SCALA	SEDE PROGETTO	FORMATO
N.A.	**CAGLIARI**	**A4**

REV.	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
00	02/10/2023	Ing. R. Sacconi	Innova Service S.r.l. Arch. G. R. Porpiglia	DS Italia 13 S.r.l.

DATA	TIPO DI EMISSIONE
02/10/2023	**Prima Emissione**

Committente- Sviluppo progetto FV:

DS Italia 13 S.r.l.
Via del Plebiscito n. 112 - Roma (RM)
P.IVA 16380561007

Studio di progettazione:

LA SIA S.p.A.
Viale L. Schiavonetti, 28600173-Roma (RM)
P.IVA 08207411003

PROGETTO

Progetto definitivo per la realizzazione di un impianto agrivoltaico denominato “Ittiri” della potenza di picco di 22.371,3 kWp e potenza di immissione di 18.010,0 kW e delle relative opere di connessione alla RTN nel comune di Ittiri (SS)

TITOLO ELABORATO

ANALISI COSTI BENEFICI

Coordinamento Progettisti:

INNOVA SERVICE S.r.l.
Via Santa Margherita, 4 - 09124 Cagliari (CA)
P.IVA 03379940921,
PEC: innovaserviceca@pec.it

GRUPPO DI LAVORO:

per INNOVA SERVICE S.r.l.
Giorgio Roberto Porpiglia - Architetto
Silvio Matta - Ingegnere Elettrico
Aurora Melis - Geometra
Antonio Dedoni - Ingegnere Idraulico
Marta Camba - Geologo

per La SIA S.p.A.
Riccardo Sacconi - Ingegnere Civile
Stefano Cherchi - Archeologo
Franco Milito - Agronomo
Francesco Paolo Pinchera - Biologo
Rita Bosi - Dottore Agronomo

Sacconi Riccardo 30.11.2023 14:16:43 GMT+01:00

NOME ELABORATO	REV
REL_SP_AC	**00**

giorgio roberto porpiglia 29.11.2023 15:29:55 GMT+01:00

Provincia di Sassari

COMUNE DI ITTIRI

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO DENOMINATO "ITTIRI" DELLA POTENZA DI 22.371,3 kW IN LOCALITÀ "Coros-Monte Callistro" NEL COMUNE DI ITTIRI

ANALISI COSTI BENEFICI

Sommario

1. PREMESSA 4
2. CARATTERISTICHE PROGETTUALI 4
3. RADIAZIONE SOLARE MEDIA ANNUA SU BASE GIORNALIERA 6
4. STUDIO DEI BENEFICI ENERGETICI 7
4.1 IL FOTOVOLTAICO COME FORMA DI ENERGIA 7
5 RISPARMIO DI ENERGIA PRIMARIA E RIDUZIONE DELLE EMISSIONI DI GAS SERRA .. 8
5.1 RISPARMIO COMBUSTIBILE 8
5.2 EMISSIONI EVITATE IN ATMOSFERA 9
6 ATTENUAZIONE DEI PICCHI DI PRODUZIONE ENERGETICA CONVENZIONALE 9
7 ANALISI DELLE INTERFERENZE 10
7.1 ANALISI DELLE INTERFERENE IN FASE DI CANTIERE E DISMISSIONE 10
7.2 ANALISI DELLE INTERFERENZE IN FASE DI ESERCIZIO 11
8 CONCLUSIONI 13

1. PREMESSA

Di seguito si riporta l'analisi dei costi e dei benefici energetici ed ambientali, derivanti dalla realizzazione dell'impianto fotovoltaico a terra, avente una potenza di picco (teoricamente raggiungibile nelle migliori condizioni climatiche e solari prospettabili) pari a 22.371,3 kW nel territorio del Comune di Ittiri (SS) in località "Coros-Monte Callistro"; e delle relative opere di connessione, ricadenti nel territorio di comune di Ittiri.

