

**COMUNE DI RAVENNA**

---

**PROVINCIA DI RAVENNA**

---

## SINTESI NON TECNICA

**OGGETTO:** Realizzazione di Impianto fotovoltaico galleggiante con potenza di picco pari a **31,11 MWp** e potenza di immissione pari a **29,1 MW**

**COMMITTENTE:** **CM SOLAR SRL**

**UBICAZIONE:** Statale Provinciale 19 – Comune di RAVENNA (RA)

IMOLA, 08/07/2021

Il Tecnico

(ING. MINORCHIO MASSIMILIANO)



### **Ingegneria Integrata S.r.L. S.T.P.**

Ing. Massimiliano Minorchio  
Via Ugo La Malfa, 10 - 40026 Imola (BO)  
Tel: 0542/644055  
Cell: 347-9126620  
Email: [minorchio.massimiliano@gmail.com](mailto:minorchio.massimiliano@gmail.com)



**INGEGNERIA  
INTEGRATA**

## Sommario

<b>1. PREMESSA</b> .....	<b>3</b>
1.1 Inquadramento dell'area.....	3
<b>2. DESCRIZIONE DEL PROGETTO</b> .....	<b>5</b>
<b>2.1 Moduli e strutture di sostegno</b> .....	<b>7</b>
2.1.1 Campi di applicazione.....	9
2.1.2 Design del galleggiante con un contorno complesso .....	10
2.1.3 Dimensioni della struttura base modulare .....	11
2.1.4 Installazione degli Inverter e dei Quadri di raccolta.....	12
2.1.5 Protezione delle onde .....	14
2.1.5 Passaggi da struttura a impianto .....	15
2.1.6 Schema unifilare.....	16
<b>2.2 Concept modulo</b> .....	<b>16</b>
<b>3 Cavi e cablaggio</b> .....	<b>18</b>
<b>4 Manutenzione e sicurezza</b> .....	<b>19</b>
<b>5 Fasi di assemblaggio</b> .....	<b>20</b>
<b>6 ALTERNATIVE</b> .....	<b>22</b>
<b>7 FASI DI DISMISSIONE</b> .....	<b>26</b>
<b>8 MITIGAZIONE E MONITORAGGIO</b> .....	<b>27</b>
8.1 MISURE MITIGAZIONE.....	27
8.2 INDICAZIONI PER IL PIANO DI MONITORAGGIO.....	28
8.3 MONITORAGGIO DELLA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA .....	28
8.4 MANUTENZIONE E MONITORAGGIO DELLO STATO DI CONSERVAZIONE DELLE OPERE A VERDE.	28
8.5 MONITORAGGIO DELLA PRODUZIONE DI RIFIUTI.....	29
8.6 MONITORAGGIO DELLE ATTIVITÀ DI MANUTENZIONE EFFETTUATE.....	29
<b>9 CONCLUSIONE</b> .....	<b>29</b>

# 1. PREMESSA

Questa relazione fa parte della documentazione del progetto definitivo dell'impianto fotovoltaico "CAVA MANZONA" e delle opere connesse ad esso, in località Partitore nel Comune di RAVENNA (RA), nella titolarità di CM Solar S.R.L.

L'impianto viene sottoposto al procedimento di Provvedimento Autorizzativo Unico

Regionale ai sensi dell'art. 15-21 della Legge Regionale n. 4/2018 e s.m.i.

Si prevede di realizzare il parco fotovoltaico alloggiando i moduli su apposite strutture galleggianti che andranno a loro volta infisse nella cava.

L'impianto verrà allacciato alla rete MT alla tensione di 132 kV del distributore locale mediante cabina secondo le modalità previste dalla soluzione tecnica indicata dal distributore stesso.

Ogni vela è composta da un numero diverso di moduli da 495 Wp in modo da ottimizzare gli spazi, per un totale di 62.856,00 moduli e una potenza complessiva installata di . 31,114 kWp.

Nella presente relazione viene illustrato il progetto definitivo dell'intervento.

## 1.1 Inquadramento dell'area

L'area oggetto di studio è ubicata nella porzione SUD della provincia di Ravenna, a ovest della strada provinciale 16, e confina:

a nord con la Cava Manzona Vecchia;

a est con aree agricole;

a sud con aree prevalentemente agricole;

a ovest con un aree prevalentemente agricole e capannoni abbandonati;

L'area in cui sarà ubicato l'impianto e le relative aree di pertinenza interessano terreni in Comune di RAVENNA caratterizzati dai seguenti dati catastali:

foglio n° 61, particelle 52;

foglio n° 63, particelle 3, 67 e 62;

Le attività economiche prevalenti nell'area di studio sono quelle di coltivazione inerti e agricole di tipo intensivo.

L'area oggetto di intervento si presenta, allo stato attuale, non utilizzata.

Dal punto di vista cartografico, il parco fotovoltaico è compreso nelle tavole della Cartografia Tecnica Regionale (C.T.R.) riportate in Tabella 1.

Tab. 1 – Inquadramento dell'area d'intervento nelle tavole CTR

<b>CTR Scala 1:5.000</b>
240083

Nelle Figure 1 e 2 è riportata l'ubicazione dell'area di intervento su cartografia IGM e su foto aerea.

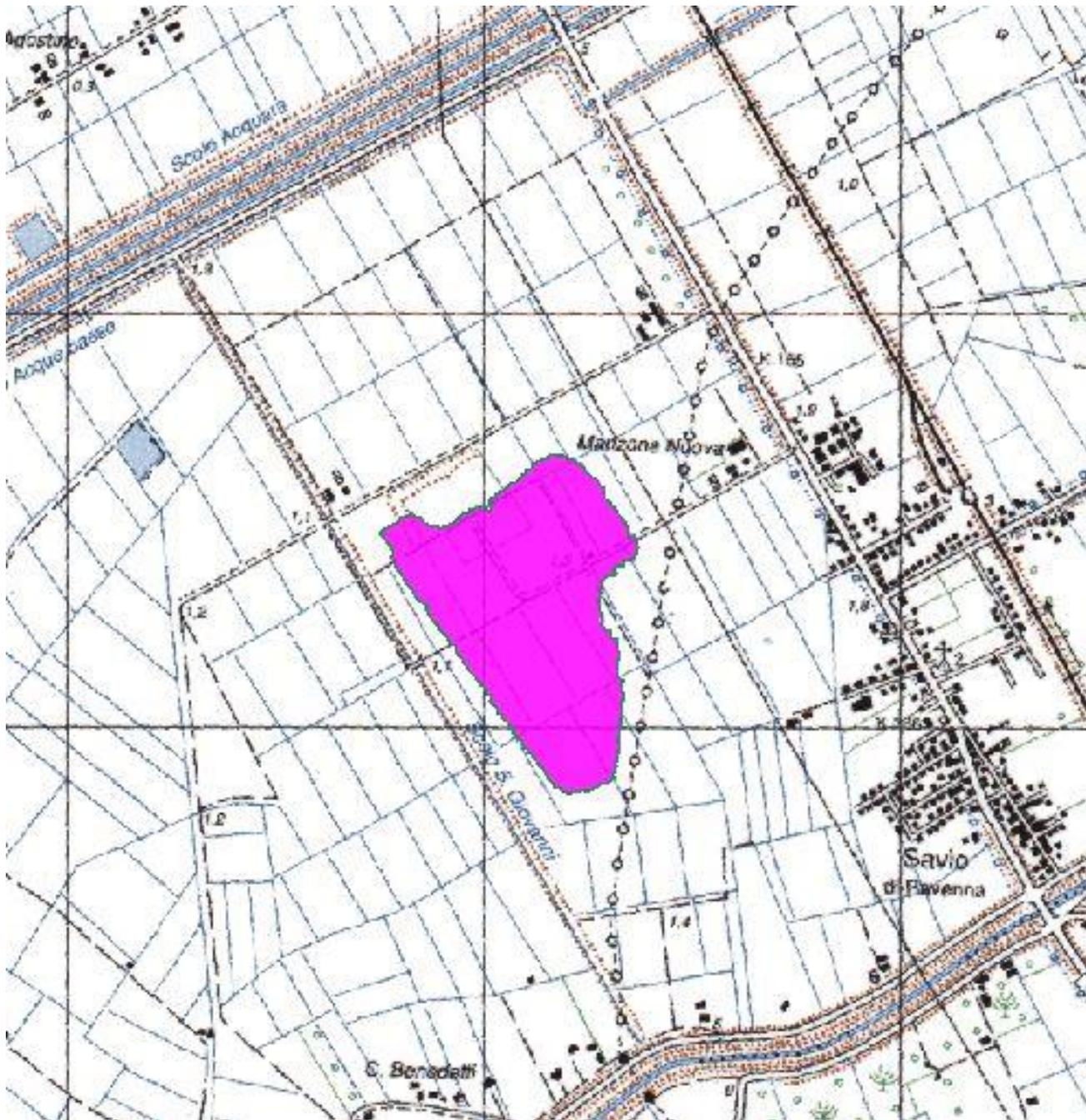


Figura 1 – Inquadramento dell'area d'intervento su base IGM



Figura 2 – Inquadramento dell'area d'intervento su base ortofoto

I moduli verranno posti in opera in modo da potersi muovere rispetto ad un unico asse di rotazione che li espone da est a ovest alla radiazione solare lungo l'arco dell'intera giornata, massimizzando la captazione energetica. Tale configurazione consente di ottenere un'elevata produzione di energia elettrica dall'impianto fotovoltaico. Sostanzialmente viene generato un angolo di tilt variabile con il trascorrere della giornata, che va da  $-15^{\circ}$  a  $+15^{\circ}$ .

