

# REALIZZAZIONE IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA DA 25 MW IN IMMISSIONE, CON SITEMA DI ACCUMULO - TIPO AD INSEGUIMENTO MONOASSIALE “MACCHIAREDDU 3”

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

### RELAZIONE OSTACOLI AL VOLO

**Committente:** ENERGYMAC3 SRL

**Località:** MACCHIAREDDU – COMUNI DI UTA E ASSEMINI

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

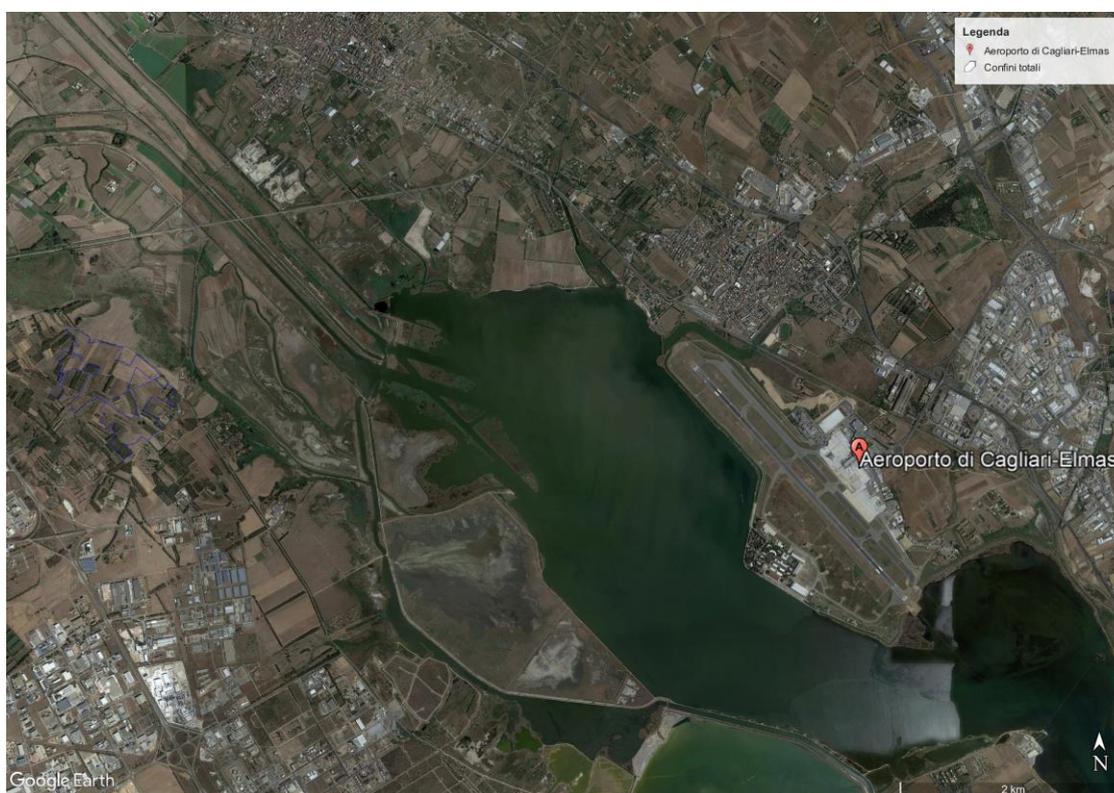


## Sommario

1. PREMESSA.....	3
1.1 USO E POTENZIALITÀ DELL'AEROPORTO.....	3
2. ANALISI GENERALE DEL FENOMENO .....	6
3. DESCRIZIONE PROGETTO.....	9
4. CONCLUSIONI .....	12

## 1. PREMESSA

La presente Relazione definisce l'assenza di ostacoli al volo, nella fase di costruzione o esercizio, tra l'aeroporto di Cagliari Elmas SOAGER e il progetto di sviluppo fotovoltaico e BESS, da realizzarsi nei Comuni di Uta e Assemini, nella Provincia di Cagliari, in località Macchiareddu. La finalità del progetto è la realizzazione di un sistema di accumulo di L'obiettivo del progetto è la realizzazione di un impianto fotovoltaico dotato di sistema di accumulo di potenza nominale pari a 24,76 MWp oltre sistema di accumulo, di capacità pari a 100MWh (25MW di potenza in immissione). Il sito interessato alla realizzazione dell'impianto ricade a circa 4,5 km dall'aeroporto di Elmas, a 12 km a Nord del Porto di Cagliari.