2. CARATTERISTICHE PROGETTUALI

La quota di energia luminosa costituisce all'incirca il 75% dell'energia complessiva emessa dal sole. La realizzazione di un impianto fotovoltaico permette di trasformare questa energia radiante in elettricità senza produrre emissioni (CO2).
La componente base di un impianto fotovoltaico è la cella fotovoltaica, che è in grado di produrre circa 1,5 Watt di potenza in condizioni standard, ovvero quando si trova ad una temperatura di 25 °C ed è sottoposta ad una potenza della radiazione pari a 1.000 W/m2. La potenza in uscita da un dispositivo fotovoltaico, quando lavora in condizioni standard, prende il nome di potenza di picco (Wp) ed è il valore che viene usato come riferimento
teorico. L'output elettrico reale in esercizio è minore del valore di picco, a causa delle diverse condizioni di temperatura e di radiazione solare.
La componente principale di un impianto fotovoltaico è il modulo o pannello fotovoltaico; più moduli possono essere collegati in serie a formare una "stringa".
Le stringhe sono collegate tra loro per formare un sottocampo a cui è sotteso un inverter. Il generatore fotovoltaico, o campo fotovoltaico, produce energia elettrica in corrente continua, che per poter essere normalmente utilizzata deve essere trasformata in corrente alternata tramite un'apparecchiatura denominata "inverter". I sottocampi compongono l'impianto e generano la potenza di picco.
I moduli producono corrente in bassa tensione, pertanto, per allacciare l'impianto alla rete, la corrente viene innalzata in media tensione mediante un trasformatore.
L'impianto di progetto sarà costituito da:
pannelli fotovoltaici in serie, per formare le stringhe connesse tra di loro in parallelo;

- inverter (gruppi di conversione), per trasformare l'energia elettrica da corrente continua,
- prodotta dai moduli fotovoltaici, in corrente alternata per poter essere immessa nella rete elettrica di distribuzione;
- trasformatori, per innalzare la bassa tensione alla media tensione;
- quadri elettrici;
- unità di misurazione, per il computo dell'energia prodotta e conferita in rete;
- cablaggi ed altri componenti minori.

L'impianto sarà costituito da un generatore fotovoltaico e da 33.390 moduli in silicio MONOcristallino da 670 Wp, per un totale di 22.371,3 KW. La disposizione dei moduli

fotovoltaici è prevista in file ordinate parallele con andamento Nord Sud, atto a massimizzare l'efficienza energetica degli impianti.

3. RADIAZIONE SOLARE MEDIA ANNUA SU BASE GIORNALIERA

Il sito di installazione appartiene all'area sarda, che dispone di dati climatici storici riportati in diversi database. Tra questi, il database internazionale Agenzia Nazionale per le nuove tecnologie, rende disponibili i dati meteorologici per la località di progetto la cui l'attendibilità dei dati contenuti nel database è internazionalmente riconosciuta; pertanto, in questa sede possono essere utilizzati per l'elaborazione statistica relativa alla stima della radiazione solare per il sito oggetto di interesse.

ENEA – Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile
Calcolo della radiazione solare globale giornaliera media mensile (Rggmm) su superficie normale

Media quindicennale 2006÷2020

Dati di input:
Coordinate della località (Ittiri):
- latitudine: 40°35.6'
- longitudine: 8°34.1'

Orientazione della superficie:
Modello per il calcolo della frazione della radiazione diffusa rispetto alla globale: ENEA-SOLTERM
Coefficiente di riflessione del suolo: 0.25

Mese	Rggmm su sup.norm.	U.misura
Gennaio	10.70	MJ/m^2
Febbraio	14.35	MJ/m^2
Marzo	19.15	MJ/m^2
Aprile	24.48	MJ/m^2
Maggio	28.87	MJ/m^2
Giugno	33.15	MJ/m^2
Luglio	34.19	MJ/m^2
Agosto	30.73	MJ/m^2
Settembre	22.93	MJ/m^2
Ottobre	17.45	MJ/m^2
Novembre	11.39	MJ/m^2
Dicembre	10.08	MJ/m^2

Radiazione globale annua sulla superficie normale (anno convenzionale di 365.25 giorni):
7850 MJ/m^2