## 2. DESCRIZIONE DEL PROGETTO

L'impianto per la produzione di energia elettrica mediante conversione fotovoltaica dell'energia solare, è caratterizzato da una potenza di picco pari a **31,114 kWp**, e sarà collegato alla rete elettrica attraverso un unico punto di consegna, nel rispetto di quanto disposto delibere della Autorità per l'Energia Elettrica e il Gas (A.E.E.G.) n° 98/08, n° 179/08, n° 84/2012 e s.m.i. che si intendono qui integralmente trascritte.

Per l'installazione dei pannelli fotovoltaici, si prevede di utilizzare il lago della cava.

L'impianto è composto da **62.856,00** moduli e prevede una superficie fotovoltaica pari a circa **141.237,43** m<sup>2</sup>.

Complessivamente, tenendo conto anche dell'area di rispetto tra le stringhe, che sarà mantenuta in condizioni di completa permeabilità, l'area direttamente interessata dal sedime del parco fotovoltaico sarà pari a circa venti ettari.

Le aree circostanti all'area di sedime del campo fotovoltaico non sono interessate da rilievi o da edifici di altezza tali da dare luogo a significative ombre portate sullo stesso campo. Analogamente, le cabine a servizio dei campi non portano ombra sulle stringhe più prossime.

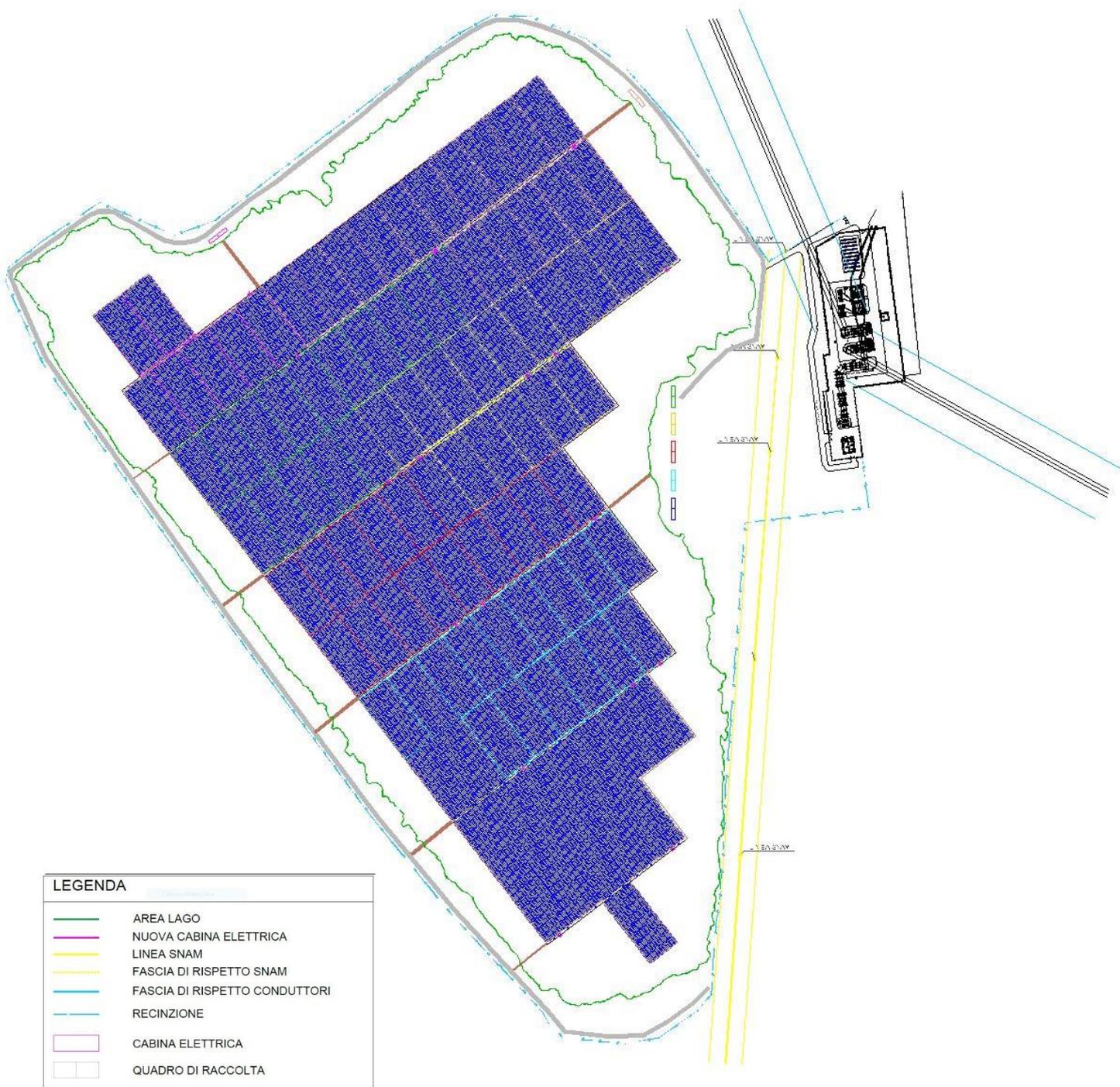


Figura 3 Estratto della Tavola di progetto T14 "Layout di progetto" (fuori scala).

## 2.1 Moduli e strutture di sostegno

Si prevede di utilizzare moduli in silicio monocristallino (Fig. 4.1) ad alta efficienza di caratteristiche tecnologiche tali da soddisfare interamente i requisiti previsti dalle norme tecniche del Decreto Ministeriale sul fotovoltaico del 05 luglio 2012 (D.M. 05/07/2012), del Decreto Ministeriale sul fotovoltaico del 19 febbraio 2007 (D.M. 19/02/2007) e s.m.i., delle Delibere Attuative della Autorità per l'Energia Elettrica e il Gas (A.E.E.G.) n° 98/08, n° 179/08, n° 84/2012 e s.m.i. che si intendono qui integralmente trascritte.

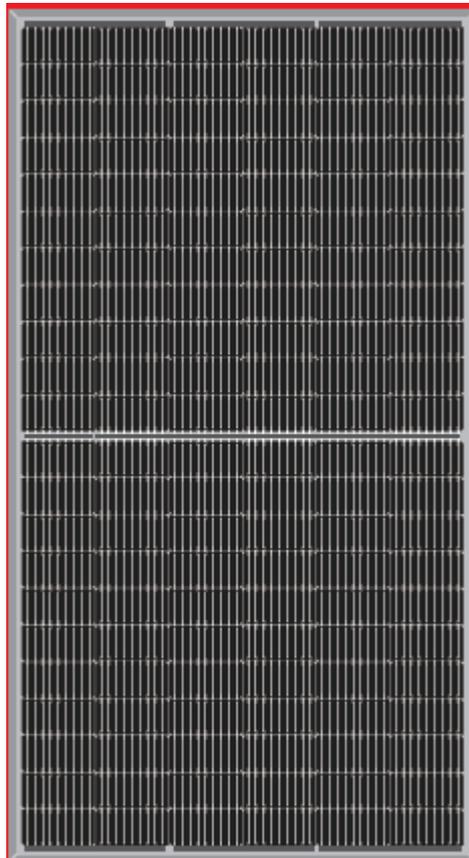


Figura 4.1 – Tipologia modulo in silicio cristallino

Ogni modulo, di peso 30.1 kg circa, presenta una cornice in alluminio anodizzato dotata di più fori per consentire il fissaggio alla carpenteria di sostegno e il passaggio dei cavi. Inoltre, la vetratura anteriore, in vetro temperato, è caratterizzata da elevata resistenza soprattutto alle azioni flessionali, e alla grandine (Norma CEI/EN 61215) ed è altamente trasparente, mentre quella posteriore è rinforzata per conferire al sistema modulo-cornice una sufficiente rigidità e resistenza alle azioni di vento e neve.

La potenza nominale di ciascun generatore fotovoltaico in condizioni standard è di 495 Wp; ciascun modulo è composto da 132 half-cell doppia faccia.

