

IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO DA 33,91 MWp (30 MW in immissione) Comune di Castellaneta (TA)

PROPONENTE: KEA01 S.r.l.


Via Vittor Pisani n.28
20124, Milano
P.Iva: 12090160966
Pec: kea01@legalmail.it

GRUPPO DI LAVORO:

Coordinamento sviluppo: Kenergia S.r.l. - Ing. Giovanni Simoni - Ing. Giuliana Intreccialagli

KENERGIA S.r.l.

Sede Legale: Via Eleonora Duse n.53, 00197, Roma
Sede Operativa: Via Settebagni n.390, 00139; Roma

 **energia**

Tel: 06 83764509
P.Iva: 09217271007



Progettazione tecnica: Full Service Company S.r.l.

Via del Commercio n.14/A
60021, Camerano (AN)
P.Iva: 02743840429
Pec: fullservicecompany@legalmail.it

Responsabile tecnico: Ing. Giovanni Spiezia Albo degli ingegneri di Ancona n. A1834

 **FullService**
COMPANY

Aspetti ambientali e paesaggistici:

Arch. Nicola F. Fuzio: coordinamento generale e paesaggistico

Dott. Biologo Michele Bux: aspetti naturalistici flora, fauna, habitat ed ecosistemi

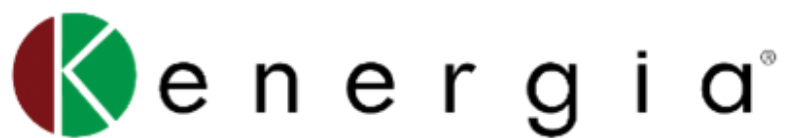
Dott. Geologo Vito Pellegrini: geologia e geomorfologia

Dott. Geologo Francesco Pezzati: idrologia e compatibilità idraulica

Società CAST: archeologia

Dott. Agronomo Vito N. Mancino: aspetti agronomici

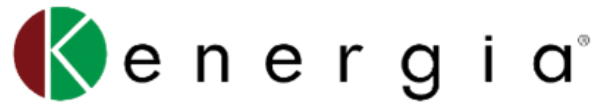
Rev.	Data	Descrizione	Dis.	Contr.	App.
1	Nov. 2023	Progetto definitivo	T.O.	G.I.	G.I.
Nome Progetto: Impianto Agro-Fotovoltaico Castellaneta			Codice Documento: FU000721-G053		
Nome Documento: Relazione Recupero Acqua Piovana - RWR			Scala:		



**PROGETTO RECUPERO DELLE ACQUE METEORICHE
ABBINATO AD UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO
SITO NEL COMUNE DI CASTELLANETA IN PUGLIA
(TA)**

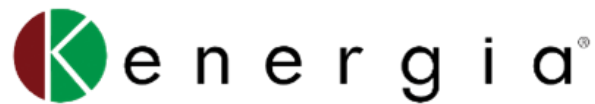
KENERGIA SRL

VIA DI SETTEBAGNI 390, 00139 ROMA
PARTITA IVA/CODICE FISCALE 09217271007



Sommario

1. Il progetto	2
2. Sintesi dei dati	4
3. Analisi dei dati climatici	5
4. Rain Water Recovery (RWR)	6
5. Bacino di raccolta	9
6. Dimensionamento della superficie captante	10
6.1. Fabbisogno idrico	11
6.2. Calcolo Evaporazione media annua	12
6.3. Dimensionamento RWR	13
7. Impianto idraulico	14



1. Il progetto

L'impianto agrivoltaico sito nel comune di Castellaneta in Puglia avrà una potenza complessiva installata di 33,91 MWp (30 MW in immissione) e sarà integrato con un sistema di accumulo dell'energia elettrica da 5 MW.

L'area di impianto ha un'estensione di circa 57 Ha.

Si riportano i componenti principali dell'impianto:

- N. 59.488 moduli fotovoltaici potenza 570 W;
- N. 2.288 stringhe da 26 moduli ciascuna;
- N. 120 inverter di stringa da 250 kVA.
- N.11 Power station della potenza di 3.000 kVA
- N.2 Delivery station per l'alloggiamento degli scomparti elettromeccanici;
- N.5 monitoring station per l'alloggiamento dei dispositivi di controllo e videosorveglianza
- N.1 cabina locale deposito O&M
- N. 2.288 tracker 2x13



Figura 1- Layout di impianto agrivoltaico

2. Sintesi dei dati

AREA DI PROGETTO	
SUPERFICIE UTILE TOTALE (HA)	57
POTENZA TOTALE INSTALLATA (MW)	33.91
SUPERFICIE CAPTANTE MODULI (HA)	16.5
% DI SUPERFICIE OCCUPATA DAI MODULI	29%
N. MODULI	59488
CARATTERISTICHE SISTEMA DI RACCOLTA ACQUA PIOVANA	
N.MODULI	3302
POTENZA SISTEMA RACCOLTA ACQUA PIOVANA (kW)	1.882,14
SUPERFICIE CAPTANTE MODULI (mq)	5141
PIOVOSITA' GRAVINA IN PUGLIA E AREA DI PROGETTO	
precipitazione totale mm/anno	644
precipitazione totale l/mq/anno	644
Piovosità mc/anno	0.644
Piovosità su superficie FV piano inclinato mc/mq/anno	0.644

3. Analisi dei dati climatici

Per lo svolgimento delle analisi riportate nel presente documento, sono stati utilizzati i dati relativi alle precipitazioni medie sul territorio del comune di Castellaneta in Puglia, disponibili sul sito “Climate-Data.org”.