### 1.1 USO E POTENZIALITÀ DELL'AEROPORTO

L'aeroporto di Cagliari-Elmas (IATA: **CAG**, ICAO: **LIEE**) è un aeroporto italiano situato a circa 6 km a nord-ovest della città di Cagliari, lungo la strada statale 130 in direzione del comune di Elmas a cui appartiene. Si affaccia sullo stagno di Cagliari, classificata zona di protezione speciale (ZPS) ai sensi della direttiva n. 409 del 1979 ("Uccelli selvatici") dell'Unione europea e

zona umida di importanza internazionale ai sensi della convenzione di Ramsar; conurbato a livello urbano con l'area metropolitana del capoluogo sardo.

La struttura, intitolata alla memoria del tenente Mario Mameli, è dotata di una pista in asfalto lunga 2804 m e larga 45 m, l'altitudine è di 3 m sul livello del mare, l'orientamento è RWY 14-32, le principali frequenze radio sono la 120.605 o la 122.100 MHz per la torre e la 125.430 MHz per la ground. La via di rullaggio principale "A" (alpha) é parallela alla pista, lunga circa 2400 m ed è stata in passato usata come pista ausiliaria di orientamento 14L/32R durante i lavori di rifacimento della pista di volo.

L'aeroporto, gestito da SOGAER S.p.a, ha un'operatività di 24 ore al giorno con traffico di Aviazione Generale e Commerciale. Quest'ultima detiene il numero maggiore di passeggeri in transito e di movimenti dell'intera isola.

### **L'origine della nuova aerostazione**

Nel 1980 l'aerostazione è stata ben presto ritenuta insufficiente per la gestione del sempre maggiore flusso che l'aeroporto si è trovato a gestire. Per questa ragione la società di gestione ha deciso la costruzione di una nuova aerostazione in grado di sostenere un traffico sino a 7 milioni di passeggeri/anno. Il progetto è stato predisposto all'interno dell'ufficio tecnico della società negli anni dal 1997 al 1999 e la nuova aerostazione è stata inaugurata nel 2004 dal presidente della Repubblica Carlo Azeglio Ciampi.

Nel 2009 l'aeroporto ha registrato un incremento del 13,77% rispetto all'anno precedente, con 3.333.000 transiti contro i 2.929.000 del 2008. Al termine del 2008 ha registrato un aumento percentuale del 9,7%, rispetto al 2007 quando nell'intero arco dell'anno erano transitati 2.671.000 passeggeri. Il dato più importante riguarda i voli internazionali quando nel 2007 erano transitati 403 000 passeggeri nel 2008 si è passati a 487 000 con un aumento del 21%, invece per le tratte nazionali si è registrato un incremento dell'8,5% passando dai 2.242.000 passeggeri ai 2.434.000. Gli incrementi, costanti, hanno portato a chiudere il 2019, anno prima del blocco pandemico, con un traffico record di 4.747.806 passeggeri, confermando di essere un punto nodale per il turismo e lo sviluppo della Regione.