Le altre caratteristiche del modulo sono:

- Alte prestazioni del modulo fotovoltaico con efficienza del modulo pari al 20,6%.
- Telaio ad alta resistenza, con angoli robusti.
- Celle incapsulate in EVA (etilvinilacetato) di elevata qualità.
- Fori di drenaggio (n° 8 fori) per una migliore evacuazione dell'acqua condensata con parti d'angolo robuste e protette.

- Rivestimento posteriore impermeabilizzante ad alta prestazione.
- Junction box IP68 certificata TUV con connettori MC4 e 3 diodi di by-pass ad alto rendimento; garantisce il funzionamento del modulo anche in caso di ombreggiamenti localizzati.

I dati elettrici in condizioni standard dei moduli sono i seguenti:

Tolleranza di potenza (%)	0 - +5W
Tensione di massima potenza (V)	38,23
Corrente di massima potenza (A)	12,95
Tensione a circuito aperto (V)	45,40
Corrente di corto circuito (A)	13,82

Tabella 4.1 – Dati elettrici dei moduli fotovoltaici

## 2.1.1 Campi di applicazione

L'impianto fotovoltaico denominato "Cava Manzona NUOVA" è dotata di una struttura galleggiante, con pannelli fotovoltaici orientati est-ovest con tilt pari a 15°.

La struttura è dimensionata per garantire il galleggiamento in tutte le condizioni di carico previste da Normativa quali vento, neve, ghiaccio. Si riporta in fig.2 l'analisi e la verifica del galleggiamento della struttura.

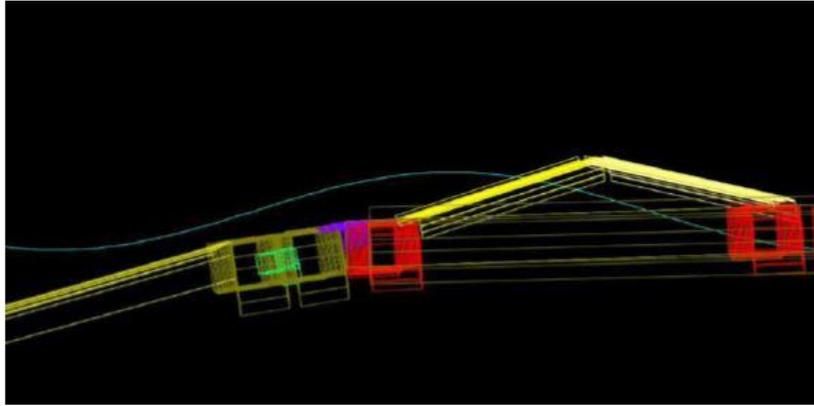


Figura 1. Analisi del galleggiamento della struttura



Downforce for 1 boat floater :	
Self-weight of the steel	3,55 kN
Self-weight of the floaters	0,0 kN not used because internal volume is used
Self-weight of the modules	3,48 kN
Total dead load	7,0 kN
Total dead load per floater	1,8 kN
Total live load per floater	1,8 kN

Downforce for 1 boat :	
Self-weight of the steel	3,55 kN
Self-weight of the floaters	0,0 kN not used because internal volume is used
Self-weight of the modules	3,48 kN
Total dead load	7,0 kN
Snow load	6,45 kN = $s_s \times A / 100$

Partial safety factors for the loads:	
Partial safety factor for the dead load	1,20
Partial safety factor for the snow load	1,5
kFI	1,0
Dead load with partial safety factor	8,4 kN
Snow load with partial safety factor	9,7 kN
Sum = Downforce	<b>18,1 kN</b>

Upforce for 1 boat :	
Weight of water	$\gamma = 10$ kN/m <sup>3</sup>
Upforce	<b>18,2 kN</b>

Proof of floating safety:	
Floating safety factor $\eta = 1,0$ :	no partial safety factor for the "Material" -> fully immersed in 100% float
$\eta = \frac{F_{Downforce}}{F_{Upforce}}$	$= 1,00 < 1,00$ <b>Proof in the case of reduced snow load</b>
	<b>CHECK FULFILLED</b>

Figura 2. Risultati dell'analisi di galleggiamento

## 2.1.2 Design del galleggiante con un contorno complesso

I galleggianti sono realizzati in HDPE (politilene ad alta densità) attraverso successive stratificazioni di materiale.

Il materiale del layer più interno è costituito da materiale riciclato dal processo di produzione.

Il politilene utilizzato non presentando rilascio di sostanze nocive garantisce il mantenimento della qualità dell'acqua della cava.

Il mix di materie prime utilizzate per la produzione del HDPE permette una lunga durata delle strutture galleggianti, una protezione dai raggi UV massimizzata ed un'alta stabilità.

Infine il design del galleggiante è studiato per garantire un'adeguata compatibilità tra la struttura di sostegno in alluminio sovrastante dei pannelli fotovoltaici e il galleggiante stesso.

Tale collegamento si realizza infatti attraverso opportune scannalature nello stampo del galleggiante all'interno delle quali si alloggiavano le strutture portanti orizzontali del fotovoltaico in modo da evitare micro-abrasioni della plastica.



**Figura 3.** Galleggiante Z-Float 1 in HDPE



Figura 4. Galleggiante Z-Float 1 in HDPE

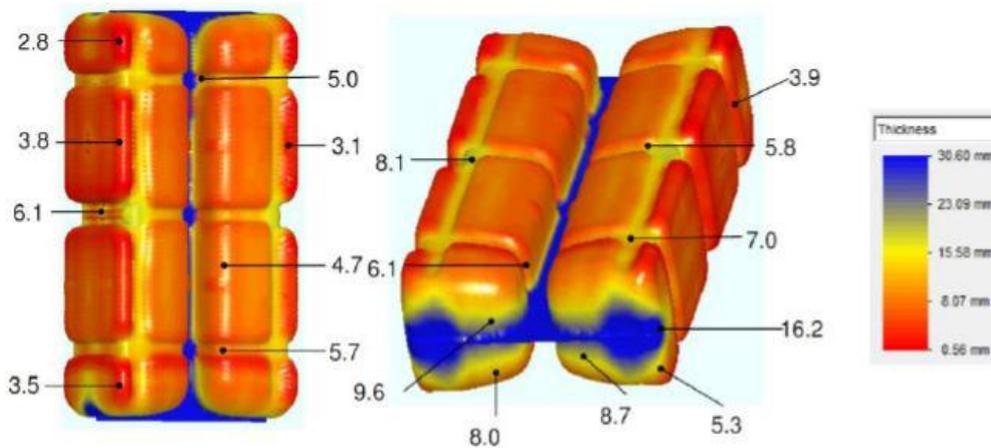


Figura 5. Galleggiante con classificazione dello spessore

### 2.1.3 Dimensioni della struttura base modulare

La struttura modulare base ha lunghezza di 7,23 metri ed una larghezza di 4,90 metri, è realizzata con 4 galleggianti perimetrali collegati tra di loro da sbarre longitudinali in acciaio, alloggiati nelle apposite scanalature laterali.

Al di sopra dei galleggianti sono poi installati n.3 telai triangolari a passo 2,15 metri, su cui sono montate le sbarre orizzontali di sostegno dei moduli fotovoltaici al fine di realizzare l'installazione di n. 6 pannelli fotovoltaici orientati ad est e da 6 pannelli fotovoltaici orientati ad ovest, di dimensione 2,07 metri in altezza e 1,13 metri in larghezza.

La struttura modulare base ha una altezza complessiva dal pelo dell'acqua pari a 1,04 metri, con un carico massimo permante di 0,45 kN/m<sup>2</sup>.

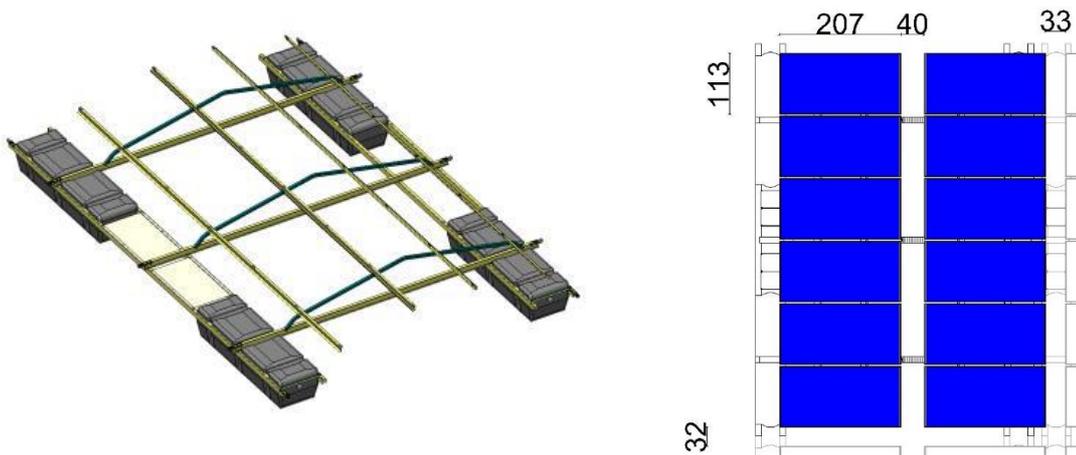


Figura 5. Struttura 3D con misure

La struttura portante in acciaio è progettata per resistere agli alti carichi derivanti dal vento e dalle onde. Quest'ultima è ricoperta da una composizione di zinco, alluminio e magnesio che assicura un'alta protezione dalla corrosione. I pannelli sono collegati tra loro con un connettore flessibile o solido. Tale design permette una facile e veloce installazione sia su terra che su acqua.

