



REGIONE SICILIA



Comune di Assoro  
Provincia di Enna



Comune di Raddusa  
Provincia di Catania



Comune di Enna

# IMPIANTO AGRIVOLTAICO DA 295MWp "CAPOBIANCO"

*in agro dei Comuni di Assoro (EN), Raddusa (CT), Enna*

## PROGETTO DEFINITIVO

PROPONENTE



**CAPOBIANCO s.r.l.**

Corso Giacomo Matteotti, 1  
20121 Milano  
P.IVA e C.F. 12684270965  
C.C.I.A. Milano - REA MI-2678645  
srl.capobianco@pec.it

PROGETTAZIONE



**BIOS IS s.r.l.**

Via La Marmora, 51  
50121 Firenze  
P.IVA e C.F. 06393070484  
C.C.I.A. Firenze - REA FI-624950  
bios-is@pec.it

DIRETTORE TECNICO

ing. Giuliano Trentini

TITOLO ELABORATO

**APPROVVIGIONAMENTO IDRICO**

NUMERO ELABORATO

**03.10**

FOGLIO

FORMATO

ODT

SCALA

IL TECNICO

dott. Agr. Giordano Fossi

COLLABORATORI

dott. Agr. Tommaso Vai  
dott. Marta Fossati

0	26-01-2024	Emesso per progettazione definitiva		VAI	FOSSI TRENTINI
Revisione	Data	Descrizione		Preparato	Verificato Approvato

# IMPIANTO AGRIVOLTAICO DA 295MWp "CAPOBIANCO"

---

## SOMMARIO

---

<b>1 Premessa</b>	<b>4</b>
<b>2 Necessità e strategia di intervento</b>	<b>4</b>
<b>3 Definizione del sistema di accumulo</b>	<b>6</b>
3.1 Valutazione della disponibilità idrica	6
3.2 Valutazione dei consumi	7
3.3 Derivazione, accumulo e trattamento delle acque	10
3.4 Collocazione di punti di accumulo	12
<b>4 Inquadramento normativo</b>	<b>15</b>

## 1 PREMESSA

---

Gli interventi di pulizia dei moduli fotovoltaici devono essere considerati all'interno delle normali procedure di manutenzione dell'impianto. Vento, neve, pioggia e ogni sorta di sporcizia in sospensione possono creare una patina che porta a una riduzione dell'efficienza generale del sistema, oltre a una corrosione anticipata di alcuni componenti e particolari costruttivi. La perdita di energia prodotta può variare dal 5% annuo in climi temperati con piovosità moderata, fino al 40% all'anno in climi particolarmente aridi e desertici.

Per tali motivi si pone il problema di un lavaggio periodico dei moduli fotovoltaici, la presente relazione definisce le necessità di intervento e come esse saranno soddisfatte.

## 2 NECESSITÀ E STRATEGIA DI INTERVENTO

---

L'efficienza e la durata dell'impianto è correlata alla pulizia e alla corretta manutenzione dei pannelli fotovoltaici. Il processo di pulizia avviene tramite una macchina operatrice dotata di braccio telescopico e di una spazzola rotante che eroga acqua deionizzata.



*Figura 1: Esempio del braccio telescopico e della spazzola in azione.*

## IMPIANTO AGRIVOLTAICO DA 295MWp "CAPOBIANCO"

---

Le caratteristiche della macchina e dei suoi accessori saranno definite in fase di gestione, ciò che importa in questa fase progettuale è che con le tecnologie attualmente disponibili per l'effettuazione di questa operazione il fabbisogno idrico è stimabile in 0,5 litri di acqua per metro quadro di pannello da detergere. I risultati migliori si ottengono tramite acqua demineralizzata attraverso filtri a osmosi inversa o resine.

Il numero annuo di lavaggi per mantenere le perdite di producibilità entro limiti accettabili dipende enormemente dall'andamento stagionale. Senza dubbio ci sarà necessità di un lavaggio ad inizio estate, dopo la mietitura che solleva grandi quantità di polvere, ma ad inizio autunno o durante la primavera si possono verificare fenomeni piovosi connessi a venti di scirocco che possono depositare sulle superfici la cosiddetta "sabbia del deserto", che stendono una patina opaca che può ridurre sensibilmente la produzione elettrica.

