

REALIZZAZIONE IMPIANTO FOTOVOLTAICO

A TERRA DA 25 MW IN IMMISSIONE, CON SISTEMA DI ACCUMULO - TIPO AD INSEGUIMENTO MONOASSIALE “MACCHIAREDDU 3”

AREA INDUSTRIALE DI MACCHIAREDDU COMUNE DI UTA E ASSEMINI (CA)

Quadro di riferimento delle alternative progettuali

Committente: ENERGMAC3 SRL

Località: Z.I Macchiareddu – ASSEMINI / UTA (CA)

CAGLIARI, 07/2022

STUDIO ALCHEMIST

Ing.Stefano Floris – Arch.Cinzia Nieddu

Via Isola San Pietro 3 - 09126 Cagliari (CA)

Via Simplicio Spano 10 - 07026 Olbia (OT)

stefano.floris@studioalchemist.it

cinzia.nieddu@studioalchemist.it

www.studioalchemist.it



Sommario

1. PREMESSA	3
2. ANALISI DELLE ALTERNATIVE PROGETTUALI	10
2.1 STRUTTURE FOTOVOLTAICHE DI TIPO FISSO O TRACKER A INSEGUIMENTO MONOASSIALE.....	11
2.2 TECNOLOGIA DEL PANNELLO FOTOVOLTAICO.....	12
3. ALTERNATIVA “ZERO”	13

1. PREMESSA

Il *Quadro di riferimento delle alternative progettuali* si pone lo scopo di presentare e valutare le motivazioni che hanno portato alla scelta di localizzazione dell'area, del layout e della tecnologia dell'impianto fotovoltaico con sistema di accumulo "Macchiareddu 3". Le alternative, tra cui la "zero", cioè quella di non realizzazione del progetto, in questo processo rappresentano un'opzione da valutare e di cui tener conto.



Fig. 1: Fotoinserimento impianto

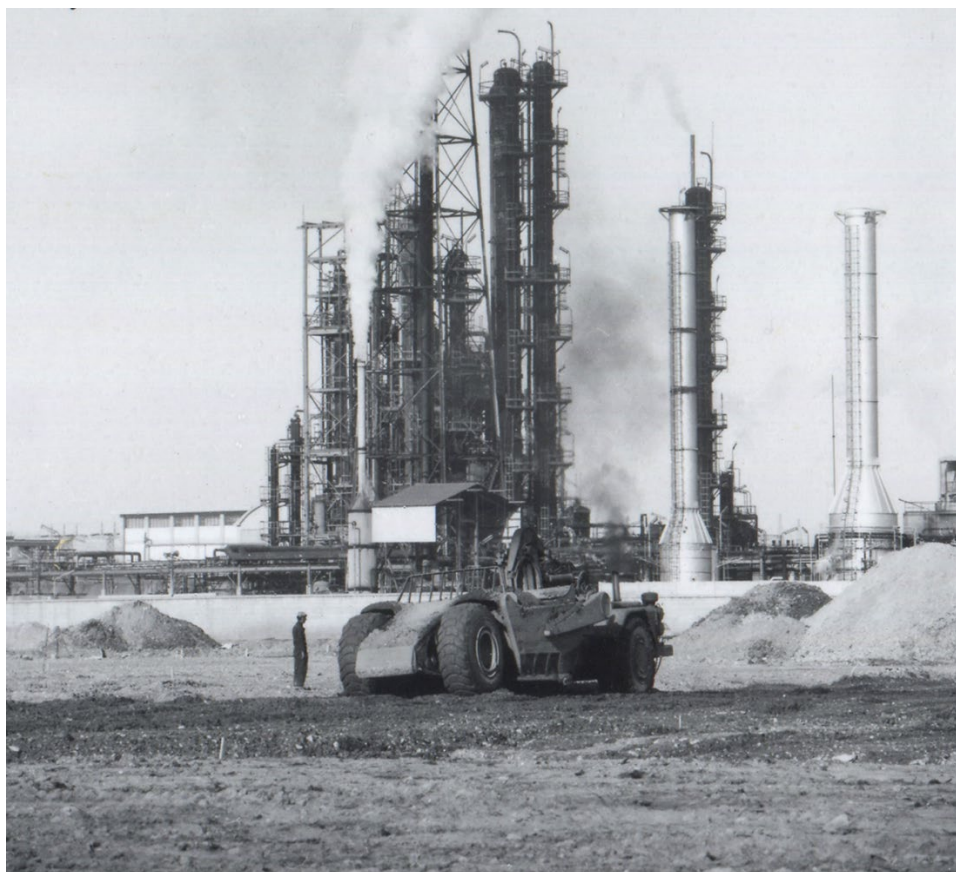


Fig. 2: Foto storica delle attività industriali del CASIC

Sulla base del quadro programmatico e della pianificazione vigente, la scelta localizzativa dell'intervento è risultata valida e non migliorabile alla luce di eventuali vincoli che potrebbero contrastare la realizzazione dell'opera. Si prende atto dell'idoneità del sito e delle valutazioni riguardanti le caratteristiche del lotto di intervento che lo rendono adeguato all'utilizzo della tecnologia fotovoltaica.

