COMUNE DI ESTERZILI

COMUNE DI ESCALAPLANO

PROVINCIA DEL SUD SARDEGNA

REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO DENOMINATO " ESTERZILI/ESCALAPLANO " COMPOSTO DA 11 AEROGENERATORI DA 5,6 MW PER UNA POTENZA COMPLESSIVA DI 61,60 MW SITO NEI COMUNI DI ESTERZILI ED ESCALAPLANO (SU), CON OPERE DI CONNESSIONE

Proponente:
ETANRG SRL
Via Pietro Cossa n. 5
20122 Milano (MI)

Progettazione:
LEONARDO ENGINEERING SRL
Viale Lamberti snc
81100 Caserta

Signed by: APREDA ANTONINO
Issuer: Namirial CA Firma Qualificata
Signing time: 05-03-2024 17:11 UTC +01

Antonino Apreda

ETANRG S.R.L.

Ing. Giovanni Savarese

Firmato digitalmente da: GIOVANNI SAVARESE
Data: 06/03/2024 09:59:58

LECIS FRANCESCO
2024.03.05 15:42:19
CN=LECIS FRANCESCO
C=IT
2.5.4.4=LECIS
2.5.4.42=FRANCESCO

Elaborato	EE.PD.AMB.07	RELAZIONE FLORO-VEGETAZIONALE

Cod. pratica	Data	Consegna	Formato	Scala	Livello progettuale
EE_01	Marzo 2024		A4	-	Progetto definitivo

REVISIONI	Rev.	Data	Descrizione	Elaborato	Controllato	Approvato
	01	Febbraio 2024	Prima emissione	G. Donnarumma	V.Vanacore	M. Afeltra

Il presente elaborato è di proprietà della Leonardo Engineerin srl
E' vietata la comunicazione a terzi e/o la riproduzione senza il preventivo permesso scritto della suddetta società. La società tutela i proprio diritti a rigore di Legge.

REALIZZAZIONE IMPIANTO EOLICO

11 AEROGENERATORI DA 5,6 MW

POTENZA COMPLESSIVA 61,6 MW

COMUNI DI ESTERZILI/ESCALAPLANO (SU)

RELAZIONE FLORISTICO - VEGETAZIONALE

Febbraio 2024

Proponente:

ETANG SRL

Via Pietro Cossa, 5

20122 Milano

Progettazione

LEONARDO ENGINEERING SRL

Viale Lamberti, snc

81100 Caserta

I TECNICI

Dott. Nat. Francesco Lecis

Coordinamento

Agr. Dott. Nat. Francesco Mascia

Botanico

INDICE

1 PREMESSA 3

2 INQUADRAMENTO DELL'AREA 4

2.1 Inquadramento generale 4

2.2 Siti di interesse botanico 5

2.3 Alberi monumentali 7

3 ASPETTI FLORISTICI 8

3.1 Stato delle conoscenze 8

3.2 Rilievi floristici sul campo 16

4 ASPETTI VEGETAZIONALI 27

4.1 Vegetazione potenziale 27

4.2 Vegetazione attuale 29

4.2.1 Vegetazione riscontrata sul campo 30

4.2.2 Vegetazione di interesse conservazionistico 40

5 INDIVIDUAZIONE DEI POTENZIALI IMPATTI 42

5.1 Fase di cantiere 42

5.1.1 Impatti diretti 42

5.1.2 Impatti indiretti 45

5.2 Fase di esercizio 46

5.3 Fase di dismissione 46

5.4 Impatti cumulativi 47

6 MISURE DI MITIGAZIONE E COMPENSAZIONE 48

6.1 Misure di mitigazione 48

6.2 Misure di compensazione 50

7 CONCLUSIONI 52

8 BIBLIOGRAFIA 54

9 PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE (PMA) – COMPONENTE FLORA E VEGETAZIONE 59

9.1 Requisiti del PMA 59

9.2 Criteri specifici del PMA..... 60

9.3 Gestione delle anomalie o criticità emerse dagli esiti del monitoraggio (azioni correttive) 67

9.4 Articolazione temporale: frequenza e durata dei monitoraggi 68

9.5 Localizzazione delle aree di indagine e dei punti di monitoraggio 69

10 PIANO DI MONITORAGGIO DELLE OPERE A VERDE 73

1 PREMESSA

La seguente trattazione si prefigge lo scopo di fornire una descrizione della componente floristico-vegetazionale presente nel sito proposto per la realizzazione di un impianto per la produzione di energia da fonte eolica da 61,6 MW (11 aerogeneratori) nel territorio amministrativo dei comuni di Escalaplano e Esterzili (Provincia del Sud Sardegna - Regione Sardegna).

La stessa è stata redatta in riferimento alle seguenti normative e linee guida, ove applicabili:

Decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152. Norme in materia ambientale;

D.M. 10 settembre 2010. Linee guida per l'autorizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili.

D.G. Regione Sardegna n. 3/25 del 23.01.2018. Linee guida per l'Autorizzazione Unica degli impianti alimentati da fonti rinnovabili, ai sensi dell'articolo 12 del D.Lgs. n. 387/2003 e dell'articolo 5 del D.Lgs. n. 28/2011. Modifica della deliberazione n. 27/16 del 1° giugno 2011;

D.G. Regione Sardegna n. 59/90 del 27.11.2020. Individuazione delle aree non idonee all'installazione di impianti alimentati da fonti energetiche rinnovabili;

D.G. Regione Sardegna n. 11/75 del 24.03.2021. Direttive regionali in materia di VIA e di provvedimento unico regionale in materia ambientale (PAUR).

Linee Guida SNPA n. 28/2020. Norme Tecniche per la redazione degli studi di impatto ambientale.

Finalità dell'indagine è la realizzazione di una caratterizzazione botanica - in particolare relativamente alle componenti floristica, vegetazionale e relativi habitat dell'area di studio - rappresentata dalle superfici direttamente interessate dalla realizzazione delle opere in progetto.

La componente floristica è stata caratterizzata attraverso indagini in situ, con lo scopo di ottenere un elenco quanto più esaustivo possibile dei principali taxa di flora vascolare presenti all'interno del sito e che saranno coinvolti in varia misura dalla realizzazione dell'opera. Tali informazioni raccolte sul campo sono state opportunamente integrate con i dati presenti nel materiale bibliografico e di erbario eventualmente disponibili per il territorio in esame.

Per quanto concerne la componente vegetazionale, le indagini sul campo hanno permesso di definire i lineamenti generali del paesaggio vegetale (vegetazione reale e potenziale) e caratterizzare le singole tipologie di vegetazione presenti all'interno del sito dal punto di vista fisionomico-strutturale, floristico e sintassonomico.

I risultati emersi dalla caratterizzazione delle due componenti e di eventuali habitat sensu Direttiva 92/43 CEE ad esse correlati, sono stati utilizzati per l'identificazione dei potenziali impatti diretti e indiretti, a breve e lungo termine, reversibili e irreversibili e cumulativi derivanti dalla realizzazione dell'opera, prevedendo, ove necessario, opportune misure di mitigazione e compensazione.

2 INQUADRAMENTO DELL'AREA

2.1 Inquadramento generale

Il sito di realizzazione del proposto parco eolico ricade nella Sardegna centro-orientale, nel territorio amministrativo dei comuni di Escalaplano e Esterzili (SU).

Le opere quelle funzionali al trasporto dell'energia ed alla connessione dell'impianto alla Rete di Trasmissione Nazionale, interessano i comuni di Escalaplano, Esterzili e Seui (SU).

La quota del sito del parco eolico si eleva tra i 415 e i 888 m.s.l.m., e la distanza minima dal mare si attesta sui 26,2 km (loc. loc. *Perda 'e pera*, Cardedu/SU).

In virtù della localizzazione e del vasto areale interessato, l'area di studio giace in un contesto litologico particolarmente variegato (CARMIGNANI et al., 2008).

Gran parte dei settori centro-meridionali della stessa giacciono su dolomie, dolomie arenacee, calcari dolomitici, da litorali a circalitorali, con foraminiferi e alghe calcaree, afferibili alla *Formazione di Dorgali* (*Successione sedimentaria mesozoica della Sardegna centro-orientale*, Dogger-Malm). Nei settori centrali e per ridotte superfici, si riscontrano conglomerati e brecce, grossolani, eterometrici, prevalentemente a spese di basamento cristallino paleozoico, carbonati giurassici, vulcaniti oligomioceniche e livelli argilloso-arenacei rossastri talora prevalenti nella base e rari lenti carbonatiche intercalate, da riferire alla *Formazione di Ussana* (Successione sedimentaria oligo-miocenica del Campidano-Sulcis. Oligocene sup. - Aquitaniano inf.). Secondariamente, gli stessi settori giacciono su alternanze irregolari, da decimetriche a metriche, di metarenarie medio-fini, metasiltiti con laminazioni piano-parallele, ondulate ed incrociate, e metasiltiti micacee di colore grigio. Intercalazioni di metamicroconglomerati poligenici a prevalenti clasti subarrotondati di quarzo e di subordinate quarziti, da riferire alle *Arenarie di San Vito* (Formazione di Meana Sardo, Cambriano medio - Ordoviciano inf.) I settori settentrionali e nord-orientali sono dominati da litologie afferibili all'Unità tettonica di Meana Sardo (Ordoviciano superiore e medio), ed in particolare *Litofacies nella Formazione di Monte Santa Vittoria* caratterizzata da metaepiclastiti a matrice vulcanica, metaquarzogrovacche e metarenarie, metaconglomerati a prevalenti componenti di vulcaniti acide ("*Formazione di Manixeddu*" Auct.); e *Litofacies nella Formazione di Monte Santa Vittoria* caratterizzata da metagrovacche vulcaniche e metaconglomerati ("*Formazione di Manixeddu*" Auct.). Per limitate superfici dei settori meridionali, le opere in progetto ricadono su superfici interessate da arenarie e puddinghe della Litofacies nella *Formazione di Monte Cardiga - Successione sedimentaria Paleogenica della Sardegna orientale* (Eocene inf.). Marginalmente, si riscontrano corrispondenze con depositi legati alla gravità dell'Olocene.

Pertanto, i suoli sono prevalentemente rappresentati da Paesaggi su calcari e dolomie Paleozoiche e Mesozoiche (prevalentemente emergenze rocciose e *Lithic Xerorthents*), e più complessi Paesaggi su metamorfici (scisti, scisti arenacei, argilloscisti, etc) del Paleozoico e relativi depositi di versante (emergenze rocciose e *Typic*, *Dystric* e *Lithic Xerorthents*; *Typic*, *Dystric* e *Lithic Xerochrepts*; *Typic Xerumbrepts*), in accordo con la Carta dei suoli della Sardegna (ARU et al., 1991).

Per quanto riguarda gli aspetti bioclimatici, secondo la Carta Bioclimatica della Sardegna (CANU et

al., 2015) il sito è caratterizzato da un bioclima Mediterraneo Pluvistagionale-Oceanico, e ricade all'interno di un piano bioclimatico che varia dal Mesomediterraneo superiore, subumido superiore, euoceanico attenuato, sino al Supramediterraneo inferiore, umido inferiore, euoceanico attenuato (BACCHETTA et al., 2009).

Dal punto di vista biogeografico, l'area in esame ricade all'interno della Regione biogeografica Mediterranea, sub regione Mediterranea occidentale, superprovincia Italo-Tirrenica, provincia Sardo-Corsa e sub provincia Sarda, settore Barbaricino, sottosettore Barbaricino (ARRIGONI, 1983; BACCHETTA et al., 2007; BACCHETTA et al., 2009; FENU et al., 2014).

Figura 1 - Inquadramento del sito interessato dagli interventi in progetto: il sito Natura 2000 più prossimo si riferisce alla ZSC ITB021103 "Monti del Gennargentu".

2.2 Siti di interesse botanico

Il sito interessato dalla realizzazione degli interventi non ricade all'interno di Siti di interesse comunitario (pSIC, SIC e ZSC) ai sensi della Dir. 92/43/CEE "Habitat", Aree di notevole interesse botanico e fitogeografico ex art. 143 PPR o Aree Importanti per le Piante (IPAs) (BLASI et al., 2010). L'area è localizzata a 6,8 km dal perimetro dalla Zona Speciale di Conservazione (ZSC) ITB021103 "*Monti del Gennargentu*", e 19,5 km dalla ZSC ITB020015 "*Area del Monte Ferru di Tertenia*", 21 km dalla ZSC ITB022215 "*Riu Sicaderba*". Inoltre, presso l'area vasta sono in fase di istituzione il *Parco Regionale di Montarbu di Seui-Riu Nuxi* (area corrispondente con le superfici ricomprese nella

perimetrazione della *Foresta Demaniale di Montarbu*, territorio amministrativo di Seui, Accordo di Programma del 16.12.2011 per la costituzione dell'area protetta di Montarbu e Rio 'e Nuxi ai sensi della LR 3/2009, art. 5, co. 18 e della LR 31/89), e un'area di Rilevante Interesse Naturalistico (RIN) ai sensi della L.R. 31/89, sita in territorio amministrativo di Osini (SU), loc. *Tacu Funtana de sa Brecca*, ai fini di tutela dell'unica popolazione sarda nota dell'Orchidacea *Dactylorhiza elata* subsp. *sesquipedalis* (Willd.) Soó (Unione dei Comuni Valle Pardu e Tacchi, 2017; FOIS et al., 2019).

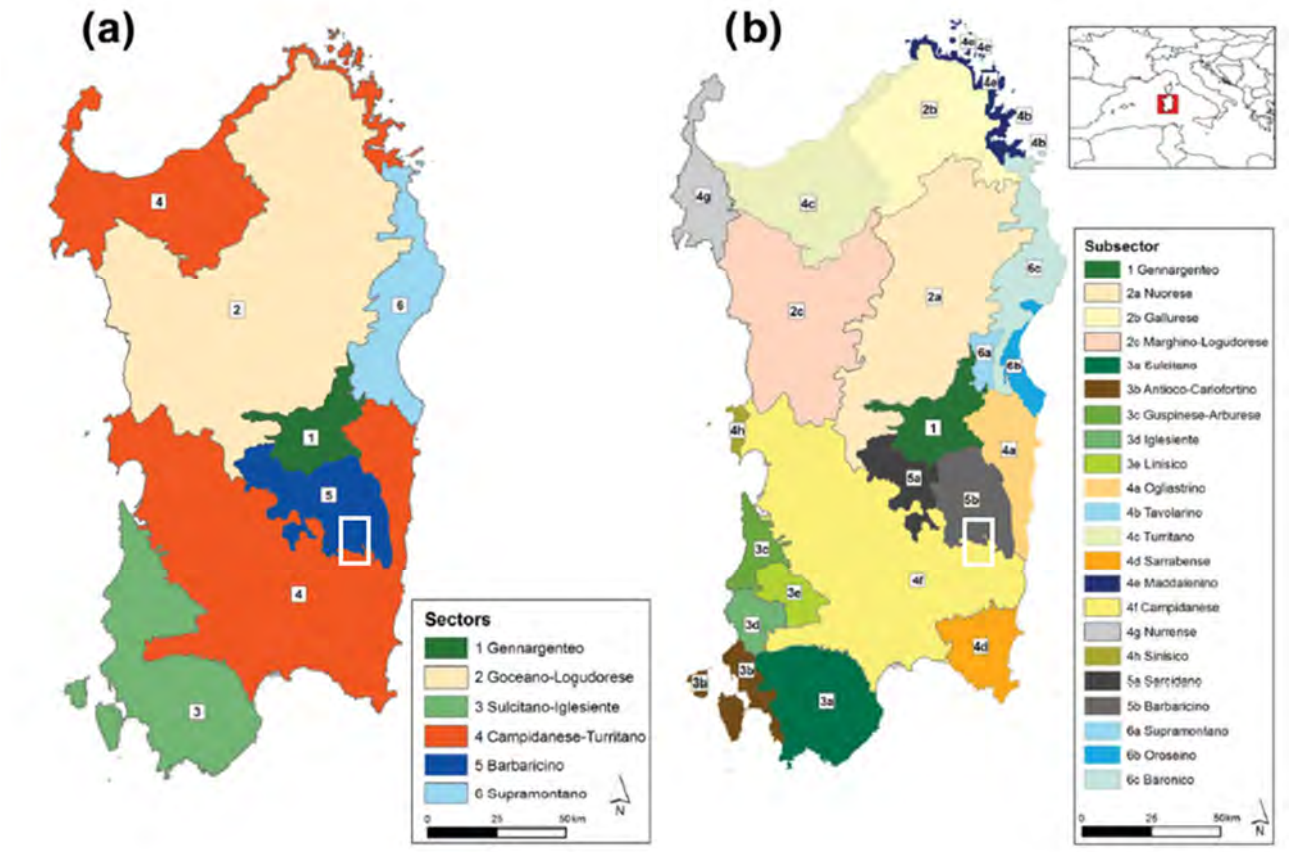

Figura 2. – Inquadramento dell'area in esame (poligono bianco) su mappa dei Settori (a) e Sottosettori (b) biogeografici della Sardegna. Fonte: FENU et al. (2014), modificata.

2.3 Alberi monumentali

Sulla base dei più recenti elenchi ministeriali (quinto aggiornamento DD prot. n. 0490928 del 18/09/2023, pubblicato in G.U. n.227 del 28/09/2023), il sito di realizzazione dell'opera non risulta interessato dalla presenza di alberi monumentali ai sensi della Legge n. 10/2013 e del Decreto 23 ottobre 2014.

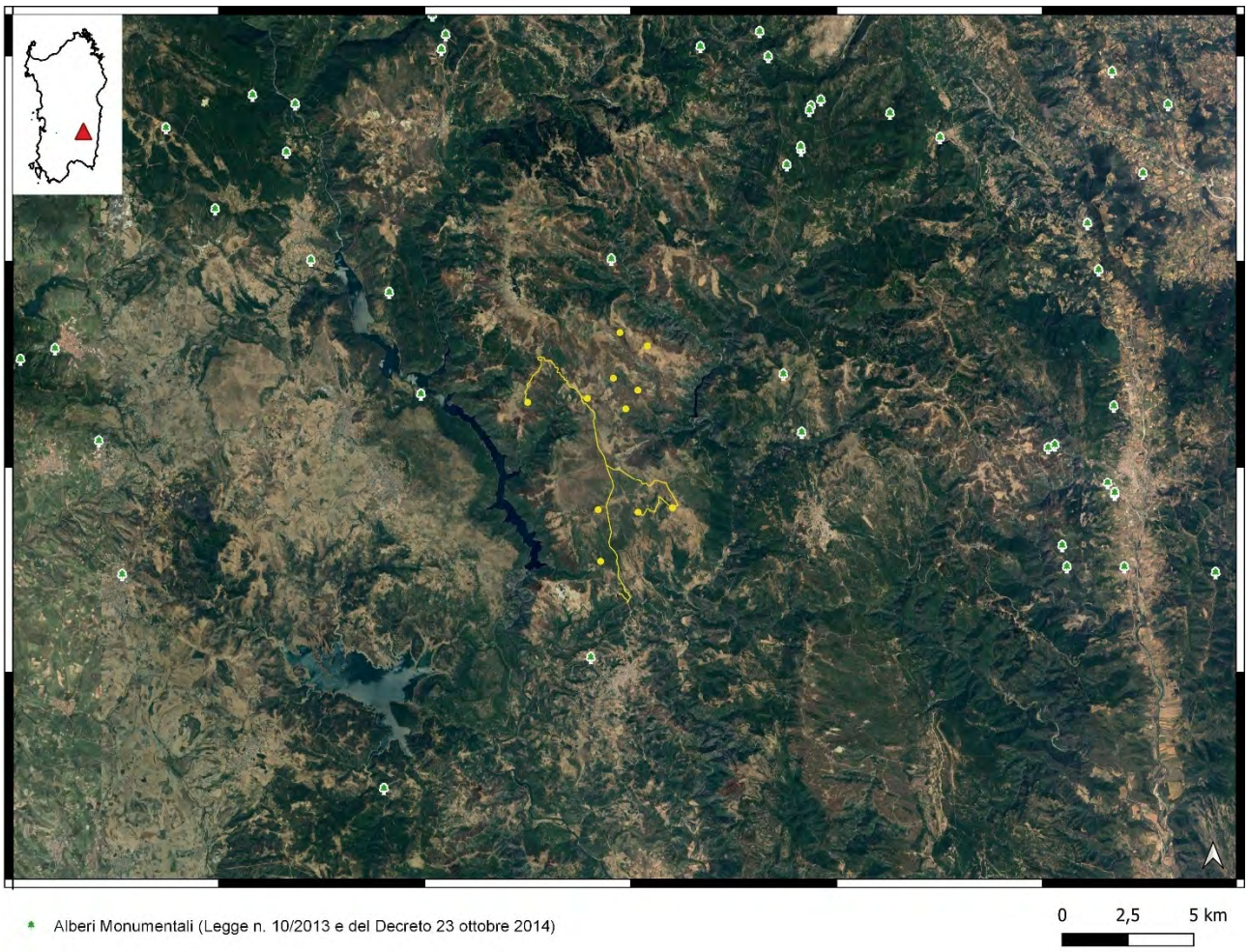

Figura 3. – Localizzazione individui vegetali arborei monumentali sensu L. n. 10/2013 e Decreto 23 ottobre 2024, rispetto al posizionamento degli interventi in progetto.

3 ASPETTI FLORISTICI

3.1 Stato delle conoscenze

Il Basso Flumendosa e le propaggini meridionali del distretto del Gennargentu così come intesi nel Piano Forestale Ambientale Regionale della RAS (BACCHETTA et al., 2007a,b), inclusi nel settore biogeografico Barbaricino del settore biogeografico Barbaricino (FENU et al., 2014), ed in particolare i territori amministrativi di Escalaplano, Esterzili e l'enclave territoriale del territorio amministrativo di Seui in essi incluso, che in questa sede sono intesi come Area vasta, non sono mai stati oggetto di approfonditi, specifici studi floristici e/o vegetazionali.

Parte del territorio di Escalaplano, spesso ricompreso all'interno della regione storica Sarrabus-Gerrei, talvolta invece incluso in quella del Sarcidano, è stato preso in considerazione nell'ambito di ricerche specifiche intraprese per le suddette regioni (es. SARDARA & LAI, 1975; SCRUGLI et al., 1988; IIRITI, 2006; URBANI et al., 2013), ma molto più raramente è stato oggetto di effettive indagini, mentre studi mirati e concentrati nel solo territorio di pertinenza risultano del tutto assenti. Invece, la presenza del Monte Santa Vittoria in comune di Esterzili, considerato dal punto di vista orografico, bioclimatico e biogeografico come l'estrema propaggine meridionale del complesso montuoso del Gennargentu, ha storicamente attirato l'interesse dei botanici che hanno condotto numerosi lavori, ed in particolare importanti indagini su gruppi tassonomici poco conosciuti, che hanno dato alla luce un discreto numero di segnalazioni di entità rare e di interesse biogeografico e conservazionistico, nonché alla descrizione di taxa endemici a distribuzione molto ristretta e, in rari casi, puntiforme e limitata al solo Monte Santa Vittoria. Tra questi, si ricordano le segnalazioni presenti all'interno delle opere dedicate alla flora endemica della Sardegna (VALSECCHI, 1979, 1981; DIANA CORRIAS, 1981; CORRIAS & DIANA CORRIAS, 1982; ARRIGONI et al., 1976-91), ed alla Flora sarda (ARRIGONI, 2006-2015). A questi, si aggiungono lavori monografici più recenti ed inerenti specifiche entità o gruppi tassonomici, per i quali sono redatti studi e revisioni tassonomiche e nomenclaturali, e/o definito lo stato di conservazione (es. BACCHETTA et al., 2010; PERUZZI & BARTOLUCCI, 2006; PERUZZI et al., 2008; SAU et al., 2014; MANNOCCI et al., 2016). Ad oggi non è comunque disponibile uno studio floristico o floro-vegetazionale del complesso montuoso di Santa Vittoria di Esterzili. Altre singole segnalazioni ed il relativo materiale di erbario depositato principalmente presso gli erbari (CAG) e (SASSA), (SS), e secondariamente (FI) e (TO), sono in parte raccolti e disponibili presso database digitali (es. BAGELLA et al., 2024).

Le conoscenze sul panorama floro-vegetazionale dell'area vasta non si possono pertanto considerare esaustive vista la mancanza di studi floristici e fitosociologici specifici per lo stesso territorio.

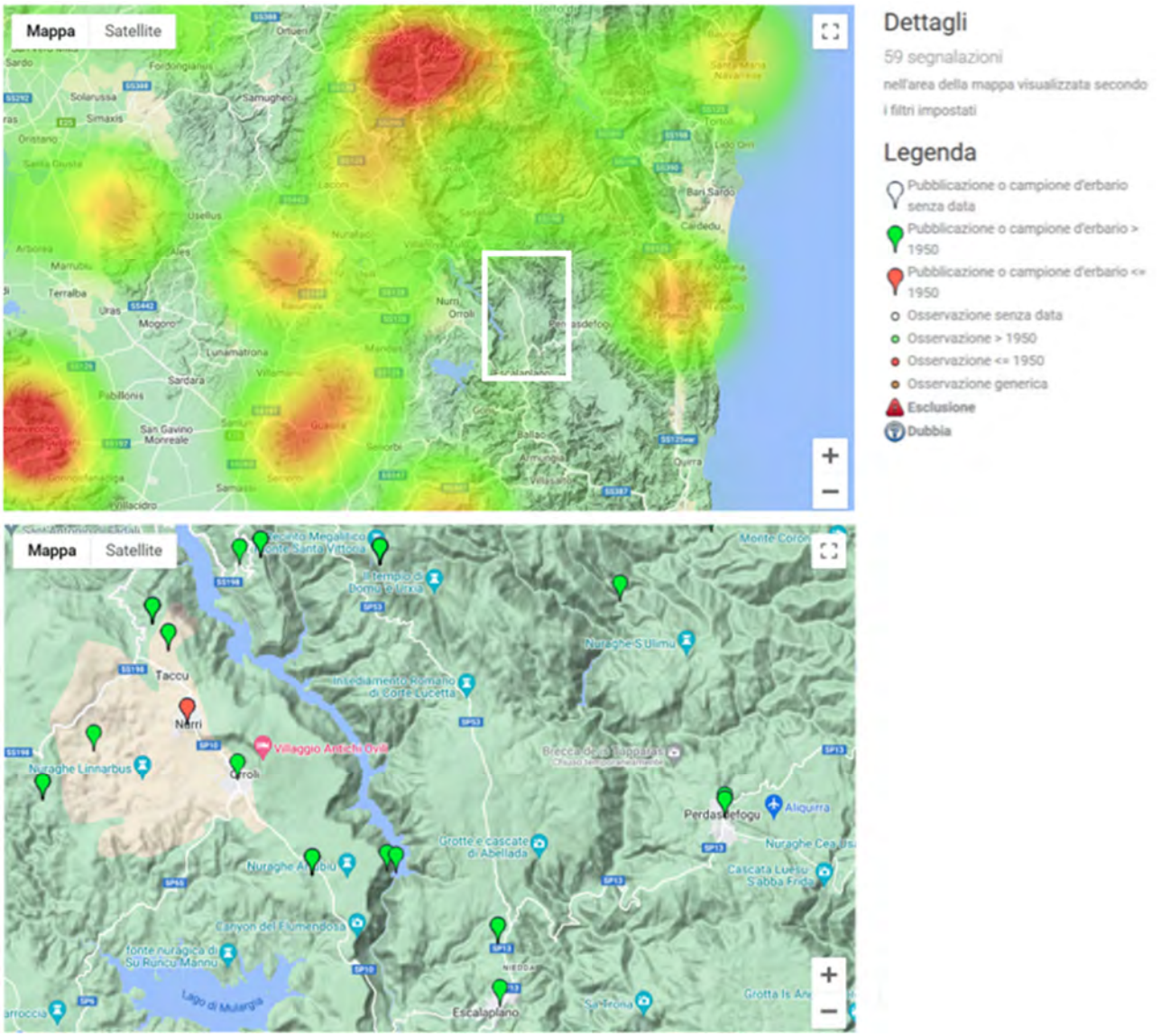

Figura 4. - Distribuzione delle segnalazioni floristiche storiche e recenti, da pubblicazioni o campioni di erbario, disponibili per i territori di area vasta. Si nota l''importante lacuna conoscitiva per i territori individuati per l'installazione delle opere in progetto. (fonte: Bagella et al. (2024) Wikiplantbase#Sardegna. Ultima consultazione: 02-03-2024).

