



REGIONE SICILIA
PROVINCE DI SIRACUSA E CATANIA
COMUNI DI FRANCOFONTE E VIZZINI



PROGETTO DI UN IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DENOMINATO "FRANCOFONTE SAN BIAGIO" DA REALIZZARSI NEL COMUNE DI FRANCOFONTE (SR) NELLA CONTRADA "SAN BIAGIO" CON POTENZA PARI A 29.359,40 kWp (22.000,00 kW IN IMMISSIONE) E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE NEL COMUNE DI VIZZINI (CT).

PROGETTO DEFINITIVO

Relazione producibilità dell'impianto



livello prog.	GOAL	tipo doc.	N° elaborato	N° foglio	Tot. fogli	NOME FILE	DATA	SCALA
PD						FRSBREL0014		

REVISIONI

REV.	DATA	DESCRIZIONE	ESEGUITO	VERIFICATO	APPROVATO



PROPONENTE:
HF SOLAR 6 S.R.L.

ENTE:

PROGETTAZIONE:



Ing. D. Siracusa
 Ing. A. Costantino
 Ing. C. Chiaruzzi
 Arch. A. Calandrino
 Arch. M. Gullo
 Arch. S. Martorana
 Arch. F. G. Mazzola
 Arch. G. Vella
 Ing. G. Buffa
 Ing. M. C. Musca
 Ing. G. Schillaci



IL PROGETTISTA

**Impianto di produzione di energia elettrica da fonte
energetica rinnovabile attraverso tecnologia fotovoltaica**

denominato

“San Biagio”

Relazione di producibilità dell’impianto fotovoltaico

Descrizione generale dell'impianto fotovoltaico

Il progetto riguarda la realizzazione di un impianto agrivoltaico all'interno del territorio Comunale di Francofonte (SR) in località "Contrada San Biagio" su lotti di terreno distinti al N.T.C. Foglio 5, p.lle 592, 364, 365 e 97 e sarà collegato alla futura Stazione Elettrica "Vizzini" tramite elettrodotto interrato su tracciato di pertinenza stradale pubblica. L'impianto sarà collegato all'area individuata per la connessione alla RTN attraverso cavidotti interrati a 36 kV che interesseranno principalmente la viabilità pubblica.

L'impianto risiederà su un appezzamento di terreno posto ad un'altitudine media di 410.00 m s l m, dalla forma poligonale semi-regolare; dal punto di vista morfologico, il lotto è caratterizzato da un lieve pendio che si sviluppa dolcemente in direzione nord, sul quale saranno disposte le strutture degli inseguitori solari orientate secondo l'asse Nord-Sud.

Il sito è suddiviso in due lotti contigui tra loro facilmente raggiungibili tramite strada di bonifica "Contrada Pelaita" SB26, in direzione Ovest-Est. La viabilità interna al sito sarà garantita da una rete di strade interne in terra battuta (rotabili/carrabili), predisposte per permettere il naturale deflusso delle acque ed evitare l'effetto barriera.

L'impianto fotovoltaico oggetto della presente relazione tecnica, ha una potenza di picco pari a 29.359,4 kWp, intesa come somma delle potenze nominali dei moduli scelti, in fase di progettazione definitiva, per realizzare il generatore.

Il dimensionamento del generatore fotovoltaico è stato eseguito applicando il criterio della superficie disponibile, tenendo dei distanziamenti da mantenere tra i filari di tracker per evitare fenomeni di auto-ombreggiamento e degli spazi necessari per l'installazione delle stazioni di conversione e trasformazione dell'energia elettrica.

I moduli scelti sono in silicio monocristallino, hanno una potenza nominale di 670 Wp e sono costituiti da 132 celle fotovoltaiche, modello TrinaSolar Vertex Bifacciali [TSM-DEG21C.20] di tipo bifacciale.

Per massimizzare la producibilità energetica è previsto l'utilizzo di tracker monoassiali del tipo 2-V da 28 moduli con pitch pari a 8 m.

Complessivamente sono stati posizionati 43.820 moduli.