Gli obiettivi definiti dal *Piano Energetico Ambientale Regionale 2015-2030 (P.E.A.R.S.)* prevedono che la Regione persegua entro il 2030 l'installazione di impianti di generazione da fonte rinnovabile per una producibilità di energia elettrica maggiore rispetto a quella esistente di circa 2-3 TWh, quindi la realizzazione di nuovi impianti sarà in linea con le direttive definite da questo piano.

Attraverso il D.G.R. 59/90 del 27 novembre 2020 si possono individuare le aree non idonee all'installazione di impianti energetici alimentati da fonti energetiche rinnovabili.

A tal proposito, l'area prescelta per il progetto è limitrofa ma non risulta inserita all'interno delle perimetrazioni SIC (sito di interesse comunitario), ZSC (zona speciale di conservazione), ZPS (zona di protezione speciale), IBA (important bird area), nonché tra le oasi permanenti di protezione faunistica proposte come quelle tutelate dalla convenzione di Ramsar. Questi non hanno valenza di vincolo, ma non sono aree protette nel senso tradizionale e non rientrano nella legge quadro sulle aree protette n. 394/91. Sono però previste e regolamentate dalla direttiva comunitaria al fine di salvaguardare la biodiversità degli ecosistemi.

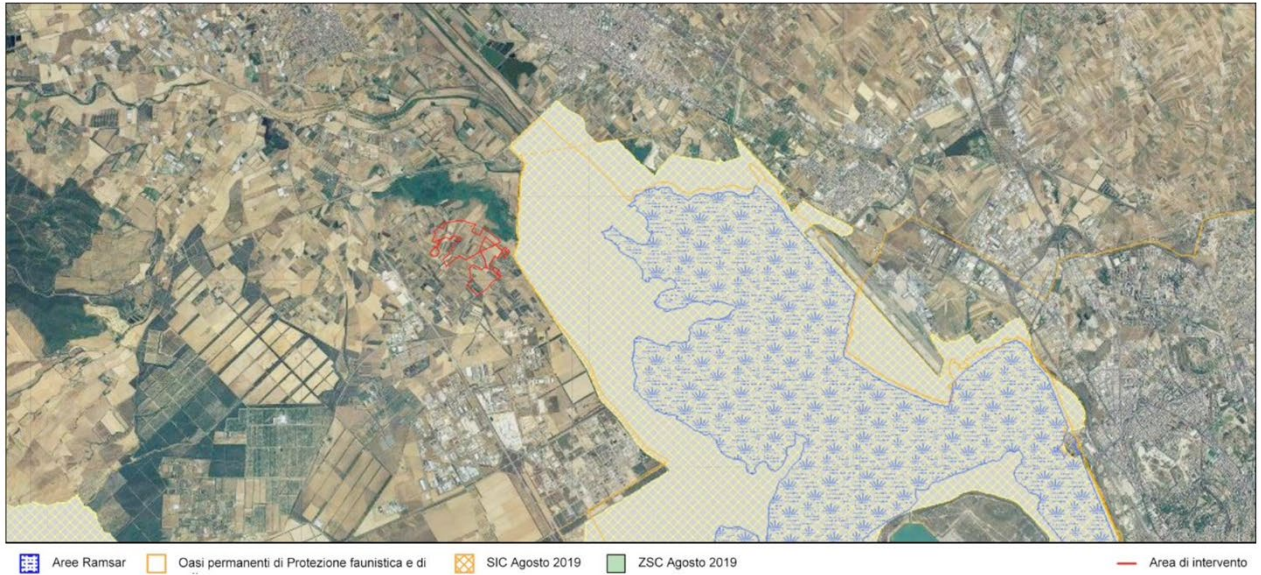
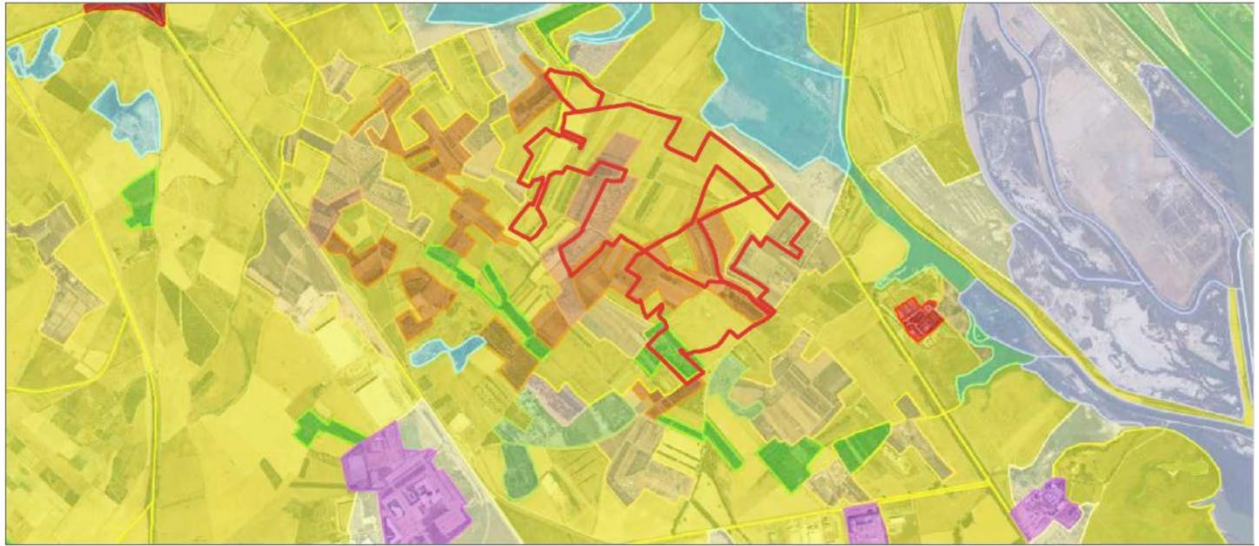