### **DESCRIZIONE DEL PROGETTO FTV E BESS**

Il progetto proposto denominato "MACCHIAREDDU 3", verrà realizzato su una superficie complessiva di circa 45 ha per una potenza nominale in immissione in rete pari a 24.760,50 kW di picco, costituito da 58260 moduli fotovoltaici monocristallini da 425 Wp di tipo

bifacciale, 10 Power Station da 1995 kVA posizionate in maniera baricentrica rispetto alle strutture fotovoltaiche che saranno del tipo tracker monoassiali, con interasse di 8metri ed un sistema di accumulo di seguito denominato BESS (Battery Energy Storage System) costituito da 5 sottocampi da 5MWh cadauno per una capacità totale pari a 100MWh(25MW di potenza nominale in prelievo/immissione), funzionale alla regolazione di energia da immettere/prelevare dalla rete.

**I sistemi di accumulo dell'energia elettrica (EES)** comprendono ogni tipo di sistema connesso alla rete elettrica che, indipendentemente dalla tecnologia di accumulo impiegata, può sia immagazzinare energia elettrica (dalla rete stessa o da qualsiasi altra fonte) sia fornire energia elettrica alla rete.

**I sistemi di accumulo BESS** sono sistemi di accumulo a batteria.

Le piattaforme **Battery Energy Storage System (BESS)** combinano batterie resistenti con l'efficienza di software basati su Big Data, intelligenza artificiale e Machine learning. Grazie ad un'avanzata tecnologia di automatizzazione del processo accumulo di energia le unità vengono dotate, oltre che delle batterie, sistemi di conversione d'energia basata sulla tecnologia degli inverter, sistema di raffreddamento e circuiti di sicurezza. Le batterie possono essere configurate in moduli per soddisfare in megawatt le esigenze di prestazione e di applicazione di tale tecnologia.

A potenza e controllo si aggiungono così **flessibilità, resilienza ed efficientamento**, ossia tutte quelle caratteristiche rivolte alle esigenze delle abitazioni, oltre a quelle della rete elettrica, delle industrie e delle centrali elettriche di energie rinnovabili.

#### *Caratteristiche principali*

Energia nominale lorda: 100 MWh

Numero di moduli: 5

Potenza del singolo modulo: 5 MW

Potenza nominale complessiva: 25 MW

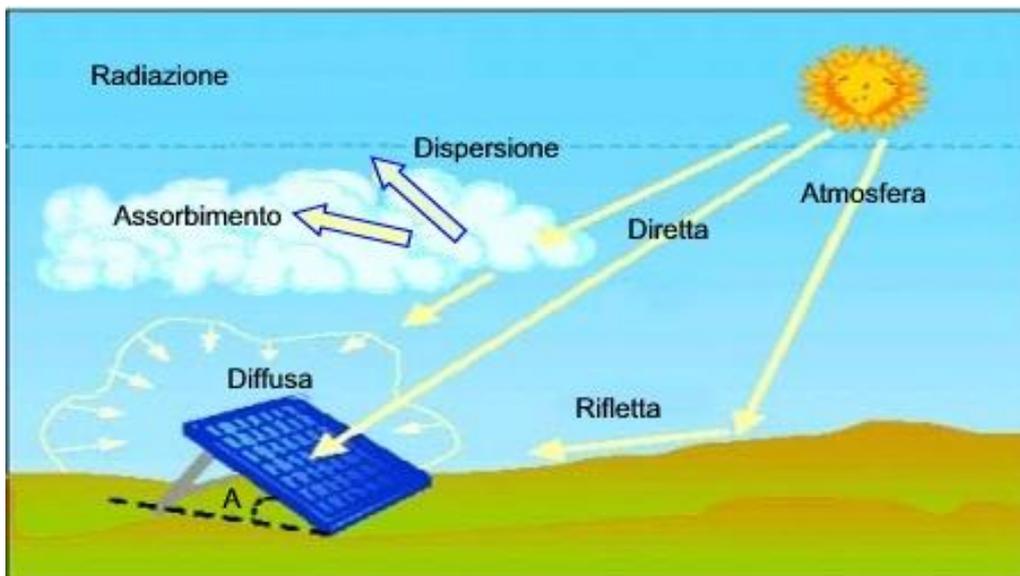
Tempo di carica completa a potenza nominale: 4 h

