



**REGIONE SARDEGNA
COMUNE DI TUILI**
Provincia del Sud Sardegna



Titolo del Progetto

PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO
DENOMINATO "GREEN AND BLUE TUILI"
DELLA POTENZA DI 15.190.000 kW IN LOCALITÀ "GURANU" NEL COMUNE DI TUILI

Identificativo Documento

REL_B_TC_003

| | | | | | | | |
|-------------|-----|-----------|---|---------|----|------------|-----|
| ID Progetto | GBT | Tipologia | R | Formato | A4 | Disciplina | AMB |
|-------------|-----|-----------|---|---------|----|------------|-----|

Titolo

RELAZIONE DIMENSIONAMENTO STORAGE

FILE: **REL_B_TC_003.pdf**

IL PROGETTISTA

Arch. Andrea Casula



GRUPPO DI PROGETTAZIONE

Arch. Andrea Casula
Geom. Fernando Porcu
Dot. in Arch. J. Alessia Manunza
Geom. Vanessa Porcu
Dot. Agronomo Giuseppe Vacca
Archeologo Alberto Mossa
Geol. Marta Camba
Ing. Antonio Dedoni
Ing. Fabio Ledda
Green Island Energy SaS

COMMITTENTE

SF ELE SRL

SF ELE SRL
Via Cantorriwo 44/C - 01021 Acquapendente(VT)
P.Iva 02368670564 pec: sfelesrl@pec.it

| Rev. | Data Revisione | Descrizione Revisione | Redatto | Controllato | Approvato |
|------|----------------|-----------------------|---------------------|---------------------|------------|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| Rev. | Novembre 2021 | Prima Emissione | Green Island Energy | Green Island Energy | SF ELE srl |

PROCEDURA

Valutazione di Impatto Ambientale ai sensi dell'art.23 del D.Lgs.152/2006

GREEN ISLAND ENERGY SAS
Via S.Mele, N 12 - 09170 Oristano
tel&fax(+39) 0783 211692-3932619836
email: greenislandenergysas@gmail.com

NOTA LEGALE: Il presente documento non può
tassativamente essere diffuso o copiato
su qualsiasi formato e tramite qualsiasi
mezzo senza preventiva autorizzazione
formale da parte di Green Island Energy SaS



Provincia del Sud Sardegna

COMUNE DI TUILI

*PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO
AGRO-FOTOVOLTAICO
DENOMINATO "GREEN AND BLUE TUILI"
DELLA POTENZA DI **15.190,000 kW**
IN LOCALITÀ "GURANU" NEL COMUNE DI TUILI*

RELAZIONE DIMENSIONAMENTO STORAGE

Si sottolinea che in fase di progetto esecutivo si implementerà la tecnologia di storage selezionata, verrà valutato in dettaglio ogni rischio specifico, e verrà selezionato un prodotto che abbia e risponda a tutti i requisiti di conformità della normativa vigente (riportata in questa relazione per quanto disponibili ad oggi). Le opere trattate nella presente relazione non saranno oggetto di intervento, le stesse prima della loro realizzazione saranno attraverso dettagliati elaborati grafici trasmessi agli enti preposti, per gli autorizzazioni di loro competenza.

INDICE

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 1 | PREMESSA | 3 |
| 2 | SOCIETA' PROPONENTE | 6 |
| 3 | INQUADRAMENTO DEL PROGETTO IN RELAZIONE AGLI STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE TERRITORIALE ED AI VINCOLI AMBIENTALI | 6 |
| 4 | INQUADRAMENTO CATASTALE | 6 |
| 5 | SCOPO DELL'ACCUMULO DI ENERGIA NELL'AMBITO DI GRANDI CENTRALI FOTOVOLTAICHE ... | 12 |
| 6 | NORMATIVA E CERTIFICAZIONE PER I SISTEMI DI ACCUMULO | 12 |
| 7 | DEFINIZIONI DEI SISTEMI DI ACCUMULO | 13 |
| 8 | RELAZIONE DIMENSIONAMENTO STORAGE | 14 |
| 9 | BATTERIE E CERTIFICAZIONI | 18 |
| 10 | BATTERIE LITIO/IONI | 19 |
| 11 | ASPETTI DI SICUREZZA E AMBIENTALI | 19 |
| 12 | CONSIDERAZIONI DI IMPATTO AMBIENTALE RELATIVE AI SISTEMI DI ACCUMULO | 20 |
| 13 | ANALISI DEL RISCHIO | 21 |
| 14 | STIMA COSTI E SOLUZIONI DI SMALTIMENTO SISTEMA DI ACCUMULO | 23 |

1 PREMESSA

La presente relazione è relativa al progetto di realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte fotovoltaica della potenza di **15.190.000 kW** e delle relative opere connesse, nel territorio del **Comune di Tuili (SU)**, in località **“Guranu”**.

Il progetto ricade parte nella zona agricola E sottozona E2 del PUC del comune di Tuili, (superfici meglio identificate più avanti e negli elaborati di progetto), tenendo conto dei recenti indirizzi programmatici a livello nazionale in tema di energia, contenuti nella Strategia Energetica Nazionale (SEN) pubblicata a Novembre 2017, la Società ha ritenuto opportuno proporre un progetto innovativo che consenta di coniugare la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile con l'attività di coltivazione agricola, perseguendo due obiettivi prioritari fissati dalla SEN, ovvero il contenimento del consumo di suolo e la tutela del paesaggio.

I principali concetti estrapolati dalla SEN che hanno ispirato la Società nella definizione del progetto dell'impianto, sono di seguito elencati:

- **...“Per i grandi impianti fotovoltaici, occorre regolamentare la possibilità di realizzare impianti a terra, oggi limitata quando collocati in aree agricole, armonizzandola con gli obiettivi di contenimento dell’uso del suolo”...**
- **...“Sulla base della legislazione attuale, gli impianti fotovoltaici, come peraltro gli altri impianti di produzione elettrica da fonti rinnovabili, possono essere ubicati anche in zone classificate agricole, salvaguardando però tradizioni agroalimentari locali, biodiversità, patrimonio culturale e paesaggio rurale”....**
- **...”Dato il rilievo del fotovoltaico per il raggiungimento degli obiettivi al 2030, e considerato che, in prospettiva, questa tecnologia ha il potenziale per una ancora più ampia diffusione, occorre individuare modalità di installazione coerenti con i parimenti rilevanti obiettivi di riduzione del consumo di suolo”...**
- **...” molte Regioni hanno in corso attività di censimento di terreni incolti e abbandonati, con l’obiettivo, tuttavia, di rilanciarne prioritariamente la valorizzazione agricola (...) Si intende in ogni caso avviare un dialogo con le Regioni per individuare strategie per l’utilizzo oculato del territorio, anche a fini energetici, facendo ricorso ai migliori strumenti di classificazione del territorio stesso (es. land capability classification). Potranno essere così circoscritti e regolati i casi in cui si potrà consentire l’utilizzo di terreni agricoli improduttivi a causa delle caratteristiche specifiche del suolo, ovvero individuare modalità che consentano la realizzazione degli impianti senza precludere l’uso agricolo dei terreni (ad es: impianti rialzati da terra)”...**

Pertanto la Società, anche avvalendosi della consulenza di un dottore agronomo locale, ha sviluppato una soluzione progettuale che è perfettamente in linea con gli obiettivi sopra richiamati, e che consente di:

- ridurre l'occupazione di suolo, avendo previsto moduli ad alta potenza e strutture ad inseguimento monoassiale (inseguitore di rotolo). La struttura ad inseguimento, diversamente delle tradizionali strutture fisse, permette di coltivare parte dell'area occupata dai moduli fotovoltaici;
- svolgere l'attività di coltivazione tra le interfile dei moduli fotovoltaici, avvalendosi di mezzi meccanici (essendo lo spazio tra le strutture molto elevato);
- installare una fascia arborea perimetrale (costituita con l'impianto intensivo di piante di mandorlo (*Prunus dulcis*), pianta tipica del paesaggio), facilmente coltivabile con mezzi meccanici ed avente anche una funzione di mitigazione visiva;
- riqualificare pienamente le aree in cui insisterà l'impianto, sia perché le lavorazioni agricole saranno attuate permetteranno ai terreni di riacquisire le piene capacità produttive, sia perché saranno effettuati miglioramenti fondiari importanti (recinzioni, drenaggi, viabilità interna al fondo, sistemazioni idraulico-agrarie);
- ricavare una buona redditività sia dall'attività di produzione di energia che dall'attività di coltivazione agricola.