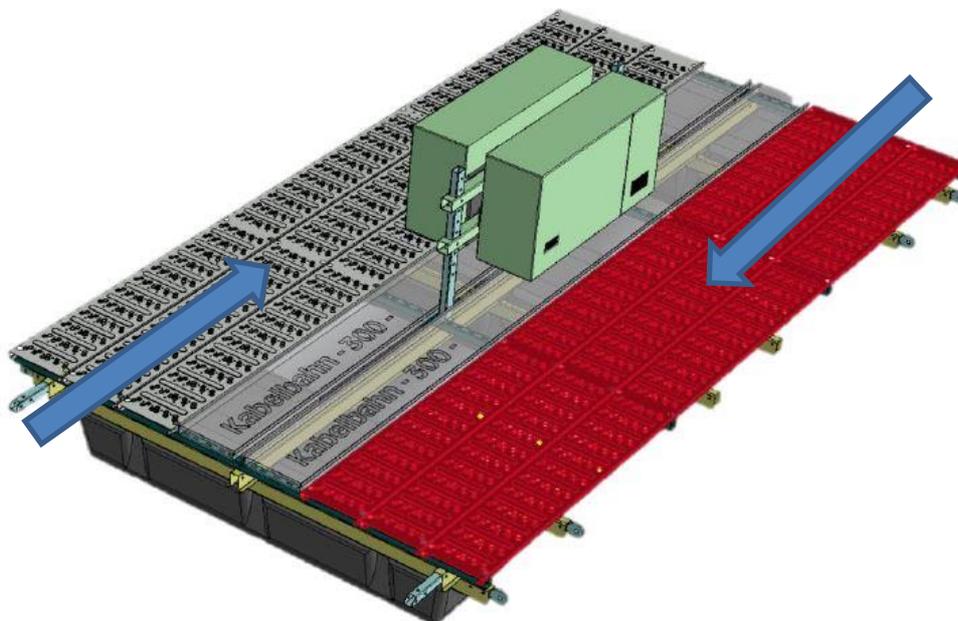
## 2.1.4 Installazione degli Inverter e dei Quadri di raccolta

Gli inverter ed i Quadri di Raccolta (QFTV) sono posizionati in base al layout di progetto (vedi Tav. T14 “Layout di Progetto”) attraverso una intelaiatura portante in acciaio integrata e collegata tra due strutture galleggianti e vengono protetti dalle intemperie mediante copertura in lamiera naturale in acciaio.



**Figura 7.** Inverter con intelaiatura portante in acciaio.

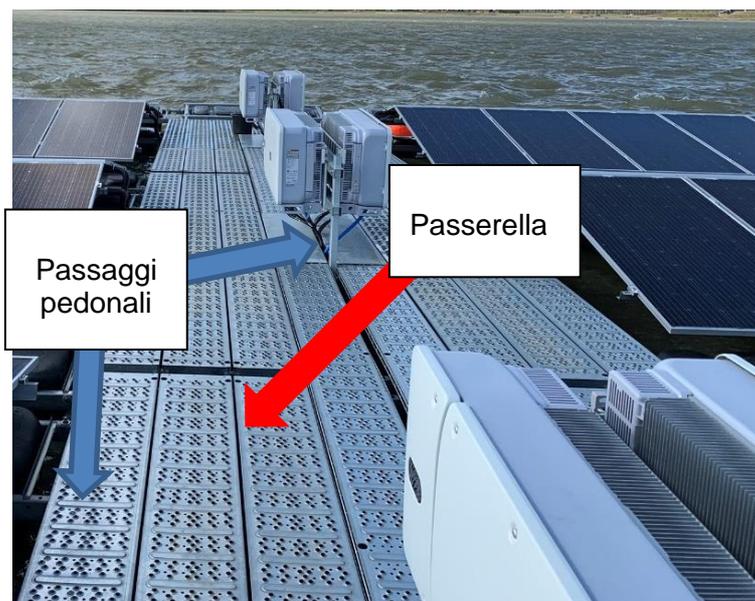
Il cablaggio dai pannelli fotovoltaici all’inverter (CC) e dall’inverter ai Quadri di Raccolta (CA) viene realizzato all’interno di una passerella larga 90 cm che permette un facile attraversamento tra una struttura e l’altra.



**Figura 8.** Inverter con Quadro di Raccolta con passerella in evidenza.

Ai due lati degli inverter sono presenti passaggi pedonali per l’accesso agli impianti e la loro manutenzione

realizzati con elementi grigliati in acciaio fissati alle strutture galleggianti.



**Figura 9.** Passaggi pedonali (Blu), passerella (rossa).

Il cablaggio dai Quadri di Raccolta alle Cabine Utente, collocate sulle rive del lago di Cava, sfruttano anch'esse le medesime passerelle sopra descritte fino al bordo dell'ultima struttura galleggiante, per poi raggiungere la riva mediante il l'ausilio di adeguati sistemi galleggiamento del cavo in acqua. (vedi fig.10)



**Figura 10.** Cablaggio con sistemi di galleggiamento

## 2.1.5 Protezione delle onde

Per proteggere la struttura dalle onde è stata progettata una barriera davanti al sistema e, se richiesto, tale protezione può essere riempita d'acqua.