L'impianto sarà suddiviso in 10 sottocampi fotovoltaici, ogni sottocampo confluirà all'inverter definito nel suo sottocampo, gli inverter scelti saranno centralizzati dalla potenza di 2500 kVA o 3000 kVA ognuno, in base al sottocampo di riferimento (si rimanda allo schema elettrico unifilare per maggiori dettagli).

Nel caso specifico gli inverter saranno **Sunny Central 2500-EV** e **Sunny Central 3000-EV**.

Definito il layout di impianto il numero di moduli della stringa e il numero di stringhe da collegare in parallelo, sono stati determinati coordinando opportunamente le caratteristiche dei moduli fotovoltaici con quelle degli inverter scelti, rispettando le seguenti 4 condizioni:

1. la massima tensione del generatore fotovoltaico deve essere inferiore alla massima tensione di ingresso dell'inverter;
2. la massima tensione nel punto di massima potenza del generatore fotovoltaico non deve essere superiore alla massima tensione del sistema MPPT dell'inverter;
3. la minima tensione nel punto di massima potenza del generatore fotovoltaico non deve essere inferiore alla minima tensione del sistema MPPT dell'inverter;
4. la massima corrente del generatore fotovoltaico non deve essere superiore alla massima corrente in ingresso all'inverter.

Ed è stata prodotto il report con il software PVSyst:

PVsyst - Rapporto di simulazione

Sistema connesso in rete

Progetto: San Biagio - Francofonte

Variante: San Biagio

Sistema inseguitori con indetreggiamento (backtracking)

Potenza di sistema: 29.36 MWc

Masseria San Biagio - Italy

Autore
Horizonfirm Srl (Italy)



PVsyst V7.2.12
VC0, Simulato su
16/03/22 11:17
con v7.2.12

Progetto: San Biagio - Francofonte

Variante: San Biagio

Horizonfirm Srl (Italy)

Sommario del progetto

Luogo geografico Masseria San Biagio Italia	Ubicazione Latitudine 37.24 °N Longitudine 14.82 °E Altitudine 407 m Fuso orario UTC+1	Parametri progetto Albedo 0.20
Dati meteo Masseria San Biagio PVGIS api TMY		

Sommario del sistema

Sistema connesso in rete Orientamento campo FV Piano d'inseguimento, asse orizzon. N-S Asse dell'azimut 0 °	Sistema inseguitori con indietro (backtracking) Ombre vicine Secondo le stringhe Effetto elettrico 100 %	Bisogni dell'utente Carico illimitato (rete)
Informazione sistema Campo FV Numero di moduli 43820 unità Pnom totale 29.36 MWc	Inverter Numero di unità 10 unità Pnom totale 26.50 MWac Rapporto Pnom 1.108	

Sommario dei risultati

Energia prodotta 52 GWh/anno	Prod. Specif. 1761 kWh/kWc/anno	Indice rendimento PR 82.02 %
------------------------------	---------------------------------	------------------------------

Indice dei contenuti

Sommario del progetto e dei risultati	2
Parametri principali, Caratteristiche campo FV, Perdite sistema	3
Definizione ombre vicine - Diagramma iso-ombre	5
Risultati principali	6
Diagramma perdite	7
Grafici speciali	8



PVsyst V7.2.12
 VCO, Simulato su
 16/03/22 11:17
 con v7.2.12

Progetto: San Biagio - Francofonte

Variante: San Biagio

Horizonfirm Srl (Italy)

