GERRECOMMITTENTE
Fred. Olsen Renewables Italy S.r.l.
Viale Castro Pretorio, 122 - Roma (RM)
Fred. Olsen Renewables

ELABORAZIONI
I.A.T. Consulenza e progetti S.r.l. con socio unico -
Via Giua s.n.c. – Z.I. CACIP, 09122 Cagliari (CA)
Tel./Fax +39.070.658297 Web www.iatprogetti.it

REGIONE SARDEGNA

PROVINCIA DEL SUD SARDEGNA

- COMUNI DI SAN NICOLÒ GERREI, ARMUNGIA, BALLAO, ESCALAPLANO, ESTERZILI, SEUI E SILIUS -

IMPIANTO EOLICO DENOMINATO “ENERGIA MONTE TACCU”

ORDINE INGEGNERI PROVINCIA CAGLIARI
N. 3453 Dott. Ing. Giuseppe Frongia

OGGETTO

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

TITOLO

RELAZIONE GENERALE

PROGETTAZIONE
I.A.T. CONSULENZA E PROGETTI S.R.L.
ING. GIUSEPPE FRONGIA

GRUPPO DI PROGETTAZIONE
Ing. Giuseppe Frongia
(coordinatore e responsabile)
Ing. Marianna Barbarino
Ing. Enrica Batzella
Pian. Terr. Andrea Cappai
Ing. Gianfranco Corda
Ing. Paolo Desogus
Pian. Terr. Veronica Fais
Ing. Gianluca Melis
Ing. Andrea Onnis
Pian. Terr. Eleonora Re
Ing. Elisa Roych

CONTRIBUTI SPECIALISTICI
Ing. Antonio Dedoni (acustica)
Dott. Geol. Maria Francesca Lobina (geologia)
Agr. Dott. Nat. Nicola Manis (pedologia)
Dott. Nat. Francesco Mascia (Flora)
Dott. Maurizio Medda (Fauna)
Dott.ssa Alice Nozza (Archeologia)
Dott. Geol. Mauro Pompei (geologia)
Dott. Matteo Tatti (Archeologia)
Ce.Pi.Sar. (Chirotterofauna)

Cod. pratica 2022/0323

Nome File: **FORI-SNG-RA1** Studio di impatto ambientale - Relazione generale

0	30/11/2022	Emissione per procedura di VIA	IAT	GF	FORI
REV.	***DATA***	***DESCRIZIONE***	***ESEG.***	***CONTR.***	***APPR.***

Disegni, calcoli, specifiche e tutte le altre informazioni contenute nel presente documento sono di proprietà della I.A.T. Consulenza e progetti s.r.l. Al ricevimento di questo documento la stessa diffida pertanto di riprodurlo, in tutto o in parte, e di rivelarne il contenuto in assenza di esplicita autorizzazione.

PROGETTAZIONE:

I.A.T. Consulenza e progetti S.r.l.

Ing. Giuseppe Frongia (Direttore tecnico)

Gruppo di progettazione:

Ing. Giuseppe Frongia (Coordinatore e responsabile)

Ing. Marianna Barbarino

Ing. Enrica Batzella

Pian. Terr. Andrea Cappai

Ing. Paolo Desogus

Pian. Terr. Veronica Fais

Ing. Gianluca Melis

Ing. Andrea Onnis

Pian. Terr. Eleonora Re

Ing. Elisa Roych

Collaborazioni specialistiche:

Verifiche strutturali: Ing. Gianfranco Corda

Aspetti geologici e geotecnici: Dott. Geol. Maria Francesca Lobina e Dott. Geol. Mauro Pompei

Aspetti faunistici: Dott. Nat. Maurizio Medda

Caratterizzazione pedologica: Agr. Dott. Nat. Nicola Manis

Acustica: Ing. Antonio Dedoni

Aspetti floristico-vegetazionali: Dott. Nat. Francesco Mascia

Aspetti archeologici: Dott. Matteo Tatti – Dott.ssa Alice Nozza

Monitoraggio chirotterofauna: Ce.Pi.Sar.

INDICE

1 INTRODUZIONE 13

2 LA PROPONENTE 15

3 ARTICOLAZIONE DELLO STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE 16

4 FINALITÀ DELLA PROCEDURA DI IMPATTO AMBIENTALE 18

5 MOTIVAZIONE DEL PROGETTO 19

6 ANALISI DEL MOMENTO ZERO: LA SITUAZIONE PREESISTENTE ALL'INTERVENTO 21

6.1 Localizzazione dell'intervento 21

6.2 Principali connotati ambientali e paesaggistici delle aree interessate dalle opere 28

6.2.1 L'area vasta 28

6.2.2 L'ambito ristretto di relazione del sito di progetto 31

7 AMBITO DI INFLUENZA POTENZIALE DELL'INTERVENTO 38

8 QUADRO DI RIFERIMENTO PROGRAMMATICO 41

8.1 Premessa 41

8.2 Assetto programmatico di riferimento 41

8.2.1 Quadro delle norme, piani, regolamenti e protocolli in tema di energia 41

8.2.1.1 Atti programmatici a livello internazionale 41

8.2.1.1.1 La convenzione sui cambiamenti climatici 41

8.2.1.1.2 Il Protocollo di Kyoto 42

8.2.1.1.3 La strategia energetica europea 42

8.2.1.1.4 Rapporti del progetto con i protocolli internazionali in materia di contrasto ai cambiamenti climatici 46

8.2.2 Quadro strategico e regolatorio a livello nazionale 46

8.2.2.1 Principali atti normativi e programmatici 46

8.2.2.1.1 Il D.Lgs. 387/2003 46

8.2.2.1.2 Le Linee Guida per l'autorizzazione alla costruzione e all'esercizio di impianti di produzione di elettricità da fonti rinnovabili (D.M. 10/09/2010) 47

8.2.2.2 Principali atti programmatici 56

8.2.2.2.1 Piano nazionale integrato per l'energia e il clima (PNIEC) e strategia energetica nazionale (SEN) 56

8.2.2.2.2 Il Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza 60

8.2.2.2.3 Piano Nazionale di adattamento ai cambiamenti climatici 64

8.2.2.2.4 Rapporti tra il progetto e l'insieme dei piani e programmi nazionali in materia energetica e di contrasto ai cambiamenti climatici 65

8.2.3 Norme e dispositivi di pianificazione di interesse regionale 65

8.2.3.1 Il Piano Energetico Ambientale Regionale della Sardegna (PEARS) 65

8.2.3.1.1 Contenuti 65

8.2.3.1.2 Relazioni con il progetto 68

8.2.3.2 D.G.R. 59/90 del 27.11.2020 - Individuazione delle aree non idonee all'installazione di impianti alimentati da fonti energetiche rinnovabili 69

8.2.3.2.1 Contenuti 69

8.2.3.3 Rapporti tra il progetto e l'insieme dei piani e programmi internazionali e nazionali in materia energetica e di contrasto ai cambiamenti climatici 72

8.2.3.4 Relazioni con il progetto 72

8.3 Norme e indirizzi di tutela ambientale e paesaggistica 77

8.3.1 Vincolo idrogeologico 77

8.3.2 Codice dei beni culturali e del paesaggio (D.Lgs. 42/2004 e ss.mm.ii.) 78

8.3.3 Il Piano Paesaggistico Regionale (P.P.R.)..... 83

8.3.3.1 Impostazione generale del P.P.R. 83

8.3.3.2 Esame delle interazioni tra la disciplina del P.P.R. e le opere proposte ed analisi di coerenza 84

8.3.4 D.G.R. 24/12 del 19.05.2015 - Linee guida per i paesaggi industriali della Sardegna 91

8.3.5 Istituti di tutela naturalistica a livello nazionale e internazionale..... 91

8.3.5.1 Rete Natura 2000 (S.I.C. e Z.P.S.)..... 91

8.3.5.1.1 Aspetti generali 91

8.3.5.1.2 Relazioni con il progetto 92

8.3.5.2 Aree IBA 96

8.3.5.2.1 Caratteristiche generali 96

8.3.5.2.2 Relazioni con il progetto 96

8.3.5.3 Aree Protette (Parchi Nazionali, Riserve Naturali ecc..) secondo la L.N. Quadro 394/91 e secondo la L.N. 979/82 (Aree Marine Protette, ecc.)..... 98

8.3.5.4 Parchi e riserve naturali di istituzione regionale (Legge Regionale 7 giugno 1989, n.31) 98

8.3.5.5 Istituti Faunistici secondo la L.R. 23/98 "Norme per la tutela della fauna selvatica e dell'esercizio dell'attività venatoria" (Oasi di Protezione Faunistica) 100

8.4 Disciplina urbanistica ed indirizzi di livello sovralocale e locale 100

8.4.1 Strumenti urbanistici comunali 100
8.4.1.1 Piano Urbanistico Comunale di San Nicolò Gerrei 100
8.4.1.2 Piano Urbanistico Comunale di Armungia 101
8.4.1.3 Piano Urbanistico Comunale di Ballao 101
8.4.1.4 Programma di Fabbricazione di Escalaplano 101
8.4.1.5 Piano Urbanistico Comunale di Esterzili 101
8.4.1.6 Piano Urbanistico Comunale di Seui 102
8.4.1.7 Piano Urbanistico Comunale di Silius 102
8.4.1.8 Relazioni con il progetto 102
8.5 Altri piani e programmi di interesse 103
8.5.1 Piano di Assetto Idrogeologico (P.A.I.) - Perimetrazione delle aree a rischio idraulico e geomorfologico e delle relative misure di salvaguardia L. 267/98 (P.A.I.) 103
8.5.1.1 Disciplina 103
8.5.1.2 Relazioni con il progetto 103
8.5.2 Piano Stralcio Fasce Fluviali (P.S.F.F.) 107
8.5.2.1 Disciplina 107
8.5.2.2 Relazioni con il progetto 108
8.5.3 Piano di Tutela della Acque (P.T.A.) e Caratterizzazione dei corpi idrici sotterranei della Sardegna ex Direttiva 2000/60/CE 109
8.5.3.1 Contenuti 109
8.5.3.2 Relazioni con il progetto 113
8.5.4 Piano forestale ambientale regionale (PFAR) 113
8.5.4.1 Contenuti 113
8.5.4.2 Relazioni con il progetto 115
8.5.5 Piano di risanamento e tutela della qualità dell'aria 116
8.5.5.1 Contenuti 116
8.5.5.2 Relazioni con il progetto 128
8.5.6 Piani di classificazione acustica 128
9 QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE 130
9.1 Introduzione 130
9.2 Norme tecniche che regolano la realizzazione dell'opera 130
9.3 Descrizione generale del processo produttivo 132
9.4 Analisi delle alternative progettuali 133
9.4.1 Premessa 133
9.4.2 La scelta localizzativa 134

9.4.3 Alternative di layout e ubicazione sottostazione elettrica 134
9.4.3.1 Alternative progettuali ragionevoli 136
9.4.4 "Opzione zero" e prevedibile evoluzione del sistema ambientale in assenza dell'intervento 139
9.5 Caratteristiche tecniche dell'opera e motivazioni delle scelte progettuali .. 142
9.5.1 Producibilità energetica dell'impianto 142
9.5.2 Gli interventi in progetto 142
9.5.2.1 Infrastrutture elettriche 143
9.5.2.1.1 Premessa 143
9.5.2.1.2 Aerogeneratori 143
9.5.2.1.3 Distribuzione dell'energia e collegamento tra gli aerogeneratori 147
9.5.2.1.4 Stazione di trasformazione 30/36 kV Utente 155
9.5.2.1.5 Quadro elettrico a 30 kV – Collettore di impianto 158
9.5.2.1.6 Quadri elettrici 36 kV – Connessione impianto di utente alla RTN160
9.5.2.1.7 Sicurezza e ambiente 162
9.5.2.1.8 Sistema di accumulo di energia per servizi di rete 163
9.5.2.2 Opere stradali 168
9.5.2.2.1 Viabilità di accesso al sito 168
9.5.2.2.2 Viabilità di servizio e piazzole 169
9.5.2.3 Principali caratteristiche costruttive e funzionali 193
9.5.2.4 Fondazione aerogeneratore 194
9.5.2.5 Opere di regolazione dei deflussi 197
9.5.2.6 Interventi di ripristino, mitigazione e compensazione ambientale 198
9.5.2.6.1 Criteri generali 198
9.6 Cantierizzazione e messa a regime 199
9.6.1 Aree di cantiere di base e di trasbordo 199
9.6.2 Caratteristiche delle lavorazioni 200
9.6.2.1 Opere civili dell'impianto eolico 200
9.6.2.2 Fornitura e montaggio dell'aerogeneratore 200
9.6.2.3 Opere per la realizzazione delle linee elettriche a 30 kV 201
9.6.2.4 Opere civili per l'allestimento della stazione di utenza 30/36 kV 201
9.6.2.5 Montaggi elettromeccanici della sezione 30/36 kV della stazione di utenza . 202
9.6.2.6 Gestione delle terre e rocce da scavo 202

9.6.3 Movimenti terra 203
9.6.4 Cronoprogramma preliminare dei lavori 205
9.7 Dismissione e ripristino dei luoghi 205
9.8 Rischio di incidenti 206
9.8.1 Principali rischi per la sicurezza individuabili 206
9.8.2 Rischio di distacco della pala di un aerogeneratore 207
10 QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE 210
10.1 Premessa 210
10.2 Criteri generali di analisi e valutazione 211
10.2.1 Criteri di individuazione degli impatti 211
10.2.2 Individuazione delle azioni di progetto 213
10.2.3 Individuazione degli aspetti ambientali 215
10.2.4 Componenti ambientali 217
10.2.5 Il quadro riassuntivo degli impatti 219
10.3 Lo stato qualitativo delle componenti ambientali 221
10.3.1 Popolazione e salute umana 221
10.3.1.1 Ambiente socio-economico 221
10.3.1.1.1 La dinamica demografica ed il sistema sociale 221
10.3.1.2 La struttura produttiva 232
10.3.1.3 Sottoarticolazione della componente ai fini della valutazione di impatto 233
10.3.1.3.1 Amministrazione comunale locale e servizi ai cittadini 233
10.3.1.3.2 Livelli occupazionali e tessuto imprenditoriale locali 233
10.3.1.3.3 Imprese agricole 233
10.3.1.3.4 Trasporti e mobilità 234
10.3.2 Biodiversità 234
10.3.2.1 Vegetazione, flora ed ecosistemi 234
10.3.2.1.1 Inquadramento dell'area 234
10.3.2.1.2 Aspetti floristici 235
10.3.2.1.3 Aspetti vegetazionali 251
10.3.2.1.4 Siti di interesse botanico 261
10.3.2.1.5 Alberi monumentali 262
10.3.2.2 Fauna 262
10.3.2.2.1 Premessa 262
10.3.2.2.2 Caratteristiche del profilo e dell'ecosistema faunistico presenti nell'area

d'intervento 262

10.3.2.2.3 Caratterizzazione territoriale ed ambientale generale dell'area d'indagine faunistica. 267

10.3.2.2.4 Metodologia di analisi..... 270

10.3.2.2.5 Profilo ed ecosistema faunistico dell'area in esame 271

10.3.2.2.6 Elenco delle specie faunistiche presenti nell'area d'indagine 290

10.3.3 Suolo, uso del suolo e patrimonio agroalimentare 297

10.3.3.1 Introduzione 297

10.3.3.2 Unità di terre 301

10.3.3.3 Descrizione dei suoli..... 303

10.3.3.4 Valutazione della Capacità d'uso o Land Capability Evaluation 331

10.3.3.5 Patrimonio agroalimentare 338

10.3.4 Geologia e acque 339

10.3.4.1 Contesto geologico dell'area vasta 339

10.3.4.2 Assetto litostratigrafico locale 342

10.3.4.3 Aspetti geotecnici 348

10.3.4.4 Caratterizzazione sismica..... 351

10.3.4.5 Assetto geomorfologico e idrografico 357

10.3.5 Atmosfera..... 360

10.3.5.1 Caratteristiche meteo-climatiche 361

10.3.5.1.1 Caratteri climatologici generali e precipitazioni..... 361

10.3.5.1.2 Temperature 364

10.3.5.1.3 Caratteristiche anemologiche..... 365

10.3.5.2 Livello qualitativo della componente..... 369

10.3.5.2.1 Qualità dell'aria a livello locale 369

10.3.5.3 Clima e qualità dell'aria a livello globale..... 373

10.3.6 Sistema Paesaggistico: Paesaggio, Patrimonio culturale e Beni materiali... 376

10.3.6.1 Premessa e criteri di analisi..... 376

10.3.6.2 Sintesi dei parametri di lettura delle caratteristiche paesaggistiche..... 376

10.3.6.2.1 Diversità: riconoscimento di caratteri/elementi peculiari e distintivi, naturali e antropici, storici, culturali, simbolici..... 376

10.3.6.2.2 Integrità: permanenza dei caratteri distintivi di sistemi naturali e di sistemi

antropici storici (relazioni funzionali, visive, spaziali, simboliche, ecc. tra gli elementi costitutivi) 379

10.3.6.2.3 Qualità visiva: presenza di particolari qualità sceniche, panoramiche 380

10.3.7 Agenti fisici 382

10.3.7.1 Aspetti generali 382

10.3.7.2 Sottoarticolazione della componente ai fini della valutazione di impatto 383

10.3.7.2.1 Clima acustico 383

10.3.7.2.2 Sicurezza e qualità degli ambienti di vita a livello locale 383

10.3.7.3 Risorse naturali 385

10.3.7.3.1 Premessa 385

10.3.7.4 Sottoarticolazione della componente ai fini della valutazione di impatto 386

10.3.7.4.1 Consistenza delle risorse naturali a livello locale 386

10.3.7.4.2 Consistenza delle risorse naturali a livello globale 386

11 ANALISI DESCRITTIVA DEI PRINCIPALI IMPATTI ATTESI SULLE COMPONENTI AMBIENTALI 387

11.1 Popolazione e salute umana 387

11.1.1 Ambiente socio-economico 387

11.1.1.1 Premessa 387

11.1.1.2 Sviluppo progettuale 387

11.1.1.3 Processo costruttivo 388

11.1.1.4 Fase gestionale 388

11.1.1.5 Misure compensative a favore dei comuni interessati 389

11.1.2 Interferenze con l'ordinaria circolazione automobilistica 390

11.1.2.1 Inquadramento della problematica 390

11.1.2.2 Misure di mitigazione previste 392

11.1.3 Sintesi valutativa degli impatti attesi 392

11.2 Biodiversità 394

11.2.1 Vegetazione, flora ed ecosistemi 394

11.2.1.1 Premessa generale 394

11.2.1.2 Fase di cantiere 395

11.2.1.2.1 Effetti diretti 395

11.2.1.2.2 Effetti indiretti 401

11.2.1.3 Fase di esercizio 402
11.2.1.4 Fase di dismissione 403
11.2.1.5 Misure di mitigazione e compensazione 403
11.2.1.5.1 Misure di mitigazione 403
11.2.1.5.2 Misure di compensazione 406
11.2.2 Fauna 410
11.2.2.1 Premessa 410
11.2.2.2 Fase di cantiere 412
11.2.2.2.1 Abbattimenti/mortalità di individui 412
11.2.2.3 Allontanamento delle specie 413
11.2.2.4 Perdita di habitat riproduttivo o di foraggiamento 414
11.2.2.4.2 Frammentazione di habitat 415
11.2.2.4.3 Insularizzazione dell'habitat 415
11.2.2.4.4 Effetto barriera 415
11.2.2.4.5 Criticità per presenza di aree protette 416
11.2.2.4.6 Inquinamento luminoso 417
11.2.2.5 Fase di esercizio 417
11.2.2.5.1 Abbattimenti/mortalità di individui 417
11.2.2.6 Impatti cumulativi 435
11.2.2.7 Quadro sinottico degli impatti stimati per la componente faunistica 435
11.3 Suolo, uso del suolo e patrimonio agroalimentare 436
11.3.1 Principali fattori di impatto a carico della componente 436
11.3.1.1 Trasformazione ed occupazione di superfici 436
11.3.1.2 Rischi di destabilizzazione superficiale/strutturale dei terreni 437
11.3.1.3 Rischio di dispersione accidentale di rifiuti solidi e liquidi 438
11.3.1.4 Potenziali effetti sul patrimonio agroalimentare 440
11.3.2 Sintesi valutativa degli impatti attesi 441
11.3.2.1 Fase di cantiere 441
11.3.2.2 Fase di esercizio 443
11.3.2.3 Fase di dismissione 444
11.3.3 Eventuali effetti sinergici 444
11.3.4 Misure di mitigazione previste 444

11.4 Geologia 449
11.4.1 Principali fattori a carico della componente 449
11.4.1.1 Alterazione dei caratteri morfologici 450
11.4.1.2 Rischi di destabilizzazione geotecnica dei terreni 450
11.4.2 Sintesi valutativa degli impatti attesi 451
11.4.2.1 Fase di cantiere 451
4.4.2.2 Fase di esercizio 452
4.4.2.2 Fase di dismissione 453
11.4.3 Misure di mitigazione previste 454
11.5 Acque superficiali e sotterranee 454
11.5.1 Principali fattori di impatto a carico dell'ambiente idrico 454
11.5.1.1 Potenziali interferenze con la preesistente dinamica dei deflussi superficiali 454
11.5.1.2 Potenziali interferenze con la preesistente dinamica dei deflussi sotterranei 454
11.5.1.3 Rischio di dispersione accidentale di rifiuti solidi e liquidi 455
11.5.2 Fase di cantiere 455
11.5.3 Fase di esercizio 457
11.5.4 Fase di dismissione 458
11.5.5 Eventuali effetti sinergici 458
11.5.6 Misure di mitigazione previste 458
11.5.6.1 Interferenza con il regime idrico superficiale 458
11.5.6.2 Interferenza con il regime idrico sotterraneo 459
11.6 Atmosfera 459
11.6.1 Principali fattori di impatto (positivi e/o negativi) a carico della componente 459
11.6.1.1 Produzione di energia da fonte rinnovabile (F. Positivo) 459
11.6.1.2 Emissione di polveri e inquinanti atmosferici da movimento di automezzi su scala locale e micro-locale (F. Negativo) 459
11.6.2 Sintesi valutativa degli impatti attesi a livello globale 460
11.6.3 Sintesi valutativa degli impatti attesi a livello locale o sovralocale 463
11.6.3.1 Fase di costruzione 463
11.6.3.2 Fase di esercizio 464
11.6.3.3 Fase di dismissione 466
11.6.4 Eventuali effetti sinergici 466
11.6.5 Misure di mitigazione previste 467
11.7 Sistema paesaggistico: Paesaggio, Patrimonio culturale e Beni materiali.. 467
11.7.1 Premessa 467
11.7.2 Previsione degli effetti delle trasformazioni da un punto di vista paesaggistico468

11.7.2.1 Schema delle principali modificazioni possibili sul sistema paesaggistico 468

11.7.2.2 Fase di esercizio 470

11.7.2.3 Ulteriori effetti possibili sul sistema paesaggistico 471

11.7.2.4 Misure di mitigazione e compensazione previste 475

11.8 Agenti fisici 475

11.8.1 Aspetti generali 475

11.8.2 Emissione di rumore 476

11.8.3 Campi elettromagnetici 478

11.8.3.1 Premessa 478

11.8.3.2 Campi magnetici 481

11.8.3.3 Campi elettrici 482

11.8.4 Ombreggiamento intermittente (shadow-flickering) 482

11.8.4.1 Risultati e commenti 482

11.9 Risorse naturali 483

12 BIBLIOGRAFIA 486

1 INTRODUZIONE

Il presente Studio di Impatto Ambientale (nel seguito SIA) è parte integrante della documentazione tecnico-progettuale predisposta ai fini dell'espletamento della procedura di Valutazione di Impatto Ambientale (VIA) del progetto dell'impianto eolico denominato "Energia Monte Taccu" situato nei comuni di San Nicolò Gerrei e Armungia (Provincia del Sud Sardegna), tra le località di *Pranu de Is Codes* a nord e *Pranu Taccu* a sud.

L'iniziativa si inquadra nel programma di sviluppo di progetti da Fonti Energetiche Rinnovabili (FER) operato dalla società Fred. Olsen Renewables, attraverso la controllata Fred. Olsen Renewables Italy s.r.l. (di seguito "la Società" o "FORI").

L'impianto sarà composto da n. 12 aerogeneratori con potenza nominale unitaria di 6.6 MW e potenza complessiva in immissione di 72.6 MW - comprendente anche la potenza erogabile del sistema di accumulo elettrochimico (BESS) - nonché da tutte le opere e infrastrutture accessorie funzionali alla costruzione ed esercizio della centrale.

Le opere stradali interessano in parte anche il territorio di Ballao; quelle funzionali alla connessione elettrica dell'impianto alla Rete di Trasmissione Nazionale, e segnatamente il cavidotto di interconnessione degli aerogeneratori a 30 kV, sottostazione utente di trasformazione 30/36 kV e il cavidotto a 36 kV di connessione alla RTN interessano anche i comuni di Ballao, Escalaplano, Esterzili, Seui e Silius (SU).

In accordo con il preventivo di connessione (STMG) di cui al Codice pratica TERNA n. 202200873, l'impianto sarà collegato in antenna a 36 kV con una futura sottostazione elettrica di trasformazione a 150/36 kV della Rete di Trasmissione Nazionale (RTN), prevista in territorio di Escalaplano, da inserire in entra – esce alla linea RTN 150 kV "Goni – Ulassai" da collegare, per il tramite di due nuovi elettrodotti RTN a 150 kV, con una nuova SE di trasformazione RTN a 380/150 kV da inserire in entra – esce alla linea RTN 380 kV "Ittiri – Selargius".

L'elettrodotto in antenna a 36 kV per il collegamento della centrale alla citata stazione RTN costituisce impianto di utenza per la connessione, mentre lo stallo arrivo produttore a 36 kV nella medesima stazione costituisce impianto di rete per la connessione.

In attesa della pubblicazione delle specifiche tecniche da parte di Terna su cavi, celle e apparecchiature per le connessioni a 30 kV (attualmente oggetto di valutazione, indagine di mercato e verifiche di cantiere da parte di Terna), ogni indicazione qui riportata ai cavi a 30 kV deve intendersi riferita a cavi da 20,8/36 kV o cavi da 26/45 kV commercialmente disponibili e idonei allo scopo.

Poiché l'intervento risulta ascrivibile alla tipologia progettuale di cui all'Allegato II, punto 2) del D.Lgs. n.152 03/04/2006 ("*Impianti eolici per la produzione di energia elettrica sulla terraferma con potenza superiore a 30 MW*"), deve operarsi una preliminare Valutazione di impatto ambientale del progetto da parte dell'Autorità competente ai fini dell'emanazione del giudizio di compatibilità ambientale. Detta valutazione è propedeutica e condizionante ai fini del completamento dell'iter procedurale di Autorizzazione Unica.

In considerazione del carattere multidisciplinare della V.I.A., il presente SIA è stato redatto dalla società di ingegneria I.A.T. Consulenza e progetti S.r.l con il contributo di un *team* di professionisti ed esperti nelle discipline tecniche e scientifiche di preminente interesse ai fini una appropriata progettazione ambientale delle opere (geologia, geotecnica, pedologia, scienze naturali, acustica, archeologia, campi elettromagnetici).

Lo SIA è articolato in tre quadri di riferimento (Programmatico, Progettuale ed Ambientale) ed è corredato da numerose relazioni specialistiche di approfondimento dei principali aspetti ambientali nonché dagli allegati grafici descrittivi dei diversi quadri. Completano lo studio una Relazione di Sintesi destinata alla consultazione da parte del pubblico ed il Piano di monitoraggio delle componenti ambientali (PMA).

A valle della disamina del quadro ambientale di riferimento, lo SIA approfondisce l'analisi sulla ricerca degli accorgimenti progettuali finalizzati alla riduzione dei potenziali impatti negativi che l'intervento in esame può determinare nonché all'individuazione di possibili azioni compensative, laddove opportune.

L'analisi del contesto ambientale di inserimento del progetto è stata sviluppata attraverso la consultazione di numerose fonti informative e l'esecuzione di specifiche campagne di rilevamento diretto. Lo SIA fa esplicito riferimento, inoltre, alle relazioni tecniche e specialistiche nonché agli elaborati grafici allegati al Progetto Definitivo dell'impianto.

L'illustrazione dei presupposti dell'opera, con particolare riferimento al quadro della situazione energetica a livello regionale, è stata condotta e sviluppata sulla base delle analisi contenute negli strumenti di Pianificazione regionale di settore.

2 LA PROPONENTE

Il soggetto proponente del progetto in esame è Fred. Olsen Renewables Italy S.r.l., con sede legale in Roma (RM) Viale Castro Pretorio, 122. La società è soggetta all'Attività di Direzione e coordinamento di Fred. Olsen Renewables AS, controllata al 100% da Bonheur ASA, quotata alla Borsa Norvegese.

Fred. Olsen Renewables è una società che opera nel settore delle energie rinnovabili dalla metà degli anni '90. Al momento possiede e gestisce circa 800 MW di impianti eolici in esercizio in Norvegia, Svezia e UK e si sta saldamente consolidando anche nel mercato italiano dove ha l'obiettivo di sviluppare relazioni a lungo termine con le comunità e le parti interessate dai suoi progetti che intende portare avanti, costruire e gestire per l'intera vita utile.

3 ARTICOLAZIONE DELLO STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

Il presente Studio di impatto ambientale è stato redatto in coerenza con i contenuti previsti dall'Allegato VII, Parte II del D.Lgs. n.152 del 3 aprile 2006 e ss.mm.ii. "*Contenuti dello Studio di Impatto Ambientale di cui all'art. 22*" e dalle Linee Guida del 31 dicembre 2019 emanate dal MATTM.

Formalmente il documento si articola in distinte sezioni, relazioni specialistiche ed elaborati grafici e/o multimediali. Nella sezione introduttiva (Capitoli da 1 a 7), a valle dell'illustrazione dei presupposti dell'iniziativa progettuale, è sviluppato un sintetico inquadramento generale dei disposti normativi e degli obiettivi alla base della procedura di valutazione di impatto ambientale nonché una breve descrizione dell'intervento e dell'area di progetto.

La seconda sezione dello SIA (Capitolo 8) esamina il grado di coerenza dell'intervento in rapporto agli obiettivi dei piani e/o programmi che possono interferire con la realizzazione dell'opera.

In tal senso, un particolare approfondimento è stato dedicato ad esaminare le finalità e caratteristiche del progetto rispetto agli indirizzi contenuti nelle strategie, protocolli e normative, dal livello internazionale a quello regionale, orientate ad intervenire per ridurre le emissioni di gas climalteranti. In ordine alla valutazione della fattibilità e compatibilità urbanistica del progetto, l'analisi è stata focalizzata sulle interazioni dell'opera con le norme di tutela del territorio, dal livello statale a quello regionale, con particolare riferimento alla disciplina introdotta dal Piano Paesaggistico Regionale ed agli indirizzi introdotti dalle Deliberazioni della Giunta Regionale della Sardegna in materia di sviluppo delle fonti rinnovabili.

Nel Quadro di riferimento progettuale dello SIA (Capitolo 9), sono approfonditi e descritti gli aspetti tecnici dell'iniziativa esaminando, da un lato, le potenzialità energetiche del sito relativo al progetto denominato "*Energia Monte Taccu*", ricostruite sulla base di dati anemologici sito-specifici, e dall'altro, i requisiti tecnici dell'intervento, avuto particolare riguardo di focalizzare l'attenzione sugli accorgimenti e soluzioni tecniche orientate ad un opportuno contenimento degli impatti ambientali. In tale capitolo dello SIA, inoltre, saranno illustrate e documentate le motivazioni alla base delle scelte tecniche operate nonché le principali alternative di tipo tecnologico-tecnico e localizzativo esaminate dal Proponente.

In coerenza con la normativa in materia di VIA, le condizioni di operatività dell'impianto sono state analizzate anche in rapporto al verificarsi di eventi incidentali, peraltro estremamente improbabili per questo tipo di installazioni, con particolare riferimento ai rischi di distacco delle pale.

Il Quadro di riferimento ambientale (Capitolo 10) individua, in primo luogo, i principali fattori di impatto sottesi dal processo realizzativo e dalla fase di operatività dell'impianto. Alla fase di individuazione degli aspetti ambientali del progetto segue una descrizione dello stato qualitativo delle componenti ambientali potenzialmente impattate, particolarmente mirata ed approfondita sulla componente paesistico-insediativa, che è oggetto di specifica trattazione nella allegata Relazione paesaggistica redatta in accordo con i canoni definiti dal D.P.C.M. 12/12/05 (Elaborato FORI-SNG-RA5).

All'ultimo capitolo dello SIA (Capitolo 11) è affidato il compito di esaminare e valutare gli aspetti del

progetto dai quali possono originarsi gli impatti a carico delle diverse componenti ambientali. In quella sede saranno analizzati i fattori di impatto associati al processo costruttivo (modifiche morfologiche, asportazione di vegetazione, produzione di materiali di scavo, occupazione di volumi, traffico di automezzi, ecc.) nonché quelli più direttamente riferibili alla fase gestione, con particolare riferimento alle modifiche introdotte sul sistema paesaggistico, alla propagazione di rumore ed agli effetti sull'avifauna. Per ciascun fattore di impatto si procederà a valutare qualitativamente e, se possibile, quantitativamente, il grado di significatività in relazione a specifici requisiti, riconosciuti espressamente dalla direttiva VIA, riferibili alla connotazione spaziale, durata, magnitudo, probabilità di manifestarsi, reversibilità o meno e cumulabilità degli impatti.

Si procederà, infine, a rappresentare in forma sintetica il legame tra fattori di impatto e componenti ambientali al fine di favorire l'immediato riconoscimento degli aspetti del progetto più suscettibili di alterare la qualità ambientale, sui quali intervenire, eventualmente, per ridurne ulteriormente la portata o, comunque, assicurarne un adeguato controllo e monitoraggio in fase di esercizio (Elaborato FORI-SNG-RA4).

Lo SIA è corredato, infine, da numerose tavole grafiche e carte tematiche volte a sintetizzare i rapporti spaziali e funzionali tra le opere proposte il quadro regolatorio territoriale ed il sistema ambientale nonché a rappresentare le dinamiche di generazione e le ricadute degli aspetti ambientali del progetto.

4 FINALITÀ DELLA PROCEDURA DI IMPATTO AMBIENTALE

La direttiva 85/337/CEE, come modificata dalla direttiva 97/11/CE e aggiornata dalla Direttiva 2011/92/CE, concernente la valutazione dell'impatto ambientale di determinati progetti pubblici e privati, è considerata come uno dei "principali testi legislativi in materia di ambiente" dell'Unione Europea. La VIA ha il compito principale di individuare eventuali impatti ambientali significativi connessi con un progetto di sviluppo di dimensioni rilevanti e, se possibile, definire misure di mitigazione per ridurre tale impatto o risolvere la situazione prima di autorizzare la costruzione del progetto. Come strumento di ausilio alle decisioni, la VIA viene in genere considerata come una salvaguardia ambientale di tipo proattivo che, unita alla partecipazione e alla consultazione del pubblico, può aiutare a superare i timori più generali di carattere ambientale e a rispettare i principi definiti nelle varie politiche (Relazione della Commissione al Parlamento Europeo ed al Consiglio sull'applicazione e sull'efficacia della direttiva 85/337/CEE e s.m.i.).

Nel preambolo della direttiva VIA si legge che "*la migliore politica ecologica consiste nell'evitare fin dall'inizio inquinamenti ed altre perturbazioni anziché combatterne successivamente gli effetti*". Con tali presupposti, il presente SIA rappresenta il principale strumento per valutare l'ammissibilità per l'ambiente degli effetti che l’intervento in oggetto potrà determinare. Esso si propone, infatti, di individuare in modo integrato le molteplici interconnessioni che esistono tra l’opera proposta e l'ambiente che lo deve accogliere, inteso come “*sistema complesso delle risorse naturali ed umane e delle loro interrelazioni*”.

5 MOTIVAZIONE DEL PROGETTO

Come noto, il settore energetico ha un ruolo fondamentale nella crescita dell'economia delle moderne nazioni, sia come fattore abilitante (disporre di energia a costi competitivi, con limitato impatto ambientale e con elevata qualità del servizio è una condizione essenziale per lo sviluppo delle imprese e per le famiglie), sia come fattore di crescita in sé (si pensi al grande potenziale economico della *Green economy*). Come riconosciuto nelle più recenti strategie energetiche europee e nazionali, assicurare un'energia più competitiva e sostenibile è dunque una delle sfide più rilevanti per il futuro.

Il ricorso spinto alle fonti di energia rinnovabile è centrale per la transizione energetica nonché per il conseguimento degli obiettivi di sicurezza degli approvvigionamenti energetici su scala nazionale ed europea.

Per quanto attiene al settore della produzione energetica da fonte eolica, nell'ultimo decennio si è registrata una consistente riduzione dei costi di generazione con valori ormai competitivi rispetto alle tecnologie convenzionali; tale circostanza è evidentemente amplificata per i grandi impianti installati in corrispondenza di aree con elevato potenziale energetico.

Ciò è il risultato dei progressivi miglioramenti nella tecnologia, scaturiti da importanti investimenti in ricerca applicata, e dalla diffusione globale degli impianti (economie di scala), alimentata dalle politiche di incentivazione adottate dai governi a livello mondiale. Lo scenario attuale, contraddistinto dalla progressiva riduzione degli incentivi, ha contribuito ad accelerare il progressivo annullamento del differenziale di costo tra la generazione elettrica convenzionale e la generazione FER (c.d. *market parity)*.

In questo quadro, la società Fred. Olsen Renewables, attiva nel settore delle energie rinnovabili dalla metà degli anni '90, si colloca tra i principali *player* europei nel settore eolico, detenendo circa 800 MW di impianti in esercizio in Norvegia, Svezia e Regno Unito. Attualmente, attraverso la controllata Fred. Olsen Renewables Italy s.r.l., l'azienda si sta saldamente consolidando anche nel mercato italiano dove ha l'obiettivo di sviluppare relazioni a lungo termine con le comunità e le parti interessate dai progetti in fase di sviluppo.

In tale direzione si inquadra il presente progetto di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica, con annesso sistema di accumulo energetico (BESS), che FORI ha in programma di realizzare nei comuni di San Nicolò Gerrei e Armungia (Provincia del Sud Sardegna), tra le località di *Pranu de Is Codes* a nord e *Pranu Taccu* a sud.

In considerazione del rapido evolversi della tecnologia, che oggi mette a disposizione aerogeneratori di provata efficienza, con potenze di circa un ordine di grandezza superiori rispetto a quelle disponibili solo vent'anni or sono, il progetto proposto prevede l'installazione di n. 12 turbine di grande taglia, aventi diametro del rotore pari a 170 m, posizionate su torri di sostegno in acciaio dell'altezza pari a 115 m, ed aventi altezza massima al *tip* pari a 200 m, nonché l'approntamento delle opere accessorie indispensabili per un ottimale funzionamento e gestione degli aerogeneratori

(viabilità e piazzole di servizio, distribuzione elettrica di impianto, opere per la successiva immissione dell'energia prodotta alla Rete di Trasmissione Nazionale). La potenza nominale dei singoli aerogeneratori sarà di 6,6 MW con potenza complessiva in immissione della centrale eolica limitata a 72,6 MW, comprendente anche la potenza erogabile del sistema di accumulo elettrochimico, coincidente con il limite imposto dal Gestore della RTN.

In coerenza con la normativa nazionale e regionale applicabile, la procedura autorizzativa dell'impianto si articola attraverso le seguenti fasi:

- istanza di Valutazione di Impatto Ambientale ai sensi dell'art. 23 del D.Lgs. 152/2006 (Testo Unico Ambientale) al Ministero della Transizione Ecologica ed al Ministero della Cultura, in quanto intervento di cui alla tipologia progettuale di cui al punto 2 dell'Allegato 2 parte seconda del TUA "*impianti eolici per la produzione di energia elettrica sulla terraferma con potenza complessiva superiore a 30 MW*".
- istanza di Autorizzazione Unica ai sensi dell'art.12 DLgs 387/2003, del D.M. 10/09/2010 e della D.G.R. 3/25 del 23.01.2018 alla Regione Sardegna – Servizio Energia ed Economia Verde, trattandosi di un impianto di produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili di potenza pari a 72,6 MW.

Le significative interdistanze tra le turbine, imposte dalle accresciute dimensioni degli aerogeneratori oggi disponibili sul mercato, contribuiscono ad affievolire i principali impatti o disturbi ambientali caratteristici della tecnologia, quali l'eccessivo accentramento di turbine in aree ristrette (in particolare il disordine visivo determinato dal cosiddetto "effetto selva"), le probabilità di collisione con l'avifauna, attenuate dalle basse velocità di rotazione dei rotori, la propagazione di rumore o l'ombreggiamento intermittente

6 ANALISI DEL MOMENTO ZERO: LA SITUAZIONE PREESISTENTE ALL'INTERVENTO

Rimandando al quadro di riferimento ambientale ed alle allegate relazioni specialistiche per una più esaustiva trattazione ed analisi dello stato *ante operam* delle componenti ambientali con le quali si relaziona l'intervento proposto, si riportano nel seguito alcuni elementi di conoscenza, ritenuti maggiormente significativi ai fini di una descrizione introduttiva generale del quadro territoriale di sfondo.

6.1 Localizzazione dell'intervento

Il proposto parco eolico è ubicato nel territorio della regione storica del *Gerrei*, tra i territori comunali di San Nicolò Gerrei (11 aerogeneratori) - nella sua porzione nord-orientale - ed Armungia (1 aerogeneratore) ai confini occidentali delle pertinenze comunali.

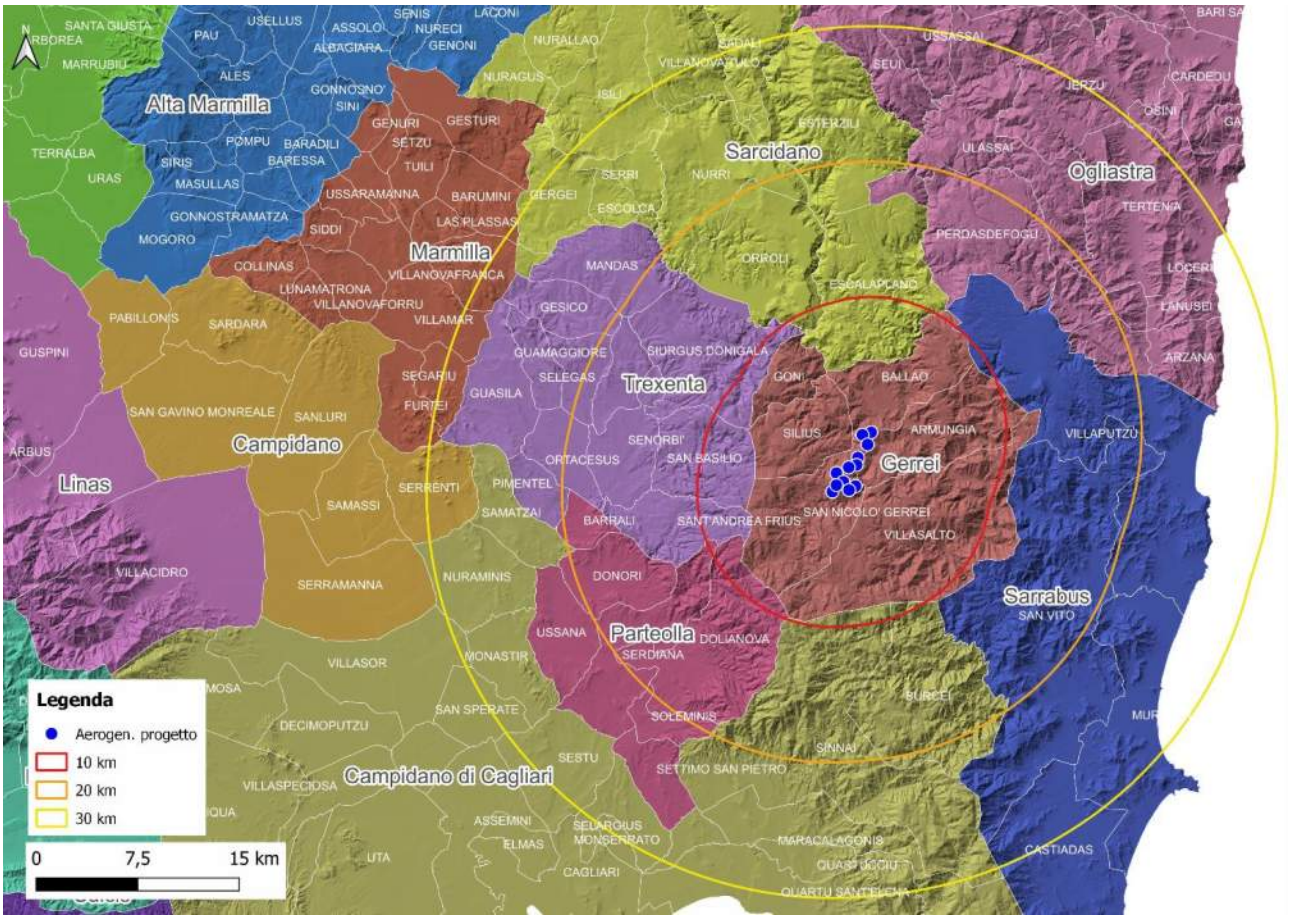


Figura 6.1 – Aerogeneratori in progetto e regioni storiche della Sardegna

Cartograficamente, l'area del parco eolico è individuabile nella Carta Topografica d'Italia dell'IGMI in scala 1:25000 Foglio 548 Sez. II – San Nicolò Gerrei, Sez. I – Goni, Foglio 549 Sez. III – Villasalto, Sez. IV – Ballao, Foglio 541 Sez. III – Escalaplano.

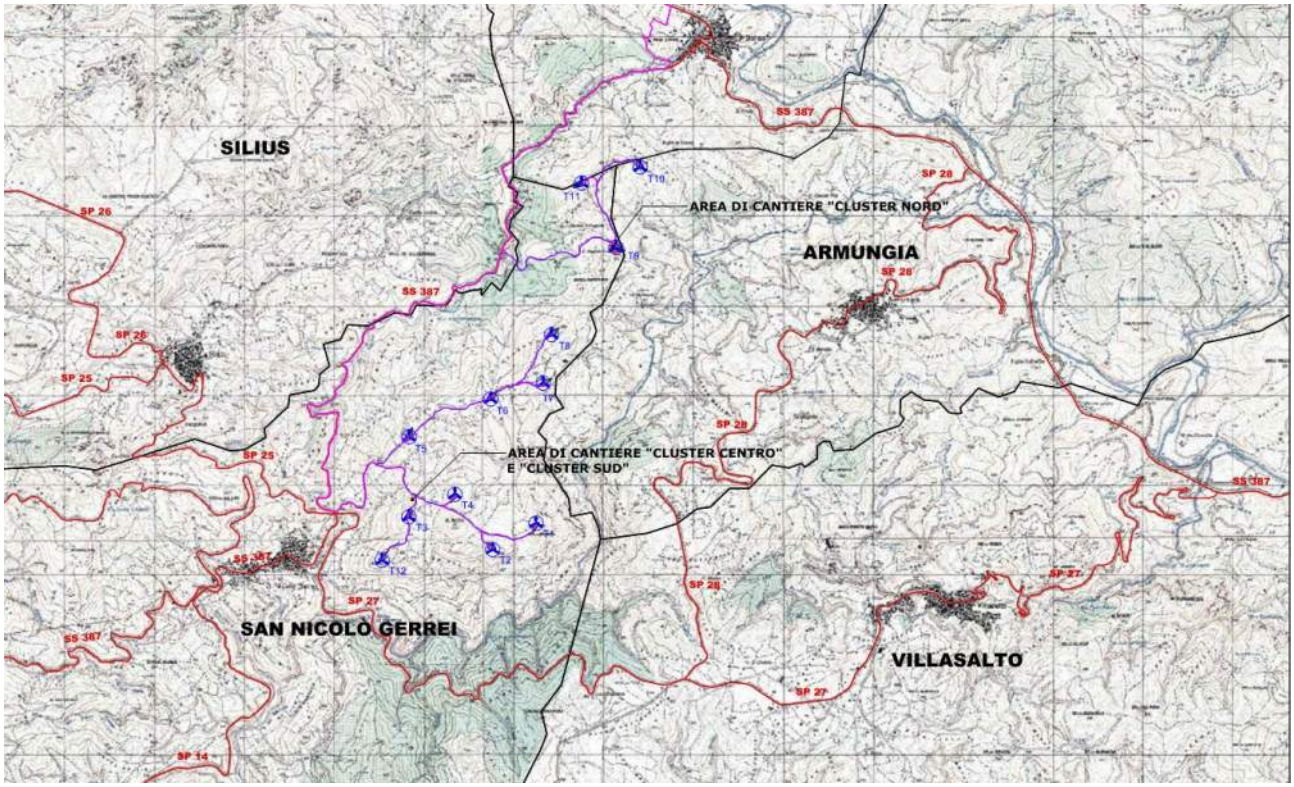


Figura 6.2: Inquadramento geografico di intervento su IGMI 1:25.000

Le opere stradali funzionali alla costruzione e gestione operativa della centrale interessano limitatamente il Comune di Ballao tra le località *Su Nuncu Marciuecciu* e *Pranu de Is Codes*, nella porzione nord del parco eolico.

Il tracciato del cavidotto a 30 kV si snoda in direzione nord attraverso i territori delle regioni storiche del *Gerrei*, del *Sarcidano* e, per un breve tratto, dell'*Ogliastra*. In particolare, attraversa i territori comunali di San Nicolò Gerrei, Ballao, Escalaplano, Esterzili per poi muoversi in direzione sud-est attraversando la porzione sud-occidentale del territorio di Seui sino a raggiungere il territorio di Escalaplano dove, nei pressi della località *Pedru Pisano*, si trovano i siti ipotizzati per la Sottostazione Elettrica Utente (SEU) di trasformazione 36/30 kV e per la futura 150/36 kV RTN da inserire in entra – esce alla linea RTN 150 kV "Goni – Ulassai".

L'inquadramento degli aerogeneratori nei luoghi di intervento, secondo la toponomastica locale, è riportato in Tabella 6.2.

Il *Gerrei* è una regione storica della Sardegna sud-orientale comprendente i comuni di: Goni, Ballao, Silius, Armungia, San Nicolò Gerrei e Villasalto. Il suo territorio confina con le seguenti regioni storiche: il *Sarcidano* e l'*Ogliastra* a nord, il *Sarrabus* a est, il *Campidano di Cagliari* a sud, il *Parteolla* a sud-ovest e la *Trexenta* a ovest.

Sotto il profilo geomorfologico il territorio di questa regione è a carattere prevalentemente montuoso

e collinare con valli strette e forme del rilievo generalmente aspre, allineate a raggiera. Comprende, a nord-est, la valle del basso *Flumendosa*, che attraversa questo territorio con un corso tortuoso ricco di meandri e con alcuni tratti rettilinei di evidente impostazione tettonica. Da San Nicolò Gerrei a San Vito, a est, il paesaggio è dato da un monotono succedersi di ondulazioni debolmente elevate (le quote massime non superano i 600 m di altitudine), ma l'aspetto è suggestivo e selvaggio per la presenza di una estesa copertura forestale, per la totale assenza di utilizzazioni agricole e per la sporadicità di radure erbose. La continuità paesaggistica è interrotta dal *Monte Genis*, un rilievo granitico di età ercinica che supera i 900 m. Il settore a nord del *Flumendosa* è invece caratterizzato dalla presenza di estesi altopiani di età eocenica che giacciono in discordanza sulle sottostanti formazioni paleozoiche. Tutta l'area è interessata da queste formazioni che ben si individuano per l'assetto tabulare e suborizzontale degli affioramenti, anche quando la loro estensione è limitata o residuale.

Gli aerogeneratori in progetto saranno installati, assecondando l'andamento morfologico dell'altopiano, secondo tre *cluster* principali così inquadrabili da nord a sud:

- il primo raggruppamento, nella porzione nord dell'impianto tra i territori comunali di San Nicolò Gerrei e Armungia, comprendente gli aerogeneratori T9, T10 e T11;
- il secondo raggruppamento, nella zona mediana del parco eolico, approssimativamente tra le località di *Bruncu Crispinias* a nord e *Su Putzu* a sud, comprendente gli aerogeneratori T5, T6, T7 e T8, tutti ricadenti all'interno del territorio comunale di S. N. Gerrei ed allineati secondo la direttrice sudovest-nordest;
- il terzo raggruppamento, a sud dell'impianto, si sviluppa in direzione est-ovest ed è composto da 5 aerogeneratori (T12, T3, T4, T2 e T1) anch'essi tutti ricadenti nel territorio comunale di S. N. Gerrei.

Con riferimento ai caratteri idrografici, l'area è collocata all'interno del bacino idrografico del *Flumendosa*. In particolare, l'impianto è localizzato nella porzione sud-occidentale del suddetto bacino idrografico (Figura 6.3).

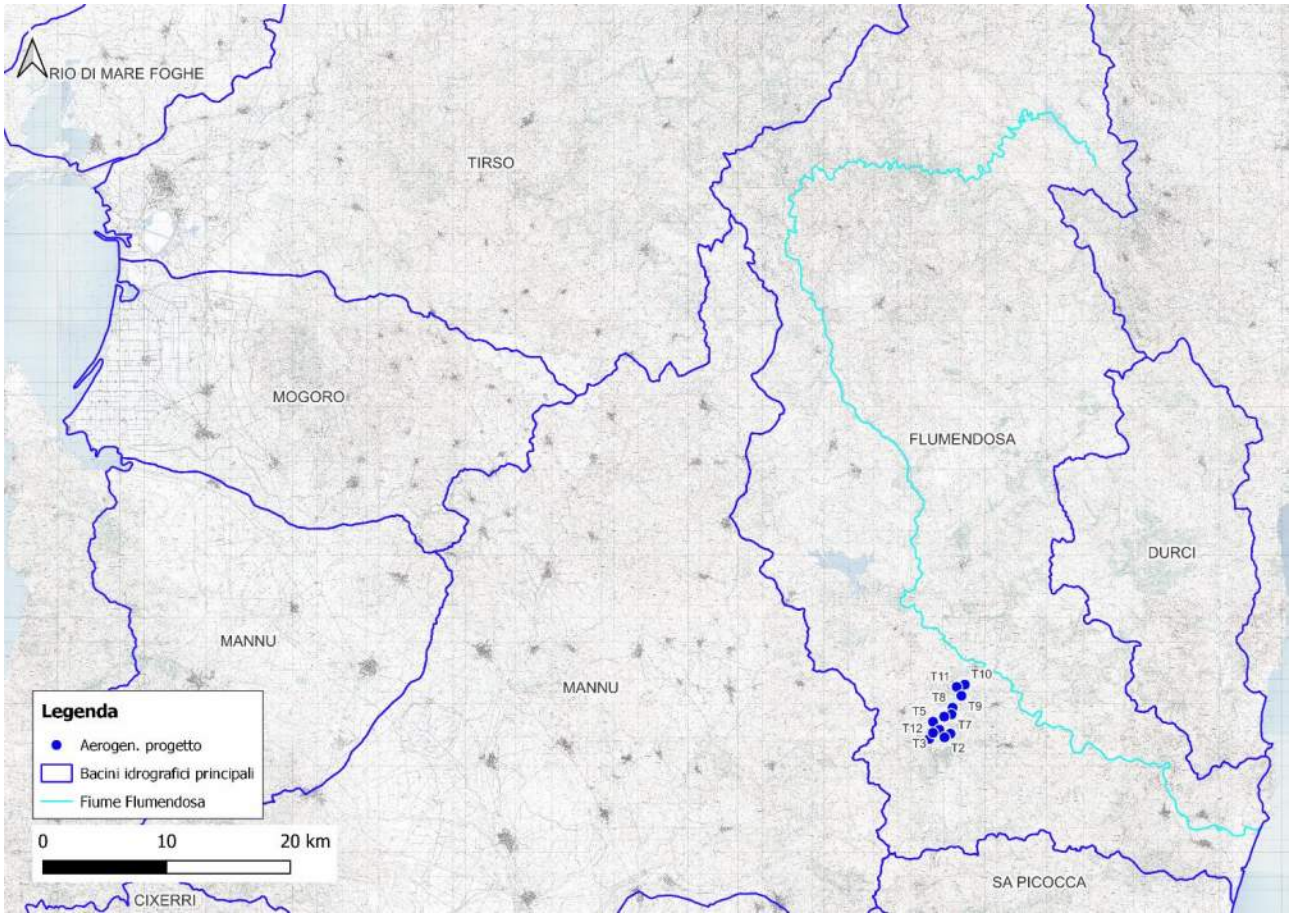


Figura 6.3 – Bacini idrografici di riferimento

Il bacino idrografico del *Flumendosa* è caratterizzato da un'intensa idrografia, dovuta alle varie tipologie rocciose attraversate. Lungo la porzione centrale, i corsi d'acqua più importanti si sviluppano parallelamente alla linea di costa con andamento pressoché lineare. Gli affluenti drenanti i versanti est e ovest, si mantengono ortogonali alla linea di costa. Il *Flumendosa* ha origine nelle pendici meridionali ed orientali del *Massiccio del Gennargentu*, scavando gli scisti paleozoici e mettendo a nudo il granito in gole tortuose e molto profonde con un percorso assai angolato. Dopo circa 122 km sfocia in mare in prossimità di *Porto Corallo*, nel *Sarrabus*. Nel basso corso, che attraversa il territorio in esame, il fiume scorre con andamento nord-ovest sud-est e riceve in sinistra il suo maggiore affluente, il *Rio Flumineddu*.

Sotto il profilo dell'infrastrutturazione viaria, il sito di progetto è racchiuso tra 3 assi stradali principali: a nord e ad ovest dalla Strada Statale 387 del Gerrei che collega Cagliari al *Sarrabus* e al *Gerrei*; ad est dalla Strada Provinciale 28 che si innesta sulla SS 387 in località *S'Arromu* e, proseguendo verso sud, attraversa il centro urbano di Armungia; a sud dalla Strada provinciale 27, che si sviluppa in direzione est-ovest e si collega alla SS 387 ad ovest e alla SP 28 ad est.

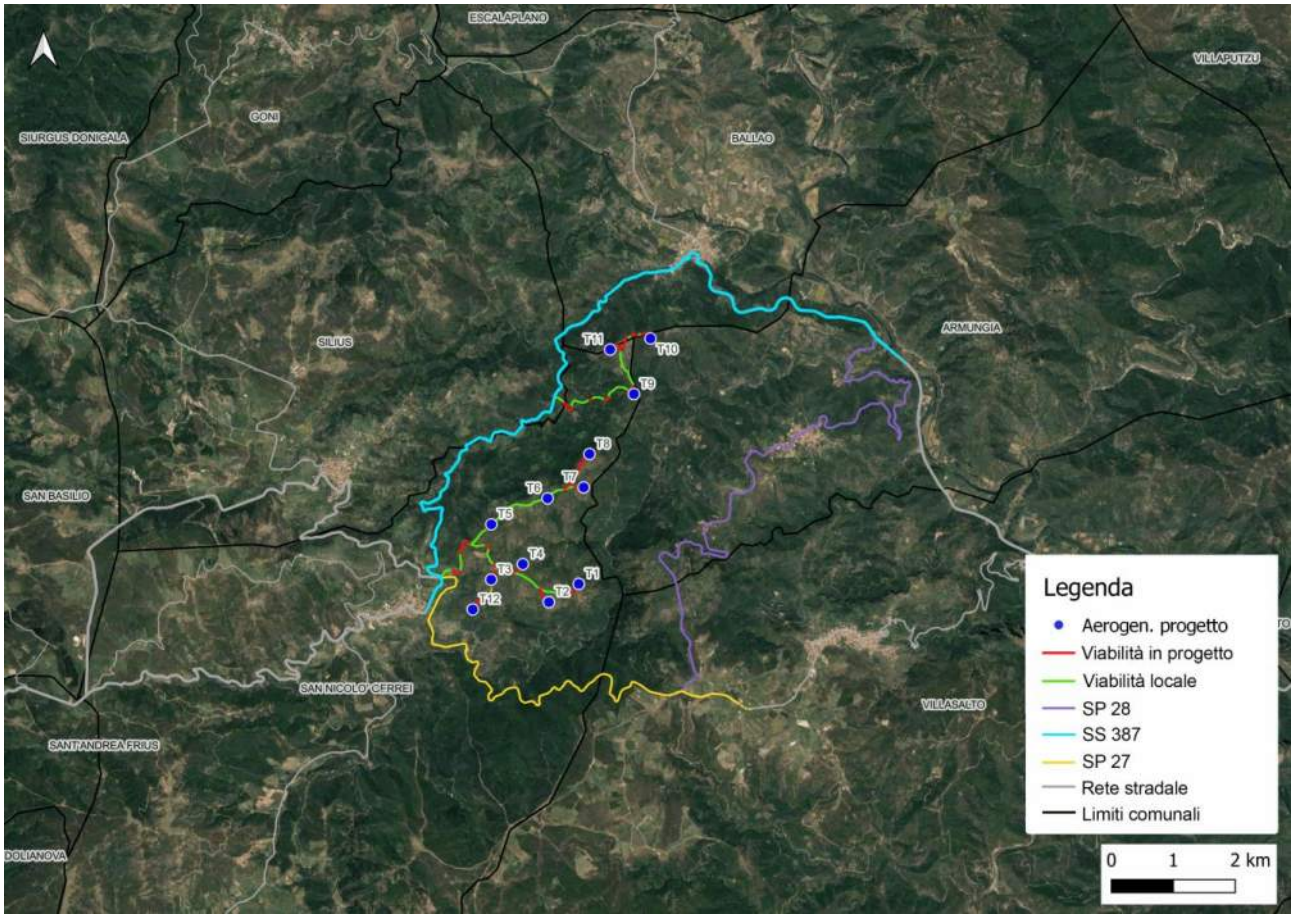


Figura 6.4 - Sistema della viabilità di accesso all'impianto

Nella Carta Tecnica Regionale Numerica in scala 1:10000 alla sezione 548120 – San Nicolò Gerrei, sezione 549090 – Villasalto, sezione 548080 – Silius, sezione 549050 – Ballao, sezione 549010 – Miniera Corti Rosas, sezione 541130 – Escalaplano, sezione 541090 – Monte Torrese.

Rispetto al tessuto edificato degli insediamenti abitativi più vicini (FORI-SNG-RA5-7), il sito di intervento presenta, indicativamente, la collocazione indicata in Tabella 6.1.

Tabella 6.1 Distanze degli aerogeneratori rispetto ai più vicini centri abitati

Centro abitato	Posizionamento rispetto al sito	Distanza minima dal sito (km)
S. N. Gerrei	S-O	0,8
Ballao	N	1,1
Silius	O	2,2
Armungia	E	2,3
Villasalto	S-E	3,8

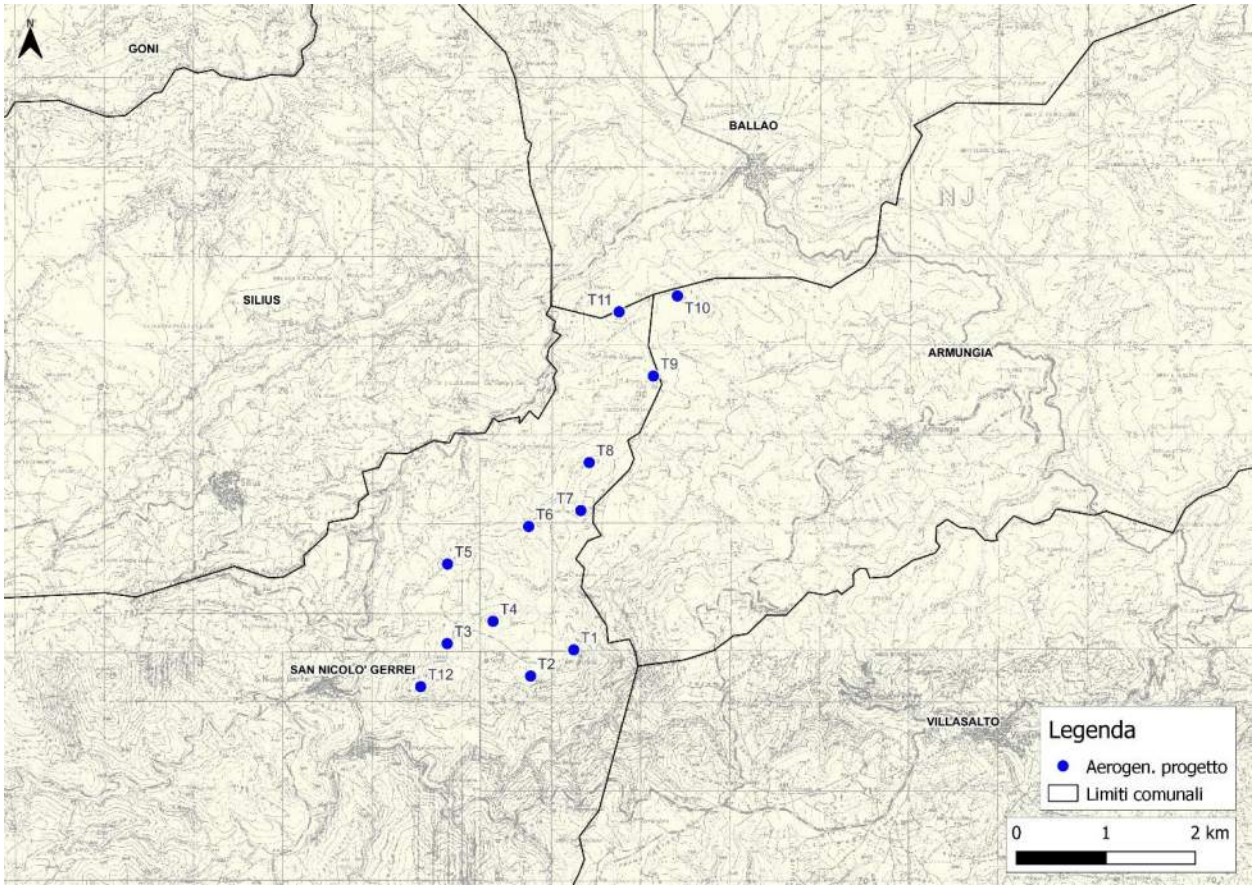


Figura 6.5 – Ubicazione degli aerogeneratori in progetto su IGM storico

L'inquadramento catastale delle opere è riportato nell'Elaborato FORI-SNG-TC4 (postazioni eoliche e viabilità di servizio) e negli elaborati FORI-SNG-TE2a, FORI-SNG-TE2b e FORI-SNG-TE2c (tracciato cavidotto 30kV ed opere per la connessione alla RTN).

L'impianto sarà servito da una viabilità interna di collegamento tra gli aerogeneratori, prevalentemente incardinata sulla viabilità comunale esistente e in parte di nuova realizzazione,

articolata secondo le seguenti direttrici principali:

- a nord, tra le località *S'Accuri* e *Pranu Is Codes,* per i 3 aerogeneratori T9, T10 e T11;
- nella porzione centrale dell'impianto, tra le località *Guttureddus* e *Su Cannoli,* a servizio dei 4 aerogeneratori T5, T6, T7 e T8;
- a sud-est, tra le località *Guttureddus e Br.Cu Siliqua,* per l'accesso alle postazioni T4, T2 e T1;
- a sud-ovest, tra *Guttureddus* e *Pranu Taccu,* di collegamento agli aerogeneratori T3 e T12.

Tabella 6.2 – Inquadramento delle postazioni eoliche nella toponomastica locale

ID Aerogeneratore	Località
T1	*Br.cu Siliqua*
T2	*Su Arba*
T3	*Taccu*
T4	*Taccu*
T5	*Su Putzu*
T6	*Taccu*
T7	*Br.cu Crispinias*
T8	*Su Cannoli*
T9	*C. Argiola 'e su Linu*
T10	*Pranu Is Codis*
T11	*Marciu Ecciu*
T12	*M. Taccu*

Le coordinate degli aerogeneratori nel sistema Gauss Boaga – Roma 40 sono riportate in Tabella 6.3.

Tabella 6.3 - Coordinate aerogeneratori in Gauss Boaga – Roma 40

Aerogeneratore	X	Y
T1	1 529 199	4 372 405
T2	1 528 716	4 372 112
T3	1 527 783	4 372 476
T4	1 528 296	4 372 726
T5	1 527 786	4 373 368
T6	1 528 695	4 373 788
T7	1 529 278	4 373 966
T8	1 529 372	4 374 505
T9	1 530 089	4 375 474
T10	1 530 358	4 376 371
T11	1 529 706	4 376 193
T12	1 527 486	4 371 993

6.2 Principali connotati ambientali e paesaggistici delle aree interessate dalle opere

6.2.1 L'area vasta

L'aspetto geografico caratterizzante il sito di progetto è la sua posizione baricentrica rispetto all'altopiano del *Salto di Quirra* a nord-est, i rilievi del *Gerrei* a ovest, le cime dei *Sette Fratelli* a sud e gli altopiani del *Sarcidano* a nord. Un altro elemento che caratterizza il territorio in esame è il passaggio del *Flumendosa* che, con la sua valle, definisce il paesaggio a nord-est dell'area di impianto muovendosi dal limite amministrativo nord a quello est della regione storica del *Gerrei*.

L'area in esame si colloca nella porzione centro-occidentale del *Gerrei* definita nei connotati paesaggistici e sociali da una economia agricola, in particolare per la produzione di grano e orzo, e pastorale storicamente salda. L'economia di questo territorio è stata legata per un lungo periodo di tempo alle risorse presenti nel sottosuolo, in particolare con le attività di estrazione dell'antimonio nella miniera di *Su Suergiu* in territorio comunale si Villasalto.

La struttura del paesaggio, letta secondo il paradigma geddesiano dell'inscindibile terna "popolazione-attività-luoghi", può essere descritta a partire dalla componente idrologica e morfologica che determinano la natura dei luoghi e impongono gli usi storicamente consolidati che modellano l'ossatura portante della struttura paesaggistica dell'area in esame. La presenza

dell'acqua, le risorse del sottosuolo e le estese superfici boscate hanno garantito, da sempre, grande prosperità.

Ci si trova in un territorio caratterizzato da un sistema montano particolarmente composito nei suoi caratteri geomorfologici. Il sistema montuoso si alterna a strette valli e ad una rete idrografica molto ramificata. La parte meridionale del parco si sviluppa su un ampio rilievo debolmente ondulato, riconducibile ad un altopiano, dominato dalle litologie carbonatiche afferenti alla Formazione dei Calcari di Villasalto. Le quote sono comprese tra 500÷600 m s.l.m.: i punti più alti sono rappresentati dal *Monte Taccu* e dal *Bruncu Siliqua* che raggiungono rispettivamente quota di 589 m e 575 m s.l.m. La parte settentrionale del parco corrisponde alla zona in cui l'altopiano va a restringersi e si abbassa leggermente di quota fino a circa 400 m s.l.m. L'ossatura di questa parte del rilievo è rappresentata da litologie riconducibili alla Formazione di Pala Manna, caratterizzate da alternanze irregolari di metasiltiti e metarenarie con intercalazioni di metaconglomerati e metabrecce.

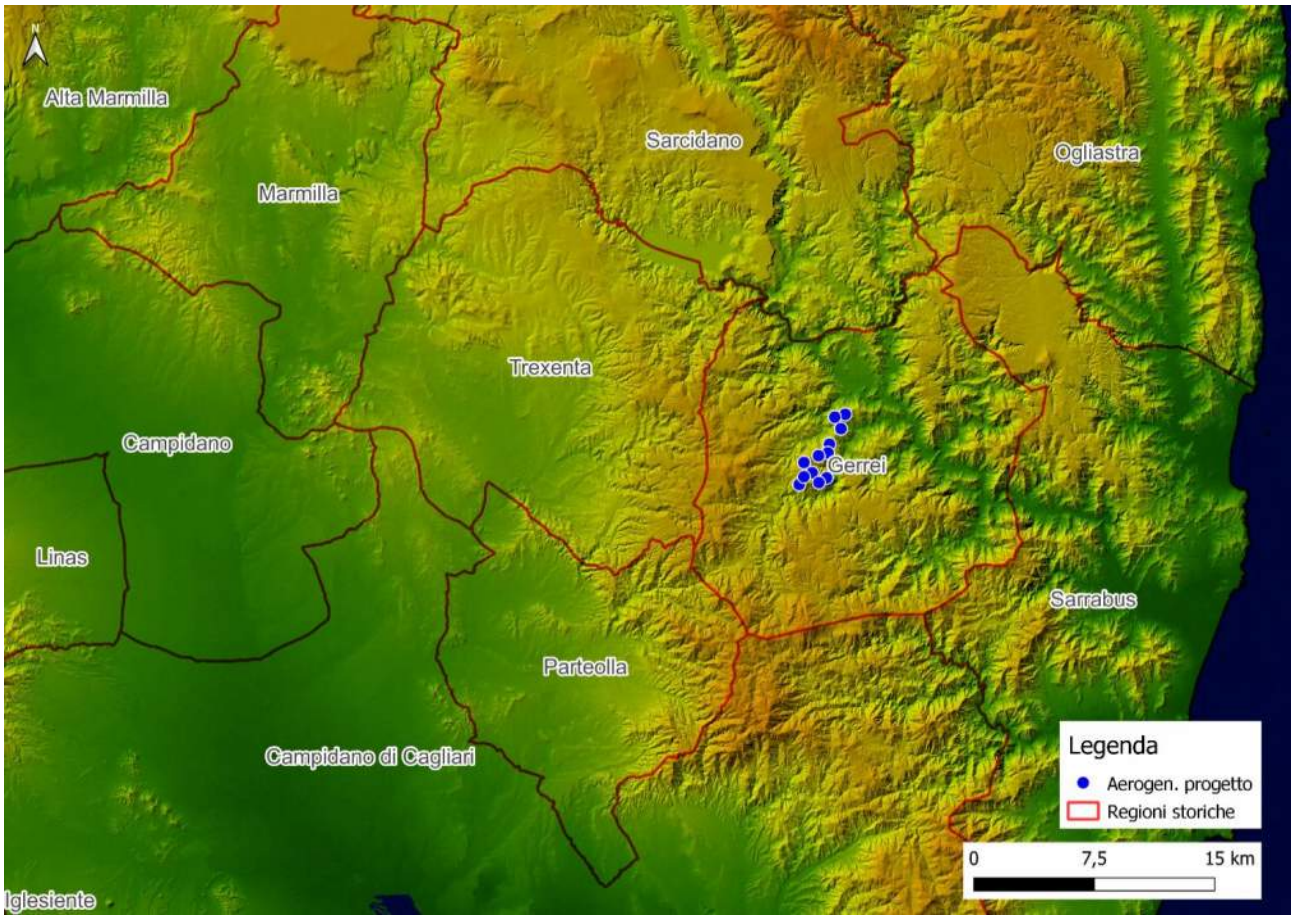


Figura 6.6 - Morfologia dell'area vasta

Nonostante la sostanziale uniformità del substrato, il paesaggio non è mai monotono grazie alla presenza di diversi elementi che caratterizzano il territorio: l'altopiano denominato Salto di Quirra a nord-est che va a degradare nella valle del *Flumendosa*, che taglia in direzione nord-ovest sud-est la porzione nord-orientale del territorio del *Gerrei*, numerosi rilievi assimilabili ad altopiani sino alle

cime più alte, a sud, con i rilievi dei *Sette Fratelli*.

Nel dettaglio, l'area dove verranno installati gli aerogeneratori è posta ad una quota che varia dai 360 ai 571 metri circa, su un ampio rilievo debolmente ondulato, riconducibile ad un altopiano, dominato dalle litologie carbonatiche afferenti alla Formazione dei Calcari di Villasalto. La parte settentrionale dell'impianto corrisponde alla zona in cui l'altopiano va a restringersi e si abbassa leggermente di quota fino a circa 400 m s.l.m. L'ossatura di questa parte del rilievo è rappresentata da litologie riconducibili alla Formazione di Pala Manna, caratterizzate da alternanze irregolari di metasiltiti e metarenarie con intercalazioni di metaconglomerati e metabrecce.

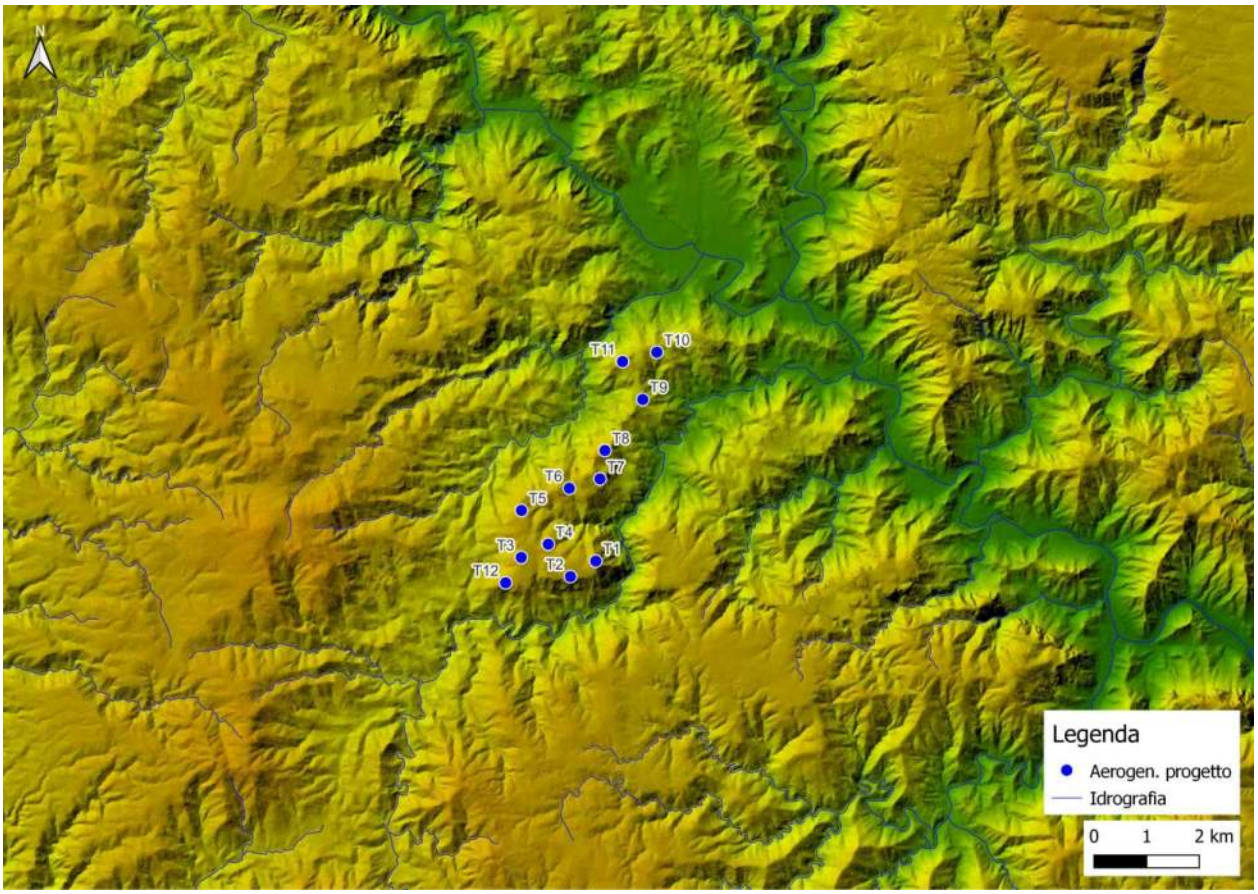


Figura 6.7 - Morfologia del sito di progetto

Le caratteristiche pedologiche sono strettamente legate alla natura della roccia madre, ai parametri climatici e alla vegetazione, sinergicamente interagenti. Mentre la natura geologica e i valori climatici rimangono relativamente invariabili, la vegetazione esistente ha di continuo subito l'azione antropica in relazione alle esigenze delle attività agro-silvo-pastorali e dal fenomeno degli incendi.

Secondo il Piano Forestale Ambientale Regionale (BACCHETTA et al., 2007), la vegetazione predominante potenziale dei settori di area vasta ospitanti le opere in progetto è identificabile nella serie sarda, termo-mesomediterranea del leccio. In particolare, per l'area vasta del *Gerrei*, le cenosi osservabili si inquadrano nella sub-associazione *quercetosum ilicis*, diffusa tra i 150 e i 500 m s.l.m.

con interessanti boschi di leccio ad alto fusto osservabili anche in territorio amministrativo di San Nicolò Gerrei (es. *Foresta Tolu*, estesa lungo i versanti settentrionale sull'omonimo corso d'acqua, a meno di 2 km dall'area interessata dagli interventi in progetto).

L'area dove verranno ubicati gli aerogeneratori è definita da un paesaggio su metamorfiti (scisti, scisti arenacei, argilloscisti, etc.) del paleozoico e depositi di versante a nord, su calcari, dolomie e calcari dolomitici del Paleozoico e del Mesozoico al centro-sud. Le pendenze più elevate si osservano sui versanti del lato orientale dell'altopiano che si affacciano sulla valle del *Riu Tolu* e comprese tra il 50% e 70%.

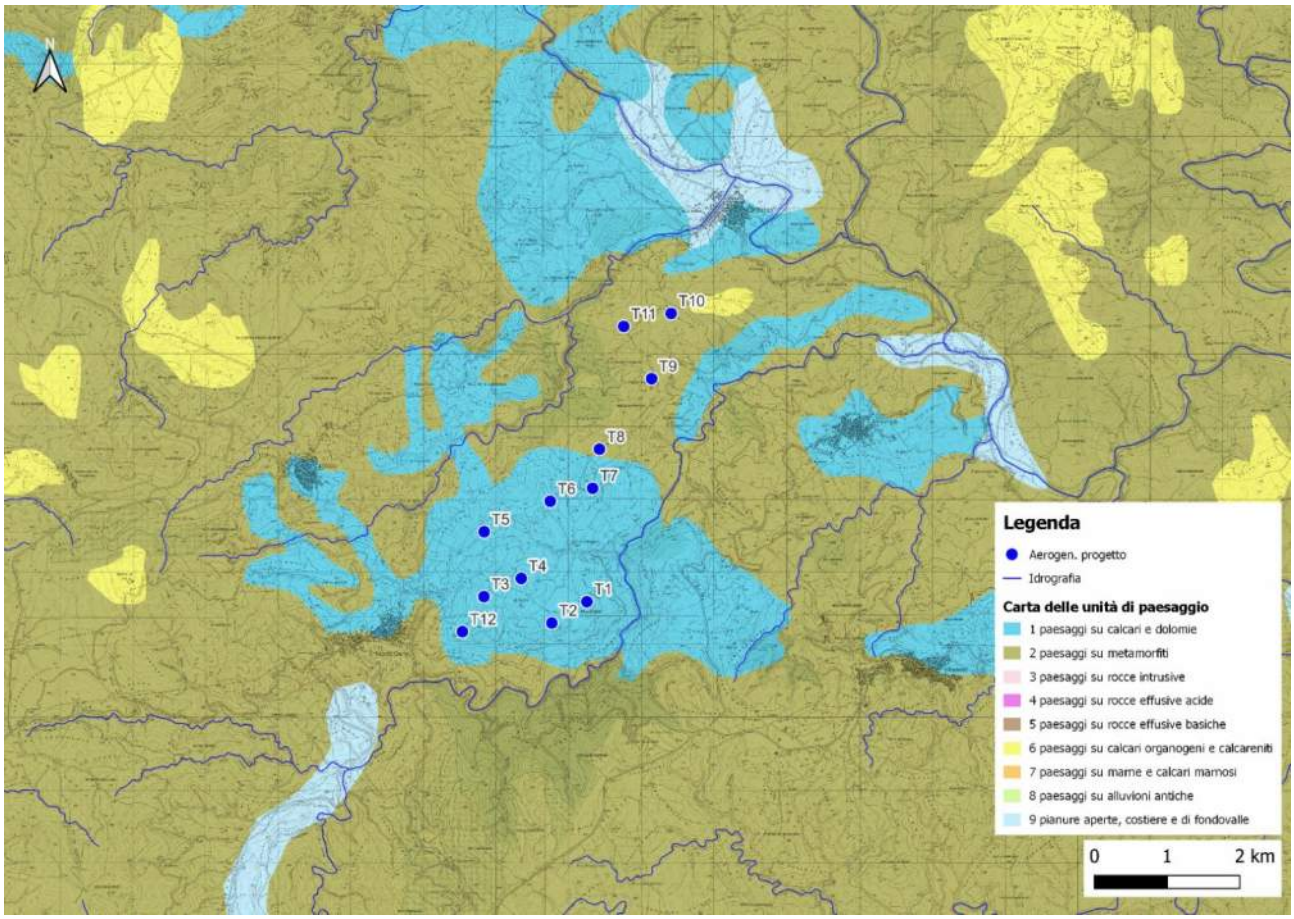


Figura 6.8 - Unità di paesaggio (Fonte PFAR, 2007)

Le forti tradizioni attività agro-silvo-pastorali e il fenomeno degli incendi che contraddistinguono il territorio risultano evidenti da una importante frammentazione delle superfici boscate.

6.2.2 L'ambito ristretto di relazione del sito di progetto

Gli interventi oggetto del presente studio sono situati nella sommità di un altopiano che si estende con direzione nord-est sud-ovest tra i territori comunali di San Nicolò Gerrei, Armungia sino al confine meridionale del territorio di Ballao.

Tale area è circondata da 5 centri urbani disposti in forma quasi circolare che si sviluppano da sud-ovest sino a sud-est. In particolare, a sud-ovest è presente il centro urbano di San Nicolò Gerrei, ad ovest quello di Silius, a nord Ballao, ad est Armungia e, infine, a sud-ovest Villasalto. A sud è immediatamente visibile una scarsa concentrazione di agglomerati urbani sino a raggiungere i centri della Città Metropolitana di Cagliari.

L'altopiano sul quale sono distribuiti gli aerogeneratori si sviluppa con una forma che va a restringersi procedendo da sud-ovest verso nord-est e che si conclude con una serie di rilievi collinari posti al margine tra i limiti comunali di Ballao, San Nicolò Gerrei e Armungia con una forma arcuata che si sviluppa in direzione est-ovest. In particolare, gli aerogeneratori T1, T2, T3, T4 e T12 si trovano nella porzione più ampia del tavolato, a sud-ovest, dove spiccano le culminazioni del *Monte Taccu* (589 m) all'estremità sud-occidentale e del *Bruncu Siliqua* (575 m) a sud-est; T5, T6 e T7 si trovano nella porzione centrale dell'altopiano e sono localizzati secondo un allineamento in direzione sud-est nord-ovest dalla località *Su Putzu* sino a *Bruncu Crispinias*; il T8 è localizzato circa 546 m a nord del T7 in località *Su Cannoli*; infine, i restanti tre aerogeneratori T9, T10 e T11 si trovano nella porzione settentrionale dell'altopiano con T9 posto al limite della direttrice NE-SO dei rilievi centrali del tavolato, T10 e T11 tra i rilievi collinari sviluppati in direzione est-ovest dalla località *Marciu Ecciu*, al confine con il comune di Ballao, a *Pranu Is Codes* nella porzione nord-occidentale del territorio comunale di Armungia.

Dal punto di vista morfologico l'area d'impianto è definita da un altopiano costituito da due porzioni di territorio identificabili da un ampio rilievo debolmente ondulato, a sud, e da una porzione centrale che va ad abbassarsi leggermente di quota e a restringersi verso nord. L'altopiano è delimitato a nord dalla valle dove è localizzato il centro urbano di Ballao e dove scorrono il *Flumendosa* e il *Riu Bentinoi* rispettivamente ad est e ad ovest del centro citato; ad est e a sud del corso del *Riu Spigulu*, affluente in ripa destra del *Flumendosa*; ad ovest dal *Riu Cannas*, affluente del *Riu Bentinoi*.

All'interno del sistema territoriale descritto sono presenti numerosi corsi d'acqua che circondano il tavolato e lo incidono nel versante orientale.

L'asta fluviale principale presente a nord-est del territorio in esame è il *Flumendosa* che, con i suoi affluenti, attraversa il *Gerrei* e il *Sarrabus* sino a sfociare nel mar Tirreno. In particolare: il T10 e il T11 si trovano a sud del *Riu Bentinoi*, che attraversa il centro di Ballao a nord dell'area di impianto, ad est del *Riu Cannas* e a nord-ovest dell'*Accu su Muttaxiu*; il T9 è localizzato a sud dell'*Accu su Muttaxiu* e a nord-ovest del *Riu Cioli Becciu*; il T8 si trova immediatamente ad ovest del *Riu Giuanni Meli* che incide l'altopiano nella sua porzione orientale; il T7 è posto a nord del *Riu Pixina is Crois*, anch'esso compreso nella reticolo idrico posto a oriente dell'altopiano e affluente del *Riu Spigulu*; il T5 è localizzato a sud-ovest del *Fossu Massa* che separa la porzione meridionale dell'altopiano da quelle centrale e settentrionale; il T4, il T1 e il T2 si trovano a sud del *Fossu Massa* e ad ovest del *Riu Spigulu*; infine, il T3 e il T12 si trovano ad ovest del *Riu Is Coas*, affluente del *Riu Spigulu* che definisce il limite meridionale del tavolato.

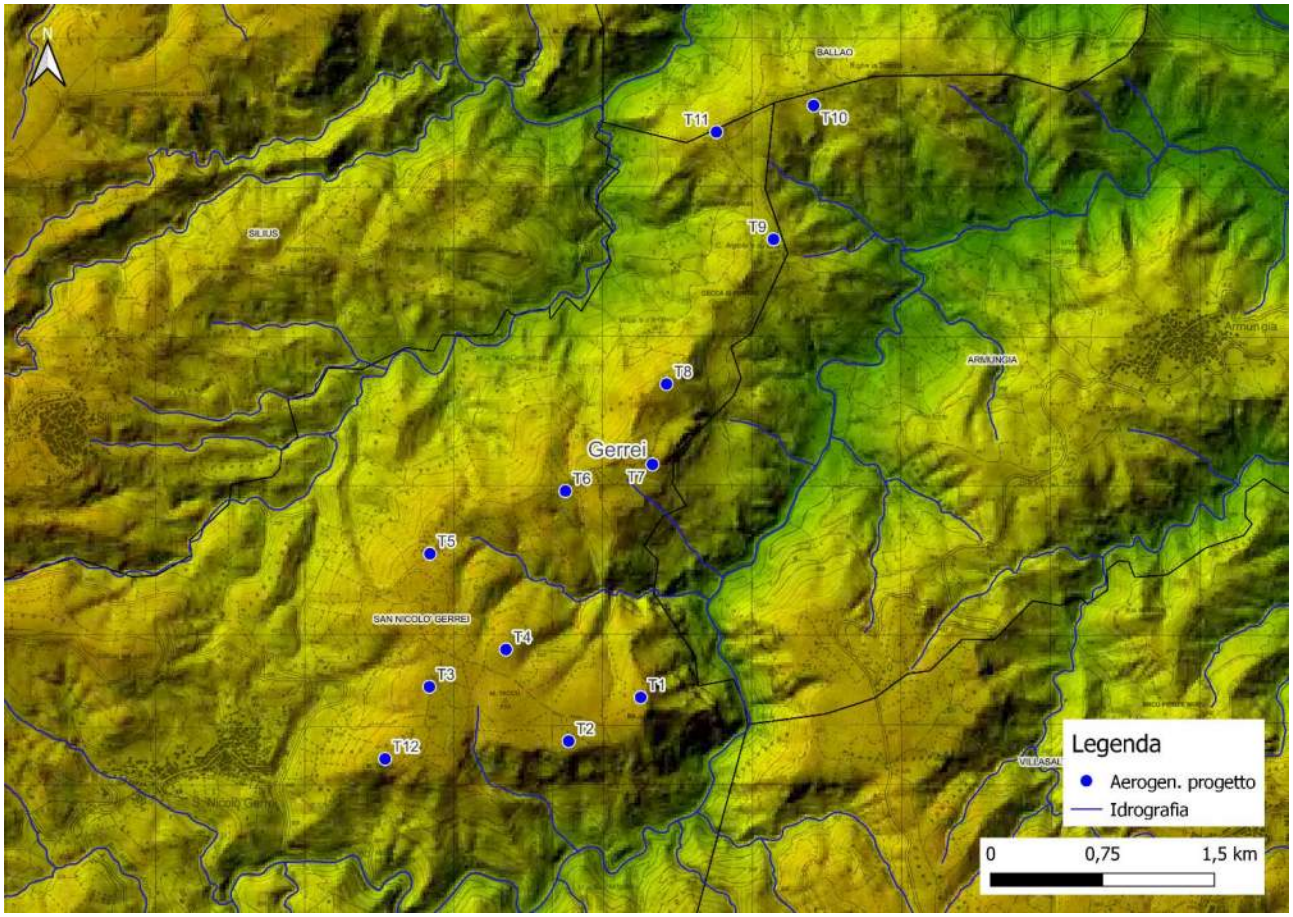


Figura 6.9 - Assetto morfologico del sito di progetto

Sotto il profilo dell'infrastrutturazione viaria, il sito è racchiuso tra 3 assi stradali principali: a nord e ad ovest dalla Strada Statale 387 del Gerrei che collega Cagliari al *Sarrabus* e al *Gerrei*; ad est dalla Strada provinciale 28 che si innesta sulla SS 387 in località *S'Arromu* e, proseguendo verso sud, attraversa il centro urbano di Armungia; a sud dalla Strada provinciale 27, che si sviluppa in direzione est-ovest e si collega alla SS 387 ad ovest e alla SP 28 ad est.

A sud dell'area di impianto, ad una distanza di 483 m, è presente un'area ZPS denominata "Monte dei Sette Fratelli", un massiccio montuoso granitico e porfirico prospiciente la costa sudorientale della Sardegna.

La conformazione del territorio ha favorito lo sviluppo di un'economia bastata tradizionalmente sull'agricoltura, l'allevamento e l'estrazione mineraria, contribuendo a caratterizzare e organizzare lo spazio rurale. La vocazione agro-silvo-pastorale risulta evidente anche da una importante frammentazione delle superfici boscate.

In particolare, l'area dove si trova l'impianto risulta essere dedicata a pascolo naturale, seminativi, macchia mediterranea e aree agroforestali. La vegetazione arborea o arbustiva risulta essere particolarmente frammentata.

Figura 6.10 – Veduta sulla porzione sud-ovest del tavolato dove verrà realizzato l'impianto nei pressi postazione eolica T12 (scatto da ovest verso est)

Figura 6.11 – Veduta della porzione sud-est del tavolato nei pressi della postazione T1. Foto scattata da sud-est verso nord-ovest

Figura 6.12 - Vista sull'area di installazione della T7 nella porzione centrale del tavolato. Foto scattata da sud verso nord

Figura 6.13 - Sito di installazione della T10, nella porzione nord-est del tavolato. Foto scattata in direzione verso ovest

Il sito di progetto è raggiungibile attraverso una rete di viabilità secondaria che si innesta sull'asse della SS 387 nei pressi delle località *S'Accuri* e *Cost'e Tacca*.

Figura 6.14 - Punto di innesto della viabilità locale di accesso all'impianto lungo la SS 387 nei pressi della località Cost'e Tacca. Foto scattata dal tratto di viabilità secondaria verso la SS 387.

Figura 6.15 – Punto di accesso alla porzione settentrionale dell'impianto con sulla destra il punto di innesto della viabilità locale sulla SS 387 nei pressi della località S'Accuri.

7 AMBITO DI INFLUENZA POTENZIALE DELL'INTERVENTO

In termini generali l'area di influenza potenziale dell'intervento proposto rappresenta l'estensione massima di territorio entro cui, allontanandosi gradualmente dall'opera progettata, gli effetti sull'ambiente si affievoliscono fino a diventare inavvertibili. Peraltro, è importante precisare, a tal proposito, che i contorni territoriali di influenza dell'opera variano in funzione della componente ambientale considerata e raramente sono riconducibili ad estensioni di territorio geometricamente regolari.

Sulla base di tali assunzioni, considerata la tipologia di intervento proposto, è innegabile come l'aspetto correlato alla dimensione estetico-percettiva assuma preminente rilevanza rispetto agli altri fattori causali di impatto. Di fatto, dunque, i confini dell'ambito di influenza diretta dell'opera possono farsi ragionevolmente coincidere con il campo di visibilità dell'intervento.

La distanza di visibilità di un impianto eolico rappresenta la massima distanza espressa in chilometri da cui è possibile vedere un aerogeneratore di data altezza. L'altezza effettiva da considerare è evidentemente rappresentata dalla lunghezza del raggio del rotore sommata a quella della struttura fino al mozzo.

Per le finalità del presente SIA, il percorso metodologico e i criteri guida per lo sviluppo della parte operativa di valutazione paesaggistica sono stati individuati sulla base di una lettura interpretativa, comparativa e integrata, delle linee guida MIBAC del 2007 e delle più recenti Linee Guida regionali per i paesaggi industriali del 2015[1].

La differenza sostanziale tra gli approcci citati è la distinzione del criterio discriminante; infatti, se le linee guida RAS scelgono come parametro fondamentale per la visibilità l'elemento verticale, concentrandosi sull'altezza degli aerogeneratori, le linee giuda MIBAC attribuiscono maggiore importanza alla fisiologia della visione e considerano come punto dirimente la capacità visiva dell'occhio. Nel documento MIBAC, infatti, l'ambito di influenza visiva è chiaramente esplicitato e suggerito in funzione del criterio citato: *"Il potere risolutivo dell'occhio umano ad una distanza di 20 km, pari ad un arco di 1 minuto (1/60 di grado), è di circa 5,8 m, il che significa che sono visibili oggetti delle dimensioni maggiori di circa 6 m. Considerato che il diametro in corrispondenza della navicella generalmente non supera i 3 m, si può ritenere cha a 20km l'aerogeneratore abbia una scarsa visibilità ad occhio nudo e conseguentemente che l'impatto visivo prodotto sia sensibilmente ridotto.*"

Nell'ambito delle analisi contenute nel presente SIA, l'ampiezza dell'area di studio è stata definita adottando un approccio sincretico rispetto alle posizioni teoriche appena illustrate e ispirato al principio di precauzione: l'area di studio è stata estesa sino ai 35 km di distanza dagli aerogeneratori

[1] Queste richiamano sul tema i risultati di uno studio della University of Newcastle "Visual Assessment of Windfarms Best Practice". Scottish Natural Heritage Commissioned Report (F01AA303A, 2002)

periferici. In funzione della circostanza che la percezione visiva oltre i 20 km, in accordo alle linee guida MIBAC, appare legata al verificarsi di condizioni contingenti di visibilità ottimali e comunque riguarda elementi non preminenti nel quadro scenico, tale riferimento dei 20 km è stato considerato come limite per la descrizione dell'interferenza visiva attraverso lo strumento del rendering fotografico atto ad illustrare la situazione *post operam*.

Ragionando in funzione delle condizioni di visibilità dell'opera in progetto, tali peculiarità geomorfologiche si traducono in un bacino visivo che si manifesta con continuità con contesti di visibilità teorica ampi e continui, nei rilievi tabulari incisi dal Flumendosa in prossimità del centro urbano di Orroli (a circa 20km di distanza), e risulta "polverizzato" in numerose ridotte aree di visibilità nel resto del bacino visivo (FORI-SNG-RA5-10_ Mappa di intervisibilità teorica - Bacino visivo e area di massima attenzione).

Sotto il profilo delle potenziali interferenze con le componenti vegetazionali e floristiche, in virtù della particolare tipologia di impianto e delle sue intrinseche caratteristiche di "sicurezza ambientale", l'analisi è stata focalizzata sulle aree ristrette di intervento.

Considerate le modalità di esercizio degli aerogeneratori, relativamente ai potenziali effetti degli stessi sulle risorse avifaunistiche, è stata individuata un'area vasta di preminente interesse rispetto all'esercizio dell'impianto, ricompresa entro una distanza di circa 0,5 km dagli aerogeneratori in progetto. In tal senso si ritiene che il raggio di 0,5 km sia sufficientemente rappresentativo al fine di verificare la presenza delle specie suscettibili ai potenziali disturbi da rumore in fase di cantiere o di esercizio ed evidenziare eventuali zone critiche a seguito di riscontro di aree sensibili, come i siti di riproduzione. Detta area, inoltre, si rivela sufficientemente rappresentativa ai fini della determinazione delle specie di interesse per la stima degli effetti derivanti dalla realizzazione/esercizio dell'opera. Sotto questo profilo, peraltro, come meglio precisato nel Quadro di riferimento ambientale e nella Relazione faunistica (FORI-SNG-RA15), le caratteristiche faunistiche dell'area di intervento, i criteri di posizionamento e il numero complessivo di aerogeneratori previsto (12 WTG disposti secondo un allineamento principale NE-SW) consentono ragionevolmente di escludere il manifestarsi di impatti significativi.

Per quanto attiene agli ulteriori potenziali effetti ambientali, con particolare riferimento alla propagazione di rumore e campi elettromagnetici, gli stessi si ritengono principalmente circoscrivibili alle aree occupate dalle opere o immediatamente limitrofe ai siti di intervento.

In questo quadro, peraltro, corre l'obbligo di rimarcare i benefici effetti dell'intervento a livello globale in termini di riduzione delle emissioni atmosferiche da fonti energetiche non rinnovabili nonché di risparmio nell'utilizzo delle fonti fossili per la produzione di energia elettrica.

Come attestato, infine, dall'allegata Analisi costi-benefici (Elaborato FORI-SNG-RA14) la realizzazione ed esercizio della centrale eolica prospetta concrete ricadute dirette per il territorio dei Comuni di San Nicolò gerrei e Armungia, esprimibili principalmente in termini di trasferimenti economici annuali alle Amministrazioni interessate, nonché di nuova occupazione generata, diretta

e indiretta, ed impulso alle imprese ed operatori locali.

8 QUADRO DI RIFERIMENTO PROGRAMMATICO

8.1 Premessa

La presente sezione dello Studio di impatto ambientale del parco eolico denominato "Energia Monte Taccu" esamina il grado di coerenza dell'intervento in rapporto agli obiettivi dei piani e/o programmi che possono interferire con la realizzazione dell'opera. In tal senso, un particolare approfondimento è stato dedicato ad esaminare le finalità e caratteristiche del progetto rispetto agli indirizzi contenuti nelle strategie, protocolli e normative, dal livello internazionale a quello regionale, orientate ad intervenire per ridurre le emissioni di gas climalteranti.

In ordine alla valutazione della fattibilità e compatibilità urbanistica del progetto, l'analisi è stata focalizzata sulle interazioni dell'opera con le norme di tutela del territorio, dal livello statale a quello regionale, con particolare riferimento alla disciplina introdotta dal Piano Paesaggistico Regionale ed agli indirizzi introdotti dalle Deliberazioni della Giunta Regionale in materia di sviluppo delle fonti rinnovabili.

8.2 Assetto programmatico di riferimento

8.2.1 Quadro delle norme, piani, regolamenti e protocolli in tema di energia

Sono di seguito richiamati i riferimenti di ordine generale e gli strumenti di programmazione di maggiore interesse in materia di fonti energetiche rinnovabili.

8.2.1.1 Atti programmatici a livello internazionale

8.2.1.1.1 La convenzione sui cambiamenti climatici

La Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici (in inglese *United Nations Framework Convention on Climate Change* da cui l'acronimo UNFCCC o FCCC) è un trattato ambientale internazionale scaturito dalla Conferenza sull'Ambiente e sullo Sviluppo delle Nazioni Unite (UNCED, United Nations Conference on Environment and Development), informalmente conosciuta come *Summit della Terra*, tenutasi a Rio de Janeiro nel 1992. Il trattato punta alla riduzione delle emissioni dei gas serra, attribuendo al riscaldamento globale un'origine antropogenica.

Il trattato, come stipulato originariamente, non poneva limiti obbligatori per le emissioni di gas serra alle singole nazioni; si trattava, pertanto, di un accordo legalmente non vincolante. Esso però includeva la possibilità che le parti firmatarie adottassero, in apposite conferenze, atti ulteriori (denominati "protocolli") che avrebbero posto i limiti obbligatori di emissioni. Il principale di questi, adottato nel 1997, è il protocollo di Kyoto, diventato molto più popolare che la stessa UNFCCC.

Il FCCC fu aperto alle ratifiche il 9 maggio 1992 ed entrò in vigore il 21 marzo 1994. Il suo obiettivo dichiarato è "*raggiungere la stabilizzazione delle concentrazioni dei gas serra in atmosfera a un*

livello sufficientemente basso per prevenire interferenze antropogeniche dannose per il sistema climatico".

8.2.1.1.2 Il Protocollo di Kyoto

Il Protocollo di Kyoto è un trattato internazionale in materia di ambiente sottoscritto nella città giapponese l'11 dicembre 1997 da più di 160 paesi in occasione della Conferenza COP3 della Convenzione Quadro delle Nazioni Unite sui Cambiamenti Climatici (UNFCCC) ed il riscaldamento globale.

Il trattato è entrato in vigore il 16 febbraio 2005, dopo la ratifica da parte della Russia. Il 16 febbraio 2007 si è celebrato l'anniversario del 2° anno di adesione al Protocollo di Kyoto e lo stesso anno è ricorso il decennale dalla sua stesura.

8.2.1.1.3 La strategia energetica europea

Le politiche europee in materia di energia perseguono due principali obiettivi: quello della progressiva decarbonizzazione dell'economia e quello della piena realizzazione di un mercato unico.

Con specifico riguardo alle problematiche di maggiore interesse per il presente SIA, si evidenzia come negli ultimi anni l'Unione Europea abbia deciso di assumere un ruolo di *leadership* mondiale nella riduzione delle emissioni di gas serra. Il primo fondamentale passo in tale direzione è stato la definizione di obiettivi ambiziosi già al 2020.

Nel 2008, l'Unione Europea ha varato il "Pacchetto Clima-Energia" (cosiddetto "Pacchetto 20-20-20"), con i seguenti obiettivi energetici e climatici al 2020:

- un impegno unilaterale dell'UE a ridurre di almeno il 20% entro il 2020 le emissioni di gas serra rispetto ai livelli del 1990. Gli interventi necessari per raggiungere gli obiettivi al 2020 continueranno a dare risultati oltre questa data, contribuendo a ridurre le emissioni del 40% circa entro il 2050.
- un obiettivo vincolante per l'UE di contributo del 20% di energia da fonti rinnovabili sui consumi finali lordi entro il 2020, compreso un obiettivo del 10% per i biocarburanti.
- una riduzione del 20% nel consumo di energia primaria rispetto ai livelli previsti al 2020, da ottenere tramite misure di efficienza energetica.

Tale obiettivo, solo enunciato nel pacchetto, è stato in seguito declinato, seppur in maniera non vincolante, nella direttiva efficienza energetica approvata in via definitiva nel mese di ottobre 2012.

Inoltre, nell'ambito dell'Unione Europea si è iniziato a discutere sugli scenari e gli obiettivi per orizzonti temporali di lungo e lunghissimo termine, oltre il 2020. Nello studio denominato *Energy Roadmap* 2050 si prevede, infatti, una riduzione delle emissioni di gas serra del'80-95% entro il 2050

rispetto ai livelli del 1990, con un abbattimento per il settore elettrico di oltre il 95%. I diversi scenari esaminati dalla Commissione per questo percorso assegnano grande importanza all'efficienza energetica e alla produzione da fonti rinnovabili, guardando anche con attenzione all'utilizzo di energia nucleare e allo sviluppo della tecnologia CCS (*Carbon Capture and Storage*), e prevedendo un ruolo fondamentale per il gas durante la fase di transizione, che consentirà di ridurre le emissioni sostituendo carbone e petrolio nella fase intermedia, almeno fino al 2030 - 2035. I principali cambiamenti strutturali identificati includono:

- un aumento della spesa per investimenti e una contemporanea riduzione di quella per il combustibile;
- un incremento dell'importanza dell'energia elettrica, che dovrà quasi raddoppiare la quota sui consumi finali (fino al 36-39%) e contribuire alla decarbonizzazione dei settori dei trasporti e del riscaldamento;
- un ruolo cruciale affidato all'efficienza energetica, che potrà raggiungere riduzioni fino al 40% dei consumi rispetto al 2005;
- un incremento sostanziale delle fonti rinnovabili, che potranno rappresentare il 55% dei consumi finali di energia (e dal 60 al 90% dei consumi elettrici);
- un incremento delle interazioni tra sistemi centralizzati e distribuiti.

A fronte di tali ambiziosi obiettivi, in ambito Commissione Europea, inoltre, è già cominciata una riflessione per individuare le azioni ulteriori rispetto al Pacchetto 20-20-20 che saranno necessarie per la realizzazione degli obiettivi di lungo-lunghissimo periodo della Roadmap: circa le fonti rinnovabili la Commissione suggerisce l'adozione di *milestones* al 2030 e ha annunciato la presentazione di proposte concrete per le politiche da adottare dopo il 2020.

Gli obiettivi chiave per il 2030 previsti per il pacchetto clima e energia sono la riduzione delle emissioni di gas a effetto serra, l'accrescimento della quota di energia rinnovabile utilizzata e quello dell'efficienza energetica.

Tali obiettivi in materia di energie rinnovabili e di efficienza energetica sono stati rivisti al rialzo nel 2018.

Nel frattempo, i principali Paesi europei si stanno muovendo verso l'adozione di obiettivi di strategia energetica in linea con quelli comunitari. Ne sono esempio le strategie energetiche di Germania, Regno Unito e Danimarca.

La Germania, con la "Energiewende", si propone: una produzione da rinnovabili pari al 18% dei consumi finali al 2020, per arrivare fino al 60% al 2050 (con obiettivo di sviluppo rinnovabili nel settore elettrico pari al 35% al 2020, e fino all'80% al 2050); una riduzione dei consumi primari al 2020 del 20% rispetto ai valori del 2008 (in particolare, è attesa una riduzione dei consumi elettrici del 10% al 2020), per arrivare fino al 50% nel 2050; il progressivo phase-out delle centrali nucleari

entro il 2022.

Il Governo del Regno Unito ("*Enabling the transition to a Green Economy*") ha attivato una serie di strumenti di policy a supporto della transizione verso la green economy. Tra gli obiettivi del Governo inglese al 2020, vi è la riduzione delle emissioni di gas serra del 34% e la produzione del 15% dell'energia tramite fonti rinnovabili.

La Danimarca, con la "Strategia Energetica 2050", si propone un orientamento di lungo periodo flessibile, che punta a rendere il Paese indipendente dai combustibili fossili entro il 2050, fissando come punti chiave del percorso al 2020: la produzione da rinnovabili al 30% dei consumi finali e la riduzione dei consumi primari del 4% rispetto ai valori del 2006.

L'Italia ad oggi ha già raggiunto gli obiettivi sulle rinnovabili prefissati per il 2020, con una produzione del 17,5% sui consumi complessivi. L'obiettivo da raggiungere entro il 2030 è del 28% di rinnovabili sui consumi complessivi da declinarsi in:

- rinnovabili elettriche al 55,4% al 2030 rispetto al 33,5% del 2015, l'eolico dovrà contribuire a questo traguardo con 40 TWh al 2030;
- rinnovabili termiche al 31% al 2030 rispetto al 19,2% del 2015;
- rinnovabili nei trasporti al 21% al 2030 rispetto al 6,4% del 2015;

Altra data fondamentale è quella del 30 novembre 2016 in cui la Commissione europea ha presentato il pacchetto "Energia pulita per tutti gli europei" (anche noto come Winter package o Clean energy package), che comprende diverse misure legislative nei settori dell'efficienza energetica, delle energie rinnovabili e del mercato interno dell'energia elettrica. Il 4 giugno 2019 il Consiglio dei Ministri dell'Unione Europea ha adottato le ultime proposte legislative previste dal pacchetto, composto dai seguenti atti legislativi:

- Regolamento UE n. 2018/1999 del Parlamento europeo e del Consiglio dell'11 dicembre 2018 sulla governance dell'Unione dell'energia;
- Direttiva UE 2018/2002 sull'efficienza energetica che modifica la Direttiva 2012/27/UE;
- Direttiva UE 2018/2001 sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili;
- Regolamento (UE) 2018/842 sulle emissioni di gas ad effetto serra, che modifica il Regolamento (UE) n. 525/2013, sulle emissioni di gas ad effetto serra;
- Regolamento (UE) 2018/841, modificativo del precedente regolamento (UE) n. 525/2013 – in ottemperanza agli impegni assunti a norma dell'Accordo di Parigi del 2016, fissa, all'articolo 4 e allegato I, i livelli vincolanti delle riduzioni delle emissioni di gas a effetto serra di ciascuno Stato membro al 2030.

  Per l'Italia, il livello fissato al 2030 è del -33% rispetto al livello nazionale 2005. L'obiettivo vincolante a livello unionale è di una riduzione interna di almeno il 40 % delle emissioni di gas a effetto serra nel sistema economico rispetto ai livelli del 1990, da conseguire entro il 2030;

- Direttiva (UE) 2018/844 che modifica la direttiva 2010/31/UE sulla prestazione energetica nell'edilizia e la direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica (Direttiva EPBD-Energy Performance of Buildings Directive);
- Regolamento (UE) n. 2019/943/UE, sul mercato interno dell'energia elettrica (testo per rifusione); Direttiva (UE) 2019/944 relativa a norme comuni per il mercato interno dell'energia elettrica e che modifica la direttiva 2012/27/UE;
- Regolamento (UE) n. 2019/941 sulla preparazione ai rischi nel settore dell'energia elettrica, che abroga la direttiva 2005/89/CE Regolamento (UE) 2019/942 che istituisce un'Agenzia dell'Unione europea per la cooperazione fra i regolatori nazionali dell'energia.

L'attuale Commissione Ue, guidata da Ursula von Der Leyen, ha presentato a dicembre 2019 il suo Green Deal (GD) che punta a realizzare un'economia "neutrale" sotto il profilo climatico entro il 2050, ossia azzerare le emissioni nette di CO_2 con interventi in tutti i settori economici, dalla produzione di energia ai trasporti, dal riscaldamento/raffreddamento degli edifici alle attività agricole, nonché nei processi manifatturieri, nelle industrie "pesanti" e così via.

Tra i temi più importanti su energia e ambiente del GD:

- la possibilità di eliminare i sussidi ai combustibili fossili e in particolare le esenzioni fiscali sui carburanti per navi e aerei, seguendo la logica che il costo dei mezzi di trasporto deve riflettere l'impatto di tali mezzi sull'ambiente;
- la possibilità di adottare una "carbon border tax" per tassare alla frontiera le importazioni di determinati prodotti, in modo che il loro prezzo finale rispecchi il reale contenuto di CO_2, ossia la quantità di CO_2 rilasciata nell'atmosfera per produrre quelle merci;
- Decarbonizzare il mix energetico, puntando in massima parte sulle rinnovabili, con la contemporanea rapida uscita dal carbone.

Sono state prese in considerazione tutte le azioni necessarie in tutti i settori, compresi un aumento dell'efficienza energetica e dell'energia da fonti rinnovabili, in maniera da garantire il progredire verso un'economia climaticamente neutra e gli impegni assunti nel quadro dell'accordo di Parigi.

Obiettivi chiave per il 2030:

– una riduzione almeno del 40% delle emissioni di gas a effetto serra (rispetto ai livelli del 1990)

– una quota almeno del 32% di energia rinnovabile

– un miglioramento almeno del 32,5% dell'efficienza energetica.

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

Al fine di mettere in atto e realizzare questi obiettivi chiave, il 14 luglio 2021 la Commissione europea ha adottato un pacchetto di proposte per rendere le politiche dell'UE in materia di clima, energia, uso del suolo, trasporti e fiscalità idonee a ridurre le emissioni nette di gas serra di almeno il 55% entro il 2030, rispetto ai livelli del 1990.

Il pacchetto contiene in tutto 13 nuove proposte legislative per riformare diversi settori e prevede innanzitutto di rivedere il sistema di scambio di quote di carbonio denominato ETS, che, nello specifico, viene anche allargato al settore marittimo; viene introdotto un nuovo sistema parallelo riservato ai trasporti su strada e ai sistemi di riscaldamento degli edifici.

I target di abbattimento delle emissioni del vecchio sistema ETS entro il 2030 passano dal -43% al -61% sui livelli del 2005. Il nuovo ETS, invece, avrà un obiettivo di taglio emissioni del 43% al 2030 sui livelli del 2005 e sarà in vigore dal 2025.

È prevista altresì la revisione della direttiva RED (*Renewable Energy Directive*) sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili. La Commissione ha stabilito nuovi target vincolanti sulle fonti pulite, precisando anche quali fonti di energia possono essere considerate pulite. La direttiva sulle energie rinnovabili fisserà un obiettivo maggiore per produrre il 40% della nostra energia da fonti rinnovabili entro il 2030. Tutti gli Stati membri contribuiranno a questo obiettivo e verranno proposti obiettivi specifici per l'uso delle energie rinnovabili nei trasporti, nel riscaldamento e raffreddamento, negli edifici e nell'industria. La produzione e l'uso di energia rappresentano il 75% delle emissioni dell'UE e, quindi, è fondamentale accelerare la transizione verso un sistema energetico più verde.

8.2.1.1.4 Rapporti del progetto con i protocolli internazionali in materia di contrasto ai cambiamenti climatici

In relazione alla coerenza dell'intervento con il quadro della normativa e dei piani di settore si evidenzia come le opere proposte siano in totale sintonia con gli obiettivi globali di riduzione delle emissioni di gas-serra auspicati da protocolli internazionali adottati per contrastare i cambiamenti climatici, e dalle conseguenti politiche comunitarie e nazionali.

8.2.2 Quadro strategico e regolatorio a livello nazionale

8.2.2.1 Principali atti normativi e programmatici

8.2.2.1.1 Il D.Lgs. 387/2003

La legislazione nazionale nel campo delle fonti rinnovabili discende direttamente dal recepimento delle direttive Europee di settore ed è incentrata su un sistema di incentivazione che permetta di raggiungere gli obiettivi comunitari.

Tra i provvedimenti legislativi più significativi, il D.Lgs. 387/2003 rappresenta il primo strumento completo che detta le regole per il mercato delle energie rinnovabili. Il Decreto ha apportato cambiamenti sostanziali alla legislazione in materia energetica. In particolare, sono state introdotte

misure addizionali, finalizzate a perfezionare il funzionamento del meccanismo vigente in Italia per l'incentivazione delle fonti rinnovabili per la produzione di elettricità, rendendolo più adeguato rispetto agli obiettivi da conseguire, tenendo conto delle esigenze specifiche delle diverse fonti e tecnologie

Per quanto riguarda gli aspetti amministrativi, vale la pena richiamare i punti salienti dell'articolo 12 del D. Lgs. 387/03, che stabilisce come la costruzione e l'esercizio degli impianti di produzione di energia elettrica alimentati da fonti rinnovabili, gli interventi di modifica, potenziamento, rifacimento totale o parziale e riattivazione, nonché le opere connesse e le infrastrutture indispensabili alla costruzione e all'esercizio degli impianti stessi, siano soggetti ad una autorizzazione unica, rilasciata dalla regione o altro soggetto istituzionale delegato dalla regione, nel rispetto delle normative vigenti in materia di tutela dell'ambiente, di tutela del paesaggio e del patrimonio storico-artistico.

Il Decreto ha individuato, infine, la necessità di un raccordo e una concertazione tra Stato e Regioni per la ripartizione dell'obiettivo nazionale di sviluppo della produzione di energia da fonti rinnovabili. Tale ripartizione è stata determinata con D.M. 15 marzo 2012.

8.2.2.1.2 Le Linee Guida per l'autorizzazione alla costruzione e all'esercizio di impianti di produzione di elettricità da fonti rinnovabili (D.M. 10/09/2010)

8.2.2.1.2.1 Contenuti

Nell'ambito della seduta dell'8 luglio 2010 della Conferenza Unificata Stato Regioni, dopo anni di ritardo rispetto all'emanazione del D.Lgs. 387/2003, sono state approvate le linee guida per lo svolgimento del procedimento relativo alla costruzione e all'esercizio degli impianti di produzione di energia elettrica alimentati da fonti rinnovabili di cui all'art. 12 del D.Lgs. 387/2003. Le Linee Guida sono state emanate con Decreto del Ministero dello Sviluppo Economico 10/09/2010 e pubblicate sulla Gazzetta Ufficiale del 18 settembre 2010 n. 219.

Obiettivo delle Linee Guida nazionali predisposte dal Ministro dello sviluppo economico di concerto con il Ministro dell'ambiente e con il Ministro per i Beni e le Attività Culturali, è quello di definire modalità e criteri unitari sul territorio nazionale per assicurare uno sviluppo ordinato sul territorio delle infrastrutture energetiche. Con le Linee Guida vengono fornite regole certe che favoriscono gli investimenti e consentono di coniugare le esigenze di crescita e il rispetto dell'ambiente e del paesaggio.

Attraverso le Linee Guida:

- Sono dettate regole per la **trasparenza amministrativa** dell'iter di autorizzazione e sono declinati i principi di pari condizioni e trasparenza nell'accesso al mercato dell'energia;
- Sono individuate modalità per il **monitoraggio** delle realizzazioni e **l'informazione** ai cittadini;
- È regolamentata l'autorizzazione delle infrastrutture connesse e, in particolare, delle **reti elettriche**;

- Sono individuate, fonte per fonte, le tipologie di impianto e le modalità di installazione che consento l'accesso alle **procedure semplificate** (denuncia di inizio attività e attività edilizia libera);
- Sono individuati i contenuti delle istanze, le modalità di avvio e svolgimento del **procedimento unico di autorizzazione;**
- Sono predeterminati i criteri e le modalità di **inserimento degli impianti nel paesaggio e sul territorio,** con particolare riguardo agli impianti eolici (per cui è stato sviluppato un allegato ad hoc – Allegato 4);
- Sono dettate modalità **per coniugare esigenze di sviluppo del settore e tutela del territorio:** eventuali aree non idonee all'installazione degli impianti da fonti rinnovabili possono essere individuate dalle Regioni esclusivamente nell'ambito dei provvedimenti con cui esse fissano gli strumenti e le modalità per il raggiungimento degli obiettivi europei in materia di sviluppo delle fonti rinnovabili.

Con particolare riferimento alle tematiche di interesse per il presente SIA si rileva come, al fine di accelerare l'iter di autorizzazione alla costruzione e all'esercizio degli impianti alimentati da fonti rinnovabili, in attuazione delle disposizioni delle linee guida, le Regioni e le Province autonome possano procedere all'indicazione di aree e siti non idonei alla installazione di specifiche tipologie di impianti secondo le modalità di cui all'art. 17 e sulla base dei criteri di cui all'allegato 3. L'individuazione della "non idoneità" dell'area è operata dalle Regioni attraverso un'apposita istruttoria avente ad oggetto la ricognizione delle disposizioni volte alla tutela dell'ambiente, del paesaggio, del patrimonio storico e artistico, delle tradizioni agroalimentari locali, della biodiversità e del paesaggio rurale che identificano obiettivi di protezione non compatibili con l'insediamento, in determinate aree, di specifiche tipologie e/o dimensioni di impianti, i quali determinerebbero, pertanto, una elevata probabilità di esito negativo delle valutazioni, in sede di autorizzazione.