Fig. 3: Rete Natura 2000



Fig. 4: Aree percorse da incendi e sovrapposizione perimetrazione "Macchiareddu3"



CARTA USO DEL SUOLO

- Insediamenti industriali e artigianali
- Prati e vegetazione mediterranea
- Colture semplici
- Fabbricati radi e rurali
- Vigneti e oliveti

Fig. 5: Carta uso del suolo

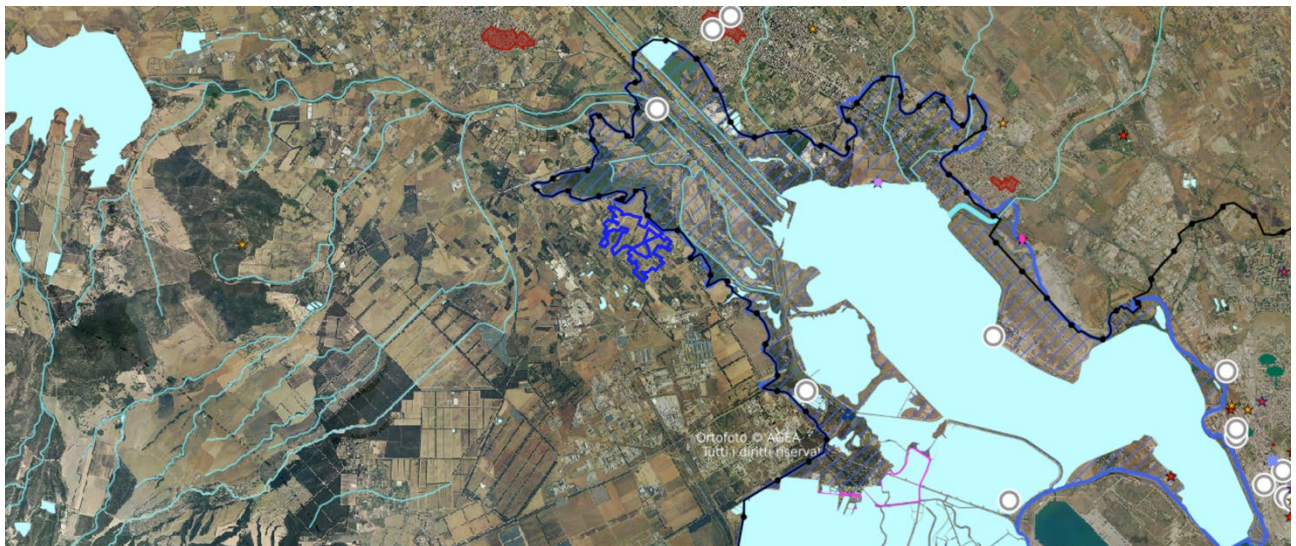


Fig. 6: Beni Paesaeaggistici



Fig. 7: Fiumi e laghi con fasce di rispetto tutelate

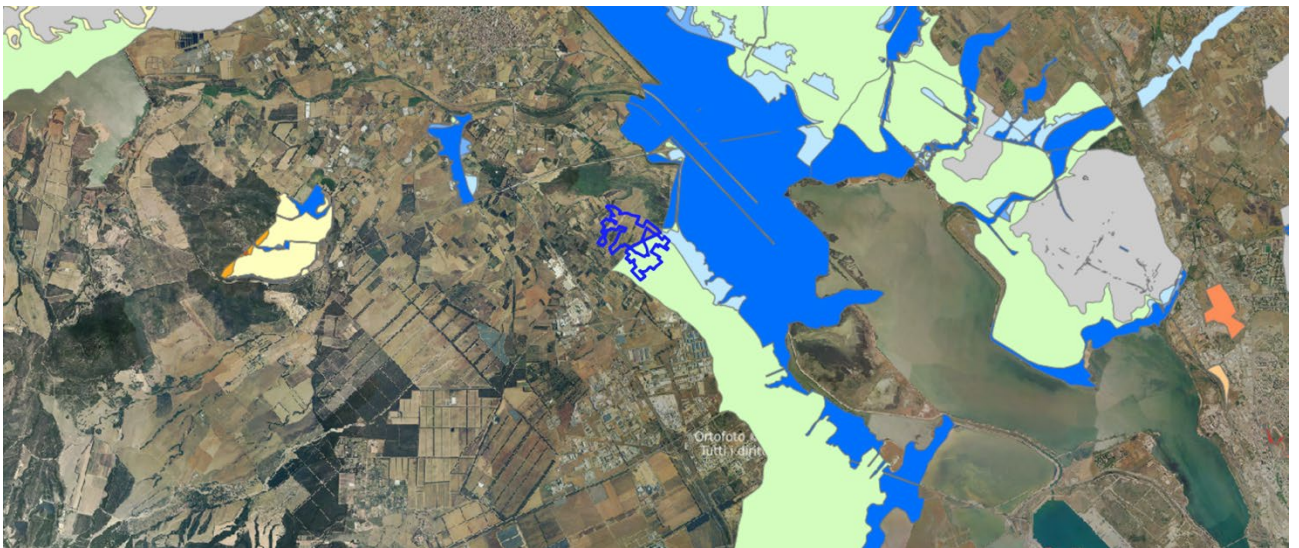


Fig. 8: Estratto PAI



Fig. 9: Estratto PAI - PGRA

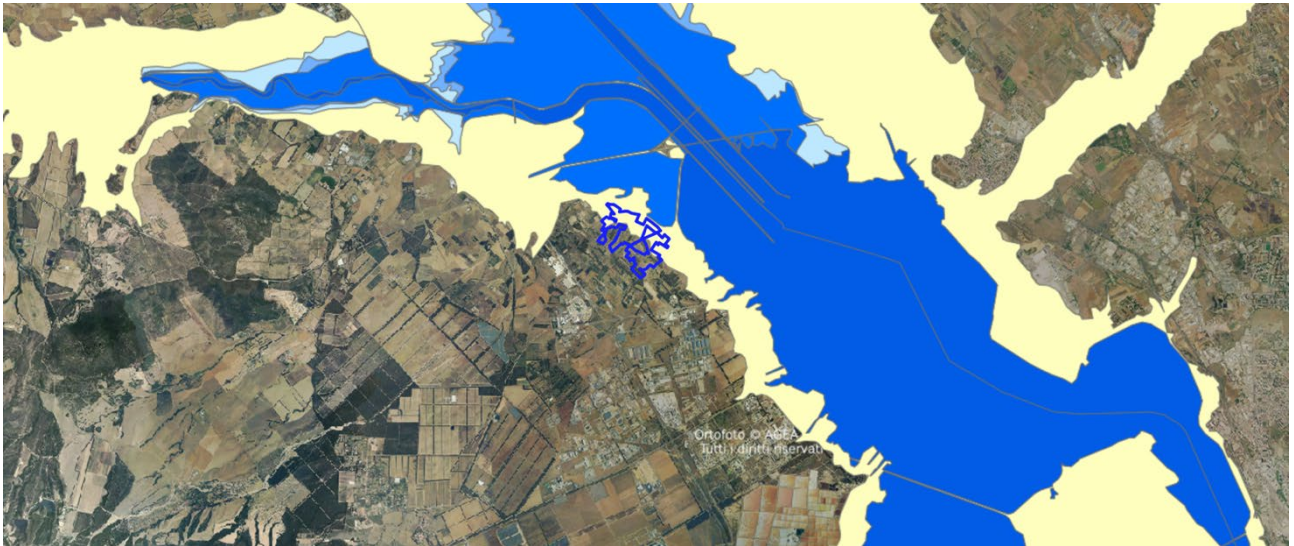


Fig. 10: Estratto PAI - PSFF

Ciò nonostante l'area risulta idonea in quanto attua delle prescrizioni nei confronti dei vincoli presenti.

Col D.G.R. 59/90 del 2020 si è deciso di porre maggiori limiti per impianti eolici e impianti fotovoltaici a terra con struttura fissa, ma nel nostro caso trattandosi di tracker a pali infissi limita lievemente gli spazi dedicati alle attività agro-pastorali.

Sono state comunque definite delle aree di buffer dai nuraghi e dai fiumi nell'area lorda descritta nell'immagine seguente.

I siti particolarmente sensibili all'installazione degli impianti FTV sono:

- aree agricole interessate da produzioni agricole alimentari di qualità (produzioni biologiche, produzioni D.O.P., I.G.P., S.T.G., D.O.C., D.O.C.G., produzioni tradizionali);
- aree naturali soggette a tutela diversi livelli (europeo, nazionale, regionale, locale);
- i siti dell'UNESCO, le aree ed i beni di vincolati dal D.Lgs 42/2004 (codice dei beni culturali e del paesaggio);
- aree che svolgono funzioni determinanti per la conservazione della biodiversità;
- zone individuate ai sensi dell'Art. 142 del D.Lgs 42/2004 (aree tutelate per legge) valutando la sussistenza di particolari caratteristiche che le rendano incompatibili con la realizzazione degli impianti.