La località in esame presenta una piovosità significativa durante tutto l’anno. Le precipitazioni medie annuali sono di 644 mm di acqua, con una differenza di pioggia tra il mese più secco e quello più piovoso di 59 mm. Il grafico seguente mostra le precipitazioni medie e la temperatura media registrate nei diversi mesi dell’anno.

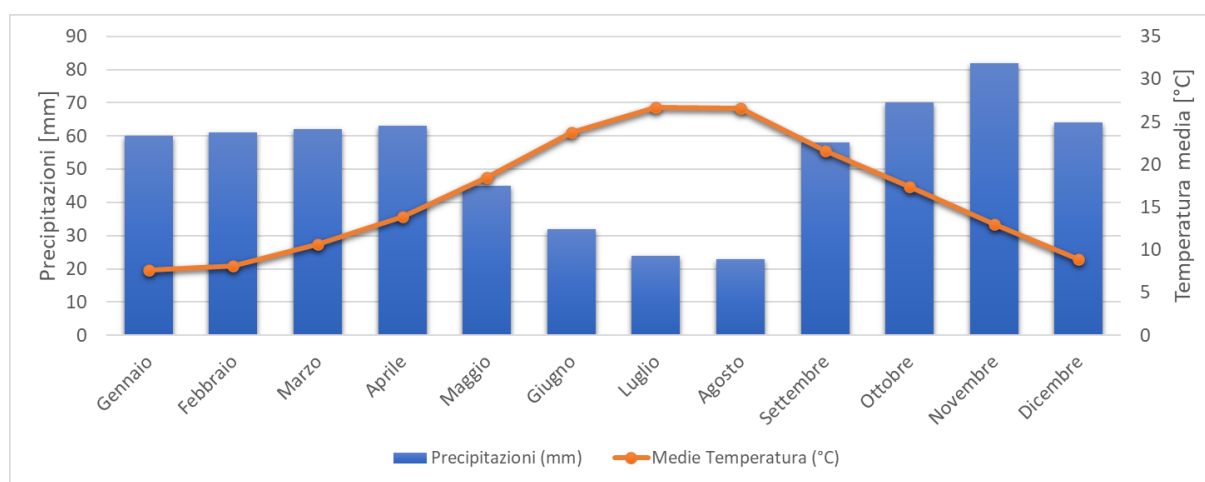


Figura 2- Precipitazioni medie mensili sull'area di progetto e temperatura media mensile

In base ai dati di precipitazione media annuale possiamo stimare la portata annuale raccolta dal singolo modulo considerando che i moduli in caso di pioggia si posizionano, per come è concepita la struttura, in posizione di 55°, il valore stimato è di circa 0,802 mc/anno.

Il calcolo dell'acqua piovana che effettivamente viene raccolta da un modulo fotovoltaico, dipende dalla sua superficie, dalla precipitazione media e da un coefficiente detto appunto “di raccolta”. Tale coefficiente tiene conto delle inefficienze del processo di convogliamento dell’acqua dal pannello alla canalina.

Pertanto si ha:

Quantità di acqua piovana raccolta = Superficie di raccolta x Coefficiente di raccolta x Precipitazione media

Il coefficiente di raccolta considerato nel calcolo è pari a 0,8.

Si riportano di seguito le tabelle con i dati climatici per il sito di Castellaneta e la portata mensile raccolta dal singolo modulo fotovoltaico.

Tabella 1 Precipitazioni sull'area di progetto – Climate Data (Dati: 1991-2020)