Sulla base delle informazioni bibliografiche e di erbario reperite, per l'area vasta intesa come sopra sono note le seguenti entità endemiche:

Anchusa capellii Moris (Boraginaceae). Emicriptofita biennale endemica della Sardegna centrale. Vegeta su substrati rocciosi di natura metamorfica (gneiss e filladi paleozoiche), tra i 900 ed i 1200 m.l.m., in contesto bioclimatico supramediterraneo inferiore, esclusivamente presso il *Monte Santa Vittoria* di Esterzili (SU), per un totale di appena 1000 individui. L'entità è considerata *quasi minacciata* (NT) nelle Liste Rosse per la flora italiana (BACCHETTA et al., 2008; ROSSI et al., 2020).

Arenaria balearica L. (Caryophyllaceae). Camefita suffruticosa endemica di Baleari, Corsica, Sardegna e Isola di Montecristo. Vegeta in luoghi ombrosi, spesso su substrati rocciosi di natura silicea. Comune in Sardegna in habitat adatto, presso l'area vasta è nota per alcune località tra cui il *Monte Vittoria* di Esterzili. L'entità è considerata *a rischio minimo* (LC) nelle Liste Rosse per la flora

italiana (ROSSI et al., 2020; ORSENIGO et al., 2021).

Armeria sardoa Spreng. (Plumbaginaceae). Camefita suffruticosa endemica della Sardegna. Vegeta in ambienti rupicoli e di pascolo montano, tragli 800 ed i 1500 m s.l.m. Presente nell'isola con due sottospecie, la nominale e la subsp. *genargentea*, nell'area vasta è segnalata per il complesso montuoso di *Monte Santa Vittoria* e per molte località del sottosettore Barbaricino del settore biogeografico Barbaricino. L'entità è considerata *quasi minacciata* (NT) nelle Liste Rosse per la flora italiana (ROSSI et al., 2020).

Barbarea rupicola Moris. (Brassicaceae). Camefita suffruticosa endemica di Corsica e Sardegna. Vegeta in ambiente rupicolo-glareicolo tra i 700 e i 1200 m s.l.m. Presente in numerose località montane della Sardegna, nell'area vasta è segnalata per il *Monte Santa Vittoria*. L'entità è considerata *a rischio minimo* (LC) nelle Liste Rosse per la flora italiana (ROSSI et al., 2020; ORSENIGO et al., 2021).

Bellium bellidioides L. (Asteraceae). Emicriptofita rosulata endemica di Sardegna, Corsica ed Arcipelago delle Baleari. Vegeta in pascoli ed ambienti rupestri, su suoli freschi in primavera. Comune in Sardegna in habitat adatto, presso l'area vasta è segnalata per il *Monte Santa Vittoria* e numerose località dell'intero sottosettore Barbaricino del settore biogeografico Barbaricino. L'entità è considerata *a rischio minimo* (LC) nelle Liste Rosse per la flora italiana (ROSSI et al., 2020; ORSENIGO et al., 2021).

Borago pygmaea (DC.) Chater & Greuter (Boraginaceae). Emicriptofita scaposa endemica di Corsica, Sardegna e isola di Capraia. Vegeta presso ambienti umidi, sorgenti e rigagnoli di montagna. Nota per alcune località in Barbagia di Seulo (es. in territorio amministrativo di Seui, VALSECCHI, 1980). L'entità è considerata *minacciata* (EN) nelle Liste Rosse per la flora italiana (ROSSI et al., 2020; ORSENIGO et al., 2021).

Brassica insularis Moris (Brassicaceae). Camefita suffruticosa endemica di Sardegna, Corsica, Pantelleria e Tunisia. Vegeta in ambiente rupicolo e glareicolo dal livello del mare al piano supramediterraneo inferiore. Presente in numerose località dell'isola in habitat idoneo, per l'area vasta è segnalata per il complesso di *Monte Santa Vittoria* e di numerose località del sottosettore Barbaricino del settore biogeografico Barbaricino. L'entità, inserita nell'All. I della Convenzione di Berna e nell'All. II della Direttiva "Habitat" 92/43 CEE, è considerata *quasi minacciata* (NT) nelle Liste Rosse per la flora italiana (ROSSI et al., 2013; SANTO et al., 2023).

Campanula forsythii (Arcang.) Bég. (Campanulaceae). Emicriptofita scaposa endemica della Sardegna. Vegeta in rupi e rocciai calcarei dai 700 ai 1300 m s.l.m., e nell'Isola di Tavolara. Frequente in habitat adatto nei principali rilievi calcarei della Sardegna centro-orientale, per l'area vasta è segnalata nel *Monte Santa Vittoria* (es. ARRIGONI, 1978). L'entità è considerata *a rischio*

minimo (LC) nelle Liste Rosse per la flora italiana (ROSSI et al., 2020).

Crocus minimus DC (Iridaceae). Geofita bulbosa endemica di Sardegna e Corsica. Vegeta essenzialmente presso pascoli e pratelli su suoli poco profondi, ed in ambiente glareicolo e rupicolo. Comune in Sardegna, è segnalato nell'area vasta in ambiente idoneo. L'entità è considerata *a rischio minimo* (LC) nelle Liste Rosse per la flora italiana (ROSSI et al., 2020; ORSENIGO et al., 2021).

Cymbalaria aequitriloba (Viv.) A. Chev. (Plantaginaceae). Camefita reptante endemica di Corsica, Sardegna, Arcipelago Toscano e Balerari. Vegeta in luoghi freschi e ombrosi, rupi e muri umide. Comune in Sardegna in habitat adatto, per l'area vasta è nota per il complesso di *Monte Santa Vittoria* (es. ARRIGONI, 1979). Per l'entità, lo stato di conservazione secondo i criteri IUCN non è stato valutato.

Dianthus sardous Bacch., Brullo, Casti & Giusso (Caryophyllaceae). Camefita suffruticosa endemica della Sardegna. Vegeta in ambiente rupicolo calcareo. Presente in numerose località della Sardegna, per l'area vasta è segnalato nel *Monte Santa Vittoria* (es. FOIS et al., 2019). L'entità è considerata *a rischio minimo* (LC) nelle Liste Rosse per la flora italiana (ROSSI et al., 2020).

Euphorbia pithyusa L. subsp. *cupanii* (Guss. ex Bertol.) Radcl.-Sm. (Euphorbiaceae). Camefita suffruticosa endemica di Sardegna, Sicilia e Corsica. Vegeta nei prati e negli incolti, molto spesso in contesto ruderale e sub-nitrofilo. Ampiamente diffusa nell'Isola, in particolare negli ambienti pascolati, negli incolti e nei margini delle strade, anche falciati. Segnalata anche per l'area vasta (es. VALSECCHI, 1980). L'entità è considerata *a rischio minimo* (LC) nelle Liste Rosse per la flora italiana (ROSSI et al., 2020;

Gelasia callosa (Moris) Zaika, Sukhor. & N. Kilian (Asteraceae). Emicriptofita scaposa endemica esclusiva della Sardegna centro-orientale (es. BACCHETTA et al., 2005) e dell'Iglesiente. Vegeta in pratelli ed in ambiente glareicolo e su roccaglie montane. L'entità è considerata *quasi minacciata* (NT) nelle Liste Rosse per la flora italiana (ROSSI et al., 2020).

Genista corsica (Loisel.) DC. (Fabaceae). Nanofanerofita endemica di Sardegna e Corsica. Vegeta in macchie e garighe, roccaglie, dal livello del mare sino al pieno montano. Comune in Sardegna, segnalata anche per l'area vasta (VALSECCHI, 1978). L'entità è considerata *a rischio minimo* (LC) nelle Liste Rosse per la flora italiana (ROSSI et al., 2020; ORSENIGO et al., 2021).

Helleborus lividus Aiton subsp. *corsicus* (Briq.) P. Fourn. (Ranunculaeceae). Emicriptofita scaposa endemica di Sardegna e Corsica. Vegeta lungo le sponde di corsi d'acqua e stazioni fresche, più frequentemente sui piani collinare e montano. Frequente in numerose località principalmente della Sardegna centro-meridionale, nell'area vasta è segnalata per il complesso montuoso di *Monte Santa Vittoria*. L'entità è considerata *a rischio minimo* (LC) nelle Liste Rosse per la flora italiana (ROSSI et

al., 2020; ORSENIGO et al., 2021).

Hypericum scruglii Bacch., Brullo & Salmeri (Hypericaceae). Emicriptofita scaposa endemica di Sardegna. Vegeta in depressioni umide e deboli linee di impluvio, prioritariamente su substrati carbonatici, in poche località della Sardegna orientale tra cui presso l'area vasta (FOIS et al., 2024). L'entità è considerata *minacciata* (EN) nelle Liste Rosse per la flora italiana (ROSSI et al., 2020).

Iberis integerrima Moris (Brassicaceae). Emicriptofita scaposa endemica della Sardegna e presente esclusivamente nelle propaggini meridionali del Gennargentu - complesso del *Monte Santa Vittoria* di Esterzili (es. ARRIGONI, 1980) e nel Sulcis-Iglesiente. Vegeta prioritariamente in ambiente rupicolo-glareicolo calcareo, tra i 300 ed i 1100 m s.l.m. L'entità è considerata *quasi minacciata* (NT) nelle Liste Rosse per la flora italiana (ROSSI et al., 2020).

Ornithogalum corsicum Jord. & Fourr. (Asparagaceae). Geofita bulbosa endemica di Sardegna e Corsica. Vegeta in pratelli ai margini della macchia e della gariga. Diffuso in Sardegna, è segnalato per numerose località dell'area vasta (es. BAGELLA et al., 2024). L'entità è considerata *a rischio minimo* (LC) nelle Liste Rosse per la flora italiana (ROSSI et al., 2020; ORSENIGO et al., 2021).

Poa balbisii Parl. (Poaceae). Emicriptofita cespitosa endemica di Corsica e Sardegna. Vegeta in praterie e lande montane sul piano bioclimatico supramediterraneo. Presente in molte località della Sardegna centrale, presso l'area vasta è segnalata per il complesso di *Monte Santa Vittoria* e per numerose località del sottosettore Barbaricino del settore biogeografico Barbaricino (es. ARRIGONI, 1982). L'entità è considerata *a rischio minimo* (LC) nelle Liste Rosse per la flora italiana (ROSSI et al., 2020; ORSENIGO et al., 2021).

Potentilla caulescens L. subsp. *nebrodensis (*Strobl ex Zimmeter) Arrigoni (Rosaceae). Camefita suffruticosa endemica di Sardegna, Sicilia e Italia meridionale. Vegeta presso rupi calcaree, preferibilmente su litologie sedimentarie. Nota per l'area vasta (es. BAGELLA et al., 2024), l'entità è considerata *a rischio minimo* (LC) nelle Liste Rosse per la flora italiana (ROSSI et al., 2020).

Potentilla crassinervia Viv. (Rosaceae). Camefita suffruticosa endemica di Sardegna e Corsica. Vegeta in ambienti rocciosi e soleggiati, su substrati silicei. Presente sui principali rilievi montuosi della Sardegna centro-orientale, e principalmente nel Gennargentu e nel *Monte Limbara*, per l'area vasta è segnalata nel *Monte Santa Vittoria* ed alcune località del sottosettore Barbaricino del settore biogeografico Barbaricino. L'entità è considerata *quasi minacciata* (NT) nelle Liste Rosse per la flora italiana (ROSSI et al., 2020; ORSENIGO et al., 2021).

Sagina pilifera (DC.) Fenzl (Caryophyllaceae). Emicriptofita cespitosa endemica di Corsica e Sardegna. Vegeta su substrati rocciosi sul piano supramediterraneo. Presente con maggiore frequenza nei rilievi montuosi della Sardegna centro-orientale, nell'area vasta è segnalata per il

complesso di *Monte Santa Vittoria* e numerose località del sottosettore Barbaricino del settore biogeografico Barbaricino. L'entità è considerata *a rischio minimo* (LC) nelle Liste Rosse per la flora italiana (ROSSI et al., 2020; ORSENIGO et al., 2021).

Santolina insularis (Gennari ex Fiori) Arrigoni (Asteraceae). Nanofanerofita endemica della Sardegna. Partecipa a comunità di gariga, spesso orofila, con distribuzione ampia ma discontinua presso i rilievi del Gennargentu, Sarrabus e Iglesiente. Nota per numerose località dell'area vasta (es. ARRIGONi, 1982). L'entità è considerata *a rischio minimo* (LC) nelle Liste Rosse per la flora italiana (ROSSI et al., 2020).

Scrophularia trifoliata L. (Scrophulariaceae). Emicriptofita scaposa endemica di Sardegna , Corsica e Arcipelago Toscano. Predilige ambienti freschi e ombrosi, quali sorgenti, margini di boschi, anche su substrati primitivi e ricchi in scheletro, anche rupestri, e in contesti sub-ruderali. Comune in Sardegna, presso l'area vasta è segnalata per alcune località ed in particolare presso il *Monte Santa Vittoria* e altre località dell'intero settore biogeografico Barbaricino. L'entità è considerata *quasi minacciata* (NT) nelle Liste Rosse per la flora italiana (ROSSI et al., 2020; ORSENIGO et al., 2021).

Stachys corsica Pers. (Lamiaceae). Emicriptofita reptante endemica di Corsica, Sardegna e Arcipelago Toscano. Vegeta in anfratti umidi sui piani bioclimatici mesomediterraneo e supramediterraneo. Frequente in numerose località dell'isola, per l'area vasta è segnala presso il *Monte Santa Vittoria* e dell'intero settore biogeografico Barbaricino. L'entità è considerata *a rischio minimo* (LC) nelle Liste Rosse per la flora italiana (ROSSI et al., 2020; ORSENIGO et al., 2021).

Teucrium marum L. (Lamiaceae). Camefita suffruticosa sub-endemica di Sardegna, Corsica, Arcipelago toscano, Arcipelago delle Isole di Hyères (Francia) e isolotto di Murter (Croazia). Vegeta in ambiente di gariga, rupicolo e glareicolo. Comune in Sardegna, presso l'area nota per numerose località del sottosettore Barbaricino del settore biogeografico Barbaricino. Per l'entità non è disponibile una categoria di rischio su scala nazionale o regionale, secondo i criteri IUCN.

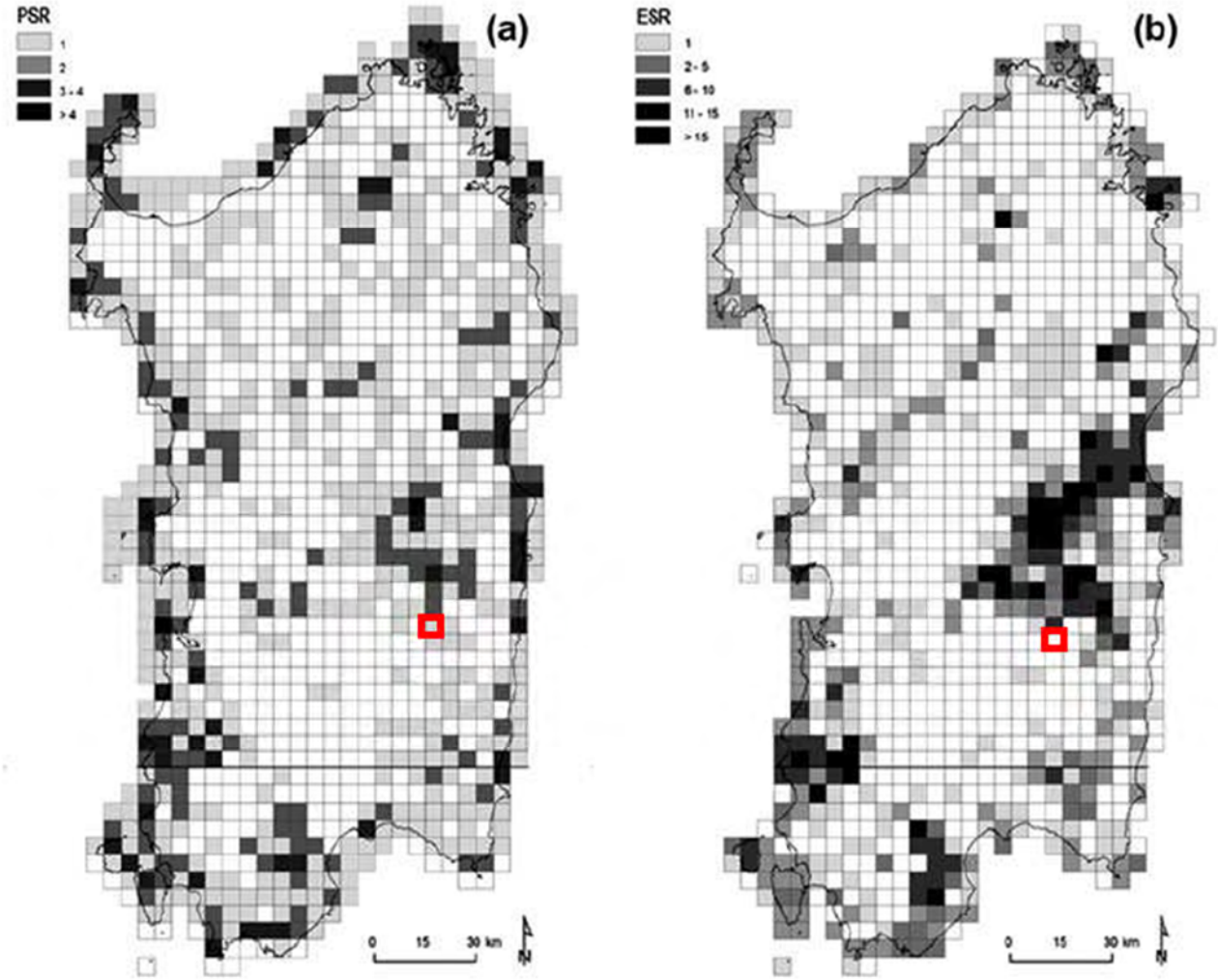

Figura 5. - Inquadramento dell'area in esame (poligono rosso) su carta della distribuzione della ricchezza in (a) Policy Species (PSR) e (b) Specie esclusive (ESR) in Sardegna su griglia con celle 5 × 5 km2 (Fonte: FENU et al., 2015, modificato).

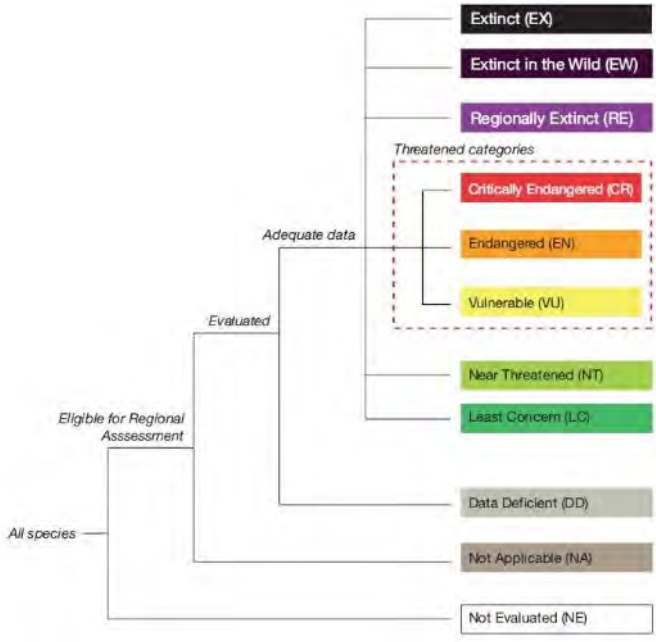

Figura 6. – Struttura delle Categorie di rischio d'estinzione della Red List IUCN 3.1., adottate anche dalle Liste Rosse della flora italiana (ROSSI et al., 2020) (fonte: IEA).

Sono inoltre disponibili segnalazioni di taxa di interesse conservazionistico e biogeografico, quali:

Helichrysum italicum (Roth) G.Don subsp. *tyrrhenicum* (Bacch., Brullo & Giusso) Herrando, J.M.Blanco, L.Sáez & Galbany (Asteraceae). Camefita suffruticosa sub-endemica del Mediterraneo centrale. Vegeta in ambienti di gariga e degradati, in ambiente rupicolo, presso ghiaioni, terrazzi alluvionali, discariche, comportandosi spesso come entità pioniera. Diffusa e comune in Sardegna, è segnalata anche per l'area vasta (es. BACCHETTA et al., 2005). L'entità è considerata *a rischio minimo* (LC) nelle Liste Rosse per la flora italiana (ROSSI et al., 2020).

Hypericum annulatum Moris (Hypericaceae). Emicriptofita cespitosa a corologia Mediterranea nord-orientale, in Italia presente solo in Sardegna. Diffusa in ambiente rupicolo in pochissime località dell'isola, tra cui il *Monte Santa Vittoria* di Esterzili. L'entità è considerata *minacciata* (EN) nelle Liste Rosse per la flora italiana (ROSSI et al., 2020; ORSENIGO et al., 2021).

Lonicera cyrenaica Viv. (Caprifoliaceae). Fanerofita lianosa segnalata per la Sardegna e Libia, il cui stato corologico è ancora in fase di definizione. In Sardegna è molto raro e cresce in ambiente rupicolo calcareo in pochissime località tra cui il complesso di *Monte Santa Vittoria* di Esterzili. Per l'entità non è disponibile una categoria di rischio su scala nazionale o regionale, secondo i criteri IUCN.

Osmunda regalis L. (Osmundaceae). Pteridofita geofita rizomatosa a corologia Sub-cosmopolita. In Sardegna vegeta essenzialmente presso sorgenti, sponde di corsi d'acqua e foreste ripariali, in ambiente sub-acido e acido, presso l'area vasta è segnalata per il Basso Flumendosa e per numerose località del settore biogeografico Barbaricino. L'entità è considerata *quasi minacciata* (NT) nelle Liste Rosse per la flora italiana (ROSSI et al., 2020; ORSENIGO et al., 2021).

Per l'area vasta sono note inoltre numerose Orchidaceae, tra cui:

Anacamptis collina (Banks & Sol. ex Russell) R.M.Bateman, Pridgeon & M.W.Chase, *Anacamptis laxiflora* (Lam.) R.M.Bateman, Pridgeon & M.W.Chase, *Anacamptis papilionacea* (L.) R.M. Bateman, Pridgeon & M.W. Chase, *Barlia robertiana* (Loisel.) Greuter, *Limodorum abortivum* (L.) Sw, *Neotinea maculata* (Desf.) Stearn, *Ophrys apifera* Huds., *Ophrys bombyliflora* Link, *Ophrys corsica* Soleirol ex G.Foelsche & W.Foelsche, *Ophrys forestieri* (Rchb.f.) Lojac., *Ophrys funerea* Viv, *Ophrys ortuabis* M.P.Grasso & Manca, *Ophrys speculum* Link, *Ophrys tenthredinifera* Willd, *Orchis anthropophora* (L.) All., *Orchis provincialis* Balb. ex Lam. & DC, *Serapias lingua* L., *Spiranthes spiralis* (L.) Chevall. (Orchidaceae), sono segnalate per l'area vasta (es. BAGELLA et al., 2024). L'intera famiglia delle Orchidaceae, a causa del livello di rarità ed endemismo (ROSSI, 2022) e all'interesse economico nel commercio internazionale, è inclusa in liste di protezione a livello mondiale (CITES, Convenzione di Berna), nelle Liste Rosse nazionali (CONTI et al., 1992, 1997, 2006; ROSSI et al., 2013, 2020; ORSERNIGO et al., 2021).

3.2 Rilievi floristici sul campo

Le ricerche sono state eseguite durante il mese di Febbraio 2024. Le indagini di campo hanno riguardato l'intera area interessata dalla realizzazione dei lavori previsti dal progetto, corrispondente alle superfici consumate dalle piazzole di cantiere e di servizio, alle aree di cantiere e stoccaggio temporaneo, cabine, sottostazione e stazione elettrica, relativi tracciati della viabilità e del cavidotto. Tuttavia, data la limitata durata dei rilievi e il periodo di realizzazione degli stessi rispetto all'intero ciclo fenologico annuale, l'elenco floristico di seguito riportato è da ritenersi parzialmente rappresentativo dell'effettiva composizione floristica del sito.

La determinazione dei campioni raccolti sul campo è stata eseguita sulla base delle opere "Flora dell'Isola di Sardegna Vol. I-VI" (ARRIGONI, 2006-2015) e "Flora d'Italia" (PIGNATTI, 1982; PIGNATTI et al., 2019). Per gli aspetti tassonomici e nomenclaturali si è fatto riferimento a BARTOLUCCI et al. (2018). La frequenza con la quale ogni singolo taxon è stato riscontrato viene indicata con le seguenti sigle: D = Diffusa; C = Comune; S = Sporadica; R = Rara.