Tempo di scarica completa a potenza nominale: 4 h

Temperatura operativa di esercizio delle batterie: 30-35°C

## 2. ANALISI GENERALE DEL FENOMENO

Con abbagliamento visivo si intende la compromissione temporanea della capacità visiva dell'osservatore a seguito dell'improvvisa esposizione diretta ad una intensa sorgente luminosa. L'irraggiamento globale è la somma dell'irraggiamento diretto e di quello diffuso, ossia l'irraggiamento che non giunge al punto di osservazione seguendo un percorso geometricamente diretto a partire dal sole, ma che viene precedentemente riflesso o scomposto. Per argomentare il fenomeno dell'abbagliamento generato da moduli fotovoltaici nelle ore diurne occorre considerare diversi aspetti legati alla loro tecnologia, struttura e orientazione, nonché al movimento apparente del disco solare nella volta celeste e alle leggi fisiche che regolano la diffusione della luce nell'atmosfera.



Moto apparente del sole

Come è ben noto, in conseguenza della rotazione del globo terrestre attorno al proprio asse e del contemporaneo moto di rivoluzione attorno al sole, nell'arco della giornata il disco solare sorge ad est e tramonta ad ovest (ciò in realtà è letteralmente vero solo nei giorni degli equinozi). In questo movimento apparente il disco solare raggiunge il punto più alto nel cielo al mezzogiorno locale e descrive un semicerchio inclinato verso la linea dell'orizzonte tanto più in direzione sud quanto più ci si avvicina al solstizio d'inverno (21 Dicembre) e tanto più in direzione nord quanto più ci si avvicina al solstizio d'estate (21 Giugno).

In conseguenza di ciò la valutazione dei raggi riflessi e quindi della possibilità degli stessi di incontrare lo sguardo di un osservatore è fortemente dipendente dalla stagione, dall'ora e dall'inclinazione della superficie riflettente.

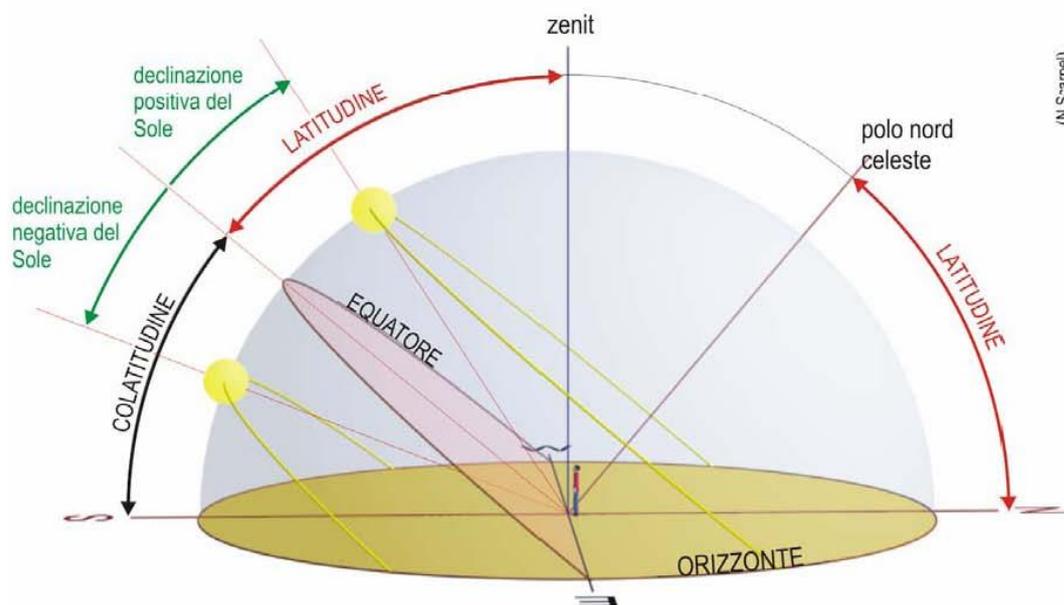


Fig.1 – Percorso solare

Sviluppare l'analisi del fenomeno riveste particolare difficoltà poiché la problematica del possibile abbagliamento" dovuto alla presenza di impianti fotovoltaici in adiacenza agli aeroporti, oltre che della loro percezione, è una problematica abbastanza recente e analisi di questo tipo non trovano numerosi precedenti.