Parametri principali

Sistema connesso in rete		Sistema inseguitori con indetreggiamento (backtracking)	
Orientamento campo FV		Strategia Backtracking	
Orientamento		N. di eliostati	1565 unità
Piano d'inseguimento, asse orizzon. N-S		Dimensioni	
Asse dell'azimut	0 °	Distanza eliostati	8.00 m
		Larghezza collettori	4.79 m
		Fattore occupazione (GCR)	59.9 %
		Phi min / max	-/+ 55.0 °
		Angolo limite indetreggiamento	
		Limiti phi	+/- 53.1 °
Orizzonte		Ombre vicine	
Orizzonte libero		Secondo le stringhe	
		Effetto elettrico	100 %
		Bisogni dell'utente	
		Carico illimitato (rete)	
Sistema a moduli bifacciali			
Modello	Calcolo 2D eliostati illimitati		
Geometria del modello bifacciale		Definizioni per il modello bifacciale	
Distanza eliostati	8.00 m	Albedo dal suolo	0.30
ampiezza eliostati	4.79 m	Fattore di Bifaccialità	70 %
GCR	59.9 %	Ombreg. posteriore	5.0 %
Altezza dell'asse dal suolo	2.10 m	Perd. Mismatch post.	10.0 %
		Frazione trasparente della tettoia	0.0 %

Caratteristiche campo FV

Modulo FV		Inverter	
Costruttore	Trina Solar	Costruttore	SMA
Modello	TSM-670DEG21C.20	Modello	Sunny Central 2500-EV
(PVsyst database originale)		(PVsyst database originale)	
Potenza nom. unit.	670 Wp	Potenza nom. unit.	2500 kWac
Numero di moduli FV	28532 unità	Numero di inverter	7 unità
Nominale (STC)	19.12 MWc	Potenza totale	17500 kWac
Campo #1 - Campo FV			
Numero di moduli FV	11452 unità	Numero di inverter	3 unità
Nominale (STC)	7673 kWc	Potenza totale	7500 kWac
Moduli	409 Stringhe x 28 In serie		
In cond. di funz. (50°C)		Voltaggio di funzionamento	
Pmpp	7041 kWc		850-1425 V
U mpp	971 V	Rapporto Pnom (DC:AC)	1.02
I mpp	7251 A		
Campo #3 - Sottocampo #3			
Numero di moduli FV	17080 unità	Numero di inverter	4 unità
Nominale (STC)	11.44 MWc	Potenza totale	10000 kWac
Moduli	610 Stringhe x 28 In serie		
In cond. di funz. (50°C)		Voltaggio di funzionamento	
Pmpp	10.50 MWc		850-1425 V
U mpp	971 V	Rapporto Pnom (DC:AC)	1.14
I mpp	10814 A		



PVsyst V7.2.12
 VCO, Simulato su
 16/03/22 11:17
 con v7.2.12

Progetto: San Biagio - Francofonte

Variante: San Biagio

Horizonfirm Srl (Italy)

Caratteristiche campo FV

Campo #2 - Sottocampo #2		Inverter	
Modulo FV		Costruttore	
Costruttore	Trina Solar	Costruttore	SMA
Modello	TSM-670DEG21C.20	Modello	Sunny Central 3000-EV
(PVsyst database originale)		(PVsyst database originale)	
Potenza nom. unit.	670 Wp	Potenza nom. unit.	3000 kWac
Numero di moduli FV	15288 unità	Numero di inverter	3 unità
Nominale (STC)	10.24 MWc	Potenza totale	9000 kWac
Moduli	546 Stringhe x 28 In serie	Voltaggio di funzionamento	956-1425 V
In cond. di funz. (50°C)		Rapporto Phom (DC:AC)	1.14
Pmpp	9399 kWc		
U mpp	971 V		
I mpp	9679 A		
Potenza PV totale		Potenza totale inverter	
Nominale (STC)	29359 kWp	Potenza totale	26500 kWac
Totale	43820 moduli	Numero di inverter	10 unità
Superficie modulo	136120 m ²	Rapporto Phom	1.11
Superficie cella	127542 m ²		

Perdite campo

Fatt. di perdita termica	Perdita di qualità moduli	Perdite per mismatch del modulo						
Temperatura modulo secondo irraggiamento	Fraz. perdite	Fraz. perdite						
Uc (cost)	-0.8 %	2.0 % a MPP						
Uv (vento)								
20.0 W/m ² K								
0.0 W/m ² K/m/s								
Perdita disadattamento Stringhe								
Fraz. perdite								
0.1 %								
Fattore di perdita IAM								
Effetto d'incidenza, profilo definito utente (IAM): Profilo definito utente								
0°	40°	50°	60°	70°	75°	80°	85°	90°
1.000	1.000	0.998	0.992	0.983	0.961	0.933	0.853	0.000