Trattandosi di un sistema agrivoltaico si pone il problema dell'interferenza tra operazioni di pulizia e la coltura in corso. Dato che ogni intervento di pulizia, comunque rarefatto, comporta un singolo passaggio al piede dei pannelli, i danni arrecati alla coltura comunque sono contenuti. Sono praticamente nulli tra la semina e la fase di accostamento del cereale, che tipicamente avviene verso gennaio-febbraio. Successivamente all'accostamento il transito dei mezzi può causare danno e perdita di raccolto, che però viene ampiamente compensata da una maggiore produzione elettrica, sia da un punto di vista economico, che di beneficio ambientale complessivo.

La grande estensione spaziale dell'impianto, e la non disponibilità in forma distribuita di una fonte idrica convenzionale, comporterebbe ad ogni lavaggio di dover percorrere decine e decine di chilometri con le autobotti per poter approvvigionare le macchine operatrici da una singola fonte esterna all'impianto, con grande dispendio di tempo mezzi ed energia. Per tale ragione è stato deciso di adottare un approccio distribuito attraverso l'accumulo in serbatoi sparsi per l'impianto di acqua generata dal deflusso meteorica superficiale. In questo modo non si depauperano (per quanto in modo marginale) fonti idriche di maggior valore e si minimizzano gli spostamenti dei mezzi sul territorio.

Si provvederà per tanto ad individuare all'interno dell'impianto vari punti di accumulo idrico alimentati intercettando la corrivazione superficiale, e posizionati in prossimità della viabilità e delle piste di servizio dell'impianto.

### 3 DEFINIZIONE DEL SISTEMA DI ACCUMULO

---

#### 3.1 Valutazione della disponibilità idrica

Avendo stabilito di raccogliere il deflusso superficiale per il successivo utilizzo, la disponibilità idrica è data dall'ammontare di pioggia annua. Tale dato è stato derivato dalla pubblicazione "Climatologia della Sicilia", edita dalla Regione Siciliana - Assessorato agricoltura e foreste gruppo IV – Servizi allo sviluppo, Unità di agrometeorologia<sup>1</sup>.

La pubblicazione analizza i dati pluviometrici dal 1965 al 1994. Sono stati considerati i dati delle stazioni climatologiche più prossime al sito d'impianto, di seguito le precipitazioni annue

LOCALITA'	min	Precipitazioni mm			
		5°	25°	50°	75°
Agira	263	279	396	450	531
Catananuova	203	209	318	402	455
Centuripe	180	229	336	424	492
Enna	282	356	507	606	770
Gagliano C.	315	335	479	553	608
Leonforte	340	357	467	572	698
Piazza Armerina	30	161	470	592	765
Valguarnera C.	295	316	457	544	695

Dove

min = Valore minimo raggiunto nell'intero periodo di osservazioni

5° = Quinto percentile: valore non superato nel 5% degli anni

25° = Venticinquesimo percentile: valore non superato nel 25% degli anni

50° = Cinquantesimo percentile (mediana): valore non superato nel 50% degli anni

75° = Settantacinquesimo percentile: valore non superato nel 75% degli anni

In virtù delle esigenze di *climate change adaption* è stato scelto di utilizzare come dato quello sul 25° percentile che fornisce un dato sulla piovosità di 428,75 mm annui come media.

Il volume annuo intercettabile viene valutato secondo la seguente equazione base

$$V = A * \Phi * h_{(yr)}$$

---

<sup>1</sup> [http://www.sias.regione.sicilia.it/corpo\\_climatologia\\_sicilia\\_elaborazioni.htm](http://www.sias.regione.sicilia.it/corpo_climatologia_sicilia_elaborazioni.htm)

dove

$A$  area di riferimento

$\Phi$  coefficiente di deflusso

$h_{(yr)}$  altezza di pioggia annua

Il coefficiente di corivazione viene assunto pari a 0,1. Facile che possa anche essere maggiore, soprattutto durante gli eventi più intensi. Inoltre, avendo previsto di intercettare i deflussi una volta concentrati negli impluvi, va considerato che questi convogliano anche i deflussi sub-superficiali. Complessivamente, quindi, considerato anche che ci si trova in un territorio caratterizzato da litologia argillosa, questa assunzione è certamente cautelativa.