Come chiaramente specificato dalle Linee Guida, l'individuazione delle aree e dei siti non idonei mira non già a rallentare la realizzazione degli impianti, bensì ad offrire agli operatori un quadro certo e chiaro di riferimento e orientamento per la localizzazione dei progetti. L'individuazione delle aree precluse all'installazione di specifiche categorie di impianti da fonte rinnovabile dovrà essere effettuata dalle Regioni con propri provvedimenti nei quali dovranno essere indicati come aree e siti non idonei le aree particolarmente sensibili e/o vulnerabili alle trasformazioni territoriali o del paesaggio, ricadenti all'interno di quelle di seguito elencate, in coerenza con gli strumenti di tutela e gestione previsti dalle normative vigenti e tenendo conto delle potenzialità di sviluppo delle diverse tipologie di impianti (8.2.3.2):

- i siti inseriti nella lista del patrimonio mondiale dell'UNESCO, le aree ed i beni di notevole interesse culturale di cui alla Parte Seconda del D.Lgs. 42 del 2004, nonché gli immobili e le aree dichiarati di notevole interesse pubblico ai sensi dell'art. 136 dello stesso decreto legislativo;

- zone all'interno di coni visuali la cui immagine è storicizzata e identifica i luoghi anche in termini di notorietà internazionale di attrattività turistica;
- zone situate in prossimità di parchi archeologici e nelle aree contermini ad emergenze di particolare interesse culturale, storico e/o religioso;
- le aree naturali protette ai diversi livelli (nazionale, regionale, locale) istituite ai sensi della Legge 394/91 ed inserite nell'Elenco Ufficiale delle Aree Naturali Protette, con particolare riferimento alle aree di riserva integrale e di riserva generale orientata di cui all'articolo 12, comma 2, lettere a) e b) della legge 394/91 ed equivalenti a livello regionale;
- le zone umide di importanza internazionale designate ai sensi della Convenzione di Ramsar;
- le aree incluse nella Rete Natura 2000 designate in base alla Direttiva 92/43/CEE (Siti di importanza Comunitaria) ed alla Direttiva 79/409/CEE (Zone di Protezione Speciale); le Important Bird Areas (I.B.A.);
- le aree non comprese in quelle di cui ai punti precedenti ma che svolgono funzioni determinanti per la conservazione della biodiversità (fasce di rispetto o aree contigue delle aree naturali protette; istituende aree naturali protette oggetto di proposta del Governo ovvero di disegno di legge regionale approvato dalla Giunta; aree di connessione e continuità ecologico-funzionale tra i vari sistemi naturali e seminaturali; aree di riproduzione, alimentazione e transito di specie faunistiche protette; aree in cui è accertata la presenza di specie animali e vegetali soggette a tutela dalle Convezioni internazionali (Berna, Bonn, Parigi, Washington, Barcellona) e dalle Direttive comunitarie (79/409/CEE e 92/43/CEE), specie rare, endemiche, vulnerabili, a rischio di estinzione;
- le aree agricole interessate da produzioni agricolo-alimentari di qualità (produzioni biologiche, produzioni D.O.P., I.G.P., S.T.G., D.O.C., D.O.C.G., produzioni tradizionali) e/o di particolare pregio rispetto al contesto paesaggistico-culturale, in coerenza e per le finalità di cui all'art. 12, comma 7, del decreto legislativo 387 del 2003 anche con riferimento alle aree, se previste dalla programmazione regionale, caratterizzate da un'elevata capacità d'uso del suolo;
- le aree caratterizzate da situazioni di dissesto e/o rischio idrogeologico perimetrate nei Piani di Assetto Idrogeologico (P.A.I.) adottati dalle competenti Autorità di Bacino ai sensi del D.L. 180/98 e s.m.i.;
- zone individuate ai sensi dell'art. 142 del D.Lgs. 42 del 2004 e ss.mm.ii. valutando la sussistenza di particolari caratteristiche che le rendano incompatibili con la realizzazione degli impianti.

Come chiaramente esplicitato nel D.M., peraltro, "*L'individuazione delle aree e dei siti non idonei non potrà in ogni caso riguardare porzioni significative del territorio o zone genericamente soggette a tutela dell'ambiente, del paesaggio e del patrimonio storico-artistico, né tradursi nell'identificazione*

di fasce di rispetto di dimensioni non giustificate da specifiche e motivate esigenze di tutela. La tutela di tali interessi è infatti salvaguardata dalle norme statali e regionali in vigore ed affidate nei casi previsti, alle amministrazioni centrali e periferiche, alle Regioni, agli enti locali ed alle autonomie funzionali all'uopo preposte, che sono tenute a garantirla all'interno del procedimento unico e della procedura di Valutazione dell'Impatto Ambientale nei casi previsti."

8.2.2.1.2.2 Rapporti con il progetto

La Parte IV delle Linee Guida approvate con DM 10/09/2010, al punto 16, definisce i criteri generali per l'inserimento degli impianti nel paesaggio e sul territorio.

In particolare, al punto 16.1 sono individuati i requisiti per la valutazione positiva dei progetti.

La corrispondenza tra i suddetti requisiti e il caso in esame viene individuata in Tabella 8.1 per ogni singola voce.

Tabella 8.1 - Correlazione tra requisiti per la valutazione positiva dei progetti e il caso in esame

Criterio	*Interazione col progetto*	*Grado di rispondenza*
a) la buona progettazione degli impianti	Il progetto è stato redatto da una società di ingegneria con ampio *know-how* specifico sulla progettazione ambientale degli impianti da FER e provvista di sistema di gestione della qualità certificato ai sensi della norma UNI EN ISO 9001:2015	Alto
b) la valorizzazione dei potenziali energetici	Il significativo potenziale eolico del territorio in esame è uno dei principali motivi alla base della scelta localizzativa del progetto.	Alto
c) il ricorso a criteri progettuali volti ad ottenere il minor consumo di territorio	Gli impianti eolici sono di per sé una delle tipologie di impianti di produzione elettrica che richiede la minore sottrazione di suolo in rapporto alla produzione elettrica attesa. Nel caso specifico, la superficie agricola complessivamente occupata dalle opere sarà di appena 10 ettari circa a ripristino avvenuto, in rapporto ad	Alto

Criterio	*Interazione col progetto*	*Grado di rispondenza*
	un areale di circa 315 ettari individuato come poligono di inviluppo contenente le postazioni eoliche.	
d) il riutilizzo di aree già degradate da attività antropiche	Nessuna rispondenza individuabile.	-
e) una progettazione legata alle specificità dell'area	L'integrazione con il contesto agricolo di intervento può riconoscersi: - nella minima occupazione di suolo, - nella scelta di mirati interventi di ripristino e compensazione ambientale a conclusione della fase di cantiere, - nella razionalizzazione della viabilità di servizio dell'impianto, impostata preferibilmente sulla viabilità locale esistente o secondo tracciati di minimo intralcio alla prosecuzione delle attuali pratiche agricole e zootecniche.	Alto
f) la ricerca e la sperimentazione di soluzioni progettuali innovative	L'impianto sarà realizzato in accordo con le più evolute tecnologie messe a disposizione dallo stato dell'arte.	Alto
g) il coinvolgimento dei cittadini	Si rimanda all'analisi costi-benefici allegata allo SIA per la disamina delle numerose opportunità socio-economiche ed occupazionali per il territorio sottese dalla realizzazione dell'impianto.	Alto
h) il recupero di energia termica	Non pertinente per il caso in esame.	-

Il punto 16.3 richiama invece le misure di mitigazione indicate al paragrafo 3.2 dell'Allegato 4 al DM

10/09/2010, la cui rispondenza costituisce elemento di valutazione favorevole del progetto.

Tra queste, quelle che hanno maggiormente ispirato il progetto verso la minimizzazione degli impatti sono:

- assecondare le geometrie consuete del territorio (criterio a), attraverso il rafforzamento della viabilità interpoderale esistente;
- realizzazione della viabilità di servizio evitando la finitura con pavimentazione stradale bituminosa e assicurando il rivestimento con materiali permeabili (criterio c);
- utilizzo di colorazioni neutre e vernici antiriflettenti (criterio f);
- interramento dei cavidotti a bassa, media e alta tensione (criteri d e p);
- evitare la realizzazione di cabine di trasformazione a base palo, avendosi il trasformatore BT/MT integrato nella torre di sostegno (criterio h);
- scelta dell'ubicazione d'impianto ad adeguata distanza dai principali punti panoramici o da luoghi di alta frequentazione (criterio l);
- evitare l'eccessivo affollamento aumentando, a parità di potenza complessiva, la potenza unitaria delle macchine e quindi la loro dimensione, riducendone contestualmente il numero (criterio m), escludendo l'"effetto selva" e l'"effetto grappolo";
- rispetto delle interdistanze tra le turbine suggerite al criterio n (3-5 diametri sulla direzione perpendicolare a quella del vento dominante e 5-7 diametri nella direzione prevalente del vento).

Il punto 16.4 attiene all'inserimento del progetto in aree caratterizzate da produzioni di qualità.

Nello Quadro di riferimento dello SIA si è dedicata una specifica analisi rispetto alle interazioni con il Patrimonio agroalimentare; da questa si evince che l'impianto in progetto non interferisce negativamente con nessuna produzione di qualità, così individuabile a livello regionale (http://www.sardegnaagricoltura.it):

a) Vini DOP e IGP della Sardegna
b) Olio extravergine di oliva Sardegna DOP
c) Carciofo Spinoso di Sardegna DOP
d) Zafferano di Sardegna DOP
e) Culurgionis d'Ogliastra IGP
f) Fiore Sardo DOP
g) Pecorino Sardo DOP

h) Pecorino Romano DOP

i) Agnello di Sardegna IGP.

Nessuno dei siti interessati dal progetto risulta legato a produzioni di qualità di cui ai punti da a) a e).

Per quanto riguarda i prodotti caseari citati e le altre produzioni del settore dell'allevamento, anche laddove gli operatori agricoli interessati dal progetto aderissero ai consorzi citati, non può ravvisarsi alcuna interferenza apprezzabile con il progetto proposto.

La tecnologia dell'eolico, infatti, risulta tra le meno impattanti in assoluto rispetto alla qualità delle produzioni agricole e zootecniche; ciò in relazione al minimo consumo di suolo e alla totale assenza di emissioni (solide, liquide o aeriformi).

Infine, il D.M. 10/09/2010 dedica una particolare attenzione agli impianti eolici, indicando, nell'Allegato 4, i criteri per il loro corretto inserimento nel paesaggio e nel territorio e possibili misure di mitigazione di cui tener conto, *fermo restando che la sostenibilità degli impianti dipende da diversi fattori e che luoghi, potenze e tipologie differenti possono presentare criticità sensibilmente diverse*.

Paesaggio

In riferimento alle analisi paesaggistiche a corredo del progetto di impianto eolico nel territorio di San Nicolò Gerrei e Armungia, l'allegata Relazione paesaggistica, redatta in accordo con le indicazioni metodologiche previste dal D.P.C.M. 12/12/2005, sviluppa in modo esteso, secondo quanto previsto dall'Allegato 4 del D.M. 10/09/2010, i seguenti campi di analisi e valutazione:

Analisi dei livelli di tutela

Sono opportunamente evidenziati i diversi livelli "...*operanti nel contesto paesaggistico e nell'area di intervento considerata, rilevabili dagli strumenti di pianificazione paesaggistica, urbanistica e territoriale e da ogni fonte normativa, regolamentare e provvedimentale*; è altresì fornita "*indicazione della presenza di beni culturali tutelati ai sensi della Parte seconda del Codice dei beni culturali e del paesaggio*";

Analisi delle *caratteristiche* del paesaggio nelle sue diverse componenti, naturali ed antropiche

In riferimento all'area vasta di intervento sono descritti ed analizzati: i caratteri geomorfologici, la presenza di sistemi naturalistici (biotopi, riserve, parchi naturali, boschi), i sistemi insediativi storici (centro storico di San Nicolò Gerrei e Armungia, edifici storici diffusi), i paesaggi agrari, le tessiture territoriali storiche (viabilità storica); i sistemi tipologici di forte caratterizzazione locale e sovralocale, l'eventuale appartenenza a percorsi panoramici o ad ambiti di percezione da punti o percorsi panoramici, l'eventuale appartenenza ad ambiti a forte valenza simbolica;

Analisi *dell'evoluzione* storica del territorio.

Attraverso l'ausilio di immagini satellitari si è messa in evidenza la tessitura storica del paesaggio agrario.

Analisi *dell'intervisibilità* dell'impianto nel paesaggio.

Nell'elaborato FORI-SNG-RA5-13 (Fotosimulazioni di impatto estetico percettivo), si è rappresentato lo stato attuale dell'area d'intervento e del contesto paesaggistico, da luoghi di normale accessibilità e da punti e percorsi panoramici, dai quali sia possibile cogliere con completezza le fisionomie fondamentali del territorio.

Si è affrontato il tema degli effetti cumulativi concernenti la componente visiva del paesaggio, indagando il modo in cui la realizzazione dell'impianto eolico in progetto potrà modificare il quadro percettivo, avuto riguardo degli effetti visivi determinati da altri impianti analoghi esistenti nel contesto territoriale di analisi (Elaborato FORI-SNG-RA12).

L'analisi dell'interferenza visiva è esplicitata:

- definendo il bacino visivo dell'impianto eolico, inteso come *porzione di territorio interessato costituito dall'insieme dei punti di vista da cui l'impianto è chiaramente visibile*;
- analizzando il suddetto ambito territoriale attraverso mappe di intervisibilità del parco eolico eseguite in ambiente GIS;
- procedendo alla ricognizione dei centri abitati e dei beni culturali e paesaggistici riconosciuti come tali ai sensi del Decreto legislativo 42/2004, distanti in linea d'aria non meno di 50 volte l'altezza massima del più vicino aerogeneratore, dai quali documentare fotograficamente l'interferenza con le nuove strutture;
- elaborando un cospicuo numero di fotoinserimenti attraverso lo strumento del rendering fotografico (Elaborati FORI-SNG -RA5-13 e FORI-SNG -RA5-14), rispetto ai predetti punti di presa significativi;
- descrivendo l'interferenza visiva dell'impianto rispetto a criteri quali l'ingombro dei coni visuali da punti di vista prioritari e l'alterazione del valore panoramico del sito oggetto di installazione.

Flora, Fauna e ecosistemi

Come più oltre specificato:

- il progetto ha previsto misure di mitigazione atte a minimizzare le modifiche dell'habitat in fase di cantiere e di esercizio;
- le soluzioni tecniche delle turbine in progetto propongono l'utilizzo di aerogeneratori con torri tubolari, con bassa velocità di rotazione delle pale e privi di tiranti;
- a termine della fase di cantiere è previsto il ripristino e/o recupero della vegetazione eliminata

e restituzione alle condizioni iniziali delle aree interessate dall'opera non più necessarie alla fase di esercizio (piste, aree di cantiere e di stoccaggio dei materiali);
- i cavidotti di trasporto dell'energia elettrica sono progettati tutti esclusivamente in interro;
- l'analisi degli impatti sulla fauna è stata focalizzata sulle specie più sensibili e su quelle di pregio, in particolare sull'avifauna e sui chirotteri, oggetto di uno specifico monitoraggio annuale *ante-operam*.

Geomorfologia e territorio

È stata prevista l'adozione delle seguenti misure di mitigazione

- *minima distanza di ciascun aerogeneratore da unità abitative munite di abitabilità, regolarmente censite e stabilmente abitate, non inferiore ai 200 m*, essendo stata prevista cautelativamente una distanza minima da tali unità pari a 500 m;
- il progetto ha cercato di ridurre al minimo l'approntamento di nuova viabilità e si è cercato di utilizzare, per quanto tecnicamente fattibile, i percorsi viari di accesso presenti;
- le opere in progetto sono previste su aree stabili dal punto di vista geomorfologico, distanti da aree in cui si possono innescare fenomeni di erosione;
- il progetto ha ricercato le soluzioni tecniche per minimizzare la produzione di terre e rocce da scavo, conseguendo un accettabile bilanciamento tra scavi e rinterri.

Interferenze sonore ed elettromagnetiche

- la distanza del parco eolico dai più prossimi ricettori acustici riconosciuti nel territorio, in rapporto alle caratteristiche dei luoghi ed alla configurazione dell'impianto, è risultata adeguata rispetto all'obiettivo di escludere disturbi legati alla rumorosità;
- l'analisi acustica ha previsto l'esecuzione di *rilevamenti fonometrici al fine di verificare l'osservanza dei limiti indicati nel D.P.C.M. del 14.11.1997 e il rispetto di quanto previsto dalla zonizzazione acustica comunale ai sensi della L. 447/95 con particolare riferimento ai ricettori sensibili;*
- in riferimento alla protezione dai campi elettromagnetici*:*
    - è allegata al progetto una relazione tecnica di calcolo del campo elettrico e del campo di induzione magnetica (corredata dai rispettivi diagrammi) che mette in luce il rispetto dei limiti della Legge 22 febbraio 2001, n. 36 e dei relativi decreti attuativi*.*
    - Tutte le linee elettriche sono state previste in modalità interrata *con una profondità minima di 1 m;*
    - Il trasformatore di macchina sarà posizionato all'interno dell'involucro della navicella dell'aerogeneratore.

Incidenti

- è stata valutata la gittata massima degli elementi rotanti in caso di rottura accidentale, verificando l'assenza di fabbricati con presenza permanente di persone entro la distanza di

possibile proiezione degli organi rotanti;

- le distanze delle turbine eoliche dalla strada principale più prossima (SP 27) è superiore all'altezza massima dell'elica comprensiva del rotore.

8.2.2.2 Principali atti programmatici

8.2.2.2.1 Piano nazionale integrato per l'energia e il clima (PNIEC) e strategia energetica nazionale (SEN)

La strategia nazionale si muove nel quadro degli obiettivi di politica energetica delineati a livello europeo, ulteriormente implementati con l'approvazione da parte della Commissione UE, a novembre 2016, del *Clean Energy Package*.

La SEN di novembre 2017 ha costituito la base programmatica e politica per la preparazione del PNIEC; gli scenari messi a punto durante l'elaborazione della SEN 2017 sono stati utilizzati per le sezioni analitiche del Piano, contribuendo anche a indicare le traiettorie di raggiungimento dei diversi target e l'evoluzione della situazione energetica italiana.

La nuova SEN 2017 prevede i seguenti macro-obiettivi di politica energetica:

- migliorare la competitività del Paese, al fine di ridurre il gap di prezzo e il costo dell'energia rispetto alla UE, assicurando che la transizione energetica di più lungo periodo (2030-2050) non comprometta il sistema industriale italiano ed europeo a favore di quello extra-UE;
- raggiungere in modo sostenibile gli obiettivi ambientali e di de-carbonizzazione al 2030 definiti a livello europeo, con un'ottica ai futuri traguardi stabiliti nella Conferenza sul clima a Parigi nel Dicembre 2015 (COP21) e in piena sinergia con la Strategia Nazionale per lo Sviluppo Sostenibile. A livello nazionale, lo scenario che si propone prevede il phase out degli impianti termoelettrici italiani a carbone entro il 2030, in condizioni di sicurezza;
- continuare a migliorare la sicurezza di approvvigionamento e la flessibilità e sicurezza dei sistemi e delle infrastrutture.

Sulla base dei precedenti obiettivi, sono individuate le seguenti priorità di azione:

- lo sviluppo delle fonti energetiche rinnovabili in cui gli specifici obiettivi sono:
  - raggiungere il 28% di rinnovabili sui consumi complessivi al 2030 rispetto al 17,5% del 2015;
  - rinnovabili elettriche al 55% al 2030 rispetto al 33,5% del 2015;
  - rinnovabili termiche al 30% al 2030 rispetto al 19,2% del 2015;
  - rinnovabili trasporti al 21% al 2030 rispetto al 6,4% del 2015.
- l'efficienza energetica per cui gli obiettivi sono:
  - riduzione dei consumi finali (10 Mtep/anno nel 2030 rispetto al tendenziale);
  - cambio di mix settoriale per favorire il raggiungimento del target di riduzione CO_2 non-ETS, con focus su residenziale e trasporti.

- sicurezza energetica. La nuova SEN si propone di continuare a migliorare sicurezza e adeguatezza dei sistemi energetici e flessibilità delle reti gas ed elettrica così da:
  - integrare quantità crescenti di rinnovabili elettriche, anche distribuite, e nuovi player, potenziando e facendo evolvere le reti e i mercati verso configurazioni smart, flessibili e resilienti;
  - gestire la variabilità dei flussi e le punte di domanda gas e diversificare le fonti e le rotte di approvvigionamento nel complesso quadro geopolitico dei paesi da cui importiamo gas e di crescente integrazione dei mercati europei;
  - aumentare l'efficienza della spesa energetica grazie all'innovazione tecnologica.
- competitività dei mercati energetici. In particolare, il documento si propone di azzerare il gap di costo tra il gas italiano e quello del nord Europa, nel 2016 pari a circa 2 €/MWh, e di ridurre il gap sui prezzi dell'elettricità rispetto alla media UE, pari a circa 35 €/MWh nel 2015 per la famiglia media e intorno al 25% in media per le imprese;
- l'accelerazione nella decarbonizzazione del sistema: il phase out dal carbone. Si prevede in particolare una accelerazione della chiusura della produzione elettrica degli impianti termoelettrici a carbone al 2025, da realizzarsi tramite un puntuale e piano di interventi infrastrutturali.
- tecnologia, ricerca e innovazione. La nuova SEN pianifica di raddoppiare gli investimenti in ricerca e sviluppo tecnologico clean energy: da 222 Milioni nel 2013 a 444 Milioni nel 2021.

Gli obiettivi delineati nella SEN sono stati in qualche modo "superati" dagli obiettivi, più ambiziosi, contenuti nel **Piano nazionale integrato per l'energia e il clima** per gli anni 2021-2030; relativamente all'energia rinnovabile, il PNIEC fissa un obiettivo di copertura, nel 2030, del 30% del consumo finale lordo di energia da fonti rinnovabili. In particolare, si prevede che il contributo delle rinnovabili al soddisfacimento dei consumi finali lordi totali al 2030 sia così differenziato tra i diversi settori:

— 55,4% di quota rinnovabili nel settore elettrico;
— 33% di quota rinnovabili nel settore termico (usi per riscaldamento e raffrescamento);
— 21,6% per quanto riguarda l'incorporazione di rinnovabili nei trasporti.

Nel PNIEC viene definito, oltre all'obiettivo percentuale al 2030, anche una proiezione di crescita sui diversi contributi che avranno le rinnovabili.

Nella Figura 8.1 viene delineata la proiezione della produzione da FER sino al 2030.

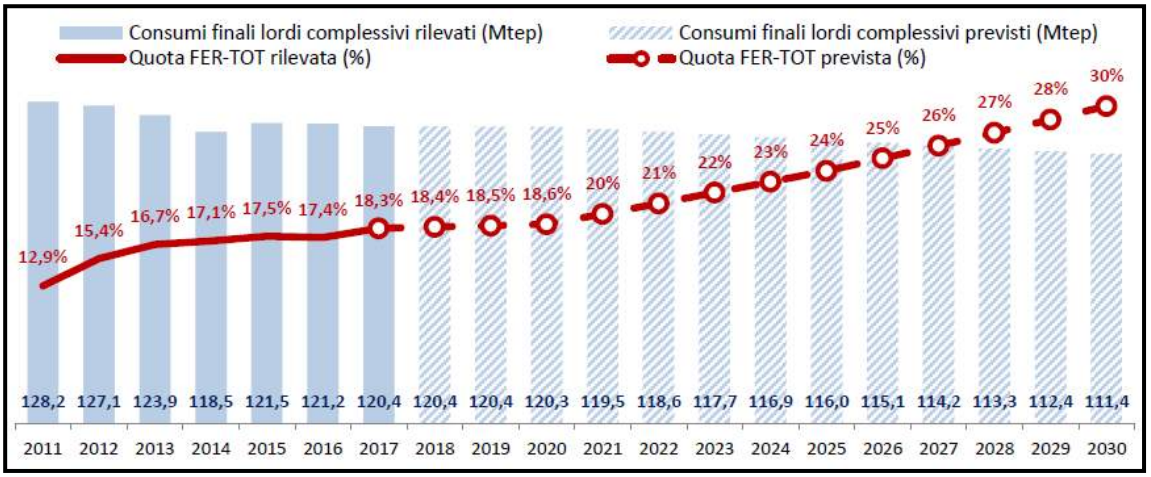


Figura 8.1 - Quota di produzione da FER al 2030

Nelle Figure seguenti sono riportate le percentuali di riduzione da quota rinnovabile per le FER elettriche, FER termiche e FER da trasporti.

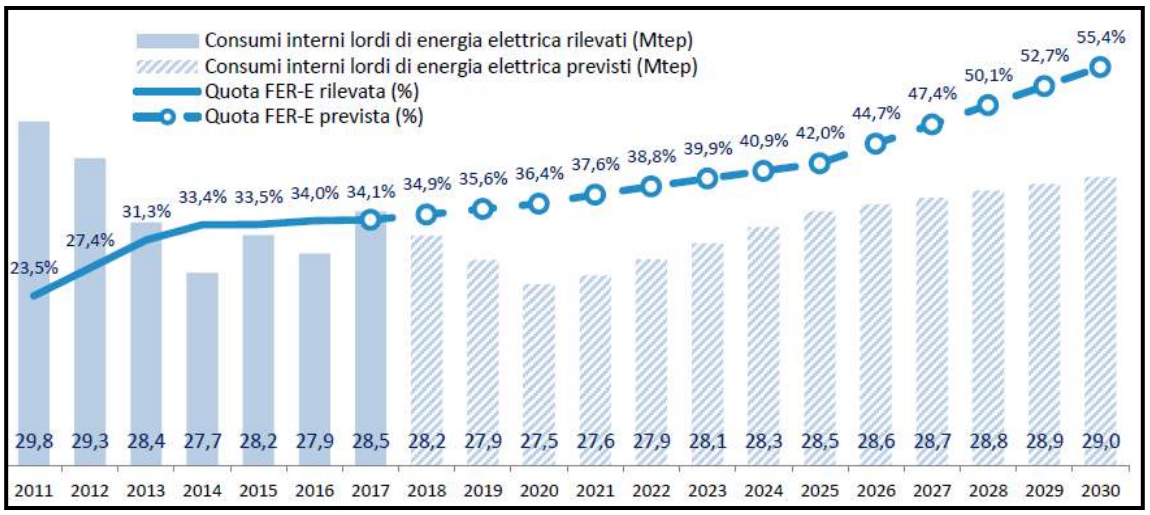


Figura 8.2 - Quota di FER Elettriche

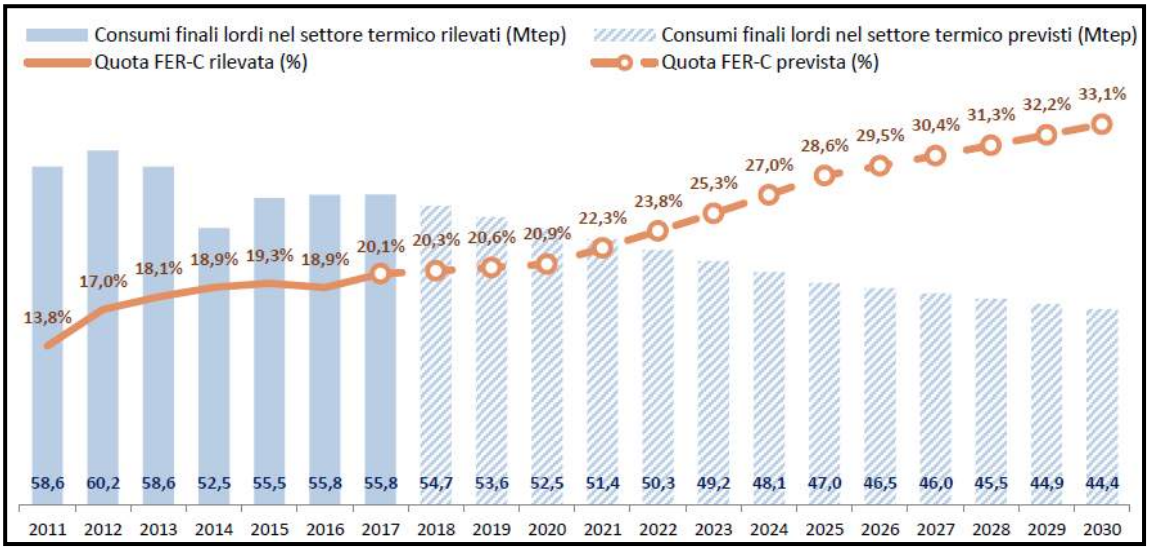


Figura 8.3 – Quota di FER termiche

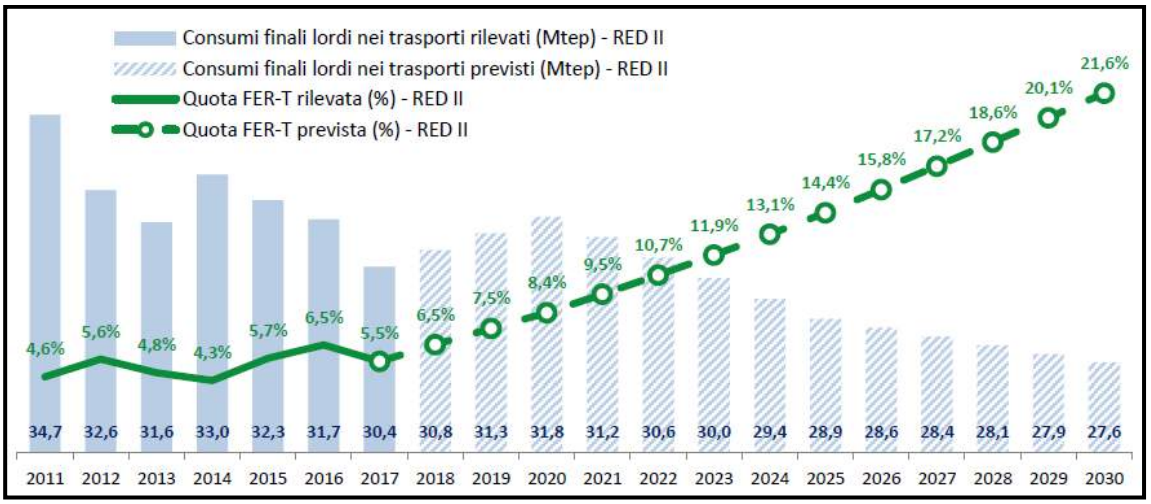


Figura 8.4 – Quota di FER trasporti

Relativamente al settore elettrico, è prevista una forte penetrazione dell'eolico e del fotovoltaico attraverso la stimolazione di una nuova produzione (è auspicata una nuova potenza installata media annua dal 2019 al 2030 pari, rispettivamente, a circa 3200 MW e circa 3800 MW, a fronte di un installato medio degli ultimi anni complessivamente di 700 MW), nonché promuovendo il *revamping* e il *repowering* degli impianti esistenti.

Tabella 8.2 – Obiettivi di crescita della potenza (MW) da fonte rinnovabile al 2030 (Fonte: PNIEC)

Fonte	2016	2017	2025	2030
Idrica	18.641	18.863	19.140	19.200
Geotermica	815	813	920	950
Eolica	9.410	9.766	15.950	19.300
di cui off shore	0	0	300	900
Bioenergie	4.124	4.135	3.570	3.760
Solare	19.269	19.682	28.550	52.000
di cui CSP	0	0	250	880
Totale	**52.258**	**53.259**	**68.130**	**95.210**

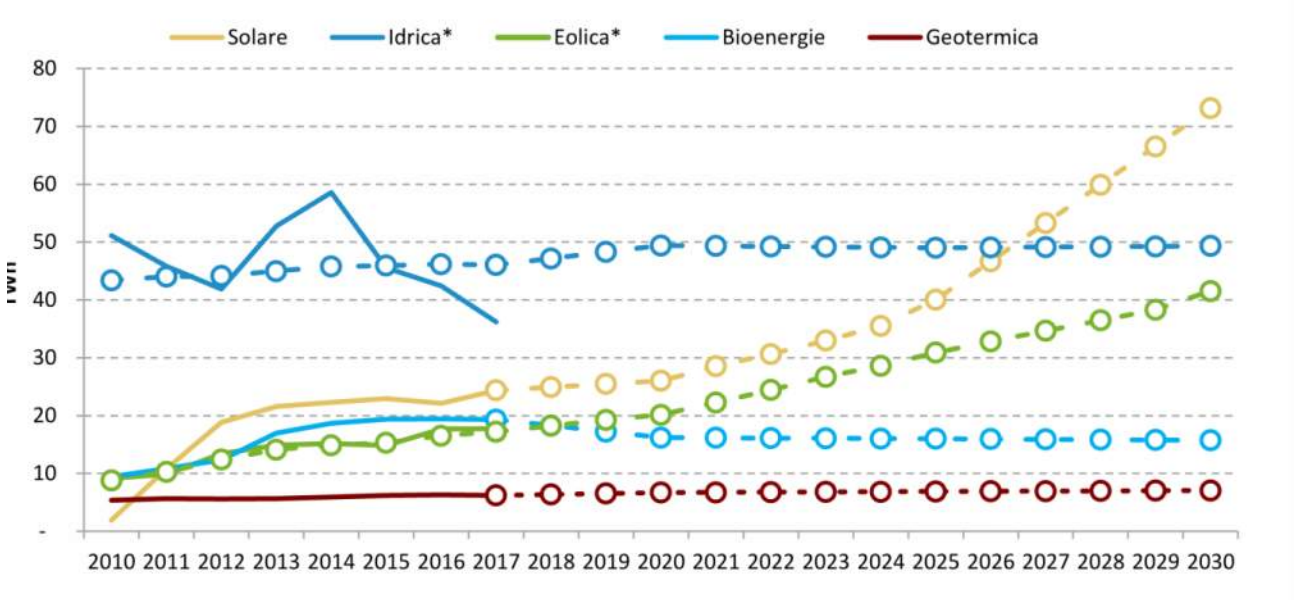


Figura 8.5 – Traiettorie di crescita dell'energia elettrica da fonti rinnovabili al 2030 (Fonte: PNIEC)

Tra le politiche e misure per realizzare il contributo nazionale all'obiettivo fissato al 2030, il Piano pone l'accento sulla ripartizione dello stesso fra le Regioni, attraverso l'individuazione, da parte di quest'ultime, delle aree da rendere disponibili per la realizzazione degli impianti, privilegiando installazioni a ridotto impatto ambientale.

8.2.2.2.2 Il Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza

Il Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR) si inserisce all'interno del programma *Next Generation EU* (NGEU), concordato dall'Unione Europea in risposta alla crisi pandemica. La principale componente del programma NGEU è il Dispositivo per la Ripresa e Resilienza, che ha una durata di 6 anni (dal 2021 al 2026) e una dimensione totale di 672,5 miliardi di euro.

Il Piano si sviluppa intorno a tre assi strategici condivisi a livello europeo (digitalizzazione e innovazione, transizione ecologica e inclusione sociale) e lungo le seguenti missioni:

1) **Digitalizzazione, Innovazione, Competitività, Cultura**, con l'obiettivo di promuovere la trasformazione digitale del Paese, sostenere l'innovazione del sistema produttivo, e investire in turismo e cultura;
2) **Rivoluzione Verde e Transizione Ecologica**, con gli obiettivi principali di migliorare la sostenibilità e la resilienza del sistema economico e assicurare una transizione ambientale equa e inclusiva;
3) **Infrastrutture per una Mobilità Sostenibile**, il cui obiettivo primario è lo sviluppo di un'infrastruttura di trasporto moderna, sostenibile ed estesa a tutte le aree del Paese;
4) **Istruzione e Ricerca**, con l'obiettivo di rafforzare il sistema educativo, le competenze digitali e tecnico-scientifiche, la ricerca e il trasferimento tecnologico;
5) **Inclusione e Coesione**, per facilitare la partecipazione al mercato del lavoro, rafforzare le politiche attive del lavoro e favorire l'inclusione sociale;
6) **Salute**, con l'obiettivo di rafforzare la prevenzione e i servizi sanitari sul territorio, modernizzare e digitalizzare il sistema sanitario e garantire equità di accesso alle cure.

Il Piano prevede inoltre un ambizioso programma di riforme per facilitare la fase di attuazione e, più in generale, contribuire alla modernizzazione del Paese, rendendo il contesto economico più favorevole allo sviluppo dell'attività d'impresa.

Di particolare interesse, ai fini del presente Studio, è la missione relativa alla rivoluzione verde e transizione ecologica, la quale consiste in:

C1. Economia circolare e agricoltura sostenibile;

C2. Energia rinnovabile, idrogeno, rete e mobilità sostenibile;

C3. Efficienza energetica e riqualificazione degli edifici;

C4. Tutela del territorio e della risorsa idrica.

In merito allo sviluppo dell'energia rinnovabile, il Piano prevede un incremento della quota di energia prodotta da FER, in linea con gli obiettivi europei e nazionali di decarbonizzazione, attraverso:

- lo sviluppo dell'agro-voltaico, ossia l'implementazione di sistemi ibridi agricoltura-produzione di energia che non compromettano l'utilizzo dei terreni dedicati all'agricoltura, ma contribuiscano alla sostenibilità ambientale ed economica delle aziende coinvolte. L'obiettivo dell'investimento è installare a regime una capacità produttiva da impianti agro-voltaici di 1,04 GW, che produrrebbe circa 1.300 GWh annui, con riduzione delle emissioni di gas serra stimabile in circa 0,8 milioni di tonnellate di CO_2;
- la promozione delle rinnovabili per le comunità energetiche e l'auto-consumo, ipotizzando che riguardino impianti fotovoltaici con una produzione annua di 1.250 kWh per kW, ovvero circa 2.500 GWh annui, i quali contribuiranno a una riduzione delle emissioni di gas serra stimata in circa 1,5 milioni di tonnellate di CO_2 all'anno;
- la promozione impianti innovativi (incluso off-shore), che combinino tecnologie ad alto

potenziale di sviluppo con tecnologie più sperimentali (come i sistemi che sfruttano il moto ondoso), in assetti innovativi e integrati da sistemi di accumulo. La realizzazione di questi interventi, per gli assetti ipotizzati in funzione delle diverse tecnologie impiegate, consentirebbe di produrre circa 490 GWh anno che contribuirebbero ad una riduzione di emissioni di gas climalteranti stimata intorno alle 286.000 tonnellate di CO_2;

- lo sviluppo del biometano.

Per rendere efficace l'implementazione di questi interventi nei tempi previsti, saranno introdotte due riforme fondamentali, di seguito riportate:

- Semplificazione delle procedure di autorizzazione per gli impianti rinnovabili onshore e offshore, nuovo quadro giuridico per sostenere la produzione da fonti rinnovabili e proroga dei tempi e dell'ammissibilità degli attuali regimi di sostegno.

Più specificatamente, la riforma prevede:

  - omogeneizzazione delle procedure autorizzative su tutto il territorio nazionale;
  - semplificazione delle procedure per la realizzazione di impianti di generazione di energia rinnovabile off-shore;
  - semplificazione delle procedure di impatto ambientale;
  - condivisione a livello regionale di un piano di identificazione e sviluppo di aree adatte a fonti rinnovabili;
  - potenziamento di investimenti privati;
  - incentivazione dello sviluppo di meccanismi di accumulo di energia;
  - incentivazione di investimenti pubblico-privati nel settore.

A livello normativo, la riforma prevede la creazione di un quadro normativo semplificato e accessibile per gli impianti FER, in continuità con quanto previsto dal Decreto Semplificazioni, nonché l'emanazione di una disciplina, condivisa con le Regioni e le altre Amministrazioni dello Stato interessate, volta a definire i criteri per l'individuazione delle aree idonee e non idonee all'installazione di impianti di energie rinnovabili. Inoltre, è previsto il completamento del meccanismo di sostegno FER anche per tecnologie non mature, l'estensione del periodo di svolgimento dell'asta, mantenendo i principi dell'accesso competitivo, e l'agevolazione di tipo normativo per gli investimenti nei sistemi di stoccaggio.

- Nuova normativa per la promozione della produzione e del consumo di gas rinnovabile, la quale intende promuovere, in coordinamento con gli strumenti esistenti per lo sviluppo del biometano nel settore dei trasporti, la produzione e l'utilizzo dello stesso anche in altri settori, ampliando la possibilità di riconversione degli impianti esistenti nel settore agricolo.

In termini di nuova potenza da fonti rinnovabili da installare entro il 2030, nell'ottica del raggiungimento del target **"Green Deal",** il MITE prevede circa **60 GW di nuova potenza installata**, ripartita, tra le FER non programmabili, in circa 43 GW nel settore fotovoltaico e circa 12 GW nel settore dell'eolico, considerando, per quest'ultimo, una crescita della tecnologia off-shore floating a partire dal 2025, allo stato attuale assente, nonché il massimo sfruttamento dei siti esistenti e la valorizzazione delle autorizzazione in corso.

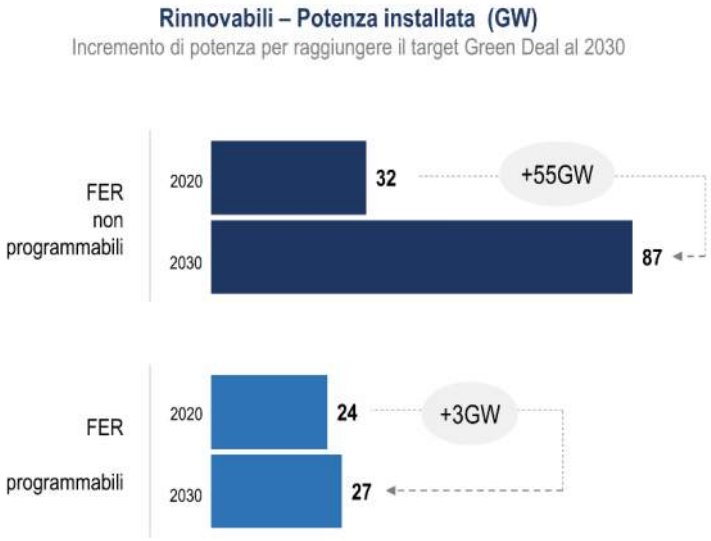


Figura 8.6 – Incremento di potenza installata da fonti rinnovabili necessaria per raggiungere il target Green Deal al 2030. Fonte: MITE – 13 luglio 2021

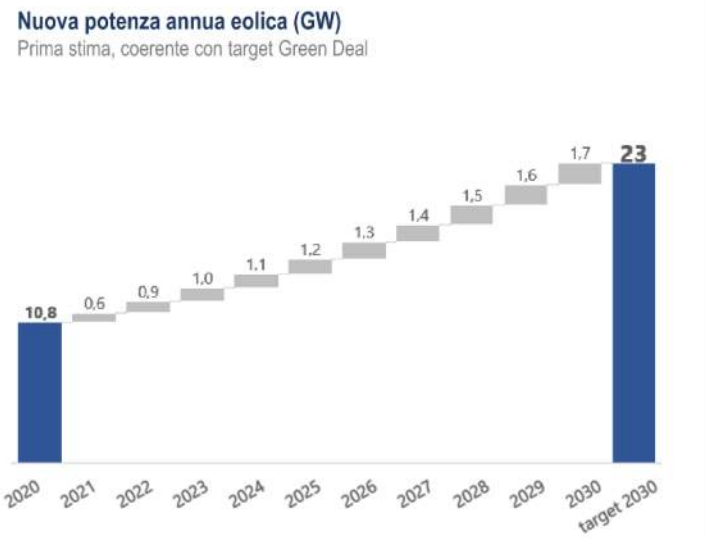


Figura 8.7 – Nuova potenza eolica da installare entro il 2030 per il raggiungimento del target Green Deal. Fonte: MITE – 13 luglio 2021

8.2.2.2.3 Piano Nazionale di adattamento ai cambiamenti climatici

In Italia la prima definizione delle politiche di adattamento ai cambiamenti climatici è riferibile alla pubblicazione della *Strategia Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici* (SNAC). Nella SNAC (approvata con decreto direttoriale n. 86 del 16 giugno 2015) sono stati individuati i principali impatti dei cambiamenti climatici per una serie di settori socio-economici e naturali e sono state proposte azioni di adattamento a tali impatti.

Il Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici (PNACC), il cui avvio all'elaborazione è iniziato nel 2016, è lo strumento attuativo del suddetto decreto direttoriale.

Il PNACC ha come obiettivo quello di attualizzare il complesso quadro di riferimento conoscitivo nazionale sull'adattamento ai cambiamenti climatici e rendere funzionali le azioni atte a pianificare ai diversi livelli di governo e nei diversi settori di intervento.

Il Piano è declinato in quattro obiettivi specifici: 1) contenere la vulnerabilità dei sistemi naturali, sociali ed economici agli impatti dei cambiamenti climatici, 2) incrementare la capacità di adattamento degli stessi, 3) migliorare lo sfruttamento delle eventuali opportunità, 4)favorire il coordinamento delle azioni a diversi livelli.

Il PNACC è strutturato in tre parti:

1. Analisi di contesto, scenari climatici e vulnerabilità climatica
2. Azioni di Adattamento
3. Strumenti per la partecipazione, il monitoraggio e la valutazione

La prima parte suddivide il territorio nazionale in macroregioni che potrebbero essere esposte a variazioni climatiche simili, rapportandole alla condizione climatica presente. Questa parte include

anche l'analisi della propensione al rischio derivante dai cambiamenti climatici sul territorio nazionale e l'aggiornamento delle analisi relative agli impatti e alla vulnerabilità settoriale.

La seconda parte del Piano è dedicata all'analisi delle azioni di adattamento, dei ruoli per l'implementazione delle azioni, delle risorse necessarie e all'individuazione delle fonti di finanziamento.

La terza parte si articola in tre attività principali relative a:

- sviluppo di un programma che richieda la partecipazione al processo di costruzione e attuazione del PNACC,
- criteri per la definizione di indicatori di efficacia delle azioni di adattamento
- modalità di monitoraggio e di valutazione degli effetti delle azioni di adattamento.

8.2.2.2.4 Rapporti tra il progetto e l'insieme dei piani e programmi nazionali in materia energetica e di contrasto ai cambiamenti climatici

In relazione alla coerenza dell'intervento con il quadro della normativa e dei piani di settore si evidenzia come le opere proposte siano in totale sintonia con gli obiettivi globali di riduzione delle emissioni di gas-serra auspicati da protocolli internazionali adottati per contrastare i cambiamenti climatici, e dalle conseguenti politiche comunitarie e nazionali, nonché funzionali al loro raggiungimento.

8.2.3 Norme e dispositivi di pianificazione di interesse regionale

8.2.3.1 Il Piano Energetico Ambientale Regionale della Sardegna (PEARS)

8.2.3.1.1 Contenuti

Con Delibera n. 5/1 del 28 gennaio 2016, la Giunta Regionale ha adottato la nuova Proposta Tecnica di Piano Energetico Ambientale della Regione Sardegna per il periodo che va dal 2015 al 2030.

Il documento è stato redatto sulla base delle Linee di Indirizzo Strategico del Piano "*Verso un'economia condivisa dell'Energia*", adottate con DGR n. 37/21 del 21.07.2015 e approvate in via definitiva con la DGR n. 48/13 del 02/10/2015.

Il Piano Energetico ed Ambientale della Regione Sardegna (P.E.A.R.S.) è il documento che definisce lo sviluppo del sistema energetico regionale sulla base delle direttive e delle linee di indirizzo definite dalla programmazione comunitaria, nazionale e regionale.

L'adozione del PEARS assume una importanza strategica soprattutto alla luce degli obiettivi europei al 2020 ed al 2030 in termini di riduzione dei consumi energetici, riduzione delle emissioni di CO_2 da consumi energetici e di sviluppo delle FER.

Le linee di indirizzo del Piano Energetico ed Ambientale della Regione Sardegna, riportate nella Delibera della Giunta Regionale n. 48/13 del 2.10.2015, indicano come obiettivo strategico di sintesi per l'anno 2030 la riduzione delle emissioni di CO_2 associate ai consumi della Sardegna del 50%

rispetto ai valori stimati nel 1990.

Per il conseguimento di tale obiettivo strategico sono stati individuati i seguenti Obiettivi Generali (OG):

- OG1 - Trasformazione del sistema energetico Sardo verso una configurazione integrata e intelligente (*Sardinian Smart Energy System*)
- OG2 - Sicurezza energetica
- OG3 - Aumento dell'efficienza e del risparmio energetico
- OG4 - Promozione della ricerca e della partecipazione attiva in campo energetico.

OG1: Trasformazione del sistema energetico Sardo verso una configurazione integrata e intelligente (*Sardinian Smart Energy System*)

Il raggiungimento dell'obiettivo strategico di sintesi impone una trasformazione del sistema energetico regionale nel suo complesso che sia rispondente alle mutate condizioni del consumo e della produzione. La trasformazione attesa dovrà consentire sia di utilizzare efficientemente le risorse energetiche rinnovabili già disponibili sia di programmare le nuove con l'obiettivo di incrementarne l'utilizzo locale. Infatti, la nuova configurazione distribuita del consumo e della produzione di energia (sia da fonti rinnovabili, sia da fonti fossili) e il potenziale contributo in termini cogenerativi dell'utilizzo del metano nella forma distribuita, dovrebbe rendere la Regione Sardegna una delle comunità più idonee per l'applicazione dei nuovi paradigmi energetici in cui si coniugano gestione, condivisione, produzione e consumo dell'energia in tutte le sue forme: elettrica, termica e dei trasporti. Tutto ciò è finalizzato a realizzare un sistema di produzione e di consumo locale più efficiente e, grazie all'applicazione della condivisione delle risorse, più economico e sostenibile.

Le tecnologie che rendono possibile tutto ciò vengono generalmente riunite nella definizione di reti integrate e intelligenti e, nella loro accezione più ampia applicata alla città ed estesa anche le reti sociali e di *governance*, di Smart City. I sistemi energetici integrati ed intelligenti presentano come tecnologia abilitante *l'Information and Communication Technology* (ICT), la quale attraverso l'utilizzo di tecnologie tradizionali con soluzioni digitali innovative, rende la gestione dell'energia più flessibile ed adattabile alle esigenze dell'utente grazie ad una visione olistica del sistema e all'utilizzo di sistemi di monitoraggio che consentono di scambiare le informazioni in tempo reale.

Tutto ciò avviene grazie all'estensione al settore energetico dei concetti propri dell'ICT che, attraverso lo scambio e la condivisione di informazioni ed energia, permettono di coniugare istantaneamente il consumo e la produzione locale consentendo di superare le criticità connesse alla variabilità sia delle risorse rinnovabili che del consumo a livello locale, trasformando il sistema energetico nel suo complesso, dalla scala locale alla scala regionale, in un sistema di consumo programmabile e prevedibile, permettendo conseguentemente di limitare gli impatti sulle infrastrutture e sui costi ad esso associati.

OG2: Sicurezza energetica

Il Piano si pone come obiettivo quello di garantire la sicurezza energetica della Regione Sardegna in presenza di una trasformazione energetica volta a raggiungere l'obiettivo strategico di sintesi. In particolare, l'obiettivo è quello di garantire la continuità della fornitura delle risorse energetiche nelle forme, nei tempi e nelle quantità necessarie allo sviluppo delle attività economiche e sociali del territorio a condizioni economiche che consentano di rendere le attività produttive sviluppate nella Regione Sardegna competitive a livello nazionale e internazionale. Tale obiettivo riveste una particolare importanza in una regione come quella sarda a causa della sua condizione di insularità ed impone una maggiore attenzione nei confronti della diversificazione delle fonti energetiche, delle sorgenti di approvvigionamento e del numero di operatori agenti sul mercato energetico regionale. Inoltre, considerata la presenza di notevole componente fossile ad alto impatto emissivo, particolare attenzione deve essere prestata alla gestione della transizione energetica affinché questa non sia subita ma sia gestita e programmata.

OG3: Aumento dell'efficienza e del risparmio energetico

L'aumento dell'efficienza energetica e del risparmio energetico è strettamente correlato all'obiettivo strategico di sintesi in quanto concorre direttamente alla riduzione delle emissioni agendo sui processi di trasformazione e/o sull'uso dell'energia.

La riduzione dei consumi energetici primari e secondari non può essere considerata un indicatore di azioni di efficientamento energetico e/o di risparmio energetico, soprattutto in una regione in fase di transizione economica come quella sarda. Pertanto, la definizione di tale obiettivo deve essere necessariamente connessa allo sviluppo economico del territorio. Quindi, le azioni di efficientamento e risparmio energetico saranno considerate funzionali al raggiungimento dell'obiettivo solo se alla riduzione dei consumi energetici sarà associato l'incremento o l'invarianza di indicatori di benessere sociale ed economico.

In accordo con tale definizione, si individua nell'intensità energetica di processo e/o di sistema l'indicatore per rappresentare il conseguimento di tale obiettivo sia per l'efficienza energetica che per il risparmio energetico. In tale contesto, non solo le scelte comportamentali o gestionali ma anche quelle di "*governance"* rappresentano una forma di risparmio energetico. In particolare, lo sviluppo, la pianificazione e l'attuazione di una transizione verso un modello economico e produttivo regionale caratterizzato da una intensità energetica inferiore alla media nazionale rappresenta, a livello strutturale, una forma di risparmio energetico giacché consente di utilizzare la stessa quantità di energia per incrementare il prodotto interno lordo regionale.

OG4: Promozione della ricerca e della partecipazione attiva in campo energetico

Il conseguimento dell'obiettivo strategico di sintesi richiede la realizzazione di un processo di medio

lungo termine destinato a trasformare il sistema energetico regionale secondo paradigmi che risultano ancora in evoluzione. Questi offrono diverse opportunità connesse allo sviluppo di nuovi prodotti e servizi per l'efficientamento energetico, la realizzazione e gestione di sistemi integrati e intelligenti e la sicurezza energetica. Tutto ciò richiede una forte integrazione tra i settori della ricerca e dell'impresa. A tale scopo, l'amministrazione regionale, in coerenza con le strategie e le linee di indirizzo europee e nazionali e con le linee di indirizzo delle attività di ricerca applicata declinate nel programma Horizon 2020 e in continuità con le linee di sperimentazione promosse e avviate nella precedente Pianificazione Operativa Regionale, ha individuato nello sviluppo e nella sperimentazione di sistemi energetici integrati destinati a superare criticità energetiche e migliorare l'efficienza energetica lo strumento operativo per promuovere la realizzazione di piattaforme sperimentali ad alto contenuto tecnologico in cui far convergere sinergicamente le attività di ricerca pubblica e gli interessi privati per promuovere attività di sviluppo di prodotti e sistemi innovativi ad alto valore aggiunto nel settore energetico. Tale impostazione è stata condivisa anche durante il processo di sviluppo della Smart Specialization Strategy (S3) della Regione Sardegna che rappresenta lo strumento di programmazione delle azioni di supporto attività di Ricerca. In particolare, nell'ambito dell'S3 è emersa tra le priorità il tema "*Reti intelligenti per la gestione dell'energia*".

La Regione promuove e sostiene l'attività di ricerca applicata nel settore energetico attraverso gli strumenti a sua disposizione con particolare riguardo al potenziamento dell'integrazione tra le attività sviluppate nelle Università di Cagliari e Sassari e i centri regionali competenti (la Piattaforma Energie Rinnovabili di Sardegna Ricerche, il CRS4 e il Centro Tecnologico Italiano per l'Energia ad Emissioni Zero).

Inoltre, la Regione Sardegna consapevole delle minacce e criticità connesse all'attuazione della strategia energetica regionale da un punto di vista normativo e gestionale relativamente allo sviluppo della generazione diffusa, dell'autoconsumo istantaneo, della gestione locale dell'energia elettrica e dell'approvvigionamento del metano, ritiene fondamentale sviluppare le azioni normative e legislative di propria competenza a livello comunitario e nazionale che consentano di superare tali criticità e consentire la realizzazione delle azioni proposte in piena coerenza le Direttive 39 Europee di settore. Pertanto, la Regione Sardegna considera la governance del processo e la partecipazione attiva al processo di trasformazione proposto obiettivo fondamentale del PEARS.

8.2.3.1.2 Relazioni con il progetto

Sulla base dell'analisi del documento di Piano e dello scenario energetico attuale non emergono disarmonie tra la proposta progettuale e gli indirizzi del PEARS. In tal senso si ritiene che l'intervento non alteri le prospettive, ritenute prioritarie, di rafforzamento delle infrastrutture di distribuzione energetica né quelle di una loro gestione secondo i canoni delle *Smart Grid*.

La realizzazione dell'impianto eolico, inoltre, risulta improntata alla promozione di modelli di

integrazione tra Ricerca e imprese nel settore energetico nonché orientata alla creazione di nuova occupazione, in sostanziale sintonia con gli auspici del PEARS.

Peraltro, come rimarcato dalla D.G.R. 59/90 del 27/11/2020 il vigente PEARS, approvato nel 2016, andrà necessariamente adeguato al mutato contesto pianificatorio e normativo a livello regionale, nazionale ed europeo.

Sotto questo profilo, in particolare, il PEARS dovrà essere aggiornato ai contenuti, obiettivi e orientamenti della Strategia Nazionale per lo Sviluppo Sostenibile 2017, della Strategia Energetica Nazionale 2017 e al Piano Nazionale Integrato Energia Clima 2019 (PNIEC).

Nel quadro dell'Agenda 2030 per lo Sviluppo Sostenibile, Il PEARS dovrà essere aggiornato agli obiettivi e alle indicazioni degli atti normativi del Clean Energy Package, secondo i recepimenti già avvenuti e/o di prossima emanazione a livello nazionale, ed alle indicazioni del Green New Deal e Recovery Package proposti dalla Commissione Europea a Dicembre 2019 e Maggio 2020.

8.2.3.2 D.G.R. 59/90 del 27.11.2020 - Individuazione delle aree non idonee all'installazione di impianti alimentati da fonti energetiche rinnovabili

8.2.3.2.1 Contenuti

Alla data di predisposizione del presente documento, in recepimento del paragrafo 17 delle LLGG Nazionali, la Regione Sardegna ha approvato la Deliberazione di Giunta Regionale n. 59/90 del 27/11/2020 con la quale sono stati ridefiniti le aree e siti non idonei all'installazione degli impianti da FER, suddivise per tipologia. Contestualmente all'approvazione della suddetta D.G.R. sono state abrogate le seguenti Delibere di G.R. che, nel tempo, sono state emanate con l'intento di disciplinare la materia:

- Delib.G.R. n. 28/56 del 26.7.2007 concernente "Studio per l'individuazione delle aree in cui ubicare gli impianti eolici (art. 112, delle Norme tecniche di attuazione del Piano Paesaggistico Regionale – art 18 - comma 1 della L.R 29 maggio 2007 n. 2)";
- Delib.G.R n. 3/17 del 16.1.2009 avente ad oggetto "Modifiche allo "Studio per l'individuazione delle aree in cui ubicare gli impianti eolici" (Delib.G.R. n. 28/56 del 26.7.2007);
- Delib.G.R. n. 45/34 del 12.11.2012 avente ad oggetto "Linee guida per la installazione degli impianti eolici nel territorio regionale di cui alla Delib.G.R. n. 3/17 del 16.1.2009 e s.m.i. Conseguenze della Sentenza della Corte Costituzionale n. 224/2012. Indirizzi ai fini dell'attuazione dell'art 4 comma 3 del D.Lgs. n. 28/2011".
- Delib.G.R. n. 40/11 del 7.8.2015 concernente "Individuazione delle aree e dei siti non idonei l'installazione degli impianti alimentati da fonti di energia eolica".

La suddetta deliberazione 59/90 del 2020 si applica a tutti i procedimenti avviati successivamente alla data della sua pubblicazione sul sito web della Regione Autonoma della Sardegna.

L'individuazione di aree e siti non idonei all'installazione d'impianti a fonti rinnovabili individuate nella D.G.R. n. 59/90 ha l'obiettivo di tutelare l'ambiente, il paesaggio, il patrimonio storico e artistico, le tradizioni agroalimentari locali, la biodiversità e il paesaggio rurale, in coerenza con il DM 10.9.2010. Il DM 10.9.2010 prevede che l'identificazione delle aree non idonee non si traduca nell'identificazione di fasce di rispetto di dimensioni non giustificate da specifiche e motivate esigenze di tutela. Per tale motivazione, nell'individuazione di tali aree e siti non sono state definite delle distanze buffer dalle aree e dai siti oggetto di tutela, in quanto una definizione a priori di tali distanze potrebbe tradursi nell'identificazione di fasce di rispetto di dimensioni non giustificate, nonché in un freno alla realizzazione degli impianti stessi. La valutazione di tali aspetti è pertanto rimandata alla fase di specifica procedura autorizzativa, sulla base delle caratteristiche progettuali di ogni singolo caso.

Oltre alla consultazione delle aree non idonee definite nella D.G.R. in argomento, che fungono da strumento di indirizzo, dovrà comunque essere presa in considerazione l'esistenza di specifici vincoli riportati nelle vigenti normative, sia per quanto riguarda le aree e i siti sensibili e/o vulnerabili individuate ai sensi del DM 10.9.2010, sia per altri elementi che sono presenti sul territorio e i relativi vincoli normativi. A titolo di mero esempio si citano reti e infrastrutture come la rete stradale, la rete ferroviaria, gli aeroporti, le condotte idriche, ecc. e relative fasce di rispetto.

Nel caso in cui l'area individuata per l'installazione dell'impianto ricada in uno spazio ove risultino già previste ulteriori progettualità (ad es. nuove strade, ambiti di espansione urbana, ecc.), tale aspetto potrà emergere solo in sede di specifico procedimento autorizzativo, anche in funzione dell'esatta localizzazione del progetto e della tempistica con cui avviene l'iter autorizzativo.

Analogamente, qualora nell'area individuata dal proponente siano già presenti ulteriori impianti a FER, la valutazione del progetto in riferimento a distanze reciproche tra impianti, o densità complessiva di impianti nell'area, sarà oggetto di valutazione dello specifico procedimento autorizzativo. Indicazioni specifiche sono fornite dalle norme vigenti.

Il riconoscimento di non idoneità di una specifica area o sito ad accogliere una tipologia d'impianto dipende anche dalle caratteristiche dimensionali dell'impianto stesso da realizzare. Per questa ragione, per gli impianti eolici sono state individuate le seguenti classi dimensionali.

EOLICO

Micro eolico	Mini eolico	Eolico
potenza < 20 kW	potenza compresa tra 20 e 60 kW	potenza ≥ 60 kW
altezza mozzo < 15 m diametro rotore < 10 m	altezza mozzo compresa tra 15 e 30 m diametro rotore compreso tra 10 e 20 m	altezza mozzo ≥ 30 m diametro rotore ≥ 20 m

L'individuazione delle aree non idonee è specificata attraverso le tabelle riportate nell'Allegato 9 alla D.G.R. n. 59/90 del 27/11/2020, le quali riportano, per i suddetti impianti e taglie individuate:

1. La tipologia di area o sito particolarmente sensibile e/o vulnerabile alle trasformazioni

territoriali o del paesaggio, suddivise rispetto all'assetto ambientale, paesaggistico e idrogeologico:

- ricadenti nell'elenco dell'Allegato 3 lett. f) del par. 17 del DM 10.9.2010
- ulteriori aree particolarmente sensibili e/o vulnerabili di interesse per la Regione Sardegna individuate da strumenti di pianificazione Regionale:
  - ✓ Piano Paesaggistico Regionale;
  - ✓ Piano Regionale di Qualità dell'Aria.

2. L'identificazione di tali aree e siti sensibili e/o vulnerabili nel territorio della Regione;
3. Il riferimento normativo d'individuazione dell'area o sito e/o le disposizioni volte alla tutela dell'area o sito;
4. La fonte dati per la definizione della localizzazione dell'area o sito (presenza di riferimenti cartografici e/o indicazioni delle fonti informative per il reperimento delle informazioni). Tali indicazioni e riferimenti sono indicativi, e necessitano di puntuale verifica anche in termini di aggiornamento.
5. L'individuazione della non idoneità dell'area o sito in funzione delle taglie e delle fonti energetiche e la descrizione delle incompatibilità riscontrate con gli obiettivi di protezione individuati per le aree medesime.

Il paragrafo 5 dell'Allegato 3 alla D.G.R. n. 59/90 nella Tabella 2, fornisce l'indicazione delle "aree brownfield", definite delle Linee Guida Ministeriali come "*aree già degradate da attività antropiche, pregresse o in atto, tra cui siti industriali, cave, discariche, siti contaminati*", le quali rappresentano aree preferenziali dove realizzare gli impianti da fonte rinnovabile, e la cui occupazione a tale scopo costituisce di per sé un elemento per la valutazione positiva del progetto.

L'Allegato 5 riporta ulteriori indirizzi specifici per la realizzazione di impianti eolici, ripresi dalle norme abrogate dalla suddetta D.G.R., sinteticamente elencati di seguito:

- indicazioni per la valorizzazione della risorsa eolica;
- vincoli e distanze da considerare nell'installazione di impianti eolici. In particolare, occorre verificare:
  - la distanza delle turbine dal perimetro dell'area urbana, pari ad almeno 500 m dall'"edificato urbano", così come definito dall'art. 63 delle NTA del PPR o, se più cautelativo, dal confine dell'area edificabile del centro abitato come definito dallo strumento urbanistico comunale in vigore al momento del rilascio dell'autorizzazione all'installazione;
  - la distanza della turbina dal confine di proprietà di una tanca, pari alla lunghezza del diametro del rotore, a meno che non risulti l'assenso scritto ad una distanza inferiore da parte del proprietario confinante;

- la distanza da strade provinciali o nazionali e da linee ferroviarie, superiore alla somma dell'altezza dell'aerogeneratore al mozzo e del raggio del rotore, più un ulteriore 10%;
- la distanza dell'elettrodotto AT dall'area urbana, pari ad almeno 1000m dall'"edificato urbano" così come definito dall'art. 63 delle NTA del PPR o, se più cautelativo, dal confine dell'area edificabile del centro abitato come definito dallo strumento urbanistico comunale in vigore al momento del rilascio dell'autorizzazione all'installazione;
- le distanze di rispetto dai beni paesaggistici e identitari.

- principi di valutazione paesaggistica ai fini della redazione dello Studio di Impatto Ambientale (SIA) e buone pratiche di progettazione;
- linee guida di inserimento del micro e mini-eolico nel territorio.

8.2.3.3 Rapporti tra il progetto e l'insieme dei piani e programmi internazionali e nazionali in materia energetica e di contrasto ai cambiamenti climatici

In relazione alla coerenza dell'intervento con il quadro della normativa e dei piani di settore si evidenzia come le opere proposte siano in totale sintonia con gli obiettivi globali di riduzione delle emissioni di gas-serra auspicati da protocolli internazionali adottati per contrastare i cambiamenti climatici, e dalle conseguenti politiche comunitarie e nazionali.

8.2.3.4 Relazioni con il progetto

Come evidenziato negli elaborati di progetto, la definizione delle scelte tecniche è stata preceduta da una attenta fase di studio e analisi finalizzata a conseguire, la più ampia aderenza del progetto, per quanto tecnicamente fattibile e laddove motivato da effettive esigenze di tutela ambientale e paesaggistica, ai criteri di localizzazione e buona progettazione degli impianti eolici individuati nella citata Deliberazione G.R. 59/90 del 2020.

La posizione sul terreno degli aerogeneratori (c.d. *lay-out* di impianto) ha tenuto in debita considerazione i numerosi condizionamenti di carattere tecnico-realizzativo e ambientale individuati nella predetta Deliberazione. Ciò con particolare riferimento ai seguenti aspetti:

- sostanziale osservanza delle mutue distanze tecnicamente consigliate tra le turbine, al fine di conseguire un più gradevole effetto visivo e minimizzare le perdite energetiche per effetto scia nonché gli effetti di turbolenza;
- distanze di rispetto delle turbine:
  - dal ciglio della viabilità provinciale e statale (SP 27 e SS 387);
  - dalle aree urbane, edifici residenziali o corpi aziendali ad utilizzazione agro-pastorale in cui sia stata accertata la presenza continuativa di personale in orario notturno, sempre

superiore ai 500 metri;

- da corpi aziendali ad utilizzazione agro-pastorale in cui sia stata accertata la presenza continuativa di personale in orario diurno, sempre superiore ai 300 metri;

- preservare il più possibile gli ambiti caratterizzati da maggiore integrità e naturalità, rappresentati nei settori a maggiore acclività dei territori comunali interessati;
- ottimizzare lo studio della viabilità di impianto contenendo, per quanto tecnicamente possibile, la lunghezza dei percorsi ed impostando i tracciati della viabilità di servizio in prevalenza su strade esistenti;
- privilegiare l'installazione degli aerogeneratori e lo sviluppo della viabilità di impianto entro aree stabili dal punto di vista geomorfologico e geologico-tecnico nonché su superfici a conformazione il più possibile regolare per contenere opportunamente le operazioni di movimento terra;
- contenere al minimo le interferenze con il reticolo idrografico superficiale, limitando, ove possibile, la sovrapposizione dei nuovi tracciati a elementi idrici denaturalizzati e/o di basso rango gerarchico.

Come si evince dall'esame della cartografia allegata, le interferenze rilevate tra gli interventi in esame e gli ulteriori dispositivi di tutela paesaggistica possono prevalentemente ricondursi alle opere lineari (elettrodotti interrati e in subordine viabilità esistente da adeguare o di nuova realizzazione) in riferimento a:

- "*Fiumi, torrenti e corsi d'acqua iscritti negli elenchi del testo unico delle disposizioni di legge sulle acque ed impianti elettrici, approvato con regio decreto 11 dicembre 1933, n. 1775, e le relative sponde o piedi degli argini per una fascia di 150 metri ciascuna"* (Art. 142 comma 1 lettera c) in corrispondenza di alcuni tratti di cavidotto MT a 30 kV interrato sovrapposti alle fasce di tutela del "*Riu Bentinoi", "Fiume Flumendosa", "Riu s'Accu sa Priscedda" e "Riu di Sassuni"*. Al riguardo, si evidenzia come il suddetto tracciato risulti impostato in stretta aderenza alla viabilità esistente.*"*
- "*Fiumi, torrenti e corsi d'acqua iscritti negli elenchi del testo unico delle disposizioni di legge sulle acque ed impianti elettrici, approvato con regio decreto 11 dicembre 1933, n. 1775, e le relative sponde o piedi degli argini per una fascia di 150 metri ciascuna"* (Art. 142 comma 1 lettera c del Codice Urbani) relativamente limitate sovrapposizioni di brevi tratti viabilità da adeguare in corrispondenza del "*Riu Cannas*".
- *"Fiumi torrenti e corsi d'acqua e relative sponde o piedi degli argini, per una fascia di 150 metri ciascuna, e sistemi fluviali, riparali, risorgive e cascate, ancorché temporanee"* (art. 17 comma 3 lettera h N.T.A. P.P.R.) relativamente ad alcune porzioni del tracciato del cavidotto MT a 30 kV, interamente in fregio alla viabilità esistente e /o di progetto, in corrispondenza del *"Riu Cannas", "S'Arrongiu S'Arrizzolu", "Arrizzolu de Arrularis", "Riu Bentinoi", "Riu su Gaffu", "Fiume Flumendosa", "Riu Pallaxi", "Riu Caddaxialus", "Riu Perda Seddai", "Riu Terra", "Riu s'Accu sa Priscedda", "Riu Pauli Longi", "Riu Abbelada"*.

A tale riguardo assumono rilevanza le disposizioni dell'Allegato A al DPR 31/2017 che esclude dall'obbligo di acquisire l'autorizzazione paesaggistica alcune categorie di interventi, tra cui gli elettrodotti realizzati in cavo interrato.

- Alcuni tratti di viabilità e relativo cavidotto interrato, sovrapponentisi localmente con *"Fiumi torrenti e corsi d'acqua e relative sponde o piedi degli argini, per una fascia di 150 metri ciascuna, e sistemi fluviali, riparali, risorgive e cascate, ancorché temporanee"* (art. 17 comma 3 lettera h N.T.A. P.P.R.) in corrispondenza del "*Fossu Massa*" e "Riu Cannas" (viabilità da adeguare e cavidotto MT a 30kV) e del "*Riu Pixina is Crois*" (limitati tratti di viabilità da adeguare, di nuova realizzazione e relativo cavidotto MT a 30kV interrato).
- In relazione alla sovrapposizione di limitati tratti di cavidotto MT a 30kV, ivi impostato su viabilità esistente, si segnala la sovrapposizione con aree gravate da usi civici, in Comune di Escalaplano (Foglio 20 Particella 449), Esterzili (Foglio 34 Particella 9) e Seui (Foglio 57 Particella 7, Foglio 58 Particella 8 e Foglio 58 Particella 7). Corre l'obbligo sottolineare che tale intervento è esentato dall'acquisire l'autorizzazione paesaggistica (Allegato A al DPR 31/2017). Inoltre, possono trovare applicazione le seguenti disposizioni di semplificazione amministrativa in materia di infrastrutture elettriche (articolo 31-bis comma 1, lettera a del D.L. 17/2022): "1-ter. *Fermo restando il rispetto della normativa paesaggistica, si intendono di norma compatibili con l'esercizio dell'uso civico gli elettrodotti di cui all'articolo 52-quinquies, comma 1, fatta salva la possibilità che la regione, o un comune da essa delegato, possa esprimere caso per caso una diversa valutazione, con congrua motivazione, nell'ambito del procedimento autorizzativo per l'adozione del provvedimento che dichiara la pubblica utilità dell'infrastruttura*".
- Sulla base dei rilievi specialistici eseguiti (cfr. Elaborato FORI-SNG-RA7_Relazione floristico vegetazionale), parte delle piazzole di cantiere (T2, T4, T5, T6, T7, T8, T10, T11 e T12), parte della viabilità di nuova realizzazione e in adeguamento dell'intero sito sono assimilabili alla definizione di "bosco e aree assimilate" secondo la Legge Regionale n. 5 del 27/04/2016 "Legge forestale della Sardegna".

  Non essendo disponibile uno strato informativo "certificato" delle aree coperte da foreste e da boschi paesaggisticamente tutelati (art.142 comma 1 lettera g del Codice Urbani) si ritiene, in ogni caso, che l'eventuale ascrizione di alcune porzioni delle aree di intervento alla suddetta categoria di bene paesaggistico debba essere necessariamente ricondotta alle competenze del Corpo forestale e di vigilanza ambientale, a cui sono attribuiti compiti di vigilanza, prevenzione e repressione di comportamenti e attività illegali in campo ambientale.

- Relativamente all'Assetto Storico-Culturale:
  - le installazioni eoliche e le opere accessorie si collocano interamente all'esterno del buffer di 100m da manufatti di valenza storico-culturale cartografati dal P.P.R. (artt. 47, 48, 49, 50 N.T.A.) nonché esternamente ai siti archeologici per i quali sussista un vincolo di tutela ai sensi della L. 1089/39 e del D.Lgs. 42/04 art. 10.

- Limitatamente al solo tracciato del cavidotto MT a 30kV, ivi impostato su viabilità esistente, si riscontra la sovrapposizione con buffer di tutela paesaggistica di 100m da beni e manufatti di valenza storico culturale, così come cartografati dal PPR, in prossimità di "*Nuraghe 'e Genna Piccinu*"
  Corre l'obbligo sottolineare che tali interventi sono progettati in stretta aderenza alla viabilità esistente e che le sovrapposizioni risultano essere marginali rispetto alle aree tutelate. A tal proposito assumono rilevanza le disposizioni dell'Allegato A al DPR 31/2017, che esclude dall'obbligo di acquisire l'autorizzazione paesaggistica alcune categorie di interventi, tra cui le opere di connessione realizzate in cavo interrato.

- Relativamente all'Assetto Storico-Culturale, le opere ricadono in "Aree di insediamento produttivo di interesse storico-culturale", classificate come beni identitari ai sensi degli artt. 9, 57, 58 e 59 delle N.T.A., riconducibili alla fattispecie delle "*Aree dell'organizzazione mineraria*" (in riferimento esclusivamente alle turbine T1, T2, T3, T4, T5 e T12) e del "Parco Geominerario Ambientale e Storico della Sardegna". Rispetto a questa circostanza è da ritenere che le opere proposte, ben distanti dai principali luoghi della memoria mineraria, non contrastino con la prescrizione di cui all'art. 58 delle NTA del PPR, che vieterebbe *di alterare le caratteristiche essenziali* del suddetto bene identitario territoriale.
  L'intervento non sottrae significative porzioni di superficie agricola e non interferisce in modo apprezzabile con le pratiche agricole in essere nel territorio in esame.

A fronte delle segnalate circostanze, ai sensi dell'art. 146, comma 3 del D.Lgs. 42/04 e come previsto dall'art. 23 del TUA, il progetto e l'istanza di VIA sono corredati dalla relazione paesaggistica (Elaborato FORI-SNG-RA5) ai fini del conseguimento della relativa autorizzazione.

Le postazioni T9 e T11 e l'area di cantiere, relativa viabilità di collegamento e cavidotto MT a 30kV, ivi interrato, ricadono in aree soggette a vincolo idrogeologico ai sensi del R.D.L. 3267/1923; in tale senso, sarà richiesta una preventiva autorizzazione da parte del competente Corpo Forestale di Vigilanza ambientale.

Relativamente al settore d'intervento, non si segnalano interferenze tra le postazioni eoliche e le aree cartografate a pericolosità idraulica.

Limitati tratti di cavidotto MT a 30kV interrato e viabilità da adeguare, si sovrappongono con aree a pericolosità idraulica, con grado di rischio maggiore Hi4 (molto elevato).

Per le finalità della progettazione è di interesse, inoltre, la disciplina all'art. 30ter della NTA del PAI che stabilisce che "*per i singoli tratti dei corsi d'acqua appartenenti al reticolo idrografico dell'intero territorio regionale di cui all'articolo 30 quarter, per i quali non siano state ancora determinate le aree*

di pericolosità idraulica, con esclusione dei tratti le cui aree di esondazione sono state determinate con il solo criterio geomorfologico di cui all'articolo 30 bis, quale misura di prima salvaguardia finalizzata alla tutela della pubblica incolumità, è istituita una fascia su entrambi i lati a partire dall'asse, di profondità L variabile in funzione dell'ordine gerarchico del singolo tratto"; per tali aree valgono le prescrizioni delle aree a pericolosità idraulica molto elevata – Hi4.

In riferimento ai predetti aspetti, si segnalano locali sovrapposizioni delle opere con porzioni del reticolo idrografico sottostante alla disciplina dell'art. 30 ter del PAI in riferimento a: strade da adeguare e brevi tratti di cavidotto MT a 30kV.

In riferimento agli **elettrodotti**, considerando la disciplina relativa alle aree a pericolosità idraulica Hi4 – Molto elevata (art. 27 delle NTA del PAI) è ammessa, tra gli altri, la realizzazione di interventi a rete o puntuali, pubblici o di interesse pubblico, tra cui allacciamenti a reti principali e nuovi sottoservizi a rete interrati lungo tracciati stradali esistenti, ed opere connesse compresi i nuovi attraversamenti (art. 27 comma 3 lettera h).

Nel caso di **condotte e di cavidotti,** non è richiesto lo studio di compatibilità idraulica di cui all'articolo 24 delle suddette norme "*qualora sia rispettata (n.d.r. così come previsto in progetto) la condizione che tra piano di campagna e estradosso ci sia almeno un metro di ricoprimento, che eventuali opere connesse emergano dal piano di campagna per un'altezza massima di 1m e che il soggetto attuatore provveda a sottoscrivere un atto con il quale si impegna a rimuovere a proprie spese tali elementi qualora sia necessario per la realizzazione di opere di mitigazione del rischio idraulico*".

In riferimento **all'adeguamento delle strade esistenti**, atte all'ottimale conduzione del cantiere, tali interventi sono ammessi ai sensi dell'art. 27, comma 3 lettera a, che recita:

"*in materia di infrastrutture a rete o puntuali pubbliche o di interesse pubblico, comprese le opere provvisionali temporanee funzionali agli interventi, nelle aree di pericolosità idraulica molto elevata sono consentiti esclusivamente:*

[OMISSIS]

Gli interventi di manutenzione ordinaria;

gli interventi di manutenzione straordinaria;"

per tali interventi non è richiesto lo studio di compatibilità idraulica (art. 27, comma 6). Al comma 4, lettera a., del medesimo articolo, inoltre, si sottolinea che:

"*nelle aree di pericolosità idraulica molto elevata resta comunque sempre vietato realizzare:*

Strutture e manufatti mobili e immobili, ad eccezione di quelli a carattere provvisorio o precario indispensabili per la conduzione dei cantieri e specificatamente ammessi dalle presenti norme".

Limitati tratti di cavidotto interrato MT a 30kV si sovrappongono ad aree a pericolosità da frana elevata – Hg4.

Per quanto riguarda i **cavidotti interrati**, considerando la disciplina più restrittiva, quella dell'Hg4, "*in materia di infrastrutture a rete o puntuali pubbliche o di interesse pubblico*" gli interventi in progetto sono ammessi in quanto sono espressamente consentiti:

"*allacciamenti a reti principali e nuovi sottoservizi a rete interrati lungo tracciati stradali esistenti, ed opere connesse compresi i nuovi attraversamenti*" (art. 31, comma 3 lettera e)). Per tali interventi è richiesto lo studio di compatibilità geologica e geotecnica.

Non si segnalano interferenze tra le aree di sedime delle postazioni eoliche ed il Piano summenzionato.

Si evidenzia un'unica sovrapposizione del cavidotto interrato MT a 30kV, ivi impostato su viabilità esistente, con fasce cartografate dal PSFF aventi livello di pericolosità idraulica massimo "Hi4".

In riferimento all'ammissibilità delle opere ai sensi delle NTA del PAI valgono le considerazioni più sopra riportate circa la possibilità di realizzare interventi a rete o puntuali, pubblici o di interesse pubblico, tra cui allacciamenti a reti principali e nuovi sottoservizi a rete interrati lungo tracciati stradali esistenti, ed opere connesse compresi i nuovi attraversamenti (art. 27 comma 3 lettera h NTA PAI).

8.3 Norme e indirizzi di tutela ambientale e paesaggistica

8.3.1 Vincolo idrogeologico

Il vincolo idrogeologico è istituito e normato con il Regio Decreto n. 3267 del 30 dicembre 1923 e il successivo regolamento di attuazione R.D. 1126/1926.

Il Regio Decreto rivolge particolare attenzione alla protezione dal dissesto idrogeologico, soprattutto nei territori montani, ed istituisce il vincolo idrogeologico come strumento di prevenzione e difesa del suolo, limitando il territorio ad un uso conservativo.

Le aree sottoposte a vincolo idrogeologico corrispondono ai territori delimitati ai sensi del Regio Decreto nei quali gli interventi di trasformazione sono subordinati ad autorizzazione.

L'art. 7 del R.D.L. 3267 postula un divieto di effettuare le seguenti attività:

1. trasformazione dei boschi in altre qualità di coltura;

2. trasformazione dei terreni saldi in terreni soggetti a periodica lavorazione.

Relativamente agli interventi in progetto, come evidenziato in Figura 8.8, le postazioni T9 e T11 e l'area di cantiere, relativa viabilità di collegamento e cavidotto MT a 30kV, ivi interrato, ricadono in aree soggette a vincolo idrogeologico ai sensi del R.D.L. 3267/1923; in tale senso, sarà richiesta una preventiva autorizzazione da parte del competente Corpo Forestale di Vigilanza ambientale.

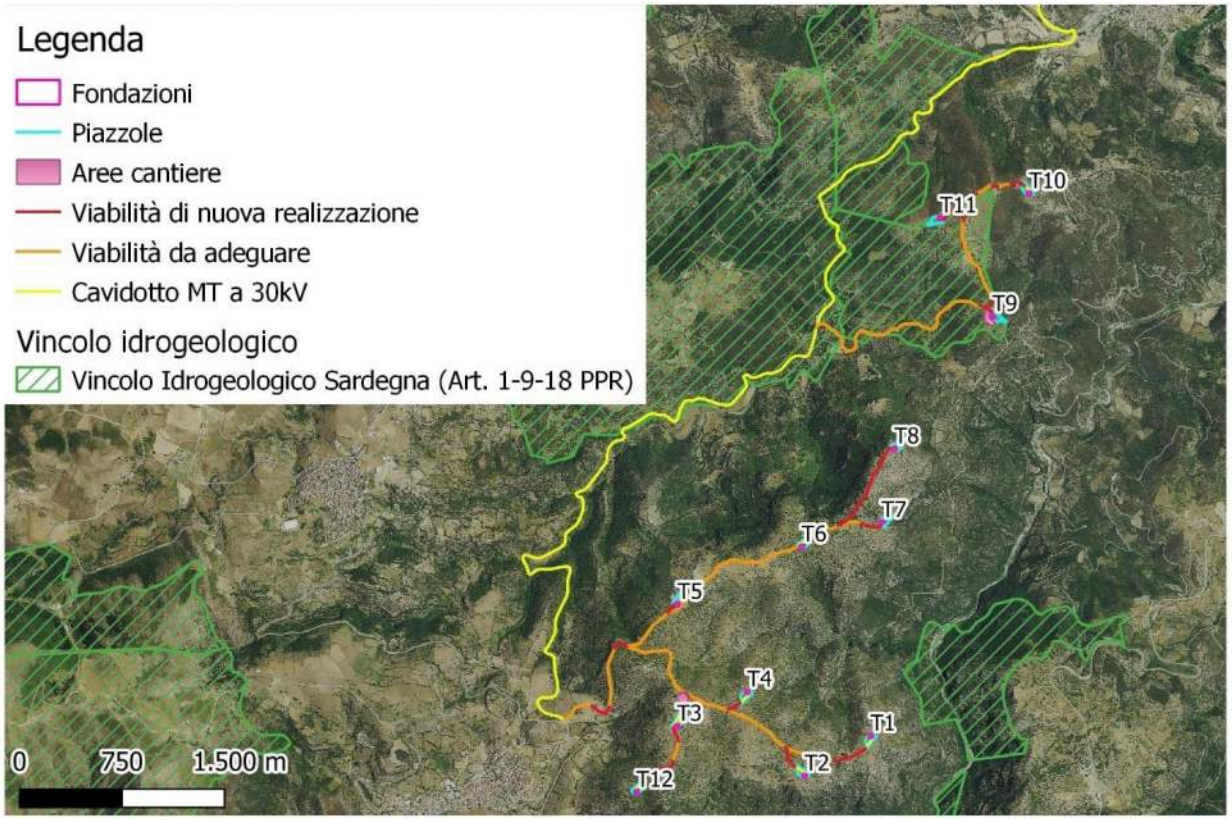


Figura 8.8: Individuazione delle aree sottoposte a vincolo idrogeologico rispetto agli aerogeneratori in progetto

8.3.2 Codice dei beni culturali e del paesaggio (D.Lgs. 42/2004 e ss.mm.ii.)

Il Capo I del Codice dei beni culturali e del paesaggio (D.Lgs. 42/04), nel definire il paesaggio come "*una parte omogenea di territorio i cui caratteri derivano dalla natura, dalla storia umana o dalle reciproche interrelazioni*", ha posto le basi per la cooperazione tra le amministrazioni pubbliche. Gli indirizzi e i criteri sono rivolti a perseguire gli obiettivi della salvaguardia e della reintegrazione dei valori del paesaggio, anche nella prospettiva dello sviluppo sostenibile.

In questo quadro le Regioni sono tenute, pertanto, a garantire che il paesaggio sia adeguatamente tutelato e valorizzato e, di conseguenza, a sottoporre ad una specifica normativa d'uso il territorio, approvando i piani paesaggistici, ovvero i piani urbanistico territoriali, concernenti l'intero territorio regionale.

L'art. 134 del Codice individua come beni paesaggistici:

- *Gli immobili e le aree di notevole interesse pubblico*. Sono le c.d. bellezze naturali già disciplinate dalla legge 1497/1939 (bellezze individue e d'insieme), ora elencate nell'art. 136, tutelate vuoi per il loro carattere di bellezza naturale o singolarità geologica, vuoi per il loro pregio e valore estetico-tradizionale.
- *Le aree tutelate per legge*: sono i beni già tutelati dalla c.d. Legge Galasso (431/1985), individuati per tipologie territoriali, indipendentemente dal fatto che ad essi inerisca un particolare valore estetico o pregio (art. 142), con esclusione del paesaggio urbano da questa forma di tutela.

— *Gli ulteriori immobili ed aree specificamente individuati a termini dell'art. 136 e sottoposti a tutela dai piani paesaggistici previsti*: è questa un'importante novità del Codice. In precedenza, i piani paesistici disciplinavano, infatti, beni già sottoposti a tutela.

L'articolo 136 del Codice contiene, dunque, la classificazione dei beni paesaggistici che sono soggetti alle disposizioni di tutela per il loro notevole interesse pubblico, di seguito elencati:

a) le cose immobili che hanno cospicui caratteri di bellezza naturale, singolarità geologica o memoria storica, ivi compresi gli alberi monumentali;
b) le ville, i giardini e i parchi, non tutelati dalle disposizioni della Parte seconda del codice, che si distinguono per la loro non comune bellezza;
c) i complessi di cose immobili che compongono un caratteristico aspetto avente valore estetico e tradizionale, inclusi i centri ed i nuclei storici;
d) le bellezze panoramiche e così pure quei punti di vista o di belvedere, accessibili al pubblico, dai quali si goda lo spettacolo di quelle bellezze.

L'articolo 142 sottopone, inoltre, alla legislazione di tutela paesaggistica, fino all'approvazione del piano paesaggistico adeguato alle nuove disposizioni, anche i seguenti beni:

a) i territori costieri compresi in una fascia della profondità di 300 metri dalla linea di battigia, anche per i terreni elevati sul mare;
b) i territori contermini ai laghi compresi in una fascia della profondità di 300 metri dalla linea di battigia, anche per i territori elevati sui laghi;
c) i fiumi, i torrenti, i corsi d'acqua iscritti negli elenchi previsti dal testo unico delle disposizioni di legge sulle acque ed impianti elettrici, approvato con regio decreto 11 dicembre 1933, n. 1775, e le relative sponde o piedi degli argini per una fascia di 150 metri ciascuna;
d) le montagne per la parte eccedente 1.600 metri sul livello del mare per la catena alpina e 1.200 metri sul livello del mare per la catena appenninica e per le isole;
e) i ghiacciai e i circhi glaciali;
f) i parchi e le riserve nazionali o regionali, nonché i territori di protezione esterna dei parchi;
g) i territori coperti da foreste e da boschi, ancorché percorsi o danneggiati dal fuoco, e quelli sottoposti a vincolo di rimboschimento, come definiti dall'articolo 2 commi 2 e 6, del decreto legislativo 18 maggio 2001, n. 227;
h) le aree assegnate alle università agrarie e le zone gravate da usi civici;
i) le zone umide incluse nell'elenco previsto dal decreto del Presidente della Repubblica 13 marzo 1976, n. 448;
j) i vulcani;
k) le zone di interesse archeologico.

Al piano paesaggistico è assegnato il compito di ripartire il territorio in ambiti omogenei, in funzione

delle caratteristiche naturali e storiche, e in relazione al livello di rilevanza e integrità dei valori paesaggistici: da quelli di elevato pregio fino a quelli significativamente compromessi o degradati.

L'articolo 146 ha riscritto completamente la procedura relativa all'autorizzazione per l'esecuzione degli interventi sui beni sottoposti alla tutela paesaggistica, precisandone meglio alcuni aspetti rispetto alla previgente normativa contenuta nel Testo Unico.

Nel premettere che i proprietari, i possessori o i detentori degli immobili e delle aree sottoposti alle disposizioni relative alla tutela paesaggistica non possono distruggerli, né introdurvi modifiche che rechino pregiudizio ai valori paesaggistici oggetto di protezione, il Legislatore ha confermato l'obbligo di sottoporre all'Ente preposto alla tutela del vincolo i progetti delle opere di qualunque genere che intendano eseguire, corredati della documentazione necessaria alla verifica di compatibilità paesaggistica. Tale documentazione è stata oggetto di apposita individuazione, con decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 12.12.2005, assunto d'intesa con la Conferenza Stato-Regioni.

La domanda di autorizzazione dell'intervento dovrà contenere la descrizione:

a) dell'indicazione dello stato attuale del bene;
b) degli elementi di valore paesaggistico presenti;
c) degli impatti sul paesaggio delle trasformazioni proposte e degli elementi di mitigazione e di compensazione necessari.

In riferimento ai rapporti del progetto con i beni di cui alla Parte Terza del Codice Urbani si segnala la sovrapposizione di alcuni tratti di cavidotto MT interrato con la categoria dei "*Fiumi, torrenti e corsi d'acqua iscritti negli elenchi del testo unico delle disposizioni di legge sulle acque ed impianti elettrici, approvato con regio decreto 11 dicembre 1933, n. 1775, e le relative sponde o piedi degli argini per una fascia di 150 metri ciascuna"* (Art. 142 comma 1 lettera c) in corrispondenza del "*Riu Bentinoi", "Fiume Flumendosa", "Riu s'Accu sa Priscedda" e "Riu di Sassuni"*. Al riguardo, si evidenzia come il suddetto tracciato risulti impostato in stretta aderenza alla viabilità esistente.

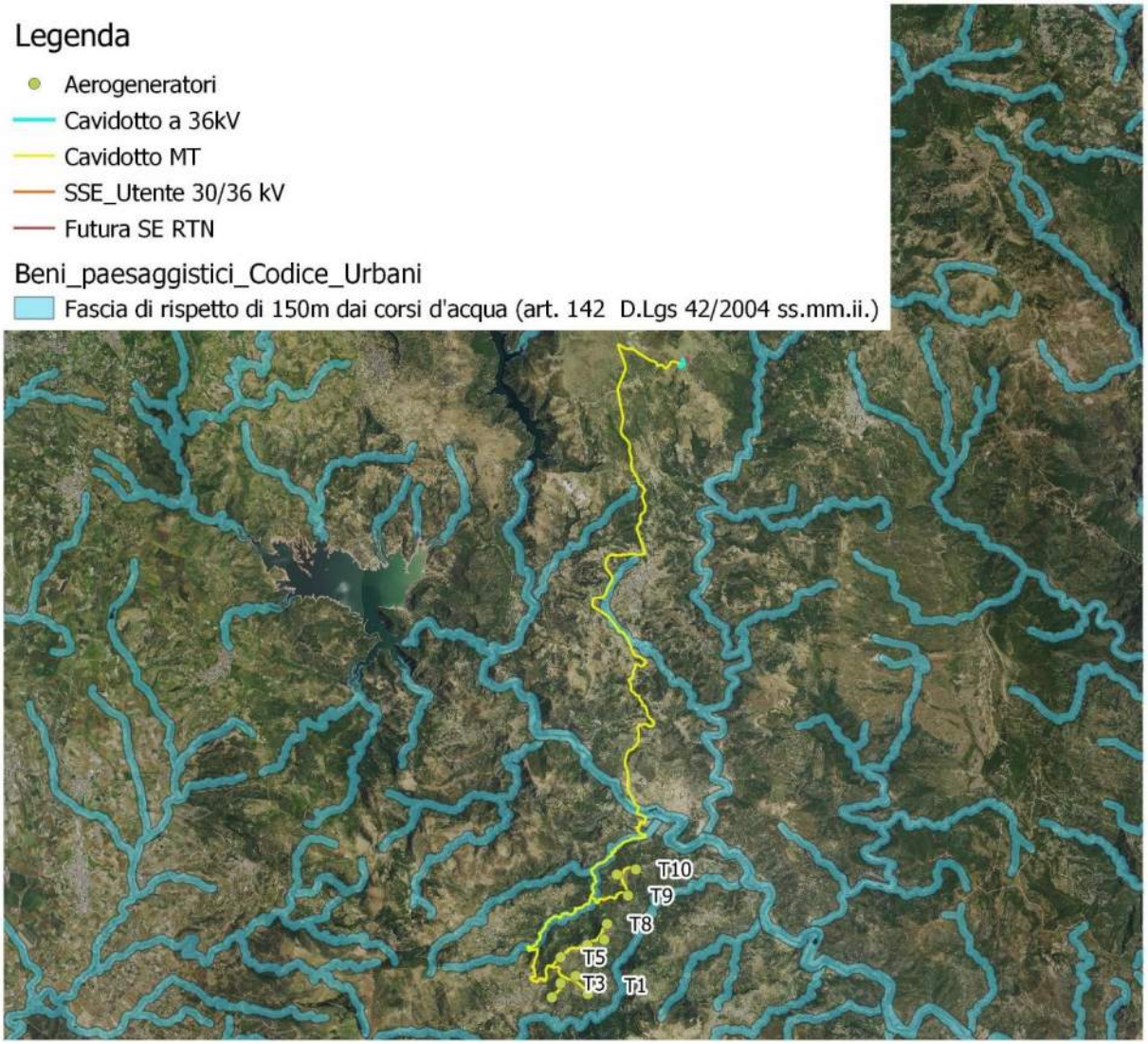


Figura 8.9 - Sovrapposizione con fascia di 150 metri di tutela paesaggistica (Art. 142 comma 1 lettera c) in corrispondenza di alcuni tratti di elettrodotto interrato "

A tal proposito assumono rilevanza le disposizioni dell'Allegato A al DPR 31/2017, che esclude dall'obbligo di acquisire l'autorizzazione paesaggistica alcune categorie di interventi, tra cui le opere di connessione realizzate in cavo interrato.

Si segnalano, inoltre, limitate sovrapposizioni di brevi tratti viabilità da adeguare con "*Fiumi, torrenti e corsi d'acqua iscritti negli elenchi del testo unico delle disposizioni di legge sulle acque ed impianti elettrici, approvato con regio decreto 11 dicembre 1933, n. 1775, e le relative sponde o piedi degli argini per una fascia di 150 metri ciascuna"* (Art. 142 comma 1 lettera c) in corrispondenza del "Riu Cannas" (Figura 8.10).

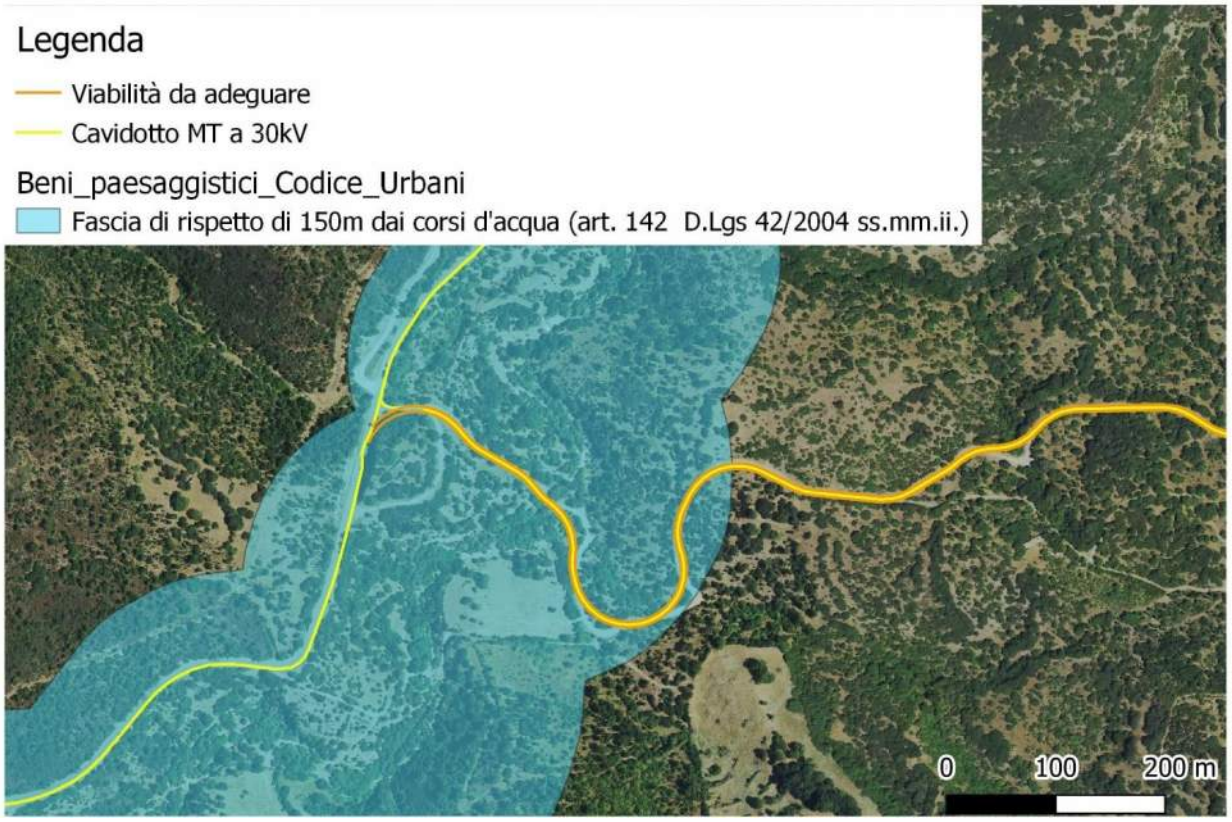


Figura 8.10 - Sovrapposizione con fascia di 150 metri di tutela paesaggistica (Art. 142 comma 1 lettera c) in corrispondenza di alcuni tratti di viabilità in progetto

A tal proposito si evidenzia che si tratta di limitatissime operazioni di adeguamento della viabilità esistente, finalizzate ad assicurare il regolare transito dei mezzi eccezionali trasportanti la componentistica di montaggio degli aerogeneratori.

Sulla base dei rilievi specialistici eseguiti (cfr. Elaborato FORI-SNG-RA7_Relazione floristico vegetazionale), parte delle piazzole di cantiere (T2, T4, T5, T6, T7, T8, T10, T11 e T12), parte della viabilità di nuova realizzazione e in adeguamento dell'intero sito sono assimilabili alla definizione di "bosco e aree assimilate" secondo la Legge Regionale n. 5 del 27/04/2016 "Legge forestale della Sardegna".

Non essendo disponibile uno strato informativo "certificato" delle aree coperte da foreste e da boschi paesaggisticamente tutelati (art.142 comma 1 lettera g del Codice Urbani) si ritiene, in ogni caso, che l'eventuale ascrizione di alcune porzioni delle aree di intervento alla suddetta categoria di bene paesaggistico debba essere necessariamente ricondotta alle competenze del Corpo forestale e di vigilanza ambientale, a cui sono attribuiti compiti di vigilanza, prevenzione e repressione di comportamenti e attività illegali in campo ambientale.

8.3.3 Il Piano Paesaggistico Regionale (P.P.R.)

8.3.3.1 Impostazione generale del P.P.R.

Con Decreto del Presidente della Regione n. 82 del 7 settembre 2006 è stato approvato in via definitiva il Piano Paesaggistico Regionale, Primo ambito omogeneo - Area Costiera, in ottemperanza a quanto disposto dall'articolo 11 della L.R. 22 dicembre 1989, n. 45, modificato dal comma 1 dell'articolo 2 della L.R. 25.11.2004, n. 8.

Il Piano è entrato in vigore a decorrere dalla data di pubblicazione sul Bollettino Regionale (BURAS anno 58 n. 30 dell'8 settembre 2006).

Attraverso il Piano Paesaggistico Regionale, di seguito denominato P.P.R., la Regione riconosce i caratteri, le tipologie, le forme e gli innumerevoli punti di vista del paesaggio sardo, costituito dalle interazioni della naturalità, della storia e della cultura delle popolazioni locali, intese come elementi fondamentali per lo sviluppo, ne disciplina la tutela e ne promuove la valorizzazione.

Il Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio (D.Lgs. 42/04) ha introdotto numerosi requisiti e caratteristiche obbligatorie in ordine ai contenuti dei Piani Paesaggistici; detti requisiti rappresentano, pertanto, dei punti fermi del Piano Paesaggistico Regionale (P.P.R.), configurandolo come strumento certamente innovativo rispetto ai previgenti atti di pianificazione urbanistica regionale (P.T.P. di cui alla L.R. 45/89).

Una prima caratteristica di novità concerne l'ambito territoriale di applicazione del piano paesaggistico che deve essere riferito all'intero territorio regionale. Il comma 1 dell'art. 135 del Codice stabilisce, infatti, che "*Lo Stato e le regioni assicurano che tutto il territorio sia adeguatamente conosciuto, salvaguardato, pianificato e gestito in ragione dei differenti valori espressi dai diversi contesti che lo costituiscono. A tale fine le regioni sottopongono a specifica normativa d'uso il territorio mediante piani paesaggistici, ovvero piani urbanistico-territoriali con specifica considerazione dei valori paesaggistici, entrambi di seguito denominati: "piani paesaggistici".* Con tali presupposti il P.P.R. si configura come "*piano urbanistico-territoriale con specifica considerazione dei valori paesaggistici*." In questo senso il P.P.R. viene assunto, nella sua valenza urbanistica, come strumento sovraordinato della pianificazione del territorio, con i suoi contenuti descrittivi, prescrittivi e propositivi (art. 143, comma 3, del Codice e art. 2, comma 2, delle NTA). La Regione, quindi, nell'esercizio della sua competenza legislativa primaria in materia di urbanistica, definisce ed approva il P.P.R., che, oltre agli obiettivi ed alle funzioni che gli sono conferiti dal Codice, diventa la cornice ed il quadro programmatico della pianificazione del territorio regionale.

Conformemente a quanto prescritto dal D.Lgs. 42/04, nella sua scrittura antecedente al D.Lgs. 63/2008, il P.P.R. individua i beni paesaggistici, classificandoli in (art. 6 delle NTA, commi 2 e 3):

- beni paesaggistici individui, cioè quelle categorie di beni immobili i cui caratteri di individualità ne permettono un'identificazione puntuale;
- beni paesaggistici d'insieme, cioè quelle categorie di beni immobili con caratteri di diffusività

spaziale composti da una pluralità di elementi identitari coordinati in un sistema territoriale relazionale.

I beni paesaggistici individui sono quelli che il Codice definisce "immobili, (identificati con specifica procedura ai sensi dell'art. 136), tutelati vuoi per il loro carattere di bellezza naturale o singolarità geologica, vuoi per il loro pregio e valore estetico-tradizionale; nonché le aree tutelate per legge ai sensi dell'art. 142 (beni già tutelati dalla Legge Galasso 431/85) e gli immobili e le aree sottoposti a tutela dai piani paesaggistici ai sensi del comma 1, lettera i, dell'art. 143 del Codice Urbani. Nell'attuale riscrittura del Codice, peraltro, il Piano Paesaggistico può individuare ulteriori immobili od aree, di notevole interesse pubblico a termini dell'articolo 134, comma 1, lettera c), procedere alla loro delimitazione e rappresentazione in scala idonea alla identificazione, nonché alla determinazione delle specifiche prescrizioni d'uso, a termini dell'articolo 138.

I beni paesaggistici d'insieme sono le "aree" identificate ai sensi dei medesimi articoli.

Per quanto riguarda le categorie di immobili ed aree individuati dal P.P.R. ai sensi della prima versione dell'art. 143, questi necessitano di particolari misure di salvaguardia, gestione ed utilizzazione (comma 2, lettera b, dell'art. 8 delle NTA, e comma 1, lettera i, dell'art. 143 del Codice).

Ciò che differenzia le aree e gli immobili che costituiscono beni paesaggistici ai sensi degli artt. 142 e 143 del Codice e quelli di cui all'articolo 136, è che per questi ultimi è necessaria apposita procedura di dichiarazione di interesse pubblico. I beni di cui all'art. 142 sono individuati senza necessità di questa procedura mentre gli ulteriori immobili od aree, di notevole interesse pubblico a termini dell'articolo 134, di cui al comma 1, lettera d, dell'art. 143, possono essere individuati solamente all'interno del piano paesaggistico.

Il P.P.R. si applica, nella sua attuale stesura, solamente agli ambiti di paesaggio costieri, individuati nella cartografia del P.P.R., secondo l'articolazione in assetto ambientale, assetto storico-culturale e assetto insediativo. Per gli ambiti di paesaggio costieri, che sono estremamente importanti per la Sardegna poiché costituiscono un'importante risorsa potenziale di sviluppo economico legato al turismo connesso al mare ed alle aree costiere, il P.P.R. detta una disciplina transitoria rigidamente conservativa, e un futuro approccio alla pianificazione ed alla gestione delle zone marine e costiere basato su una prassi concertativa tra Comuni costieri, Province e Regione.

Peraltro, i beni paesaggistici ed i beni identitari individuati e tipizzati dal P.P.R., pur nei limiti delle raccomandazioni sancite da alcune sentenze di Tribunale Amministrativo Regionale, sono comunque soggetti alla disciplina del Piano, indipendentemente dalla loro localizzazione o meno negli ambiti di paesaggio costiero (art. 4, comma 5 NTA).

8.3.3.2 Esame delle interazioni tra la disciplina del P.P.R. e le opere proposte ed analisi di coerenza

Per quanto riguarda specificamente il territorio interessato dalle postazioni eoliche, lo stesso risulta esterno agli ambiti di paesaggio costiero così come individuati nella Tavola 1.1 allegata al P.P.R. (Figura 8.11).

L'inquadramento delle opere ricade nelle Tavole in scala 1: 50.000, allegate al P.P.R., identificate come Foglio 549 e 548. Detti inquadramenti sono riportati nell'Elaborato FORI-SNG-RA5-3 e, in scala ridotta, nella Figura 8.12.

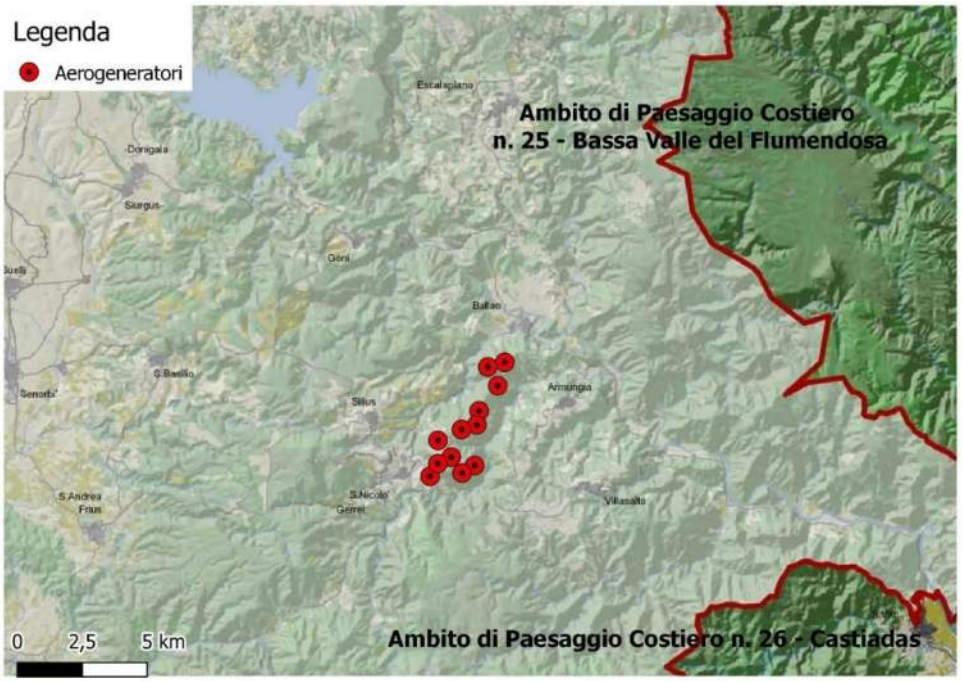


Figura 8.11 – Stralcio Tav. 1.1 P.P.R e aerogeneratori di progetto

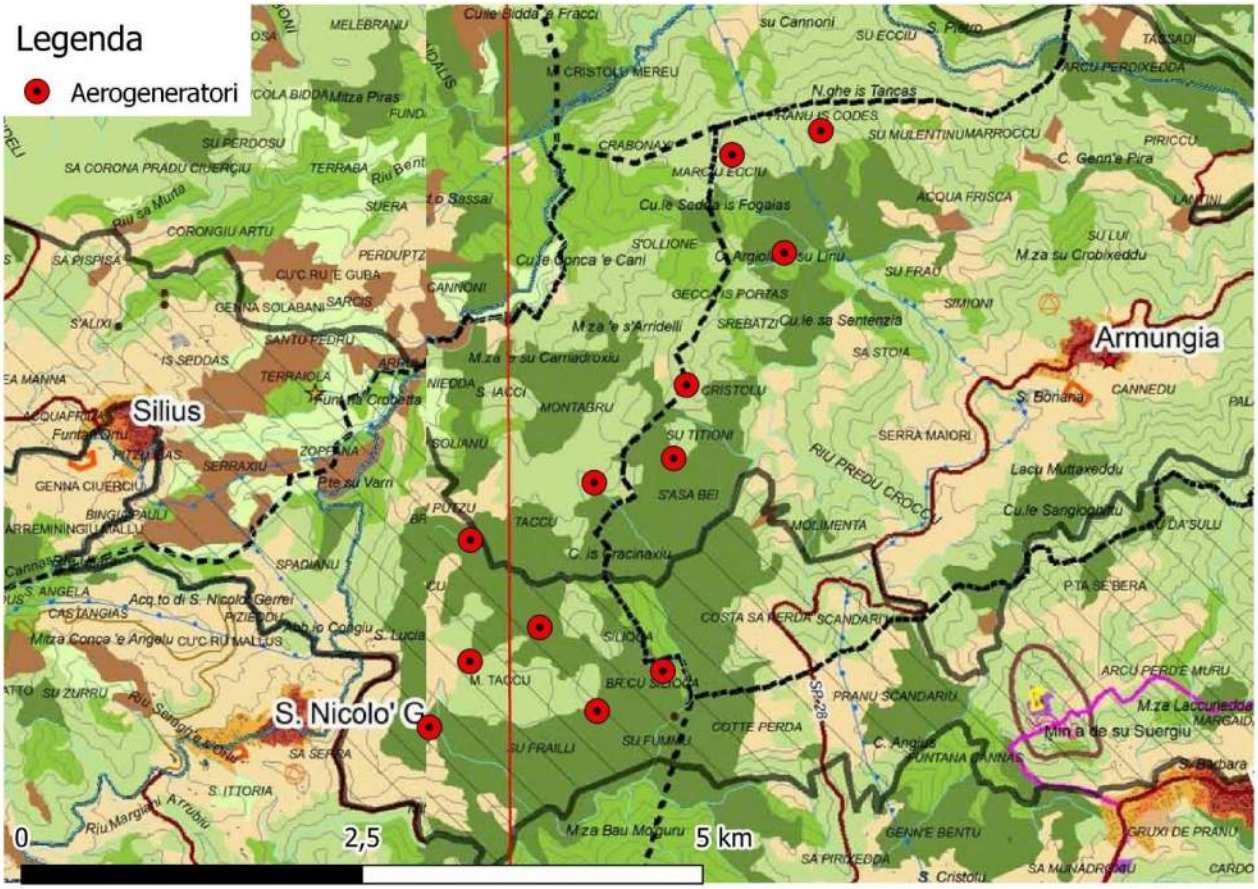


Figura 8.12 - Sovrapposizione dell'area di progetto con lo Stralcio PPR

L'analisi delle interazioni tra il P.P.R. e l'intervento proposto, condotta attraverso l'ausilio degli strati informativi pubblicati sullo specifico portale istituzionale della Regione Sardegna (www.sardegnageoportale.it), ha consentito di porre in evidenza quanto segue:

- L'intervento, incluso nel sistema delle infrastrutture ("centrali, stazioni e linee elettriche", artt. 102, 103, 104 N.T.A. P.P.R.) interessa cartograficamente le seguenti categorie di beni paesaggistici di cui all'Art. 17 delle N.T.A. del P.P.R.:
  - <u>Cavidotti interrati</u>
    - *"Fiumi torrenti e corsi d'acqua e relative sponde o piedi degli argini, per una fascia di 150 metri ciascuna, e sistemi fluviali, riparali, risorgive e cascate, ancorché temporanee"* (art. 17 comma 3 lettera h N.T.A. P.P.R.) relativamente ad alcune porzioni del tracciato del cavidotto MT a 30 kV, interamente in fregio alla viabilità esistente e /o di progetto, in corrispondenza del *"Riu Cannas", "S'Arrongiu S'Arrizzolu", "Arrizzolu de Arrularis", "Riu Bentinoi", "Riu su Gaffu", "Fiume Flumendosa", "Riu Pallaxi", "Riu Caddaxialus", "Riu Perda Seddai", "Riu Terra", "Riu s'Accu sa Priscedda", "Riu Pauli Longi", "Riu Abbelada"*.

A tale riguardo assumono rilevanza le disposizioni dell'Allegato A al DPR 31/2017 che esclude dall'obbligo di acquisire l'autorizzazione paesaggistica alcune categorie di interventi, tra cui gli elettrodotti realizzati in cavo interrato.

- Viabilità di progetto e relativi tratti di cavidotti interrati
  - Alcuni tratti di viabilità e relativo cavidotto interrato si sovrappongono localmente con *"Fiumi torrenti e corsi d'acqua e relative sponde o piedi degli argini, per una fascia di 150 metri ciascuna, e sistemi fluviali, riparali, risorgive e cascate, ancorché temporanee"* (art. 17 comma 3 lettera h N.T.A. P.P.R.) in corrispondenza del "*Fossu Massa*" e "Riu Cannas" (viabilità da adeguare e cavidotto MT a 30kV) e del "*Riu Pixina is Crois*" (limitati tratti di viabilità da adeguare, di nuova realizzazione e relativo cavidotto MT a 30kV interrato).

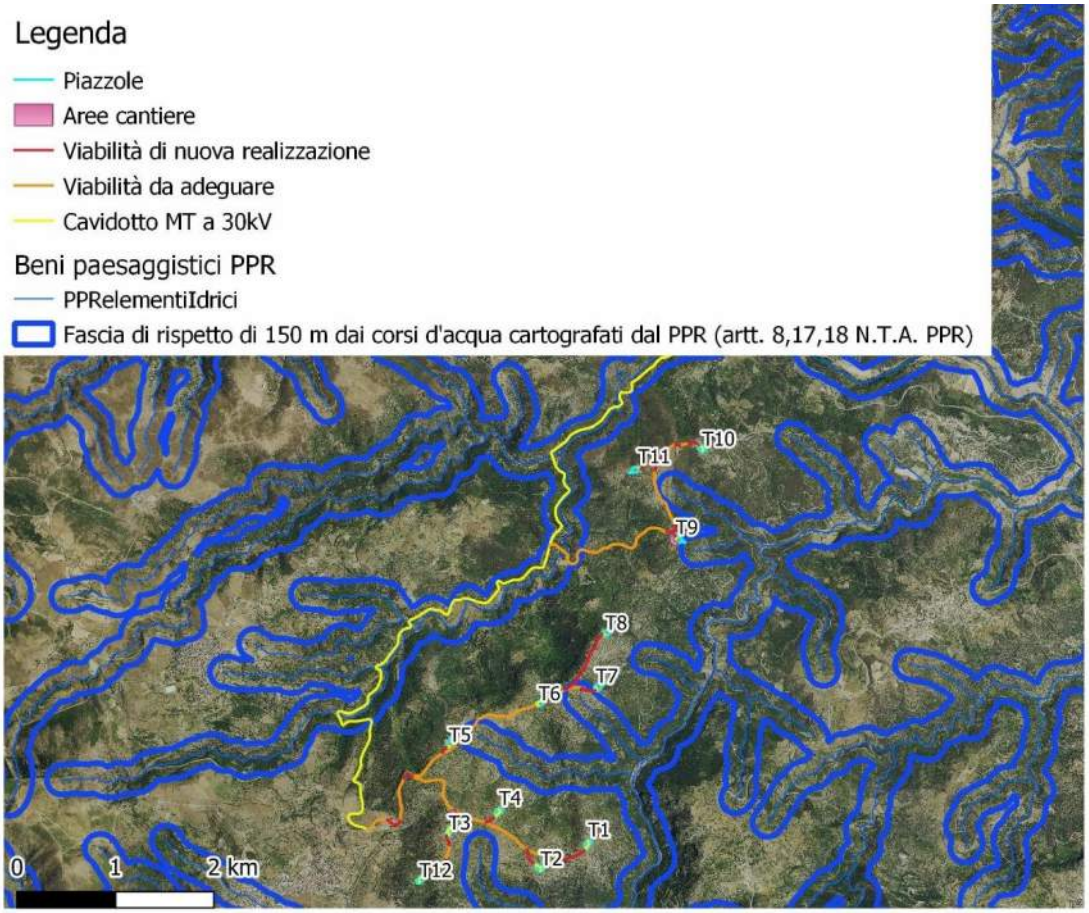


Figura 8.13 – Sovrapposizione del cavidotto MT a 30 kV e tratti di viabilità da adeguare e di nuova realizzazione con buffer di tutela paesaggistica di150m da fiumi

A fronte delle segnalate circostanze, ai sensi dell'art. 146, comma 3 del D.Lgs. 42/04 e dell'art. 23 del TUA il progetto e l'istanza di VIA sono corredati dalla relazione paesaggistica (Elaborato FORI-

SNG-RA5) ai fini del conseguimento della relativa autorizzazione.

- Relativamente all'Assetto Storico-Culturale, le installazioni eoliche e le opere accessorie si collocano interamente all'esterno del buffer di 100m da manufatti di valenza storico-culturale cartografati dal P.P.R. (artt. 47, 48, 49, 50 N.T.A.) nonché esternamente ai siti archeologici per i quali sussista un vincolo di tutela ai sensi della L. 1089/39 e del D.Lgs. 42/04 art. 10. Limitatamente al solo tracciato del cavidotto MT a 30 kV, ivi impostato su viabilità esistente, si riscontra la sovrapposizione con buffer di tutela paesaggistica di 100m da beni e manufatti di valenza storico culturale, così come cartografati dal PPR, in prossimità di "Nuraghe 'e Genna Piccinu" (Figura 8.14). Corre l'obbligo sottolineare che tali interventi sono progettati in stretta aderenza alla viabilità esistente e che le sovrapposizioni risultano essere marginali rispetto alle aree tutelate. A tal proposito assumono rilevanza le disposizioni dell'Allegato A al DPR 31/2017, che esclude dall'obbligo di acquisire l'autorizzazione paesaggistica alcune categorie di interventi, tra cui le opere di connessione realizzate in cavo interrato.

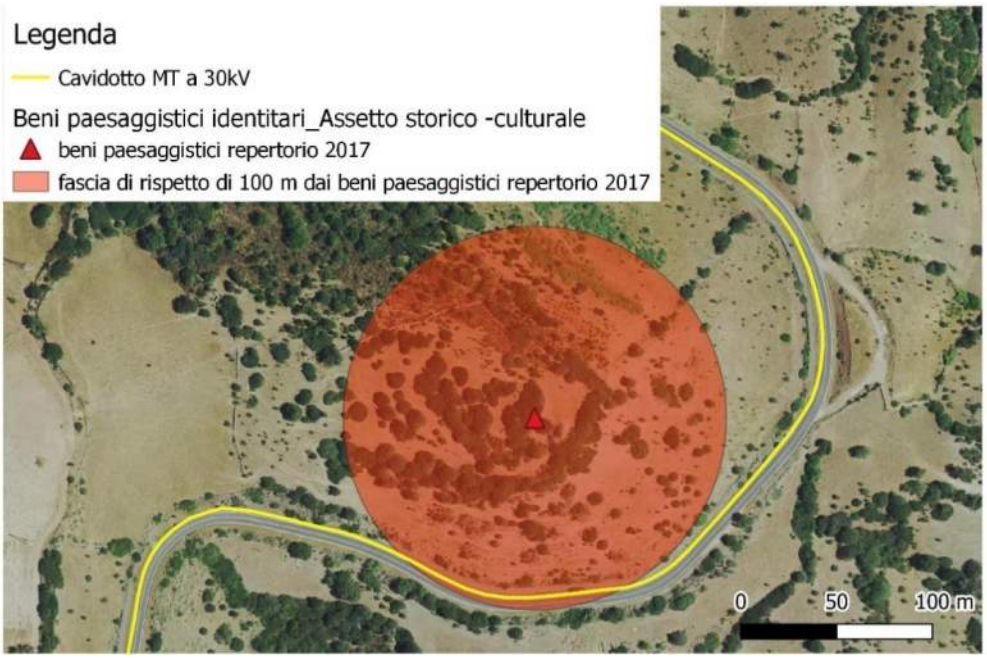


Figura 8.14 - Sovrapposizione del cavidotto MT a 30kV con buffer di tutela paesaggistica di 100m da beni e manufatti di valenza storico culturale ("Nuraghe 'e Genna Piccinu")

- Relativamente all'Assetto Storico-Culturale, le opere ricadono in "Aree di insediamento produttivo di interesse storico-culturale", classificate come beni identitari ai sensi degli artt. 9, 57, 58 e 59 delle N.T.A., riconducibili alla fattispecie delle "*Aree dell'organizzazione mineraria*" (in riferimento esclusivamente alle turbine T1, T2, T3, T4, T5 e T12) e del "Parco Geominerario Ambientale e Storico della Sardegna". Rispetto a questa circostanza è da

ritenere che le opere proposte, ben distanti dai principali luoghi della memoria mineraria, non contrastino con la prescrizione di cui all'art. 58 delle NTA del PPR, che vieterebbe *di alterare le caratteristiche essenziali* del suddetto bene identitario territoriale.
L'intervento non sottrae significative porzioni di superficie agricola e non interferisce in modo apprezzabile con le pratiche agricole in essere nel territorio in esame.

