	18.32
Maximum Power Voltage-Vmpp(V)	34.22	34.42	34.60	34.80	34.98
Maximum Power Current-Impp(A)	17.10	17.15	17.20	17.25	17.30
Module Efficiency (%) *	20.7	20.8	21.0	21.2	21.4

STC: Irradiance 1000 W/m², Cell Temperature 25°C, Air Mass AM1.5 according to EN 60904-3.
Bifacial factor: 70%±5 * Module Efficiency (%): Round-off to the nearest number

Electrical characteristics with 10% rear side power gain

	644	649	655	660	665
Total Equivalent power -Pmax (Wp)	644	649	655	660	665
Open Circuit Voltage-Voc(V)	41.10	41.30	41.50	41.70	41.90
Short Circuit Current-Isc(A)	19.92	19.98	20.03	20.09	20.15
Maximum Power Voltage-Vmpp(V)	34.22	34.42	34.60	34.80	34.98
Maximum Power Current-Impp(A)	18.81	18.87	18.92	18.98	19.03

Rear side power gain: The additional gain from the rear side compared to the power of the front side at the standard test condition. It depends on mounting (structure, height, tilt angle etc.) and albedo of the ground.

ELECTRICAL DATA (NMOT)

Model Number	RSM120-8-585BMDG	RSM120-8-590BMDG	RSM120-8-595BMDG	RSM120-8-600BMDG	RSM120-8-605BMDG
Maximum Power-Pmax (Wp)	443.1	447.0	450.7	454.6	458.3
Open Circuit Voltage-Voc (V)	38.22	38.41	38.60	38.78	38.97
Short Circuit Current-Isc (A)	14.85	14.89	14.93	14.97	15.02
Maximum Power Voltage-Vmpp (V)	31.76	31.94	32.11	32.29	32.46
Maximum Power Current-Impp (A)	13.95	13.99	14.04	14.08	14.12

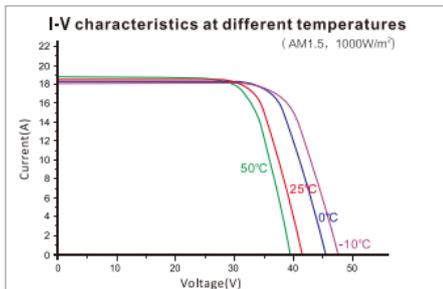
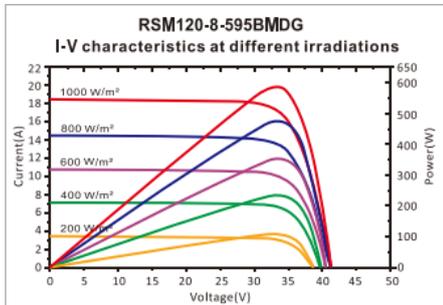
NMOT: Irradiance at 800 W/m², Ambient Temperature 20°C, Wind Speed 1 m/s.

MECHANICAL DATA

Solar cells	Monocrystalline
Cell configuration	120 cells (6×10+6×10)
Module dimensions	2172×1303×35mm
Weight	35kg
Superstrate	High Transmission, Low Iron, Tempered ARC Glass
Substrate	Tempered Glass
Frame	Anodized Aluminium Alloy type 6005-2T6, Silver Color
J-Box	Potted, IP68, 1500VDC, 3 Schottky bypass diodes
Cables	4.0mm ² (12AWG), Positive(+)350mm, Negative(-)350mm (Connector Included)
Connector	Risen Twinsel PV-SY02, IP68

TEMPERATURE & MAXIMUM RATINGS

Nominal Module Operating Temperature (NMOT)	44°C±2°C
Temperature Coefficient of Voc	-0.25%/°C
Temperature Coefficient of Isc	0.04%/°C
Temperature Coefficient of Pmax	-0.34%/°C
Operational Temperature	-40°C~+85°C
Maximum System Voltage	1500VDC
Max Series Fuse Rating	35A
Limiting Reverse Current	35A





3.1.3. Inverter

Per garantire la produzione di energia del parco, è stata prevista l'installazione di n°81 inverter Huawei modello SUN2000-215KTL-H3, le cui caratteristiche sono di seguito riportate:

Connessione alla rete (CA)	800 V 3F + PE 50/60Hz
Potenza nominale di uscita (CA)	215 kW
Corrente massima di uscita (CA)	268,75A
Gamma di tensione MPP (CC)	500 – 1550 V
Tensione massima di ingresso (CC)	1500V
Corrente massima di ingresso (CC)	30A per MPPT (9 MPPT) e 18 inputs
Dimensioni (HxLxP)	1035x700x365 mm
Peso	86 kg
Gamma di temperature	da – 25°C a 60°C
Massima umidità relativa	0-100%
Sistema di refrigerazione	Convezione naturale e forzata
Grado di protezione	IP65

Data la notevole estensione del parco, è stata prevista la suddivisione in 11 sottocampi così composti:

- cabina SC1 con n. 1 trasformatore da 2000 kVA e n.1 da 1600kVA a cui verranno collegati 15 inverter del sottocampo 1;
- cabina SC2 con n. 1 trasformatore da 2000 kVA e n.1 da 1600kVA a cui verranno collegati 15 inverter del sottocampo 2;
- cabina SC3 con n. 2 trasformatori da 2000 kVA a cui verranno collegati 18 inverter del sottocampo 3;
- cabina SC4 con n. 2 trasformatori da 2000 kVA a cui verranno collegati 18 inverter del sottocampo 4;
- cabina SC5 con n. 2 trasformatori da 2000 kVA a cui verranno collegati 18 inverter del sottocampo 5;
- cabina SC6 con n. 2 trasformatori da 2500 kVA a cui verranno collegati 21 inverter del sottocampo 6;



- cabina SC7 con n. 1 trasformatore da 2000 kVA e n.1 da 1600kVA a cui verranno collegati 16 inverter del sottocampo 7;
- cabina SC8 con n. 2 trasformatori da 2000 kVA a cui verranno collegati 17 inverter del sottocampo 8;
- cabina SC9 con n. 2 trasformatori da 1600 kVA a cui verranno collegati 13 inverter del sottocampo 9;
- cabina SC10 con n. 2 trasformatori da 1600 kVA a cui verranno collegati 13 inverter del sottocampo 10;
- cabina SC11 con n. 1 trasformatore da 2500 kVA a cui verranno collegati 10 inverter del sottocampo 11;

3.1.4. Quadro di parallelo CA

L'uscita di ogni inverter sarà connessa al quadro di parallelo per la corrente alternata (QGBT1÷QGBT11) tramite un interruttore magnetotermico da 160A.

La distribuzione nel quadro generale avverrà tramite un sistema di sbarre, collegate a un interruttore motorizzato da 2500 A.

Il quadro dovrà essere realizzato con componenti modulari trattato con vernici epossidiche ed avrà grado di protezione IP30.

Il quadro sarà predisposto per l'interfaccia con il contatore dell'energia tramite l'inserimento sulle sbarre principali di trasformatori amperometrici (verificati UTIF) corredati di copertura antifrode. Per la contabilizzazione dell'energia impiegata per i servizi ausiliari, data la conformazione della linea di alimentazione del QAux, la stessa va ad attraversare i trasformatori amperometrici posti all'interno di un quadretto dedicato.

I quadri di parallelo inverter dovranno essere dotati di scaricatori di sovratensione opportunamente dimensionati.

3.1.5. Quadro servizi ausiliari

Il quadro di gestione dei servizi ausiliari, ha il compito di gestire la protezione ed il sezionamento di tutti i servizi di supporto alla sezione di produzione del campo quali:

- sistema antintrusione e video controllo;
- gruppo di continuità per l'alimentazione delle protezioni di interfaccia SPI e SPG;
- sistema di monitoraggio della produzione;
- illuminazione notturna;



Ogni cabina di sottocampo sarà corredato di n.1 quadro per l'alimentazione dei servizi ausiliari.

3.1.6. Dispositivi di misura

Ogni cabina con trasformatore del parco fotovoltaico dovrà essere dotata (se richiesto dal gestore) di due sistemi di misura:

- contatore dell'energia prodotta;
- contatore di energia utilizzata per i servizi ausiliari del parco;

mentre l'energia ceduta al GSE sarà contabilizzata da un unico contatore installato nel vano misure della stazione elettrica Terna.

3.1.7. Trasformatore BT/MT

Come accennato nei precedenti paragrafi, i trasformatori BT/MT utilizzati per l'immissione dell'energia prodotta in rete sono tre ed hanno le seguenti caratteristiche:

Descrizione tecnica	TRI 2000 / 1600
Potenza nominale	2000 kVA / 1600
Frequenza	50 Hz
Tensione nominale primaria	30 kV
Campo di regolazione tensione	$\pm 2 \times 2,5 \%$
Tensione nominale secondaria	800 V
Livello di isolamento primario	36/50/95 kV
Livello di isolamento secondario	1,1/3 kV
Gruppo vettoriale	Dd0
Collegamento primario	Triangolo
Collegamento secondario	Triangolo
Avvolgimento primario	Inglobato in stampo
Avvolgimento secondario	Inglobato per immersione
Classe ambientale, climatica e comp. al fuoco	E2 C2 F1
Classe isolamento primario / secondario	F / F
Temperatura ambiente massima	40°C
Sovratemperatura avvolgimenti primari e secondari	100 / 100 °C
Installazione	Interna
Raffreddamento	AN
Altitudine sul livello del mare	≤ 1000 m
Perdite a vuoto a Un	1.300 W
Perdite a carico a 75°C	8.000 W
Perdite a carico a 120°C	9.200 W
Tensione di c.to c.to (75°C)	6 %
Corrente a vuoto a Un	0,9 %
Livello di pressione acustica a 1 m (tolleranza +3 dB)	62 dB(A)
Livello scariche parziali	≤ 10 pC
Aria per raffreddamento	50 mc'
DIMENSIONI (PxLxH) [mm]	1600x850x1780