Considerata quindi la precipitazione di riferimento ogni ettaro genera un deflusso superficiale annuo pari a poco meno di 430 m<sup>3</sup>.

### **3.2 Valutazione dei consumi**

Come risulta dalla *04.01.01 Relazione generale* l'impianto è costituito da 453.824 moduli da 650W, ognuno dei quali ha dimensione 238 x 130 cm, ne consegue una superficie totale che necessita di essere pulita di 1.410.000 m<sup>2</sup> e un consumo idrico 705 metri cubi di acqua per ogni lavaggio.

In termini assoluti la quantità di acqua necessaria non è elevata, ed estremamente contenuta rispetto al totale dei deflussi dalle aree interessate dall'impianto. Critica è la disponibilità idrica durante la lunga stagione secca estiva, durante la quale si valuta essere necessario dover assicurare almeno due lavaggi, per un totale di 1.410 m<sup>3</sup> da accumulare.

Il consumo idrico per ogni sotto campo è riassunto nella seguente Tabella 1.

CAMPO	SOTTOCAMPO	SUPERFICIE PANNELLATA	FABBISOGNO IDRICO LAVAGGIO
		$m^2$	$m^3$
A	a	17.396	9
	b	79.523	40
	c	13.233	7
	d	6.088	3
	e	18.638	9
	f	46.471	23
B	a	17.582	9
	b	17.023	9
	c	4.411	2
	d	2.547	1
C	a	14.973	7
	b	14.413	7
	c	10.127	5
	d	23.608	12
	e	7.654	4
	f	9.220	5
	g	4.784	2
D1	a	7.145	4
	b	3.479	2
	c	4.908	2
	d	3.603	2
	e	4.163	2
	f	6.871	3
D2	a	2.783	1
	b	2.050	1
	c	2.299	1
	d	1.802	1
	e	3.106	2
	f	5.219	3
	g	26.031	13
	h	2.261	1
	i	5.591	3
	l	6.896	3
	m	20.688	10
	n	12.786	6
	o	10.437	5
p	6.648	3	

## IMPIANTO AGRIVOLTAICO DA 295MWp "CAPOBIANCO"

CAMPO	SOTTOCAMPO	SUPERFICIE PANNELLATA <i>m</i> <sup>2</sup>	FABBISOGNO IDRICO LAVAGGIO <i>m</i> <sup>3</sup>
	q	2.858	1
	r	22.490	11
D3	a	26.590	13
	b	7.020	4
	c	27.920	14
	d	18.079	9
	e	12.786	6
	f	14.600	7
E1	b	19.197	10
	c	37.897	19
	d	12.488	6
	e	49.515	25
	f	15.830	8
	g	24.043	12
	h	13.482	7
	i	24.105	12
	l	2.796	1
	m	25.224	13
	n	2.609	1
	o	10.251	5
	p	10.437	5
	q	3.728	2
	r	14.476	7
	E2	a	16.961
b		16.899	8
c		42.097	21
d		18.141	9
e		60.698	30
f		29.485	15
g		1.864	1
h		4.697	2
i		13.109	7
E3	a	21.558	11
	b	17.333	9
	c	10.089	5
	d	8.325	4
	e	5.281	3

CAMPO	SOTTOCAMPO	SUPERFICIE PANNELLATA <i>m</i> <sup>2</sup>	FABBISOGNO IDRICO LAVAGGIO <i>m</i> <sup>3</sup>
	f	27.150	14
	g	15.594	8
	h	9.940	5
	i	8.698	4
F	a	14.041	7
	b	6.001	3
	c	22.117	11
	d	21.372	11
	e	3.293	2
	f	54.423	27
	g	5.964	3
	h	8.524	4
	i	3.293	2
	l	6.523	3
G	a	49.577	25
	b	12.860	6
	c	19.135	10
	d	9.816	5
		<b>1.409.737</b>	<b>705</b>

Tabella 1: Sottocampi e fabbisogni idrici.

