



PROPONENTE:

HEPV29 S.R.L.
via Alto Adige, 160/A - 38121 Trento (TN)
hepv29srl@legalmail.it

MANAGEMENT:

EHM.Solar

EHM.SOLAR S.R.L.
Via della Rena, 20 39100 Bolzano - Italy
tel. +39 0461 1732700
fax. +39 0461 1732799
info@ehm.solar

c.fiscale, p.iva e R.I. 03033000211

NOME COMMESSA:

**COSTRUZIONE ED ESERCIZIO
IMPIANTO AGROVOLTAICO AVENTE POTENZA
NOMINALE PARI A 8.120 kW E POTENZA MODULI PARI A
10.150,14 kWp, CON RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA
RETE ELETTRICA, SITO IN BRINDISI (BR) AL FG.179
PART.N.77-78-79-125-126-127- IMPIANTO 12**

STATO DI AVANZAMENTO COMMESSA:

PROGETTO DEFINITIVO PER AUTORIZZAZIONE UNICA

CODICE COMMESSA:

HE.19.0091

PROGETTAZIONE INGEGNERISTICA:

Heliopolis

Galleria Passarella, 1 20122 Milano - Italy
tel. +39 02 37905900
via Alto Adige, 160/A 38121 Trento - Italy
tel. +39 0461 1732700
fax. +39 0461 1732799

www.heliopolis.eu
info@heliopolis.eu

c.fiscale, p.iva e R.I. Milano 08345510963



PROGETTISTA:



COLLABORATORE:

STUDI PEDO-AGRONOMICI

Dott. Agr. Matteo Sorrenti

STUDI FAUNISTICI

Dott. Nat. Maria Grazia Fraccalvieri

CONSULENZA LEGALE

STUDIO LEGALE PATRUNO
Via Argiro, 33 Bari
t.f. +39 080 8693336



AMBIENTE IDRAULICA STRUTTURE

Dott. Ing. Orazio Tricarico
Via della Resistenza, 48/B1 - 70125 Bari (BA)
t. +39 080 3219948
info@atechsril.net www.atechsril.net



STUDI ARCHEOLOGICI

Dott.ssa Adele Barbieri
via Piave, 21- 73059 Ugento (LE)
t. 0833 554843
info@archeostudio.com www.archeostudio.com

STUDI GEOLOGICI

Dott. Geol. Michele Valerio

RILIEVI TOPOGRAFICI

GEOSECURE Geological & Geophysical Services
Via Tuscolana, 1003 - 00174 Roma (RM) SEDE LEGALE
Via Barcellona, 18 - 86021 Bojano (CB) SEDE OPERATIVA
t.+ 39 0874783120 info@geosecure.it

OGGETTO:

**RELAZIONE PER IL MONITORAGGIO DEI
PARAMETRI METEOCLIMATICI**

SCALA:

-

NOME FILE:

NGIC505_DocumentazioneSpecialistica_05

DATA:

MARZO 2021

TAVOLA:

DUR.RE05

N. REV.	DATA	REVISIONE
0	03.2021	Emissione

ELABORATO

O.Tricarico

VERIFICATO

responsabile commessa
A.Albuzzi

VALIDATO

direttore tecnico
N.Zuech

Progetto	<i>Progetto per la realizzazione di un impianto agrovoltaiico avente potenza nominale pari a 8.120 kW e potenza moduli pari a 10.150,14 kWp, con relativo collegamento alla rete elettrica, sito in Brindisi (BR)- IMPIANTO 12</i>				
Regione	<i>Puglia</i>				
Comune	<i>Brindisi (BR)</i>				
Proponente	<i>HEPV29 s.r.l. Sede Legale via Alto Adige, 160/A 38121 Trento (TN)</i>				
Redazione SIA	<i>ATECH S.R.L. – Società di Ingegneria e Servizi di Ingegneria Sede Legale Via della Resistenza 48 70125 Bari (BA)</i>				
Documento	<i>Relazione per il monitoraggio dei parametri meteorologici</i>				
Revisione	<i>00</i>				
Emissione	<i>Marzo 2021</i>				
Redatto	<i>B.B. - M.G.F. – ed altri (vedi sotto)</i>	Verificato	A.A.	Approvato	O.T.
Redatto: Gruppo di lavoro	<i>Ing. Alessandro Antezza Arch. Berardina Boccuzzi Ing. Alessandrina Ester Calabrese Arch. Claudia Cascella Geol. Anna Castro Arch. Valentina De Paolis Dott. Naturalista Maria Grazia Fraccalvieri Ing. Emanuela Palazzotto Ing. Orazio Tricarico</i>				
Verificato:	<i>Ing. Alessandro Antezza (Socio di Atech srl)</i>				
Approvato:	<i>Ing. Orazio Tricarico (Amministratore Unico e Direttore Tecnico di Atech srl)</i>				