PESO [Kg]	2200
-----------	------

TR aux cabina

Descrizione tecnica	TRI 160
Potenza nominale	160 kVA
Frequenza	50 Hz
Tensione nominale primaria	20 kV
Campo di regolazione tensione	$\pm 2 \times 2,5 \%$
Tensione nominale secondaria	400 V
Livello di isolamento primario	24/50/95 kV
Livello di isolamento secondario	1,1/3 kV
Gruppo vettoriale	Dyn 11
Collegamento primario	Triangolo
Collegamento secondario	Stella + neutro
Avvolgimento primario	Inglobato in stampo
Avvolgimento secondario	Inglobato per immersione
Classe ambientale, climatica e comp. al fuoco	E2 C2 F1
Classe isolamento primario / secondario	F / F
Temperatura ambiente massima	40°C
Sovratemperatura avvolgimenti primari e secondari	100 / 100 °C
Installazione	Interna
Raffreddamento	AN
Altitudine sul livello del mare	≤ 1000 m
Perdite a vuoto a Un	520 W
Perdite a carico a 75°C	3.800 W
Perdite a carico a 120°C	4.000 W
Tensione di c.to c.to (75°C)	6 %
Corrente a vuoto a Un	0,9 %
Livello di pressione acustica a 1 m (tolleranza +3 dB)	62 dB(A)
Livello scariche parziali	≤ 10 pC
Aria per raffreddamento	60 mc/'
DIMENSIONI (PxLxH) [mm]	1400x800x1450
PESO [Kg]	1250

3.1.8. Scomparto di protezione trasformatore MT

Caratteristiche generale del sistema

Tensione nominale	36 kV
Tensione d'esercizio	30 kV
Corrente nominale sbarre principali	630 A
Corrente termica simmetrica di c.to c.to per 1 sec.	16 kA
Corrente dinamica di picco	40 kA
Altezza del quadro	1600 mm
Grado di protezione esterno	IP 30
Grado di protezione interno	IP 20
Struttura in acciaio zincato a caldo tipo	Sendzimir
Pannellatura frontale verniciata colore arancio	RAL 2004



Tensione circuiti ausiliari	230 V – 50 Hz
Tensione circuiti anticondensa	230 V – 50 Hz

Norme di riferimento I quadri tipo SYStem-6 sono rispondenti alle seguenti norme/prescrizioni:

- Norme CEI EN-62271-200 del 11/2005
- DPR 547
- Norme CEI 17-6 Fascicolo 7980
- Prescrizioni ENEL DK5600 CEI 0-16

Caratteristiche specifiche del singolo componente:

N° 01 "AS-375" - Arrivo semplice

Dimensioni (LxPxH): 375x1000x1600 mm

Sistema di sbarre corrente nominale 630A con controllo di campo

3 Isolatori capacitivi per il rilievo di presenza tensione sul cavo in arrivo completi di segnalatore sul fronte dello scomparto

1 Cassoncino porta strumenti

N° 01 "TM-KP" - Protezione Trafo con sez. sottocarico con fusibile [comando a molle precaricate con dispositivo scatto fusibile]

Dimensioni (LxPxH): 375x1000x1600 mm

Comprendente le seguenti apparecchiature:

Sezionatore in SF6 sottocarico IM6P-TF (36 kV – 630A – 16 kA)

provvisto di:

- * Comando a molle precaricate
- * Portafusibili con dispositivo apertura a fusione
- * Lame di terra inferiori interbloccate con le lame principali
- * Bobina di apertura con contatti ausiliari 1L+1R disponibili 220 Vac
- * Blocco a chiave su comando terre, chiave libera in chiuso
- * Blocco a chiave su comando linea, chiave libera in chiuso

1 Esecuzione con sfere per controllo di campo - pannello larghezza 375 mm

3 Fusibili di media tensione calibro adeguato alla potenza del trasformatore

3 Isolatori capacitivi per il rilievo di presenza tensione completi di segnalatore sul fronte dello scomparto

* Portafusibili per circuiti ausiliari

1 Resistenza anticondensa con termostato di regolazione e interruttore di protezione

1 Cassoncino porta strumenti



Dispositivo Generale MT

La presenza di più trasformatori all'interno dello stesso parco obbliga ad una serie di scelte tecniche, atte a consentire un collegamento in parallelo di più macchine ed allo stesso tempo garantire il rispetto delle norme vigenti.

Tali scelte possono essere riassunte come:

installazione di dispositivo d'interfaccia (DDI) nella sezione comune di media tensione, implementazione di sezionatori sotto carico in partenza dal dispositivo generale di protezione e interfaccia, coordinamento, tramite bobine di sgancio.

Come si evince dagli schemi elettrici il quadro di media allocato in una cabina adiacente alla cabina di consegna e-distribuzione, formato da:

N.1 Dispositivo generale di protezione (DG)

N.1 Dispositivo d'interfaccia (DI)

In arrivo lato MT di ogni trasformatore si ha un sezionatore sotto-carico con fusibile attrezzato con bobina di sgancio.