### 3.3 Derivazione, accumulo e trattamento delle acque

Al fine di facilitare le operazioni di raccolta delle acque queste vengono derivate dagli impluvi nei quali naturalmente si concentrano, l'acqua viene poi accumulata in serbatoi interrati, per i seguenti motivi:

- la piovosità è concentrata nel periodo autunno-invernale (si veda *04.01.02.03 Relazione tecnica agronomica*) mentre il suo utilizzo avviene principalmente durante la stagione estiva ne consegue che l'acqua raccolta deve rimanere stoccata per lungo tempo con conseguenti grandi perdite per infiltrazione ed evapotraspirazione se venisse accumulata in un vaso in terra a cielo aperto;
- con un lungo periodo di stoccaggio in serbatoi aperti, ancora più se in terra, l'acqua sviluppa una elevata carica batterica e fioriture algali e più in generale caratteristiche

## IMPIANTO AGRIVOLTAICO DA 295MWp "CAPOBIANCO"

---

chimico fisiche che la rendono non utilizzabile per i lavaggi se non a seguito di importanti trattamenti.

Nei punti nei quali si individua di posizionare gli accumuli si realizza nell'impluvio una briglia in legname e pietrame riempita a tergo di pietrame e ghiaia. Nel corpo della briglia sarà installato un tubo di drenaggio che raccoglierà l'acqua infiltrata, quindi priva di solidi grossolani sospesi ed eventualmente caratterizzata da torbidità a causa della natura argillosa del terreno.

L'acqua drenata verrà portata per gravità ad un modulo dissabbiatore prima e poi al serbatoio di accumulo, tutto interrato e non a vista.

Per mantenere una sufficiente qualità chimico fisica dell'acqua durante il lungo stoccaggio sarà necessario inserire periodicamente nel serbatoio delle pastiglie cloranti, al fine di contrastare la crescita di alghe e microorganismi, operazione che può essere facilmente svolta senza significativi aggravii durante le periodiche visite di controllo all'impianto. L'obiettivo sarà mantenere una concentrazione di 1-2 mg/l di cloro per limitare lo sviluppo di alghe e microorganismi al suo interno.