Perdite DC nel cablaggio

Res. globale di cablaggio	0.57 mΩ		
Fraz. perdite	1.5 % a STC		
Campo #1 - Campo FV		Campo #2 - Sottocampo #2	
Res. globale campo	2.2 mΩ	Res. globale campo	1.6 mΩ
Fraz. perdite	1.5 % a STC	Fraz. perdite	1.5 % a STC
Campo #3 - Sottocampo #3			
Res. globale campo	1.5 mΩ		
Fraz. perdite	1.5 % a STC		



PVsyst V7.2.12
VC0, Simulato su
16/03/22 11:17
con v7.2.12

Progetto: San Biagio - Francofonte

Variante: San Biagio

Horizonfirm Srl (Italy)

Parametri per ombre vicine

Prospettiva campo FV e area d'ombra circostante

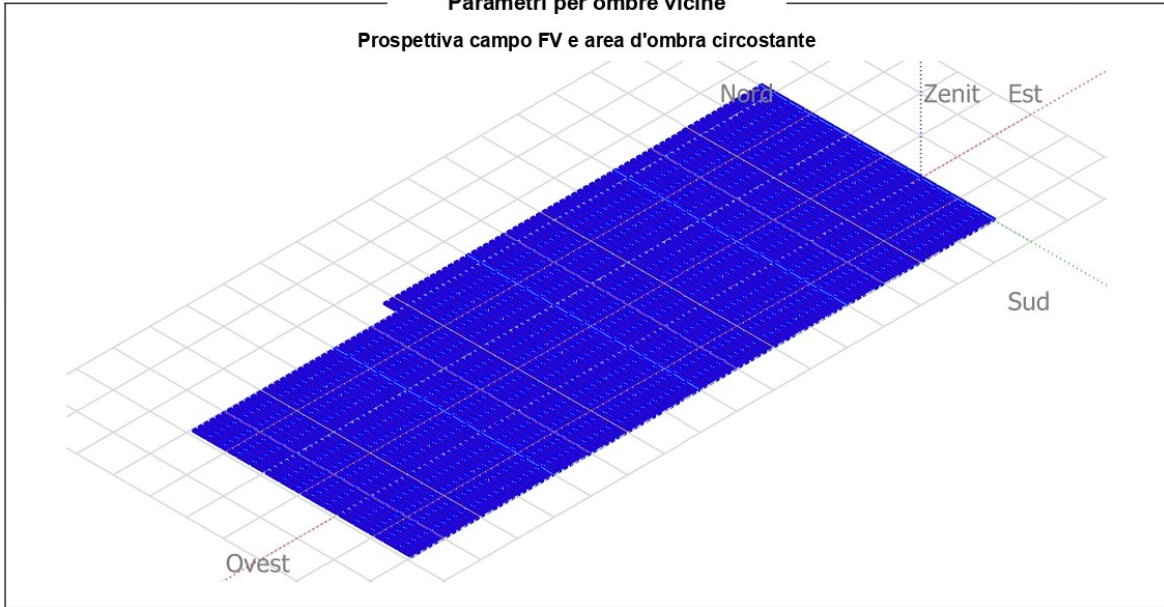
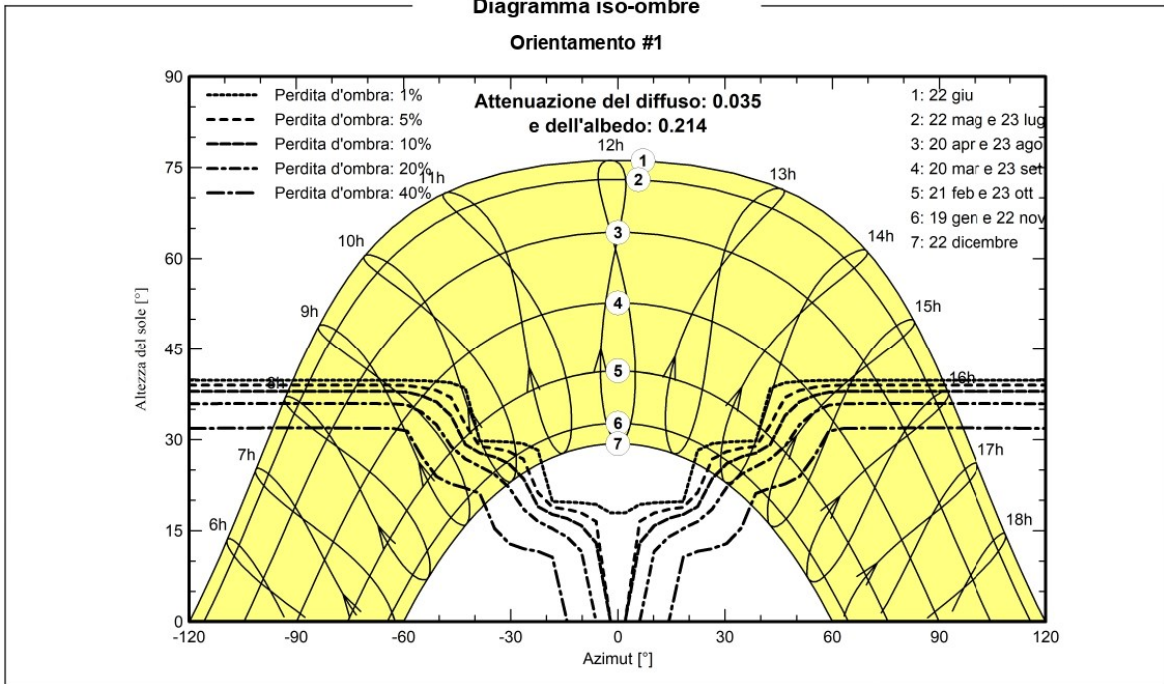