Tabella 1 - Elenco dei principali taxa di flora vascolare riscontrati nel sito di realizzazione dell'opera.

n.	*Taxon*	Forma biologica	Tipo corologico	Diffusione
1.	***Allium parciflorum* Viv.**	**G bulb**	**Endem.**	**R**
2.	*Allium sphaerocephalon* L.	G bulb	Paleotemp.	S
3.	*Allium subhirsutum* L.	G bulb	W-Medit.	S
4.	*Anemone hortensis* L. subsp. *hortensis*	G bulb	Circum-Medit.	C
5.	***Anemone palmata* L.**	**G rhiz**	**S-Medit.**	**S**
6.	*Arbutus unedo* L.	P caesp	Circum-Medit.	C
7.	*Arisarum vulgare* O. Targ.Tozz.	G rhiz	Circum-Medit.	C
8.	*Artemisia arborescens* (Vaill.) L.	NP	S-Medit.	R
9.	***Arum pictum* L.**	**G rhiz**	**Subendem.**	**S**
10.	*Asparagus acutifolius* L.	G rhiz	Circum-Medit.	C
11.	*Asphodelus ramosus* L. subsp. *ramosus*	G rhiz	Circum-Medit.	D
12.	*Asplenium ceterach* L.	H ros	Eurasiat.	S
13.	*Asplenium onopteris* L.	H ros	Subtrop.	S
14.	*Avena barbata* Pott ex Link	T scap	Medit.-Turan.	C
15.	*Avena sativa* L.	T scap	Cosmop.	S
16.	*Barlia robertiana* (Loisel.)	G bulb	Circum-Medit.	S

n.	*Taxon*	Forma biologica	Tipo corologico	Diffusione
	Greuter			
17.	*Bellardia trixago* (L.) All.	T scap	Euri-Medit.	S
18.	*Bellis annua* L.	T scap	Circum-Medit.	C
19.	*Bellis perennis* L.	H ros	Circumbor.	C
20.	*Bellis sylvestris* Cirillo	H ros	Circum-Medit.	C
21.	***Bellium bellidioides* L.**	**H ros**	**Endem.**	**S**
22.	*Brachypodium distachyon* (L.) P. Beauv.	T scap	Medit.-Turan.	S
23.	*Brachypodium retusum* (Pers.) P. Beauv.	H caesp	W-Medit.	C
24.	*Bromus hordeaceus* L.	T scap	Subcosmop.	S
25.	*Bupleurum fruticosum* L.	NP	Circum-Medit.	R
26.	*Calendula arvensis* (Vaill.) L.	H bienn	Euri-Medit.	C
27.	*Carex caryophyllea* Latourr.	H scap	Eurasiat.	R
28.	*Carex distachya* Desf.	H caesp	Circum-Medit.	C
29.	*Carex flacca* Schreb. subsp. *erythrostachys* (Hoppe) Holub	G rhiz	Europ.	D
30.	*Carlina corymbosa* L.	H scap	Circum-Medit.	D
31.	***Carlina racemosa* L.**	**T scap**	**SW-Medit.**	**C**
32.	*Carthamus lanatus* L.	T scap	Euri-Medit.	C
33.	*Centaurea calcitrapa* L.	H bienn	Euri-Medit. Subcosmop.	C
34.	*Cerastium* sp.	T scap	-	C
35.	*Cichorium intybus* L.	H scap	Cosmop.	R
36.	*Cistus creticus* L. subsp. *eriocephalus* (Viv.) Greuter & Burdet	NP	Circum-Medit.	R
37.	*Cistus monspeliensis* L.	NP	Circum-Medit. Macarones.	D
38.	*Cistus salviifolius* L.	NP	Circum-Medit.	C
39.	*Clematis cirrhosa* L.	P lian	Medit.-Turan.	S
40.	*Convolvulus cantabrica* L.	H scap	Euri-Medit.	S
41.	*Crepis vesicaria* L. s.l.	H bienn	Subatl.	S
42.	***Crocus minimus* DC.**	**G bulb**	**Endem**	**C**
43.	***Cyclamen repandum* Sm. subsp. *repandum***	**G bulb**	**N-Medit.**	**S**

n.	*Taxon*	Forma biologica	Tipo corologico	Diffusione
44.	*Cynara cardunculus* L.	H scap	Circum-Medit.	C
45.	*Cynodon dactylon* (L.) Pers.	G rhiz	Cosmop.	S
46.	*Cynoglossum cheirifolium* L.	H scap	Circum-Medit.	R
47.	*Cynoglossum creticum* Mill.	H bienn	Euri-Medit.	S
48.	*Cynosurus echinatus* L.	T scap	Euri-Medit.	C
49.	*Cytisus laniger* DC	P caesp	Circum-Medit.	R
50.	*Dactylis glomerata* L. subsp. *hispanica* (Roth) Nyman	H caesp	Circum-Medit.	C
51.	*Daphne gnidium* L.	P caesp	Circum-Medit.	R
52.	*Daucus carota* L. subsp. *carota*	H bienn	Paleotemp. Cosmop.	C
53.	***Dianthus* sp.**	**Ch suffr.**	**Endem.**	**R**
54.	***Dipsacus ferox* Loisel**	**H scap**	**Endem.**	**S**
55.	*Dioscorea communis* (L.) Caddick & Wilkin	G rad	Circum-Medit.	S
56.	*Dittrichia viscosa* (L.) *Greuter* subsp. *viscosa*	H scap	Euri-Medit.	S
57.	*Erica arborea* L.	P caesp	Circum-Medit.	C
58.	*Erodium acaule* (L.) Bech. & Thell.	H ros	Medit.-Mont.	C
59.	*Eryngium campestre* L.	H scap	Euri-Medit.	C
60.	***Eryngium tricuspidatum* L.**	**H scap**	**SW-Medit.**	**R**
61.	*Euphorbia characias* L.	NP	Circum-Medit.	S
62.	***Euphorbia pithyusa* L. subsp. *cupanii* (Guss. ex Bertol.) Radcl.-Sm.**	**Ch suffr**	**Endem.**	**D**
63.	*Euphorbia spinosa L.*	Ch suffr	Circum-Medit.	R
64.	*Ferula communis* L.	H scap	Circum-Medit.	S
65.	*Foeniculum vulgare* Mill. subsp. *piperitum* (Ucria) Bég.	H scap	S-Medit.	R
66.	*Fumana thymifolia (L.) Spach ex Webb*	Ch suffr.	Circum-Medit.	R
67.	*Galactites tomentosus* Moench	H bienn	Circum-Medit.	D
68.	*Geranium rotundifolium* L.	T scap	Paleotemp.	S
69.	*Helichrysum italicum* (Roth) G.Don subsp. *tyrrhenicum* (Bacch., Brullo & Giusso)	Ch suffr	Euri-Medit.	C

n.	*Taxon*	Forma biologica	Tipo corologico	Diffusione
	Herrando, J.M.Blanco, L.Sáez & Galbany			
70.	***Genista corsica* (Loisel.) DC.**	**NP**	**Endem.**	**R**
71.	*Helianthemum salicifolium* Mill.	T scap	Euri-Medit.	S
72.	*Helminthotheca echioides* (L.) Holub	H scap	Euri-Medit.	S
73.	*Hordeum bulbosum* L.	H caesp	Paleotrop.	R
74.	*Hypericum perforatum* L.	H caesp	Cosmop.	S
75.	***Hypericum scruglii* Bacch., Brullo & Salmeri**	**H scap**	**Endem.**	**S**
76.	*Hypochaeris achyrophorus* L.	T scap	Circum-Medit.	S
77.	*Juncus effusus* L.	G rhiz	Cosmop.	R
78.	*Juniperus oxycedrus* L. subsp. *oxycedrus*	P caesp	Euri-Medit.	D
79.	*Lagurus ovatus* L.	T scap	Euri-Medit.	C
80.	*Lavandula stoechas* L.	NP caesp	Circum-Medit.	C
81.	*Leontodon tuberosus* L.	H ros	Circum-Medit.	C
82.	*Lolium rigidum* Gaudin	T scap	Paleosubtrop.	S
83.	*Lotus hirsutus* L.	Ch suffr	Euri-Medit.	R
84.	*Lotus dorycnium* L.	Ch suffr	S-Europ.	R
85.	*Lysimachia arvensis* (L.) U.Manns & Anderb.	T rept	Cosmop.	D
86.	*Macrobriza maxima* (L.) Tzvelev	T scap	Paleosubtrop.	C
87.	*Medicago polymorpha* L.	T scap	Euri-Medit.	C
88.	*Micromeria graeca* (L.) Benth. ex Rchb.	Ch suffr	Circum-Medit.	C
89.	*Myrtus communis* L.	P caesp	Circum-Medit.	S
90.	*Olea europaea* L. var. *sylvestris* Brot.	P caesp	Circum-Medit.	S
91.	*Onopordum illyricum* L.	H scap	Circum-Medit.	C
92.	*Osyris alba* L.	NP	Euri-Medit.	S
93.	***Pancratium Illyricum* L.**	**G bulb**	**Endem.**	**R**
94.	*Phalaris coerulescens* Desf.	H caesp	Circum-Medit.	**S**
95.	*Phillyrea angustifolia* L.	P caesp	Circum-Medit.	C
96.	*Pistacia lentiscus* L.	P caesp	S-Medit.	C

n.	*Taxon*	Forma biologica	Tipo corologico	Diffusione
97.	*Plantago coronopus* L.	H ros	Euri-Medit.	D
98.	*Plantago weldenii* Rchb.	T ros	Euri-Medit.	C
99.	*Poa bulbosa* L.	H caesp	Paleotemp	D
100.	*Polypodium cambricum* L.	H ros	Euri-Medit.	C
101.	*Poterium sanguisorba* L.	H scap	Paleotemp.	C
102.	*Prospero autumnale* (L.) Speta	G bulb	Euri-Medit.	S
103.	*Prunus spinosa* L.	P caesp	Eurasiat.	S
104.	*Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn	G rhiz	Cosmop.	S
105.	***Ptilostemon casabonae* (L.) Greuter**	**H bienn**	**Endem.**	**S**
106.	*Pyrus spinosa* Forssk.	P scap	Eurasiat.	C
107.	*Quercus ilex* L.	P scap	Circum-Medit.	C
108.	*Quercus suber* L.	P scap	Circum-Medit.	C
109.	*Ranunculus bullatus* L.	H ros	Circum-Medit.	S
110.	*Ranunculus paludosus* Poir.	H scap	Medit.-Turan.	S
111.	*Ranunculus sardous* Crantz	T scap	Euri-Medit.	R
112.	*Reichardia picroides* (L.) Roth	H scap	Circum-Medit.	S
113.	*Reseda alba* L.	H scap	Circum-Medit.	S
114.	*Rhagadiolus stellatus* (L.) Gaertn.	T ros	Euri-Medit.	C
115.	*Rhamnus alaternus* L.	P cesp	Circum-Medit.	R
116.	***Romulea ligustica* Parl.**	**G bulb**	**W-Medit.**	**D**
117.	*Romulea rollii* Parl.	G bulb	W-Medit.	R
118.	*Romulea* sp.	G bulb	-	S
119.	*Rosa sempervirens* L.	NP	Circum-Medit.	R
120.	*Rubia peregrina* L.	P lian	Circum-Medit. Macarones.	C
121.	*Rubus ulmifolius* Schott	NP	Euri-Medit. Europ.	C
122.	*Rumex obtusifolius* L.	H scap	Cosmop.	S
123.	*Rumex pulcher* L.	H scap	Euri-Medit.	C
124.	***Santolina corsica* Jord. & Fourr.**	**NP**	**Endem.**	**R**
125.	*Scirpoides holoschoenus* (L.) Soják	G rhiz	Euri-Medit.	R

n.	*Taxon*	Forma biologica	Tipo corologico	Diffusione
126.	*Scolymus hispanicus* L.	H scap	Circum-Medit.	C
127.	***Sedum caeruleum* L.**	**T scap**	**SW-Medit.**	**S**
128.	***Selaginella denticulata* (L.) Spring**	**Ch rept**	**Circum-Medit.**	**R**
129.	*Schoenus nigricans* L.	H caesp	Subcosmop.	S
130.	*Silybum marianum* (L.) Gaertn.	H bienn	Medit.-Turan.	C
131.	*Smilax aspera* L.	G rhiz	Subtrop.	C
132.	*Sonchus oleraceus* L.	T scap	Cosmop.	S
133.	***Stachys corsica* Pers.**	**H rept**	**Endem**	**R**
134.	***Stachys glutinosa* L.**	**Ch suffr**	**Endem.**	**R**
135.	*Teucrium capitatum* L.	Ch suffr	Circum-Medit.	C
136.	***Teucrium marum* L.**	**Ch suffr**	**Subendem.**	**C**
137.	*Thapsia garganica* L. subsp. *garganica*	H scap	S-Medit.	C
138.	***Thapsia meoides* (Desf.) Guss.**	**G scap**	**Circum-Medit.**	**R**
139.	*Thymelaea hirsuta* (L.) Endl.	NP	S-Medit.	R
140.	***Thymus herba-barona* Loisel.**	**Ch rept**	**Endem.**	**S**
141.	*Trifolium angustifolium* L.	T scap	Euri-Medit.	S
142.	*Trifolium campestre* Schreb.	T scap	Paleotemp.	C
143.	*Trifolium nigrescens* Viv.	T scap	Euri-Medit.	S
144.	*Trifolium stellatum* L.	T scap	Circum-Medit.	C
145.	*Trifolium subterraneum* L.	T rept	Euri-Medit.	S
146.	*Umbilicus rupestris* (Salisb.) Dandy	G bulb	Medit.-Atl.	D
147.	*Urospermum dalechampii* (L.) F.W.Schmidt	H scap	W-Euri-Medit.	C
148.	***Verbascum conocarpum* Moris**	**H bienn**	**Endem.**	**R**
149.	*Urtica atrovirens* Req. ex Loisel.	H scap	Circum-Medit.	S

La componente floristica riscontrata durante i rilevamenti è rappresentata da 149 unità tassonomiche (Tabella 1). Lo spettro biologico mostra la predominanza (>70%) di elementi erbacei, dei quali la prevalenza di taxa perenni (52% della flora totale) sull'elemento terofitico, potrebbe essere giustificato dal mancato rilevamento di parte delle entità annue, solo in parte individuabili e correttamente determinabili per via del periodo non idoneo al rilevamento di tale componente, nonché dell'abbondanza di cenosi prative perenni, delle praterie semi-naturali e dello strato erbaceo delle cenosi pre-forestali. Una quota importante di arbustive, alto-arbustive ed arboree (fanerofite + nano-fanerofite + camefite >28%) risulta in aderenza con la diffusa presenza di comunità pre-

forestali osservate. Dallo spettro corologico si evince una netta predominanza di elementi mediterranei s.l. (>78%), di cui la presenza di entità endemiche e sub-endemiche risulta non trascurabile (N = 18) in rapporto con la flora totale rilevata in occasione dei sopralluoghi effettuati (>11%).

La componente endemica rilevata è rappresentata dai taxa:

Allium parciflorum Viv. (Alliaceae). Geofita bulbosa endemica di Sardegna e Corsica. Vegeta negli ambienti rupicoli, glareicoli e di pascolo arido dal livello del mare ai 1700 m s.l.m., in numerose località dell'isola. Nell'area di studio è stata rinvenuta nei siti EST5, EST6, si riscontra inoltre idoneità alla sua presenza nel sito EST1. L'entità è considerata *a rischio minimo* (LC) nelle Liste Rosse per la flora italiana (ROSSI et al., 2020).

Arum pictum L. f. (Araceae). Geofita rizomatosa endemica di Sardegna, Corsica ed Arcipelago toscano. Vegeta all'ombra di arbusti ed alberi di formazioni di macchia termofila, lungo le siepi e presso pietraie, margini di torrenti, etc. Molto comune in Sardegna, presso l'area di studio è stata osservata sporadicamente nei siti ESC2 e ESC3. L'entità è considerata *a rischio minimo* (LC) nelle Liste Rosse per la flora italiana (ROSSI et al., 2020).

Bellium bellidioides L. (Asteraceae). Emicriptofita rosulata endemica di Sardegna, Corsica ed Arcipelago delle Baleari. Vegeta in ambiente pascolativo e rupestre, in particolare presso suoli silicei umidi, spesso ai margini di pozze temporanee. Comune in Sardegna in habitat idoneo, presso l'area di studio risulta frequente nei pratelli meso-igrofili impostati su substrati rocciosi, lungo impluvi e pozze temporanee. L'entità è considerata *a rischio minimo* (LC) nelle Liste Rosse per la flora italiana (ROSSI et al., 2020).

Crocus minimus DC (Iridaceae). Geofita bulbosa endemica di Sardegna e Corsica. Vegeta essenzialmente presso pascoli e pratelli su suoli poco profondi, ed in ambiente glareicolo e rupicolo. Comune in Sardegna, presso l'area di studio si osserva in maniera diffusa presso pascoli semi-naturali, pratelli, garighe ed affioramenti rocciosi. L'entità è considerata *a rischio minimo* (LC) nelle Liste Rosse per la flora italiana (ROSSI et al., 2020; ORSENIGO et al., 2021).

Dianthus sp. (Cariophyllaceae). Popolazioni di piante camefitiche suffruticose del genere *Dianthus*, la cui determinazione a rango specifico non è stata possibile a causa dello stadio fenologico (non fioriti) degli individui rinvenuti, e conseguente assenza di caratteri diacritici indispensabili. Gli Individui sono stati osservati in ambiente rupicolo/di roccaglia presso i siti EST1, EST3, EST5, EST6, su substrati in prevalenza metarmofici. Si tratta certamente di entità endemiche note per i territori montani del Gennargentu e del Sarrabus-Gerrei, ed in particolare almeno una delle popolazioni rinvenute potrebbe riferirsi a *Dianthus sardous* Bacch., Brullo, Casti & Giusso, noto per il Monte Santa Vittoria di Esterzili (BAGELLA et al., 2024) e il Monte Lora di San Vito (IIRITI, 2006): la definizione dell'identità tassonomica di tali entità potrà essere possibile attraverso indagini da effettuarsi nel periodo fenologico più favorevole all'individuazione dei caratteri morfo-metrici indispensabili.

Dipsacus ferox Loisel (Dipsacaceae). Emicriptofita scaposa endemica di Sardegna ed alcune regioni dell'Italia centrale. Vegeta su suoli umidi e temporaneamente zuppi o allagati presso vallate, aree depressionarie, margini di corsi d'acqua, fossati, spesso in ambiente subnitrofilo. Diffusa in

Sardegna, presso l'area di studio si osserva sporadicamente in corrispondenza di radure mesofile e meso-igrofile (importanti popolamenti presso ESC4). L'entità è considerata *carente di dati* (DD) per essere inclusa in una delle categorie di rischio delle Liste Rosse per la flora italiana (ROSSI et al., 2020; ORSENIGO et al., 2021).

Euphorbia pithyusa L. subsp. *cupanii* (Guss. ex Bertol.) Radcl.-Sm. (Euphorbiaceae). Camefita suffruticosa endemica di Sardegna, Sicilia e Corsica. Nell'area di studio si osserva diffusamente presso pascoli, seminativi magri, margini di viabilità rurale. L'entità è considerata *a rischio minimo* (LC) nelle Liste Rosse per la flora italiana (ROSSI et al., 2020; ORSENIGO et al., 2021).

Genista corsica (Loisel.) DC (Fabaceae). Nanofanerofita endemica di Sardegna, Corsica e isole minori adiacenti. Partecipa a formazioni di gariga mediterranea e macchia xerofila sviluppata principalmente su suoli poco profondi e ricchi di scheletro, dal livello del mare a oltre i 1000 m. Presso l'area di studio si osserva frequentemente in corrispondenza di affioramenti rocciosi dei siti EST6 ove costituisce formazioni di gariga semi-rupicola, in minor misura EST5 e EST3, sporadicamente in singoli individui presso il sito EST1. L'entità è considerata *a rischio minimo* (LC) nelle Liste Rosse per la flora italiana (ROSSI et al., 2020; ORSENIGO et al., 2021).

***Hypericum scruglii* Bacch., Brullo & Salmeri** (Hypericaceae). Emicriptofita scaposa endemica di Sardegna. Vegeta in depressioni umide e deboli linee di impluvio, prioritariamente su substrati carbonatici, in poche località della Sardegna orientale. Presso l'area di studio è stata rinvenuta presso i siti ESC1, ESC3 e ESC4, EST1, in corrispondenza di substrati umidi, praterie meso-igrofile e impluvi. La specie risulta particolarmente diffusa in tutta l'area vasta. L'entità è considerata ***minacciata* (EN)** nelle Liste Rosse per la flora italiana (ROSSI et al., 2020).

Pancratium Illyricum L. (Amaryllidaceae). Geofita bulbosa endemica di Sardegna, Corsica e Isola di Capraia nell'Arcipelago Toscano. Vegeta in prati freschi e umidi, roccaglie. Presso l'area di studio è stata rinvenuta presso il sito EST1. L'entità è considerata *quasi minacciata* (NT) nelle Liste Rosse per la flora italiana (ROSSI et al., 2020).

Ptilostemon casabonae (L.) Greuter (Asteraceae). Emicriptofita scaposa sub-endemica di Sardegna, Corsica, Isola d'Elba e Arcipelago delle Isole di Hyères (Francia). Vegeta presso incolti aridi, ambienti glareicoli, rupicoli e di discarica mineraria. Diffusa in Sardegna in habitat adatto, presso l'area di studio è stata rinvenuta nei siti ESC2, ESC3, EST4. L'entità è considerata *a rischio minimo* (LC) nelle Liste Rosse per la flora italiana (ROSSI et al., 2020).

Santolina corsica Jord. & Fourr. incl. *S. insularis* (Gennari ex Fiori) Arrigoni (Asteraceae). Nanofanerofita endemica della Sardegna. Vegeta in garighe e praterie montane, principalmente in Sardegna centro-meridionale. Presso l'area di studio è stata rinvenuta presso i siti EST1 e EST6, e in radi nuclei di individui presso il sito EST5. L'entità è considerata *a rischio minimo* (LC) nelle Liste Rosse per la flora italiana (ROSSI et al., 2020).

Stachys corsica Pers. (Lamiaceae). Emicriptofita reptante endemica di Sardegna, Corsica ed Arcipelago toscano. Vegeta presso anfratti umidi e rupi montane, in numerose località dell'isola. Presso l'area di studio è stata individuata, presso gli affioramenti rocciosi del sito EST6. L'entità è considerata *a rischio minimo* (LC) nelle Liste Rosse per la flora italiana (ROSSI et al., 2020).

Stachys glutinosa L. (Lamiaceae). Camefita fruticosa endemica di Corsica e Sardegna. Partecipa

alla costituzione di garighe basse in ambiente roccioso, rupicolo e/o glareicolo, ma anche in suoli alluvionali stabilizzati o suoli primitivi ricchi in scheletro. Presso l'area di studio si osserva in corrispondenza di affioramenti rocciosi, in particolare su substrati silicei. Presso il sito Est6 costituisce garighe semi-rupicole in associazione con *Genista corsica*. L'entità è considerata *a rischio minimo* (LC) nelle Liste Rosse per la flora italiana (ROSSI et al., 2020; ORSENIGO et al., 2021).

Thymus herba-barona Loisel. (Lamiaceae). Camefita reptante endemica di Sardegna, Corsica e isola di Maiorca. Vegeta presso garighe e praterie montane dai 600 m s.l.m. Presente in numerose località della Sardegna, nell'area di studio è stata diffusamente osservata presso formazioni di gariga e di pascolo sub-montano. L'entità non è inclusa in nessuna categoria di rischio secondo i criteri IUCN.

Verbascum conocarpum Moris (Scrophulariaceae). Emicriptofita biennale endemica di Sardegna, Corsica ed Isola di Montecristo. Vegeta presso garighe, roccaglie e ambienti glareicoli. Presente in molte località della Sardegna, presso l'area di studio è stata rinvenuta nei siti EST1 e EST6. Per la stessa si osservano caratteri di idoneità ecologica in gran parte dei settori centro-settentrionali dell'area di studio. L'entità è considerata *a rischio minimo* (LC) nelle Liste Rosse per la flora italiana (ROSSI et al., 2020).

Tra le entità non endemiche ma di interesse conservazionistico e/o fitogeografico si segnalano:

***Anemone palmata* L.** (Ranunculaceae). Geofita rizomatosa a distribuzione Mediterranea meridionale, in Italia nota esclusivamente per Sardegna e Sicilia. Vegeta presso pratelli e radure ai margini di formazioni boschive e di macchia, normalmente in stazioni alto collinari e montane. Considerata rara a livello nazionale (PIGNATTI, 1982; 2017-2019) e molto rara in Sardegna (ARRIGONI, 2006-2015), presso l'area di studio è stata osservata presso pratelli a fenologia autunno-invernale, sviluppati a mosaico con cenosi di gariga (siti ESC1, ESC2, ESC4). L'entità è considerata ***minacciata* (EN)** nelle Liste Rosse per la flora italiana (ROSSI et al., 2020).

Carlina racemosa L. (Asteraceae). Terofita scaposa a corologia Mediterranea sud-occidentale, in Italia nota solo per la regione Sardegna. Molto comune nell'isola presso pascoli meso-xerofili ed eliofili, dal livello del mare sino al piano collinare, nell'area di studio è frequente. L'entità è considerata *a rischio minimo* (LC) nelle Liste Rosse per la flora italiana (ROSSI et al., 2020; ORSENIGO et al., 2021).

Cyclamen repandum Sm. subsp. *repandum* (Primulaceae). Geofita bulbosa a corologia Mediterranea settentrionale, presente in gran parte del territorio nazionale ove è localmente comune. Vegeta presso lo strato erbaceo di ambienti forestali. Comune in Sardegna, nell'area di studio si osserva nello strato erbaceo di cenosi pre-forestali. L'entità è inclusa nell'appendice II della CITES (CITES, 1972; CEE, 2001). Per l'entità non è disponibile una categoria di rischio su scala nazionale o regionale, secondo i criteri IUCN.

Eryngium tricuspidatum L. (Asteraceae). Emicriptofita scaposa a distribuzione Mediterranea sud-occidentale, in Italia presente solo in Sardegna e Sicilia. Vegeta in pratelli aridi e garighe. Nell'area di studio si osserva sporadicamente presso le formazioni di gariga dei settori centro-meridionali (es. ESC2). Per l'entità non è disponibile una categoria di rischio su scala nazionale o regionale, secondo

i criteri IUCN.