In seguito all'inoltro da parte della società proponente a Enel ("il Gestore") di richiesta formale di connessione alla RTN per l'impianto sopra descritto, la Società ha ricevuto, la soluzione tecnica minima generale per la connessione (STMG), Codice Pratica T0738719. La STMG, formalmente accettata dalla Società, prevede che l'impianto venga collegato in antenna mediante cavo interrato MT alla Sottostazione Enel Guranu adiacente al sito in progetto.

A seguito del ricevimento della STMG è stato possibile definire puntualmente le opere progettuali da realizzare, che si possono così sintetizzare:

- 1) Impianto ad inseguimento monoassiale, della potenza complessiva installata di 15.190.000 kWp , ubicato in località Guranu, nel Comune di Tuili (SU);
- 2) La Soluzione Tecnica prevede:
 - IMPIANTO1 IT001E03368429 Connessione nuova cabina utente D1102723641 FV1 LUGAS, in antenna da CP Tuili, tramite la nuova linea MT D11057390 lugas fv1, TRR sbarra RO. Lavori da eseguire:- realizzare nuova CU; realizzare la nuova uscente MT, in cavo interrato 3AL240 mm² per i raccordi alle cabine; Prevedere telecontrollo cabina Utente

e posa fibra ottica.

- IMPIANTO2 IT001E03368426 Connessione nuova cabina utente D1102723600 FV2 LUGAS, in antenna da CP Tuili, tramite la nuova linea MT D11057378 lugas fv1,TRR sbarra VE. Lavori da eseguire: - realizzare nuova CU; realizzare la nuova uscente MT, in cavo interrato 3AL240 mm² per i raccordi alle cabine; Prevedere telecontrollo cabina Utente e posa fibra ottica.
- 3) I moduli saranno montati su strutture ad inseguimento solare (tracker), in configurazione mono filare, I Tracker saranno collegati in bassa tensione alle cabine inverter (una per ogni blocco elettrico in cui è suddiviso lo schema dell'impianto) e queste saranno collegate alla cabina di media tensione che a sua volta si collegherà alla sottostazione Enel.
 - 4) L'intervento a seguito dell'emanazione del D.L. 77/2021, entrato in vigore il 31.05.2021, successivamente convertito, con modificazioni, in legge (L. n. 108 del 29.07.2021), ha introdotto delle modifiche al D.Lgs. n. 152/2006, tra cui, all'art. 31 (Semplificazione per gli impianti di accumulo e fotovoltaici e individuazione delle infrastrutture per il trasporto del G.N.L. in Sardegna), c. 6, la seguente: «All'Allegato II alla Parte seconda del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, al paragrafo 2), è aggiunto, in fine, il seguente punto: "- impianti fotovoltaici per la produzione di energia elettrica con potenza complessiva superiore a 10 MW."», che comporta un trasferimento al Ministero della transizione ecologica (M.I.T.E.) della competenza in materia di V.I.A. per gli impianti fotovoltaici con potenza complessiva superiore a 10 MW;
 - 5) - il D.L. 92/2021, entrato in vigore il 23.06.2021, all'art. 7, c. 1, ha stabilito, tra l'altro, che «[...] L'articolo 31, comma 6, del decreto-legge 31 maggio 2021, n. 77, che trasferisce alla competenza statale i progetti relativi agli impianti fotovoltaici per la produzione di energia elettrica con potenza complessiva superiore a 10 MW, di cui all'Allegato II alla Parte seconda, paragrafo 2), ultimo punto, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, si applica alle istanze presentate a partire dal 31 luglio 2021».

2 SOCIETA' PROPONENTE

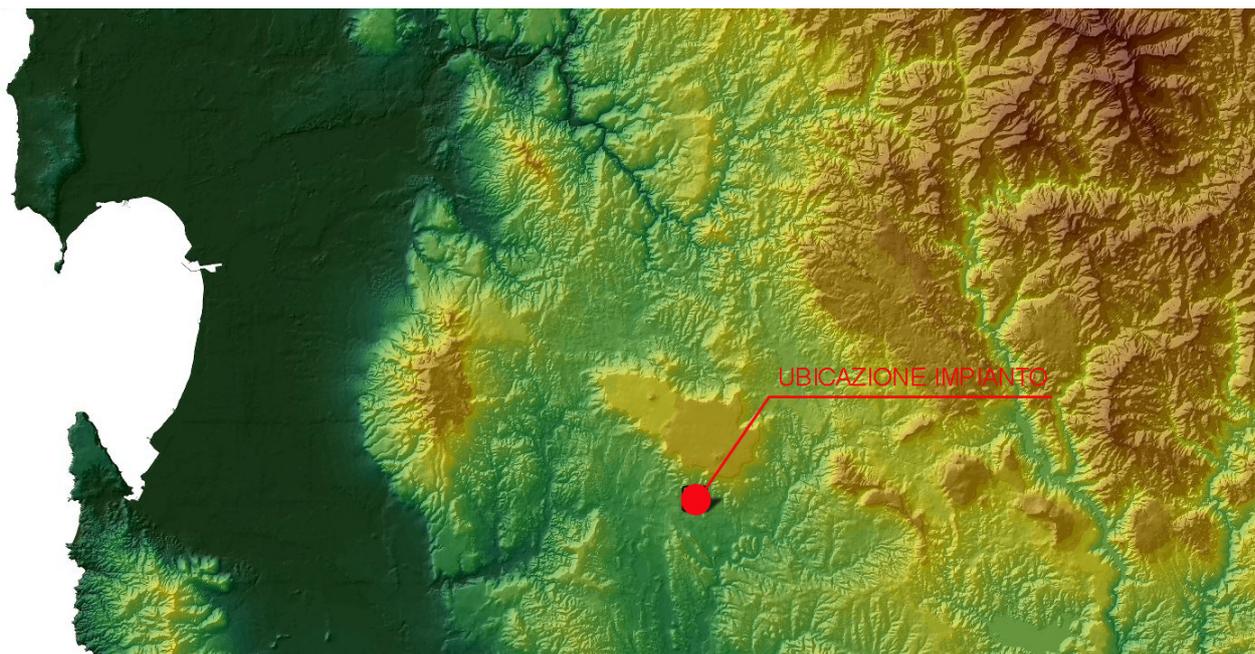
La società **SF ELE S.R.L. CON SEDE LEGALE IN ACQUAPENDENTE PROV. VITERBO VIA CANTORRIVO N° 44/C P.I./C.F. 02368670564, AMMINISTRATORE UNICO MANENTI MAURIZIO NATO LIVORNO IL 12/04/1974**, intende operare nel settore delle energie rinnovabili in generale. In particolare, la società erigerà, acquisterà, costruirà, metterà in opera ed effettuerà la manutenzione di centrali elettriche generanti elettricità da fonti rinnovabili, quali, a titolo esemplificativo ma non esaustivo, energia solare, fotovoltaica, geotermica ed eolica, e commercializzerà l'elettricità prodotta.

La società, in via non prevalente è del tutto accessoria e strumentale, per il raggiungimento dell'oggetto sociale - e comunque con espressa esclusione di qualsiasi attività svolta nei confronti del pubblico potrà:

- compiere tutte le operazioni commerciali, finanziarie, industriali, mobiliari ed immobiliari ritenute utili dall'organo amministrativo per il conseguimento dell'oggetto sociale, concedere fidejussioni, avalli, cauzioni e garanzie, anche a favore di terzi;
- assumere, in Italia e/o all'estero solo a scopo di stabile investimento e non di collocamento, sia direttamente che indirettamente, partecipazioni in altre società e/o enti, italiane ed estere, aventi oggetto sociale analogo, affine o connesso al proprio, e gestire le partecipazioni medesime.

3 INQUADRAMENTO DEL PROGETTO IN RELAZIONE AGLI STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE TERRITORIALE ED AI VINCOLI AMBIENTALI

Viene di seguito esposta la caratterizzazione localizzativa - territoriale del sito sul quale è previsto l'impianto e la rispondenza dello stesso alle indicazioni urbanistiche comunali, provinciali e regionali. Da tali dati risulta evidente la bontà dei siti scelti e la compatibilità degli stessi con le opere a progetto, fermo restando l'obbligo di ripristino dello stato dei luoghi a seguito di dismissione dell'impianto. L'area interessata ricade interamente nel territorio del comune di Tuili, provincia del sud Sardegna, in località denominata "Guranu".