Diagramma iso-ombre

Orientamento #1





Progetto: San Biagio - Francofonte

Variante: San Biagio

PVsyst V7.2.12

VCO, Simulato su
16/03/22 11:17
con v7.2.12

Horizonfirm Srl (Italy)

Risultati principali

Produzione sistema

Energia prodotta

52 GWh/anno

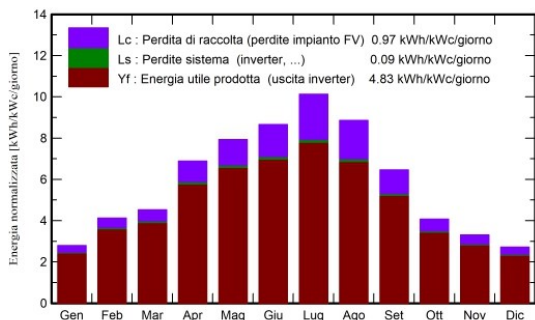
Prod. Specif.

1761 kWh/kWc/anno

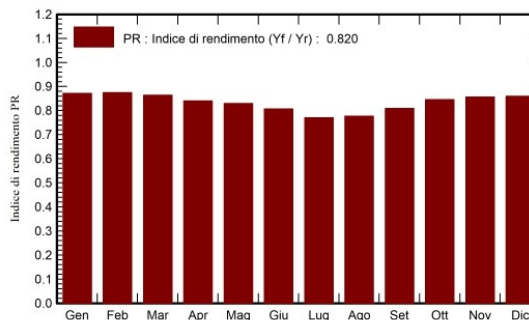
Indice di rendimento PR

82.02 %

Produzione normalizzata (per kWp installato)