Helichrysum italicum (Roth) G.Don subsp. *tyrrhenicum* (Bacch., Brullo & Giusso) Herrando, J.M.Blanco, L.Sáez & Galbany (Asteraceae). Camefita suffruticosa a corologia Circum-Mediterranea, da alcuni autori considerata sub-endemica del Mediterraneo centrale. Vegeta in ambienti di gariga e degradati, in ambiente rupicolo, presso ghiaioni, terrazzi alluvionali, discariche, comportandosi spesso come entità pioniera. Presso l'area di studio è frequente e partecipa a formazioni di gariga. L'entità è considerata *a rischio minimo* (LC) nelle Liste Rosse per la flora italiana (ROSSI et al., 2020; ORSENIGO et al., 2021).

Romulea ligustica Parl. (Iridaceae). Geofita bulbosa a corologia Mediterranea sud-occidentale. In Italia è presente in Sardegna, Liguria e Emilia-Romagna, ma nelle ultime due regioni è nota con una sola stazione di pochi individui e con una popolazione di dubbio indigenato, rispettivamente (AA.VV., 2011; PIGNATTI et al., 2017-2019). Vegeta presso pratelli e radure tra la macchia, anche su substrati rocciosi, preferibilmente silicei. Diffusa ed abbondante presso tutta l'area di studio, con maggiore frequenza per i settori centro-meridionali, l'entità è considerata *quasi minacciata* (NT) nelle Liste Rosse per la flora italiana (ROSSI et al., 2020; ORSENIGO et al., 2021).

Sedum caeruleum L. (Crassulaceae). Terofita scaposa a corologia Mediterranea sud-occidentale, in Italia presente esclusivamente nelle regioni Calabria, Sardegna e Sicilia. Comunissimo in Sardegna, vegeta presso pratelli xerofili su substrati silicei. Nell'area di studio è diffusa in ambiente semi-rupicolo su substrati silicei. L'entità è considerata *a rischio minimo* (LC) nelle Liste Rosse per la flora italiana (ORSENIGO et al., 2021).

Selaginella denticulata (L.) Spring (Selaginellaceae). Camefita reptante a corologia Circum-Mediterranea. Vegeta su rocce e rupi umide, spesso in ambiente di sottobosco. Diffusa in gran parte delle regioni dell'Italia mediterranea, in Sardegna è comune in habitat idoneo. Nell'area di studio si osserva in corrispondenza di rocce stilicidiose ed impluvi su substrati rocciosi. l'entità è considerata *a rischio minimo* (LC) nelle Liste Rosse per la flora italiana (ROSSI et al., 2013).

Thapsia meoides (Desf.) Guss. (Apiaceae). Emicriptofita scaposa a corologia Circum-Mediterranea, la cui presenza in Italia risulta accertata esclusivamente in Campania, Sardegna e Sicilia, ove è considerata rara (PIGNATTI et al., 2017-2019). Popolamenti dell'entità, di interesse fitogeografico, sono stati individuati presso i pascoli e garighe dei settori centro-meridionali. Per l'entità non è disponibile una categoria di rischio su scala nazionale o regionale, secondo i criteri IUCN.

In virtù del particolare contesto geografico, orografico e geo-pedologico nonché biogeografico, si prevede la presenza di altri taxa endemici e di interesse conservazionistico e/o fitogeografico (comprese entità della famiglia Orchidaceae), non rilevabili al momento delle indagini effettuate, essenzialmente per i motivi legati alla mancata accessibilità dei luoghi segnalata precedentemente, e per questioni fenologiche dei taxa rispetto al periodo di rilevamento.

È stata riscontrata la diffusa presenza di individui arborei di *Quercus suber* L., specie tutelata dalla legge regionale n. 4/1994.

Non è stata riscontrata la presenza di individui di *Olea europaea* L. (olivo), tutelati dal Decreto Legislativo Luogotenenziale n.475/1945.

Figura 7.– Tra le entità di interesse conservazionistico e/o fitogeografico osservate presso l'area di studio, Hypericum scruglii, endemica esclusiva della Sardegna sud-orientale considerata minacciata (EN) a livello globale secondo i criteri di valutazione del rischio di estinzione IUCN, ed Anemone palmata, specie rara ed ugualmente considerata minacciata (EN), rappresentano elementi di criticità dal punto di vista della tutela della flora dei siti interessati dagli interventi in progetto (ESC3).

4 ASPETTI VEGETAZIONALI

4.1 Vegetazione potenziale

Secondo il Piano Forestale Ambientale Regionale (BACCHETTA et al., 2007a,b), la vegetazione predominante potenziale dei settori di area vasta ospitanti le opere in progetto è identificabile in una macro-unità principale rappresentata dalla lecceta.

In contesto bioclimatico termo-mediterraneo superiore e meso-mediterraneo inferiore, la vegetazione potenziale è rappresentata da boschi climatofili a *Quercus ilex* L. con *Juniperus oxycedrus* L., *Juniperus turbinata* Guss. e *Olea europaea* L. var. *sylvestris* Brot., riferibili alla serie sarda termo-mesomediterranea del leccio (*Prasio majoris-Quercetum ilicis*). Lo stato arbustivo di tali formazioni è costituito da *Pistacia lentiscus* L., *Rhamnus alaternus* L., *Phillyrea latifolia* L., *Erica arborea* L. e *Arbutus unedo* L., mentre gli aspetti più silicicoli sono caratterizzati dalla presenza di *Phillyrea angustifolia* L., *Myrtus communis* L. e *Quercus suber* L. Abbondanti tra le lianose *Clematis cirrhosa* L., *Stachys major* (L.) Bartolucci & Peruzzi, *Smilax aspera* L., *Rubia peregrina* L., *Lonicera implexa* Ait., *Dioscorea communis* (L.) Caddick & Wilkin. Le cenosi di sostituzione della lecceta sono rappresentate da arbusteti e macchia alta delle associazioni *Erico arboree-Arbutetum unedonis*, *Pistacio lentisci-Calicotometum villosae* e *Clematido cirrhosae-Pistacietum lentisci*. Ulteriori fasi di degradazione sono costituite da vaste distese di gariga a *Cistus monspeliensis* L., sino ai prati stabili emicriptofitici della classe *Poetea bulbosae* e i pratelli terofitici della classe *Helianthemetea guttatae*.

Nello stesso contesto bioclimatico e soprattutto nel piano mesomediterraneo inferiore sino ai 400 m s.l.m., ma in corrispondenza di litologie sedimentarie (calcari, dolomie e metacalcari) mesozoiche, le stesse leccete si sviluppano in associazione a *Quercus virgiliana* (Ten.) Ten. (*Prasio majoris-Quercetum ilicis quercetosum virgilianae*). Lo stadio maturo di tali cenosi è rappresentato da boschi climatofili a *Quercus ilex* e *Quercus virgiliana*, talvolta con *Fraxinus ornus* L. Allo strato arbustivo partecipano *Pistacia lentiscus*, *Rhamnus alaternus*, *Viburnum tinus* L., *Crataegus monogyna* Jacq., *Arbutus unedo* L., *Osyris alba* L. Tra le lianose sono frequenti *Clematis vitalba* L., *Rosa sempervirens* L., *Hedera helix* L. subsp. *helix*, *Dioscorea communis*, *Smilax aspera*, *Rubia peregrina* e *Lonicera implexa*. Lo strato erbaceo è dominato da poche entità quali *Arisarum vulgare* Targ.-Tozz., *Carex distachya* Desf., *Cyclamen repandum* Sm., *Allium triquetrum* L. Formazioni di sostituzione includono cenosi arbustive da riferire alle associazioni *Rhamno alaterni-Spartietum juncei*, *Clematido cirrhosae-Crataegetum monogynae* e arbusteti a *Salvia rosmarinus* Spenn. Le formazioni a gariga sono dominate da *Cistus creticus* L. subsp. *eriocephalus* (Viv.) Greuter & Burdet. Le praterie perenni emicriptofitiche sono riferibili alla classe *Lygeo sparti-Stipetea tenacissimae*, e le comunità terofitiche alla classe *Helianthemetea guttatae*.

In contesto bioclimatico mesomediterraneo superiore ovvero nei pochi settori della fascia montana a quote comprese tra i 600 ed i 900 m s.l.m., le formazioni dominate dal leccio si riferiscono all'associazione *Galio scabri-Quercetum ilicis*, testa della serie sardo-corsa, calcifuga, meso-supramediterranea del leccio. A queste si riferiscono mesoboschi a leccio con *Erica arborea*, *Arbutus unedo*, *Viburnum tinus*, *Phillyrea latifolia*, associati a *Smilax aspera*, *Rubia peregrina*, *Rosa sempervirens*, *Hedera helix* subsp. *helix*, *Clematis vitalba*. Lo strato erbaceo è dominato da

Cyclamen repandum, *Luzula forsteri* (Sm.) DC., *Asplenium onopteris* L., *Carex distachya* e *Galium scabrum* L.

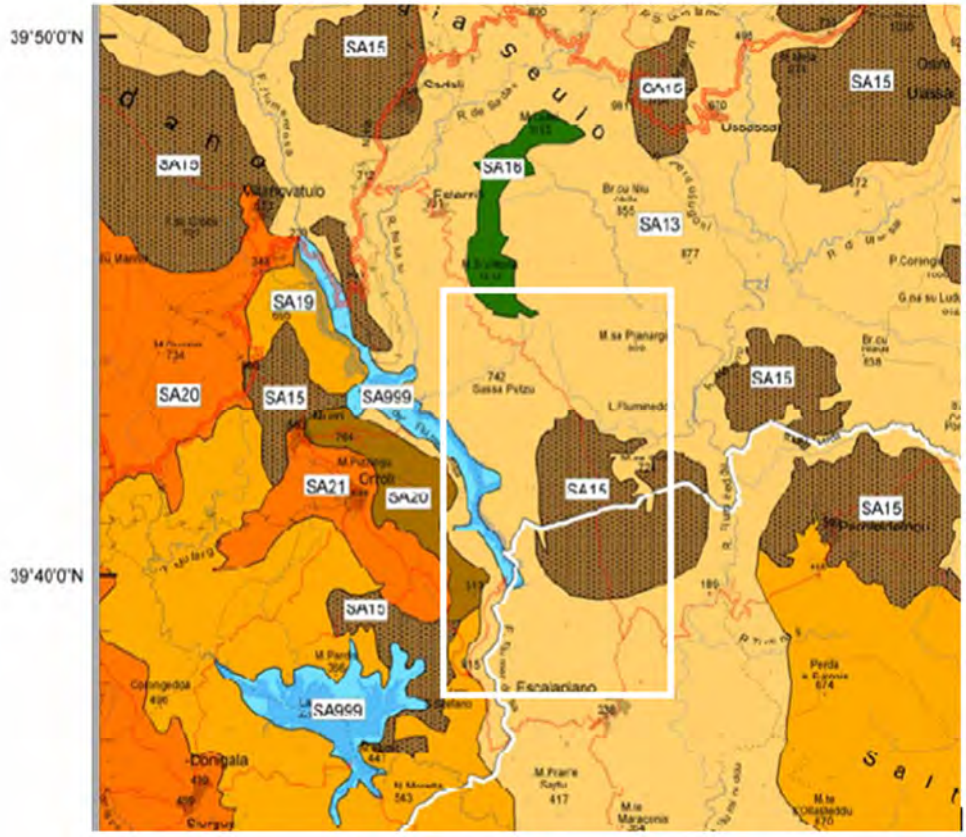

Figura 8. – Vegetazione potenziale del sito oggetto degli interventi in progetto. SA13 = serie sarda termo-mesomediterranea del leccio (Prasio majoris-Quercetum ilicis); SA15 = Prasio majoris-Quercetum ilicis quercetosum virgilianae. SA16 = serie sardo-corsa, calcifuga, meso-supramediterranea del leccio (Galio scabri-Quercetum ilicis). Fonte: Piano forestale ambientale regionale (BACCHETTA et al., 2007a,b), modificata.

Figura 9. – Serie di Vegetazione potenziale del sito. SA13 = serie sarda termo-mesomediterranea del leccio (Prasio majoris-Quercetum ilicis); SA15 = Prasio majoris-Quercetum ilicis quercetosum virgilianae. SA16 = serie sardo-corsa, calcifuga, meso-supramediterranea del leccio (Galio scabri-Quercetum ilicis). Fonte: Piano forestale ambientale regionale (BACCHETTA et al., 2009), modificata.

4.2 Vegetazione attuale

I seguenti risultati si riferiscono ad indagini sul campo effettuate in Febbraio 2024 all'interno dell'area di studio, identificata nelle superfici interessate dagli interventi in progetto e da relativa area di influenza corrispondente ad un buffer di circa 500 m da ciascun aerogeneratore. Lo studio è stato condotto in accordo con il metodo (quando reso possibile, rilievi per ciascuna unità vegetazionale riscontrata sul campo, in periodo idoneo allo svolgimento degli stessi) e la nomenclatura sintassonomica della scuola sigmatista di Zurigo-Montpellier (BRAUN-BLANQUET, 1931) e integrato in base alle più recenti acquisizioni sulla sinfitosociologia e geosinfitosociologia (GÉHU & RIVAS-MARTÍNEZ, 1981; THEURILLAT, 1992; BIONDI, 1996; BIONDI et al., 2004), nonché di recenti revisioni inerenti la classificazione della vegetazione europea (MUCINA et al., 2016).

4.2.1 Vegetazione riscontrata sul campo

Gli aspetti vegetazionali interessati dalla realizzazione dei lavori previsti dal progetto presentano un'importante variabilità in virtù di apprezzabili differenze nella localizzazione geografica, altitudinale, e delle caratteristiche orografiche, geo-litologiche e pedologiche nonché biogeografiche di giacitura, di un numero di siti di intervento piuttosto elevato.

I settori meridionali dell'area di studio, in territorio amministrativo di Escalaplano, situati in contesto alto-collinare (altitudini comprese tra i 415 ed i 620 m s.l.m.) su litologie prevalentemente carbonatiche, secondariamente silicee, sono caratterizzate da estese formazioni pre-forestali e forestali dominate da sclerofille caratterizzate dall'alta presenza di taxa termo-xerofili.
In corrispondenza di litologie carbonatiche, si rilevano formazioni secondarie degli arbusteti ove prevalgono *Pistacia lentiscus* L., *Juniperus oxycedrus* L., *Salvia rosmarinus* Spenn.*, Olea europaea* L. var. *sylvestris* Brot., *Pyrus spinosa* Forskk., *Quercus ilex* L., a cui si associano numerosi elementi della gariga quali *Cistus monspeliensis*, *Thymelaea hirsuta* Endl., lianose quali *Smilax aspera* L., *Dioscorea communis* (L.) Caddick & Wilkin e *Clematis cirrhosa* L., ed entità camefitiche quali *Helichrysum italicum* (Roth) G.Don subsp. *tyrrhenicum* (Bacch., Brullo & Giusso) Herrando, J.M.Blanco, L.Sáez & Galbany, *Teucrium marum* L., *Thymus herba-barona* Loisel. etc. Si tratta di formazioni secondarie da riferire all'ordine *Pistacio-Rhamnetalia alaterni* della classe *Quercetea ilicis* (arbusteti), ed alla classe *Ononido-Rosmarinetea* (garighe calcicole), di degradazione/sostituzione di leccete riferibili alla serie sarda, calcicola, termo-mesomediterranea del leccio (*Prasio majoris-Quercetum ilicis*). A tali formazioni si associano praterie emicriptofitiche della classe *Lygeo sparti-Stipetea tenacissimae* ad alta naturalità e spesso a netta dominanza di *Brachypodium retusum* (Pers.) P.Beauv., nonché semi-naturali della classe *Poetea bulbosae*. Talvolta le stesse si sviluppano su affioramenti rocciosi ove si osservano anche elementi casmo-comofitici della classe *Polypodietea*.
In corrispondenza di litologie silicee o nelle aree di contatto fra queste e le litologie carbonatiche, si rilevano vaste formazioni secondarie degli arbusteti con prevalenza di *Pistacia lentiscus*, *Juniperus oxycedrus*, *Quercus suber* L., *Phillyrea angustifolia* L., *Erica arborea* L., *Arbutus unedo* L., *Myrtus communis* L., *Asparagus acutifolius* L., a cui si associano *Cytisus laniger* DC, *Daphne gnidium* L., *Cistus monspeliensis* L. e *Cistus salvifolius* L., nonché *Olea europaea* var. *sylvestris* e *Rhamnus alaternus* L. Si tratta di comunità che in riferimento alle condizioni pedo-climatiche possono esprimersi in aspetti più o meno termofili. Le stesse sono spesso sostituite da garighe secondarie silicicole a dominanza di *Cistus* sp. pl. da riferire alla classe *Cisto-Lavanduletea stoechadis*, mentre raramente si osservano formazioni schiettamente forestali rappresentate da meso-boschi a *Quercus suber*, con abbondante strato alto-arbustivo dominato da *Juniperus oxycedrus*, *Arbutus unedo* ed *Erica arborea*, importante presenza di lianose tra cui le precedentemente menzionate e *Rosa sempervirens* L. Si tratta di cenosi pre-forestali e forestali da riferire alla serie sarda, calcifuga, termo-mesomediterranea della sughera (*Galio scabri-Quercetum suberis*). A tali formazioni si associano, sviluppate a mosaico, comunità prative emicriptofitiche/geofitiche naturali della classe *Lygeo sparti-Stipetea tenacissimae*, e dei pascoli semi-naturali della classe *Poetea bulbosae*, con elementi

terofitici xerofili della classe *Helianthemetea guttatae*. In corrispondenza maggiore umidità edafica dei substrati, si osservano talvolta praterie meso-igrofile dominate da *Schoenus nigricans* L. e *Scirpoides holoschoenus* (L.) Soják, in taluni casi particolarmente estese e dense.

I settori settentrionali dell'area di studio, in territorio amministrativo di Esterzili, situati in contesto alto-collinare e sub-montano talvolta cacuminale (altitudini comprese tra i 630 ed i 888 m s.l.m.) su litologie prevalentemente metamorfiche, occasionalmente carbonatiche, con frequenti affioramenti rocciosi, sono caratterizzate da estese formazioni pre-forestali secondarie ove predominano le formazioni della gariga silicicola a dominanza di *Cistus* sp. pl. e *Lavandula stoechas* L., a cui si associano elementi degli arbusteti quali *Arbutus unedo*, *Erica arborea*, *Juniperus oxycedrus*, *Phillyrea angustifolia*, *Cytisus laniger*, *Euphorbua characias* L., nonché *Quercus suber* e *Pyrus spinosa*. Presso i siti meno elevati e con esposizioni meridionali, resistono ancora elementi termofili quali *Olea europaea* var. *sylvestris*. Diversamente, in contesto cacuminale ed in particolare presso gli affioramenti rocciosi, l'elemento fanerofitico rappresenta una presenza occasionale mentre risultano predominanti le formazioni di gariga ad attitudine semi-rupicola da riferire all'alleanza *Teucrion mari*, tra cui cenosi dominate dalle endemiche *Genista corsica* (Loisel.) DC. e *Stachys glutinosa* L., e con *Teucrium* sp. pl., *Thymus herba-barona* Loisel., occasionalmente *Santolina corsica* Jord. & Fourr. A tali formazioni si associano, sviluppate a mosaico, comunità prative emicriptofitiche/geofitiche naturali della classe *Lygeo sparti-Stipetea tenacissimae*, e dei pascoli semi-naturali della classe *Poetea bulbosae*, con elementi terofitici xerofili della classe *Helianthemetea guttatae*.

Alle suddette unità vegetazionali si associano di frequente lembi di vegetazione di mantello dominata da *Rubus ulmifolius* Schott. e *Prunus spinosa* L., da riferire all'alleanza *Pruno spinosae-Rubion ulmifolii* della classe *Crataego-Prunetea*.

Presso tutta l'area di studio, gli aspetti erbacei sono dominati da formazioni naturali delle praterie perenni della classe *Lygeo sparti-Stipetea tenacissimae* (alleanze *Cymbopogono-Brachypodion ramosi* e *Leontodo tuberosi-Bellion sylvestris*), e semi-naturali della classe *Poetea bulbosae*, le quali sono sottoposte a pressioni di pascolo brado bovino e ovi-caprino variabili. Gli aspetti maggiormente degradati sono rappresentati da pascoli meso-xerofili, eliofili, pauci-specifici a dominanza di *Asphodelus ramosus* L. e *Carlina corymbosa* L. (ordine *Cymbopogono-Brachypodietalia ramosi*) e (quote più elevate su substrati silicei) pascoli della classe *Poetea bulbosae* iper-pascolati ed arricchiti di numeri taxa nitrofili. Presso substrati superficiali ed in condizioni di marcata xericità, sono frequente pratelli xerofili della classe *Helianthemetea guttatae*. Spesso a contatto con le formazioni arbustive, alto-arbustive e arboree, in contesto nitro-sciafilo, si osservano comunità terofitiche/emicriptofitiche della classe *Cardaminetea*.

Le superfici soggette a iniziative pregresse di trasformazione fondiaria sono attualmente utilizzate per la semina di foraggere ad uso pabulare diretto (principalmente Poaceae quali *Avena sativa* L.,

Hordeum vulgare L.) a cui sono associate comunità ricche in elementi nitrofilo-ruderali, da riferire alla classe *Stellarietea mediae* (= *Chenopodietea*). Appartenenti alla medesima classe vegetazionale la vegetazione terofitica, nitrofila sviluppata lungo i margini campestri ed in contesto post-colturale, da riferire all'alleanza *Echio-Galactition tomentosae*.

Tanto ai prati semi-naturali a fenologia invernale-primaverile soggetti a pascolo, quanto alle formazioni artificiali dei seminativi, in tarda primavera-estate succedono comunità emicriptofitiche di dominate da Asteracee spinose di grossa taglia, da riferire all'ordine *Carthametalia lanati* della classe *Artemisietea vulgaris*.

In ambiente viario presso superfici soggette a frequente calpestio, si osservano comunità pauci-specifiche, nitrofile della classe *Polygono arenastri-Poetea annuae*.

Figura 10. – Seminativi magri a foraggere ottenuti dalla trasformazione fondiaria di coperture arbustive naturali, attualmente associate a vegetazione erbacea terofitica nitrofila-ruderale della classe Stellarietea mediae, ed elementi residuali di formazioni prative perenni naturali- In ambito interpoderale e perimetrale si osservano elementi degli arbusteti termofili ed individui arborei di Quercus suber (ESC3).

Figura 11. – Mosaici di arbusteti calcicoli con Juniperus oxycedrus, e cenosi prative semi-naturali della classe Poetea bulbosae (ESC1).

Figura 12. – Mosaici di arbusteti termofili-igrofili con Myrtus communis, e praterie naturali igrofile a dominanza di Schoenus nigrigans (elevato pregio ambientale) della classe Molinio-Arrhenatheretea (ESC4).

Figura 13. – Pascoli in abbandono e nuovamente colonizzati da elementi arbustivi della gariga pioniera, e arbustivi di mantello della classe Crataego-Prunetea (EST2).

Figura 14. – Mosaici di formazioni pre-forestali, forestali ed erbacee naturali e semi-naturali, silicicole, estesi affioramenti rocciosi, caratterizzano il paesaggio vegetale dei settori settentrionali dell'area di studio (EST4).

Figura 15. – Mosaici di formazioni pre-forestali (garighe con presenza di Santolina corsica) ed erbacee naturali e semi-naturali lungo aree di contatto tra substrati carbonatici e silicei (EST1).

Figura 16. – Estese formazioni pre-forestali, seriali della gariga silicicola della classe Cisto-Lavanduletea stoechadis, con aspetti semi-rupicoli dominati da endemiche quali Genista corsica e Stachys glutinoisa (alleanza Teucrion mari), e degli arbusteti mesomediterranei dell'alleanza Ericion arboreae, a mosaico con cenosi erbacee naturali (EST6).

Figura 17. – Formazioni forestali a Quercus suber della serie sarda, calcifuga, termo-mesomediterranea della sughera (Stazione elettrica).

In sintesi, per i siti di installazione degli aerogeneratori si sono rilevati i seguenti profili vegetazionali predominanti:

ESC1. Prevalenza di cenosi arbustive calcicole, seriali degli arbusteti dell'ordine *Pistacio lentisci-Rhamnetalia alaterni* e della gariga secondaria della classe *Ononido-Rosmarinietea* sviluppate su substrati superficiali di altipiano ed a mosaico con formazioni prative semi-naturali e naturali delle classi *Lygeo sparti-Stipetea tenacissimae* e *Poetea bulbosae*. Abbondante presenza di *Juniperus oxycedrus*. Superfici attualmente coinvolte da iniziative private di trasformazione fondiaria attraverso il consumo delle coperture arbustive e alto-arbustive.

ESC2. Prevalenza di cenosi arbustive calcicole, seriali degli arbusteti dell'ordine *Pistacio lentisci-Rhamnetalia alaterni* e della gariga secondaria della classe *Ononido-Rosmarinietea,* a bassa copertura e sviluppate in contesto di versante, a mosaico con formazioni prative semi-naturali e naturali delle classi *Lygeo sparti-Stipetea tenacissimae* e *Poetea bulbosae*. Abbondante presenza di *Juniperus oxycedrus*.

ESC3. Prevalenza di formazioni prative artificiali dei seminativi magri a cui si associano elementi nitrofili della classe *Stellarietea mediae*, nonché numerose entità residuali delle comunità presenti antecedentemente agli interventi di trasformazione fondiaria, tra cui l'endemica Hypericum scruglii (EN - *minacciata*). Marginalmente, lembi di comunità semi-naturali della classe *Poetea bulbosae,* ed in contesto perimetrale-interpoderale cenosi arbustive, seriali degli arbusteti (*Ericion arboreae* e *Pistacio lentisci-Rhamnetalia alaterni*) e della gariga secondaria, sicilicola della classe *Cisto-Lavanduletea stoechadis*, a mosaico con formazioni prative semi-naturali e naturali delle classi *Lygeo sparti-Stipetea tenacissimae*, *Poetea bulbosae*. Individui arborei di *Quercus suber* in

posizione isolata o interposta.

ESC4. Formazioni seriali degli arbusteti densi del *Pistacio lentisci-Rhamnetalia alaterni* in una particolare fascia termofila e meso-igrofila, a dominanza di *Myrtus communis* e *Pistacia lentiscus*, evidentemente sviluppate su suoli profondi decarbonatati nonostante le litologie sedimentarie. Sviluppate a mosaico, formazioni di praterie perenni meso-igrofile e igrofile, a dominanza di *Schoenus nigricans*, dense e ad alta rappresentatività da riferire alla classe *Molinio-Arrhenatheretea*, ospitanti *Hypericum scruglii* e con alta idoneità alla presenza di numerosi altri taxa di interesse conservazionistico e/o fitogeografico. Formazioni di pregio ambientale.