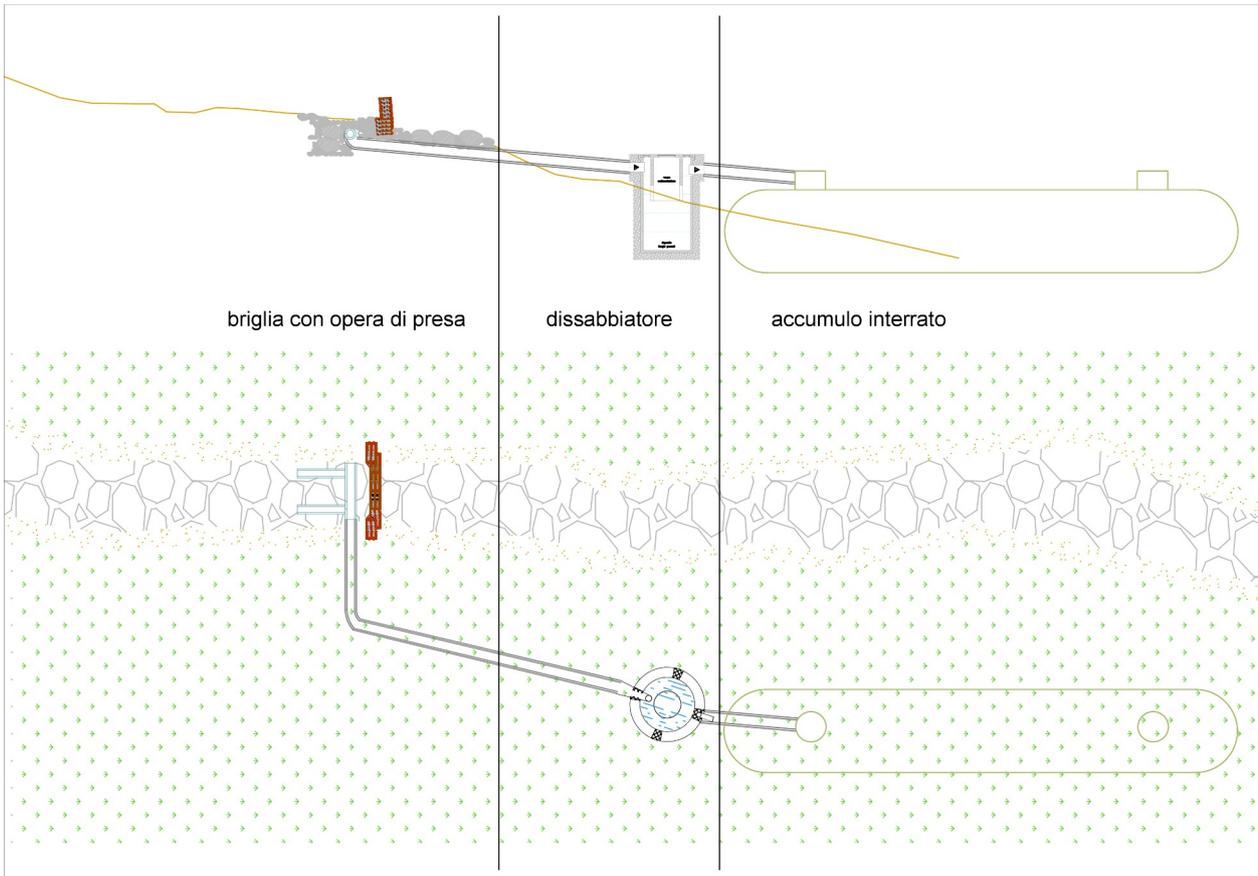


Figura 2: Particolare tipologico dell'opera di presa ed accumulo.

Al momento dell'utilizzo, l'acqua dovrà essere pompata dal serbatoio all'interno della macchina operatrice, attraverso un gruppo pompa+filtro montata su trattore agricolo.

Una volta all'anno, all'inizio della stagione piovosa, con il serbatoio sarà quasi vuoto si dovrà provvedere ad aspirare da questo e dal dissabbiatore la fanghiglia e i sedimenti accumulati sul fondo per essere direttamente distribuiti sulla limitrofa superficie agricola.

### **3.4 Collocazione di punti di accumulo**

L'analisi dell'articolazione spaziale dell'impianto e della morfologia del territorio su cui esso insiste, ha permesso di identificare 15 punti di accumulo, ognuno dei quali sarà a servizio di una porzione dell'impianto.

Si è cercato di ridurre al minimo il numero di serbatoi (massimo 2 serbatoi da 40 mc l'uno disposti in parallelo) e di posizionarli in punti facilmente accessibili dalla strada; questo per via