4. STUDIO DEI BENEFICI ENERGETICI

4.1 IL FOTOVOLTAICO COME FORMA DI ENERGIA

L'impianto impiega la tecnologia fotovoltaica per convertire l'energia solare in energia elettrica. In quanto fonte di energia rinnovabile (FER), l'energia solare presenta vantaggi fondamentali in termini di benefici energetici, primi tra tutti la sua inesauribilità e la completa assenza di emissioni inquinanti durante il periodo di funzionamento degli impianti. L'incentivazione della produzione di energia elettrica da FER è contemplata da accordi internazionali (COP 21) e nella legislazione nazionale (D.lgs. 79/1999, D.lgs. 387/2003 Decreti MAP Conto Energia 28/07/2005, 6/2/2006 e Decreto Ministeriale 19/02/2007) e si inserisce nelle politiche nazionali e regionali di programmazione energetica in integrazione con risparmio energetico e uso razionale dell'energia.

Gli obiettivi di queste politiche prevedono:

- la riduzione della dipendenza dai combustibili fossili;
- il contenimento delle emissioni di gas serra e quindi degli impatti dei sistemi energetici sui cambiamenti climatici;
- l'abbattimento dei tassi di emissione di inquinanti nocivi per la salute umana e
- dell'ambiente;
- la diversificazione del mix energetico.

Il recente pacchetto clima-energia è finalizzato a conseguire gli obiettivi che l'UE si è fissata per il 2030, ovvero:

- una riduzione almeno del 40% delle emissioni di gas a effetto serra (rispetto ai livelli del 1990)
- una quota almeno del 32% di energia rinnovabile
- un miglioramento almeno del 32,5% dell'efficienza energetica.

L'obiettivo della riduzione del 40% dei gas serra è attuato mediante il sistema di scambio di quote di emissione dell'UE, il regolamento sulla condivisione degli sforzi con gli obiettivi di riduzione delle emissioni degli Stati membri, e il regolamento sull'uso del suolo, il cambiamento di uso del suolo e la silvicoltura. In tal modo tutti i settori contribuiranno al conseguimento dell'obiettivo del 40% riducendo le emissioni e aumentando gli assorbimenti.

Il fotovoltaico risponde a tutti gli obiettivi menzionati: l'energia elettrica prodotta dal sole

sostituisce l'energia altrimenti prodotta attraverso fonti convenzionali non rinnovabili ed inquinanti e contribuisce alla diversificazione delle fonti, a favore della linea di sviluppo della generazione energetica distribuita.

Infine, lo stesso Piano Energetico Regionale (Regione Sardegna), recependo gli indirizzi internazionali e nazionali, promuove lo sviluppo di fonti rinnovabili.

5 RISPARMIO DI ENERGIA PRIMARIA E RIDUZIONE DELLE EMISSIONI DI GAS SERRA

È possibile valutare le quantità di combustibili fossili necessaria a generare la stessa energia elettrica prodotta da un impianto fotovoltaico e stimare quindi l'energia primaria risparmiata e le emissioni di gas serra evitate.

Per procedere in questa stima, si ipotizza inizialmente che l'energia elettrica che sarà sostituita da quella fotovoltaica, sia ora prodotta da un mix rappresentativo dei combustibili fossili mediamente utilizzati in Italia per la produzione di energia elettrica.

Tenuto conto dell'efficienza media degli impianti termoelettrici funzionanti attualmente in Italia si calcola che sono necessari 2,56 kWh di energia primaria (fossile) per produrre 1 kWh di energia elettrica (dati ISES Italia).

Il fattore di emissione medio del mix di combustibili considerato è invece pari a 0,407 kg CO2/kWhE (fonte rapporto ISPRA 2023 Italia).

La produzione di energia elettrica in corrente alternata dell'impianto fotovoltaico in studio, di 40.204.999,58 kWh, viene calcolata a partire dai dati di producibilità annua, considerando la durata dell'impianto pari a 30 anni e ipotizzando un tasso di decadimento delle prestazioni in funzione delle garanzie dichiarate dei moduli.