La posizione del centro abitato di Tuili è dislocata nella parte a Nord rispetto all'intervento proposto. Il territorio comunale di Tuili si estende su una superficie di 24,59 Km² con una popolazione residente di circa 985 abitanti e una densità di 40,06 ab./Km². Confina con 6 comuni: Barumini, Gesturi, Las Plassas, Pauli Arbarei, Setzu, Turri. Il Comune è situato ai piedi dell'altopiano della Giara, nella regione storica della Marmilla.

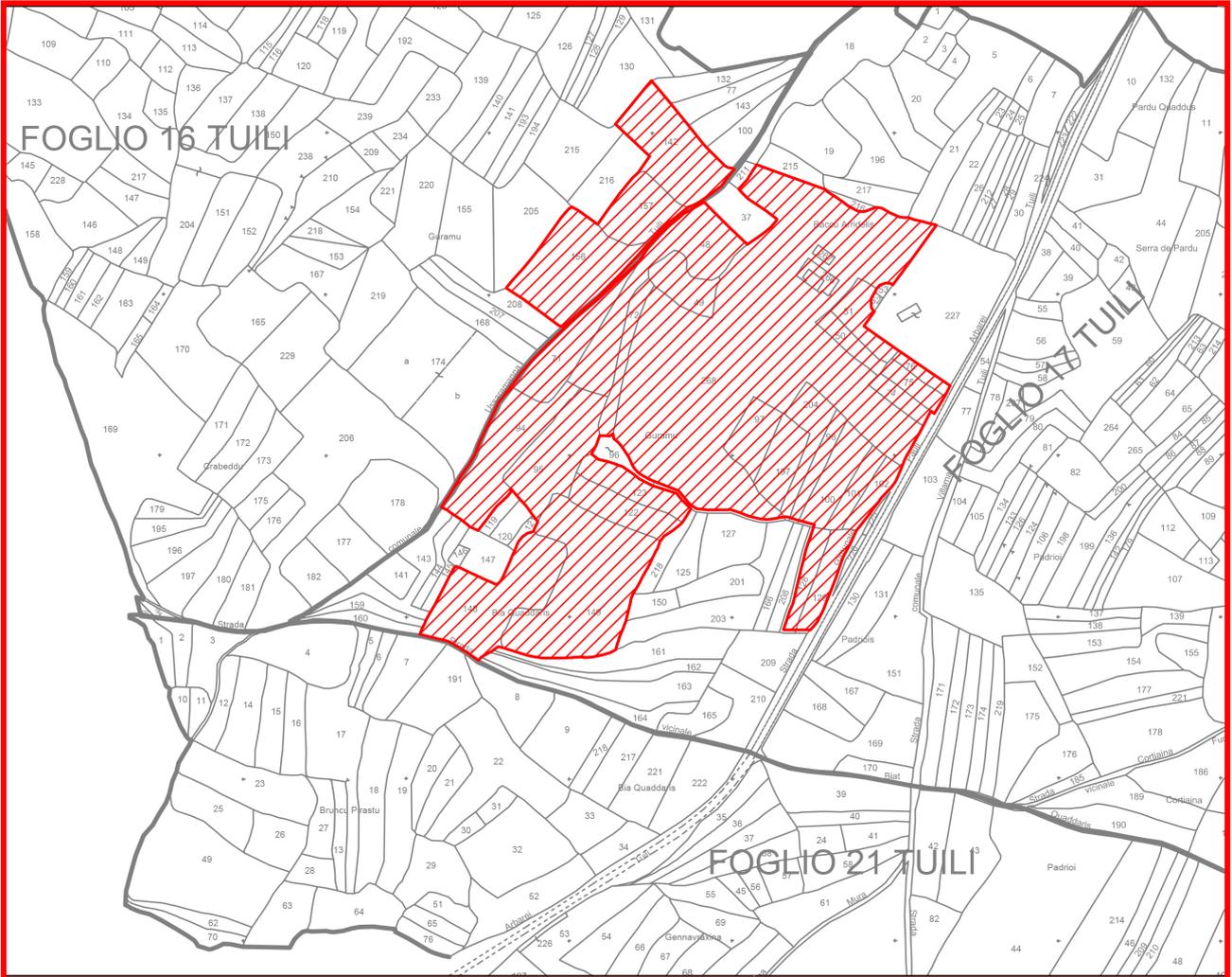
4 INQUADRAMENTO CATASTALE

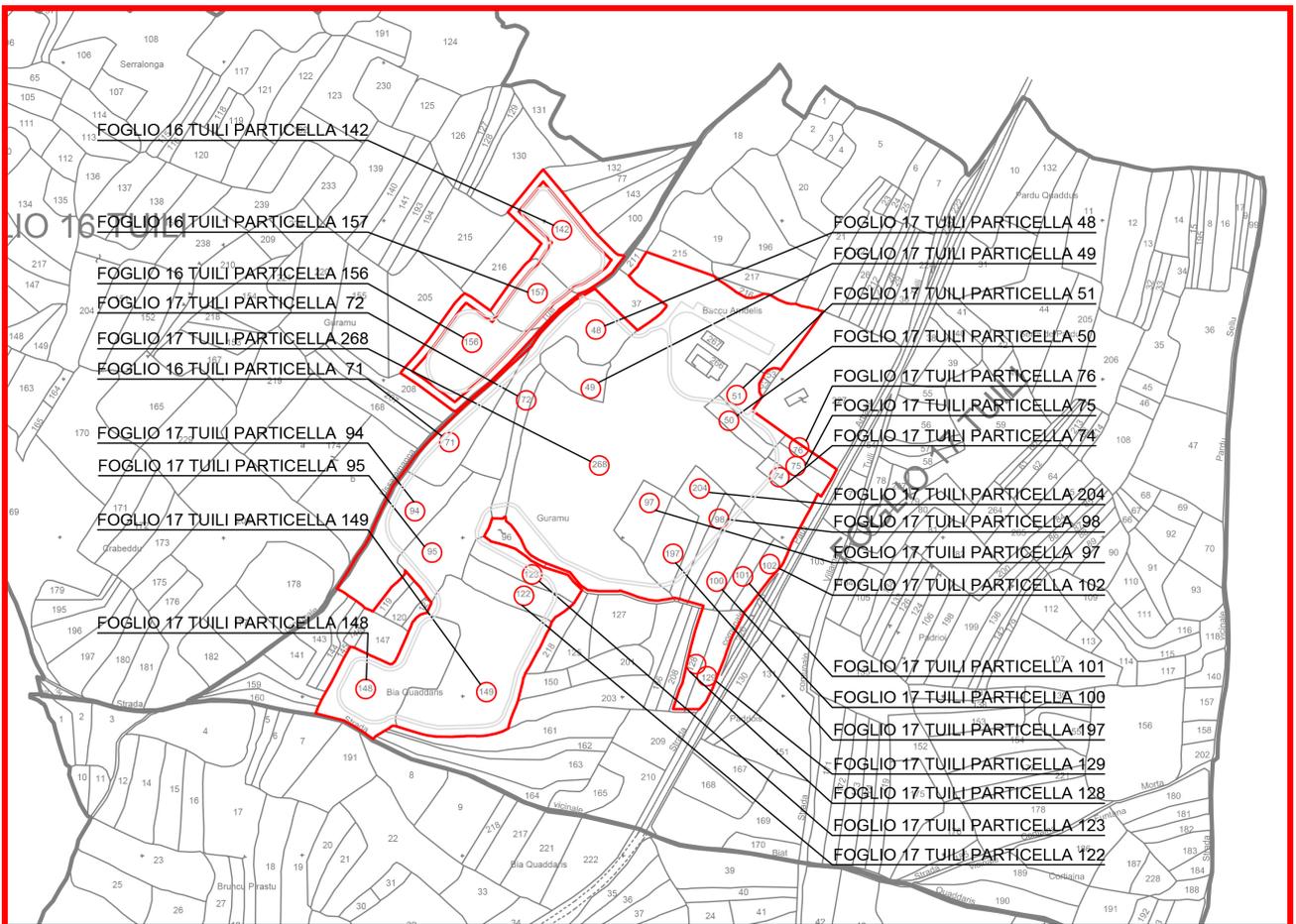
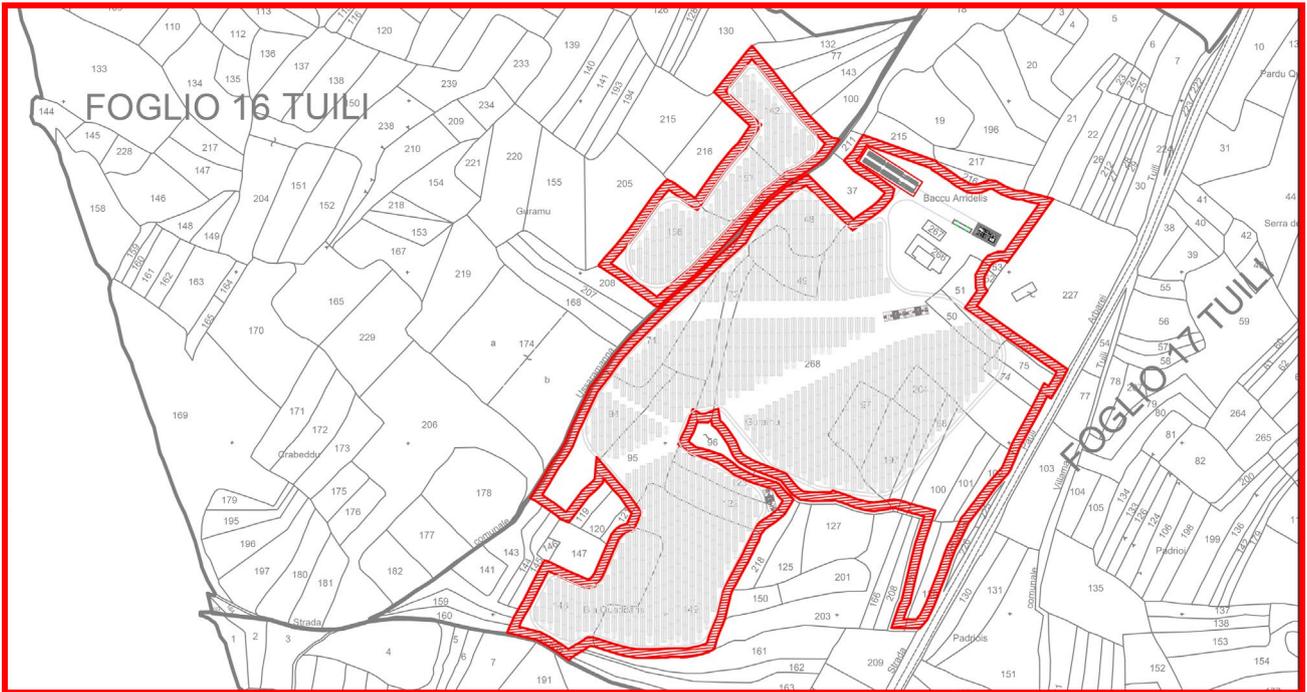
L'area interessata ricade interamente nel territorio del comune di Tuili, provincia del Sud Sardegna, in località denominata "Guranu".