— Con riferimento alle categorie dell'Assetto Ambientale ed alla scala di dettaglio della cartografia del P.P.R., gli interventi in progetto sono inquadrabili come segue:

Aerogeneratori, piazzole e aree stoccaggio pale:

- La postazione eolica T12 e parte della fondazione della postazione T5 ricadono in **aree naturali e subnaturali** di cui agli artt. 22, 23 e 24 N.T.A., inquadrabili nella fattispecie di "macchia";
- Le postazioni T3 e T5 ricadono in **aree ad utilizzazione agroforestale** (artt. 28, 29 e 30 N.T.A. P.P.R.), inquadrabili nella fattispecie delle "colture erbacee specializzate";
- Le postazioni T1, T2, T4, T6, T7, T8, T9, T10 e T11 ricadono in aree **seminaturali** (artt. 25, 26 e 27 N.T.A.) nella fattispecie "praterie".
- Limitata porzione della piazzola di cantiere della T9 ricade in **aree naturali e subnaturali** di cui agli artt. 22, 23 e 24 N.T.A., inquadrabili nella fattispecie di "boschi"

Viabilità di nuova realizzazione:

- aree ad utilizzazione agroforestale di cui agli artt. 28, 29 e 30 N.T.A., inquadrabili nella fattispecie delle "colture erbacee specializzate";
- aree naturali e subnaturali di cui agli artt. 22, 23 e 24 N.T.A., inquadrabili nella fattispecie di "macchia".

Viabilità in adeguamento di quella esistente:

- aree ad utilizzazione agroforestale di cui agli artt. 28, 29 e 30 N.T.A., inquadrabili nella fattispecie delle "colture erbacee specializzate";
- aree seminaturali di cui agli artt. 25, 26 e 27 N.T.A., inquadrabili nella fattispecie delle "praterie";
- aree naturali e subnaturali di cui agli artt. 22, 23 e 24 N.T.A., inquadrabili nella fattispecie di "bosco" e "macchia".

Cavidotto MT:

- aree ad utilizzazione agroforestale di cui agli artt. 28, 29 e 30 N.T.A., inquadrabili nella fattispecie delle "colture erbacee specializzate" e "colture arboree specializzate";
- Aree seminaturali di cui agli artt. 25, 26 e 27 N.T.A., inquadrabili nella fattispecie delle "praterie" e "bosco";
- aree naturali e subnaturali di cui agli artt. 22, 23 e 24 N.T.A., inquadrabili nella fattispecie di "macchia" e "bosco".

  Come più sopra evidenziato, peraltro, la sovrapposizione con aree naturaliformi è di carattere prettamente cartografico, giacché i tracciati delle linee in cavo sono interamente previsti in sovrapposizione alla rete viaria esistente o del parco eolico.

Area di cantiere:

- L'area di cantiere a sud del parco eolico (accanto alla postazione T3) si trova su aree agroforestali di cui agli artt. 28, 29 e 30 N.T.A., inquadrabili nella fattispecie delle "colture erbacee specializzate".
- L'area di cantiere a nord del parco eolico (accanto alla postazione T9) si trova su aree seminaturali di cui agli artt. 25, 26 e 27 N.T.A., inquadrabili nella fattispecie delle "praterie".

Area di trasbordo della componentistica degli aerogeneratori:

- aree ad utilizzazione agroforestale di cui agli artt. 28, 29 e 30 N.T.A., inquadrabili nella fattispecie delle "colture erbacee specializzate".

SSE Utente 30/36kV:

- aree seminaturali di cui agli artt. 25, 26 e 27 N.T.A., inquadrabili nella fattispecie delle "praterie".

Cavidotto 36 KV:

- aree seminaturali di cui agli artt. 25, 26 e 27 N.T.A., inquadrabili nella fattispecie delle "praterie".

Per le aree naturali e seminaturali i il P.P.R. prevedrebbe un approccio di gestione conservativo che si traduce sostanzialmente nel divieto di qualunque nuovo intervento edilizio o di modificazione del suolo ed ogni altro intervento, uso od attività, suscettibile di pregiudicare la struttura, la stabilità o la funzionalità ecosistemica o la fruibilità paesaggistica (artt. 23 e 26 N.T.A. P.P.R.). Tali prescrizioni non trovano comunque applicazione nel caso specifico trattandosi di un territorio esterno agli ambiti di paesaggio costiero.

Si evidenzia inoltre che la realizzazione del parco eolico non altera in modo apprezzabile il perpetuarsi delle tradizionali pratiche agro-zootecniche estensive di utilizzo del territorio. Le installazioni, inoltre, richiedono una occupazione di territorio estremamente esigua e sostanzialmente limitata all'area di posizionamento degli aerogeneratori, destinata ad essere progressivamente colonizzata dalla vegetazione spontanea nell'arco di qualche ciclo stagionale.

8.3.4 D.G.R. 24/12 del 19.05.2015 - Linee guida per i paesaggi industriali della Sardegna

Le Linee guida per i paesaggi industriali in Sardegna sono il risultato di un lavoro di ricerca del Dipartimento Interateneo di Scienze, Progetto e Politiche per il Territorio del Politecnico di Torino, commissionato dalla Regione Autonoma Sardegna, Assessorato degli Enti Locali, Finanze e Urbanistica, nell'ambito delle attività dell'Osservatorio della pianificazione urbanistica e qualità del paesaggio.

In accordo con gli indirizzi derivanti dalla pianificazione paesaggistica regionale, le Linee guida approfondiscono i fenomeni relativi al tema dei paesaggi produttivi, in senso lato, e le specifiche situazioni problematiche per il paesaggio generate dalle attività industriali, estrattive e della produzione di energie rinnovabili nella Regione.

Il proposto impianto eolico ha seguito un iter di sviluppo progettuale ispirato a criteri paesaggistici di qualità e tra questi, si è fatto in particolare riferimento alle richiamate Linee Guida RAS per i paesaggi industriali che esplicitano sia criteri progettuali generali sia specifici per la fattispecie degli ampliamenti.

In tale ottica, il progetto proposto è stato concepito per produrre il minimo incremento dell'impatto percettivo, in accordo con i criteri più dettagliatamente illustrati nell'allegata Relazione paesaggistica (Elaborato FORI-SNG-RA5).

8.3.5 Istituti di tutela naturalistica a livello nazionale e internazionale

8.3.5.1 Rete Natura 2000 (S.I.C. e Z.P.S.)

8.3.5.1.1 Aspetti generali

Il Consiglio dei Ministri dell'Unione Europea, con l'obiettivo di promuovere la tutela e la conservazione della diversità biologica presente nel territorio degli Stati membri, ha istituito con la Direttiva Habitat 92/43/CEE un sistema coerente di aree denominato Rete Natura 2000.

La rete ecologica si compone di ambiti territoriali designati come Siti di Interesse Comunitario (S.I.C.), che al termine dell'iter istitutivo diverranno Zone Speciali di Conservazione (Z.S.C.), e Zone di Protezione Speciale (Z.P.S.) in funzione della presenza e rappresentatività sul territorio di habitat

e specie animali e vegetali indicati negli allegati I e II della Direttiva "Habitat" e di specie di cui all'allegato I della Direttiva Uccelli 79/409/CEE, come modificata dalla Direttiva 2009/147/CE, e delle altre specie migratrici che tornano regolarmente in Italia.

La Direttiva Uccelli è stata recepita nell'ordinamento nazionale attraverso la Legge 11 febbraio 1992, n. 157 "*Norme per la protezione della fauna selvatica omeoterma e per il prelievo venatorio*", mentre con il D.P.R. 8 settembre 1997, n. 357 "*Regolamento recante attuazione della direttiva 92/43/CEE relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali, nonché della flora e della fauna selvatiche*" ed il successivo D.P.R. 12 marzo 2003, n° 120 "*Regolamento recante modifiche ed integrazioni al DPR 357/97*" l'Italia ha recepito la Direttiva 92/43/CEE, regolamentandone l'attuazione da parte dello Stato, delle Regioni e Province Autonome.

Le regioni italiane hanno proceduto all'individuazione ed alla perimetrazione delle aree S.I.C. e Z.P.S., trasmettendone l'elenco al Ministero dell'Ambiente, il quale lo ha trasmesso, a sua volta, all'Unione europea.

La normativa sopra citata prevede che i proponenti di piani territoriali, urbanistici e di settore, di progetti ed interventi che interessino le aree della rete "Natura 2000", non direttamente connessi e necessari al mantenimento in uno stato soddisfacente di conservazione delle stesse, o che ricadano parzialmente o interamente nelle aree naturali protette, siano da assoggettare a valutazione di incidenza ambientale, procedimento volto ad individuare e valutare i possibili impatti che l'opera ha sulle specie e sugli habitat per cui quel sito è stato designato.

Sono soggette a valutazione di incidenza anche le iniziative che, pur ubicate all'esterno di siti di importanza comunitaria e zone di protezione speciale, producono i loro effetti all'interno di dette aree.

8.3.5.1.2 Relazioni con il progetto

Aree SIC e ZSC

L'area individuata per la realizzazione dell'ampliamento dell'impianto eolico non ricade all'interno di nessun Sito di Importanza Comunitaria (SIC). Il SIC/ZSC più vicino, denominato "*Riu S. Barzolu",* è distante circa 18,5 dall'aerogeneratore più vicino (Figura 8.15).

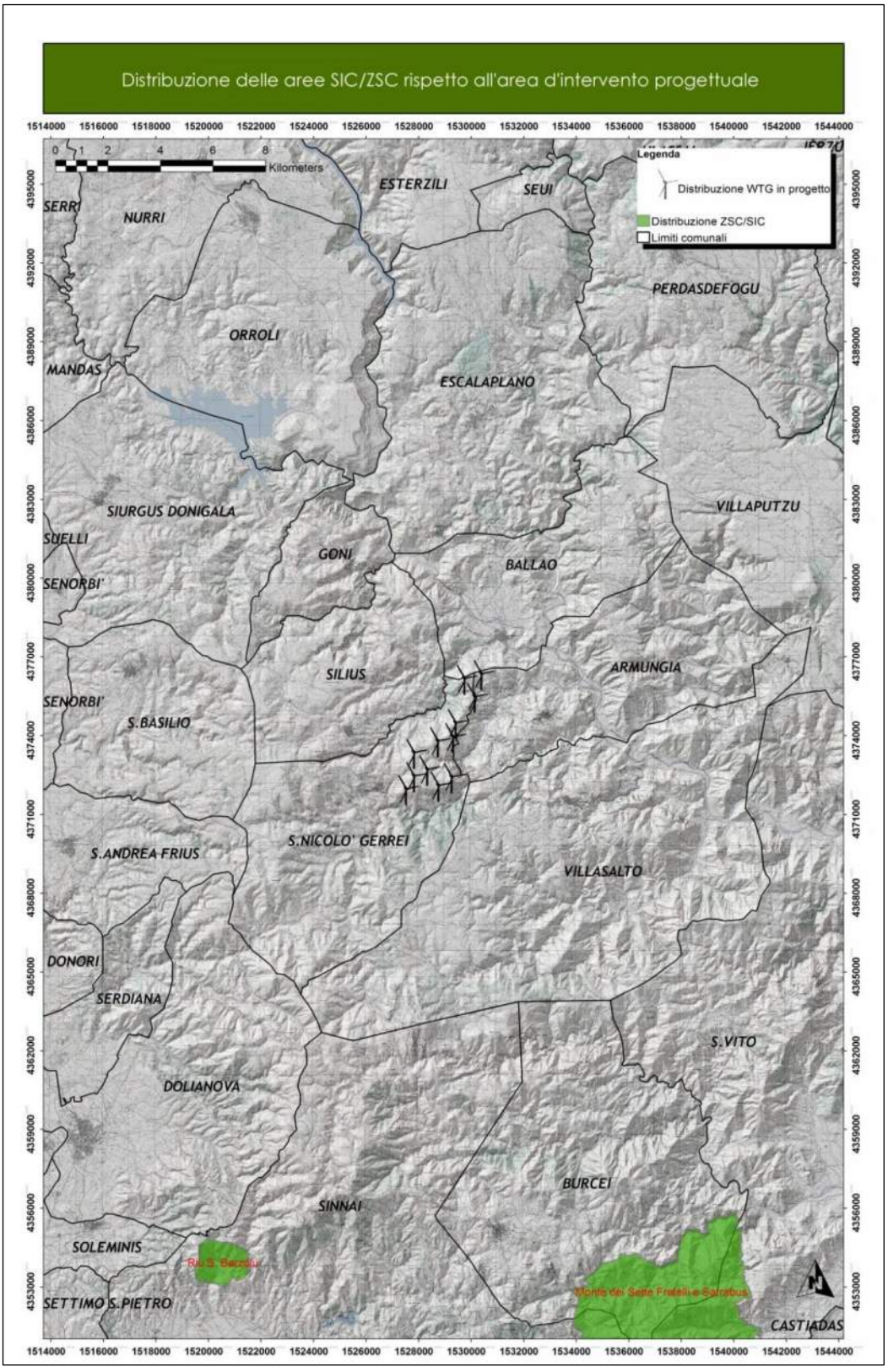


Figura 8.15 - Carta della distribuzione delle aree Rete Natura 2000/SIC rispetto all'area d'intervento progettuale

Aree ZPS

Il sito d'intervento non ricade all'interno di nessuna Zona di Protezione Speciale (ZPS), la più vicina delle quali è denominata "*Monte dei Sette Fratelli"* dista circa 0,5 km dall'aerogeneratore più vicino (Figura 8.16).

Preso atto della presenza dell'area ZPS "Monte dei Sette Fratelli", e tenuto conto di quanto indicato dalle Linee Guida per la Valutazione d'Incidenza Ambientale in merito all'individuazione di potenziali incidenze derivanti da opere/progetti che, se pur esterni alla Rete Natura 2000 ricadono nell'ambito di un buffer di 5 km dai confini del sito comunitario come nel caso dell'intervento proposto, si evidenzia quanto segue:

- L'intervento progettuale in esame ricade interamente all'interno del buffer di 5 km dai confini del ZPS di cui sopra;
- La componente faunistica oggetto d'interesse conservazionistico che ha motivato l'istituzione della ZSC comprende specie appartenenti agli invertebrati, ai pesci, anfibi, rettili, mammiferi e soprattutto uccelli; in relazione a eventuali potenziali incidenze, verificate preliminarmente le composizioni qualitative dei gruppi di cui sopra e la sensibilità degli stessi alla presenza di impianti eolici, solo la classe degli uccelli è composta da poche specie che potenzialmente potrebbero frequentare l'ambito territoriale in cui ricadono gli aerogeneratori inclusi nel buffer di 5 km;
- All'interno della ZSC citata è stato inoltre avviato, a partire dal 2022, un progetto Life che prevede la reintroduzione dell'avvoltoio grifone (Gyps fulvus) per i prossimi tre anni; il progetto comporta anche la localizzazione, sempre all'interno della ZSC, di diversi carnai aziendali finalizzati al supporto alimentare della specie reintrodotta;
- A fronte di quanto sopra evidenziato, le attività di monitoraggio ante-operam attualmente in corso, consentiranno di accertare con maggior dettaglio l'eventuale presenza di specie riferibili a quanto indicato nel piano di gestione della ZSC di cui sopra.

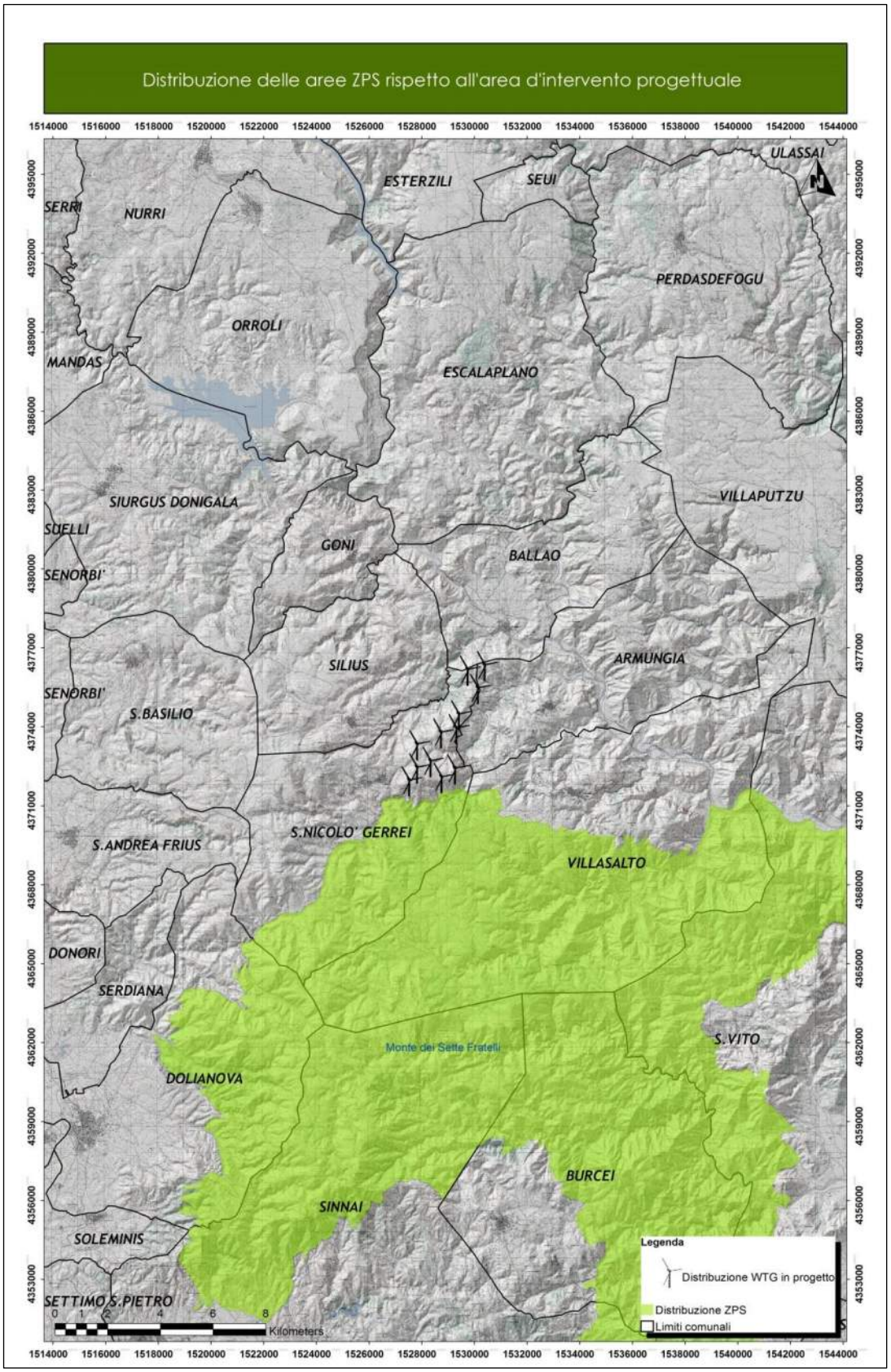


Figura 8.16 - Carta della distribuzione delle aree Rete Natura 2000/ZPS rispetto all'area d'intervento.

8.3.5.2 Aree IBA

8.3.5.2.1 Caratteristiche generali

Nate da un progetto di BirdLife International portato avanti in Italia dalla Lipu, le IBA sono aree che rivestono un ruolo fondamentale per gli uccelli selvatici e dunque rappresentano uno strumento importante di conoscenza e salvaguardia. IBA è infatti l'acronimo di *Important Bird Areas* (Aree importanti per gli uccelli). Per essere riconosciuto come IBA, un sito deve possedere almeno una delle seguenti caratteristiche:

- ospitare un numero rilevante di individui di una o più specie minacciate a livello globale;
- fare parte di una tipologia di aree importante per la conservazione di particolari specie (come le zone umide o i pascoli aridi o le scogliere dove nidificano gli uccelli marini);
- essere una zona in cui si concentra un numero particolarmente alto di uccelli in migrazione.

I criteri con cui vengono individuate le IBA sono scientifici, standardizzati e applicati a livello internazionale. L'importanza della IBA e dei siti della rete Natura 2000 va però oltre alla protezione degli uccelli. Poiché gli uccelli hanno dimostrato di essere efficaci indicatori della biodiversità, la conservazione delle IBA può assicurare la conservazione di un numero ben più elevato di altre specie animali e vegetali, sebbene la rete delle IBA sia definita sulla base della fauna ornitica.

8.3.5.2.2 Relazioni con il progetto

L'area individuata per la realizzazione dell'ampliamento dell'impianto eolico non ricade all'interno di aree IBA; la più vicina al sito di progetto è denominata "*Monte dei Sette Fratelli e Sarrabus"* i cui confini distano oltre 0,5 km dall'aerogeneratore più vicino (Figura 8.17).

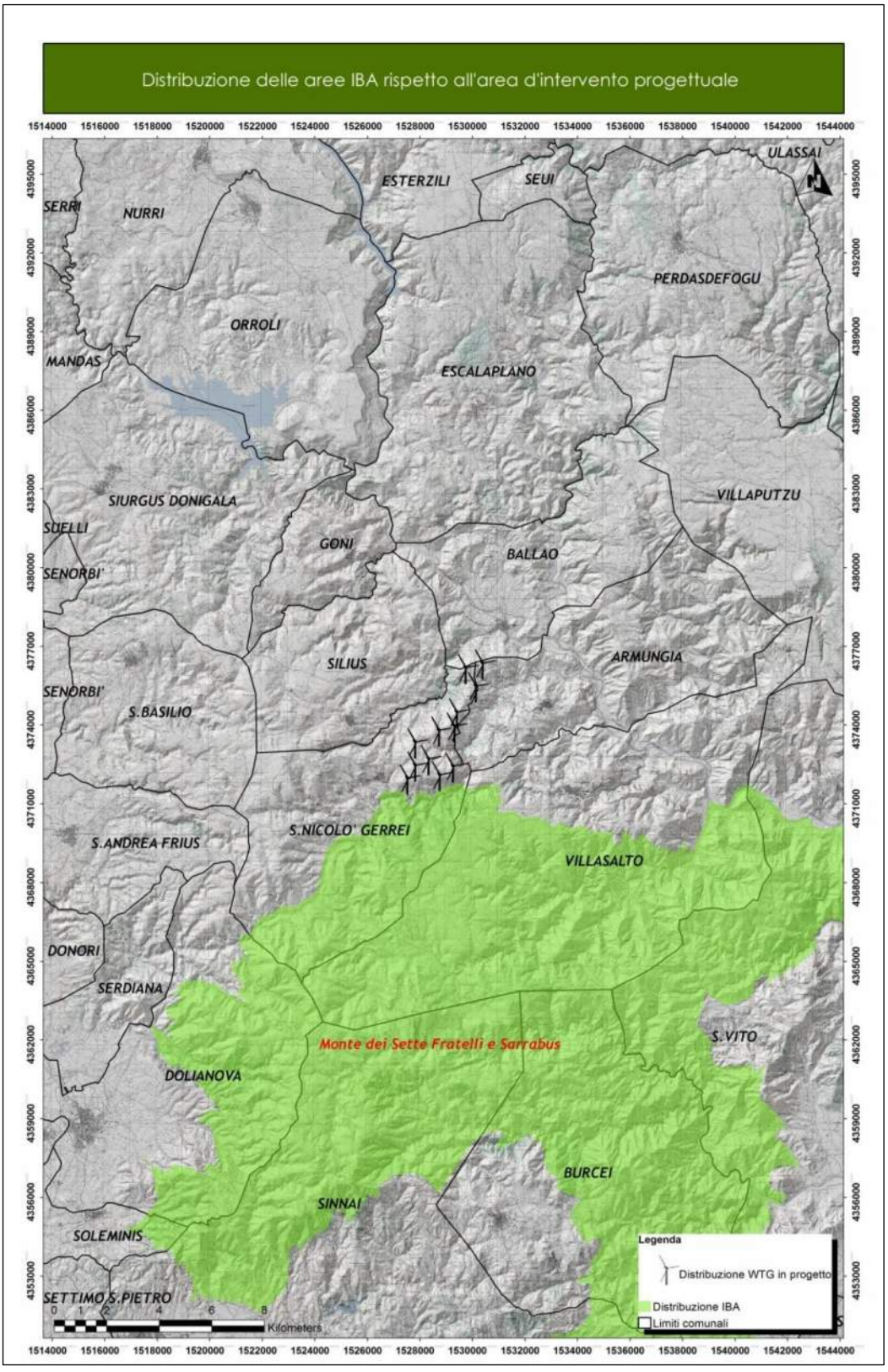


Figura 8.17 Carta della distribuzione delle Aree IBA rispetto all'area d'intervento progettuale

8.3.5.3 Aree Protette (Parchi Nazionali, Riserve Naturali ecc..) secondo la L.N. Quadro 394/91 e secondo la L.N. 979/82 (Aree Marine Protette, ecc.)

Non sono presenti nell'area in esame, e in quella vasta, tipologie di aree protette richiamate dalla L.N. 394/91.

8.3.5.4 Parchi e riserve naturali di istituzione regionale (Legge Regionale 7 giugno 1989, n.31)

I siti d'intervento non ricadono all'interno di zone protette secondo le tipologie richiamate dalla L.R. 31/89 (Figura 8.18); nell'area vasta sono presenti diverse aree protette la più vicina delle quali, una proposta Riserva Naturale denominata *Lago Mulargia,* dista circa 9.3 km dall'aerogeneratore più vicino.

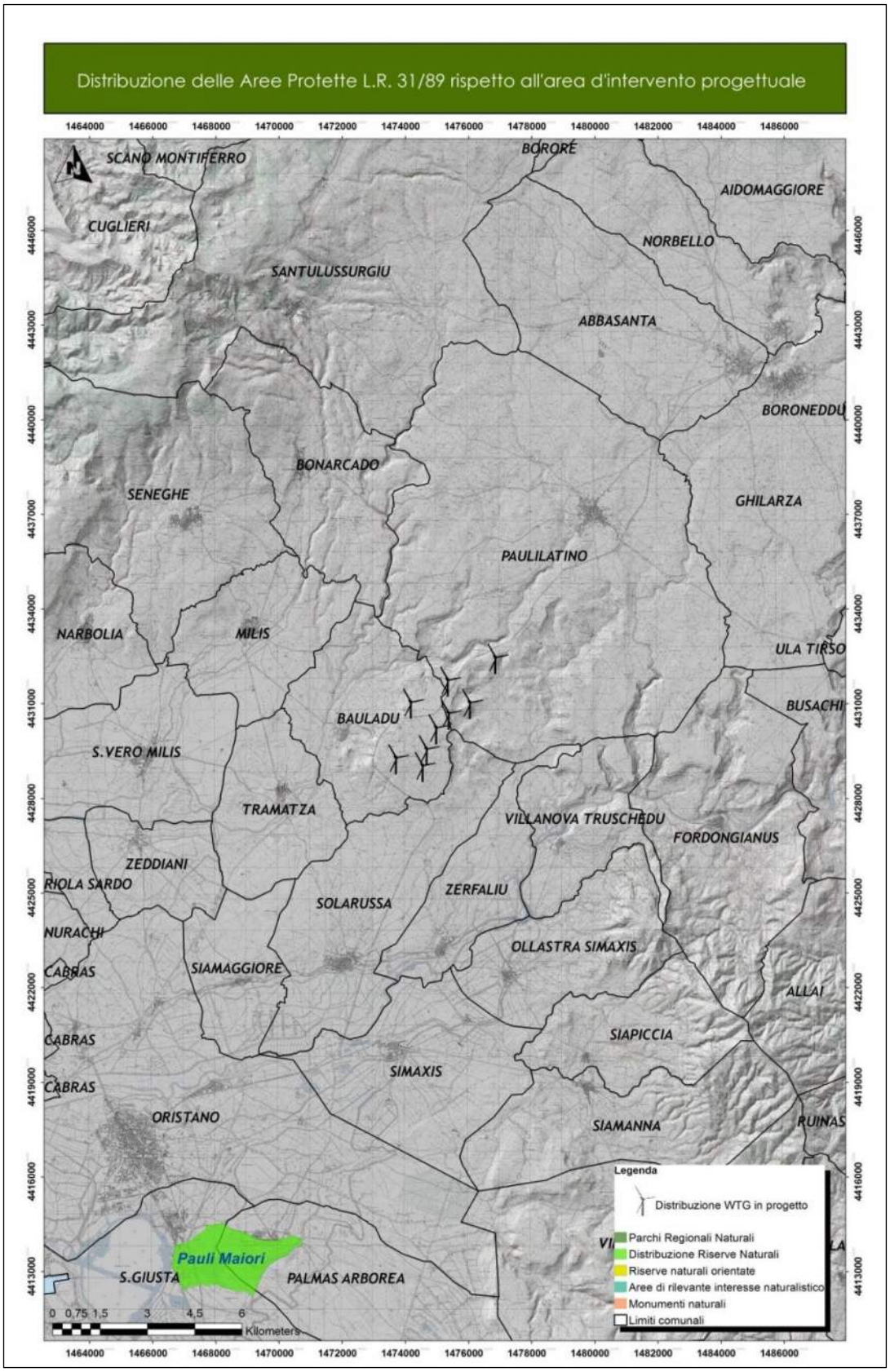


Figura 8.18 - Carta della distribuzione delle Aree Protette L.R. 31/89 rispetto all'area d'intervento progettuale.

8.3.5.5 Istituti Faunistici secondo la L.R. 23/98 "Norme per la tutela della fauna selvatica e dell'esercizio dell'attività venatoria" (Oasi di Protezione Faunistica)

Nessuna delle superfici proposte per l'istallazione dell'impianto eolico in progetto ricade nell'ambito degli istituti faunistici di protezione richiamati dalla L.R. 23/98. Nell'area vasta prossima al sito dell'impianto eolico sono presenti diverse Oasi di Protezione Faunistica (OPF) la più vicina delle quali, denominata *Monte Genis*, dista circa 6,6 km dall'aerogeneratore più vicino.

Sono inoltre presenti nell'area vasta diverse autogestite di caccia la più vicina delle quali, denominata *Silius,* dista dall'area proposta per l'istallazione dell'impianto eolico circa 0.9 km*;* quest'ultimo "istituto", benché abbia funzione esclusiva per il prelievo venatorio, è comunque fonte d'informazioni in merito alla presenza di specie oggetto di caccia ma anche di conservazione quali la *lepre sarda e la pernice sarda.*

Attualmente la perimetrazione di tutti gli Istituti Faunistici è stata rielaborata a seguito della stesura del Piano Faunistico Venatorio Provinciale e si è in attesa dell'approvazione del Piano Faunistico Venatorio Regionale dal quale si dedurranno le scelte gestionali e di conservazione in materia di fauna selvatica.

8.4 Disciplina urbanistica ed indirizzi di livello sovralocale e locale

8.4.1 Strumenti urbanistici comunali

8.4.1.1 Piano Urbanistico Comunale di San Nicolò Gerrei

Il Comune di San Nicolò Gerrei dispone di Piano Urbanistico Comunale (PUC) la cui ultima variante risulta adottata definitivamente con Del. C.C. N. 31 del 20/12/2013 vigente a far data dalla pubblicazione sul BURAS N. 10 del 27/02/2014.

Nel comune di San Nicolò Gerrei ricadono tutte le postazioni eoliche, ad eccezione della T10, parte del cavidotto MT di collegamento e parte della viabilità di servizio del parco eolico.

In riferimento alla zonizzazione urbanistica del PUC, le opere sono così classificabili:

<u>Zone E5a – agro-pastorale in terreni poco o mediamente profondi</u>:

- Postazioni eoliche T1, T3, T4, T5, T6, T7, T8, T9, T11 e T12, porzioni di cavidotto interrato MT, strade di nuova realizzazione o in adeguamento.

<u>Zona E5b – agro-pastorale in terreni più o meno degradati con roccia affiorante</u>:

- Postazione eolica T2, parte della T4, porzioni di cavidotto interrato MT, strade di nuova realizzazione o in adeguamento.

Zona H1 – Fascia di rispetto stradale e cimiteriale:

- Porzioni di cavidotto MT.

8.4.1.2 Piano Urbanistico Comunale di Armungia

Lo strumento urbanistico di riferimento per il Comune di Armungia è il Piano Urbanistico Comunale adottato con Del. C.C. N. 18 del 06/07/2018 e vigente a far data dalla pubblicazione sul BURAS N. 54 del 06/12/2018.

Nel territorio di Armungia ricade la postazione eolica T10 ascritta all'area E5A – Aree destinabili ad una agricoltura non intensiva.

8.4.1.3 Piano Urbanistico Comunale di Ballao

Lo strumento urbanistico di riferimento per il Comune di Ballao è il Piano Urbanistico adottato con Del. C.C. N. 29 del 07/09/2012 e vigente a far data dalla pubblicazione sul BURAS N. 3 del 17/01/2013.

Nel territorio di Ballao ricade parte del cavidotto MT, ivi impostato quasi interamente su viabilità esistente.

Il cavidotto MT interessa:

- *Sottozona E1 – Aree caratterizzate da produzione agricola tipica e specializzata*
- *Sottozona E2 – Aree di primaria importanza per la funzione agricolo-produttiva, anche in relazione all'estensione, composizione e localizzazione dei terreni*
- *Sottozona E5 – Aree marginali per l'attività agricola nelle quali viene ravvisata l'esigenza di garantire condizioni adeguate di stabilità ambientale*.
- Zona G11 – Servizi generali, Centro sportivo

8.4.1.4 Programma di Fabbricazione di Escalaplano

Lo strumento urbanistico di riferimento per il Comune di Escalaplano è il Programma di Fabbricazione adottato con Del. C.C. N. 21 del 04/07/2005 e vigente a far data dalla pubblicazione sul BURAS N. 35 del 24/11/2006.

Nel territorio di Escalaplano ricade parte del cavidotto MT, ivi impostato interamente su viabilità esistente, cavo a 36kV di connessione con la RTN e la Sottostazione Utente 30/36 kV.

Le opere interessano zone E – agricole.

8.4.1.5 Piano Urbanistico Comunale di Esterzili

Lo strumento urbanistico di riferimento per il Comune di Esterzili è il Piano Urbanistico adottato con Del. C.C. N. 33 del 16/01/1999 e vigente a far data dalla pubblicazione sul BURAS N. 44 del 07/12/1999.

Nel territorio di Esterzili ricade parte del cavidotto MT, ivi impostato interamente su viabilità esistente.

Il cavidotto MT interessa la zona E5 – Aree marginali per attività agricola nelle quali viene ravvisata l'esigenza di garantire condizioni adeguate di stabilità ambientali.

8.4.1.6 Piano Urbanistico Comunale di Seui

Lo strumento urbanistico di riferimento per il Comune di Seui è il Piano Urbanistico adottato con Del. C.C. N. 30 del 19/10/2009 e vigente a far data dalla pubblicazione sul BURAS N. 3 del 27/01/2012.

Nel territorio di Seui ricade parte del cavidotto MT, ivi impostato interamente su viabilità esistente.

Il cavidotto MT interessa la zona E2 – Aree agro silvo pastorali di primaria importanza per la funzione agricola/produttiva.

8.4.1.7 Piano Urbanistico Comunale di Silius

Il Comune di Silius dispone di Piano Urbanistico Comunale (PUC) la cui ultima variante risulta adottata definitivamente con Del. C.C. N. 61 del 30/11/2011 vigente a far data dalla pubblicazione sul BURAS N. 8 del 14/02/2013.

Nel comune di Silius ricadono parte del cavidotto MT di collegamento e area di cantiere.

Il cavidotto, ivi impostato su viabilità esistente, ricade in zona E5 – Aree marginali per attività agricola nelle quali viene ravvisata l'esigenza di garantire condizioni adeguate di stabilità ambientale.

L'area di cantiere ricade in Zona E2 – Aree di primaria importanza per la funzione agricola produttiva, anche in relazione all'estensione, composizione e localizzazione dei terreni.

8.4.1.8 Relazioni con il progetto

La coerenza del progetto rispetto alla pianificazione urbanistica locale è riconoscibile nei disposti dell'art. 12 c. 7 del D.Lgs. 387/2003 e ss.mm.ii., laddove si prevede espressamente la possibilità di realizzare impianti per la produzione di energia elettrica da FER anche in zone classificate agricole dai vigenti piani urbanistici.

In ogni caso, sotto il profilo procedurale, la possibilità di dar seguito all'autorizzazione delle opere in progetto, eventualmente in deroga rispetto alle disposizioni degli strumenti urbanistici locali, si ritiene possa individuarsi in conformità a quanto previsto dall'art. 12 c. 3 del D.Lgs. 387/2003 e ss.mm.ii. in ordine alla razionalizzazione e semplificazione delle procedure autorizzative degli impianti a fonte rinnovabile che attribuisce all'atto autorizzativo stesso, ove occorra, la valenza di variante urbanistica.

8.5 Altri piani e programmi di interesse

8.5.1 Piano di Assetto Idrogeologico (P.A.I.) - Perimetrazione delle aree a rischio idraulico e geomorfologico e delle relative misure di salvaguardia L. 267/98 (P.A.I.)

8.5.1.1 Disciplina

Il Piano di Assetto Idrogeologico (P.A.I.), redatto ai sensi del comma 6 ter dell'art. 17 della Legge 18 maggio 1989 n. 183 e successive modificazioni, approvato dalla Giunta Regionale con Delibera n. 54/33 del 30 dicembre 2004 e reso esecutivo in forza del Decreto dell'Assessore dei Lavori Pubblici in data 21 febbraio 2005, n. 3, prevede:

- indirizzi, azioni settoriali, norme tecniche e prescrizioni generali per la prevenzione dei pericoli e dei rischi idrogeologici nel bacino idrografico unico regionale e nelle aree di pericolosità idrogeologica;
- disciplina le aree di pericolosità idraulica molto elevata (Hi4), elevata (Hi3), media (Hi2) e moderata (Hi1) perimetrate nei territori dei Comuni indicati nell'Allegato A del PAI;
- disciplina le aree di pericolosità da frana molto elevata (Hg4), elevata (Hg3), media (Hg2) e moderata (Hg1) perimetrate nei territori dei Comuni indicati nell'Allegato B del PAI;

Con l'esclusiva finalità di identificare ambiti e criteri di priorità tra gli interventi di mitigazione dei rischi idrogeologici nonché di raccogliere e segnalare informazioni necessarie sulle aree oggetto di pianificazione di protezione civile, il PAI delimita le seguenti tipologie di aree a rischio idrogeologico ricomprese nelle aree di pericolosità idrogeologica individuate:

- le aree a rischio idraulico molto elevato (Ri4), elevato (Ri3), medio (Ri2) e moderato (Ri1) perimetrale nei territori dei Comuni rispettivamente indicati nell'Allegato C;
- le aree a rischio da frana molto elevato (Rg4), elevato (Rg3), medio (Rg2) e moderato (Rg1) perimetrate nei territori dei Comuni rispettivamente indicati nell'Allegato D.

8.5.1.2 Relazioni con il progetto

Relativamente al settore d'intervento, non si segnalano interferenze tra le postazioni eoliche e le aree cartografate a pericolosità idraulica.

Limitati tratti di cavidotto MT a 30kV interrato e di viabilità da adeguare si sovrappongono con aree a pericolosità idraulica con grado di rischio Hi4 (molto elevato).

Per le finalità della progettazione è di interesse, inoltre, la disciplina all'art. 30ter della NTA del PAI che stabilisce che "*per i singoli tratti dei corsi d'acqua appartenenti al reticolo idrografico dell'intero territorio regionale di cui all'articolo 30 quarter, per i quali non siano state ancora determinate le aree di pericolosità idraulica, con esclusione dei tratti le cui aree di esondazione sono state determinate con il solo criterio geomorfologico di cui all'articolo 30 bis, quale misura di prima salvaguardia finalizzata alla tutela della pubblica incolumità, è istituita una fascia su entrambi i lati a partire*

dall'asse, di profondità L variabile in funzione dell'ordine gerarchico del singolo tratto"; per tali aree valgono le prescrizioni delle aree a pericolosità idraulica molto elevata – Hi4.

In riferimento ai predetti aspetti, si segnalano locali sovrapposizioni delle opere con porzioni del reticolo idrografico sottostante alla disciplina dell'art. 30 ter del PAI in riferimento a: strade da adeguare e brevi tratti di cavidotto MT a 30kV.

Riguardo agli **elettrodotti**, considerando la disciplina relativa alle aree a pericolosità idraulica Hi4 – Molto elevata (art. 27 delle NTA del PAI) è ammessa, tra gli altri, la realizzazione di interventi a rete o puntuali, pubblici o di interesse pubblico, tra cui allacciamenti a reti principali e nuovi sottoservizi a rete interrati lungo tracciati stradali esistenti, ed opere connesse compresi i nuovi attraversamenti (art. 27 comma 3 lettera h).

Nel caso di **condotte e di cavidotti,** non è richiesto lo studio di compatibilità idraulica di cui all'articolo 24 delle suddette norme "*qualora sia rispettata (n.d.r. così come previsto in progetto) la condizione che tra piano di campagna e estradosso ci sia almeno un metro di ricoprimento, che eventuali opere connesse emergano dal piano di campagna per un'altezza massima di 1m e che il soggetto attuatore provveda a sottoscrivere un atto con il quale si impegna a rimuovere a proprie spese tali elementi qualora sia necessario per la realizzazione di opere di mitigazione del rischio idraulico*".

In riferimento **all'adeguamento delle strade esistenti**, atte all'ottimale conduzione del cantiere, tali interventi sono ammessi ai sensi dell'art. 27, comma 3 lettera a, che recita:

"*in materia di infrastrutture a rete o puntuali pubbliche o di interesse pubblico, comprese le opere provvisionali temporanee funzionali agli interventi, nelle aree di pericolosità idraulica molto elevata sono consentiti esclusivamente:*

[OMISSIS]

Gli interventi di manutenzione ordinaria;

gli interventi di manutenzione straordinaria;"

per tali interventi non è richiesto lo studio di compatibilità idraulica (art. 27, comma 6). Al comma 4, lettera a., del medesimo articolo, inoltre, si sottolinea che:

"*nelle aree di pericolosità idraulica molto elevata resta comunque sempre vietato realizzare:*

Strutture e manufatti mobili e immobili, ad eccezione di quelli a carattere provvisorio o precario indispensabili per la conduzione dei cantieri e specificatamente ammessi dalle presenti norme".

Figura 8.19: Sovrapposizione delle opere in progetto con aree cartografate a pericolosità idraulica dalle NTA del PAI

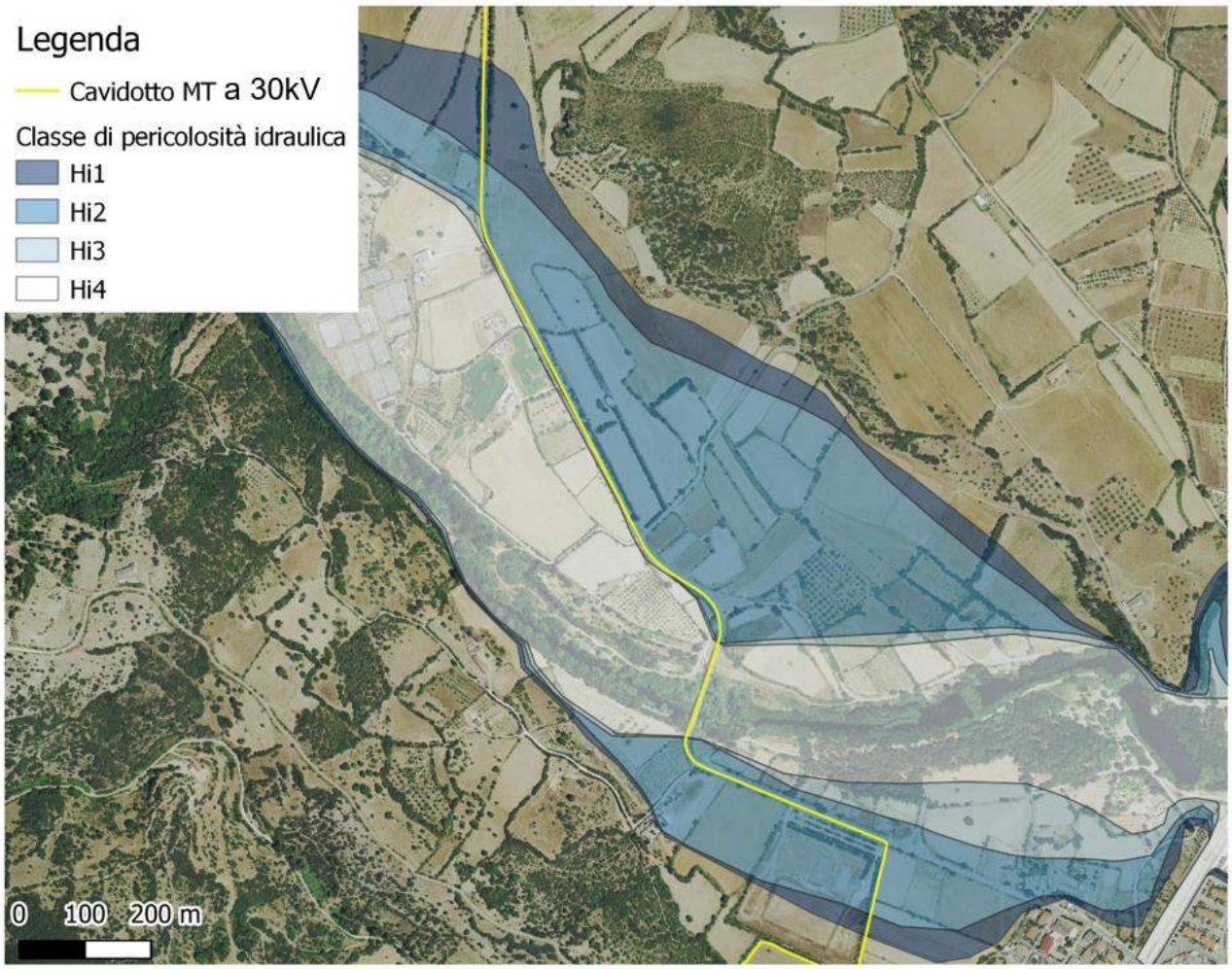


Figura 8.20: Sovrapposizione del cavidotto MT a 30kV, ivi impostato su viabilità esistente, con aree cartografate a pericolosità idraulica dalle *NTA del PAI*

Per quanto riguarda le aree cartografate a pericolosità da frana si evidenzia la sovrapposizione con aree perimetrate a rischio medio (Hg2) dal PAI relativamente alla postazione T9, a porzioni di cavidotto MT a 30kV, tratti di viabilità da adeguare e di nuova realizzazione.

Limitati tratti di cavidotto interrato MT a 30kV si sovrappongono inoltre ad aree a pericolosità da frana elevata – Hg4.

Per quanto riguarda i **cavidotti interrati**, considerando la disciplina più restrittiva, quella dell'Hg4, "*in materia di infrastrutture a rete o puntuali pubbliche o di interesse pubblico*" gli interventi in progetto sono ammessi in quanto sono espressamente consentiti:

"*allacciamenti a reti principali e nuovi sottoservizi a rete interrati lungo tracciati stradali esistenti, ed opere connesse compresi i nuovi attraversamenti*" (art. 31, comma 3 lettera e)). Per tali interventi è richiesto lo studio di compatibilità geologica e geotecnica.

Per quanto riguarda **la postazione T9,** le **strade da adeguare** e i **limitati tratti di nuova**

realizzazione, in sovrapposizione ad aree a rischio da frana Hg2, i presupposti di ammissibilità possono riconoscersi nei disposti dell'Art. 33, comma 3 lettera a) del PAI, di seguito richiamati:

"*in materia di infrastrutture a rete o puntuali pubbliche o di interesse pubblico nelle aree di pericolosità media da frana sono inoltre consentiti esclusivamente:*

a. *gli ampliamenti, le ristrutturazioni e le nuove realizzazioni di infrastrutture riferibili a servizi pubblici essenziali non altrimenti localizzabili o non delocalizzabili, a condizione che non esistano alternative tecnicamente ed economicamente sostenibili, che tali interventi siano coerenti con i piani di protezione civile, e che ove necessario siano realizzate preventivamente o contestualmente opere di mitigazione dei rischi specifici*".

Per tali interventi è richiesto lo studio di compatibilità geologica e geotecnica.

Per quanto riguarda le perimetrazioni delle aree a pericolosità idraulica e da frana condotte dai vari comuni interessati dal progetto, si evidenzia come per il PUC di San Nicolò Gerrei, tutte le piazzole di cantiere e di esercizio degli aerogeneratori, ad eccezione della T8 e dell'area di stoccaggio pale della T7, ricadano in aree a pericolosità da frana di grado più basso Hg1 (moderata) e siano ammissibili ai sensi delle norme PAI.

La postazione T8 e l'area di stoccaggio pale della T7 ricadono in area a rischio da frana medio – Hg2 rispetto alla cui ammissibilità, ai sensi delle NTA del PAI, valgono le considerazioni riportate precedentemente riguardo all'essenzialità e la non delocalizzabilità dell'intervento proposto.

8.5.2 Piano Stralcio Fasce Fluviali (P.S.F.F.)

8.5.2.1 Disciplina

Il Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (PSFF) ha valore di Piano territoriale di settore ed è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso riguardanti le fasce fluviali.

Il PSFF è redatto ai sensi dell'art. 17, comma 6 ter della legge 19 maggio 1989, n. 183, come modificato dall'art. 12 della L. 4 dicembre 1993, n. 493, quale Piano Stralcio del Piano di bacino Regionale relativo ai settori funzionali individuati dall'art. 17, comma 3 della L. 18 maggio 1989, n. 183.

Con Delibera n° 1 del 31.03.2011, il Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino della Regione Sardegna ha adottato in via preliminare, ai sensi degli artt. 8 c.3 e 9 c.2 della L.R. n. 19 del 6.12.2006, il Progetto di PSFF, costituito dagli elaborati elencati nell'allegato A alla delibera di adozione medesima.

Dopo vari avvicendamenti di delibere e adozioni preliminari degli studi iniziali, il Comitato

Istituzionale dell'Autorità di Bacino della Regione Sardegna ha adottato, in via definitiva con deliberazione n. 2 del 17.12.2015, per l'intero territorio regionale, ai sensi dell'art. 9 della L.R. 19/2006 come da ultimo modificato con L.R. 28/2015, il piano denominato "*Studi, indagini, elaborazioni attinenti all'ingegneria integrata, necessari alla redazione dello Studio denominato Progetto di Piano Stralcio Delle Fasce Fluviali (P.S.F.F.)".*

Il Piano persegue gli obiettivi di settore, ai sensi dell'art. 3 e dell'art. 17 della L. 18 maggio 1989, n. 183, con particolare riferimento alle lettere a), b), c), i), l), m) e s) del medesimo art. 17. Il PSFF costituisce un approfondimento e un'integrazione necessaria al PAI, in quanto è lo strumento per la delimitazione delle regioni fluviali, funzionale a consentire, attraverso la programmazione di azioni (opere, vincoli, direttive), il conseguimento di un assetto fisico del corso d'acqua compatibile con la sicurezza idraulica, l'uso della risorsa idrica, l'uso del suolo (ai fini insediativi, agricoli ed industriali) e la salvaguardia delle componenti naturali ed ambientali.

Le Fasce Fluviali nella loro accezione più ampia, dette altresì "aree di pertinenza fluviale", identificano quelle aree limitrofe all'alveo inciso occupate nel tempo dalla naturale espansione delle piene, dallo sviluppo morfologico del corso d'acqua, dalla presenza di ecosistemi caratteristici degli ambienti fluviali. Rappresentano dunque le fasce di inondabilità, definite come le porzioni di territorio costituite dall'alveo del corso d'acqua e dalle aree limitrofe caratterizzate da uguale probabilità di inondazione. La delimitazione delle fasce è stata effettuata mediante analisi geomorfologica ed analisi idraulica, per portate di piena convenzionalmente stabilite in relazione al corrispondente tempo di ritorno.

Il piano ha individuato le aree inondabili al verificarsi dell'evento di piena con portate al colmo di piena corrispondenti a periodo di ritorno "T" di 2, 50, 100, 200 e 500 anni, ognuna esterna alla precedente.

Nel PSFF, sono state delimitate le fasce fluviali relative alle aste principali dei corsi d'acqua in corrispondenza delle sezioni fluviali che sottendono un bacino idrografico con superficie maggiore di 30 km² e le fasce fluviali dei relativi affluenti.

8.5.2.2 Relazioni con il progetto

Non si segnalano interferenze tra le aree di sedime delle postazioni eoliche ed il Piano summenzionato.

Si evidenzia un'unica sovrapposizione del cavidotto interrato MT a 30kV, ivi impostato su viabilità esistente, con fasce cartografate dal PSFF aventi livello di pericolosità idraulica massimo "Hi4".

In riferimento all'ammissibilità delle opere ai sensi delle NTA del PAI valgono le considerazioni più sopra riportate circa la possibilità di realizzare interventi a rete o puntuali, pubblici o di interesse pubblico, tra cui allacciamenti a reti principali e nuovi sottoservizi a rete interrati lungo tracciati stradali esistenti, ed opere connesse compresi i nuovi attraversamenti (art. 27 comma 3 lettera h

NTA PAI).

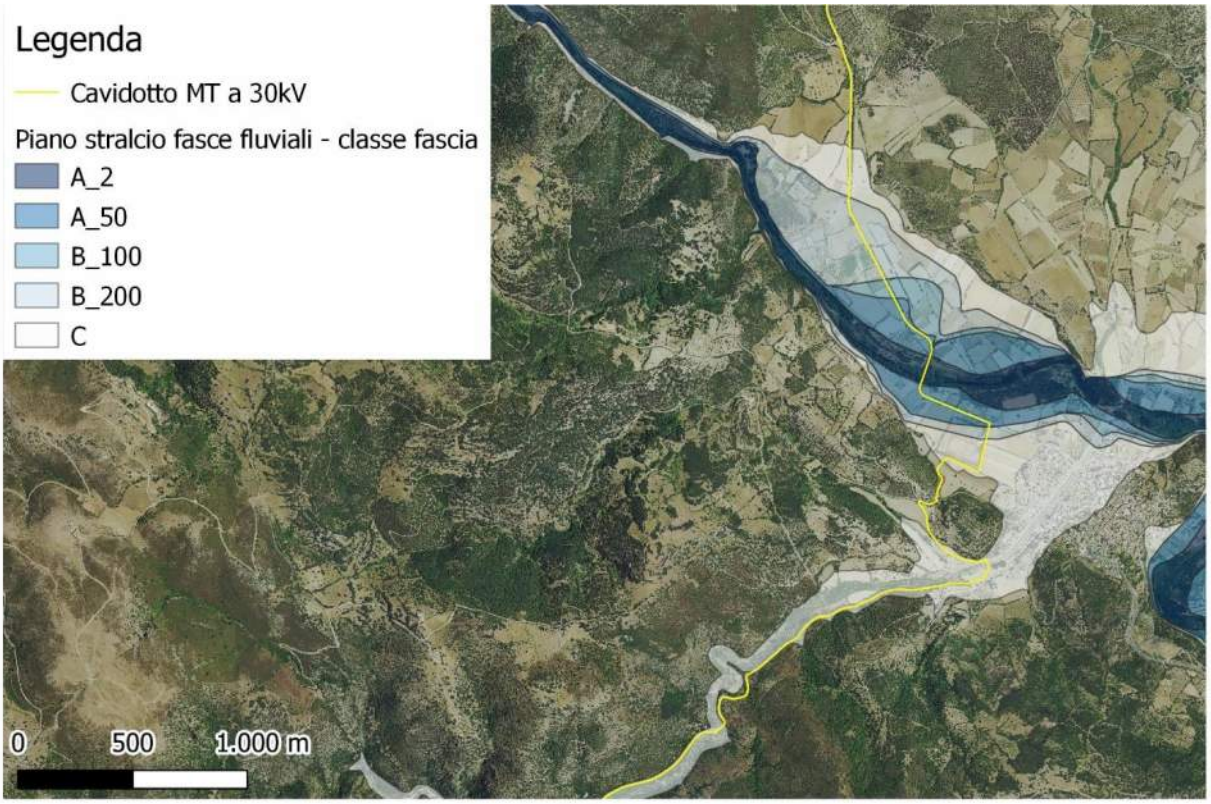


Figura 8.21: Sovrapposizione del cavidotto interrato MT a 30kV, ivi impostato su viabilità esistente, con aree cartografate dal PSFF

8.5.3 Piano di Tutela della Acque (P.T.A.) e Caratterizzazione dei corpi idrici sotterranei della Sardegna ex Direttiva 2000/60/CE

8.5.3.1 Contenuti

Il Piano di Tutela delle Acque è stato redatto ai sensi dell'art. 44 del D.Lgs. 152/99 e ss.mm.ii., dell'art. 2 della L.R. 14/2000 e della Direttiva 2000/60/CE. Il PTA, costituente un piano stralcio di settore del Piano di Bacino Regionale della Sardegna, ai sensi dell'art 17, comma 6-ter della legge n.183 del 1989 (e ss.mm.ii.), è stato approvato con Deliberazione della Giunta Regionale n.14/16 del 4 aprile 2006.

Obiettivo prioritario del Piano è la costruzione di uno strumento conoscitivo, programmatico, dinamico, attraverso azioni di monitoraggio, programmazione, individuazione di interventi, misure, vincoli, finalizzati alla tutela degli aspetti qualitativi e quantitativi della risorsa idrica. In particolare, il PTA si prefigge il raggiungimento dei seguenti obiettivi:

- raggiungimento o mantenimento degli obiettivi di qualità fissati dal D. Lgs. 152/99 e i suoi collegati per i diversi corpi idrici ed il raggiungimento dei livelli di quantità e qualità delle risorse

idriche, compatibilmente con le diverse destinazioni d'uso;
- recupero e salvaguardia delle risorse naturali e dell'ambiente per lo sviluppo delle attività produttive, in particolare quelle turistiche, in quanto rappresentative di potenzialità economiche di fondamentale importanza per lo sviluppo regionale;
- raggiungimento dell'equilibrio tra fabbisogni idrici e disponibilità, per garantire un uso sostenibile della risorsa idrica, anche con accrescimento delle disponibilità idriche attraverso la promozione di misure tese alla conservazione, al risparmio, al riutilizzo ed al riciclo delle risorse idriche;
- lotta alla desertificazione.

Il raggiungimento o il mantenimento di tali obiettivi è perseguito mediante azioni ed interventi integrati che, nell'ambito del Piano, si attuano per Unità Idrografiche Omogenee (U.I.O.), unità territoriali elementari composte da uno o più bacini idrografici, attraverso le quali il territorio regionale è stato suddiviso in aree omogenee. Le U.I.O. sono state ottenute prevalentemente a partire dai bacini drenanti sui corpi idrici significativi del primo ordine ed accorpando a questi i bacini minori, territorialmente omogenei, per caratteristiche geomorfologiche o idrografiche o idrologiche.

Sulla base di quanto previsto dagli artt. 3, 4 e 5 del D.Lgs. 152/99, oggi confluito nel D.Lgs. 152/06, il Piano individua e classifica i corpi idrici in relazione al grado di tutela da garantire alle acque superficiali e sotterranee e alle conseguenti azioni di risanamento da predisporre per i singoli corpi idrici, definite all'interno del Piano di Tutela delle Acque (art. 44). In particolare, il Piano suddivide i corpi idrici in 5 categorie:

- corsi d'acqua, naturali e artificiali;
- laghi, naturali e artificiali;
- acque di transizione;
- acque marino – costiere;
- acque sotterranee.

Sono definiti "significativi", quei corpi idrici che soddisfano i criteri minimi definiti, per le diverse categorie, ai punti 1.1 e 1.2 dell'Allegato 1 del D.Lgs. 152/99. Con specifico riferimento ai corpi idrici superficiali, tali criteri sono:

- dimensione del bacino afferente al corpo idrico;
- superficie specchio liquido o capacità d'invaso.

Sono ritenuti, in ogni caso, da monitorare e classificare i seguenti corpi idrici:

- corpi idrici che, per valori naturalistici e/o paesaggistici o per particolari utilizzazioni in atto, hanno rilevante interesse ambientale;
- corpi idrici che, per il carico inquinante da essi convogliato, possono avere una influenza negativa rilevante sui corpi idrici significativi.

Il Piano, inoltre, identifica "a specifica destinazione funzionale" i seguenti corpi idrici:

- acque dolci superficiali destinate alla produzione di acqua potabile;
- acque destinate alla balneazione;
- acque dolci che richiedono protezione e miglioramento per essere idonee alla vita dei pesci;
- acque destinate alla vita dei molluschi.

Infine, tra le aree richiedenti "specifiche misure di prevenzione dall'inquinamento e risanamento, il Piano individua le seguenti:

- aree sensibili;
- zone vulnerabili da nitrati di origine agricola;
- zone vulnerabili da prodotti fitosanitari e altre zone vulnerabili;
- aree di salvaguardia delle acque superficiali e sotterranee destinate al consumo umano, per le quali è prevista una zona di tutela assoluta, una zona di rispetto e una zona di protezione;
- aree vulnerabili alla desertificazione;
- altre aree di salvaguardia (elevato interesse ambientale e naturalistico), ovvero i siti interessati da attività minerarie dismesse, i Parchi e le Aree marine protette, i SIC (Siti di Importanza Comunitaria), le ZPS (Zone di Protezione Speciale), le oasi permanenti di protezione faunistica e di cattura, le aree sottoposte a vincolo di tutela paesistica.

In relazione alle pressioni e agli impatti esercitati dall'attività antropica, il PTA valuta lo stato di compromissione dei corpi idrici, definendo a tale scopo, i cosiddetti "Centri di Pericolo" (CDP), ovvero tutte quelle attività che generano, possono generare, o trasmettono un impatto sui corpi idrici.

Il PTA prevede anche una fase di monitoraggio, articolata in uno step conoscitivo iniziale, il cui scopo è una prima classificazione dello stato di qualità ambientale dei corpi idrici, e un monitoraggio volto a verificare il raggiungimento ovvero il mantenimento dell'obiettivo di qualità "buono". La Regione ha quindi realizzato una rete di controllo per la definizione dello stato ambientale dei corpi idrici monitorati, cui ha seguito l'individuazione delle cause che hanno comportato il degrado delle condizioni quali – quantitative dei corpi idrici. Ciò ha permesso di individuare le "aree problema", ovvero quelle aree considerate problematiche in relazione alla tutela della qualità, al rispetto degli obiettivi ambientali e all'uso delle risorse idriche. In funzione delle criticità rilevate, il Piano ha individuato, per ciascun corpo idrico, obiettivi generali e obiettivi specifici, nonché le relative strategie d'intervento.

Per quanto riguarda l'area di progetto, questa ricade nell'Unità Idrografica Omogenea (UIO) del Flumendosa.

In particolare, il sito di installazione degli aerogeneratori risulta ubicato nella porzione meridionale

dell'U.I.O. Flumendosa, lato ovest.

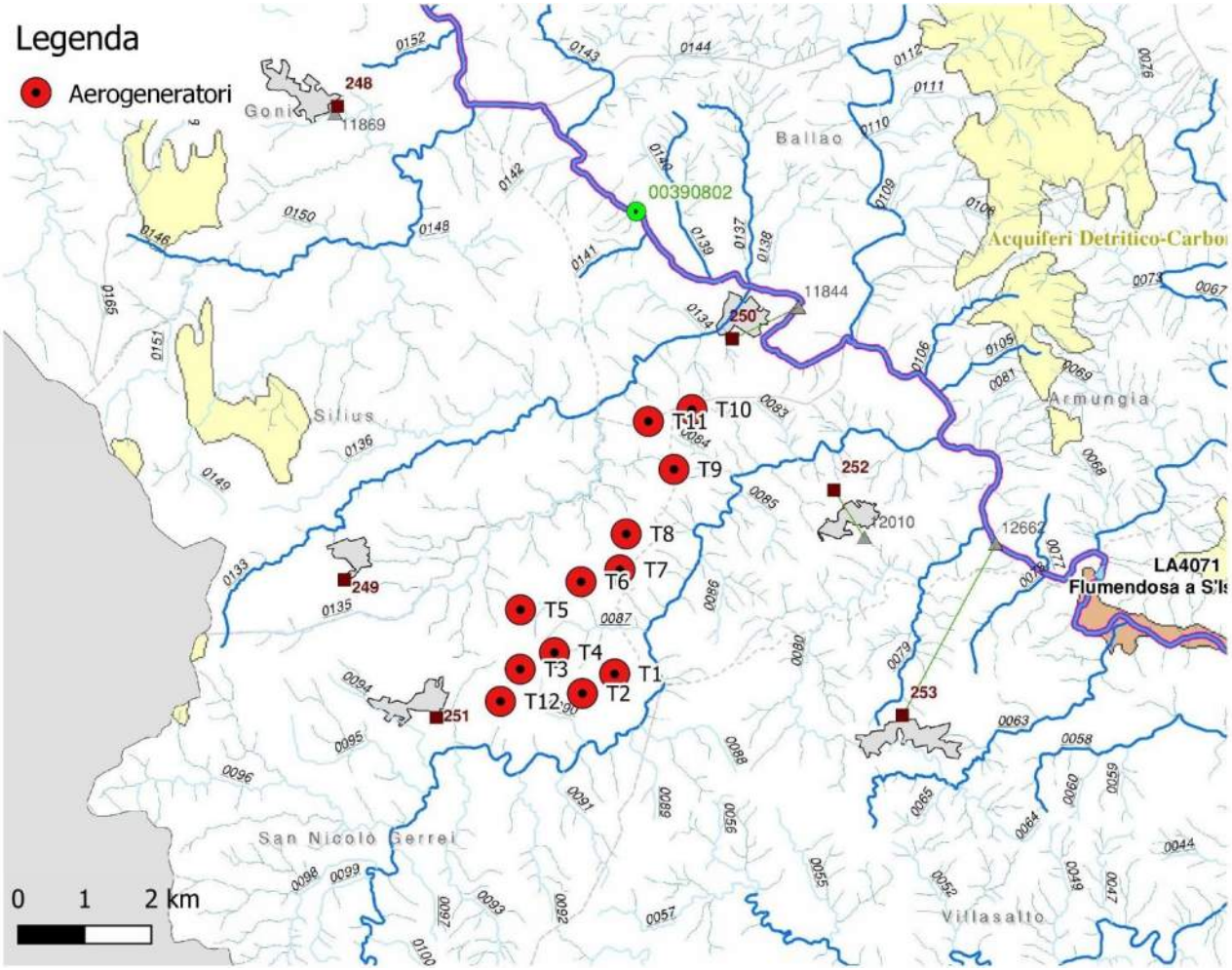


Figura 8.22: Ubicazione degli aerogeneratori in progetto nell'U.I.O. Flumendosa

L'analisi della cartografia del PTA consente di formulare le seguenti considerazioni:

- dalla tavola 7 "Aree Sensibili" risulta che il sito non si sovrappone ad aree sensibili così come definite all'art. 22 delle NTA del PTA e l'area non è riportata nella tabella relativa alle aree sensibili delle Monografie al punto 1.2.1;
- dalla tavola 9 "Designazione zone vulnerabili da nitrati" definite all'art. 19 delle NTA del PTA risulta che l'area è esterna a zone vulnerabili o potenzialmente vulnerabili da nitrati;
- dalla tavola 10 "Distribuzione dei fitofarmaci a livello comunale", definite all'art. 20 delle NTA del PTA si riscontra che l'area di progetto è caratterizzata da uno basso utilizzo di prodotti fitosanitari, i cui valori variano tra 3.01 – 7.0 kg fitofarmaci/ha SAU totale;
- dalla tavola 11 "Registro aree protette – altre aree di salvaguardia (elevato interesse ambientale e naturalistico)", definite dall'art. 30 delle NTA del PTA risulta che l'area in esame non ricade all' interno di aree interessate da attività minerarie dismesse, parchi e aree marine protette, Siti di Importanza Comunitaria e Zone di Protezione Speciale, monumenti naturali, aree sottoposte a

vincolo di tutela paesistica, aree da sottoporre a tutela per il loro interesse paesaggistico;

- dalla tavola 14 "Stato ecologico dei corsi d'acqua e dei laghi" risulta che lo stato ecologico del corso d'acqua più prossimo al sito d'intervento, il corso d'acqua del Flumendosa, è stato definito "Sufficiente";
- dalla tavola 15 "Reti di monitoraggio presenti in Sardegna" si riscontra la presenza di punti di monitoraggio della qualità e della portata dei corsi d'acqua significativi nonché di stazioni della rete RAS idrografica distribuite su tutto il bacino;
- l'U.I.O *Flumendosa* è caratterizzata da una scarsa antropizzazione; se si esclude l'area terminale del Flumendosa, si rinvengono aree minerarie e discariche; tutte distanti dal sito di progetto.

8.5.3.2 Relazioni con il progetto

L'intervento progettuale non è all'origine di modifiche dello stato ambientale dei corpi idrici; pertanto, non si rilevano elementi di contrasto fra la realizzazione del progetto e i contenuti del Piano di Tutela delle Acque. Il processo di produzione energetica da fonte eolica, infatti, non determina alcuna emissione di sostanze potenzialmente inquinanti, siano esse in forma gassosa, solida o liquida. In tal senso ogni possibile impatto può astrattamente ricondursi al verificarsi di eventi incidentali durante le fasi di costruzione, manutenzione e dismissione degli aerogeneratori e opere connesse. Tali eventi sono da ritenersi, in ogni caso, estremamente improbabili laddove vengano rispettate le ordinarie procedure di buona tecnica e/o comportamentali nell'ambito dei processi di costruzione e gestione operativa della centrale eolica.

Il posizionamento degli aerogeneratori, nonché la realizzazione di nuova viabilità, a debita distanza dai principali impluvi o alvei dei corsi d'acqua, contribuisce, infine, ad attenuare ogni interferenza del progetto con il sistema idrografico locale.

8.5.4 Piano forestale ambientale regionale (PFAR)

8.5.4.1 Contenuti

Il Piano forestale ambientale regionale, redatto ai sensi del D.Lgs. 227/2001, approvato con Delibera 53/9 del 27/12/2007, è uno strumento di pianificazione, programmazione e gestione del territorio forestale e agroforestale regionale finalizzato alla tutela dell'ambiente, al contenimento dei processi di dissesto idrogeologico e di desertificazione, alla conservazione, valorizzazione e incremento della risorsa forestale. Obiettivo è anche la tutela della biodiversità degli ecosistemi regionali ed il miglioramento delle economie locali connesse alla funzionalità ed alla vitalità dei sistemi forestali esistenti, con particolare attenzione per gli ambiti montani e rurali.

In particolare, gli obiettivi del Piano si focalizzano intorno ai seguenti macro-obiettivi:

- tutela dell'ambiente, promossa attraverso azioni tese al mantenimento e potenziamento delle funzioni protettive e naturalistiche svolte dalle foreste;

- miglioramento della competitività delle filiere, crescita economica, aumento dell'occupazione diretta e indotta, formazione professionale;
- informazione ed educazione ambientale;
- potenziamento degli strumenti conoscitivi, ricerca applicata e sperimentazione.

Per il raggiungimento dei macro-obiettivi il Piano prevede 5 linee di intervento, riconducibili sempre alle specificità e caratteristiche del contesto ambientale ed economico in cui si opera. Le tipologie di intervento sono poi ulteriormente strutturate in misure, azioni e sottoazioni.

Per le tematiche prioritarie che riguardano l'intero ambito regionale è previsto che le azioni di piano vengano portate avanti attraverso Piani Operativi Strategici, che conferiscono al Piano capacità operativa di programmazione diretta.

L'attribuzione della destinazione funzionale principale ai diversi ambiti forestali è stata condotta a livello di distretto, consentendo di predisporre linee di intervento e modelli gestionali specifici per ciascun contesto preso in considerazione.

Ai fini della predisposizione dei piani territoriali, ciascun distretto è stato descritto in una apposita scheda che contiene il quadro conoscitivo preliminare relativo a dati amministrativi, caratteristiche morfometriche, inquadramento paesaggistico e vegetazionale, uso e copertura del suolo, gestione forestale, aree sottoposte a tutela ed a vincoli idrogeologici.

I distretti territoriali individuati sono 25, tutti ritagliati quasi esclusivamente sui limiti amministrativi comunali, e l'area in cui verranno installati gli aerogeneratori ricade all'interno del distretto n° 22 "Basso Flumendosa".

Figura 8.23 - Carta dei distretti forestali

8.5.4.2 Relazioni con il progetto

Il progetto in esame non risulta altera le previsioni del Piano Forestale Ambientale, in quanto le opere previste non interessano sistemi a gestione forestale pubblica.

D'altro canto, gli interventi progettuali contribuiscono al rafforzamento delle condizioni di presidio del territorio rispetto al verificarsi di eventuali fenomeni di incendio.

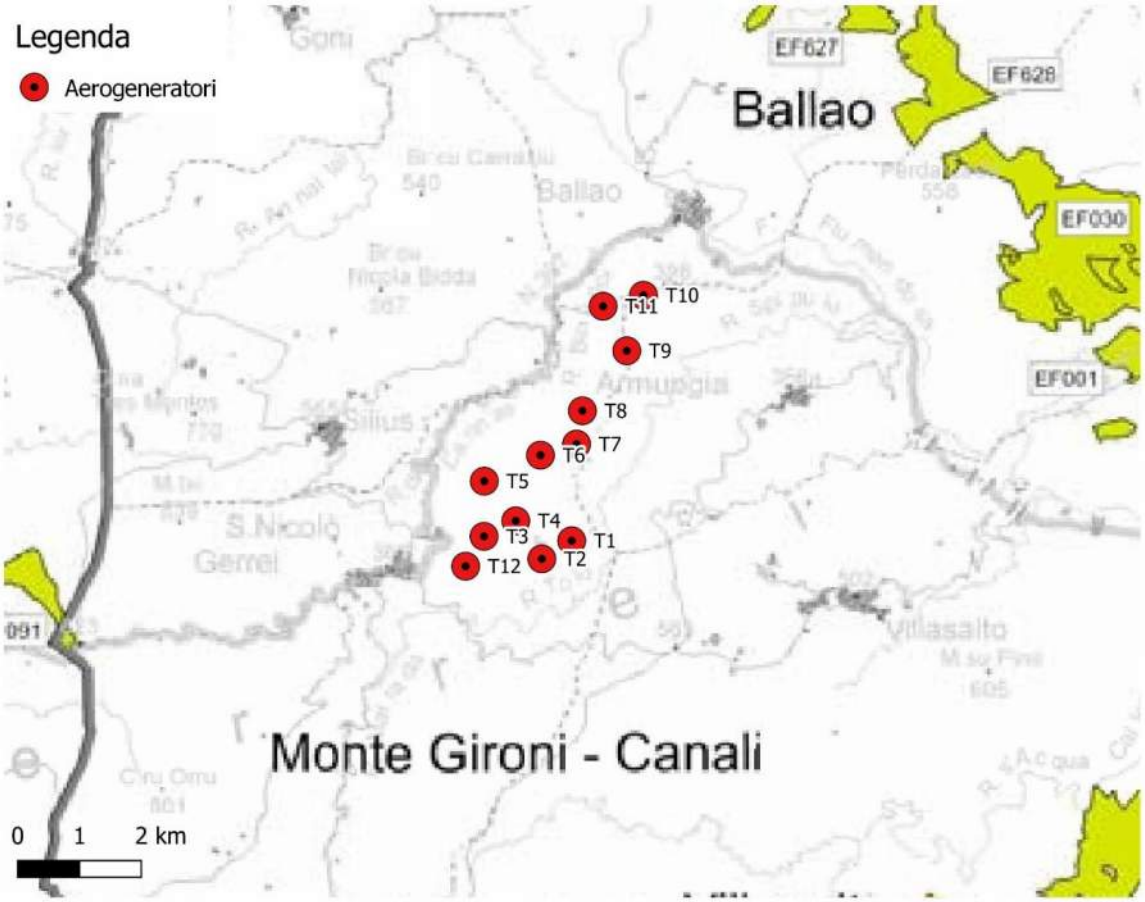


Figura 8.24 – Stralcio PFAR - Scheda di distretto 22 "Basso Flumendosa" (Tavola 6) In verde le aree a gestione forestale pubblica

8.5.5 Piano di risanamento e tutela della qualità dell'aria

8.5.5.1 Contenuti

La redazione, ai sensi del D.Lgs. n. 155/2010, del Piano Regionale di Qualità dell'Aria-Ambiente, approvato con Delibera n. 1/3 del 10.01.2017, ha, tra le sue finalità, il mantenimento della qualità dell'aria ambiente, laddove buona, ed il suo miglioramento negli altri casi.

In tal senso, il decreto legislativo 155/2010 e ss.mm.ii. abroga e sostituisce la precedente normativa e costituisce un riferimento normativo completo che regolamenta le attività prioritarie di valutazione e gestione della qualità dell'aria, sulla base del quale la Regione Sardegna ha predisposto il suddetto Piano.

In particolare, il D.Lgs.155/2010 stabilisce:

- l'obbligatorietà per ciascuna Regione e Provincia autonoma di procedere al riesame della zonizzazione e classificazione regionale al fine di adeguare entrambe ai criteri stabiliti nel

medesimo decreto. Pertanto, la Giunta Regionale, con propria delibera n. 52/19 del 10/12/2013, ha provveduto al riesame della zonizzazione e classificazione delle zone della Sardegna, attraverso l'adozione di apposito documento denominato: "Zonizzazione e classificazione del territorio regionale";

- l'adeguamento della rete di misura, dei piani e delle misure di qualità dell'aria in conformità alla zonizzazione risultante dal riesame di cui sopra. In tal senso, la Regione ha già provveduto a predisporre il progetto di adeguamento della rete di misura e del programma di valutazione, in conformità alla zonizzazione e classificazione risultanti dal primo riesame;
- i criteri che le Regioni devono seguire per la gestione della qualità dell'aria a seguito della valutazione annuale delle concentrazioni degli inquinanti atmosferici. In particolare, all'articolo 9 sono fissate le disposizioni per le zone o gli agglomerati in cui si verifichino una o più situazioni di superamento dei valori limite o dei valori obiettivo, in cui si rende necessario adottare un piano che preveda delle misure volte alla riduzione delle emissioni delle principali fonti di inquinamento. Inoltre, l'articolo 10 prevede, nei casi in cui sussista il rischio di superamento delle soglie di allarme stabilite per biossido di zolfo e biossido di azoto, l'adozione di appositi piani di azione contenenti interventi a breve termine.

La zonizzazione individuata ai sensi del decreto legislativo 155/2010 e ss.mm.ii., adottata con D.G.R. n. 52/19 del 10/12/2013 e approvata in data 11 novembre 2013 (protocollo DVA/2013/0025608) dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare è riportata nella Tabella 8.3 e rappresentata in Figura 8.25.

Tabella 8.3 - Zone e agglomerati di qualità dell'aria individuati ai sensi del D.Lgs. 155/2010

Codice zona	Nome zona
IT2007	Agglomerato di Cagliari
IT2008	Zona urbana
IT2009	Zona industriale
IT2010	Zona rurale
IT2011	Zona per l'ozono

L'agglomerato di Cagliari include i Comuni di Cagliari, Elmas, Monserrato, Quartucciu, Quartu S. Elena e Selargius.

La zona urbana è costituita dalle aree urbane di Olbia e Sassari, contraddistinte da una popolazione superiore ai 30.000 abitanti e sul cui territorio si registrano livelli emissivi significativi, principalmente prodotti dal trasporto stradale e dal riscaldamento domestico. Inoltre, nel Comune di Olbia, a tali sorgenti emissive si aggiungono le attività portuali.

La zona industriale è invece costituita da aree prettamente industriali (Assemini, Portoscuso, Porto Torres e Sarroch), il cui il carico emissivo è determinato prevalentemente da più attività energetiche e/o produttive.

La rimanente parte del territorio è stata accorpata nella zona rurale dal momento che, nel complesso, risulta caratterizzata da livelli emissivi dei vari inquinanti piuttosto contenuti e dalla presenza di poche attività produttive isolate.

Una zona unica, infine, che copre tutto il territorio a meno dell'agglomerato di Cagliari, è definita ai fini della protezione della salute dall'ozono (Figura 8.26).

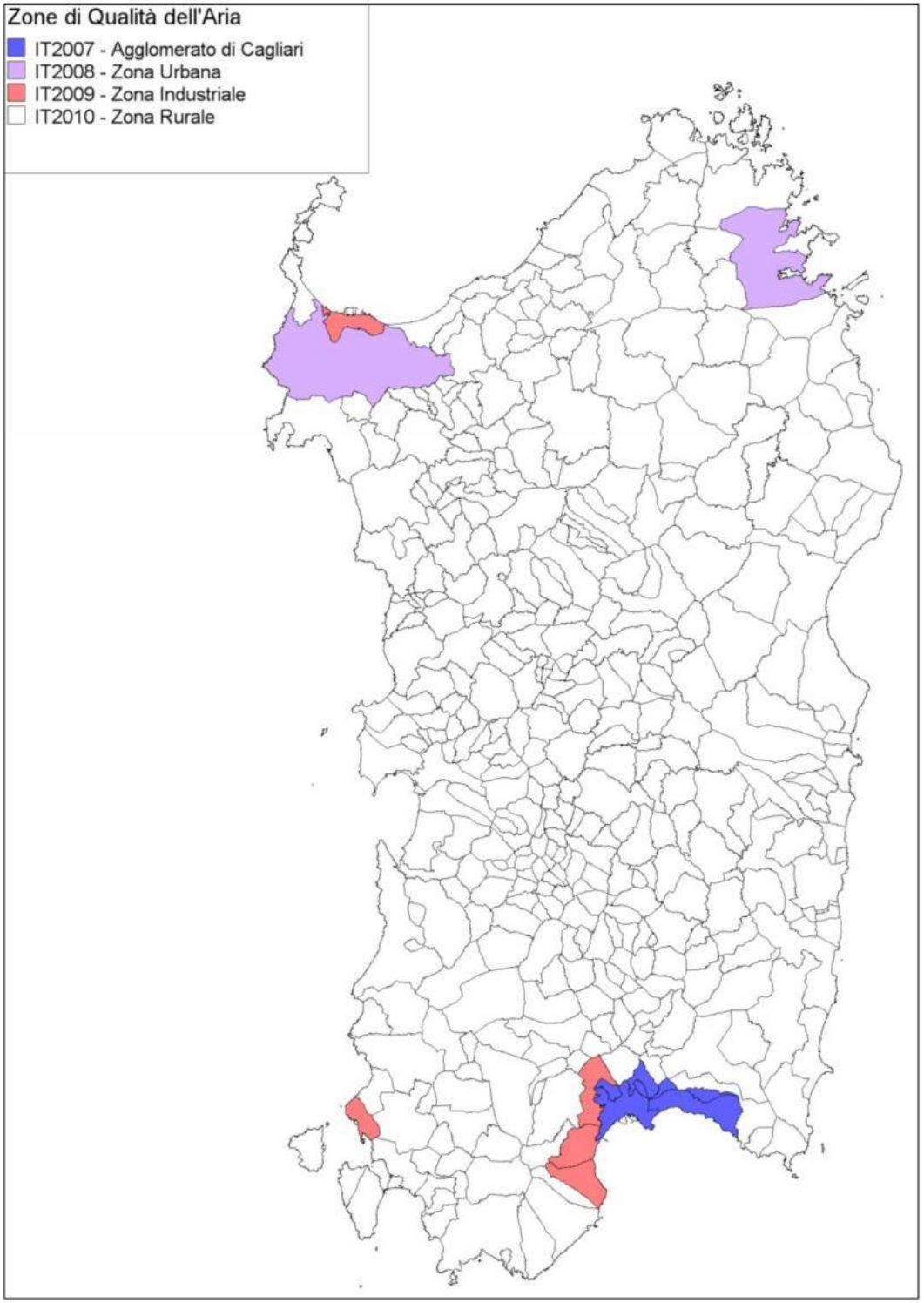


Figura 8.25 - Zone di qualità dell'aria individuate ai sensi del D.Lgs. 155/2010 (Fonte: Piano Regionale di Qualità dell'Aria-Ambiente - 2017)

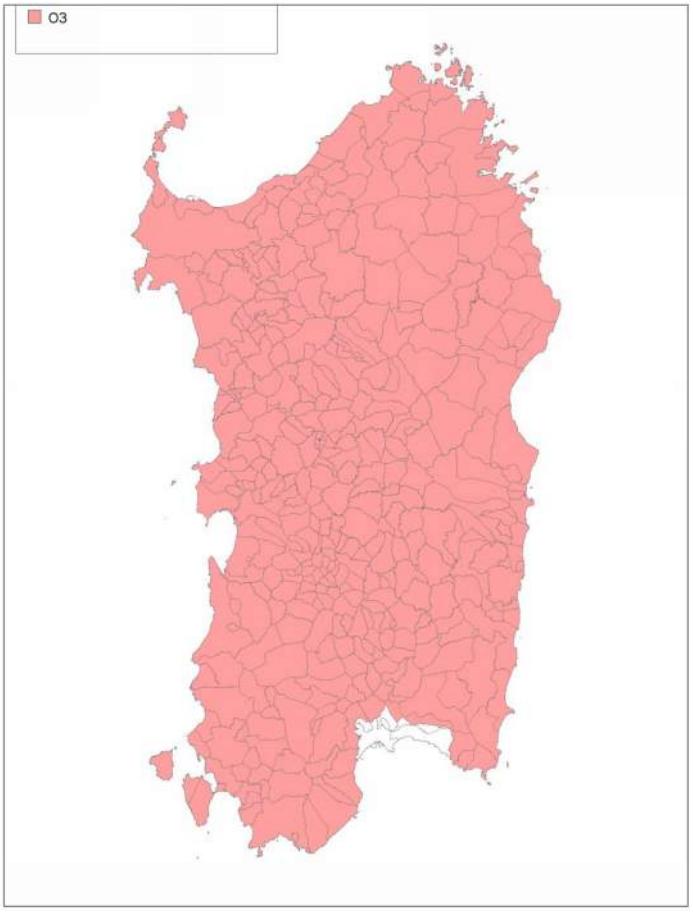


Figura 8.26 - Zona di qualità dell'aria individuata per l'ozono ai sensi del D.Lgs. 155/2010 (Fonte: Piano Regionale di Qualità dell'Aria-Ambiente - 2017)

La valutazione della qualità dell'aria è stata eseguita utilizzando i dati provenienti da:

- monitoraggio in siti fissi, integrati con i risultati delle indagini preliminari;
- modellistica per lo studio del trasporto, la dispersione e la trasformazione degli inquinanti primari in atmosfera. In particolare, sono stati utilizzati il modello Chimere, applicato su tutto il territorio regionale, e il modello CALPUFF, applicato a quattro aree del territorio regionale (Cagliari, Portoscuso, Porto Torres e Olbia).

La localizzazione sul territorio delle stazioni di monitoraggio è rappresentata in Figura 8.27.

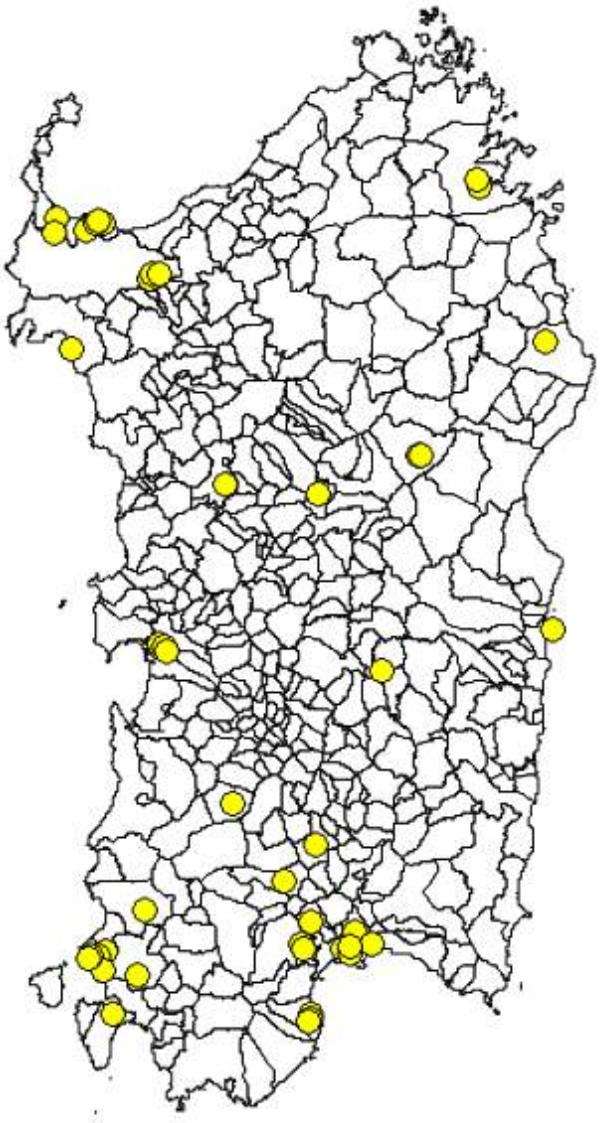


Figura 8.27 – Stazioni di monitoraggio attive sul territorio regionale (Fonte: Piano Regionale di Qualità dell'Aria-Ambiente - 2017)

In base al regime di qualità dell'aria osservato tramite le misurazioni effettuate nelle stazioni di monitoraggio o valutato con la modellistica, sono state definite su tutto il territorio regionale le seguenti tipologie di area:

- area di risanamento, ossia un'area in cui sono stati registrati, dal monitoraggio in siti fissi, dei superamenti degli standard legislativi e per la quale risulta necessario adottare misure volte alla riduzione delle concentrazioni in aria ambiente degli inquinanti per cui si osserva una criticità.

Nel territorio regionale si verifica la suddetta condizione in corrispondenza dell'agglomerato di Cagliari, in riferimento alla media giornaliera del PM_{10};

- area di tutela, ossia un'area in cui si ritiene opportuno, sulla base dei risultati del monitoraggio integrati con quelli della modellistica, adottare misure finalizzate al miglioramento della qualità dell'aria ed alla riduzione del rischio di superamento degli standard legislativi. Tale circostanza si verifica:
  - su tutto il territorio regionale, in riferimento a NO_2 e PM_{10};
  - nella zona industriale, in riferimento a SO_2 e Cd;
  - nella zona industriale e nell'agglomerato di Cagliari, in riferimento al benzo(a)pirene.

Per le suddette aree è stato predisposto il Piano di qualità dell'aria ai sensi dell'articolo 9 del D.Lgs. 155/2010.

Un'ulteriore area di tutela estesa a tutto il territorio regionale (al netto dell'area di risanamento) è rappresentata dalla zona definita per la protezione della salute umana dai possibili effetti negativi causati dall'ozono in aria ambiente.

All'interno dell'area di risanamento, è stata effettuata l'analisi delle sorgenti maggiormente responsabili dei livelli emissivi, ricercando in particolare le principali fonti di emissione di PM_{10}, $PM_{2,5}$ e benzo(a)pirene nei Comuni facenti parte dell'agglomerato di Cagliari. All'interno dell'area di tutela, sono state ricercate le principali sorgenti emissive di cadmio, biossido di zolfo e benzo(a)pirene nella zona industriale e di biossido di azoto e PM_{10} in tutto il territorio regionale.

I risultati ottenuti per l'area di risanamento definiscono un contributo significativo del riscaldamento domestico sui livelli emissivi di particolato nell'agglomerato: caminetti, stufe tradizionali e piccole caldaie sono le principali responsabili delle emissioni di PM_{10} (complessivamente per il 56%), $PM_{2,5}$ (64%) e benzo(a)pirene (83%).

Le particelle sospese provengono, inoltre, dall'attività portuale, dalla produzione di laterizi (principalmente a Cagliari) e dal trasporto (veicoli leggeri e pesanti); nel caso delle particelle sospese a granulometria maggiore (PM_{10}) anche dalla produzione di calcestruzzo (principalmente a Cagliari, Quartucciu e Quartu S. Elena) e dalle attività estrattive (localizzate principalmente a Quartu S. Elena).

Nella zona industriale, il contributo principale ai livelli emissivi deriva dalle centrali termoelettriche, dalla metallurgia e dalla raffineria, situati sul territorio dei Comuni che vi ricadono all'interno.

A livello regionale, emerge come le criticità dell'agglomerato di Cagliari e della zona industriale influiscano in maniera rilevante su tutto il territorio regionale: le centrali termoelettriche e le attività industriali più grandi, il riscaldamento domestico, il traffico veicolare e i porti sono le attività cui corrispondono i contributi percentuali più alti ai livelli regionali degli inquinanti esaminati.

Riguardo all'ozono, le sorgenti che maggiormente contribuiscono ai livelli emissivi dei principali

precursori (composti organici volatili non metanici - COVNM), sono la vegetazione e le attività antropiche che prevedono l'utilizzo di solventi e vernici.

In risposta alle citate situazioni, il Piano definisce le misure di tutela finalizzate alla riduzione del rischio di superamento degli standard legislativi ed al miglioramento generale della qualità dell'aria sul territorio.

Alcune delle misure tecniche adottate ai fini del risanamento dell'area dell'agglomerato di Cagliari sono anche da ritenersi utili come MISURE TECNICHE DI TUTELA, che mirano al generale miglioramento della qualità dell'aria e sono applicate a tutto il territorio regionale (*Figura 8.28*).

Settore di intervento	Misura	Descrizione della misura	Livello di adozione della misura
Riscaldamento	Limitazione delle emissioni degli impianti di combustione nel settore terziario (Misura D0T02)	Graduale eliminazione dell'utilizzo di olio combustibile, di gasolio e di legna negli impianti a bassa efficienza utilizzati nel settore terziario, a partire dal comparto pubblico, ovvero sostituzione degli impianti a bassa efficienza con impianti ad alta efficienza	Regionale
Attività produttive	Abbattimento delle polveri da cave, calcestruzzi e laterizi (Misura E0T06)	Regolamento che introduca pratiche volte all'abbattimento delle polveri nel corso di attività estrattive o di movimentazione di materiale pulverulento	Regionale
Attività portuali	Interventi in ambito portuale (porto di Olbia) (Misura M5E08)	Abbattimento delle emissioni provenienti dallo stazionamento delle navi nel porto di Olbia e dalle attività portuali	Regionale

Figura 8.28 - Misure tecniche di tutela per il contenimento di PM_{10} ed NO_2 su tutto il territorio regionale

A ciascuna misura tecnica è stata associata una percentuale di riduzione delle emissioni che vogliono perseguire e, sulla base di tali obiettivi di riduzione, sono stati creati gli scenari di piano. Sono stati definiti due scenari di piano che prevedono due ipotesi di riduzione, una "alta" con obiettivi di riduzione più ambiziosi e una "bassa" che prevede obiettivi di riduzione più bassi (*Figura 8.29*).

Settore di intervento	Misura	Territorio di applicazione	Ipotesi di riduzione "bassa"	Ipotesi di riduzione "alta"
Riscaldamento	Sostituzione di caminetti e stufe tradizionali nel settore domestico (Misura D0F01)	Comuni di Cagliari, Elmas, Monserrato, Quartucciu, Quartu S. Elena e Selargius	Sostituzione del 40% degli impianti al 2018 e del 60% al 2020	Sostituzione del 60% degli impianti al 2018 e dell'80% al 2020
	Limitazione delle emissioni degli impianti di combustione nel settore terziario (Misura D0T02)	Tutta la Regione	Riduzione dei consumi del 25% al 2020	Riduzione dei consumi del 70% al 2020
Trasporti	Riduzione del traffico urbano (Misura M0T03)	Comuni di Cagliari, Elmas, Monserrato, Quartucciu, Quartu S. Elena e Selargius	Riduzione dei volumi di traffico del 6 % ogni cinque anni	Riduzione dei volumi di traffico del 10 % ogni cinque anni
	Riorganizzazione del traffico pesante in area urbana (Misura M0T04)	Comuni di Cagliari, Elmas, Monserrato, Quartucciu, Quartu S. Elena e Selargius	Riduzione del traffico pesante del 40% al 2018 e del 50% al 2020	Riduzione del traffico pesante del 50% al 2018 e del 70% al 2020
Attività produttive	Abbattimento delle polveri da cave, calcestruzzi e laterizi (Misura E0T06)	Tutta la Regione	Riduzione del 30%	Riduzione del 50%
Attività portuali	Interventi in ambito portuale porto di Cagliari (Misura M5E07)	Cagliari	Riduzione del 20% entro il 2020	Riduzione del 60% entro il 2020
	Interventi in ambito portuale (porto di Olbia) (Misura M5E08)	Olbia	Riduzione del 20% entro il 2020	Riduzione del 60% entro il 2020

Figura 8.29 – Ipotesi di riduzione associate alle misure tecniche

Le misure di natura non tecnica, pur non agendo direttamente sui livelli emissivi degli inquinanti atmosferici, possono potenziare gli effetti delle misure tecniche o aggiungere elementi conoscitivi utili ai fini delle successive fasi di monitoraggio ed attuazione delle misure di piano. Tra queste si menzionano le attività di sensibilizzazione ed informazione, le azioni, promozioni e incentivazioni, gli studi ed approfondimenti, il miglioramento delle normali attività di monitoraggio e l'istituzione di tavoli

di coordinamento.

Per valutare l'efficacia delle misure di piano e selezionare l'ipotesi di riduzione sufficiente ad ottenere il raggiungimento dei valori limite stabiliti dalla normativa, lo "scenario di piano" con ipotesi di alta di riduzione delle emissioni è stato messo a confronto con lo "scenario tendenziale", rappresentante i livelli emissivi e le concentrazioni in aria ambiente nel 2020, nell'ipotesi in cui non siano adottate ulteriori misure oltre quelle già stabilite dalla normativa nazionale e/o regionale e dalla pianificazione regionale. Più specificatamente, lo "scenario di piano" è stato costruito a partire dallo "scenario tendenziale", a cui sono state aggiunte le misure descritte in Figura 8.29 e prevedendo un'ipotesi di alta di riduzione delle emissioni.

Nello scenario di piano, le concentrazioni medie annuali di PM_{10}, ottenute tramite l'applicazione del modello di dispersione atmosferica Chimere, diminuiscono poco rispetto allo scenario tendenziale (Figura 8.30), costruito anch'esso tramite modellazione, ed hanno pertanto come effetto principale quello di contrastare i possibili impatti negativi attesi con l'evoluzione tendenziale del contesto generale. Peraltro, la situazione di superamento registrata nell'agglomerato di Cagliari sembrerebbe già risolta al 2012, anno in cui le stazioni di monitoraggio dell'agglomerato non hanno registrato superamenti dei valori limite.

Inoltre, si osserva una riduzione generale delle concentrazioni atmosferiche di ossidi di azoto, valutate ancora una volta tramite il modello Chimere, su tutto il territorio regionale (Figura 8.31).

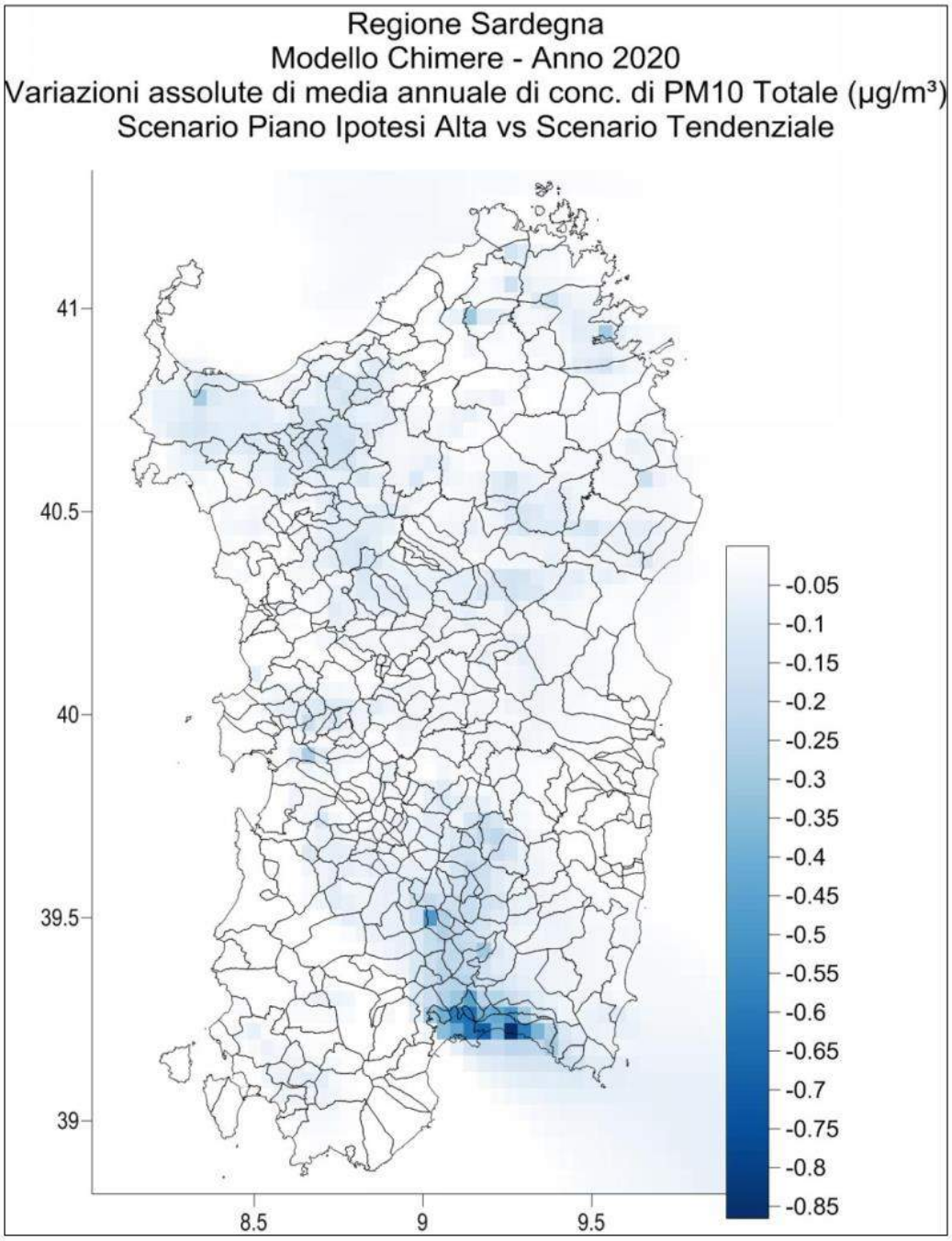


Figura 8.30 - Variazione della concentrazione media annuale stimata del PM10 totale al 2020 – confronto tra scenario tendenziale e scenario di piano (modello CHIMERE) (Fonte: Piano Regionale di Qualità dell'Aria-Ambiente - 2017)

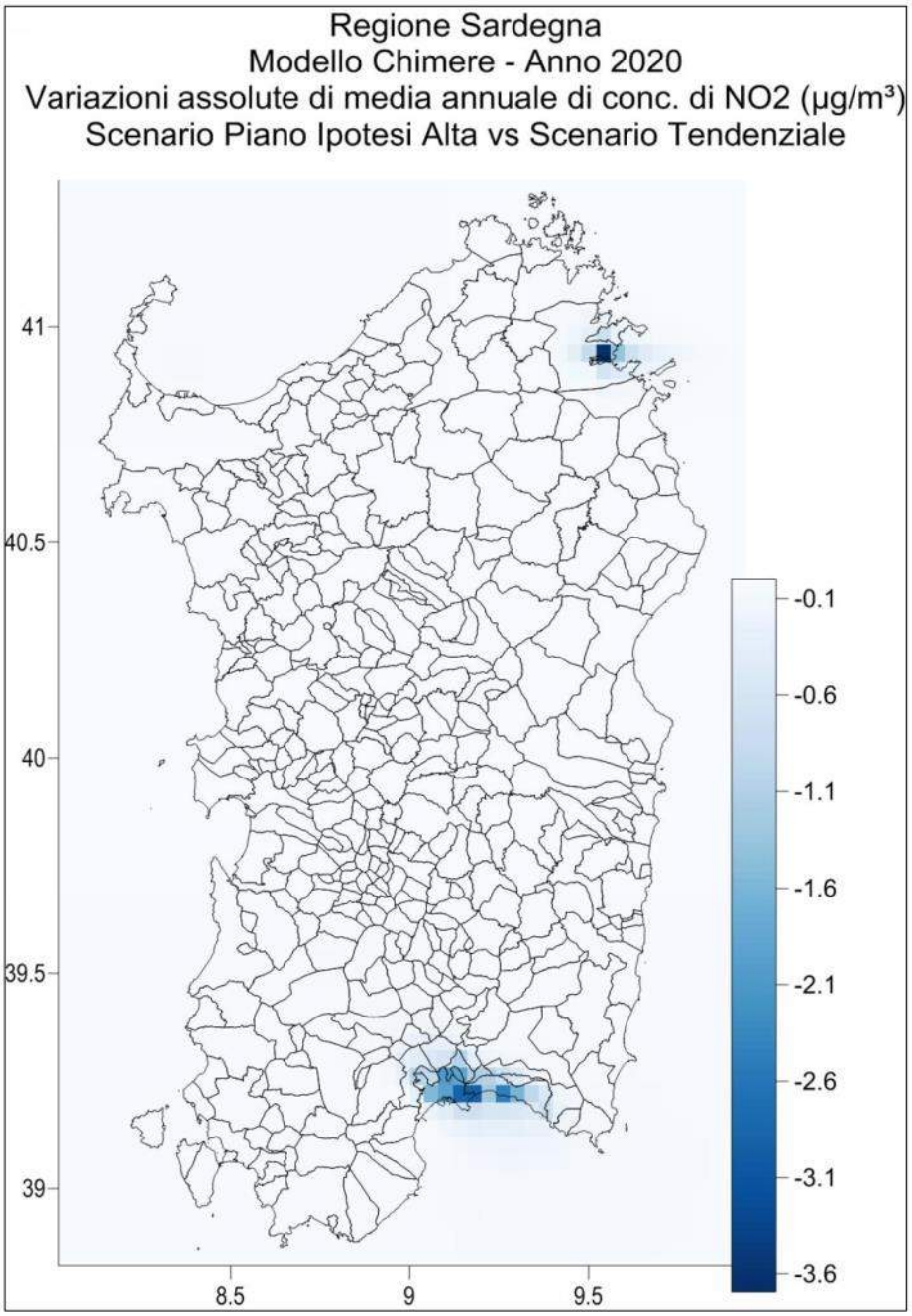


Figura 8.31 - Variazione della concentrazione media annuale stimata di NO2 al 2020 – confronto tra scenario tendenziale e scenario di piano (modello CHIMERE) (Fonte: Piano Regionale di Qualità dell'Aria-Ambiente - 2017)

8.5.5.2 Relazioni con il progetto

Trattandosi di un impianto da fonte energetica rinnovabile e privo di emissioni atmosferiche, il progetto proposto è in sostanziale sintonia con gli obiettivi del Piano orientati alla riduzione delle emissioni climalteranti ed al risanamento e tutela della qualità dell'aria.

8.5.6 Piani di classificazione acustica

La Legge 26 ottobre 1995, n. 447 e la Delibera della Giunta Regionale n. 62/9 del 14 novembre 2008 in tema di controllo dei livelli di rumorosità, prevedono che ciascun Comune elabori un proprio piano di classificazione acustica, che attribuisca ad ogni porzione del territorio comunale i limiti per l'inquinamento acustico ritenuti compatibili con la tipologia degli insediamenti e le condizioni di effettiva fruizione della zona considerata.

Il D.P.C.M. 14/11/97 stabilisce, inoltre, in funzione della classe acustica attribuita all'area, i limiti di immissione (in dB(A)) diurni e notturni indicati nella Tabella 8.4.

Classe acustica	Valori limite di immissione [dB(A)]	
	Diurno (6.00-22.00)	Notturno (22.00-6.00)
I - aree particolarmente protette	50	40
II - aree prevalentemente residenziali	55	45
III - aree di tipo misto	60	50
IV - aree di intensa attività umana	65	55
V - aree prevalentemente industriali	70	60
VI - aree esclusivamente industriali	70	70

Tabella 8.4 – Limiti di immissione acustica

Alla data di predisposizione del presente studio, il comune di Armungia risulta sprovvisto di Piano di Classificazione Acustica mentre, San Nicolò Gerrei è dotato di piano elaborato ai sensi dell'art. 6, comma 1, lettera a), della Legge 447/95 approvato rispettivamente, nel 2008 con Delibera n. 8 del 26/04/2008 e Delibera n. 7 del 20/03/2008.

Per il Comune di Armungia si applicano, per le sorgenti sonore fisse, i limiti di accettabilità, validi in tutto il territorio nazionale (art. 6 del D.P.C.M. 01.03.91) mentre, per il Comune di San Nicolò Gerrei,

si fa riferimento ai limiti del DPCM 14/11/1997

In riferimento agli aspetti di interesse per il presente SIA si rimanda alle considerazioni riportate nell'Elaborato FORI-SNG-RA10 _Studio previsionale di impatto acustico.

9 QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE

9.1 Introduzione

La presente sezione dello SIA descrive il progetto e le soluzioni adottate nel rispetto dei vincoli imposti dalla normativa tecnica, da quella ambientale e dalla pianificazione territoriale.

Verranno di seguito richiamate le motivazioni all'origine della decisione di procedere alla realizzazione dell'intervento proposto e saranno illustrate ragioni tecniche delle scelte progettuali operate. Particolare attenzione è stata rivolta, inoltre, alla descrizione delle misure ed accorgimenti che si è ritenuto opportuno adottare al fine di assicurare un accettabile inserimento dell'opera nell'ambiente.

Per ogni maggiore dettaglio circa le caratteristiche costruttive e gestionali del proposto impianto eolico denominato "Energia Monte Taccu" e proposto dalla Fred Olsen Renewables Italy S.r.l., si rimanda all'esame relazioni componenti il progetto definitivo delle opere civili e delle infrastrutture elettriche.

9.2 Norme tecniche che regolano la realizzazione dell'opera

Di seguito è riportato un elenco indicativo dei principali riferimenti di legge e delle norme tecniche applicabili per la progettazione e la realizzazione dell'intervento in esame.

Opere in cemento armato

- Legge n. 1086 del 5/11/1971. "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica".
- Legge n. 64 del 2/2/1974. "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche".
- Circ. M. LL.PP. 14 febbraio 1974, n. 11951, "Applicazione delle norme sul cemento armato".
- Circ. M. LL.PP. 9 gennaio 1980, n. 20049. "Legge 5 novembre 1971, n. 1086 - Istruzioni relative ai controlli sul conglomerato cementizio adoperato per le strutture in cemento armato".
- D. M. 11/3/1988. "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione".
- Circolare Ministero LL.PP. 24/9/1988 n. 30483: "Legge n.64/1974 art. 1 - D.M. 11/3/1988. Norme tecniche su terreni e rocce, stabilità di pendii e scarpate, progettazione, esecuzione, collaudo di opere di sostegno e fondazione".
- D.M. del 14/2/1992. "Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche".
- D.M. del 9/1/1996. "Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e

precompresso e per le strutture metalliche".

- D.M. del 16/1/1996. "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche".
- D.M. 16/1/1996. "Norme tecniche relative ai "Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e dei sovraccarichi"".
- Circolare M.LL.PP. 04/07/1996 n. 156 AA.GG./STC. "Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e dei sovraccarichi" di cui al D.M. 16/1/1996".
- Circolare M. LL.PP. 15/10/1996, n. 252. "Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle opere in cemento armato ordinario e precompresso e per strutture metalliche" di cui al D.M. 9/1/1996".
- Circolare 10/4/1997 n. 65 AA.GG. "Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche" di cui al D.M. del 16/1/1996.
- Ordinanza del Presidente del Consiglio n. 3274 del 20/03/2003. "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica".
- Norma Italiana CEI ENV 61400-1. "Sistemi di generazione a turbina eolica. Parte 1: Prescrizioni di sicurezza". Data di pubblicazione 06-1996.
- Norma internazionale IEC 61400-1 "Wind Turbine Safety and Design" del 1999.
- Ordinanza del Presidente del Consiglio n. 3431 del 03/05/2005 – Ulteriori modifiche ed integrazioni all'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003.
- UNI-EN 1992-1-1 2005: Progettazione delle strutture in calcestruzzo. Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.
- UNI-ENV 1994-1-1 1995: Progettazione delle strutture composte acciaio calcestruzzo. Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.
- D.M. 17/1/18 "Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni" pubblicato sulla G.U. del 20/2/18.

Sicurezza e salute sui luoghi di lavoro

- Decreto Legislativo 9 aprile 2008, n. 81 (81/08) Titolo IV D.Lgs 81/08 (cantieri temporanei o mobili)
- Decreto - 22 gennaio 2008, n. 37 - Regolamento installazione degli impianti all'interno degli edifici.
- L. 3 agosto 2007 n. 123 - Salute e sicurezza sul lavoro

- Circ. 3 novembre 2006 n. 1733 - Lavoro nero
- Determinazione 26 luglio 2006 n. 4/2006 - Sicurezza nei cantieri temporanei o mobili
- Art. 36 bis Decr. Legge 4 luglio 2006 n. 223
- Art. 131 D. Lgs 12 aprile 2006 n. 163
- D. Lgs. 19 agosto 2005 n. 192 - Attuazione della direttiva 2002/91/CE
- Circ. ISPESL 28 dicembre 2004, n. 13 - Impianti di terra e scariche atmosferiche
- D.Lgs. 4 settembre 2002, n. 262 - Emissione acustica macchine all'aperto
- Circ. ISPESL 2 aprile 2002, n. 17 - Scariche atmosferiche e impianti elettrici
- D.P.R. 22 ottobre 2001, n. 462 - Scariche atmosferiche e impianti elettrici
- D.Lgs. 2 gennaio 1997, n. 10 - Dispositivi protezione individuale
- Circ. 6 marzo 1995, n. 3476 - Impianti da terra e scariche atmosferiche
- Circ. ISPESL 2 novembre 1993, n. 16089 - Reti di sicurezza
- D.P.R. 21 aprile 1993, n. 246 - Prodotti da costruzione
- D.Lgs. 4 dicembre 1992, n. 475 - Dispositivi protezione individuale
- D.P.R. 19 marzo 1956, n. 303 - Igiene del lavoro

Come accennato in precedenza, l'elenco normativo è riportato soltanto a titolo di promemoria informativo; esso non è esaustivo per cui eventuali leggi o norme applicabili, anche se non citate, andranno comunque applicate.

Infine, qualora le sopra elencate norme tecniche siano modificate, si dovranno applicare le norme più recenti.

9.3 Descrizione generale del processo produttivo

L'impianto eolico in progetto sarà composto da n. 12 aerogeneratori, in grado di funzionare autonomamente e di produrre energia elettrica da immettere in rete dopo le necessarie fasi di trasformazione della tensione.

L'aerogeneratore proposto presenta una torre in acciaio dell'altezza al mozzo di 115 m alla cui sommità è fissata una "navicella", che supporta un "rotore" di tipo tripala avente diametro massimo pari a 170 m. L'altezza massima dell'aerogeneratore al *tip*, ossia in corrispondenza del punto più alto raggiunto dall'estremità delle pale in movimento, sarà pari a 200 m.

All'interno della navicella della turbina eolica è alloggiato un generatore elettrico che è collegato al rotore mediante opportuni sistemi meccanici di riduzione/moltiplicazione dei giri, di frenatura e di

regolazione della velocità.

La macchina eolica, per azione del vento sulle pale, converte l'energia cinetica del flusso d'aria (vento) in energia meccanica all'asse mettendo in movimento il rotore del generatore asincrono e determinando, in tal modo, la produzione di energia elettrica.

La navicella è posizionata su un supporto-cuscinetto e si orienta, attraverso un sistema di controllo automatico, in funzione della direzione del vento in modo da assicurare costantemente la massima esposizione al vento del rotore.

Il sistema di controllo automatizzato, oltre a vigilare sull'integrità della macchina, impedendo il raggiungimento di situazioni di esercizio pericolose, esegue anche il controllo della potenza, effettuato mediante rotazione delle pale intorno al loro asse principale (regolazione del passo - *pitch regulation*), in maniera da aumentare o ridurre la superficie esposta al vento della singola pala.

Concettualmente, assunta la curva tipica di indisponibilità di un generatore, l'energia elettrica annua producibile dalla macchina eolica [We] è esprimibile come sommatoria dei prodotti della potenza [P(v)] erogata in corrispondenza di una generica velocità del vento [v], per il numero di ore annue alle quali il vento spira a quella data velocità [T(v)]:

$We = \Sigma [P(v) \bullet T(v)]$

L'energia elettrica prodotta dagli aerogeneratori a 690 V in c.a. è elevata a 30 kV da un trasformatore posto all'interno di ciascuna navicella; quindi, successivamente l'energia è immessa in una rete interrata di cavi (cavidotto MT) per il trasporto alla nuova sottostazione in comune di Escalaplano dove subisce un'ulteriore trasformazione di tensione da 30 kV a 36 kV.

In base ai dati anemologici disponibili ed alle caratteristiche di funzionamento dell'aerogeneratore prescelto la Fred Olsen Renewables Italy S.r.l. ha stimato una produzione energetica pari a circa 233,8 GWh/anno.

9.4 Analisi delle alternative progettuali

9.4.1 Premessa

Come evidenziato in sede di progetto, la società Fred Olsen Renewables Italy S.r.l. ha come obiettivo lo sviluppo, la realizzazione e la gestione di impianti di produzione energetica a fonte rinnovabile.

Sulla base della lunga esperienza maturata nello specifico settore, dell'approfondita conoscenza del territorio regionale e delle sue potenzialità anemologiche, la Società ha da tempo individuato, nel territorio della Regione Sardegna, alcuni siti idonei per la realizzazione di impianti eolici.

Tra i siti eolici individuati, quello tra le località di *Pranu de Is Codes* a nord e *Pranu Taccu* a sud. è apparso di particolare interesse in virtù del favorevole potenziale energetico, di accessibilità e insediative.

In fase di studio preliminare e di progetto sono state attentamente esaminate le possibili soluzioni

alternative relativamente alla configurazione di layout nonché alla scelta della tipologia di aerogeneratore da installare.

Nel seguito saranno illustrati i criteri che hanno orientato le scelte progettuali e si procederà a ricostruire un ipotetico scenario conseguente alla cosiddetta "opzione zero", ossia di non realizzazione degli interventi.

9.4.2 La scelta localizzativa

Come ampiamente evidenziato negli elaborati del Progetto e del SIA, la scelta del sito in cui si progetta l'impianto eolico denominato "Energia Monte Taccu", presenta numerosi elementi favorevoli, di seguito sinteticamente riassunti, che investono questioni di carattere economico-gestionale nonché aspetti di rilevanza paesaggistico-ambientale. La concomitanza di tali circostanze rende il sito in esame certamente di interesse nel panorama regionale delle aree destinabili allo sfruttamento dell'energia eolica.

Sotto il profilo tecnico si evidenzia come la localizzazione prescelta assicuri condizioni anemologiche vantaggiose per la produzione di energia elettrica dal vento, delineando prospettive di producibilità energetica di sicura rilevanza, a livello regionale e nazionale.

Sotto il profilo dell'accessibilità, l'ipotesi di progetto relativa al trasporto degli aerogeneratori dal Porto Canale di Cagliari delinea favorevoli condizioni di trasferimento della componentistica delle macchine eoliche, assicurate dalla preesistenza di un'efficiente rete viaria di livello statale e provinciale di collegamento.

Ai fini dello sviluppo dell'iniziativa vanno, infine, evidenziate le favorevoli condizioni ambientali generali del sito in oggetto, riferibili alla bassa densità insediativa e alla presenza di una buona infrastrutturazione viaria locale; il che ha contribuito a mitigare le potenziali ripercussioni negative dell'intervento a carico delle principali componenti ambientali potenzialmente interessate dal funzionamento del parco eolico (vegetazione, flora e fauna ed assetto demografico-insediativo in particolare).

9.4.3 Alternative di layout e ubicazione sottostazione elettrica

La fase ingegneristica di definizione del layout di impianto è stata accompagnata dallo sviluppo di studi ambientali specialistici finalizzati ad ottimizzare il posizionamento locale delle macchine eoliche sul terreno; ciò nell'ottica di contenere al minimo le interazioni degli interventi con le principali componenti ambientali "bersaglio" riconducibili alle emergenze paesaggistiche, agli aspetti vegetazionali, floristici e faunistici, a quelli geologici, idrologici e geomorfologici nonché alle permanenze di interesse storico-archeologico. Tale percorso iterativo ha inteso perseguire, tra l'altro, la più ampia aderenza del progetto - per quanto tecnicamente fattibile e laddove ciò sia stato ritenuto motivato da effettive esigenze di tutela ambientale e paesaggistica - ai criteri di localizzazione e buona progettazione degli impianti eolici individuati nella Deliberazione G.R. Sardegna n. 59/90 del 27/11/2020.

Più specificamente la posizione sul terreno delle turbine eoliche, definita e verificata sotto il profilo delle interferenze aerodinamiche da Fred. Olsen Renewables Italy S.r.l., è stata studiata sulla base di numerosi fattori di carattere tecnico-realizzativo e ambientale con particolare riferimento ai seguenti:

- Preservare, per quanto tecnicamente fattibile, gli ambiti caratterizzati da maggiore integrità dei valori paesaggistici e identitari del territorio;
- minimizzare la realizzazione di nuovi percorsi viari, impostando la viabilità di impianto, per quanto tecnicamente fattibile, su strade o percorsi rurali esistenti;
- contenimento delle mutue interferenze aerodinamiche delle turbine per minimizzare le perdite energetiche per effetto scia nonché gli effetti di turbolenza;
- privilegiare aree stabili dal punto di vista geomorfologico e geologico-tecnico ottimizzando la distanza delle macchine eoliche dai pendii più acclivi per scongiurare potenziali rischi di instabilità delle strutture;
- privilegiare l'installazione delle macchine entro contesti a conformazione piana o regolare per contenere opportunamente le operazioni di movimento terra conseguenti all'approntamento di strade e piazzole;
- assicurare una appropriata distanza delle proposte installazioni eoliche da edifici riconducibili all'accezione di "ambiente abitativo", sempre superiore ai 500 metri.

Più specificamente, la configurazione di impianto che è scaturita dalla fase di analisi progettuale ha escluso il manifestarsi di problematiche tecnico-ambientali riferibili ai seguenti aspetti:

- preservazione della qualità complessiva dei beni paesaggistici individuati ai termini degli articoli 142, 143 e 136 del Codice Urbani;
- adozione di mirate azioni di mitigazione e compensazione rispetto alla potenziale sottrazione di aree a spiccata naturalità o di preminente valore paesaggistico ed ecologico;
- interferenza diretta con i principali siti di interesse storico-culturale censiti nel territorio;
- incremento del rischio geologico-geotecnico in corrispondenza delle piazzole di cantiere funzionali al montaggio degli aerogeneratori;
- introduzione o accentuazione dei fenomeni di dissesto idrogeologico.

Come evidenziato nelle altre sezioni dello SIA, l'area individuata per la realizzazione dell'impianto eolico non ricade all'interno di nessun Sito di Importanza Comunitaria (SIC/ZSC). Il SIC/ZSC più vicino, denominato "*Riu S. Barzolu",* è distante circa 18,5 dall'aerogeneratore più vicino.

Allo stesso modo, i siti di intervento non ricadono all'interno di nessuna Zona di Protezione Speciale (ZPS), la più vicina delle quali è denominata "*Monte dei Sette Fratelli"* dista circa 0,5 km dall'aerogeneratore più vicino. L'area individuata per la realizzazione dell'impianto eolico non ricade

all'interno di aree IBA; la più vicina al sito di progetto è denominata "*Monte dei Sette Fratelli e Sarrabus"* i cui confini distano oltre 0,5 km dall'aerogeneratore più vicino.

Ad ogni buon conto, nella consapevolezza dell'opportunità di assicurare una adeguata tutela dell'avifauna e della chirotterofauna, nel mese di ottobre 2022 è stata avviata l'esecuzione di un monitoraggio faunistico di lungo termine sulle aree di intervento (durata 12 mesi), finalizzato ad evidenziare la presenza di specie sensibili, eventualmente esposte al rischio di impatto per effetto della realizzazione del parco eolico.