Questo rapporto è stato preparato da Atech Srl secondo le modalità concordate con il Cliente, ed esercitando il proprio giudizio professionale sulla base delle conoscenze disponibili, utilizzando personale di adeguata competenza, prestando la massima cura e l'attenzione possibili in funzione delle risorse umane e finanziarie allocate al progetto.

Il quadro di riferimento per la redazione del presente documento è definito al momento e alle condizioni in cui il servizio è fornito e pertanto non potrà essere valutato secondo standard applicabili in momenti successivi. Le stime dei costi, le raccomandazioni e le opinioni presentate in questo rapporto sono fornite sulla base della nostra esperienza e del nostro giudizio professionale e non costituiscono garanzie e/o certificazioni. Atech Srl non fornisce altre garanzie, esplicite o implicite, rispetto ai propri servizi.

Questo rapporto è destinato ad uso esclusivo di HEPV29 S.r.l., Atech Srl non si assume responsabilità alcuna nei confronti di terzi a cui venga consegnato, in tutto o in parte, questo rapporto, ad esclusione dei casi in cui la diffusione a terzi sia stata preliminarmente concordata formalmente con Atech Srl.

I terzi sopra citati che utilizzino per qualsivoglia scopo i contenuti di questo rapporto lo fanno a loro esclusivo rischio e pericolo.

Atech Srl non si assume alcuna responsabilità nei confronti del Cliente e nei confronti di terzi in relazione a qualsiasi elemento non incluso nello scopo del lavoro preventivamente concordato con il Cliente stesso.



1. PREMESSA.....	3
2. MONITORAGGIO DELL'IRRAGGIAMENTO SOLARE	4
2.1. IL SOLARIMETRO	6
2.2. IL PIRANOMETRO	7
3. SENSORI PER IL RILEVAMENTO DEI RAGGI ULTRAVIOLETTI.....	9
4. SEZIONE METEOROLOGICA.....	10



1. PREMESSA

Di seguito si riporteranno gli elementi essenziali che verranno a costituire il “sistema di monitoraggio ambientale” dell’impianto da realizzare, nella convinzione che la principale limitazione esogena al rendimento ottimale di un impianto fotovoltaico in fase di esercizio è costituita dalle reali condizioni ambientali in cui esso si trova ad operare.

A partire dall’irraggiamento, che costituisce la “materia prima” del sistema, passando per le “temperature” che influenzano in modo determinante sulle prestazioni dei principali componenti e le reali condizioni in cui l’impianto si trova ad operare e ne determinano, a parità di altri fattori, la “produttività” effettiva.

Misurare con precisione le variabili meteorologiche che influenzano le prestazioni dell’impianto è l’unica maniera che hanno gli operatori per controllare il proprio investimento.

Nella convinzione che per la gestione di un impianto fotovoltaico si debba sempre avere una buona/ottima ed accurata conoscenza del “dato ambientale” (radiazione solare, temperatura aria e del modulo FV, velocità e direzione del vento, ecc.) e dell’affidabilità e dell’integrabilità dei sistemi adottati, di seguito si elencano i vari componenti che verranno a costituire il “sistema di monitoraggio dei parametri meteo” dell’impianto che si propone:

1. Sensori per rilevamento dell’irraggiamento solare (solarimetro e piranometro);
2. Sensore per il rilevamento dei raggi ultravioletti;
3. Stazione meteorologica.

Di seguito si riporteranno succinte considerazioni in merito a ciascun componente che il “sistema di monitoraggio dei parametri meteo” prevede; altresì si fa esplicito riferimento alla relazione sul “monitoraggio ambientale” allegata al progetto.