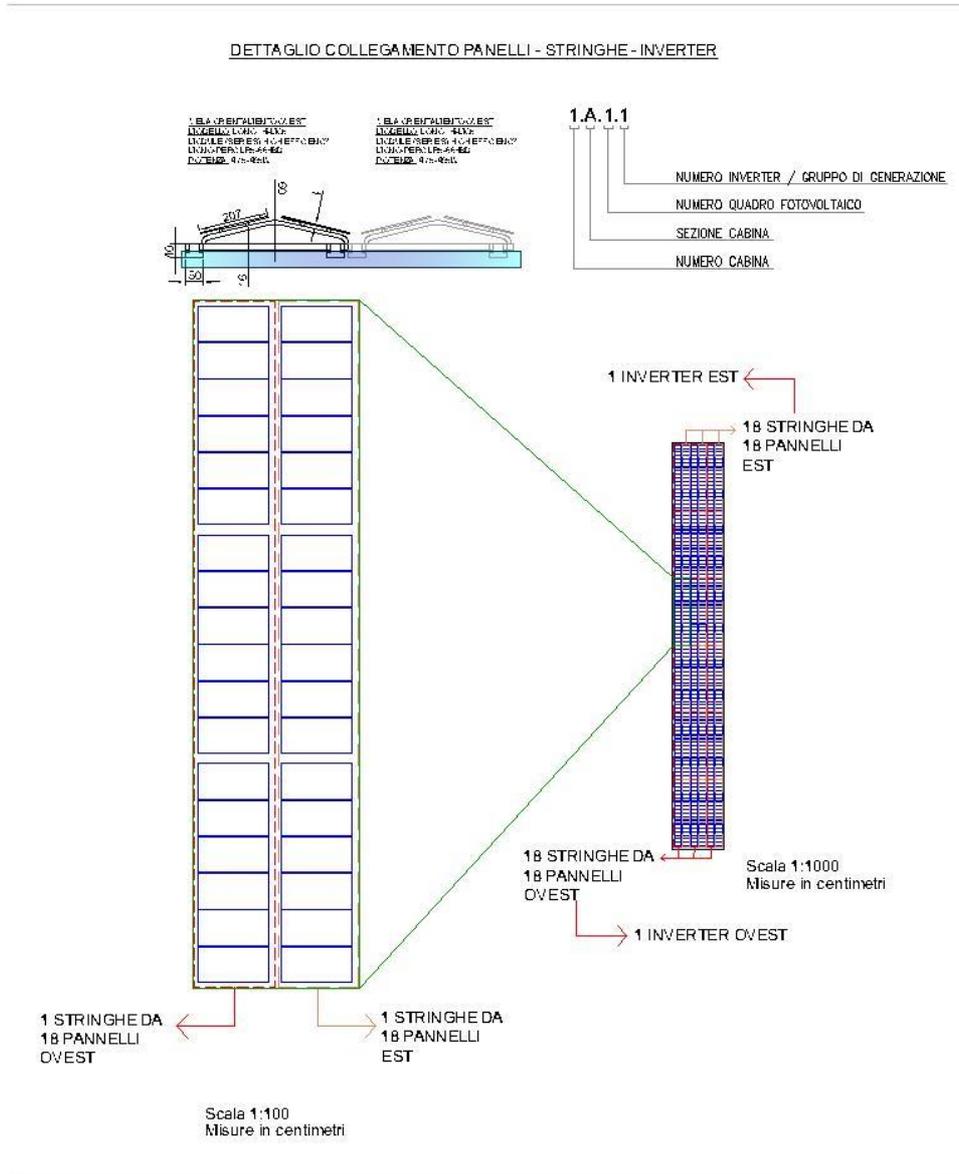


**Figura 11.** Barriera galleggiante di protezione



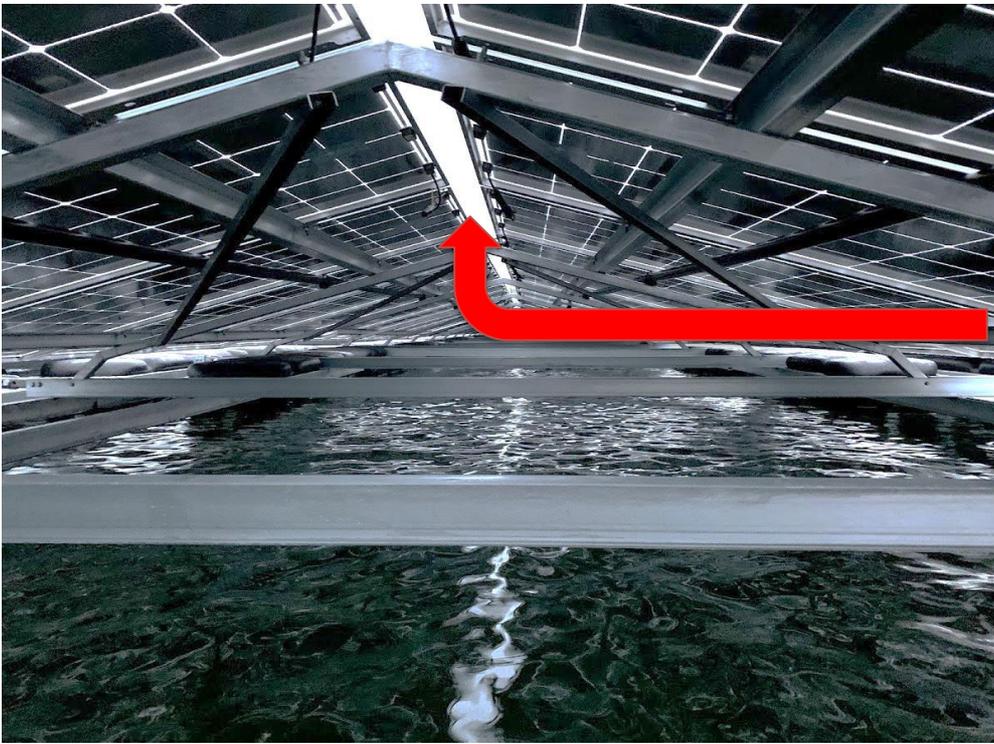
**Figura 12.** Simulazione della barriera

## 2.1.5 Passaggi da struttura a impianto

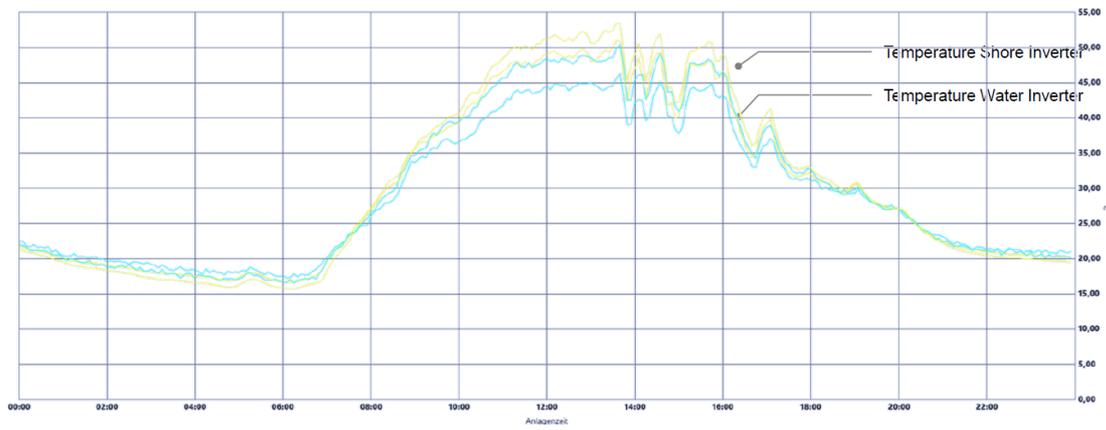


**Figura 13.** Dettaglio collegamento pannelli-stringhe -inverter





**Figura 20.** Effetto di raffreddamento

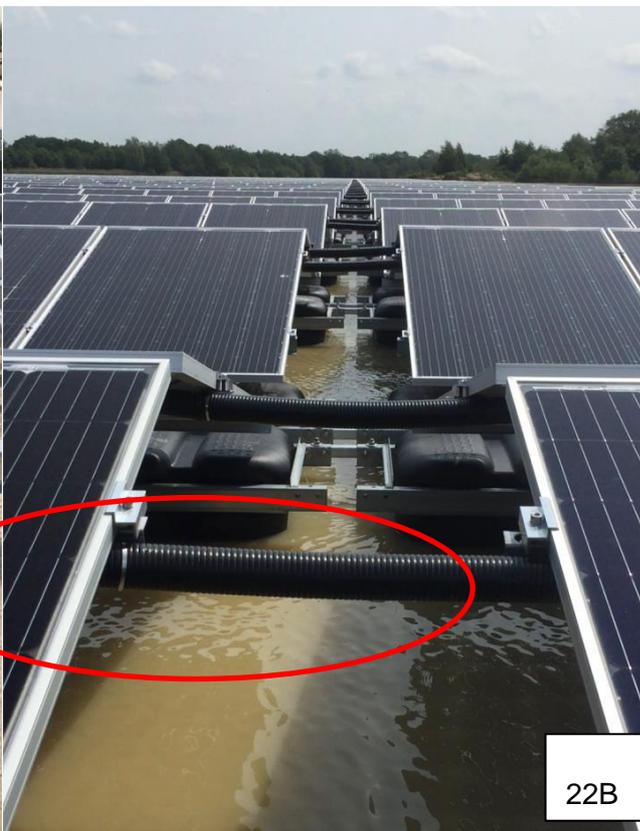


**Figura 21.** Confronto di temperatura tra impianto di terra e impianto galleggiante

Differenza di temperatura di 4-6°C tra i pannelli utilizzati nell'impianto galleggiante rispetto a quello di terra.

### 3 Cavi e cablaggio

I cavi presenti nell'impianto galleggiante collegano i vari pannelli in serie per poi raggrupparsi negli inverter. Tali collegamenti sono flessibili in modo da garantire l'elasticità del sistema.



**Figura 22A.** Cablaggio della struttura

**Figura 22B.** Collegamento flessibile tra strutture



**Figura 23.** Esempio di cablaggio flessibile

## 4 Manutenzione e sicurezza

Grazie alle passerelle presenti tra i moduli e gli inverter è possibile una facile e veloce passaggio e manutenzione.



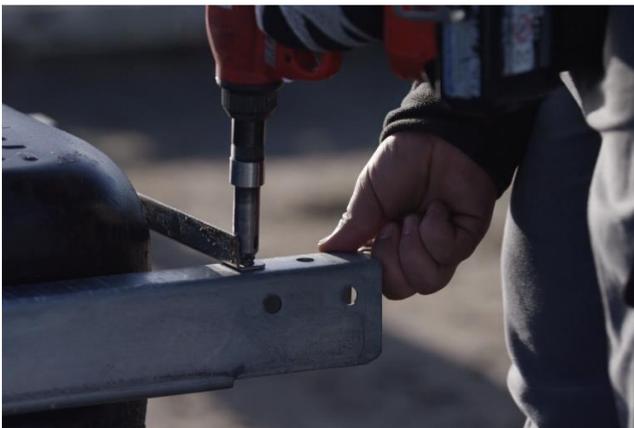
Figura 24A – 24B. Passerella

## 5 Fasi di assemblaggio



Figura 26. Fasi di assemblaggio

Utilizzando 25 persone si arriva a un assemblaggio di **0,7 MW** al giorno.