Il fondo è distinto al catasto come segue:

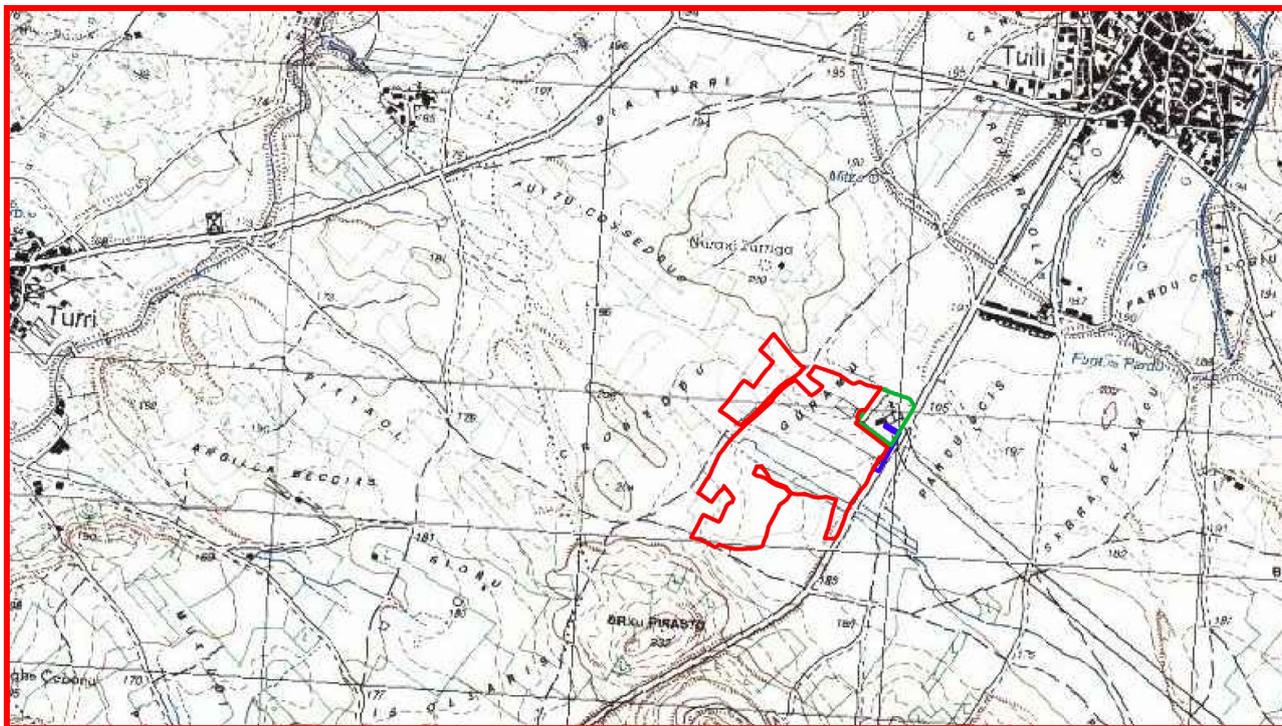
| COMUNE | FOGLIO | MAPPALE | SUP.Ha | DEST. URBANISTICA | TITOLO DI POSSESSO |
|--------|--------|---------|----------|-------------------|------------------------|
| Tuili | 16 | 142 | 01.03.70 | Zona E2 Agricola | Preliminare d'acquisto |
| Tuili | 16 | 156 | 01.23.75 | Zona E2 Agricola | Preliminare d'acquisto |
| Tuili | 16 | 157 | 00.55.55 | Zona E2 Agricola | Preliminare d'acquisto |
| Tuili | 17 | 76 | 00.11.25 | Zona E2 Agricola | Preliminare d'acquisto |
| Tuili | 17 | 94 | 01.05.95 | Zona E2 Agricola | Preliminare d'acquisto |
| Tuili | 17 | 95 | 00.95.90 | Zona E2 Agricola | Preliminare d'acquisto |

| | | | | | |
|--|----|-----|-----------------|------------------|------------------------|
| Tuili | 17 | 100 | 00.48.00 | Zona E2 Agricola | Preliminare d'acquisto |
| Tuili | 17 | 148 | 01.34.35 | Zona E2 Agricola | Preliminare d'acquisto |
| Tuili | 17 | 268 | 08.11.60 | Zona E2 Agricola | Preliminare d'acquisto |
| Tuili | 17 | 49 | 00.37.70 | Zona E2 Agricola | Preliminare d'acquisto |
| Tuili | 17 | 48 | 01.17.05 | Zona E2 Agricola | Preliminare d'acquisto |
| Tuili | 17 | 50 | 00.20.30 | Zona E2 Agricola | Preliminare d'acquisto |
| Tuili | 17 | 51 | 00.32.95 | Zona E2 Agricola | Preliminare d'acquisto |
| Tuili | 17 | 71 | 00.64.35 | Zona E2 Agricola | Preliminare d'acquisto |
| Tuili | 17 | 72 | 00.29.25 | Zona E2 Agricola | Preliminare d'acquisto |
| Tuili | 17 | 74 | 00.16.75 | Zona E2 Agricola | Preliminare d'acquisto |
| Tuili | 17 | 75 | 00.18.85 | Zona E2 Agricola | Preliminare d'acquisto |
| Tuili | 17 | 97 | 00.38.15 | Zona E2 Agricola | Preliminare d'acquisto |
| Tuili | 17 | 98 | 00.22.60 | Zona E2 Agricola | Preliminare d'acquisto |
| Tuili | 17 | 101 | 00.23.60 | Zona E2 Agricola | Preliminare d'acquisto |
| Tuili | 17 | 102 | 00.21.70 | Zona E2 Agricola | Preliminare d'acquisto |
| Tuili | 17 | 122 | 00.45.30 | Zona E2 Agricola | Preliminare d'acquisto |
| Tuili | 17 | 123 | 00.43.35 | Zona E2 Agricola | Preliminare d'acquisto |
| Tuili | 17 | 128 | 00.29.85 | Zona E2 Agricola | Preliminare d'acquisto |
| Tuili | 17 | 129 | 00.32.55 | Zona E2 Agricola | Preliminare d'acquisto |
| Tuili | 17 | 149 | 02.14.85 | Zona E2 Agricola | Preliminare d'acquisto |
| Tuili | 17 | 197 | 00.42.20 | Zona E2 Agricola | Preliminare d'acquisto |
| Tuili | 17 | 204 | 00.39.55 | Zona E2 Agricola | Preliminare d'acquisto |
| Superficie totale area intervento | | | 23.80.95 | | |
| Superficie totale impianto AGRO-FTV | | | 14.59.49 | | |
| Superficie totale Mandorleto | | | 08.16.88 | | |