Ad oggi, la produzione di energia elettrica è per la quasi totalità proveniente da impianti termoelettrici che utilizzano combustibili sostanzialmente di origine fossile. Quindi, considerando l'energia stimata come produzione del primo anno, 40.204.999,58 kWh e la perdita di efficienza annuale, 0.90 %, le considerazioni successive valgono per il tempo di vita dell'impianto pari a 20 anni.

5.1 RISPARMIO COMBUSTIBILE

Un utile indicatore per definire il risparmio di combustibile derivante dall'utilizzo di fonti

energetiche rinnovabili è il fattore di conversione dell'energia elettrica in energia primaria [TEP/MWh].

Questo coefficiente individua le TEP (Tonnellate Equivalenti di Petrolio) necessarie per la realizzazione di 1 MWh di energia, ovvero le TEP risparmiate con l'adozione di tecnologie fotovoltaiche per la produzione di energia elettrica.

Risparmio di combustibile

Risparmio di combustibile in	**TEP**
Fattore di conversione dell'energia elettrica in energia primaria [TEP/MWh]	0.187
TEP risparmiate in un anno	7.518,3
TEP risparmiate in 20 anni	138.337,4

5.2 EMISSIONI EVITATE IN ATMOSFERA

Inoltre, l'impianto fotovoltaico consente la riduzione di emissioni in atmosfera delle sostanze che hanno effetto inquinante e di quelle che contribuiscono all'effetto serra. In particolare, confrontarlo con il mix produttivo nazionale: al momento dall'ultimo rapporto ISPRA, il fattore di emissione lordo per la produzione elettrica nazionale è di 0,407 KgCO2/kWhe.

In conclusione, quindi un impianto da 22 MW consente un risparmio di quasi 16.500 tonnellate di CO2 all'anno.

6 ATTENUAZIONE DEI PICCHI DI PRODUZIONE ENERGETICA CONVENZIONALE

L'impianto fotovoltaico raggiunge i picchi di produzione durante gli intervalli temporali costituiti dalle ore centrali dei giorni del periodo estivo. All'interno di questi stessi intervalli temporali si verificano anche i picchi massimi di fabbisogno elettrico nazionale.

Questo fenomeno, dovuto soprattutto all'utilizzo sempre più intenso e diffuso degli impianti di raffrescamento degli edifici nella realtà italiana, ha registrato una crescita costante negli ultimi anni. Il dimensionamento della potenza totale installata nonché della capacità totale di trasporto della rete, per il Paese, è determinato dai picchi massimi di fabbisogno.

È inoltre da considerare che l'energia di picco viene tipicamente fornita da centrali termoelettriche alimentate a combustibili fossili, per via della programmabilità del loro funzionamento. La riduzione dei picchi comporta quindi una riduzione della necessità strutturale di impianti termoelettrici e infrastrutture di trasporto, insieme ad una maggiore sicurezza della rete.

La sovrapposizione temporale tra picchi di produzione dell'impianto fotovoltaico e picchi di fabbisogno nazionale comporta un effettivo smorzamento di questi ultimi. L'impianto, quindi, persegue pienamente i benefici energetici, in termini di investimenti su opere e infrastrutture, appena menzionati.

7 ANALISI DELLE INTERFERENZE

Di seguito si riporta una breve sintesi non esaustiva delle potenziali interferenze dell'impianto, durante le diverse fasi di progetto. Per la trattazione completa delle interferenze e degli impatti si rimanda allo Studio di Impatto Ambientale.

7.1 ANALISI DELLE INTERFERENE IN FASE DI CANTIERE E DISMISSIONE

Vengono di seguito analizzate le differenti azioni di progetto che si verificano sia in fase di cantiere (considerato sia come realizzazione che come dismissione) che di esercizio. Esse sono, in ogni caso, dettagliate all'interno del SIA.

Le emissioni gassose in atmosfera imputabili al traffico veicolare durante le fasi di cantiere per l'allestimento del parco fotovoltaico e di dismissione dello stesso, e prevedono l'utilizzo mezzi meccanici lungo tutta la durata del cantiere, per il trasporto delle strutture, dei moduli e di altre utilities.