**Figura 27.** Fase 1 (costruzione della base con i galleggianti fissati)



**Figura 28.** Fase 2 (Assemblaggio binari)



**Figura 29.** Fase 2 (Installazione supporto pannelli)



**Figura 30.** Fase 3 (cablaggio cavi dc con corde e e fili)



**Figura 31.** Fase 4 (Installazione moduli)



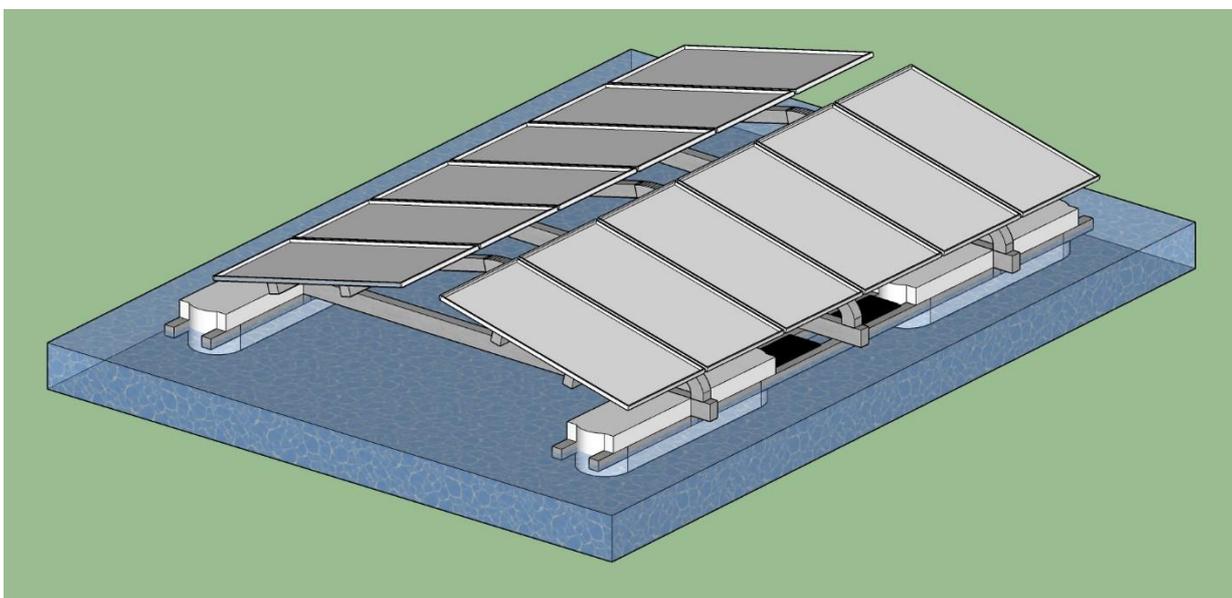
**Figura 32.** Fase 5 (posizionamento in acqua)

## 6 ALTERNATIVE

Per quanto attiene alle alternative tecnologiche d'intervento si rimanda alla consultazione della Relazione tecnica allegata al Progetto, in cui vengono argomentate in dettaglio le scelte effettuate in merito alla tipologia di moduli fotovoltaici ed alla scelta delle strutture di sostegno ed ancoraggio dei pannelli al galleggiante. Le valutazioni effettuate considerano i pro e i contro di diverse soluzioni progettuali possibili, individuando di conseguenza la scelta ritenuta migliore dal punto di vista tecnico, economico ed ambientale, che si configura come di seguito descritto:

Impiego di moduli fotovoltaici bifacciali in silicio cristallino ad alta efficienza, in alternativa ad altre soluzioni più economiche ma meno efficienti quali ad esempio le celle in silicio cristallino monofacciali,

La soluzione bifacciale permette di aumentare l'efficienza dell'impianto in quanto la radiazione luminosa che si riflette sulla superficie del lago può colpire la faccia retrostante del pannello quando questo non è direttamente illuminato dal sole.



**Figura 33** – Struttura galleggiante utilizzato nell'impianto "Cava Manzona Nuova.

In alternativo al nostro impianto galleggiante proponiamo soluzioni a terra:

Driven Piles – soluzione prescelta, costituita da pali infissi come già descritto precedentemente. Il palo (in calcestruzzo o in acciaio galvanizzato) viene infisso nel terreno tramite battipalo. Questa soluzione ha il minor impatto estetico e ambientale dal momento che non si adoperano colate di cemento (figura 34) e per questo motivo è stata adottata nel progetto in esame, anche se di contro occorrerà garantire molta precisione durante le fasi di costruzione.



Figura 34 – Esempio di impianto fotovoltaico realizzato con supporti costituiti da pali in acciaio infissi direttamente nel terreno.

b) Predrilled and concrete backfilled. In questa soluzione il terreno viene perforato e viene poi creato il palo di fondazione con getto di cemento (figure 35 e 36). Si tratta di una soluzione più impattante dal punto di vista ambientale, anche nell'ottica della futura dismissione dell'impianto. Per tale motivo questa soluzione è stata scartata.

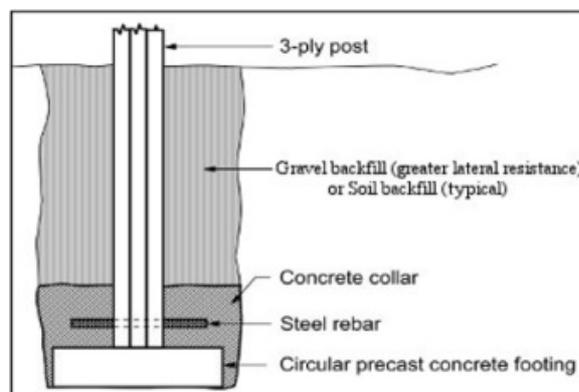


Figura 35 – Esempio di fondazione ottenuta mediante perforazione del terreno e successiva creazione del palo di fondazione con getto di cemento.



Figura 36 – Esempio di impianto fotovoltaico con fondazioni ottenute mediante perforazione del terreno e successiva

creazione del palo di fondazione con getto di cemento.

c) Concrete ballasts. In questa soluzione vengono appoggiati al terreno plinti in cemento con la funzione di zavorra per la struttura. Anche questa soluzione è stata scartata in ragione del maggiore impatto estetico ed ambientale (vedi figure 37-38).



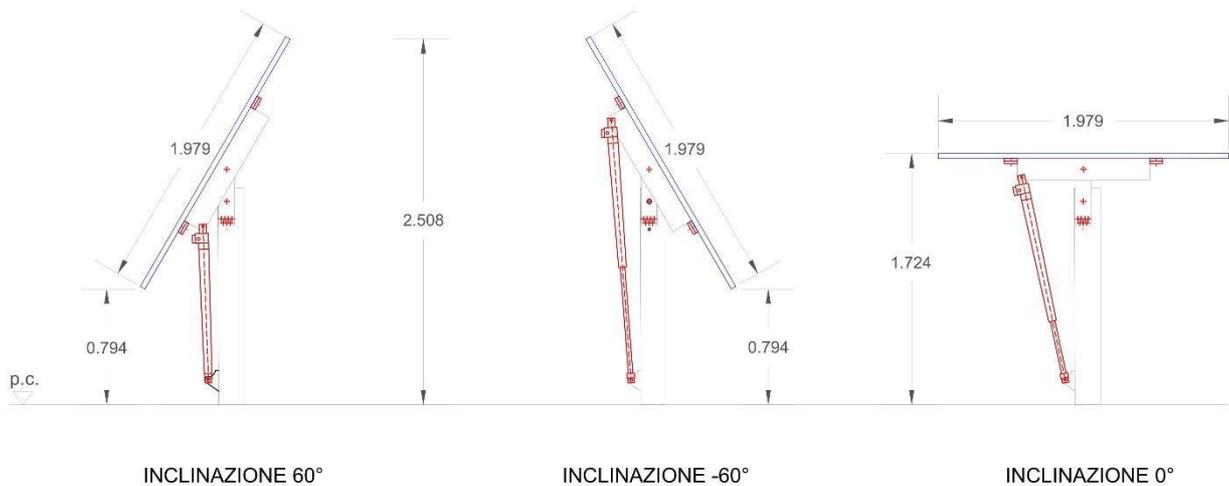
**Figura 37** – Esempio di impianto fotovoltaico con fondazioni formate da zavorre costituite da plinti in cemento.