In definitiva, il quadro complessivo di informazioni e di riscontri che è ad oggi scaturito dall'analisi di fattibilità del progetto, ha condotto a ritenere che la scelta localizzativa del progetto eolico "Energia Monte Taccu" presenti condizioni favorevoli, sotto il profilo tecnico-gestionale, alla realizzazione di una moderna centrale eolica e derivanti principalmente da:

- le ottime condizioni di ventosità del sito, conseguenti alle particolari condizioni di esposizione ed altitudine;
- le accettabili condizioni di infrastrutturazione elettrica e di accessibilità generali;
- la possibilità di sfruttare utilmente, per le finalità progettuali, un sistema articolato di strade locali, in adeguate condizioni di manutenzione e con caratteristiche geometriche sostanzialmente idonee al transito dei mezzi di trasporto della componentistica degli aerogeneratori, a meno di limitati adeguamenti;
- la disponibilità di adeguati spazi potenzialmente idonei all'installazione di aerogeneratori, in rapporto alla bassissima densità abitativa che caratterizza l'area tra le località di *Pranu de Is Codes* a nord e *Pranu Taccu* a sud.

9.4.3.1 Alternative progettuali ragionevoli

L'evoluzione del layout in fase progettuale è stata caratterizzata dall'analisi di varie possibili alternative che, attraverso un procedimento iterativo di verifica rispetto ai numerosi condizionamenti sia di carattere tecnico che di rispetto della normativa di natura paesaggistico-ambientale e non solo, hanno portato all'individuazione del layout proposto.

Di fatto, i criteri che hanno portato all'evoluzione del layout in fase progettuale sono stati molteplici; si sono, infatti, progressivamente stratificate scelte relative ai rapporti spaziali con ricettori, emergenze archeologiche, aree vincolate paesaggisticamente, in un processo continuo di affinamento ed ottimizzazione delle scelte localizzative.

In particolare, la definizione delle scelte tecniche è stata preceduta da una attenta fase di studio e analisi finalizzata a conseguire la più ampia aderenza del progetto, per quanto tecnicamente fattibile e laddove motivato da effettive esigenze di tutela ambientale e paesaggistica, ai criteri di localizzazione e buona progettazione degli impianti eolici individuati dalla D.G.R. 59/90 del 2020.

La configurazione originaria di layout era composta anch'essa da 12 aerogeneratori, localizzati tutti

in prossimità delle postazioni definitive, queste ultime scaturite dal percorso valutativo di seguito illustrato.

L'originaria postazione eolica T3 (Figura 9.1) era ubicata in adiacenza alla fascia di tutela paesaggistica del "Riu is Coas" (art. 17 comma 3 lettera h N.T.A. P.P.R.). Al fine di preservare integralmente il bene paesaggistico si è scelto di traslare la postazione verso nord-ovest come indicato in Figura 9.1.

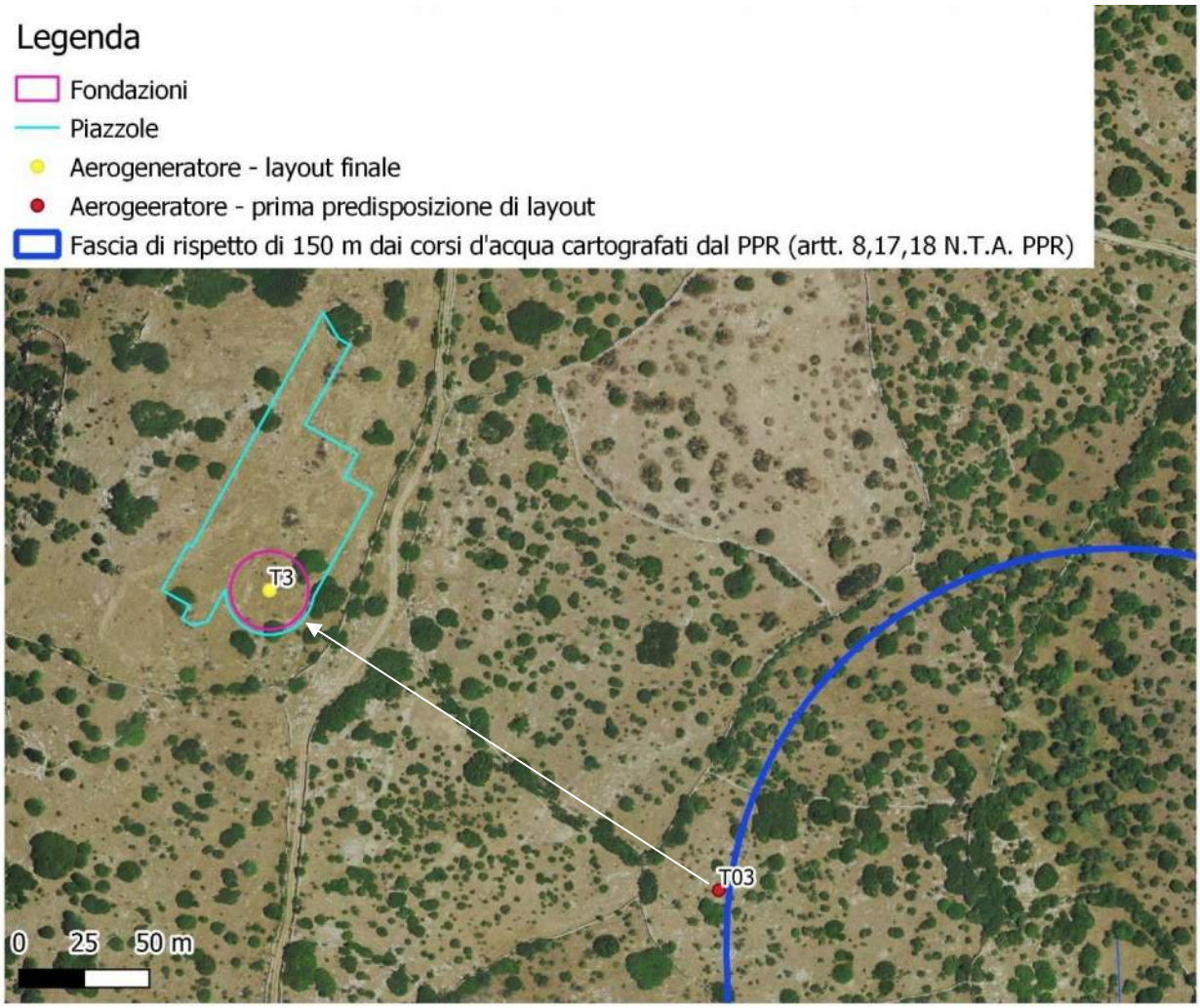


Figura 9.1: Originaria configurazione di layout (in rosso) e layout di progetto (in giallo). Si evidenzia l'adiacenza della originaria postazione T03 con dispositivo di tutela paesaggistica "Fiumi torrenti e corsi d'acqua e relative sponde o piedi degli argini, per una fascia di 150 metri ciascuna, e sistemi fluviali, riparali, risorgive e cascate, ancorché temporanee" (art. 17 comma 3 lettera h N.T.A. P.P.R.)

Tale modifica ha necessariamente comportato il riposizionamento delle postazioni eoliche "sopravento" al fine di ottimizzare le interdistanze per contenere le reciproche interferenze aerodinamiche e, al contempo, aderire ai criteri di localizzazione e buona progettazione degli impianti eolici individuati dalla Delibera Regionale 59/90 del 2020.

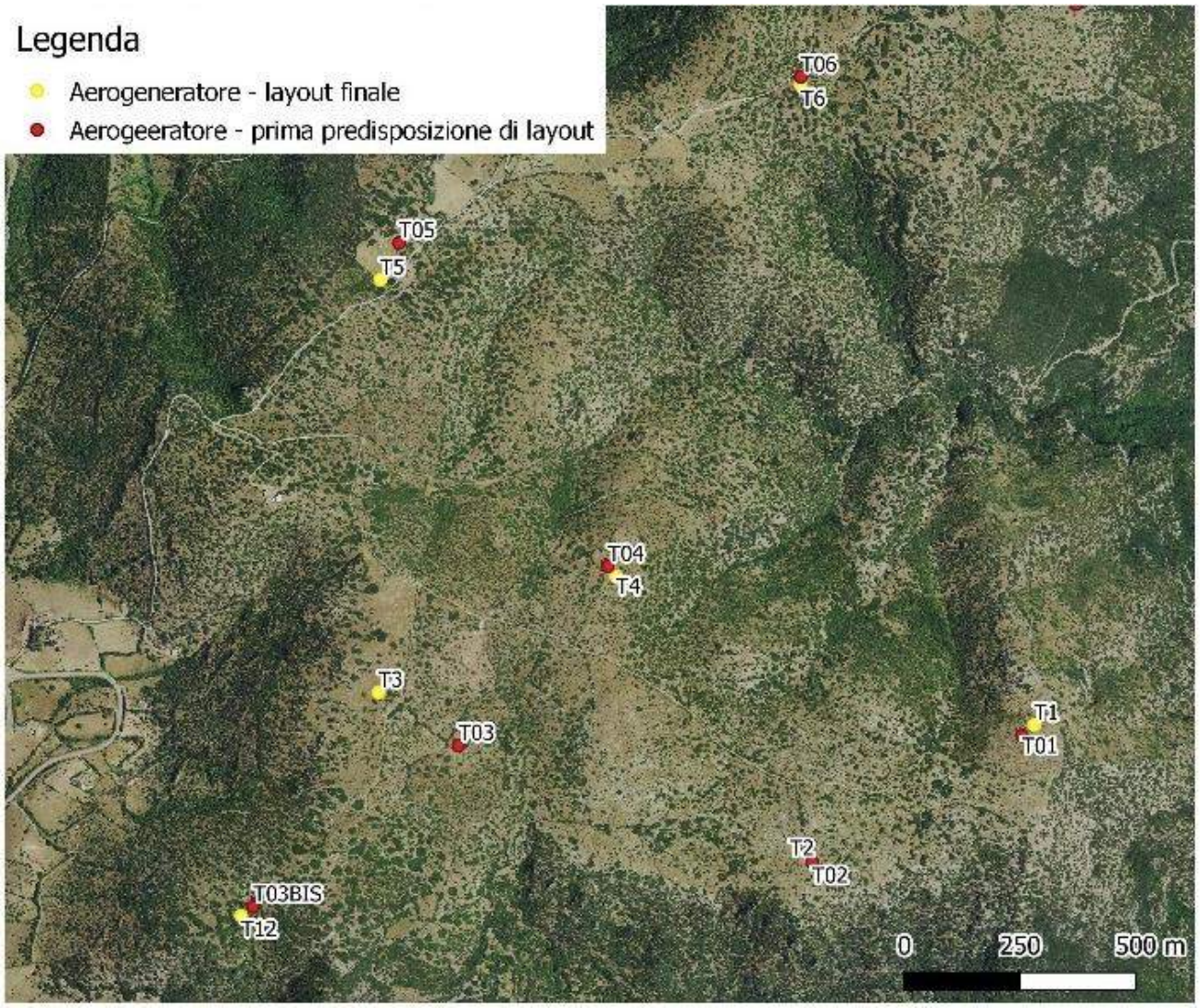


Figura 9.2: Evoluzione del layout originario (rosso) e layout di progetto (giallo). Settore sud del parco eolico

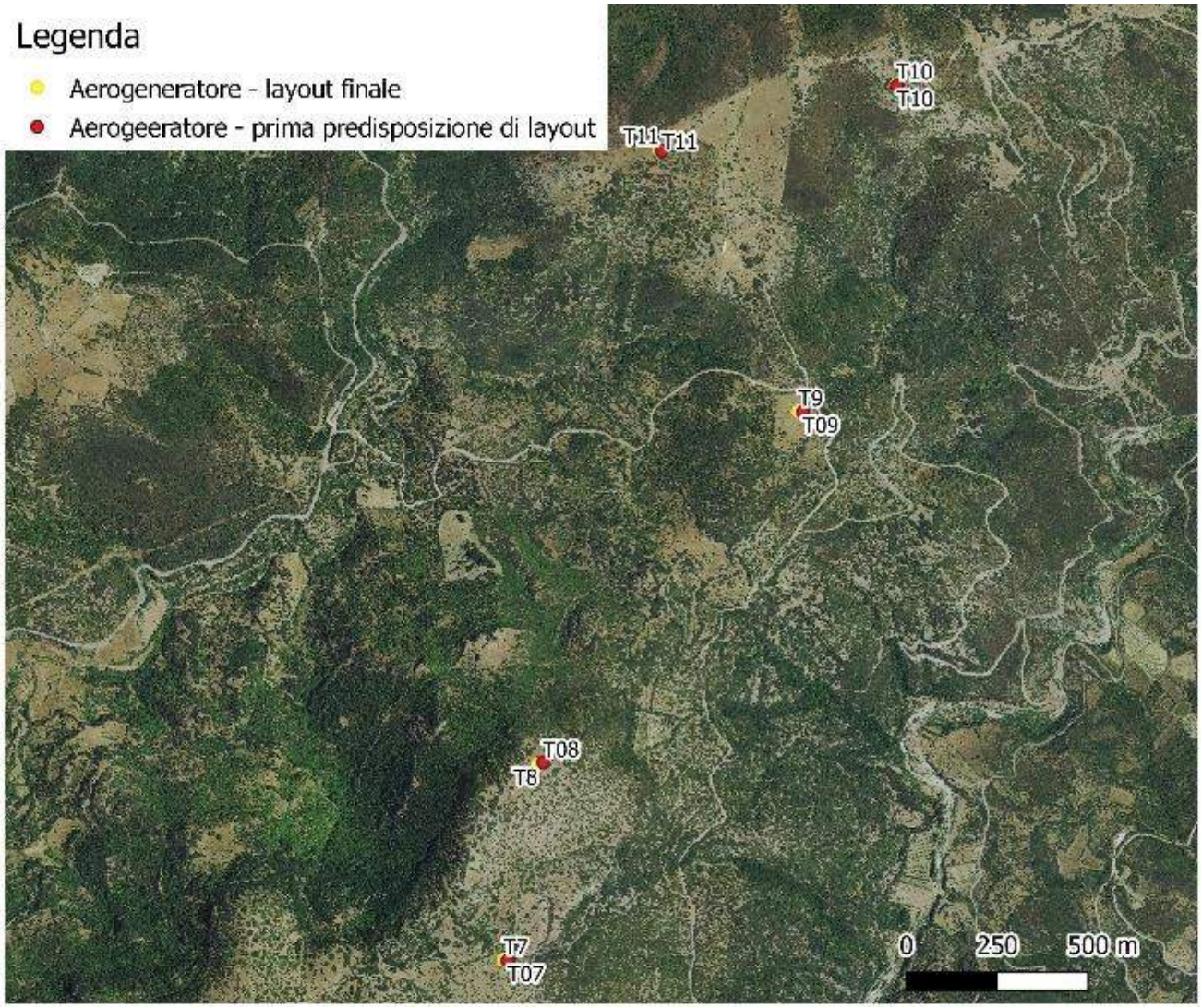


Figura 9.3: Evoluzione del layout originario (rosso) e layout di progetto (giallo). Settore nord

Infine, in fase di concezione del progetto, ha formato oggetto di valutazione, quale alternativa strategica - sulla base di quanto scaturito dagli approfondimenti tecnici condotti con le modalità sopra indicate - la cosiddetta "Alternativa Zero" (alternativa di "non intervento" o *Do Nothing Alternative*), più oltre esaminata.

9.4.4 "Opzione zero" e prevedibile evoluzione del sistema ambientale in assenza dell'intervento

Come più volte evidenziato all'interno del presente SIA, l'intervento proposto si inserisce in un quadro programmatico internazionale e nazionale di deciso impulso all'utilizzo delle fonti rinnovabili. Sotto questo profilo lo scenario di riferimento ha subito, nell'ultimo decennio, importanti mutamenti; ciò nella misura in cui l'Unione Europea ha posto in capo all'Italia obiettivi di ricorso alle Fonti Energetiche Rinnovabili (FER) progressivamente più ambiziosi ed è, nel contempo, cresciuta

sensibilmente la consapevolezza collettiva circa l'opportunità di perseguire, sotto il profilo della gestione delle politiche energetiche, una più incisiva inversione di rotta al fine di ridurre l'emissione di gas climalteranti. Tale evoluzione del pensiero comune rispetto alle tecnologie proposte, favorita anche dalla crescente diffusione degli impianti eolici nel paesaggio italiano, rappresenta certamente un aspetto significativo del progresso culturale in atto e riveste un ruolo determinante nella prospettiva di integrazione paesaggistica di queste installazioni.

La decisione di dar seguito alla realizzazione del parco eolico denominato "Energia Monte Taccu" è dunque maturata in tale quadro generale ed è scaturita da approfondite valutazioni tecnico-economiche e ambientali, formanti oggetto del presente Studio di Impatto Ambientale.

Per quanto riguarda la "Alternativa Zero", come detto, la stessa è stata analizzata e scartata nell'ambito del presente SIA, non essendo stati riconosciuti impatti significativi irreversibili o non mitigabili rispetto alla soluzione progettuale proposta. Taluni fattori di impatto potenziali, infatti, risultano efficacemente contenuti dagli accorgimenti progettuali previsti (si pensi al minimo consumo di suolo in fase di esercizio o, ove ciò si renda indispensabile - circostanza questa ritenuta improbabile alla luce delle analisi e valutazioni condotte - alla possibilità di contenere l'impatto acustico attraverso sistemi automatici di regolazione della potenza sonora sviluppata dalle turbine). Rispetto alla componente "Paesaggio", quantunque l'effetto visivo associato all'installazione degli aerogeneratori non possa essere evitato, il progetto ha comunque ricercato le soluzioni dimensionali (appena 12 aerogeneratori previsti) e geometriche (disposizione delle macchine secondo un allineamento principale Nordest-Sudovest) per conseguire una ragionevole attenuazione del fenomeno visivo.

Atteso che gli effetti paesaggistici (essenzialmente di natura percettiva) sono transitori e completamente reversibili, essendo legati alla vita utile dell'impianto eolico, è palese che ogni valutazione di merito circa l'accettabilità di tali effetti debba necessariamente scaturire da un bilanciamento delle positive e significative ripercussioni ambientali attese nell'azione di contrasto ai cambiamenti climatici, auspicata e rimarcata dai più recenti protocolli internazionali e dal recente PNRR, nonché nel contributo al raggiungimento dell'autosufficienza energetica della nazione.

A tale riguardo va segnalato come anche importanti associazioni ambientaliste stiano considerando i parchi eolici come moderni elementi attrattivi verso la fruizione di luoghi esterni ai circuiti turistici più frequentati, poco conosciuti e che rappresentano oggi uno dei laboratori più interessanti per la transizione energetica: "*È il fascino di queste grandi e moderne macchine per produrre energia dal vento inserite tra montagne e boschi, dolci colline coltivate a grano, ma anche punti di osservazioni verso meravigliose visuali che spaziano dal mare alle montagne*" (Legambiente, "Parchi del vento" la prima guida turistica dedicata ai parchi eolici italiani).

D'altro canto, inoltre, come evidenziato nell'Analisi costi-benefici (Elaborato FORI-SNG-RA14), l'intervento delinea significative ricadute socio-economiche, anche di portata "ambientale", di seguito sinteticamente elencate, a titolo esemplificativo e non esaustivo:

- Realizzazione di interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria sulla viabilità e segnaletica miranti al contenimento dell'inquinamento acustico e ambientale, anche attraverso la realizzazione di opere che determinano una maggiore fluidità del traffico o riducano l'inquinamento (es. rifacimento/manutenzione stradale anche con asfalto fonoassorbente);
- creazione di nuovi percorsi di fruizione turistica e valorizzazione di siti panoramici;
- interventi di regimazione idraulica o riduzione del rischio idraulico;
- interventi di stabilizzazione/consolidamento di versanti;
- sostegno alla lotta agli incendi boschivi in coordinamento con il Corpo Forestale e la Protezione Civile;
- contributo azioni e interventi di protezione civile a seguito di calamità naturali;
- realizzazione di interventi sulla rete idrica fognaria;
- realizzazione / sistemazione di piste ciclabili e percorsi pedonali;
- acquisto automezzi, mezzi meccanici ed attrezzature per la gestione del patrimonio comunale (territorio, viabilità, impianti);

Interventi di efficientamento energetico:

- contributo all'installazione di impianti fotovoltaici su immobili comunali;
- installazione di sistemi di illuminazione a basso consumo e/o a basso inquinamento luminoso;
- acquisto di mezzi di trasporto pubblici basso emissivi;
- interventi finalizzati al miglioramento delle prestazioni energetiche degli edifici comunali;
- contributo alla creazione di comunità energetiche.

In questa prospettiva, nel segnalare i perduranti segni di crisi dell'economia agricola, particolarmente avvertita nei centri dell'interno della Sardegna, rispetto ai quali San Nicolò Gerrei e Armungia non fanno eccezione, non si può disconoscere come la stessa costruzione del parco eolico, attraverso le numerose opportunità che la stessa sottende (cfr. Quadro di riferimento ambientale), possa contribuire all'individuazione di modelli di sviluppo territoriale e socio-economico complementari e sinergici, incentrati sulla gestione integrata e valorizzazione delle risorse naturali e storico-culturali e sul razionale uso dell'energia, come auspicato dal D.M. 10/09/2010.

Al riguardo, devono necessariamente segnalarsi le rilevanti difficoltà di numerosi comuni dell'interno rispetto alla definizione di programmi organici di gestione integrata delle valenze ambientali espresse dai propri territori, rispetto alla cui definizione, attuazione e monitoraggio il reperimento di adeguate risorse economiche diventa un problema centrale, acuitosi negli ultimi anni a seguito della contrazione dei trasferimenti statali agli enti locali.

9.5 Caratteristiche tecniche dell'opera e motivazioni delle scelte progettuali

Saranno di seguito sinteticamente descritti gli interventi che formano oggetto del presente Studio di Impatto Ambientale. Per maggiori dettagli si rimanda alle relazioni tecniche ed agli elaborati grafici componenti il progetto delle infrastrutture civili e quello delle infrastrutture elettriche, allegati all'istanza di VIA.

9.5.1 Producibilità energetica dell'impianto

La produzione annuale P50 del parco eolico al netto delle perdite è stimata in 233,8 GWh/anno, ovvero 3.220 ore equivalenti considerando la potenza di immissione di 72.6 MW.

Tale produzione è stata calcolata per l'aerogeneratore di progetto avente diametro rotore pari a 170 m e altezza hub pari a 115 m.

Per maggiori dettagli si rimanda ai contenuti dell'Elaborato FORI-SNG-A2_Relazione anemologica.

9.5.2 Gli interventi in progetto

Al fine di garantire l'installazione e la piena operatività delle macchine eoliche saranno da prevedersi le seguenti opere:

- puntuali interventi di adeguamento della viabilità principale di accesso al sito del parco eolico, consistenti nella temporanea eliminazione di ostacoli e barriere o in limitati spianamenti/allargamenti stradali, al fine di renderla transitabile dai mezzi di trasporto della componentistica delle turbine (Elaborato FORI-SNG-RC14);
- allestimento della viabilità di cantiere dell'impianto da realizzarsi attraverso il locale adeguamento della viabilità esistente o, laddove indispensabile, prevedendo la creazione di nuovi tratti di viabilità; ciò per assicurare adeguate condizioni di accesso alle postazioni degli aerogeneratori, in accordo con le specifiche indicate dalla casa costruttrice delle turbine eoliche (Elaborati FORI-SNG-TC1÷ FORI-SNG -TC13);
- approntamento delle piazzole di cantiere funzionali all'assemblaggio ed all'installazione degli aerogeneratori (Elaborati FORI-SNG-TC1÷ FORI-SNG -TC13);
- realizzazione delle opere in cemento armato di fondazione delle torri di sostegno (Elaborato FORI-SNG-TC14);
- realizzazione delle opere di regimazione delle acque superficiali, attraverso l'approntamento di canali di scolo e tombinamenti stradali funzionali al convogliamento delle acque di ruscellamento diffuso e incanalato verso i compluvi naturali (Elaborato FORI-SNG-TC13);
- installazione degli aerogeneratori;
- approntamento/ripristino di recinzioni, muri a secco e cancelli laddove richiesto;
- al termine dei lavori di installazione e collaudo funzionale degli aerogeneratori:

- esecuzione di interventi di sistemazione morfologico-ambientale in corrispondenza delle piazzole e dei tracciati stradali di cantiere; ciò al fine di ridurre l'occupazione permanente delle infrastrutture connesse all'esercizio del parco eolico, non indispensabili nella fase di ordinaria gestione e manutenzione dell'impianto, contenere opportunamente il verificarsi di fenomeni erosivi e dissesti e favorire un più equilibrato inserimento delle opere nel contesto paesaggistico;
- ripristino ambientale delle aree inividuate per le operazioni di trasbordo della componentistica degli aerogeneratori e dell'area logistica di cantiere;
- esecuzione di mirati interventi di mitigazione e recupero ambientale, in particolar modo in corrispondenza delle scarpate in scavo e/o in rilevato, in accordo con quanto specificato nei disegni di progetto.

Ai predetti interventi, propedeutici all'installazione delle macchine eoliche, si affiancheranno tutte le opere riferibili all'infrastrutturazione elettrica:

- realizzazione delle trincee di scavo e posa dei cavi interrati 30 kV di vettoriamento dell'energia prodotta dagli aerogeneratori;
- realizzazione della sottostazione di utenza in Comune di Escalaplano (SU) in cui troveranno posto i quadri di impianto ed i sistemi di trasformazione per l'elevazione della tensione da 30kV a 36kV;
- realizzazione della trincea di scavo e posa del cavo interrato 36kV, ai fini della successiva immissione dell'energia prodotta nella RTN;
- realizzazione delle opere di rete in accordo con la soluzione di connessione prospettata da Terna.

9.5.2.1 Infrastrutture elettriche

9.5.2.1.1 Premessa

L'impianto sarà composto da n. 12 aerogeneratori con potenza nominale unitaria di 6.6 MW e potenza complessiva in immissione di 72.6 MW - comprendente anche la potenza erogabile del sistema di accumulo elettrochimico (BESS) - nonché da tutte le opere e infrastrutture accessorie funzionali alla costruzione ed esercizio della centrale.

9.5.2.1.2 Aerogeneratori

9.5.2.1.2.1 Aspetti generali

Il tipo di aerogeneratore previsto ("aerogeneratore di progetto") è ad asse orizzontale con rotore tripala e una potenza di 6,6 MW, le cui caratteristiche principali sono di seguito riportate:

- rotore tripala a passo variabile, di diametro di 170 m, posto sopravvento alla torre di sostengo, costituito da 3 pale generalmente in resina epossidica rinforzata con fibra di vetro e da mozzo rigido in acciaio;
- navicella in carpenteria metallica con carenatura in vetroresina e lamiera, in cui sono collocati il generatore elettrico, il moltiplicatore di giri, il trasformatore di macchina e le apparecchiature idrauliche ed elettriche di comando e controllo;
- torre di sostegno tubolare troncoconica in acciaio, avente altezza fino all'asse del rotore pari a 115 m;
- altezza complessiva massima fuori terra dell'aerogeneratore pari a 200m
- diametro massimo alla base del sostegno tubolare: ~5 m;
- area spazzata massima: 22.698 m².

9.5.2.1.2.2 Dati caratteristici

Posizione rotore:	sopravento
Regolazione di potenza:	a passo variabile
Diametro rotore:	170 m
Area spazzata:	max 22.698 m²
Direzione di rotazione:	senso orario
Temperatura di esercizio:	-20°C / +40°C
Velocità del vento all'avviamento:	min 3 m/s
Arresto per eccesso di velocità del vento:	25 m/s
Freni aerodinamici:	messa in bandiera totale

Numero di pale: 3

Modalità di trasporto di tutti i componenti da porto navale a sito: mezzi di trasporto eccezionale standard/speciali aventi uno snodo ed il componente fissato al rimorchio in senso orizzontale.

Modalità trasporto singola pala da area di trasbordo al sito di installazione: mezzo speciale "blade lifter" per il sollevamento della pala fino ad un'inclinazione di 60º rispetto al suolo.

La Curva di potenza dell'aerogeneratore di progetto (alla densità atmosferica del livello del mare) è riportata in Figura 9.4.

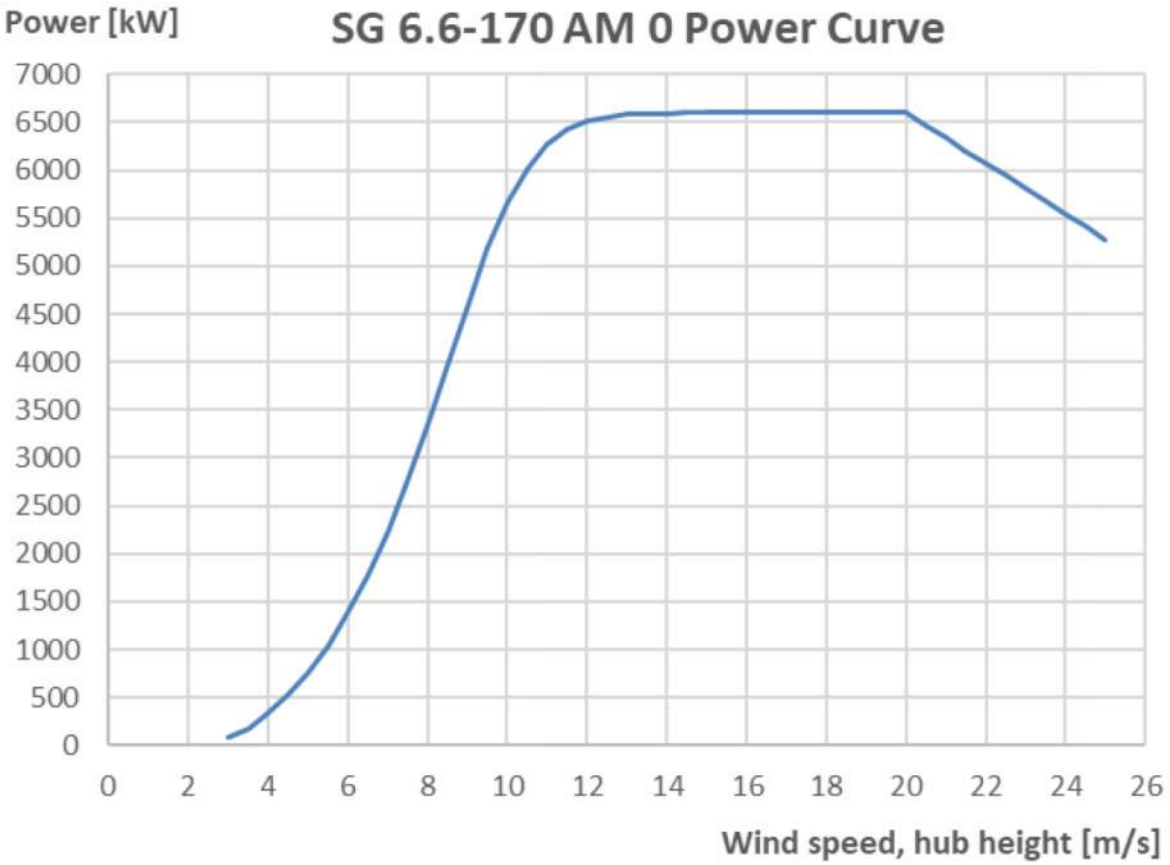


Figura 9.4 - Curva di potenza generatore tipo SG 6.6-170

Ai fini degli approfondimenti progettuali e dei relativi studi specialistici, si sono individuati alcuni specifici modelli commerciali di aerogeneratore ad oggi esistenti sul mercato, idonei ad essere conformi all'aerogeneratore di progetto.

Le caratteristiche di dettaglio dei modelli commerciali sono state utilizzate, in particolare, ai fini di redigere:

- lo studio di impatto acustico;
- le verifiche strutturali preliminari;
- la progettazione trasportistica (componenti più pesanti e più ingombranti dei differenti modelli) calcolo preliminare per il dimensionamento del plinto di fondazione (modello commerciale peggiorativo)

Nello specifico il modello di aerogeneratore considerato per le finalità progettuali è riferibile al Siemens-Gamesa SG 6.6-170 H_{HUB} 115 m-6.6 MW (Figura 9.5).

In ogni caso, ferme restando le caratteristiche dimensionali dell'aerogeneratore, non può escludersi

che la scelta definitiva possa ricadere su un modello similare con migliori prestazioni di esercizio, qualora disponibile sul mercato prima dell'ottenimento della Autorizzazione Unica di cui all'art. 12 del D.Lgs. 387/2003.

Figura 9.5 – Aerogeneratore Siemens-Gamesa tipo SG 6.6-170

Le caratteristiche geometriche principali delle macchine sono illustrate in Figura 9.6.

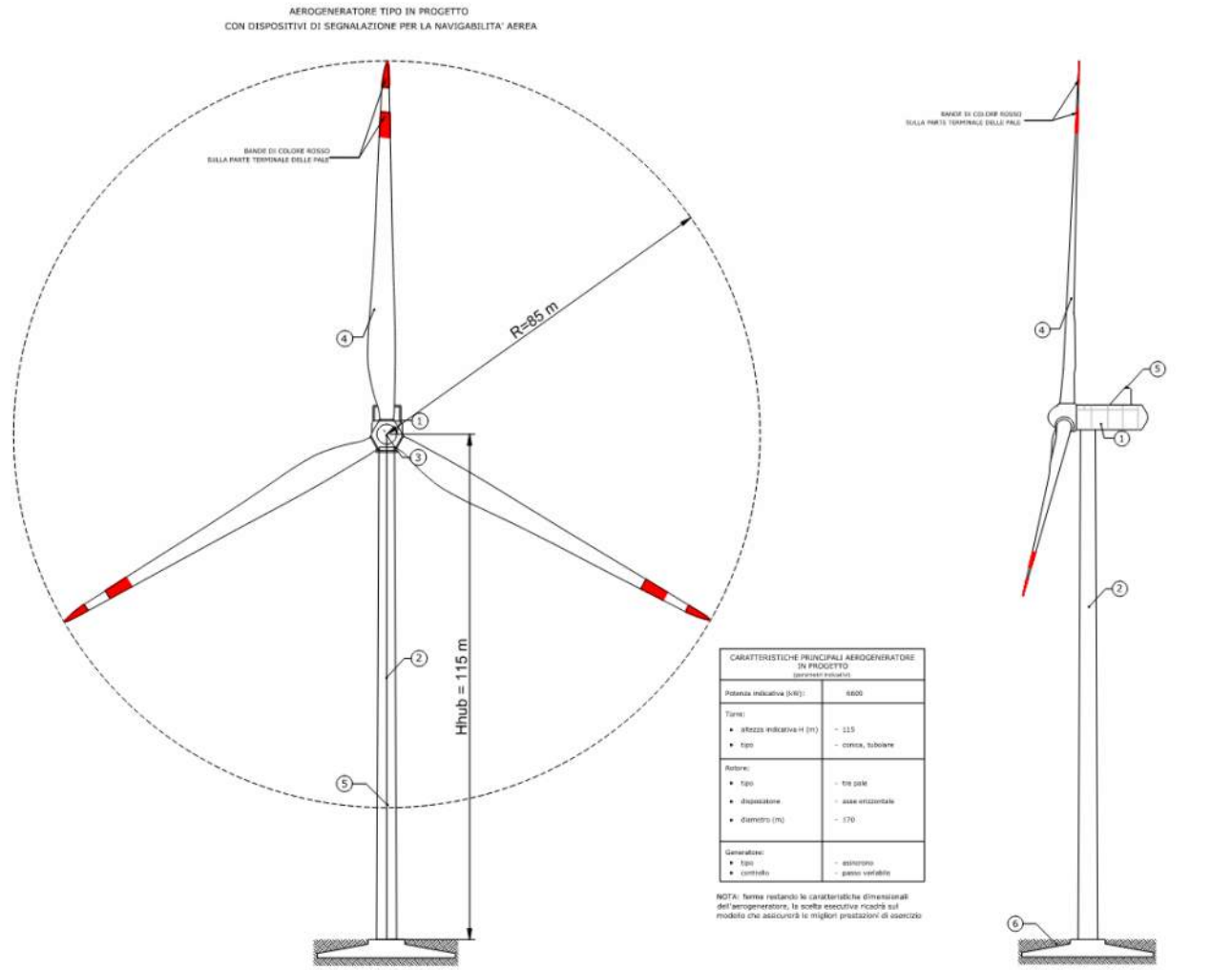


Figura 9.6 – Aerogeneratore tipo SG 6.6-170 altezza al mozzo (1) 115m, e diametro rotore (4) di 170m

9.5.2.1.3 Distribuzione dell'energia e collegamento tra gli aerogeneratori

9.5.2.1.3.1 Schema elettrico dell'impianto

L'energia prodotta dagli aerogeneratori in BT 690V a 50 Hz verrà trasformata in a 30 kV in corrispondenza del trasformatore di macchina, posto sulla navicella di ogni torre eolica, e fatta confluire nel circuito principale, costituito da elettrodotti interrati a 30 kV; attraverso la distribuzione a 30 kV l'energia verrà convogliata verso la prevista sottostazione elettrica di trasformazione 30/36kV dove sarà trasformata a 36 kV per essere immessa nella Rete elettrica di Trasmissione Nazionale.

Il trasporto dell'energia fino alla sottostazione elettrica di trasformazione 30/36kV avverrà mediante elettrodotti interrati, costituiti da cavi a 30 kV posati secondo quanto descritto dalla modalità M delle norme CEI 11-17.

I cavi che si prevede di utilizzare sono del tipo ARE4H1RX 18/30kV con conduttore in alluminio, isolamento in politene reticolato (XLPE) e guaina in PVC.

La sezione dei cavi di ciascun tronco di linea è stata calcolata in modo da essere adeguata ai carichi da trasportare nelle condizioni di massima produzione delle turbine.

Le sezioni scelte per i cavi sono tali da garantire una caduta di tensione in ciascuna linea ampiamente nei limiti determinati dalle regolazioni di tensione consentite dai trasformatori ed una perdita complessiva di potenza inferiore al 5%.

Lo schema di distribuzione è del tipo radiale, ed in Figura 9.7 è rappresentato lo schema elettrico unifilare.

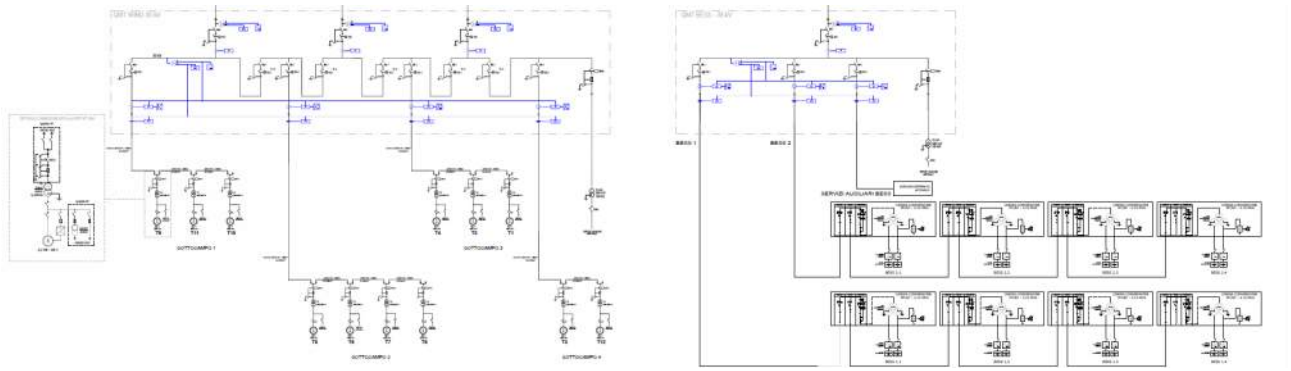


Figura 9.7 – Schema Unifilare Impianto Eolico "Energia Monte Taccu"

9.5.2.1.3.2 Scavi e cavidotti

CAVI ELETTRICI A 30 kV

Per l'interconnessione degli aerogeneratori in progetto e la Stazione Elettrica utente verranno usati cavi di media tensione tripolari a corda rigida con conduttori in alluminio a spessore ridotto del tipo ARE4H1RX – 18/30 kV, isolati in politene reticolato, con guaina in PVC, schermati a fili di rame rosso e controspirali.

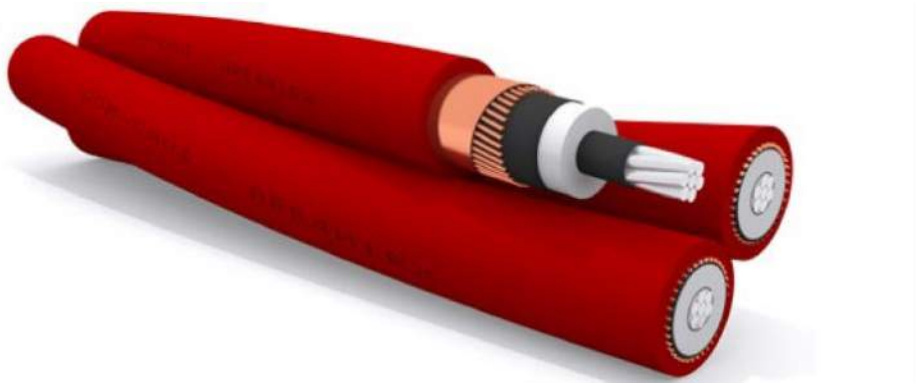


Figura 9.8 - Cavi tripolari del tipo ARE4H1RX - 18/30kV

I cavi avranno le seguenti caratteristiche costruttive e funzionali:

- Conduttore: Corda di alluminio rotonda compatta CEI EN 60228 classe 2
- Isolamento: Politene reticolato
- Schermo: fili di rame rosso e controspirale
- Guaina esterna: PVC di qualità Rz/ST2
- Colore: rosso
- Tensione nominale Uo/U: 18/30 kV
- Tensione massima di esercizio Um: 36 kV
- Temperatura massima di esercizio: 90°C
- Temperatura massima di corto circuito: 250°C
- Temperatura minima di posa: -25 °C

La tipologia dei cavi è adatta per il trasporto di energia tra le cabine di trasformazione e le grandi utenze e/o impianti di generazione.

Sono adatti per posa interrata diretta o indiretta in ambienti umidi o bagnati. NORME DI RIFERIMENTO: HD 620; IEC 60502/2; EN 60228; ENEL DC 4384; ENEL DC 4385.

Formazione *Size*	Capacità nominale *Nominal capacity*	Corrente capacitiva nominale a tensione U_0 *Nominal capacitive current at voltage U_0*	Reattanza di fase a 50 HZ *Reactance phase 50HZ*	Resistenza massima in CC del conduttore a 20°C *Conductor max electrical resist. CC at 20°C*	Resistenza massima in CC dello schermo a 20°C *Screen max electrical resist. CC at 20°C*	Resistenza massima in CA del conduttore a 90°C *Conductor max electrical resist. CA at 20°C*	Portata di corrente *Current rating* A		Corrente di corto circuito del conduttore *Short circuit current conductor (1s)*
							in aria a in air at 30° C	*interrato a 20° C Underground at 20° C*	
n° x mm²	mm	A/Km	Ω/Km	Ω/Km	Ω/Km	Ω/Km		Rt=1m*C/W	kA
35	0,13	0,74	0,153	0,868	3,0	1,115	160	156	3,2
50	0,13	0,83	0,149	0,641	3,0	0,825	198	181	4,6
70	0,15	0,92	0,140	0,443	3,0	0,570	243	222	6,5
95	0,16	1,01	0,132	0,320	3,0	0,412	289	263	8,8
120	0,18	1,10	0,127	0,253	3,0	0,328	334	296	11,1
150	0,19	1,16	0,123	0,206	3,0	0,268	373	337	13,8
185	0,21	1,22	0,119	0,164	3,0	0,213	426	371	17,0
240	0,22	1,37	0,115	0,125	3,0	0,163	494	419	22,1
300	0,24	1,49	0,111	0,100	3,0	0,132	555	469	27,6
400	0,27	1,64	0,107	0,0778	3,0	0,103	630	526	36,8
500	0,29	1,79	0,103	0,0605	3,0	0,081	714	581	46,0
630	0,32	1,96	0,100	0,0469	3,0	0,064	793	625	58,0
3x1x35	0,13	0,74	0,153	0,868	3,0	1,115	160	156	3,2
3x1x50	0,13	0,83	0,149	0,641	3,0	0,825	198	181	4,6
3x1x70	0,15	0,92	0,140	0,443	3,0	0,570	243	222	6,5
3x1x95	0,16	1,01	0,132	0,320	3,0	0,412	289	263	8,8
3x1x120	0,18	1,10	0,127	0,253	3,0	0,328	334	296	11,1
3x1x150	0,19	1,16	0,123	0,206	3,0	0,268	373	337	13,8
3x1x185	0,21	1,22	0,119	0,164	3,0	0,213	426	371	17,0
3x1x240	0,22	1,37	0,115	0,125	3,0	0,163	494	419	22,1
3x1x300	0,24	1,49	0,111	0,100	3,0	0,132	555	469	27,6

Per i cavi con isolamento in G7 le portate di corrente sono da ritenersi più basse di 4-6 A.
For cables with insulation G7 current rating are to be considered more low 4-6 A.

Figura 9.9 – Caratteristiche elettriche cavi tripolari del tipo ARE4H1RX 18/30kV

Le tipologie di posa previste sonio quella con cavi direttamente interrati in trincea schematizzate in Figura 9.10.

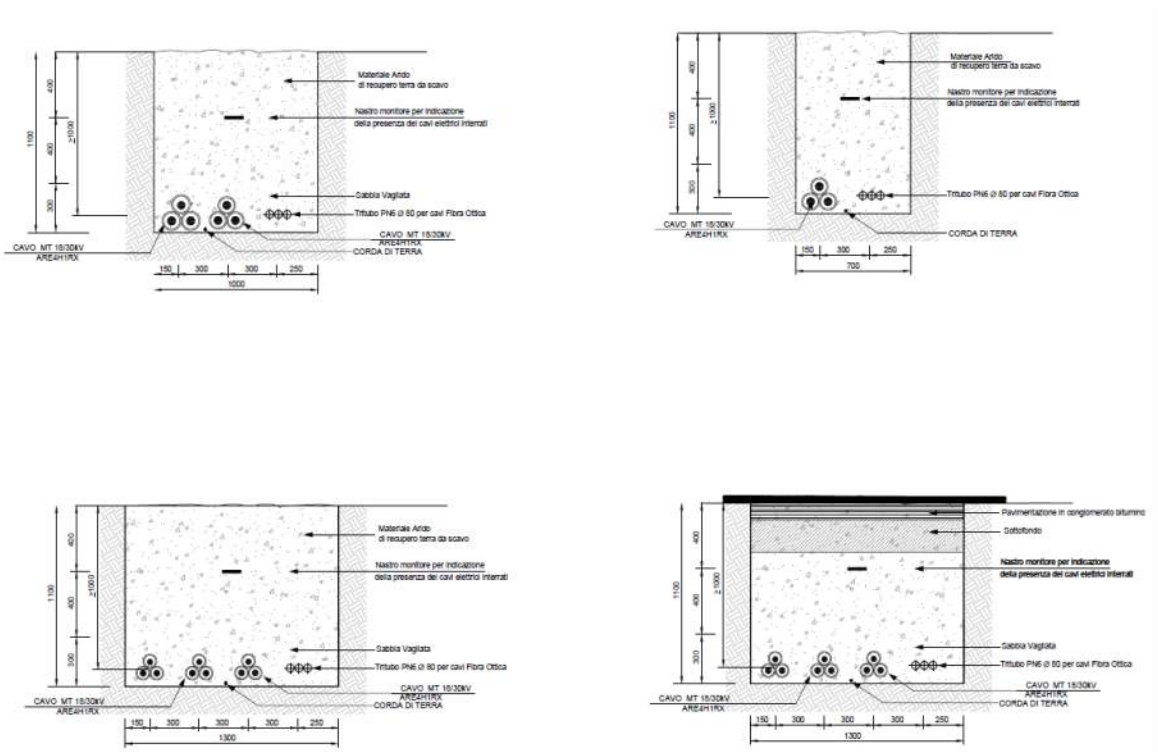


Figura 9.10 – Tipico modalità di posa Cavo a 30 kV

La profondità media di interramento (letto di posa) sarà di 1,1 / 1,2 metri da p.c.; tale profondità potrà variare in relazione al tipo di terreno attraversato. Saranno inoltre previsti opportuni nastri di segnalazione. Normalmente la larghezza dello scavo della trincea è limitata entro circa 1,6 metri salvo diverse necessità riscontrabili in caso di terreni sabbiosi o con bassa consistenza. Il letto di posa può essere costituito da un letto di sabbia vagliata o da un piano in cemento magro.

Nello stesso scavo, potrà essere posato un cavo con fibre ottiche e/o telefoniche per trasmissione dati.

Tutti i cavi verranno alloggiati in terreno di riporto, la cui resistività termica, se necessario, verrà corretta con una miscela di sabbia vagliata o con cemento 'mortar' e saranno protetti e segnalati superiormente da una rete in PVC e da un nastro segnaletico, ed ove necessario anche da una lastra di protezione in cemento armato dello spessore di 6 cm. La restante parte della trincea verrà ulteriormente riempita con materiale di risulta e di riporto e le aree interessate saranno risistemate nella condizione preesistente.

Altre soluzioni particolari, quali l'alloggiamento dei cavi in cunicoli prefabbricati o gettati in opera od in tubazioni di PVC della serie pesante o di ferro, potranno essere adottate per attraversamenti specifici.

Per eventuali incroci e parallelismi con altri servizi (cavi di telecomunicazione, tubazioni etc.), saranno rispettate le distanze previste dalle norme, tenendo conto delle prescrizioni che saranno

dettate dagli Enti proprietari delle opere interessate e in accordo a quanto previsto dalla Norma CEI 11-17.

ELETTRODOTTO A 36 kV

L'impianto sarà collegato in antenna alla sezione 36 kV con una futura sotto stazione elettrica di trasformazione150/36 kV RTN da inserire in entra – esce alla linea RTN 150 kV "Goni – Ulassai" da collegare, per il tramite di due nuovi elettrodotti RTN a 150 kV, con una nuova SE di trasformazione RTN a 380/150 kV da inserire in entra – esce alla linea RTN 380 kV "Ittiri – Selargius", a mezzo di nuovo elettrodotto 36kV interrato della lunghezza di circa 500 metri a partire dalla prevista SSE UTENTE 30/36 kV.

Per la connessione della Sotto Stazione Elettrica utente alla futura Sotto Stazione RTN 150/36 kV verranno usati cavi a 36kV tripolari a corda rigida con conduttori in alluminio a spessore ridotto del tipo ARE4H1R –36 kV, isolati in politene reticolato, con guaina in PVC, schermati a fili di rame rosso e controspirali.

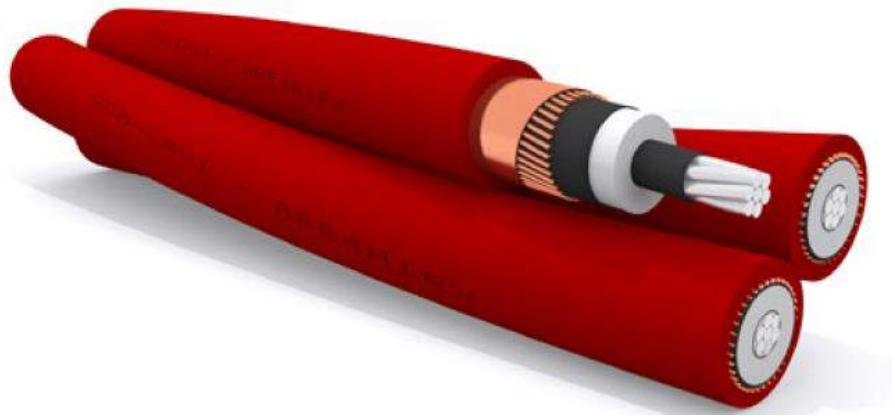


Figura 9.11 - Cavi tripolari del tipo ARE4H1R - 36kV

I cavi avranno le seguenti caratteristiche costruttive e funzionali:

- Conduttore: Corda di alluminio rotonda compatta CEI EN 60228 classe 2
- Isolamento: Politene reticolato
- Schermo: fili di rame rosso e controspirale
- Guaina esterna: PVC di qualità Rz/ST2
- Colore: rosso
- Tensione nominale: 36 kV
- Tensione massima di esercizio Um: 36 kV
- Temperatura massima di esercizio: 90°C

- Temperatura massima di corto circuito: 250°C
- Temperatura minima di posa: -25 °C

La tipologia dei cavi è adatta per il trasporto di energia tra le cabine di trasformazione e impianti di generazione.

Sono adatti per posa interrata diretta o indiretta in ambienti umidi o bagnati. NORME DI RIFERIMENTO: HD 620; IEC 60502/2; EN 60228; ENEL DC 4384; ENEL DC 4385.

Le tipologie di posa previste sono quella con cavi direttamente interrati in trincea schematizzate in Figura 9.10.

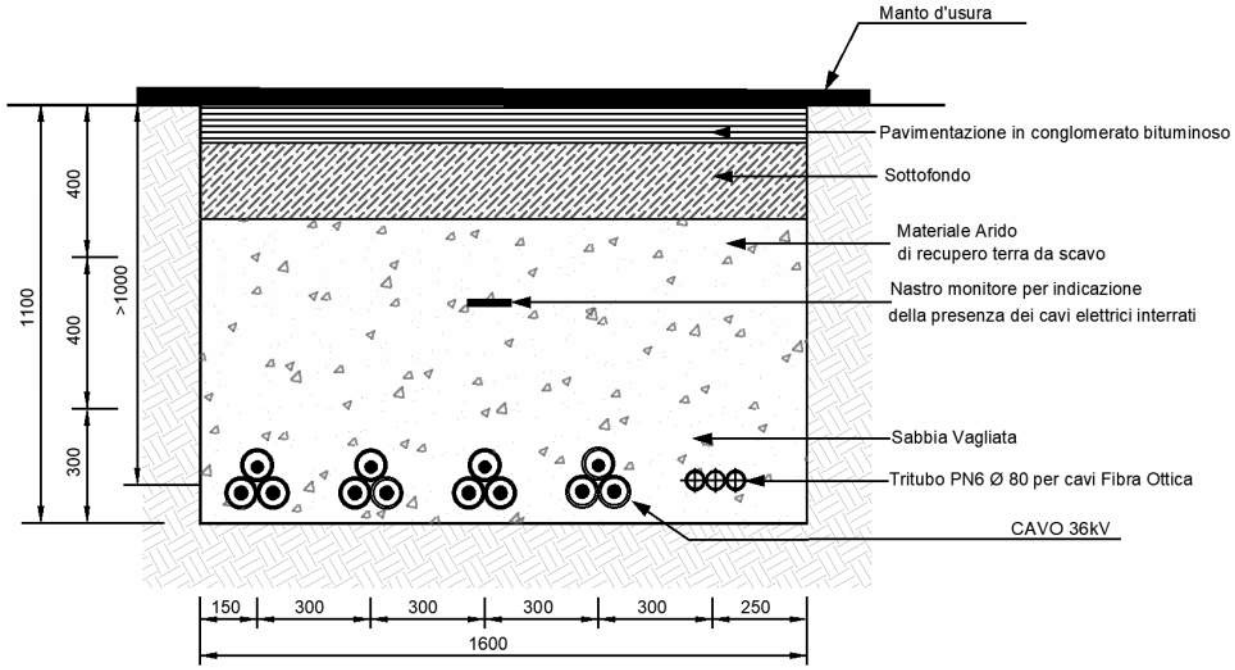


Figura 9.12 – Tipico modalità di posa Cavo 36 kV

La profondità media di interramento (letto di posa) sarà di 1,1 / 1,2 metri da p.c.; tale profondità potrà variare in relazione al tipo di terreno attraversato. Saranno inoltre previsti opportuni nastri di segnalazione. Normalmente la larghezza dello scavo della trincea è limitata entro 1,6 metri salvo diverse necessità riscontrabili in caso di terreni sabbiosi o con bassa consistenza. Il letto di posa può essere costituito da un letto di sabbia vagliata o da un piano in cemento magro.

Nello stesso scavo, potrà essere posato un cavo con fibre ottiche e/o telefoniche per trasmissione dati.

Tutti i cavi verranno alloggiati in terreno di riporto, la cui resistività termica, se necessario, verrà corretta con una miscela di sabbia vagliata o con cemento 'mortar' e saranno protetti e segnalati superiormente da una rete in PVC e da un nastro segnaletico, ed ove necessario anche da una lastra di protezione in cemento armato dello spessore di 6 cm. La restante parte della trincea verrà ulteriormente riempita con materiale di risulta e di riporto e le aree interessate saranno risistemate nella condizione preesistente.

Altre soluzioni particolari, quali l'alloggiamento dei cavi in cunicoli prefabbricati o gettati in opera od in tubazioni di PVC della serie pesante o di ferro, potranno essere adottate per attraversamenti specifici.

Per eventuali incroci e parallelismi con altri servizi (cavi di telecomunicazione, tubazioni etc.), saranno rispettate le distanze previste dalle norme, tenendo conto delle prescrizioni che saranno dettate dagli Enti proprietari delle opere interessate e in accordo a quanto previsto dalla Norma CEI 11-17.

CAVO FIBRA OTTICA – IMPIANTO DI UTENZA PER LA CONNESSIONE

Sulla linea a 36kV, costituente impianto di utenza per la connessione da realizzare, dovrà essere installato un cavo ottico dielettrico costituito da n. 24 fibre ottiche per posa in tubazione rispondente alla tabella di unificazione Enel DC 4677.

In alternativa a quanto prescritto nella tabella contenuta nella DC 4677, possono anche essere installati cavi ottici le cui caratteristiche costruttive prevedano l'alloggiamento delle fibre ottiche costituenti il cavo in tubetti anziché in cave aventi caratteristiche dimensionali e fisiche dei cavi; le caratteristiche dimensionali, trasmissive e costruttive delle singole fibre ottiche devono comunque essere conformi a quanto previsto dalla DC 4677.

Il cavo in fibra ottica sarà posato in canalizzazione realizzata sul tracciato del cavo elettrico mediante l'impiego di tritubo in PEHD e, dove necessario, di pozzetti in cls. per consentire il tiro ed il cambio di direzione del cavo e l'alloggiamento dei giunti e della ricchezza di scorta del cavo.

Le suddette prescrizioni permetteranno al gestore della rete nazionale di installare adeguati strumenti che consentano la misurazione in tempo reale e la visibilità, da parte del sistema di controllo della rete, dell'energia immessa attraverso la cabina primaria, nonché l'interrompibilità istantanea delle immissioni di produzione.

In alternativa a quanto prescritto nella tabella contenuta nella DC 4677, possono anche essere presi in considerazione cavi ottici le cui caratteristiche costruttive prevedano l'alloggiamento delle fibre ottiche costituenti il cavo in **tubetti** anziché in **cave**.

Resta inteso che le caratteristiche dimensionali e fisiche dei cavi, nonché le caratteristiche dimensionali, trasmissive e costruttive delle singole fibre ottiche devono comunque essere conformi a quanto previsto dalla DC 4677.

9.5.2.1.4 Stazione di trasformazione 30/36 kV Utente

L'impianto eolico verrà connesso alla RTN mediante la realizzazione di una nuova stazione elettrica di trasformazione 30/36kV di utenza, al fine di realizzare la trasformazione a 36kV secondo le nuove soluzioni tecniche standard per la connessione degli impianti di produzione prospettata dal Gestore (Codice pratica 202200873).

La stazione insisterà in comune di Escalaplano (loc. *Pedru Pisano*) in prossimità al sito individuato per la futura Stazione Elettrica RTN di trasformazione 150/36 kV, in accordo con quanto rappresentato negli allegati Elaborati grafici di inquadramento (FORI-SNG-TE10÷TE12).

L'impianto di utenza sarà composto da una stazione elettrica comprensiva dei locali tecnici funzionali all'impianto per l'alloggiamento delle apparecchiature del Sistema di Protezione Comando e Controllo e di alimentazione dei Servizi Ausiliari e Servizi Generali. All'interno della stessa è altresì prevista un'area dedicata per l'installazione di sistemi di accumulo.

La planimetria e le sezioni elettromeccaniche della stazione elettrica del produttore sono illustrate nell'Elaborato FORI-SNG-TE8 - *Stazione di Utenza - Planimetria elettromeccanica - Sezioni - Schema Unifilare*.

L'area di sedime della stazione di trasformazione presenta una morfologia regolare; la quota media del terreno è pari a circa 670 m s.l.m.

L'impianto utente per la connessione dell'impianto eolico si comporrà di:

- 3 trasformatori 30/36kV da 35 MVA, TV ad uso combinato fiscale/misura/protezione fiscale, TA ad uso combinato fiscale/misura/protezione, interruttore e sezionatore.
- Locale quadri 30kV isolato in gas SF6 al quale si attestano i cavidotti provenienti dal parco eolico. Il quadro di media tensione si completa di scomparti arrivo trafo e scomparto trasformatore servizi ausiliari.
- Locale quadri 36kV isolato in gas SF6 al quale si attestano i cavidotti provenienti dai trasformatori e dal sistema di accumulo BESS.
- Edificio servizi composto da: sala quadri BT, locale trasformatore servizi ausiliari, locale gruppo elettrogeno, locale SCADA e telecomunicazioni, WC.

Come evidenziato dallo schema unifilare, lo schema di misura sarà tale da poter distinguere e contabilizzare la potenza prodotta ed immessa da ciascun elettrodotto in uscita verso la SE di Terna.

L'impianto di produzione rispetterà l'allegato A17 al Codice di Rete. L'insieme delle capability degli aerogeneratori permetterà all'impianto eolico nel suo complesso di operare ricoprendo sostanzialmente le aree del piano P/Q indicate nell'A17.

9.5.2.1.4.1 Edifici, opere civili e viabilità interna

I criteri adottati per lo sviluppo del progetto civile, hanno riguardato:

- l'accertamento di eventuali vincoli ambientali e paesaggistici gravanti sul sito;

- la verifica dell'idoneità sotto il profilo geologico e geotecnico, con particolare riferimento al profilo dell'assetto idrogeologico e dell'esposizione al rischio idraulico e/o di frana;
- la possibilità di allestire il piano della stazione con limitati interventi di spianamento, comportanti minimi rilevati e/o scarpate in scavo;
- la disposizione ottimale del sistema elettromeccanico, dei locali di servizio, piazzali, recinzioni, accesso alla Stazione, raccordi alla viabilità esterna ordinaria e delle strade per la circolazione interna dei mezzi di manutenzione, assicurando una larghezza almeno di 4 metri;
- la scelta delle finiture superficiali delle aree sottostanti le sbarre e collegamenti alle linee in relazione allo smaltimento delle acque meteoriche;
- la definizione delle caratteristiche delle fondazioni delle strutture di sostegno e delle apparecchiature elettromeccaniche in relazione alle condizioni di massima sollecitazione ed alla presenza di sforzi elettrodinamici in regime di corto circuito;
- la scelta ottimale della tipologia e percorso delle vie cavo ai diversi livelli di tensione (tubi, cunicoli, passerelle, ecc.);
- la disposizione dell'impianto di illuminazione esterna.

Le strade ed i piazzali asfaltati saranno delimitati da cordoli in calcestruzzo e realizzati su sottofondo di tipo stabilizzato, con stesura superficiale di binder e tappetino di usura, e saranno provvisti di idoneo sistema di drenaggio delle acque meteoriche.

Le dimensioni dei percorsi carrabili, raggi minimi di curvatura e le distanze dalle apparecchiature, rispetteranno i criteri di buona tecnica.

La viabilità interna intorno alle parti in alta tensione è realizzata con strade di larghezza e raggi di curvatura idonei a favorire la circolazione dei mezzi per consentire un agevole esercizio e manutenzione dell'impianto, in particolare intorno ai locali di servizio (edificio Comandi, Sale Quadri e S.A.).

Per consentire un agevole esercizio e manutenzione dell'impianto, sotto le apparecchiature è stato previsto un piazzale in massetto di calcestruzzo armato con rete elettrosaldata collegata all'impianto di terra.

Il piazzale sarà drenato mediante un numero adeguato di pozzetti collegati alla rete di raccolta delle acque piovane.

9.5.2.1.4.2 Trasformatori 30/36 kV

Per la conversione alla tensione di 36 kV dalla tensione di uscita dai generatori eolici di 30kV sono previsti n. 3 trasformatori 30/36kV con le seguenti caratteristiche tecniche principali:

- Tensione nominale primaria: 36kV

- Tensione nominale secondaria: 30kV
- Frequenza nominale 50 Hz
- Potenza nominale: 35 MVA
- Vcc% 12,6 %
- Regolazione della tensione AT ± 10 gradini da 1,5 % della tensione nominale
- Tipo di raffreddamento: ONAN/ONAF
- Gruppo Y/ynO

Ciascun trasformatore sarà dotato di dispositivi che realizzino le seguenti funzioni di protezione (codici funzione ANSI):

- 26T: Dispositivo termico di protezione del trasformatore;
- 26V: Dispositivo termico di protezione del variatore di rapporto;
- 63: Relé a pressione;
- 87: Relé differenziale;
- 97T: Relé Buchholz del trasformatore;
- 97V: Relé Buchholz del variatore di rapporto;
- 99T: Relé di controllo livello olio trasformatore;
- 99V: Relé di controllo livello olio variatore di rapporto.

9.5.2.1.4.3 Correnti di corto circuito e correnti termiche nominali

L'impianto deve essere progettato in modo da sopportare in sicurezza le sollecitazioni meccaniche e termiche derivanti da correnti di corto circuito, in conformità a quanto indicato nella norma CEI EN 61936-1 (CEI 99-2).

I valori delle correnti di corto circuito nella stazione, utili per eseguire il corretto dimensionamento dell'impianto, saranno comunicati da TERNA preventivamente alla fase autorizzativa.

Il livello di corrente di corto circuito trifase per il dimensionamento della sezione 36 kV previsto (potere interruzione interruttori, corrente di breve durata dei sezionatori e TA, caratteristiche meccaniche degli isolatori portanti, sbarre e collegamenti e dimensionamento termico della rete di terra dell'impianto) sarà compreso fra i valori da 16 kA a 25 kA.

Le correnti di regime previste saranno:

- per le sbarre e parallelo sbarre: 2000 A
- per gli stalli linea: 1250 A.

9.5.2.1.4.4 Impianto di terra della stazione

L'impianto di terra sarà costituito da una rete magliata di conduttori in corda di rame nudo con diametro di almeno 10,5 mm (sezione 63 mm^2) interrati ad una profondità di 0,70 m.

Il lato di maglia è scelto in modo da limitare le tensioni di passo e di contatto a valori non pericolosi con la corrente di guasto prevista per il livello di tensione della stazione e tempo di eliminazione del guasto.

Particolare attenzione sarà posta alla progettazione della parte perimetrale della maglia allo scopo di non creare zone con forti gradienti di potenziale.

Le apparecchiature e le strutture metalliche di sostegno devono essere connesse all'impianto di terra mediante conduttori in rame di diametro 14,7 mm (sezione 125 mm^2).

In corrispondenza degli edifici deve essere realizzato un anello perimetrale esterno di corda di rame diametro 14,7 mm dal quale sono derivate le cime emergenti che saranno portate nei vari locali.

I collegamenti tra i conduttori costituenti la maglia devono essere effettuati mediante morsetti a compressione in rame; i collegamenti delle cime emergenti ai sostegni delle apparecchiature ed alle strutture metalliche degli edifici devono essere realizzati mediante capocorda e bullone.

9.5.2.1.5 Quadro elettrico a 30 kV – Collettore di impianto

Nel presente progetto è previsto un quadro a 30 kV collettore di impianto nel quale confluiranno quattro dorsali principali provenienti dall'area d'installazione degli aerogeneratori, relative ai sottocampi presenti:

- Sottocampo 1
- Sottocampo 2
- Sottocampo 3
- Sottocampo 4

Le caratteristiche tecniche del quadro a 30kV sono le seguenti

- Tensione nominale/esercizio: 30 kV
- Tensione massima: 36 kV
- Frequenza nominale: 50 Hz
- N° fasi: 3
- Corrente nominale delle sbarre principali: fino a 1250 A
- Corrente di corto circuito: 31.5 kA
- Potere di interruzione degli interruttori alla tensione nominale: 16-25 kA
- Tenuta arco interno: 25kA/1s o 31,5kA/0,5s

Il quadro e le apparecchiature posizionate al suo interno dovranno essere progettati, costruiti e collaudati in conformità alle Norme CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano), IEC (*International Electrotechnical Commission*) in vigore.

Il quadro elettrico a 30 kV sarà formato da unità affiancabili, ognuna costituita da celle componibili e standardizzate, in esecuzione senza perdita di continuità d'esercizio secondo IEC 62271-200, destinato alla distribuzione d'energia a semplice sistema di sbarra.

Il quadro sarà realizzato in esecuzione protetta e sarà adatto per installazione all'interno in accordo alla normativa CEI/IEC. La struttura portante dovrà essere realizzata con lamiera d'acciaio di spessore non inferiore a 2 mm.

Il quadro dovrà garantire la protezione contro l'arco interno sul fronte del quadro fino a 31.5kA per 0.5 secondi (CEI-EN 60298).

Le celle saranno destinate al contenimento delle apparecchiature di interruzione automatica con 3 poli principali indipendenti, meccanicamente legati e aventi ciascuno un involucro isolante, di tipo "sistema a pressione sigillato" (secondo definizione CEI 17.1, allegato EE), che realizza un insieme a tenuta riempito con esafluoruro di zolfo (SF6) a bassa pressione relativa, delle parti attive contenute nell'involucro e di un comando manuale ad accumulo di energia tipo RI per versione SF1, (tipo GMH elettrico per SF2).

Gli interruttori avranno una piastra anteriore equipaggiata con gli organi di comando e di segnalazione dell'apparecchio. Ogni interruttore potrà ricevere un comando elettrico.

Gli interruttori a 30 kV saranno ad interruzione in SF6 con pressione relativa del SF6 di primo riempimento a 20 °C uguale a 0,5 bar. Il gas impiegato sarà conforme alle norme IEC 376 e norme CEI 10-7. Il potere di corto circuito non dovrà essere inferiore a 16 kA.

Gli interruttori saranno predisposti per ricevere l'interblocco previsto con il sezionatore di linea, e potranno essere dotati dei seguenti accessori:

- comando a motore carica molle;
- comando manuale carica molle;
- sganciatore di apertura;
- sganciatore di chiusura;
- contamanovre meccanico;
- contatti ausiliari per la segnalazione di aperto - chiuso dell'interruttore.

Il comando degli interruttori sarà del tipo ad energia accumulata a mezzo molle di chiusura precaricate tramite motore, ed in caso di emergenza con manovra manuale.

Le manovre di chiusura ed apertura saranno indipendenti dall'operatore.

Il comando sarà a sgancio libero assicurando l'apertura dei contatti principali anche se l'ordine di apertura è dato dopo l'inizio di una manovra di chiusura, secondo le norme CEI 17-1 e IEC 56.

Il sistema di protezione associato a ciascun interruttore sottocampo è composto da:

- trasduttori di corrente di fase e di terra (ed eventualmente trasduttori di tensione) con le relative connessioni al relè di protezione;
- relè di protezione con relativa alimentazione;
- circuiti di apertura dell'interruttore.

Il sistema di protezione sarà costituito da opportuni TA di fase, TO (ed eventualmente TV) che forniscono grandezze ridotte a un relé che comprende la protezione di massima corrente di fase almeno bipolare a tre soglie, una a tempo dipendente, le altre due a tempo indipendente definito. Poiché la prima soglia viene impiegata contro il sovraccarico, la seconda viene impiegata per conseguire un intervento ritardato e la terza per conseguire un intervento rapido, nel seguito, per semplicità, ci si riferirà a tali soglie con i simboli:

- I> (sovraccarico);
- I>> (soglia 51, con ritardo intenzionale);
- I>>> (soglia 50, istantanea);
- 67 protezione direzionale.

La regolazione della protezione dipende dalle caratteristiche dell'impianto dell'Utente. I valori di regolazione della protezione generale saranno impostati dall'Utente in sede di progetto esecutivo

Sono previste inoltre le seguenti protezioni:

- massima tensione (senza ritardo intenzionale) (soglia 59);
- minima tensione (ritardo tipico: 300 ms) (soglia 27);
- massima frequenza (senza ritardo intenzionale) (soglia 81>);
- minima frequenza (senza ritardo intenzionale) (soglia 81<);
- massima tensione omopolare V0 (ritardata) (soglia 59N).

9.5.2.1.6 Quadri elettrici 36 kV – Connessione impianto di utente alla RTN

Nella stazione utente saranno posizionati n. 2 quadri a 36kV per la realizzazione della connessione degli impianti del produttore alla rete di trasmissione nazionale.

Dalla stazione utente partiranno verso la SSE Terna n. 4 dorsali principali provenienti dagli aerogeneratori e dall'impianto BESS:

- Dorsale 1
- Dorsale 2

- Dorsale 3
- Dorsale BESS

Le caratteristiche tecniche dei quadri a 36kV sono le seguenti:

- Tensione nominale/esercizio: 27-36 kV
- Tensione massima: 36 kV
- Frequenza nominale: 50 Hz
- N° fasi: 3
- Corrente nominale delle sbarre principali: fino a 1250 A
- Corrente di corto circuito: 31.5 kA
- Potere di interruzione degli interruttori alla tensione nominale: 16-25 kA
- Tenuta arco interno: 31,5kA/1s o 40kA/0,5s

Il quadro e le apparecchiature posizionate al suo interno dovranno essere progettati, costruiti e collaudati in conformità alle Norme CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano), IEC (*International Electrotechnical Commission*) in vigore.

Il quadro elettrico sarà formato da unità affiancabili, ognuna costituita da celle componibili e standardizzate, in esecuzione senza perdita di continuità d'esercizio secondo IEC 62271-200, destinato alla distribuzione d'energia a semplice sistema di sbarra.

Il quadro sarà realizzato in esecuzione protetta e sarà adatto per installazione all'interno in accordo alla normativa CEI/IEC. La struttura portante dovrà essere realizzata con lamiera d'acciaio di spessore non inferiore a 2 mm.

Il quadro dovrà garantire la protezione contro l'arco interno sul fronte del quadro fino a 40kA per 0.5 secondi (CEI-EN 60298).

Gli interruttori saranno predisposti per ricevere l'interblocco previsto con il sezionatore di linea, e potranno essere dotati dei seguenti accessori:

- comando a motore carica molle;
- comando manuale carica molle;
- sganciatore di apertura;
- sganciatore di chiusura;
- contamanovre meccanico;
- contatti ausiliari per la segnalazione di aperto - chiuso dell'interruttore.

Il comando degli interruttori sarà del tipo ad energia accumulata a mezzo molle di chiusura

precaricate tramite motore, ed in caso di emergenza con manovra manuale.

Le manovre di chiusura ed apertura saranno indipendenti dall'operatore.

Il comando sarà a sgancio libero assicurando l'apertura dei contatti principali anche se l'ordine di apertura è dato dopo l'inizio di una manovra di chiusura, secondo le norme CEI 17-1 e IEC 56.

Il sistema di protezione associato a ciascun interruttore sottocampo è composto da:

- trasduttori di corrente di fase e di terra (ed eventualmente trasduttori di tensione) con le relative connessioni al relè di protezione;
- relè di protezione con relativa alimentazione;
- circuiti di apertura dell'interruttore.

Il sistema di protezione sarà costituito da opportuni TA di fase, TO (ed eventualmente TV) che forniscono grandezze ridotte a un relè che comprende la protezione di massima corrente di fase almeno bipolare a tre soglie, una a tempo dipendente, le altre due a tempo indipendente definito. Poiché la prima soglia viene impiegata contro il sovraccarico, la seconda viene impiegata per conseguire un intervento ritardato e la terza per conseguire un intervento rapido, nel seguito, per semplicità, ci si riferirà a tali soglie con i simboli:

- I> (sovraccarico);
- I>> (soglia 51, con ritardo intenzionale);
- I>>> (soglia 50, istantanea);
- 67 protezione direzionale.

La regolazione della protezione dipende dalle caratteristiche dell'impianto dell'Utente. I valori di regolazione della protezione generale saranno impostati dall'Utente in sede di progetto esecutivo

Sono previste inoltre le seguenti protezioni:

- massima tensione (senza ritardo intenzionale) (soglia 59);
- minima tensione (ritardo tipico: 300 ms) (soglia 27);
- massima frequenza (senza ritardo intenzionale) (soglia 81>);
- minima frequenza (senza ritardo intenzionale) (soglia 81<);
- massima tensione omopolare V0 (ritardata) (soglia 59N).

9.5.2.1.7 Sicurezza e ambiente

I trasformatori 30/36kV dalla potenza nominale massima di 35 MVA conterranno un quantitativo d'olio isolante compreso fra i 20 m^3 ed i 30 m^3. Come da norma EN 61936-1 (CEI 99-2); i container

e gli edifici saranno posti ad una distanza maggiore di 6 metri dal trasformatore.

La quantità prevista di olio isolante è tale da ricondurre il trasformatore elevatore fra le attività soggette ai controlli di prevenzione incendi di cui al D.P.R. 151/2011 e verranno pertanto presi gli accorgimenti progettuali necessari in accordo con il competente comando VV.F.

I locali saranno dotati di sistema di rilevazione incendi con relativa centralina d'allarme.

La fondazione del trasformatore ha anche la funzione di vasca di raccolta per l'eventuale fuoriuscita di olio isolante. Le pareti della vasca saranno impermeabilizzate e l'olio eventualmente sversato verrà prelevato con autobotte e trattato come rifiuto da aziende specializzate ed autorizzate.

Le distanze fra parti attive, e più in generale le distanze di isolamento risultano conformi a quanto prescritto dalla norma EN 61936-1 (CEI 99-2).

L'impianto di illuminazione garantirà un illuminamento medio della sottostazione non inferiore a 25 lux ad 1 metro dal suolo.

Le attività di manutenzione ordinaria e straordinaria saranno svolte da personale di imprese appaltatrici qualificate. L'impianto inoltre non sarà presidiato permanentemente. La presenza di un sistema SCADA (*Supervisory Control And Data Acquisition*) permetterà il telemonitoraggio e la telegestione da remoto. Gli allarmi generati da guasti, impianto antiintrusione ed impianto antincendio saranno rilevati in tempo reale dal personale che supervisionerà h24 l'impianto da remoto.

9.5.2.1.8 Sistema di accumulo di energia per servizi di rete

L'installazione in progetto è un'installazione modulare che si realizza interconnettendo un insieme di blocchi batteria posizionati all'interno di container in acciaio che includono anche i trasformatori e inverter, quadri elettrici e apparecchiature elettriche/elettroniche per realizzare l'impianto BESS completo.

Il sistema BESS comprenderà dunque nel suo complesso un insieme di container di batterie e unità di conversione, il sistema di controllo, comando e monitoraggio per permettere l'esercizio del sistema e l'erogazione dei servizi di rete e gestione dei cicli di carica e scarica del BESS, i cavi per la distribuzione dell'energia fino al quadro collettore di impianto.

Il progetto prevede l'installazione e l'esercizio di n. 8 moduli batteria da 3,150MW/6,736MWh, con alimentazione elettrica in BT a 630V, convertitore, trasformazione 0,63/36kV e quadro elettrico a 36kV entro apposito container, ognuno da posizionarsi su apposita piazzola.

Il sistema di accumulo complessivo avrà una potenza nominale di 25,2 MW e capacità di accumulo pari a 53,88 MWh e sarà limitato nel funzionamento combinato con l'impianto eolico alla potenza di immissione massima di 72,6 MW secondo quanto previsto dal preventivo di connessione di Terna al Codice Pratica 202200873.

Il progetto prevede la realizzazione delle seguenti opere:

- sistema di distribuzione e trasporto dell'energia (in cavidotto interrato a 36 kV) tra i vari moduli;
- sistema di distribuzione dell'energia in BT mediante cavidotto interrato per l'alimentazione degli impianti ausiliari;
- sistema di cablaggio mediante cavidotto interrato per sistema trasmissione dati e segnali di monitoraggio e controllo sistemi BESS.

9.5.2.1.8.1 Componenti del sistema BESS – Battery block

La configurazione del sistema di accumulo prevede i seguenti sottosistemi e componenti per realizzare la configurazione illustrata (Figura 9.13):

- Accumulatori elettrochimici o batterie, assemblati in serie/parallelo in modo da formare i moduli; più moduli in serie vanno infine a costituire il rack;
- Battery Management System (BMS), il sistema di gestione che monitora le principali grandezze elettriche e fisiche delle assemblate batterie e dei singoli elementi, garantendone il funzionamento in sicurezza ed assicurando le funzioni di protezione;
- Power Conversion System (PCS), sistema di conversione statica di potenza che effettua la conversione bidirezionale caricabatterie-inverter;
- Battery Protection Unit (BPU), che lavora direttamente con il BMS per la protezione delle batterie;
- Energy Management System (EMS), cioè il sistema di controllo che governa l'intero BESS;
- Trasformatore di potenza 0,63/36 kV;
- Quadri elettrici;
- Sistema di misura e monitoraggio;
- Controller BESS e sistema SCADA (BESS PPC);
- Sistemi ausiliari (HVAC, antincendio, Illuminazione, UPS ecc.).

Il BESS si connette alla rete mediante trasformatori elevatori 0,63/36 kV e quadri di parallelo dotati di protezioni di interfaccia.

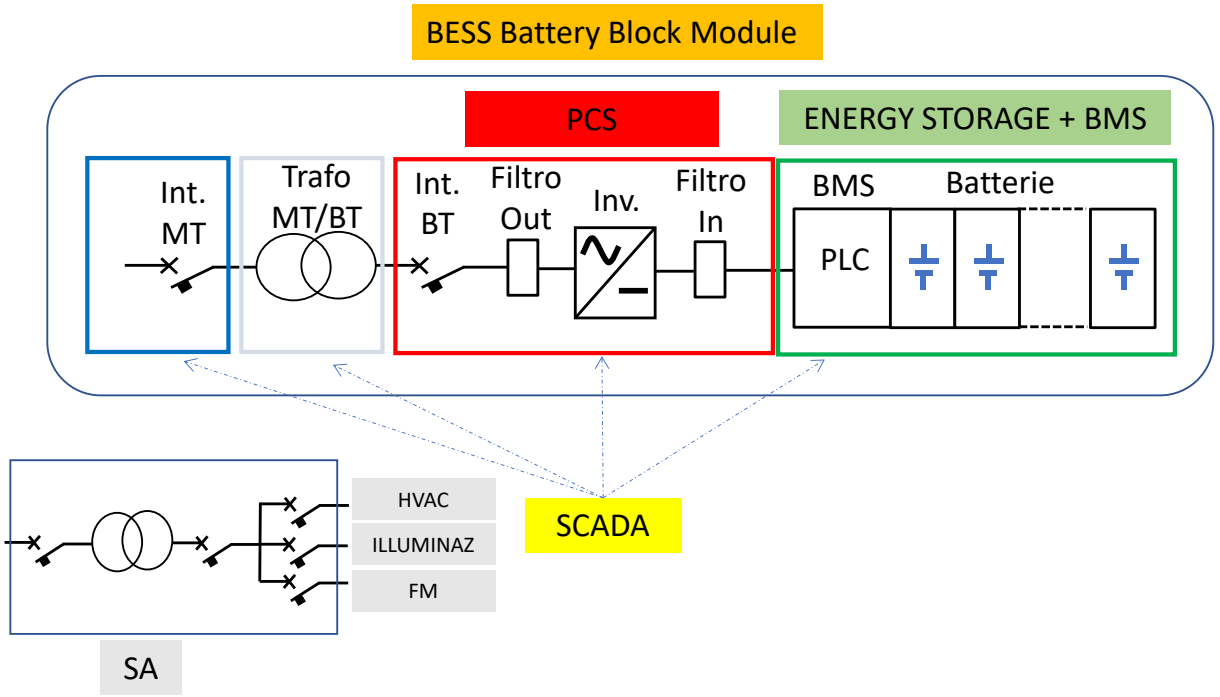


Figura 9.13 – Schema a Blocchi di un BESS battery block

Per quanto riguarda le batterie, la tecnologia prevista nel progetto è quella degli ioni di litio, per efficienza, compattezza e flessibilità di utilizzo. Le stesse sono dotate di involucri sigillati per contenere perdite di elettrolita in caso di guasti ed eventi incidentali e sono alloggiate all'interno di container (Figura 9.14).

Figura 9.14 – Schema tipico dei componenti di un container batterie (battery block) e relativo PCS

L'energia verrà impiegata per la realizzazione dei cicli di carica e scarica nelle batterie in Bassa

Tensione e a frequenza pari 50 Hz; nel trasformatore di macchina integrato nel BESS la tensione sarà successivamente elevata al livello di 36kV.

Nella configurazione in esame sono previsti blocchi con 2 container per le batterie e 1 PCS ciascuno secondo lo schema funzionale in Figura 9.15 e il layout in Figura 9.16.

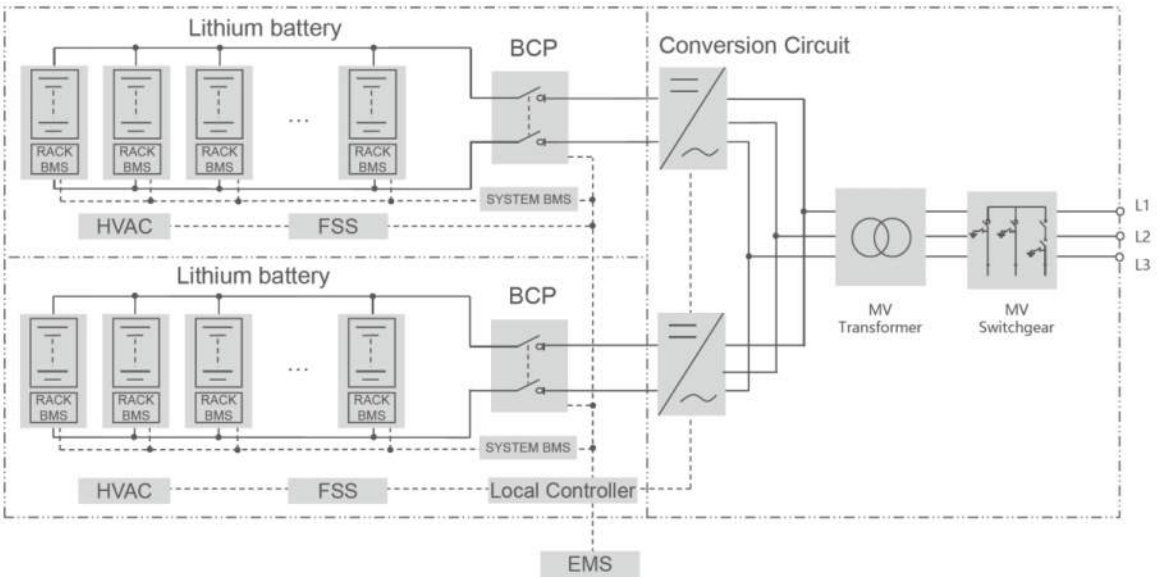


Figura 9.15 – Schema funzionale singolo battery block

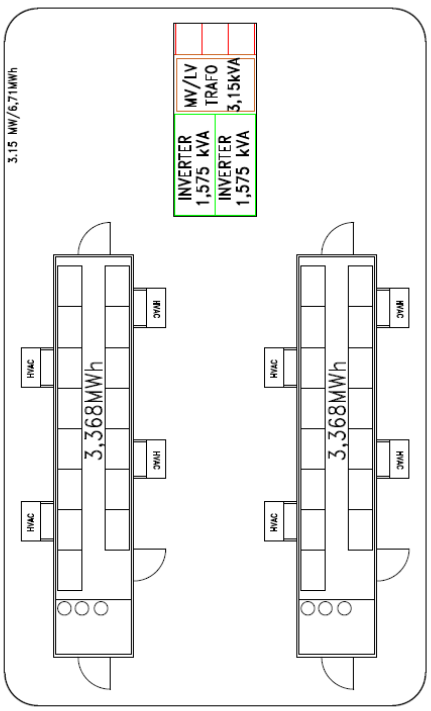


Figura 9.16 – Layout singolo battery block

Il battery block è costituito anche dai dispositivi di gestione dell'energia del sistema di batterie e dal collegamento alla rete elettrica nazionale:

- Sistema di conversione bidirezionale DC /AC (PCS)
- Trasformatori di potenza
- Quadri elettrici
- Sistema locale di gestione e controllo dell'assemblaggio della batteria (Sistema di gestione della batteria "BMS")
- Sistema locale di gestione e controllo integrato dell'impianto (Impianto SCADA)
- Apparecchiature elettriche (quadri elettrici, trasformatori) per il collegamento alla rete elettrica nazionale.

9.5.2.1.8.2 Interazioni con l'ambiente

Il BESS sarà realizzato all'interno dei confini dell'area di progetto, avrà un'occupazione del suolo limitata e sarà realizzato in un'area non asfaltata.

Non sono previsti scarichi idrici, se non quelli delle acque meteoriche che verranno convogliate alla rete di drenaggio.

Non è possibile alcuno sversamento di sostanze chimiche dai container ESS, che sono a tenuta dall'interno.

Il sistema di accumulo non prevede emissioni di alcun genere in atmosfera e ha una rumorosità molto bassa.

Per quanto concerne i gas ad effetto serra contenuti nei sistemi di condizionamento e nel sistema antincendio, saranno gestiti nel rispetto delle normative in materia (DPR 6 aprile 2013, n. 74, DPR 16 novembre 2018 n. 146), finalizzate alla minimizzazione delle eventuali perdite.

In fase di esercizio non è prevista la produzione di rifiuti, ad esclusione di quelli legati alle attività manutentive impiantistiche eseguite sullo stesso impianto.

Il fornitore del sistema BESS fornirà idonea documentazione nella quale verranno descritte le modalità gestionali e tecniche del processo di riciclaggio e smaltimento nonché le relative tempistiche e gli aspetti di sicurezza.

Il processo di decommissioning, riciclaggio e smaltimento dei materiali costituenti il sistema BESS verrà attuato in conformità alle leggi nazionali, europee ed internazionali vigenti (tra le quali Direttiva UE 2018/849), assicurandone il rispetto anche nel caso di modifiche e/o integrazioni di quest'ultime dal momento in cui l'impianto verrà messo in esercizio.

A Settembre 2020 sono infatti entrati in vigore i quattro Decreti Legislativi che attuano le Direttive Europee facenti parte del "Pacchetto Economia Circolare", adottato dall'Unione Europea a luglio del 2018. In particolare, il recepimento della Direttiva Europea sui Rifiuti di Apparecchiature Elettriche ed Elettroniche e di Pile e Accumulatori pone l'Italia in una posizione d'avanguardia ed interviene su aspetti essenziali per la crescita del paese sui temi ambientali. In Italia è in vigore l'obbligo di recupero delle pile e degli accumulatori non basati sull'uso di piombo bensì sull'impiego di altri metalli o composti (D. Lgs. 118/2020 del 3 settembre 2020, che attua la Direttiva UE 2018/849 relativa ai rifiuti di pile e accumulatori). Nello specifico, il nuovo D. Lgs. 118/2020 modifica il D.Lgs. 188/2008 per quanto riguarda i Rifiuti di Pile ed Accumulatori (RPA) ed il D.Lgs. 49/2014 per i Rifiuti di Apparecchiature Elettriche ed Elettroniche (RAEE).

Tutti i componenti del sistema - ovvero batterie, apparecchiature elettriche ed elettroniche, cavi elettrici in rame, apparecchiature elettriche quali trasformatori e inverter, quadri elettrici e container in carpenteria metallica, basamenti in calcestruzzo, pozzetti e cavidotti - saranno gestiti, nel fine vita, come indicato dalla normativa vigente.

Per quanto riguarda le batterie di accumulatori elettrochimici sono composte da materiali in larga parte riciclabili. Alla fine della vita dell'impianto esse saranno dunque avviate al recupero e riciclaggio dei componenti.

A fine vita il sistema di accumulo sarà disassemblato e, in conformità alle leggi vigenti, trasportato verso un centro autorizzato di raccolta e riciclaggio.

9.5.2.2 Opere stradali

9.5.2.2.1 Viabilità di accesso al sito

Sulla base di analisi e valutazioni scaturite da specifica ricognizione da parte di trasportatore specializzato, la viabilità principale di accesso al parco eolico è rappresentata dalla viabilità locale di collegamento al "Porto Canale" di Cagliari (CA) e dalle seguenti arterie stradali di livello statale, provinciale e locale: SS195, SS131, SS554, SS387, SP25, SP6 e Strada Comunale Silius – Ballao.

Le caratteristiche principali del suddetto percorso sono individuate nell'Elaborato *FORI-SNG-RC14_Descrizione della viabilità principale di accesso al parco eolico ai fini del trasporto degli aerogeneratori*.

Al fine di consentire il transito dei convogli speciali potrà essere richiesto, a giudizio del trasportatore, il locale approntamento di temporanei interventi da condursi in corrispondenza della sede viaria o nell'immediata prossimità; si tratterà, ragionevolmente, di opere minimali di rimozione temporanea di cordoli, cartellonistica stradale e *guard rail*, che saranno prontamente ripristinati una volta concluse le attività di trasporto, nonché, se indispensabile, di locali e limitati spianamenti e taglio di vegetazione presente a brodo strada.

9.5.2.2.2 Viabilità di servizio e piazzole

9.5.2.2.2.1 Fasi costruttive

La realizzazione del parco eolico avverrà prevedibilmente secondo la sequenza delle fasi costruttive indicate nel cronoprogramma allegato al progetto definitivo (Elaborato FORI-SNG-RC9).

Ai fini di consentire il montaggio e l'innalzamento degli aerogeneratori, le piazzole di cantiere dovranno essere inizialmente allestite prevedendo superfici piane e regolari sufficientemente ampie da permettere lo stoccaggio dei componenti dell'aerogeneratore (tronchi della torre, navicella, mozzo e, ove possibile, delle stesse pale). Gli spazi livellati così ricavati, di adeguata portanza, dovranno assicurare, inoltre, spazi idonei all'operatività della gru principale e di quella secondaria.

Una volta ultimato l'innalzamento degli aerogeneratori le piazzole di cantiere potranno essere ridotte, eliminando e ripristinando le superfici ridondanti ai fini delle ordinarie operazioni di gestione e manutenzione ordinaria dell'impianto, in accordo con quanto rappresentato nei disegni di progetto.

Allo stesso modo, i tratti di viabilità di cantiere non indispensabili per assicurare l'ordinaria e regolare attività di gestione del parco eolico, saranno smantellati e riportati alle condizioni *ante operam* a seguito di mirati interventi di ripristino ambientale.

9.5.2.2.2.2 Criteri di scelta del tracciato e caratteristiche costruttive generali della viabilità di servizio

L'installazione degli aerogeneratori in progetto presuppone l'accesso, presso i siti di intervento, di mezzi speciali per il trasporto della componentistica delle macchine eoliche, nonché l'installazione di due autogrù: una principale (indicativamente da 750 t di capacità max a 8 m di raggio di lavoro, braccio da circa 130 m) e una ausiliaria (indicativamente da 250 t), necessarie per il montaggio delle torri, delle navicelle e dei rotori.

Con riferimento ai peculiari caratteri morfologici ed ambientali delle aree di intervento, preso atto dei vincoli tecnico-realizzativi alla base del posizionamento degli aerogeneratori e delle opere accessorie, i nuovi tratti stradali di progetto hanno ricercato di ottimizzare le seguenti esigenze:

- minimizzare la lunghezza dei tracciati, sovrapponendosi, laddove tecnicamente fattibile, a percorsi esistenti (strade locali, carrarecce, sentieri, tratturi);
- contenere i movimenti di terra, massimizzando il bilanciamento tra scavi e riporti ed assicurando l'intero recupero del materiale scavato nel sito di produzione;
- limitare l'intersezione con il reticolo idrografico superficiale al fine di minimizzare le interferenze con il naturale regime dei deflussi nonché con i sistemi di più elevato valore ecologico, evitando la realizzazione di manufatti di attraversamento idrico;
- contenere al massimo la pendenza longitudinale, in considerazione della tipologia di traffico veicolare previsto.

Le principali caratteristiche dimensionali delle opere di approntamento della viabilità interna al parco eolico sono riassunte nel seguente prospetto.

Strade di nuova realizzazione (m)	
Parziale	2.950
Strade rurali in adeguamento di percorsi esistenti (m)	
Parziale	7.140
Totale viabilità di servizio	**10.090 m**

La viabilità complessiva di impianto, al netto dei percorsi sulle strade principali e secondarie esistenti per l'accesso al sito del parco eolico, ammonta, pertanto, a circa 10 km, riferibili a percorsi di nuova realizzazione per il 29% della lunghezza complessiva (~2.950 m) e tracciati in adeguamento/adattamento della viabilità esistente in misura del 71% (~7.140 m).

Ai fini della scelta dei tracciati stradali di nuova realizzazione e della valutazione dell'idoneità della viabilità esistente, uno dei parametri più importanti è il minimo raggio di curvatura stradale accettabile, variabile in relazione alla lunghezza degli elementi da trasportare e della pendenza della carreggiata. Nel caso specifico il minimo raggio di curvatura orizzontale adottato è pari a 45/50 m, in coerenza con quanto suggerito dalle case costruttrici degli aerogeneratori.

La definizione dell'andamento planimetrico ed altimetrico delle strade è stata attentamente verificata nell'ambito dei sopralluoghi condotti dal gruppo di progettazione e dai professionisti incaricati delle analisi ambientali specialistiche, nonché progettualmente sviluppata sulla base del DTM RAS passo 10 m, ritenuto sufficientemente affidabile per il livello di progettazione richiesto e per pervenire ad una stima attendibile dei movimenti terra necessari.

Coerentemente con quanto richiesto dai costruttori delle turbine eoliche, i nuovi tratti viari in progetto e quelli in adeguamento della viabilità esistente saranno realizzati prevedendo una carreggiata stradale di larghezza complessiva pari a 5,0 m in rettifilo. In corrispondenza di curve particolarmente strette sono stati previsti locali allargamenti, in accordo con quanto rappresentato negli elaborati grafici di progetto (Elaborati FORI-SNG-TC8÷ FORI-SNG-TC11).

La sovrastruttura stradale, oltre a sopportare le sollecitazioni indotte dal passaggio dei veicoli pesanti, dovrà presentare caratteristiche di uniformità e aderenza tali da garantire le condizioni di percorribilità più sicure possibili.

La soprastruttura in materiale arido avrà spessore indicativo di 0,30÷0,40 m; la finitura superficiale della massicciata sarà perlopiù realizzata in ghiaietto stabilizzato dello spessore 0,10 cm con funzione di strato di usura (Elaborato FORI-SNG-TC12). Lo strato di fondazione sarà composto da un aggregato che sarà costituito da *tout venant* proveniente dagli scavi, laddove giudicato idoneo dalla D.L., oppure da una miscela di materiali di diversa provenienza, in proporzioni stabilite con

indagini preliminari di laboratorio e di cantiere. Ciò in modo che la curva granulometrica di queste terre rispetti le prescrizioni contenute nelle Norme CNR-UNI 10006; in particolare la dimensione massima degli inerti dovrà essere 71 mm. La terra stabilizzata sarà costituita da una miscela di inerti (pietrisco 5÷15 mm, sabbia, filler), di un catalizzatore sciolto nella quantità necessaria all'umidità ottimale dell'impasto (es. 80/100 l per terreni asciutti, 40/60 l per terreni umidi) e da cemento (nelle dosi di 130/150 kg per m^3 di impasto).

La granulometria degli inerti dovrà essere continua, e la porosità del conglomerato dovrà essere compresa fra il 2 ed il 6 %. La stesa e la sagomatura dei materiali premiscelati dovrà avvenire mediante livellatrice o, meglio ancora, mediante vibrofinitrice; ed infine costipamento con macchine idonee da scegliere in relazione alla natura del terreno, in modo da ottenere una densità in sito dello strato trattato non inferiore al 90% o al 95% della densità massima accertata in laboratorio con la prova AASHTO T 180.

Gli interventi sui percorsi esistenti, trattandosi di tratturi o carrarecce, prevedono l'esecuzione dello scavo necessario per ottenere l'ampliamento della sede stradale e permettere la formazione della sovrastruttura, con le caratteristiche precedentemente descritte.

Laddove i tracciati stradali presentino localmente pendenze superiori indicativamente al 10%, al fine di assicurare adeguate condizioni di aderenza per i mezzi di trasporto eccezionale, si prevede o di ricorrere alla cementazione dei singoli tratti o di adottare un rivestimento con pavimentazione ecologica, di impiego sempre più diffuso nell'ambito della realizzazione di interventi in aree rurali, con particolare riferimento alla viabilità montana. Nell'ottica di assicurare un'opportuna tutela degli ambiti di intervento, la pavimentazione ecologica dovrà prevedere l'utilizzo di composti inorganici, privi di etichettatura di pericolosità, di rischio e totalmente immuni da materie plastiche in qualsiasi forma. La pavimentazione, data in opera su idoneo piano di posa precedentemente preparato, sarà costituita da una miscela di inerti, cemento e acqua con i necessari additivanti rispondenti ai prerequisiti sopra elencati, nonché con opportuni pigmenti atti a conferire al piano stradale una colorazione il più possibile naturale. Il prodotto così confezionato verrà steso, su un fondo adeguatamente inumidito, mediante vibro finitrice opportunamente pulita da eventuali residui di bitume. Per ottenere risultati ottimali, si procederà ad una prima stesura "di base" per uno spessore pari alla metà circa di quello totale, cui seguirà la stesura di finitura per lo spessore rimanente. Eventuali imperfezioni estetiche dovranno essere immediatamente sistemate mediante "rullo a mano" o altro sistema alternativo. Si procederà quindi alla compattazione con rullo compattatore leggero, non vibrante e asciutto.

Considerata l'entità dei carichi da sostenere (massimo carico stimato per asse del rimorchio di circa 15 t – peso complessivo dei convogli nel range di 120-145 t), il dimensionamento della pavimentazione stradale, in relazione alla tipologia di materiali ed alle caratteristiche prestazionali, potrà essere oggetto di eventuali affinamenti solo a seguito degli opportuni accertamenti di dettaglio da condursi in fase esecutiva. La capacità portante della sede stradale dovrà essere almeno pari a 2 kg/cm² ed andrà rigorosamente verificata in sede di collaudo attraverso specifiche prove di carico

con piastra.

Le carreggiate saranno conformate trasversalmente conferendo una pendenza dell'ordine del 1,5% per garantire il drenaggio ed evitare ristagni delle acque meteoriche.

I raccordi verticali delle strade saranno realizzati in rapporto ad un valore di distanza da terra dei veicoli non superiore ai 15 cm, comunque in accordo con le specifiche prescrizioni fornite dalla casa costruttrice degli aerogeneratori.

Tutte le strade, sia quelle in adeguamento dei percorsi esistenti che quelle di nuova realizzazione, saranno provviste di apposite cunette a sezione trapezia per lo scolo delle acque di ruscellamento diffuso, di dimensioni adeguate ad assicurare il regolare deflusso delle acque e l'opportuna protezione del corpo stradale da fenomeni di dilavamento. Laddove necessario, al fine di assicurare l'accesso ai fondi agrari, saranno allestiti dei cavalcafossi in calcestruzzo con tombino vibrocompresso.

Per una più agevole lettura degli elaborati grafici di progetto, si riporta di seguito una descrizione tecnica delle opere stradali previste, opportunamente distinte in rapporto a tronchi omogenei per caratteristiche tecnico-costruttive e funzionali.

Accessibilità sovralocale al sito del parco eolico

Il collegamento stradale dell'area del parco eolico avverrà dalla SS 387 *del Gerrei* attraverso due accessi principali:

- **Cluster Nord** – in località *C. le Conca 'e Cani,* a circa 3 km dal centro abitato di San Nicolò Gerrei e a circa 2,5 km dal centro di Ballao, in corrispondenza dell'intersezione con la strada campestre che, superando l'altopiano interessato dal progetto, si dirama nell'agro di Armungia, ad est del sito di impianto;
- **Cluster Centro e Sud –** in località *Santa Lucia,* attraverso l'esistente viabilità locale che si sviluppa a circa 500m a nord-est dell'abitato di San Nicolò Gerrei, in cui convergono le principali direttrici di connessione con lo spazio rurale dell'altopiano di Monte Taccu.

Viabilità campestre di accesso al Cluster Nord- Località *C.le Conca 'e Cani*

Tale viabilità consentirà di accedere al raggruppamento di aerogeneratori T9, T10 e T11 (Cluster Nord). Ai fini del transito dei convogli speciali, il percorso in progetto seguirà lo sviluppo dell'esistente richiedendo locali interventi di rettifica e/o nuovi brevi tratti di by-pass in corrispondenza dei tratti con brusche variazioni di tracciato e raggi di curvatura particolarmente stretti, non compatibili con il transito dei mezzi eccezionali.

Dal punto di vista altimetrico, il percorso seguirà prevalentemente il preesistente andamento, discostandosene in corrispondenza dei locali tratti interessati dalle predette variazioni di tracciato.

La suddetta viabilità si estende per una lunghezza di circa 1100m guadagnando circa 150 metri di quota, fino ad arrivare alla sommità dell'altopiano. Da qui si ramifica la prevista viabilità di accesso alla limitrofa piazzola T9, in località *Armungia,* nonché il tratto di accesso alle postazioni eoliche T10 e T11, all'estremità nord del parco eolico.

Figura 9.17 Accesso al Cluster Nord dalla SS 387 in località C. le Conca 'e Cani (direzione nord)

Figura 9.18 Strada campestre da utilizzare per l'accesso alle postazioni eoliche del Cluster Nord (direzione sud-est)

Di seguito si descrivono i diversi tracciati di accesso alle postazioni eoliche.

Viabilità di accesso alla postazione T9

Il percorso che collega la postazione eolica T9, a partire dalla viabilità di accesso principale del Cluster Nord, si sviluppa su un nuovo tratto di lunghezza 70 metri in direzione sud-est dalla località *S'olione* fino alla piazzola prevista in località *C. Argiola 'e su Linu.*

L'asse viario di nuova realizzazione segue l'andamento altimetrico del terreno per poi procedere in rilevato ed attestarsi alla quota prevista per lo spianamento della piazzola, pari a 358 m.s.l.m.

L'intero tracciato attraversa diversi terreni a pascolo con vegetazione erbacea di *Poetea bulbosae* e *Artemisietea vulgaris*, con rari elementi nitrofili della classe *Stellarietea mediae*, associati a singoli/ridotti nuclei di individui di *Pyrus spinosa* e siepi con *P. spinosa*, *Pistacia lentiscus*.

Figura 9.19 Tracciato da adeguare in direzione della postazione eolica T9 (direzione nord-est)

Figura 9.20 – Terreni agro-pastorali attraversati dalla nuova viabilità in corrispondenza della postazione eolica T9

Viabilità di accesso alla postazione T11

La viabilità di accesso alle postazioni T10 e T11 si sviluppa verso nord a partire dalla località *Armungia*, nei pressi della postazione eolica T9. Il percorso procede per circa 600m su viabilità esistente e, ai fini del collegamento alla piazzola T11, prosegue su un tracciato di nuova realizzazione per circa 230 m di direzione ovest.

L'intero percorso segue fedelmente l'andamento altimetrico del terreno discostandosene nell'ultimo tratto, ove si attesterà dapprima in rilevato e poi in scavo, per raccordarsi alla quota di imposta della piazzola (395.25m s.l.m.).

Lungo i bordi della viabilità esistente sono presenti sporadici nuclei vegetazionali di arbusteti e gariga da riferire alla serie sarda, termo-mesomediterranea del leccio (*Prasio majoris-Quercetum ilicis*) e alla serie sarda, termo-mesomediterranea della sughera (*Galio scabri-Quercetum suberis*). A queste formazioni si associano a mosaico fitocenosi camefitiche (calcicole a dominanza di *Teucrium marum* L. e silicicole a dominanza di *Cistus monspeliensis* L.) ed erbacee perenni (cl. *Artemisietea vulgaris*, *Poetea bulbosae*) ed annue (cl. *Tuberarietea guttatae*, *Stellarietea mediae*).

Il tracciato di viabilità di nuova realizzazione comprende diverse aree in cui sono presenti prati a pascolo e sporadici lembi di micro-bosco in cui prevalgono specie a olivastro (*Olea europaea* var. sylvestris) e lentisco (*Pistacia lentiscus).*

Figura 9.21- Tratto di viabilità esistente che si collega alla viabilità di nuova realizzazione per l'accesso alla piazzola T11 (direzione nord-ovest)

Figura 9.22 Terreni attraversati dal tracciato della nuova viabilità che consente di accedere alla postazione eolica T11 (direzione sud-ovest)

Viabilità di accesso alla postazione T10

La viabilità di accesso alla postazione eolica T10 ha inizio in corrispondenza dell'inizio della viabilità di nuova realizzazione del tracciato T11 e si estende per circa 580m in direzione nord-est. Più nello specifico l'asse di accesso alla postazione T10, si sviluppa su viabilità esistente per 230m e attraverso un tratto di nuova viabilità in località *Su Nuncu Marciuecciu* lungo circa 350 m in prossimità della piazzola di riferimento.

Il primo tratto di viabilità è realizzato in leggero rilevato per una lunghezza di circa 50m, mentre l'ultima parte del tracciato si attesta in scavo fino a raccordarsi alla quota di 403.5 m s.l.m., prevista per la realizzazione della piazzola T10.

L'intero tracciato attraversa diversi terreni in cui sono presenti nuclei vegetazionali di macchia mediterranea in cui prevalgono specie a olivastro (*Olea europaea* var. sylvestris) e lentisco (*Pistacia lentiscus).*

Figura 9.23 Terreno attraversato dalla viabilità di nuova realizzazione di accesso alla postazione T10 (direzione est)

Viabilità campestre di accesso ai Cluster Centro e Sud - Località Santa Lucia

Tale viabilità, per la quale il progetto prevede opportuni interventi di adeguamento geometrico-funzionale, consentirà il collegamento stradale delle postazioni eoliche T5, T6, T7, T8 (Cluster Centro) e T1, T2, T3, T4, e T12 (Cluster Sud).

A nordest del centro abitato di San Nicolò Gerrei, procedendo verso nord lungo la *SS387 del Gerrei* sarà possibile accedere all'altopiano del Monte Taccu immettendosi nella viabilità locale che si sviluppa in direzione nordest in località *S. Lucia*, nei pressi della omonima chiesa situata al margine della strada campestre, a sud di questa. Il percorso in progetto si sviluppa prevalentemente su viabilità esistente; brevi tratti di nuova realizzazione si renderanno indispensabili per favorire la manovra e il transito dei mezzi eccezionali in corrispondenza di due curve particolarmente strette: all'inizio del tratto in ripida salita, indicativamente a 200 m della Chiesetta di S. Lucia, e nei pressi della sommità dell'altopiano, dove il percorso devia bruscamente di 90 gradi per dirigersi in direzione est verso la località *Taccu* e richiederà la creazione di un *by-pass*.

Il percorso in esame si sviluppa per una lunghezza di circa 980m fino ad arrivare alla biforcazione in località *Guttureddus*, ove termina il suddetto *by-pass* di nuova realizzazione, dalla quale si estendono i due rami principali che consentono il collegamento con il Cluster Centro, in direzione sudovest-nordest, ed il Cluster Sud con direzione principale ovest-nordovest – est-sudest.

Il secondo ramo si estende per circa 1500m consentendo il collegamento alle postazioni eoliche T3, T12, T4, T2 e T1; il primo si sviluppa in per circa 1800m e consente di accedere ai diversi assi di connessione delle postazioni eoliche T5, T6, T7 e T8.

Figura 9.24 – Strada campestre di accesso al sito del parco eolico in località S. Lucia

Figura 9.25 Tracciato di viabilità esistente di accesso al parco eolico ad est della chiesetta di S. Lucia (direzione

nord)

Lungo i predetti assi di accesso al parco è stata riscontrata la presenza di mosaici di gariga bassa e praterie perenni a *Brachypodium retusum* sviluppate prevalentemente su suoli poco profondi o rocciosi e da riferire all'alleanza *Thero-Brachypodion ramosi*. Tali aspetti ad alta naturalità, che presentano affinità con l'associazione *Asphodelo africani-Brachypodietum retusi*, si osservano ben conservati anche a ridosso dei muri a secco e ai margini della viabilità rurale in esame, elementi che limitano le pressioni dovute al pascolo del bestiame brado.

Più nello specifico, si tratta di strade campestri che si estendono con un andamento piuttosto lineare ed intercettano diversi terreni agricoli destinati prevalentemente al pascolo ed alla coltivazione di foraggere.

La viabilità di impianto, incentrata sulla rete stradale dell'area agricola del territorio di San Nicolo Gerrei, si sviluppa sulle nove direttrici di collegamento delle postazioni eoliche dei Cluster Centro e Sud, come descritto di seguito.

A partire dalla biforcazione dei due assi principali in località *Guttureddus*, procedendo in direzione sudest lungo l'asse di penetrazione agraria in località *Monte Taccu* è possibile accedere alle postazioni eoliche del Cluster Sud (T3, T12, T4, T2 e T1) attraverso alcune diramazioni più oltre individuate e descritte. La dorsale stradale principale ricalca la viabilità esistente per la quale si renderanno necessari opportuni interventi di adeguamento (Figura 9.26).

Figura 9.26 Tracciato esistente da adeguare (loc. Monte Taccu) dal quale è possibile accedere alle postazioni eoliche del Cluster Sud (T3, T12, T4, T2 e T1)

Viabilità di accesso alla postazione T3

Il collegamento stradale alla postazione T3 potrà avvenire procedendo per circa 780 m verso sudest dalla ramificazione dei due assi principali di accesso ai Cluster Centro e Nord. L'accesso alla piazzola richiederà la realizzazione ex-novo di due raccordi che si discostano dal tracciato esistente e circa 60m di viabilità di nuova realizzazione.

Il percorso in progetto segue fedelmente l'andamento altimetrico del terreno; ciò a meno di alcuni brevi tratti che richiederanno un adeguamento dei raggi di curvatura verticale, previsti in scavo, e del raccordo in scavo alla piazzola T3, necessario per attestarsi alla relativa quota di imposta prevista

a 570.4 m s.l.m.

Le pendenze del tracciato in esame saranno superiori al 10% con un picco del 18% nel primo tratto, comunque compatibile con le esigenze di trasporto dei convogli speciali.

Al fine di consentire il necessario allargamento della carreggiata, l'intervento richiederà la demolizione di un muro a secco che sarà opportunamente ricostruito nel margine stradale al termine dei lavori.

La viabilità in esame si sviluppa su un'area agro-pastorale impostata su substrati rocciosi carbonatici, a esposizione meridionale, dominato da praterie perenni a *Brachypodium retusum* e *Asphodelus ramosus* (all. *Thero-Brachypodion ramosi*, cl. *Artemisietea vulgaris*) ed arbustato (in ordine di frequenza) a *Pyrus spinosa*, *Anagyris foetida*, *Olea europaea* L. var. *sylvestris, Pistacia lentiscus.* Lungo i bordi del tracciato, in corrispondenza dei muretti a secco, sono presenti sporadici elementi *di Olea europaea* L. var. *sylvestris, Pistacia lentiscus.*

Figura 9.27 – Tratturo di viabilità esistente lungo il tracciato di accesso alla postazione T3 facente parte della viabilità di progetto (vista verso sud)

Figura 9.28 – Terreni attraversati dalla strada di accesso alla piazzola T3 (vista verso nord)

Viabilità di accesso alla postazione T12

A partire dalla piazzola T3 in località *Taccu,* procedendo verso sud, ha inizio il tratto che conduce alla postazione eolica T12. Tale tracciato, perlopiù di nuova costruzione, si estende per una lunghezza di 540m fino al raggiungimento della piazzola prevista in località *Pranu Taccu.*

L'intero percorso si sviluppa in costante discesa, con pendenza massima al 7% nel primo tratto, attestato in rilevato per adattarsi alla quota di imposta della piazzola T3. Il raccordo allo spianamento della piazzola T12, necessario per raccordarsi alla quota di imposta di 539 m s.l.m., è previsto in scavo.

La viabilità di nuova realizzazione ricade su un ambiente prativo in cui sono presenti pascoli semi-naturali e praterie con formazioni naturali fanerofitiche della macchia, degli arbusteti e della gariga da riferire alla serie sarda, termo-mesomediterranea del leccio (*Prasio majoris-Quercetum ilicis*). A queste formazioni si associano a mosaico fitocenosi camefitiche (calcicole a dominanza di *Teucrium marum* L e *Cistus monspeliensis* L.) ed erbacee perenni (cl. *Artemisietea vulgaris*, *Poetea bulbosae*) ed annue (cl. *Tuberarietea guttatae*, *Stellarietea mediae*).

Figura 9.29 – Viabilità di nuova realizzazione che attraversa i terreni agro-pastorali verso la postazione T12 (direzione sud- ovest)

Viabilità di accesso alla postazione T4

Procedendo verso sudest lungo l'esistente dorsale di collegamento del Cluster Sud per circa 350 m, dalla diramazione che collega le postazioni T3 e T12, si giunge alla postazione T4, collegata alla suddetta dorsale da un breve tratto di nuova viabilità che si dirama in direzione sudovest-nordest nei pressi della località *M. Taccu*.

Il percorso esistente da adeguare seguirà fedelmente l'andamento attuale del terreno; il tratto di nuova viabilità, avente lunghezza di circa 90 metri, si sviluppa principalmente in scavo con una pendenza massima del 9%, fino allo spianamento della piazzola, posta a quota 562.5 m s.l.m.

La viabilità di nuova realizzazione ricade su un ambiente prativo in cui sono presenti pascoli semi-naturali e praterie a mosaico con vegetazione a macchia di olivastro e lentisco.

Figura 9.30 – Terreni attraversati dalla nuova pista di collegamento alla postazione eolica T4 (vista verso nord-est)

Viabilità di accesso alla postazione T2

A partire dall'innesto della nuova viabilità di accesso alla postazione T4, procedendo verso sudest per circa 360 metri, l'accesso alla postazione T2 sarà assicurato da un nuovo tratto stradale di 95 metri, in destra rispetto alla dorsale viaria principale. L'intero percorso in progetto segue fedelmente l'andamento altimetrico del terreno, procedendo dapprima in piano per poi proseguire in discesa prima di raccordarsi alla quota di imposta dello spianamento previsto a 561.3 m s.l.m..

La realizzazione del nuovo percorso prevede il coinvolgimento di terreni a pascolo naturale, dominati agli aspetti sub-nitrofili della classe *Artemisietea vulgaris*, con la proliferazione di *A. ramosus* subsp. *ramosus* e *Carlina corymbosa* L., ed arricchite da elementi delle classi *Poetea bulbosae* e *Stellarietea mediae* in cui si alternano ridotti lembi di micro-bosco a *Olea europaea* var. *sylvestris* e *Pistacia lentiscus* a mosaico con vegetazione erbacea.

Figura 9.31 – Terreni attraversati dalla viabilità di nuova costruzione in prossimità della postazione T2 facente parte della viabilità di progetto (vista verso sud)

Viabilità di accesso alla postazione T1

Procedendo verso sudest lungo l'esistente percorso rurale principale di accesso al Cluster Sud, l'accesso alla postazione T1, situata in località *B.cu Siliqua*, è rappresentato da un tratto di viabilità esistente che si estende per una lunghezza di circa 400m e da un tratto di viabilità di nuova realizzazione di circa 250 m che conduce alla piazzola.

Il tracciato in esame segue l'andamento altimetrico del terreno, lungo tutto il tratto in adeguamento. Il tracciato di nuova realizzazione, dopo un primo tratto in discesa, risale in rilevato fino alla quota di imposta dello spianamento della piazzola prevista a quota 560.4 m s.l.m.

Il percorso attraversa prati a pascolo naturale caratterizzati dalla presenza di formazioni erbacee terofitiche ed emicriptofitiche. Nel primo caso, trattasi di pratelli xerofili sviluppati su suoli primitivi e substrati rocciosi da riferire ad aspetti basifili della classe *Tuberarietea guttatae*. Nel secondo caso, si tratta di cenosi molto variabili in ricchezza floristica e fisionomia a seconda delle pressioni dovute alle condizioni di giacitura (esposizione, inclinazione), edafiche, e del carico zootecnico bovino brado.

Figura 9.32 – Punto di inizio del tratto di viabilità in rilevato in prossimità della postazione T1 facente parte della viabilità di progetto (vista verso nord-est)

Dorsale stradale principale Cluster Centro (postazioni T5, T6, T7 e T8)

Proseguendo verso nordest, dalla diramazione localizzata in corrispondenza del tratto terminale della viabilità campestre di accesso all'altopiano, in località *Guttureddus,* si sviluppa la seconda dorsale viaria di connessione principale, funzionale all'accesso alle postazioni eoliche T5, T6, T7 e T8 (Figura 9.33). Più nello specifico, il predetto asse si sviluppa da sudovest a nordest intercettando le località di *Su Putzu, B. cu Narbonio e B.cu Crispinias,* fino al terminale in cui si stacca il nuovo tracciato di accesso alla postazione eolica T8, situata nell'estremità nord del "Cluster Centro". Il tracciato in progetto si attesta sul percorso esistente, conservandone l'andamento planimetrico ed altimetrico a meno di locali adeguamenti e ottimizzazioni necessari per consentire il transito dei mezzi eccezionali in fase di realizzazione del parco eolico.

Lungo l'intero tratto sono presenti delle recinzioni murate a secco che, ove non compatibili con le esigenze di progetto, saranno temporaneamente demolite e successivamente ripristinate al termine dei lavori ai margini della viabilità nella nuova configurazione.

Figura 9.33 – Tracciato della viabilità esistente di accesso alle postazioni eoliche T5, T6, T7 e T8

Viabilità di accesso alla postazione T5

La viabilità di accesso alla piazzola T5 ha inizio lungo la dorsale principale più sopra descritta e si sviluppa per 420m su viabilità esistente e per 65m su viabilità di nuova realizzazione.

Il tratto in adeguamento del percorso esistente richiederà la realizzazione di un breve tratto in rilevato, necessario a superare un avvallamento con raggio di curvatura non compatibile con il transito dei convogli speciali. Indicativamente dalla progressiva 114m alla progressiva 360m il percorso si attesta secondo un'alternanza di brevi tratti in scavo e rilevato, necessari per regolarizzare le esistenti asperità, non superabili dai trasporti progettualmente previsti.

La viabilità di nuova realizzazione si sviluppa in discesa, procedendo in scavo con una pendenza massima del 15%, prima di raccordarsi alla quota di imposta dello spianamento previsto a 522m s.l.m.

La nuova viabilità interesserà terreni dedicati ai pascoli semi-naturali, in cui si alternano nuclei arbustivi con specie vegetazionali della serie termo-mediterranea, basifila, dell'olivastro *(Asparago albi-Oleetum sylvestris):* macchie e ridotti lembi di micro-bosco a *Olea europaea var. sylvestris* e *Pistacia lentiscus* a mosaico con vegetazione erbacea dell'alleanza *Thero-Brachypodion* ramosi e della classe *Tuberarietea guttatae.* Mentre, lungo i bordi del tracciato esistente sono presenti alcuni lembi di macchia e rovi.

Figura 9.34 – Tratturo da adeguare in direzione della T5 (vista verso nord-est)

Figura 9.35 – Terreno in cui finisce la nuova viabilità in corrispondenza della fondazione T5 (vista verso sud-ovest).

Viabilità di accesso alla postazione T6

Il collegamento della postazione T6 sarà assicurato procedendo verso nordest dalla piazzola T5 per circa 1200 m lungo l'esistente viabilità rurale di collegamento del Cluster Centro, previ opportuni interventi di adeguamento geometrico-funzionale. L'asse viario, nella configurazione di progetto, segue fedelmente l'andamento altimetrico del terreno, a meno dei punti di raccordo con le piazzole T5 e T6, previsti in scavo per adattarsi alle rispettive quote di spianamento. Il tracciato si presenta in saliscendi con una pendenza massima di circa il 12%-13% per poi attestarsi in scavo nell'ultimo tratto di raccordo alla quota di imposta della piazzola prevista a 520.8 m s.l.m.