EST1. Prevalenza di formazioni arbustive della gariga rappresentata da elementi silicicoli (*Cistus* sp. pl.) e calcicoli residuali, con presenza sporadica di taxa endemici (*Santolina corsica*, *Dianthus* sp., *Teucrium* sp.) e di interesse fitogeografico (es. *Bupleurum fruticosum*, *Juniperus oxycedrus*). Superfici di versante soggette a importanti pressioni di pascolo bovino e ovino, e di altopiano soggette a trasformazioni fondiarie che hanno portato all'ottenimento di pascoli magri semi-naturali con vegetazione emicriptofitica delle classi *Lygeo sparti-Stipetea tenacissimae*, *Poetea bulbosae* e *Artemisietea vulgaris*.

EST2. Prevalenza di cenosi erbacee delle classi *Lygeo sparti-Stipetea tenacissimae* e *Poetea bulbosae*, con elementi meso-igrofili della classe *Molinio-Arrhenatheretea*, sviluppate in contesto di versante su superfici interessate da fenomeni di ricolonizzazione spontanea dell'elemento arbustivo, dominato da elementi di mantello della classe *Crataego-Prunetea*.

EST3. Prevalenza di coperture arboree artificiali (silvicoltura), a mosaico con lembi residuali di formazioni arbustive della gariga silicicola, ed erbacee naturali delle classi *Lygeo sparti-Stipetea tenacissimae* e *Poetea bulbosae.* Elementi casmo-comofitici presso gli affioramenti rocciosi.

EST4. Netta prevalenza di vegetazione pre-forestale rappresentata da garighe secondarie silicicole (classe *Cisto-Lavanduletea stoechadis*) con associati elementi degli arbusteti (*Ericion arboreae* e *Pistacio lentisci-Rhamnetalia alaterni*) e *Quercus suber.* A mosaico, formazioni prative naturali delle classi *Lygeo sparti-Stipetea tenacissimae* e *Poetea bulbosae*.

EST5. Mosaici di vegetazione arborea artificiale (silvicoltura), vegetazione naturale arbustiva (garighe silicicole della classe *Cisto-Lavanduletea stoechadis*, e semi-rupicole *dell'alleanza Teucrion mari* a dominanza di endemiche), e formazioni erbacee naturali perenni delle classi *Lygeo sparti-Stipetea tenacissimae* e *Poetea bulbosae*, nonché annue della classe *Helianthemetea guttatae*, sviluppate su substrati rocciosi in contesto di versante. Elementi casmo-comofitici presso gli affioramenti rocciosi.

EST6. Mosaici di formazioni seriali pre-forestali della gariga silicicola secondaria della classe *Cisto-Lavanduletea stoechadis*, spesso nei suoi aspetti maggiormente semi-rupicoli a dominanza di endemica (es. *Genista corsica* e *Stachys glutinosa*, alleanza *Teucrion mari*), a mosaico con elementi degli arbusteti silicicoli e di formazioni erbacee naturali perenni delle classi *Lygeo sparti-Stipetea tenacissimae,* ed annue della classe *Helianthemetea guttatae*. Elementi casmo-comofitici presso gli affioramenti rocciosi.

EST7. Netta prevalenza di pascoli occupati da vegetazione sub-nitrofila, meso-xerofila, eliofila delle classi *Lygeo sparti-Stipetea tenacissimae* e *Artemisietea vulgaris*, e dei seminativi magri saltuari a foraggere, con abbondanti elementi nitrofilo-ruderali della classe *Stellarietea mediae*. Elementi residuali di cenosi erbacee naturali e nuclei di gariga secondaria silicicola (classe *Cisto-Lavanduletea stoechadis*). Evidenti effetti da pressioni di sovra-pascolo.

Per quanto concerne la stazione elettrica, questa interessa superfici interamente occupate da formazioni schiettamente forestali, tristratificate da riferire alla serie sarda, calcifuga, termo-mesomediterranea della sughera, rappresentata da mesoboschi di *Quercus suber* a cui si associano un denso strato alto-arbustivo (*Arbutus unedo*, *Juniperus oxycedrus*, *Erica arborea*, *Phillyrea angustifolia*, *Myrtus communis*, *Asparagus acutifolius, Cytisus laniger*) e numerose lianose (*Smilax aspera*, *Rosa sempervirens*, *Dioscorea communis*, *Rubia peregrina*).

Relativamente alla posa dei cavidotti, questi saranno interrati su viabilità esistente, su asfalto (cavidotto SSEU) o sterrato (cavidotto interno) o di nuova realizzazione.

Per quanto concerne i tratti di viabilità di nuova realizzazione ed in adeguamento, aree di cantiere e cabine, alla luce della documentazione progettuale a disposizione non è stato possibile raccogliere informazioni sulla vegetazione eventualmente intercettata.

In virtù della bassa idoneità del periodo di realizzazione delle indagini al rilevamento della flora e della vegetazione (con particolare riferimento agli aspetti erbacei o perenni semi-caducifogli e caducifogli), la caratterizzazione di parte delle comunità sopra citate, spesso limitata al solo inquadramento dei ranghi superiori, è da intendersi puramente indicativa, pertanto parziale.

Tabella 2 - Inquadramento sintassonomico della vegetazione rilevata all'interno dell'area di studio

Arbusteti e formazioni forestali
QUERCETEA ILICIS Br.-Bl. ex A. & O. Bolòs 1950
Quercetalia ilicis Br.-Bl. ex Molinier 1934
Fraxino orni-Quercion ilicis Biondi, Casavecchia & Gigante 2003
Pistacio lentisci-Rhamnetalia alaterni Rivas-Martínez 1975
Ericion arboreae (Rivas-Martínez ex Rivas-Martínez, Costa & Izco 1986) Rivas-Martínez 1987
Garighe silicicole
CISTO -LAVANDULETEA STOECHADIS Br.-Bl. in Br.-Bl., Molinier et Wagner 1940
Lavanduletalia stoechadis Br.-Bl. in Br.-Bl., Molinier et Wagner 1940 em. Rivas-Martínez 1968
Teucrion mari (Gamisans et Muracciole 1984) Biondi et Mossa 1992
Garighe calcicole
ONONIDO-ROSMARINETEA Br.-Bl. in A. Bolòs y Vayreda 1950
Vegetazione arbustiva di mantello
CRATAEGO-PRUNETEA Tx. 1962
Pyro spinosae-Rubetalia ulmifolii Biondi, Blasi & Casavecchia in Biondi, Allegrezza, Casavecchia, Galdenzi, Gasparri, Pesaresi, Vagge & Blasi 2014
Pruno spinosae-Rubion ulmifolii O. Bolòs 1954
Vegetazione erbacea terofitica xerofila
HELIANTHEMETEA GUTTATI Rivas Goday et Rivas-Mart. 1963
Vegetazione erbacea terofitica sciafila-nitrofila
CARDAMINETEA HIRSUTAE Géhu 1999
Vegetazione erbacea perenne meso-xerofila-mesofila dei pascoli
POETEA BULBOSAE Rivas Goday et Rivas-Mart. in Rivas-Mart. 1978
Vegetazione erbacea perenne xerofila e meso-xerofila dei pascoli
LYGEO SPARTI-STIPETEA TENACISSIMAE Rivas-Mart. 1978
Cymbopogono-Brachypodietalia ramosi Horvatić 1963
Cymbopogono-Brachypodion ramosi Horvatić 1963
Leontodonto tuberosi-Bellion sylvestris Biondi et al. 2001
Vegetazione perenne antropo-zoogena, nitrofila
ARTEMISIETEA VULGARIS Lohmeyer, Preising *et* Tüxen *ex* von Rochow 1951
Carthametalia lanati Brullo in Brullo & Marcenò 1985
Vegetazione terofitica da sub-nitrofile a nitrofile-ruderali degli ambienti semi-naturali e artificiali
STELLARIETEA MEDIAE Tüxen, Lohmeyer & Preising ex Von Rochow 1951
Brometalia rubenti-tectorum (Rivas Goday et Rivas-Mart. 1973) Rivas-Mart. et Izco 1977
Vegetazione nitrofila, pioniera degli ambienti viari
POLYGONO ARENASTRI-POETEA ANNUAE Rivas-Martínez 1975 corr. Rivas-Martínez, Báscones, T.E. Diáz, Fernández-González & Loidi 1991
Vegetazione comofitica, brio-pteridofitica degli ambienti semi-rupicoli
POLYPODIETEA Rivas-Martínez 1975

4.2.2 Vegetazione di interesse conservazionistico

Per gli aspetti conservazionistici si è fatto riferimento alle seguenti opere: “Interpretation Manual of European Union Habitats, version EUR 28 (European Commission, DG-ENV, 2013)”, “Manuale italiano di interpretazione degli habitat (Direttiva 92/43/CEE) (BIONDI et al. 2010)”, “Il Sistema Carta della Natura della Sardegna (CAMARDA et al., 2015)”.

Presso l’area interessata dagli interventi in progetto, emergono i seguenti aspetti vegetazionali di interesse conservazionistico:

- Le formazioni schiettamente forestali dominate da *Quercus suber* L. (es. Stazione elettrica) sono inequivocabilmente da riferire all’Habitat di Direttiva 92/43 CEE 9330 - “*Foreste di Quercus suber*”.
- Le cenosi di gariga semi-rupicola a dominanza di taxa endemici e sub-endemici, sviluppati su affioramenti carbonatici o silicei, per la ricchezza floristica e la presenza di numerose entità di interesse conservazionistico e/o fitogeografico, rappresentano un elemento vegetazionale di pregio. Gli aspetti sviluppati su substrati silicei e dominati da *Genista corsica* ed altre endemiche/sub-endemiche (*Stachys glutinosa*, *Teucrium* sp. pl.) da riferire all’alleanza *Teucrion mari*, sono inquadrabili nell’habitat 5430 - “*Frigane endemiche dell’Euphorbio-Verbascion*”.
- Gli arbusteti igrofili a dominanza di *Myrtus communis* e *Pistacia lentiscus*, sviluppati a mosaico con praterie igrofile ad erbe alte (ESC4) rappresentano formazioni poco frequenti ed affini a cenosi per le quali recentemente è stata proposta l’istituzione di un sottotipo igrofilo dell’Habitat di Direttiva 92/43 CEE 5330 - “*Arbusteti termomediterranei e pre-desertici*” (FOIS et al., 2021).
- Le formazioni degli arbusteti calcicoli con *Salvia rosmarinus*, pur non inquadrabili in alcun Habitat di Direttiva 92/43 CEE, per ricchezza floristica e fisionomia, nonché per l’alta idoneità ad ospitare taxa di interesse conservazionistico e/o fitogeografico non individuati in occasione delle indagini di campo, rappresentano comunità di indubbio interesse.
- I lembi di macchia con alta presenza/a dominanza di *Juniperus oxycedrus* sviluppati su substrati metamorfici o sedimentari, non sono al momento afferibili all’habitat 5210 - “*Matorral arborescenti a Juniperus spp*” poiché costituiti principalmente da individui alto-arbustivi, e non arborescenti/arborei. Esempi molto rappresentativi di formazioni con dominanza di *J. oxycedrus* a portamento arboreo riferibili al suddetto Habitat di Direttiva sono osservabili nelle stesse località, ma non in corrispondenza delle aree interessate dagli interventi in progetto. Tuttavia tali formazioni rilevate all’interno delle superfici indagate hanno la potenzialità di evolvere in matorral arborescenti dominate da *Juniperus oxycedrus* pertanto afferire potenzialmente al suddetto Habitat.
- Gli aspetti a più alto grado di rappresentatività delle formazioni erbacee naturali, prevalentemente emicriptofitiche delle classi *Lygeo sparti-Stipetea tenacissimae* e *Poetea bulbosae*, nonché terofitiche della classe *Helianthemetea guttatae,* spesso sviluppate a mosaico con le formazioni pre-forestali, sono da riferire all’Habitat prioritario di Direttiva

92/43/CEE 6220* - "*Percorsi substeppici di graminacee e piante annue dei Thero-Brachypodietea*". Presso tali ambiti, che si riscontrano particolarmente diffusi nell'area di studio e di pregio ambientale, si prevede un'alta presenza di taxa della famiglia delle Orchidaceae, non determinabili in occasione delle indagini di campo effettuate in un periodo incompatibile (Febbraio 2023) con la fenologia di gran parte dei taxa (con esclusione di *Barlia robertiana*, Orchidacea particolarmente precoce già fiorita in febbraio anche a quote collinari).

- Le praterie perenni meso-igrofile della classe *Molinio-Arrhenatheretea* a dominanza di *Schoenus nigricans* (es. ESC1) e con caratteri di affinità con l'alleanza *Molinio-Holoschoenion*, sono potenzialmente da riferire all'Habitat di Direttiva 92/43 CEE 6420 - "*Praterie umide mediterranee con piante erbacee alte del Molinio-Holoschoenion-Holoschoenion*". Si tratta di formazioni di pregio e potenzialmente ospitanti taxa di interesse conservazionistico/fitogeografico, per le quali sono indispensabili ulteriori indagini al fine di caratterizzare le cenosi e di definire un inquadramento come Habitat di interesse comunitario.
- Parte dei siti presentano elementi di idoneità ambientale per comunità terofitiche/geofitiche igrofile della classe *Isoëto-Nanojuncetea*, potenzialmente inquadrabili in Habitat di interesse comunitario (Direttiva 92/43 CEE). Gli stessi tuttavia non individuabili e caratterizzabili in occasione delle indagini di campo effettuate.

Le coperture pre-forestali e forestali coinvolte dagli interventi in progetto si inquadrano nella definizione di "bosco e aree assimilate" secondo la legge n. 8 del 27/04/2016 "Legge forestale della Sardegna".

Menzione a parte meritano inoltre i popolamenti, nuclei e singoli individui di entità fanerofitiche arboree (*Juniperus oxycedrus* L., *Pyrus spinosa* Forssk., *Quercus ilex* L., *Quercus suber* L.) e fanerofitiche/nanofanerofitiche/camefitiche arbustive [*Arbutus unedo* L., *Bupleurum fruticosum* L., *Cistus monspeliensis* L., *Cistus salviifolius* L., *Cistus creticus* L. subsp. *eriocephalus* (Viv.) Greuter & Burdet, *Daphne gnidium* L., *Erica arborea* L., *Genista corsica* (Loisel.) DC., *Helichrysum italicum* (Roth) G.Don subsp. *tyrrhenicum* (Bacch., Brullo & Giusso) Herrando, J.M.Blanco, L.Sáez & Galbany, *Lavandula stoechas* L., *Myrtus communis* L., *Phillyrea angustifolia* L., *Rosa sempervirens* L., *Salvia rosmarinus* Spenn., *Stachys glutinosa* L., *Thymelaea hirsuta* (L.) Endl.] di interesse forestale come designato dal Piano Forestale Ambientale Regionale (BACCHETTA et al., 2007a,b), coinvolte dal consumo di superfici previsto dagli interventi in progetto.

5 INDIVIDUAZIONE DEI POTENZIALI IMPATTI

5.1 Fase di cantiere

5.1.1 Impatti diretti

Perdita delle coperture vegetali interferenti con la realizzazione dell'impianto

Coperture erbacee. La realizzazione degli interventi in progetto comporterà il consumo di superfici occupate da formazioni erbacee naturali delle praterie emicriptofitiche della classe *Lygeo-Stipetea tenacissimae* e *Poetea bulbosae*, nonché in minor misura terofitiche dei pratelli xerofili della classe *Helianthemetea guttatae*, molto spesso sviluppate a mosaico con formazioni arbustive della gariga e alto-arbustive della macchia e degli arbusteti. In questo caso tali formazioni non sono cartografabili singolarmente: i relativi impatti vanno pertanto considerati cumulativamente a quella che coinvolge le suddette formazioni associate (v. *coperture arbustive ed arboree spontanee*), in un'unica unità del paesaggio vegetale. Gli aspetti a più alta rappresentatività (es. brachipodieti) inquadrabili nell'habitat di Direttiva 92/43 CEE 6220* - *Percorsi substeppici di graminacee e piante annue dei Thero-Brachypodietea*, risultano di interesse biogeografico e conservazionistico, ed il relativo consumo è incluso tra gli impatti diretti a lungo termine e meritevoli di attenzione. Tra le formazioni erbacee naturali, si prevede il consumo di praterie perenni igrofile dominate da *Schoenus nigricans* da riferire alla classe Molinio-Arrhenatheretea e ad alta affinità con l'Habitat di Direttiva 92/43 CEE6420 - "*Praterie umide mediterranee con piante erbacee alte del Molinio-Holoschoenion-Holoschoenion*". I relativi effetti a carico di quest'ultima componente si valutano significativi in quanto coinvolte comunità ad alto grado di naturalità, altamente rappresentative, poco frequenti in tutta l'area vasta nonché mai studiate in Sardegna, e potenzialmente ospitanti taxa di interesse conservazionistico e/o fitogeografico. Tra le formazioni naturali, si prevede inoltre il coinvolgimento di cenosi nitro-sciafile della classe *Cardaminetea*, nonché casmo-comofitiche della classe *Polypodietea*. In misura minore, sono coinvolte superfici occupate da formazioni semi-naturali, prevalentemente di tipo emicriptofitico/geofitico, delle formazioni di pascolo meso-xerofilo, eliofilo, silicicolo, da sub-nitrofilo a nitrofilo dominate da riferire agli aspetti degradati ed a bassa naturalità della classe *Lygeo-Stipetea tenacissimae*, e di pascolo mesofilo della classe *Poetea bulbosae*, con grado di rappresentatività e stato di conservazione variabile. Marginalmente sono coinvolte inoltre superfici occupate da ambienti artificiali dei pascoli magri con associata vegetazione delle classi *Artemisietea vulgaris* e *Stellarietea mediae*. Gli effetti a carico di queste due ultime componenti si considera non trascurabile in riferimento alla presenza di elementi floristici residuali di interesse conservazionistico (es. popolamenti di *Hypericum scruglii* presso il sito ESC3).

Si ritiene inoltre possibile il coinvolgimento di elementi vegetazionali igrofili della classe *Isoëto-Nanojuncetea*, potenzialmente inquadrabili in Habitat di Direttiva 92/43 CEE, la cui caratterizzazione e definizione della distribuzione non è stata possibile per via del periodo di

realizzazione delle indagini di campo, non idoneo al rilevamento di gran parte dei taxa e delle comunità.

In virtù del periodo di realizzazione delle indagini di campo incompatibile con la fenologia di gran parte dei taxa erbacei, gran parte delle suddette comunità vegetali non è stata caratterizzata in maniera esaustiva.

Coperture arbustive ed arboree spontanee. L'impatto a carico della vegetazione arbustiva, alto-arbustiva ed arborea è legato massimamente e per gran parte dei siti alla perdita di formazioni vegetali pre-forestali che includono:

- garighe silicicole secondarie della classe *Cisto-Lavanduletea stoechadis* dominate da *Cistus* sp. pl., spesso degradate da forme di pascolo più o meno intenso, effetti a bassa significatività;
- garighe silicicole semi-rupicole degli affioramenti rocciosi metamorfici dominate da endemiche tra cui *Genista corsica*, *Stachys glutinosa* e *Teucrium* sp. pl., talvolta *Santolina corsica*, *Thymus herba-barona* da riferire all'alleanza *Teucrion mari* ed all'Habitat di Direttiva 92/43 CEE 5430, effetti non trascurabili;
- garighe calcicole con *Salvia rosmarinus*, *Teucrium* sp. pl., *Thymus herba-barona*, *Thymelea hirsuta*, *Cistus* sp. pl. da riferire alla classe *Ononido-Rosmarinietea*, effetti non trascurabili;
- macchie e arbusteti seriali di sostituzione/degradazione di vegetazione forestale calcicola a dominanza di leccio (*Prasio majoris-Quercetum ilicis*) e calcifuga a dominanza di sughera (*Galio scabri-Quercetum suberis*), da riferire all'alleanza *Ericion arboreae* (arbusteti mesomediterranei silicicoli), all'ordine *Pistacio lentiscis-Rhamnetalia alaterni* (arbusteti termofili su vari tipi di substrato), con alta presenza di *Juniperus oxycedrus,* talvolta con *Bupleurum fruticosum*, eccezionalmente in aspetti igrofili a *Myrtus communis*, effetti a significatività variabile, di rilievo nel caso di cenosi poco frequenti (es. aspetti igrofili a *Myrtus communis*) od ospitanti specie di interesse (*J. oxycedrus*, *B. fruticosum*);
- formazioni arboree dominate da *Quercus suber*, tri-stratificate, inquadrabili nell'habitat di Direttiva 92/43 CEE 9330, per una superficie minima di 0,5 ha, effetti significativi;

Tali impatti sono da considerarsi a lungo termine e a carico di superfici spesso classificate come gariga (UDSCOD: 3232) o macchia mediterranea (UDSCOD 3231) nella Carta dell'Uso del Suolo in scala 1:25.000 - 2008 (ROMA 40), nonché inquadrabili nella definizione di "*bosco e aree assimilate*" secondo la legge n. 8 del 27/04/2016 "Legge forestale della Sardegna".

Coperture arboree artificiali. Il coinvolgimento di superfici occupate da colture arboree artificiali si riferisce ai soli siti EST3 ed EST5, per una superficie minima di 0,8 ha.

Perdita di elementi floristici

- **Componente floristica.** Effetti significativi a carico della componente floristica endemica e di interesse conservazionistico e/o biogeografico si riferiscono principalmente al coinvolgimento di criticità floristiche quali endemismi di rilievo e specie ad alta vulnerabilità secondo le più recenti liste rosse nazionali, europee ed internazionali (es. ROSSI et al., 2020; ORSENIGO et al., 2021).
  In particolare, il coinvolgimento di popolamenti, nuclei e singoli individui di *Anemone palmata* L., taxon di interesse fitogeografico (in Italia noto come rara o rarissima per le sole regioni Sardegna e Sicilia) e di interesse conservazionistico (*minacciata* - EN), nonché di *Hypericum scruglii* Bacch., Brullo & Salmeri, endemismo esclusivo della Sardegna orientale di interesse conservazionistico (*minacciata* - EN), è da valutarsi come di rilievo, per via della rarità delle specie in tutto il territorio regionale e l'assenza di informazioni sulla distribuzione e consistenza delle popolazione presenti nell'area vasta.
  Il coinvolgimento di popolamenti, nuclei e singoli individui appartenenti ai taxa *Pancratium illyricum* L. (endemica, *quasi minacciata* - NT), *Romulea ligustica* (di interesse fitogeografico, *quasi minacciata* - NT), nonché di *Santolina corsica* Jord. & Fourr. (endemica e poco frequente nell'area vasta) presenta significatività non trascurabili.
  Il coinvolgimento di popolamenti, nuclei e singoli individui di *Allium parciflorum* Viv., *Bellium bellidioides* L., *Stachys corsica* Pers., *Thapsia meoides* (Desf.) Guss., *Thymus herba-barona* Loisel., entità endemiche della Sardegna o di interesse fitogeografico, a basso rischio di estinzione (LC) o prive di categoria di rischio (*T. meoides*, *T. herba-barona*), ma tuttavia non uniformemente diffuse sul territorio regionale e spesso altamente specializzate dal punto di vista autoecologico (es. taxa legati a condizioni di allagamento temporaneo, o caratteristici di garighe e pascoli montani e sub-montani), non risulta di entità tale da poter incidere sul relativo stato di conservazione a scala regionale. Tuttavia, non sono disponibili sufficienti informazioni sulla distribuzione di tali taxa a livello di area vasta, per poter valutare l'entità degli effetti su scala locale.
  Il coinvolgimento di popolamenti, nuclei e singoli individui appartenenti ai taxa *Arum pictum* L., *Crocus minimus* DC., *Dipsacus ferox* Loisel., *Euphorbia pithyusa* L. subsp. *cupanii* (Guss. ex Bertol.) Radcl.-Sm., *Genista corsica* (Loisel.) DC., *Ptilostemon casabonae* (L.) Greuter, *Stachys glutinosa* L., *Verbascum conocarpum* Moris subsp. *conocarpum* (endemiche) e *Carlina racemosa* L., *Cyclamen repandum* Sm. subsp. *repandum*, *Eryngium tricuspidatum* L., *Helichrysum italicum* (Roth) G.Don subsp. *tyrrhenicum* (Bacch., Brullo & Giusso) Herrando, J.M.Blanco, L.Sáez & Galbany, *Sedum caeruleum* L., *Selaginella denticulata* L. (non endemiche ma di interesse conservazionistico/fitogeografico) entità comuni in Sardegna ed a basso rischio di estinzione secondo i criteri IUCN, non risulta di entità tale da poter incidere sul relativo stato di conservazione a scala locale, tantomeno regionale.

  Si rammenta in ogni caso che per il particolare contesto geografico, orografico e geo-pedologico nonché biogeografico, non si esclude la presenza di taxa vegetali endemici e/o di interesse conservazionistico/fitogeografico, non rilevabili al momento delle indagini effettuate,

essenzialmente in virtù della bassa idoneità del periodo di realizzazione delle indagini al rilevamento della flora, con particolare riferimento alla componente erbacea. Tra queste, è da annoverare anche l'intera componente orchidologica (Orchidaceae), sicuramente ben rappresentata presso le formazioni erbacee naturali dei brachipodieti sviluppati a mosaico con la gariga e le praterie igrofile a *Schoenus nigricans*, ma non rilevabile in occasione delle presenti indagini per ovvie ragioni legate alla fenologia dei taxa (taxa non ancora fioriti con esclusione di *Barlia robertiana*). L'intera famiglia delle Orchidaceae, a causa del livello di rarità ed endemismo (ROSSI, 2002) e all'interesse economico nel commercio internazionale, è inclusa in liste di protezione a livello mondiale (CITES, Convenzione di Berna), nelle liste rosse nazionali (CONTI et al. 1992, 1997, 2006; ROSSI et al., 2013) e internazionali (CEE 1997; IUCN 1994).

- **Patrimonio arboreo**. Impatti a discapito del patrimonio arboreo nativo si riferiscono al coinvolgimento di circa 0,5 ha di formazioni forestali dominate da individui arborei di *Quercus suber* in corrispondenza della prevista Stazione elettrica, nonché di singoli/nuclei di individui di *Quercus suber*, *Quercus ilex*, *Olea europaea* var. *sylvestris*, interferenti nelle superfici di realizzazione delle piazzole di cantiere. Si tratta di previsioni parziali che dovranno tener conto delle superfici interessate da opere di realizzazione della nuova viabilità, di adeguamento di quella esistente, delle aree di cantiere ed eventuali cabine, per le quali al momento della redazione della presente relazione non sono stati resi disponibili i dettagli progettuali.