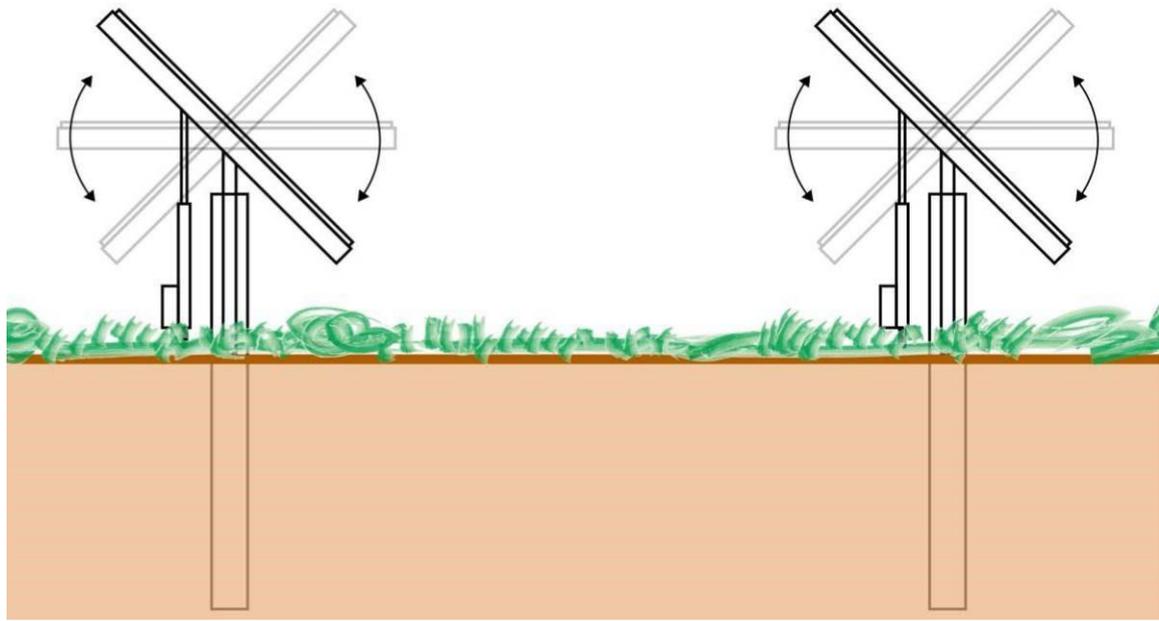
**Figura 38** – Esempio di impianto fotovoltaico con fondazioni formate da zavorre costituite da plinti in cemento.

Impiego di strutture di sostegno ad inseguimento mono-assiale che, tramite servomeccanismi, compiono una vera e propria rotazione secondo l'asse Nord - Sud, esponendo i moduli all'irraggiamento solare per tutto l'arco della giornata (vedi figura 39 e figura 40); in tal modo i filari costituiti dalle vele avranno planimetricamente direzione Nord - Sud, esponendo i moduli da Est ad Ovest e garantendo incrementi di producibilità maggiori del 25% rispetto ad una semplice configurazione fissa. Per quanto riguarda l'altezza dei moduli si è appositamente scelto di sviluppare la proposta progettuale utilizzando pannelli bassi, che possono raggiungere un'altezza massima da terra di circa 2,5 m. limitando sensibilmente l'intrusione visuale e gli impatti paesaggistici. Nelle scelte progettuali si è data, quindi, massima priorità al migliore inserimento visivo delle opere. Altre possibili soluzioni alternative, quali ad esempio l'utilizzo di tracker con maggiori altezze sul suolo (fino anche 4-5 m), sono state scartate in quanto determinano un sensibile impatto visivo.

Mantenimento di una spaziatura tra le vele con interasse ottimizzato, in virtù delle dimensioni dei moduli selezionati dalla ditta proponente e di una generale razionalizzazione del layout di impianto; in particolare si è privilegiata una disposizione delle vele tale da mantenere ai lati dell'impianto corsie sufficientemente larghe da consentire il transito del personale addetto alla manutenzione (ed eventualmente anche di piccoli veicoli lungo le spaziature tra le stringhe).



**Figura 39** – Struttura di sostegno metallica dei moduli fotovoltaici (prospetto).



**Figura 40** – Schema di funzionamento struttura ad inseguimento monoassiale.

## 7 FASI DI DISMISSIONE

Quasi tutti gli impatti rilevati in fase di dismissione sono analoghi a quelli generati in fase di cantiere. Per tali impatti valgono, pertanto, le medesime misure di mitigazione già indicate per la cantierizzazione dell'impianto.

L'unica voce d'impatto che non trova corrispondenza in quelle già trattate è quella inerente allo smontaggio delle componenti dell'impianto ed alla conseguente produzione di rifiuti in fase di smaltimento dei pannelli, operazione per la quale si rimanda alle indicazioni specifiche contenute nell'elaborato di progetto denominato "Relazione sulla gestione post-operativa". In tale documento vengono stimati i costi di smontaggio, smaltimento e recupero; di tale importo si terrà quindi debitamente conto nella determinazione della fidejussione, che il proponente deve presentare per garantire la corretta dismissione a fine vita dell'impianto. Esistono numerosi riferimenti di letteratura che evidenziano come lo smaltimento dell'impianto a fine vita utile non rappresenti assolutamente una operazione problematica e consenta un riuso quasi completo dei materiali e delle diverse componenti. I moduli fotovoltaici sono infatti costituiti prevalentemente da celle in silicio cristallino ad elevata purezza, per il quale esiste un mercato caratterizzato da crescente richiesta. Il tema dell'ottimizzazione delle fasi di recupero delle stesse celle risulta peraltro essere particolarmente vivo. A testimonianza di questo fatto può essere citato il vivace dibattito di ricerca teso a determinare le procedure più efficaci e meno energivore per recuperare il silicio di grado elettronico o solare dai dispositivi di microelettronica e, negli ultimi anni, dalle prime celle solari giunte a fine vita utile. I costi di smaltimento delle parti solari dell'impianto (moduli) sono peraltro normalmente compensati dalle entrate scaturenti dal riciclo dei materiali silicei dei pannelli.

Lo smaltimento degli altri materiali segue invece le normali fasi di lavorazione che caratterizzano la demolizione controllata delle opere civili: durante lo smantellamento dell'impianto, effettuate la disinstallazione delle unità produttive, si procederà al disaccoppiamento delle diverse componenti (moduli, strutture di sostegno, cabine, etc), selezionando i componenti riutilizzabili da quelli riciclabili e da quelli da rottamare, che saranno trattati secondo le normative vigenti.

L'analisi dei costi di dismissione e smaltimento viene effettuata come somma dei costi della manodopera per lo smontaggio, dei costi per lo smaltimento/recupero dei materiali mediante ditte specializzate e dei costi per i trasporti ed il noleggio dei mezzi necessari. Si sottolinea che i costi di smaltimento/recupero dei moduli fotovoltaici sono considerati nulli in quanto il loro recupero sarà demandato ai produttori stessi, che potranno riciclarne pressoché la totalità dei componenti (smaltimento coperto ai sensi del D.Lgs. 49/2014).

Anche gli oneri di gestione per i componenti in acciaio, ferro e rame di risulta dallo smontaggio dell'impianto viene considerato a costo zero, in quanto trattasi di materiali completamente recuperabili e conferibili presso centri di recupero autorizzati senza oneri aggiunti. La componente relativa ai trasporti e al nolo delle apparecchiature viene considerata infine come parte percentuale dei costi e pari al 10%.

Riepilogando quanto riportato nella "Relazione sulla gestione post-operativa", per le lavorazioni di dismissione sarà necessaria l'opera di due persone qualificate per lo smontaggio dei vari telai, l'utilizzo di un generatore e un compressore da cantiere oltre che la disponibilità di un furgoncino (tipo Daily) per il trasporto di questi ultimi e di un camion attrezzato per carico e trasporto dei materiali risultanti dalla dismissione in siti autorizzati alla loro demolizione/riuso.

Complessivamente si possono riassumere i seguenti dati identificativi dell'intervento di dismissione:

- Vita utile di impianto: 30 anni (possibile anche 35-40);
- Modalità di dismissione dell'impianto:
  - 1) disinstallazione di ognuna delle unità produttive;

- 2) disaccoppiamento delle diverse componenti di impianto (moduli, strutture di sostegno, cabine, etc);
  - 4) emolizione degli edifici civili che saranno eventualmente realizzati in opera (e.g. cabine di consegna);
  - 5) selezione dei componenti riutilizzabili, quelli riciclabili e quelli da rottamare che saranno trattati secondo le normative vigenti;
  - 6) riciclo o smaltimento dei sistemi di comando in conformità alle normative sui rottami di apparecchi elettrici.
- Attività di ripristino dei luoghi nel rispetto della vocazione propria del territorio:
- 1) integrale ripristino del sito nelle sue condizioni ante operam;
  - 2) risistemazione del terreno in prossimità delle porzioni di suolo interessate degli elementi di fondazione;
  - 3) ripristino ante operam dei i vialetti perimetrali dell'impianto e delle piazzole in prossimità delle cabine secondo due possibili opzioni: spontaneo ricoprimento naturale oppure rilavorazione con trattamenti aggiuntivi finalizzati ad un più rapido riadattamento all'habitat naturale ed al paesaggio;
  - 4) piantumazione eventuale di essenze arboree autoctone lungo il perimetro dello stesso sito, con relativa valorizzazione ambientale del terreno;
  - 5) adozione di tecniche di ingegneria naturalistica, sempre preferendo l'utilizzo di specie vegetali autoctone.

## 8 MITIGAZIONE E MONITORAGGIO

### 8.1 MISURE MITIGAZIONE

Il progetto allo studio si inserisce all'interno di un'attività già in essere, in un ambito già caratterizzato dalla presenza di attività antropiche in quanto vocato urbanisticamente all'uso agricolo.