Indice di rendimento PR



Bilanci e risultati principali

	GlobHor	DiffHor	T_Amb	GlobInc	GlobEff	EArray	E_Grid	PR
	kWh/m ²	kWh/m ²	°C	kWh/m ²	kWh/m ²	GWh	GWh	ratio
Gennaio	70.6	31.21	8.79	86.7	80.7	2.261	2.219	0.871
Febbraio	94.5	40.03	9.74	115.5	108.8	3.017	2.963	0.874
Marzo	117.3	57.83	9.99	140.5	133.1	3.631	3.565	0.864
Aprile	169.6	64.35	13.60	206.8	196.4	5.191	5.098	0.840
Maggio	202.2	73.28	16.33	246.0	234.6	6.099	5.991	0.829
Giugno	212.6	72.54	22.08	259.8	248.1	6.262	6.153	0.807
Luglio	250.9	60.26	25.76	314.0	299.1	7.226	7.100	0.770
Agosto	219.8	57.86	24.97	274.5	260.2	6.369	6.259	0.777
Settembre	158.1	58.83	21.68	193.8	183.6	4.683	4.602	0.809
Ottobre	103.7	47.76	17.83	126.2	119.1	3.192	3.136	0.846
Novembre	80.4	35.63	14.70	99.4	92.7	2.544	2.498	0.856
Dicembre	67.6	29.68	9.91	84.2	77.8	2.164	2.124	0.860
Anno	1747.4	629.28	16.32	2147.5	2034.1	52.639	51.710	0.820

Legenda

GlobHor Irraggiamento orizzontale globale

DiffHor Irraggiamento diffuso orizz.

T_Amb Temperatura ambiente

GlobInc Globale incidente piano coll.

GlobEff Globale "effettivo", corr. per IAM e ombre

EArray Energia effettiva in uscita campo

E_Grid Energia immessa in rete

PR Indice di rendimento



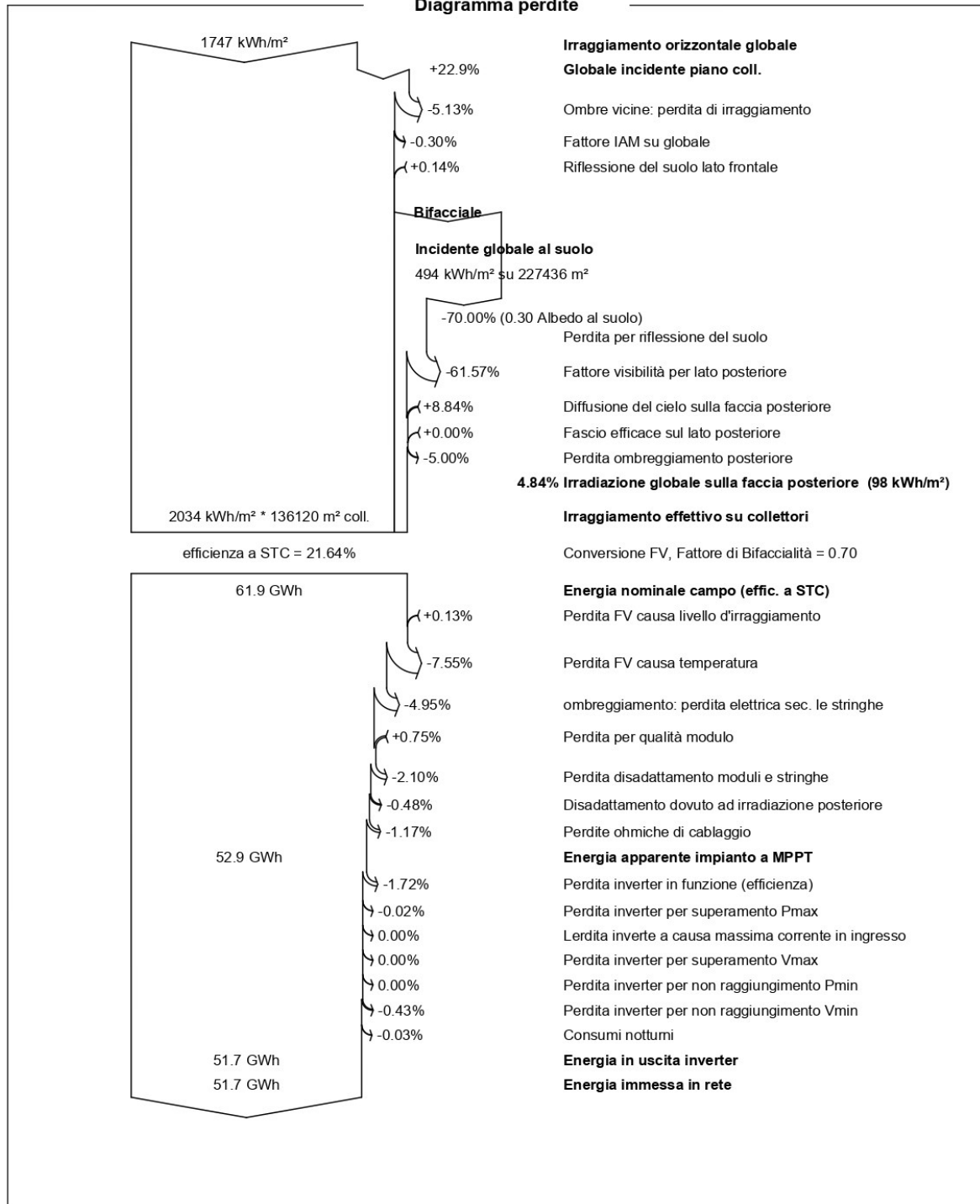
PVsyst V7.2.12
VC0, Simulato su
16/03/22 11:17
con v7.2.12