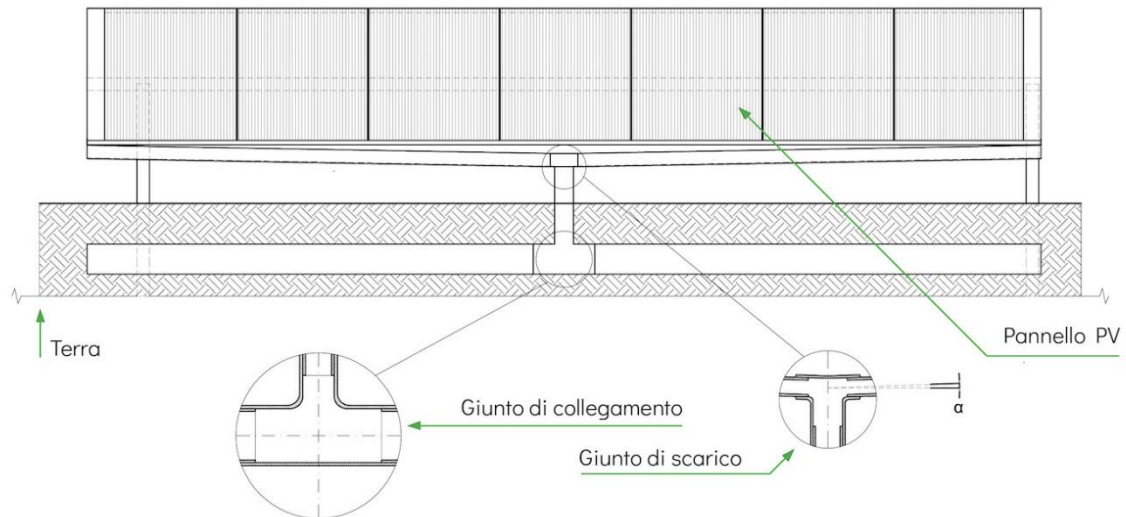
Calcolo portata per la località di CASTELLANETA	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre
Medie Temperatura (°C)	7,6	8,1	10,7	13,9	18,5	23,7	26,7	26,6	21,6	17,4	13	8,9
Temperatura minima (°C)	4,2	4,2	6,4	9,2	13,3	18	20,7	21	17,2	13,6	9,6	5,7
Temperatura massima (°C)	11,4	12,1	15,2	18,7	23,5	29,1	32,3	32,4	26,4	21,6	16,6	12,5
Precipitazioni (mm)	60	61	62	63	45	32	24	23	58	70	82	64
Umidità(%)	80%	76%	74%	70%	65%	54%	48%	51%	66%	76%	80%	81%
Giorni di pioggia (g.)	7	7	7	8	6	4	3	4	6	7	7	7
Ore di sole (ore)	6	6,7	8,2	9,7	11,6	12,7	12,8	11,9	9,7	7,5	6,4	6
Precipitazioni (m)	0,06	0,061	0,062	0,063	0,045	0,032	0,024	0,023	0,058	0,07	0,082	0,064
Portata mensile raccolta dal singolo modulo (mc/mese)	0,075	0,076	0,077	0,078	0,056	0,040	0,030	0,029	0,072	0,087	0,102	0,080
											Portata annuale raccolta dal singolo modulo CS6N (mc/anno) [55°]	0,802

4. Rain Water Recovery (RWR)

I moduli (pannelli solari) di un impianto fotovoltaico installato su un terreno sono variamente inclinati e, in caso di pioggia, costituiscono delle superfici esposte all'acqua piovana. Quest'ultima scorrendo su tali superfici, cade al suolo ed impregna i terreni sottostanti.

L'originale sistema Rain Water Recovery (di seguito RWR), brevettato dalla Kenergia Srl, recupera la gran parte dell'acqua che impatta sui pannelli e la convoglia, attraverso un sistema di condotte ad un bacino di raccolta.

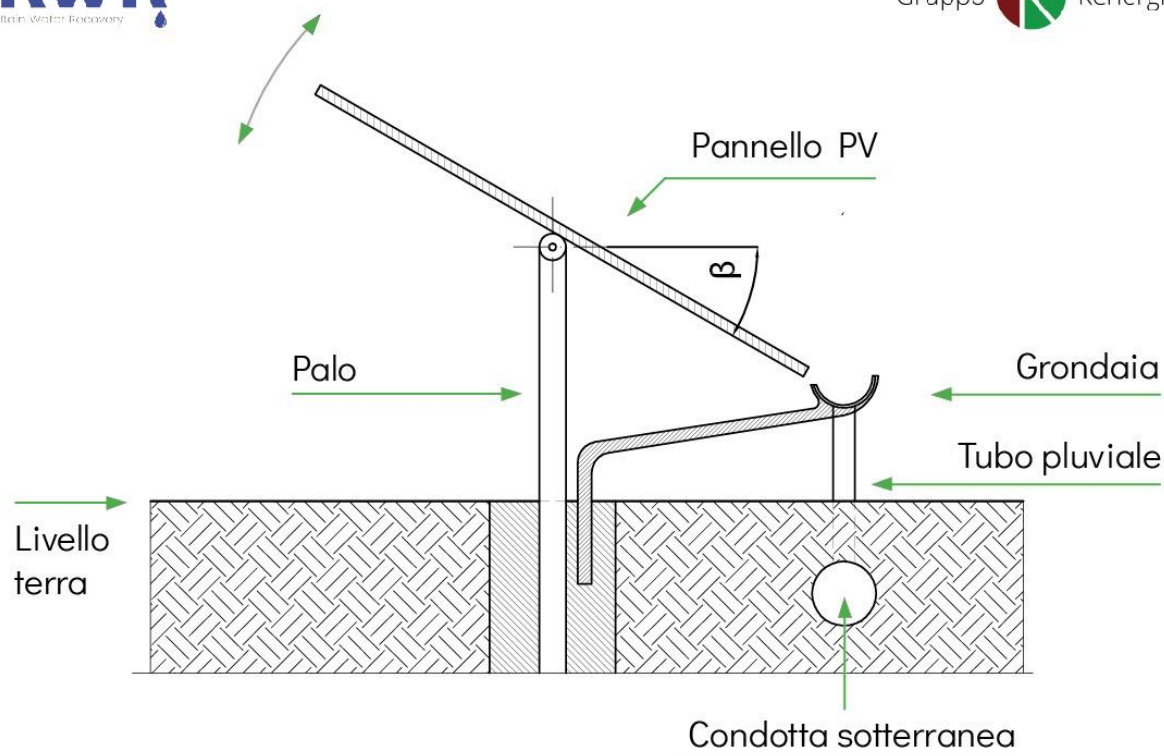
Il sistema RWR è composto da una grondaia in materiale plastico riciclabile, di lunghezza variabile, compatibile con le dimensioni della struttura di supporto ai pannelli, ed è posta all'estremità inferiore dei moduli, indipendente da essi, così da salvaguardarne anche nei casi di impianti mono- assiali, la struttura mobile. Alla grondaia viene data una piccola inclinazione verso il punto di scarico (α) per permettere all'acqua raccolta nella grondaia di defluire più velocemente.