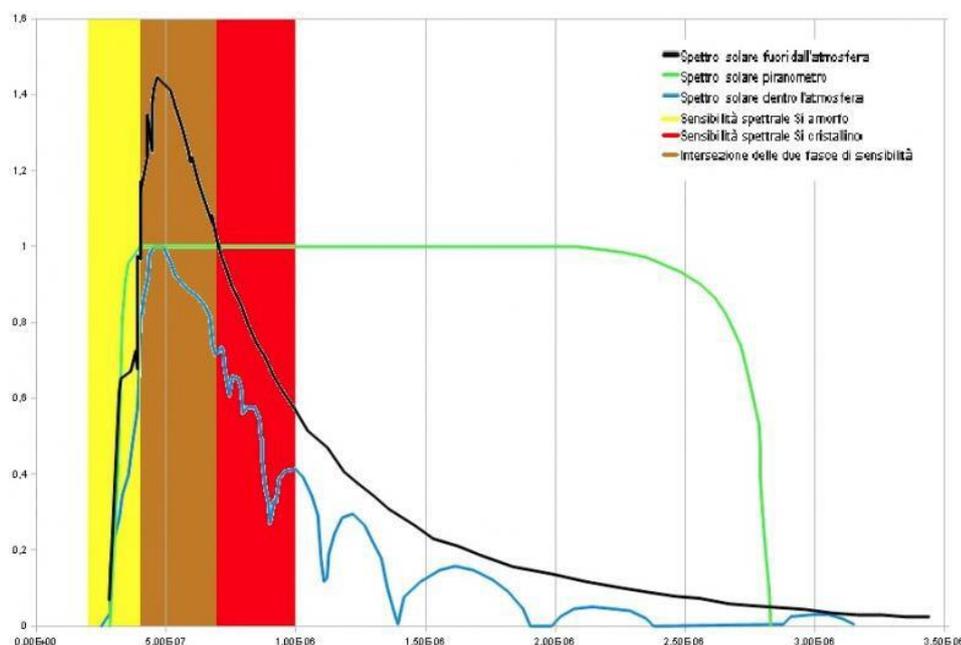


2. Monitoraggio dell'irraggiamento solare

La producibilità di una cella solare dipende da diversi fattori: prima di tutto, una cella solare non risponde in maniera costante a tutte le frequenze della radiazione solare incidente.

L'efficienza di una cella al silicio è massima in corrispondenza dell'intervallo di frequenze della luce visibile.

In secondo luogo, la producibilità di una cella solare e di conseguenza di un sistema fotovoltaico, dipende dalla “radiazione incidente” sulla sua superficie e la tabella che segue riporta il classico grafico dello spettro solare.



C'è un altro effetto che influenza le prestazioni di un sistema fotovoltaico: **la “temperatura”**. Come tutti gli altri strumenti a semiconduttore, le celle solari sono sensibili alla temperatura ed un aumento della temperatura riduce la “band gap” di un semiconduttore, influenzando quindi la maggior parte dei parametri dei semiconduttori. Valori alti della temperatura causano una riduzione nella produzione energetica di un sistema fotovoltaico.

Poiché la producibilità energetica (ed economica) di un impianto fotovoltaico è una funzione prevedibile di questi fattori, una sua diminuzione nella produzione di energia, fuori da quanto



prevedibile da questa funzione, deve essere interpretata come sinonimo di anomalia o guasto, per il quale è necessario prendere provvedimenti.

Allora, per conoscere in un dato istante quanta energia dovrebbe produrre un impianto fotovoltaico, bisogna conoscere quanta energia sta giungendo sulla superficie dei moduli fotovoltaici in quell'istante.

Meglio, sarebbe conoscere quanta "radiazione solare" utile (lunghezze d'onda che attivano il processo fotovoltaico nelle celle di silicio sono 300 nm – 1100nm) giunge sui moduli fotovoltaici, così da sapere quanta energia dovrebbe produrre un impianto FV in ogni momento della giornata.

I "sensori" di irraggiamento solare sono in grado di rilevare quanta radiazione solare giunge sul sito ove essi sono installati.

Di tali sensori ve ne sono di 2 tipi.



2.1. Il solarimetro

Il “solarimetro” è uno strumento usato per la misurazione del flusso della radiazione solare ed usa l'effetto fotovoltaico per misurare la quantità di irraggiamento solare che colpisce una data superficie.

Un “solarimetro” che utilizzi l'effetto fotovoltaico ha lo stesso comportamento di un sistema fotovoltaico: produce un segnale elettrico in funzione della luce incidente, risponde in special modo alla luce visibile e la sua risposta dipende anche dalla temperatura della cella.

Più in particolare un solarimetro con cella al silicio è in grado di captare le onde luminose con uno spettro compreso approssimativamente da 330nm a 1100nm

Al fine di ottenere una misura scevra dall'effetto “temperatura”, i valori misurati da un solarimetro che utilizzi l'effetto fotovoltaico devono essere corretti in base alla temperatura della cella fotovoltaica.