Progetto: San Biagio - Francofonte

Variante: San Biagio

Horizonfirm Srl (Italy)

Diagramma perdite





PVsyst V7.2.12
VC0, Simulato su
16/03/22 11:17
con v7.2.12

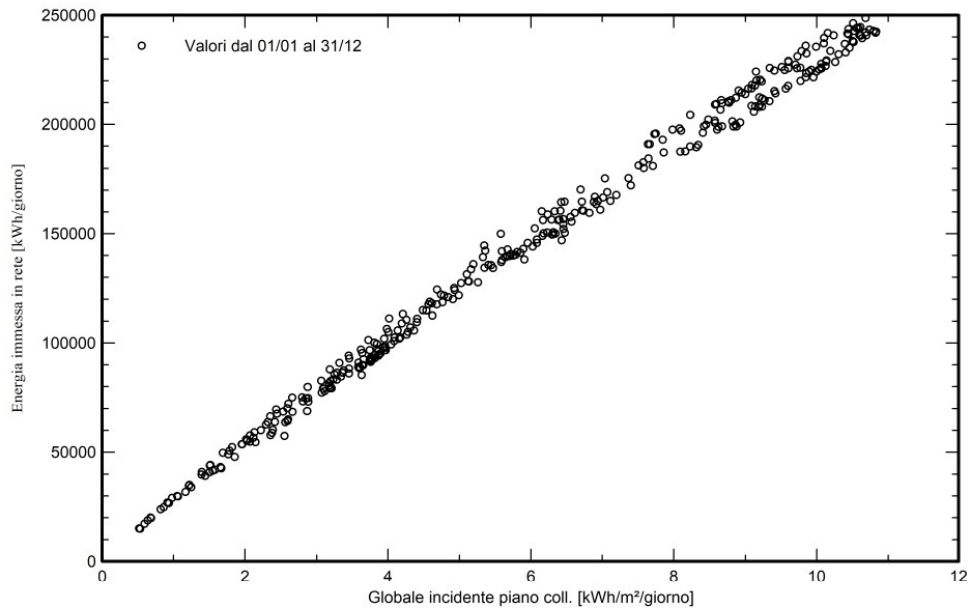
Progetto: San Biagio - Francofonte

Variante: San Biagio

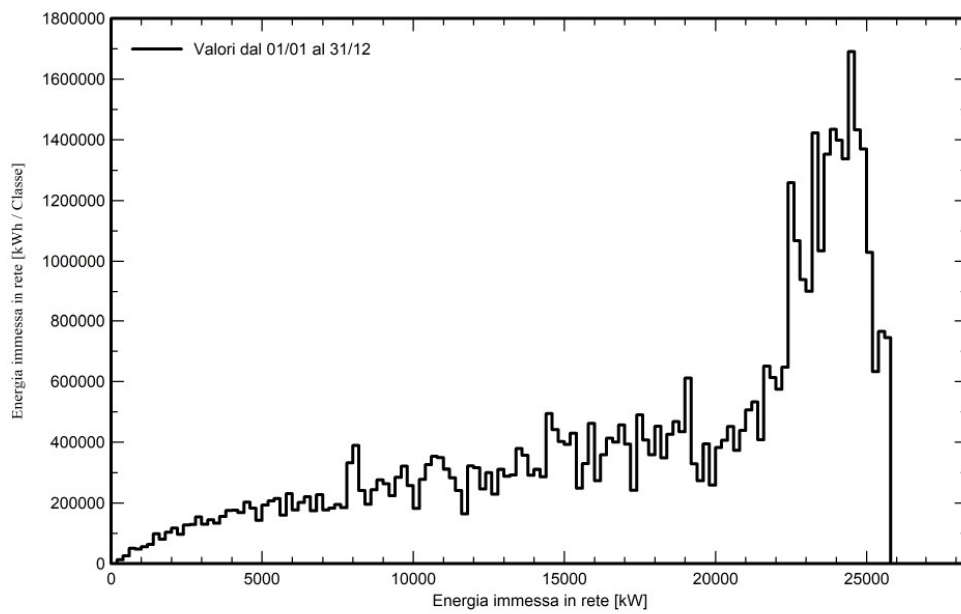
Horizonfirm Srl (Italy)

Grafici speciali

Diagramma giornaliero entrata/uscita



Distribuzione potenza in uscita sistema



Dati di riferimento dell'impianto

Nella presente relazione si stima la producibilità media annua dell'impianto in progetto calcolata in kWh/kWp.

L'impianto fotovoltaico avrà una potenza nominale pari a 29.359,4 kWp, secondo il layout per cui si rimanda nel dettaglio alla relazione tecnica ed alle tavole di "Layout d'impianto".

Per il calcolo della producibilità media annua ci si è avvalsi del software PVSyst, mediante il quale è stato possibile effettuare una simulazione nella quale la stima della producibilità è relativa all'intero impianto in progetto ed avente le stesse caratteristiche funzionali di quello in progetto.

Il software in questione possiede un database interno, mediante il quale è possibile calcolare la producibilità dell'intero impianto in funzione dei moduli scelti, degli inverter e della loro disposizione. Lo stesso software si avvale della possibilità di consultare i dati Meteo per una simulazione dei dati di irraggiamento (database PVGIS api TMY).