Il dimensionamento della grondaia viene effettuato in funzione dell'angolo di tilt – per il sistema fisso – o dell'inclinazione ottimale, che nel caso di sistemi mono-assiali può dipendere delle caratteristiche della piovosità e ventosità del sito.

Tale sistema è possibile senza procurare perdite di produzione di energia, tenuto conto che, in condizioni di nuvolosità e pioggia l'impianto fotovoltaico non sarebbe comunque in grado di produrre energia elettrica. Ciò garantisce che il sistema RWR sia adattabile ai sistemi mobili e ai sistemi fissi.

L'acqua piovana raccolta dal canale di scolo (grondaia), viene inviata attraverso un tubo verticale (tubo pluviale), in apposite condotte sotterranee che convogliano l'acqua in un bacino di raccolta. Ogni modulo RWR è composto da due grondaie, sorrette da due supporti di alluminio, appositamente disegnati e posti agli estremi del modulo.



Tali supporti vengono fissati nel terreno, nello spazio sotto il modulo fotovoltaico, e ad una distanza dal palo della struttura dei moduli, tale da non comprometterne la stabilità (figura successiva). Le due grondaie concorrono nel punto centrale verso il tubo pluviale, che svolge anch'esso la funzione di sostegno centrale al modulo.

L'insieme dei tre supporti per ogni modulo RWR posti su un piano triangolare, garantisce una robustezza complessiva, in grado di resistere al moto dell'acqua, al suo peso e alle sollecitazioni del vento.

Il sistema RWR è utilizzabile sia per impianti nuovi, sia per impianti in esercizio perché completamente indipendente dalla struttura dei pannelli e può quindi essere applicato sia su impianti fissi che mono-assiali.

Del complesso grondaia – struttura di supporto, ne deriva un sistema totalmente indipendente dalla struttura di sostegno e dall'eventuale movimento dei moduli fotovoltaici, a garanzia delle consolidate esperienze nella progettazione delle strutture di supporto ai moduli nel campo.

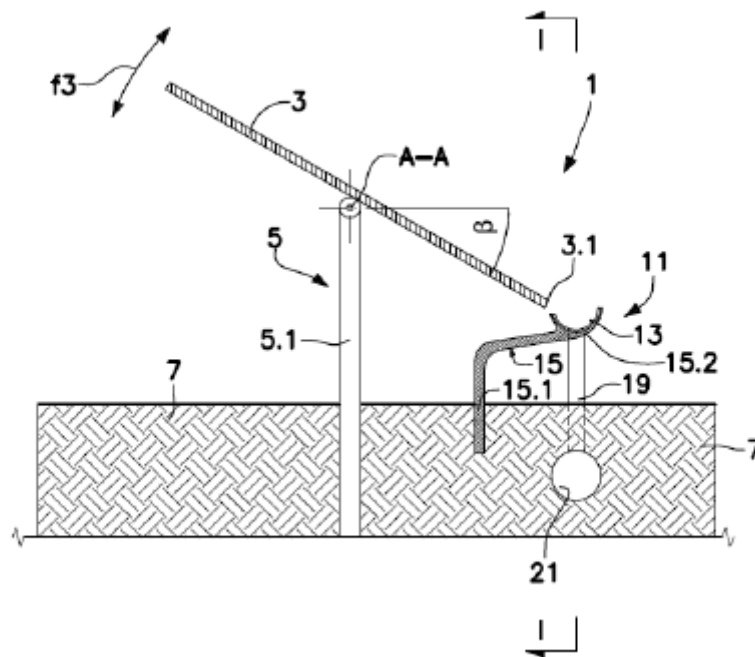


Figura 3- Schema della struttura di supporto dei moduli fotovoltaici. Nella forma di realizzazione illustrata, i pannelli fotovoltaici (3) sono supportati tramite una struttura portante (5) sul terreno (7).