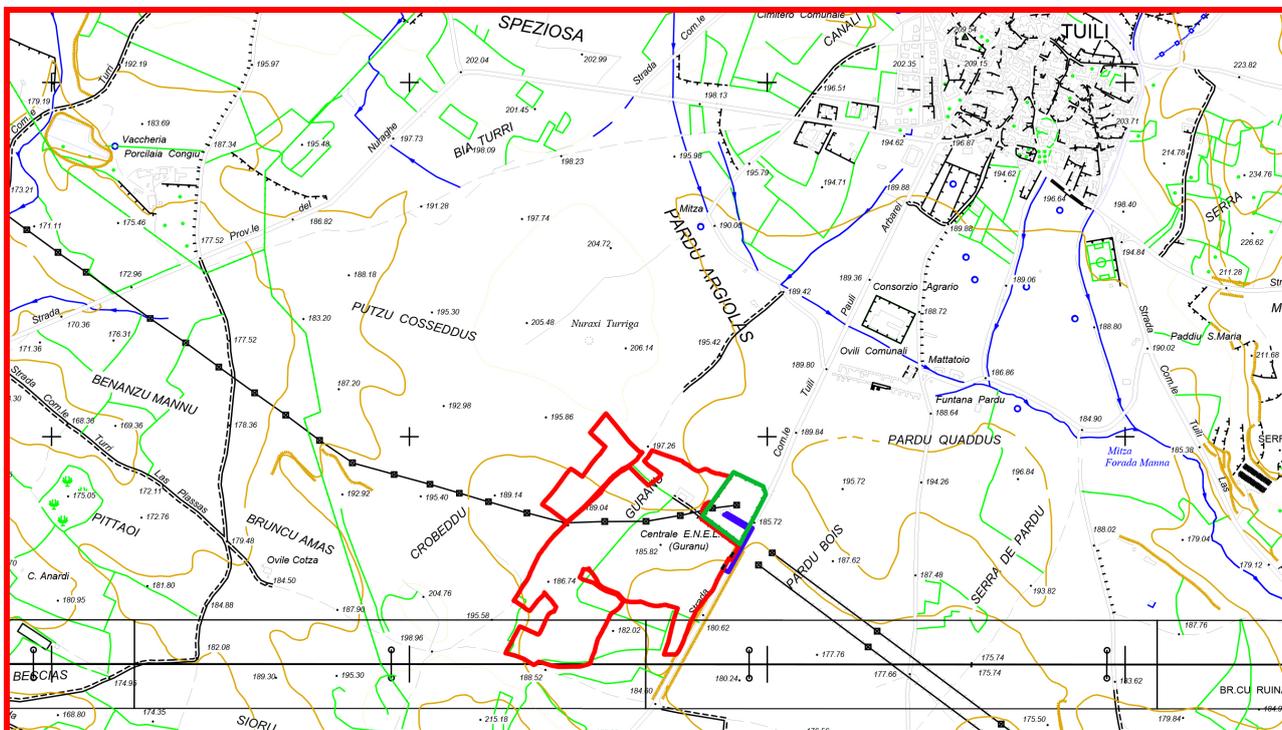




Nella Cartografia IGM ricade nel foglio 539 SEZ. I Tuili della cartografia ufficiale IGM in scala 1:25.000.



Mentre nella Carta Tecnica Regionale ricade nella sezione 539080 TUILI-539120 PAULI ARBAREI.



La viabilità d'accesso all'area di intervento è asfaltata, ed è collegata alla strada Provinciale N° 5 che collega Tuili a Pauli Arbarei.

5 SCOPO DELL'ACCUMULO DI ENERGIA NELL'AMBITO DI GRANDI CENTRALI FOTOVOLTAICHE

I sistemi di accumulo per grandi centrali fotovoltaiche permettono di dare una mano importante alla flessibilità di rete e alla stabilizzazione della frequenza della stessa. Inoltre, permetteranno di abbassare i costi dell'energia a beneficio di cittadini e industria, attività commerciali ecc, scaricando energia nella rete quando i prezzi sono massimi.

6 NORMATIVA E CERTIFICAZIONE PER I SISTEMI DI ACCUMULO

Le applicazioni stazionarie dei Sistemi di accumulo sono trattate in un certo numero di Standard IEEE, riepilogate nella Tabella 1.

| Standard | Titolo dello standard |
|-----------------|---|
| 1375 - 1998 | Guide for protection of stationary battery systems |
| 1491 - 2005 | Guide for selection and use of battery monitoring equipment in stationary applications |
| 1657 - 2009 | Recommended practice for personnel qualifications for installation and maintenance of stationary batteries |
| 1660 - 2008 | Guide for application and management of stationary batteries used in cycling service |
| 1679 - 2010 | Recommended practice for the characterization and evaluation of emerging energy storage technologies in stationary applications |

Lo Standard IEEE più significativo è il recente 1679-2010, che definisce quali obblighi informativi debba avere il costruttore quando si appresta a fornire una data tecnologia di accumulo. Tra gli altri, il costruttore dovrebbe specificare alle Norme di quale ente il suo prodotto è conforme ai fini della sicurezza. Tra i vari enti lo IEEE STD 1679-2010 cita i seguenti:

- Department of Transportation (DOTR)/International Air Transport Association (IATA)/International Marine Organization (IMO)
- American Society for Testing and Materials (ASTM)
- Underwriters Laboratories (UL)
- Canadian Standard Association (CSA)
- Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE)
- International Organization for Standardization (ISO)
- International Electrotechnical Commission (IEC*)

* nota IEC (International Electrotechnical Commission) è l'organizzazione che a livello mondiale si occupa della standardizzazione che include tutti i Comitati tecnici nazionali (IEC nazionali). Lo scopo dell'IEC è di promuovere la cooperazione internazionale su tutti gli argomenti che concernono la standardizzazione di equipaggiamenti e sistemi elettrici ed elettronici, pubblicando Standard Internazionali, Specifiche Tecniche e Guide tecniche.

7 DEFINIZIONI DEI SISTEMI DI ACCUMULO

Prima di entrare nel merito delle considerazioni tecniche che hanno portato alle scelte di progetto è necessario precisare i termini della questione, definendo i parametri essenziali secondo la normativa tecnica. Sistema di Accumulo: è un insieme di dispositivi, apparecchiature e logiche di gestione e controllo, funzionale ad assorbire e rilasciare energia elettrica, previsto per funzionare in maniera continuativa in parallelo con la rete con obbligo di connessione di terzi o in grado di comportare un'alterazione dei profili di scambio con la rete elettrica (immissione e/o prelievo)

La maggior parte dei sistemi di storage attualmente operativi nel mondo utilizza **batterie al litio**. L'universo delle batterie al litio si basa su un gruppo variegato di tecnologie, in cui il filo conduttore per accumulare energia è l'utilizzo degli ioni di litio, particelle con una carica positiva libera che possono facilmente entrare in reazione con altri elementi.

Il funzionamento di carica e scarica delle batterie al litio, la cui struttura è composta da un elettrodo positivo (catodo in litio) ed un elettrodo negativo (costituito da un anodo in carbonio), si realizza tramite reazioni chimiche che consentono di accumulare e restituire l'energia, in questo caso generata dagli impianti rinnovabili. Le batterie al litio presentano caratteristiche tecnologiche molto

interessanti per le applicazioni energetiche, tra cui la **modularità**, l'elevata **densità energetica** e l'alta **efficienza di carica e scarica**, che può superare il 90% a livello di singolo modulo.