Spesso il problema è superato ricorrendo al richiamo del rispetto delle normative tecniche che disciplinano il riflesso del pannello, o ai materiali utilizzati, o più semplicemente alla loro funzione che è quella di assorbire i raggi solari e non di rifletterli o altri espedienti ancora.

Queste considerazioni di ordine generale rivestono, naturalmente, grande rilevanza e dunque sono richiamate anche in questa relazione. Tuttavia può essere di aiuto anche valutare specificatamente le superfici di avvicinamento relative alle piste di atterraggio come codificate dalle competenti autorità oltre allo spazio usualmente impegnato per le manovre aeronautiche comunemente effettuate dagli aeromobili in prossimità dell'aeroporto, elaborando uno strumento di verifica che analizza gli scenari di riflessione tenendo conto

dell'altezza e dell'azimuth che il sole assume alle coordinate geografiche del sito durante i periodi dell'anno a determinate ore del giorno, dando così dimostrazione della non incidenza.

La problematica del possibile abbagliamento dovuto alla presenza di impianti BESS in prossimità degli aeroporti, oltre che della loro percezione, è una problematica praticamente nulla. Essendo nella fattispecie l'impianto BESS l'installazione di container contenenti delle batterie di accumulo e dei terminali la riflessione della luce incidente è praticamente nulla. La struttura stessa è coadiuvata dalla verniciatura esterna con colori opachi non riflettenti. Spesso il problema è superato ricorrendo al richiamo del rispetto delle normative tecniche per la realizzazione di suddetti container.



Fig. 2 – Unità BESS d'esempio, vista interna ed esterna

Come da immagine riportata (Fig. 2) le Unità BESS sono esattamente assemblate all'interno di container di colore uniforme e opaco. Queste strutture facilmente trasportabili, di fatto dimensionalmente standard, non possiedono alcun componente trasparente (vetrato) e/o comunque riflettente. Al contatto con questi container la luce viene riflessa con il fenomeno della riflessione diffusa, facendo sì che la riflessione venga sparpagliata lungo tutte le direzioni possibili e quindi disperdendosi nel giro di pochi metri. Queste considerazioni di ordine generale rivestono, naturalmente, grande rilevanza e dunque sono richiamate anche in questa relazione.

Tutto ciò dovrà tenere conto della distanza dalle relative unità alle piste di atterraggio (circa 7km) come codificate dalle competenti autorità, dello spazio usualmente impegnato per le manovre aeronautiche comunemente effettuate dagli aeromobili in prossimità dell'aeroporto.

### 3. DESCRIZIONE PROGETTO

A livello legislativo si elencano i seguenti:

**L'art. 707** del Codice della Navigazione prevede che ENAC, al fine di garantire la sicurezza della navigazione aerea, individua le zone da sottoporre a vincolo e stabilisca le limitazioni relative, oltre che agli ostacoli, anche ai potenziali pericoli per la navigazione aerea.

**L'art. 711** dello stesso Codice prescrive che la realizzazione di opere e l'esercizio di attività che costituiscono un potenziale pericolo alla navigazione aerea sono subordinati all'autorizzazione di ENAC, che ne accerta il grado di pericolosità ai fini della sicurezza della navigazione aerea. In relazione alle citate previsioni del Codice della Navigazione, ENAC ha individuato alcune tipologie di attività e di manufatti che, se ubicati nelle aree circostanti l'aeroporto, possono generare una situazione di potenziale pericolo per la sicurezza della navigazione aerea, a prescindere dalla loro altezza al di sopra del livello del terreno.