5.1.2 Impatti indiretti

- **Frammentazione degli habitat ed alterazione della connettività ecologica**

  Effetti non trascurabili sulla connettività ecologica del sito potrebbero verificarsi nell'eventuale rimozione e/o riduzione/frammentazione delle superfici occupate da vegetazione naturale, ed in particolare i mosaici di vegetazione pre-forestale (garighe secondarie calcicole o silicicole, garighe semi-rupicole, macchie degradate, arbusteti termofili, arbusteti mesomediterranei tristratificati) e forestale (mesoboschi a *Quercus suber*), ed associate formazioni erbacee naturali e semi-naturali, alcuni di questi espressi in aspetti sufficientemente rappresentativi da essere riferibili ad habitat di Direttiva 92/43/CEE.

- **Sollevamento di polveri**

  Il sollevamento di polveri terrigene causato dalle operazioni di movimento terra e dal transito dei mezzi di cantiere potrebbe avere modo di provocare un impatto temporaneo sulla vegetazione limitrofa a causa della deposizione del materiale sulle superfici vegetative fotosintetizzanti, che potrebbe alterarne le funzioni metaboliche e riproduttive. Nell'ambito della realizzazione dell'opera in esame, le polveri avrebbero modo di depositarsi su coperture prevalentemente erbacee artificiali, semi-naturali e naturali, e in minor misura arbustive, alto-arbustive ed arboree, nonché su singoli individui arborei e vegetazione erbacea associata. Si tratta di effetti di carattere transitorio e reversibili.

- **Perdita o danneggiamento di elementi arborei interferenti con il trasporto dei componenti**

  Per il raggiungimento dell'area interessata dagli interventi si prevede l'adeguamento di alcuni tratti sterrati e asfaltati, con conseguente, prevedibile consumo di individui fanerofitici a portamento arboreo, alto-arbustivo e arbustivo. Nel caso in cui non si rivelassero necessari interventi di adeguamento della viabilità preesistente, si prevede in ogni caso l'attraversamento dei medesimi tratti con il coinvolgimento diretto di individui vegetali a portamento alto-arbustivo e secondariamente arboreo, per le cui chiome si ritiene prevedibile la necessità di taglio e/o ridimensionamento.

- **Potenziale introduzione di specie alloctone invasive**

  L'accesso dei mezzi di cantiere, l'introduzione di materiale inerte (terre, ghiaie e rocce da scavo) di provenienza esterna al sito, contestualmente alla movimentazione dei substrati e ad un conseguente aumento dei fattori di disturbo antropico, potrebbero contribuire all'introduzione di propaguli di taxa alloctoni e loro potenziale proliferazione all'interno delle aree di cantiere, nonché favorire l'espansione di taxa alloctoni già presenti nel sito e relegati a contesti marginali. Tale potenziale impatto si ritiene meritevole di considerazione soprattutto se riguardante l'introduzione di entità alloctone considerate invasive in Sardegna (es. PODDA et al., 2012) e che possono arrecare impatti agli ecosistemi naturali e semi-naturali. In riferimento a tali circostanze si suggeriscono di seguito mirate misure di controllo e mitigazione.

5.2 Fase di esercizio

Il consumo ed occupazione fisica delle superfici da parte dei manufatti, nonché le attività di manutenzione delle aree di servizio e della viabilità interna all'impianto, possono incidere sulla componente floro-vegetazionale attraverso la mancata possibilità di colonizzazione da parte delle fitocenosi spontanee e di singoli taxa floristici.

Per le stazioni attualmente occupate prevalentemente da vegetazione erbacea semi-naturale, la significatività di tale impatto può essere considerata moderata.

Per la stazioni attualmente occupate da vegetazione naturale, erbacea ed arbustiva, ed in particolare per i siti caratterizzati dalla presenza diffusa di mosaici di formazioni pre-forestali e forestali, spesso associati a cenosi erbacee naturali riferibili all'habitat 6220*, la significatività di tale impatto è meritevole di considerazione e, nel caso di formazioni di pregio (mesoboschi strutturati a *Quercus suber*, arbusteti con alta presenza di *Juniperus oxycedrus*, macchie termofile igrofile a *Myrtus communis*, garighe silicicole o calcicole ad alto tasso di endemiche, praterie naturali e praterie igrofile a *Schoenus nigricans*) è da considerarsi di rilievo.

5.3 Fase di dismissione

In fase di smantellamento dell'impianto, a fronte delle necessarie lavorazioni di cantiere, non si prevedono impatti significativi, in virtù del fatto che per tali attività verranno utilizzate esclusivamente

le superfici di servizio e la viabilità interna all'impianto. Relativamente al sollevamento delle polveri, in virtù della breve durata delle operazioni non è prevista una deposizione di polveri tale da poter incidere significativamente sullo stato fitosanitario degli individui vegetali interessati. La fase di dismissione prevede inoltre il completo recupero ambientale dei luoghi precedentemente occupati dall'impianto in esercizio, con il ripristino delle morfologie originarie e la ricostituzione di una copertura vegetale quanto più simile a quella preesistente dal punto di vista floristico e fisionomico-strutturale.

5.4 Impatti cumulativi

I suddetti impatti assumono potenzialmente gradi di incidenza a maggiore significatività in riferimento alle opere autorizzate o già sviluppate nell'area contermine all'area di studio, allorquando questi abbiano consumato o prevedano il consumo delle medesime tipologie vegetazionali e/o popolamenti delle entità tassonomiche individuate nella presente indagine. Medesime valutazioni sono da riservare agli effetti cumulativi in relazione ad attività antropiche già in corso e che rappresentano fattori di pressione (azioni in corso) o di minaccia (potenziali) sulle componenti (es. profonde e capillari iniziative di trasformazione fondiaria che stanno tutt'oggi coinvolgendo gran parte dell'area di studio, portando al consumo di vaste estensioni di mosaici di vegetazione naturale arbustiva/alto-arbustiva ed erbacea, per l'ottenimento di seminativi magri ad uso pabulare diretto).

6 MISURE DI MITIGAZIONE E COMPENSAZIONE

6.1 Misure di mitigazione

- L'intera superficie interessata dagli interventi sarà adeguatamente ispezionata da un esperto botanico con cadenza mensile e almeno per 6 mesi (marzo-luglio e ottobre) al fine di caratterizzare in maniera più esaustiva la componente floristica. L'elenco floristico sarà pertanto aggiornato e tutte le entità di interesse conservazionistico e/o fitogeografico rinvenute saranno segnalate e il loro eventuale coinvolgimento da parte degli interventi in progetto adeguatamente valutato in un apposito elaborato tecnico ad integrazione della presente relazione, e l'estensione delle popolazioni dei taxa considerati ad alta criticità adeguatamente restituite in cartografia. Tale misura avrà continuità nel tempo e costituirà pertanto anche una parte effettiva del predisposto PMA.
- In riferimento alle superfici caratterizzate dalla presenza di comunità pre-forestali e forestali sviluppate a mosaico con vegetazione erbacea naturale, nell'ambito dell'elaborazione del progetto esecutivo saranno studiate in dettaglio le possibili soluzioni costruttive intese a minimizzare/annullare il consumo delle formazioni a maggiore naturalità e rappresentatività strutturale/fisionomica. Tali soluzioni, da intendersi integralmente per la localizzazione degli interventi in riferimento ai contesti caratterizzati da un maggiore grado di naturalità (mosaici di macchie termofile e praterie igrofile del sito ESC1, mesoboschi a *Quercus suber* presso Stazione elettrica, Macchie e garighe presso EST1, garighe silicicole ad alto tasso di endemiche presso EST6), potranno di conseguenza minimizzare/annullare anche le incidenze a carico dei popolamenti di eventuali taxa endemici, di interesse conservazionistico e/o biogeografico, rilevati nell'ambito del presente studio o eventualmente presenti ma non rilevati nel corso della presente indagine per le ragioni precedentemente discusse.
- Nell'intera area di intervento e in corrispondenza dei relativi tratti dell'eventuale viabilità di nuova realizzazione nonché già esistente e soggetta ad eventuale adeguamento, tutti gli individui vegetali fanerofitici appartenenti a taxa autoctoni non interferenti con la realizzazione delle opere, saranno preservati in fase di cantiere e mantenuti in fase di esercizio. Tale misura si riferisce prioritariamente a tutti gli individui di >300 cm di altezza (arborei). Tali misure si considerano tassative per gli eventuali individui di *Quercus suber* di qualsiasi classe di età, nonché per gli individui arborei di dimensioni considerevoli, vetusti e/o di interesse monumentale, e per quelli che per posizione isolata o interposta all'interno di una matrice povera di elementi fanerofitici, costituiscono elementi del paesaggio vegetale da preservare.
- Ove non sia tecnicamente possibile il mantenimento *in situ* e la tutela durante tutte le fasi di intervento ed attività, gli individui vegetali alto-arbustivi ed arborei eventualmente interferenti, appartenenti a entità autoctone (principalmente *Arbutus unedo*, *Erica arborea*, *Myrtus communis*, *Olea europaea* var. *syvlestris*, *Pistacia lentiscus*, *Phillyrea angustifolia*, *Pyrus spinosa, Quercus ilex, Quercus suber*), opportunamente censiti ed identificati in fase ante operam, dovranno essere espiantati con adeguato pane di terra e reimpiantati in aree limitrofe,

nei periodi dell'anno più idonei alla realizzazione di tali pratiche. Stesse considerazioni valgono per individui nano-fanerofitici e camefitici di taxa di interesse conservazionistico e/o fitogeografico non sviluppati su substrati rocciosi. Tutti gli eventuali individui persi per impossibilità tecnica di espianto o per deperimento post-reimpianto saranno sostituiti con individui della stessa specie di età non inferiore a 2 anni e nella misura di almeno 5:1 individui, da inserire all'interno alle aree verdi di neo-realizzazione eventualmente previste in progetto. Gli individui di nuova piantumazione e quelli eventualmente reimpiantati saranno seguiti con interventi di ordinarie cure agronomiche (es. supporto con tutori, irrigazioni con cadenza quindicinale da fine maggio a fine settembre, sfalcio del mantello erboso, protezione dell'impianto dall'ingresso di bestiame brado) e soggetti a relativo, adeguato piano di monitoraggio (parte effettiva del predisposto PMA), per i successivi 3 anni, al fine di verificarne lo stato fitosanitario e poter intervenire, se necessario, con opportuni interventi di soccorso o sostituzioni. Tali operazioni sono da escludersi per gli individui vetusti e/o di interesse monumentale, e devono in ogni caso intendersi come ultima opzione adottabile, anche in virtù della scarsa idoneità di una parte dei siti dal punto di vista dei substrati alla realizzazione di piantumazioni e trapianti di individui arbustivi ed arborei.

- Laddove previsto, nell'ambito dell'eventuale adeguamento dei tratti di viabilità esistenti sarà data priorità al mantenimento, ove tecnicamente fattibile, delle siepi arbustive e alto-arbustive, dei nuclei-filari di individui arborei, dell'eventuale vegetazione igrofila eventualmente intercettata in corrispondenza di impluvi, nonché dell'eventuale sistema di muri a secco ospitanti consorzi floristici associati, direttamente coinvolti dalle opere in progetto. Gli effetti mitigativi relativi a tali misure sono massimizzabili attraverso soluzioni costruttive finalizzate a sviluppare l'eventuale allargamento della viabilità verso un solo lato della carreggiata preesistente, determinando così il consumo di una sola delle due cortine di vegetazione e/o murarie che spesso costeggiano entrambi i margini delle strade campestri.
- In fase di realizzazione delle operazioni di scotico/scavo dei substrati, si provvederà a separare lo strato di suolo più superficiale, da reimpiegare nei successivi interventi di ripristino. Lo strato sottostante sarà temporaneamente accantonato e successivamente riutilizzato per riempimenti e per la ricostruzione delle superfici temporaneamente occupate in fase di cantiere. Il materiale litico superficiale sarà separato, conservato e riposizionato al termine dei lavori in progetto.
- La perdita o danneggiamento di elementi alto-arbustivi e arborei eventualmente interferenti con il trasporto dei componenti potrà essere mitigato mediante l'utilizzo di mezzi di trasporto dotati di dispositivo "alzapala".
- Saranno adottate opportune misure finalizzate all'abbattimento delle polveri, quali la bagnatura delle superfici e degli pneumatici dei mezzi, il ricoprimento dei cumuli di terreno, l'imposizione di un limite di velocità per i mezzi di cantiere, al fine di contenere fenomeni di sollevamento e deposizione di portata tale da poter incidere significativamente sullo stato fitosanitario degli individui vegetali arbustivi ed arborei interessati dall'impatto.
- Durante la fase di corso d'opera ed in fase post-operam sino a 12 mesi dalla chiusura del cantiere, l'intera superficie interessata dai lavori sarà adeguatamente ispezionata da un esperto

botanico al fine di verificare l'eventuale presenza di entità alloctone, con particolare riguardo alle invasive, accidentalmente introdotte durante i lavori e/o la cui proliferazione possa essere incoraggiata dagli stessi. Se presenti, esse saranno tempestivamente oggetto di iniziative di eradicazione e correttamente smaltite. Tale misura costituirà parte effettiva del predisposto PMA.

- Non sarà consentita l'apertura di varchi tra la vegetazione circostante per l'accesso a piedi ai cantieri.
- Durante tutte le fasi di intervento sarà rigorosamente interdetto l'impiego di diserbanti e disseccanti.

6.2 Misure di compensazione

- L'eventuale, inevitabile consumo di lembi di cenosi pre-forestali e forestali coinvolte dagli interventi in progetto, nonché di individui a portamento arboreo interferenti, potrà essere in parte compensato attraverso la costituzione di fasce di vegetazione arbustiva ed arborea, a sviluppo lineare, di larghezza minima di 4 metri, lungo il perimetro delle piazzole, nonché ai margini dei percorsi di nuova realizzazione. Ad integrare tali misure, nonché nell'ottica di contribuire al miglioramento della qualità ambientale del sito anche con opere di riqualificazione e rinaturazione, si potrà valutare l'individuazione di aree attigue ai siti di intervento ed occupate da vegetazione artificiale o semi-naturale particolarmente degradata (es. seminativi magri, pascoli iper-sfruttati), da destinare alla costituzione di nuovi impianti di forestazione. I suddetti impianti (fasce+superfici a forestazione) avranno superficie complessiva superiore a quella delle cenosi naturali coinvolte (rapporto minimo 2:1) e saranno interdetti al pascolo brado, a lungo termine. La messa a dimora presso le suddette aree designate sarà realizzata contestualmente all'avvio dei lavori e nella stagione più idonea, con l'obiettivo di anticipare l'attecchimento delle stesse, ed ottenere il maggior successo possibile delle attività di impianto. In accordo con le modalità di realizzazione delle opere compensative indicate dalla D.G.R. 11/21 del 11/03/2020, verranno utilizzate esclusivamente specie autoctone, in numero non inferiore alle 1.000 piante per ettaro, di età non superiore ai due anni, locali e certificate ai sensi del Decreto legislativo n. 386/2003 e della determinazione della Direzione generale dell'Ambiente (n. 154 del 18.3.2016). Tali impianti saranno pluri-specifici, costituiti da essenze arbustive ed arboree coerenti con il contesto bioclimatico, geopedologico e vegetazionale dei singoli siti, con massima priorità alle entità già presenti nello stesso e nell'area circostante. Gli stessi avranno inoltre aspetto naturaliforme e offriranno spazi aperti destinati alla rinaturalizzazione spontanea, con la finalità di favorire lo sviluppo degli aspetti a più alta naturalità delle formazioni prative naturali. Tutti i nuovi impianti saranno assistiti con interventi di ordinarie cure agronomiche (es. supporto con tutori, irrigazioni con cadenza quindicinale da fine maggio a fine settembre, protezione dal danneggiamento degli individui impiantati da parte del bestiame brado) e soggetti a relativo, adeguato piano di monitoraggio (parte effettiva del predisposto PMA), per i successivi 3 anni, al fine di verificarne lo stato fitosanitario e poter intervenire, se necessario, con opportuni interventi di soccorso o sostituzioni (rapporto per la sostituzione di individui di nuovo impianto pari a 1:1).

Infine, al fine di migliorare lo stato di conservazione della componente floro-vegetazionale in tutto il comprensorio dell'impianto, le utilizzazioni zootecniche dei siti potranno essere pianificate con la finalità di limitare i fattori di pressione sulla componente. In tale contesto, tra le iniziative da perseguire si menzionano la regolamentazione delle iniziative individuali di trasformazione fondiaria che attualmente implicano il consumo di coperture vegetali naturali, il disciplinamento delle pressioni pascolative attraverso la riduzione del carico zootecnico, nonché l'interdizione al pascolo delle superfici maggiormente sofferenti di fenomeni erosivi e di dilavamento, da destinare a processi spontanei di rinaturazione. L'obiettivo potrà essere concretamente conseguito in collaborazione con le amministrazioni coinvolte ed attraverso la sottoscrizione di accordi bonari e di cooperazione con interlocutori pubblici e/o privati, finalizzati al mantenimento e miglioramento su vasta scala della naturalità delle formazioni erbacee, arbustive, alto-arbustive ed arboree, e dell'equilibrio dei relativi mosaici, nonché dei popolamenti delle entità di interesse conservazionistico e fitogeografico.

- Al termine della fase di cantiere, le scarpate di qualsiasi altezza e pendenza derivanti dalla realizzazione delle piazzole saranno interessate da interventi di stabilizzazione e semina di taxa erbacei perenni (es. *Brachypodium retusum*) e piantumazione di entità arbustive appartenenti agli aspetti di maggior pregio rilevati sul campo e in aderenza con il contesto geobotanico dei singoli siti.
- In fase di dismissione, tutte le superfici precedentemente occupate dall'impianto in esercizio (piazzole di esercizio e viabilità di nuova realizzazione) saranno oggetto di opere di riqualificazione ambientale con il recupero della morfologia originaria dei luoghi e la ricostituzione di coperture vegetali il più simili a quelle presenti in origini nei singoli siti di intervento. In accordo con le modalità di realizzazione delle opere compensative indicate dalla D.G.R. 11/21 del 11/03/2020, per tali interventi verranno utilizzate esclusivamente specie autoctone, in numero non inferiore alle 1.000 piante per ettaro, di età non superiore ai due anni, locali e certificate ai sensi del Decreto legislativo n. 386/2003 e della determinazione della Direzione generale dell'Ambiente (n. 154 del 18.3.2016). Tali impianti saranno pluri-specifici, costituiti da entità arbustive ed arboree coerenti con il contesto bioclimatico, geopedologico e vegetazionale dei singoli siti, con massima priorità alle entità già presenti negli stessi come ampiamente descritto precedentemente. Gli stessi avranno aspetto naturaliforme e offriranno spazi aperti destinati alla rinaturalizzazione spontanea.

7 CONCLUSIONI

In riferimento alla proposta di realizzazione del parco eolico da 61,6 mW (11 aerogeneratori) nel territorio amministrativo di Escalaplano ed Esterzili, le indagini floristiche e vegetazionali eseguite hanno condotto a prospettare impatti di entità moderata a carico di coperture erbacee semi-naturali dei pascoli iper-sfruttati, e significativi a carico di coperture alto-arbustive, arbustive ed arboree di cenosi pre-forestali e forestali calcicole e silicicole, e relative cenosi erbacee naturali sviluppate a mosaico. Questi ultimi si riconoscono meritevoli di attenzione laddove siano coinvolti lembi di cenosi in buono stato di conservazione ed in particolare nel caso di superfici occupate da cenosi afferibili ad Habitat di Direttiva 92/43 CEE, nonché a coperture inquadrabili nella definizione di "bosco e aree assimilate" secondo la legge n. 8 del 27/04/2016 "Legge forestale della Sardegna".

In particolare, tali effetti sono da ricondurre principalmente alla rimozione, riduzione e/o frammentazione di coperture vegetazionali:

- Erbacee artificiali, ad includere formazioni principalmente terofitiche ed emicriptofitiche associate a seminativi magri di foraggere, principalmente afferenti alla classe *Stellarietea mediae*;
- Erbacee semi-naturali, rappresentate principalmente da pascoli emicriptofitici/geofitici delle classi *Poetea bulbosae, Artemisietea vulgaris, Lygeo-Stipetea tenacissimae*;
- Erbacee naturali, rappresentate da praterie emicriptofitiche delle classi *Lygeo-Stipetea tenacissimae* e *Poetea bulbosae*, emicriptofitiche/rizofitiche igrofile della classe *Molinio-Arrhenatheretea*, e terofitiche dei pratelli della classe *Helianthemetea guttatae*, da riferire all'Habitat di Direttiva 92/43 CEE, prioritario, 6220*;
- Arbustive della gariga secondaria silicicola della classe *Cisto-Lavanduletea stoechadis* a *Cistus* sp. pl., anche nei suoi aspetti semi-rupicoli ad alta presenza di endemiche (con dominanza di *Genista corsica* e *Stachys glutinosa*), da riferire all'Habitat di Direttiva 92/43 CEE 5430;
- Arbustive della gariga calcicola della classe *Ononido-Rosmarinietea* a *Salvia rosmarinus* ed alta presenza di endemiche (es. *Santolina corsica*, *Teucrium* sp. pl., *Thymus herba-barona*);
- Alto-arbustive calcicole o silicicole da riferire all'ordine *Pistacio-Rhamnetealia alaterni* ed all'alleanza *Ericion arboreae* dell'ordine *Quercetalia ilicis*, alle quote meno elevate con alta presenza di *Juniperus oxycedrus*, in un caso (ESC4) espresse in aspetto igrofilo di con *Myrtus communis*;
- Arboree dei mesoboschi tri-stratificati a *Quercus suber*, da riferire alla serie sarda, calcifuga, termo-mesomediterranea della sughera (*Galio scabri-Quercetum suberis*), per una superficie minima di 0,5 ha (Stazione Elettrica);
- Arboree artificiali di impianti di selvicoltura.

Le opere in progetto coinvolgono inoltre popolamenti di 18 taxa tra endemici e sub-endemici *Allium parciflorum*, *Arum pictum*, *Bellium bellidioides*, *Crocus minimus*, *Dianthus* sp., *Dipsacus ferox*. *Euphorbia pithyusa* subsp. *cupanii*, *Genista corsica*, *Helichrysum italicum* subsp. *tyrrhenicum*, ***Hypericum scruglii*** **(minacciata - EN)**, *Pancratium illyricum*, *Ptilostemon casabonae*, *Santolina*

corsica, *Stachys corsica*, *Stachys glutinosa*, *Teucrium marum*, *Thymus herba-barona*, *Verbascum conocarpum*, nonché di entità di interesse fitogeografico quali ***Anemone palmata*** **(minacciata - EN)**, *Carlina racemosa*, *Cyclamen repandum* subsp. *repandum*, *Eryngium tricuspidatum, Romulea ligustica, Sedum coeruleum*, *Selaginella denticulata*, *Thapsia meoides*, a carico dei quali si ravvisano effetti di entità variabile.

Si evidenzia tuttavia che, in virtù del particolare contesto geografico, orografico e geo-pedologico nonché biogeografico, si prevede la presenza di altri taxa endemici e di interesse conservazionistico e/o fitogeografico (comprese entità della famiglia Orchidaceae), non rilevabili al momento delle indagini effettuate, essenzialmente per motivi legati alla fenologia dei taxa rispetto al periodo di realizzazione delle indagini, non idoneo al rilevamento di parte della flora.

Laddove tali incidenze configurino gradi di criticità potenzialmente significativi, il progetto ha individuato e previsto azioni di mitigazione ed interventi di compensazione, da attuarsi, ove opportuno, nell'ambito delle misure compensative territoriali previste dalla normativa vigente (D.M. 10/09/2010).

8 BIBLIOGRAFIA

ARRIGONI P.V. (1965) Ricerche geobotaniche su Linaria mulleri Moris e notizie su Hypericum aegyptiacum L., nuovo reperto per la flora sarda. *Webbia*, 20:307-330.

ARRIGONI P.V. et al. (1976). Le piante endemiche della Sardegna 1-202. Boll. Soc. Sarda Sci. Nat., 16-28.

ARRIGONI P.V. (1978). Le piante endemiche della Sardegna:12-18. Boll. Soc. Sarda Sci. Nat., 17:177-214.

ARRIGONI P.V. (1979). Le piante endemiche della Sardegna: 40-53. Boll. Soc. Sarda Sci. Nat., 17:223-295.

ARRIGONI P.V. (1980). Le Piante endemiche della Sardegna: 61-68. Boll. Soc. Sarda Sci. Nat.,19:217-254.

ARRIGONI P.V. (1981). Le piante endemiche della Sardegna: 84-90. Boll. Soc. Sarda Sci. Nat., 20:233-268.

ARRIGONI P.V. (1982). Le piante endemiche della Sardegna: 98-105. Boll. Soc. Sarda Sci. Nat., 21:333-372.

ARRIGONI P.V. (2006-2015). *Flora dell'Isola di Sardegna*. Vol. I-VI. Carlo Delfino Editore.

ARRIGONI P.V., CAMARDA I. (2014). La Flora del Gennargentu (Sardegna centrale). *Quad. Bot. Amb. Appl.*, 25:3-109.

ARU A., BALDACCINI P., DELOGU G., DESSENA M.A., MADRAU S., MELIS R.T., VACCA A., VACCA S. (1991). *Carta dei suoli della Sardegna in scala 1:25000*. Base Topografica: elaborazione originale elaborata dalla S.EL.CA. - Firenze.

BACCHETTA G., IIRITI G., MOSSA L., PONTECORVO C., SERRA G. (2004a). A phytosociological study of Ostrya carpinifolia Scop. woods in Sardinia (Italy). *Fitosociologia*, 41(1):67-75.

BACCHETTA G., BAGELLA S., BIONDI E., FARRIS E., FILIGHEDDU R., MOSSA L. (2004b). A contribution to the knowledge of the order Quercetalia ilicis Br.-Bl. ex Molinier 1934 of Sardinia. *Fitosociologia*, 41(1):29-51.

BACCHETTA G., BIONDI E., FARRIS E., FILIGHEDDU R., MOSSA L. (2004c). A phytosociological study of the decidous oaks woods in Sardinia (Italy). *Fitosociologia*, 41(1):53-65.

BACCHETTA G., BRULLO S., GIUSSO DEL GALDO G., GUARINO R. (2005). Indagine fitosociologia sulle praterie a Brachypodium retusum (Pers.) Beauv. della Sardegna. *Parlatorea*, 7:27-38.

BACCHETTA G., MANDIS G., SERRA G. (2007). Piano Forestale Ambientale Regionale: Gennargentu. Regione Autonoma della Sardegna - Assessorato della Difesa dell'Ambiente.