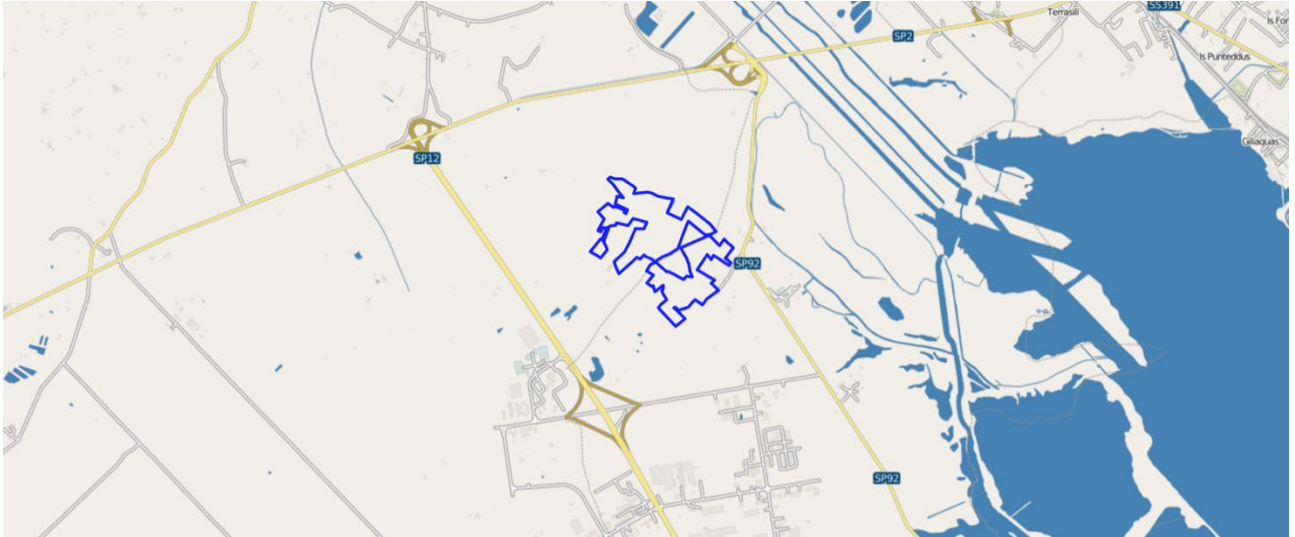


Fig. 11: Viabilità stradale

La scelta dell'area di intervento è stata supportata per i seguenti fattori:

- morfologia tendenzialmente piana del terreno nelle aree in cui è inserito l'impianto, che riduce notevolmente la movimentazione di terra e che favorisce una installazione dei pannelli in grado di assecondare e confermare quasi ovunque l'attuale andamento piano altimetrico;
- ottima esposizione per un rendimento efficiente dell'impianto;
- geomorfologia dei suoli che permette l'infissione di strutture in acciaio zincato evitando l'utilizzo di plinti di fondazione in calcestruzzo;
- l'accessibilità al sito è favorita dalla posizione rispetto alla strada che attraversa per metà l'area di impianto e ne migliora l'accessibilità.



Fig. 12: Stato dell'area



Fig. 13: Stato dell'area

In conclusione si evidenzia che, l'individuazione delle aree di progetto è stata definita anche tramite sopralluoghi diretti in campo che hanno permesso di evitare l'interessamento di aree non idonee da parte degli elementi impiantistici (moduli fotovoltaici, cabine elettriche, connessioni elettriche) e da parte delle opere di viabilità interna previsti dal progetto. L'analisi localizzativa condotta sui punti precedentemente evidenziati e sugli aspetti di carattere tecnico (esposizione del sito, ombreggiamento, presenza di infrastrutture ecc.) ha portato a ritenere il sito prescelto, idoneo ad ospitare l'impianto.

2. ANALISI DELLE ALTERNATIVE PROGETTUALI

Un criterio guida nella progettazione dell'impianto fotovoltaico oggetto del SIA è rappresentato dalla sostenibilità economica dell'intervento, perseguibile mediante la massimizzazione della produzione di energia da fonte rinnovabile, dall'abbattimento dei costi che compongono il piano economico e finanziario fatta salva la ricerca della tecnologia migliore e valutato contestualmente il minore impatto sull'ambiente, che rappresenta una condizione imprescindibile per la fattibilità dell'intervento.

Rispetto all'aspetto economico allo stato attuale la tecnologia fotovoltaica è quella più competitiva, in grado cioè di massimizzare la produzione di energia in rapporto ai costi di investimento con conseguente decremento dei costi di produzione di energia elettrica.

- Non si considera pertanto un raffronto con impianto eolico di uguale potenza, poiché non risulta una ragionevole alternativa tenuto conto dei costi di realizzazione.
- Non si considera ragionevole un raffronto con impianto su uno o più fabbricati da edificare ex novo, poiché modifica la natura dell'intervento.