Pertanto, in aggiunta ai vincoli derivanti dal rispetto delle superfici di delimitazione degli ostacoli, le aree limitrofe all'aeroporto risultano soggette a limitazione di alcune tipologie di attività o di costruzione che possono costituire un potenziale pericolo per la sicurezza della navigazione aerea.

È necessario considerare che il sito si trova a 12 km dell'Aeroporto, per cui tutti i possibili effetti di riflessione potrebbero essere diretti verso gli aerei in fase di avvicinamento all'aeroporto ad una quota tale da ritenere l'effetto simile a quello dello specchio acqueo nelle vicinanze.

Gli effetti di riflessione non saranno mai diretti verso le rotte di atterraggio.

Valutando la distanza dei raggi riflessi dall'impianto con le superfici di avvicinamento alla pista di atterraggio degli aeromobili, si può osservare come tali superfici non si intersechino

assolutamente tra loro, in quanto l'impianto si trova distante dall'aeroporto. Il Bess, definendosi con un sistema totalmente diverso (container) non creerebbe interferenze di nessun genere.

Dunque la possibilità di interessare un aeromobile in fase di atterraggio o di manovra è esclusa e non costituisce un problema.

### **Rivestimento anti-riflettente**

In ogni caso, si può dire in generale che le perdite per riflessione rappresentano un decisivo fattore strategico nel determinare l'efficienza di un modulo fotovoltaico e quindi che la tecnologia fotovoltaica ha ricercato con determinazione soluzioni in grado di minimizzare un tale fenomeno.

Con l'espressione "perdite di riflesso" si intende, infatti, l'irraggiamento che viene riflesso dalla superficie di un collettore o di un pannello, oppure dalla superficie di una cella solare e che quindi non può più contribuire alla produzione di calore e/o di corrente elettrica.

Strutturalmente il componente di un modulo fotovoltaico a carico del quale è principalmente imputabile un tale fenomeno è il rivestimento anteriore del modulo e delle celle solari.

L'insieme delle celle solari costituenti i moduli fotovoltaici di ultima generazione è dunque protetto frontalmente da un vetro temprato anti-riflettente ad alta trasmittanza il quale dà alla superficie del modulo un aspetto opaco che non ha nulla a che vedere con quello di comuni superfici finestrate.

Al fine di minimizzare la quantità di radiazioni luminose riflesse, inoltre, le singole celle in silicio cristallino sono coperte esteriormente da un rivestimento trasparente antiriflesso grazie al quale penetra più luce nella cella, altrimenti la sola superficie in silicio rifletterebbe circa il 30% della luce solare (siamo arrivati a ca. il 2%).

A titolo di confronto si consideri che la riflettività del sistema aria-acqua è ca. del 2%. Quindi l'aspetto di un campo fotovoltaico entro il raggio di riflessione utile sarebbe analogo a quello di uno specchio d'acqua di analoghe dimensioni (uno stagno). Allegato alla presente relazione il certificato del produttore dei pannelli sulla percentuale di riflettività degli stessi.

### **Esempi di installazioni in adiacenza di aeroporti**

A dimostrazione della scarsa rilevanza del fenomeno possono essere citati numerosi aeroporti che si stanno munendo o che hanno già da tempo sperimentato con successo estesi impianti fotovoltaici per soddisfare il loro fabbisogno energetico.



Aeroporto di San José California USA



Aeroporto di KOTEN Germania



Aeroporto di Atene Grecia

#### 4. CONCLUSIONI

A tal fine la presente relazione **esclude**:

- Che ci possano essere fenomeni di riflessione in grado di interessare i canali di atterraggio e le manovre di avvicinamento all'aeroporto;
- Che l'impianto possa arrecare altri ostacoli al volo nella fase di costruzione o esercizio;
- Il verificarsi e l'entità di fenomeni di riflessione ad altezza idonea della radiazione luminosa

Studio Alchemist

Ing. Stefano Floris