La tecnologia basata su Nichel, Manganese e Cobalto (NMC) ha conosciuto negli ultimi anni una vera e propria rivoluzione dal punto di vista dell'aumento della produzione e della discesa dei prezzi, scesi secondo i dati di Bloomberg di circa l'85% dal 2010 al 2018.

8 RELAZIONE DIMENSIONAMENTO STORAGE

L'opera in oggetto come esposto alla premessa e relativa alla realizzazione è un impianto fotovoltaico ad inseguimento mono-assiale di potenza nominale pari a circa 15.190.000 kW , e delle relative opere connesse, nel territorio del Comune di Tuili (SU), in località "Guranu".

L'opera risulta dotata di un sistema di accumulo di energia a batterie (BESS – Battery Energy Storage System) agli ioni litio, di potenza pari a 5,6 MWh. Un BESS è un impianto di accumulo elettrochimico di energia costituito da apparecchiature e dispositivi necessari per l'immagazzinamento dell'energia ed alla conversione bidirezionale della stessa in energia elettrica in media tensione.

L'unità fondamentale dello storage è rappresentata dalle celle elettrochimiche, che vengono tra loro elettricamente collegate in serie ed in parallelo per formare moduli di batterie. I moduli, a loro volta, vengono elettricamente collegati tra loro ed assemblati in appositi armadi (rack), che verranno infine sigillati e posizionati all'interno di container in modo tale da conseguire i valori richiesti di potenza, tensione e corrente. Questa caratteristica costruttiva rende i sistemi di accumulo "modulabili", lasciando la possibilità, quindi, di incrementare successivamente la capacità energetica dello storage.

La struttura dei container sarà autoportante, di tipo monolitico, realizzata in lamiera di acciaio verniciata. Saranno utilizzati travi tubolari in acciaio e lamiere corrugate, perfettamente accoppiate, mediante un procedimento semi automatico di saldatura. Tutte le saldature saranno realizzate da saldatori patentati. La struttura sarà costruita, per la movimentazione, con nr. 4 blocchi di angoli inferiori e nr. 4 blocchi di angolo superiori. Nei quattro angoli e in prossimità dei punti di sollevamento, saranno inseriti dei montanti in travi di ferro e lamiera pressopiegata atti a garantire la resistenza richiesta in fase di sollevamento. Inoltre, il container avrà un'alta resistenza al vento ed al sisma. Sarà previsto un'asola per l'ingresso/uscita dei cavi di circa 450x150 mm.

Il telaio della porta sarà realizzata in profilati di acciaio e saldato al controtelaio fissato sulla struttura del container; la stessa avrà apertura verso l'esterno. Le pareti saranno realizzate con

lamiera metallica di spessore 1,5 mm, saldate a tenuta con il fondo ed il tetto. Il perimetro del tetto sarà costruito con profilati in acciaio, la tamponatura sarà fatta con lamiere gregate a profilo chiuso e garantirà il drenaggio delle acque piovane. Tutte le strutture e le lamiere saranno saldate in continuo tra loro e con la struttura principale. La coibentazione sarà ottenuta mediante pannelli sandwich autoportanti di spessore totale 30 mm, fissati con opportuni profili orizzontali e verticali in acciaio zincato alle strutture. I suddetti pannelli saranno costituiti da lamiere interne ed esterne di spessore 0,5 mm ed avranno un'anima realizzata in poliuretano ad alta densità. Il basamento del container sarà costituito da una struttura perimetrale con profilati UNP e travi intermedie realizzate con pressopiegati con profilo a "C" di spessore 4 mm. Il fondo del container sarà realizzato, partendo dall'esterno verso l'interno, da una lamiera di 2 mm, uno strato di coibentazione e una lamiera interna di 3 mm. Il pavimento sarà in grado di sopportare un carico di 15/20 quintali a mq. saranno saldati sul fondo appropriati supporti per fissare le apparecchiature; per consentire il passaggio dei cavi interni saranno predisposte delle canaline. La struttura sarà verniciata, del colore da Voi indicato, secondo il sistema di verniciatura C5-M. Sarà garantita la continuità elettrica della struttura del container mediante l'inserimento di nr. 4 bulloni di messa a terra, inseriti nei quattro vertici inferiori del box.

In virtù delle loro caratteristiche tecnologiche, gli storage elettrochimici si configurano tra i principali fattori abilitanti della transizione energetica in corso, contribuendo a:

- Fornire servizi ancillari di rete (ad esempio regolazione di frequenza) e supporto alla stabilità del sistema (es. inerzia);
- Limitare il curtailment di eolico e FV (previsto in aumento in assenza di
- altre misure) e ridurre i fenomeni di congestioni di rete;
- Ottimizzare gli investimenti in infrastrutture di rete.

La versione finale del Piano Nazionale Integrato Energia e Clima (PNIEC) prevede, per il raggiungimento degli obiettivi per la sicurezza energetica del sistema elettrico, l'installazione di nuovi sistemi di accumulo centralizzati per una potenza complessiva pari ad almeno 6 GW entro il 2030 (3GW entro il 2025), "prevalentemente rivolti a partecipare al mercato dei servizi di rete e localizzati principalmente nella zona Sud seguita da Sicilia e Sardegna". Di questa nuova capacità di accumulo almeno il 50% dovrà essere costituita da sistemi di accumulo elettrochimici.

L'impianto di storage sarà quindi in grado di garantire diversi servizi di dispacciamento e controllo della frequenza sulla base delle necessità della rete, partecipando al mercato dei servizi e ai progetti pilota indetti dal gestore della rete di trasmissione.

A tal proposito, si menziona il progetto "Fast Reserve" per la fornitura del servizio di regolazione

ultra-rapida della frequenza, all'interno del quale alla Sardegna è stato riservato un contingente di potenza di 30MW Totali previsti dal bando). Inoltre, è già stato reso pubblico che Terna metterà in consultazione un ulteriore progetto pilota volto a sperimentare nuove modalità di fornitura del servizio di regolazione secondaria di frequenza da parte di dispositivi ad energia limitata, fonti rinnovabili non programmabili e aggregati di dispositivi; progetto in cui lo storage potrà ovviamente prendere parte.

Infine, l'impianto di accumulo, con l'impianto di produzione FV, potrà partecipare al mercato della capacità.

Grazie alla presenza del sistema di accumulo, l'impianto di progetto sarà in grado di "modulare" l'energia elettrica immessa in rete, potendo accumulare l'energia prodotta durante periodi di massima offerta e vendendo poi la stessa nei periodi di massima richiesta (arbitraggio dell'energia). In ogni situazione di esercizio, comunque, il sistema di accumulo sarà gestito al fine di immettere in rete una potenza massima complessiva (inclusa la potenza dell'impianto fotovoltaico) pari alla potenza in immissione concessa nella STMG.

Al fine di garantire il funzionamento in sicurezza dello storage, ogni container è dotato di:

- Sistemi di controllo delle condizioni ambientali, con lo scopo di mantenere le condizioni di umidità, temperatura e ventilazioni dei locali a valori ottimali per il corretto funzionamento in sicurezza dell'impianto;
- Centrale rilevamento fumi, calore e fiamme libere;
- Sistema antincendio, in grado di contenere eventuali incendi, spegnere le fiamme e prevenire in modo affidabile la diffusione di incendi secondari;
- Battery Management System, BMS, un componente fondamentale per il funzionamento dei sistemi di storage, ma che ricopre anche un importante ruolo di prevenzione dei guasti; ai BMS sono richiesti diverse funzioni, tre le quali:
 - La ricarica in sicurezza delle celle;
 - Il mantenimento del sistema nelle condizioni di lavoro raccomandate dal progettista (V,I,T);
 - L'interruzione di corrente in caso di malfunzionamento condizione operativa non gestibile in modo corretto;
 - Lo scambio di informazioni con l'esterno;
 - L'avviso di pericolo se una cella è in stato di cortocircuito;
 - Diagnostica (presenza di deformazioni, fumo nell'ambiente, problemi elettrici);
 - Azionamento ventole, sistemi di sicurezza.



All'interno dell'area di impianto verranno posizionate le apparecchiature relative al sistema di accumulo elettrochimico, costituite da 2 Skid contenenti:

- il converter ;
- il trasformatore MT/BT;
- l'Energy Management System;
- le protezioni di media tensione.