Dal punto di vista delle soluzioni alternative, si può ipotizzare di modificare delle soluzioni tecniche per la realizzazione dell'impianto fotovoltaico.

L'impianto fotovoltaico in progetto massimizza la potenza d'impianto in relazione alla superficie disponibile. Per questo progetto la scelta tecnologica dei moduli è ricaduta sul tipo in silicio monocristallino e sul sistema di inseguimento solare monoassiale di azimut autoalimentato che grazie ad un algoritmo proprietario è in

grado di seguire con precisione la posizione del sole nell'arco della giornata, andando ad aumentare le ore di irraggiamento diretto in impianti di produzione dell'energia da fonte fotovoltaica. Questa tecnologia permette di avere sostanziali incrementi di produttività tali da giustificare i costi di investimento iniziale superiori.

2.1 STRUTTURE FOTOVOLTAICHE DI TIPO FISSO O TRACKER A INSEGUIMENTO MONOASSIALE

Le strutture sulle quali viene fissato il generatore fotovoltaico variano di geometria e tipologia, a seconda che l'impianto solare sia fisso o ad inseguimento.

Un'alternativa progettuale è offerta dalle diverse possibilità di fissaggio dei moduli al terreno.

L'ancoraggio al suolo è anche effettuato con pali infissi nel terreno o viti; tale soluzione è diventata negli anni lo standard di riferimento per centrali fotovoltaiche multi-megawatt realizzate su terreni agricoli, nel rispetto delle prescrizioni inserite nei pareri ambientali rilasciati dagli enti preposti a legiferare e vigilare in materia di autorizzazioni ambientali all'interno del quadro legislativo e regolatorio nazionale.

In alcuni casi, all'interno dell'autorizzazione unica, viene a volte fatto esplicito riferimento al divieto assoluto di utilizzo di calcestruzzo per l'ancoraggio a terra delle strutture su cui vengono posizionati i moduli fotovoltaici. A tal proposito la soluzione prevista rappresenta quella con il minor impatto sulla componente suolo in quanto non comporta l'utilizzo di pesi morti in calcestruzzo, né di fondazioni, ma si configura come una semplice infissione di pali nel terreno. In questo modo le opere di scavo e sbancamento saranno limitate. La soluzione prevista presenta dei riflessi nella fase di dismissione dell'impianto per via della facilità di recupero delle strutture utilizzate.

A parità di produzione di energia elettrica, si può affermare che un impianto con strutture di tipo fisso, posizionate sempre mediante battipalo, interagisce con i fattori ambientali - popolazione e salute umana, biodiversità, geologia ed acque sotterranee, atmosfera, sistema paesaggistico - al pari del sistema su tracker di cui al progetto; varia, generando un impatto negativo maggiore, l'interazione con la componente suolo per i seguenti motivi:

- occorre installare un maggior numero di pannelli e quindi un maggior numero di strutture di supporto e realizzare un numero maggiore di infissioni su suolo.
- le strutture fisse realizzano ombreggiamento sempre ed esclusivamente su stesse porzioni di suolo; questo non avviene con strutture mobili che seguono l'andamento del sole; l'aspetto dell'ombreggiamento è significativo per le modifiche che possono generarsi sul suolo e per i successivi utilizzi post dismissione.
- le strutture fisse favoriscono una scarsa ventilazione al suolo; l'aspetto della ventilazione è significativo per le modifiche che possono generarsi sul suolo.
- Alterazione delle proprietà del suolo e maggiore probabilità l'interazione con la componente idrica superficiale per i seguenti motivi:
- la distanza dal suolo dei pannelli è inferiore rispetto al posizionamento su tracker nel momento di massima inclinazione.

Per queste motivazioni la scelta progettuale non è ricaduta sull'uso di strutture fotovoltaiche di tipo fisso.

2.2 TECNOLOGIA DEL PANNELLO FOTOVOLTAICO

Nel presente progetto si utilizzeranno dei moduli fotovoltaici tra i più recenti disponibili in commercio, le cui caratteristiche di massima sono riportate nelle schede tecniche allegate. I moduli sono costituiti da 132 celle monocristalline delle dimensioni di 2384x1303x35mm, protetti frontalmente da una lastra di vetro rinforzato rivestito termicamente di 2.00 mm; applicato sempre una lastra in vetro rinforzato di 2.00 mm (with grid glass).

Il telaio è in lega di alluminio anodizzato 35 mm di colore chiaro. Per le terminazioni elettriche è presente una scatola di collegamento a tenuta stagna, dotata di connettori (collegabili a) MC4, cavo: 2 x 1 m / 4 mm². Il modulo presenta inoltre diodi di bypass.

I moduli previsti avranno certificazione secondo la UNI 9177 di classe 1 di reazione al fuoco.

Quando si decide di installare un impianto fotovoltaico ci si trova a dover effettuare la scelta tra diverse tecnologie, i 3 principali tipi di pannelli oggi in commercio sono quelli in **silicio monocristallino**, in **silicio policristallino** e quelli in silicio amorfo, detti anche "**a film sottile**".