Caratteristiche generale del sistema:

Tensione nominale	36 kV
Tensione d'esercizio	30 kV
Corrente nominale sbarre principali	630 A
Corrente termica simmetrica di c.to c.to per 1 sec.	16 kA
Corrente dinamica di picco	40 kA
Altezza del quadro	1600 mm
Grado di protezione esterno	IP 30
Grado di protezione interno	IP 20
Struttura in acciaio zincato a caldo tipo	Sendzimir
Pannellatura frontale verniciata colore arancio	RAL 2004
Tensione circuiti ausiliari	230 V – 50 Hz
Tensione circuiti anticondensa	230 V – 50 Hz

I quadri dovranno essere rispondenti alle seguenti norme/prescrizioni:

- Norme CEI EN-62271-200 del 11/2005
- DPR 547
- Norme CEI 17-6 Fascicolo 7980
- Prescrizioni CEI 0-16



N° 01 - Arrivo semplice

Dimensioni (LxPxH): 375x900x1600 mm

Sistema di sbarre corrente nominale 630A con controllo di campo

Spazio per l'allestimento di tre terminali unipolari o di uno tripolare

N.3 Isolatori capacitivi per il rilievo di presenza tensione sul cavo in arrivo completi di segnalatore sul fronte

dello scomparto

N.1 Cassoncino porta strumenti

N° 01 Scomparto Misure con TA, TV e sezionatore sottocarico con fusibili

Dimensioni (LxPxH): 750x1000x1600 mm

Comprendente le seguenti apparecchiature:

N.1 Sezionatore in SF6 tipo IM6S-F (36 kV – 630A – 16 kA) provvisto di:

* Comando a molle standard

* Base portafusibile tripolare per fusibili DIN

* Lame di terra inferiori interbloccate con le lame principali

N.3 Fusibili di media tensione calibro 2A

N.3 Riduttori di tensione in resina epossidica Tesar (Tensione primaria / secondaria kV 30:V3 / V 100:V3-100:3)

N.2 Riduttori di tensione in resina epossidica Tesar (Tensione primaria/secondaria kV 30/0,1)

N.1 Morsetti voltmetrici

N.1 Resistenza anticondensa con termostato di regolazione e interruttore di protezione

N.1 Cassoncino porta strumenti

N° 01 Scomparto con interruttore sottovuoto [TA e relè direzionale] conforme CEI-016

Dimensioni (LxPxH): 750x1000x1600 mm

Comprendente le seguenti apparecchiature:

N.1 sezionatore in SF6 tipo IM6S-TD (36 kV – 630A – 16 kA)

provvisto di:

* Comando a molle standard

* Lame di terra inferiori interbloccate con le lame principali

* Blocco a chiave su comando linea, chiave libera in chiuso

* Blocco a chiave su comando terre, chiave libera in chiuso

3 Isolatori capacitivi per il rilievo di presenza tensione completi di segnalatore sul fronte dello scomparto



N.1 Interruttore Sarel tipo WL sottovuoto (36 kV – 630A – 16 kA)

provvisto di:

- * Comando a mano molle precaricate
- * Bobina di apertura con contatti ausiliari 1L+1R disponibili 220 Vac
- * Bobina di minima tensione 220 Vac
- * Blocco a chiave estraibile ad interruttore aperto
- * Spina e presa per i circuiti ausiliari
- * Carrello di scorrimento con ruote
- * Comando elettrico di chiusura ed apertura a distanza con motore, 220 Vac

N.2 Lampade di segnalazione e 2 pulsanti di comando

N.2 Riduttori di corrente toroidali Revalco (montati sullo scomparto adiacente)

N.1 Riduttore di corrente toroidali Revalco (montati sullo scomparto adiacente)

N.1 Relè di max corrente a microprocessore programmabile con uscita seriale e display alfanumerico funzioni

50/51/51N/67N di costruzione Thytronic tipo NA30 (o similare) rispondente alla prescrizione Enel CEI-016

N.1 Dispositivo interfaccia a microprocessore programmabile con uscita seriale e display alfanumerico di

costruzione Thytronic tipo NV10P rispondente alla prescrizione Enel CEI-016

- * Portafusibili per circuiti ausiliari

N.1 Resistenza anticondensa con termostato di regolazione e interruttore di protezione

N.1 Cassoncino porta strumenti

N° 01 Risalita sbarre

Dimensioni (LxPxH): 375x900x1600 mm

Sistema di sbarre corrente nominale 630 A con controllo di campo

Lo scomparto di risalita sarà provvisto di cavi per il collegamento fra i due scomparti adiacenti

N.1 Cassoncino porta strumenti

N° 02 Arrivo/Partenza con sezionatore sottocarico [comando standard]

Dimensioni (LxPxH): 375x1000x1600 mm

Comprendente le seguenti apparecchiature:

N.1 Sezionatore in SF6 sottocarico IM6S (36 kV – 630A – 16 kA)

provvisto di:

- * Comando a molle standard



- * Lame di terra inferiori interbloccate con le lame principali
- * Blocco a chiave su comando terre, chiave libera in chiuso
- * Blocco a chiave su comando linea, chiave libera in chiuso
- * Contatti ausiliari 1L+1R su comando linea-terra