Si fa presente che non tutte le strutture possono concorrere all'accumulo dell'acqua piovana ma ciò dipende dall'andamento planimetrico del terreno. Inoltre il sistema di raccolta dell'acqua, come illustrato nei successivi capitoli, è stato dimensionato in base al fabbisogno idrico delle opere di mitigazione previste, nella planimetria successiva viene evidenziata la parte di impianto che verrà dotata del sistema di raccolta.

5. Bacino di raccolta

Il bacino artificiale Prichicca sarà utilizzato per lo stoccaggio dell'acqua piovana proveniente dal sistema di raccolta installato su pannelli fotovoltaici. Con una superficie di circa 12000 metri quadri, questo lago assume la forma di una vasta distesa d'acqua, fornendo una risorsa preziosa per sostenere le attività di irrigazione agricola.

La progettazione del sistema idrico mira a massimizzare l'efficienza nella raccolta dell'acqua piovana, che viene convogliata dai pannelli fotovoltaici e immagazzinata nel lago. Questo sistema sostenibile contribuisce a mitigare la dipendenza dalle risorse idriche tradizionali e fornisce una fonte alternativa per soddisfare le esigenze irrigue delle coltivazioni agricole circostanti.

Il lago potrebbe essere circondato da una vegetazione che favorisce la biodiversità locale e contribuisce alla gestione ecosostenibile dell'area circostante. Inoltre, potrebbe essere dotato di sistemi di filtraggio e

purificazione dell'acqua per garantire che l'acqua raccolta sia adatta all'irrigazione agricola senza danneggiare le colture.

Questo progetto rappresenta un esempio tangibile di come l'energia solare e la gestione delle risorse idriche possano convergere per promuovere pratiche agricole sostenibili, contribuendo al benessere dell'ambiente e alla riduzione dell'impatto ambientale delle attività umane.