I moduli mono e policristallini sono pannelli in silicio cristallino, e sono "*alternativi*" a quelli in silicio amorfo o a film sottile. Questi, rispetto ai precedenti, hanno una sostanziale differenza strutturale: non contengono cristalli in silicio perfettamente strutturati. I pannelli in silicio cristallino sono attualmente i più utilizzati negli impianti installati, la compravendita è oggi dominata da tale tecnologia, che rappresenta circa il 90% del mercato.

Le principali differenze tra i pannelli fotovoltaici di questo tipo è l'efficienza che non è, però, un indicatore di qualità dei pannelli fotovoltaici, ma solo un rapporto tra produzione e superficie occupata. Un'efficienza minore non significa minore qualità dei pannelli, ma una maggiore superficie necessaria per kWh prodotto.

Ciò che differenzia un modulo a film sottile da uno in silicio monocristallino è la superficie necessaria per produrre ogni kWh di elettricità a parità di irraggiamento, temperatura ad altre condizioni esterne di funzionamento impianto.

Cambia, quindi, l'efficienza della produzione: notoriamente i pannelli fotovoltaici a film sottile hanno efficienze minori ma hanno il vantaggio di lavorare meglio in condizioni di alte temperature o luce diffusa.

La scelta progettuale è ricaduta sui Moduli bifacciali:

moduli fotovoltaici bifacciali sono costituiti da celle attive su entrambi i lati, che catturano l'energia del sole sia frontalmente che posteriormente, convertendola poi in energia elettrica. Il valore aggiunto dei moduli fotovoltaici bifacciali riguarda, innanzitutto, le migliori performance lungo l'intera vita utile del sistema, dovute a una maggior produzione e resistenza del pannello.

I tre principali vantaggi sono:

1. **Migliori prestazioni:** I moduli, catturando la luce riflessa sulla parte posteriore, garantiscono un incremento di produzione che può oscillare tra il 10 e il 25% in più rispetto a un modulo monofacciale a seconda dell'albedo. Poiché anche il lato posteriore del modulo è in grado di catturare la luce solare, è possibile ottenere un notevole incremento nella produzione di energia lungo tutta la vita del sistema.
2. **Maggior durabilità:** Spesso il lato posteriore di un modulo bifacciale è dotato di uno strato di vetro

aggiuntivo, per consentire alla luce di essere raccolta anche dal retro della cella FV. Questo conferisce al modulo caratteristiche di maggior rigidità, fattore che riduce al minimo lo stress meccanico a carico delle celle, dovuto al trasporto e all'installazione o a fattori ambientali esterni.

3. **Riduzione dei costi:** Grazie all'aumento delle capacità produttive, il prezzo del vetro è tornato a livelli stabili dopo mesi di forti rincari. Tenendo conto che il vetro pesa per circa il 15% sui costi di produzione poiché presente in quantità maggiore rispetto ai moduli monofacciali, la stabilità dei prezzi raggiunta da questo materiale lascia ben sperare che i listini dei moduli bifacciali restino stabili. La bifaccialità, incrementando notevolmente l'efficienza del modulo e facendo quindi aumentare la densità di potenza dell'impianto, rende possibile la riduzione dell'area di installazione dell'impianto stesso e, quindi, anche i costi relativi al montaggio e cablaggio del sistema (strutture, cavi, manodopera, etc.).

Sulla base di tali considerazioni sebbene il costo del prodotto sia superiore al modulo tradizionale per il progetto proposto la scelta è ricaduta su questa tipologia di componente anche in considerazione della maggiore produzione dell'impianto a parità di superficie utilizzata rispetto ai moduli tradizionali

3. ALTERNATIVA “ZERO”

La produzione di energia elettrica proveniente da fonti rinnovabili come i pannelli fotovoltaici ha un impatto estremamente positivo sull'ambiente. Si parla di dimensioni e proporzioni completamente differenti rispetto agli altri metodi di produzione energetica.

L'analisi dell'evoluzione dei sistemi ambientali e antropici in assenza della realizzazione del progetto (ossia l'opzione zero) è analizzata con riferimento alle componenti ambientali considerate nello Studio di Impatto Ambientale. Le considerazioni circa la possibilità di non realizzazione dell'opera permettono di immaginare il perpetuarsi delle condizioni di utilizzo pastorale e agricolo delle aree prescelte, con conseguente scarsa produttività delle aree interessate dal progetto. L'analisi è volta alla caratterizzazione dell'evoluzione del sistema nel caso in cui l'opera non venisse realizzata al fine di valutare la miglior soluzione possibile dal punto di vista ambientale, sociale ed economico.

Lo scenario generato dall'alternativa “zero” impone inoltre ulteriori considerazioni circa la mancata creazione di nuove opportunità occupazionali sia a breve che a lungo termine legate alla realizzazione e gestione/manutenzione dell'impianto in esercizio. Questo avrebbe dei riflessi sulla situazione occupazione dell'area vasta, dove sono presenti alti tassi di disoccupazione giovanile, favoriti anche dalla mancanza di prospettive occupazionali stabili e durature.