## IMPIANTO AGRIVOLTAICO DA 295MWp "CAPOBIANCO"

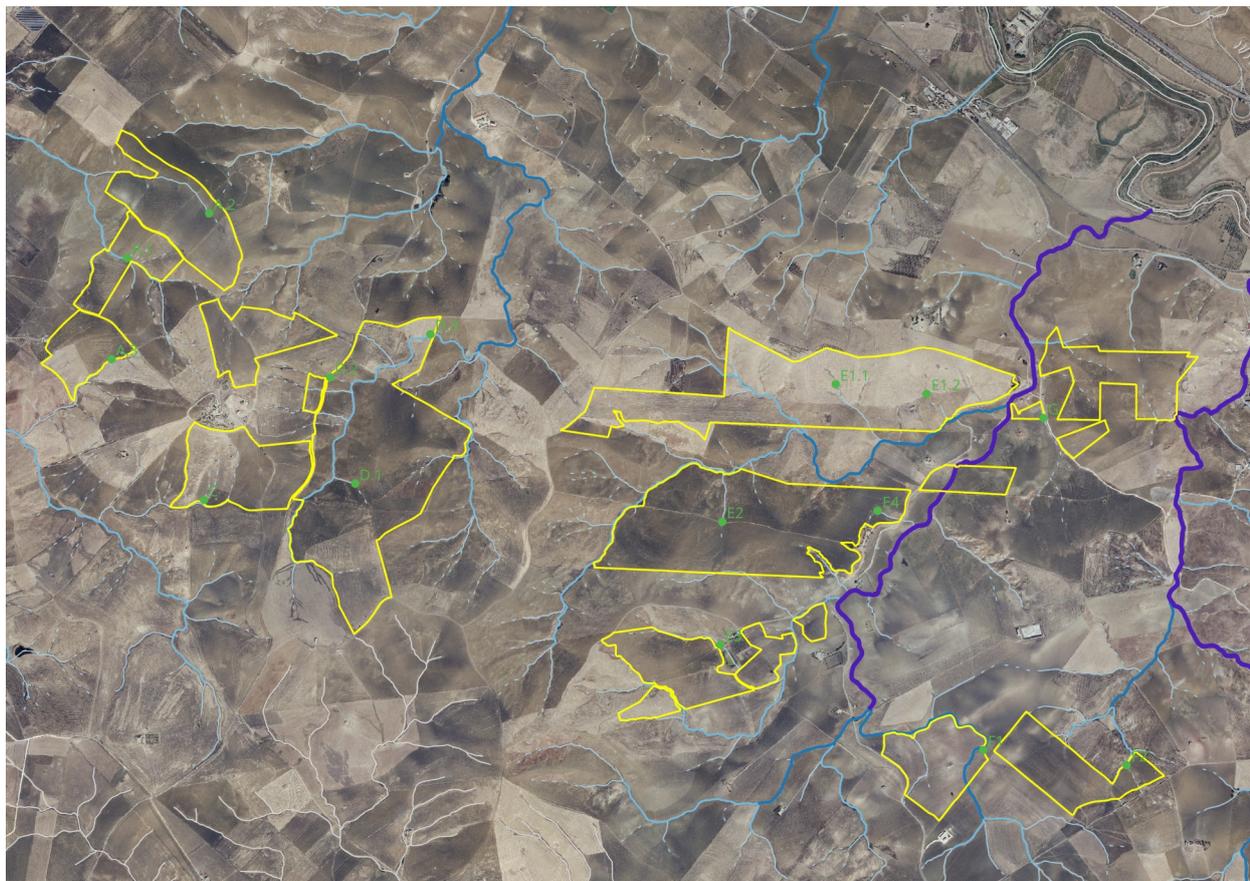
---

dei costi che comporta la realizzazione della struttura adibita alla raccolta dell'acqua, del costo dell'installazione dei serbatoi, e per ridurre al minimo possibile i tempi di lavaggio.

Per ogni accumulo individuato viene delimitata l'area drenante sottesa dall'opera di presa e la porzione di impianto servita per il lavaggio, nella seguente tabella vengono riassunti i dati salienti.

<b>ID</b>	<b>Superficie sottesa</b> <i>m<sup>2</sup></i>	<b>Deflusso annuo</b> <i>m<sup>3</sup></i>	<b>Accumulo</b> <i>m<sup>3</sup></i>	<b>Sottocampi serviti</b>
<b>A.1</b>	492.470	21.115	20	A: cde
<b>A.2</b>	236.724	10.150	50	A: ab
<b>A.3</b>	238.019	10.205	25	A: f
<b>C</b>	66.535	2.853	45	C: abcdefg
<b>D.1</b>	668.657	28.669	50	D3: abcde
<b>D.2</b>	514.852	22.074	70	B:abcd D2: hilmnopqr
<b>D.3</b>	137.475	5.894	40	D1: abcdef D2: abcdefg
<b>E1.1</b>	565.907	24.263	75	E1: acfgilm
<b>E1.2</b>	962.630	41.273	70	E1: bdehmnopqr
<b>E2</b>	1.730.058	74.176	60	E2: abde
<b>E3</b>	1.569.201	67.280	65	E3: abcdefghi
<b>E4</b>	3.898.001	167.127	50	E2: cfghi
<b>F1</b>	1.261.543	54.089	35	F: abcde
<b>F2</b>	31.790	1.363	40	F: fghil
<b>G</b>	144.351	6.189	50	G: abcd

*Tabella 2: Tabella sintetica degli accumuli e delle loro caratteristiche.*



*Figura 3: Localizzazione degli accumuli.*

---

## **4 RIFERIMENTO NORMATIVO**

---

Gli interventi previsti di raccolta delle acque piovane rientrano tra quelli previsti dal cosiddetto “Decreto Siccità” (D.L. n. 39/2023 convertito con Legge n. 68/2023) che, integrando l’art. 6, comma 1, del testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia, di cui al decreto del Presidente della Repubblica, 6 giugno 2001, n. 380, prevede che le vasche di raccolta di acque meteoriche per uso agricolo fino a un volume massimo di 50 metri cubi di acqua per ogni ettaro di terreno coltivato, realizzabili anche mediante un unico bacino, sono in edilizia libera.