Questa misura può essere fatta grazie ad una termocoppia, mentre la correzione deve avere dei livelli di precisione non facili da raggiungere.

Lo strumento tende ad essere obsoleto e non verrà utilizzato nell'impianto fotovoltaico da realizzare nel territorio comunale di Brindisi (BR), anche perché questo è stato ideato e progettato secondo le “Migliori Tecniche Disponibili” che, in particolare si rispecchiano nell'ambito della tipologia dei *trackers* utilizzati e dei pannelli a “doppio specchio” che, di certo ed a parità di potenza erogata, costituiscono un ottimo rapporto “potenza/uso del suolo”, riducendo l'utilizzo di questo ultimo.



2.2. Il piranometro

Fatto salvo che l'irraggiamento solare incidente su di un "pannello" è il parametro climatico più importante per valutare le prestazioni di un impianto fotovoltaico, i piranometri, a norma ISO 9060, costituiscono, da lustri, i supporti più adeguati per la valutazione dell'irraggiamento e quindi del rendimento dell'impianto.

I piranometri sono strumenti che servono a misurare la "radiazione globale" su di una superficie (radiazione diretta e diffusa); **il principio di funzionamento è generalmente basato sulla misura di una differenza di temperatura tra una superficie chiara ed una scura.**

Una superficie scura può assorbire la maggior parte della radiazione solare, mentre una superficie chiara tende a riflettere, assorbendo una minor quantità di calore. Questa differenza di temperatura viene misurata utilizzando una "termopila".

La differenza di potenziale che si genera nella "termopila", a causa del "gradiente di temperatura" tra le due superfici, permette di misurare il valore della radiazione solare globale incidente.

Una "termopila" è composta da "termocoppie" generalmente connesse in serie, dove una "termocoppia" è una giunzione tra due differenti metalli utilizzata per misurare la differenza di temperatura tra due punti.

Una termocoppia produce un potenziale che dipende dal gradiente di temperatura.

La risposta di un piranometro di questo tipo può coprire tutto il *range* di lunghezze d'onda dello spettro solare che va, approssimativamente, da 300nm a 2800nm.

È da notare che poiché l'intervallo spettrale rilevabile con un piranometro è più ampio rispetto a quello che può essere misurato da un "solarimetro" con cella al silicio, utilizzare un piranometro per testare il corretto funzionamento e le prestazioni di un impianto fotovoltaico potrebbe portare a credere che in talune condizioni ambientali l'impianto non funzioni correttamente.

Le nuove tecnologie hanno del tutto eliminato questo problema e la risposta di un piranometro è sempre più immediata, superando il gap che aveva nei confronti del "solarimetro".



Oggi in commercio ci sono “piranometri” con diverse classificazioni, sempre secondo la ISO 9060, in funzione del tipo di impianto nel quale si vanno ad inserire.

Per l'impianto in questione, considerate le dimensioni e per il quale solitamente verrebbe utilizzato un piranometro identificato come “*Second Class*”, la cui accuratezza nelle misurazioni è inferiore alla “*First Class*”, si ritiene utile utilizzare, comunque, un sensore che fornisca la migliore risposta possibile e la maggiore istantaneità, per cui verrà utilizzato il meglio della tecnologia esistente e quindi un sensore in “*First Class*”.

Il mercato permette la scelta di diverse tipologie di “piranometri” che qui di seguito si elenca:

- **Piranometri con uscita diretta:** costituiscono sensori adatti alla connessione a sistemi in grado di leggere la sensibilità del sensore (μV) e convertirla in W/mq .
- **Piranometri con uscita analogica:** diverse sono i range utilizzati, ma quelli più d'uso sono fra 4-20 mA, integrati ed alimentati in uno scarto di 9-30 Vcc/ca.;
- **Piranometri con uscita “modbus”:** questi, oltre all'irraggiamento misurano la temperatura del corpo del sensore. I modelli “*First Class*” e “*Second Class*” hanno inoltre un ingresso per connettere una sonda esterna per la misura della temperatura a contatto dei moduli fotovoltaici.

Inoltre, negli impianti ad alta tecnologia, come quello presentato, vengono utilizzati ulteriori “*sensori*”, connessi ai piranometri, in grado di migliorare ulteriormente il “monitoraggio” climatico del pannello/stringa, quali:

- **Sensori per correzione della temperatura:** questi “piranometri” montano una sonda di temperatura interna e correggono l'uscita del valore di irraggiamento con una correzione in base alla temperatura misurata;
- **Sensori per la misura della radiazione diffusa:** questa è una semplice soluzione per la misura della “radiazione diffusa”, in quanto la banda ombreggia continuamente il “*duomo*” del piranometro dalla radiazione diretta. Questa è solitamente realizzata in alluminio. Inoltre, la “*banda*” oscura anche una parte di cielo e per questo motivo solitamente si applica un “*fattore di correzione*” che deve essere applicato alle misure.