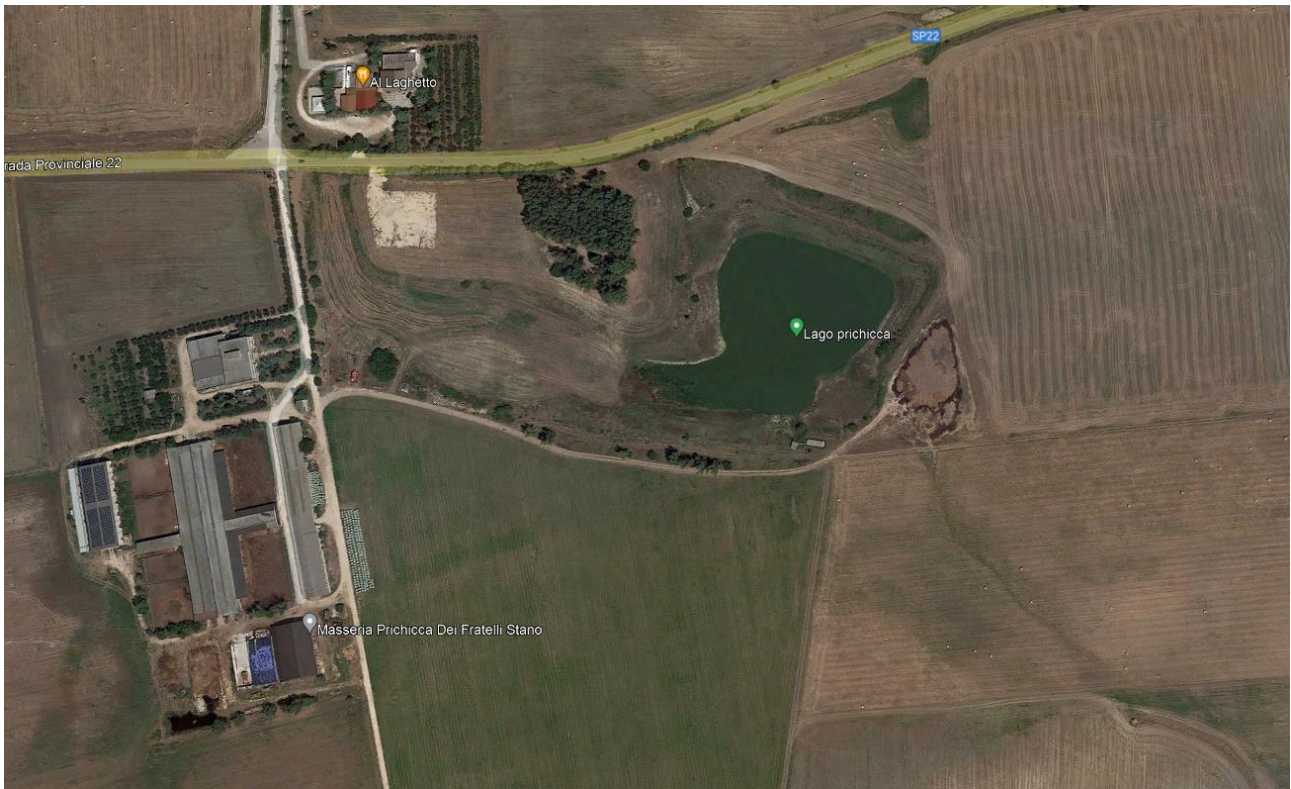


Figura 4 Ortofoto del Lago Prichicca

6. Dimensionamento della superficie captante

Si vuole analizzare la possibilità di accumulare l'acqua piovana attraverso un sistema di raccolta, al fine di disporre delle riserve idriche per l'irrigazione delle coltivazioni in fase di attecchimento e per le fasce di mitigazione.

Il progetto FV prevede l'installazione, come indicato nei precedenti paragrafi, di 59.488 moduli (dimensioni singolo modulo 2.438 x 1.135 m) su dei tracker mono-assiali in configurazione 2p (2 moduli in verticale). La loro struttura segue l'asse nord-sud e permettono ai moduli di ruotare sul loro asse con un angolo di $\pm 55^\circ$ ($\pm 60^\circ$).

6.1. Fabbisogno idrico

La presenza di un bacino idrico consentirà un ulteriore aumento di disponibilità di biotopi umidi, oltre a rappresentare la fonte di approvvigionamento nel caso di particolari situazioni di scarsa piovosità.

Nella tabella seguente, sono indicate le stime relative alle quantità previste, (minime in relazione al normale andamento climatico, massime nel caso di estati siccitose) per l'irrigazione della fascia di mitigazione.

Dati climatici Castellaneta	Gen.	Feb.	Mar.	Apr.	Mag.	Giu.	Lug.	Ago.	Set.	Ott.	Nov.	Dic.	Totale Anno
Medie Temperatura (°C)	7,6	8,1	10,7	13,9	18,5	23,7	26,7	26,6	21,6	17,4	13	8,9	
Temperatura minima (°C)	4,2	4,2	6,4	9,2	13,3	18	20,7	21	17,2	13,6	9,6	5,7	
Temperatura massima (°C)	11,4	12,1	15,2	18,7	23,5	29,1	32,3	32,4	26,4	21,6	16,6	12,5	
Precipitazioni (mm)	60	61	62	63	45	32	24	23	58	70	82	64	
Umidità (%)	80%	76%	74%	70%	65%	54%	48%	51%	66%	76%	80%	81%	
Giorni di pioggia (g.)	7	7	7	8	6	4	3	4	6	7	7	7	
Ore di sole (ore)	6	6,7	8,2	9,7	11,6	12,7	12,8	11,9	9,7	7,5	6,4	6	
Precipitazioni (m)	0,06	0,061	0,062	0,063	0,045	0,032	0,024	0,023	0,058	0,07	0,082	0,064	
numero giorni mese	31	28	31	30	3	30	31	31	30	31	30	31	
Interventi Irrigui						1,0	2,0	2,0	1,0				6,0
Fabbisogno irriguo superficie coltivata (mc)						1216,7	2433,3	2433,3	1216,7				7300,0
Precipitazioni su superficie libera coltivata[mc]	4380	4453	4526	4599	3285	2336	1752	1679	4234	5110	5986	4672	47012,0
Acqua necessaria da RWR (mc)	0	0	0	0	0	0	681,3	754,3	0	0	0	0	1435,7

Tabella 1 Dati climatici e fabbisogno idrico

Le culture (grano duro, trifoglio alessandrino, ceci e lenticchie) si coltiveranno in seccagna (come indicato nella relazione agronomica allegata al progetto). Sarà invece utilizzata l'irrigazione di soccorso per la fase di attecchimento delle piante e piantine della fascia di mitigazione.

Il consumo idrico stimato sarà di circa 1000 mc/Ha (come indicato nell'integrazione della relazione agronomica).

Le fasce di mitigazione copriranno una superficie complessiva di circa 73.000 mq, per cui si stima un fabbisogno idrico annuo di 7300 mc. L'apporto necessario stimato dal sistema di raccolta dell'acqua piovana RWR sarà di circa 1450 mc/anno.

6.2. Calcolo Evaporazione media annua

Il processo dell'evaporazione dipende da numerosi fattori quali ad esempio la temperatura dell'acqua, quella dell'aria, la profondità dello specchio d'acqua, il vento, l'irraggiamento, l'umidità.

Per calcolare l'evaporazione del bacino idrico è stata usata la formula di Visentini, ampiamente usata in Italia. Esistono due diverse formulazioni delle formule che permettono la stima dell'evaporazione sia su base media mensile che su base media annua.