Il rumore prodotto è relativo alla preparazione del terreno, al montaggio delle strutture e ai mezzi meccanici utilizzati.

Il consumo di risorse si verifica come occupazione di suolo per l'installazione del parco agro - fotovoltaico.

L'occupazione di suolo in fase di installazione dell'impianto sarà dovuta sia allo stoccaggio dei materiali quali tubazioni, moduli, cavi e materiali da costruzione che dei rifiuti prodotti (imballaggi). Sono previsti scavi relativamente alla posa dei cavidotti di collegamento alla rete nazionale, mentre la rete di distribuzione interna al lotto e le cabine sono di tipo prefabbricate.

In fase di dismissione dell'impianto saranno rimosse tutte le strutture facendo attenzione a non asportare il suolo e verranno ripristinate le condizioni esistenti.

I rifiuti prodotti in fase di cantiere, dovuti agli imballaggi, saranno essenzialmente costituiti da cartone, legno, plastica e polistirolo che verranno inviati al recupero.

In fase di dismissione le principali componenti dei rifiuti risulteranno: pali in acciaio zincato (TRAKERS), profili in alluminio, viti, dadi, morsetti, cavi in rame, moduli fotovoltaici, cabine,

inverter e trasformatori, materiale elettrico e materiale inerte; anch'essi verranno inviati a recupero. Le componenti metalliche posseggono di fatto un grosso valore di mercato e i moduli fotovoltaici solitamente vengono ritirate dalla ditta produttrice. Sia durante la fase di cantiere che di dismissione dell'impianto non si richiederà la fornitura di servizi quali trattamento acque reflue e raccolta rifiuti particolari.

Le interferenze con la componente vegetazione sono riconducibili all'occupazione del sito, che modifica parzialmente le condizioni ecologiche per l'accrescimento della vegetazione, ma trattandosi di un agro fotovoltaico, essendo il sito caratterizzato dalla possibilità di mantenere la destinazione agricola e potenziare lo sviluppo agricolo così come definito nella relazione agronomica. Le interferenze con la fauna sono imputabili al disturbo generato in fase di cantiere ed alla limitata sottrazione di habitat non di pregio comunque valutate all'interno della relazione specifica.

7.2 ANALISI DELLE INTERFERENZE IN FASE DI ESERCIZIO

La durata di vita di un impianto fotovoltaico si aggira in media intorno ai 30 anni. Le potenziali interferenze durante la fase di esercizio sono relative esclusivamente alla manutenzione dell'impianto, peraltro di minima entità data la tipologia dello stesso, ed alla sua presenza come elemento sul territorio.

Durante la fase di esercizio non si genereranno rumore ed emissioni in atmosfera poiché non vi sono sorgenti significative. Al contrario, la realizzazione di un impianto per lo sfruttamento fotovoltaico dell'energia solare dal punto di vista ambientale ha un'interferenza positiva in atmosfera, contribuendo alla diminuzione dei consumi di combustibili non rinnovabili (petrolio e gas) e delle relative emissioni inquinanti e di gas serra, in sintonia con le richieste del Protocollo di Kyoto redatto e sottoscritto nel 1997 dall'Italia (ogni kWh prodotto dal sistema FV evita l'emissione di circa 0,53 kg di anidride carbonica.

Interferenze dell'impianto con la componente di paesaggio si manifesta nell'occupazione di suolo dovuta alla presenza stessa del parco fotovoltaico.

Il consumo di risorse in fase di esercizio prevede lo sfruttamento di risorse idriche per la pulizia dei pannelli. A tale scopo sarà utilizzata solamente acqua senza detergenti. La quantità di acqua necessaria dipende dalle condizioni climatiche e dal livello di inquinamento dei luoghi. In particolare, ipotizzando che i fenomeni piovosi all'anno siano scarsi e che lo strato

erbaceo sotto i moduli eviti l'ulteriore movimentazione di polveri, si prevede l'utilizzo di circa 140 m3 all'anno di acqua per la pulizia dei pannelli. La stessa acqua utilizzata per la pulizia, poiché priva di detergenti, sarà usata per irrigare qualora necessario le aree erbacee e arbustive previste nel Progetto.