Il tracciato di viabilità esistente è caratterizzato dalla presenza lungo i bordi di macchie e arbusteti a bassa densità, sviluppati su suoli superficiali e con esposizione nord-orientale, dominati da *Pistacia lentiscus*, *Pyrus spinosa*, *Crataegus monogyna*, *Olea europaea* var. *sylvestris.*

Figura 9.36 Tracciato della viabilità esistente che collega alla postazione eolica T6 (direzione nord-est)

Figura 9.37 Terreno agro-pastorale in cui si inserisce il tratto di raccordo con la piazzola T6

Viabilità di accesso alla postazione T7

La viabilità di accesso alla postazione T7, sviluppantesi in località *Bruncu Narbonio,* inizia a partire dalla piazzola T6. Il tracciato si estende lungo l'asse viario esistente, per una lunghezza di circa 400m in direzione est, proseguendo sempre in direzione est per ulteriori 145 m su viabilità di nuova realizzazione fino alla postazione T7, prevista in località *Bruncu Crispinias.*

L'intero percorso segue con buona approssimazione l'andamento altimetrico attuale, assumendo una pendenza massima di circa l'11% in corrispondenza del tratto in adeguamento. Locali e limitati tratti scavo o in rilevato saranno previsti per raccordarsi alla piazzola T6 e per addolcire i raggi di curvatura verticale, ove non compatibili con le esigenze di transito dei convogli eccezionali.

Il tracciato di viabilità di nuova costruzione comprende terreni in cui sono presenti prati a pascolo naturale della classe *Artemisietea vulgaris*, sviluppate su substrati rocciosi ed a mosaico con lembi di macchie dominate da *Pistacia lentisus* L. e rade garighe a *Teucrium capitatum*.

Figura 9.38 Tratto della viabilità esistente da adeguare in direzione della postazione T7 (direzione nord-est)

Figura 9.39 Terreno agro-pastorale attraversato dalla viabilità di nuova costruzione che collegherà la postazione T7 (direzione nord - est)

Viabilità di accesso alla postazione T8

La postazione eolica T8 sarà collegata da un nuovo tratto viario attestato in corrispondenza del tratto terminale dell'esistente viabilità rurale da adeguare, nei pressi della località *Armungia*. Detto tracciato si estende per una lunghezza di circa 700m fino alla piazzola di riferimento in località *Su Cannoli.*

Il tracciato in esame si sviluppa prevalentemente in discesa seguendo l'andamento altimetrico del terreno per poi approfondirsi in scavo in discesa, per 160m circa, verso lo spianamento della piazzola attestato alla quota di 502 m s.l.m.

La viabilità di nuova realizzazione ricade su un ambiente prativo in cui sono presenti pascoli semi-naturali e praterie a mosaico con la vegetazione di macchia a Olivastro (*Olea europaea* var. sylvestris) e Lentisco (*Pistacia lentiscus).*

Figura 9.40 – Viabilità di nuova realizzazione che attraversa i terreni agro-pastorali verso la postazione T8 (direzione nord- est)

Figura 9.41 – Punto di arrivo della nuova viabilità in corrispondenza della piazzola T8 (direzione nord- est)

9.5.2.3 Principali caratteristiche costruttive e funzionali

La fase di montaggio degli aerogeneratori comporterà l'esigenza di poter disporre, in fase di cantiere, di aree pianeggianti con dimensioni indicative standard di circa 4.450 m², al netto della superficie provvisoria di stoccaggio delle pale (1120 m² circa).

Al termine dei lavori le suddette aree verranno ridotte ad una superficie di circa 2.015 m² compreso l'ingombro del plinto di fondazione, estensione necessaria per consentire l'accesso all'aerogeneratore e le operazioni di manutenzione. A tal fine le superfici in esubero saranno ripristinate morfologicamente, stabilizzate e rinverdite in accordo con le tecniche previste per le operazioni di ripristino ambientale (Elaborato FORI-SNG-TC15 "*Interventi di mitigazione e recupero ambientale - particolari costruttivi*").

Nelle aree allestite per le operazioni di cantiere troveranno collocazione l'impronta della fondazione in cemento armato, le aree destinate al posizionamento delle gru principale e secondaria di sollevamento nonché dei tronchi della torre e della navicella.

La necessità di disporre di aree piane appositamente allestite discende da esigenze di carattere operativo, associate alla disponibilità di adeguati spazi di manovra e stoccaggio dei componenti dell'aerogeneratore, nonché da imprescindibili requisiti di sicurezza da conseguire nell'ambito delle delicate operazioni di assemblaggio delle turbine e di manovra delle gru.

Sotto il profilo realizzativo e funzionale, in particolare, gli spazi destinati al posizionamento delle gru

ed allo stoccaggio dei tronchi della torre in acciaio e della navicella dovranno essere opportunamente spianate ed assumere appropriati requisiti di portanza. Per quanto attiene all'area provvisoria di stoccaggio delle pale, non è di norma richiesto lo spianamento del terreno, essendo sufficiente la presenza di un'area stabile sufficientemente estesa ed a conformazione regolare, priva di ostacoli e vegetazione arborea per tutta la lunghezza delle pale. In tale area dovranno, in ogni caso, essere garantiti stabili piani di appoggio su cui posizionare specifici supporti in acciaio, opportunamente sagomati, su cui le pale saranno provvisoriamente posizionate ad una conveniente altezza dal suolo. Al riguardo corre l'obbligo di segnalare come le aree di stoccaggio pale individuate negli elaborati grafici di progetto assumano inevitabilmente carattere indicativo, potendosi prevedere, in funzione delle situazioni locali, anche uno stoccaggio separato delle pale, in posizioni comunque compatibili con lo sbraccio delle gru, ai fini del successivo sollevamento.

Le piazzole di cantiere saranno realizzate, previe operazioni di scavo e riporto e regolarizzazione del terreno, attraverso la posa di materiale arido, opportunamente steso e rullato per conferirgli portanza adeguata a sostenere il carico derivante dalle operazioni di sollevamento dei componenti principali dell'aerogeneratore (circa 20 t/m² nell'area più sollecitata).

Al fine di evitare il sollevamento di polvere nella fase di montaggio, le superfici così ottenute saranno rivestite da uno strato di ghiaietto stabilizzato per mantenere la superficie della piazzola asciutta e pulita.

9.5.2.4 Fondazione aerogeneratore

Lo schema "tipo" della struttura principale di fondazione per la torre di sostegno prevede la realizzazione in opera di un plinto isolato in conglomerato cementizio armato a sezione circolare (Elaborato FORI-SNG-TC14 e Figura 9.42).

La natura dei terreni di sedime è caratterizzata generalmente dalla presenza di un basamento roccioso carbonatico o metamorfico e localmente da conglomerati debolmente consolidati; la giacitura di questi strati compatti risulta sempre a quota non superiore a 3,00 m dal piano di campagna e risultano sormontati da una coltre rimaneggiata dalle pratiche agricole.

La tipologia dei terreni è dunque idonea per la realizzazione di fondazioni dirette laddove il piano di posa risulti ben inserito nel substrato roccioso; resta salva l'esigenza di acquisire riscontri puntuali in tutte le postazioni eoliche, attraverso l'esecuzione di una campagna di indagini geognostiche e geotecniche che dovrà obbligatoriamente supportare la successiva fase di progettazione esecutiva.

Il basamento di fondazione previsto in progetto è del tipo a plinto superficiale, da realizzare in opera in calcestruzzo armato, a pianta circolare di diametro 24,5 metri.

La fondazione oggetto di verifica è sostanzialmente una piastra circolare a sezione variabile con spessore massimo al centro, pari a circa 280 cm, e spessore minimo al bordo, pari a 60 cm. La porzione centrale, denominata "colletto", presenta altezza costante di 2.80 m per un diametro

indicativo pari a 6.00 m.

Il colletto è il nucleo del basamento in cui verranno posizionati i tirafondi di ancoraggio del primo anello della torre metallica, il restante settore circolare sarà ricoperto con uno strato orizzontale di rilevato misto arido, con funzione stabilizzante e di mascheramento.

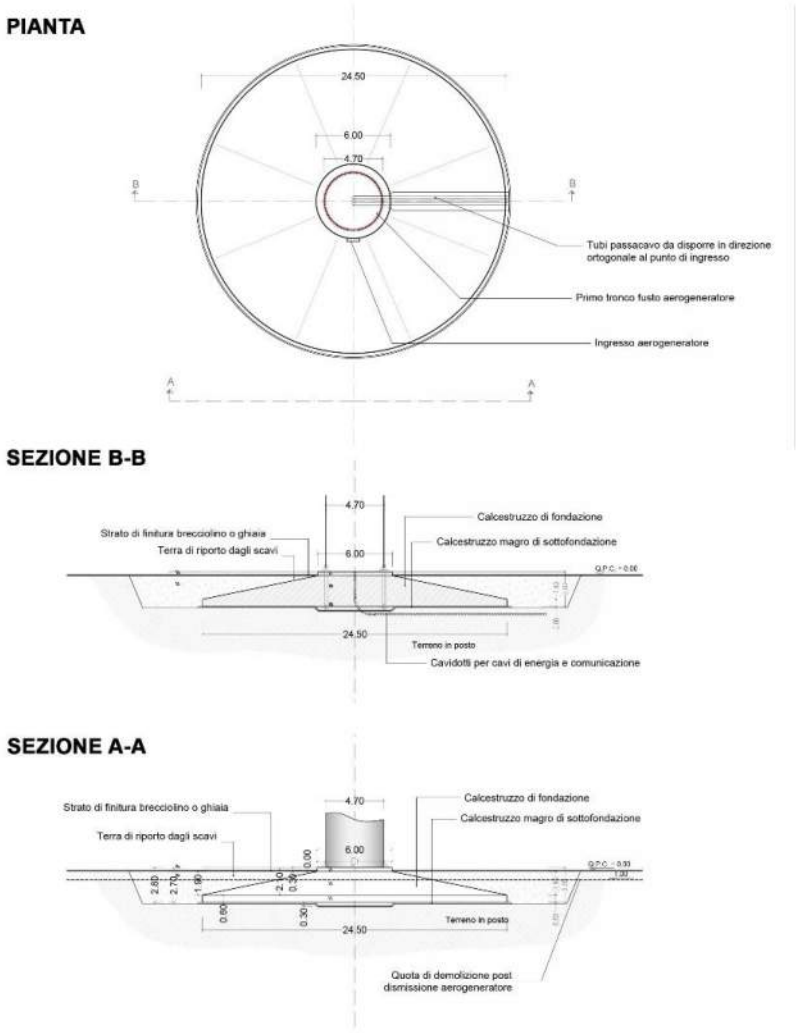


Figura 9.42 – Pianta e vista della fondazione tipo dell'aerogeneratore

Il calcestruzzo dovrà essere composto da una miscela preparata in accordo con la norma EN 206-I nella classe di resistenza C30/37 per la platea e C45/55 per il piedistallo (colletto), essendo questa la zona maggiormente sollecitata a taglio e torsione.

L'armatura dovrà prevedere l'impiego di barre in acciaio ad aderenza migliorata B450C in accordo con Norme Tecniche per le Costruzioni, di cui al D.M. 14/01/2008, con resistenza minima allo

snervamento pari a f_{yk} = 450 N/mm². La gabbia delle armature metalliche sarà costituita da barre radiali, concentriche e verticali nonché anelli concentrici, in accordo con gli schemi forniti dal costruttore.

L'ancoraggio della torre eolica alla struttura di fondazione sarà assicurato dall'installazione di apposita flangia (c.d. viròla), fornita dalla casa costruttrice dell'aerogeneratore, che sarà perfettamente allineata alla verticale e opportunamente resa solidale alla struttura in cemento armato attraverso una serie di tirafondi filettati ed un anello in acciaio ancorato all'interno del colletto.

Il plinto deve essere rinterrato sino alla quota del bordo esterno del colletto con materiale di rinterro adeguatamente compattato in modo che raggiunga un peso specifico non inferiore a 18 kN/m³.

Nella struttura di fondazione troveranno posto specifiche tubazioni passacavo funzionali a consentire il passaggio dei collegamenti elettrici della turbina nonché le corde di rame per la messa a terra della turbina.

La geometria e le dimensioni indicate in precedenza sono da ritenersi orientative e potrebbero variare a seguito delle risultanze del dimensionamento esecutivo delle opere nonché sulla base di eventuali indicazioni specifiche fornite dal fornitore dell'aerogeneratore, in funzione della scelta definitiva del modello di turbina che sarà operata successivamente all'ottenimento dell'Autorizzazione Unica del progetto.

Sulla base dell'attuale stato di conoscenze, peraltro, la suddetta configurazione di base dell'opera di fondazione si ritiene ragionevolmente idonea ad assolvere le funzioni di statiche che le sono assegnate, considerata la presenza diffusa di un substrato lapideo rinvenibile a modeste profondità dal piano campagna, tale da escludere la necessità del ricorso a fondazioni profonde.

Dal punto di vista strutturale la fondazione viene verificata considerando:

- il peso proprio della fondazione stessa e del terreno soprastante determinato in conformità alla normativa vigente;
- l'azione di compressione generata dai tiranti che collegano l'anello superiore (solidale con la flangia di base della torre) con l'anello inferiore posato all'interno del getto del colletto.
- i carichi di progetto trasmessi dall'aerogeneratore, riferibili ad una turbina riferibile al modello SG 6.6 - 170 con altezza del mozzo da terra di 115 m, diametro rotore di 170 m e potenza nominale di 6,6 MW.

La verifica preliminare del dimensionamento delle fondazioni è riportata nell'allegato Elaborato FORI-SNG-RC3- *Calcoli preliminari di dimensionamento delle strutture*.

La profondità del piano di appoggio della fondazione rispetto alla quota del terreno sarà variabile in funzione della quota stabilita per il piano finito della piazzola, in relazione alle caratteristiche morfologiche dello specifico sito di installazione e delle esigenze di limitare le operazioni di movimento terra, secondo quanto rappresentato nei disegni costruttivi nell'Elaborato FORI-SNG-

TC14.

Le attività di scavo per l'approntamento della fondazione interesseranno una superficie circolare di circa 28 m di diametro (circa 620m²) e raggiungeranno la profondità massima di circa 3,00 m dal piano di campagna. I volumi del calcestruzzo del plinto e del terreno di rinterro sono i seguenti:

- volume del calcestruzzo magro di sottofondazione: 47 m³
- volume della platea in c.a.: ~672 m³
- volume del colletto in c.a.: 8 m³
- volume del terreno di rinterro: ~932m³.

Al termine delle lavorazioni la platea di fondazione risulterà totalmente interrata mentre resterà parzialmente visibile il colletto in cls che racchiude la flangia di base in acciaio al quale andrà ancorato il primo concio della torre.

9.5.2.5 Opere di regolazione dei deflussi

La realizzazione della viabilità di servizio alle postazioni eoliche in progetto comporterà necessariamente di prevedere adeguate opere di regimazione delle acque superficiali al fine di scongiurare fenomeni di ristagno ed erosione accelerata dei manufatti. L'Elaborato FORI-SNG-TC13 del Progetto definitivo illustra i principali interventi da porre in essere per assicurare un'ottimale regimazione delle acque di ruscellamento diffuso e incanalato interferenti con le infrastrutture viarie in progetto e con le piazzole degli aerogeneratori.

Come criterio generale, il progetto ha previsto una pendenza minima trasversale della carreggiata e dei piazzali del 1.5% nonché la predisposizione di cunette stradali atte a favorire il deflusso delle acque meteoriche. Laddove necessario, soprattutto in corrispondenza delle aree in cui i terreni presentino caratteristiche di idromorfia ed avvallamenti, il progetto della viabilità è stato concepito per non ostacolare il naturale deflusso delle acque superficiali, evitando un effetto diga, attraverso la predisposizione di un capillare sistema di tombini di attraversamento del corpo stradale, in numero e dimensioni ridondanti rispetto alle portate da smaltire.

Ove opportuno, in particolare in prossimità delle opere di fondazione degli aerogeneratori, saranno realizzati fossi di guardia atti a recapitare le acque di corrivazione superficiale entro i compluvi naturali.

Sono state previste, infine, opportune opere di smaltimento delle acque intercettate dalle canalette (Elaborato FORI-SNG-TC13).

9.5.2.6 Interventi di ripristino, mitigazione e compensazione ambientale

9.5.2.6.1 Criteri generali

Come criteri generali di conduzione del cantiere si provvederà a:

1. garantire ed accertare:
    a. la periodica revisione e la perfetta funzionalità di tutte le macchine ed apparecchiature di cantiere, in modo da minimizzare i rischi per gli operatori, le emissioni anomale di gas e la produzione di vibrazioni e rumori;
    b. il rapido intervento per il contenimento e l'assorbimento di eventuali sversamenti accidentali di rifiuti liquidi e/solidi interessanti acqua e suolo;
2. la gestione, in conformità alle leggi vigenti in materia, di tutti i rifiuti prodotti durante l'esecuzione delle attività e opere;
3. ridurre al minimo indispensabile gli spazi destinati allo stoccaggio temporaneo del materiale movimentato, le aree delle piazzole e i tracciati delle piste;
4. per quanto riguarda le operazioni di escavo:
    a) asportare, preliminarmente alla realizzazione delle opere, il terreno di scotico, che sarà prelevato avendo cura di selezionare e stoccare separatamente gli orizzonti superficiali e quelli più profondi, ai fini di un successivo riutilizzo per i ripristini ambientali. Si avrà inoltre cura di riutilizzare gli orizzonti superficiali del suolo in corrispondenza del sito dal quale sono stati rimossi o, in alternativa, in aree con caratteristiche edafiche e vegetazionali compatibili;
    b) privilegiare il riutilizzo in situ dei materiali profondi derivanti dagli escavi, in particolare di quelli provenienti dagli scavi necessari per realizzare le fondazioni degli aerogeneratori, giacché il substrato roccioso assicura la disponibilità abbondante di materiale idoneo da impiegare per la costruzione della soprastruttura di strade e piazzole;
5. smantellare i cantieri immediatamente al termine dei lavori ed effettuare lo sgombero e l'eliminazione dei materiali utilizzati per la realizzazione dell'opera, evitando la creazione di accumuli permanenti in situ;
6. adottare, in fase esecutiva, particolari accorgimenti per minimizzare le interferenze sul patrimonio arboreo dovute alla realizzazione delle piste e delle piazzole, sia adottando specifiche soluzioni progettuali che limitando l'impatto al taglio di rami. Nei casi in cui si renderà necessario il taglio di alberi si provvederà, in tutte le situazioni in cui ciò sia attuabile, a espiantare e reimpiantare, in luoghi idonei dal punto di vista pedologico, eventuali esemplari arborei di sughera o altre specie autoctone, presenti sia lungo i tracciati stradali che nelle piazzole. Tali interventi saranno eseguiti nella stagione più idonea, secondo le appropriate tecniche colturali e

pianificati con l'assistenza di un esperto, al fine di valutare correttamente la possibilità di eseguirle in funzione delle dimensioni dell'apparato radicale e delle caratteristiche di lavorabilità del terreno;

7. definire il cronoprogramma delle attività di cantiere al fine di limitare al minimo la durata delle fasi provvisorie (scavi aperti, passaggio di mezzi d'opera, stoccaggio temporaneo di materiali) nell'ottica di ridurre convenientemente gli effetti delle attività realizzative sull'ambiente circostante non interessato dagli interventi;
8. durante l'esecuzione dei lavori, operare in modo da ridurre al minimo l'emissione di polvere, privilegiando, se necessario, l'utilizzo di mezzi pesanti gommati, prevedendo la periodica bagnatura delle aree di lavorazione, minimizzando la durata temporale e le dimensioni degli stoccaggi provvisori di materiale inerte, contenendo l'altezza di caduta dei materiali movimentati nell'ambito delle attività di caricamento degli automezzi di trasporto.

Per quanto attiene alle misure di mitigazione e compensazione del progetto si rimanda a quanto riportato al par. 11.2.1.5 in merito alla stima e valutazione degli impatti ambientali.

9.6 Cantierizzazione e messa a regime

9.6.1 Aree di cantiere di base e di trasbordo

In funzione della dislocazione spaziale degli aerogeneratori, articolata secondo due Cluster principali, il progetto ha individuato due aree da destinare ad "area logistica di cantiere" (o "cantiere di base").

Una prima area, indicata come *Area di cantiere "Cluster Nord"*, sarà ubicata nelle immediate vicinanze della postazione eolica T9 e avrà un'estensione di circa 4.800 m^2. Una seconda area, indicata come *Area di cantiere "Cluster Centro e Sud", sarà* ubicata lungo la viabilità di accesso all'asse T3 ed avrà superficie di circa 5.500 $m^{2.}$

La preparazione dell'area di cantiere prevede l'asportazione preliminare del suolo vegetale che sarà opportunamente accantonato al fine di consentirne il reimpiego nell'ambito delle operazioni di recupero ambientale. La sistemazione del terreno non prevede apprezzabili movimenti di terra, trattandosi di un'area a conformazione regolare.

Al termine dei lavori tutte le aree di lavorazione saranno oggetto di interventi di ripristino ambientale finalizzati alla restituzione dei terreni al loro originario uso.

Durante la fase costruttiva, la disponibilità di adeguati spazi pianeggianti (coincidenti con le piazzole di cantiere) potrà consentire, se necessario ed in funzione delle esigenze dell'appaltatore, la dislocazione di ulteriori apprestamenti (quali locali di ricovero o bagni chimici per il personale) in posizione maggiormente accessibile per i lavoratori rispetto a quelli previsti nell'area di cantiere generale.

Il cantiere per la realizzazione di un parco eolico può infatti assimilarsi ad un cantiere itinerante (vista

la significativa distanza tra le postazioni eoliche estreme) e, pertanto, le funzioni relative alla logistica di mezzi e/o attrezzature potranno individuarsi, oltre che nell'area logistica principale, anche negli spazi individuati presso le piazzole.

Per quanto riguarda il cantiere delle linee elettriche 30/36 kV, in considerazione del loro sviluppo lineare, le terre e rocce da scavo saranno provvisoriamente collocate ai bordi dello scavo in attesa del loro reimpiego in cantiere per ripristini morfologici.

Le recinzioni di cantiere non saranno fisse, ma verranno spostate secondo necessità con il procedere dei lavori.

9.6.2 Caratteristiche delle lavorazioni

9.6.2.1 Opere civili dell'impianto eolico

I lavori di tipo civile possono ricondursi alle seguenti attività principali:

1. allestimento del cantiere e area di trasbordo componenti;
2. locale adattamento della viabilità di accesso al parco eolico funzionale a renderla adeguata al transito dei mezzi di cantiere ed alle operazioni di trasporto della componentistica degli aerogeneratori presso il sito di intervento;
3. allestimento della viabilità interna del parco eolico al fine di assicurare l'accessibilità di ciascuna postazione eolica ai mezzi d'opera ed ai veicoli di trasporto della componentistica degli aerogeneratori nonché consentire le ordinarie attività di gestione della centrale;
4. approntamento degli interventi funzionali alla regimazione delle acque superficiali;
5. realizzazione degli scavi funzionali all'allestimento delle piazzole nonché alla realizzazione delle fondazioni degli aerogeneratori;
6. realizzazione delle fondazioni degli aerogeneratori e dei collegamenti all'impianto di terra;
7. approntamento delle piazzole funzionali al montaggio degli aerogeneratori;
8. scavo e posa dei cavidotti 30kV interrati di interconnessione aerogeneratori e collegamento con la stazione di utenza;
9. completamento delle principali opere civili delle piazzole degli aerogeneratori, realizzazione delle opere di ripristino morfologico e ambientale (opere a verde e di rinaturalizzazione e sistemazione finale delle piazzole e della viabilità) dell'area interessata dai lavori;
10. smobilizzo del cantiere.

9.6.2.2 Fornitura e montaggio dell'aerogeneratore

I lavori per la fornitura e montaggio degli aerogeneratori possono articolarsi nelle seguenti attività:

1. Trasporto e posizionamento a piè d'opera dei componenti.
2. Preassemblaggio a terra dei singoli tronchi della torre.
3. Montaggio dei tronchi della torre.
4. Posizionamento della navicella.
5. Posizionamento delle pale.
6. Allacciamento alla sezione 30/36 kV della prevista SSE Utente in Comune di Escalaplano, prove funzionali ed avviamento.

9.6.2.3 Opere per la realizzazione delle linee elettriche a 30 kV

La realizzazione delle linee elettriche a 30kV si articolerà schematicamente nelle seguenti fasi di lavoro:

1. allestimento del cantiere e/o dell'area di deposito;
3. scavo e posa dei cavidotti interrati;
4. realizzazione delle giunzioni e delle prese di terra e successivo riempimento e costipazione del terreno negli scavi;
5. attività propedeutiche alla messa in servizio delle linee distribuzione di energia;
6. opere di ripristino morfologico e ambientale (ripristino al primitivo stato dei terreni) dell'area interessata dai lavori;
7. smobilizzo del cantiere;
8. collaudo e messa in servizio.

9.6.2.4 Opere civili per l'allestimento della stazione di utenza 30/36 kV

I lavori connessi all'approntamento della stazione di trasformazione 30/36kV sono i seguenti:

1. allestimento del cantiere;
2. realizzazione delle fondazioni e dei basamenti in c.a.;
3. realizzazione di recinzione perimetrale in pannelli prefabbricati e grigliato metallico;
4. realizzazione delle vie cavo per cavi 30kV e BT compresi i pozzetti in c.a.
5. realizzazione della rete di terra;
6. realizzazione del fabbricato servizi di stazione;
7. smobilizzo del cantiere.

9.6.2.5 Montaggi elettromeccanici della sezione 30/36 kV della stazione di utenza

I montaggi elettromeccanici della SSE di trasformazione MT/AT consisteranno nelle seguenti attività:

1. montaggi elettromeccanici:
   - montaggio trasformatore 30/36kV;
   - montaggio trasformatori di misura TV e TA;
   - montaggio carpenteria e cavalletti 30kV e 36kV;
   - esecuzione collegamenti terminali trasformatore 30kV e 36kV;;
2. montaggi dei servizi ausiliari:
   - installazione quadri BT;
   - posa cavi BT;
   - esecuzione collegamenti BT;
   - realizzazione impianto di illuminazione esterna;
   - realizzazione di impianti tecnologici di edificio;
3. montaggi del sistema di protezione, comando e controllo (SPCC):
   - installazione armadi e quadri BT;
   - posa cavi BT e fibra ottica;
   - esecuzione collegamenti BT e fibra ottica;
   - installazione apparati centralizzati di stazione;
   - installazione apparati di telecontrollo;
4. collaudo e messa in servizio della stazione e di tutto l'impianto eolico.

9.6.2.6 Gestione delle terre e rocce da scavo

I lavori per la gestione delle terre e delle rocce da scavo si inseriscono all'interno dei lavori di tipo civile e comporteranno le seguenti attività:

1. Stoccaggio dei materiali di scavo in apposite aree;
3. carico dei mezzi necessari;
4. riutilizzo in sito del materiale scavato per rinterri, riempimenti e ripristini.

Per la descrizione delle attività previste nell'ambito della gestione dei materiali di scavo si rimanda al *Piano preliminare di utilizzo in sito delle terre e rocce da scavo escluse dalla disciplina dei rifiuti* facente parte del progetto definitivo (Elaborato FORI-SNG-RC12).

9.6.3 Movimenti terra

Alla luce delle stime condotte nell'ambito dello sviluppo del progetto definitivo delle opere civili funzionali all'esercizio del parco eolico, si prevede che la realizzazione delle stesse determinerà l'esigenza di procedere complessivamente allo scavo di circa 144.950 m^3 di materiale, misurati in posto, al netto dei volumi che scaturiscono dalla realizzazione dei cavidotti.

Considerate le caratteristiche geologiche dell'ambito di intervento, caratterizzato dalla presenza di un basamento litico che soggiace a profondità limitate rispetto al piano di campagna, una significativa porzione dei volumi da scavare per la costruzione di strade e piazzole sarà verosimilmente costituita da materiale roccioso; una quota inferiore degli scavi sarà rappresentata dai suoli.

Tali circostanze, per le finalità del Piano di utilizzo in sito delle terre e rocce da scavo escluse dalla disciplina dei rifiuti (Elaborato FORI-SNG-RC12), si traducono nell'individuazione di un litotipo di scavo con idonee proprietà fisico-meccaniche e geotecniche per il riutilizzo allo stato naturale, nel sito in cui è stato escavato, ai fini della formazione di rilevati e soprastrutture di strade di impianto e piazzole di macchina.

La restante parte, sulla base delle informazioni al momento disponibili, sarà prevalentemente costituita da suoli (~20.050 m^3).

La Tabella 9.1 riepiloga il bilancio complessivo dei movimenti di terra previsti nell'ambito della costruzione del parco eolico, comprensivo dei cavidotti di impianto, dell'elettrodotto di collegamento alla stazione di utenza e del cavidotto a 36kV di connessione alla RTN.

Tabella 9.1 – Bilancio complessivo dei movimenti di terra

Parco eolico	
	[m³]
Totale materiale scavato in posto	144 947
Terre e rocce in esubero rispetto ai fabbisogni di cantiere	6 833
Totale materiale riutilizzato in sito	138 114
Terre e rocce in esubero rispetto ai fabbisogni di cantiere	0
a rifiuto	**6 833**
Cavidotti	
	[m³]
Totale materiale scavato	50 930
Totale materiale riutilizzato in sito	38 198
a rifiuto	**12 733**
Totale complessivo	
	[m³]
Totale materiale scavato in posto	195 877
Totale materiale riutilizzato in sito	176 312
Totale a rifiuto	**19 566**

In definitiva, a fronte di un totale complessivo di materiale scavato in posto stimato in circa 195.880 m³, ferma restando l'esigenza di procedere agli indispensabili accertamenti analitici sulla qualità dei terreni e delle rocce, si prevede un recupero significativo per le finalità costruttive del cantiere (90% circa), da attuarsi in accordo con i seguenti criteri generali. Per tali materiali, trattandosi di un riutilizzo allo stato naturale nel sito in cui è avvenuta l'escavazione (i.e. il cantiere), ricorrono le condizioni per l'esclusione diretta dal regime di gestione dei rifiuti, in accordo con le previsioni dell'art. 185 c. 1 lett. c del TUA:

- **riutilizzo in sito dei materiali litoidi e sciolti**, allo stato naturale per le operazioni di rinterro delle fondazioni, formazione di rilevati stradali, costruzione della soprastruttura delle piazzole di macchina e delle strade di servizio del parco eolico (in adeguamento e di nuova realizzazione);
- **Riutilizzo integrale in sito del suolo vegetale** nell'ambito delle operazioni di recupero ambientale;
- **Riutilizzo in sito del terreno escavato nell'ambito della realizzazione dei cavidotti** con percentuale di recupero del 75% circa**.;**

— **Gestione delle terre e rocce da scavo in esubero rispetto alle esigenze del cantiere in regime di rifiuto,** da destinarsi ad operazioni di recupero o smaltimento.

Come specificato in precedenza, il materiale in esubero e non riutilizzato in sito è al momento stimato in circa 19.560 m³.

Per tali materiali l'organizzazione dei lavori prevedrà, in via preferenziale, il conferimento in altro sito in regime di rifiuto per interventi di recupero ambientale o per l'industria delle costruzioni, in accordo con i disposti del D.M. 5 febbraio 1998. L'allegato 1 del DM prevede, infatti, l'utilizzo delle terre da scavo in attività di recupero ambientale o di formazione di rilevati e sottofondi stradali (tipologia 7.31-bis), previa esecuzione dell'obbligatorio test di cessione. L'eventuale ricorso allo smaltimento in discarica sarà previsto per le sole frazioni non altrimenti recuperabili.

9.6.4 Cronoprogramma preliminare dei lavori

Per la realizzazione degli interventi previsti dal presente progetto può stimarsi una durata indicativa dei lavori di circa 18 mesi con uno sviluppo delle attività ipotizzato secondo quanto riportato nel cronoprogramma riportato nell'Elaborato FORI-SNG-RC9- *Cronoprogramma degli interventi*.

9.7 Dismissione e ripristino dei luoghi

Le moderne turbine eoliche di media-grande taglia hanno ad oggi un'aspettativa di vita di circa 30 anni. L'attuale tendenza nella diffusione e sviluppo dell'energia eolica è quella di procedere, in corrispondenza delle installazioni esistenti, alla progressiva sostituzione dei macchinari obsoleti con turbine più moderne ed efficienti assicurando la continuità operativa delle centrali con conseguenti prospettive di vita ben superiori ai 30 anni (c.d. *repowering*). In ogni caso, in caso di cessazione definitiva dell'attività produttiva, gli aerogeneratori dovranno essere smantellati.

Conseguentemente, la necessità di prevenire adeguatamente i rischi di deterioramento della qualità ambientale e paesaggistica conseguenti ad un potenziale abbandono delle strutture e degli impianti impone di prevedere, già in questa fase, adeguate procedure tecnico-economiche per assicurare la dimissione del parco eolico ed il conseguente ripristino morfologico-ambientale delle aree interessate dalla realizzazione dell'opera.

Nell'ottica di assicurare la disponibilità di adeguate risorse economiche per l'attuazione degli interventi di dismissione e recupero ambientale, i relativi costi saranno coperti da specifica polizza fidejussoria, a tale scopo costituita dalla società titolare dell'impianto (Fred. Olsen Renewables Italy S.r.l.) in accordo con quanto previsto dalle norme vigenti.

La fase di *decomissioning* delle turbine in progetto, della durata complessiva stimata in circa 14 mesi, consisterà nelle attività descritte in dettaglio nello specifico elaborato progettuale (Elaborato FORI-SNG-RC4- *Piano di dismissione e costi relativi*).

9.8 Rischio di incidenti

9.8.1 Principali rischi per la sicurezza individuabili

L'operatività di un parco eolico, al pari di ogni impianto produttivo, configura rischi potenziali sulla sicurezza e sulla salute pubblica. Evidentemente alcuni di questi rischi, in termini probabilistici, possono coinvolgere maggiormente gli addetti alle manutenzioni piuttosto che qualche occasionale visitatore. Gli aspetti che possono determinare rischi per la sicurezza e la salute delle persone sono riferirsi a:

1. campi elettromagnetici;
2. caduta di ghiaccio;
3. caduta di parti della pala in caso di rottura;
4. incendi;
5. elettrocuzione.

1) Per quanto attiene alla propagazione di campi elettromagnetici si rimanda alle considerazioni contenute nel Quadro di riferimento ambientale dello SIA.

2) Il problema legato alla caduta del ghiaccio, anche se per il sito in esame tale condizione rappresenta un evento poco probabile, è comunque una eventualità da considerare. Il meccanismo legato a tale evento è originato in periodo invernale da una fase climatica caratterizzata da temperature al disotto dello "0" seguita da un rapido rialzo della temperatura; in tale condizione vi può essere la caduta di pezzi di ghiaccio che, con il rotore in movimento possono essere scagliati ad una certa distanza. Al riguardo dalle varie ditte produttrici sono stati eseguiti una serie di studi che hanno evidenziato che il ghiaccio, più che essere proiettato a distanza, cade a breve distanza dalle pale, anche se queste sono in movimento, e si frammenta in volo. La rilevanza del problema, per quanto l'eventualità che si manifesti sia remota, è comunque da ritenersi pressoché trascurabile; nelle pale di ultima generazione, infatti, i trattamenti superficiali riducono drasticamente l'eventualità di formazione del ghiaccio. Inoltre, attraverso una specifica formazione degli addetti alle manutenzioni e dei proprietari delle aree, è possibile prevenire tali eventualità con una adeguata informazione e formazione preventiva.

3) In merito alla caduta di parti delle pale in caso di rottura, è evidente che, durante il normale funzionamento, le pale di una turbina sono soggette alla forza centripeta, a quella gravitazionale ed a una serie di forze aerodinamiche che producono una serie di sollecitazioni assiali e torsionali sulle stesse, azioni che possono causare la rottura della pala o di una parte di questa. La traiettoria di caduta e la distanza che si può raggiungere dipendono dalle caratteristiche e dalla posizione del pezzo che si rompe, dai carichi e dalle sollecitazioni alle quali è sottoposto, dal movimento e dalla posizione della pala al momento della rottura. Si ha inoltre l'eventualità che la rottura sia

conseguente ad atti di vandalismo; in ogni caso rotture delle pale accidentali o procurate, sono estremamente rare, tipiche delle turbine di vecchia tecnologia e dovute ad errori di montaggio o superamento delle condizioni limite di progetto. I sistemi di sicurezza e controllo delle moderne turbine sono tali da annullare la possibilità di rottura delle pale, per cui tale evenienza è riconducibile esclusivamente ad atti vandalici. Questi ultimi, vista la significativa quota delle pale, possono ricondursi esclusivamente, all'eventualità che le pale siano oggetto di bersaglio di armi da fuoco. In tale circostanza, improbabile e del tutto remota, gli eventuali piccoli fori causati dai proiettili non sarebbero tali da causare una rottura repentina, ma piuttosto anomalie di funzionamento rilevabili di sistemi di controllo e pertanto tali da porre in blocco la turbina in attesa delle riparazioni del caso. Sull'argomento si rimanda alla consultazione dello studio specifico di cui all'elaborato progettuale FORI-SNG-RA13.

4) L'eventualità dello scoppio di un incendio è legata in particolare alla fase di cantiere per la presenza di macchine o attrezzature elettriche e il deposito e utilizzo di carburanti ed oli combustibili. Gli incendi causati direttamente o indirettamente dal funzionamento delle turbine eoliche sono limitati; nella quasi totalità dei casi sono riconducibili a problemi derivanti da sistemi elettrici o a surriscaldamenti delle componenti meccaniche. In tal caso il rischio di propagazione all'esterno dell'incendio è pressoché nullo; ciò in quanto tutte le componenti elettriche e meccaniche sono confinate all'interno della torre e della navicella senza possibilità di trasferimento all'esterno delle potenziali sorgenti di innesco. I pericoli connessi al rischio incendio possono comunque essere gestiti e mitigati attraverso una serie di misure tipiche delle buone pratiche di progettazione e delle procedure di sicurezza: piani di valutazione del rischio incendio, programmi di formazione ed informazione, regolare manutenzione e rispetto delle procedure.

5) I potenziali fenomeni di elettrocuzione sono riferibili a condizioni di malfunzionamento/guasti delle apparecchiature elettriche o da fulminazione delle stesse, con induzione di correnti trasmesse attraverso il terreno o altri conduttori. Le normali buone pratiche di progettazione, l'utilizzo di adeguate componenti elettriche (sistemi trifase, sistemi di messa a terra, e di protezione dai fulmini) e la corretta formazione ed informazione degli addetti alla manutenzione non rendono necessari interventi di mitigazione.

9.8.2 Rischio di distacco della pala di un aerogeneratore

L'esperienza di pluriennale esercizio dei moderni impianti eolici attesta come le turbine di grande taglia siano installazioni estremamente affidabili sotto il profilo meccanico-strutturale nonché ambientalmente sicure.

In accordo con quanto suggerito dalle Linee Guida Nazionali sulle Fonti Rinnovabili (DM 10/09/2010), nel seguito sarà condotta una stima approssimativa della distanza massima che può essere raggiunta da una pala di un generatore eolico tipo *SG170 – 6.6 MW* con altezza al mozzo di 115 m, nell'ipotesi di distacco dell'intera pala durante condizioni nominali di funzionamento dello stesso.

Premesso che la determinazione della reale distanza raggiunta da una pala distaccatasi dal rotore di un aerogeneratore (c.d. gittata), in funzione delle condizioni iniziali e al contorno, è estremamente complessa, a causa dell'influenza di un elevato numero di fattori, le stime semplificate di seguito condotte, hanno l'obiettivo di pervenire ad un valore indicativo di riferimento e di determinare l'incertezza approssimativa del dato stesso.

In particolare, lo studio è stato condotto calcolando la gittata del centro di gravità (stimato) della pala, a partire dalle condizioni iniziali teoriche di massima gittata (±45° dall'asse orizzontale con pala in salita) e con ipotesi semplificative circa gli effetti della resistenza/portanza aerodinamica.

I calcoli di seguito illustrati pervengono, in ogni caso, ad una stima conservativa circa la portata del fenomeno includendo solo le forze d'inerzia ed escludendo le forze viscose. Al riguardo, verifiche sperimentali condotte da uno dei principali costruttori di aerogeneratori (Vestas) sulla gamma dei propri modelli di turbine in esercizio indicano come le forze di resistenza che si esercitano sulla pala fanno sì che la gittata reale sia inferiore di circa il 20% rispetto a quella stimata secondo le ipotesi di calcolo sopra indicate.

Il distacco o la rottura della pala sono eventi che si verificano per condizioni operative al di fuori del normale *range* di funzionamento delle macchine. Gli aerogeneratori per i quali si prevede l'installazione nel sito di San Nicolò Gerrei - Armungia sono provvisti di sistemi di arresto che intervengono quando le condizioni di funzionamento sono tali da compromettere la funzionalità della macchina e la sicurezza pubblica.

Nei casi reali, la distanza di impatto a terra calcolata in accordo con il metodo precedentemente illustrato sarà verosimilmente inferiore, sia per le condizioni iniziali al momento del distacco, che non necessariamente saranno quelle teoriche per una gittata massima, sia per i moti rotazionali della pala, dovuti ai momenti delle forze resistenti, che comporteranno ulteriori dissipazioni di energia e condizioni generalmente meno favorevoli per il moto.

A questo riguardo, studi condotti da Vestas[2] attestano come le forze di resistenza che si esercitano sulla pala fanno sì che la gittata reale sia inferiore di circa il 20% rispetto a quella stimata considerando le sole forze inerziali ed escludendo l'attrito. Sotto tale ipotesi la gittata sarebbe stimabile in circa 146 m (20% in meno rispetto al caso ideale).

D'altro canto, si osserva che la distanza calcolata è riferita alla traiettoria del suo baricentro e, pertanto, la stessa andrebbe cautelativamente incrementata dei 2/3 della lunghezza della pala, ossia di circa 54 metri nell'ipotesi che l'impatto a terra avvenga, per effetto delle rotazioni, "di piatto".

In definitiva, sulla base dei calcoli condotti nonché delle predette considerazioni e valutazioni aggiuntive inerenti alle possibili dinamiche di impatto, si valuta che la distanza indicativa che può

[2] "Blade throw calculation under normal operating conditions" VESTAS AS Denmark July 2001

essere raggiunta da una pala di un generatore tipo *SG170* con altezza al mozzo di 115 m che si distacchi dal mozzo in condizioni nominali di funzionamento, sia di circa **201 metri**.

Con riferimento alle condizioni insediative dell’area di intervento, contraddistinte dalla locale presenza di fabbricati di supporto alle attività agricole, deve evidenziarsi l’assenza di civili abitazioni entro la distanza indicata rispetto alla prevista ubicazione degli aerogeneratori.

10 QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE

10.1 Premessa

Il quadro di riferimento ambientale riveste un ruolo centrale nell'elaborazione di uno Studio di Impatto Ambientale. Esso ha tra i suoi principali obiettivi quello di definire l'ambito territoriale, inteso come sito ed area vasta, ed i sistemi ambientali interessati dal progetto nonché di individuare e quantificare i potenziali impatti ambientali indotti dalla realizzazione dell'opera.

Sulla base delle informazioni tratte dall'analisi del contesto ambientale di inserimento dell'intervento e degli elementi di natura tecnico–gestionale scaturiti dalla progettazione ed approfonditi all'interno del Quadro di riferimento progettuale, si è proceduto all'individuazione degli aspetti ambientali significativi (o fattori di impatto) e, in ultima analisi, dei potenziali impatti ambientali associati alla realizzazione del progetto.

Nel seguito sarà sviluppata, pertanto, un'analisi generale dell'attuale qualità ambientale del contesto territoriale, approfondendo l'analisi relativamente alle componenti dell'ambiente potenzialmente soggette ad un impatto significativo dell'intervento proposto.

La valutazione di impatto ha preso in considerazione gli effetti positivi e negativi, diretti ed indiretti, a breve, medio e lungo termine, permanenti e temporanei, che la realizzazione del progetto comporta sull'ambiente, anche con riferimento ai possibili riflessi di natura socio-economica associabili alla realizzazione dell'intervento.

All'analisi degli aspetti ambientali si è accompagnata un'illustrazione delle misure previste per evitare, ridurre ed eventualmente compensare gli effetti negativi del progetto sull'ambiente.

Per quanto concerne le analisi relative alla stima degli impatti esercitati dall'intervento sul clima acustico si rimanda alla relazione specialistica facente parte integrante del presente al presente SIA (Elaborato FORI-SNG-RA10 – *Studio previsionale di impatto acustico*), curata dal Dott. Ing. Antonio Dedoni, tecnico competente in acustica ambientale ex legge 26 ottobre 1995, n. 221 (art. 2 commi 6 e 7).

Allo stesso modo, per maggiori approfondimenti sulla componente ambientale Suolo e sottosuolo, si rimanda alla relazione geologico-tecnica propedeutica alla progettazione definitiva del parco eolico, nella persona della Dott.ssa Geol. Maria Francesca Lobina e del Dott. Geol. Mauro Pompei (Elaborato FORI-SNG -RC11).

L'analisi degli effetti del progetto sulla componente Paesaggio è stata sviluppata all'interno dell'allegata Relazione paesaggistica (Elaborato FORI-SNG -RA5), redatta in accordo con i criteri di cui al D.P.C.M. 12/12/05. In tale ambito di analisi, la Relazione archeologica che accompagna il progetto definitivo, a firma del Dott. Matteo Tatti, esamina compiutamente, inoltre, le potenziali interferenze tra le opere in progetto e le principali emergenze storico-archeologiche riconosciute nel territorio (Elaborato FORI-SNG -RC2).

Al fine di contribuire al processo decisionale concernente l'intervento proposto, l'allegata Analisi costi-benefici (Elaborato FORI-SNG -RA14) si propone di introdurre nella valutazione ambientale gli interessi degli interlocutori sociali, attraverso la valutazione di quelle che sono le principali esternalità positive e negative associate all'iniziativa.

L'analisi ambientale include, per gli aspetti pertinenti, l'esame dei principali impatti cumulativi, riferibili, in particolare, alla sfera paesaggistica e della percezione visiva, introdotti dal progetto in rapporto agli impianti eolici esistenti.

A conclusione ed a compendio dell'analisi ambientale, lo SIA è corredato da un documento di riepilogo dei principali impatti ambientali introdotti dall'intervento a carico delle componenti ambientali di interesse (Elaborato FORI-SNG-RA2 - *Quadro riassuntivo degli impatti attesi*). Valutato che una rappresentazione schematica degli effetti indotti dal progetto, così come strutturata nei suddetti prospetti riepilogativi, risulta necessariamente incompleta e riduttiva rispetto all'estesa ed articolata analisi sviluppata all'interno degli elaborati a corredo dell'istanza di VIA, si sottolinea l'importanza che dette informazioni riassuntive siano utilizzate dall'Autorità procedente e dal pubblico esclusivamente ai fini di una disamina speditiva delle potenziali interazioni del progetto con l'ambiente, trattandosi appunto di valutazioni sintetiche estrapolate dall'analisi ambientale complessiva, più diffusamente sviluppata e argomentata nelle relazioni allegate al progetto definitivo ed allo SIA.

Completano lo SIA, infine, una relazione di sintesi rivolta alla consultazione da parte del pubblico (Elaborato FORI-SNG-RA3 - Sintesi non tecnica) nonché dal Piano di monitoraggio delle componenti ambientali (Elaborato FORI-SNG-RA4).

10.2 Criteri generali di analisi e valutazione

10.2.1 Criteri di individuazione degli impatti

A valle dell'analisi della situazione di partenza, finalizzata alla ricostruzione della qualità ambientale complessiva entro la quale si inserisce l'intervento proposto, ed in coerenza con le indicazioni della direttiva 85/337/CEE e successive modifiche, la fase di individuazione e stima degli impatti indotti dalla realizzazione del progetto è stata condotta, per ciascuna componente ambientale ritenuta significativa, con riferimento ai seguenti criteri generali:

- valutazione della qualità delle componenti ambientali con particolare riferimento allo stato di conservazione della componente ed alla sua esposizione a pressioni antropiche, e qualora applicabili, agli standard normativi di riferimento;
- valutazione della sensibilità intrinseca delle componenti ambientali, correlata alla qualità e capacità di rigenerazione delle risorse naturali;
- stima della portata intrinseca degli impatti, in relazione, ad esempio, all'estensione dell'area

geografica interessata;

- stima della magnitudo dell'impatto in relazione anche alla qualità/sensibilità della componente ambientale sulla quale lo stesso agisce;
- stima della probabilità dell'impatto;
- stima della durata, frequenza e reversibilità dell'impatto.

Preliminarmente all'esposizione del processo di individuazione generale degli effetti ambientali si ritiene opportuno richiamare alcune definizioni che potranno utilizzarsi nel prosieguo, mutuate dal Regolamento CE 761/2001 sull'adesione volontaria delle organizzazioni ad un sistema comunitario di ecogestione e audit (EMAS II):

- *Azioni di progetto*: attività che scaturiscono dalla realizzazione dell'opera nelle diverse fasi di vita dell'intervento (fase decisionale e costruzione, fase di esercizio ordinario, fase di dismissione);
- *Aspetto ambientale (o fattore di impatto)*: elemento delle azioni di progetto suscettibile di interagire con l'ambiente;
- *Impatto ambientale*: qualsiasi modificazione, positiva o negativa, dello stato delle categorie ambientali, conseguente al manifestarsi degli aspetti ambientali.

Il legame esistente tra aspetti e impatti è dunque un legame di causa – effetto: gli aspetti ambientali possono essere letti come le cause degli impatti sull'ambiente, mentre gli impatti possono essere letti come le conseguenze che possono prodursi a seguito del manifestarsi degli aspetti ambientali. Peraltro, non tutti gli aspetti ambientali sono necessariamente suscettibili di innescare effetti percepibili o comunque significativi sull'ambiente e, inoltre, alcuni di questi possono essere adeguatamente controllati prevedendo opportune misure progettuali o accorgimenti gestionali atti a mitigarne adeguatamente le conseguenze ambientali.

Con tali presupposti, sotto il profilo metodologico, possono individuarsi le seguenti fasi del procedimento di analisi:

- individuazione delle principali azioni di progetto nelle diverse fasi di vita dell'opera;
- individuazione dei prevedibili aspetti ambientali (ad ogni azione di progetto possono corrispondere teoricamente molteplici aspetti ambientali);
- individuazione delle componenti "bersaglio" sulle quali possono originarsi effetti (positivi o negativi) a seguito del manifestarsi degli aspetti ambientali del progetto;
- individuazione e stima delle potenziali ricadute (impatti) su ciascuna componente conseguenti agli aspetti ambientali (ad ogni aspetto ambientale possono corrispondere molteplici impatti ambientali);

- individuazione di possibili misure di mitigazione degli impatti significativi o, qualora ciò non sia possibile, di eventuali misure compensative.

10.2.2 Individuazione delle azioni di progetto

L'analisi delle caratteristiche tecniche dell'intervento ha portato all'individuazione delle seguenti azioni di progetto, distinte per ciascuna fase di vita dell'opera:

Fase di costruzione

Nell'ambito della fase temporanea di cantiere è possibile individuare le seguenti azioni principali di progetto:

- installazione del cantiere;
- limitati e temporanei lavori di adeguamento dell'esistente viabilità principale di accesso al sito; ciò al fine di consentire adeguati spazi di transito e manovra ai mezzi speciali di trasporto della componentistica degli aerogeneratori in accordo con le specifiche fornite dal trasportatore;
- lavori di scortico della coltre superficiale in corrispondenza delle piste di accesso e delle piazzole di macchina;
- lavori di scavo di sbancamento per l'approntamento delle piazzole provvisorie di cantiere;
- trasporto/movimentazione di materiale inerte per la realizzazione/adeguamento del fondo stradale esistente nonché per l'approntamento delle piazzole;
- formazione di sottofondo stradale per la realizzazione della viabilità di progetto nonché in corrispondenza delle piazzole;
- scavi a larga sezione per il posizionamento delle opere di fondazione delle torri di sostegno;
- scavi a sezione obbligata per posizionamento cavidotti in Media Tensione (30 kV);
- realizzazione in opera delle strutture di fondazione (plinti in conglomerato cementizio armato) e reinterro degli scavi;
- trasporto e posizionamento gru principale e secondaria;
- trasporti in cantiere della componentistica degli aerogeneratori;
- assemblaggio meccanico delle torri, delle navicelle e dei rotori;
- approntamento delle apparecchiature e dei collegamenti elettrici;
- reinterro e ripristino dei cavidotti MT a 30kV;
- attività di controllo assemblaggi;
- attività di messa a punto degli impianti;
- lavori di ripristino ambientale e/o compensazione (ripristino di recinzioni, stesa di terreno vegetale, piantumazione di essenze autoctone, stabilizzazione di scarpate, ecc.);
- lavori di regimazione acque superficiali;

- lavori impiantistici finalizzati alla connessione delle turbine alla rete elettrica nazionale.

Tutte le azioni di cantiere possono classificarsi come di breve durata (indicativamente pari a 18 mesi) e frequenza media (cicli di lavorazione giornalieri di 8 ore).

Fase di esercizio ordinario

Come illustrato all'interno del quadro di riferimento progettuale, il funzionamento dei moderni impianti eolici è completamente automatizzato e costantemente monitorabile attraverso un sistema di controllo a distanza.

Per tale fase temporale, la cui durata può stimarsi in 25/30 anni, salvo successivo *repowering* delle turbine in progetto, sono state conseguentemente individuate le seguenti azioni di progetto:

- Generazione di energia elettrica in bassa tensione attraverso lo sfruttamento dell'energia trasportata dal vento;
- Trasformazione della corrente a bassa tensione prodotta dal generatore asincrono installato nella navicella in corrente MT (30 kV) per mezzo del trasformatore alloggiato nella torre di sostegno;
- Vettoriamento della corrente MT (30 kV) prodotta dagli aerogeneratori a mezzo di cavidotto interrato alla SSE Utente;
- Vettoriamento a 36kV dell'energia prodotta alla futura Stazione RTN Terna;
- Esecuzione di periodiche attività di manutenzione ordinaria degli impianti;
- Esecuzione di periodiche attività di manutenzione della viabilità e delle piazzole di servizio.

Fase di dismissione

Al termine del ciclo di vita utile dell'impianto, nell'ottica di prevenire adeguatamente i rischi di deterioramento della qualità ambientale e paesaggistica conseguenti ad un potenziale abbandono delle strutture e degli impianti, sarà assicurata la dimissione degli aerogeneratori ed il conseguente ripristino delle aree interessate dalla realizzazione dell'opera. Le principali attività correlate a tale fase di vita dell'impianto, di seguito elencate ed illustrate con maggiore dettaglio nel Piano di dismissione allegato al progetto (Elaborato FORI-SNG-RC4), sono alquanto simili a quelle proprie della fase di costruzione:

- installazione del cantiere;
- trasporto e posizionamento gru principale e secondaria;
- disassemblaggio degli aerogeneratori;
- trasporto con mezzi speciali della componentistica degli aerogeneratori presso centri specializzati nell'ottica di procedere ad una rigenerazione delle macchine o, eventualmente, al

recupero dei materiali riutilizzabili;

- esecuzione di scavi e lavori di demolizione con mezzi meccanici in corrispondenza delle strutture di fondazione al fine di assicurare l'asportazione delle strutture in c.a. per una profondità minima di un metro dal piano campagna, in linea con quanto previsto dal D.M. 10/09/2010;
- successivo ripristino degli scavi con terreno naturale opportunamente approvvigionato;
- asportazione, salvo diversa indicazione impartita dagli Enti competenti, della fondazione stradale relativa alle piste di servizio realizzate ex novo e della soprastruttura delle piazzole allestite nell'ambito della costruzione del parco eolico;
- trasporto a discarica autorizzata o, preferibilmente, presso centri di recupero inerti dei materiali asportati secondo le modalità precedenti;
- esecuzione di interventi di ripristino morfologico, messa a dimora di essenze coerenti con il contesto vegetazionale locale in corrispondenza delle suddette aree da ripristinare;
- esecuzione di scavi a sezione obbligata e recupero integrale dei cavi elettrici interrati.

Analogamente a quanto rilevato per la fase di costruzione, tutte le azioni precedentemente individuate possono classificarsi come di breve durata (verosimilmente pari a circa 18 mesi) e frequenza media (cicli di lavorazione giornalieri di 8 ore).

10.2.3 Individuazione degli aspetti ambientali

Gli aspetti ambientali, o fattori causali di impatto, ritenuti prevalenti e associati alle azioni di progetto precedentemente individuate, anche in questo caso distinti per fase di vita dell'opera, sono riconducibili a:

Fase di costruzione

- occupazione di suolo conseguente all'installazione del cantiere, ai puntuali adeguamenti della viabilità principale di accesso al sito, alla realizzazione della nuova viabilità di impianto, all'approntamento delle piazzole di macchina provvisorie e definitive (a breve termine per quanto attiene alle aree di cantiere ed a lungo termine o, localmente, di carattere permanente per quanto riguarda la viabilità di servizio e le piazzole definitive);
- occupazione di volumi in conseguenza dell'innalzamento degli aerogeneratori (a lungo termine in conseguenza della durata del periodo di esercizio stimata in 25/30 anni);
- locali alterazioni dei preesistenti caratteri morfologici degli ambiti di intervento conseguenti all'apertura ed adeguamento della viabilità ed all'approntamento delle nuove piazzole di servizio (a lungo termine o, localmente, di carattere permanente in relazione alle indicazioni impartite dagli Enti competenti);

- locali interferenze con la preesistente dinamica dei deflussi superficiali in corrispondenza dei nuovi tratti viari e delle piazzole di servizio agli aerogeneratori (a lungo termine), peraltro di modesta entità considerate le scelte di definizione dei tracciati viari e la predisposizione di idonee opere di regimazione delle acque;
- locale alterazione della preesistente copertura vegetale dei terreni in corrispondenza degli interventi per l'allestimento della viabilità e delle piazzole (a lungo termine o, localmente, di carattere permanente in relazione, anche, alle indicazioni impartite dagli Enti competenti);
- consumo/impiego di risorse (in prevalenza inerti recuperati dagli scavi, all'occorrenza approvvigionati da cava, per la sistemazione delle strade e l'approntamento delle vie cavo interrate) avente carattere permanente;
- interferenza con l'ordinaria circolazione automobilistica conseguente al transito dei mezzi speciali di trasporto della componentistica degli aerogeneratori (a breve termine e destinata ad esaurirsi una volta completata l'installazione delle turbine eoliche) nonché degli automezzi di cantiere;
- emissione di rumori e vibrazioni conseguenti principalmente alle opere di adeguamento/realizzazione della viabilità di servizio ed al transito ed esercizio dei mezzi d'opera (effetti a breve-medio termine);
- emissione di polveri e inquinanti in atmosfera derivanti dalle operazioni di movimento terra ed alle emissioni gassose associate al transito ed all'esercizio dei mezzi d'opera (effetti a breve-medio termine);
- produzione di rifiuti solidi conseguente all'esercizio del cantiere (a breve-medio termine);
- rischio di perdite accidentali di rifiuti liquidi (p.e. perdite di carburante dai mezzi d'opera).

Fase di esercizio

- occupazione di suolo conseguente alla necessità di assicurare l'accessibilità dell'impianto eolico nonché adeguati spazi di manovra attorno alle postazioni degli aerogeneratori (a lungo termine o, localmente, di carattere permanente per quanto riguarda la viabilità di servizio e le piazzole);
- occupazione di volumi in conseguenza dell'innalzamento degli aerogeneratori, dei movimenti di imbardata della navicella e del moto rotatorio delle pale (a lungo termine in conseguenza della durata del periodo di esercizio stimata in 25/30 anni);
- produzione di energia da fonte rinnovabile con priorità di dispacciamento nella rete elettrica rispetto a quella prodotta da centrali convenzionali (a lungo termine);
- eventuale consumo/impiego di risorse (in prevalenza inerti di cava per l'ordinaria manutenzione di piste e piazzole) avente carattere permanente;

- emissione di rumori e vibrazioni conseguente, prevalentemente, al moto rotatorio delle pale e, in misura trascurabile, all'esercizio del trasformatore di macchina (a lungo termine);
- emissione di campi elettromagnetici in prossimità delle postazioni degli aerogeneratori e dei cavidotti MT (30kV) interrati (a lungo termine);
- produzione di rifiuti solidi e liquidi conseguente alla manutenzione ordinaria delle turbine eoliche (a lungo termine);
- rischio di perdite accidentali di rifiuti liquidi (p.e. oli) a seguito delle attività di manutenzione ordinaria degli impianti.

Fase di dismissione

- occupazione di suolo conseguente all'installazione del cantiere (a breve termine);
- locali interferenze con i preesistenti caratteri morfologici degli ambiti di intervento conseguenti alle attività di ripristino ambientale della viabilità non più ritenuta necessaria e delle piazzole di servizio degli aerogeneratori (di carattere permanente);
- locale ripristino della copertura vegetale dei terreni in corrispondenza della viabilità di servizio e delle piazzole oggetto di ripristino ambientale (di carattere permanente);
- consumo/impiego di risorse (in prevalenza inerti di cava e terreno vegetale per le attività di ripristino ambientale delle superfici occupate da piste e piazzole) avente carattere permanente;
- interferenza con l'ordinaria circolazione automobilistica conseguente al transito dei mezzi speciali di trasporto della componentistica degli aerogeneratori scaturita dalle operazioni di disassemblaggio (a breve termine e destinata ad esaurirsi una volta completata la rimozione delle turbine eoliche);
- emissione di rumori e vibrazioni conseguenti all'esecuzione delle opere di ripristino ambientale ed al transito ed esercizio dei mezzi d'opera (effetti a breve termine);
- emissione di polveri e inquinanti in atmosfera derivanti dalle operazioni di movimento terra ed al transito ed all'esercizio dei mezzi d'opera (a breve termine);
- produzione di rifiuti conseguente all'esercizio del cantiere (a breve termine).

10.2.4 Componenti ambientali

Le componenti ambientali (e sotto-componenti) sulle quali possono potenzialmente incidere, direttamente o indirettamente, gli aspetti ambientali precedentemente richiamati sono state così individuate:

POPOLAZONE E SALUTE UMANA

Salute e qualità della vita della popolazione residente

Amministrazione comunale locale e servizi ai cittadini

Livelli occupazionali e tessuto imprenditoriale locali

Imprese agricole

Trasporti e mobilità

Consistenza delle risorse naturali a livello locale

Consistenza delle risorse naturali a livello globale

BIODIVERSITA’

Vegetazione, flora, fauna ed ecosistemi in relazione a:

Specie arbustive e arboree

Biodiversità a livello globale

Avifauna e Chirotteri

SUOLO, USO DEL SUOLO E PATRIMONIO AGROALIMENTARE

Profilo pedologico

Uso del suolo

Patrimonio agroalimentare

GEOLOGIA E ACQUE

Sottosuolo e relativo contesto geodinamico

Sistemi idrici superficiali e sotterranei

ATMOSFERA

Clima e qualità dell'aria a livello globale

Qualità dell'aria a livello locale

PAESAGGIO PATRIMONIO CULTURALE E BENI MATERIALI

Struttura dell'ecomosaico e paesaggi agrari

Percezione visuale, valenze sceniche e panoramiche

Patrimonio storico-culturale e identitario

Funzionalità ecologica, idraulica ed equilibrio idrogeologico

AGENTI FISICI

Rumore

Campi elettromagnetici

Ombreggiamento

RISORSE NATURALI

10.2.5 Il quadro riassuntivo degli impatti

All'interno dell'Elaborato FORI-SNG-RA2 sono individuati e descritti i rapporti di causa-effetto intercorrenti tra i principali fattori di impatto individuati (positivi e/o negativi) e le componenti ambientali "bersaglio".

Al fine di pervenire alla determinazione della significatività degli aspetti ambientali ed al giudizio di merito sugli impatti attesi, i primi sono esaminati in rapporto ai seguenti elementi di valutazione:

- processi di relazione con altri elementi e sistemi ambientali in relazione al fattore/i di impatto;
- caratteri che definiscono la specifica sensibilità dell'elemento ambientale nei confronti del fattore/i d'impatto;
- alterazioni indotte e/o potenzialmente inducibili in seguito all'interferenza con il fattore di impatto (a breve/medio/lungo termine);
- connotazione dell'impatto (positivo/negativo);
- probabilità del manifestarsi dell'impatto ambientale alla luce delle mitigazioni adottabili;
- elementi che definiscono la rilevanza del fattore di impatto;
- eventuali effetti cumulativi e relazioni con altri fattori di impatto sia legati all'intervento valutato sia estranei ad esso.

Ai fini dell'attribuzione del giudizio sulle caratteristiche e l'entità degli effetti ambientali attesi sulle varie componenti ambientali, si è fatto ricorso ad una rappresentazione cromatica atta a descriverne la portata in modo qualitativo.

Con tali presupposti, sono state utilizzate due differenti scale cromatiche, una per gli effetti positivi e una per quelli negativi (Figura 10.1). La valutazione della significatività degli impatti conseguenti a ciascun aspetto considerato è stata condotta sulla base di due criteri: il primo tiene conto dell'entità dell'impatto sulle varie categorie ambientali (in base ai criteri di valutazione più sopra enunciati), mentre il secondo esprime una misura della sua persistenza.

L'applicazione del primo criterio consente di definire l'impatto lieve, medio o alto. Il secondo criterio invece classifica un impatto come reversibile nel breve periodo, reversibile nel medio/lungo periodo oppure irreversibile.

In definitiva sono possibili le seguenti combinazioni:

1) impatto lieve – reversibile nel breve periodo;
2) impatto lieve – reversibile nel medio/lungo periodo;
3) impatto lieve – irreversibile;
4) impatto medio – reversibile nel breve periodo;
5) impatto medio – reversibile nel medio/lungo periodo;
6) impatto medio – irreversibile;
7) impatto alto – reversibile nel breve periodo;
8) impatto alto – reversibile nel medio/lungo periodo;
9) impatto alto – irreversibile.

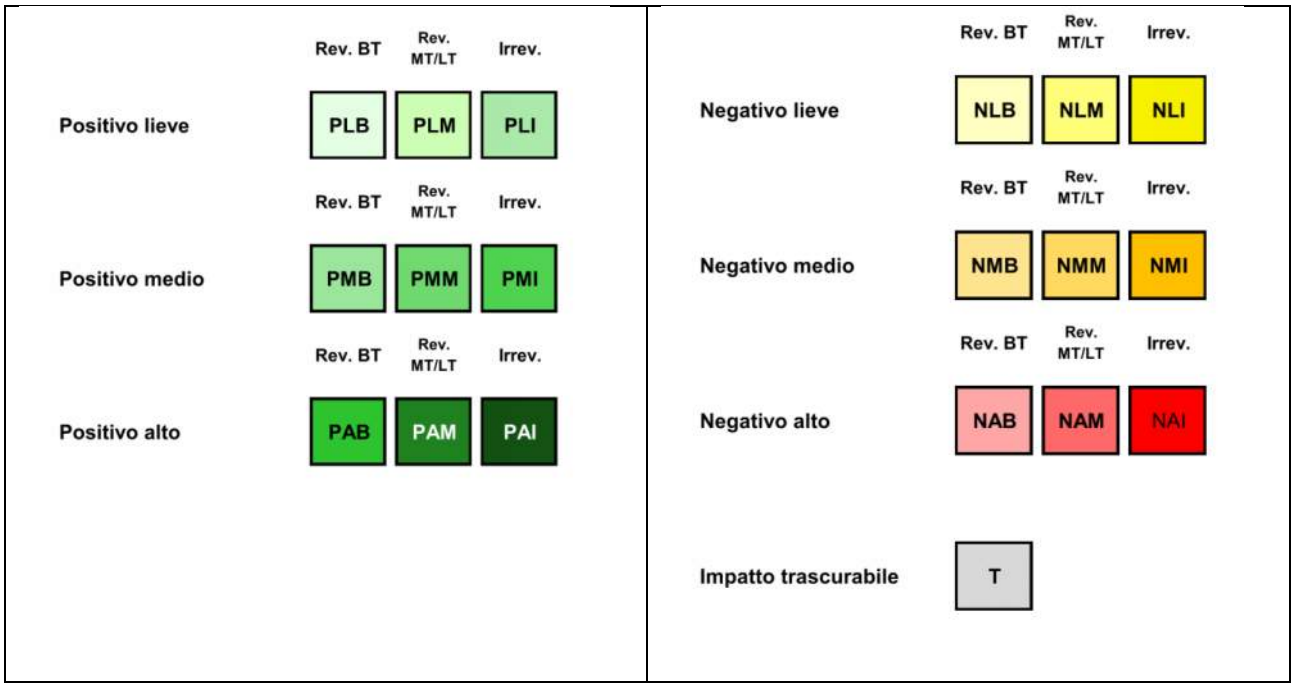


Figura 10.1 – Rappresentazione cromatica degli impatti ambientali positivi e negativi

La rappresentazione cromatica degli impatti attraverso matrici di sintesi, relative alla fase di costruzione, esercizio e dismissione dell'opera, consente un'immediata e sintetica individuazione degli elementi critici di impatto su cui focalizzare l'attenzione ai fini di una appropriata gestione e controllo.

Come espresso in sede introduttiva, l'approccio "qualitativo" non deve essere comunque inteso come una semplificazione del problema, in quanto i prospetti riepilogativi e la matrice riassuntiva degli impatti costituiscono esclusivamente uno strumento di sintesi della più articolata analisi e rappresentazione contenuta degli elaborati tecnici a corredo dell'istanza di VIA.

10.3 Lo stato qualitativo delle componenti ambientali

10.3.1 Popolazione e salute umana

Nel successivo paragrafo si focalizzerà l'attenzione sulle sotto-componenti più direttamente riferibili al concetto di Salute pubblica per il caso di studio. Sotto questo aspetto, in particolare, si ribadisce come la scala (locale o globale) ed il segno (negativo o positivo) dei possibili impatti sulla componente associati alla realizzazione ed esercizio degli impianti energetici da fonte rinnovabile sia variabile in funzione della sotto-componente considerata.

Corre l'obbligo di evidenziare, inoltre, che, sebbene il tema della qualità della vita di una popolazione sia strettamente legato all'equilibrio psico-fisico delle persone, lo stesso non può essere disgiunto dal livello di sviluppo economico di un territorio. In tal senso, gli effetti sul benessere economico delle persone riverberano effetti indiretti sulla stessa salute pubblica di una popolazione.

10.3.1.1 Ambiente socio-economico

Considerati i potenziali riflessi socio-economici del progetto, certamente misurabili anche su scala sovralocale, così come accennato a più riprese nel presente SIA, la sintetica analisi del contesto demografico e socio-economico di seguito esposta prende in esame i tratti salienti dei territori dell'area vasta dei Comuni di San Nicolò Gerrei e Armungia, focalizzando l'attenzione sulle dinamiche dei Comuni, di particolare interesse per il presente studio.

10.3.1.1.1 La dinamica demografica ed il sistema sociale

10.3.1.1.1.1 Il contesto sovralocale

Il primo contesto di relazione di area vasta che ospita i Comuni di San Nicolò Gerrei e Armungia che ne influenza le dinamiche demografiche è senz'altro quello provinciale.

i Comuni sopracitati sono ricompresi nella Provincia del Sud Sardegna, che vanta una popolazione residente di 335.108 abitanti, in decrescita progressiva dal 2006 ad oggi. Il trend di decrescita demografica è in linea con i processi in atto sul territorio, primo tra tutti il continuo spopolamento registrato in particolare negli ultimi anni.

Tabella 10.1 – Principali caratteri demografici delle province sarde

Provincia	Comune capoluogo	Superficie [km²]	Popolazione	Densità [ab/km²]
Città Metropolitana di Cagliari	Cagliari	1.248,68	419.770	336
Nuoro	Nuoro	5.638,02	199.349	35
Oristano	Oristano	2.990,45	150.812	50
Sassari	Sassari	7.692,09	474.142	62
Sud Sardegna	Carbonia	6.530,78	335.108	51

La struttura della popolazione provinciale sarà brevemente indagata facendo ricorso ad alcuni tra i più significativi indici demografici calcolati dall'ISTAT per gli orizzonti temporali forniti. Gli indici demografici, con la loro potenzialità di porgere una lettura sintetica delle principali caratteristiche della struttura di una popolazione (età media, percentuale di giovani e così via), permettono di evidenziare il rapporto tra le diverse componenti della popolazione (giovani, anziani, popolazione in età attiva) nonché di raccogliere informazioni sulla distribuzione nello spazio di questa.

L'indice di vecchiaia stima il grado di invecchiamento di una popolazione e descrive il peso della frazione anziana sulla popolazione totale. Esso si definisce come il rapporto di composizione tra la popolazione anziana (65 anni e oltre) e la popolazione più giovane (0-14 anni); valori superiori a 100 indicano una maggiore presenza di soggetti anziani rispetto ai giovanissimi. È un indicatore abbastanza grossolano ma efficace, poiché nell'invecchiamento di una popolazione si ha generalmente un aumento del numero di anziani e contemporaneamente una diminuzione del numero dei soggetti più giovani; in questo modo numeratore e denominatore variano in senso opposto esaltando l'effetto dell'invecchiamento della popolazione. Il dato provinciale, attualmente disponibile dal 2018 al 2021, risulta decisamente peggiore rispetto al contesto nazionale, e in linea con il dato dell'intera regione (Tabella 10.2).

Tabella 10.2 - Indice di vecchiaia (Fonte: www.tuttitalia.it)

Anno	Italia	Sardegna	Sud Sardegna (prov.)	San Nicolò Gerrei	Armungia
2002	131,4	116,1	-	139,2	375,5
2003	133,8	120,8	-	150,0	384,9
2004	135,9	125,3	-	163,8	425,5
2005	137,8	130,9	-	174,8	453,3
2006	139,9	137,0	-	190,5	462,2
2007	141,7	142,0	-	197,3	466,7
2008	142,8	146,9	-	225,3	444,2
2009	143,4	150,9	-	238,7	420,5
2010	144,0	154,8	-	244,4	472,5
2011	144,5	158,6	-	251,7	476,9
2012	148,6	164,6	-	276,9	461,5
2013	151,4	169,2	-	292,0	491,9
2014	154,1	174,4	-	335,2	516,7
2015	157,7	180,7	-	294,7	500,0
2016	161,4	187,9	-	294,7	502,9
2017	165,3	195,5	-	318,6	482,9
2018	168,9	202,7	232,4	318,6	553,3
2019	174,0	212,4	243,3	325,4	532,3
2020	179,3	222,2	255,5	350,0	522,6
2021	182,6	231,5	265,7	315,7	565,5
2022	187,6	241,8	276,9	321,2	543,3

L'indice di dipendenza strutturale rappresenta il carico sociale ed economico della popolazione non attiva (0-14 anni e 65 anni ed oltre) su quella attiva (15-64 anni). È un indicatore di rilevanza economica e sociale e rappresenta il numero di individui non autonomi (per ragioni demografiche) ogni 100 individui potenzialmente attivi.

Un indice di dipendenza alto è sinonimo di un numero elevato di ragazzi e anziani di cui la popolazione attiva deve occuparsi complessivamente, ma dato il generale quadro di invecchiamento della popolazione italiana ed il raggiunto momento di crescita zero, si può senza tema di smentita affermare che, nel contesto in esame, l'indice cresce al crescere dell'invecchiamento della popolazione.

La performance dell'indicatore calcolato per la Provincia del Sud Sardegna e per i Comuni di San Nicolò Gerrei e Armungia si mostra in linea con l'andamento dei valori del contesto regionale e provinciale (Tabella 10.3).

Tabella 10.3 - Indice di dipendenza strutturale (Fonte: www.tuttitalia.it)

Anno	Italia	Sardegna	Sud Sardegna (prov.)	San Nicolò Gerrei	Armungia
2002	49,1	42,7	-	56,8	76,6
2003	49,8	42,8	-	54,8	78,8
2004	50,1	42,9	-	55,0	77,7
2005	50,6	43,3	-	55,5	79,0
2006	51,1	43,8	-	55,5	82,7
2007	51,6	44,2	-	54,1	75,8
2008	51,7	44,6	-	53,3	77,2
2009	51,9	45,2	-	53,2	78,4
2010	52,2	45,8	-	52,8	81,5
2011	52,3	46,5	-	53,2	82,4
2012	53,5	47,9	-	54,0	81,7
2013	54,2	48,8	-	55,1	80,8
2014	54,6	49,5	-	59,4	81,6
2015	55,1	50,4	-	58,8	79,4
2016	55,5	51,2	-	60,2	78,1
2017	55,8	52,1	-	61,3	75,8
2018	56,0	52,9	54,5	61,6	74,5
2019	56,4	53,8	55,8	63,1	74,0
2020	56,7	54,9	57,3	66,1	77,5
2021	57,3	56,7	59,7	65,7	80,8
2022	57,5	57,2	60,4	63,2	82,1

Il quadro generale delineato dagli indicatori è quindi quello di un contesto territoriale pesantemente affetto dal problema dell'invecchiamento della popolazione.

10.3.1.1.1.2 Il contesto locale

I Comuni di San Nicolò Gerrei e Armungia, in cui gli interventi trovano collocazione geografica,

presentano anch’essi un trend decrescente nella popolazione residente che perdura oramai da tempo.

L’andamento della popolazione è un indicatore di grande importanza per misurare lo stato di salute di un territorio. Un trend positivo, infatti, denota un territorio “dinamico”, in cui la popolazione decide di vivere, lavorare e portare a compimento progetti di vita familiare. Un trend tendenzialmente negativo evidenzia una situazione di disagio e di difficoltà nel definire tattiche e strategie di vita a medio e lungo termine. L’analisi dell’evoluzione della situazione demografica di un territorio permette, quindi, di valutare lo stato di salute complessiva del tessuto economico e la soddisfazione o meno degli abitanti rispetto alle risorse presenti.

Tabella 10.4 – Popolazione residente nel comune di San Nicolò Gerrei (Fonte: www.tuttitalia.it)

Anno	Popolazione residente (al 31/12)	Variazione	Variazione %
2001	**977**	-	-
2002	**961**	-16	-1,64%
2003	**944**	-17	-1,77%
2004	**947**	+3	+0,32%
2005	**944**	-3	-0,32%
2006	**931**	-13	-1,38%
2007	**926**	-5	-0,54%
2008	**907**	-19	-2,05%
2009	**897**	-10	-1,10%
2010	**881**	-16	-1,78%
2011	**838**	-43	-4,88%
2012	**828**	-10	-1,19%
2013	**829**	+1	+0,12%
2014	**810**	-19	-2,29%
2015	**788**	-22	-2,72%
2016	**771**	-17	-2,16%
2017	**769**	-2	-0,26%
2018	**737**	-32	-4,16%
2019	**724**	-13	-1,76%
2020	**734**	+10	+1,38%
2021	**718**	-16	-2,18%

Tabella 10.5 – Popolazione residente nel comune di Armungia (Fonte: www.tuttitalia.it)

Anno	Popolazione residente (al 31/12)	Variazione	Variazione %
2001	**581**	-	-
2002	**583**	+2	+0,34%
2003	**565**	-18	-3,09%
2004	**564**	-1	-0,18%
2005	**559**	-5	-0,89%
2006	**552**	-7	-1,25%
2007	**537**	-15	-2,72%
2008	**521**	-16	-2,98%
2009	**510**	-11	-2,11%
2010	**498**	-12	-2,35%
2011	**487**	-11	-2,21%
2012	**490**	+3	+0,62%
2013	**494**	+4	+0,82%
2014	**488**	-6	-1,21%
2015	**481**	-7	-1,43%
2016	**473**	-8	-1,66%
2017	**459**	-14	-2,96%
2018	**461**	+2	+0,44%
2019	**442**	-19	-4,12%
2020	**432**	-10	-2,26%
2021	**428**	-4	-0,93%

L'esame delle dinamiche demografiche che hanno interessato i comuni di San Nicolò Gerrei e Armungia nel primo ventennio del nuovo secolo mostrano come i cambiamenti che, nello stesso periodo, sono intervenuti nella società e nell'economia delle aree interne della Sardegna, abbiano avuto come risultato un relativo mutamento all'interno della rete insediativa di questo territorio.

Figura 10.2 - Andamento della popolazione residente nel Comune di San Nicolò Gerrei (elaborazione tuttitalia.it)

Figura 10.3 - Andamento della popolazione residente nel Comune di Armungia (elaborazione tuttitalia.it)

Tale stato di salute è da definirsi non soddisfacente, se, come confermano i dati, la popolazione conosce un trend tendenzialmente negativo, con particolari flessioni negli ultimi anni. I dati sopra riportati mostrano come il territorio sia stato interessato, anche negli anni più recenti, da una lenta

ma continua emorragia demografica, fenomeno che ha interessato soprattutto la parte più giovane della popolazione e che costituisce, pertanto, uno dei maggiori fattori di debolezza del sistema sociale oggetto di osservazione.

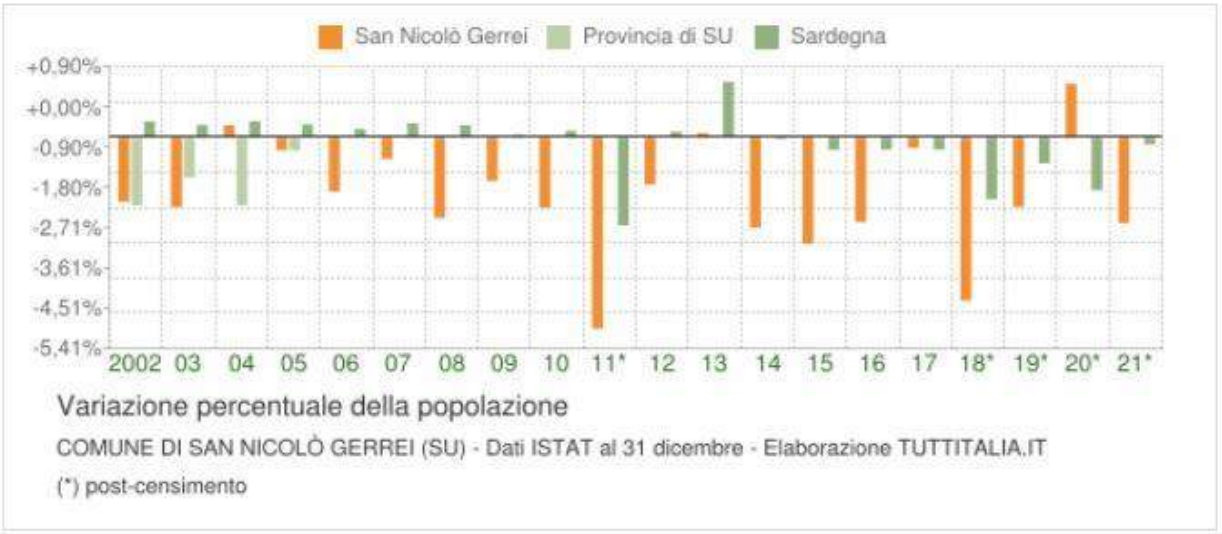


Figura 10.4 - Variazione percentuale della popolazione Comune di San Nicolò Gerrei (elaborazione tuttitalia.it)

Figura 10.5 - Variazione percentuale della popolazione Comune di Armungia (elaborazione tuttitalia.it)

Il calo demografico si associa all'invecchiamento della popolazione. La percentuale di persone di 65 anni e oltre, rispetto al totale residenti, è passata dal valore di 21.2% registrato nel 2003 al 29,5% del 2022 nel Comune di San Nicolò Gerrei, dal 35% al 38% nel comune di Armungia. Tali valori sono notevolmente superiori a quelli registrati nello stesso periodo a livello provinciale, regionale e nazionale.

Si riduce altresì la fascia di popolazione di età inferiore ai 14 anni che nel 2003 costituiva il 14,2%

della popolazione totale, mentre nel 2022 rappresenta il 9,2% per San Nicolò Gerrei ed è passata dal 9,1% al 7% per Armungia. Per quanto riguarda invece la quota di popolazione attiva, dai 15 ai 64 anni, nel periodo compreso tra il 2003 e il 2022 si registra una variazione in diminuzione passando dal 64,6% al 61,3% per San Nicolò Gerrei, dal 55.9% al 54.9% per Armungia.

La diminuzione della mortalità in tutte le età della vita, unitamente al decremento della natalità, ha reso i fenomeni demografici sempre più complessi ed il confronto tra le generazioni sempre più "lungo" nel tempo della vita. Alla "orizzontalità" delle comunicazioni tra coetanei (tipica di una società in cui ogni bambino aveva molti fratelli e cugini) si viene sostituendo una "verticalità" di comunicazione tra le generazioni ancora tutta da inventare, in cui ogni bambino ha pochi fratelli, ma più nonni e bisnonni. Le conseguenze principali di questi dati, soprattutto sulle famiglie divenute sempre più "sottili e lunghe", sono evidenti, in quanto trasformano i rapporti sociali, culturali ed anche economici tra le generazioni. Se nel secolo scorso un minore di 10 anni di età poteva avere un solo nonno o non averne nessuno, ma aveva mediamente tre fratelli, oggi ha mediamente tre nonni e un fratello. I dati sulla composizione per età della popolazione sopra riportati consentono di monitorare l'evoluzione del processo di invecchiamento, e quindi di cogliere il progressivo aumento della popolazione anziana.

Nei comuni in esame l'indice di vecchiaia, uno fra gli indicatori più importanti sulla struttura per età della popolazione, che serve a valutare anche il ricambio generazionale, è cresciuto come mostra la tabella seguente (Tabella 10.6)

Tabella 10.6 Principali indici di struttura della popolazione dei comuni di San Nicolò Gerrei e Armungia (elaborazioni tuttitalia.it)

Anno	Indice di vecchiaia		Indice dipendenza strutturale		Indice ricambio popolazione attiva		Indice struttura popolazione attiva	
	San Nicolò Gerrei	Armungia	San Nicolò Gerrei	Armungia	San Nicolò Gerrei	Armungia	San Nicolò Gerrei	Armungia
2002	139,2	375,5	56,8	76,6	110,5	142,3	91,1	92,4
2003	150,0	384,9	54,8	78,8	103,2	120,0	91,7	88,4
2004	163,8	425,5	55,0	77,7	103,5	110,7	93,3	96,3
2005	174,8	453,3	55,5	79,0	93,3	100,0	90,3	105,9
2006	190,5	462,2	55,5	82,7	98,3	100,0	97,1	115,5
2007	197,3	466,7	54,1	75,8	95,2	128,0	100,7	125,9
2008	225,3	444,2	53,3	77,2	94,9	159,1	102,0	134,9
2009	238,7	420,5	53,2	78,4	108,5	235,7	107,7	158,4
2010	244,4	472,5	52,8	81,5	129,4	214,3	112,7	153,2
2011	251,7	476,9	53,2	82,4	127,5	200,0	116,2	162,5
2012	276,9	461,5	54,0	81,7	144,2	150,0	125,7	157,7
2013	292,0	491,9	55,1	80,8	176,3	137,5	132,2	160,6
2014	335,2	516,7	59,4	81,6	158,8	130,0	128,1	164,1
2015	294,7	500,0	58,8	79,4	180,6	176,5	126,7	164,1
2016	294,7	502,9	60,2	78,1	233,3	211,8	135,4	172,7
2017	318,6	482,9	61,3	75,8	200,0	268,8	134,3	189,2
2018	318,6	553,3	61,6	74,5	133,3	229,4	134,5	185,9
2019	325,4	532,3	63,1	74,0	263,6	307,1	149,7	181,9
2020	350,0	522,6	66,1	77,5	226,1	345,5	143,6	183,0
2021	315,7	565,5	65,7	80,8	175,0	360,0	133,2	188,0
2022	321,2	543,3	63,2	82,1	193,1	350,0	136,6	205,2

Relativamente alla struttura della popolazione, attraverso l'indice di dipendenza strutturale si può dedurre la percentuale di persone in età non produttiva. L'indice calcolato per il Comune di San Nicolò Gerrei indica un trend positivo (al 1 gennaio 2022 risultavano circa 63 persone su 100 a carico della collettività attiva), stesso andamento si osserva per il Comune di Armungia (al 1 gennaio 2022 risultavano 82 persone su 100 a carico della collettività attiva). L'indicatore comunque risente della struttura economica della popolazione: ad esempio, in società con un'importante componente agricola, i soggetti molto giovani o anziani non possono essere considerati economicamente o socialmente dipendenti dagli adulti; al contrario nelle strutture più avanzate, una parte degli individui considerati nell'indice al denominatore sono in realtà dipendenti in quanto studenti o disoccupati.

Di grande rilevanza, sul piano politico-economico (occupazione, reddito e consumi), al fine di delineare un quadro sintetico della potenzialità produttiva della popolazione comunale, sono da un lato il rapporto tra la popolazione in età attiva e in età non attiva, dall'altro i dati sulla dipendenza senile e giovanile. L'indice di struttura della popolazione attiva è dato dal rapporto tra la popolazione

compresa fra i 40 e i 64 anni su quella compresa fra i 15 e i 39, mentre l'indice di ricambio della popolazione attiva è calcolato come rapporto tra la popolazione in età compresa fra i 60 e i 64 anni e quella in età compresa fra i 15 e i 19 anni. Questi indicatori consentono, il primo, una stima del rapporto fra le classi che sono prossime a lasciare il mercato del lavoro (40÷64 anni) e quelle giovani che potenzialmente vi sono appena entrate (15÷39 anni), il secondo (indice di ricambio) esamina più propriamente le fasce "estreme" dei giovani neo-immessi e degli anziani molto prossimi alla cessazione dal lavoro e indica le possibilità di lavoro che derivano dai posti resi disponibili da coloro che lasciano l'attività lavorativa per il raggiungimento dell'età pensionabile. Nei comuni di San Nicolò Gerrei e Armungia, l'indice della struttura della popolazione attiva ha avuto dal 2012 al 2021 una tendenza a crescere, vale a dire che in questo periodo la classe di età 40÷64 ha registrato una tendenza a superare numericamente la classe 15÷39.

L'indice di struttura della popolazione attiva, dunque, stima il grado di invecchiamento di questa fascia di popolazione; il denominatore di questo indicatore è rappresentato dalle generazioni in attività più giovani che sono destinate a sostituire le generazioni più anziane, anch'esse in attività al momento della stima dell'indicatore. Un indicatore inferiore al 100% indica una popolazione in cui la fascia in età lavorativa è giovane; ciò è un vantaggio in termini di dinamismo e capacità di adattamento e sviluppo della popolazione ma può essere anche considerato in modo negativo per la mancanza di esperienza lavorativa e per il pericolo rappresentato dalla ridotta disponibilità di posti di lavoro.

È il caso in esame, in cui l'indicatore mostra un trend in crescita che lo porta ad essere sempre maggiore del valore 100, mostrando come la popolazione attiva non sia giovane, ed evidenziando nel contempo una realtà in cui pesa la carenza di posti di lavoro con una presenza di non indifferenti percentuali di disoccupazione.

10.3.1.2 La struttura produttiva

Secondo i dati pubblicati nel report "Sardegna in cifre 2018", elaborato nel 2018 dal Servizio della Statistica regionale della Regione Autonoma della Sardegna, nella provincia del Sud Sardegna nel 2016 erano presenti circa 3.844 imprese afferenti al settore Industria con 12.614 addetti, con un trend in calo rispetto ai precedenti due anni. Nel 2016, il numero medio di addetti per impresa si attestava a 3,3 disegnando un sistema produttivo improntato prevalentemente sull'attività di micro e piccole imprese.

Per quanto concerne il settore dei Servizi, nel territorio della Provincia in esame nel 2016 sono state registrate 13.234 imprese attive e 33.106 addetti con un lieve incremento della numerosità rispetto al precedente anno (13.054 imprese e 32.205 addetti). In accordo con quanto si evidenzia a livello regionale, anche nella Provincia del Sud Sardegna il settore dei Servizi rappresenta circa il 77% del sistema produttivo.

Rispetto alle altre aree della Sardegna, la provincia del Sud Sardegna risulta avere una quota abbastanza significativa di superficie destinata alle coltivazioni agricole, in particolare seminativi e

pascolo.

Su scala comunale, i due Comuni in esame basano la loro economia sulle attività agro-pastorali, con produzione di foraggi, vite, olivo, agrumi e frutteti, e l'allevamento di bovini, ovini, caprini, equini, suini e avicoli.

10.3.1.3 Sottoarticolazione della componente ai fini della valutazione di impatto

Al fine di pervenire all'elaborazione di un quadro sintetico, riassuntivo e rappresentativo degli impatti, utile ai fini del processo decisionale, nel seguito si procederà ad una schematica individuazione delle principali sotto-categorie dell'assetto socio-economico potenzialmente impattate dal progetto.

10.3.1.3.1 Amministrazione comunale locale e servizi ai cittadini

Per le finalità del presente SIA la sotto-componente in esame si rivela importante nell'ottica di rappresentare adeguatamente gli effetti economici attesi a favore dei Comuni che possono scaturire dal progetto a seguito dell'attuazione delle misure di compensazione e di "riequilibrio ambientale e territoriale", a fronte di potenziali impatti negavi non mitigabili, da stabilirsi in sede di Conferenza di Servizi in conformità ai criteri di cui all'allegato 2 del D.M. 10/09/2010.

La progressiva contrazione dei trasferimenti statali agli enti locali ha determinato, infatti, una situazione di sofferenza economica delle amministrazioni periferiche dello Stato e dei piccoli comuni in particolare, con conseguenti ricadute negative sulla quantità e qualità dei servizi offerti ai cittadini.

10.3.1.3.2 Livelli occupazionali e tessuto imprenditoriale locali

Come più sopra rilevato, nell'area di studio le principali conseguenze della crisi economica degli ultimi anni sono particolarmente avvertite e si esprimono, soprattutto, in termini di incremento del tasso di disoccupazione, progressivo acuirsi del fenomeno di spopolamento e scarso dinamismo economico generale. Complice anche la crisi scaturita dalla pandemia di COVID-19, si registra, a dicembre 2020, quasi il 34% di assunzioni in meno rispetto allo stesso periodo del 2019 (Sistema Informativo Excelsior, 2020).

In un momento di estrema sofferenza dell'economia nazionale e di quella sarda in particolare, il raggiungimento di soddisfacenti livelli occupazionali e di un ottimale dinamismo imprenditoriali sono da considerarsi obiettivi sempre più complessi. In tale quadro, la suscettività della componente rispetto a possibili positive variazioni degli indicatori socio-economici locali può considerarsi certamente elevata.

10.3.1.3.3 Imprese agricole

Trattandosi di territori territorio storicamente improntati allo sfruttamento estensivo delle risorse zootecniche, la corrispondente sotto-componente economica riveste un'importanza centrale nell'analisi dei potenziali impatti, non solo per le potenzialità socio-economiche che la stessa esprime ma anche in termini di contributo al consolidamento dell'identità culturale dei luoghi.

In tale lettura la componente può pertanto dirsi strategica per l'intero sistema ambientale.

10.3.1.3.4 Trasporti e mobilità

Per le finalità del presente SIA, la presente sotto-componente ambientale è presa in esame in quanto potenzialmente esposta a temporanee modifiche, seppur lievi, delle caratteristiche del traffico veicolare associato al processo costruttivo dell'impianto eolico (passaggio di mezzi speciali di trasporto).

Al riguardo, va evidenziato che il territorio di San Nicolò Gerrei risulta collegato da arterie stradali di importanza sovralocale (S.S. 387 del Gerrei), provinciale (S.P.27), mentre i comuni di Ballao e Armungia risultano anch'essi collegati da un'arteria stradale di importanza statale (S.S.387 del Gerrei) e da assi di importanza provinciale come la S.P.6 e S.P.22. Pertanto, la sensibilità della componente, in rapporto ai possibili incrementi e/o variazioni della composizione del traffico, può ritenersi modesta in ragione, da un lato, degli elevati livelli di servizio che l'infrastruttura statale principale assicura (S.S.387 del Gerrei) e dall'altro dei modesti livelli di traffico che attualmente caratterizzano la S.P. 27, S.P.22 e la S.P. 6.

10.3.2 Biodiversità

10.3.2.1 Vegetazione, flora ed ecosistemi

10.3.2.1.1 Inquadramento dell'area

Il sito di realizzazione del proposto parco eolico ricade nella Sardegna sud-orientale, nel territorio amministrativo dei comuni di San Nicolò Gerrei e Armungia (SU).

Le opere funzionali alla connessione elettrica dell'impianto alla Rete di Trasmissione Nazionale, e segnatamente il cavidotto di interconnessione degli aerogeneratori a 30 kV e il cavidotto a 36 kV di connessione alla futura SSE RTN interessano anche i comuni di Ballao, Escalaplano, Esterzili, Seui e Silius (SU)

La quota del sito del parco eolico si eleva tra i 502 e i 577 m.s.l.m., e la distanza minima dal mare si attesta sui 24 km (loc. Spiaggia di Quirra, Villaputzu/SU).

In accordo con CARMIGNANI et al., (2008), dal punto di vista del paesaggio geo-litologico l'area del parco eolico giace in corrispondenza di formazioni da riferire all'*Unità Tettonica del Gerrei*, e in particolare:

- Metacalcari grigi, spesso nodulari, fossiliferi, da massicci a stratificati, con sottili intercanalazioni di metapeliti carboniose, da riferire ai *Calcari di Villasalto* Auct. (Devoniano medio – Carbonifero inferiore);
- Alternanze di metarenarie e metasiltiti con laminazioni incrociate e piano-parallele,

localmente meta conglomerati ed elementi di liditi e rare metavulcaniti basiche cloritizzate e metavulcanoclastiti, afferibili alla *Formazione di Pala manna* (Carboniferi inferiore);

- Metarioliti e metariodaciti con struttura occhiadina, metaepiclastiti, da riferire ai *Porfirioidi* Auct. (Ordoviciano medio).
- In misura minima, parte del sito giace su conglomerati e brecce, grossolani, prevalentemente a spese di basamento cristallino paleozoico, carbonati giurassici, vulcanici oligo-mioceniche e livelli argilloso-arenacei rossastri talora prevalenti nella base e rari, riferibili alla *Successione sedimentaria oligo-miocenica del Campidano* (*Formazione di Ussana*).

Diversamente, il sito identificato in via preliminare per l'installazione della Stazione elettrica RTN e della Sottostazione utente, localizzato nell'isola amministrativa *Orboredu* di Seui, giace 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).

In aderenza con la Carta dei suoli della Sardegna (ARU et al., 1991), il paesaggio pedologico risulta pertanto organizzato prevalentemente su calcari, dolomie e calcari dolomitici del Paleozoico e del Mesozoico e relativi depositi di versante (*Rock outcrops*, *Lithic* e *Typic Xerorthents*, *Rodolfxeralfs*, e *Xerochrepts*), e su metamorfiti del Paleozoico e relativi depositi di versante (*Typic*, *Dystic*, *Lithic Xerorthents* e *Xerochrepts*).

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 del piano bioclimatico Mesomediterraneo inferiore, che varia da secco superiore a sub-umido inferiore, euoceanico attenuato (BACCHETTA et al., 2009).

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

10.3.2.1.2 Aspetti floristici

Rimandando per una più dettagliata analisi della componente in esame alla relazione floristico-vegetazione (Elaborato FORI-SNG-RA7) si analizza di seguito le conoscenze pregresse circa l'area del proposto impianto eolico.

Le indagini di campo hanno riguardato l'intera area interessata dalla realizzazione dei lavori previsti dal progetto, corrispondente alle superfici occupate dalle piazzole di cantiere e di servizio, aree di stoccaggio temporaneo, e relativi tracciati della viabilità e del cavidotto. Le ricerche sono state eseguite durante il mese di Novembre 2022. 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.

L'elenco floristico di seguito riportato è da ritenersi parzialmente rappresentativo dell'effettiva composizione floristica del sito, data la limitata durata dei rilievi e il periodo di realizzazione degli stessi, rispetto all'intero ciclo fenologico annuale.

Tabella 10.7 - Elenco dei principali taxa di flora vascolare riscontrati nel sito di realizzazione dell'opera.

n.	Taxon	Forma biologica	Tipo corologico	Diffusione
1.	*Allium subhirsutum* L.	G bulb	W-Medit.	C
2.	*Ambrosinia bassii* L.	G rhiz	W-Medit.	C
3.	*Anagyris foetida* L.	P caesp	S-Medit.	C
4.	*Anethum foeniculum* L.	H scap	Circum-Medit.	C
5.	*Anthemis arvensis* L.	T scap	Circum-Medit.	C
6.	*Aphanes* sp.	T scap		S
7.	*Arisarum vulgare* O. Targ.Tozz.	G rhiz	Circum-Medit.	C
8.	*Artemisia arborescens* (Vaill.) L.	NP	S-Medit.	R
9.	*Arum pictum* L. f.	G rhiz	Endem.	S
10.	*Asparagus acutifolius* L.	G rhiz	Circum-Medit.	C
11.	*Asparagus albus* L.	Ch frut	W-Medit.	C
12.	*Asphodelus ramosus* L. subsp. *ramosus*	G rhiz	Circum-Medit.	D
13.	*Asplenium ceterach* L.	H ros	Eurasiat.	C
14.	*Barlia robertiana* (Loisel.) Greuter	G bulb	Circum-Medit.	R
15.	*Bellardia trixago* (L.) All.	T scap	Euri-Medit.	C

n.	Taxon	Forma biologica	Tipo corologico	Diffusione
16.	*Bellis sylvestris* Cirillo	H ros	Circum-Medit.	D
17.	*Bellium bellidioides* L.	H ros	Endem.	S
18.	*Brachypodium retusum* (Pers.) P. Beauv.	H caesp	W-Medit.	C
19.	*Bromus hordeaceus* L.	T scap	Subcosmop.	D
20.	*Calendula arvensis* (Vaill.) L.	T scap	Euri-Medit.	C
21.	*Cardamine* sp.	T ros		C
22.	*Carduus pycnocephalus* L.	H bienn	Medit.-Turan.	C
23.	*Carex distachya* Desf.	H caesp	Circum-Medit.	C
24.	*Carex flacca* Schreb. subsp. *erythrostachys* (Hoppe) Holub	G rhiz	Europ.	C
25.	*Carlina corymbosa* L.	H scap	Circum-Medit.	C
26.	*Carlina gummifera* (L.) Less.	H ros	S-Medit.	C
27.	*Carthamus lanatus* L.	T scap	Euri-Medit.	S
28.	*Celtis australis* L.	P caesp	Euri-Medit.	R
29.	*Cerastium glomeratum* Thuill.	T scap	Cosmop.	C
30.	*Cichorium intybus* L.	H scap	Cosmop.	C
31.	*Cistus monspeliensis* L.	NP	Circum-Medit. Macarones.	D
32.	*Chamaemelum fuscatum* (Brot.) Vasc.	T scap	W-Medit.	C
33. C	*Chenopodiastrum murale* (L.) S.Fuentes, Uotila &Borsch	T scap	Subcosmop	S
34.	*Clematis cirrhosa* L.	P lian	Medit.-Turan.	C
35.	*Clematis flammula* L.	P lian	Euri-Medit.	S

n.	Taxon	Forma biologica	Tipo corologico	Diffusione
36.	*Clinopodium nepeta* (L.) Kuntze subsp. *spruneri* (Boiss.) Bartolucci & F.Conti	H scap	Orof.-SE-Europ.	S
37.	*Colchicum cupanii* Guss.	G bulb	Circum-Medit.	S
38.	*Convolvulus althaeoides* L.	H scand	W-Medit.	C
39.	*Convolvulus cantabrica* L.	H scap	Euri-Medit.	C
40.	*Crataegus monogyna* Jacq.	P caesp	Eurasiat.	C
41.	*Clematis cirrhosa* L.	P lian	Medit.-Turan.	C
42.	*Cynara cardunculus* L.	H scap	Circum-Medit.	D
43.	*Cynodon dactylon* (L.) Pers.	G rhiz	Cosmop.	C
44.	*Cynoglossum creticum* Mill.	H bienn	Euri-Medit.	C
45.	*Cynosurus cristatus* L.	H caesp	Europ.-Caucas.	C
46.	*Cytisus laniger* DC.	P caesp	Circum-Medit.	S
47.	*Dactylis glomerata* L. subsp. *hispanica* (Roth) Nyman	H caesp	Circum-Medit.	S
48.	*Daphne gnidium* L.	P caesp	Circum-Medit.	S
49.	*Daucus carota* L. subsp. *carota*	H bienn	Paleotemp. Cosmop.	C
50.	*Dianthus* sp.	Ch frut	Endem.	R
51.	*Dioscorea communis* (L.) Caddick & Wilkin	G rad	Circum-Medit.	S
52.	*Dittrichia graveolens* (L.) Greuter	T scap	Medit.-Turan.	S
53.	*Dittrichia viscosa* (L.) Greuter subsp. viscosa	H scap	Euri-Medit.	C

n.	Taxon	Forma biologica	Tipo corologico	Diffusione
54.	*Echium plantagineum* L.	H bienn	Euri-Medit.	C
55.	*Erica arborea* L.	P caesp	Circum-Medit.	C
56.	*Erodium moschatum* (L.) L'Hér.	H bienn	Euri-Medit.	C
57.	*Eryngium campestre* L.	H scap	Euri-Medit.	C
58.	*Eryngium tricuspidatum* L.	H scap	SW-Medit.	C
59.	*Euphorbia characias* L.	NP	Circum-Medit.	S
60.	*Euphorbia dendroides* L.	NP	Circum-Medit.	S
61.	*Euphorbia helioscopia* L. subsp. *helioscopia*	T scap	Cosmop.	C
62.	*Euphorbia pithyusa* L. subsp. *cupanii* (Guss. ex Bertol.) Radcl.-Sm.	Ch suffr	Endem. Ital.	C
63.	*Ferula communis* L.	H scap	Circum-Medit.	S
64.	*Ficus carica* L.	P scap	Medit.-Turan.	R
65.	*Fumana thymifolia* (L.) Spach ex Webb	Ch suffr	Circum-Medit.	S
66.	*Galactites tomentosus* Moench	H bienn	Circum-Medit.	D
67.	*Galium scabrum* L.	H scap	W-Medit.	C
68.	*Galium verrucosum* Huds.	T scap	Circum-Medit.	C
69.	*Geranium purpureum* Vill.	T scap	Euri-Medit.	C
70.	*Geranium rotundifolium* L.	T scap	Paleotemp.	C
71.	*Hedera helix* L.	P lian	Subalt.	S

n.	Taxon	Forma biologica	Tipo corologico	Diffusione
72.	*Helichrysum microphyllum* (Willd.) Camb. subsp. *tyrrhenicum*Bacch., Brullo et Giusso	Ch suffr	Endem.	D
73.	*Heliotropium europaeum* L.	T scap	Medit.-Turan.	C
74.	*Helminthotheca echioides* (L.) Holub	H scap	Euri-Medit.	D
75.	*Hypericum perforatum* L.	H caesp	Cosmop.	C
76.	*Hypericum scruglii* Bacch., Brullo & Salmeri	H scap	Endem.	R
77.	*Hypochaeris achyrophorus* L.	T scap	Circum-Medit.	D
78.	*Hypochaeris glabra* L.	T scap	Euri-Medit.	C
79.	*Hyoseris radiata* L.	H ros	Circum-Medit.	C
80.	*Lagurus ovatus* L.	T scap	Euri-Medit.	C
81.	*Lathyrus annuus* L.	T scap	Euri-Medit.	C
82.	*Lathyrus oleraceus* Lam.	T scap	Circum-Medit.	C
83.	*Lavandula stoechas* L.	NP caesp	Circum-Medit.	S
84.	*Leontodon tuberosum* L.	H ros	Circum-Medit.	C
85.	*Linum strictum* L. subsp. *strictum*	T scap	Circum-Medit.	C
86.	*Lonicera implexa* Aiton	P lian	Circum-Medit.	C
87.	*Lotus* sp.	T rept		C
88.	*Juniperus oxycedrus* L. subsp. *oxycedrus*	P caesp	Euri-Medit.	S

n.	Taxon	Forma biologica	Tipo corologico	Diffusione
89.	*Macrobriza maxima* (L.) Tzvelev	T scap	Paleosubtrop.	C
90.	*Magydaris pastinacea* (Lam.) Paol.	H scap	W-Medit.	S
91.	*Malva olbia* (L.) Alef.	P caesp	Circum-Medit.	S
92.	*Melica ciliata* L.	H scap	Medit.-Turan.	S
93.	*Micromeria graeca* (L.) Benth. ex Rchb. subsp. *graeca*	Ch suffr	Circum-Medit.	C
94.	*Olea eur*opaea L. var. *sylvestris* Brot.	P caesp	Circum-Medit.	D
95.	*Oloptum miliaceum* (L.) Röser & H.R.Hamasha	H caesp	Medit.-Turan.	R
96.	*Onopordum illyricum* L.	H scap	Circum-Medit.	C
97.	*Osyris alba* L.	NP	Euri-Medit.	C
98.	*Phalaris caerulescens* Desf.	H caesp	Circum-Medit.-Macaron.	C
99.	*Phalaris minor* Retz.	T scap	Paleosubtrop.	C
100.	*Phedimus stellatus* (L.) Raf.	T scap	Circum-Medit.	D
101.	*Phillyrea latifolia*	P caesp	Circum-Medit.	S
102.	*Pistacia lentiscus* L.	P caesp	S-Medit.	D
103.	*Plantago coronopus* L.	H ros	Euri-Medit.	C
104.	*Plantago lanceolata* L.	H ros	Cosmop.	C
105.	*Plantago weldenii* Rchb.	T ros	Euri-Medit.	C
106.	*Poa annua* L.	T caesp	Cosmop.	D

n.	Taxon	Forma biologica	Tipo corologico	Diffusione
107.	*Poa bulbosa* L.	H caesp	Paleotemp	C
108.	*Polygonum aviculare* L.	T rept	Cosmop	S
109.	*Polypodium cambricum* L.	H ros	Circum-Medit.	S
110.	*Poterium sanguisorba* L.	H scap	Paleotemp.	S
111.	*Prospero autumnale* (L.) Speta	G bulb	Euri-Medit.	C
112.	*Prospero obtusifolium* (Poir.) Speta subsp*. intermedium*(Guss.) Soldano & F. Conti	G bulb	SW-Medit.	S
113.	*Prunus spi*nosa L.	P caesp	Eurasiat.	S
114.	*Pyrus spinosa* Forssk.	P scap	Eurasiat.	D
115.	*Pulicaria odora* (L.) Rchb.	H scap	Euri-Medit.	C
116.	*Quercus ilex* L.	P scap	Circum-Medit.	S
117.	*Quercus suber* L.	P scap	Circum-Medit.	C
118.	*Ranunculus bullatus* L.	H ros	Circum-Medit.	C
119.	*Raphanus raphanistrum* L.	T scap	Circumbor.	C
120.	*Reichardia picroides* (L.) Roth	H scap	Circum-Medit.	S
121.	*Rhagadiolus stellatus* (L.) Gaertn.	T ros	Euri-Medit.	C
122.	*Rhamnus alaternus* L.	P caesp	Circum-Medit.	C
123.	*Rosa agrestis* Savi	NP	Euri-Medit.	R
124.	*Rosa canina*	NP	Paleotemp.	S
125.	*Rosa sempervirens* L.	NP	Circum-	S

n.	Taxon	Forma biologica	Tipo corologico	Diffusione
			Medit.	
126.	*Rubia peregrina* L.	P lian	Circum-Medit. Macarones.	S
127.	*Rubus* gr. *ulmifolius* Schott	NP	Euri-Medit.	C
128.	*Rumex obtusifolius* L.	H scap	Cosmop.	C
129.	*Rumex thyrsoides* Desf.	H scap	W-Medit.	C
130.	*Ruta chalepensis*	Ch suffr.	S-Medit.	C
131.	*Ruscus aculeatus* L.	Ch frut	Euri-Medit.	S
132.	*Salvia clandestina* L.	H scap	SE-Europ.	S
133.	*Schoenus nigricans* L.	H caesp	Subcosmop.	S
134.	*Scolymus hispanicus* L.	H scap	Circum-Medit.	C
135.	*Senecio lividus* L.	T scap	Circum-Medit.	C
136.	*Sherardia arvensis* L.	T scap	Euri-Medit.	C
137.	*Silene gallica* L.	T scap	Euri-Medit.	C
138.	*Silybum marianum* (L.) Gaertn.	H bienn	Medit.-Turan.	S
139.	*Sisymbrium* sp.	T scap		C
140.	*Smilax aspera* L.	G rhiz	Subtrop.	C
141.	*Smyrnium olusatrum* L.	H bienn	Medit.-Atl.	C
142.	*Squilla undulata* (Desf.)Mart.-Azorín, M.B.Crespo & M.Á.Alonso	G bulb	S-Medit.	C
143.	*Stachys glutinosa* L.	Ch frut	Endem.	S
144.	*Stachys major* (L.) Bartolucci & Peruzzi	Ch frut	Circum-Medit.	S

n.	Taxon	Forma biologica	Tipo corologico	Diffusione
145.	*Stachys ocymastrum* (L.) Briq.	T scap	W-Medit.	S
146.	*Stellaria media* (L.) Vill.	T rept	Cosmop.	C
147.	*Stellaria pallida* (Dumort.) Crép.	T scap	Paleotemp.	C
148.	*Teucrium capitatum* L.	Ch suffr	Circum-Medit.	C
149.	*Teucrium chamaedrys* L. subsp. *chamaedrys*	Ch suffr	Euri-Medit.	S
150.	*Teucrium marum* L.	Ch frut	Subendem.	C
151.	*Thapsia garganica* L. subsp. *garganica*	H scap	S-Medit.	C
152.	*Thapsia meoides* (Desf.) Guss.	H scap	Circum-Medit.	R
153.	*Thymelaea hirsuta* (L.) Endl.	NP	S-Medit.	S
154.	*Thymus herba-barona* Loisel.	Ch rept	Endem.	S
155.	*Trifolium campestre* Schreb.	T scap	Paleotemp.	C
156.	*Trifolium stellatum* L.	T scap	Circum-Medit.	C
157.	*Trifolium subterraneum* L.	T rept	Euri-Medit.	S
158.	*Triglochin laxiflora* Guss.	G bulb	W-Medit.	C
159.	*Triticum vagans* (Jord. &Fourr.) Greuter	T scap	Euri-Medit.	S
160.	*Umbilicus rupestris* (Salisb.) Dandy	G bulb	Medit.-Atl.	C
161.	*Urtica atrovirens* Req. ex Loisel.	H scap	Circum-Medit.	S
162.	*Urginea fugax* (Moris) Steihn.	G bulb	W-Medit.	S
163.	*Verbascum sinuatum* L.	H bienn	Euri-Medit.	C
164.	*Verbascum* sp.	H bienn		S

n.	Taxon	Forma biologica	Tipo corologico	Diffusione
165.	*Vicia* sp.	T scap		C

La componente floristica riscontrata durante i rilevamenti è rappresentata da165 unità tassonomiche (Tabella 10.7). Lo spettro biologico mostra la predominanza (70%) di elementi erbacei, in prevalenza emicriptofite e geofite. Una rappresentanza rilevante di specie legnose (>28%) risulta in aderenza con la predominanza di comunità seriali forestali, pre-forestali e della gariga osservate. Dallo spettro corologico si evince una quota nettamente predominante di elementi mediterranei s.l. (>75%), di cui la presenza di entità endemiche e sub-endemiche risulta bassa. Una quota trascurabile di elementi ad ampia distribuzione risulta coerente con l'alta naturalità degli ambienti riscontrati, perturbati esclusivamente dallo sfruttamento zootecnico tradizionale (pascolo brado) e da incendi pregressi, ma attualmente non interessati da altri processi di antropizzazione.

La componente endemica rilevata è rappresentata dai seguenti taxa:

- *Arum pictum* L. f. (Araceae). Nell'area di studio è piuttosto frequente ovunque presso le macchie e i lembi di boscaglia, le siepi, e lungo i margini della viabilità, a ridosso di muri a secco. L'entità è considerata *di minor preoccupazione* (LC) nelle 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). Nell'area di studio è stata rilevata presso gli incolti pascolati e sporadicamente lungo i margini della viabilità. L'entità è considerata *di minor preoccupazione* (LC) nelle Liste Rosse per la flora italiana (ROSSI et al., 2020; ORSENIGO et al., 2021).
- *Helichrysum microphyllum* (Willd.) Camb. subsp. *tyrrhenicum* Bacch., Brullo et Giusso (Asteraceae). Nell'area di studio risulta poco frequente presso garighe, macchie degradate, ambienti rupicoli. L'entità è considerata *di minor preoccupazione* (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 della Sardegna. Vegeta in depressioni umide e deboli linee di impluvio, prioritariamente su substrati carbonatici, in poche località della Sardegna orientale tra cui due località note per il territorio amministrativo di Seui (FOIS et al., 2014). Nell'area di studio è stata osservata nel sito individuato in via preliminare per l'installazione della Stazione Elettrica RTN. L'entità è considerata minacciata (EN) nelle Liste Rosse per la flora italiana (ROSSI et al., 2020; ORSENIGO et al., 2021).
- *Stachys glutinosa* L. (Lamiaceae). Presso l'area di studio è piuttosto comune in corrispondenza di garighe rupicole (es. T12 e relativa viabilità; tratti di viabilità di accesso dalla SP27). L'entità è considerata *di minor preoccupazione* (LC) nelle Liste Rosse per la flora italiana (ROSSI et al.,

2020; ORSENIGO et al., 2021).

- *Teucrium marum* L. (Lamiaceae). Piuttosto frequente nell'area di studio, principalmente nel settore dei calcari paleozoici, ove costituisce garighe rupicole e di roccaglia. Per l'entità non è disponibile una categoria di rischio su scala nazionale o regionale, secondo i criteri IUCN.
- *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 osservata esclusivamente nel sito individuato per l'installazione della Stazione Elettrica RTN. Per l'entità non è disponibile una categoria di rischio su scala nazionale o regionale, secondo i criteri IUCN.

Tra le altre entità di interesse fitogeografico e/o conservazionistico, si segnalano:

Ambrosinia bassii L. (Araceae). Geofita rizomatosa a distribuzione Mediterranea occidentale nota in Italia solo per Sardegna e Sicilia. Vegeta nei pratelli, margini di macchie e garighe, spesso su suoli superficiali e substrati rocciosi. Nell'area di studio è frequente in corrispondenza delle formazioni pre-forestali, presso pratelli e garighe impostate su substrati rocciosi, e nella vegetazione sciafila sviluppata alla base dei muretti a secco. L'entità è considerata *quasi minacciata* (NT) nelle Liste Rosse per la flora italiana (ORSENIGO et al., 2021).

Barlia robertiana (Loisel.) Greuter (Orchidaceae). Geofita bulbosa a distribuzione Circum-Mediterranea. Orchidea selvatica che vegeta in ambiente prativo e nelle radure tra la macchia, generalmente su substrati carbonatici, è tra le specie più precoci, a fioritura invernale e pertanto già ben sviluppata e facilmente determinabile in occasione delle ricerche effettuate *in situ*. Comune in Sardegna ma con areale di distribuzione frammentato, è ritenuta sporadica nel Sarrabus-Gerrei e non era mai stata segnalata prima d'ora per i territori del Gerrei (IIRITI, 2006). Presso l'area di studio è stata rinvenuta in un solo individuo in corrispondenza del tracciato di viabilità di nuova realizzazione di accesso all'aerogeneratore T07. L' entità è considerate *di minor preoccupazione* (LC) nelle Liste Rosse per la flora italiana (ROSSI et al., 2020; ORSENIGO et al., 2021).

Colchicum cupanii Guss. (Colchicaceae). Geofita bulbosa a corologia Mediterranea, in Italia presente nelle regioni meridionali e insulari, ove tuttavia risulta spesso poco comune. Nell'area di studio è stata osservata presso pratelli sviluppati su substrati rocciosi (T02, T12 e tratto viabilità accesso T03-T12), in associazione ad altre geofite ed emicriptofite a fioritura autunnale [es. *Prospero autumnale* (L.) Speta, *Ranunculus bullatus* L., *Squilla undulata* (Desf.)Mart.-Azorín, M.B.Crespo & M.Á.Alonso]. L' entità è considerata *di minor preoccupazione* (LC) nelle Liste Rosse per la flora italiana (ROSSI et al., 2020; ORSENIGO et al., 2021).

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 è comune. Per l'entità non è disponibile una categoria di rischio su scala nazionale o regionale, secondo i criteri IUCN.

Prospero obtusifolium (Poir.) Speta subsp*. intermedium* (Guss.) Soldano & F. Conti (Asparagaceae). Geofita bulbosa a corologia Mediterranea sud-occidentale, in Italia presente solo in Sardegna e Sicilia. Osservata presso i pratelli xerofili su substrati rocciosi di varia natura (T08, T12). L'entità è considerata *quasi minacciata* (NT) nelle Liste Rosse per la flora italiana (ROSSI et al., 2020; ORSENIGO et al., 2021).

Ruscus aculeatus L. (Asparagaceae). Camefita fruticosa a corologia Euri-Mediterranea. Partecipa alla vegetazione del mantello forestale, con *optimum* nelle comunità a dominanza di *Quercus ilex* L. Nell'area di studio è stata osservata presso formazioni pre-forestali e lembi di formazioni forestali in siti ad esposizione settentrionale, indifferentemente dal tipo di substrato Tratti viabilità T06-T08, viabilità in adeguamento accesso SS387-T09. L'entità è di interesse comunitario (allegato V Direttiva Habitat 93/43 CEE) ed è considerata *di minor preoccupazione* (LC) nelle Liste Rosse per la flora italiana (ROSSI et al.,2013).

Squilla undulata (Desf.) Mart.-Azorín, M.B.Crespo & M.Á.Alonso (Asparagaceae). Geofita bulbosa a corologia Mediterranea meridionale, in Italia nota per la sola Sardegna. E' stata osservata (rara) presso pratelli xerofili sviluppati su substrati rocciosi carbonatici (es. T01, T02, T12 e tratto viabilità T03-T12). L'entità è considerata *di minor preoccupazione* (LC) nelle Liste Rosse per la flora italiana (ROSSI et al., 2020; ORSENIGO et al., 2021).

Stachys ocymastrum (L.) Briq. (Lamiaceae). Terofita scaposa a corologia Mediterranea occidentale, in Sardegna considerata poco frequente (ARRIGONI, 2006-2015), per il Sarrabus-Gerrei nota per due sole località (IIRITI, 2006). Nell'area di studio è stata individuata in pratelli xerofili su substrati carbonatici (T12 e relativa viabilità di accesso di nuova realizzazione). Trattandosi di un taxon annuale, l'individuazione di giovani plantule e di spighe dell'anno precedente ormai in cattive condizioni è stata casuale e, per ovvie ragioni legate alla fenologia della specie, allo stato attuale non è possibile definirne la diffusione ed entità della popolazione all'interno dell'area di studio. Per l'entità non è disponibile una categoria di rischio su scala nazionale o regionale, secondo i criteri IUCN.

Teucrium chamaedrys L. subsp. *chamaedrys* (Lamiaceae). Camefita suffruticosa a corologia Euri-

Mediterranea, presente in tutte le regioni d'Italia. In Sardegna la specie si osserva principalmente nei settori centrale e settentrionale, mentre risulta molto rara nel settore meridionale. Per l'intero Sarrabus-Gerrei è disponibile una sola segnalazione vecchia di 130 anni (LOVISATO, 1893; IIRITI, 2006): il presente ritrovamento rappresenta pertanto un'importante conferma della presenza del taxon in tutta la Sardegna sud-orientale. Le popolazioni osservate si sviluppano in mosaici di gariga bassa e praterie perenni a *Brachypodium retusum* (viabilità T01-T02-T04). Per l'entità non è disponibile una categoria di rischio su scala nazionale o regionale, secondo i criteri IUCN.

Thapsia meoides (Desf.) Guss. (Apiaceae). Emicriptofita scaposa a corologia Circunm-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 il sito individuato per l'installazione della Stazione Elettrica RTN. Per l'entità non è disponibile una categoria di rischio su scala nazionale o regionale, secondo i criteri IUCN.