N.1 Esecuzione con sfere per controllo di campo - pannello larghezza 375 mm

N.3 Isolatori capacitivi per il rilievo di presenza tensione sul cavo in arrivo completi di segnalatore sul fronte dello scomparto

N.1 Resistenza anticondensa con termostato di regolazione e interruttore di protezione

N.1 Cassoncino porta strumenti

3.1.9. *Impianto di terra*

L'impianto di terra del parco dovrà essere realizzato con un conduttore di rame nudo da 25 mmq steso all'interno degli scavi dei cavidotti dell'intero parco, perimetrali compresi. In oltre intorno alle cabine dovrà essere realizzato un anello di terra composto sempre da corda di rame da 25 mmq, posata circa 1 metro di profondità e ad una distanza di 70cm dalla platea. Integrano tale anello n°4 picchetti a croce in ferro zincato, infissi per una profondità di 1,5 m sia per le cabine di trasformazione che per le cabine utente e consegna distributore.

L'impianto così realizzato assicura il collegamento equipotenziale di tutti i componenti distribuiti nel parco.

L'efficienza di tale impianto dovrà comunque essere misurata e certificata dalla ditta installatrice al termine dei lavori.

3.1.10. *Conduttori CC*

I collegamenti tra pannelli e gli inverter di stringa dovranno essere realizzati con conduttore con guaina isolante resistente ai raggi UV, al fine di garantire le prestazioni di durata richieste. La sezione sarà tale garantire una caduta di tensione minima come indicato nelle tabelle allegate.

Il cavo solare da utilizzare dovrà essere del tipo H1Z2Z2-K con tensione di isolamento 1,5kV e conforme ai requisiti previsti dal Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR UE 305/11).

3.1.11. *Conduttori CA (lato BT)*

Per la connessione degli inverter al quadro di parallelo in corrente alternata, e la connessione di questo al lato BT del trasformatore, sono stati utilizzati cavi con isolante butilico tipo FG16 con tensione d'isolamento 0,6/1kV. Le sezioni e le cadute di tensione sono riportate nelle tabelle allegate.



3.1.12. *Conduttori MT*

Tutte le connessioni in media tensione dal lato MT del trasformatore alla cabina utente e dalla cabina utente a quella del distributore, saranno realizzate con una terna di cavi unipolari del tipo RG7H1R o in alternativa ARE4H5EX con tensione di isolamento 30/36 kV. La sezione di queste linee sono riportate nelle tavole allegate.

3.1.13. *Cabine elettriche*

All'interno del parco sono state predisposte 11 cabine elettriche di campo e 1 cabina di smistamento, destinate ad accogliere:

- quadro di parallelo AC;
- quadro MT per il sezionamento del trasformatore;
- trasformatore MT/BT;
- trasformatore MT/BT per aux;
- componenti per i servizi ausiliari e sistemi di sicurezza.

Le cabine, sono suddivise in tre vani destinati a:

- trasformatore MT/BT;
- inverter quadro parallelo AC, scomparto MT protezione trasformatore;
- servizi ausiliari.

Le dimensioni delle cabina saranno (LxPxH) 17.4 x 3.0 x 2.5 metri.

Al fine di garantire una corretta ventilazione dei componenti è stata prevista, oltre alle griglie di ripresa disposte come da tavola specifica, l'installazione di n°3 torrini d'estrazione elettrici dalla portata di 5.600 mc/h ognuno, installati sul vano inverter e n°1 torrino elettrico, sempre da 5.600 mc/h installato sul vano trasformatore. La ventilazione del vano servizi ausiliari è invece favorita da un estrattore del tipo eolico.

3.2. Modalità di raggruppamento dei singoli moduli in stringhe

Il raggruppamento dei pannelli per stringa viene fatto in modo da realizzare un "generatore" avente tensione risultante compatibile con la tensione d'ingresso degli inverter. Il singolo pannello FV ha una tensione di esercizio di 34,98V, considerando anche la geometria delle strutture di supporto, la configurazione ottimale, della serie di pannelli, risulta essere di n°34 unità. La tensione risultante della singola stringa è pari a 1189,32 V e potenza pari a 20,570 kW.

Il numero complessivo dei pannelli da installare sul campo in oggetto è 68.272, suddividendo tale numero per il numero di pannelli per stringa si ha la realizzazione di



2.008 stringhe. Dovendo raggruppare tale numero di stringhe al fine di alimentare 174 inverter da 215 kW, si ottiene:

- Sottocampo 1, n.15 inverter, a cui sono collegate 168 stringhe da 34 pannelli per una potenza totale di picco di 3.455,76 kWp.
- Sottocampo 2, n.15 inverter, a cui sono collegate 170 stringhe da 34 moduli per una potenza totale di picco di 3.496,90 kWp.
- Sottocampo 3, n.18 inverter, a cui sono collegate 210 stringhe da 34 moduli per una potenza totale di picco di 4.319,70 kWp.
- Sottocampo 4, n.18 inverter, a cui sono collegate 212 stringhe da 34 moduli per una potenza totale di picco di 4.360,84 kWp;
- Sottocampo 5, n. 18 inverter, a cui sono collegate 212 stringhe da 34 moduli per una potenza totale di picco di 4.360,84 kWp;
- Sottocampo 6, n. 21 inverter, a cui sono collegate 244 stringhe da 34 moduli per una potenza totale di picco di 5.019,08 kWp;
- Sottocampo 7, n. 16 inverter, a cui sono collegate 188 stringhe da 34 moduli per una potenza totale di picco di 3.867,16 kWp;
- Sottocampo 8, n. 17 inverter, a cui sono collegate 200 stringhe da 34 moduli per una potenza totale di picco di 4.114,00 kWp;
- Sottocampo 9, n. 13 inverter, a cui sono collegate 148 stringhe da 34 moduli per una potenza totale di picco di 3.044,36 kWp;
- Sottocampo 10, n. 13 inverter, a cui sono collegate 148 stringhe da 34 moduli per una potenza totale di picco di 3.044,36 kWp;
- Sottocampo 1, n. 10 inverter, a cui sono collegate 108 stringhe da 34 moduli per una potenza totale di picco di 3.221,56 kWp;

Totale potenza DC: 41.304,56 kWp

4. PRODUTTIVITÀ ENERGETICA DEL CAMPO FV

4.1. Dati di progetto

Località:	ASCOLI SATRIANO (MT)
Latitudine	41.203341° N
Longitudine	15.562745° E
Orientamento	sud



COMUNE DI
ASCOLI SATRIANO

PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGROVOLTAICO
AVENTE POTENZA MODULI PARI A 41,304 MWP E RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE
ELETTRICA - IMPIANTO "ASCOLI 40" UBICATO IN AGRO DEL COMUNE DI ASCOLI SATRIANO (FG)

07.02_R.I._Relazione Impianti

Inclinazione 20°
Tipologia di superficie Terreno
Tipologia d'installazione A terra struttura ad inseguimento solare

4.2. Stima di produzione

La disponibilità della fonte solare per il sito di installazione può essere verificata utilizzando i dati riportati nella norma UNI 10349 relativi a valori giornalieri medi mensili sul piano orizzontale. Il calcolo della radiazione solare ricevuta da una superficie fissa comunque esposta ed orientata può essere determinata mediante le formule riportate nella norma UNI 8477 che utilizzano i valori giornalieri medi mensili della radiazione solare diretta e diffusa sul piano Orizzontale forniti dalla norma UNI 10349. Utilizzando un software di simulazione si può effettuare il calcolo della radiazione solare per la zona di installazione. L'analisi riportata in seguito restituisce i dati di Radiazione media giornaliera per l'impianto nelle seguenti ipotesi:

Dati solari: UNI 10349 ASCOLI SATRIANO (FG)
Orizzonte: Zona campagna
Albedo: Erba secca, 20% della totale radiazione
Lat/Long 40.203, 15.563
Inclinazione generatore fotovoltaico: 20°
Azimut generatore fotovoltaico: 0°
Tipologia di installazione: A terra



Risultati statistici

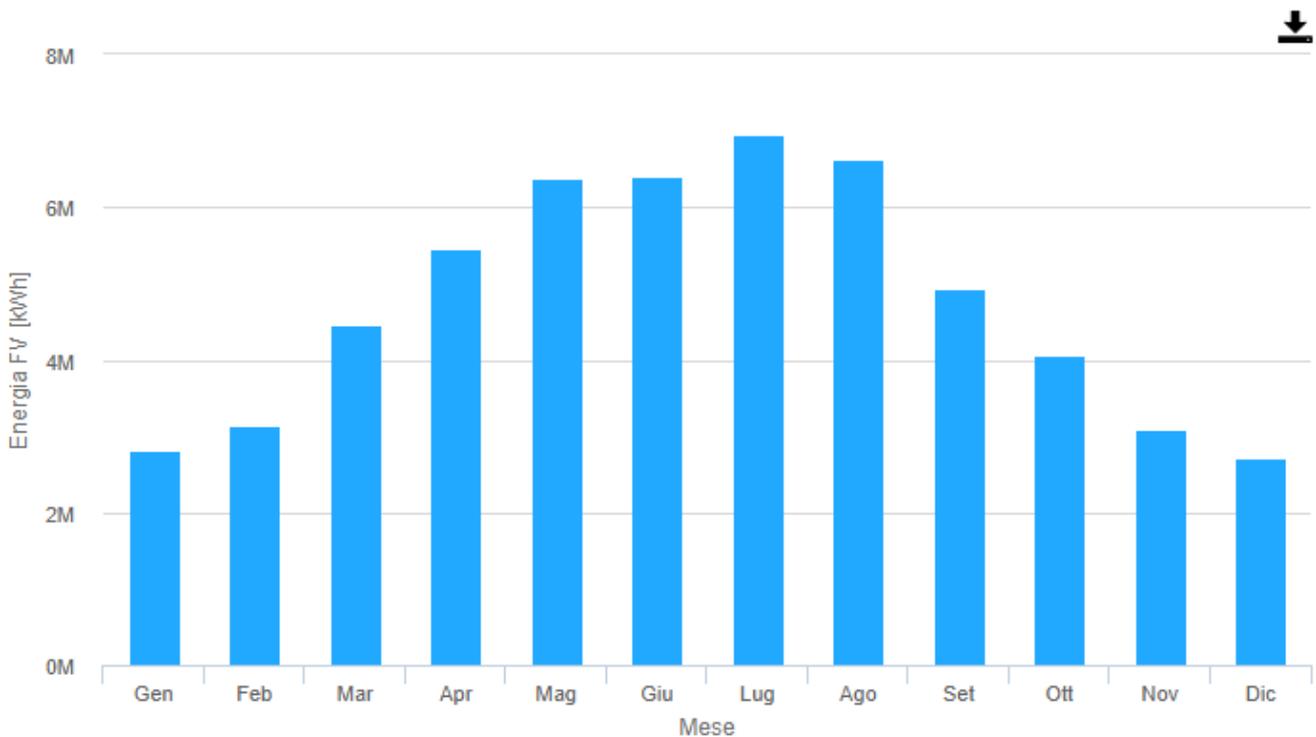
Valori inseriti:

Luogo [Lat/Lon]:	41.203, 15.563
Orizzonte:	Calcolato
Database solare:	PVGIS-SARAH
Tecnologia FV:	Silicio cristallino
FV installato [kWp]:	41304.56
Perdite di sistema [%]:	14

Output del calcolo:

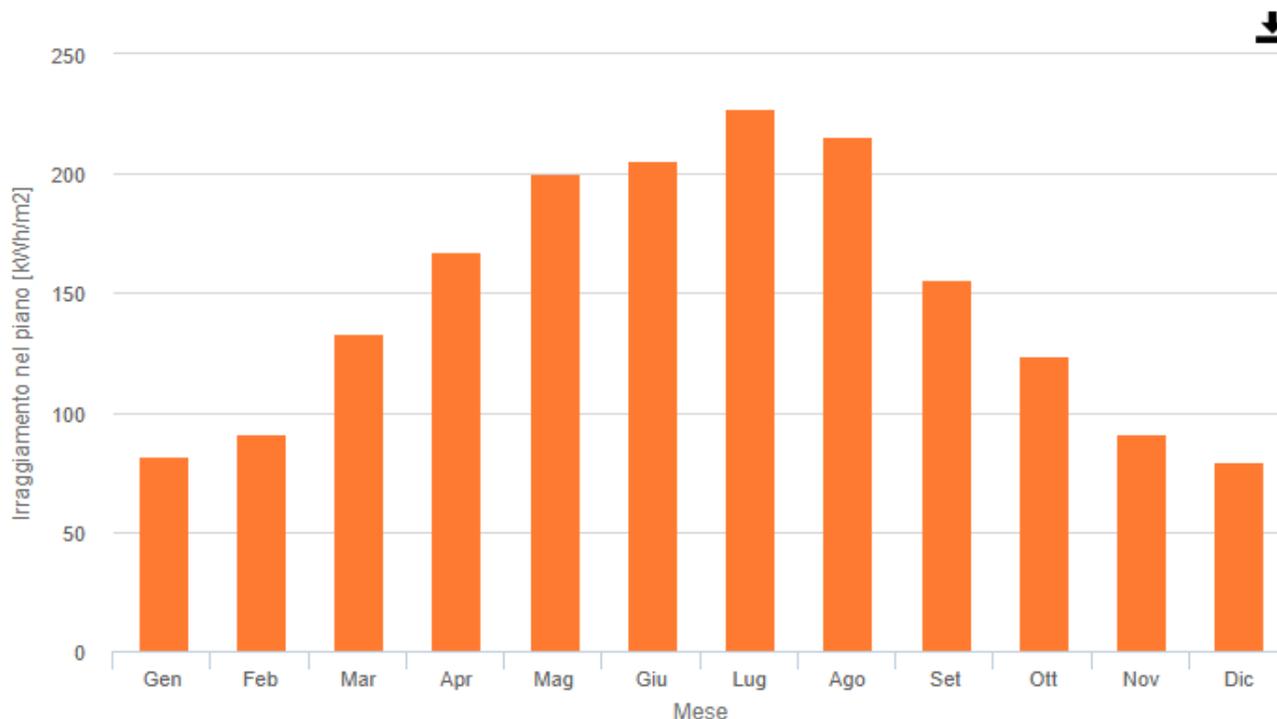
Angolo inclinazione [°]:	20
Angolo orientamento [°]:	0
Produzione annuale FV [kWh]:	57021796.72
Irraggiamento annuale [kWh/m ²]:	1772.22
Variazione interannuale [kWh]:	1370766.08
Variazione di produzione a causa di:	
Angolo d'incidenza [%]:	-2.94
Effetti spettrali [%]:	0.85
Temperatura e irradianza bassa [%]:	-7.47
Perdite totali [%]:	-22.1

Energia prodotta dal sistema FV fisso fisso





Irraggiamento mensile sul piano fisso



4.3. Bilancio potenza/energia

La potenza di picco dell'impianto fotovoltaico esprime il valore della potenza erogabile in condizioni di assenza di perdite e di misura standard (STC) con un irraggiamento specifico di 1000 W/mq. Nelle condizioni reali, tuttavia, l'impianto fotovoltaico sarà irraggiato da una radiazione solare variabile durante l'arco della giornata e nei vari mesi dell'anno. Per poter sfruttare il valore di radiazione solare media annuale, nel calcolo della producibilità dell'impianto, è necessario effettuare due ipotesi semplificative:

- ipotizzare che le prestazioni dei moduli e dunque la produzione di energia siano proporzionali all'irraggiamento;
- ipotizzare che la irradiazione media sia dovuta ad un irraggiamento costante pari al valore STC 1000 W/mq.