3. Sensori per il rilevamento dei raggi ultravioletti

Fatto salvo che la gestione del monitoraggio dell'impianto fotovoltaico avviene tramite PC e che tutti i cavi di collegamento sono stati scelti in funzione di una elevata "resistenza" ai raggi ultravioletti, il "monitoraggio" di questi raggi assume una adeguata rilevanza in virtù della "dose" di raggi "UV" che possono essere assunti da personale operante all'interno dell'impianto.

In generale, la capacità di penetrazione e quindi la "pericolosità" per l'uomo dei raggi UV aumenta al diminuire della lunghezza d'onda e, di conseguenza, all'aumentare della frequenza.

La maggior parte dei raggi UV che raggiungono la superficie terrestre sono UVA (315-400 nm) e, in piccola parte, UVB (280-315 nm), mentre gli UVC (100-280 nm) sono totalmente assorbiti dall'atmosfera. Inoltre, i livelli di UV sono più alti al crescere dell'altitudine (ogni 1000 m di altezza i livelli di UV crescono del 10-12%) e dell'altezza del Sole (specialmente verso mezzogiorno nei mesi estivi) e al diminuire della latitudine e della nuvolosità.

Altri fattori ambientali che influenzano i livelli di UV sono lo strato di ozono e la capacità riflettente della superficie terrestre (per esempio, la neve riflette circa l'80% delle radiazioni UV, la sabbia asciutta della spiaggia circa il 15% e la schiuma del mare il 25%).

Si conoscono gli effetti "negativi" dei raggi UV per l'uomo e non si riportano; appare opportuno evidenziare, invece, anche gli effetti "positivi" che tali raggi possono indurre all'uomo alla sintesi organica della "vitamina D" che è una sostanza coinvolta nello sviluppo dello scheletro ed è in grado di proteggere le ossa da malattie quali il rachitismo, l'osteomalacia e l'osteoporosi; in generale, basta una minima esposizione ai raggi UV per ottenere questi effetti protettivi.

Testando nei limiti del "monitoraggio" dell'impianto fotovoltaico, questo sarà dotato di un sistema di "sensori" in grado di monitorare non solo le stringhe ma anche le cabine di trasformazione; il mercato offre notevoli e differenti possibilità di approvvigionamento e, di certo, si allocheranno nell'impianto quei sensori che saranno in grado di fornire le migliori performance.



4. Sezione meteorologica

L'impianto ha la necessità di essere "gestito" con un "monitoraggio" che abbia la maggiore gamma possibile di "sensori" annessi.

Per tale ragione si prevede che il sistema di acquisizione dati sia collegato e completato ad una serie di sensori meteorologici oltre che a quelli precedentemente richiamati.

Tutte le misure rivenienti dai "sensori" saranno elaborate, memorizzate e rese disponibili per due utilizzi contemporanei:

1. **connessione a PC locale o remoto** (per mezzo di dispositivi di comunicazione) per analizzare e gestire serie storiche dei dati misurati;
2. **invio delle letture istantanee al sistema di controllo dell'impianto** tramite la definizione di un apposito "protocollo" da concordare e modulare con l'azienda fornitrice.

In definitiva, si ritiene che la "stazione metereologica", completa per l'applicazione fotovoltaica, con doppia misura di irraggiamento (orizzontale e sull'asse de moduli), data logger ed interfaccia a PC remoto con connessione GPRS, debba essere arredata e comprensiva di:

- ❖ n. 2 piranometri (inclinato ed orizzontale) in "First Class";
- ❖ n. 1 sensore per la misurazione dei raggi UV;
- ❖ n. 1 sensore di "temperatura" ed "umidità relativa" dell'aria;
- ❖ n. 1 sensore di temperatura superficiale del modulo;
- ❖ n. 1 sensore velocità e direzione vento;
- ❖ n. 1 pluviometro;
- ❖ n. 1 barometro.

Una tale configurazione permette di avere un quadro completo del monitoraggio "microclimatico" dell'impianto e di trasmettere tali dati ed in tempo reale, ove richiesti, agli Enti di controllo (ARPA, Provincia, Comune, ecc.).