BACCHETTA G., COPPI A., PONTECORVO C., SELVI F. (2008). Systematics, phylogenetic relationships and conservation of the taxa of Anchusa (Boraginaceae) endemic to Sardinia (Italy). *Systematic and Biodiversity*, 6(2):161-174.

BACCHETTA G., BAGELLA S., BIONDI E., FARRIS E., FILIGHEDDU R., MOSSA L. (2009). Vegetazione forestale e serie di vegetazione della Sardegna (con rappresentazione cartografica alla scala 1:350.000). *Fitosociologia*, 46 (1), suppl. 1.

BACCHETTA G., BRULLO S., CASTI M., GIUSSO DEL GALDO G.P. (2010a). Taxonomic revision of the Dianthus sylvestris group (Caryophyllaceae) in central-southern Italy, Sicily and Sardinia. *Nordic Journal of Botany*, 28:137-173.

BACCHETTA G., FENU G., GUARINO R., MANDIS G., MATTANA E., NIEDDU G., SCUDU C. (2013). Floristic traits and biogeographic characterization of the Gennargentu massif (Sardinia). *Candollea*, 68:209-220.

BACCHETTA G., CANNAS M., PERUZZI L. (2014) A new diploid butterwort species (Pinguicula, Lentibulariaceae) from Sardinia. *Phytotaxa*, 186(5):279-286.

BACCHETTA G., BRULLO S., GIUSSO DEL GALDO G., GUARINO R. (2005). Indagine fitosociologia sulle praterie a Brachypodium retusum (Pers.) Beauv. della Sardegna. *Parlatorea*, 7:27-38.

BAGELLA S., FILIGHEDDU R., PERUZZI L., BEDINI G. (eds). *Wikiplantbase #Sardegna*. http://bot.biologia.unipi.it/wpb/sardegna/index.html. Ultima consultazione: 02-02-2024.

BARTOLUCCI F., PERUZZI L., GALASSO G., ALBANO A., ALESSANDRINI A., ARDENGHI N.M.G., ASTUTI G., BACCHETTA G., BALLELLI S., BANFI E., BARBERIS G., BERNARDO L., BOUVET D., BOVIO M., CECCHI L., DI PIETRO R., DOMINA G., FASCETTI S., FENU G., FESTI F., FOGGI B., GALLO L., GOTTSCHLICH G., GUBELLINI L., IAMONICO D., IBERITE M., JIMÉNEZ-MEJÍAS P., LATTANZI E., MARCHETTI D., MARTINETTO E., MASIN R.R., MEDAGLI P., PASSALACQUA N.G., PECCENINI S., PENNESI R., PIERINI B., POLDINI L., PROSSER F., RAIMONDO F.M., ROMA-MARZIO F., ROSATI L., SANTANGELO A., SCOPPOLA A., SCORTEGAGNA S., SELVAGGI A., SELVI F., SOLDANO A., STINCA A., WAGENSOMMER R.P., WILHALM T., CONTI F. (2018). An updated checklist of the vascular flora native to Italy. *Plant Biosystems*, 152(2): 179–303.

BIONDI E., BLASI C., BURRASCANO S., CASAVECCHIA S., COPIZ R., DEL VICO E., GALDENZI D., GIGANTE D., LASEN C., SPAMPINATO G., VENANZONI R., ZIVKOVIC L. (2010). *Manuale Italiano di interpretazione degli habitat della Direttiva 92/43/CEE*.

BLASI C., MARIGNANI M., COPIZ R., FIPALDINI M., DEL VICO E. (eds.) (2010). *Le Aree Importanti per le Piante nelle Regioni d'Italia: il presente e il futuro della conservazione del nostro patrimonio botanico*. Progetto Artiser, Roma. 224 pp.

BRULLO S., BRULLO C., TAVILLA G., SIRACUSA G., CAMBRIA S. (2022). Solenopsis bacchettae (Campanulaceae, Lobelioideae), a new species from Sardinia. *Nordic Journal of Botany*. 2002:e03773.

CALVO J., AEDO C. (2015). A Taxonomic Revision of the Eurasian/Northwestern African Senecio doria Group (Compositae). *Systematic Botany*, 40(3):900-913.

CAMARDA I. (1981). Le piante endemiche della Sardegna, 91. *Boll. Soc. Sarda Sci. Nat.*, 20:269-274.

CAMARDA I., LAURETI L., ANGELINI P., CAPOGROSSI R., CARTA L., BRUNU A. (2015). *Il Sistema Carta della Natura della Sardegna*. ISPRA, Serie Rapporti, 222/2015.

CANU S., ROSATI L., FIORI M., MOTRONI A., FILIGHEDDU R., FARRIS E. (2015). Bioclimate map of Sardinia (Italy). *Journal of Maps*, 11(5):711-718.

CARMIGNANI L., OGGIANO G., FUNEDDA A., CONTI P. PASCI S., BARCA S. (2008). *Carta*

geologica della Sardegna in scala 1:250.000. Litogr. Art. Cartog. S.r.l., Firenze.

CEE (1997). *Regolamento (CE) N. 338/97 del Consiglio del 9 dicembre 1996 relativo alla protezione di specie della flora e della fauna selvatiche mediante il controllo del loro commercio*. GU L 61 del 3.3.1997, pag. 1.

CEE (2001). *Regolamento n. 1808/2001 della Commissione del 30 agosto 2001 recante modalità d'applicazione del regolamento (CEE) n. 338/97 del Consiglio relativo alla protezione delle specie della flora e della fauna selvatiche mediante il controllo del loro commercio*. Gazz. Uff. Comunità Eur. L. 250, 19.9.2001.

CITES (1973). *Convention on International trade in endangered species of wild fauna and flora*.

COGONI D., FENU G., PINNA M.S., BACCHETTA G. (2014). Schede per una Lista Rossa della Flora vascolare e crittogamica Italiana. Cerastium supramontanum Moris. *Informatore Botanico Italiano*, 46(2):285-321.

CONTI F., MANZI A., PEDROTTI F. (1992). *Libro rosso delle piante d'Italia*. 537 pp. Ministero dell'Ambiente, Ass. Ital. per il WWF, S.B.I., Poligrafica Editrice, Roma.

CONTI F., MANZI A., PEDROTTI F. (1997). *Liste rosse regionali delle piante d'Italia*. 139 pp. WWF Italia, Società Botanica Italiana, TIPAR Poligrafica Editrice, Camerino.

CONTI F., ALESSANDRINI A., BACCHETTA G., BANFI E., BARBERIS G., BARTOLUCCI F., BERNARDO L., BONACQUISTI S., BOUVET D., BOVIO M., BRUSA G., DEL GUACCHIO E., FOGGI B., FRATTINI S., GALASSO G., GALLO L., GANGALE C., GOTTSCHLICH G., GRÜNANGER P., GUBELLINI L., IIRITI G., LUCARINI D., MARCHETTI D., MORALDO B., PERUZZI L., POLDINI L., PROSSER F., RAFFAELLI M., SANTANGELO A., SCASSELLATI E., SCORTEGAGNA S., SELVI F., SOLDANO A., TINTI D., UBALDI D., UZUNOV D., VIDALI M. (2006). Integrazioni alla Checklist della flora vascolare italiana. *Natura Vicentina*, 10:5-74.

CORRIAS B. (1979). Le piante endemiche della Sardegna: 54-55. *Boll. Soc. Sarda Sci Nat.*, 18:297-309.

CORRIAS B. (1980). Le piante endemiche della Sardegna: 71-73. *Boll. Soc. Sarda Sci. Nat.*, 19:269-287.

CORRIAS B., DIANA CORRIAS S. (1982). Piante rare in Sardegna. Considerazione fitogeografiche e problemi connessi alla loro salvaguardia. Lav. Soc. Ital. Biogeogr., n.s., 7:198-211.

CUENA-LOMBRAÑA A., FOIS M., CALVIA G., BACCHETTA G. (2023). An updated checklist of the vascular flora of Montarbu massif (CE Sardinia, Italy). *Fl. Medit.*, 33:251-268-

DIANA CORRIAS S. (1981). Le piante endemiche della Sardegna: 94.95. *Boll. Soc. Sarda Sci. Nat.*, 20:287:300.

EUROPEAN COMMISSION, 2003. *Interpretation Manual of European Union Habitats - EUR 28*.

FENU G., FOIS M., CAÑADAS E., BACCHETTA G. (2014). Using endemic-plantdistribution, geology and geomorphology in biogeography: the case of Sardinia (Mediterranean Basin). *Systematic and Biodiversity*, 12(2):181-193.

FOIS M., CUENA-LOMBRAÑA A., FENU G., BACCHETTA G. (2019). Contributo alla conoscenza della flora dei tacchi d'Ogliastra. *Notiziario della Società Botanica Italiana*, 3(2): 195-233.

FOIS M., BACCHETTA G., CARIA M.C., COGONI D., FARRIS E., FENU G., MANCA M., PINNA M.S., PISANU S., RIVIECCIO G., BAGELLA S. (2021). Proposals for improvement of Annex I of Directive

92/43/EEC: Sardinia. *Plant Sociology*, 58(2):65-76.

IIRITI G. (2006). *Flora e Paesaggio vegetale del Sarrabus-Gerrei (Sardegna sud orientale)*. Dottorato di ricerca in Botanica Ambientale ed Applicata (XIX ciclo). Facoltà di Scienze M.M. F.F. N.N. - Università degli Studi di Cagliari. Cagliari, novembre 2006. 881 pp.

IUCN (2004). *IUCN Red List of Threatened Species*.https://www.iucnredlist.org/ (ultima consultazione: 18-02-2023).

LOI M.C., LAI A. (2001). The flora of Mount Tonneri and Mount Arquerì: Mesozoic calcareous outcrops of Central-Eastern Sardinia. *Flora Mediterranea*, 11:385-418.

LOI M.C., MARRAS G., MAXIA A. (2004) The flora of Monte Perda 'e Liana (CE-Sardinia). Flora Mediterranea, 14:153-172.

MANNOCCI M., FERRETTI G., MAZZONCINI V., FIORINI G., FOGGI B., LASTRUCCI L., LAZZARO L., VICIANI D. (2016).Two new Saxifraga species (Saxifragaceae) endemic to Tuscan Archipelago (central northern Mediterranean, Italy). *Phytotaxa*, 284(2):108-130.

MOSSA L., ARU A., FOGU M.C., GUARINO R., ZAVATTERO L. (2008). *Studio geobotanico del parco eolico di Ussassai*. Edi.Bo. - Catania. 193 p.

MUCINA, L., BÜLTMANN, H., DIERßEN, K., EURILLAT, J. P., RAUS, T., ČARNI, A., ŠUMBEROVÁ, K., WILLNER, W., DENGLER, J., GARCÍA, R. G., CHYTRÝ, M., HÁJEK, M., DI PIETRO, R., IAKUSHENKO, D., PALLAS, J., BERGMEIER, E., SANTOS GUERRA, A., ERMAKOV, N., VALACHOVIČ, M., … TICHÝ, L. (2016). Vegetation of Europe: Hierarchical floristic classification system of vascular plant, bryophyte, lichen, and algal communities. *Applied Vegetation Science*, 19:3-264.

ORSENIGO S., FENU G., GARGANO D., MONTAGNANI C., ABELI T., ALESSANDRINI A., BACCHETTA G., BARTOLUCCI F., CARTA A., CASTELLO M., COGONI D., CONTI F., DOMINA G., FOGGI B., GENNAI M., GIGANTE D., IBERITE M., PERUZZI L., PINNA M. S., PROSSER F., SANTANGELO A., SELVAGGI ALBERTO, STINCA ADRIANO, VILLANI M., WAGENSOMMER R. P., TARTAGLINI N., DUPRÈ E., BLASI C., ROSSI G. (2021). Red list of threatened vascular plants in Italy. *Plant Biosystems*, 155(2):310-335.

PERUZZI L. & BARTOLUCCI F. (2006). Gagea luberonensis J.-M.Tison (Liliaceae) new for the Italian flora. *Webbia*, 61(1):1-12.

PERUZZI L., PETERSON A., TISON J.-M. (2008). Phylogenetic relationships of Gagea Salisb. (Liliaceae) in Italy, inferred from molecular and morphological data matrices. *Plant Syst. Evol.*, 276(3-4):219-234.

PIGNATTI S. (1982). *Flora D'Italia*, 1-3. Edagricole, Bologna.

PIGNATTI S., GUARINO R., LA ROSA M. (2017-2019). *Flora d'Italia, 2a edizione*. Edagricole di New Business Media, Bologna.

PODDA L., LAZZERI V., MASCIA F., MAYORAL O., BACCHETTA G. (2012). The Check-list of Sardinian Alien Flora: an update. *Not. Bot. HortiAgrobo.*, 40(2):14-21.

ROSSI W. (2002). Orchidee d'Italia. *Quad. Cons. Natura*. 15. Bologna, Min. Ambiente, Ist. Naz. Fauna Selvatica.

ROSSI G., MONTAGNANI C., GARGANO D., PERUZZI L., ABELI T., RAVERA S., COGONI A., FENU G., MAGRINI S., GENNAI M., FOGGI B., WAGENSOMMER R.P., VENTURELLA G., BLASI

C., RAIMONDO F.M., ORSENIGO S. (eds.) (2013). *Lista Rossa della Flora Italiana. 1. Policy Species e altre specie minacciate*. Comitato Italiano IUCN, Ministero Ambiente e Tutela Territorio e Mare. Roma.

ROSSI G., ORSENIGO S., GARGANO D., MONTAGNANI C., PERUZZI L., FENU G., ABELI T., ALESSANDRINI A., ASTUTI G., BACCHETTA G., BARTOLUCCI F., BERNARDO L., BOVIO M., BRULLO S., CARTA A., CASTELLO M., COGONI D., CONTI F., DOMINA G., FOGGI B., GENNAI M., GIGANTE D., IBERITE M., LASEN C., MAGRINI S., NICOLELLA G., PINNA M.S., POGGIO L., PROSSER F., SANTANGELO A., SELVAGGI A., STINCA A., TARTAGLINI N., TROIA A., VILLANI M.C., WAGENSOMMER R.P., WILHALM T., BLASI C., (2020). *Lista Rossa della Flora Italiana. 2 Endemiti e altre specie minacciate*. Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare.

SANTO A., FENU G., DOMINA G., BACCHETTA G. (2013). Schede per una Lista Rossa della Flora vascolare e crittogamica Italiana: Brassica insularis Moris. *Informatore Botanico Italiano*, 45(1):115-193.

SARDARA M., LAI M. (1975). Prime notizie sui pascoli del Gerrei. *Boll. Soc. Sarda Sci. Nat*., 15:89-112.

SAU S., FOIS M., FENU G., COGONI D., BACCHETTA G. (2014). Schede per una Lista Rossa della Flora vascolare e crittogamica italiana: Astragalus gennargenteus Moris. *Informatore Botanico Italiano*, 46(2):289-291.

SCRUGLI A., GRASSO M.P., COGONI A. (1988). Le Orchidee spontanee del Sarcidano. *Webbia*, 42(2):179-199.

UNIONE DEI COMUNI VALLE PARDU E TACCHI. Programmazione territoriale. Scheda di intervento CRP-PT-07-17. Percorso naturalistico - botanico area S'Orchidea sa Brecca Taccu (CRP-PT-07.01.3.1). 2017.

URBANI M., CALVIA G., PISANU S. (2013). Schede per una Lista Rossa della Flora vascolare e crittogamica italiana: Carex panormitana Guss. *Informatore Botanico Italiano*, 45(1):134-136.

VALSECCHI F. (1978). Le piante endemiche della Sardegna: 34-39. *Boll. Soc. Sarda Sci. Nat.*,17:295-328.

VALSECCHI F. (1979). Le piante endemiche della Sardegna: 59-60. *Boll. Soc. Sarda Sci. Nat.*, 18:329-339.

VALSECCHI F. (1980). Le piante endemiche della Sardegna: 80-83. *Boll. Soc. Sarda Sci. Nat.*, 19:323-342.

VALSECCHI F. (1981). Le piante endemiche della Sardegna: 96-97. *Boll. Soc. Sarda Sci. Na*t., 20:301-309.CCHI F. (1979). Le piante endemiche della Sardegna: 59-60. *Boll. Soc. Sarda Sci. Nat.*, 18:329-339.

VALSECCHI F. (1980). Le piante endemiche della Sardegna: 80-83. *Boll. Soc. Sarda Sci. Nat.*, 19:323-342.

VALSECCHI F. (1981). Le piante endemiche della Sardegna: 96-97. *Boll. Soc. Sarda Sci. Na*t., 20:301-309.

9 PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE (PMA) – COMPONENTE FLORA E VEGETAZIONE

Sulla base di quanto disposto dal D.Lgs 152/2006, in relazione a quanto prescritto dalle “Linee Guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA (D.Lgs.152/2006 e s.m.i., D.Lgs.163/2006 e s.m.i.)” e in coerenza con le “Norme Tecniche per la redazione degli Studi di Impatto Ambientale” (Linee Guida SNPA n. 28/2020), il Monitoraggio Ambientale persegue i seguenti *obiettivi*:

- Verificare la conformità alle previsioni di impatto individuate nello SIA per quanto attiene le fasi di costruzione e di esercizio delle opere;
- Correlare gli stati ante-operam, in corso d'opera e post-operam, al fine di valutare l'evolversi della situazione ambientale;
- Garantire, durante la realizzazione delle opere, il pieno controllo della situazione ambientale, al fine di rilevare prontamente eventuali situazioni non previste e/o criticità ambientali e di predisporre ed attuare tempestivamente le necessarie azioni correttive;
- Verificare l'efficacia delle misure di mitigazione previste dallo SIA;
- Fornire agli Enti preposti al controllo, gli elementi di verifica necessari per la corretta esecuzione delle procedure di monitoraggio;
- Effettuare, nelle fasi di cantiere ed esercizio, gli opportuni controlli sull'adempimento delle eventuali prescrizioni e raccomandazioni formulate nel provvedimento di compatibilità ambientale.

9.1 Requisiti del PMA

Conseguentemente agli obiettivi da perseguire, il presente PMA soddisfa i seguenti requisiti:

- Contiene la programmazione dettagliata spazio-temporale delle attività di monitoraggio e la definizione degli strumenti;
- Indica le modalità di rilevamento e uso della strumentazione coerenti con la normativa vigente;
- Prevede meccanismi di segnalazione tempestiva di eventuali insufficienze e anomalie;
- Prevede l'utilizzo di metodologie validate e di comprovato rigore tecnico-scientifico;
- Individua parametri ed indicatori facilmente misurabili ed affidabili, nonché rappresentativi delle varie situazioni ambientali;
- Definisce la scelta del numero, delle tipologie e della distribuzione territoriale delle stazioni di misura in modo rappresentativo delle possibili entità delle interferenze e della sensibilità/criticità dell'ambiente interessato;
- Prevede la frequenza delle misure adeguata alle componenti che si intendono monitorare;

- Prevede l'integrazione della rete di monitoraggio progettata dal PMA con eventuali reti di monitoraggio esistenti;
- Prevede la restituzione periodica programmata, e su richiesta, delle informazioni e dei dati in maniera strutturata e georeferenziata, di facile utilizzo ed aggiornamento, e con possibilità sia di correlazione con eventuali elaborazioni modellistiche, sia di confronto con i dati previsti nel SIA;
- Perviene ad un dimensionamento del monitoraggio proporzionato all'importanza e all'impatto delle opere in progetto. Il PMA focalizza modalità di controllo indirizzate su parametri e fattori maggiormente significativi, la cui misura consenta di valutare il reale impatto delle sole opere in progetto sull'ambiente.

9.2 Criteri specifici del PMA

Il Programma di monitoraggio è articolato come segue:

a) Obiettivi specifici;
b) Parametri descrittori (indicatori);
c) Metodologie di rilevamento ed elaborazione dei dati;
d) Gestione delle anomalie o criticità emerse dagli esiti del monitoraggio (azioni correttive);
e) Scale temporali e spaziali d'indagine/frequenza e durata;
f) Localizzazione delle aree di indagine e dei punti di monitoraggio;

a) Obiettivi specifici

Oggetto del monitoraggio è la componente floristica (flora vascolare, con particolare riguardo a specie di interesse conservazionistico e/o fitogeografico) e vegetazionale (vegetazione naturale e semi-naturale, con particolare riguardo ad eventuali relativi habitat inseriti nella normativa comunitaria, nazionale e regionale), le interazioni svolte all'interno della comunità e con l'ambiente abiotico, e le relative funzioni che si realizzano a livello di ecosistema.

L'obiettivo delle indagini si identifica pertanto nel monitoraggio delle comunità vegetali, delle loro dinamiche, eventuali modifiche della struttura e composizione, nonché dello stato di salute delle popolazioni di specie target e di singoli individui arborei/arbustivi, indotte dalle attività di cantiere e/o dall'esercizio dell'opera.

Finalità delle azioni di monitoraggio sono:

- Valutare e misurare lo stato delle componenti flora e vegetazione nelle fasi ante operam, corso d'opera e post-operam;
- Garantire, durante la fase di cantiere e per i primi tre anni di esercizio, una verifica dello stato di conservazione della flora e della vegetazione al fine di rilevare eventuali circostanze non previste e/o di criticità, e di predisporre, garantire e monitorare l'attuazione delle necessarie azioni correttive;

- Verificare l'efficacia delle misure di mitigazione predisposte.

b) Indicatori

Al fine della predisposizione del PMA è stata definita una strategia di monitoraggio per la caratterizzazione quali-quantitativa della componente floristica, con particolare riguardo per i taxa di interesse conservazionistico e/o fitogeografico (es. taxa protetti dalle Direttive 92/43/CEE e convenzioni internazionali, leggi nazionali e regionali, rare e minacciate secondo le Liste Rosse internazionali, nazionali e regionali, le specie endemiche, relitte e le specie chiave quali "specie ombrello" e "specie bandiera"), per individui arborei e arbustivi, nonché per le comunità vegetali diagnostiche degli habitat presenti e le relative funzionalità, potenzialmente interferiti dall'opera nelle fasi di cantiere ed esercizio.

<u>1. Composizione floristica intera area di studio.</u>

Il monitoraggio floristico riguarderà l'intera area di studio e sarà finalizzato all'integrazione dell'elenco floristico, ed in particolare alla ricerca di eventuali altri elementi meritevoli di attenzione e precedentemente non rilevati (es. taxa di interesse conservazionistico e/o fitogeografico non rilevati durante le indagini finalizzate alla redazione dello SIA essenzialmente per questioni di incompatibilità del periodo di realizzazione dei rilievi di campo con la fenologia della flora).

Alle attività di monitoraggio della composizione floristica è inclusa la valutazione della quota (comparsa/scomparsa, aumento/diminuzione) delle specie alloctone. Un aumento del numero di taxa alloctoni sulla flora locale, come pure un incremento della frequenza e copertura delle specie vegetali alloctone (in particolare, di quelle invasive) rispetto a quanto riscontrato nella fase ante operam, è considerato negativo.

<u>2. Stato fitosanitario di individui arborei e arbustivi</u>

Il monitoraggio dello stato fitosanitario riguarderà individui spontanei di tipo arboreo (>3 m) ed eventualmente alto-arbustivo di altezza pari o superiore ai 100 cm, appartenenti ad almeno 3 taxa della flora nativa (tra i più frequenti: *Arbutus unedo* L., *Erica arborea* L., *Phillyrea angustifolia* L., *Quercus ilex* L.) e non interferenti con gli interventi in progetto. Lo stato fitosanitario degli individui verrà dedotto dall'analisi dei seguenti indicatori specifici:

- Presenza patologie/parassitosi, alterazioni della crescita;

Analisi quantitative e qualitative di fenomeni quali defogliazione, scoloramento, clorosi, necrosi, deformazioni ed identificazione dei patogeni e/o parassiti e del grado di infestazione degli individui arborei individuati, e nei popolamenti presenti all'interno delle stazioni permanenti di monitoraggio. Le condizioni fitosanitarie verranno analizzate in fase ante operam all'interno delle stazioni permanenti di monitoraggio. Questa condizione rappresenterà il momento zero di riferimento.

- *Tasso mortalità individui arborei e arbustivi*

  Il numero di individui arborei ed alto-arbustivi vitali, presenti all'interno delle stazioni di monitoraggio verrà rilevato in fase ante operam. Questa condizione rappresenterà il momento zero di riferimento.

Alle medesime azioni si associa anche il censimento degli individui alto-arbustivi ed arborei da progetto esecutivo risultati inevitabilmente interferenti e soggetti a misure mitigative di espianto e re-impianto, nonché soggetti a PMA nelle fasi di post-operam.

3. Stato delle popolazioni di specie target

Lo stato delle popolazioni delle specie target può essere caratterizzato attraverso l'analisi dei seguenti indicatori:

- condizioni e trend di popolazioni di entità vegetali selezionate;

Sono considerate specie target i taxa selezionati tra quelli di interesse conservazionistico e/o fitogeografico, come precedentemente designati, rilevati in fase ante-operam.

Le popolazioni di specie target verranno monitorate periodicamente nell'opportuno periodo fenologico per ciascuna entità. Nell'ambito dell'analisi delle condizioni e trend delle popolazioni, verrà considerata negativa una diminuzione della frequenza (numero di stazioni di monitoraggio con presenza del taxon) e del grado di copertura delle specie vegetali di interesse rispetto a quanto riscontrato nella fase ante operam.

Nell'ambito del presente PMA, sono state considerate le seguenti specie target, selezionate per interesse conservazionistico (*Anemone palmata, Hypericum scruglii*) e fitogeografico (endemismi e taxa a distribuzione limitata) differenti per forma biologica (erbacee emicriptofite e geofite, camefite, nanofanerofite) ed ecologia (ambienti rupicoli, garighe, pratelli, ambienti disturbati).

La scelta delle specie target potrà variare o essere implementata sulla base di indagini sul campo di integrazione, successive a quelle realizzate per il presente elaborato tecnico, da realizzare nel periodo più idoneo al rilevamento della componente floristica e ad un'attendibile valutazione dello stato della distribuzione dei taxa di interesse conservazionistico e/o fitogeografico.