Triglochin laxiflora Guss. (Juncaginaceae). Geofita bulbosa a corologia Mediterranea occidentale, presente in alcune regioni dell'Italia mediterranea. Vegeta presso pratelli zuppi o inondati durante il periodo invernale, anche impostati nelle conche, depressioni o fenditure delle rocce, ed è considerata specie caratteristica dell'alleanza vegetazionale *Isoëtion*, ordine *Isoëtetalia*, classe *Isoëto-Nanijuncetea* (es. BRULLO et al., 2022), seppur presenti un'ecologia piuttosto ampia. Osservata presso i pratelli impostati su substrati rocciosi carbonatici (T02). Si tratta di un'entità considerata *quasi minacciata* (NT) nelle Liste Rosse per la flora italiana (ORSENIGO et al., 2021).

Urginea fugax (Moris) Steinh (Asparagaceae). Geofita bulbosa a corologia Mediterranea occidentale, presente in Italia esclusivamente in Sardegna ove è considerata sporadica. Popolamenti di questa specie di interesse fitogeografico sono stati osservati presso il sito individuato per l'installazione della Stazione Elettrica RTN. L'entità è considerata quasi minacciata (NT) nelle Liste Rosse per la flora italiana (OSERNIGO et al., 2021).

In virtù del particolare contesto geografico, orografico e geo-pedologico nonché biogeografico, si ipotizza la presenza di altre entità endemiche e di interesse conservazionistico e/o fitogeografico, non rilevabili al momento delle indagini effettuate, essenzialmente per questioni fenologiche. Tra queste, è da annoverare anche l'intera componente orchidologica (Orchidaceae), sicuramente ben rappresentata presso le formazioni erbacee naturali e i mosaici con la macchia e gli eventuali affioramenti rocciosi, ma non rilevabile (con l'esclusione di *Barlia robertiana*) in occasione delle presenti indagini per ovvie ragioni legate alla fenologia dei taxa. 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).

Nei settori nord-orientali dell'area di studio, e in particolare presso gli aerogeneratori T09, T10, T11 e relativa viabilità di accesso e collegamento, è stata riscontrata la presenza di individui interferenti di *Quercus suber* L., specie tutelata dalla legge regionale n. 4/1994.

Ai margini della viabilità di collegamento T05-T06 (39°30'43.78"N . 09°19'41.95"E), si riscontra individuo di *Olea europaea* L. var. *sylvestris* Brot. vetusto, del quale si riportano i caratteri dendrometrici principali:

circonferenza alla base = 9,3 m

circonferenza dei due tronchi principali = 3,9 m; 1,10 m

altezza = 5,2 m

diametro chioma = 12,5 m

L'individuo è certamente pluri-secolare e risulta essere di interesse conservazionistico per le dimensioni, l'età e il legame con la memoria storica delle popolazioni locali. Non essendo segnalato nel registro nazionale degli alberi monumentali, come da protocollo né è stata segnalata la presenza alle autorità locali.

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

Figura 10.6 – Alcune delle entità di interesse conservazionistico e/o fitogeografico rilevate nell'area di studio in occasione delle presenti indagini (da sx in alto a dx in basso): Arum pictum, Ambrosinia bassii, Barlia robertiana, Squilla purpurascens, Stachys ocymastrum, Teucrium chamaedrys subsp. chamaedrys.

Figura 10.7 – Individuo plurisecolare di Olea europaea var. sylvestris, di valore monumentale, localizzato a ridosso di un muro a secco sviluppato lungo i margini della strada di penetrazione che sarà oggetto di

adeguamento per la realizzazione della viabilità di collegamento T05-T06.

10.3.2.1.3 Aspetti vegetazionali

10.3.2.1.3.1 Vegetazione riscontrata sul campo

L'intero progetto si sviluppa lungo una breve catena di rilievi di ambito collinare, localmente denominata *Tacu*, a sviluppo longitudinale SW-NE su paesaggi geo-litologici principalmente carbonatici (calcari e dolomie paleozoiche, aerogeneratori T01-02-03-04-05-06-07-08 e relativa viabilità) e secondariamente metamorfici/silicei (aerogeneratori T09-10-11), presso i quali predominano due unità di paesaggio vegetale distinte, rispettivamente da riferire alla serie sarda, termo-mesomediterranea del leccio (*Prasio majoris-Quercetum ilicis*) ed alla serie sarda, termo-mesomediterranea della sughera (*Galio scabri-Quercetum suberis*).

Presso i siti caratterizzati da litologie carbonatiche, gli stadi più maturi osservati sono rappresentati da cenosi fanerofitiche a sclerofille mediterranee, generalmente macchie ed arbusteti, meno frequentemente lembi di arbusteti alti e formazioni boschive, sviluppati prevalentemente su substrati rocciosi o con suoli primitivi. In tale contesto predominano nettamente *Pistacia lentiscus* L., *Pyrus spinosa* Forssk. e *Olea europaea* L. var. *sylvestris*. Gli aspetti più termofili sviluppati nei siti ad esposizione meridionale predominano *P. lentiscus* e *O. europaea* ai quali si associano (in ordine decrescente di presenza) *Asparagus acutifolius* L., *Anagyris foedida* L., *Rhamnus alaternus* L., *Euphorbia characias* L., *Ruta chalepensis* L., *Phillyrea latifolia* L., *Daphne gnidium* L., *Thymelaea hirsuta* (L.) Endl., molto di rado *Asparagus albus* L. (alleanza *Oleo-Ceratonion siliquae* della classe *Quercetea ilicis*). Presso i siti ad esposizione settentrionale o in ogni caso in condizioni più mesofile, predominano *Pyrus spinosa* e *Pistacia lentiscus*, a cui si associano *Crataegus monogyna* Jacq., *Rubus* gr. *ulmifolius* Schott, *Asparagus acutifolius*, *Rosa sempervirens* L., *Rosa agrestis* Savi, localmente *Ruscus aculeatus* L. e *Quercus ilex* L. In entrambi i casi, risulta abbondante l'elemento delle lianose tra cui *Smilax aspera* L., *Rubia peregrina* L., *Stachys major* (L.) Bartolucci & Peruzzi, *Lonicera implexa* Aiton, *Clematis cirrhosa* L., *Clematis flammula* L. Nello strato erbaceo le entità più comuni sono *Arisarum vulgare* O. Targ.Tozz., *Umbilicus rupestris* (Salisb.) Dandy, *Arum pictum* L. f., *Ambrosinia bassii* L. Si tratta di formazioni a densità limitata, spesso ridotte a contesti di pascolo arbustato a *P. lentiscus*, *P. spinosa*, *A. foetida*, *C. monogyna* (T2, T4, T07, T08), più raramente espresse in formazioni seriali di arbusteti alti e densi (T5, T12). Gran parte di queste formazioni costituiscono cenosi di sostituzione di sistemi forestali depauperate dallo sfruttamento pluri-secolare di tali superfici a fini agro-zootecnici tradizionali (pascolo brado bovino e ovino), del taglio di legname e dal passaggio del fuoco. Ridotti lembi di formazioni forestali a *Q. ilex*, *C. monogyna*, *P. lentiscus*, *R. alaternus* e con *R. aculeatus* e *Hedera helix* L. si osservano lungo il tratto di viabilità T06-T08. Presso il sito T07, si osservano ridotti lembi di comunità della macchia termo-xerofila rupicola dominata da *P. lentiscus*, *P. europaea* var. *sylvestris*, con alta copertura di *Euphorbia dendroides* L., sviluppate lungo un costone roccioso ad esposizione meridionale (1300 m^2 circa). In contesto

cacuminale (T01), di scarpata (es. T07, tratto di viabilità di accesso all'impianto dalla SP27) e più in generale su substrati prevalentemente rocciosi, si osservano comunità camefitiche della gariga pioniera dominate da (in ordine di frequenza) *Teucrium marum* L., *Micromeria graeca* (L.) Benth. ex Rchb. subsp. *graeca*, *Teucrium capitatum* L., *Phagnalon saxatile* (L.) Cass., *Ruta chalepensis*, *Stachys glutinosa* L., *Helichrysum italicum* (Roth) G.Don subsp. *tyrrhenicum* (Bacch., Brullo & Giusso) Herrando, J.M.Blanco, L.Sáez & Galbany, *Teucrium chamaedrys* L. subsp. *chamaedrys*, talvolta associate agli elementi fanerofitici sopracitati. Per la loro distribuzione tipicamente a mosaico, tali formazioni non sono cartografabili singolarmente.

Le fitocenosi fanerofitiche e della gariga si sviluppano a mosaico con formazioni erbacee terofitiche ed emicriptofitiche. Nel primo caso, trattasi di pratelli xerofili sviluppati su suoli primitivi e substrati rocciosi da riferire ad aspetti basifili della classe *Tuberarietea guttatae*. Nel secondo caso, si tratta di cenosi molto variabili in ricchezza floristica e fisionomia a seconda delle pressioni dovute alle condizioni di giacitura (esposizione, inclinazione), edafiche, e del carico zootecnico bovino brado. Le formazioni a più alta naturalità (T01, T02, T04, T012) si esprimono in dense praterie naturali discontinue nettamente dominate da *Brachypodium retusum* (Pers.) P. Beauv., con *Dactylis glomerata* L. subsp. *hispanica* (Roth) Nyman e *Asphodelus ramosus* L. subsp. *ramosus*, sviluppate prevalentemente su suoli poco profondi o rocciosi e da riferire all'alleanza *Thero-Brachypodion ramosi*. Tali aspetti ad alta naturalità, che presentano affinità con l'associazione *Asphodelo africani-Brachypodietum retusi* (BACCHETTA et al., 2005), si osservano ben conservati anche a ridosso dei muri a secco e ai margini della viabilità rurale, elementi che limitano le pressioni dovute al pascolo del bestiame brado. In condizioni di maggiori pressioni dovute al carico zootecnico, i brachipodieti presentano stessa composizione floristica predominante, ma coperture minori e sviluppo in biomassa più limitato. In corrispondenza di suoli più profondi e con meno scheletro, sfruttati da un carico zootecnico più importanti, tali praterie naturali sono dominate dagli aspetti più sub-nitrofili della classe *Artemisietea vulgaris*, con la proliferazione di *A. ramosus* subsp. *ramosus* e *Carlina corymbosa* L., ed arricchite da elementi delle classi *Poetea bulbosae* e *Stellarietea mediae*. In posizione ecotonale, lungo le aree di contatto tra tali formazioni prative e le cenosi arbustive/arboree, nonché in corrispondenza degli affioramenti rocciosi, muri a secco, stradelli, su substrati poco profondi, si sviluppano comunità erbacee perenni costituite da emicriptofite rosulate e scapose, e da geofite bulbose e rizomatose a sviluppo vegetativo invernale e fioritura tardo-estiva autunnale, tra cui (in ordine di frequenza) *Bellis sylvestris* Cirillo, *Ranunculus bullatus* L., *Prospero autumnale* (L.) Speta, *Leontodon tuberosus* L., *Ambrosinia bassii* L., *Prospero obtusifolium* (Poir.) Speta subsp. *intermedium* (Guss.) Soldano & F.Conti, *Colchicum cupanii* Guss., *Squilla undulata* (Desf.)Mart.-Azorín, M.B.Crespo & M.Á.Alonso, *Triglochin laxiflora* Guss., riferibili all'alleanza *Leontodo tuberosi-Bellidion sylvestris*. Molte delle succitate entità floristiche sono di interesse fitogeografico. Presso le suddette formazioni erbacee perenni o annue si presume un'alta frequenza di taxa della famiglia delle Orchidaceae. Per la loro distribuzione tipicamente a mosaico, tali formazioni non sempre risultano cartografabili singolarmente.

Nei settori maggiormente soggetti alle pressioni di pascolo (T03, T05, T06, T07) le formazioni erbacee sono caratterizzate da elementi sub-nitrofili della classe *Artemisietea vulgaris*, ed arricchite in elementi nitrofili e sinantropici della classe *Stellarietea mediae*. Si tratta di formazioni semi-naturali di scarso interesse conservazionistico.

Presso i siti caratterizzati da litologie silicee/metamorfiche, gli stadi più maturi osservati (viabilità di accesso dalla SS387 all'aerogeneratore T09) sono rappresentati da cenosi fanerofitiche a sclerofille mediterranee, ovvero macchie, arbusteti alti e formazioni boschive, caratterizzati dalla netta predominanza di *Quercus suber* L. A questa, si associano *Erica arborea* L., *Pyrus spinosa* L., *Pistacia lentiscus* L., *Cytisus laniger* DC., poche lianose (*Smilax aspera* L., *Rubia peregrina* L.) e uno strato erbaceo rado caratterizzato da *Galium scabrum* L. e *Arisarum vulgare* O.Targ.Tozz. Più frequentemente tali formazioni sono ridotte a condizioni di pascolo naturale arborato a sughera (T11, viabilità collegamento T09-T11) o arbustato con cenosi pre-forestali (macchie e arbusteti con le medesime specie sopracitate, T09, T10) o di sostituzione della macchia ovvero garighe secondarie silicicole dominate da *Cistus monspeliensis* L. e *Lavandula stoechas* L. (viabilità collegamento T10-T11). L'elemento erbaceo sviluppato a mosaico con le formazioni fanerofitiche, e dominante nei pascoli naturali, è costituito prevalentemente da emicriptofite e geofite, ai quali si associano terofite di piccola taglia, e si riferisce alla classe *Poetea bulbosae*. A seconda del carico zootecnico tali formazioni si arricchiscono di elementi maggiormente nitrofili della classe *Artemisietea vulgaris*. A mosaico con le formazioni di macchia e di gariga si sviluppano pratelli xerofili della classe *Tuberarietea guttate*, e sciafili e nitrofili dell'ordine *Geranio purpurei-Cardaminetalia hirsutae* (classe *Cardaminetea hirsutae*).

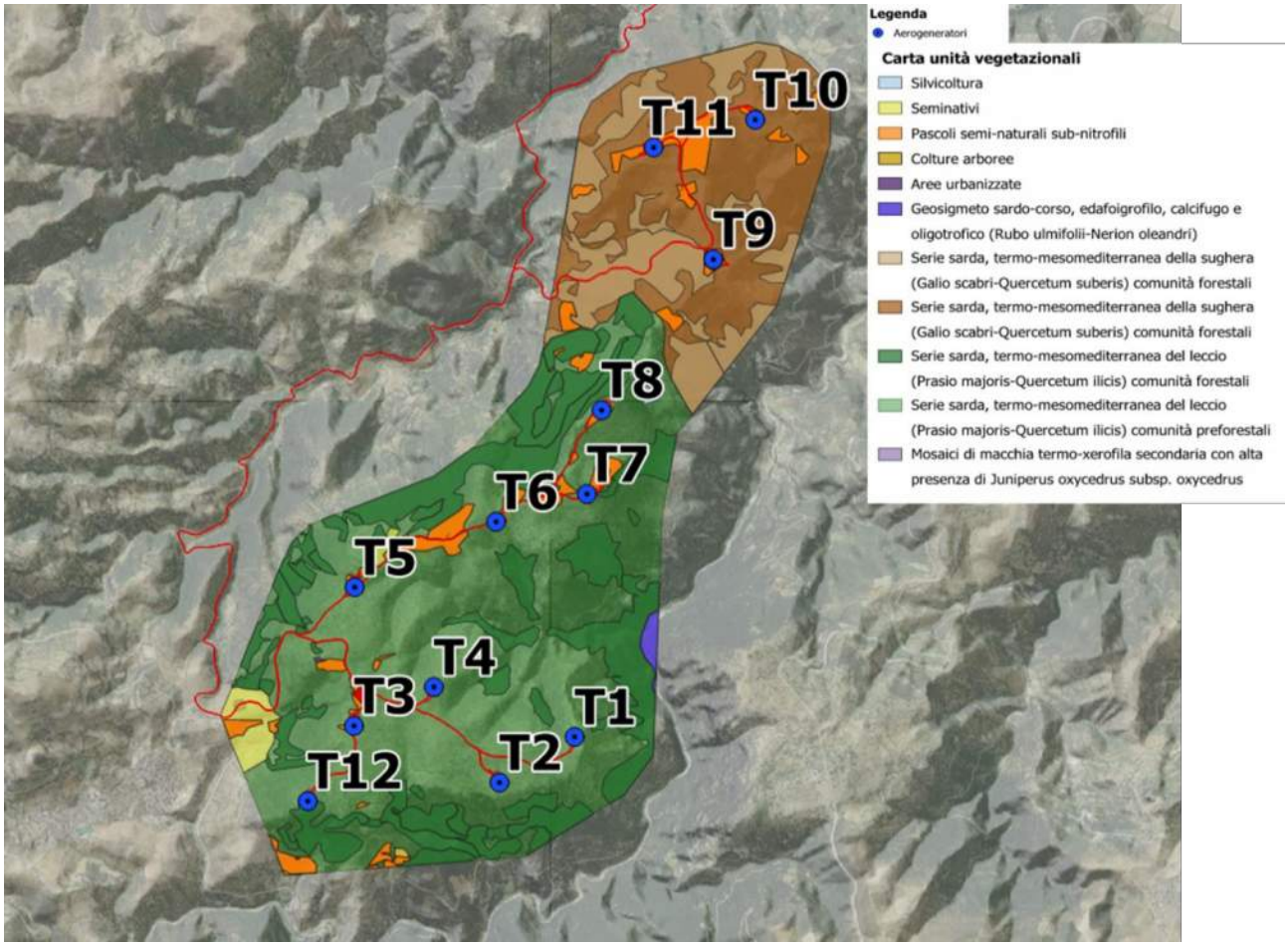


Figura 10.8 – Unità del paesaggio vegetale riscontrate nel sito interessato dalle opere in progetto.

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

T01. Pascolo naturale arbustato localizzato in posizione cacuminale, impostato su substrati rocciosi carbonatici a esposizione principalmente meridionale. L'elemento fanerofitico è rado e rappresentato da *Pyrus spinosa* Forssk., *Pistacia lentiscus* L. e *Anagyris foetida* L., a cui si associano elementi camefitici della gariga quali *Teucrium marum* L. e *Teucrium capitatum* L., a bassa copertura. L'elemento erbaceo è dominato da *Brachypodium retusum* (Pers.) P.Beauv., *Asphodelus ramosus* L. subsp. *ramosus*, *Carlina corymbosa* L., *Eryngium campestre* L., e da riferire alle praterie perenni dell'alleanza *Thero-Brachypodion ramosi* (classe *Artemisietea vulgaris*).

T02. Pascolo naturale impostato su substrati rocciosi carbonatici, a esposizione meridionale, dominato da praterie perenni a *Brachypodium retusum* e *Asphodelus ramosus* (all. *Thero-Brachypodion ramosi*, cl. *Artemisietea vulgaris*) ed arbustato (in ordine di frequenza) a *Pyrus spinosa*, *Anagyris foetida*, *Olea europaea* L. var. *sylvestris, Pistacia lentiscus.*

T03. Pascolo sub-nitrofilo semi-naturale, iper-sfruttato da bestiame bovino brado, dominato da emicriptofile e geofite delle classi *Poetea bulbosae* e *Artemisietea vulgaris*, con singoli individui arbustivi di *Pistacia lentiscus* L.

T04. Macchie e arbusteti a bassa densità, sviluppati su substrati ad alta rocciosità e con esposizione prevalentemente settentrionale. Predominanza di *Pyrus spinosa*, *Crataegus monogyna* Jacq., *Pistacia lentiscus*, *Olea europaea* var. *sylvestris* sviluppati a mosaico con praterie naturali perenni dominate da *Brachypodium retusum*, *Dactylis glomerata* L. subsp. *hispanica* (Roth) Nyman, *Asphodelus ramosus* subsp. *ramosus* (all. *Thero-Brachypodion ramosi*, cl. *Artemisietea vulgaris*). Elementi camefitici della gariga, tra cui *Teucrium marum* e popolamenti di *Teucrium chamaedrys* L. subsp. *chamaedrys*.

T05. Pascoli semi-naturali a dominanza di emicriptofite e geofite della classe *Artemisietea vulgaris*, associati ad elementi più nitrofili della classe *Stellarietea mediae*, impostanti su suoli a media profondità ed esposizione settentrionale. Secondariamente, formazioni seriali della macchia alta e degli arbusteti, dominate da individui arbustivi e arborei di *Pyrus spinosa*, *Crataegus monogyna*, *Pistacia lentiscus* associati a *Rubus* gr. *ulmifolius* Schott ed abbondanti lianose ed a mosaico con praterie perenni (cl. *Artemisietea vulgaris* e *Poetea bulbosae*).

T06. Macchie e arbusteti a bassa densità, sviluppati su suoli superficiali e con esposizione nord-orientale, dominati da *Pistacia lentiscus*, *Pyrus spinosa*, *Crataegus monogyna*, *Olea europaea* var. *sylvestris* e con individui di *Quercus ilex* L., a mosaico con formazioni prative perenni semi-naturali sub-nitrofile della classe *Artemisietea vulgaris*.

T07. Gran parte delle superfici ricadono in corrispondenza di praterie perenni pascolate della classe *Artemisietea vulgaris*, sviluppate su substrati rocciosi ed a mosaico con lembi di macchie dominate da *Pistacia lentisus* L. e rade garighe a *Teucrium capitatum*. Secondariamente, lungo un costone roccioso a litologie carbonatiche ed alta acclività, ricade in corrispondenza di vegetazione a sclerofille termo-xerofile arbustive ed arboree dell'alleanza *Oleo-Ceratonion siliquae*, con predominanza di *Pistacia lentiscus*, *Olea europaea* var. *sylvestris* e alta copertura di *Euphorbia dendroides* L.

T08. Le superfici ricadono in corrispondenza di pascoli semi-naturali impostati su suoli superficiali ad esposizione meridionale e dominati da *Asphodelus ramosus* (cl. *Artemisietea vulgaris*) ed a mosaico con singoli/nuclei di individui di *Pistacia lentiscus*, ed in parte in corrispondenza di macchie ed arbusteti ad alta densità, dominate da *Pistacia lentiscus*, *Olea europaea* var. *sylvestris*. e *Pyrus spinosa*, ove compare *Ruscus aculeatus* L.

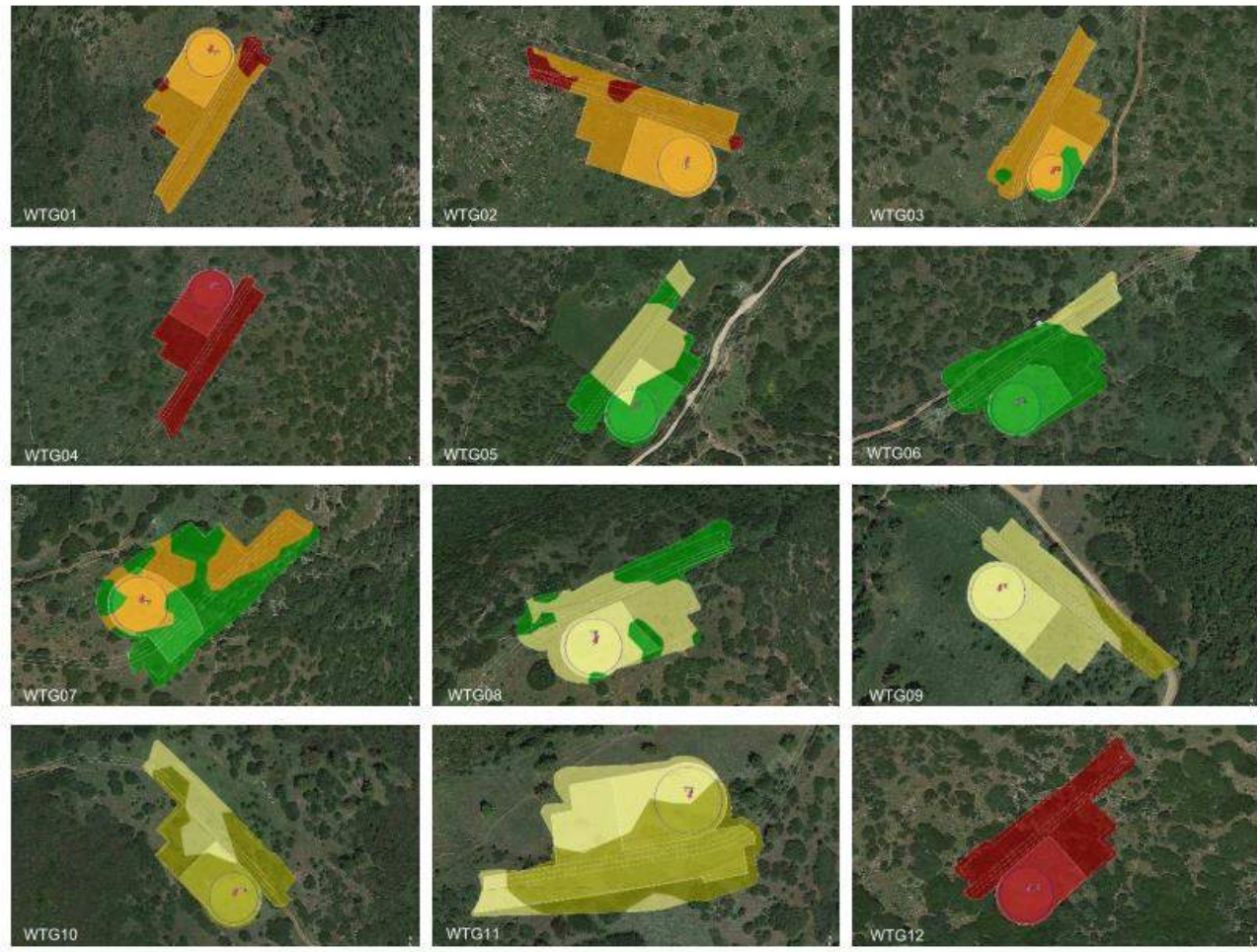
T09. Pascolo iper-sfruttato, sub-nitrofilo silicicolo a dominanza di emicriptofite e terofite, da riferire alle classi *Poetea bulbosae* e *Artemisietea vulgaris*, con rari elementi nitrofili della classe *Stellarietea mediae*, associati a singoli/ridotti nuclei di individui di *Pyrus spinosa* e siepi con *P. spinosa*, *Pistacia lentiscus*, *Rubus* gr. *ulmifolius*, giovani individui di *Quercus suber*.

T10. Praterie perenni sviluppate su substrati sedimentari oligo-miocenici (*Formazione di Ussana*),

ad esposizione meridionale, sub-nitrofile della classe *Poetea bulbosae*, con associati elementi della classe *Artemisietea vulgaris*. iper-sfruttate da pascolo ovino e sviluppate a mosaico con densi nuclei alto-arbustivi di *Pistacia lentiscus*, *Olea europaea* var. *sylvestris*, *Pyrus spinosa*.

T11. Le superfici ricadono in parte in corrispondenza di un pascolo sub-nitrofilo sviluppato su substrati silicei con esposizione settentrionale, a dominanza di emicriptofite e terofite (cl. *Poetea bulbosae*) ed associato a individui arborei di *Quercus suber*, e in parte in corrispondenza di arbusteti alti silicicoli, con predominanza di *Pistacia lentiscus*, *Pyrus spinosa*, *Cytisus laniger* DC, *Arbutus unedo* L., *Rubus* gr. *ulmifolius*. Individui arborei di *Quercus suber*. Per la presenza di individui arborei adulti di *Q. suber*, parte di tali superfici sono interpretabili come ambiente di *Dehesa*.

T12. Formazioni alto-arbustive ed arboree sviluppate su substrati prevalentemente rocciosi, carbonatici, ad esposizione meridionale, della serie sarda, termo-mesomediterranea del leccio (*Prasio majoris-Quercetum ilicis*), dominate da *Pistacia lentiscus*, *Pyrus spinosa*, *Crataegus monogyna*, *Rhamnus alaternus*, *Phillyrea latifolia*, *Quercus ilex*, *Olea europaea* var. *sylvestris*, a cui si associano *Euphorbia characias*, *Ruta chalepensis* e una densa copertura di lianose. A mosaico con tali formazioni si osservano cenosi erbacee perenni a dominanza di emicriptofite, ove prevale *Brachypodium retusum* (all. *Thero-Brachypodion ramosi*, cl. *Artemisietea vulgaris*).



LEGENDA		
1		Vegetazione erbacea semi-naturale dei pascoli sub-nitrofili (classi dominanti: *Poetea bulbosae*, *Artemisietea vulgaris*, *Stellarietea mediae*)
2		Pascoli e praterie perenni naturali dell'alleanza *Thero-brachypodion ramosi* (classe *Artemisietea vulgaris*) con dominanza di *Brachypodium retusum* (Habitat Direttiva 92/43 CEE 6220*), a mosaico con elementi sparsi della gariga calcicola e della macchia.
3		Vegetazione fanerofitica e nano-fanerofitica della serie sarda, termo-mesomediterranea del leccio (*Prasio majoris-Quercetum ilicis*): macchie, arbusteti alti, lembi di boscaglia, a mosaico con praterie perenni discontinue dell'Habitat Direttiva 92/43 CEE 6220* (**2**).
4		Vegetazione fanerofitica e nano-fanerofitica della serie sarda, termo-mesomediterranea del leccio (*Prasio majoris-Quercetum ilicis*): macchie, arbusteti alti, lembi di boscaglia, a mosaico con formazioni erbacee perenni e annuali non attribuibili ad Habitat di Direttiva 6220* (classi *Artemisietea vulgaris*, *Poetea bulbosae*, *Stellarietea mediae*).
5		Vegetazione fanerofitica e nano-fanerofitica della serie sarda, termo-mesomediterranea della sughera (*Galio scabri-Quercetum ilicis*): garighe secondarie, macchie, arbusteti alti, lembi di boscaglia, a mosaico con formazioni erbacee annue della classe *Tuberarietea guttatae*, e perenni sub-nitrofile delle classi *Poetea bulbosae* e *Artemisietea vulgaris*.

Figura 10.9 - Unità vegetazionali riscontrate nel sito interessato dalle opere in progetto: ogni immagine si riferisce ad un aerogeneratore

Le superfici individuate in via preliminare per la realizzazione della stazione elettrica RTN di Terna e relativo tratto di viabilità di accesso sono interessate da arbusteti termo-xerofili sviluppati su substrati carbonatici, in contesto di altipiano, a bassa copertura ovvero rarefatti e degradati dai tagli e dal sovra-pascolo ovino, con alta presenza di individui arbustivi di *Juniperus oxycedrus* L. subsp. *oxycedrus* (>280), associati a *Pistacia lentiscus* L., *Daphne gnidium* L., rari individui arbustivi di *Quercus ilex* L. A questi si associano diffusamente elementi della gariga calcicola dominata da entità endemiche tra cui predominano *Teucrium marum* L. e *Thymus herba-barona* Loisesl., con *Cistus monspeliensis* L., *Teucrium capitatum* L., *Fumana thymifolia* (L.) Spach ex Webb. A tali mosaici partecipano ampiamente comunità erbacee meso-xerofile, sub-nitrofile, associate alle attività pascolative, dell'alleanza *Thero-Brachypodion ramosi* (cl. *Artemisietea vulgaris*), nonché elementi erbacei meso-igrofili quali *Carex flacca* Schreb. subsp. *erythrostachys* (Hoppe) Holub e *Schoenus nigricans* L., e le endemiche *Bellium bellidioides* L. e *Hypericum scruglii* Bacch., Brullo & Salmeri. Sporadicamente si osservano l'endemica *Dianthus* sp. (presumibilmente *Dianthus sardous* Bacch., Brullo, Casti & Giusso) e le entità di interesse fitogeografico *Thapsia meoides* (Desf.) Guss. e *Urginea fugax* (Moris) Steihn. Si tratta di formazioni di matorral secondario in fase di evoluzione verso formazioni più mature da riferire alla serie termo-mesomediterranea del leccio (*Prasio majoris-Quercetum ilicis*).

Le superfici interessate dalla sottostazione utente di trasformazione 30/36kV sono occupate da formazioni prative dominate da emicriptofite e geofite (cl. *Artemisietea vulgaris*) pascolate, con radi elementi camefitici [*Helichrysum italicum* (Roth) G.Don subsp. *tyrrhenicum* (Bacch., Brullo & Giusso) Herrando, J.M.Blanco, L.Sáez & Galbany, *Teucrium marum* L.] e nanofanerofitici/fanerofitici (*Thymelea hirsuta* L.) e l'endemica *Euphorbia pithyusa* L. subsp. *cupanii* (Guss. ex Bertol.) Radcl.-Sm.

Il sistema di viabilità e il tracciato del cavidotto ripercorrono in parte i percorsi di viabilità rurale e di penetrazione agraria preesistenti, principalmente su sterrato e in minima parte su strada cementata, o diversamente sarà realizzata ex-novo. La vegetazione intercettata dallo sviluppo lineare di tali tracciati di nuova realizzazione e dall'adeguamento dei tracciati esistenti si riferisce maggiormente a formazioni naturali fanerofitiche della macchia, degli arbusteti e della gariga da riferire alla serie sarda, termo-mesomediterranea del leccio (*Prasio majoris-Quercetum ilicis*) per i tratti a servizio degli aerogeneratori T01-02-03-04-05-06-07-08-12, e alla serie sarda, termo-mesomediterranea della sughera (*Galio scabri-Quercetum suberis*) per i tratti a servizio degli aerogeneratori T09-10-11. A queste formazioni si associano a mosaico fitocenosi camefitiche (calcicole a dominanza di *Teucrium marum* L. per il primo settore, silicicole a dominanza di *Cistus monspeliensis* L. per il secondo) ed erbacee perenni (cl. *Artemisietea vulgaris*, *Poetea bulbosae*) ed annue (cl. *Tuberarietea guttatae*, *Stellarietea mediae*). Tra queste, le praterie perenni dominate da *Brachypodium retusum* si osservano in corrispondenza dei tratti di viabilità che intercettano i settori caratterizzati da substrati carbonatici a più alta rocciosità (accessi e collegamento agli aerogeneratori T01-02-03-04-05-12). Una parte delle formazioni vegetali sopracitate ed intercettate dai tratti di viabilità da adeguare ed in parte di nuova realizzazione per l'accesso ed il collegamento degli aerogeneratori T01-02-03-04-05-

06-07-12, si riferisce a comunità sviluppate linearmente a ridosso del sistema di muri a secco organizzato lungo entrambi i margini delle strade campestri preesistenti o in contesto interpoderale, per un totale di circa 9 km di estensione lineare.

Relativamente alla posa dei cavidotti, questi saranno interrati lungo percorsi di viabilità preesistente e da adeguare.

In virtù del contesto geografico, orografico e geo-pedologico nonché biogeografico di giacitura dei siti, non si esclude la presenza in tutta la superficie del sito e della relativa viabilità di accesso, tanto presso le diffuse formazioni arbustive-arboree, quanto in corrispondenza di affioramenti rocciosi interessati dagli interventi in progetto, di altre entità endemiche e di interesse conservazionistico e/o biogeografico, non rilevabili al momento delle indagini effettuate, essenzialmente per questioni fenologiche.

10.3.2.1.3.2 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 erbacee naturali, emicriptofitiche dell'alleanza *Thero-Brachypodion ramosi* (classe *Artemisietea vulgaris*) e terofitiche della classe *Tuberarietea guttatae*, a più alto grado di rappresentatitività, ed in particolare i vasti brachipodieti a *Brachypodium retusum* sviluppati su substrati rocciosi e spesso in contesto di mosaico con le formazioni fanerofitiche di gariga, macchia, arbusteti e lembi di boscaglia della serie sarda, termo-mesomediterranea del leccio (*Prasio majoris-Quercetum ilicis*, aerogeneratori T01-02-04-12, più tratti di viabilità di nuova realizzazione ed in adeguamento, di accesso e collegamento aerogeneratori T01-02-03-04-05-06-12), quindi spesso non cartografabili singolarmente, sono da riferire all'Habitat prioritario di Direttiva 92/43/CEE 6220* - "*Percorsi substeppici di graminacee e piante annue dei Thero-Brachypodietea"*, con diverso grado di rappresentatività.

Le coperture di vegetazione arbustiva e arborea delle due serie di vegetazione di riferimento rispettivamente per i due settori dominati da substrati carbonatici e metamorfici, ovvero le garighe calcicole, le macchie ed arbusteti alti nonché i lembi di boscaglia della serie sarda, termo-mesomediterranea del leccio (*Prasio majoris-Quercetum ilicis*) e le garighe silicicole secondarie, le macchie e gli arbusteti, nonché i lembi di sughereta della serie sarda, termo-mesomediterranea della sughera (*Galio scabri-Quercetum suberis*), sono da considerare di interesse in quanto unità vegetazionali arbustive e arboree (UDSCOD 3111, 3231, 3232, 3241) come segnalato nella *Carta dell'Uso del Suolo in scala 1:25.000 - 2008 (ROMA 40).* Tali formazioni solo in parte sono al momento afferibili ad Habitat di Direttiva 92/43 CEE poiché rappresentate in massima parte da cenosi pre-forestali e di sostituzione. Il tratto di viabilità di accesso all'aerogeneratore T09, da adeguare, nonché parte della piazzola di cantiere dell'aerogeneratore T11 e parte dei tratti di viabilità di accesso dalla SS387 e collegamento T09-T11-T10, intercettano superfici di pascolo arborato a *Quercus suber* L., e secondariamente lembi di comunità forestali dominate da *Quercus suber* L. afferibili rispettivamente agli Habitat di Direttiva 92/43 CEE 6310 "*Dehesas con Quercus spp. sempreverde*" e 9330 "*Foreste di Quercus suber*".

I lembi di arbusteti termo-xerofili rupicoli (all. *Oleo-Ceratonion siliquae* della cl. *Quercetea ilicis*) ad alta copertura di *Euphorbia dendroides* L., estesi presso la piazzola di cantiere dell'aerogeneratore T07 per circa 1300 m^2, sono da riferire all'Habitat di Direttiva Europea 5330 "*Arbusteti termo-mediterranei e pre-desertici*", sottotipo 32.22 "*Cenosi a dominanza di Euphorbia dendroides*".

I mosaici di arbusteti termo-xerofili rarefatti ad alta presenza di *Juniperus oxycedrus* L. subsp.

oxycedrus arbustivi con elementi camefitici della gariga calcicola ad alta presenza di endemismi e formazioni prative meso-xerofile, che occupano superficie proposta per l'installazione della Stazione elettrica RTN, non sono al momento attribuibili all'habitat di Direttiva 5210 "*Matorral arborescenti di Juniperus spp.*", sottotipo 32.131 "*a Juniperus oxycedrus s.l.*". Tuttavia, l'alta presenza di ginepro rosso e di entità endemiche rende le formazioni di interesse conservazionistico, anche in virtù della potenziale evoluzione della suddetta formazione secondaria in aspetti maggiormente maturi rappresentati da arbusteti densi con *Juniperus oxycedrus* subsp. *oxycedrus* alto-arbustivi ed arborei, inquadrabili come Habitat 5210 32.131, potenzialità confortata dalla presenza di tali formazioni mature nelle immediate adiacenze del sito.

Inoltre, una quota significativa delle superfici interessate dalle predette coperture coinvolte dagli interventi in progetto, con particolare riferimento a parte delle piazzole di cantiere degli aerogeneratori T04, T05, T06, T07, T11, gran parte della viabilità di nuova realizzazione e in adeguamento dell'intero sito, nonché alla Stazione elettrica RTN e relativa viabilità, sono assimilabili alla definizione di "bosco e aree assimilate" secondo la legge n. 5 del 27/04/2016 "Legge forestale della Sardegna".

Menzione a parte meritano inoltre i popolamenti, nuclei e singoli individui di entità arboree e arbustive (*Anagyris foetida* L., *Arbutus unedo* L., *Cistus monspeliensis* L., *Cytisus laniger* DC., *Daphne gnidium* L., *Erica arborea* L., *Euphorbia dendroides* L., *Helichrysum italicum* (Roth) G.Don subsp. *tyrrhenicum* (Bacch., Brullo & Giusso) Herrando, J.M.Blanco, L.Sáez & Galbany, *Juniperus oxycedrus* L. subsp. *oxycedrus*, *Lavandula stoechas* L., *Olea europaea* L. var. *sylvestris* Brot., *Phillyrea latifolia* L., *Pistacia lentiscus* L., *Pyrus spinosa* Forssk., *Quercus ilex* L., *Quercus suber* L., *Rhamnus alaternus* L., *Stachys glutinosa* L.) di interesse forestale come designato dal Piano Forestale Ambientale Regionale (BACCHETTA et al., 2007), coinvolte dagli interventi in progetto.

10.3.2.1.4 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 PPR3 o Aree Importanti per le Piante (IPAs) (BLASI et al., 2010).

L'area è localizzata a una distanza minima di 470 m dal perimetro dal perimetro della Zona Speciale di Conservazione (ZSC) ITB43055 "*Monte dei Sette Fratelli*", 18,6 km dalla ZCS ITB42241 "*Riu San Barzolu*", 22 km dal Sito di Interesse Comunitario (SIC) ITB040017 "*Stagni di Murtas e S'Acqua durci*", 23 km dalla ZSC ITB040018 "*Foce del Flumendosa – Sa praia*", 25 km dalla ZSC ITB042237

"*Monte San Mauro*".

10.3.2.1.5 Alberi monumentali

Sulla base dei più recenti elenchi ministeriali (quinto aggiornamento DD prot. n. 330598 del 26/07/2022, pubblicato in G.U. n.182 del 5/08/2022), 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. Gli alberi monumentali istituiti più vicini si riferiscono ad individui di *Quercus ilex* L. e *Quercus pubescens* Willd. s.l., localizzati a 2,8-8,6 km dal sito di realizzazione delle opere.

- 001/A419/CA/20 -loc. Canneddu / Armungia (SU). Individuo di *Quercus pubescens* Willd. s.l., "*vecchio albero di grandi dimensioni di forma e portamento maestoso, l'esemplare ha una circonferenza a petto d'uomo di 451 cm*", distante 2,8 km dall'aerogeneratore più vicino (T09) previsto dagli interventi in progetto.
- 001/h766/CA/20 - loc. Su cannoni / San Basilio (SU). Individuo di *Quercus ilex* L. "*vetusto di grandi dimensioni, dalla forma e portamento maestosi. La monumentalità è legata all'età, alla circonferenza del tronco al di sopra della soglia minima della specie e al portamento maestoso*", distante 8,6 km dall'aerogeneratore più vicino (T12) previsto dagli interventi in progetto.

Non si segnalano altri individui arborei monumentali entro i 10 km dal sito oggetto degli interventi.

10.3.2.2 Fauna

10.3.2.2.1 Premessa

Nella presente sezione dello SIA, in virtù della specificità dell'opera in progetto, si è scelto di concentrare l'attenzione sulle specie faunistiche maggiormente interagenti con le fasi costruttive ed il funzionamento dell'impianto eolico; pertanto, di seguito si riporta la trattazione e analisi della classe dei "mammiferi" (con particolare riferimento ai chirotteri) e quella degli "uccelli", in coerenza peraltro con quanto suggerito dal DM Settembre 2010 Allegato IV punto 4.2 che sottolinea la necessità di procedere all'analisi degli impatti sulla fauna "*sulle specie più sensibili e su quelle di pregio (in particolare sull'avifauna e sui chirotteri)*".

Per ogni approfondimento in relazione agli effetti del progetto sulle ulteriori classi e specie faunistiche riconosciute nell'area di intervento si rimanda all'esame dell'elaborato specialistico FORI-SNG-RA15 – Relazione faunistica, allegato al presente SIA ed elaborato dal Dott. Maurizio Medda.

10.3.2.2.2 Caratteristiche del profilo e dell'ecosistema faunistico presenti nell'area d'intervento

Il presente capitolo si propone di illustrare le caratteristiche dell'ecosistema e del profilo faunistico rilevate nelle aree d'interesse per la realizzazione dell'impianto eolico denominato "Energia Monte Taccu", composto da n. 12 aerogeneratori, ricadente nei territori comunali di San Nicolò Gerrei, Armungia, Ballao e Escalaplano (SU).

A valle della ricostruzione della prevedibile composizione faunistica, si è proceduto ad analizzare le problematiche attinenti alla compatibilità del progetto in rapporto al profilo faunistico del territorio di interesse, sia relativamente alla fase di cantiere sia a quella di esercizio, individuando e stimando gli impatti negativi potenziali sulla componente ambientale e suggerendo le eventuali misure di mitigazione più opportune.

L'indagine faunistica ha previsto l'esecuzione di alcuni mirati sopralluoghi nell'area d'intervento; contestualmente alle ricognizioni sul campo è stata svolta la consultazione di materiale bibliografico e di strati informativi specifici tramite GIS.

Sotto il profilo delle attività di ricognizione faunistica, in particolare, si evidenzia che, al fine di approfondire le conoscenze quantitative e distributive della componente faunistica più sensibile alla presenza di parchi eolici (avifauna e chirotterofauna), è stato consultato tutto il materiale bibliografico ad oggi disponibile prodotto in occasione della stesura di SIA e/o dei relativi monitoraggi ambientali condotti in fase ante-operam e/o di esercizio riguardanti progetti di impianti eolici proposti. Si evidenzia inoltre che a partire dal mese di ottobre 2022 è stata avviata, così come richiesto abitualmente dagli organi competenti in materia di VIA nel caso di proposte progettuali che riguardano la progettazione di impianti eolici, un'attività di monitoraggio ante-operam, riguardante la componente avifauna e chirotterofauna, che avrà una durata complessiva pari a 12 mesi (termine settembre 2023); le metodologie di rilevamento adottate sono quelle indicate nel "Protocollo di Monitoraggio dell'Osservatorio Nazionale su Eolico e Fauna" a cura dell'ANEV, dell'Osservatorio Nazionale Eolico e Fauna, di Legambiente ed in collaborazione con ISPRA.

Al fine di procedere alla formulazione delle considerazioni e valutazioni richieste nell'ambito del presente S.I.A., i dati raccolti sul campo sono stati integrati attraverso la consultazione bibliografica di altri studi recenti condotti nell'area circostante, area vasta e su scala regionale, e, laddove non disponibili, le idoneità potenziali faunistiche sono state verificate mediante modelli d'idoneità ambientale.

I sopralluoghi più direttamente finalizzati alla redazione della presente relazione sono stati eseguiti nell'arco dell'intera giornata ed hanno avuto inizio dall'alba (circa le 08.00 a.m.) e sospesi nel tardo pomeriggio (circa 15.30 p.m.); tale fascia oraria, come anche le due ore precedenti al tramonto, favorisce la possibilità di contattare alcune specie di fauna selvatica legate maggiormente ad un'attività crepuscolare, mentre gli orari più centrali della giornata consentono il riscontro di altre specie la cui attività è prevalentemente diurna. Considerato il periodo in cui è stato svolto il sopralluogo, mese di ottobre-novembre, è necessario sottolineare che la contattabilità delle specie faunistiche, in particolare per l'avifauna, non è agevolata a causa della ridotta attività canora. Le aree indagate, in relazione all'ubicazione del sito ed alle tipologie di utilizzo del suolo delle superfici contermini, valutate preliminarmente mediante cartografie tematiche, sono state estese non solo all'area di intervento ma anche ad un adeguato intorno (500m). Il metodo di rilevamento adottato è stato quello dei "transetti", cioè dei percorsi, preventivamente individuati su cartografia IGM

1:25.000, compiuti a piedi e/o in macchina all'interno dell'area d'indagine e nelle zone limitrofe. Per l'osservazione di alcune specie si è adottato un binocolo mod. Leica Ultravid 10x42 HD ed un cannocchiale mod. Kowa 20-60 TSN 883.

Le specie oggetto d'indagine sul campo e nella fase di ricerca bibliografica, appartengono ai quattro principali gruppi sistematici dei Vertebrati terrestri, Anfibi, Rettili, Uccelli e Mammiferi; la scelta di tali gruppi faunistici rispetto ad altri gruppi di vertebrati o d'invertebrati, è stata determinata esclusivamente sulla base della potenziale presenza di alcune specie in relazione alle caratteristiche del territorio, ma soprattutto in funzione delle specifiche tecniche costruttive e modalità di esercizio delle turbine eoliche che posso avere effetti diretti e/o indiretti sulla componente faunistica appartenente alle classi di cui sopra. Lungo i transetti sono state annotate le specie faunistiche osservate direttamente e/o le tracce e segni di presenza oltre alle specie vegetali principali per definire i macro-ambienti utili a ipotizzare la vocazionalità del territorio in esame per alcune specie non contattate. I transetti sono stati scelti sulla base della rete viaria attualmente presente di libero accesso, individuando i sentieri percorribili a piedi, secondo il criterio della massima rappresentatività in rapporto al numero di tipologie ambientali interessate. Durante i sopralluoghi sono stati eseguiti rilievi fotografici come supporto descrittivo per la ricostruzione delle caratteristiche generali del territorio indagato.

Assunto che l'intervento in oggetto prevede la localizzazione di tutti gli aerogeneratori in un singolo sito, l'area di indagine è stata individuata considerando un buffer di 0.5 km dalle postazioni eoliche proposte in progetto; il raggio del buffer è stato ritenuto adeguato in relazione ai seguenti aspetti:

- Sufficiente conoscenza delle caratteristiche faunistiche dell'area in esame e zone limitrofe;
- Omogeneità delle macro-caratteristiche ambientali interessate dagli ambiti d'intervento progettuale.
- È la distanza minima di verifica preliminare per accertare la presenza/assenza di siti di nidificazione di rapaci (tale aspetto sarà poi successivamente approfondito anche durante l'attuazione del protocollo di monitoraggio)

L'area d'indagine faunistica è sufficientemente estesa da comprendere, pertanto, tutte le porzioni interessate dall'area di cantiere/parco eolico, mentre è escluso, in parte, il tracciato del cavidotto 30kV limitatamente a quei tratti che ricadono in adiacenza a pertinenze stradali già esistenti esterne all'impianto eolico (Figura 10.10 e Figura 10.11).

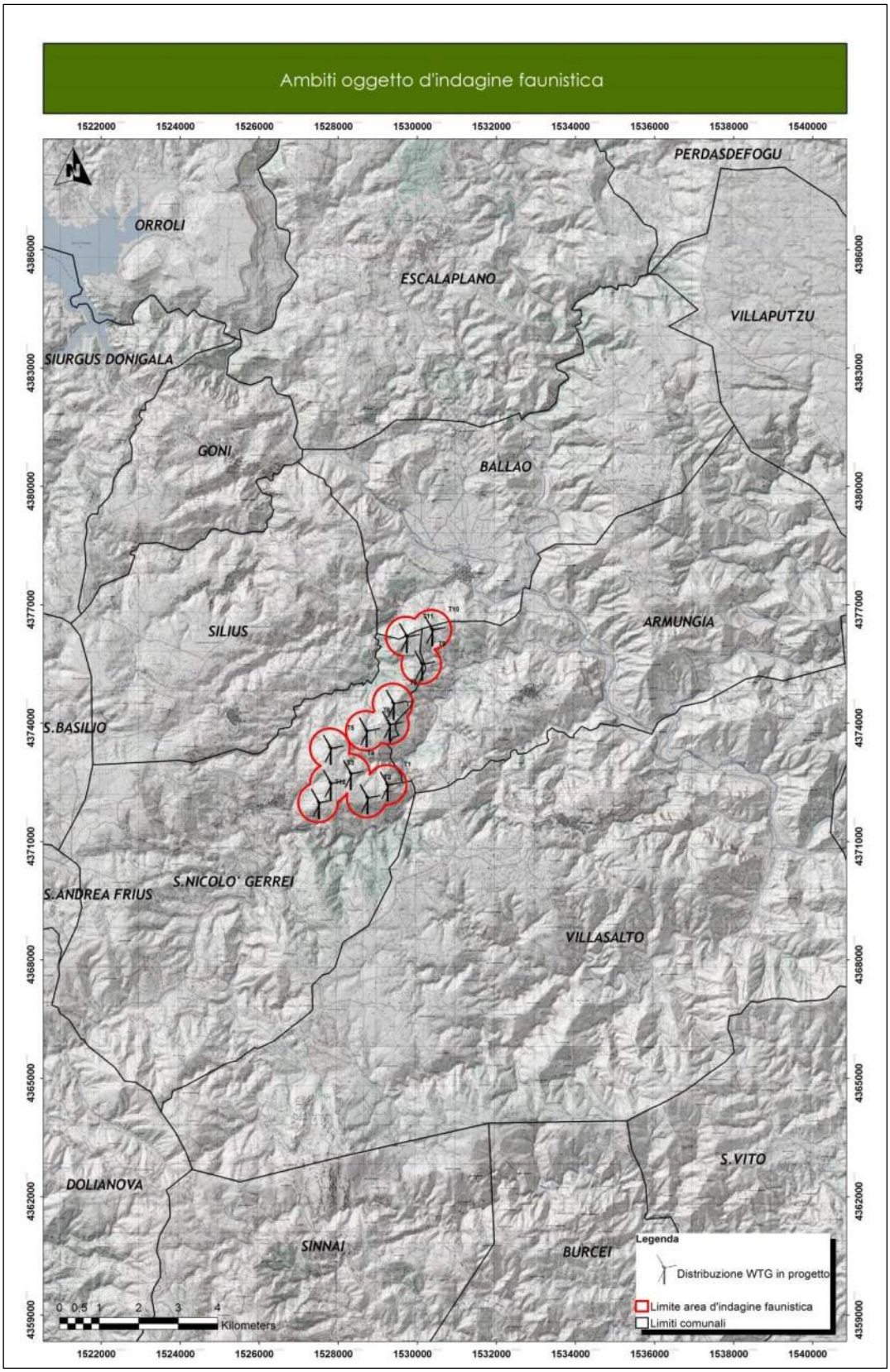


Figura 10.10 Inquadramento area d'intervento progettuale e ambito faunistico di rilevamento.

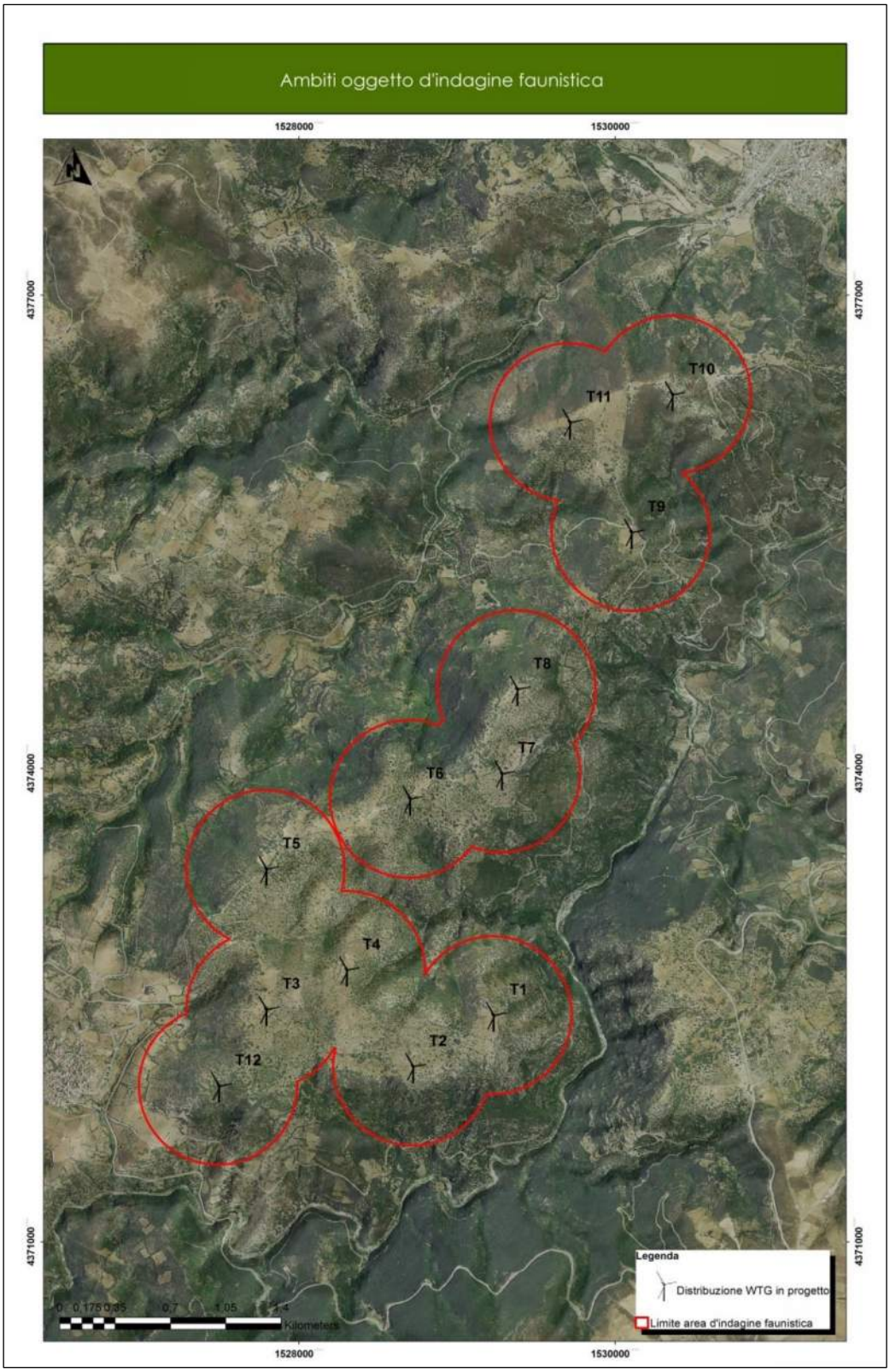


Figura 10.11 - Dettaglio da ortofoto degli ambienti compresi nell'ambito di rilevamento faunistico.

10.3.2.2.3 Caratterizzazione territoriale ed ambientale generale dell'area d'indagine faunistica.

Come accennato in precedenza, l'area d'indagine individuata per verificare il profilo faunistico comprende non solo le superfici direttamente interessate dalle opere in progetto, ma anche una superficie adiacente compresa in un buffer di 0,5 km da ciascuna postazione; la superficie risultante complessiva oggetto di analisi è pari a circa 773 ettari. Tale area ricade nell'ambito geografico del *Gerrei,* è ubicata in un contesto morfologico di alta collina caratterizzata da ampie porzioni pianeggianti che costituiscono la sommità dei rilievi (altopiano); limitatamente alle superfici d'indagine faunistica l'altimetria varia gradualmente tra i 250 e i 550 metri s.l.m. circa, con *Monte Taccu* che rappresenta il rilievo maggiore raggiungendo i 589 metri s.l.m.

All'interno delle superfici oggetto di analisi non sono rilevabili elementi idrici riconducibili corsi d'acqua permanenti o di consistente; trattasi per la maggior parte di compluvi minori che si originano nei versanti collinari caratterizzati da un regime torrentizio, pertanto dipendente dalla stagionalità e dalla consistenza delle piogge.

Tra le opere in progetto, oltre all'istallazione degli aerogeneratori, è prevista la realizzazione delle relative piazzole di servizio, l'adeguamento e la realizzazione della rete viaria di servizio all'impianto, il cavidotto interrato della rete elettrica interno all'impianto e quello esterno di collegamento alla sottostazione 30kV/36kV i cui tracciati sono previsti lungo le pertinenze della rete stradale.

Sotto il profilo della destinazione d'uso che caratterizza l'area d'indagine faunistica, come evidenziato nella Tabella 10.8 e nella Figura 10.12, si riscontra la diffusione prevalente di tipologie ambientali che rientrano nella categoria ecosistemi naturali/seminaturali, mentre meno diffuse le tipologie ascrivibili all'agroecosistema. In particolare, la tipologia maggiormente rappresentata è la *macchia mediterranea* che da sola costituisce circa il 38% dell'intera area d'indagine; valori inferiori, ma comunque rappresentativi, sono anche quelli raggiunti dalla *gariga* (16.52%), dalle *aree a pascolo naturale* (15.17%), dalle *aree agroforestali* (12.62%) e dal *Bosco di latifoglie* (10.54%). Nettamente inferiori le restanti tipologie, appartenenti tutte alla sia alla macro-categoria naturale-seminaturale, sia all'agroecosistema, tra cui le *aree a ricolonizzazione naturale* (4.04%), le *aree con vegetazione rada* (1.33%) e i *seminativi in aree non irrigue* (2.57%). Non significative la restante tipologie *prati artificiali* (0.22%).

Dai rilievi condotti sul campo è stato possibile accertare la reale destinazione delle superfici rispetto a quanto riportato dalla Carta dell'Uso del Suolo della Regione Sardegna; è stata così riscontrato che l'ambito in cui ricade l'impianto eolico è caratterizzato da una matrice prevalentemente di tipo seminaturale e zootecnica; tutte le superfici, a eccezione di quelle coincidenti con i versanti più scoscesi, sono destinate prevalentemente al pascolo bovino e in misura minore a quello caprino. La tipologia *aree agroforestali* sono di fatto assimilabili alle *aree a pascolo naturale;* entrambe sono caratterizzate da elementi arbustivi della macchia mediterranea distribuiti in maniera non continua per la presenza di radure, in cui è diffusa la vegetazione erbacea, di varia superficie e soggette a pascolo del bestiame domestico. I settori occupati da vegetazione naturale/seminaturale più

compatti sono rappresentati dalla *macchia mediterranea* e dai *boschi di latifoglie* che non risentono, o poco, dell'azione del pascolo a causa delle caratteristiche morfologiche dei terreni o per scelte d'indirizzo gestionale dei proprietari dei fondi. Le superfici caratterizzate maggiormente da tipologie più agro-ecosistemiche sono poco estese e localizzate in prossimità del nucleo di tre aerogeneratori più a nord.

Nel complesso, l'attività di tipo pastorale, ha evidentemente condizionato lo sviluppo della vegetazione naturale che tuttavia si presente diffusa omogeneamente nell'area oggetto d'indagine, in forma macchia e gariga, pur con densità differenti a seconda dell'azione del pascolo o dei tagli.

Tabella 10.8 - Percentuale tipologie ambientali (Uso del Suolo) presenti nell'area di indagine faunistica.

Tipologie ambientali uso del suolo	Sup. (Ha)	% rispetto alla sup.tot. indagata
MACCHIA MEDITERRANEA	293,63	37,99
GARIGA	119,97	15,52
AREE A PASCOLO NATURALE	117,25	15,17
AREE AGROFORESTALI	97,53	12,62
BOSCO DI LATIFOGLIE	81,46	10,54
AREE A RICOLONIZZAZIONE NATURALE	31,24	4,04
SEMINATIVI IN AREE NON IRRIGUE	19,87	2,57
AREE CON VEGETAZIONE RADA <5%E>40%	10,26	1,33
PRATI ARTIFICIALI	1,68	0,22

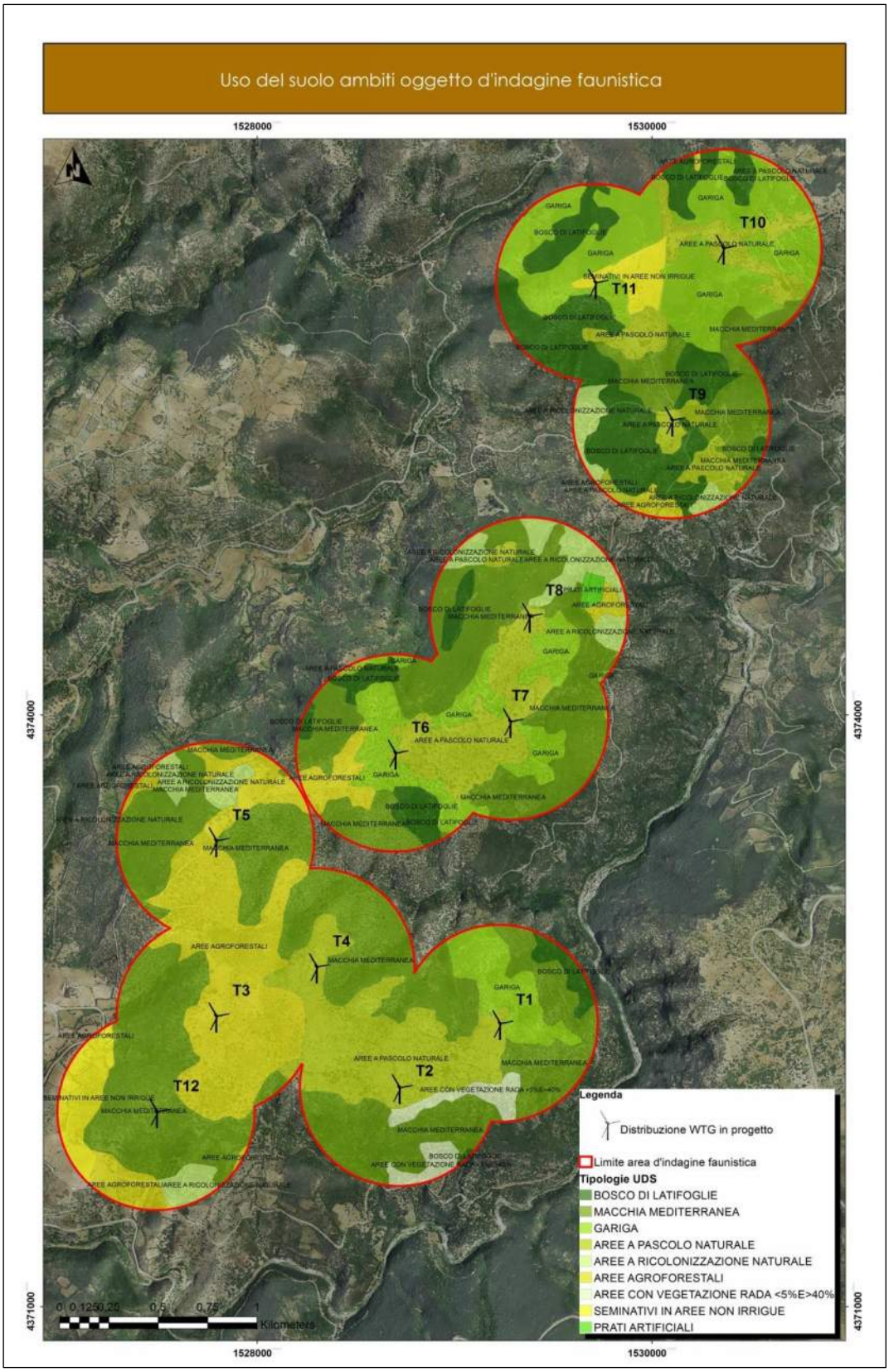


Figura 10.12 - Tipologie uso del suolo all'interno dell'area d'indagine faunistica.

10.3.2.2.4 Metodologia di analisi

Per la ricostruzione del profilo faunistico che caratterizza l'area di studio si è proceduto secondo le seguenti due fasi principali:

1) **Indagine bibliografica che ha comportato la consultazione e la verifica dei seguenti aspetti:**
   a. caratterizzazione territoriale ed ambientale tramite supporti informatici e strati informativi con impiego di GIS (ArcGis 10.3), tra cui carta Uso del Suolo Corine Land Cover 2008, IGM 1: 25.000, foto satellitari (Visual Pro, Google Earth, Sardegna 3D e Sardegna 2D);
   b. verifica nell'area di interesse e nel contesto di intervento di (vedi Elaborato SIA-R.1 – Premessa e Quadro di Riferimento Programmatico):
      a. Siti di Importanza comunitaria secondo la Direttiva Habitat 92/43;
      b. Zone di Protezione Speciale secondo la Direttiva Uccelli 147/2009 (79/409);
      c. Aree Protette (Parchi Nazionali, Riserve Naturali ecc..) secondo la L.N. Quadro 394/91;
      d. IBA (*Important Bird Areas*) quali siti di importanza internazionale per la conservazione dell'avifauna;
      e. Aree Protette (Parchi Regionali, Riserve Naturali ecc..) secondo la L.R. 31/89;
      f. Istituti Faunistici secondo la L.R. 23/98 "Norme per la tutela della fauna selvatica e dell'esercizio dell'attività venatoria in Sardegna (Oasi di Protezione Faunistica, Zone Temporanee di Ripopolamento e Cattura, etc.);
   c. verifica della presenza certa e/o potenziale di alcune specie di interesse conservazionistico e gestionale tramite la consultazione della Carta delle Vocazioni Faunistiche Regionale;
   d. verifica della presenza di alcune specie di interesse conservazionistico tramite la consultazione di Atlanti specifici della fauna sarda (anfibi e rettili);
   e. verifica presenza zone umide (laghi artificiali, corsi e specchi d'acqua naturali e/o artificiali);
   f. consultazione della Carta della Natura della Sardegna per verificare la qualità ecologica delle aree indagate;
   g. consultazione della mappa "aree non idonee all'insediamento di impianti per la produzione di energia da fonti rinnovabili" elaborata nell'ambito della D.G.R. n.59/90 del 27.11.2020;
   h. consultazione di modelli di idoneità ambientale faunistici;
   i. consultazione studi e monitoraggi condotti in situ o nelle aree limitrofe;

2) Indagine sul campo che ha comportato l'accertamento dei seguenti aspetti:

a. individuazione, se presenti, di habitat idonei alle specie faunistiche riscontrate sulla base della fase di ricerca bibliografica di cui ai punti precedenti;

b. Riscontro della presenza di alcune specie mediante osservazione diretta d'individui o segni di presenza (tracce e/o siti di nidificazione).

10.3.2.2.5 Profilo ed ecosistema faunistico dell'area in esame

10.3.2.2.5.1 Verifica della presenza certa e/o potenziale di alcune specie d'interesse conservazionistico e gestionale tramite la consultazione della Carta delle Vocazioni Faunistiche della Regione Sardegna.

Dalle informazioni circa la distribuzione e densità delle 4 specie di Ungulati dedotte dalla Carta delle Vocazioni Faunistiche regionale, nonché dalle indagini effettuate sul campo, si è potuta accertare l'assenza del cervo sardo (*Cervus elaphus corsicanus*) del muflone (*Ovis orientalis musimon*) e del daino (*Dama dama*), limitatamente agli ambiti territoriali in cui è proposta l'istallazione dell'impianto eolico (Figura 10.13). Per quanto riguarda il cinghiale (*Sus scrofa*), la carta tematica riguardante la densità potenziale (n°capi/400Ha) attribuisce una densità variabile a seconda del settore dell'area d'indagine; molto bassa nel settore centrale, media nel settore nord e bassa nel settore sud.

Durante i rilievi sul campo e dalle informazioni reperite presso gli allevatori, la specie è stata riscontata frequentemente mediante il riconoscimento delle tracce e segni di presenza; si presume una sua discreta densità a causa della diffusione di ambienti particolarmente idonei come la macchia mediterranea, boschi di leccio e aree a pascolo naturale (Figura 10.14).

Per quanto riguarda specie d'interesse conservazionistico e/o venatorio, come la penice sarda (*Alectoris barbara*), la lepre sarda (*Lepus capensis*) e il coniglio selvatico (*Oryctolagus cuniculus*), si evidenzia che le metodologie di rilevamento adottate in occasione dei sopralluoghi non sono state quelle più efficaci in termini di contattabilità delle specie di cui sopra, tuttavia la presenza di tutte e tre le specie è confermata dai proprietari delle aziende zootecniche con scarsa diffusione e localmente assenza per ciò che riguarda il coniglio selvatico. Mediante la consultazione dei modelli di vocazionalità del territorio in esame, è possibile evidenziare che gli ambienti oggetto d'intervento sono caratterizzati da un'idoneità complessivamente bassa (settore centrale impianto) e alta (settori est e ovest dell'impianto) per la pernice sarda, molto bassa (settore centrale impianto) e media (settori est e ovest dell'impianto) per la lepre sarda, infine media (settore centrale impianto) e alta (settori est e ovest dell'impianto) per il coniglio selvatico. (nelle rispettive carte tematiche in legenda sono riportati le classi di idoneità che decresce dai valori 1 fino a 13) (Figura 10.15, Figura 10.16, Figura 10.17).

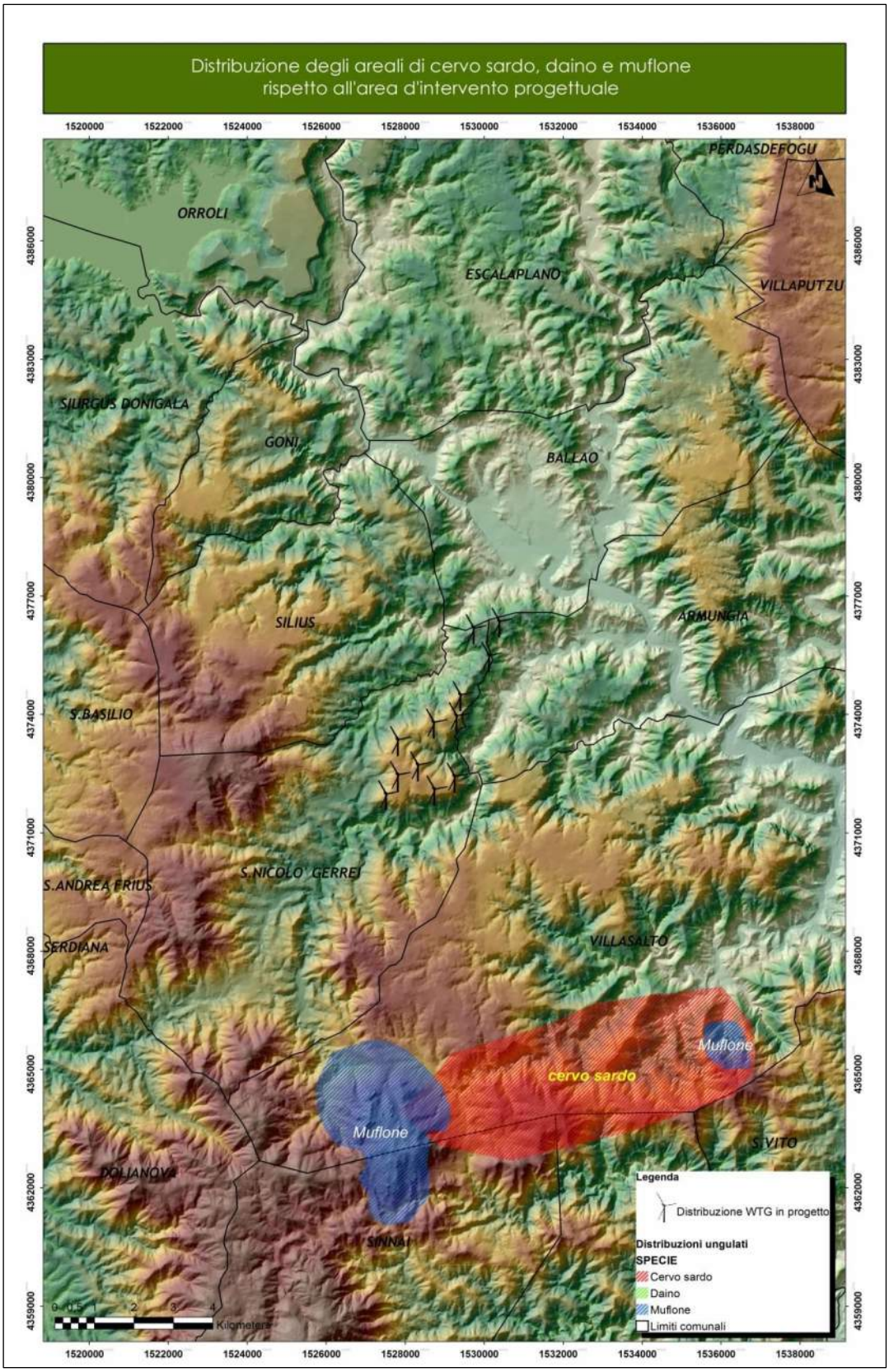


Figura 10.13 - Distribuzione delle specie di ungulati nell'area vasta rispetto all'ubicazione dell'intervento.

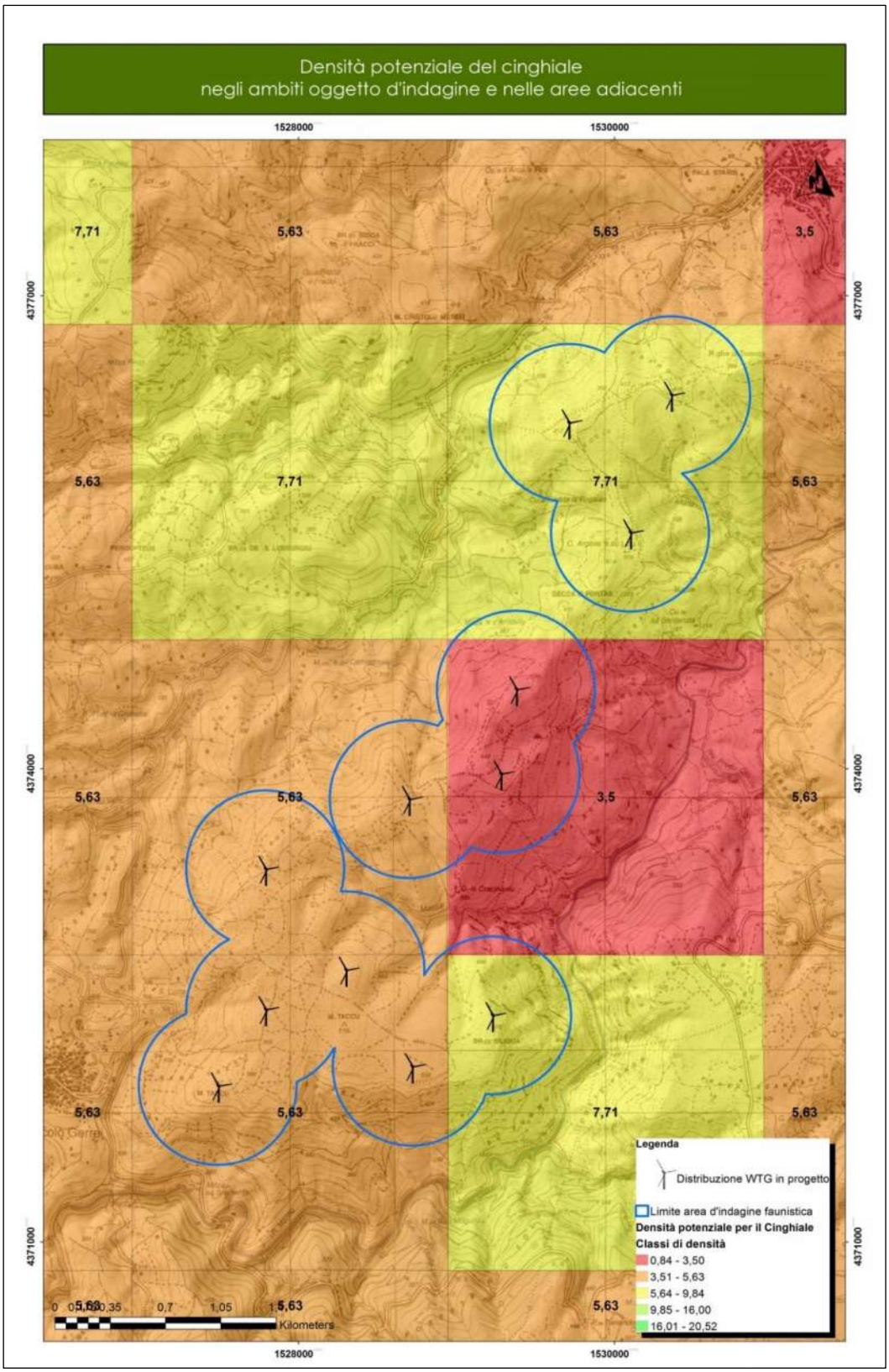


Figura 10.14 - Densità potenziale del cinghiale in relazione all'area dell'intervento progettuale.

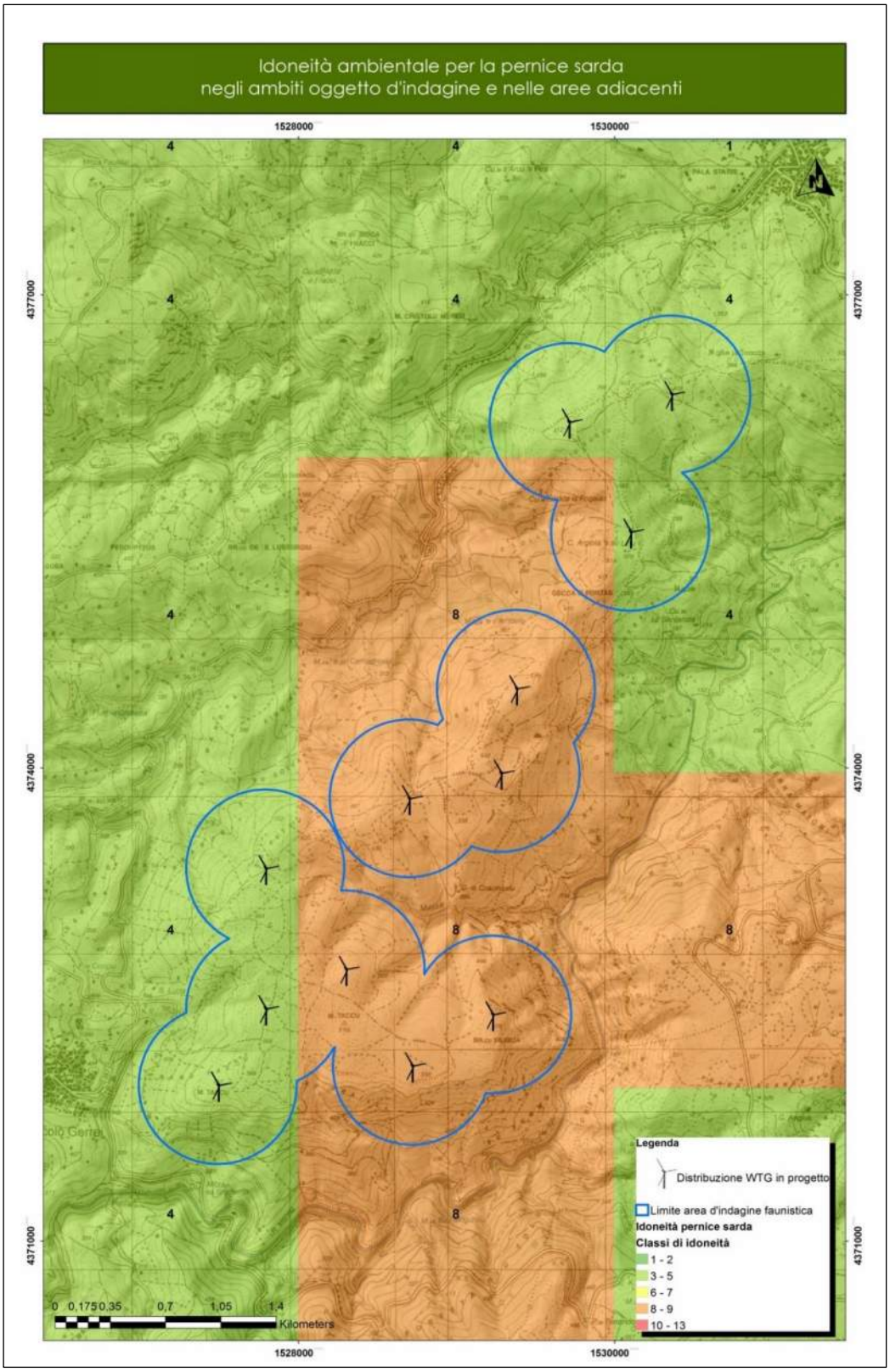


Figura 10.15 - Idoneità ambientale per la pernice sarda in relazione all'area di intervento progettuale.

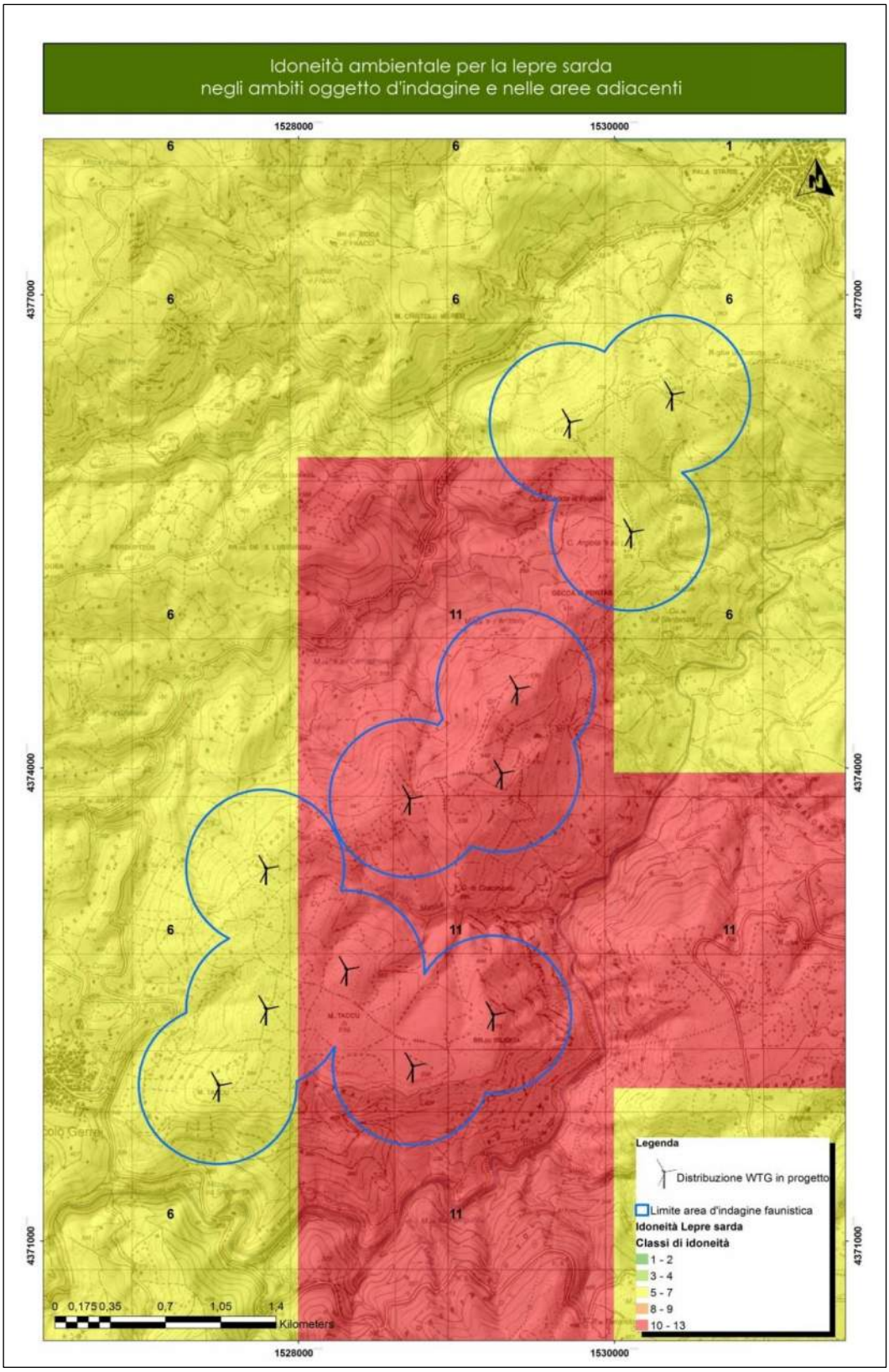


Figura 10.16 - Idoneità ambientale per la lepre sarda in relazione all'area di intervento progettuale.

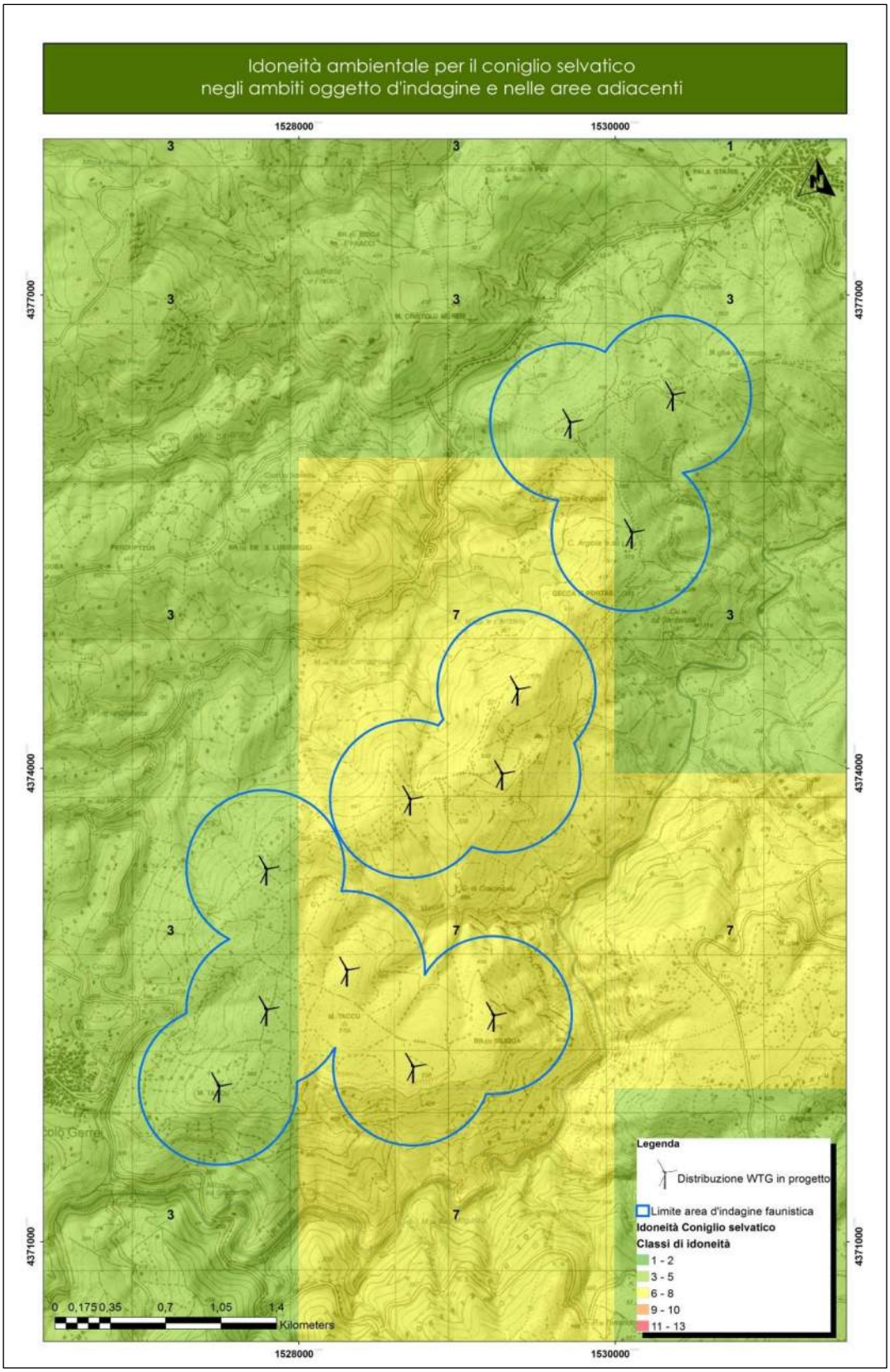


Figura 10.17 - Idoneità ambientale per il coniglio selvatico in relazione all'area di intervento progettuale.

10.3.2.2.5.2 Verifica della presenza di specie di interesse conservazionistico tramite la consultazione di atlanti specifici della fauna sarda (anfibi e rettili)

Per quanto concerne i rettili, considerate le caratteristiche degli habitat rilevati, sono presenti due specie, comuni in gran parte del territorio isolano, come la *Podarcis sicula* (Lucertola campestre) e la *Podarcis tiliguerta* (Lucertola tirrenica), entrambe confermate nell'area d'indagine in occasione dei rilievi sul campo e nell'area vasta secondo i dati bibliografici; questi ultimi confermano la presenza di *Hierophis viridiflavus* (Biacco) la cui presenza nel sito in esame è molto probabile viste le caratteristiche ambientali.

È ritenuta rara la presenza di entrambe le natrici, di Cetti (*Natrix helvetica cetti*) e viperina (*Natrix maura*), considerata la scarsa diffusione di corsi d'acqua e di pozze/bacini artificiali e naturali nell'altopiano interessato dagli interventi; in particolare solo per la prima si hanno segnalazioni certe per l'area geografica oggetto d'indagine (Figura 10.18 e Figura 10.20). Sono invece da considerarsi probabilmente comuni e presenti *Chalcides chalcides* (luscengola comune) e *Chalcides ocellatus* (gongilo), quest'ultima segnalata come presente nell'area geografica vasta in cui ricade il sito in esame.

Per quanto riguarda le tartarughe terrestri, non è stata a oggi riscontrata la presenza della *Testudo marginata* (Testuggine marginata), della *Testudo greca* (Testuggine moresca) e della *Testudo hermanni* (Testuggine di Hermann); l'assenza di corsi d'acqua all'interno dell'area d'indagine faunistica, esclude a priori la presenza dell'*Emys orbicularis* (Testuggine palustre europea), la cui diffusione è limitata a fiumi, torrenti, pozze e bacini artificiali in cui l'acqua sia permanente nella maggior parte dell'anno.

Tra i gechi è probabile la presenza della *Tarantola mauritanica* (geco comune) certamente più legata, rispetto ad altri congeneri, alla presenza di edifici e fabbricati in genere, e dell'*Hemidactylus turcicus* (geco verrucoso) limitatamente però alla presenza di ambienti rocciosi, pietraie ed anche edifici rurali; le informazioni bibliografiche evidenziano la presenza di entrambe nell'area geografica vasta in cui ricade il sito in esame. È possibile la presenza di altre due specie come l'*Euleptes europea* (Tarantolino) e dell'*Algyroides fitzingeri* (Algiroide nano). La prima è legata ad ambienti rocciosi, muretti a secco e abitazioni abbandonate o poco frequentate ma anche riscontrabile al di sotto delle cortecce degli alberi; la seconda frequenta diversi ambienti con una preferenza di quelli non eccessivamente aridi. Le aree geografiche in cui finora è stata accertata la prima specie, sono poco distanti dal sito in esame, mentre quest'ultimo coincide con le aree in cui è stata invece riscontrata la seconda specie; tuttavia, nel rilevare la presenza di habitat idonei in corrispondenza delle aree di progetto, si ritiene che vi possa essere una vocazione discreta per tutte e due le specie.

Sulla base di quanto accertato in bibliografia e dai rilevamenti effettuati sul campo, le aree interessate dagli interventi progettuali ricadono in un ambito geografico di area vasta in cui sono presenti specie di anfibi di particolare interesse conservazionistico; in particolare è segnalata la

presenza dell'*Hydromantes imperialis* (geotritone imperiale), la cui diffusione a livello locale si suppone sia limitata soprattutto agli ambiti con substrato calcareo, e dell'*Euproctus platycephalus* (tritone sardo), la cui diffusione è limitata soprattutto ai corsi d'acqua. In merito ad altre specie di anfibi (Figura 10.18 e Figura 10.19), considerato che le opere non interferiscono direttamente con corsi d'acqua e che questa può essere presente solamente in limitati momenti dell'anno a seguito di ristagni conseguenti a periodi piovosi, nelle aree d'intervento progettuale proposto è probabile la presenza di sue sole specie comuni come il *Bufo viridis* (rospo smeraldino) e dell'*Hyla sarda* (raganella tirrenica). Per quest'ultima è necessario evidenziare che, quando non si riscontri in prossimità di ambienti in cui vi sia presenza di acqua permanente, a cui ecologicamente risulta essere legata in particolar modo, è comunque diffusa in zone caratterizzate da una buona diffusione di vegetazione arborea-arbustiva, in questo caso rappresentata dalle aree a macchia mediterranea e dai pascoli naturali. Considerate le caratteristiche del territorio oggetto d'intervento, si ritiene che entrambe le specie, ma in particolar modo il rospo smeraldino, possano utilizzare il tipo di ambiente che sarà occupato permanentemente dalle piazzole di servizio per ragioni prettamente alimentari. Per quanto riguarda altre specie di maggiore importanza conservazionistica, secondo quanto riportato in Figura 10.18 il *Discoglossus sardus* (discoglosso sardo) è segnalato in aree poco distanti da quella d'intervento; negli ambiti in esame si ritiene specie assente a causa della scarsità di habitat idonei, quali pozze d'acqua permanenti, corsi d'acqua e cisterne.

Euleptes europaea
Hemidactylus turcicus
Archaeolacerta bedriagae
Podarcis siculus
Tarentola mauritanica
Algyroides fitzingeri
Podarcis tiliguerta
Chalcides chalcides
Chalcides ocellatus
Natrix maura
Testudo graeca
Testudo hermanni
Natrix natrix
Hierophis viridiflavus
Testudo marginata
Emys orbicularis

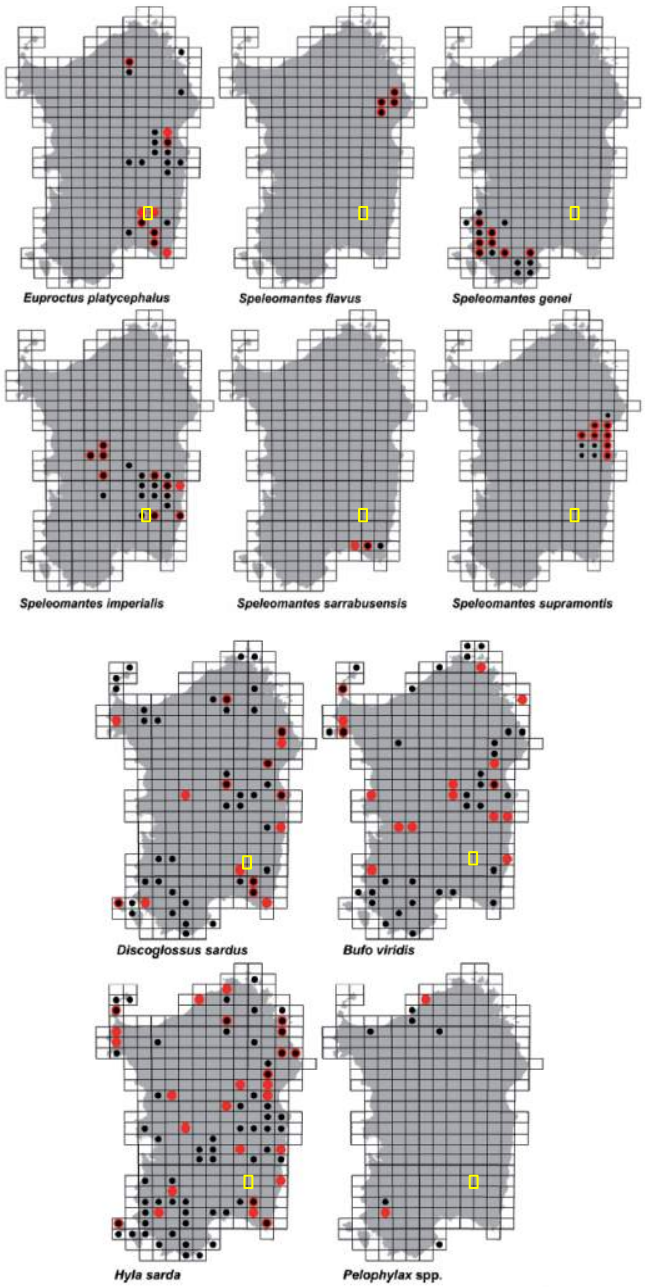


Figura 10.18 - Distribuzione accertata in Sardegna per le specie di Rettili ed Anfibi (A contribution to the atlas of the terrestrial herpetofauna of Sardinia, 2012 – in rosso le ultime località accertate in nero quelle riportate in studi precedenti, il rettangolo giallo indica l'ambito di ubicazione della proposta progettuale).

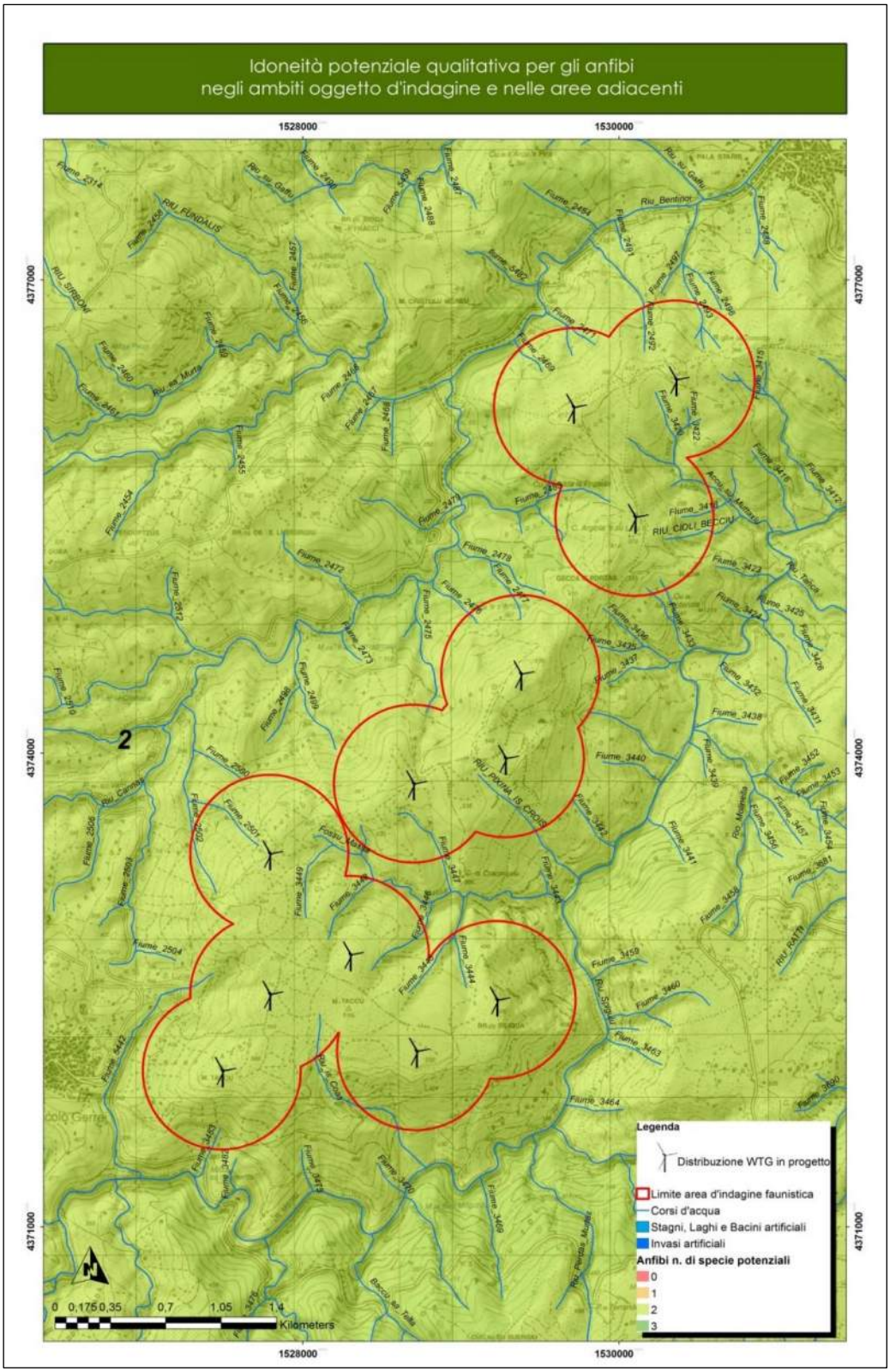


Figura 10.19 - Modello d'idoneità ambientale per gli Anfibi – n. di specie potenziali all'interno dell'area in esame.

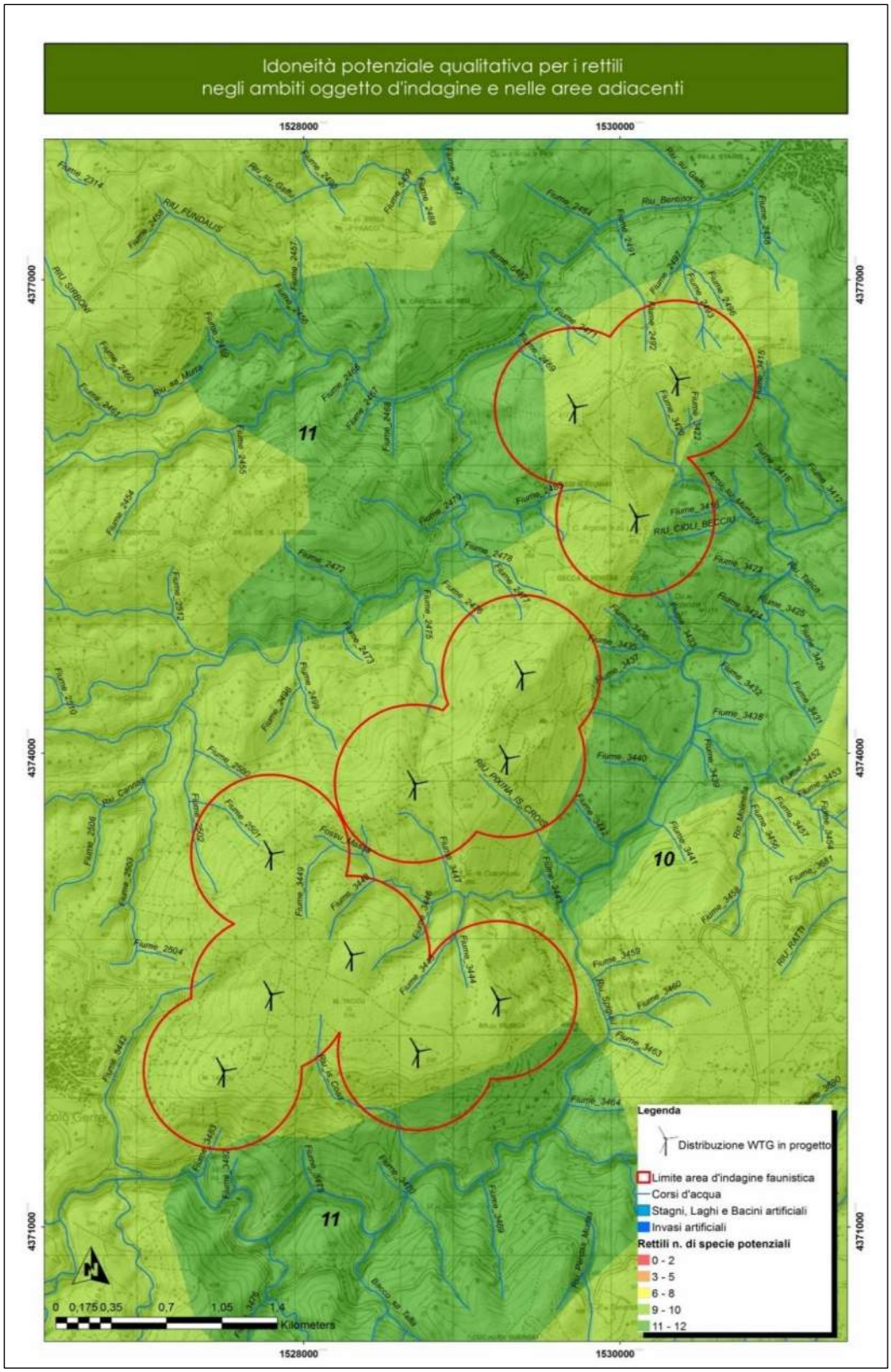


Figura 10.20 - Modello d'idoneità ambientale per i Rettili – n. di specie potenziali all'interno dell'area d'indagine.

10.3.2.2.5.3 Verifica della presenza di zone umide (laghi artificiali, corsi e specchi d'acqua naturali e/o artificiali) nell'area d'intervento e/o nell'area vasta, quali aree importanti per lo svernamento o la sosta di avifauna migratrice.

Le aree d'intervento e gli ambiti faunistici di rilevamento non sono adiacenti a zone umide d'importanza conservazionistica o particolarmente fondamentali come aree di svernamento per gli uccelli acquatici, la più importante delle quali, il *Lago di Mulargia,* dista a circa 10 km dall'aerogeneratore più vicino (Figura 10.21).

Nell'area vasta, esterna all'ambito d'indagine, sono presenti inoltre alcuni bacini artificiali di piccole dimensioni derivanti dallo sbarramento di corsi d'acqua; la funzione di raccolta e accumulo d'acqua di tali opere è giustificata soprattutto per l'approvvigionamento idrico al bestiame domestico d'allevamento in periodi di scarsa disponibilità.

Si sottolinea che in relazione alle caratteristiche dimensionali ed al tipo di habitat associati, tali "riserve" d'acqua non sono da ritenersi importanti sotto il profilo della presenza di contingenti significativi di uccelli acquatici.

Per quanto riguarda gli ambiti fluviali, l'area d'indagine faunistica, come già detto, è attraversata da pochi corsi d'acqua a carattere torrentizio, le cui caratteristiche non consentono la diffusione o presenza di specie avifaunistiche migratrici acquatiche di rilevante importanza sotto il profilo quali/quantitativo.

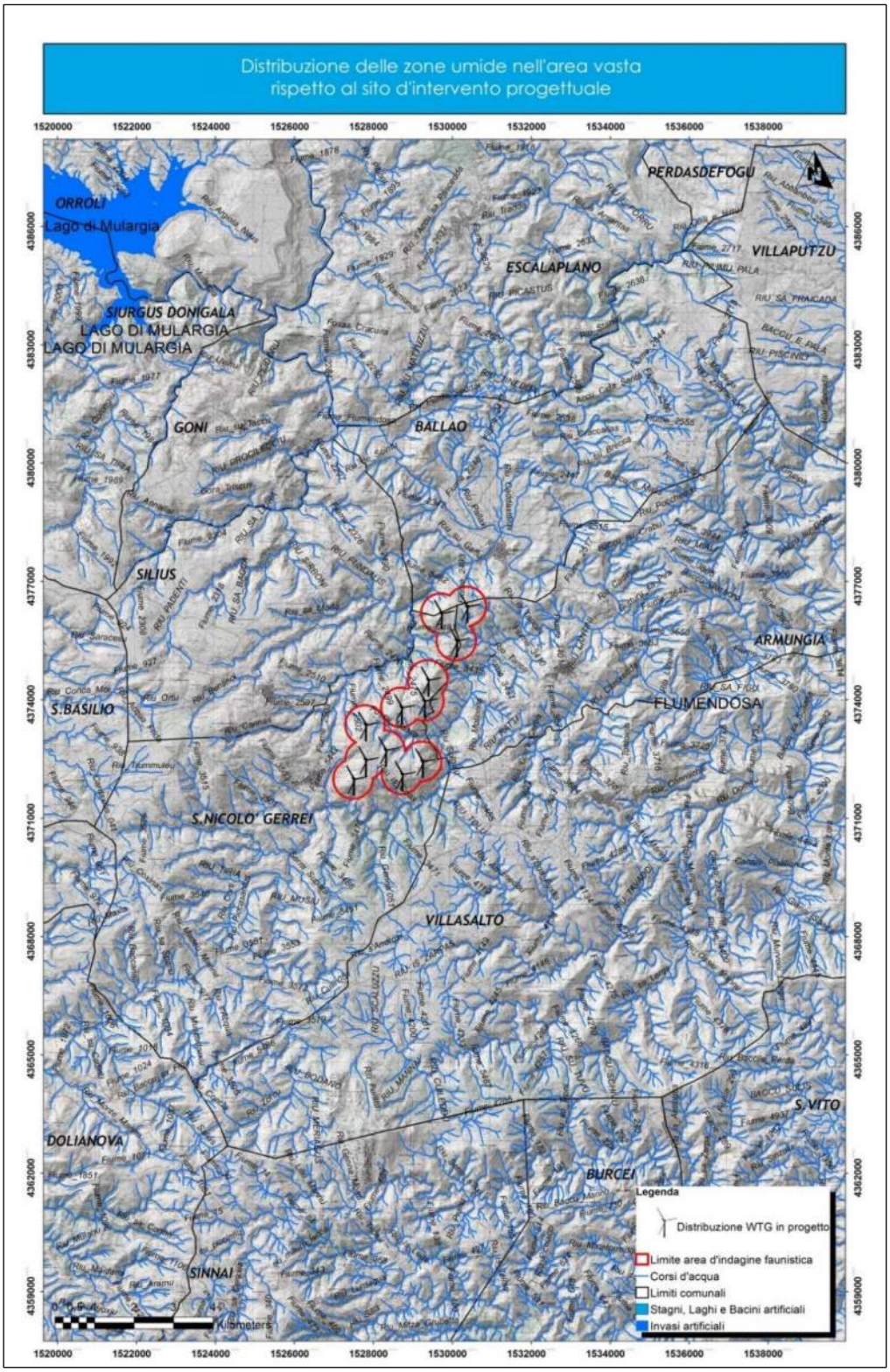


Figura 10.21 - Distribuzione zone umide nell'area vasta rispetto all'ubicazione dell'area d'intervento progettuale.

10.3.2.2.5.4 Verifica importanza ecosistemica dell'area d'intervento progettuale dalla Carta della Natura della Sardegna.

Il parametro di valutazione VE, discende dall'impiego di un set di indicatori quali presenza di aree e habitat segnalati in direttive comunitarie, componenti di biodiversità degli habitat (n. specie flora e fauna) ed infine gli aspetti dell'ecologia del paesaggio, quali la superficie, la rarità e la forma dei biotopi, indicativi dello stato di conservazione degli stessi.

I tematismi della Carta della Natura della Regione Sardegna, evidenziano che le aree in esame ricadono entro un ambito territoriale in cui il *Valore Ecologico VE* (Figura 10.22) è ritenuto complessivamente medio vista l'estensione dominante di superfici rientranti in questa classe di VE; tali aree sono distribuite in maniera omogenea all'interno dell'area d'indagine faunistica e, ad eccezione di un settore marginale centrale a ovest ricadente in ambito a VE alto, tutte le 12 postazioni e viabilità coincidono con superfici classificate a medio VE.

Le zone contermini agli ambiti d'indagine tendono a confermare la classificazione a VE medio negli ambiti territoriali a est e sud-ovest dell'area d'indagine, mentre tendono a valenze di tipo alto e molto alto nel settore opposto occidentale in quanto coincidenti con aree occupate maggiormente da aree boschive o a macchia mediterranea compatta; queste ultime, in particolare formazioni boschive compatte a leccio e macchia alta, caratterizzano anche i settori a sud esterni all'area d'indagine rientranti nella categoria a VE alto, che in parte coincidono con i versanti delle valli più incise e i corsi d'acqua più importanti fra cui il *Riu Tolu* affluente del *Flumendosa.*

Dai rilievi condotti sul campo è stato accertato che le superfici destinate a ospitare gli aerogeneratori interessano principalmente aree occupate da pascoli naturali e in misura ridotta da foraggere; è stato constato in occasione dei sopralluoghi preliminari che l'ubicazione delle aziende zootecniche, principalmente orientate ad allevamento bovino e in misura minore a quello caprino e suino, è pressoché omogenea all'interno dell'area d'indagine dove, oltre alle aree a pascolo e punti di foraggiamento, sono presenti le strutture associate all'attività di allevamento.

Dalla stessa Carta della Natura è possibile, inoltre, estrapolare il tematismo della *Sensibilità Ecologica SE* (Figura 10.23), che invece rappresenta quanto un biotopo è soggetto al rischio di degrado poiché popolato da specie animali o vegetali incluse negli elenchi delle specie a rischio di estinzione. Sotto questo aspetto, i siti di intervento e le aree di indagine faunistica in esame ricadono principalmente in settori territoriali con indice *SE* bassa; gli ambiti in cui è evidenziata la presenza di superfici poco estese con una SE media, corrispondono ai versanti a maggiore pendenza e ai costoni rocciosi dell'altopiano in cui la pressione pascolativa è inferiore. Nelle restanti superfici dell'area vasta è rispettata la stessa tendenza con aumento di ambiti verso le classi a bassa e molto bassa SE.

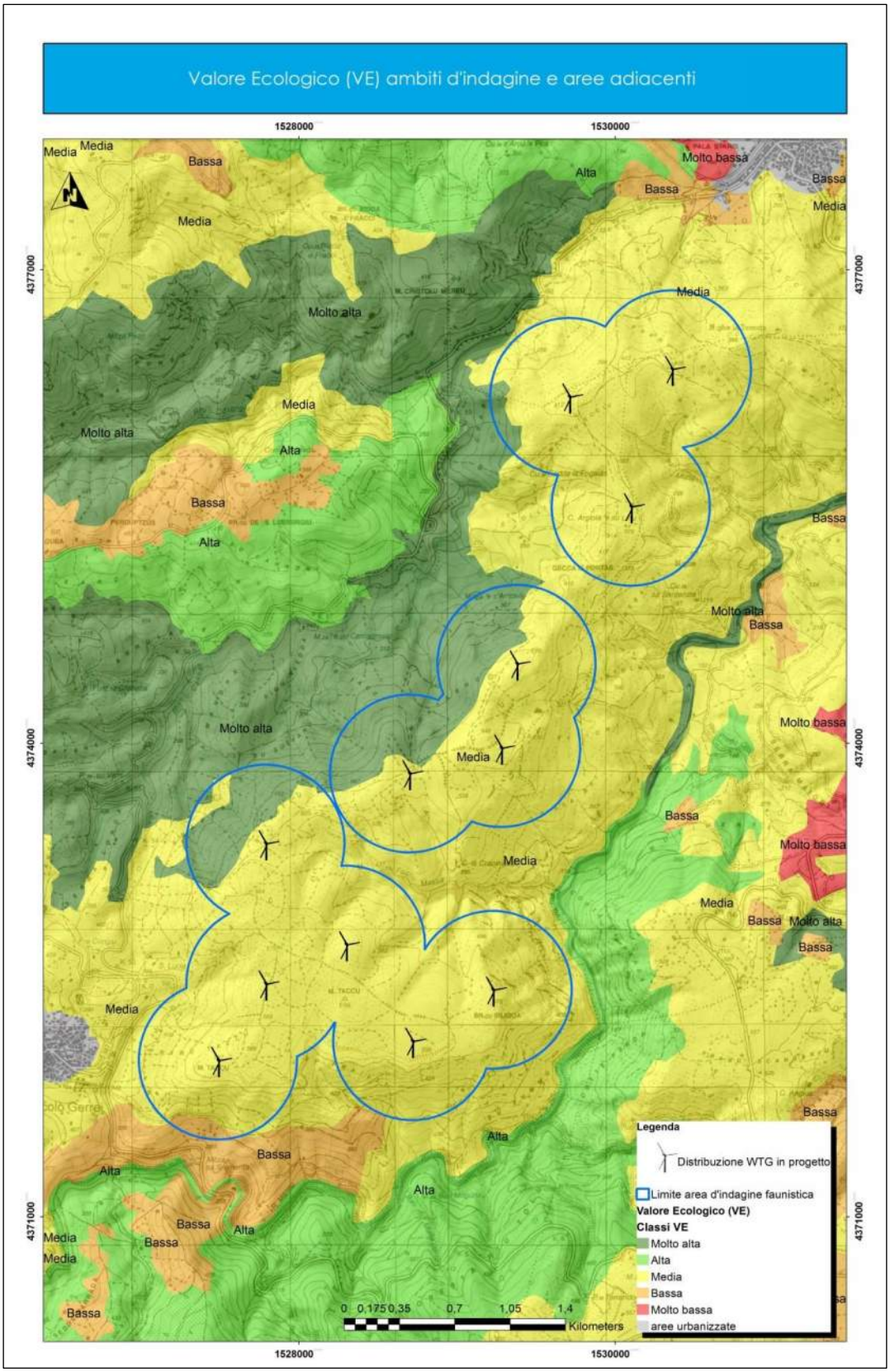


Figura 10.22 - Valore ecologico dell'area d'indagine faunistica e delle zone oggetto d'intervento progettuale.

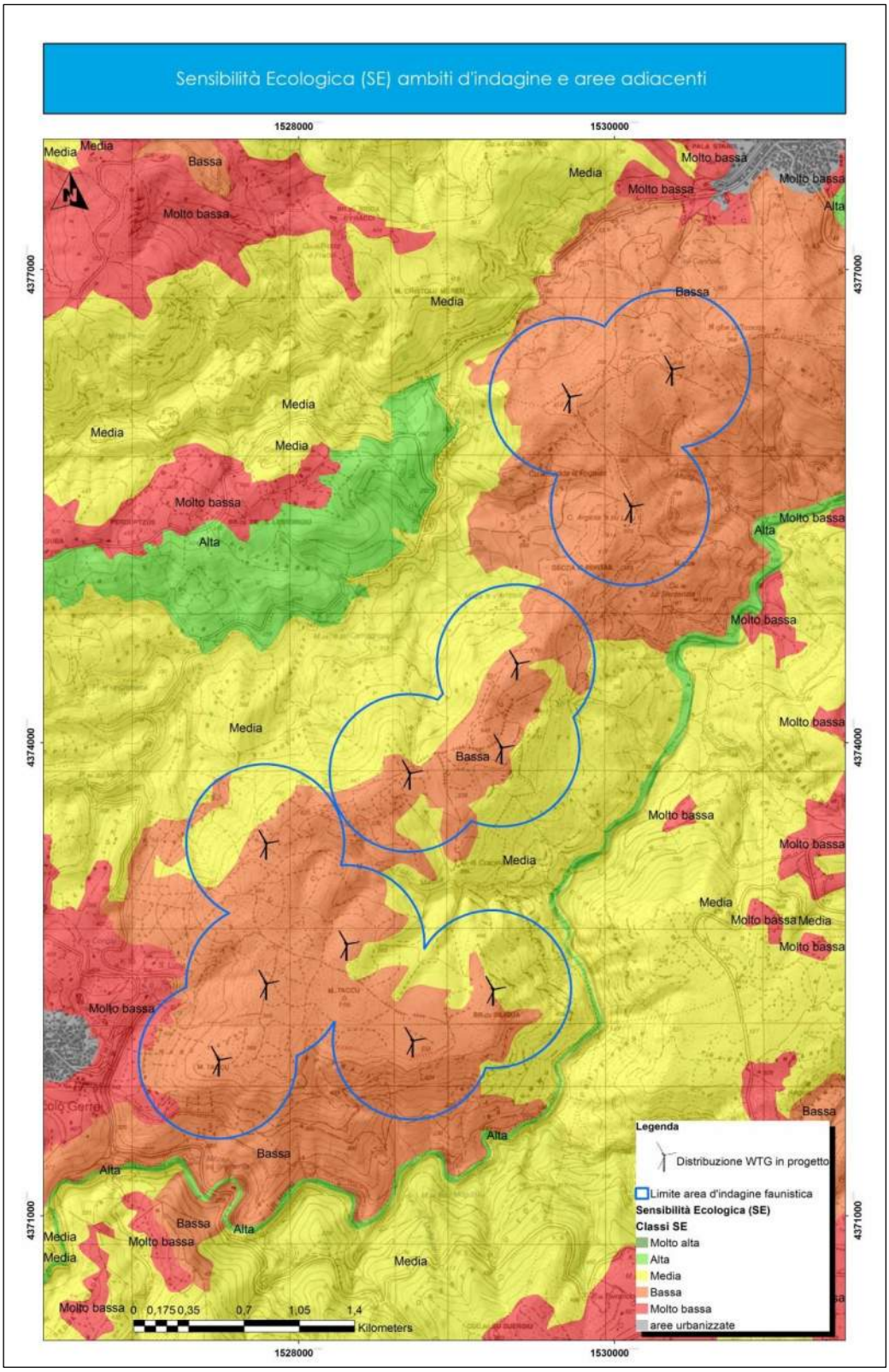


Figura 10.23 - Sensibilità ecologica dell'area d'indagine faunistica e delle zone oggetto d'intervento progettuale.

Per quanto riguarda la realizzazione dei tracciati delle strade di servizio all'impianto eolico, nuove e da adeguare, il tracciato del cavidotto interrato 30kV e 36kV e l'ubicazione della sottostazione elettrica, tali interventi ricadono in ambiti a medio VE e a bassa SE.