Ogni skid è collegato ai rispettivi container contenenti i pacchi batterie. I diversi skid saranno collegati alla cabina di raccolta MT dell'impianto attraverso un linea MT 15kV, in maniera conforme ai requisiti previsti dalla norma CEI 0-16 ed al Codice di Rete di Enel.

Le caratteristiche principali del sistema di accumulo sono:

- Convertitore bidirezionale a quattro quadranti ad alta efficienza ottimizzato per applicazioni ESS
- Efficienza di conversione di prim'ordine con un unico stadio di conversione della potenza, ottimizzato per perdite minime
- Costruzione modulare e industrializzazione dell'armadio per la massima affidabilità e un facile accesso a tutti i componenti per manutenibilità e facilità di manutenzione in loco
- Inverter collegati alla rete, compatibili anche con la modalità operativa off-grid
- Funzioni integrate del codice di rete (LVRT, controllo della potenza reattiva, controllo della frequenza e della tensione) in conformità con gli standard europei e internazionali più avanzati
- Compatibile con tutti i tipi di batteria
- Possibilità di monitoraggio remoto sia per un singolo dispositivo che per un'installazione multi-inverter
- Protezione lato DC integrata fornita da sezionatore con bobina di rilascio
- Protezione da cablaggio errato integrata sul lato CC

- Protezione lato CA integrata con interruttore di sezionamento automatico
- Monitoraggio attivo integrato dell'isolamento CC
- Modbus integrato su RS485 e TCP-IP su connessione dati Ethernet
- Ingressi integrati per sensori ambientali

Di seguito si riportano nella seguente tabella, il numero di container di accumulo previste a regime nei prossimi anni, e la capacità di accumulo prevista.

Considerando che Ogni container può contenere circa 550 batterie ed ogni container potrebbe accumulare fino a 1,4 MWh di energia.

| Capacità di Accumulo Energetico | | | |
|---------------------------------|---|----------------------------------|------------------------------------|
| Numero Container Accumulo | Capacità di Accumulo Energetico per Container (MWh) | Numero di Batterie per Container | Massima capacità di Accumulo (MWh) |
| 4 | 1,4 | 550 | 5,6 |

9 BATTERIE E CERTIFICAZIONI

Si prevede l'utilizzo di batterie Litio/ioni (come descritto in maggiore dettaglio nel paragrafo successivo).

CERTIFICAZIONI:

attualmente le batterie devono rispettare una serie di norme e certificazioni in Italia e in Europa come precedentemente descritto. In particolare, le principali certificazioni relative ai modelli selezionati come evidenziato nei datasheet allegati e in parte riportati di seguito, sono:

Certificazione delle singole celle: UL 1642, UN 38.3

Certificazione del prodotto: CE, IEC 62619, UL 1973, UN 38.3, IEC 61000-6-3, BattG 2006/66/EG

In fase di realizzazione i modelli e le tecnologie potrebbero essere differenti, ma chiaramente sempre rispondenti alle normative vigenti e con le idonee certificazioni di conformità.

Si riportano di seguito le schede delle due tecnologie selezionate attualmente per il progetto.

10 BATTERIE LITIO/IONI

Un prodotto che si prevede di poter implementare nel nostro progetto è il TS HV 70 System della TESVOLT, per il quale si allega il datasheet.

| Technical specifications TESVOLT TS HV 70 | |
|---|---|
| Energy | 67kWh |
| C rate | 1C (4C max. 20 sec.) |
| Cells | Lithium NMC prismatic (Samsung SDI) |
| Max. charging, discharging current | 100A |
| Cell balancing | Active Battery Optimizer |
| Cycles @ 100% DoD 70% EoL 23°C +/-5°C 1C/1C | 6,000 |
| Cycles @ 100% DoD 70% EoL 23°C +/-5°C 0,5C/0,5C | 8,000 |
| Efficiency (battery) | up to 98% |
| Operating voltage | 627 to 814V |
| Operating temperature | -10 to 50°C |
| Humidity | 0 to 85% (non-condensing) |
| Weight | (14 battery modules, 2 racks) 824kg |
| | Weight per battery modul 36kg |
| | Weight per rack 120kg |
| Dimensions (H x W x D) | 1,900x 1,200 x 600 mm |
| Certificates/norms | Cells: UL 1642, UN 38.3 |
| | Product: CE, IEC 62619, UL 1973, UN 38.3, IEC 61000-6-3, BattG 2006/66/EG |
| Warranty | 10-year performance warranty, 5-year product warranty |
| Recycling | free take-back scheme from TESVOLT |
| Protection class | IP20 |

demerks of SMA Solar Technology AG in many countries.

11 ASPETTI DI SICUREZZA E AMBIENTALI

11.1 Principali Tecnologie

Di seguito si evidenziano le caratteristiche chimiche, elettriche e tecnologiche per le principali tipologie di batterie applicabili alla situazione in oggetto.

11.2 Batterie Litio/Ioni

In una batteria litio/ioni il catodo è solitamente costituito da un ossido litiato di un metallo di transizione (LiTMO₂ con TM = Co, Ni, Mn) che garantisce una struttura a strati o a tunnel dove gli ioni di litio possono essere inseriti o estratti facilmente. L'anodo è generalmente costituito da grafite allo stato litiato in cui ogni atomo è legato ad altri tre in un piano composto da anelli esagonali fusi assieme e che grazie alla delocalizzazione della nuvola elettronica conduce elettricità.

L'elettrolita è composto tipicamente da sali di litio come l'esaffluorofosfato di litio (LiPF₆) disciolti in

una miscela di solventi organici (carbonato di dimetile o di etilene) e la membrana separatrice è costituita normalmente da polietilene o polipropilene.

I collettori di corrente sono generalmente costituiti da metalli che non devono reagire con l'elettrolita e sono solitamente il rame per l'anodo e l'alluminio per il catodo.

Le batterie litio/ioni sono una famiglia di accumulatori elettrochimici che si differenziano tra loro oltre che per la tecnologia dell'elettrolita (liquido o polimerico) anche per quella dei materiali catodici ed anodici. Il materiale catodico più utilizzato ed il primo ad essere usato è l'ossido litiato di cobalto (LiCoO₂) il quale presenta una buona capacità di immagazzinare ioni di litio, ma critico quando si verifica la sovraccarica della cella, che può determinare il collasso della struttura del materiale con conseguente rilascio di grande quantità di calore. Inoltre la lieve tossicità e l'elevato costo del cobalto ha determinato recenti sforzi per cercare alternative migliori.

Per migliorare la stabilità e ridurre i costi sono oggi realizzati catodi composti di ossidi misti a tre elementi di transizione a base di nichel/cobalto come l'NCA, NMC, che permettono di ottenere prestazioni superiori dell'ossido di cobalto con prezzi decisamente inferiori.

Il materiale anodico maggiormente utilizzato è il carbonio nella forma allotropica della grafite, poiché permette di ottenere una capacità prossima a quella del litio metallico.

Come materiale anodico alternativo al carbonio ed alla grafite, è possibile utilizzare ossidi di titanio, per esempio anatasio e rutilio. In particolare, il titanato di litio Li₄/3Ti₅/304 (LTO) è stato ampiamente studiato come materiale anodico ottimale da molti enti di ricerca nel mondo. Le batterie agli ioni di litio con anodo LTO possono garantire un'elevata potenza, una lunga durata ed una estrema sicurezza perché l'elettrodo LTO presenta vantaggi in termini di stericità termica sia a basse temperature (-30°C) che ad alta temperatura (+70°C).

12 CONSIDERAZIONI DI IMPATTO AMBIENTALE RELATIVE AI SISTEMI DI ACCUMULO

I requisiti generali di impatto ambientale riguardano, su scala globale, argomenti relativi alla progettazione, produzione dei componenti, installazione, funzionamento, manutenzione ed aspetti relativi al riciclo dei materiali, con particolare attenzione al rispetto dell'ambiente e del territorio ed allo sviluppo di prodotti non inquinanti.

I requisiti ambientali di un SdA (Sistemi di Accumulo) sono influenzati dalle condizioni di installazione (residenziale, industriale, Utility, SdA associato a generazione elettrica da fonte

rinnovabili), dal tipo di tecnologia elettrochimica utilizzata e dalle tipologie di rischio tecnico introdotte nell'installazione.

I SdA sono influenzati dalle condizioni ambientali in cui vengono installati; a loro volta possono avere degli effetti rispetto all'ambiente circostante in caso di un evento non controllato. In tal senso, i SdA andrebbero considerati durante le condizioni di funzionamento usuali e non usuali.