Dunque disposti spazialmente di moduli, costituendo un layout verosimile, ed i vari sistemi con cui operano i sistemi tracker, si è giunti ai seguenti risultati per l'intera potenza installata nell'impianto pari a 29.359,4 kWp:

- La producibilità specifica risultante dalla simulazione dell'impianto in esame è pari a 1761 kWh/kWp annui.

Con una Producibilità annua stimata pari a circa: 52 [GWh] all'anno.

Di seguito si allega il report della simulazione dell'impianto su PVSyst.

Dai dati ottenuti, è possibile stimare l'emissione evitata nel tempo di vita dell'impianto, moltiplicando le emissioni evitate annue per i 30 anni di vita stimata degli impianti:

- per un risparmio stimato di 22880 t. di CO2 e 9724 TEP non bruciate

dove le tonnellate equivalenti di petrolio e la quantità di CO2 sono state calcolate applicando i fattori di conversione TEP/kWh e kgCO2/kWh definiti dalla **Delibera EEN 3/08** "Aggiornamento del fattore di conversione dei kWh in tonnellate equivalenti di petrolio connesso al meccanismo dei titoli di efficienza energetica" pubblicata sul sito www.autorita.energia.it in data 01 aprile 2008, GU n. 100 DEL 29.4.08 -SO n.107.