La produzione di rifiuti in questa fase è nulla o limitata esclusivamente alla manutenzione dell'impianto, come nel caso di sostituzione delle apparecchiature (imballaggi, ecc.).

Le interferenze potenziali sul paesaggio derivano dalla presenza sul territorio della struttura tecnologica che crea parziali alterazioni visive, in particolare dai recettori lineari dai quali si avrà la percezione maggiore, che tuttavia verranno ampiamente limitate grazie all'inserimento delle fasce di mitigazione, mentre non sarà visibile da nessuno dei centri abitati perché risultano molto distanti dall'area di progetto. L'impianto prevede inoltre una riqualificazione ambientale e mitigazione mediante mascheratura vegetale con la piantumazione di elementi arborei ed arbustivi, come meglio evidenziato nella relazione agronomica, allo scopo di realizzare una barriera verde ed armonizzare l'inserimento dell'impianto.

Per quanto concerne le radiazioni non ionizzanti l'interferenza sarà dovuta ai soli campi elettromagnetici correlati alla trasmissione dell'energia elettrica, che avviene mediante:

- linee di bassa tensione continua che collegheranno i moduli ai quadri e all'inverter;
- il cavo di media tensione alternata che collega l'inverter alla cabina di consegna;
- il cavo di collegamento della cabina di consegna al primo palo di linea aerea;
- l'elettrodotto di collegamento alla linea aerea esistente.

I campi elettromagnetici prodotti dai cavi in canaletta fuori terra e quelli prodotti dalle cabine di trasformazione sono da considerarsi poco significativi, in particolare questi ultimi si mantengono solo entro qualche metro di distanza dal perimetro della cabina stessa.

8 CONCLUSIONI

L'area identificata per il Progetto di realizzazione dell'impianto fotovoltaico a terra avente potenza di picco pari a ***22.371,3kW*** ricade nella circoscrizione comunale Ittiri (SS), Regione Sardegna.

Sulla base dell'analisi condotta nei capitoli precedenti, il progetto in esame si caratterizza per il fatto che molte delle interferenze sono a carattere temporaneo, principalmente legate alle attività di cantiere necessarie alle fasi di costruzione e successiva dismissione dell'impianto fotovoltaico. Le restanti interferenze sono quelle legate alla fase di esercizio, ovvero alla "vita" dell'impianto, e sono legate ad azioni relative esclusivamente alla manutenzione, peraltro di minima entità, ed alla presenza dell'impianto come elemento sul territorio.

Relativamente al beneficio energetico immediato, nel corso del primo anno di vita si ravvisa un risparmio di 3.093 MJ/m^2 circa di energia primaria e la conseguente mancata emissione annua di CO2 pari a circa 16.500 tonnellate.

Le valutazioni effettuate sono conservative e sottostimano i benefici energetici, in quanto non sono stati considerati gli aggravi energetici ed emissivi connessi all'approvvigionamento (ricerca, estrazione, raffinazione, trasporto) dei combustibili fossili. Deve essere considerato, per raffronto, che l'approvvigionamento dell'energia solare è invece, per sua natura, a costo zero.

Sulla base di quanto riportato nei paragrafi precedenti, l'area interessata dallo sviluppo dell'impianto fotovoltaico risulta particolarmente idonea a questo tipo di utilizzo in quanto caratterizzata da un irraggiamento solare tra le più alte del Paese, la quasi totale assenza di rischi legati a fenomeni quali calamità naturali e la valorizzazione di un suolo che, anche in ragione delle attività pregresse, risulta attualmente di scarsa appetibilità.

Focalizzando l'attenzione sulla sola scala locale, le considerazioni precedentemente riportate mostrano come l'iniziativa proposta non presenti significative ricadute negative sull'ambiente e il territorio, altresì permetta una rivalutazione in termini di utilizzo maggiormente sostenibile di un'area che altrimenti avrebbe un potenziale di ripristino molto limitato.