La suddetta barriera vegetale sarà mantenuta almeno una volta l'anno, facendo in modo di mantenere le dimensioni indicate, ed evitare la mancanza di decoro che può causare se abbandonata allo stato selvatico. Inoltre, verrà falciata regolarmente l'erba del terreno interno ed esterno alla recinzione dell'impianto per evitare la nascita di cespugli e arbusti selvatici, sia per evitare che questi possano interferire con l'efficienza dell'impianto a causa dell'ombreggiamento che possono creare, sia per evitare potenziali rischi di incendio se lasciati liberi di creare uno strato di foglie e rami secchi sul terreno.

Al fine di consentire il passaggio di piccoli animali e selvaggina presente sul territorio, la recinzione perimetrale, costituita da una rete plastificata a maglia romboidale, sarà installata con il bordo inferiore rialzato di circa 10cm rispetto alla quota del terreno.

Si specifica inoltre che il progetto prevede di realizzare opere di inserimento a verde, come indicato negli elaborati di progetto T12 ed R14 "Opere di mitigazione e compensazione paesaggistico-ambientale", a cui si rimanda per approfondimenti. Tali opere permetteranno, come evidenziato nei foto inserimenti allegati alla Relazione di approfondimento paesaggistico, di schermare efficacemente la percezione dell'impianto dall'esterno e, al contempo, di svolgere una positiva funzione naturalistica e di implementazione della rete ecologica locale.

## 8.2 INDICAZIONI PER IL PIANO DI MONITORAGGIO

L'ultima fase del procedimento valutativo è volta alla predisposizione di un sistema di monitoraggio nel tempo degli effetti dell'intervento di progetto. In modo particolare è opportuno introdurre alcuni parametri di sorveglianza volti a verificare la bontà delle scelte effettuate e l'evoluzione temporale del sistema territoriale interessato, che saranno utili anche al Proponente per la corretta gestione dell'impianto. A ciò si aggiunga la necessità di individuare strumenti di valutazione adatti ad evidenziare l'eventuale insorgenza di elementi di contrasto e di impatto ambientale non previsti. A tale scopo sono stati individuati in via preliminare alcuni indicatori in grado di descrivere sinteticamente lo stato attuale del territorio e la sua evoluzione futura. Il Piano di monitoraggio potrà essere modificato e/o integrato nel tempo, anche in relazione all'insorgenza di elementi di criticità non previsti.

## 8.3 MONITORAGGIO DELLA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA

Annualmente il Soggetto gestore dell'impianto dovrà rendicontare l'energia effettivamente prodotta dall'impianto e la sua efficienza, al fine di verificare i benefici ambientali apportati dall'impianto medesimo e la necessità di eventuali interventi di manutenzione. Contestualmente a tale verifica il Soggetto gestore dell'area potrà anche quantificare su base teorica le emissioni in atmosfera evitate grazie alla presenza dell'impianto.

## 8.4 MANUTENZIONE E MONITORAGGIO DELLO STATO DI CONSERVAZIONE DELLE OPERE A VERDE

Allo scopo di garantire nel tempo l'effettiva funzionalità delle opere a verde realizzate, la manutenzione degli impianti vegetazionali avrà inizio immediatamente dopo la messa a dimora (o la semina) delle piante e del prato e dovrà prolungarsi per almeno 3 anni.

Ogni nuova piantagione sarà infatti mantenuta con particolare attenzione fino a quando non sarà evidente che le piante, superato lo stress da trapianto (o il periodo di germinazione per le semine), siano ben attecchite e siano in buone condizioni vegetative.

A tale scopo, le attività di manutenzione dei nuovi impianti messi a dimora dovranno comprendere le seguenti operazioni:

- irrigazione, mediante periodico controllo delle esigenze idriche delle piante e la verifica e regolazione dell'impianto di irrigazione automatico; in corrispondenza della fascia boscata a nord dell'impianto, in cui non è prevista la posa di impianto di irrigazione automatico, saranno previsti regolari apporti idrici da effettuarsi con autobotte nei periodi estivi e/o maggiormente siccitosi;
- ripristino conche e rinalzo, al fine di ricostituire se necessario la conchetta per le irrigazioni alla base delle piantine;
- operazioni di difesa dalla vegetazione infestante, da realizzarsi 2-3 volte l'anno nei primi anni successivi all'impianto; tale intervento, che potrà avvenire sia manualmente che con opportuni mezzi meccanici, prevede l'eliminazione della vegetazione infestante lungo e tra le file dei nuovi impianti;
- potature di allevamento e contenimento, al fine di evitare il potenziale ombreggiamento nei confronti del limitrofo impianto fotovoltaico;
- controllo degli ancoraggi e ripristino della verticalità delle piante, da effettuarsi periodicamente negli anni

successivi all'impianto;

- rimozione e sostituzione fallanze, con altro materiale avente le stesse caratteristiche, da realizzarsi nei primi 3 anni al termine della stagione vegetativa;
- rimozione protezioni e strutture di ancoraggio, da realizzarsi una volta verificato il corretto affrancamento di ogni singolo esemplare messo a dimora.

## 8.5 MONITORAGGIO DELLA PRODUZIONE DI RIFIUTI

In tutte le fasi di vita dell'impianto fotovoltaico (fase di cantiere, fase di esercizio e fase di dismissione) annualmente il soggetto gestore dell'area registrerà la tipologia e la quantità di rifiuti prodotti per ciascuna tipologia e il loro destino finale (riutilizzo, recupero o smaltimento), nel rispetto di quanto previsto dalla vigente normativa in materia di gestione dei rifiuti.

## 8.6 MONITORAGGIO DELLE ATTIVITÀ DI MANUTENZIONE EFFETTUATE

In fase di esercizio il soggetto gestore dell'area manterrà un registro in cui annotare tutte le attività effettuate sull'impianto fotovoltaico e gli interventi di manutenzione ordinaria o straordinaria eseguiti, sia per quanto riguarda le opere a verde (cfr. § 6.2) che per le altre componenti.

## 9 CONCLUSIONE

L'impianto per la produzione di energia elettrica mediante conversione fotovoltaica dell'energia solare, è caratterizzato da una potenza di picco pari a 31.114 kWp, e sarà collegato alla rete elettrica attraverso un unico punto di consegna, nel rispetto di quanto disposto delibere della Autorità per l'Energia Elettrica e il Gas (A.E.E.G.) n° 98/08, n° 179/08, n° 84/2012 e s.m.i. che si intendono qui integralmente trascritte.

Per l'installazione dei pannelli fotovoltaici, si prevede di utilizzare il lago della cava.

L'impianto è composto da 62856 moduli e prevede una superficie fotovoltaica pari a circa 141237,432 m<sup>2</sup>. Complessivamente, tenendo conto anche dell'area di rispetto tra le stringhe, che sarà mantenuta in condizioni di completa permeabilità, l'area direttamente interessata dal sedime del parco fotovoltaico sarà pari a circa venti ettari.

Le aree circostanti all'area di sedime del campo fotovoltaico non sono interessate da rilievi o da edifici di altezza tali da dare luogo a significative ombre portate sullo stesso campo. Analogamente, le cabine a servizio dei campi non portano ombra sulle stringhe più prossime. L'esercizio dell'impianto fotovoltaico nella configurazione di progetto consentirà di contribuire agli obiettivi stabiliti dalla politica energetica europea e nazionale, mantenendo una produzione agricola di tipo sostenibile destinata all'alimentazione umana.

Si conseguiranno importanti benefici in termini di emissioni in atmosfera risparmiate rispetto alla produzione di un'uguale quantità di energia mediante impianti tradizionali alimentati a combustibili fossili.

Al fine di determinare in modo oggettivo i potenziali impatti generati dalla realizzazione degli interventi progettuali proposti, sono stati approfonditi i seguenti aspetti:

- analisi degli strumenti di pianificazione vigenti e dei vincoli insistenti nell'area di intervento;
- analisi delle componenti ambientali espressi come:

- effetti sulla componente atmosfera;
- effetti sulla componente idrosfera;
- effetti su suolo e sottosuolo;
- emissioni acustiche;
- effetti sulla viabilità;
- effetti su vegetazione, flora e fauna;
- effetti sul paesaggio;
- effetti sulla salute umana.

Alla luce dell'analisi del quadro programmatico, progettuale, ambientale, delle valutazioni degli impatti e delle alternative progettuali eseguite, si ritiene che il progetto potrà contribuire al raggiungimento degli obiettivi riguardanti la politica energetica a livello nazionale ed europea e potrà determinare vantaggi termini di:

- riduzione dei consumi di risorse non rinnovabili;
- riduzione degli impatti ambientali derivanti dall'estrazione delle stesse risorse;
- risparmio di emissioni in atmosfera derivanti da altre forme di produzione mediante combustibili fossili;
- approvvigionamento di foraggi di origine biologica per l'allevamento di bovini;
- creazione di posti di lavoro e di impiego di manodopera qualificata.