Dal punto di vista ecosistemico, in relazione a quanto descritto e rilevato a seguito delle indagini sul campo, all'interno dell'area oggetto di indagine faunistica possono essere identificate due unità ecologiche che risultano essere rappresentate *dall'agro-ecosistema* costituito nel caso in esame principalmente foraggere, prati pascolo e superfici intensamente pascolate con scarsa presenza di vegetazione naturale, e *dall'ecosistema-seminaturale* rappresentato principalmente dalla macchia mediterranea e dai boschi di latifoglie*;* il primo macro-ecosistema è poco rappresentativo e prevale nel settore sud-occidentale dell'area d'indagine, con altre aree poco estese nel settore, mentre il secondo è nella maggior parte dell'altipiano in cui è inclusa l'area d'indagine.

Nel caso in esame, l'*ecosistema naturale/seminaturale* non è comunque esente dalle attività di tipo antropico in esso condotte, rappresentato in misura prevalente dall'attività pascolativa del bestiame domestico che si concentra negli spazi aperti tra la gariga e la macchia mediterranea in tutta l'area d'indagine faunistica; al contrario il pascolo brado diminuisce d'intensità e localmente è assente, nel settore orientale e meridionale in cui la pendenza dei versanti ha limitato le possibilità le attività agro-zootecniche in favore di un maggiore sviluppo dell'ambiente boschivo.

Al contrario le ampie superfici prive di vegetazione naturale spontanea rientrano nell'*agro-ecosistema* in cui il disturbo antropico si manifesta con l'apporto di energia esterna necessaria per il mantenimento della destinazione d'uso rappresentata principalmente dalla produzione di foraggere o prati pascolo. Tali terreni sono periodicamente arati e seminati con varietà erbacce impiegate nella produzione del foraggio quale integratore alimentare per il bestiame domestico allevato nelle aziende zootecniche operanti nell'area in esame. Quest'ultima tipologia di ecosistema è la meno rappresentativa all'interno dell'area d'indagine in cui, al contrario, come già esposto, sono più diffuse le superfici occupate da habitat naturali/seminaturali.

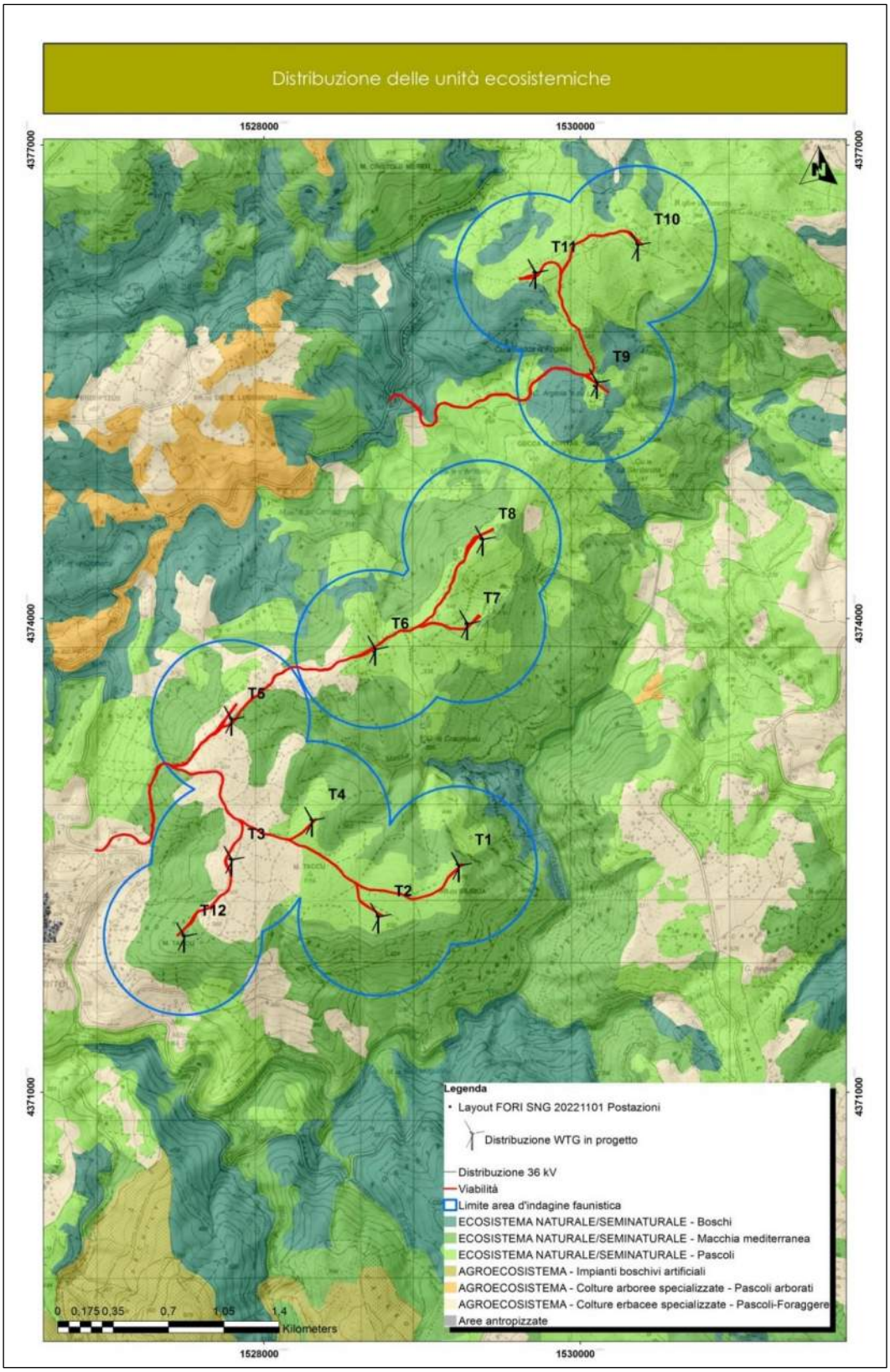


Figura 10.24 - Distribuzione delle unità ecosistemiche nell'area vasta e superfici oggetto d'intervento.

10.3.2.2.6 Elenco delle specie faunistiche presenti nell'area d'indagine

Come finora esposto, le caratteristiche faunistiche presenti nelle aree d'interesse sono state verificate, sia nei siti direttamente interessati dalla realizzazione delle opere, che nel territorio circostante (buffer 0.5 km); ciò al fine di valutare gli eventuali impatti a carico della componente faunistica che caratterizza i territori limitrofi durante la fase di cantiere e di esercizio dell'opera.

Come evidenziato in precedenza, di seguito si riporta la trattazione e analisi della classe dei "mammiferi" (con particolare riferimento ai chirotteri) e quella degli "uccelli", rimandando per ogni approfondimento all'esame dell'elaborato specialistico FORI-SNG-RA15 – Relazione faunistica allegato allo SIA.

I rilievi condotti sul campo, le caratteristiche ambientali delle superfici ricadenti all'interno dell'area d'indagine faunistica e la consultazione del materiale bibliografico, hanno permesso di individuare e descrivere il profilo faunistico dell'area. Per ciascuna classe è stato evidenziato lo status conservazionistico secondo le categorie IUCN e/o l'inclusione nell'allegato delle specie protette secondo la L.R. 23/98. Per la classe degli uccelli sono indicate, inoltre, altre categorie quali SPEC, cioè priorità di conservazione, l'inclusione o meno negli allegati della Direttiva Uccelli e lo status conservazionistico riportato nella Lista Rossa degli Uccelli nidificanti in Italia aggiornata al 2019.

Si evidenzia inoltre che in attesa dei dati definitivi sulla componente avifauna e chirotterofauna, che si otterranno al termine del monitoraggio ante-operam di durata pari a 12 mesi la cui conclusione è prevista a settembre 2023, in questa fase le check-list di seguito esposte sono parziali e saranno integrate al termine delle attività di monitoraggio di cui sopra.

Le specie indicate in azzurro sono quelle attualmente non riscontrate ma di cui si ipotizza la presenza in relazione alle caratteristiche ambientali e per vicinanza ad aree in cui sono stati svolti studi simili.

10.3.2.2.6.1 Classe uccelli

Tabella 10.9 - Elenco delle specie di avifauna presenti nell'area d'indagine faunistica

Nome scientifico	Nome italiano	Corotipo	Fenotipo	D.U.147/2009	SPEC	IUCN	Lista rossa nazionale	L.R. 23/98	L.N. 157/92
GALLIFORMES									
1. Alectoris barbara	Pernice sarda	M4	SB	I II/2	3	LC	DD		
COLUMBIFORMES									
2. Columba palumbus	Colombaccio	I4	SB, M, W	II/1		LC	LC		
3. Streptopelia turtur	Tortora selvatica	I4	M, B	II/2	3	VU	LC		no
CAPRIMULGIFORMES									
4. Caprimulgus europaeus	Succiacapre	I4	M, B (W)	I	2	LC	LC		P
5. Apus apus	Rondone comune	I1	M, B			LC	LC		P
CUCULIFORMES									

Nome scientifico	Nome italiano	Corotipo	Fenotipo	D.U.147/2009	SPEC	IUCN	Lista rossa nazionale	L.R. 23/98	L.N. 157/92
6. Cuculus canorus	Cuculo	I1	M, B			LC	LC		P
CHARADRIIFORMES									
7. Burhinus oedicnemus	Occhione	E	SB, M, W	I	3	LC	LC	All*	PP
STRIGIFORMES									
8. Tyto alba	Barbagianni	A1	SB		3	LC	LC		PP
9. Athene noctua	Civetta	I4	SB		3	LC	LC		PP
10. Otus scops	Assiolo	I4	SB, M		2	LC	LC		PP
ACCIPITRIFORMES									
11. Aquila chrysaetos	Aquila reale	F	SB	I	3	LC	NT	All*	PP
12. Accipiter nisus	Sparviere	I1	SB, M, W?	I		LC	LC	All	PP
13. Circus aeruginosus	Falco di palude	B	SB, M, W	I		LC	VU	All	PP
14. Buteo buteo	Poiana	I2	SB,M, W			LC	LC	All	PP
BUCEROTIFORMES									
15. Upupa epops	Upupa	C	M, B , W		3	LC	LC		P
CORACIFORMES									
16. Merops apiaster	Gruccione	I6	M, W		3	LC	LC		P
PICIFORMES									
17. Dendrocopus major	Picchio rosso maggiore	E	SB	I		LC	LC		PP
FALCONIFORMES									
18. Falco tinnunculus	Gheppio	C	SB, M		3	LC	LC	All	PP
PASSERIFORMES									
19. Garrulus glandarius	Ghiandaia	E	SB	II/2		LC	LC		
20. Corvus monedula	Taccola	I1	SB, M?	II/2		LC	LC		no
21. Corvus corax	Corvo imperiale	F1	SB			LC	LC		P
22. Corvus corone	Cornacchia grigia	I1	SB, M?	II/2		LC	LC		
23. Periparus ater	Cincia mora	E	SB			LC	LC		
24. Cyanistes caeruleus	Cinciarella	L1	SB			LC	LC		
25. Parus major	Cinciallegra	E	SB, M?			LC	LC		P
26. Lullula arborea	Tottavilla	L1	SB, M, W	I	2	LC	LC		
27. Delichon urbica	Balestruccio	E	M, B, W?		3	LC	NT		
28. Hirundo rustica	Rondine comune	F1	M , B, W?		3	LC	NT		
29. Phylloscopus collybita	Luì piccolo	I1	W, M, B?			LC	LC		

Nome scientifico	Nome italiano	Corotipo	Fenotipo	D.U.147/2009	SPEC	IUCN	Lista rossa nazionale	L.R. 23/98	L.N. 157/92
30. Sylvia atricapilla	Capinera	I1	SB, M, W			LC	LC		P
31. Sylvia melanocephala	Occhiocotto	M4	SB, M?			LC	LC		
32. Sylvia undata	Magnanina comune	M3	SB, M?	I	2	LC	DD		
33. Sturnus unicolor	Storno nero	M7	SB			LC	LC		
34. Turdus philomelos	Tordo bottaccio		M,W,E	II/2		LC	LC		
35. Turdus iliacus	Tordo sassello		M,W,E	II/2		NT	NA		
36. Turdus merula	Merlo	E	SB, M, W	II/2		LC	LC		
37. Muscicapa striata	Pigliamosche	I1	M B		3	LC	LC		P
38. Erithacus rubecula	Pettirosso	L1	SB, M, W			LC	LC		P
39. Phoenicurus ochruros	Codirosso spazzacamino	I4	M, W			LC	LC		P
40. Phoenicurus phoenicurus	Codirosso	I2	M reg		2	LC	LC		
41. Saxicola torquata	Saltimpalo	C	SB,M, W?			LC	EN		P
42. Passer hispaniolensis	Passera sarda	M1	SB			LC	LC		
43. Regulus ignicapillus	Fiorrancino	I	SB, M?			LC	LC		
44. Fringilla coelebs	Fringuello	I1	SB, M, W			LC	LC		P
45. Carduelis chloris	Verdone	I6	SB, M, W			LC	NT		P
46. Carduelis cannabina	Fanello	I4	SB, M, W		2	LC	LC		P
47. Carduelis carduelis	Cardellino	I1	SB, M			LC	LC		P
48. Emberiza calandra	Strillozzo	I6	SB, M,W?		2	LC	LC		P
49. Emberiza cirlus	Zigolo nero	M3	SB			LC	LC		

Per quanto riguarda la classificazione e la nomenclatura riportata nella Tabella 10.9, utilizzata per definire il profilo corologico avifaunistico dell'area di indagine, la stessa è tratta da *Boano e Brichetti* (1989) e *Boano et al.* (1990). Di seguito sono riportate le abbreviazioni che riguardano le categorie corologiche comprese nella:

A1 – cosmopolita: propria delle specie presenti in tutte le principali regioni zoogeografiche;

A2 – sub cosmopolita: delle specie assenti da una sola delle principali regioni zoogeografiche;

B – paleartico/paleo tropicale/australasiana: delle specie la cui distribuzione interessa le regioni Paleartica, Afrotropicale, Orientale ed Australasiana. Spesso le specie che presentano questa distribuzione, nella Paleartica sono limitate alle zone meridionali;

C – paleartico/paleotropicale: delle specie distribuite ampiamente nelle regioni Paleartica, Afrotropicale e Orientale. Anche la maggior parte di queste specie presenta una distribuzione ridotta alle zone meridionali della regione Paleartica;

D1 – paleartico/afrotropicale: delle specie ad ampia distribuzione nelle due regioni;

E – paleartico/orientale: delle specie la cui distribuzione interessa le regioni Paleartica ed Orientale. Alcune specie (acquatiche) hanno una distribuzione estese ad una limitata parte della regione Australasiana.

F1 – oloartica: propria delle specie ampiamente distribuite nelle regioni Neartica e Paleartica;

F2 – artica: come sopra, ma limitata alle regioni artiche circumpolari. Alcune specie marine possono estendere il loro areale verso sud lungo le coste atlantiche; le specie nidificanti in Italia appartenenti a questa categoria hanno una chiara distribuzione boreoalpina;

I1 – olopaleartica: propria delle specie la cui distribuzione include tutte le sottoregioni della Paleartica;

I2 – euroasiatica: come sopra, ad esclusione dell'Africa settentrionale;

I3 – eurosibirica: come sopra, con l'ulteriore esclusione dell'Asia centrale a sud del 50° parallelo; nelle regioni meridionali sono limitate alle sole regioni montuose;

I4 – eurocentroasiatica: delle specie assenti dalla Siberia. In Europa la loro distribuzione è prevalentemente meridionale.

L1 – europea (sensu lato): delle specie la cui distribuzione, principalmente incentrata sull'Europa, può interessare anche l'Anatolia ed il Maghreb, oltre ad estendersi ad est degli Urali fino all'Ob;

L2 – europea (sensu stricto): distribuzione limitata all'Europa od a parte di essa;

M1 – mediterraneo/turanica: propria delle specie la cui distribuzione mediterranea si estende ad est fino al bassopiano aralo-caspico;

M3 – mediterraneo/atlantica: delle specie la cui distribuzione interessa anche le zone costiere atlantiche europee. Nel Mediterraneo presentano una distribuzione prevalentemente occidentale;

M4 – mediterraneo/macaronesica: delle specie presenti anche nelle isole dell'Atlantico orientale (Azzorre, Canarie e Madera);

M5 – olomediterranea: delle specie la cui distribuzione interessa tutta la sottoregione mediterranea definita in termini bioclimatici;

M7 – W/mediterranea: delle specie distribuite nel settore occidentale del Mediterraneo.

Per quanto riguarda la classificazione e la nomenclatura utilizzata per definire il profilo fenologico avifaunistico dell'area di indagine, in accordo con quanto adottato nell'elenco degli uccelli della Sardegna (*Grussu M.*, 2001), le sigle adottate hanno i seguenti significati:

S – sedentaria, specie o popolazione legata per tutto l'anno alla Sardegna;

M – migratrice, specie o popolazione che passa in Sardegna annualmente durante gli spostamenti dalle aree di nidificazione a quelle di svernamento senza nidificare o svernare nell'Isola;

B – nidificante, specie o popolazione che porta a termine il ciclo riproduttivo in Sardegna;

W – svernante, specie o popolazione migratrice che passa l'inverno o gran parte di questo in Sardegna, ripartendo in primavera verso le aree di nidificazione;

E – specie presente con individui adulti durante il periodo riproduttivo senza nidificare, o con un numero di individui nettamente superiore alla popolazione nidificante;

A – accidentale, specie che capita in Sardegna in modo sporadico;

reg. – regolare

irr. – irregolare

? – indica che lo status a cui è associato è incerto.

In merito alle SPEC in Tabella 10.9, sono indicati con un numero da 1 a 3 quelle specie la cui conservazione risulta di particolare importanza per l'Europa (BirdLife International 2004). Laddove ciò non sia indicato significa che la specie non rientra tra le categorie SPEC. La priorità decresce da 1 a 3 secondo il seguente schema:

SPEC 1 - specie globalmente minacciate e quindi di particolare importanza conservazionistica a livello globale.

SPEC 2 - specie che non hanno uno stato di conservazione favorevole e la cui popolazione è concentrata in Europa.

SPEC 3 - specie che non hanno uno stato di conservazione favorevole in Europa, ma le cui popolazioni non sono concentrate in Europa. Le specie non contrassegnate da alcuna categoria presentano popolazioni o areali concentrati in Europa e sono caratterizzate da un favorevole stato di conservazione (SPEC4 e non-SPEC).

Il livello d'importanza conservazionistica su scala europea è indicato dalla categoria SPEC mentre l'urgenza dell'azione di conservazione è valutata sulla base del grado di minaccia in relazione alle categorie assegnate per ognuna delle specie rilevabili dal Libro Rosso IUCN secondo lo schema proposto nella Figura 10.25.

A livello nazionale lo stato di minaccia delle specie riscontrate è evidenziato dalle categorie evidenziate secondo la *Lista Rossa IUCN dei Vertebrati Italiani. (Rondinini, C., Battistoni, A.,*

Peronace, V., Teofili, C., 2013.) e la *Lista Rossa IUCN degli uccelli nidificanti in Italia 2019* (*Gustin, M., Nardelli, R., Brichetti, P., Battistoni, A., Rondinini, C.,Teofili, C*.) che adottano le medesime categorie della precedente lista rossa IUCN e con lo schema riproposto in Figura 10.26.

Le specie incluse nella direttiva 79/409/CEE (oggi 147/2009) e successive modifiche, sono suddivise in vari allegati; nell'allegato 1 sono comprese le specie soggette a speciali misure di conservazione dei loro habitat per assicurare la loro sopravvivenza e conservazione; le specie degli allegati 2 e 3 possono essere cacciate secondo le leggi degli Stati interessati. Infine, anche la L.R. 23/98, che contiene le norme per la protezione della fauna selvatica e per l'esercizio dell'attività venatoria in Sardegna, prevede un allegato nel quale sono indicati un elenco delle specie di fauna selvatica particolarmente protetta e, contrassegnate da un asterisco, le specie per le quali la Regione Sardegna adotta provvedimenti prioritari atti a istituire un regime di rigorosa tutela dei loro habitat.

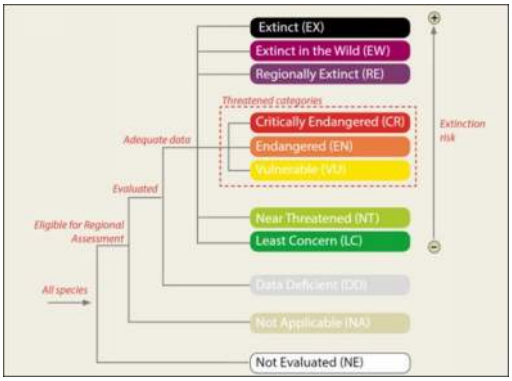


Figura 10.25 - Categorie di minaccia IUCN (BirdLife International, 2021).

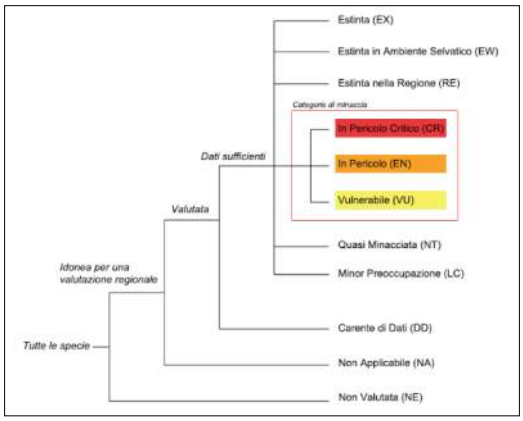


Figura 10.26 - Struttura delle categorie IUCN adottate nella Lista Rossa dei Vertebrati Italiani 2013.

10.3.2.2.6.2 Classe mammiferi

Tra i mammiferi carnivori, in relazione alle caratteristiche ambientali rilevate sul campo, si evidenzia

la presenza certa della *volpe sarda* mentre da ritenersi possibile quella della *martora*, della *donnola* e del *gatto selvatico sardo.* È certa la presenza della *lepre sarda* meno o assente il c*oniglio selvatico,* entrambe specie di cui si è accertate la presenza durante i sopralluoghi a seguito della raccolta di informazioni presso allevatori locali e non per il riscontro diretto o indiretto sul campo.

Il *Riccio europeo* è da ritenersi specie potenzialmente presente e diffuso considerate le aree in cui è presente la macchia mediterranea e la gariga; densità medie e medio alte e presenza comune, sono ipotizzabili per le specie citate di cui sopra a seguito della discreta eterogeneità degli habitat che caratterizza l'area d'indagine faunistica.

Infine per quanto riguarda la presenza di specie appartenenti all'ordine dei chirotteri, i rilievi saranno condotti dalla Ce.Pi.Sar. (Centro Pipistrelli Sardegna) nell'ambito del monitoraggio faunistico ante-operam a partire da dicembre 2022, pertanto a oggi non è possibile avere un quadro sufficientemente esaustivo riguardo la composizione qualitativa della componente chirotterofauna; tuttavia, in relazione alle caratteristiche ambientali e a monitoraggi condotti in aree limitrofe, è ipotizzabile, almeno in questa fase preliminare, la presenza delle specie riportate nella seguente Tabella 10.10.

Tuttavia, a oggi sono noti siti ipogei (grotte/caverne/gallerie) identificati come aree di svernamento/riproduzione/rifugio d'importanza significativa per la componente in esame di cui sono necessari alcuni approfondimenti in merito allo status attuale; in particolare si evidenzia che:

- A circa 650 metri dall'aerogeneratore T1 è presente un sito naturale in cui è riscontrata la presenza di chirotteri del genere *Pipistrellus;*
- A circa 4.5 km a nord dell'aerogeneratore T10, in località *Corngiu 'e Mela* (Ballao) è presente un'importante colonia di chirotteri in termini di numerosità d'individui;
- A circa 3.3 km dall'aerogeneratore T1, in territorio di Villasalto, era presente una colonia molto importante.

Tabella 10.10 - Elenco delle specie di mammiferi presenti nell'area d'indagine faunistica.

Nome scientifico	Nome italiano	D.H. 92/43	IUCN	Lista rossa nazionale	L.R. 23/98
CARNIVORI					
1. Vulpes vulpes ichnusae	Volpe sarda		LC	LC	
2. Mustela nivalis	Donnola		LC	LC	
3. Martes martes	Martora	All. V	LC	LC	
4. Felis silvestris ssp. lybica	Gatto selvatico sardo		LC		
UNGULATI					
5. Sus scrofa	Cinghiale		LC	LC	
EULIPOTIFILI					
6. Erinaceus europaeus italicus	Riccio		LC	LC	
LAGOMORFI					
7. Oryctlolagus cuniculus huxleyi	Coniglio selvatico		NT		
8. Lepus capensis	Lepre sarda		LC		
CHIROTTERI					
9.Pipistrellus pipistrellus	Pipistrello nano	All. IV	LC	LC	
10.Pipipistrellus kuhlii	Pipistrello albolimbato	All. IV	LC	LC	
11.Hypsugo savii	Pipistrello di Savi	All. IV	LC	LC	
12. Tadarida teniotis	Molosso di Cestoni	All. IV	LC	LC	

10.3.3 Suolo, uso del suolo e patrimonio agroalimentare

L'inquadramento geopedologico è stato invece curato dal Dott. Agr. Nat. Nicola Manis nell' Elaborato FORI-SNG-RA6.

Si rimanda, pertanto, ai documenti progettuali citati per ogni maggiore approfondimento in relazione ai rapporti tra le opere proposte ed il contesto geologico e geopedologico di riferimento.

10.3.3.1 Introduzione

La caratterizzazione e la successiva descrizione dei suoli di una regione è sempre complicata da realizzare in quanto la componente oggetto di analisi è caratterizzata da una notevole variabilità spaziale. Il suolo è considerato, già da parecchio tempo, come un corpo quadridimensionale (tempo e spazio) "*naturale indipendente, con una sua propria morfologia di profilo risultante da un'unica combinazione di clima, forme biologiche, materiale derivante dalla roccia madre, dalla topografia e dal tempo*" (Dokuchaev, 1885). Per sintetizzare ciò possiamo fare riferimento alla ben nota, e sempre valida, equazione di Jenny del 1941, S = f (cl, o, r, p, t), in cui il suolo viene espresso come funzione del clima, degli organismi viventi, del rilievo, della roccia madre e del tempo.

Il clima, come ben noto, influisce sulla pedogenesi in quanto agisce sui costituenti del sistema suolo attraverso l'alterazione della roccia madre, lo sviluppo della vegetazione e la modificazione della forma del paesaggio.

La vegetazione è strettamente influenzata dal clima e condiziona i processi di formazione del suolo. Ad esempio, la presenza di una densa copertura boschiva garantisce un continuo apporto di sostanza organica e svolge un ruolo di protezione dall'azione erosiva delle acque di ruscellamento.

Il rilievo influisce, invece, dapprima in modo indiretto, in quanto attraverso l'esposizione può ad esempio condizionare l'intensità delle precipitazioni e dei venti, e poi in modo diretto, in quanto l'elevata pendenza può innescare processi gravitativi e fenomeni di ruscellamento.

La roccia madre fornisce la materia prima ai processi pedogenetici. Infatti, l'alterazione della roccia fornisce la frazione minerale che rappresenta l'input per i successivi processi di sviluppo del suolo. In presenza di rocce tenere, o comunque facilmente alterabili, i suoli possono assumere forme ben sviluppate in assenza di particolari processi erosivi, mentre la presenza di rocce fortemente massive e litoidi ostacola i processi pedogenetici determinando talvolta la presenza di suoli sottili, talora limitati a semplici coperture di spessore centimetrico.

Infine, il fattore tempo è decisivo per lo svolgersi delle azioni determinate dai fattori precedenti. Quindi, nello studio dei suoli e nella determinazione della sua variabilità spaziale non si può certamente prescindere da tutti questi fattori che influiscono, in maniera differente, sui processi pedogenetici.

Le teorie pedologiche tradizionali dimostrano che, dove le condizioni ambientali generali sono simili ed in assenza di disturbi maggiori, come possono essere ad esempio particolari eventi deposizionali o erosivi, i suoli dovrebbero seguire un'evoluzione ed uno sviluppo che converge verso un ben determinato tipo pedologico caratteristico di quella precisa area. In questo senso, la pedogenesi più lunga avviene sotto condizioni ambientali favorevoli e, soprattutto, costanti in cui le caratteristiche fisiche, biologiche e chimiche imprimono la loro impronta sulla pedogenesi stessa. Ma questo sviluppo, o meglio questa progressione verso uno stadio di maturità dei suoli, non è sempre evidente, proprio perché i fattori precedentemente descritti possono interromperla in qualsiasi momento (Phillips, 2000). La realtà, infatti, si discosta spesso in modo marcato dalle teorie pedologiche, proprio come avviene ogni volta che si cerca di modellizzare l'ambiente ed i processi che si instaurano, in quanto difficilmente vi è la contemporanea continuità dei suddetti fattori. Questo è valido a tutte le scale di osservazione, sia alla mesoscala che alla microscala, in quanto anche dall'analisi di un piccolo versante è possibile osservare variazioni litologiche e micromorfologiche che influiscono in modo determinante sulla formazione e sul comportamento del suolo.

A complicare quanto descritto fino a questo momento, non si possono certamente trascurare le variazioni indotte da una qualsiasi gestione antropica. Quest'ultima determina una sintomatica variazione dello sviluppo dei suoli. Infine, a ciò si aggiunge il fatto che le informazioni ottenute da una zona non possono essere estese ad altre aree simili senza una verifica completa, rendendo il

rilievo pedologico lungo nel tempo e con costi elevati.

Nel corso degli anni lo studio della variazione spaziale dei suoli si è continuamente evoluto, passando dall'analisi dei singoli fattori che concorrono ai processi precedentemente descritti al rapporto suolo-paesaggio, fino ad arrivare agli anni 90' del secolo scorso, quando parte dello studio è stato concentrato sulla caratterizzazione del concetto di variabilità e sulla determinazione della frequenza con la quale variavano i diversi fattori. Burrough (1983), ad esempio, ha osservato come alcuni fattori variano con una certa costanza, potendo quindi essere inseriti all'interno di una variabilità definita sistematica, mentre altri fattori non possono che essere ricondotti ad una variabilità casuale. Sono proprio questi i concetti su cui si è concentrata l'attenzione dei ricercatori del settore, con diverse interpretazioni in funzione delle variabili di volta in volta analizzate. In particolare, secondo Saldana et al. (1998) la variazione sistematica è un cambiamento graduale o marcato nelle proprietà dei suoli ed è espressa in funzione della geologia, della geomorfologia, dei fattori predisponenti la formazione dei suoli e/o delle pratiche di gestione dei suoli stessi. Anche per Perrier e Wilding (1986) queste variazioni sistematiche possono essere espresse in funzione di:

1. morfologia (es. rilievi montani, plateaux, pianure, terrazzi, valli, morene, etc.);
2. elementi fisiografici (es. le vette e le spalle dei versanti);
3. fattori pedogenetici (es. cronosequenze, litosequenze, toposequenze, biosequenze e climosequenze).

Secondo Couto et al. (1997), le variazioni sistematiche potrebbero essere osservate in generale già durante le prime fasi dei rilievi di campo.

Le altre variazioni, ovvero quelle casuali, non possono essere spiegate in termini di fattori predisponenti la formazione ma, sono riconducibili: alla densità di campionamento, agli errori di misura e alla scala di studio adottata (Saldana et al., 1998). È contenuto in questi schemi di campionamento il presupposto dell'identità per i campioni adiacenti, anche se ciò raramente è stato riscontrato (Sierra, 1996). In generale, la variabilità sistematica dovrebbe essere maggiore della variabilità casuale (Couto et al., 1997), in quanto il rapporto con il paesaggio è più stretto.

Più volte si è fatto riferimento alla variabilità dei suoli alle diverse scale di osservazione. In generale, la variazione spaziale tende a seguire un modello in cui la variabilità diminuisce al diminuire della distanza fra due punti nello spazio (Youden e Mehlich, 1937; Warrick e Nielsen, 1980). La dipendenza spaziale è stata osservata per una vasta gamma di proprietà fisiche, chimiche e biologiche, nonché nei processi pedogenetici.

Come già ampiamente descritto nelle pagine precedenti, le variazioni spaziali dei suoli sono giustificate attraverso un'analisi dei 5 principali fattori responsabili della formazione del suolo: clima, litologia, topografia, tempo e organismi viventi. Ma la base della variabilità è la scala del rilievo, in quanto ciascuno di questi fattori esercita un proprio peso che differisce anche, e soprattutto, a seconda della scala. È quindi molto importante individuare una scala di lavoro che permetta di sintetizzare il ruolo svolto dai singoli fattori.

Alcuni esempi esplicativi possono essere ricondotti alle variazioni climatiche, che esercitano un ruolo importante sulla variabilità dei suoli, particolarmente alle scale regionali. Ma quando nel territorio subentrano anche sensibili variazioni morfologiche e topografiche, allora le temperature e le precipitazioni possono differire sensibilmente anche per distanze di 1 km. Inoltre, variazioni climatiche possono essere determinate dall'esposizione, come il microclima sui versanti esposti a nord che, alle nostre latitudini, differisce in maniera consistente rispetto ai versanti esposti a sud.

Allo stesso modo, anche la roccia madre varia spesso alla scala regionale, ma vi sono sensibili differenze anche alla grande scala, o di dettaglio. Molti esempi suggeriscono che le variazioni dei suoli alla scala di dettaglio avvengono soprattutto con i cambiamenti nella topografia, ma è molto difficile accorgersi delle variazioni dei suoli e di quali proprietà possano mutare lungo uno stesso versante (Brady e Wiel, 2002).

È necessario quindi poter distinguere quello che avviene alle differenti scale di osservazione; alle grandi scale, ad esempio, i cambiamenti avvengono all'interno di pochi ettari coltivati o di aree incolte. La variabilità a questa scala di osservazione può essere difficile da misurare, a meno di possedere un numero elevatissimo di osservazioni e con una densità di campionamento improponibile per i normali rilevamenti pedologici.

In molti casi alcune considerazioni, ma si tratta sempre di considerazioni effettuate dopo aver analizzato i primi dati pedologici, possono essere estrapolate anche osservando l'altezza o la densità di vegetazione che può riflettere una determinata variabilità dei suoli, come pure una variabilità nelle forme del paesaggio o la presenza di differenti substrati geologici. Laddove lo studio richiede una valenza scientifica o una precisa caratterizzazione dei suoli è sempre necessario che i cambiamenti delle proprietà dei suoli siano determinati attraverso l'analisi dei campioni di suolo prelevati.

Alla media scala, invece, si osserva come la variabilità sia in stretta relazione con alcuni fattori pedogenetici. Comprendendo le influenze di uno di questi sul rapporto suolo-paesaggio, è spesso possibile definire un set di singoli suoli che volgono insieme in una sequenza attraverso il paesaggio stesso. Frequentemente è possibile, identificando un membro di una serie, predire le proprietà dei suoli che occupano una determinata posizione nel paesaggio da altri membri di una serie (Brady e Wiel, 2002). Tali serie di suoli includono litosequenze (considerando sequenze di rocce madri), cronosequenze (considerando rocce madri simili ma tempi pedogenetici diversi) e toposequenze (con suoli disposti secondo cambiamenti nella posizione fisiografica). La toposequenza viene anche indicata col termine catena. Le associazioni di suoli raggruppano suoli diversi, presenti nello stesso paesaggio, non cartografabili singolarmente alla scala utilizzata, ma distinguibili a scale di maggior dettaglio. L'identificazione delle associazioni di suoli è importante, in quanto queste consentono di caratterizzare il paesaggio attraverso la zonizzazione di grandi aree e possono essere utilizzate come strumento di programmazione urbanistica e del territorio.

10.3.3.2 Unità di terre

L'uso di carte tematiche specifiche, ed in questo caso della carta delle Unità di Terre, costituisce uno dei metodi migliori per la rappresentazione e visualizzazione della variabilità spaziale delle diverse tipologie di suolo, della loro ubicazione e della loro estensione.

Il significato delle Unità di Terre concerne l'individuazione di aree in cui avvengono, in modo omogeneo, determinati processi di pedogenesi che si riflettono nella formazione di suoli con caratteri simili anche in aree distanti tra loro. Il principio cardine su cui si basa il lavoro è il noto paradigma suolo e paesaggio ovvero il legame stretto che permette, attraverso l'osservazione delle singole componenti di quest'ultimo, l'individuazione di aree omogenee caratterizzate da classi di suoli di origine analoga e la loro distribuzione spaziale.

I suoli, come descritto precedentemente, si formano attraverso un'interazione composta tradizionalmente da cinque fattori: substrato pedogenetico, topografia, tempo, clima ed organismi viventi (Jenny, 1941). Le complesse interazioni tra questi fattori avvengono seguendo modelli ripetitivi che possono essere osservati a scale differenti, conducendo alla formazione di combinazioni pedologiche assimilabili. Questa è la base per la definizione, identificazione e mappatura dei suoli (Soil SurveyDivision Staff, 1993).

In questi termini, i modelli locali di topografia o rilievo, substrato pedogenetico e tempo, insieme alle loro relazioni con la vegetazione ed il microclima, possono essere utilizzati per predire le tipologie pedologiche in aree ristrette (Soil SurveyDivision Staff, 1993).

In sintesi, si tratta di uno strumento importante ai fini pedologici, proprio perché per ciascuna unità viene stabilita la storia evolutiva del suolo in relazione all'ambiente di formazione, e se ne definiscono, in questo modo, gli aspetti e i comportamenti specifici. Inoltre, dalla carta delle Unità di Terre è possibile inquadrare le dinamiche delle acque superficiali e profonde, l'evoluzione dei diversi microclimi, i temi sulla pianificazione ecologica e la conservazione del paesaggio, le ricerche sulla dispersione degli elementi inquinanti, ma anche fenomeni urbanistici ed infrastrutturali (Rasio e Vianello, 1990).

Seppur il lavoro svolto ha avuto come riferimento bibliografico la Carta delle Unità di Terre realizzata nel 2014 nell'ambito del progetto CUT 1 dalle agenzie regionali Agris e Laore e dalle Università di Cagliari (Dipartimento di Scienze Chimiche e Geologiche) e Sassari (Dipartimento di Agraria, sezione Ingegneria del Territorio), le valutazioni fatte nella definizione delle unità sono strettamente legate agli obiettivi dello studio nonché alla scala di rilevamento e restituzione del dato.

Seguirà una descrizione generale delle unità individuate per i territori di indagine:

<u>Unità MCN: suoli sviluppatisi sui metacalcari nodulari e i metacalcari marnosi (sottounità fisiografica +1 e +2)</u>

Il paesaggio dei suoli calcari è costituito da una serie di rilievi sia a morfologia tendenzialmente tabulare, derivante da superfici strutturali, sia ondulata o più aspra. In questo contesto dominano le forme convesse contraddistinte da pendenze comprese tra 2,5 e 15% (MCN 1), e tra il 15 e il 35% (MCN 2). I rilievi sono interrotti da valli immature che conferiscono alle forme profili ripidi grazie anche alla scarsità di depositi di versante. Le sommità e i fianchi dei rilievi presentano spesso orli di scarpata molto ripidi. Alcune di queste aree sono tendenzialmente instabili essendo fortemente impoverite nella copertura vegetale. Tale è rappresentate per lo più da un mosaico di coperture basso arbustive a lentisco, olivastro e perastro associate localmente alle garighe a *Teucrium marum,* nelle aree dove la rocciosità affiorante supera coperture del 20%.
I fenomeni di erosione avvenuti nel tempo hanno troncato il profilo dei suoli, riducendone la capacità evolutiva. In tal modo la ripresa vegetativa risulta difficoltosa soprattutto nel breve periodo. L'uso del suolo è associato al pascolo brado principalmente bovino e secondariamente ovino.
Le principali limitazioni d'uso sono riconducibili, all' abbondante pietrosità superficiale, caratterizzata anche dalla presenta di pietre (>25cm), alla rocciosità affiorante e nel complesso da una scarsa profondità utile per le radici.
In generale si tratta di suolo non arabili, gli indirizzi di uso del suolo favorevoli alla tutela e la conservazione del suolo prevedono l'adozione di misure di mantenimento della copertura vegetale naturale; la riduzione e regimazione del pascolo. È consentita la fruizione turistico-ricreativa escursionistica.

<u>Unità MET: suoli sviluppatisi su metarenarie e metasiltiti (sottounità fisiografica +1 e +2)</u>

I suoli di questi paesaggi sono caratterizzati dalla dominanza di forme convesse, versanti semplici e pendenze comprese tra 2,5 a 15% (MET 1) e da 15% e 35% (MET 2). La loro tessitura è franca o franco-sabbiosa, il drenaggio normale. L'evoluzione dei suoli è strettamente correlata agli usi antropici attuali e passati. Nelle aree sommitali prive di coperture vegetali arboree o arbustiva, caratterizzate localmente da aree a pascolo naturale, i suoli sono sottili. Il mantenimento di questi paesaggi è dovuto sia all'azione del pascolo bovino e ovino che alle pratiche saltuarie di pulizia per il rinnovamento del cotico erboso. Nelle superfici nelle quali i processi degradativi attuali e passati sono meno intensi i suoli possono avere spessori maggiori e compaiono forme diversificate di vegetazione, per lo più garighe silicicole con qualche resto di macchia-foresta e boschi misti a sughera e leccio. Le principali limitazioni d'uso sono riconducibili alla pendenza compresa tre 15% e 35% (MET2) e a tratti, abbondante pietrosità superficiale. Localmente si riscontrano affioramenti rocciosi e la profondità utile per le radici generalmente è scarsa. In generale si tratta di suoli non arabili, gli indirizzi di uso del suolo favorevoli alla tutela e la conservazione del suolo prevedono l'adozione di misure di mantenimento della copertura vegetale naturale, la riduzione e regimazione del pascolo. È consentita la fruizione turistico-ricreativa escursionistica.

<u>Unità CPA: suoli sviluppatisi su conglomerati poligenici con arenarie di ambiente continentale e transizionale (sottounità fisiografica +1)</u>

Dominanza di forme convesse, versanti semplici e displuvi con pendenza compresa tra 2,5 e 15%. Ambienti naturali e seminaturali a prevalenza di vegetazione rada e garighe, generalmente pascolate; presenza di superfici con rimboschimenti di conifere e nuclei residuali di macchia pre-forestale o bosco ceduo di leccio.
Le principali limitazioni all'uso sono legate alla pietrosità superficiale, da comune ad abbondante e la scarsa profondità del suolo. A tratti si rileva rocciosità affiorante. Si tratta di suoli non arabili. Si prevede tra le misure di tutela l'adozione di misure di mantenimento conservazione o ricostituzione della copertura vegetale autoctona.

10.3.3.3 Descrizione dei suoli

L'analisi pedologica è stata portata a termine attraverso una serie di sopralluoghi, effettuati in data 13/11/2022 e 14/11/2022 che hanno consentito di analizzare e verificare le effettive caratteristiche dei suoli dell'area su cui verranno ubicati gli aerogeneratori. La descrizione, riportata di seguito, è stata fatta considerando i substrati pedogenetici delle superfici interessate; queste sono principalmente impostate su suoli sviluppatisi nei Calcari di Villasalto - composti da metacalcari grigi spesso nodulari, fossiliferi, da massicci a stratificati, con sottili intercalazioni di metapeliti carboniose - in cui ricadano tutte le stazioni ad eccezione dei siti T9, T11 e T10. I primi due sono compresi nella formazione di Pala Manna composte da alternanze irregolari di metasiltiti, metarenarie e metaquarzoareniti, mentre la stazione T10 è inserita nella formazione di Ussana, caratterizzata da conglomerati e brecce, grossolani, eterometrici, prevalentemente a spese di basamento cristallino paleozoico, carbonati giurassici, vulcaniti oligomioceniche.

SITO T1

Figura 10.27 - Sito in cui è prevista l'installazione dell'aerogeneratore T1 nel territorio di San Nicolò Gerrei, in basso il profilo eseguito nel punto rilevato.

Il sito in cui è prevista l'installazione della turbina eolica T1 ricade geomorfologicamente sul margine di un altopiano carbonatico facente parte geologicamente dei Calcari di Villasalto cosi come la maggior parte delle stazioni che verranno descritte successivamente. La morfologia del rilievo in questa area è subpianeggiante leggermente convessa, e la piazzola è ubicata a quota di 568m s.l.m. L'unità cartografica di appartenenza è la MCN 1 con una pendenza media rilevata di circa il 7% che aumenta drasticamente lungo il versante vallivo con pendenze superiori al 35%. Questa repentina variazione morfologica porta ad un cambio di sottounità fisiografica che passa dalla MCN 1 alla MCN 3, comunque al di fuori dell'area progettuale. La rocciosità affiorante all'interno della piazzola è di circa il 40%. (Figura 10.28). La pietrosità superficiale totale è stata stimata invece al 45% costituita principalmente da pietre (>25cm) per il 15% e da ghiaia grossolana (2cm-7,5cm) sempre per un valore medio del 15%. Il resto del volume è distribuito nei ciottoli grandi (15-25cm) per il 5%, nei ciottoli piccoli (7,5cm-15cm) per il 3%, e nella ghiaia fine e media per il 7% (0,2cm-

2cm). I suoli sono molto sottili e il profilo effettuato ha permesso di identificare una sequenza pedologica cosi composta: A-R. L'orizzonte A va da 0-8 cm, limite irregolare abrupto. Lo scheletro è composto dall'1% di ciottoli piccoli, 1% di ghiaia grossolana e 2% di ghiaia fine media. Oltre non è stato possibile proseguire a seguito dall'impedimento dato del contatto litico. Dal punto di vista dell'uso del suolo è associato al pascolo brado con bassi carichi di bestiame e alle attività ricreative (esercizio venatorio, raccolta funghi, escursionismo). La copertura vegetale è caratterizzata nell'altopiano da garighe in cui spiccano i popolamenti di *Teucrium marum* a cui si associano geofite bulbose perenni come l'Asfodelo, giovani alberelli di *Pyrus spinosa* (perastro) disposti in maniera puntiformi, poco sviluppati per le criticità pedologiche presenti, insieme ad esemplari di *Pistacia lentiscus* (lentisco) e *Anagyris foetida*. (Figura 10.31). I suoli più comuni in questo contesto pedologico sono Lithic Xerorthents e Rock outcrop.

Figura 10.28 - Rocciosità affiorante nella stazione T1

Figura 10.29 - A sinistra vista N dalla stazione eolica, a destra vista S dalla stazione eolica

Figura 10.30 – Vista panoramica del sito in direzione E

Figura 10.31 – Garighe

SITO T2

Figura 10.32 - Sito in cui è prevista l'installazione dell'areogeneratore T2 nel territorio di San Nicolò Gerrei, in basso il profilo eseguito nel punto rilevato

L'areale in cui è prevista la messa in opera della turbina eolica T2 ricade a quota di 564m s.l.m. Geomorfologicamente è inserita sempre su un altopiano carbonatico dei Calcari di Villasalto. L'andamento morfologico è subpianeggiante e l'unità di terra di appartenenza è sempre la MCN 1 con una pendenza media rilevata di circa 2,5 %. La rocciosità superficiale è stata stimata per un valore pari al 60% (Figura 10.34) mentre la pietrosità superficiale per un valore complessivo del 48% di cui 10% di pietre, 5% di ciottoli di grandi, 5% di ciottoli piccoli, 20% di ghiaia grossolana e 8% ghiaia fine e media. I suoli si presentano irregolari, con aree in cui è possibile riscontrare un'evoluzione pedogenetica superiore data dalla presenza di un sottile orizzonte B. Infatti, la sequenza pedologica riscontrata è cosi composta A-Bw- R. L'orizzonte A va da 0 a 18cm, limite lineare abrupto, con uno scheletro totale del 7% composto dal 2% di ghiaia fine e media e 5% di ghiaia grossolana con forme piatte e sottili. Dai 18cm in poi è presente l'orizzonte Bw con colori

tendenzialmente rossastri e prosegue fino ai 32cm. Lo scheletro si dispone in strati alternati con la matrice composto per lo più da ciottoli piccoli e ghiaia grossolana per un volume pari al 10%. Oltre si trova il contatto litico. Dal punto di vista di uso del suolo e di copertura vegetale l'area è comparabile a quella descritta per la stazione precedente.

I suoli più comuni in questo contesto pedologico sono Lithic Xerorthents, Lithic Haploxerepts e Rock outcrop.

Figura 10.33 - A sinistra vista S della stazione eolica, a destra vista O dalla stazione eolica

Figura 10.34 – Rocciosità affiorante

SITO T3

Figura 10.35 - Sito in cui è prevista l'installazione dell'areogeneratore T3 nel territorio di San Nicolò Gerrei, in basso il profilo eseguito nel punto rilevato

Il contesto morfologico, pedologico e vegetale della stazione T3 è il medesimo di quello rilevato nelle stazioni descritte in precedenza in quanto anche questo sito è collocato sul medesimo altopiano collinare; la quota è però superiore e pari a 575 m s.l.m. L'unità di terra di appartenenza è la MCN 1 e la pendenza media rilevata è pari a circa il 5%. La rocciosità affiorante è stata stimata al 38% mentre la pietrosità superficiale è pari al 32% caratterizzata da pietre per il 10%, che raggiungono dimensioni anche di 60cm, di forma principalmente piatta. Seguono i ciottoli grandi con un volume del 5%, così come per i ciottoli piccoli. Per quanto riguarda la classe dimensionale della ghiaia il volume viene ripartito per il 7% alla grossolana e al 5% alla fine e media. Il suolo rilevato, presenta una sequenza pedologica così composta: A – Cr - R. L'orizzonte A si estende da 0 a 12/20cm, limite irregolare abrupto, struttura poliedrica subangolare, colorazioni rossastre e scheletro pari al 5% composto da ghiaia. Oltre è stato riscontrato l'orizzonte Cr alternato a strati argillificati, in questo

orizzonte è possibile osservare la roccia madre fortemente degradata che si spezza sotto una moderata pressione manuale lungo i piani di scistosità. L'orizzonte si estende fino ai 28cm poi è stato riscontrato il contatto litico. La stazione ricade in una piccola radura contraddistinto da coperture erbacee con esemplari di lentisco e perastro poco sviluppati. L' uso del suolo è associato al pascolo ovino e bovino. I suoli più comuni in questo contesto pedologico sono Lithic Xerorthents e Rock outcrop.

Figura 10.36 – A sinistra affioramenti rocciosi riscontrati, a destra dettaglio delle pietre (>25cm) riscontrate

Figura 10.37 – Vista panoramica in direzione N

Figura 10.38 - Vista panoramica in direzione S-O

Figura 10.39 – Tracciato stradale parallelo alla stazione eolica

SITO T4

Figura 10.40 - Sito in cui è prevista l'installazione dell'areogeneratore T4 nel territorio di San Nicolò Gerrei, in basso il profilo eseguito nel punto rilevato

I caratteri geologici, morfologici, pedologici di uso del suolo e di copertura vegetale della stazione T4 sono i medesimi dei precedenti. La prospettata turbina eolica verrà posizionato a quota di 567m s.l.m. L'unità cartografica di appartenenza è la MCN 1 e la pendenza media del campo è di circa il 4%. La rocciosità affiorante è stata stimata per un valore pari a circa il 50% (Figura 10.41) mentre la pietrosità superficiale è costituita dall'8% di pietre, 6% di ciottoli grandi, 4% di ciottoli piccoli, 15% ghiaia grossolana e 4% di ghiaia fine e media per un totale di circa il 37%. L'indagine ha permesso di identificare una sequenza pedologica così composta: A – R. I suoli si presentano in tasche tra gli affioramenti rocciosi. L'orizzonte A va da 0 a 19 cm, limite lineare abrupto, colorazioni degli aggregati rossastre e struttura poliedrica subangolare. Lo scheletro è composto da ghiaia di tutte le dimensioni per un volume pari all' 8%, sempre di natura carbonatica con forme principalmente piatte. L'uso del suolo è associato al pascolo brado bovino e alle attività ricreative. La copertura vegetale è

composta da un mosaico di coperture erbacee annuali e perenni nelle aree di massima rocciosità a cui si alternano coperture arbustive dominate dal lentisco con esemplari di perastro. I suoli più comuni in questo contesto pedologico sono Lithic Xerorthents e Rock outcrop.

Figura 10.41 – Affioramenti rocciosi presenti nella stazione

Figura 10.42 – A sinistra dettaglio della pietrosità superficiale. A destra coperture arbustive caratterizzate da lentisco e perastro

SITO T5

Figura 10.43 - Sito in cui è prevista l'installazione dell'areogeneratore T5 nel territorio di San Nicolò Gerrei, in basso il profilo eseguito nel punto rilevato

La superficie in cui si prevede la realizzazione dell'aerogeneratore T5 è ubicata nella parte sommitale di una catena collinare compresa tra un piccolo pendio e un pianoro a quota di 527m s.l.m. L'unità cartografica di appartenenza è la MCN 1 e la pendenza media del campo è di circa l'8%. La rocciosità affiorante è pari al 5% mentre la pietrosità superficiale è composta dal 2% di pietre, dall' 1% di ciottoli grandi, dal 1% di ciottoli piccoli, dal 5% di ghiaia grossolana e dal 3% di ghiaia fine e media per un totale del 12%. Il profilo è stato eseguito nelle superfici in cui è prevista la realizzazione della fondazione, ovvero nel piccolo pendio prossimo al tracciato sterrato, ma vista l'eterogeneità pedologica dell'intera area progettuale tale rilevamento non può definirsi rappresentativo. Infatti, in progetto viene incluso un piccolo appezzamento (Figura 10.45), ricadente sul pianoro, che viene saltuariamente coltivato per la produzione di foraggi verdi, dove la profondità del suolo raggiunge

anche i 70cm, a detta dei locali. La sequenza pedologica identifica è la seguente A-R, pertanto i suoli sono sottili. L'orizzonte A va da 0 a 15cm, limite abrupto lineare, con uno scheletro composto dal 5% di ghiaia grossolana e il 2% di ghiaia fine e media. La copertura vegetale è caratterizzata dalla presenza di copertura arbustive più o meno dense, con lentisco biancospino e perastro intervallati da piccoli patch ricoperti da formazioni erbacee. L'uso del suolo è indirizzato al pascolo ovino e bovino. I suoli più comuni in questo contesto pedologico sono Typic Xerorthents, Typic Haploxerepts, Lithic Xerorthents e Rock outcrop.

Figura 10.44 – A sinistra coperture mosaico di coperture vegetali erbacee ed arbustive. A destra dettaglio degli affioramenti rocciosi presenti

Figura 10.45 – A sinistra vista in direzione N-O dall'area in cui si prospetta la realizzazione delle fondazioni. A destra appezzamento saltuariamente coltivato che verrà in parte compreso nella piazzola eolica

SITO T6

Figura 10.46 - Sito in cui è prevista l'installazione dell'areogeneratore T6 nel territorio di San Nicol Gerrei, in basso il profilo eseguito nel punto rilevato

Il sito in cui è prevista l'installazione dell'aerogeneratore T6 ricade nella parte sommitale di una catena collinare in continuità morfologica con la stazione T5 distante circa 1km, e posizionato a quota di 526 s.l.m. L'unità cartografica di appartenenza è la MCN 2 con una pendenza media rilevata di circa il 16%. La rocciosità affiorante è stata stimata al 15% mentre la pietrosità superficiale, è pari al 32% di cui 4% di pietre, 2% di ciottoli grandi, 4% di ciottoli piccoli, 15% di ghiaia grossolana e 5% di ghiaia fine e media.

I suoli rilevati sono poco profondi e mostrano una sequenza pedologica così composta: A – R. L'orizzonte A va da 0 a 17cm, limite lineare abrupto, scheletro composto da ghiaia grossolana per l'4%, ghiaia fine e media per il 2%. La copertura vegetale si configura come un complesso mosaico di coperture erbacee e basso arbustive sottoforma di macchie a lentisco e olivastro più o meno dense in cui partecipano al corteggio floristico *Pyrus spinosa* (perastro) e *Crataegus monogyna* (biancospino). L'uso del suolo è associato al pascolo brado bovino. I suoli più comuni in questo contesto pedologico sono Lithic Xerorthents e

Rock outcrop.

Figura 10.47 – Vista in direzione N-E dalla stazione eolica

Figura 10.48 – Affioramenti rocciosi e pietrosità superficiale rilevata

SITO T7

Figura 10.49 - Sito in cui è prevista l'installazione dell'areogeneratore T7 nel territorio di San Nicol Gerrei, in basso il profilo eseguito nel punto rilevato

L'area in cui si prospetta la messa in opera dell'aerogeneratore T7, si trova in continuità morfologica in direzione N-E con il sito T6 ad una distanza di circa 650m. Il sito ricade pertanto sulla parte alta di una catena collinare, in una piccola radura a quota di 522m s.l.m. L'unità di terra di appartenenza è la MCN 1, l'unita geologica è riferibile sempre ai Calcari di Villasalto mentre la pendenza media rilevata è pari a circa il 14%.

La rocciosità affiorante all'interno della piazzola è pari al 20% mentre la pietrosità superficiale complessiva è stata stimata per un volume del 34% di cui: pietre per il 3%, ciottoli grandi per il 5%, ghiaia grossolana per il 15% e infine ghiaia fine e media per l'8%.

I suoli rilevati si mostrano sottili con una sequenza A – Cr. L'orizzonte A va da 0 a 16/18cm, limite abrupto ondulato, con scheletro totale del 13% costituito da ghiaia fine e media per il 3% e dal 10% di ghiaia grossolana. Oltre si riscontra l'orizzonte Cr in cui è possibile apprezzare la roccia madre alterata ma difficilmente frantumabile

manualmente. L'uso del suolo è associato al pascolo bovino mentre la copertura vegetale è comparabile alle stazioni viste in precedenza con variazioni sui rapporti di copertura erbacea e arbustive. I suoli più comuni in questo contesto pedologico sono Lithic Xerorthents e Rock outcrop.

Figura 10.50 - A sinistra affioramenti rocciosi, a destra dettaglio di una pietra di natura metacalcarea di forma piatta e angolare.

Figura 10.51 – Vista in direzione S dalla stazione eolico

SITO T8

Figura 10.52 - Sito in cui è prevista l'installazione dell'areogeneratore T(nel territorio di San Nicol Gerrei, in basso il profilo eseguito nel punto rilevato

Il contesto morfologico in cui si inserisce la postazione eolica T8 ricade nella parte sommitale di una cresta collinare in continuità con le ultime stazioni descritte. La turbina si inserisce pertanto lungo la linea di displuvio, prossimo ad una piccola concavità, a quota di 507m s.l.m. L'unità di terra di appartenenza è la MCN 2 e la pendenza media rilevata è pari a circa il 18%.

La rocciosità affiorante all'interno della piazzola è pari a circa 40%, (Figura 10.53) mentre la pietrosità superficiale è stata stimata per un valore pari al 35% di cui: pietre per il 5%, ciottoli grandi per il 6%, ciottoli piccoli per il 4%, ghiaia grossolana per il 17% e infine ghiaia fine e media per l'8%.

I suoli rilevati si mostrano sottili con una sequenza A – R. L'orizzonte A va da 0 a 6/8cm, limite irregolare abrupto, struttura poliedrica subangolare con dimensione degli aggregati media, colorazioni decisamente più scure rispetto agli

orizzonti superficiali visti in precedenza. Lo scheletro totale è pari all'8% costituito da ghiaia fine e media per il 3% e dal 5% di ghiaia grossolana. I suoli più comuni in questo contesto pedologico sono Lithic Xerorthents e Rock outcrop.

Figura 10.53 – Affioramenti rocciosi e pietristà superficiale nel sito

Figura 10.54 – Vista delle superfici in direzione N-E potenzialmente coinvolte nella realizzazione della stazione eolica

SITO T9

Figura 10.55 - Sito in cui è prevista l'installazione dell'areogeneratore T9 nel territorio di San Nicolò Gerrei, in basso il profilo eseguito nel punto rilevato

Il sito in cui si prevede la realizzazione della torre eolica T9 ricade nella parte alta di una catena collinare nel tratto inziale di un impluvio. Rispetto alle stazioni precedenti l'area è inclusa geologicamente nella Formazione di Pala Manna inserito a quota di 361m s.l.m. L'unità di terra di appartenenza è la MET 1 e la pendenza media rilevata è pari a circa il 4%.

La rocciosità affiorante è stata stimata per un valore del 3%, che si rileva lungo il confine dell'appezzamento con il tracciato sterrato (Figura 10.56), mentre la pietrosità superficiale presenta un volume decisamente inferiore alle stazioni viste sino ad ora per un totale dell'8% di cui: pietre per l'1%, ciottoli grandi per l'1%, ciottoli piccoli per il 1% e ghiaia per il 5%.

I suoli rilevati sono mediamente profondi e la posizione morfologica ha decisamente influito su questo carattere riscontrato. La sequenza rilevata è A – Bw. L'orizzonte A va da 0 a 50cm, limite abrupto lineare, con scheletro totale dell'8% costituito da ghiaia di tutte le

dimensioni (0.2-7,5cm) principalmente con forme piatte e spigolose. L'orizzonte Bw si estende dai 50 ai 53cm e prosegue oltre. Le colorazioni sono sensibilmente più chiare e il volume in scheletro aumenta al 15%. È probabile che in passato venisse lavorato ma attualmente trattasi di un pascolo naturale. La copertura vegetale è principalmente erbacea, ma si rilevano esemplari arbustivi ed arborei biancospino perastro e olivastro. I suoli più comuni in questo contesto pedologico sono Lithic e Typic Xerorthents, Typic Haploxerepts, Lithic Dystroxerepts e Rock outcrop.

Figura 10.56 – A sinistra dettaglio degli affioramenti rocciosi al confine con l'appezzamento. A destra dettaglio di una pietra presente.

Figura 10.57 – Vista delle superfici in direzione O in cui si prospetta l'installazione della turbina eolica

SITO T10

Figura 10.58 - Sito in cui è prevista l'installazione dell'areogeneratore T10 nel territorio di Armungia, in basso il profilo eseguito nel punto rilevato

L'areale in cui si prevede la messa in opera della turbina eolica T10 ricade geologicamente sui conglomerati e brecce, grossolani ed eterometrici della Formazione di Ussana. Morfologicamente si inserisce nella parte sommitale di un rilievo collinare a quota di 404m s.l.m. L'unità di terra di appartenenza è la CPA 1 e la pendenza media rilevata è pari a circa il 5%.

La rocciosità affiorante all'interno della piazzola è assente (Figura 10.59) mentre la pietrosità superficiale è stata stimata per un valore pari al 35% contraddistinta per la presenza di clasti di diversa origine (granitoidi, metacalcari, metarenarie) anche di grandi dimensioni subaffioranti tra le superfici indagate. I volumi sono stati così retribuiti: pietre per il 12%, ciottoli grandi per il 5%, ciottoli piccoli per il 3%, ghiaia grossolana per il 10% e infine ghiaia fine e media per il 5%.

I suoli rilevati presentano una sequenza A – R ma potrebbero essere presenti anche suoli più evoluti. L'orizzonte A va da 0 a 6/15cm, limite irregolare abrupto, con scheletro totale del 10% costituito da

ghiaia di tutte le dimensioni. L'uso del suolo è associato al pascolo brado ovino, la copertura vegetale è caratterizzata da un complesso mosaico di coperture erbacee ed arbustive a lentisco ed olivastro. I suoli più comuni in questo contesto pedologico sono Typic e Lithic Xerorthents, Typic e Lithic Haploxerepts e Rock outcrop.

Figura 10.59 – A sinistra dettaglio del volume di pietrosità superficiale. A destra abbeveratoio per il bestiame prossimo alla stazione

Figura 10.60 – Vista in direzione S-E della stazione eolica

SITO T11

Figura 10.61 - Sito in cui è prevista l'installazione dell'areogeneratore T11 nel territorio di San Nicolò Gerrei, in basso il profilo eseguito nel punto rilevato

Il sito in cui si prospetta l'installazione della turbina eolica T11, è compreso geologicamente, così come il sito T9, all'interno della Formazione di Pala Manna pertanto differisce dalla maggior parte delle stazioni descritte in queste pagine. Morfologicamente è compresa tra la parte sommitale di un rilievo collinare, e la parte alta del versante dello stesso rilievo a quota di 403m s.l.m. La curvatura del pendio è convessa con una pendenza rilevata di circa il 23%. L'unità di terra di appartenenza è la MET 2.

La rocciosità affiorante all'interno della piazzola è pari al 3%, mentre la pietrosità superficiale è elevata stimata per un valore di circa al 38% principalmente formata da ghiaia per 35% con dimensioni tendenzialmente inferiori ai 5cm e ciottoli piccoli per il 3%. Sono evidenti le opere di miglioramento fondiario al fine di mantenere e consentire il rinnovamento delle coperture erbacee. Infatti, le pietre un tempo presenti sono state abbancate in prossimità dei confini dell'appezzamento (Figura 10.63).

I suoli rilevati si mostrano sottili con una sequenza Ap –Bw - R. L'orizzonte A va da 0 a 12/14cm, limite abrupto ondulato, con scheletro totale del 10% costituito da ghiaia di tutte le dimensioni. L'orizzonte Bw, molto sottile va da 12/14 a 14/16cm presenta colorazioni più chiare. Oltre si rileva il contatto litico con l'orizzonte R. Dal punto di vista di uso del suolo di tratta di pascolo arborato, caratterizzato pertanto da coperture erbacee ed esemplari arborei isolati di sughera. I suoli più comuni in questo contesto pedologico sono Lithic Xerorthents, Lithic Haploxerepts e Rock outcrop.

Figura 10.62 – Vista in direzione E dalla stazione eolica

Figura 10.63 – A sinistra pietre e ciottoli grandi abbancanti ai confini dell'appezzamento. A destra affioramenti rocciosi

SITO T12

Figura 10.64 - Sito in cui è prevista l'installazione dell'areogeneratore T12 nel territorio di San Nicolò Gerrei, in basso il profilo eseguito nel punto rilevato

Il contesto morfologico, pedologico vegetale e d'uso del suolo della stazione T12 è il medesimo di buona parte delle stazioni fino ad ora descritte come il sito T1, T2, T3 e T4 inserito a quota di 539m s.l.m. L'unità di terra di appartenenza è la MCN 1 e la pendenza media rilevata è pari a circa l'11%.

La rocciosità affiorante all'interno della piazzola e nelle superfici contermini è pari al 52%, mentre la pietrosità superficiale è stata stimata per un valore pari a circa 30% di cui: pietre per il 7%, ciottoli grandi per il 3%, ciottoli piccoli per il 3%, ghiaia grossolana per il 10% e infine ghiaia fine e media per il 7%.

I suoli rilevati si mostrano sottili con una sequenza A – R. Il rilievo è stato svolto in prossimità delle fondazioni per via della densa copertura arbustiva, comunque ricadente sempre all'interno della piazzola eolica. L'orizzonte A va da 0 a 8/13cm, limite irregolare abrupto, con scheletro totale del 15% costituito da ghiaia fine e media per il 5% e dal 10% di ghiaia grossolana. La struttura è poliedrica

subangolare e le radici presentano un andamento orizzontale a testimonianza dell'impedimento strutturale esercitato dalla roccia madre. L'uso del suolo è associato al pascolo brado bovino con basso carico di bestiame ed usi ricreativi. La copertura vegetale è caratterizzata da macchie medio-basse di lentisco e olivastro a cui partecipano *Rhamnus alaternus* (alaterno) e *Anagyris foetida* (legno-puzzo). I suoli più comuni in questo contesto pedologico sono Lithic Xerorthents e Rock outcrop.

Figura 10.65 – Vista in direzione N dalla stazione eolica

Figura 10.66 – A sinistra affioramenti rocciosi, a destra superfici ricoperte dalle formazioni arbustive in cui si

prevede la realizzazione delle fondazioni.

10.3.3.4 Valutazione della Capacità d'uso o Land Capability Evaluation

La valutazione della capacità d'uso è un modello di valutazione di una determinata area all'uso agricolo e non solo, dove parti di territorio vengono suddivisi in aree omogenee, ovvero classi, di intensità d'uso.

Nella capacità d'uso il territorio che viene classificato nel livello più alto risulta essere il più versatile e di conseguenza permette una più ampia scelta di colture e usi.

Via via che si scende di classe si trovano delle limitazioni crescenti che riducono gradualmente la scelta delle possibili colture, dei sistemi di irrigazione, della meccanizzazione delle operazioni colturali.

Le classi che definiscono la capacità d'uso dei suoli sono otto e si suddividono in due raggruppamenti principali. Il primo comprende le classi I, II, III, IV ed è rappresentato dai suoli adatti alla coltivazione e ad altri usi. Il secondo comprende le classi V, VI, VII ed VIII, ovvero suoli che sono diffusi in aree non adatte alla coltivazione; fa eccezione in parte la classe V dove, in determinate condizioni e non per tutti gli anni, sono possibili alcuni utilizzi agrari.

Un secondo livello gerarchico di suddivisione è dato dalle sottoclassi, indicate da lettere minuscole e aventi le seguenti limitazioni:

e- limitazioni dovute a gravi rischi di processi erosivi;

w- limitazioni dovute a eccessi di ristagno idrico nel suolo;

s- limitazioni nel suolo nello strato esplorato dalle radici;

c- limitazioni di natura climatica

La descrizione delle classi è derivata dai più recenti documenti realizzati dalla Regione Sardegna nell'ambito del Progetto "Carta delle unità delle terre e della capacità d'uso dei suoli - 1° lotto (2014)" e rivisitata per l'area oggetto di studio.

Suoli in classe I: non hanno particolari limitazioni per il loro uso, consentendo diverse possibili destinazioni d'uso per le colture agrarie, per il pascolo sia migliorato che naturale, per il rimboschimento destinato alla produzione, ad attività naturalistiche e ricreative, ecc. Le forme del paesaggio variano da pianeggianti a subpianeggianti, i suoli sono profondi e ben drenati.

I suoli in classe I non sono soggetti a dannose inondazioni. Sono produttivi e soggetti a usi agricoli intensivi. I suoli profondi ma umidi, che presentano orizzonti profondi con una bassa permeabilità, non sono ascrivibili alla classe I.

Possono essere in alcuni casi iscritti alla classe I se l'intervento di drenaggio è finalizzato ad

incrementare la produttività o facilitare le operazioni colturali. Suoli in classe I destinati alle colture agrarie richiedono condizioni normali di gestione per mantenerne la produttività, sia come fertilità, sia come struttura. Queste pratiche possono includere somministrazioni di fertilizzanti, calcinazioni, sovesci, conservazione delle stoppie, letamazioni e rotazioni colturali.

Suoli in classe II: mostrano alcune limitazioni che riducono la scelta delle possibili colture o richiedono moderate pratiche di conservazione. I suoli presenti in questa classe richiedono particolari attenzioni nelle pratiche gestionali, tra cui quelle di conservazione della fertilità, per prevenire i processi di degrado o per migliorare i rapporti suolo-acqua-aria qualora questi siano coltivati. Le limitazioni sono poche e le pratiche conservative sono facili da applicare.

I suoli possono essere destinati alle colture agrarie, al pascolo sia migliorato che naturale, al rimboschimento finalizzato alla produzione di legname da opera, alla raccolta di frutti selvatici, ad attività naturalistiche e ricreative.

Le limitazioni dei suoli in questa classe possono essere, singolarmente o in combinazione tra loro, pendenze moderate, moderata suscettività all'erosione idrica ed eolica, moderate conseguenze di precedenti processi erosivi, profondità del suolo inferiore a quella ritenuta ideale, in alcuni casi struttura e lavorabilità non favorevoli, salinità e sodicità da scarsa a moderata ma facilmente irrigabili.

Occasionalmente possono esserci danni alle colture per inondazione. La permanenza eccessiva di umidità del suolo, comunque facilmente correggibile con interventi di drenaggio, è considerata una limitazione moderata.

I suoli in classe II presentano all'operatore agricolo una scelta delle possibili colture e pratiche gestionali minori rispetto a quelle della classe I. Questi suoli possono richiedere speciali sistemi di gestione per la protezione del suolo, pratiche di controllo delle acque o metodi di lavorazione specifici per le colture possibili.

Suoli in classe III: presentano delle rigide limitazioni che riducono la scelta delle possibili colture e, per essere utilizzati, si devono realizzare speciali pratiche di conservazione. Hanno restrizioni maggiori rispetto a quelle della classe II, possono essere destinati alle colture agrarie, al pascolo migliorato e naturale, al rimboschimento finalizzato anche alla produzione di legname da opera, alla raccolta dei frutti selvatici e ad usi turistici e ricreativi.

Le limitazioni di questi suoli ne restringono significativamente sia la scelta delle colture che il periodo di semina o impianto, le lavorazioni e la successiva raccolta. Le limitazioni possono essere ricondotte a: pendenze moderate, elevata suscettibilità alla erosione idrica ed eolica, effetti di una precedente erosione, inondazioni frequenti ed accompagnate da danni alle colture, ridotta permeabilità degli orizzonti profondi, elevata umidità del suolo e continua presenza di ristagni, ed altro ancora.

Suoli in classe IV: mostrano limitazioni molto severe che restringono la scelta delle possibili colture e/o richiedono tecniche di gestione migliorative. I suoli presenti in questa classe possono essere destinanti alle colture agrarie, al pascolo migliorato e naturale, al rimboschimento finalizzato anche

alla produzione di legname da opera, alla raccolta dei frutti selvatici e ad usi turistici e ricreativi. Inoltre, possono essere adatti solo ad un numero limitato delle colture più comuni.

Le limitazioni sono dovute a: pendenze elevate, suscettibilità elevata alla erosione idrica ed eolica, gravi effetti di precedenti processi erosivi, ridotta profondità del suolo, ridotta capacità di ritenzione idrica, inondazioni frequenti accompagnate da gravi danni alle colture, umidità eccessiva dei suoli con rischio continuo di ristagno idrico anche dopo interventi di drenaggio, severi rischi di salinità e sodicità, moderate avversità climatiche.

In morfologie pianeggianti o quasi pianeggianti alcuni suoli ascritti alla classe IV, dal ridotto drenaggio e non soggetti a rischi di erosione, risultano poco adatti alle colture agrarie in interlinea a causa del lungo tempo necessario per ridurre la loro umidità, inoltre la loro produttività risulta molto ridotta.

Suoli in classe V: presentano molte limitazioni, oltre a limitati rischi di erosione, non rimovibili, che limitano il loro uso al pascolo naturale o migliorato, al rimboschimento finalizzato anche alla produzione di legname da opera, alla raccolta dei frutti selvatici e ad usi turistici e ricreativi. Inoltre, mostrano limitazioni che restringono il genere delle specie vegetali che possono crescervi o che impediscono le normali lavorazioni colturali.

Questi suoli sono ubicati su aree depresse soggette a frequenti inondazioni che riducono la normale produzione delle colture, su superfici pianeggianti ma interessati da elevata pietrosità e rocciosità affiorante, aree eccessivamente umide dove il drenaggio non è fattibile, ma dove i suoli sono adatti al pascolo e agli alberi.

A causa di queste limitazioni, non è possibile la coltivazione delle colture più comuni, ma è possibile il pascolo, anche migliorato.

Suoli in classe VI: presentano forti limitazioni che li rendono generalmente non adatti agli usi agricoli e limitano il loro utilizzo al pascolo, al rimboschimento, alla raccolta dei frutti selvatici e agli usi naturalistici. Inoltre, hanno limitazioni che non possono essere corrette quali pendenze elevate, rischi severi di erosione idrica ed eolica, gravi effetti di processi pregressi, strato esplorabile dalle radici poco profondo, eccessiva umidità del suolo o presenza di ristagni idrici, bassa capacità di ritenzione idrica, salinità e sodicità o condizioni climatiche non favorevoli. Una o più di queste limitazioni possono rendere il suolo non adatto alle colture. Possono comunque essere destinati, anche in combinazione tra loro, al pascolo migliorato e naturale, rimboschimenti finalizzati anche alla produzione di legname da opera, Alcuni suoli ascritti alla classe VI, se sono adottate tecniche di gestione intensive, possono essere destinati alle colture agrarie più comuni.

Suoli in classe VII: questi suoli presentano delle limitazioni molto rigide che li rendono inadatti alle colture agrarie e che limitano il loro uso al pascolo, rimboschimento, raccolta dei frutti spontanei e agli usi naturalistici e ricreativi. Inoltre, sono inadatti anche all'infittimento delle cotiche o a interventi di miglioramento quali lavorazioni, calcinazioni, apporti di fertilizzanti, e controllo delle acque tramite

solchi, canali, deviazione di corpi idrici, ecc.

Le limitazioni di questa classe sono permanenti e non possono essere eliminate o corrette quali, pendenze elevate, erosione, suoli poco profondi, pietrosità superficiale elevata, umidità del suolo, contenuto in sali e in sodio, condizioni climatiche non favorevoli o eventuali altre limitazioni, i territori in classe VII risultano non adatti alle colture più comuni. Possono essere destinati al pascolo naturale, al rimboschimento finalizzato alla protezione del suolo, alla raccolta dei frutti selvatici, ad attività naturalistiche e ricreative. Infine, possono essere da adatti a poco adatti al rimboschimento finalizzato alla produzione di legname. Essi non sono adatti, invece, a nessuna delle normali colture agrarie.

Suoli in classe VIII: i suoli di questa classe hanno limitazioni che precludono la loro destinazione a coltivazioni economicamente produttive e che restringono il loro uso alle attività ricreative, naturalistiche, realizzazione di invasi o a scopi paesaggistici.

Di conseguenza, non è possibile attendersi significativi benefici da colture agrarie, pascoli e colture forestali. Benefici possono essere ottenibili dagli usi naturalistici, protezioni dei bacini e attività ricreative.

Limitazioni che non possono essere corrette o eliminate possono risultare dagli effetti dell'erosione in atto o pregresse, elevati rischi di erosione idrica ed eolica, condizioni climatiche avverse, eccessiva umidità del suolo, pietrosità superficiale elevata, bassa capacità di ritenzione idrica, salinità e sodicità elevata. In questa classe, inoltre, sono state racchiuse tutte le aree marginali, quelle con rocciosità affiorante, le spiagge sabbiose, le aree di esondazione, gli scavi e le discariche. Infine, nelle aree in classe VIII possono essere necessari interventi per favorire l'impianto e lo sviluppo della vegetazione per proteggere aree adiacenti di maggiore valore, per controllare i processi idrogeologici, per attività naturalistici e per scopi paesaggistici.

Come già riportato nelle pagine precedenti, le sottoclassi sono in numero di 4 e indicate con delle lettere minuscole suffisse al simbolo della classe. Per definizione la Classe I non ammette sottoclassi.

Sottoclasse **e** (erosione), in questa sottoclasse ricadono aree dalle pendenze elevate che sono soggette a gravi rischi di erosione laminare o incanalata o dove l'elevato rischio di ribaltamento delle macchine agricole rallenta fortemente o impedisce la meccanizzazione delle operazioni colturali. Alle pendenze elevate è spesso associata la ridotta copertura vegetale derivante anche da precedenti errate pratiche agricole;

Sottoclasse **w** (water), alla sottoclasse vengono ascritte tutte le limitazioni connesse ad eccessi di acqua nel suolo, quali difficoltà di drenaggio interno, eccessiva umidità, elevati rischi di esondazione, o condizioni similari per le quali è necessario il ricorso a interventi di drenaggio di varia importanza;

Sottoclasse **s** (soil), in questa sottoclasse vengono ascritte le aree interessate da limitazioni dovute

alle caratteristiche del suolo, quali ridotta potenza, tessitura eccessivamente fine o grossolana, elevata pietrosità superficiale o rocciosità affiorante, bassa capacità di ritenzione idrica, ridotta fertilità, presenza di salinità e sodicità.

Sottoclasse **c** (clima), ricadono in questa sottoclasse le situazioni dove i fattori limitanti sono di natura climatica quali elevata frequenza di precipitazioni di notevole intensità oraria ed istantanea, frequenza di gelate e nebbie, elevate altitudini condizionanti negativamente le colture.

Di seguito si riporta uno schema esemplificativo della Capacità d'uso dei suoli con le classi ed i possibili usi:

Tabella 10.11 Schema della Land Capability e tipi di usi possibili

Classi di capacità d'uso	Usi								
	Ambiente naturale	Forestazione	Pascolo			Agricoltura			
			limitato	moderato	intensivo	limitata	moderata	intensiva	m. intensiva
I									
II									
III									
IV									
V									
VI									
VII									
VIII									

Nella Tabella successiva, sempre tratta dal Progetto "CUT - 1° lotto (2014)" sono schematizzati i criteri utilizzati per valutare la Capacità d'uso.

Classi LCC	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Parametri	**Suoli adatti agli usi agricoli**				**Suoli adatti al pascolo e alla forestazione**			**Suoli inadatti ad usi agro-silvo-pastorali**
Pendenza (%)	≤ 2,5	> 2,5 – ≤ 8	> 8 – ≤ 15	> 15 –≤ 25	≤ 2,5	> 25 – ≤ 35	> 25 – ≤ 35	>35
Quota m s.l.m.	≤ 600	≤ 600	≤ 600	>600 - ≤ 900	>600 - ≤ 900	>900 -≤ 1300	>900 - ≤ 1300	>1.300
Pietrosità superficiale (%) A: ciottoli grandi (15-25 cm) B: pietre (>25 cm)	assente	A ≤ 2	A >2 -≤ 5	A >5 - ≤ 15	A>15 - ≤ 25 B= 1 - ≤ 3	A>25 -≤ 40 B >3 - ≤ 10	A>40 -≤ 80 B>10 - ≤ 40	A>80 B>40
Rocciosità affiorante (%)	assente	assente	≤ 2	>2 - ≤ 5	>5 - ≤ 10	>10 - ≤ 25	>25 -≤ 50	>50
Erosione in atto	assente	assente	Erosione idrica laminare e/o eolica, debole Area 0 - 5%	Erosione idrica laminare e/o a Rigagnoli e/o eolica, moderata Area 5 - 10%	Erosione idrica laminare e/o eolica, debole Area 0 - 5%	Erosione idrica laminare e/o a rigagnoli severa Area 10-25%	Erosione idrica, laminare e/o a Rigagnoli o a fossi o movimenti di massa, severa	Erosione idrica Laminare e/o a rigagnoli o a fossi o movimenti di massa, estrema Area >50%
Profondità del suolo utile per le radici (cm)	>100	>100	> 50 – ≤ 100	> 25 – ≤ 50	> 50 – ≤ 100	> 25 – ≤ 50	> 10 –≤ 25	≤ 10
Tessitura orizzonte superficiale[1]	S, SF, FS, F, FA	L, FL, FAS, FAL, AS,	AL	----	----	----	----	----
Scheletro orizzonte superficiale[2](%)	<5	≥ 5 - ≤ 15	>15 - ≤ 35	>35 - ≤ 70	>70 Pendenza ≤ 2,5%	>70	>70	>70
Salinità (mS cm-1)	≤ 2 nei primi 100 cm	>2 - ≤4 nei primi 40 cm e/o >4 - ≤ 8 tra 50 e	>4 -≤8 nei primi 40 cm e/o >8 tra 50 e 100 cm	>8 nei primi 100 cm	Qualsiasi			
Acqua disponibile (AWC) fino alla profondità utile[3] (mm)	>100		> 50 – ≤ 100	> 25 –≤ 50	> 50 – ≤ 100	> 25 – ≤ 50		≤ 25
Drenaggio interno	Ben drenato	Moderatamente ben drenato	Piuttosto mal drenato o eccessivamente drenato	Mal drenato o Eccessivamente drenato	Molto mal drenato	Qualsiasi drenaggio		

1 - Si considera come orizzonte superficiale lo spessore di 40 cm che corrisponde al valore medio di un orizzonte Ap o di un generico epipedon
2 - Idem.
3 - Riferita al 1° metro di suolo o alla profondità utile se inferiore a 1 m

Come precedentemente scritto le unità caratterizzanti i territori amministrativi di San Nicolò Gerrei e Armungia in cui è prevista la realizzazione del parco eolico sono 3: MCN, MET e CPA.

Sotto il profilo geologico l'areale in progetto è costituito principalmente dai Calcari di Villasalto composto da metacalcari grigi spesso nodulari, fossiliferi, da massicci a stratificati, con sottili intercalazioni di metapeliti carboniose, dalle alternanze irregolari di metasiltiti, metarenarie e metaquarzoareniti della formazione di Pala Manna, e infine da conglomerati e brecce, grossolani, eterometrici della formazione di Ussana.

I rilievi effettuati hanno permesso di valutare le caratteristiche fisiche dei suoli nelle aree in progetto; tramite le stesse è stato possibile classificare i suoli secondo il modello di Land Capability Classification. Sulla base del modello ne consegue che: più bassa sarà la classe di capacità d'uso maggiore sarà l'impatto sui suoli che si mostrano adatti agli usi agricoli; più alta sarà la classe, minore sarà la versatilità da un punto di vista agro-silvo-pastorale, con una maggiore predisposizione all'uso oggetto di valutazione di impatto. È pur vero che i suoli che ricadono in tali classi devono essere conservati e tutelati con un maggior attenzione al fine di evitare l'alterazione dei fragili equilibri pedologici, con la conseguente compromissione della risorsa o l'innesco di processi degradativi.

L'analisi svolta ha consentito di valutare la presenza di diverse criticità nei suoli dei siti dove è prevista l'installazione degli aerogeneratori, tali da precludere del tutto la loro destinazione a coltivazioni agricole economicamente produttive. Questi suoli richiedono pertanto determinate pratiche di gestione e conservazione e sono adatti ad usi zootecnici, selvicolturali o esclusivamente ricreativi.

A tal proposito i suoli rilevati nelle stazioni T1, T2, T4, T8 e T12 sono caratterizzati da limitazioni molto severe e permanenti che escludono la loro destinazione a qualsiasi tipo di coltivazione, attività di pascolo o forestazione economicamente produttive, e che restringono il loro uso alle attività esclusivamente ricreative, prevedendo interventi necessari a conservare il suolo e a favorire l'impianto e lo sviluppo della vegetazione autoctona, preservando quella già in loco. Le criticità riscontrate sono diverse ma quella che determina l'attribuzione della classe di Land Capability è dovuta principalmente alla scarsa profondità del suolo <10cm, per quanto riguarda i siti T1, T8 e T12, e alla rocciosità affiorante (>50%) per quanto riguarda le stazioni T2, T4 e la stessa T12. Tali criticità permettono di classificare questi suoli in VIII classe di capacità d'uso, accompagnata dal suffisso "s" della sottoclasse.

Allo stesso modo i suoli presenti nelle stazioni T3, T5, T6, T7 e T11 vengono collocati in VII classe di capacità d'uso per gli spessori sensibilmente maggiori ai 10cm ma comunque inferiori a 25cm e per la rocciosità affiorante <50%, oltreché per pietrosità superficiale nel sito T3 (pietre > 10%) dell'orizzonte superficiale. Anche in questo caso alla classe segue il suffisso "s". Per quanto riguarda la stazione T10 la criticità principale che determina l'assegnazione in VII classe è legata alla pietrosità superficiale contraddistinta dalla presenza di grossi massi e pietre di varia origine,

(granitica, calcarea ecc.) giustificata dalla formazione geologica in cui ricade ovvero la Formazione di Ussana.

Infine, i suoli della stazione T9 vengono classificati in V classe di capacità d'uso per via della pietrosità superficiale in cui sono presenti pietre con un volume pari all'1%, in assenza di quest'ultime non avendo rilevato particolari criticità la stazione ricadrebbe in IV classe di capacità d'uso. Tali valori li rendono adatti al pascolo e alle pratiche di forestazione e marginalmente alle pratiche agricole.

10.3.3.5 Patrimonio agroalimentare

La conformazione collinare e montuosa del territorio in esame ha favorito lo sviluppo di un'economia bastata tradizionalmente sull'agricoltura e sulla pastorizia, contribuendo a caratterizzare e organizzare lo spazio rurale. Tra i seminativi semplici e arborati, pascoli semplici e arborati o cespugliati, i terreni legati all'attività dell'animale sono la grande maggioranze rispetto alla superficie utilizzata dalle aziende agricole.

I seminativi sono utilizzati normalmente per colture erbacee autunnali e primaverili e vengono praticate in genere in regime asciutto. Tra i cereali le colture più diffuse sono il grano, l'orzo e l'avena. Talvolta i seminativi sono arborati e si tratta di mandorleti, vigneti o oliveti con un forte diradamento delle piante.

La vocazione agro-pastorale risulta evidente anche da una importante frammentazione delle superfici boscate. Nei territori del Gerrei l'allevamento è in prevalenza di tipo bovino, ovino e caprino mentre è secondario quello suino ed equino. Oltre al commercio della carne, un settore di grande importanza è quello lattiero-caseario con il Consorzio caseario del Gerrei, localizzato a San Nicolò Gerrei, che lavora circa un sesto del latte prodotto nella Sardegna orientale.

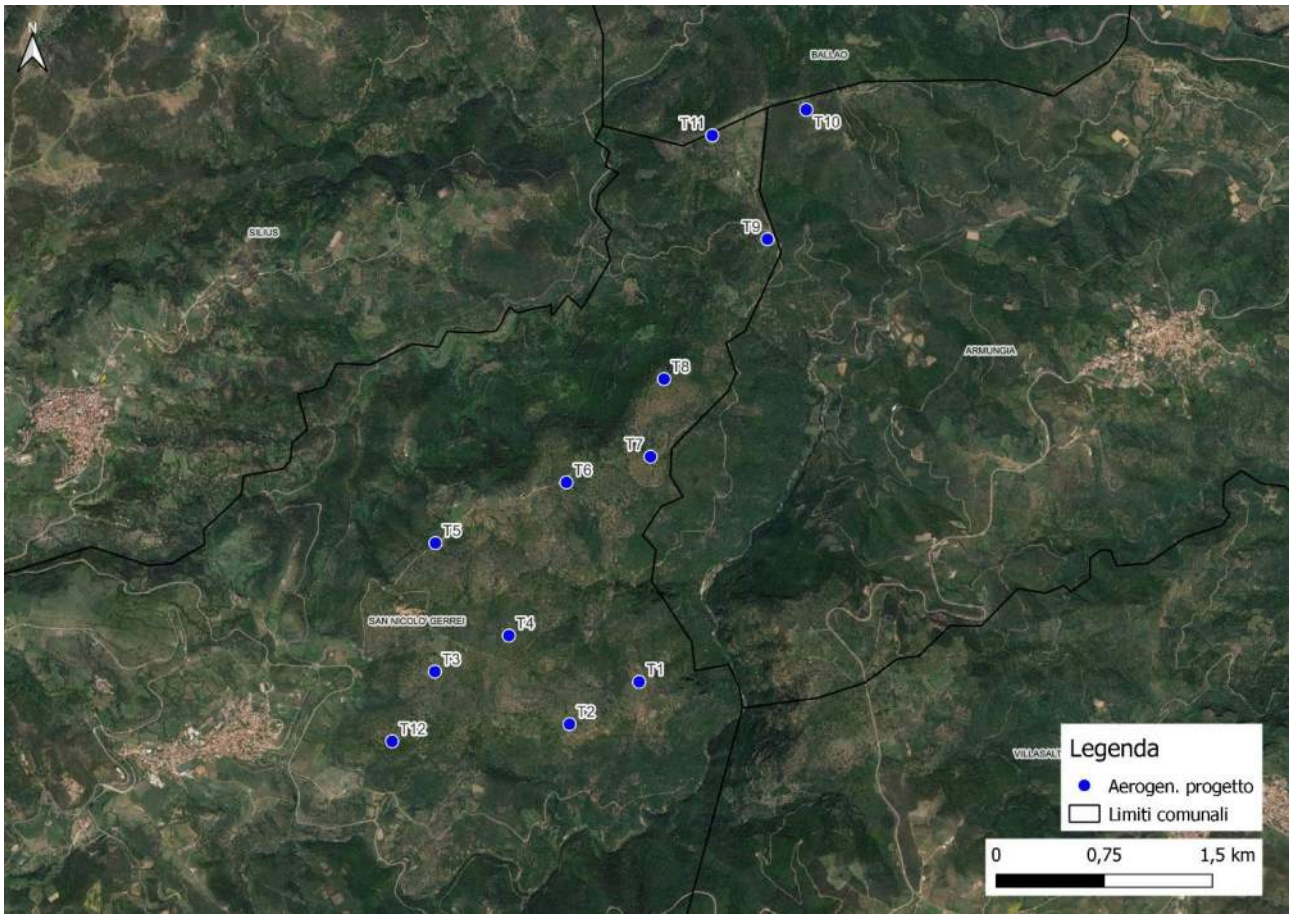


Figura 10.67 – Paesaggio agrario nell'area del parco eolico in progetto e nel suo intorno, con una vegetazione arborea o arbustiva frammentata

Tra i prodotti DOP e IGP prodotti in Sardegna, nell'area vasta dell'impianto si annovera la coltura delle olive destinate alla produzione dell'olio D.O.P. "Sardegna" e tutte le carni e i derivati che concorrono alla produzione del pecorino Romano e dell'agnello di Sardegna.

10.3.4 Geologia e acque

La descrizione della componente si basa sulle indagini specialistiche condotte nell'ambito della progettazione del proposto impianto eolico. Nello specifico, si farà di seguito riferimento allo studio geologico-tecnico allegato al progetto definitivo dell'intervento, redatto a cura della IAT Consulenza e progetti nella persona della Dott.ssa Geol. Maria Francesca Lobina e del Dott. Geol. Mauro Pompei.

Si rimanda, pertanto, al documento progettuale citato (Elaborato FORI-SNG-RC11) per ogni maggiore approfondimento in relazione ai rapporti tra le opere proposte ed il contesto geologico di riferimento.

10.3.4.1 Contesto geologico dell'area vasta

L'ambito di intervento è contraddistinto da rilievi impostati su rocce di età paleozoica: le litologie che

caratterizzano il sistema montuoso del Gerrei, principalmente di età cha va dal Cambriano al Carbonifero inferiore, hanno origine sedimentaria e, in minor misura, vulcanica. Tali litologie hanno subito deformazioni ed un debole metamorfosi durante l'orogenesi ercinica a cavallo del Carbonifero.

La complessa deformazione sia duttile che fragile subita dalla successione vulcano-sedimentaria durante la suddetta orogenesi, con formazione di strutture a piega prima con asse E-W ("Prima fase ercinica") poi N-S con una foliazione penetrativa di piano assiale molto inclinata ("Seconda fase ercinica") e successivamente con pieghe a direzioni variabili e deformazioni meno intense ("Terza fase ercinica"), ha determinato una complessa fratturazione capace di interessare tutto lo spessore del basamento.

Con la successiva fase post-collisionale del Carbonifero superiore/Permiano caratterizzata da un contesto tettonico distensivo che interessa tutta la catena ercinica, insieme ad una imponente attività magmatica, rappresentata dalla messa in posto di plutoni granitici, si sviluppano deformazioni duttili pervasive associate ad un metamorfismo di alta temperatura e bassa pressione, mentre nei livelli strutturali più superficiali sono frequenti zone di taglio e faglie dirette a basso e alto angolo (CARMIGNANI *et al.*, 1992a).

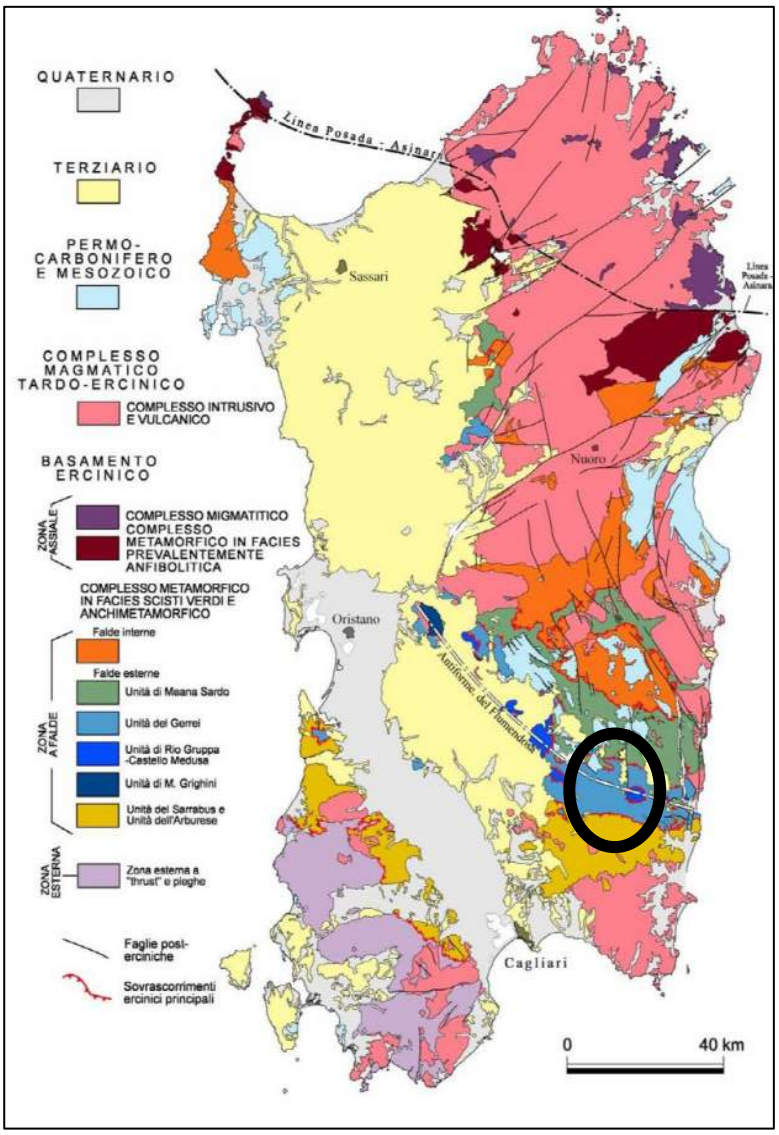
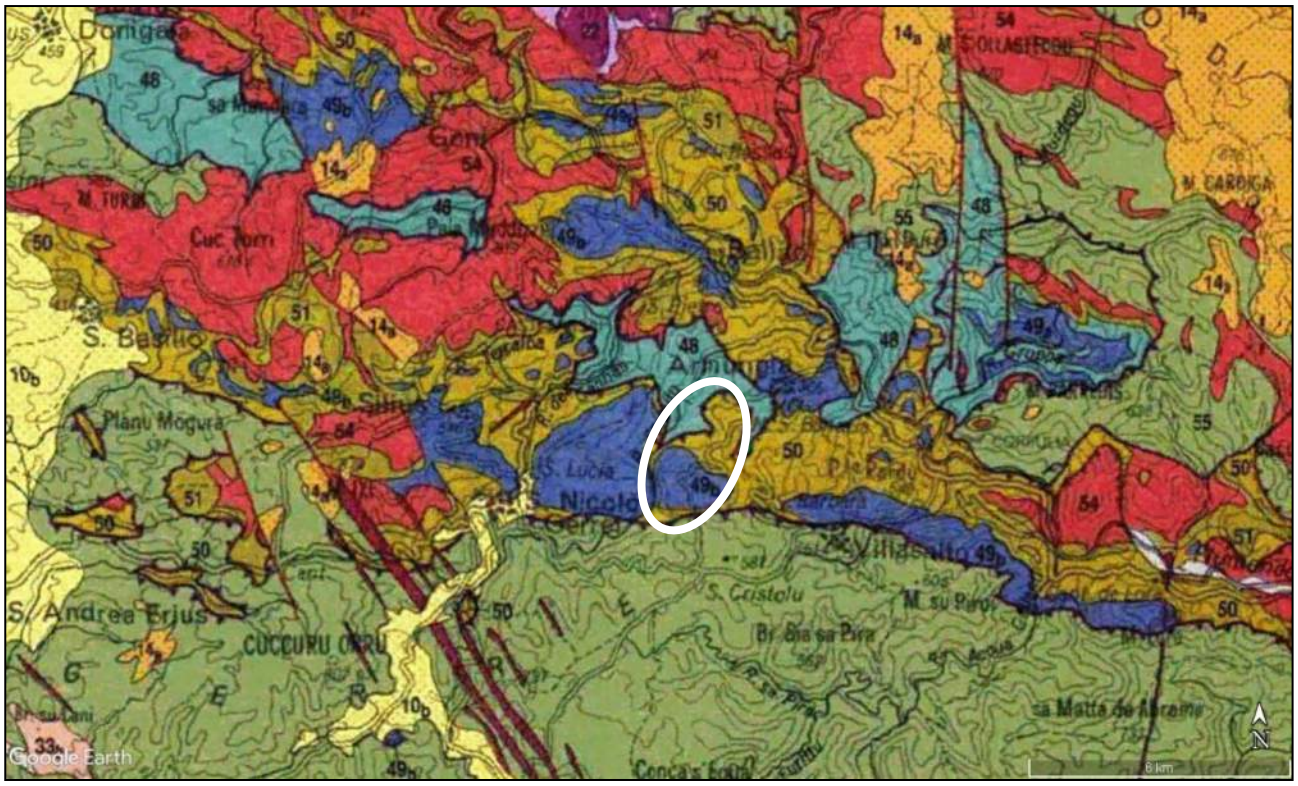


Figura 10.68 – Principali elementi strutturali del basamento ercinico sardo (estratto da "Guida all'escursione nel Basamento ercinico della Sardegna centro meridionale", a cura di A. Funedda e P. Conti, 2011).

Le lineazioni tettoniche impostate nel corso dell'orogenesi ercinica, di direzioni disperse ma sostanzialmente riconducibili ai trend N-S, NNW-SSE, NNE-SSW, NW-SE e NE-SW, sono state riattivate nel corso degli eventi geodinamici che hanno interessato la Sardegna durante le fasi orogenetiche pirenaica ed alpina, provocando la frattura ed il dislocamento del basamento paleozoico e delle successioni sedimentarie mesozoiche, la fuoriuscita di enormi quantità di magmi calcalcalini e lo sprofondamento di un'ampia fascia della Sardegna centro occidentale orientata NS.



10b	Formazione di Ussana–Conglomerati e arenarie continentali con matrice argillosa (Oligocene superiore – Aquitaniano).
14a	Arenarie e conglomerati poligenici di ambiente fluvio deltizio (Paleocene superiore – Eocene medio).
46	Metavulcaniti acide, intermedie e basiche ed epiclastiti (Ordoviciano medio).
48	Formazione di Pala Manna- Metarenarie, quarziti, filladi, metaconglomerati e metavilcaniti basiche (Carbonifero inferiore).
49b	Calcari di Villasalto - Metacalcari nodulari (Devoniano medio – Carbonifero inferiore).
50	Scisti a Graptoliti-Metapeliti scure carboniose (Siluriano inferiore – Devoniano inferiore).
51	Formazione di Bruncu su Pitzu e di Tuviois – Metaconglomerati metarenarie e metasiltiti (Ordoviciano superiore).
54	Porfiroidi - Metarioliti e metariodaciti confenocristalli da millimetrici a decimetrici (Ordoviciano medio).
55	Arenarie di San Vito – Metarenarie alternate a metapeliti e e metaconglomerati (Cambriano medio – Ordoviciano inferiore).

Figura 10.69 – Inquadramento geologico di contesto con ubicazione degli aerogeneratori. Stralcio della Carta Geologica della Sardegna" in scala 1:200.000, fuori scala.

Gran parte del parco eolico si svilupperà su un ampio rilievo debolmente ondulato caratterizzato da una morfologia assimilabile a quella di un altopiano che si rastrema verso nord. Le quote sono comprese tra 500÷600 m s.l.m. mentre le valli che delimitano il rilievo, la valle del Riu Tolu a est e quella del Riu Cannas a ovest, si sviluppano a una quota, rispettivamente di circa 150 m s.l.m. e di 300 m s.l.m. Il settore è caratterizzato dall'esteso affioramento di rocce carbonatiche afferenti alla Formazione dei Calcari di Villasalto (Carbonifero inferiore), rappresentata da metacalcari grigi, spesso nodulari, da massicci a stratificati con sottili intercalazioni di metapeliti carboniose.

Il settore settentrionale del parco eolico si attesta a quote di circa 400 m.s.l.m. in corrispondenza di litologie riconducibili alla Formazione di Pala Manna (Carbonifero inferiore), rappresentate da alternanze irregolari di metasiltiti e metarenarie con intercalazioni di metaconglomerati e metabrecce.

Solo una torre eolica nel settore settentrionale è posizionata su rocce di età cenozoica appartenenti alla Formazione di Ussana che qui ha spessore decametrico. Si tratta di conglomerati e brecce, debolmente consolidati, di ambiente continentale con scarsa matrice arenaceo argillosa.

Il fondovalle è interessato da depositi colluviali e alluvionali di età quaternaria, mentre le zone di raccordo tra gli alti morfologici e le valli mostrano l'affioramento di detriti di versante ascrivibili anch'essi al Quaternario.

10.3.4.2 Assetto litostratigrafico locale

Di seguito viene descritta sinteticamente la stratigrafia dell'ambito di intervento, che comprende il parco eolico i cavidotti e le cabine elettriche, a partire dalle unità litostratigrafiche più recenti con riferimento alla simbologia ufficiale della cartografia geologica edita dell'APAT [Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi geologici e Dipartimento Difesa del Suolo – Servizio Geologico d'Italia] di cui uno stralcio su base 1:25.000 allegata al PPR è riportato in Figura 10.70, integrata da ulteriori informazioni provenienti dal rilievo geologico di campagna mirato in particolare a definire la distribuzione delle coperture detritico-alluvionali quaternarie. A partire dalle più recenti, nell'area vasta sono state distinte le seguenti unità:

b2	Coltri eluvio-colluviali	[Olocene]
a	Detriti di versante	[Olocene]
ba	Depositi alluvionali attuali e recenti	[Olocene]
bna	Depositi alluvionali terrazzati	[Olocene]
PVM2a	Subsintema di Portoscuso	[Pleistocene superiore]
USS	Formazione di Ussana	[Oligocene-Aquitaniano]
f	filoni	[Carbonifero superiore – Permiano]
PMN	Formazione di Pala Manna	[Carbonifero inferiore]
VLL	Calcari di Villasalto	[Carbonifero inferiore]
SGA	Scisti a Graptoliti	[Siluriano – Devoniano medio]

ACN	Argilloscisti di Rio Cannoni	[Ordoviciano superiore]
MGN	Metarcose di Genna Mesa	[Ordoviciano superiore]
PRF	Porfiroidi	[Ordoviciano medio]
MUZ	Metarenarie e quarziti di Muzzioni	[Ordoviciano medio]
MSV	Formazione di Monte Santa Vittoria	[Ordoviciano medio]
SVI	Arenarie di San Vito	[Cambriano medio – Ordoviciano inferiore]

b2 – Depositi eluvio-colluviali

Si rinvengono perlopiù in corrispondenza di paleo-depressioni e nei fondovalle attuali e sono rappresentati da terre a granulometria prevalentemente limo-argillosa o argillosa con moderata frazione sabbiosa, come prodotto di alterazione dei terreni paleozoici o accumulo di questi ultimi in ambiente continentale/acquitrinoso. Sono talvolta costituiti da frazioni più grossolane (sabbie con sporadici clasti o blocchi) derivanti dal rimaneggiamento delle litologie sottostanti.

Lo spessore è dell'ordine dei decimetri o dei metri. Spesso costituiscono la copertura superficiale.

a – Detriti di versante

Sono costituiti da materiali clastici spigolosi, sciolti, eterometrici, di dimensioni da centimetriche a decimetriche in relazione alla litologia di provenienza. Si rinvengono in corrispondenza delle zone di raccordo tra gli alti morfologici e il fondovalle di origine fluviale.

Frequentemente questi depositi si trovano intercalati con sedimenti colluviali a causa della complessa relazione tra fenomeni erosivi e di sedimentazione.

ba – Alluvioni attuali e recenti prevalentemente costituiti da ghiaia

Sedimenti prevalentemente costituiti da ciottoli e blocchi di rocce paleozoiche, generalmente incoerenti e sciolti, legati ai corsi d'acqua attuali e quindi ancora in evoluzione.

Lo spessore è difficilmente valutabile con precisione ma probabilmente è dell'ordine dei metri o dei decametri.

bna – Alluvioni terrazzate

Depositi a granulometria variabile da ghiaioso-ciottolose a arenacea, a clasti poligenici con elementi derivanti dallo smantellamento dei rilievi paleozoici. Queste facies si rinvengono prevalentemente nei fondovalle e bordano i depositi alluvionali attuali e recenti. Lo spessore è in genere da metrico a decametrico.

La locale presenza di eteropie verticali e lateriali, quali lenti di materiali a granulometria più fine (limi e argille) o conglomeratiche, è legata a variazione del regime idrico dei corsi d'acqua durante la messa in posto.

PVM2a – <u>Subsintema di Portoscuso</u>

Ghiaie alluvionali terrazzate da medie a grossolane, con subordinate sabbie.

USS – <u>Formazione di Ussana</u>

Conglomerati eterometrici poligenici, costituiti da clasti di rocce paleozoiche ("porfidi", granitoidi, metaquarzoareniti, etc.) e subordinatamente di calcari mesozoici ed eocenici, con scarsa matrice sabbiosa. Poggiano direttamente sul basamento paleozoico.

Lo spessore complessivo è decametrico.

f – <u>Filoni</u>

I filoni presenti sono costituiti da porfidi quarziferi [**fp**], filoni basici [**fb**] e filoni quarzosi di genesi idrotermale [**fi**]. Essi presentano direzioni abbastanza costanti, comprese tra NW-SE e N-S.

Rari sono i filoni con direzione NNE-SSW, generalmente di genesi idrotermale.

Le inclinazioni sono sempre molto elevate (>70°).

PMN – <u>Formazione di Pala Manna</u>

Comprende depositi terrigeni grossolani, rocce vulcaniche acide e basiche ed olistoliti e olistostromi [**PMNa**]. La complessità dei rapporti tra litologie differenti, dovuta sia a cause sindeposizionali (eventuale presenza di olistoliti, olistostromi, etc.) che alle ripetute deformazioni e al metamorfismo, rende praticamente impossibile la ricostruzione dell'originaria successione.

Lo spessore del complesso è difficile da stimare a causa degli effetti della tettonica ercinica e dei contatti tettonici che spesso lo delimitano al tetto e alla base; quello apparente è di almeno 200 m.

I contatti del Complesso di Pala Manna sono sempre tettonici.

VLL – <u>Calcari di Villasalto</u>

Metacalcari talora nodulari, di colore grigio, massicci o in banchi decimetrici, cui sono talvolta intercalati sottili livelli di argilloscisti grigio-scuri o neri, carboniosi. Si tratta di originari depositi di piattaforma pelagica. Contengono crinoidi, orthoceratidi, cefalopodi ammonoidei (clymenie), tentaculiti, conodonti, etc.

Lo spessore apparente arriva a qualche centinaio di metri; ripetizioni tettoniche sembrano molto probabili.

SGA – <u>Scisti a Graptoliti</u>

Sono costituiti da argilloscisti carboniosi neri, con rari graptoliti, alternati a livelli di metasiltiti grigie e scure. Alla base sono frequenti livelli di diaspri neri (liditi).

Poggiano con contatto netto e concordante sulla formazione degli Argilloscisti di Riu Canoni.

Il limite superiore è spesso tettonico. La formazione è sormontata dai Calcari di Villasalto, con contatto netto (ma quasi sempre tettonizzato).

L'ambiente deposizionale è pelagico, di mare relativamente basso, spesso con condizioni riducenti sul fondo. Nella parte medio-alta degli Scisti a Graptoliti si intercalano lenti discontinue di metacalcari [**SGAa**] di colore scuro, con crinoidi ed orthoceratidi, e livelli di metacalcari nodulari, chiari o nocciola, talvolta con tentaculiti. Lo spessore delle lenti può variare da 1÷2 m fino a 15 m.

Gli Scisti a Graptoliti passano verso l'alto ad una successione caratterizzata da un'alternanza centimetrica regolare di metapeliti più o meno carbonatiche e metacalcari grigi, nota in letteratura come Scisti a Tentaculiti [**SGAb**].

Lo spessore originario di questa formazione era probabilmente di alcune decine di metri, ma gli spessori affioranti sono assai variabili per motivi tettonici.

ACN – <u>Argilloscisti di Rio Cannoni</u>

Trattasi di metasiltiti e filladi grigio-verdi, metasiltiti talvolta carbonatiche, di colore da grigio a nocciola, ricche in fossili, comprendente soprattutto resti di briozoi, crinoidi, brachiopodi, gasteropodi e trilobiti. Sono associati talvolta a metacalcari chiari, con resti di crinoidi e cistoidi e a metacalcari micritici alternati a metasiltiti da grigie a nocciola e lenti di metabasiti [**ACNc**].

Lo spessore della formazione varia generalmente da 15÷25 m.

Queste litologie seguono in concordanza stratigrafica le Metarcose di Genna Mesa, con passaggio graduale o per alternanze; il contatto superiore con i metasedimenti siluriani è generalmente netto.

Gli Argilloscisti di Riu Canoni sono riferibili ad un ambiente di piattaforma terrigena, o mista silicoclastica-carbonatica, poco profonda, che si instaura dopo gli eventi vulcanici e dopo la sedimentazione continentale dell'Ordoviciano medio.

MGM – <u>Metarcose di Genna Mesa</u>

Metarenarie e metaconglomerati quarzosi massivi, grigio-chiari, costituiti quasi esclusivamente da quarzo vulcanico, proveniente dal rimaneggiamento dei sottostanti porfiroidi, metarcose e metagrovacche arcosiche stratificate o massive.

Sono presenti esigui livelli di metaconglomerati bianchi, o grigio-chiari, con clasti di dimensioni di circa 1 cm.

A tutte queste litologie si accompagnano spesso livelli decimetrici di metaquarzoareniti ben stratificate e metasiltiti scure. Lo spessore è variabile tra 30 e 50 m.

La formazione è discordante sulla successione vulcano-sedimentaria dell'Ordoviciano medio e Verso l'alto la formazione passa, per alternanze, agli Argilloscisti di Rio Canoni.

I sedimenti originari della formazione sono chiaramente derivati dallo smantellamento dei sottostanti

edifici vulcanici, in condizioni probabilmente da subaeree a marine costiere.

PRF – <u>Porfiroidi</u>

Si tratta di ignimbriti riolitiche e riodacitiche, con struttura marcatamente occhiadina conferita da porfirocristalli di K-feldspato e quarzo con dimensioni massime di 1 cm, in una massa di fondo sericitico-cloritica.

Hanno giacitura massiva e colori variabili dal verdastro, al bianco o al rosa chiaro a seconda del tipo e del grado di alterazione. Talvolta contengono livelli di metarcose, riconoscibili per la grana più minuta e per l'aumento delle proporzioni modali del quarzo rispetto ai feldspati.

La potenza mostra una notevole variabilità, riconducibile sia a cause tettoniche, sia a variazioni primarie di spessore degli edifici vulcanici.

La litofacies a grossi fenocristalli [**PRFa**] è caratterizzata da una struttura marcatamente occhiadina per la presenza di grossi porfiroclasti di feldspato potassico con originario abito euedrale, che raggiungono dimensioni massime di 10 cm.

MUZ – <u>Metarenarie e quarziti di su Muzzoni</u>

Alternanza di metarenarie grossolane micacee e metasiltiti con filladi scure e nere. Le metarenarie passano lateralmente e verticalmente a metaconglomerati con elementi costituiti da quarzoareniti derivanti dalle successioni arenacee cambro-ordoviciane.

MSV – <u>Formazione di Monte Santa Vittoria</u>

Metavulcaniti a chimismo intermedio e basico, metaepiclastiti, rare metarenarie feldspatiche e metaconglomerati.

L'ambiente deposizionale della parte sedimentaria è riferibile a sistemi alluvionali contemporanei all'attività vulcanica.

SVI – <u>Arenarie di San Vito</u>

Metarenarie, metaquarzoareniti e, più raramente, metarenarie feldspatiche, di color grigio chiaro, grigio-verdastro o nocciola chiaro. Si tratta di rocce a granulometria fine, ben selezionate, in strati molto sottili o medi, raramente metrici, ricche in miche detritiche e con scarsa matrice cloritico-sericitica. È spesso presente spesso una componente litica a frammenti di metamorfiti.

Queste metarenarie formano regolari alternanze, da centimetriche a metriche, con metasiltiti e metapeliti grigio-verdastre e raramente metapeliti nere. Per aumento di spessore degli intervalli arenitici si passa localmente a metarenarie quarzoso-micacee in strati medi o spessi, separati da sottili lamine filladiche scure.

Localmente affiorano metaquarzoareniti grigio-chiare, massive, in bancate di alcuni metri di

spessore.

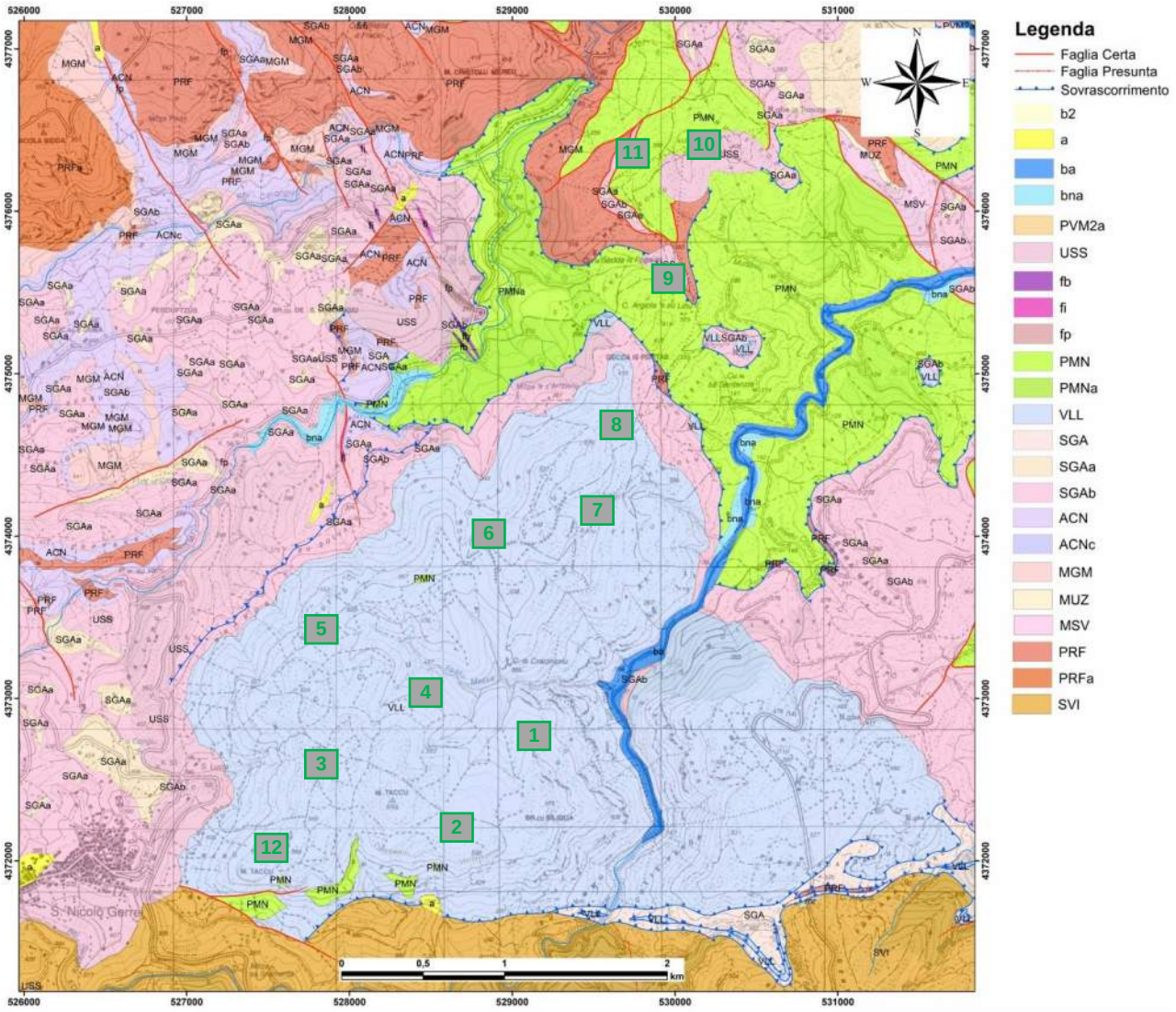


Figura 10.70 – Stralcio della Carta Geologica della Sardegna su base 1:25.000 allegata al PPR, fuori scala.

10.3.4.3 Aspetti geotecnici

Non essendo eseguita al momento alcuna campagna di indagine diretta, la caratterizzazione litotecnica viene effettuata, in via preliminare e del tutto indicativa, sulla base di dati provenienti da letteratura tecnica coadiuvate da informazioni estrapolate da indagini pregresse svolte in contesti geologi analoghi.

Il sottosuolo che ospiterà l'impianto eolico vede la presenza nella parte sud del parco, da T01 a T08 di un substrato calcareo litoide sub-affiorante, di età paleozoica, talora sormontato da una coltre detritica di spessore pluri-decimetrico. Nell'estremità settentrionale del parco i punti T09 e T11 si trovano in corrispondenza di un substrato costituito da metasiltiti e metarenarie anche queste di età

paleozoica. Il punto T10 si trova in corrispondenza della Formazione di Ussana un conglomerato di età oligocenica con clasti appartenenti alle rocce paleozoiche del basamento e matrice terrigena debolmente consolidata.

Coerentemente con la variabilità litologica dei terreni di fondazione degli aerogeneratori non è possibile fornire un'unica stratigrafia rappresentativa di tutta l'area del parco eolico.

Schematicamente ed ai fini applicati che interessano, vengono forniti i dati geotecnici relativi alle litologie interessate dalle opere di fondazione delle torri eoliche:

A	0,00 m ÷ -2,00 m ±1,00 m	coltre detritica-suolo
B	-2,00 m ÷ oltre -10 m	calcari paleozoici litoidi
C	-2,00 m ÷ oltre -10 m	metasiltiti e metarenarie paleozoiche litoidi
D	-2,00 m ÷ oltre -10 m	conglomerati e brecce oligoceniche debolmente consolidate

di seguito descritti per quanto attiene la parametrizzazione geotecnica di riferimento da utilizzare in sede di verifiche geotecniche, basata sui dati in possesso della scrivente, provenienti da prove eseguite su terreni similari per altre iniziative edilizie.

Strato A

Terre più o meno rimaneggiate dai processi pedogenetici, di colore bruno: trattasi di materiali perlopiù sabbioso limosi e localmente argillosi, con dispersi ciottoli della roccia madre, derivanti dall'alterazione spinta del substrato, poco o moderatamente consistenti, a componente organica nei primi centimetri più superficiali.

Parametri geotecnici indicativi:

- Peso di volume naturale γ = 17,00÷18,50 kN/m^3
- Angolo di resistenza al taglio efficace φ' = 22÷25°
- Coesione efficace c' = 0,00÷0,05 daN/cm^2
- Modulo elastico E_{el} = 60÷80 daN/cm^2

Strato B

Roccia carbonatica, con fratture irregolari.

Parametri geotecnici indicativi:

- Peso di volume naturale γ = 25,00 kN/m^3
- Angolo di resistenza al taglio efficace φ' = 35÷40°
- Coesione efficace c' = 2,00 daN/cm^2
- Modulo elastico E_{el} = 500 kN/cm^2

Unità C

Roccia metamorfica costituita da fitte alternanze di livelli da decimetrici a metrici di metarenarie quarzose e micacee e metasiltiti.

Parametri geotecnici indicativi:

- Peso di volume naturale γ = 25,00÷27,00 kN/m^3
- Angolo di resistenza al taglio φ' = 25÷30°
- Coesione efficace c = 1,50 daN/cm^2
- Modulo elastico E_{el} = 800 kN/cm^2

Unità D

Conglomerati e brecce debolmente consolidati.

Parametri geotecnici indicativi:

- Peso di volume naturale γ = 19,00÷21,00 kN/m^3
- Angolo di resistenza al taglio φ' = 22÷30°
- Coesione efficace c = 0,50 daN/cm^2
- Modulo elastico E_{el} = 20 kN/cm^2

Sulla base di quanto esposto si prevede che la quasi totalità delle strutture di fondazione degli aerogeneratori andranno a poggiare sul substrato roccioso paleozoico di natura carbonatica [**Unità B**] o terrigena metamorfica [**Unità C**], con la sola esclusione della torre **T10** che, verosimilmente, poggerà sul substrato conglomeratico [**Unità D**].