Il principio generale definisce che in condizioni di funzionamento "usuali" i SdA non dovrebbero essere influenzati dalle condizioni ambientali che caratterizzano l'installazione. Le condizioni ambientali "non normali", disastro naturale o accidentale, dovrebbero avere un impatto il più possibile controllato nei riguardi del SdA e viceversa. I SdA hanno un impatto sull'ambiente durante tutte le fasi del loro ciclo di vita, in termini di acquisizione dei materiali grezzi, produzione, distribuzione, uso applicativo e trattamenti di fine vita. A tal fine è appropriato ricevere dai fornitori un'analisi di impatto ambientale che generalmente contiene: analisi tecnica della tecnologia di accumulo utilizzata, livello di rumore, test sismici, effetti ambientali.

A titolo esemplificativo e non esaustivo, si possono considerare le seguenti condizioni climatiche e accidentali relative al punto di installazione del SdA:

13.1 Condizioni climatiche

- Temperatura
- Umidità
- Altitudine
- caratteristiche geologiche

13.2 Condizioni accidentali di funzionamento e manutenzione

terremoto
vibrazione
allagamenti
incendio
esplosione

13 ANALISI DEL RISCHIO

Occorre prima premettere alcune precisazioni terminologiche e lessicali visto che i termini che verranno usati fanno parte di un lessico non scientifico e quindi si potrebbero ingenerare

confusioni. Le definizioni che seguono sono prese dalla guida ICH Q9 “Quality risk management”:

- HARM (danno) Damage to health, including the damage that can occur from loss of product quality or availability (Danno all'integrità includendo quello proveniente dalla perdita della qualità del prodotto o della sua disponibilità)
- HAZARD (pericolo) Potential source of harm (Sorgente potenziale di danno)
- SEVERITY (severità o gravità o magnitudo) Measure of the possible consequences of a hazard (Misura delle possibili conseguenze di un pericolo)
- PROBABILITY (probabilità) Extent to which the harm is likely to occur (Probabilità che si verifichi il danno)
- RISK (rischio) Combination of the probability of occurrence of harm and the severity of that harm (Combinazione della probabilità di accadimento di un danno e della severità del danno medesimo)
- DETECTABILITY (rilevabilità) Extent to which the harm is evident (Possibilità di rilevare il danno)
- RISK ANALYSIS (analisi di rischio) Use of available information to identify hazards and to estimate the risk (Utilizzo di informazioni disponibili per identificare i pericoli e per stimare il rischio)

Le tecniche più utilizzate per l'analisi del rischio sono:

- Process/System Checklists (Liste di controllo di processo/sistema)
- Safety Review (Revisione di sicurezza)
- Preliminary Hazard Analysis (Analisi preliminare di rischio)
- “What If” Analysis (Analisi “What If”)
- Cause-Consequence Analysis (Analisi cause-conseguenze)
- FMEA e FMECA (Failure Modes and Effects Analysis, Failure Modes and Effects and Criticality Analysis): (Analisi dei modi di guasto, effetti e criticità)
- HAZOP (Hazard and Operability study): (Analisi di pericolo e funzionalità)
- FTA (Fault Tree Analysis): (Albero dei guasti)

- ETA (Event Tree Analysis): (Albero degli eventi)
- Dow and Mond Hazard Indices: (Indici di rischio Dow and Mond)
- HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Points): (Analisi del pericolo e punti critici di controllo)

Senza addentrarci in ognuno dei sopraccitati, si descrivono solo i più usati. Ad esempio l'HAZOP è un metodo induttivo che consente di identificare potenziali deviazioni nel progetto di realizzazione di un sistema, rispetto agli intenti iniziali ("design intent"), di esaminarne le possibili cause valutandone le conseguenze. Il metodo FTA è un buon metodo per valutare i fattori che più influiscono su un parametro. I risultati mostrano una rappresentazione visiva dei "fallimenti" e una stima quantitativa delle probabilità del fallimento di ogni modalità.

Il FMEA e FMECA sono sovente applicati ad attrezzature e macchinari, e possono essere utilizzati anche per analizzare un processo di fabbricazione e per individuare passaggi ad alto rischio o parametri critici. La differenza tra FMEA e FMECA consiste nel fatto che con la tecnica originaria, la FMEA, si può condurre un'analisi solo qualitativa di difetti o malfunzionamenti (risk estimation). La FMECA completa quindi il processo del FMEA incorporando un'indagine intorno al grado di severità e alla probabilità e rilevabilità di ogni evento, con una valutazione della criticità di ogni difetto o malfunzionamento (risk evaluation). Il risultato è la definizione dell'indice di priorità del rischio per ognuno dei sopraccitati eventi.

L'analisi del rischio viene effettuata relativamente alle caratteristiche relative all'installazione di SdA, basandosi sulla severità dell'accadimento e sulla probabilità che esso provochi un danno. A tal fine il Comitato Tecnico internazionale IEC TC 120 Electrical Energy Storage (EES) Systems, è attualmente al lavoro per produrre una Norma per gli aspetti di impatto ambientale e la sicurezza legati agli SdA.

14 STIMA COSTI E SOLUZIONI DI SMALTIMENTO SISTEMA DI ACCUMULO

Per lo smaltimento dei Sistemi di Accumulo in oggetto, particolare attenzione vanno poste per i rifiuti di tipo "Speciale" e "Tossico-nocivo":

Rifiuti di tipo speciale: in questa categoria sono compresi tutti quei rifiuti derivanti da lavorazioni dell'industria di trasformazione (industria chimica, raffinerie, concerie, ecc.), da attività artigianali

(autofficine, laboratori artigianali, ecc.), attività agricole (allevamenti di animali, mangimifici, ecc.) che per quantità e qualità non si possano considerare assimilabili ai rifiuti urbani.

Rifiuti di tipo tossico-nocivo: in questa categoria sono compresi tutti quei rifiuti tossici o nocivi che sono contaminati o contengono in parte tutte le sostanze elencate nel DPR 915/82.

Lo smaltimento di questi rifiuti deve essere eseguito secondo le direttive vigenti nel paese dell'utilizzatore in ambito di tutela dell'ambiente e devono obbligatoriamente essere affidati solo ed esclusivamente a ditte autorizzate e specializzate per il trattamento specifico della sostanza stessa.

Riepilogo aspetti relativi allo smaltimento/ambientali per tecnologia di accumulatori elettrochimici:

| Tecnologia | Aspetti relativi allo smaltimento/ambientali |
|----------------------------|---|
| Piombo acido | Contengono materiali parzialmente inquinanti, per cui lo smaltimento deve essere gestito da ditte autorizzate e specializzate. Dal 1988 è stato istituito il COBAT, Consorzio Obbligatorio per le Batterie al piombo esauste e rifiuti piombosi, che assicura la raccolta e il riciclaggio delle batterie esauste. Attualmente il metallo riciclato dalle batterie esauste rappresenta oltre il 40% della produzione italiana di piombo. |
| Nichel/cadmio | Il maggiore problema ambientale è legato alla presenza dell'elettrodo di cadmio, un metallo pesante e tossico. Per tale ragione gli accumulatori nichel/cadmio sono classificati come rifiuti pericolosi. La Direttiva Europea 2006/66/EC stabilisce che le batterie nichel/cadmio per applicazioni industriali devono essere raccolte dal produttore e riciclate in strutture specializzate. Dal processo di riciclaggio è possibile recuperare il 99% dei metalli contenuti, e il cadmio derivante da questo processo è destinato alla realizzazione di nuovi accumulatori. |
| Litio/ioni | Non presentano problemi di inquinamento ambientale dato il ridotto livello di tossicità dei componenti costituenti le batterie. L'unico elemento che può presentare problemi ambientali è rappresentato dai solventi utilizzati all'interno degli elettroliti liquidi, i quali risultano infiammabili, irritanti e corrosivi. |
| Sodio/cloruro di Nichel | Non presentano problemi dal punto di vista ambientale dato il carattere poco inquinante dei due elettrodi. Il processo di riciclaggio delle batterie |

La stima che ci è stata fornita è di circa 0,3-0,6 € per ogni Kg di batteria.

Considerando che il peso medio di un accumulo da una batteria è di circa 110 kg, e che per ogni MWh sono previste 550 Batterie, abbiamo un costo medio di smaltimento, mettendosi nel caso di costo maggiore, pari a 36.300 €.

Il nostro progetto prevede 5,6 MWh di accumulo potenziale e quindi un costo di smaltimento totale pari a 203.280,00 € circa.