Tuttavia bisogna tenere presente che queste formule sono empiriche e, in quanto tali, portano a risultati soddisfacenti solo nei luoghi in cui sono state effettuate le esperienze che le hanno prodotte.

Considerando che il sito si trova ad una elevazione di 280 m sul livello del mare, si utilizza la formula per specchi d'acqua posizionati in quota fra i 200 e 500 m s.l.m.:

$$E_a = 90 \cdot T_a = 90 \cdot 16,4 = 1476 \frac{mm}{anno} = 1,476 \cdot 12.000 = 17.712 \frac{mc}{anno}$$

Dove:

E_a è l'evaporazione media annua

T_a è la temperatura media annua, per il sito in oggetto risulta pari a 16° C.

Per l'evaporazione media mensile, la formula è la seguente:

$$E_m = 2,25 \cdot T_m^{1,5}$$

Dove

E_m è l'evaporazione media mensile

T_m è la temperatura media mensile

Esistono degli studi eseguiti da Dragoni-Valigi (1994) per i laghi del centro Italia in cui si è stimato per l'equazione mensile un errore fino al 60%, contrariamente a risultati di maggiore precisione si arriva con l'utilizzo delle formule annuali con un errore che si riduce al 10% circa.

Nella seguente tabella vengono mostrati i risultati ottenuti per il progetto di Castellaneta.

Castellaneta (Puglia)	Gen.	Feb.	Mar.	Apr.	Mag.	Giu.	Lug.	Ago.	Set.	Ott.	Nov.	Dic.	Valore Annuo
Medie Temperatura (°C)	7,6	8,1	10,7	13,9	18,5	23,7	26,7	26,6	21,6	17,4	13	8,9	16,4
Evaporazione media mensile Visentini (mm/mese)	47,1	51,9	78,8	116,6	179,0	259,6	310,4	308,7	225,9	163,3	105,5	59,7	1906,5

Evaporazione media mensile Visentini (mc/mese)	565,7	622,4	945,0	1399,2	2148,4	3115,2	3725,0	3704,1	2710,5	1959,7	1265,5	716,9	22877,8
% evaporazione sui mc del bacino	2,4%	2,6%	3,9%	5,8%	9,0%	13,0%	15,5%	15,4%	11,3%	8,2%	5,3%	3,0%	7,9%
Portata mensile raccolta dal singolo modulo fotovoltaico (mc/mese)	0,075	0,076	0,077	0,078	0,056	0,040	0,030	0,029	0,072	0,087	0,102	0,080	0,802
Acqua addotta dal sistema RWR al bacino esistente (mc)	247	251	255	259	185	132	99	95	239	288	337	263	2650
Bilancio idrico dell'acqua addotta dal sistema RWR considerando l'evaporazione (mc)	1205	1418	1607	1757	1768	1653	799	1	212	459	754	987	

Tabella 2 Bilancio idrico

6.3. Dimensionamento RWR

Per far fronte al fabbisogno idrico richiesto dalle cure culturali e sopperire all'evaporazione dell'acqua addotta dal sistema e conferita al bacino, si installerà il sistema di raccolta dell'acqua meteorica RWR su una superficie captante composta da 3302 moduli:

	N.TRACKER	N.MODULI
TR2X13	127	3302

Tabella 3 Caratteristiche sistema raccolta acqua

In base ai dati pluviometrici indicati nel precedente paragrafo si stima che il volume di acqua che può essere accumulato nell'anno sia pari a circa 2650 mc.

Di seguito è evidenziata l'area di impianto valutata idonea per l'installazione del sistema RWR:

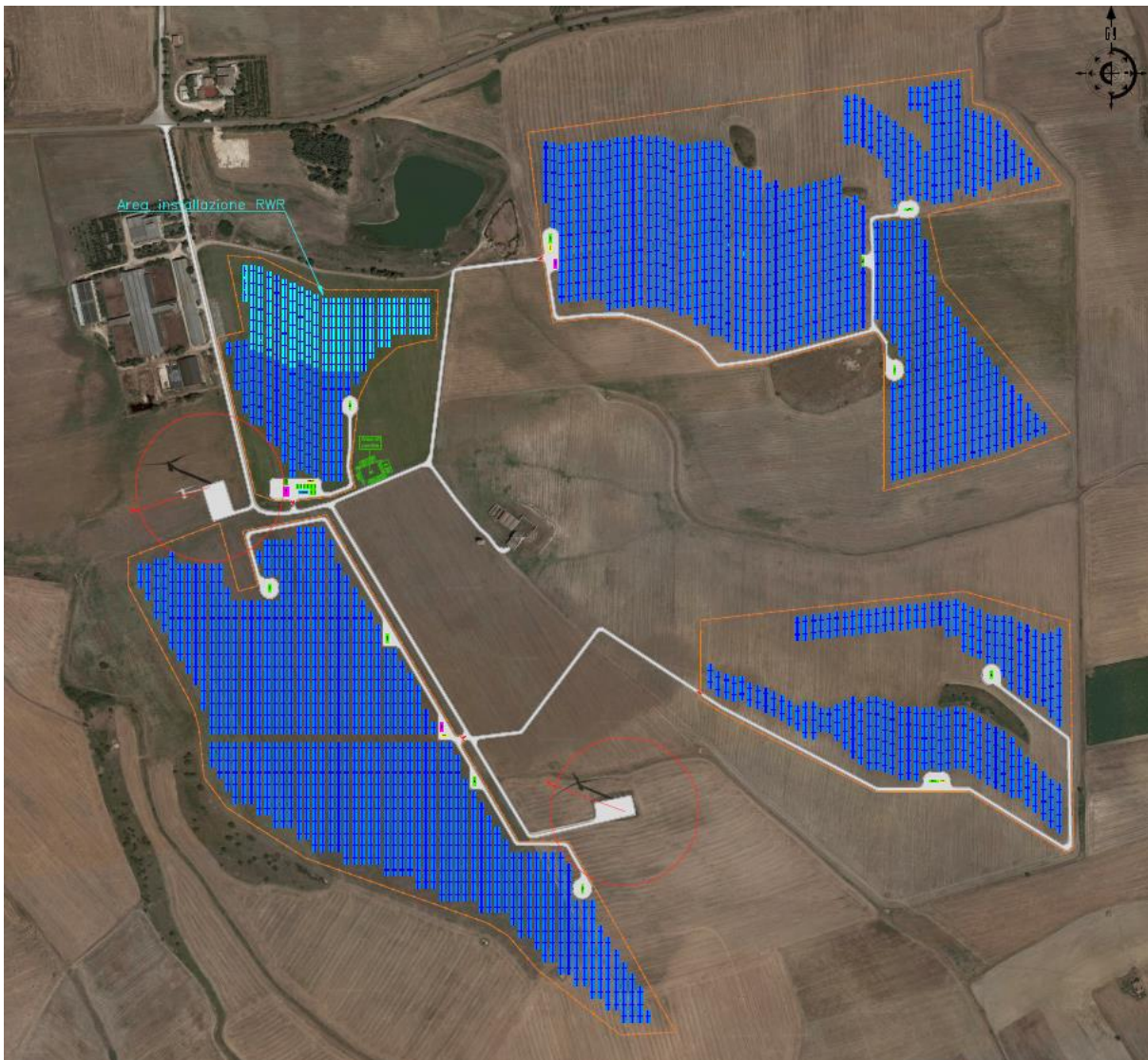


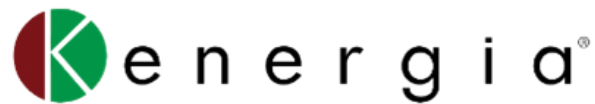
Figura 5 Layout posizionamento sistema di raccolta dell'acqua piovana RWR

7. Impianto idraulico

L'impianto idraulico utilizzato per convogliare l'acqua dal sistema di raccolta al bacino idrico è essenziale per garantire un flusso efficiente e controllato dell'acqua piovana.

Di seguito sono descritte le caratteristiche principali dell'impianto idraulico:

Canaline: Le canaline sono componenti chiave dell'impianto idraulico e vengono utilizzate per raccogliere l'acqua piovana proveniente dal sistema di raccolta, come il tetto di un edificio o una superficie di raccolta dedicata. Le canaline verranno realizzate in PVC un materiale resistente e riciclabile al 100%. Sono progettate con una pendenza adeguata a garantire il corretto deflusso dell'acqua verso il bacino.



Tubazioni: Le tubazioni vengono utilizzate per collegare le canaline al bacino idrico. Verranno anch'esse realizzate in PVC e dimensionate in base al flusso d'acqua previsto. Le tubazioni possono essere dotate di valvole o dispositivi di controllo del flusso per regolare il deflusso dell'acqua verso il bacino.

Filtri: I filtri verranno installati lungo il percorso delle canaline o delle tubazioni per rimuovere i detriti e i sedimenti presenti nell'acqua piovana. Questo aiuta a prevenire l'accumulo di materiali indesiderati nel bacino e a garantire la qualità dell'acqua immagazzinata.

Inclinazione e posizionamento: Le canaline e le tubazioni vengono posizionate in modo tale da garantire una corretta pendenza e un flusso continuo dell'acqua verso il bacino. L'inclinazione adeguata delle canaline e delle tubazioni favorisce un deflusso efficiente e minimizza il rischio di accumulo o ristagno dell'acqua lungo il percorso.

Controllo del flusso: A seconda delle esigenze, verrà valutata l'inclusione di dispositivi di controllo del flusso come valvole o serrande. Questi consentono di regolare il flusso d'acqua verso il bacino in base alle condizioni climatiche, alle necessità di irrigazione o ad altri fattori.