L'attuale utilizzo (agricola e pastorale) è stato messo in discussione dagli stessi utilizzatori attuali, che ritengono più funzionale e conveniente per la propria attività, uno spostamento delle greggi e delle coltivazioni; su questa scelta incide il fatto che le incentivazioni per il settore primario sono spesso associati al possesso di terreni aventi destinazione d'uso di tipo agricolo; gli incentivi rappresentano un elemento necessario alla sostenibilità economica dell'attività stessa.

L'intervento costituisce l'occasione per i territori di Uta e Assssemi di implementare azioni volte al perseguimento di obiettivi nazionali, europei e mondiali favorendo la creazione di un nuovo mercato non più basato esclusivamente sul petrolchimico e sulla chimica ma maggiormente ispirata ai principi della green

economy. Tale scenario impedirebbe infatti la realizzazione di un impianto di produzione di energie alternative in grado di apportare un sicuro beneficio ambientale globale e locale in termini di riduzione di emissioni climalteranti e di consumo di risorse non rinnovabili.

La mancata realizzazione di qualsiasi progetto alternativo atto a incrementare la produzione energetica da fonti rinnovabili, porta infatti delle ricadute negative in termini di poca flessibilità del sistema. A livello globale tali ricadute negative vanno comunque ad annullare i benefici associati alla mancata realizzazione del progetto (benefici intesi in termini di mancato impatto sulle componenti ambientali).

L'impatto ambientale della tecnologia deve essere considerato in associazione alle seguenti fasi:

- nella **fase di produzione dei pannelli** l'impatto ambientale è assimilabile a quello di qualsiasi industria o stabilimento produttivo. A seconda della tipologia di pannello solare fotovoltaico si avranno quindi differenti impatti di carattere ambientale e sanitario.
- nella **fase di esercizio**, l'unico vero impatto ambientale è rappresentato dall'occupazione della superficie. Per l'impatto sul paesaggio, è stata posta attenzione alla possibile presenza di riflessi e/o beni architettonici e paesaggistici presenti nell'area, nonché al consumo di suolo nel caso di impianti a terra. L'esercizio della nuova infrastruttura è caratterizzato da una totale assenza di emissioni di inquinanti e gas serra (CO₂). Nello specifico, la realizzazione del progetto in esame prevede un'occupazione di suolo agricolo non coltivata. La realizzazione del progetto prevede l'installazione di strutture che potranno essere comunque dismesse a fine esercizio senza implicare particolari complicazioni di ripristino ambientale dell'area in esame. La mancata realizzazione del progetto comporterebbe, data la stagnazione della imprenditoria agricola locale, il mantenimento delle aree incolte o sottoutilizzate dal punto di vista agricolo.

L'attività inoltre non inciderà in alcun modo sui flussi di traffico e avrebbe un'incidenza nulla sulla produzione dei rifiuti liquidi, solidi e sul rumore.

- nella **fase di fine vita** l'impatto è determinato dallo smaltimento e dal recupero del prodotto. Per un pannello solare, normalmente i produttori certificano una durata di 25 anni, ben più lunga di qualsiasi bene mobile di consumo o di investimento. Al termine del ciclo di vita i pannelli si trasformano in un rifiuto speciale da trattare. Un pannello solare contiene sostanze tossiche come il rame, il piombo, il gallio, il selenio, l'indio, il cadmio e il tellurio. La separazione e il recupero dei metalli non è un processo semplice. Occorre quindi investire per migliorare le tecnologie di separazione e riciclaggio di questi elementi.

La realizzazione dell'impianto, pur non prevedendo grandi regimi occupazionali, permetterà inoltre l'occupazione di più unità lavorative a tempo indeterminato destinati alla manutenzione, alla pulizia dei pannelli, allo sfalcio delle erbacce e alla sorveglianza dell'impianto, inoltre non è trascurabile l'indotto generato in fase di costruzione e di dismissione.

Dopo un periodo medio di 25/30 anni un pannello fotovoltaico raggiunge una fase in cui può convenire la sua sostituzione, nonostante esso continui ad operare e a produrre energia pulita. Si parla così, anche se impropriamente della fine della sua vita e si deve parlare quindi del suo smaltimento.

La normativa italiana prevede una procedura precisa per evitare la dispersione nell'ambiente di materiali inquinanti e per ottimizzare il recupero dei materiali riciclabili. Chiunque volesse smaltire i pannelli deve affidarsi a un centro di raccolta RAEE, compilando un modulo apposito.

In questo modo è possibile separare alluminio, plastica, vetro, rame, argento e silicio, o tellururo di cadmio, a seconda del tipo di pannello. Queste sostanze verranno riciclate nel mercato del fotovoltaico per la produzione di nuovi pannelli: la percentuale di materiale recuperato può arrivare fino al 95%.

Per tutti i motivi esposti sino ad ora si ritiene la soluzione progettuale ragionevolmente preferibile al non intervento e che sono state considerate le scelte progettuali più adeguate alla realizzazione del progetto fotovoltaico.

Ing. Stefano Floris