In queste condizioni è come se l'impianto producesse la sua potenza di picco per un numero di ore equivalenti ideali pari a:

$h_{id}(\text{anno}) = 1.736$ ore equivalenti

Dalla scheda tecnica del pannello proposto si ricavano, per l'impianto fotovoltaico composto da $n = 68.272$ moduli, le seguenti caratteristiche:

- superficie complessiva (piano dei moduli)

$$S_g = S_m \times n \text{ moduli} = 2.82 \times 68.272 = 192.527 \text{ m}^2$$



- potenza nominale totale $P_g = P_n * N_m = 605 * 68.272 = 41.304,56$ kWp

Perdite per effetto della temperatura

Ogni modulo fotovoltaico verrà fornito dal costruttore con uno sticker incollato sul retro che riporta le prestazioni elettriche in termini di potenza, tensione e corrente. Questi valori sono riferiti per qualunque modulo disponibile sul mercato a condizioni di test standard (1000W/m² - 25°C). È ovvio che le condizioni di funzionamento reali del modulo una volta installato risultano diverse rispetto a quelle di prova, all'aumentare della temperatura delle celle fotovoltaiche diminuisce la potenza erogata dal modulo. La temperatura di lavoro della cella in determinate condizioni di funzionamento viene calcolata con l'ausilio della seguente formula.

$$T_{cell} = T_a + (T_{NOCT} - 20) / 800 * I$$

dove:

T_{cell} = temperatura della cella nelle reali condizioni di funzionamento

T_a = temperatura ambiente diurna

T_{NOCT} = temp. della cella in condizioni operative nom. (vento 1m/s, temp. Ambiente 20°C irraggiamento 800 W/m²)

I = irraggiamento solare medio sul pannello

La potenza utile P_{ca} resa dal sistema fotovoltaico rappresenta la massima potenza disponibile in corrente alternata che l'impianto può immettere in rete e tiene conto delle perdite del dovuto al discostarsi dalle condizioni standard e alla trasformazione della corrente da continua in alternata.

Perdite per mismatching

Le perdite per mismatching tra le stringhe sono dovute alla non uniformità di prestazioni elettriche fornite dai vari moduli che compongono ogni stringa fotovoltaica e quindi tra una stringa e l'altra. Il risultato è che non si riesce a sfruttare completamente la potenza di targa.

Per contenere questo tipo di perdita si provvederà, ad individuare e suddividere gli stessi in modo tale da realizzare stringhe in base alle prove HOT-SPOT prodotte dal costruttore.

Attraverso un adeguato dimensionamento delle linee di connessione tra i vari componenti si cercherà di ridurre al minimo lo sbilanciamento tra le tensioni dei vari componenti.

Perdite per irraggiamento non captato

Le perdite per irraggiamento non captato comprendono la riflessione e il possibile ombreggiamento.

Perdite nell'impianto corrente continua

La potenza viene dissipata per effetto joule sui cavi di collegamento del sistema.



Perdite nel sistema di conversione cc/ca

Una quota di potenza viene persa a causa del rendimento non unitario dell'inverter.

Perdite in corrente alternata fino al contatore di energia prodotta

Il sistema in corrente alternata, che comprende cavi, quadri, filtri, trasformatori.

Considerando quindi la somma delle perdite si può stimare un rendimento complessivo:

$$\eta \text{ TOT} = 0,801$$

Calcolo dell'energia prodotta

Il calcolo dell'energia prodotta garantita deriva dalla seguente formula:

$$E1 = PG * \eta \text{ TOT} * \text{hid}$$

ove:

- E1 è l'energia prodotta al termine del primo anno a partire dalla data di messa in servizio (attivazione del contatore di produzione);
- $\eta \text{ TOT}$ è il valore del rendimento complessivo dell'impianto;
- hid è il valore delle ore equivalenti ideali di funzionamento.

Risulta quindi:

$$E1 = PG * \eta \text{ TOT} * \text{hid} = 57,021 \text{GWh}$$

Consumo utenze servizi ausiliari.

Il parco in oggetto sarà dotato di alcuni servizi ausiliari rivolti a garantirne la sicurezza e la funzionalità. Tali servizi e le relative potenze impegnate possono essere riassunte come nella tabella di seguito riportata:

<u>Utenze</u>	<u>Illuminazione</u>	<u>Sistema Sicurezza</u>	<u>Ventilazione</u>	<u>Servizi Cabina</u>	<u>Supervisione inseguimento</u>
Potenza assorbita [kW]	5,0	2,0	5,0	3,0	60