4. Stato delle comunità vegetali / habitat

La valutazione dello stato delle comunità vegetali e relativi habitat correlati si esprime sulla base di parametri qualitativi (variazione nella ricchezza floristica) e quantitativi (variazioni nell'estensione), prendendo come riferimento i seguenti indicatori:

- Frequenza (presenza/assenza) di taxa alloctoni;
- Frequenza (presenza/assenza) di taxa ad ecologia sinantropica e ruderale;
- Rapporto % tra taxa alloctoni e taxa autoctoni;
- Variazione (comparsa/aumento/diminuzione/scomparsa) della componente alloctona, all'interno della comunità vegetale;

- Variazione (comparsa/incremento/decremento/scomparsa) della componente sinantropica e ruderale, all'interno della comunità vegetale;
- Presenza della componente floristica di interesse conservazionistico e/o fitogeografico, all'interno della comunità vegetale;
- Frequenza (presenza/assenza) di ciascun taxon di interesse conservazionistico e/o fitogeografico, all'interno della comunità vegetale;
- Variazione nell'estensione della comunità e relativo habitat correlato, espressa nella variazione nella dimensione e sviluppo dei poligoni utilizzati per la rappresentazione cartografica degli habitat in fase ante-operam, all'interno dei quali ricadono i punti di monitoraggio;
- Variazione del grado di copertura (classi di copertura Braun-Blanquet) dei taxa diagnostici della comunità/habitat;
- Variazione del grado di conservazione della comunità e relativo habitat correlato (valutazione qualitativa).

c) Metodologie di rilevamento, elaborazione ed analisi dei dati

Il piano di monitoraggio prevede lo svolgimento di attività all'interno di un'area buffer di 100 m dalle aree di cantiere, ed all'interno di superfici permanenti di monitoraggio in esso ricomprese. All'interno dell'intera area buffer saranno realizzate le indagini di integrazione alla composizione floristica dell'area di studio, e saranno individuati gli individui arborei soggetti a monitoraggio dello stato fitosanitario. Inoltre, in fase ante-operam e sempre all'interno dell'area buffer saranno individuate delle superfici di monitoraggio ricadenti in corrispondenza di popolamenti delle specie target e di ciascuna delle comunità vegetali individuate, adiacenti alle aree interessate direttamente e indirettamente dalla realizzazione delle opere. La tipologia di stazione permanente di monitoraggio risulta variabile a seconda del tipo di opera oggetto di monitoraggio (plot circolari di dimensione variabile sulla base del tipo di vegetazione, plot quadrati di dimensione variabile sulla base del tipo di vegetazione, plot quadrati di dimensione variabile sulla base del tipo di vegetazione a distanze regolari lungo transetti permanenti di lunghezza variabile). Le metodologie di rilevamento sono applicate anche nelle successive fasi di corso d'opera e post-operam.

Di seguito si riportano le metodologie di rilevamento, elaborazione ed analisi dei dati specifiche per singolo indicatore:

1. Composizione floristica intera area di studio.

Metodologia di rilevamento: l'intera superficie ricompresa nel buffer di 100 m dalle aree di cantiere sarà adeguatamente indagata ai fini di integrare l'elenco floristico prodotto in fase di redazione dello SIA (presente elaborato). L'indagine consterà in n = 1 visita/mese per 6 mesi (III-VII, IX) in fase ante-operam, e per 4 mesi nelle fasi di corso d'opera e post-operam. Ogni

anno sarà pertanto redatto un elenco floristico di anno in anno aggiornato. Gli eventuali taxa di interesse conservazionistico e/o fitogeografico saranno oggetto di rilevamenti più approfonditi e la loro presenza sarà adeguatamente corredata di informazioni sull'estensione delle popolazioni, anche restituite in formato cartografico.

Metodologia di elaborazione ed analisi: l'elenco floristico sarà riportato in formato digitale su foglio Microsoft Excel, ed aggiornato di anno in anno. Per ciascuna annualità saranno pertanto realizzate le principali analisi sulle componenti (forma biologica, corotipi, esoticità). L'elenco floristico annuale e relative analisi saranno riportanti nel report di fine annualità.

Valore soglia: verrà considerato significativo un decremento della ricchezza floristica pari al 10% rispetto alla condizione ante-operam ed alla condizione precedente (regressione). Ogni nuovo riscontro di taxa non nativi sarà considerato significativo.

- 2. Stato fitosanitario di individui arborei e arbustivi

  Presenza di patologie/parassitosi, alterazioni della crescita

  Tasso mortalità individui arborei e arbustivi

  Metodologia di rilevamento: all'interno dell'area buffer, in fase ante operam saranno individuati individui arborei non direttamente interferenti con le opere in progetto, da sottoporre a monitoraggio dello stato fitosanitario, in numero non inferiore a 20. Inoltre, all'interno delle superfici permanenti di monitoraggio individuate sempre all'interno dell'area buffer, sarà registrato numero di individui arborei ed arbustivi di altezza superiore ai 100 cm appartenenti a taxa nativi, affetti da evidenti fitopatie suddivise per tipologia: defogliazione, clorosi fogliare, necrosi, deformazioni, ovvero secchi. In fase ante operam saranno inoltre censiti gli individui alto-arbustivi ed arborei da progetto esecutivo risultanti inevitabilmente interferenti con gli interventi, pertanto soggetti a misure mitigative di espianto e re-impianto in fase di corso d'opera, e di monitoraggio ambientale (stesse metodologia per gli individui arborei in area buffer) nella fase post-operam.

  Metodologia di elaborazione ed analisi: i dati raccolti sul campo verranno riportati in formato digitale su fogli Microsoft Excel, uno lo stato fitosanitario degli individui arborei interessati da monitoraggio permanente, ed il secondo indicante, per ciascuna stazione di monitoraggio, il numero totale di individui affetti da patologie/parassitosi, alterazioni della crescita, suddivisi per unità tassonomica. Sarà pertanto calcolata la percentuale di individui con presenza di criticità rispetto alla condizione ante-operam rilevata all'interno di ogni singola stazione di monitoraggio.

  Valore soglia: per entrambe le indagini (individui arborei soggetti a monitoraggio peramente, e individui affetti da criticità all'interno delle superfici di monitoraggio) sarà considerato significativo un aumento del numero di individui con presenza di criticità, comprensivo dell'aumento del tasso di mortalità degli stessi, pari al 10% rispetto alla condizione ante-operam e precedente (regressione).

- 3. Stato delle popolazioni di specie target

  Metodologia di rilevamento: in corrispondenza delle superfici di monitoraggio permanente, ogni

anno sarà registrato, attraverso compilazione di apposita scheda di campo, il numero di individui di taxa di interesse conservazionistico e/o fitogeografico identificati in fase ante-operam, suddivisi per classi d'età (plantule, giovani, adulti) ed accompagnato dal grado di copertura del popolamento espresso in %.

Metodologia di elaborazione ed analisi: i dati raccolti sul campo verranno riportati in formato digitale su foglio Microsoft Excel, indicando il numero di individui suddivisi per classi d'età (plantule, giovani, adulti). Verrà quindi calcolata la densità di popolazione (n. individui/m^2) della specie target per singola stazione di monitoraggio e per l'intera rete di monitoraggio.

Valori soglia: verrà considerata significativa:

- una diminuzione del 10% della densità di popolazione della specie target di interesse conservazionistico.
- una diminuzione del 10% della frequenza della specie target di interesse conservazionistico.
- una diminuzione del 10% del grado di copertura del popolamento della specie target di interesse conservazionistico.

- 4. Stato delle comunità vegetali / habitat

Metodologia di rilevamento:

Rilievo floristico: In corrispondenza delle stazioni di monitoraggio si provvederà, nella stagione fenologicamente adeguata, al completo censimento della flora, comprensiva delle componenti alloctona e sinantropica/ruderale, al fine di poter verificare e misurare l'eventuale variazione delle frequenze e rapporti percentuali componente autoctona/alloctona e componente naturale e semi-naturale/sinantropica-ruderale.

Rilievo fitosociologico con metodo *Braun-Blanquet*: all'interno delle stazioni di monitoraggio si provvederà, nella stagione fenologicamente adeguata, ad effettuare rilievi di vegetazione con metodo fitosociologico, mediante compilazione di apposita scheda di campo. Il rilievo consisterà nell'annotare tutte le specie presenti ed assegnare, a ciascuna di esse, un indice di copertura-abbondanza. Verranno inoltre rilevati dati stazionali (coordinate, altitudine, esposizione, inclinazione, substrati) e fisionomico-strutturali (copertura totale in %, copertura dei singoli strati in %, altezza media totale, altezza media dei singoli strati, copertura lichenico-muscinale, copertura lettiera in %), al fine di verificare eventuali variazioni di tali caratteristiche delle comunità vegetali.

Previa perimetrazione in situ attraverso adeguato strumento topografico da campo, supportata da successiva fotointerpretazione da remoto, si provvederà alla delimitazione, mediante creazione di poligono in ambiente GIS, dell'unità omogenea identificativa della comunità vegetale all'interno del quale ricade la stazione permanente di monitoraggio. L'indagine sarà effettuata una volta l'anno in tutte le fasi progettuali, per ogni tipologia vegetazionale riscontrata all'interno delle stazioni di monitoraggio permanente, più in 5 punti selezionati casualmente lungo lo sviluppo del cavidotto e della viabilità in adeguamento.

La valutazione del grado di conservazione delle comunità vegetali e relativi habitat correlati, si

provvederà ad assegnare, in occasione dei rilievi vegetazionali, un giudizio di qualità della conservazione della patch rilevata secondo i criteri considerati al punto c.

Metodologia di elaborazione ed analisi: i rilievi di campo verranno riportati in formato digitale su foglio Microsoft Excel. Verrà quindi calcolato il rapporto (%) N. taxa autoctoni/N. taxa alloctoni, N. taxa autoctoni/ N. taxa sinantropici e ruderali, N. taxa di interesse conservazionistico e/o fitogeografico/N. taxa alloctoni, N. di interesse conservazionistico e/o fitogeografico / N. taxa sinantropici e ruderali, N. taxa diagnostici della cenosi e/o dell'habitat/N. taxa non diagnostici.

In merito alla misurazione della variazione di estensione dell'habitat, si provvederà alla riperimetrazione annuale dei poligoni definiti in fase ante-operam in ambiente GIS, e quindi alla misura della loro area in m^2, e successivo confronto.

Valori soglia: verrà considerata significativa:

- una diminuzione del 10% del grado di copertura delle specie diagnostiche della comunità/habitat in esame.
- un aumento del 10% del numero di specie alloctone, sinantropiche o ruderali, rispetto al numero di specie autoctone, e non sinantropiche-ruderali;
- una diminuzione del 10% dell'estensione dell'habitat rispetto alla condizione ante-operam ed alle condizioni precedenti (regressione del grado di conservazione).

I risultati delle attività di monitoraggio saranno valutati e restituiti nell'ambito di report annuali (anche sottoforma di schede di sintesi) e di un rapporto finale relativo all'intero ciclo di monitoraggio per ciascuna fase (ante operam, in corso d'opera, post-operam). I report saranno corredati da opportuna documentazione fotografiche. La cartografia tematica prodotta e i dati dei rilievi in campo, registrati su apposite schede, saranno allegati ai report.

9.3 Gestione delle anomalie o criticità emerse dagli esiti del monitoraggio (azioni correttive)

In caso di superamento del valore soglia di significatività stabilito per ciascun indicatore, per cause da attribuire direttamente o indirettamente alla realizzazione dell'opera, verranno adottate le azioni correttive e/o mitigative indicate in Tabella . La scelta delle specifiche azioni correttive da applicare dovrà essere valutata sulla base della effettiva causa, certa o presunta, responsabile del superamento della soglia di significatività.

Tabella 3 - Sintesi dei parametri descrittori e relativi indicatori ed azioni correttive

Parametro descrittore	Azioni correttive
1. Stato fitosanitario degli individui arborei ed arbustivi	▪ Rafforzamento misure di mitigazione volte all'isolamento di eventuale materiale inerte (terre, ghiaie e rocce da scavo) di provenienza esogena potenzialmente contenente propaguli di taxa alloctoni. ▪ Rafforzamento delle barriere fisiche di isolamento aree di cantiere con aree esterne ad essa. ▪ Attività di eradicazione e adeguato smaltimento di taxa alloctoni invasivi.
2. Stato fitosanitario degli individui arborei ed arbustivi	▪ Intensificazione delle attività di contrasto al sollevamento delle polveri (aumento della frequenza delle bagnature). ▪ Materializzazione del perimetro dei cantieri con telo schermante. ▪ Analisi strumentali per verificare la presenza di eventuali alterazioni chimico-fisiche dei suoli. ▪ Sostituzione preventiva di individui affetti da parassitosi o altra fitopatologia imputabile ad agenti patogeni virali, batterici o fungini. ▪ Compensazione mediante impianto di nuovi individui in sostituzione di quelli morti o irreversibilmente deperiti (sostituzione in proporzione 2:1). ▪ Aumento della frequenza periodica ed estensione temporale del monitoraggio.
3. Stato delle popolazioni di specie target	▪ Materializzazione del perimetro del popolamento di specie target con barrire fisiche rigide (per interferenze legate al disturbo antropo-zoogeno). ▪ Analisi strumentali per verificare la presenza di eventuali alterazioni chimico-fisiche dei suoli. ▪ Attività di eradicazione e adeguato smaltimento di specie alloctone invasive ▪ Prelievo di germoplasma e conservazione *ex-situ* finalizzata al successivo rafforzamento delle popolazioni. ▪ Aumento della frequenza periodica ed estensione temporale del monitoraggio.

Parametro descrittore	Azioni correttive
4. Stato delle comunità vegetali / habitat	▪ Attività di eradicazione di specie alloctone invasive. ▪ Analisi strumentali per verificare la presenza di eventuali alterazioni chimico-fisiche dei suoli. ▪ Rimozione di rifiuti eventualmente presenti. ▪ Restauro dell'habitat mediante impianto di nuovi individui. ▪ Aumento della frequenza periodica ed estensione temporale del monitoraggio.

Le eventuali anomalie rilevate verranno descritte in forma di scheda o rapporto contenente: dati relativi alla rilevazione (data, luogo, dati stazionali, situazioni a contorno naturali/antropiche, operatore, documentazione fotografica, altri elementi), eventuali analisi ed elaborazioni effettuate (metodiche utilizzate, operatore analisi/elaborazioni), descrizione dell'anomalia (valore rilevato e raffronto con gli eventuali valori limite di legge e con i range di variabilità stabiliti), descrizione delle cause ipotizzate (attività/pressioni connesse all'opera, altre attività/pressioni di origine antropica o naturale non imputabili all'opera).

9.4 Articolazione temporale: frequenza e durata dei monitoraggi

Il presente PMA sviluppa in modo chiaramente distinto le tre fasi temporali nelle quali si svolgerà l'attività di monitoraggio ambientale. Le varie fasi avranno la finalità di seguito illustrata:

Monitoraggio ante-operam (AO). Si conclude prima dell'inizio di attività interferenti, e si prefigge lo scopo di):

- definire lo stato fisico dei luoghi, le caratteristiche dell'ambiente naturale ed antropico, esistenti prima dell'inizio delle attività;
- rappresentare la situazione di partenza, rispetto alla quale valutare la sostenibilità ambientale dell'opera, che costituisce termine di paragone per valutare l'esito dei successivi rilevamenti atti a descrivere gli effetti indotti dalla realizzazione dell'opera;
- consentire la valutazione comparata con i controlli effettuati in corso d'opera, al fine di evidenziare specifiche esigenze ambientali ed orientare opportunamente le valutazioni di competenza degli Enti preposti al controllo.

In questa fase si potranno acquisire dati precisi sulla consistenza floristica delle diverse formazioni vegetali, la presenza di specie alloctone, il grado di evoluzione delle singole formazioni vegetali, i rapporti dinamici con le formazioni secondarie. I rilievi verranno effettuati durante la stagione più idonea al rilevamento delle singole componenti.

Monitoraggio in corso d'opera (CO). Comprende tutto il periodo di realizzazione, dall'apertura dei cantieri fino al loro completo smantellamento e al ripristino dei siti, e si prefigge lo scopo di:

- analizzare l'evoluzione di quegli indicatori ambientali, rilevati nello stato iniziale, rappresentativi di fenomeni soggetti a modifiche indotte dalla realizzazione dell'opera, direttamente o indirettamente (es. allestimento del cantiere);
- controllare situazioni specifiche, al fine di adeguare la conduzione dei lavori;
- identificare le criticità ambientali, non individuate nella fase ante-operam, che richiedono ulteriori esigenze di monitoraggio.

Il monitoraggio in corso d'opera riguarda il periodo di realizzazione delle opere, dall'apertura dei cantieri fino al loro completo smantellamento ed al ripristino dei siti. Il monitoraggio in fase di cantiere dovrà verificare l'insorgenza di eventuali alterazioni nella consistenza, copertura e struttura delle cenosi precedentemente individuate (momento zero) e la variazione del contingente floristico di specie considerate specie target. Il monitoraggio verrà eseguito con particolare attenzione nelle aree prossime ai cantieri, dove è ipotizzabile si possano osservare le interferenze più significative.

Monitoraggio post-operam (PO). Comprende le fasi di pre-esercizio ed esercizio, per un numero minimo di anni 3, e si prefigge lo scopo di:

- confrontare gli indicatori definiti nello stato ante-operam con quelli rilevati nella fase di esercizio dell'opera;
- controllare i livelli di ammissibilità, sia dello scenario degli indicatori definiti nelle condizioni ante operam, sia degli altri eventualmente individuati in fase di costruzione;
- verificare l'efficacia degli interventi di mitigazione e compensazione.

Il monitoraggio post-operam dovrà verificare l'insorgenza di eventuali alterazioni nella consistenza e nella struttura delle cenosi vegetali precedentemente individuate e variazioni al contingente floristico e valutare lo stato delle opere di mitigazione effettuate.

9.5 Localizzazione delle aree di indagine e dei punti di monitoraggio

L'area di indagine comprende l'intero buffer di 100 m rispetto al perimetro di cantiere indicato nel layout progettuale. All'interno dell'area buffer, in fase ante-operam saranno selezionate le superfici permanenti di monitoraggio sono stati inseriti all'interno di tale area buffer. Saranno inoltre individuati gli individui arborei da sottoporre a monitoraggio dello stato fitosanitario. Durante le fasi in corso e post-operam, sulla base di eventuali criticità ambientali non riscontrate precedentemente (es. il ritrovamento di taxa di interesse conservazionistico e/o fitogeografico non ancora rilevati, il disseccamento di individui arborei in fase ante-operam, etc) saranno individuate ulteriori azioni o misure correttive al PMA, anche riguardanti la localizzazione dei siti di monitoraggio. Nel corso dello sviluppo delle fasi progettuali, la stessa localizzazione delle stazioni permanenti di monitoraggio potrà subire delle modifiche per le seguenti cause ostative: mancata possibilità di accesso in proprietà privata per assenza di autorizzazioni (fase ante-operam), mancata possibilità di accesso per impenetrabilità della vegetazione (ante-operam), modificazioni dello stato dei luoghi intercorse tra la data di monitoraggio ante-operam e l'inizio della fase in corso d'opera.

FASE ANTE OPERAM

Indicatori	Attività	Area di studio	Metodo indagine	Periodo (I-XII)	Frequenza	TOT campagne Ante Operam	Prodotti
Composizione floristica intera area di studio	Indagini ad integrazione elenco floristico e ricerca eventuali taxa di interesse conservazionistico e/o fitogeografico	Area buffer	Ricerca floristica, determinazione sul campo ed ex situ	III-VII, IX	1 indagine/ mese	6	Aggiornamento elenco floristico, eventuali report integrativi taxa di interesse
Stato fitosanitario di individui arborei e arbustivi	Monitoraggio sullo stato fito-sanitario individui fanerofitici non interferenti con gli interventi in progetto + verifica eventuali individui presso stazioni permanenti	Area buffer (individuo arborei più individui presso stazioni permanenti) + 5 punti random lungo tracciato viabilità in adeguamento e cavidotto	Indagini dendrometriche, analisi stato fitosanitario	IV-VI	1 /annualità	1	Restituzione dati + report annuali/fase
Stato delle popolazioni di specie target	Indagini popolazionali taxa di interesse conservazionistico e/o fitogeografico	Stazioni permanenti di monitoraggio	Presenza e coperture taxa di interesse per data superficie	Periodo idoneo per ciascun taxon	1 /annualità	1	Restituzione dati + report annuali/fase
Stato delle comunità vegetali / habitat	Indagini floro-vegetazionali	Stazioni permanenti di monitoraggio	Rilievi fitosociologici, verifica presenza taxa alloctoni o sinantropici/ ruderali, verifica presenze e coperture taxa diagnostici, valutazione stato conservazione	Periodo idoneo per ciascuna comunità	1 /annualità	1	Restituzione dati + report annuali/ per fase

FASE IN CORSO D'OPERA

Componente	Attività	Area di studio	Metodo indagine	Periodo (I-XII)	Frequenza	TOT campagne Corso d'opera	Prodotti
Composizione floristica intera area di studio	Indagini ad integrazione elenco floristico e ricerca eventuali taxa di interesse conservazionistico e/o fitogeografico	Area buffer	Ricerca floristica, determinazione sul campo ed ex situ	III-V-VI-IX	1 indagine/ mese	4/anno	Aggiornamento elenco floristico
Stato fitosanitario di individui arborei e arbustivi	Monitoraggio sullo stato fito-sanitario individui fanerofitici non interferenti con gli interventi in progetto + verifica eventuali individui presso stazioni permanenti	Area buffer (individuo arborei più individui presso stazioni permanenti) + 5 punti random lungo tracciato viabilità in adeguamento e cavidotto	Indagini dendrometriche, analisi stato fitosanitario	IV-VI	1 /annualità	1/anno	Restituzione dati + report annuali/per fase
Stato delle popolazioni di specie target	Indagini popolazionali taxa di interesse conservazionistico e/o fitogeografico	Stazioni permanenti di monitoraggio	Presenza e coperture taxa di interesse per data superficie	Periodo idoneo per ciascun taxon	1 /annualità	1/anno	Restituzione dati + report annuali/fase
Stato delle comunità vegetali / habitat	Indagini floro-vegetazionali	Stazioni permanenti di monitoraggio	Rilievi fitosociologici, verifica presenza taxa alloctoni o sinantropici/ ruderali, verifica presenze e coperture taxa diagnostici, valutazione stato conservazione	Periodo idoneo per ciascuna comunità	1 /annualità	1/anno	Restituzione dati + report annuali/per fase

FASE POST OPERAM

Componente	Attività	Area di studio	Metodo indagine	Periodo (I-XII)	Frequenza	TOT campagne Post Operam	Prodotti
Composizione floristica intera area di studio	Indagini ad integrazione elenco floristico e ricerca eventuali taxa di interesse conservazionistico e/o fitogeografico	Area buffer	Ricerca floristica, determinazione sul campo ed ex situ	III-V-VI-IX	1 indagine/ mese	min.12	Aggiornamento elenco floristico
Stato fitosanitario di individui arborei e arbustivi	Monitoraggio sullo stato fito-sanitario individui fanerofitici non interferenti con gli interventi in progetto + verifica eventuali individui presso stazioni permanenti	Area buffer (individuo arborei più individui presso stazioni permanenti) + 5 punti random lungo tracciato viabilità in adeguamento e cavidotto	Indagini dendrometriche, analisi stato fitosanitario	IV-VI	1 /annualità	min.3	Restituzione dati + report annuali/per fase
Stato delle popolazioni di specie target	Indagini popolazionali taxa di interesse conservazionistico e/o fitogeografico	Stazioni permanenti di monitoraggio	Presenza e coperture taxa di interesse per data superficie	Periodo idoneo per ciascun taxon	1 /annualità	min.3	Restituzione dati + report annuali/fase
Stato delle comunità vegetali / habitat	Indagini floro-vegetazionali	Stazioni permanenti di monitoraggio	Rilievi fitosociologici, verifica presenza taxa alloctoni o sinantropici/ ruderali, verifica presenze e coperture taxa diagnostici, valutazione stato conservazione	Periodo idoneo per ciascuna comunità	1 /annualità	min.3	Restituzione dati + report annuali/per fase
Piano di monitoraggio opere a verde	Monitoraggio stato fito-sociologico di individui di nuova piantumazione e re-impiantati	Monitoraggio su min. 20+10 individui presso le superfici interessate da fasce/nuclei di vegetazione di nuova realizzazione	Stato fitosanitario	v. tab.	4+4+2	Min. 10	Restituzione dati + report annuali/per fase

10 PIANO DI MONITORAGGIO DELLE OPERE A VERDE

Il presente Piano di Monitoraggio è stato redatto sulla base di quanto disposto dal D.Lgs 152/2006, in relazione a quanto prescritto dalle “Linee Guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA (D.Lgs.152/2006 e s.m.i., D.Lgs.163/2006 e s.m.i.)” e in coerenza con le “Norme Tecniche per la redazione degli Studi di Impatto Ambientale” (Linee Guida SNPA n. 28/2020).

Il monitoraggio delle opere a verde verrà eseguito mediante l’utilizzo di scheda di campo, da compilare in occasione delle ispezioni periodiche su un numero minimo di 20 individui impiantati, più eventualmente 10 individui spontanei interferenti, espiantati e re-impiantati. Per ciascun individuo arbustivo ed arboreo messo a dimora, verranno rilevati i seguenti parametri descrittori:

1. Stato vitale dell’esemplare;
2. Presenza/assenza di defogliazione;
3. Presenza/assenza di clorosi fogliare;
4. Presenza/assenza di necrosi;
5. Presenza/assenza di deformazioni.

Durante l’intero corso delle campagne di monitoraggio si provvederà inoltre alla verifica della presenza di eventuali taxa alloctoni invasivi.

Tabella 4 - Cronoprogramma delle attività di monitoraggio delle opere a verde

Attività	Anno	Mese a partire dalla messa a dimora											
		1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	10°	11°	12°
Verifica dello stato fitosanitario dei nuovi esemplari piantumati degli esemplari espiantati e reimpiantati	1°	X		X			X						X
	2°			X			X			X			X
	3°						X						X

** solo per il secondo anno di impianto.

Gli esiti del monitoraggio, corredati da idoneo materiale fotografico, verranno forniti mediante redazione di report annuale.

La scelta delle specifiche azioni correttive da applicare dovrà essere valutata sulla base della effettiva causa, certa o presunta, responsabile dell’alterazione rilevata.

Tabella 2 - Azioni correttive da adottare sulla base degli esiti dei monitoraggi

Parametro descrittore	**Indicatore**	**Azione correttiva**
1. Stato vitale individuo di nuova piantumazione	Individuo non vitale	Sostituzione individuo rapporto 1:1
	Individuo vitale	-
2. Stato vitale individuo espiantato/re-impiantato	Individuo non vitale	Sostituzione individuo rapporto 2:1
	Individuo vitale	-
3. Presenza/assenza di criticità fitosanitarie	Presenza di criticità fitosanitarie	- Repentina comunicazione al professionista progettazione e gestione opere a verde (Dott. Agronomo) - Estensione temporale del monitoraggio per l'individuo in oggetto.
Presenza/assenza di taxa alloctoni invasivi	Presenza di taxa alloctoni invasivi	- Eradicazione - Estensione temporale del monitoraggio.
	Assenza di taxa alloctoni invasivi	-