Ad esclusione della coltre detritica superficiale ed alcune facies di alterazione corticale della roccia, i suddetti substrati offrono elevate garanzie di stabilità nel tempo per le opere fondali. Per detti motivi si ritiene che nulla osti alla realizzazione dell'intervento in progetto, fatta salva l'esigenza di acquisire riscontri diretti attraverso l'esecuzione di una campagna di indagini geognostiche che dovrà obbligatoriamente supportare la successiva fase progettazione.

Tale campagna dovrà chiarire gli aspetti litostratigrafici ancora indefiniti e dissipare qualsiasi incertezza sulle caratteristiche litologiche del sottosuolo (ad esempio lo spessore e caratteristiche litotecniche della coltre detritica olocenica e del cosiddetto "cappellaccio di alterazione della roccia"), con valutazione della tipologia dei prodotti di alterazione, proprietà geomeccaniche dei diversi substrati rocciosi, ovvero affinare il modello geologico per orientare al meglio le scelte progettuali, nonché per individuare l'ottimale profondità per la posa delle opere fondali dei manufatti in elevazione e della viabilità di accesso.

Fatto salvo la necessità e l'obbligo di supportare le valutazioni rappresentate in questa sede con i dati provenienti dalle indagini geognostiche puntuali eseguite ad hoc, cautelativamente si possono

assumere valori di capacità portante dell'ordine di **2,5 daN/cm²**, senza che si manifestino cedimenti di entità apprezzabile o comunque pregiudizievoli per la stabilità delle strutture in progetto

10.3.4.4 Caratterizzazione sismica

Nonostante sia acclarata la bassa sismicità della Sardegna conseguente alla generale stabilità geologica del blocco sardo-corso (gli ultimi episodi vulcanici dell'isola vengono fatti risalire a circa 90.000 anni fa, nel Pleistocene superiore, con l'emissione di lave e formazione di coni di scorie nel settore dell'*Anglona*), si ha conoscenza di indizi di eventi sismici risalenti a 3.000-4.000 anni fa, testimoniati da importanti danneggiamenti rilevati in alcuni edifici nuragici. Negli ultimi secoli non pochi sono stati i terremoti di energia non trascurabile localizzati in Sardegna o nelle sue immediate vicinanze. In un recente lavoro, Meletti et al. (2020) hanno revisionato tutte le informazioni disponibili relative ai terremoti fatti registrare in Sardegna dal 1616, data del primo terremoto di cui si abbia notizia, al 2019.

Nella tabella della Figura 10.71 sono riportati i parametri analizzati in questa sede relativi a tutti i terremoti di interesse per la Sardegna.

Dai dati macrosismici provenienti da studi INGV e di altri enti utilizzati per la compilazione del catalogo parametrico CPTI15, consultabili dal sito web "DBMI15", per l'Isola non sono registrati eventi sismici significativi, al massimo del VI grado della scala Mercalli. Si porta ad esempio il terremoto del 04.06.1616 che determinò danneggiamenti vari a edifici della Cagliari di allora e ad alcune torri costiere attorno a Villasimius.

I terremoti più significativi (oltre ai primi registrati dall'Istituto Nazionale di Geofisica negli anni 1838 e 1870 rispettivamente del VI e V grado della scala Mercalli) risalgono al 1948 (epicentro nel Canale di Sardegna, verso la Tunisia, VI grado) e al 1960 (V grado), con epicentro i dintorni di Tempio Pausania).

Degno di attenzione è sicuramente anche quello avvertito nel cagliaritano il 30.08.1977 provocato dal vulcano sottomarino Quirino mentre, più recentemente (03.03.2001) è stato registrato un sisma di magnitudo 3,3 Richter (IV grado scala Mercalli) nella costa di San Teodoro ed un sisma di analoga magnitudo il 09.11.2010, nella costa NW dell'Isola. Altri ancora, con epicentro nel settore a mare poco a Ovest della Corsica e della Sardegna, sono stati registrati nel 2011 con magnitudo compresa tra 2,1 e 5,3 ed ipocentro a profondità tra 11 km e circa 40 km di profondità.

Si segnalano altri terremoti tra il 2006 e il 2007 nel Medio Campidano seppure di magnitudo mai superiore e 2,7 (13.07.2006, magnitudo 2,7 a 10 km di profondità con epicentro Capoterra; 23.05.2007, magnitudo 1,4 a 10 km di profondità con epicentro Pabillonis; 02.10.2007, magnitudo 1,4 a 10 km di profondità con epicentro tra Pabillonis e Guspini).

Year	Mo	Da	Ho	Mi	Epicentral Area	Ref	com.	NOm	Ix	Lat	Lon	M
1610	06	04			Sardegna merid.	MELAL020	ZZ	-	-	-	-	-
1616	06	04	14		Sardegna merid.	MELAL020		10	D	39.131	9.502	4.9
1619	06	24	16		Sardegna merid.	MELAL020	UNK	1	4-5	39.256	9.168	3.9
1771	08	17	13		Sardegna merid.	MELAL020		2	3	39.223	9.121	3.2
1771	08	17	18		Sardegna merid.	MELAL020		7	5	39.213	8.936	4.4
1835	03	06			Sardegna merid.	MELAL020	D	1	3	39.223	9.121	3.2
1838	02	02			Agro sassarese	MELAL020	ZZ	-	-	-	-	-
1855	06	11			Cagliari	MELAL020	ZD	-	-	-	-	-
1870	06	20	08	22	Ittireddu	MELAL020	ZZ	-	-	-	-	-
1870	07	04	17	45	Nuorese	MELAL020		4	5	40.477	9.383	4.2
1898	12	15			San Vito	MELAL020	ZZ	-	-	-	-	-
1901	01	18	16	30	Gergei	MELAL020	UNK	7	5	39.699	9.102	4.2
1901	01	18	17		Gergei	MELAL020		1	F	39.654	9.129	3.7
1901	03	22	13		Gergei	MELAL020		1	4-5	39.699	9.102	3.9
1906	04	03	16	20	Sardegna Settentrionale	MELAL020		6	3	41.048	9.599	3.2
1922	07	18	20	30	Nuorese	MELAL020		1	3	40.215	8.803	3.2
1922	07	18	22	30	Nuorese	MELAL020		1	3	40.215	8.803	3.2
1924	01	24	02	22	Sardegna Nord. Occ.	MELAL020	NM	-	-	-	-	-
1948	11	13	09	52	Mar di Sardegna	MELAL020		59	5-6	40.941	8.958	4.7
1948	11	13	12	00	Mar di Sardegna	MELAL020		2	F	40.913	9.302	3.7
1948	11	13	12	48	Mar di Sardegna	MELAL020		1	F	40.903	9.104	3.7
1948	11	13	22	45	Mar di Sardegna	MELAL020		1	3	40.914	8.713	3.2
1948	11	16	21	57	Mar di Sardegna	MELAL020		10	5	40.903	9.104	4.2
1948	11	17	00		Mar di Sardegna	MELAL020		2	3	40.903	9.104	3.2
1948	11	20	01		Mar di Sardegna	MELAL020		2	4-5	40.903	9.104	3.9
1948	11	20	02	07	Mar di Sardegna	MELAL020		1	F	40.929	9.065	3.7
1948	11	20	02	15	Mar di Sardegna	MELAL020		2	4-5	40.903	9.104	3.9
1948	11	20	13	45	Mar di Sardegna	MELAL020		1	4-5	40.903	9.104	3.9
1948	11	20	15	36	Mar di Sardegna	MELAL020		1	5-6	40.929	9.065	4.4
1948	11	21	21	50	Mar di Sardegna	MELAL020		4	5-6	40.948	8.938	4.4

Figura 10.71 - Tabella dei sismi registrati in Sardegna dal 1610 al 1948 (estratto da Meletti et al., 2020).

Year	Mo	Da	Ho	Mi	Epicentral Area	Ref	com.	NOm	Ix	Lat	Lon	M
1948	12	08	04	30	Sassarese	MELAL020		4	3	40.926	9.020	3.2
1948	12	08	13	15	Sassarese	MELAL020		4	3	40.926	9.020	3.2
1948	12	08	13	45	Sassarese	MELAL020		7	5-6	40.931	8.983	4.4
1948	12	08	23	00	Sassarese	MELAL020		3	3	40.944	9.009	3.2
1948	12	29	21	45	Mar di Sardegna	MELAL020		5	5	40.948	8.938	4.2
1949	01	06	17	30	Mar di Sardegna	MELAL020		4	5-6	40.948	8.938	4.4
1960	05	25	22		Calagianus	BSING		1	5	40.933	9.117	3.5
1970	06	18	09	03	Mare di Sardegna	ISC		13	4	40.950	7.420	4.8
1976	07	15	09	18	Medio Tirreno	BSING	NM			41.400	9.800	-
1977	05	29	16	19	Biancareddu	BSING	NM			40.783	8.183	2.7
1977	06	27	19	36	Valverde	BSING	NM			40.583	8.383	3.0
1977	08	28	09	45	Canale di Sardegna	ISC		20	5	38.235	8.187	5.4
2000	04	26	13	28	Tirreno centrale	ISC		-	-	40.929	10.077	4.3
2000	04	26	13	37	Tirreno centrale	ISC		46	5-6	40.955	10.097	4.8
2001	03	03	01	54	Tirreno centrale	ISC		1	3-4	40.884	9.990	4.0
2004	12	12	11	52	Tirreno centrale	ISC		19	3-4	41.015	9.967	4.1
2004	12	18	09	12	Tirreno centrale	ISC		13	4-5	40.958	10.050	4.6
2006	03	24	10	43	Capo Teulada	ISC		2	4-5	38.924	8.931	4.0
2011	07	02	14	43	Mare di Corsica	ISC		-	-	42.004	7.617	4.2
2011	07	07	19	21	Mare di Corsica	ISC		5	4	42.087	7.593	5.1
2012	03	04	03	47	Mare di Corsica	ISC		2	2-3	42.080	7.565	4.4

Figura 10.72 - Tabella dei sismi registrati in Sardegna dal 1948 al 2012 (estratto da Meletti et al., 2020).

Per quanto attiene il sito specifico, la sismicità storica è stata ricostruita previa consultazione dei seguenti database resi fruibili online dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV):

CPTI15 – Catalogo Parametrico dei terremoti italiani 2015

Contiene i dati parametrici omogenei, sia macrosismici che strumentali, relativi ai terremoti con intensità massima ≥ 5 o con magnitudo (Mw) ≥ 4 relativi a tutto il territorio italiano.

DBMI15 – Database macrosismico dei terremoti italiani 2015.

Fornisce un set omogeneo di intensità macrosismiche provenienti da diverse fonti relativo ai terremoti con intensità massima ≥ 5 e d'interesse per l'Italia nel periodo 1000-2020.

L'archivio non indica alcun evento con epicentro nei Comuni di Isili, Gesico, Nurallao e Nuragus.

Si segnalano altresì il terremoto magnitudo 4,77 del 26.04.2000 con epicentro nel Tirreno centrale (40.955 N – 10.097 E, profondità circa 1 km), il terremoto magnitudo 4,72 del 13.11.1948 con epicentro nel Mar di Sardegna (41.067 N – 8.683 E), quello magnitudo 4,52 del 15.05.1897 con epicentro nel Tirreno meridionale e quello del 17.08.1771 con magnitudo 4,43 e area epicentrale nella Sardegna meridionale.

Dal database DISS relativo alle potenziali sorgenti sismogenetiche con magnitudo > 5.5, si evince che il settore di intervento non è direttamente gravato da potenziali faglie sismogenetiche

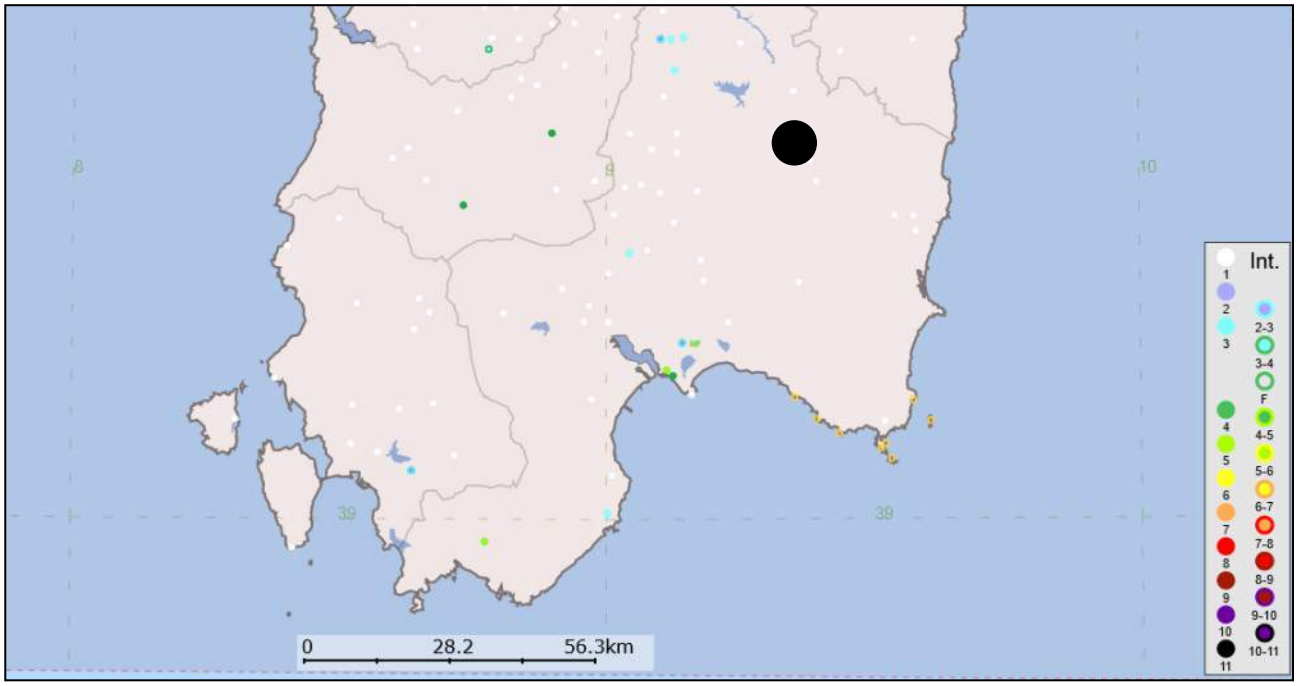


Figura 10.73 – Stralcio della mappa delle segnalazioni del terremoto del 1948 e delle relative intensità stimate (https://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15/event/19481113_0952_000).

Il panorama legislativo in materia sismica è stato rivisitato dalle recenti normative nazionali, ovvero dall'Ordinanza P.C.M. n. 3274 del 20.03.2003 «*Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica*», entrata in vigore dal 25.10.2005 in concomitanza con la pubblicazione della prima stesura delle «*Norme Tecniche per le Costruzioni*» e dalla successiva O.P.C.M. n. 3519/2006 che

ha lasciato facoltà alle singole regioni di introdurre o meno l'obbligo della progettazione antisismica in zona 4.

In relazione alla pericolosità sismica - espressa in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita a suoli rigidi - il territorio nazionale è stato suddiviso in quattro zone con livelli decrescenti di pericolosità in funzione di altrettanti valori di accelerazione orizzontale massima al suolo (**a_{g475}**), ossia quella riferita al 50esimo percentile, ad una vita di riferimento di 50 anni e ad una probabilità di superamento del 10% attribuiti a suoli rigidi caratterizzati da Vs30 > 800 m/s. L'appartenenza ad una delle quattro zone viene stabilita rispetto alla distribuzione sul territorio dei valori di a_{g475}, con una tolleranza 0,025g. A ciascuna zona o sottozona è attribuito un valore di pericolosità di base, espressa in termini di accelerazione massima su suolo rigido (ag), che deve essere considerato in sede di progettazione.

Allo stato attuale delle conoscenze, attraverso l'applicazione WebGIS, è possibile consultare in maniera interattiva le mappe di pericolosità sismica. Il sito di specifico intervento, così come tutto il territorio regionale ricade in **Zona 4**, contraddistinto da «pericolosità sismica BASSA» a cui corrisponde la normativa antisismica meno severa. Al parametro **ag** è assegnato un valore di accelerazione al suolo da adottare nella progettazione compreso tra **0,025÷0,05 g** (con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni). Tuttavia, con la ratifica delle Norme Tecniche per le Costruzioni avvenuta con l'aggiornamento del 17.01.2018, anche in questo ambito per le verifiche geotecniche è obbligatorio l'utilizzo del metodo delle tensioni limite.

L'entrata in vigore delle NTC 2008 ha reso obbligatoria, anche per le zone a bassa sismicità come la Sardegna, la stima della pericolosità sismica basata su una griglia, estesa per tutto il territorio nazionale, di 10751 punti, in cui vengono forniti per ogni nodo situato ai vertici di ciascuna maglia elementare, i valori di:

- a_g accelerazione orizzontale massima del terreno,
- F_0 valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale,
- Tc* periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale), per nove periodi di ritorno T_r, in condizioni ideali di sito di riferimento rigido (di categoria A nelle NTC) con superficie topografica orizzontale.

Solo per alcune aree insulari con bassa sismicità (tra cui la Sardegna), tali valori sono unici e sono quelli indicati nella Tabella 2 dell'Allegato B alle N.T.C. 2008, ancora valide per le N.T.C. del 2018.

Per un periodo di ritorno Tr = 475 anni, detti parametri valgono:

- a_g = 0,500
- F_0 = 2,88

– Tc* = 0,34

Per quanto riguarda la massima intensità macrosismica I_{max} (che rappresenta una misura degli effetti che il terremoto ha prodotto sull'uomo, sugli edifici e sull'ambiente) si fa riferimento alla classificazione del Gruppo Nazionale per la Difesa dei Terremoti (G.N.D.T.).

Per i comuni della Sardegna, così come per quelli ove si segnalano intensità massime molto basse o non esiste alcun dato osservato, è stato assegnato un valore "ponderato" di intensità (**Imax/pon**), stimato per estrapolazione dai valori osservati nei comuni limitrofi oppure calcolando un risentimento massimo a partire dal catalogo NT.3 mediante opportune leggi di attenuazione.

Dei 375 comuni della Sardegna, meno del 5% ha comunicato al G.N.D.T. i dati relativi all'intensità macrosismica MCS: in ogni caso, nella totalità delle rilevazioni, i valori sono risultati minori di 6.

Il *database* del progetto ITHACA (*ITaly HAzard from CApable faults*) ha consentito di escludere la presenza di "faglie capaci", ovvero di lineamenti tettonici attivi che possono potenzialmente creare deformazioni in superficie e produrre fenomeni dagli effetti distruttivi per le opere antropiche.

Per la valutazione delle azioni sismiche di progetto, ai sensi del D.M. del 1701.2018, deve essere valutata l'influenza delle condizioni litologiche e morfologiche locali sulle caratteristiche del moto nel suolo superficiale. Per tale motivo si esegue una classificazione dei terreni compresi fra il piano di campagna ed il "bedrock" attraverso la stima delle velocità medie delle onde di taglio (Vs).

Con l'approccio semplificato, la classificazione del sottosuolo si effettua in base alla configurazione stratigrafica ed i valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, VS_{eq} (in m/s), definita dall'espressione:

$$Vs,eq = \frac{H}{\sum_{i=1}^{N} \frac{hi}{Vs}}$$

essendo:

hi = spessore dello stato i-sesimo,

Vs,i = velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato,

N = numero di strati,

H = profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da Vs non inferiore a 800 m/sec.

Per le fondazioni superficiali, la profondità del substrato viene riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali alla testa dei pali. Per depositi con profondità del substrato > 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio VS_{eq} è definita dal parametro VS_{30} ottenuto ponendo H=30 m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale

profondità.

Ai fini della definizione delle azioni sismiche secondo le «*Norme Tecniche per il progetto sismico di opere di fondazione e di sostegno dei terreni*», un sito può essere classificato attraverso il valore delle VS_{eq} con l'appartenenza alle differenti categorie sismiche; ovvero:

A] ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m;

B] rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s;

C] depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s;

D] depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fine scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s;

E] terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Seppur senza il conforto di riscontri sperimentali diretti se non riferibili a contesti geologici analoghi, la presenza del substrato roccioso sub affiorante o sotto copertura di uno strato detritico di spessore sub metrico consente di adottare una ***categoria di sottosuolo di tipo "A"***.

10.3.4.5 Assetto geomorfologico e idrografico

La parte meridionale del parco si sviluppa su un ampio rilievo debolmente ondulato, riconducibile ad un altopiano, dominato dalle litologie carbonatiche afferenti alla Formazione dei Calcari di Villasalto.

Le quote sono comprese tra 500÷600 m s.l.m.: i punti più alti sono rappresentati dal Monte Taccu e dal Bruncu Siliqua che raggiungono rispettivamente quota di 589 m e 575 m s.l.m.

Il versante occidentale del settore sud dell'altopiano ha pendenze comprese tra 40÷50%.

I versanti sul lato orientale che si affacciano sulla valle del Riu Tolu presentano invece pendenze più elevate, generalmente comprese tra il 50÷70 %.

La parte settentrionale del parco corrisponde alla zona in cui l'altopiano va a restringersi e si abbassa

leggermente di quota fino a circa 400 m.s.l.m. L'ossatura di questa parte del rilievo è rappresentata da litologie riconducibili alla Formazione di Pala Manna, caratterizzate da alternanze irregolari di metasiltiti e metarenarie con intercalazioni di metaconglomerati e metabrecce.

I versanti di questo rilievo allungato verso NNE presentano pendenze molto variabili che nella parte a quote maggiori si aggirano intorno al 50%. Le valli che delimitano il rilievo, la valle del Riu Tolu a est e quella del Riu Cannas a ovest, si sviluppano a una quota rispettivamente di circa 150 m s.l.m. e di 300 m s.l.m.

Figura 10.74 – Vista da ovest dell'altopiano e dell'abitato di San Nicolò Gerrei.

Figura 10.75 – Morfologia della parte settentrionale vista da est.

Figura 10.76 – Ambito morfologico al contorno del parco eolico, vista da ovest (rapporto lunghezze altezze 1:2).

Figura 10.77 – Profilo topografico della parte sud del parco eolico

10.3.5 Atmosfera

In coerenza con quanto richiesto dalla vigente normativa in materia di VIA, l'analisi della componente ambientale "atmosfera" è affrontata di seguito operando una distinzione tra le sotto-componenti di livello locale, riferibili ai caratteri meteo-climatici ed alla qualità dell'aria, e quelle di carattere globale, certamente di maggiore interesse specifico per una valutazione compiuta degli effetti ambientali del proposto progetto.

Come noto ed ampiamente condiviso, infatti, le centrali eoliche non sono all'origine di effetti significativi sul microclima delle aree di installazione degli impianti né, allo stesso modo, a queste possono attribuirsi effetti di alterazione della qualità dell'aria, trattandosi di centrali energetiche totalmente prive di emissioni atmosferiche. Sulla base di quanto precede, ancorché gli effetti del proposto progetto sulla qualità dell'aria a livello locale risultino, palesemente, alquanto contenuti e di carattere temporaneo, l'analisi della sotto-componente è comunque riportata per completezza di trattazione.

Per altro verso, al pari delle altre categorie di centrali elettriche da FER, la diffusione degli impianti eolici concorre positivamente al processo di conversione dei sistemi di generazione elettrica nella

direzione di un crescente ricorso alle fonti rinnovabili e progressiva contrazione della quota di produzione da combustibili fossili, con positivi effetti in termini di contrasto ai cambiamenti climatici e riduzione generale dell'inquinamento atmosferico.

10.3.5.1 Caratteristiche meteo-climatiche

10.3.5.1.1 Caratteri climatologici generali e precipitazioni

Il clima della Sardegna è generalmente classificato come "Mediterraneo Interno", caratterizzato da inverni miti e relativamente piovosi ed estati secche e calde. Da un punto di vista più generale, il Mediterraneo può essere considerato come una fascia di transizione tra le zone tropicali, dove le stagioni sono definite in accordo alla quantità di pioggia, e le zone temperate, dove le stagioni sono caratterizzate dalle variazioni di temperatura. Di conseguenza si presentano con grandi variazioni interstagionali di precipitazione accompagnate da variazioni di temperatura, senza che però le une le altre raggiungano i valori estremi tipici delle due aree climatiche.

La principale causa delle notevoli differenze climatiche fra le stagioni è la migrazione del limite settentrionale delle celle di alta pressione che caratterizzano le fasce subtropicali del Pianeta. D'estate, infatti, tali celle arrivano ad interessare tutto il bacino del Mediterraneo, dando vita ad una zona di forte stabilità atmosferica (che nei mesi di giugno, luglio e agosto può dare origine ad un regime tipicamente subtropicale arido), favorendo situazioni di cielo sereno con temperature massime elevate, anche se accompagnate da escursioni termiche di discreta entità. D'inverno invece le medesime celle restano confinate al Nord-Africa e lasciano il Mediterraneo esposto a flussi di aria umida di provenienza atlantica o di aria fredda di provenienza polare. In realtà una gran parte delle strutture cicloniche che interessano l'area in esame si genera nel golfo di Genova (seppure a seguito di una perturbazione atlantica), probabilmente a causa della disposizione delle Alpi e del forte gradiente di temperatura tra Nord e Centro Europa ed il Mediterraneo. È interessante notare, poi, che la regione mediterranea presenta la più alta frequenza e concentrazione di ciclogenesi del mondo.

Il clima della provincia del Sud Sardegna beneficia tuttavia dell'effetto del mare solo lungo le coste. Nel resto del territorio, invece, si riscontrano due fasce climatiche prevalenti, come la zona

collinare che beneficia meno degli effetti del mare, con marcate differenze di temperatura tra estate e inverno e la zona pedemontana posta all'estremo nord della provincia, con temperature invernali basse e temperature estive più miti.

La zona di interesse è stata analizzata attraverso la Carta Bioclimatica della Sardegna del 2014, prodotta dal Dipartimento Meteoclimatico e dal Servizio Meteorologico Agrometereologico ed Ecostistemi della Regione Sardegna. L'analisi bioclimatica per la predisposizione della carta è stata effettuata seguendo il modello bioclimatico denominato "Worldwide Bioclimatic Classification System" (WBCS) proposto da Rivas-Martinez nel 2011. Si tratta di una classificazione numerica che

mette in relazione le grandezze numeriche dei fattori climatici (temperatura e precipitazione) con gli areali di distribuzione delle piante e delle comunità vegetali, allo scopo di comprendere le influenze del clima sulla distribuzione delle popolazioni e delle biocenosi.

La carta è impostata su un sistema gerarchico che comprende 5 macrocategorie climatiche definite Macrobioclimi: Tropicale, Mediterraneo, Temperato, Boreale e Polare; ciascun Macrobioclima si divide, a sua volta, in unità tassonomiche di rango inferiore, definite Bioclimi, per un totale di 27 unità. I Bioclimi, a loro volta, sono ulteriormente suddivisi sulla base delle variazioni nei ritmi stagionali della temperatura e delle precipitazioni attraverso l'utilizzo di indici termotipici, ombrotipici e di continentalità. Le unità gerarchicamente inferiori sono quindi rappresentate dal Termotipo (esprime la componente termica del clima) e dall'Ombrotipo (esprime la componente di umidità del clima) e dalla Continentalità (esprime il grado di escursione termica annua).

Il macrobioclima della zona di interesse è Mediterraneo, con termotipo di tipo termo mediterraneo superiore, un indice omrometrico secco inferiore e un indice di continentalità di tipo semi-iperoceranico attenuato.

Le piogge si concentrano nei giorni invernali e raramente sono di forte intensità. Nella Tabella 10.12 si osserva il numero di giorni piovosi tipici di quattro mesi dell'anno; nei mesi piovosi (da ottobre ad aprile) non è raro avere pioggia anche un giorno su tre nell'arco dell'intero mese, nei mesi estivi le piogge sono invece rare o addirittura assenti.

Nella Figura 10.78 è riportata la frequenza complessiva della copertura nuvolosa sulla base di osservazioni fatte ogni tre ore, per circa un decennio, nella provincia di Cagliari e nel territorio di Armungia.

Tabella 10.12 – Frequenza delle precipitazioni a Cagliari, Muravera, Armungia, Teulada e Isili (Clima della Sardegna, Consorzio S.A.R. Sardegna S.r.l)

Frequenza delle precipitazioni *Rainfall frequency*				
	GENNAIO *January*	APRILE *April*	LUGLIO *July*	OTTOBRE *October*
CITTÀ *towns*	giorni di pioggia *rainy days*	giorni di pioggia *rainy days*	giorni di pioggia *rainy days*	giorni di pioggia *rainy days*
Cagliari	4 - 11	3 - 8	0 - 1	3 - 9
Muravera	4 - 10	3 - 8	0 - 1	4 - 8
Armungia	5 - 12	3 - 10	0 - 1	3 - 10
Teulada	5 - 14	5 - 11	0 - 1	4 - 10
Isili	6 - 14	6 - 12	0 - 2	4 - 11

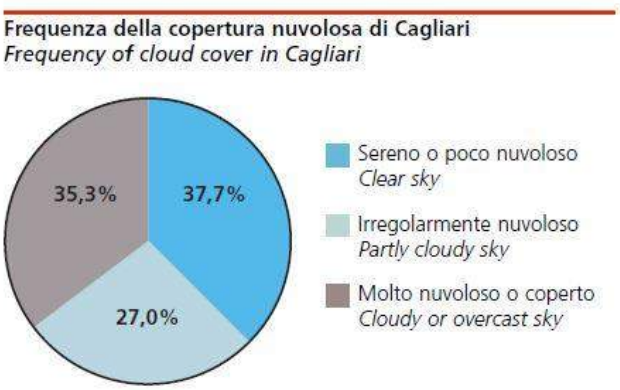


Figura 10.78 – Frequenza della copertura nuvolosa (Clima della Sardegna, Consorzio S.A.R. Sardegna S.r.l)

Nell'"Analisi delle condizioni meteorologiche e conseguenze sul territorio regionale nel periodo ottobre 2020 – settembre 2021", dell'ARPAS, si rivengono alcuni dati di recente elaborazione.

Per la stazione di Escalaplano, a nord dell'impianto in progetto, lo scenario delle precipitazioni giornaliere e cumulate nella stagione piovosa, evidenzia che, nella stagione estiva, ci sono stati alcuni eventi di rilievo (60 mm di pioggia), inoltre i massimi cumulati giornalieri assoluti sono stati registrati tra novembre e settembre 2020. Nel territorio di interesse i valori cumulati si trovano più o meno tra il 25° e il 75° percentile e comunque piuttosto in linea con il valore mediano. La situazione della stazione di Escalaplano per l'anno 2020-2021 è rappresentato nella figura seguente:

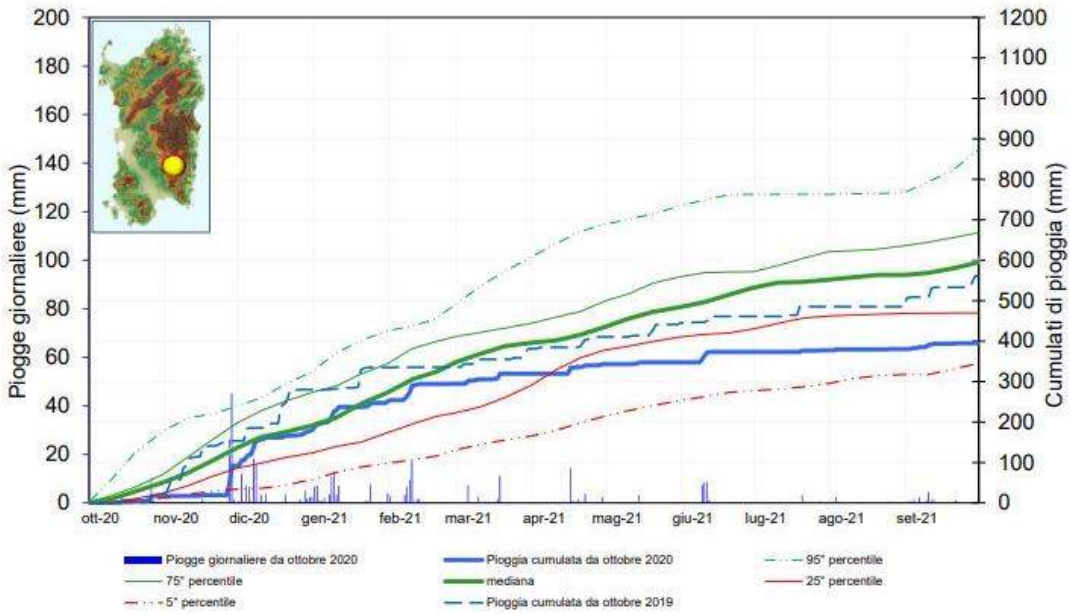


Figura 10.79 - Precipitazioni giornaliere e cumulate nella stagione piovosa (Fonte: Analisi delle condizioni meteorologiche e conseguenze sul territorio regionale nel periodo ottobre 2020 – settembre 2021 – ARPAS)

Con particolare riferimento ai Comuni direttamente interessati dal progetto, San Nicolò Gerrei e Armungia, si riportano di seguito i valori di precipitazione media mensile.

Tabella 10.13 – Precipitazione media mensile Comuni San Nicolò Gerrei e Armungia (Fonte: it.climate-data.org/)

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ag	Set	Ott	Nov	Dic
Precipitazioni San Nicolò Gerrei [mm]	37	41	48	54	36	14	4	11	34	47	63	54
Precipitazioni Armungia [mm]	41	46	57	62	41	16	7	17	43	60	72	61

10.3.5.1.2 Temperature

Dall'"Analisi delle condizioni meteorologiche e conseguenze sul territorio regionale nel periodo ottobre 2020 – settembre 2021", dell'ARPAS, si rinviene che la media annuale delle temperature massime 2020-2021, nel territorio del Sud Sardegna più nello specifico nel territorio di Armungia, è circa di 22 °C e l'anomalia di temperatura rispetto al periodo 1995-2014 è di circa 0,5-1 °C.

Nello stesso territorio di riferimento, la temperatura media delle minime del mese più freddo (gennaio 2021) è di circa 5°C mentre, la massima del mese più caldo (Agosto 2021) di circa 32°C.

La Tabella 10.14 riporta le temperature medie tipiche di quattro mesi dell'anno, per ognuno dei quali si riportano i valori medi delle temperature minime e massime; in particolare, si riportano i valori di Cagliari, Muravera, Armungia, Teulada e Isili.

Tabella 10.14– Temperature medie nella Provincia di Cagliari, Muravera, Armungia, Teulada e Isili (Fonte: Clima della Sardegna, Consorzio S.A.R. Sardegna S.r.l)

Provincia di Cagliari temperature medie *Average temperatures*								
	GENNAIO *January*		APRILE *April*		LUGLIO *July*		OTTOBRE *October*	
CITTÀ *towns*	Min. °C	Max. °C	Min. °C	Max. °C	Min. °C	Max. °C	Min. °C	Max. °C
Cagliari	7,2	14,3	10,5	18,9	20,5	30,0	15,2	23,3
Muravera	5,9	14,6	9,2	19,6	18,8	32,1	13,9	23,7
Armungia	3,3	13,0	6,5	17,9	17,9	32,8	11,8	23,6
Teulada	5,9	14,3	8,6	18,4	18,0	32,8	14,0	23,2
Isili	2,3	8,7	5,9	14,4	17,9	28,0	10,4	18,4

Con particolare riferimento ai Comuni direttamente interessati dal progetto, San Nicolò Gerrei e Armungia, si riportano di seguito i valori di precipitazione media mensile.

Tabella 10.15 – Temperatura minima, media e massima mensile Comuni San Nicolò Gerrei e Armungia (Fonte: it.climate-data.org/)

	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre
Temperatura media San Nicolò Gerrei [°C]	7.3	7.3	10	12.9	17	22.1	25	25	20.6	17.1	12	8.6
Temperatura minima San Nicolò Gerrei [°C]	3.8	3.4	5.5	8	11.5	15.8	18.6	18.9	15.8	13	8.7	5.3
Temperatura massima San Nicolò Gerrei [°C]	11.4	11.7	15	18.1	22.6	28.4	31.6	31.5	25.9	22	15.8	12.4
Temperatura media Armungia [°C]	7.6	7.6	10.3	13.2	17.4	22.6	25.6	25.5	20.9	17.4	12.3	8.9
Temperatura minima Armungia [°C]	4	3.6	5.7	8.2	11.8	16.1	19	19.2	16.1	13.2	8.9	5.5
Temperatura massima Armungia [°C]	11.8	12.2	15.5	18.7	23.2	29.2	32.4	32.3	26.5	22.5	16.3	12.8

10.3.5.1.3 Caratteristiche anemologiche

Di seguito si delineano le caratteristiche generali di ventosità dell'area in esame pubblicati dal Servizio Agrometeorologico Regionale per la Sardegna con riferimento alla stazione in loc. "Elmas" (Cagliari), ubicata a sud-ovest dell'impianto eolico in progetto.

Come è noto, il vento è generato dal movimento di masse d'aria rispetto alla superficie terrestre all'interno dell'atmosfera. I dati di intensità del vento sono generalmente espressi in termini di velocità dell'aria; quest'ultima è una grandezza vettoriale bidimensionale in quanto se ne considera solo la componente misurata su una superficie parallela a quella terrestre (generalmente l'anemometro si trova a circa 10 m di altezza dalla superficie del terreno), non considerando la componente verticale in quanto di intensità trascurabile. Di conseguenza, la grandezza in esame si compone di due variabili: una direzione, espressa in gradi sessagesimali calcolati in senso orario a partire da nord, e la velocità dell'aria, espressa in m/s.

È opportuno far rilevare come il vento in superficie sia determinato, oltre che dalla situazione sinottica generale, e cioè dalla situazione dinamica e termodinamica di una notevole porzione del nostro emisfero, anche dalle caratteristiche morfologiche del luogo dove viene eseguita la misura, tanto più in una regione dall'orografia complessa quale la Sardegna. Un ulteriore problema è rappresentato dalle brezze che, essendo causate dalla differenza di temperatura fra terra e mare, sono di natura squisitamente locale. Infine, la collocazione della stazione gioca un ruolo importante in quanto l'eventuale presenza di vegetazione, edifici o collinette nelle vicinanze può introdurre degli errori sistematici anche notevoli, in particolare nel vento di moderata intensità.

Ai fini dell'esposizione dei dati, le direzioni sono state suddivise in ottanti, corrispondenti agli otto venti della Rosa dei Venti classica (Tabella 10.16), e le velocità in quattro Classi (Tabella 10.17). Inoltre, per semplicità, sono stati assimilati alla calma di vento tutti gli eventi con velocità inferiore ai 1,5 m/s (la cosiddetta bava di vento), nonché il vento di direzione variabile in quanto esso è sempre un vento di debole intensità.

Tabella 10.16 - Suddivisione del vento per direzione di provenienza

Nome	Direzione di provenienza geografica	Direzione di provenienza (gradi sessagesimali)
Tramontana	nord	0° < d ≤ 22.5°
		337.5° < d ≤ 360°
Grecale	nord-est	22.5° < d ≤ 67.5°
Levante	est	67.5° < d ≤ 112.5°
Scirocco	sud-est	112.5° < d ≤ 157.5°
Ostro	sud	157.5° < d ≤ 202.5°
Libeccio	sud-ovest	202.5° < d ≤ 247.5°
Ponente	ovest	247.5° < d ≤ 292.5°
Maestrale	nord-ovest	292.5° < d ≤ 337.5°

Tabella 10.17 – Suddivisione del vento per intensità

Fascia	Descrizione	Intensità (m/s)
0	Calma di vento	$v \leq 1.5$
I	Vento di intensità moderata	$1.5 < v \leq 8.0$
II	Vento di intensità intermedia	$8.0 < v \leq 13.5$
III	Vento di forte intensità	$v > 13.5$

Per ogni combinazione di velocità e direzione, si è calcolata la frequenza con cui tale combinazione si è verificata nel periodo studiato (1951÷1993). Vista la mole di dati a disposizione, tali valori corrispondono, a tutti gli effetti, alla probabilità empirica di registrare quel particolare vento nella stazione di riferimento. Per quel che riguarda la Classe zero (calma di vento o vento variabile) non si sono ovviamente fatte distinzioni per direzioni di provenienza.

La Tabella 10.18, relativamente alla stazione di Elmas, mostra la frequenza di distribuzione del vento nelle varie direzioni, indipendentemente dalla velocità. Si è tenuto conto anche della direzione variabile e della calma di vento, che, come si può constatare, risultano pressoché assenti.

Tabella 10.18 - Direzione di provenienza del vento massimo Stazione di Elmas- Anni 1951÷1993 - percentuali sul totale dei dati disponibili (Fonte SAR)

nord	**nord-est**	**est**	**sud-est**	**sud**	**sud-ovest**	**ovest**	**nord-ovest**	**direzione variabile o calma di vento**
14.68	0.84	4.35	17.68	20.85	2.36	11.98	27.11	0.15

Nelle Tabella *10.19* e nella Tabella 10.20 sono invece riportate, rispettivamente, le distribuzioni annuali assolute (ossia riferite alla totalità di dati disponibili) di frequenza della direzione e velocità del vento divise per fasce di velocità e quelle relative (cioè riferite alla particolare classe di velocità considerata).

Tabella 10.19 – Distribuzione delle frequenze assolute annuali della direzione e velocità del vento massimo rilevate presso la stazione di Elmas - Anni 1951÷1993
(elaborazione sulla base dei dati S.A.R.)

Velocità vento	nord	nord-est	est	sud-est	sud	sud-ovest	ovest	nord-ovest	totale
Classe I - 1,5-8 m/s	3.34	0.22	1.13	5.06	7.32	0.66	1.51	5.79	25.03
Classe II - 8-13,5 m/s	6.40	0.36	1.98	10.29	11.84	1.01	5.05	9.37	46.31
Classe III - >13,5 m/s	4.42	0.24	1.14	1.93	1.31	0.65	4.90	11.05	25.65

Tabella 10.20 – Distribuzione delle frequenze annuali della direzione e velocità del vento massimo (per classe di velocità) rilevate presso la stazione di Elmas– Anni 1951÷1993
(elaborazione sulla base dei dati S.A.R.)

Velocità vento	nord	nord-est	est	sud-est	sud	sud-ovest	ovest	nord-ovest
Classe I - 1,5-8 m/s	13.34	0.87	4.53	20.21	29.24	2.66	6.02	23.12
Classe II - 8-13,5 m/s	13.83	0.79	4.27	22.21	25.57	2.19	10.90	20.23
Classe III - >13,5 m/s	17.23	0.95	4.46	7.52	5.12	2.53	19.12	43.08

Risulta evidente dai dati a disposizione (Tabella 10.18Tabella 10.20) che la direzione di provenienza del vento massimo per la stazione di Elmas (Maestrale) rappresenta quasi il 30% del totale.

Inoltre, i venti spirano prevalentemente negli intervalli di velocità compresi tra 8 e 13,5 m/s, formando circa il 46% del totale (Tabella 10.19). Considerando invece le frequenze annuali (Tabella 10.20), si ha che i venti più frequenti sono quelli dai quadranti sud e nord-ovest per la fascia di velocità più bassa, dove in percentuale praticamente si equivalgono; mentre, a velocità superiori di 8 m/s, assumono un'incidenza rilevante anche i venti dei quadranti di Scirocco e Ostro, pur restando il Maestrale il vento più frequente per ogni velocità.

10.3.5.2 Livello qualitativo della componente

10.3.5.2.1 Qualità dell'aria a livello locale

10.3.5.2.1.1 Normativa di riferimento

Il progressivo fenomeno dell'inquinamento atmosferico ha reso indispensabile l'adozione di precise norme volte a tutelare la salute dei cittadini.

In data antecedente all'emanazione di leggi e decreti, a difesa della qualità e salubrità dell'aria, la magistratura penale faceva riferimento alla norma generale contenuta nell'articolo 674 del Codice di Procedura Penale secondo cui "*chiunque, nei casi non consentiti dalla legge, provoca emissioni di gas, di vapori o di fumi atti ad offendere, imbrattare o molestare persone è punito con l'arresto fino a un mese o con l'ammenda fina a lire 400.000*".

Il primo vero provvedimento legislativo emanato in Italia sulle fonti di inquinamento atmosferico è la L. 615 del 1966: "*Provvedimenti contro l'inquinamento atmosferico*". La legge si poneva il compito di regolare l'esercizio degli impianti di riscaldamento, degli impianti industriali e dei mezzi motorizzati; in parte è stata abrogata dalla successiva legislazione ed attualmente il campo di applicazione è limitato ai soli impianti di riscaldamento ad uso civile.

Con il D.P.C.M. del 28 marzo 1983 "*Limiti di accettabilità delle concentrazioni e di esposizione relativi agli inquinanti dell'aria nell'ambiente esterno*" sono definiti i limiti di concentrazione degli inquinanti nell'ambiente esterno e, per essi, è previsto un monitoraggio costante. Per la prima volta inoltre sono stati fissati metodi di campionamento, analisi e verifica.

Nel 1988, recependo più direttive Comunitarie fu emanato il D.P.R. 203 "Attuazione delle direttive CEE numeri 80/779, 82/884, 84/360 e 85/203 concernenti norme in materia di tutela della qualità dell'aria, relativamente a specifici agenti inquinanti, e di inquinamento prodotto dagli impianti industriali, ai sensi dell'art. 15 della legge 16.04.1987 n. 183".

In esso si precisa che: "*è inquinamento atmosferico ogni modificazione della normale composizione o stato fisico dell'aria atmosferica, dovuta alla presenza nella stessa di una o più sostanze in quantità e con caratteristiche tali da alterare le normali condizioni ambientali e di salubrità dell'aria; da costituire pericolo ovvero pregiudizio diretto o indiretto per la salute dell'uomo; da compromettere le attività ricreative e gli altri usi legittimi dell'ambiente; alterare le risorse biologiche e gli ecosistemi ed i beni materiali e pubblici e privati*".

Con l'emanazione del Decreto Legislativo n. 351 del 4 agosto 1999, che recepisce e dà attuazione alla Direttiva 96/62/CE in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria ambiente, tutta la normativa italiana vigente in materia subisce un sostanziale aggiornamento. Il Decreto definisce i principi per:

a) stabilire gli obiettivi per la qualità dell'aria ambiente al fine di evitare, prevenire o ridurre gli effetti dannosi per la salute umana e per l'ambiente nel suo complesso;

b) valutare la qualità dell'aria ambiente sul territorio nazionale in base a criteri e metodi comuni;

c) disporre di informazioni adeguate sulla qualità dell'aria ambiente e far si che siano rese pubbliche, con particolare riferimento al superamento delle soglie d'allarme;

d) mantenere la qualità dell'aria ambiente, laddove è buona, e migliorarla negli altri casi.

Il D.Lgs 351 rinvia a successivi decreti del Ministro dell'Ambiente, da emanare in recepimento di ulteriori disposti Comunitari (Direttive Figlie), l'assunzione di:

e) valori limite e delle soglie d'allarme per gli inquinanti elencati nell'allegato I;

f) margine di tolleranza fissato per ciascun inquinante di cui all'allegato I, le modalità secondo le quali tale margine deve essere ridotto nel tempo;

g) termine entro il quale il valore limite deve essere raggiunto;

h) valore obiettivo per l'Ozono e gli specifici requisiti per il monitoraggio, valutazione, gestione ed informazione.

Con le stesse modalità sono stabiliti, per ciascun inquinante per il quale sono previsti un valore limite e una soglia di allarme:

a) i criteri per la raccolta dei dati inerenti la qualità dell'aria ambiente ed i criteri e le tecniche di misurazione, con particolare riferimento all'ubicazione e al numero minimo dei punti di campionamento e alle metodiche di riferimento per la misura, il campionamento e l'analisi;

b) i criteri riguardanti l'uso di altre tecniche di valutazione della qualità dell'aria ambiente, in particolare la modellizzazione, con riferimento alla risoluzione spaziale per la modellizzazione, ai metodi di valutazione obiettiva ed alle tecniche di riferimento per la modellizzazione;

c) le modalità per l'informazione da fornire al pubblico.

Innovativo è l'approccio alla "valutazione della qualità dell'aria ambiente", di competenza delle regioni, che deve essere effettuata sia attraverso la misurazione dei vari inquinanti, sia attraverso tecniche modellistiche.

Particolare riguardo è rivolto all'informazione al pubblico, che deve essere resa regolarmente, in modo chiaro, comprensibile ed accessibile.

In seguito, sotto l'impulso del Legislatore Comunitario, altri tre importanti provvedimenti sono intervenuti a disciplinare la materia, di per sé molto complessa:

- il D.P.C.M. 8 marzo 2002 recante "Disciplina delle caratteristiche merceologiche dei combustibili aventi rilevanza ai fini dell'inquinamento atmosferico, nonché delle caratteristiche tecnologiche degli impianti di combustione";

- il D.M. 2 aprile 2002 n. 60, recante "Recepimento della direttiva 1999/30/Ce del Consiglio del 22 aprile 1999 concernente i valori limite di qualità dell'aria ambiente per il biossido di zolfo, il biossido di azoto, gli ossidi di azoto, le particelle e il piombo e della direttiva 2000/69/Ce relativa ai valori limite di qualità dell'aria ambiente per il benzene ed il monossido di carbonio";
- la Legge 1 giugno 2002 n. 120, recante "Ratifica ed esecuzione del Protocollo di Kyoto alla Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici, fatto a Kyoto l'11 dicembre 1997". Il protocollo mira in particolare alla riduzione entro il 2012 dell'8% dei gas serra rispetto ai livelli del 1990.

Con la pubblicazione del D.Lgs. 155 del 13 agosto 2010, in recepimento della Direttiva 2008/50/CE "Relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa", la legislazione nazionale relativa all'inquinamento atmosferico si è definitivamente allineata alla legislazione europea.

Il nuovo atto normativo interiorizza le previsioni della Direttiva e, nell'abrogare tutti i precedenti testi normativi a partire dal D.P.C.M. 28 marzo 1983 fino al più recente D.Lgs. 152/2007, racchiude in una unica norma le Strategie Generali, i Parametri da monitorare, le Modalità di Rilevazione, i Livelli di Valutazione, i Limiti, Livelli Critici e Valori Obiettivo di alcuni parametri, nonché i Criteri di Qualità dei dati.

Gli aspetti innovativi del D.Lgs. 155 del 13 agosto 2010 possono essere così riassunti:

- indica la necessità di individuazione dei livelli di responsabilità in ordine alla valutazione della qualità dell'aria, degli organismi di approvazione dei sistemi di misura, di garanzia delle misure, del coordinamento nazionale e con gli organismi comunitari;
- indica come obbligatori il rispetto dei limiti e soglie di allarme per i parametri biossido di zolfo e monossido di carbonio e prevede proroga per il rispetto dei limiti per i parametri biossido di azoto e benzene dal 2010 al 2015 con obbligo di predisposizione di piani che dimostrino il rientro nei limiti alla data del 2015; è altresì prevista proroga per l'applicazione del limite del parametro PM_{10} al 11 giugno 2011 sempre in presenza di un piano di rientro nei limiti a quella data;
- introduce la determinazione del parametro $PM_{2.5}$ con obiettivi di riduzione alla sua esposizione entro il 2020, obbligo di livello esposizione da rispettare entro il 2015; valore obiettivo da rispettare al 2010 e valori limite da rispettare entro il 2015 ed entro il 2020;
- prevede, inoltre, un regime di sanzioni in caso di violazione delle disposizioni adottate a livello nazionale, indicate come effettive, proporzionate e dissuasive.

10.3.5.2.1.2 Quadro emissivo locale e criticità evidenziate

Le informazioni che seguono, concernenti le condizioni di qualità dell'aria riscontrabili nell'area del sito in progetto, sono tratte dal Rapporto Annuale sulla Qualità dell'Aria in Sardegna – Anno 2020, elaborata dall'Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente della Sardegna (RAS, 2021).

I dati sono stati ottenuti considerando come periodo di rilevamento quello compreso tra il 01/01/2020 e il 31/12/2020 per i seguenti inquinanti: biossido di zolfo, PM10, PM2,5 biossido di azoto, ozono.

Le stazioni di monitoraggio più vicina è quella di Nuraminis, la CENNM1, ubicata in area rurale, funzionale per il monitoraggio del vicino cementificio e delle cave adiacenti.

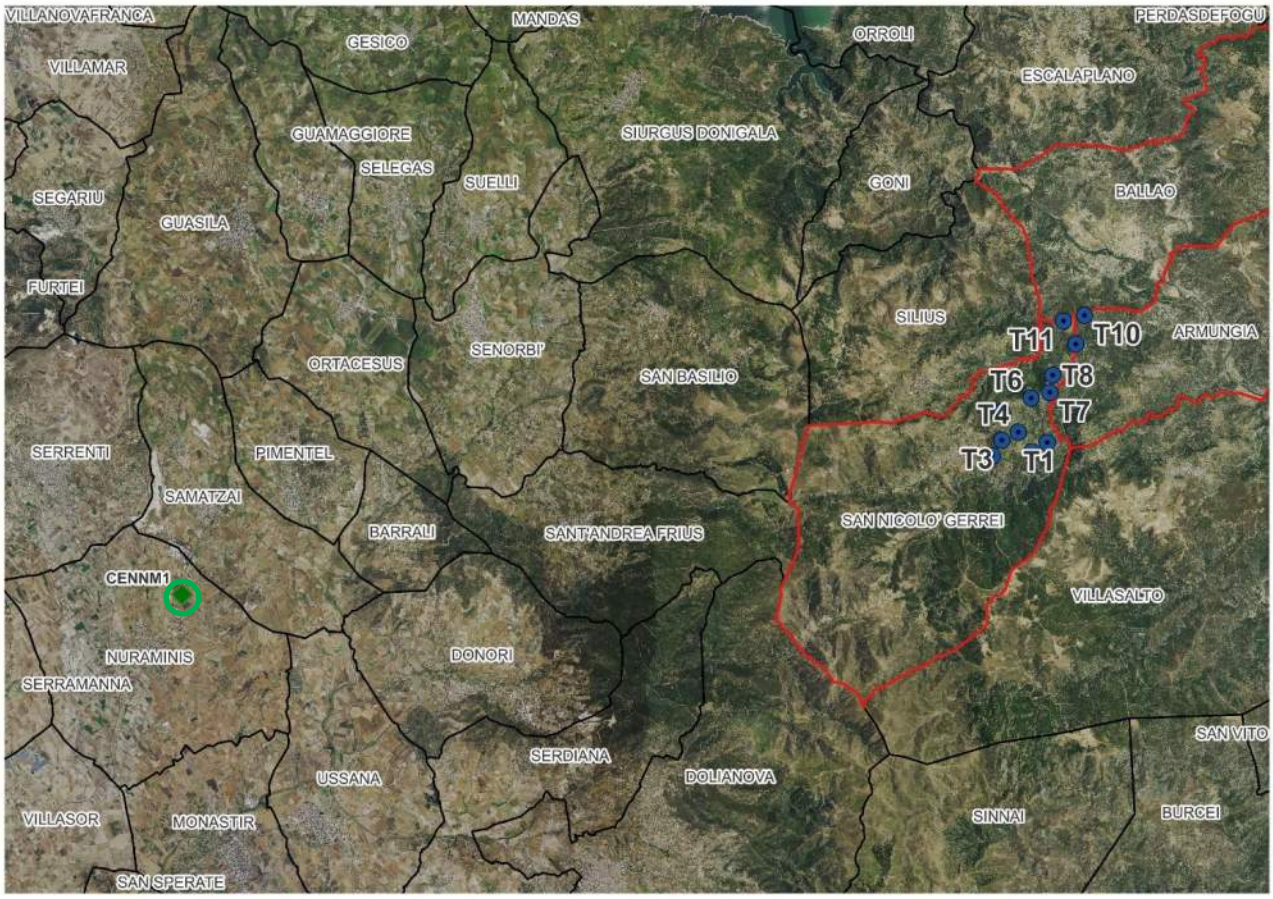


Figura 3.10.80 – Stazione monitoraggio dell'aria nell'area di Nuraminis e aerogeneratori in progetto

La stazione ha una percentuale media di dati validi per l'anno in esame pari al 94,6%; si è registrato il seguente numero di superamenti:

- per il valore limite giornaliero per la protezione della salute umana per i PM10 (50 µg/m^3 sulla media giornaliera da non superare più di 35 volte in un anno civile): 4 superamenti;

Il monossido di carbonio (CO) evidenzia un massimo medio mobile di otto ore pari a 1,1 mg/m^3 (CENNM1), rimanendo quindi ampiamente entro i limiti di legge (10 mg/m^3 sulla massima media mobile di otto ore).

Per quanto riguarda il biossido di azoto, la massima media annua è di 4 µg/m^3 mentre la massima media oraria è di 46 µg/m^3 con valori che si mantengono distanti dai limiti di legge (200 µg/m^3). I livelli sono contenuti e stabili nel tempo.

Il PM10 presenta una media annuale di 29,9 µg/m^3 al di sotto del limite normativo di 40 µg/m^3.

Nelle varie aree della Sardegna, tutte ricomprese nella "Zona Rurale", i parametri monitorati rimangono stabili e ampiamente entro i limiti normativi. Si riscontrano livelli di particolato generalmente contenuti e con superamenti limitati.

10.3.5.3 Clima e qualità dell'aria a livello globale

Le intense e protratte anomalie climatiche verificatesi nel corso degli ultimi decenni hanno indotto la comunità scientifica ad ammettere ufficialmente l'esistenza di una modificazione del clima osservato dovuta alle attività umane.

Durante l'ultimo secolo (Figura 10.81), le attività antropiche hanno provocato un profondo mutamento nella composizione dell'atmosfera terrestre per quanto riguarda specie chimiche che, se pur presenti in quantità molto ridotte, contribuiscono in modo sostanziale alla determinazione dell'equilibrio radiativo del pianeta ("gas serra", ozono e aerosol).

Variazioni anche piccole nelle concentrazioni di tali componenti possono modificare la forzatura radiativa del clima e modificare l'equilibrio del sistema sia a livello globale che a livello regionale.

In tempi recenti, è stata proposta una nuova definizione di clima, inteso come il sistema globale costituito dall'unione e interazione reciproca di atmosfera, oceano, litosfera, criosfera e biosfera. La non-linearità della dinamica di ogni singolo sistema componente e delle interazioni reciproche fra i sistemi componenti rende lo studio sull'evoluzione dello stato di equilibrio del clima particolarmente complesso e le previsioni sul suo stato futuro difficili da produrre.

Fin dal 1988 il Programma Ambiente delle Nazioni Unite (UNEP), d'intesa con l'Organizzazione Meteorologica Mondiale (OMM), ha costituito un gruppo di esperti di livello internazionale, IPCC – *Intergovernamental Panel on Climate Change* – per definire lo stato delle conoscenze a livello globale circa:

- il clima e i suoi cambiamenti;
- l'impatto ambientale, economico e sociale degli stessi;
- le possibili strategie di risposta.

I risultati presentati dall'IPCC prevedono che l'aumentato effetto serra produrrà una serie di mutamenti climatici che possono implicare, unitamente ad un aumento della temperatura media, anche un innalzamento del livello del mare, e conseguente allagamento delle regioni costiere, lo scioglimento dei ghiacciai e delle calotte, cambiamenti nella distribuzione delle precipitazioni, con conseguenti siccità e allagamenti; cambiamenti nella frequenza di incidenza di estremi climatici, in special modo di picchi di temperature massime di intensità ampiamente al di sopra della norma.

Al pari dell'effetto serra, anche l'inquinamento atmosferico è, al contempo, un problema locale e un problema transfrontaliero causato dall'emissione di alcune sostanze inquinanti che, da sole o per reazione chimica, hanno un impatto negativo sull'ambiente e sulla salute. Per quanto riguarda la salute, l'ozono troposferico e il particolato (le cosiddette "polveri sottili") sono le sostanze che destano maggiori preoccupazioni.

L'esposizione a questi inquinanti può avere ripercussioni molto diverse che possono andare da quelle meno gravi sul sistema respiratorio alla morte prematura. L'ozono non è emesso direttamente in quanto tale, ma si forma dalla reazione tra i composti organici volatili (COV) e gli ossidi di azoto (NO_x) in presenza della luce solare. Il particolato può essere emesso direttamente nell'aria (e in tal caso si parla di particelle primarie) oppure può formarsi nell'atmosfera come "particelle secondarie", che si formano a partire da gas quali il biossido di zolfo (SO_2), gli ossidi di azoto (NO_x) e l'ammoniaca (NH_3).

Gli ecosistemi sono inoltre danneggiati da tre fenomeni:

1) la deposizione delle sostanze acidificanti - ossidi di azoto, biossido di zolfo e ammoniaca, che porta alla perdita di flora e di fauna;

2) l'eccesso di azoto nutriente sotto forma di ammoniaca e ossidi di azoto che può perturbare le comunità vegetali, infiltrarsi nelle acque dolci e, nei due casi, provoca la perdita di biodiversità (la cosiddetta "eutrofizzazione");

3) l'ozono troposferico che causa danni fisici e una crescita ridotta delle colture, delle foreste e dei vegetali. L'inquinamento dell'aria provoca, infine, danni ai materiali, con il deterioramento di edifici e monumenti.

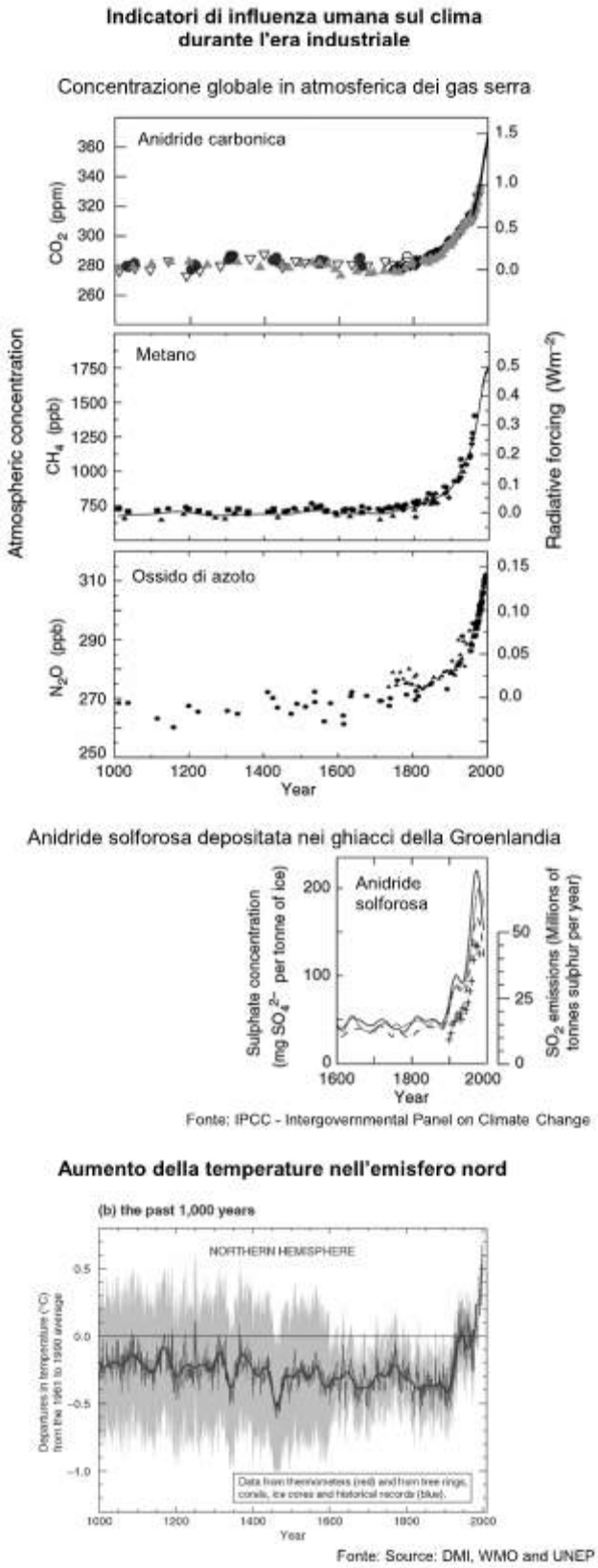


Figura 10.81 – Tendenza di alcuni indicatori rappresentativi dei cambiamenti climatici (S.Zamberlan, 2012)

10.3.6 Sistema Paesaggistico: Paesaggio, Patrimonio culturale e Beni materiali

10.3.6.1 Premessa e criteri di analisi

Come esplicitato all'interno del quadro di riferimento programmatico, nel contesto territoriale del progetto "Energia Monte Taccu", sono individuabili alcune categorie di beni paesaggistici definite ai sensi degli art. 142 e 143 del D.Lgs. 42/04 e ss.mm.ii. con le quali la progettazione dell'intervento si è dovuta rapportare al fine di ricercare un equilibrato bilanciamento delle esigenze tecnico-produttive con quelle imposte dalle esigenze di tutela che dette categorie di beni presuppongono.

In particolare, sono riconoscibili, in tale ambito, corsi d'acqua e relative fasce tutelati dal Piano Paesaggistico Regionale che saranno localmente interessati dalle opere previste in progetto nonché localmente aree coperte da vegetazione arboreo-arbustiva riconducibili alla definizione di "bosco e aree assimilate" secondo la Legge Regionale n. 5 del 27/04/2016 "Legge forestale della Sardegna.

In questo quadro di sfondo, la Relazione paesaggistica (FORI-SNG-RA5) si pone l'obiettivo di illustrare compiutamente ed in modo organico le interazioni potenziali del progetto con i valori oggetto di tutela nonché le modifiche introdotte sul contesto paesaggistico di riferimento.

L'elaborato specialistico è stato redatto sulla base delle indicazioni del Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 12 Dicembre 2005.

Al fine di fornire alcuni presupposti interpretativi alle più estese analisi e valutazioni contenute nel suddetto documento, nella presente sezione dello SIA ci si limiterà a delineare schematicamente i principali caratteri paesaggistici del territorio di interesse, incentrando l'attenzione sulle risultanze delle analisi relative al fenomeno percettivo, di preminente interesse ai fini della valutazione di impatto ambientale degli impianti eolici.

10.3.6.2 Sintesi dei parametri di lettura delle caratteristiche paesaggistiche

Nel proseguo si procederà ad illustrare i principali caratteri paesaggistici del territorio, avuto riguardo dei parametri di lettura espressamente indicati dal D.M. 12/05/2005, più dettagliatamente analizzati nell'ambito dell'elaborato di Analisi di inserimento paesaggistico.

10.3.6.2.1 Diversità: riconoscimento di caratteri/elementi peculiari e distintivi, naturali e antropici, storici, culturali, simbolici

L'aspetto geografico caratterizzante il sito di progetto è la sua posizione baricentrica rispetto all'altopiano del *Salto di Quirra* a nord-est, i rilievi del *Gerrei* a ovest, le cime dei *Sette Fratelli* a sud e gli altopiani del *Sarcidano* a nord. Un altro elemento che caratterizza il territorio in esame è il passaggio del *Flumendosa* che, con la sua valle, definisce il paesaggio a nord-est dell'area di impianto muovendosi dal limite amministrativo nord a quello est della regione storica del *Gerrei*.

Gli aerogeneratori saranno distribuiti lungo una fascia allungata per circa 5 km in direzione N-E e ampia circa 2 km che abbraccia i toponimi *Pranu Taccu*, *Bruncu Siliqua*, *Su Putzu*, *Montabru*, *Gecca is Portas*, *Marciu Ecciu*, *Pranu is Codes*.

L'ambito di intervento è contraddistinto da rilievi impostati su rocce di età paleozoica: le litologie che caratterizzano il sistema montuoso del Gerrei, principalmente di età cha va dal Cambriano al Carbonifero inferiore, hanno origine sedimentaria e, in minor misura, vulcanica. Tali litologie hanno subito deformazioni ed un debole metamorfosi durante l'orogenesi ercinica a cavallo del Carbonifero.

La complessa deformazione sia duttile che fragile subita dalla successione vulcano-sedimentaria durante la suddetta orogenesi, con formazione di strutture a piega prima con asse E-W ("Prima fase ercinica") poi N-S con una foliazione penetrativa di piano assiale molto inclinata ("Seconda fase ercinica") e successivamente con pieghe a direzioni variabili e deformazioni meno intense ("Terza fase ercinica"), ha determinato una complessa fratturazione capace di interessare tutto lo spessore del basamento.

Parte delle seguenti informazioni sono state tratte dal volume "*I manuali del recupero dei centri storici della Sardegna, volume IV. Architetture delle colline e degli altipiani centro meridionali: Marmilla, Trexenta, Sarcidano, Siurgus, Gerrei, Marghine, Planargia, Barigadu, Montiferru, Guilcer*" - Regione Autonoma della Sardegna, Università degli Studi di Cagliari - Dip. Architettura, Università degli Studi di Sassari - Dip. Architettura e Pianificazione, DEI Tipografia del Genio Civile (2009).

Il territorio della regione storica del *Gerrei* comprende attualmente 6 centri urbani: Goni, Silius, Ballao, San Nicolò Gerrei, Armungia e Villasalto.

Il *Gerrei* anticamente apparteneva al *Giudicato di Caralis*, alle curatorie di *Sarrabus*, *Colostrai* e *Gerrei*. Il periodo tra il 1323 e il 1479 di dominazione aragonese ha rappresentato per la società sarda un'epoca di crisi e di profonde trasformazioni. Sul piano politico-istituzionale si assiste al progressivo crollo delle entirà statuali autonome dei giudicati con effetti sull'economia, sulla geografia rurale e sulle dinamiche demografiche. Il territorio in esame risentì in maniera particolare del fenomeno dello spopolamento verificatosi tra il XIV e il XV secolo, come ad esempio i villaggi delle *Curatorie del Colostrai* e del *Sarrabus*. La politica economica e fiscale catalano-aragonese veniva fortemente osteggiata dalle popolazioni sarde e un ruolo di primo piano in questa lotta venne svolto dalle comunità ricadenti sotto la giurisdizione del marchesato di *Quirra*, tra le quali si distinguono quelle del *Sarrabus* e, più tardi, quelle appartenenti al marchesato di *Villaclara* e della *Contea di Villasalto* (Armungia, Ballao, Pauli Gerrei, Sisini e Villasalto). Queste comunità, anche se in tempi successivi, riuscirono ad arginare il potere baronale sottoscrivendo con i feudatari di pertinenza importanti e rigide convenzioni conosciute con il nome di *Capitoli di grazia*. Si iniziò pian piano ad introdurre, nei territori un tempo abbandonati in favore dei maggiori centri urbani, colture come il vigneto e cereali sino ad arrivale al Seicento quando anche per i centri del Gerrei, in particolare per Ballao e Armungia, si manifesta la necessità di poter estendere le colture in più ampi

spazi territoriali. La presenza del *Flumendosa* e la totale assenza di ponti impediva l'espansione delle attività agricole e pastorali verso Escalaplano e Perdasdefogu. Nel 1680, a seguito di annose trattative, la comunità di Armungia riuscì a strappare al conte di Villasalto la concessione per poter disboscare e coltivare i salti *arestis* (ricoperti di macchia mediterranea) della villa, situati lungo il percorso che portava da Perdasdefogu sino al confine con Villasalto. Nello stesso periodo nei territori attorno a *Monte Genis* e al *Serpeddì* si consolidava l'insediamento stabile di armenti provenienti dai vicini centri di Pauli Gerrei e Villasalto che controllavano i boschi e i pascoli.

Allo stesso periodo risalgono anche le prime concessioni per la ricerca mineraria e la coltivazione delle miniere di argento e ferro nei territori del *Sarrabus* e del *Gerrei*.

Un altro momento importante nella storia di questo territorio è stato il 1800, quando con L'Editto delle Chiudende si scatenarono conflitti e rivolte in tutta la *Barbagia*, nel *Sarrabus* e nel *Gerrei*.

Tutti gli avvenimenti storici descritti e la morfologia del territorio in esame, marcatamente montuosa, hanno condizionato anche le direttrici attraverso le quali avviare gli scambi dei prodotti (manufatti in lana e lino, cereali, bestiame, vino, etc.). Il patrimonio forestale venne fortemente intaccato per ricavare spazi da dedicare alle colture e la pastorizia, ma soprattutto per la costruzione delle traversine ferroviarie, per le opere minerarie particolarmente attive in questo territorio a fine Ottocento.

Dal punto di vista dell'assetto insediativo il *Gerrei* è caratterizzato dal sistema dei villaggi delle aree collinari e di altipiano che conserva ancora oggi immutata la sua matrice medioevale costituita da una trama molto fitta di piccoli villaggi uniformemente distribuiti sul territorio. L'ambito territoriale delle colline e degli altopiani appare definito da alcuni elementi orografici e idrografi ci di grande interesse che hanno avuto la forza di condizionare l'insediamento, introducendo varianti significative sotto il profilo morfologico fra i centri delle diverse regioni storiche coinvolte e contribuendo a definire all'interno dell'intera area sottosistemi di centri più omogenei ad essi direttamente legati. In primo luogo, occorre sottolineare che questo territorio è attraversato dal corso di uno dei fiumi più importanti dell'Isola, il *Flumendosa*, che costituisce l'asse portante e la direttrice che struttura "grappoli" di villaggi in reti territoriali di ambito più strettamente locale. Qui si possono riconoscere reti di villaggi riconducibili a microsistemi locali in cui i caratteri territoriali, economico-produttivi e culturali sono da ritenersi omogenei. Fra queste reti costituiscono sistemi insediativi di estremo interesse, ad esempio, gli abitati dei crinali lungo il corso del *Flumendosa*. Un elemento che emerge e l'isolamento e le critiche condizioni di comunicazione dei villaggi del *Gerrei* con la *Trexenta*, la *Marmilla* e il *Campidano*. A tal proposito l'Angius non mancò di sottolineare che "*… le strade che di qua tendono ai circostanti villaggi non sono transitabili che con bestie da soma*", in riferimento al villaggio di Villasalto.

I centri urbani della regione storica del *Gerrei*, insieme a quelli del *Sarcidano* e del *Grighine* costituiscono i più essenziali ed archetipici in grado di definire ambiti urbani di straordinario interesse. Occorre, innanzitutto, sottolineare la forte influenza esercitata sulla cultura dell'insediamento dei

villaggi dalle regioni confinanti della *Barbagia*, dell'*Ogliastra* e del *Mandrolisai*, da un lato e della *Marmilla*, della *Trexenta* e del *Barigadu* dall'altro. I centri delle regioni collinari, infatti, da sempre rappresentano il passaggio obbligato fra i territori delle pianure sud-occidentali dell'isola e quelli montani del *Gennargentu*. In particolare, la casa del *Gerrei* può essere interpretata come il risultato dell'ibridazione dei caratteri propri della casa della *Trexenta* e di quelli dell'*Ogliastra* e della *Barbagia di Seulo*. L'edilizia storico-tradizionale dei centri di crinale del *Gerrei* (San Nicolò Gerrei, Villasalto, Armungia ad esempio) può essere suddivisa in due classi principali in funzione della relazione che intercorre fra il corpo di fabbrica e la corte nell'ambito di ogni singola abitazione. Si distingue quindi fra edilizia con: una corte antistante e corpo di fabbrica a fondo lotto; una corte retrostante e corpo di fabbrica a filo strada. Appartengono alla prima categoria le case più antiche, sostanzialmente riconducibili a un tipo base ad impianto bicellulare con cellule che si affacciano sulla corte. Parallelamente ad esso si sviluppa la sua variante con loggiato rustico, spesso chiuso, che si attesta su un lato della corte, trasversalmente al corpo di fabbrica principale.

10.3.6.2.2 Integrità: permanenza dei caratteri distintivi di sistemi naturali e di sistemi antropici storici (relazioni funzionali, visive, spaziali, simboliche, ecc. tra gli elementi costitutivi)

Il sistema delle relazioni che definiscono l'assetto dei luoghi e imprimono una specifica impronta paesaggistica all'area può riferirsi:

- alla marcata impronta ambientale del sistema di rilievi del *Gerrei* e del Sarrabus, a ovest e a sud, che ha una importante attrattività turistica in ambito escursionistico;
- alla marcata impronta ambientale del *Massiccio dei Sette Fratelli*, a sud dell'area di impianto, impostato su litologie granitiche e metamorfiche il cui nome deriva dalle sette vette che ne caratterizzano il profilo. Il massiccio fa parte del *Parco dei Sette Fratelli - Monte Genis* all'interno del quale è presente l'omonima foresta demaniale, gestita dall'ex Ente foreste della Sardegna, una delle più vaste dell'Isola e importante sotto l'aspetto floro-faunistico;
- alle dinamiche evolutive e di sviluppo dell'Area Metropolitana di Cagliari;
- al sistema della *Piana del Campidano*, ad ovest dell'area di impianto, che attraversa la porzione occidentale della Sardegna centro-meridionale, dal *Campidano di Cagliari* si estende sino al *Campidano di Oristano*, considerata un punto di riferimento per la produzione di beni alimentari (vino, olio, cereali, altri prodotti agricoli, etc.);
- alle propaggini meridionali del complesso del *Gennargentu*, a nord dell'area di impianto, un massiccio montuoso localizzato al centro della Sardegna che vanta la punta più alta della regione: *Punta la Marmora* con i suoi 1834 m. È caratterizzato da un notevole pregio naturalistico, in gran parte incontaminato e selvaggio, con profonde gole e canyon;
- all'unicità paesaggistica dei profili a mesa dei numerosi altipiani basaltici tipici del *Sarcidano*, a nord-ovest dell'area di impianto;

- alla caratteristica vocazione agricola della *Trexenta*, conosciuta anche come il "Granaio di Roma" per la produzione di cereali, posta ad ovest dell'area di impianto;
- alla presenza a nord-ovest del lago di *Mulargia*, un lago artificiale creato tra il 1951 e il 1958 a seguito della costruzione di una diga posta lungo il corso del *Rio Mulargia*. L'invaso è alimentato principalmente dal *Flumendosa* e ha un'importanza fondamentale per l'irrigazione del territorio del *Campidano di Cagliari* attraverso un sistema di condotte idriche;
- alla marcata impronta paesaggistica, a nord-est, dell'*Altopiano del Salto di Quirra*, situato all'interno della porzione nord-occidentale del territorio comunale di Villaputzu, si età eocenica e costituito da depositi clastici arenaceo-conglomeratici e caratterizzato da un assetto tabulare e suborizzontale;
- alla presenza del settore della miniera dismessa: quella di argento e piombo di *Baccu Locci*, a nord-est dell'area di impianto all'interno del territorio comunale di Villaputzu, caratterizzato da una estesa rete di vuoti e gallerie sotterranee minerarie, dagli impianti e dagli abbancamenti detritici dei prodotti di risulta del trattamento minerallurgico del minerale estratto; quella di antimonio di Ballao con le miniere di *Corti Rosas* e di Villasalto con le miniere di *Su Suergiu* e *Martalai*. Altre piccole miniere si trovano al confine tra il *Gerrei* e la regione storica del *Parteolla* a sud-ovest;
- all'importanza strategica della direttrice infrastrutturale della *Strada Statale 387 del Gerrei* che collega Cagliari con i territori del *Gerrei* e del *Sarrabus*.

Su scala ristretta dell'ambito di intervento può riferirsi:

- al rapporto simbiotico delle popolazioni dell'interno con la terra, testimoniato dalla prosecuzione delle tradizionali pratiche agro-zootecniche;
- alla marcata impronta paesaggistica e ambientale del *Fiume Flumendosa*, che scorre nella porzione nord-ovest della regione storica del *Gerrei*. Il *Flumendosa* ha origine nelle pendici meridionali ed orientali del *Massiccio del Gennargentu*, scavando gli scisti paleozoici e mettendo a nudo il granito in gole tortuose e molto profonde con un percorso assai angolato. Dopo circa 122 km sfocia in mare in prossimità di *Porto Corallo*. Nel basso corso, che attraversa il territorio in esame, il fiume scorre con andamento nord-ovest sud-est e riceve in sinistra il suo maggiore affluente, il *Rio Flumineddu*.

10.3.6.2.3 Qualità visiva: presenza di particolari qualità sceniche, panoramiche

Il *Gerrei* è caratterizzato dalla presenza di un territorio prevalentemente montuoso, con aspri crinali e valli fluviali, in particolare quella generata dal passaggio del *Flumendosa a nord-est,* ma anche da altopiani. Le diverse morfologie del territorio permetto di generare paesaggi differenti e di poter godere di diversi scorci panoramici sulle diverse aree che la circondano.

Nel dettaglio, il *Gerrei* è attraversato da due strade di impianto a valenza paesaggistica, una corre da ovest ad est e coincide con la SS 387 e la seconda, che si sviluppa al margine con la *Trexenta*, è la SP 25.

L'asse viario appartenente alla categoria "Strade di impianto a valenza paesaggistica" più prossimo all'impianto è un tratto della SS 387 del Gerrei che collega Cagliari con i territori del *Gerrei* e del *Sarrabus*. Corre a ovest, nord e ad est dell'impianto, ad una distanza dall'aerogeneratore più vicino (T12) di circa 650 m. Inizia il su percorso nel *Campidano di Cagliari*, nel territorio comunale di Monserrato, si muove in direzione nord per il primo tratto intercettando il territorio del *Parteolla* per poi virare verso est una volta raggiunto la porzione settentrionale del territorio comunale di Sant'Andrea Frius in *Trexenta*. Da qui prosegue in direzione nord-est intercettando i territori di San Nicolò Gerrei e Ballo, dove più si avvicina all'area di impianto, per poi continuare il suo percorso verso sud-est attraverso i territori di Armungia e Villasalto sino a raggiungere il *Sarrabus* attraversando il territorio di San Vito dove intercetta la SS 125 Orientale Sarda (Strada di impianto a valenza paesaggistica e di fruizione turistica) che si snoda lungo la costa orientale della Sardegna.

Il secondo asse viario appartenente alla categoria delle strade di impianto a valenza paesaggistica è la Strada Provinciale 25, posta circa 730 m ad ovest dell'aerogeneratore più vicino (T12). Tale asse crea un anello a nord della SS 387 sulla quale si innesta nella porzione occidentale del territorio comunale di San Nicolò Gerrei e alla quale si ricollega, dopo aver attraversato la porzione meridionale del territorio comunale di Silius, poco a nord-est del centro urbano di San Nicolò Gerrei.

In linea con la filosofia d'azione della Convenzione Europea del paesaggio, che considera il paesaggio quale ambiente di vita delle popolazioni, si ritiene indispensabile controllare il paesaggio così com'è visto sia dai percorsi normalmente frequentati nella vita quotidiana, sia da quelli che risultano meta del tempo libero anche se per una ristretta fetta di popolazione.

Perciò si è scelto di porre attenzione anche ai percorsi che, seppur di secondo piano rispetto ai criteri quantitativi, cioè dal punto di vista della classificazione infrastrutturale e della frequentazione, sono quelli prescelti dal fruitore che desidera fare esperienza del paesaggio, e sono i sentieri escursionistici, cicloturistici e di mobilità lenta.

Non sono presenti percorsi ciclabili che attraversano il territorio in esame appartenenti alla Rete Ciclabile Regionale, alla rete Eurovelo, alla rete Bicitalia, al Sistema Nazionale Ciclovie o ai percorsi bici-treno.

Si segnala che, data la valenza naturalistica del *Gerrei* e del *Sarrabus* e la molteplicità di paesaggi generati dalle diverse morfologie del territorio, sono presenti una serie di percorsi di *trekking* che permettono di esplorare in particolare il territorio di Villasalto con il suo suggestivo altopiano e il *Belvedere Su Padru*, il passaggio del *Flumendosa* e alcuni centri minerari come la *Miniera di Su Suergiu*. Tali percorsi risultano esterni all'area di impianto in quanto localizzati immediatamente a nord e a sud-est del centro urbano di Villasalto.

10.3.7 Agenti fisici

10.3.7.1 Aspetti generali

Per quanto espresso in precedenza, in rapporto alle più volte richiamate modificazioni climatiche conseguenti a cause antropogeniche, l'analisi della componente investe questioni legate alla sicurezza e qualità della vita sia sulla scala locale che planetaria. Se da un lato, infatti, devono prendersi in considerazione alcuni effetti potenziali del progetto sulla componente salute pubblica a livello locale (p.e. rumore e campi elettromagnetici), la realizzazione dell'intervento concorre positivamente all'azione di contrasto sui cambiamenti climatici auspicata dai protocolli e strategie internazionali.

Proprio gli effetti dei cambiamenti climatici sulla specie umana sono già visibili, anche se non ancora percepiti in tutta la loro gravità: distruzione irreversibile di biodiversità e risorse naturali finite o rigenerabili, crescente sperequazione nell'uso delle risorse, movimenti migratori, aumento delle morti a causa di malattie e catastrofi "naturali" legate all'inquinamento e alle modifiche del clima.

Secondo il rapporto *Climate Change and Human ealth. Risks and Responses*, elaborato dalla *WHO - World Health Organization*, *l'UNEP-United Nations Environment Program* e il *WMO-World Meteorogical Organization*, in Europa ogni anno più di 350.000 persone muoiono prematuramente a causa dell'inquinamento, in Italia si oscilla dal 15 al 20% delle morti annue.

I fattori di rischio considerati nello studio sono: l'inquinamento atmosferico, la sicurezza delle acque, il livello di igiene, l'inquinamento domestico dovuto all'utilizzo di combustibili usati per cucinare, le condizioni ambientali legate alle professioni, le radiazioni di raggi ultravioletti, il cambiamento climatico dell'ecosistema e i comportamenti umani, tra cui il fumo attivo e il fumo passivo a cui sono sottoposti i bambini.

Già nel 2000 circa 150.000 morti furono causate da malattie dovute ai cambiamenti climatici, mentre uno studio della WHO prevede che, se non saranno poste in atto misure adeguate, il numero delle vittime potrebbe raddoppiare entro il 2030. L'Italia è uno tra gli Stati con il maggior numero di decessi legati all'inquinamento ambientale: più di 90.000 ogni anno. Tra questi sono 8.400 le morti causate dalle polveri sottili.

Per le finalità di valutazione degli impatti secondo la metodologia prospettata nel presente SIA, il tema della Salute pubblica sarà analizzato esclusivamente in rapporto ai potenziali effetti del progetto alla scala locale, potendosi considerare che gli effetti su scala planetaria siano interiorizzati dalla sotto-componente dell'Atmosfera "Clima e qualità dell'aria a livello globale".

In tal senso, a livello locale, i potenziali riflessi del progetto sulla componente in esame devono correlarsi principalmente ai seguenti aspetti ambientali, analizzati in dettaglio negli elaborati specialistici allegati allo SIA:

- emissione di rumore determinata dal funzionamento degli aerogeneratori (FORI-SNG-RA10 –

Studio previsionale di impatto acustico);

- introduzione di modifiche percettive al paesaggio e sulla fruibilità dei luoghi, le prime aventi carattere estremamente soggettivo e, astrattamente, rilevanza ai fini della qualità della vita delle popolazioni interessate (Elaborato FORI-SNG-RA5 – Relazione paesaggistica);
- fenomeni di ombreggiamento intermittente ad opera dei rotori in movimento, all'origine di potenziali disturbi all'interno degli ambienti di vita occupati da persone, compiutamente analizzati all'interno dell'Elaborato FORI-SNG-RA9 - Analisi degli effetti di shadow – flickering.

Nel successivo paragrafo si focalizzerà l'attenzione sulle sotto-componenti più direttamente riferibili al concetto di Salute pubblica per il caso di studio. Sotto questo aspetto, in particolare, si ribadisce come la scala (locale o globale) ed il segno (negativo o positivo) dei possibili impatti sulla componente associati alla realizzazione ed esercizio degli impianti energetici da fonte rinnovabile sia variabile in funzione della sotto-componente considerata.

Corre l'obbligo di evidenziare, inoltre, che, sebbene il tema della qualità della vita di una popolazione sia strettamente legato all'equilibrio psico-fisico delle persone, lo stesso non può essere disgiunto dal livello di sviluppo economico di un territorio. In tal senso, gli effetti sul benessere economico delle persone riverberano effetti indiretti sulla stessa salute pubblica di una popolazione. Per l'analisi di questi ultimi aspetti si rimanda alle considerazioni esposte a proposito della componente "Ambiente socio-economico" (cfr. par.10.3.1.1).

10.3.7.2 Sottoarticolazione della componente ai fini della valutazione di impatto

10.3.7.2.1 Clima acustico

Come evidenziato nell'allegato Studio previsionale di impatto acustico (Elaborato FORI-SNG-RA10), nell'area direttamente interessata dall'impianto in progetto non sono presenti sorgenti sonore significative; il territorio in cui sono ubicati gli aerogeneratori risulta essere ubicato tra la Strada Statale 387 del Gerrei (posta ad ovest rispetto all'impianto), la Strada Provinciale di Villasalto n. 27 (a Sud dell'impianto) e la Strada Provinciale di Armungia n. 28 (ad est rispetto all'impianto), nonché da strade rurali a bassissimo traffico veicolare nel periodo di riferimento notturno.

10.3.7.2.2 Sicurezza e qualità degli ambienti di vita a livello locale

La sotto-componente concerne gli aspetti della salute pubblica legati alla qualità degli ambienti di vita e di lavoro che caratterizzano il settore di intervento in rapporto all'introduzione di potenziali disturbi e/o emissioni (rumore, campi elettromagnetici e *shadow-flickering*) per effetto della realizzazione ed esercizio dell'impianto.

Come espresso in precedenza, poiché l'area di intervento risulta contraddistinta da una bassissima densità insediativa, demografica e infrastrutturale, l'attuale livello qualitativo della componente può

ritenersi elevato.

10.3.7.3 Risorse naturali

10.3.7.3.1 Premessa

Il concetto di risorse naturali racchiude oggi al suo interno le materie prime (minerali, biomassa e risorse biologiche), i comparti ambientali (aria, acqua, suolo), le risorse di flusso (energia eolica, geotermica, mareomotrice e solare), nonché lo spazio fisico, ovvero la superficie terrestre. Un'ulteriore definizione le distingue in "rinnovabili", ovvero in linea teorica non esauribili con lo sfruttamento, e "non rinnovabili" (ad esempio il carbone, il petrolio, il gas naturale, i prodotti per l'edilizia etc.).

Nel corso della sua storia, il pianeta ha incrementato la varietà e la disponibilità delle risorse, manifestatasi attraverso una sempre maggiore complessità di organizzazione, accumulo e distribuzione delle stesse, dal cui delicato equilibrio dipende il sostentamento di tutte le forme di vita animale e vegetale. In origine, le uniche risorse naturali disponibili erano i minerali e l'energia solare; in seguito, attraverso la formazione di risorse come l'aria e l'acqua, si è assistito allo sviluppo di nuove forme di vita vegetali e animali, da cui ha preso avvio la formazione di suolo, fondamentale per lo sviluppo delle specie e l'accrescimento di nuove ulteriori risorse, quali idrocarburi e combustibili fossili.

Peraltro, negli ultimi cinquant'anni, lo sconsiderato utilizzo, seppur determinante ai fini dello sviluppo economico a cui si è assistito, nonché la velocità d'impiego su scala globale, ha comportato un progressivo depauperamento delle risorse del pianeta, manifestatosi attraverso una sempre minore disponibilità di materie prime e un persistente degrado dei vari comparti ambientali.

In tal senso i Paesi più evoluti, ed in particolare l'Unione Europea, quest'ultima fortemente dipendente dalle risorse provenienti da altri continenti, hanno impostato una politica finalizzata alla riduzione degli impatti ambientali negativi e nel contempo mirata allo sviluppo economico derivante da un migliore utilizzo delle risorse, in particolare quelle rinnovabili, la cui accezione è mantenuta finché il loro utilizzo si mantiene al di sotto della soglia del sovrasfruttamento.

La suddetta strategia prevede una serie di iniziative finalizzate al:

- miglioramento della conoscenza dell'utilizzo delle risorse e dell'impatto negativo causato su scala globale;
- impostazione degli strumenti idonei per il monitoraggio e successivo rapporto dei progressi compiuti;
- promozione dell'applicazione di indirizzi e processi strategici in merito;
- sensibilizzazione di tutti i soggetti interessati in merito agli eventuali impatti negativi conseguenti all'uso avventato delle risorse.

Con tali presupposti, l'impiego delle fonti di energia rinnovabile rappresenta indubbiamente un fattore chiave nella strategia per l'uso sostenibile delle risorse naturali.

10.3.7.4 Sottoarticolazione della componente ai fini della valutazione di impatto

10.3.7.4.1 Consistenza delle risorse naturali a livello locale

Per le finalità del presente SIA, a livello locale e, più specificatamente, su scala provinciale, il sistema delle risorse naturali può ragionevolmente identificarsi con la risorsa suolo, da cui discende lo sviluppo economico del territorio legato prevalentemente ai settori produttivi agricoli e dell'agroindustria, nonché delle attività zootecniche. In particolare, in corrispondenza dell'area d'impianto, si riconosce la presenza di pascoli che costituiscono un'importante risorsa per il sistema delle economie locali.

10.3.7.4.2 Consistenza delle risorse naturali a livello globale

Come già evidenziato, le risorse naturali, a livello globale, sono state esposte a perduranti fenomeni di sfruttamento nonché a processi di degrado che hanno comportato un progressivo depauperamento delle stesse. Peraltro, al concetto stesso di risorsa, in virtù dei numerosi significati che racchiude, può essere ancora oggi associato lo sviluppo socio-economico globale, se legato a processi sostenibili. In tal senso, l'utilizzo delle fonti di energia rinnovabile, in sostituzione ai combustibili fossili, rappresenta un elemento cardine nella politica di utilizzo strategico della risorsa, così come prospettata dai Paesi più evoluti.

A livello globale, lo stato qualitativo della componente può essere considerato pessimo, a causa dello sregolato sfruttamento delle risorse naturali tuttora in atto, in particolare nei paesi in via di sviluppo (Cina, India, Brasile).

11 ANALISI DESCRITTIVA DEI PRINCIPALI IMPATTI ATTESI SULLE COMPONENTI AMBIENTALI

11.1 Popolazione e salute umana

11.1.1 Ambiente socio-economico

11.1.1.1 Premessa

A livello sovralocale e globale, il proposto progetto di realizzazione del parco eolico denominato "Energia Monte Taccu", al pari delle altre centrali da Fonte Energetica Rinnovabile, configura benefici economici, misurabili in termini di "costi esterni" evitati a fronte della mancata produzione equivalente di energia da fonti convenzionali.

Il progetto prefigura, inoltre, la creazione di posti di lavoro (occupazione diretta) dovendosi prevedere l'assunzione di personale per le ordinarie attività di gestione dell'impianto. Le ricadute a livello locale sono misurabili anche in termini di indotto generato dalle attività di realizzazione ed ordinaria gestione dell'impianto, che favoriranno il consolidamento degli operatori economici della zona, stimolando la creazione di ulteriori posti di lavoro (occupazione indiretta).

In particolare, la Società proponente, in continuità con l'approccio seguito in occasione della realizzazione dei propri parchi eolici, si impegna a privilegiare, nel rispetto della normativa vigente, per quanto possibile, l'utilizzo di forza lavoro e di imprenditoria locale purché siano soddisfatti i necessari requisiti tecnico-qualitativi ed economici.

La realizzazione del progetto, infine, configura benefici economici diretti a favore delle Amministrazioni coinvolte, potenzialmente destinabili al potenziamento dei servizi per i cittadini, allo sviluppo locale e, più in generale, al miglioramento della gestione ambientale del territorio.

Le significative ricadute economiche del progetto, più sopra richiamate, saranno nel seguito sommariamente quantificate, sulla base dei dati tecnico-progettuali e finanziari attualmente disponibili (vedasi Elaborato FORI-SNG-RA14 Analisi costi-benefici).

11.1.1.2 Sviluppo progettuale

Una quota significativa dei costi sostenuti dal proponente per lo sviluppo delle attività tecnico-progettuali autorizzative ed esecutive sarà affidata a professionisti e/o ditte locali. Su un totale dei costi di sviluppo ed ingegneria esecutiva, comprensivo dei collaudi, stimato complessivamente in circa 500.000,00 euro (vedasi quadro economico allegato al progetto), il 50% circa si stima possa essere svolto da operatori locali, con conseguenti ricadute positive sul tessuto socio-economico regionale.

Il beneficio diretto per servizi di ingegneria a livello locale (rilievi, indagini, progettazione, DL) è pertanto quantificabile, indicativamente, in 350.000,00 euro, pari a circa 12 anni×uomo di

servizi di ingegneria e con un impegno di risorse professionali stimato in circa 12 unità.

11.1.1.3 Processo costruttivo

Realisticamente si stima che possano essere affidate a ditte locali le seguenti opere;

Costruzioni stradali e piazzole	€ 9.981.793,88
Fondazioni	€ 3.490.593,60
Recupero ambientale	€ 1.552.769,68
Realizzazione cavidotti	€ 10.637.844,00
TOTALE	**€ 25.663.001,16**

L'ammontare complessivo dei lavori appaltati a ditte locali è stimabile, pertanto, in circa € 25.663.001,16. Ipotizzata una incidenza media della manodopera del 25% sulle lavorazioni (**6.415.750,29 €**) ed una durata indicativa dei lavori di 18 mesi, può stimarsi un numero complessivo di addetti coinvolti in fase di cantiere pari a circa 155 [4].

11.1.1.4 Fase gestionale

Valutata la prospettiva di instaurare un contratto di O&M con il costruttore per ogni aerogeneratore ed assumendo un costo medio di €/anno×WTG pari a 30.000,00, si stima un costo complessivo indicativo di **360.000,00 €/anno per i 12 aerogeneratori**.

L'incidenza della manodopera sull'ammontare stimato dei costi di manutenzione WTG si stima almeno pari al 50%.

Valutando che le suddette attività manutentive sono di norma svolte da personale residente in Sardegna, la ricaduta sul territorio per attività di O&M è stimata mediamente in **180.000,00 €/anno**, valutabile nel contributo di circa 4/5 addetti locali/anno.

Tali costi non includono quelli destinati alle manutenzioni ordinarie e straordinarie sulla stazione elettrica.

[4] Il numero di unità impiegate è stimato sulla base di un costo della manodopera di circa 6.415.750,29 €, una durata del cantiere di 360 giorni lavorativi ed una retribuzione annua media di 30.000,00 €/addetto x anno (~115 €/giorno x addetto)

11.1.1.5 Misure compensative a favore dei comuni interessati

L'attuale disciplina autorizzativa degli impianti alimentati da fonti rinnovabili stabilisce che per l'attività di produzione di energia elettrica da FER non è dovuto alcun corrispettivo monetario in favore dei Comuni. L'autorizzazione unica può prevedere l'individuazione di misure compensative, a carattere non meramente patrimoniale, a favore degli stessi Comuni e da orientare su interventi di miglioramento ambientale correlati alla mitigazione degli impatti riconducibili al progetto, ad interventi di efficienza energetica, di diffusione di installazioni di impianti a fonti rinnovabili e di sensibilizzazione della cittadinanza sui predetti temi, nel rispetto dei criteri di cui all'Allegato 2 del D.M. 10/09/2010.

Le eventuali misure di compensazione ambientale e territoriale non possono, in ogni caso, essere superiori al 3 per cento dei proventi, comprensivi degli incentivi vigenti, derivanti dalla valorizzazione dell'energia elettrica prodotta annualmente dall'impianto.

Come indicazione di massima degli interventi di compensazione ambientale che, previo accordo con le Amministrazioni comunali coinvolte, potranno essere attuati da Fred. Olsen Renewables Italy, possono individuarsi, a titolo esemplificativo e non esaustivo:

<u>Interventi sul territorio</u>

- Realizzazione di interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria sulla viabilità e segnaletica miranti al contenimento dell'inquinamento acustico e ambientale, anche attraverso la realizzazione di opere che determinano una maggiore fluidità del traffico o riducano l'inquinamento (es. rifacimento/manutenzione stradale anche con asfalto fonoassorbente);
- interventi di regimazione idraulica o riduzione del rischio idraulico;
- interventi di stabilizzazione/consolidamento di versanti;
- sostegno alla lotta agli incendi boschivi in coordinamento con il Corpo Forestale e la Protezione Civile;
- contributo azioni e interventi di protezione civile a seguito di calamità naturali;
- realizzazione di interventi sulla rete idrica fognaria;
- realizzazione / sistemazione di piste ciclabili e percorsi di fruizione turistico-ricreativa;
- acquisto automezzi, mezzi meccanici ed attrezzature per la gestione del patrimonio comunale (territorio, viabilità, impianti);

<u>Interventi di efficientamento energetico:</u>

- contributo all'installazione di impianti fotovoltaici su immobili comunali;

- installazione di sistemi di illuminazione a basso consumo e/o a basso inquinamento luminoso;
- acquisto di mezzi di trasporto pubblici basso emissivi;
- interventi finalizzati al miglioramento delle prestazioni energetiche degli edifici comunali;
- contributo alla creazione di comunità energetiche.

La società proponente, inoltre, è disponibile a sostenere altri interventi compensativi comunque orientati alle finalità di compensazione ambientale e territoriale eventualmente individuati dai comuni e preventivamente approvati da Fred. Olsen Renewables Italy.

In riferimento alla stima dei proventi della vendita dell'energia, valutate le attuali estreme incertezze circa le fluttuazioni dei prezzi del mercato energetico, può assumersi come riferimento prudenziale un prezzo indicativo medio nell'arco temporale di riferimento (25 anni) pari a 80,00 €/MWh.

Sulla base di una producibilità annua calcolata di 233.800.000 kWh/anno e di una aliquota delle compensazioni valutata, nei propositi della Fred. Olsen Renewables Italy, in misura del 3% dei proventi della vendita dell'energia, si ottiene un importo delle risorse da destinare a misure compensative territoriali pari a 561.120,00 €/anno.

Si precisa che le suddette cifre sono puramente indicative e che quelle reali saranno dettate dalla tariffa base di riferimento ed al contingente d'asta al quale rientrerà il progetto

Per quanto precede l'importo dei corrispettivi da destinare a misure compensative territoriali a favore dei comuni è indicativamente valutabile in **561.120,00 €/anno**.

11.1.2 Interferenze con l'ordinaria circolazione automobilistica

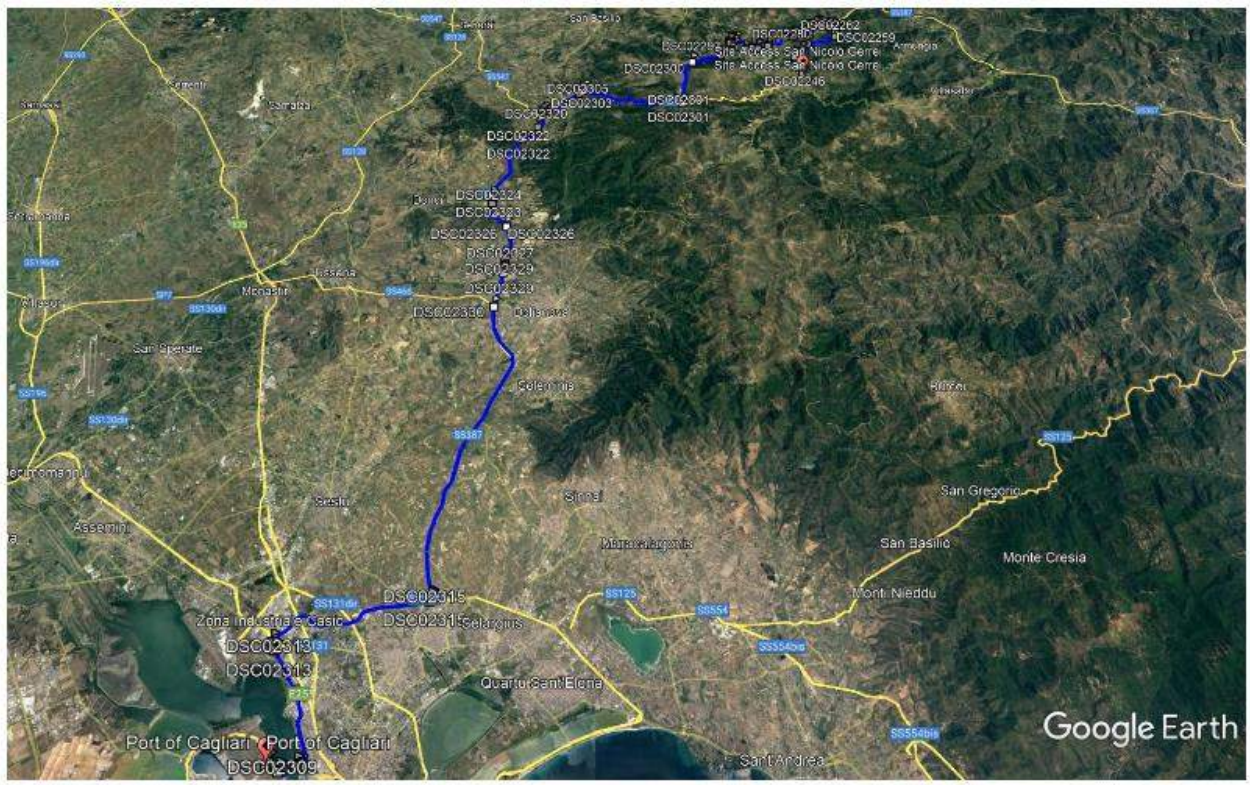
11.1.2.1 Inquadramento della problematica

Gli effetti sul sistema dei trasporti rappresentano generalmente un aspetto ambientale non trascurabile nell'ambito della fase di realizzazione di un parco eolico, soprattutto, in relazione alla tipologia dei mezzi coinvolti (mezzi eccezionali).

Il principale impatto potenziale si riferisce agli effetti indotti dal movimento di autoarticolati e automezzi di cantiere sul traffico veicolare transitante sulle strade ordinarie (strade statali, provinciali, e comunali). Tale impatto può essere definito come il grado di disagio percepito dagli automobilisti fruitori nella viabilità ordinaria per effetto della quota dei veicoli pesanti transitanti durante le fasi di cantiere.

Peraltro, relativamente al caso specifico, tali impatti potranno essere verosimilmente contenuti in relazione alle caratteristiche del percorso individuato per il trasporto della componentistica delle macchine eoliche presso il sito di intervento dal porto industriale di Cagliari, presso il quale è

verosimile che avverrà lo sbarco della componentistica degli aerogeneratori.



- **SS 195:** from Cagliari Port to SS 554;
- **SS 554:** from SS 195 to SS 131;
- **SS 131:** from SS 554 to SS 554;
- **SS 554:** from SS 131 to SS 387;
- **SS 387:** from SS 554 to SP 25;
- **SP 25:** from SS 387 to Strada Silius Ballao;
- **Strada Silius Ballao:** from SP 25 to SS 387;
- **SS 387:** from Strada Solius Ballao to site entrance.

Figura 11.1 – Viabilità di accesso al parco eolico dal Porto di Cagliari (Fonte: Report Road Survey)

L'itinerario seguito dai mezzi speciali di trasporto della componentistica degli aerogeneratori (cfr. Elaborato FORI-SNG-RC14- *Descrizione della viabilità principale di accesso al parco eolico ai fini del trasporto degli aerogeneratori*.) avrà una lunghezza indicativa di circa 67 km e si svilupperà secondo due fasi principali:

- Fase I – Porto di Cagliari-Area di trasbordo. In questa fase il trasporto avverrà con mezzi eccezionali standard. L'area individuata per il trasbordo delle pale da "mezzi eccezionali standard" a "mezzi eccezionali speciali", provvisti di dispositivo "alzapala" (*blade lifter*), è stata ipotizzata, da trasportatore specializzato, in Comune di Dolianova a ovest del km 22 della SS 387 del Gerrei direzione Serdiana – Sant'Andrea Frius;
- Fase II – Area di trasbordo-ingresso Parco eolico "Energia Monte Taccu". In questa fase il

trasporto delle pale avverrà con "blade lifter".

Rimandando al Quadro di riferimento progettuale del presente SIA per la stima dei volumi di traffico prevedibili, si ritiene comunque che gli effetti derivanti dal movimento di automezzi sulle ordinarie condizioni di traffico possano ritenersi accettabili in ragione delle seguenti considerazioni:

- la distanza del Porto Industriale di Cagliari dal sito di intervento appare contenuta in relazione al rango ed alla capacità di servizio delle strade da attraversare; ciò assicura tempi di transito e, conseguentemente, disturbi associati ragionevolmente ammissibili;
- la viabilità prescelta è apparsa di caratteristiche idonee a sostenere il movimento dei mezzi speciali di trasporto; in tal senso non si prevede la necessità di procedere a invasivi interventi di adeguamento lungo la viabilità di servizio all'impianto.

11.1.2.2 Misure di mitigazione previste

Come espresso in precedenza, gli impatti sulla viabilità associati al traffico indotto dal progetto proposto possono riferirsi, principalmente, al transito di veicoli eccezionali, in relazione alle conseguenti limitazioni e disagi al normale transito veicolare. Le possibili disfunzioni provocate dal passaggio dei trasporti eccezionali possono, peraltro, essere convenientemente attenuate prevedendo adeguate campagne informative destinate agli automobilisti che ordinariamente transitano nella zona (p.e. attraverso l'affissione di manifesti presso gli stabilimenti industriali, i luoghi e locali di ristoro, i circoli comunali, ecc.) e, qualora ritenuto indispensabile per ragioni di sicurezza, regolando il transito dei mezzi sulla viabilità ordinaria nelle ore notturne, limitando in tal modo i conflitti con le altre componenti di traffico.

11.1.3 Sintesi valutativa degli impatti attesi

L'iniziativa sottende significativi impatti positivi a livello globale, ben rappresentati dai costi esterni negativi evitati associati alla produzione energetica da fonti convenzionali (cfr. allegata Analisi costi-benefici).

Apprezzabili risultano, inoltre, gli effetti economici positivi alla scala locale, in ragione delle previste misure compensative territoriali contemplate dal D.M. 10/09/2010, nonché sui livelli occupazionali e sulle stesse imprese agricole, questi ultimi esprimibili, in particolare, in termini di adeguati indennizzi ai proprietari delle aree. Durante il processo costruttivo, inoltre, si prevedono positive ricadute economiche sul contesto di intervento, riferibili al coinvolgimento di imprese e manodopera locali qualificate nell'esecuzione dei lavori e all'indotto sulle attività ricettive e di ristorazione della zona determinato dalla presenza del personale di cantiere.

Per tutto quanto precede, durante la fase costruttiva, a fronte di effetti ambientali potenzialmente lievi di segno negativo a carico dell'operatività delle imprese agricole della zona, in particolar modo associate ai disagi originati dalla presenza del cantiere - del tutto transitori e reversibili nel breve

termine - sono attesi effetti positivi a medio lungo termine sulla componente socio-economica locale per tutta la durata di esercizio dell'impianto, come illustrato schematicamente in Figura 11.2 e Figura 11.3, in riferimento ai fattori di impatto principali precedentemente segnalati.

EFFETTI AMBIENTALI ATTESI					
		AMBIENTE SOCIO-ECONOMICO E SALUTE PUBBLICA			
FATTORI DI IMPATTO	COMPONENTI AMBIENTALI	Imprese agricole	Livelli occupazionali e tessuto imprenditoriale locale	Amministrazioni comunali e servizi ai cittadini	Popolazione residente e lavoratori
Emissione diffusa di polveri					NLB
Emissioni da mezzi e attrezzature in fase di cantiere		NLB			NLB
Incremento del traffico veicolare		NLB			NLB
Trasformazione ed occupazione di superfici		NLB			T
Modificazioni dell'assetto del territorio agricolo		NLB			T
Danni alle attività economiche esistenti o future		NLB			NLB
Corresponsione di diritti di superfici sulle aree di intervento		PMB	PMB		PMB
Offerta di nuove opportunità per le attività locali		PMB	PMB		PMB
Induzione di rischi/disturbi da rumore		NMB			NMB

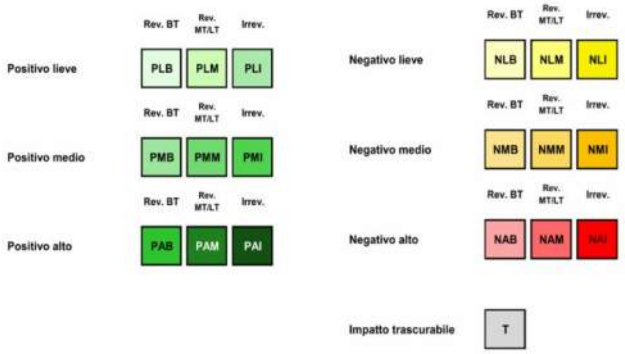


Figura 11.2: Matrice cromatica raffigurante i fattori di impatto principali per la componete "Popolazione e salute umana" in fase di cantiere

Figura 11.3: Matrice cromatica raffigurante i fattori di impatto principali per la componete "Popolazione e salute umana" in fase di esercizio

11.2 Biodiversità

11.2.1 Vegetazione, flora ed ecosistemi

11.2.1.1 Premessa generale

Si individuano e si descrivono di seguito i principali effetti delle opere in progetto sulla componente floristica e le comunità vegetali. Si farà riferimento, in particolare, ai potenziali effetti che scaturiranno dall'occupazione e denaturalizzazione di superfici per la costruzione della viabilità di accesso alle postazioni eoliche ed alle piazzole per il montaggio degli aerogeneratori. Come più volte evidenziato, infatti, la realizzazione dei cavidotti interrati sarà prevista prevalentemente in aderenza a tracciati viari esistenti o in progetto.

Poiché il predetto fattore di impatto si manifesta unicamente durante il periodo costruttivo, inoltre, l'analisi sulla componente floristico-vegetazionale prenderà in esame la Fase di cantiere.

Valutate le ordinarie condizioni operative degli impianti eolici, infatti, la fase di esercizio non configura fattori di impatto negativi in grado di incidere in modo apprezzabile sull'integrità della vegetazione e delle specie vegetali sulla scala ristretta dell'ambito di intervento.

Di contro, l'esercizio dell'impianto e l'associata produzione energetica da fonte rinnovabile sono

sinergici rispetto alle azioni strategiche da tempo intraprese a livello internazionale per contrastare il fenomeno dei cambiamenti climatici ed i conseguenti effetti catastrofici sulla biodiversità del pianeta a livello globale.

11.2.1.2 Fase di cantiere

11.2.1.2.1 Effetti diretti

Perdita delle coperture vegetali interferenti con la realizzazione dell'impianto

- **Coperture erbacee.** La realizzazione degli interventi in progetto insisterà su superfici occupate da formazioni vegetali di tipo erbaceo, prevalentemente emicriptofitico/geofitico (classi *Artemisietea vulgaris* e *Poetea bulbosae*) e secondariamente terofitico (classe *Tuberarietea guttatae*), dei pascoli naturali e semi-naturali, generalmente sviluppate a mosaico con vegetazione arbustiva e arborea. In particolare, è previsto un maggiore coinvolgimento di comunità erbacee naturali, tra cui emergono le formazioni delle praterie perenni ad alta rappresentatività e naturalità, sviluppate su substrati prevalentemente rocciosi di natura carbonatica, caratterizzati dalla prevalenza di *Brachypodium retusum* e da riferire all'alleanza *Thero-Brachypodion ramosi* della classe *Artemisietea vulgaris*. Tali formazioni, soggette a pressioni di pascolo bovino brado piuttosto limitate e sostenibili, sono inquadrabili nell'habitat prioritario di Direttiva 92/43/CEE 6220* - *Percorsi substeppici di graminacee e piante annue dei Thero-Brachypodietea*, risultando di interesse biogeografico e conservazionistico. Essendo in gran parte sviluppate a mosaico con l'elemento arbustivo/arboreo della macchia e degli arbusteti alti, pertanto non cartografabili singolarmente, la relativa sottrazione stimata in 36.000 m² sarà considerata assieme a quella che coinvolge le suddette formazioni arbustive/arboree associate, in un'unica unità del paesaggio vegetale. Le praterie perenni a dominanza di *Brachypodium retusum* risultano piuttosto rare e localizzate nel Mediterraneo centrale, essendo circoscritte a siti di norma poco acclivi, su suoli di natura carbonatica, decapitati oppure iniziali, ricchi in scheletro grossolano, e posti in aree a bioclima mediterraneo pluvistagionale oceanico (BACCHETTA et al., 2005). Queste sono poco comuni nell'intera sub-regione del Gerrei, essendo prevalentemente distribuite in contesto di altopiano e su litologie sedimentarie (calcari e dolomie), paesaggio geo-litologico poco frequente nel territorio. Il coinvolgimento di tale unità del paesaggio vegetale è incluso tra gli impatti diretti considerati di entità tale da incidere in misura significativa sul relativo stato di conservazione a scala locale, ed in misura più modesta su scala regionale, e per i quali il progetto ha previsto misure di compensazione.
  Secondariamente, si prevede un coinvolgimento, stimato in circa 30.500 m², di formazioni erbacee semi-naturali pascolate ad alta presenza di emicriptofite e terofite nitrofile (classi *Artemisietea vulgaris e Poetea bulbosae*, con elementi della classe *Stellarietea mediae*), di scarso interesse conservazionistico.
  L'impatto è da considerarsi a lungo termine (di durata minima pari alla fase di esercizio

dell'impianto).

- **Coperture arbustive ed arboree spontanee.** Per la totalità dei siti coinvolti, gli effetti a carico della vegetazione arbustiva, alto-arbustiva ed arborea si riferiscono alla perdita di formazioni vegetali riferibili alla serie sarda, termo-mesomediterranea del leccio (*Prasio majoris-Quercetum ilicis*) e sarda, termo.mesomediterranea della sughera (*Galio scabri-Quercetum suberis*), rappresentate da macchie e arbusteti alti, meno frequentemente da lembi di formazioni boschive, spesso degradate a causa di plurisecolari e prolungate pressioni di origine antropica, quali il prelievo di legname, l'incendio ed il pascolo brado bovino e ovino, quest'ultimo attualmente piuttosto limitato ed ecologicamente sostenibile. La sottrazione di superfici per tali formazioni è quantificabile in oltre 21.000 m² (ai quali si aggiungono le superfici che coinvolgono anche i sopracitati mosaici di tali unità vegetazionali con le praterie naturali a *Brachypodium retusum* di 9344 m², per un totale di circa 47.000 m²) per la vegetazione afferibile alla serie sarda, termo-mesomediterranea del leccio, e in circa 20500 m² per la vegetazione afferibile alla serie sarda, termo-mesomediterranea della sughera. Relativamente alle piazzole di cantiere e di esercizio degli aerogeneratori, tali consumi si riferiscono principalmente ai siti T04, T06, T10 (pascoli arbustati), T05, T12 e parte dei siti T07, T08, T11 (formazioni seriali di macchia, arbusteti alti e ridotti lembi di boscaglia). In corrispondenza di un costone roccioso parzialmente occupato dalla piazzola dell'aerogeneratore T07, si prevede il coinvolgimento di ridotti lembi (circa 1300 m^2) di arbusteti termo-xerofili, rupicoli, con alta presenza di *Euphorbia dendroides* L., riferibili all'Habitat di Direttiva 92/43 CEE 5330 "*Arbusteti termo-mediterranea e pre-desertici*", sottotipo 32.22 "*cenosi a dominanza di Euphorbia dendroides*". Gli effetti a carico di questa ultima componente, viste le superfici minime coinvolte, non risultano di entità tale da incidere in misura significativa sul relativo stato di conservazione su scala locale, tantomeno regionale. Si tratta in ogni caso della sottrazione di lembi di un Habitat di Direttiva a fronte del quale il progetto ha previsto adeguate misure di compensazione. Relativamente ai tracciati di viabilità di nuova realizzazione ed in adeguamento, gli effetti si riferiscono al consumo di popolamenti di vegetazione della macchia, degli arbusteti e di lembi di boscaglia (serie sarda, termo-mesomediterranea del leccio) sviluppati linearmente lungo i sistemi di muri a secco presenti in contesto interpoderale ed ai margini (generalmente entrambi i lati) della viabilità rurale da adeguare. Si stima il coinvolgimento di un totale di circa 9 km di muri a secco e vegetazione spontanea associata, presso i settori centrali e sud-occidentali dell'area di studio, e popolamenti di vegetazione boschiva e di arbusteti alti, macchia e gariga a dominanza di sughera (serie sarda, termo-mesomediterranea della sughera) presente nel settore nord-orientale dell'area di studio, con coinvolgimento di numerosi individui arborei di *Quercus suber* soprattutto in corrispondenza del tratto di viabilità in adeguamento di accesso al sito dalla SS387 all'aerogeneratore T09 (1,6 km).
  Sul totale delle aree a copertura arbustiva ed arborea coinvolta dalle opere in progetto, ridotte superfici interessate dalla presenza di nuclei/popolamenti di individui arborei di *Quercus suber* sono inquadrabili come Habitat di Direttiva 92/43 CEE 6310 "*Dehesas con Quercus spp. sempreverde*" (5800 m^2) e 9330 "*Foreste di Quercus suber*" (3160 m^2).

In corrispondenza delle superfici individuate in via preliminare per l'installazione della Stazione elettrica RTN, si prevede il consumo (>1,9 ha) di mosaici di vegetazione rada arbustiva di sclerofille termo-xerofile, ad alta presenza di di ginepro rosso, *Juniperus oxycedrus* L. subsp. *oxycedrus* (>280 individui), sviluppata a mosaico con elementi della gariga calcifila a camefite endemiche e formazioni erbacee perenni soggette a pressioni pascolative. Tali formazioni, seppur non riferibili all'Habitat di Direttiva 92/43 CEE 5210 "*Matorral arboscenti di Juniperus spp.*", sottotipo 32.131 "*a Juniperus oxycedrus s.l.*" a causa dell'alto tasso di degrado delle cenosi, risultano di interesse conservazionistico per l'elevato numero di individui di ginepro rosso e l'attitudine potenziale ad evolvere in formazioni più mature riferibili al suddetto Habitat, per il quale l'area vasta presenta importanti caratteri di idoneità ambientale. Gli impatti a carico di tale componente, viste le superfici coinvolte dal consumo, il numero di individui di ginepro rosso coinvolti e l'associato coinvolgimento di taxa endemici e di interesse conservazionistico, risultano significativamente non trascurabili.
Nella *Carta dell'Uso del Suolo in scala 1:25.000 - 2008 (ROMA 40)* le suddette occupazioni di suolo sono ascrivibili a superfici ricoperte da unità vegetazionali arbustive e arboree spontanee (UDSCOD 3111, 3231, 3232, 3241). Inoltre, gran parte di tali coperture coinvolte dagli interventi in progetto sono assimilabili alla definizione di "bosco e aree assimilate" secondo la legge n. 5 del 27/04/2016 "Legge forestale della Sardegna".

- **Coperture arboree artificiali.** Non si rileva il coinvolgimento di superfici occupate da colture arboree artificiali.

Per quanto concerne le piazzole degli aerogeneratori, la perdita delle suddette coperture vegetali risulta in parte un effetto temporaneo connesso alla realizzazione ed utilizzo delle piazzole di cantiere in fase di corso d'opera: gran parte delle superfici coinvolte in fase costruttiva saranno pertanto recuperate alla naturalità sin dal termine della fase di cantiere.

	mq	Vegetazione erbacea semi-naturale dei pascoli sub-nitrofili	Vegetazione erbacea naturale delle praterie perenni naturali (*Thero-Brachypodion ramosi*) da riferire all'Habitat Direttiva 92/43 CEE 6220*, con radi elementi della gariga e della macchia	Vegetazione arbustiva e arborea della serie sarda termo-mesomediterranea del leccio (*Prasio majoris-Quercetum ilicis*) a mosaico con praterie perenni naturali del *Thero-Brachypodion ramosi* (Habitat 6220*)	Vegetazione arbustiva e arborea della serie sarda termo-mesomediterranea del leccio (*Prasio majoris-Quercetum ilicis*)	Vegetazione arbustiva dell'alleanza *Oleo-Ceratonion siliquae* con alta presenza di *Euphorbia dendroides* L. (Habitat 5330 sottotipo 32.22)	Vegetazione arbustiva della serie sarda termo-mesomediterranea del leccio (*Prasio majoris-Quercetum ilicis*) con alta presenza di *Juniperus oxycedrus* subsp. *oxycedrus*	Vegetazione arbustiva e arborea della serie sarda termo-mesomediterranea della sughera (*Galio scabri-Quercetum suberis*)		
								Non Habitat	Habitat 6310	Habitat 9330
Piazzole	T01	0	4500	0	503	0	0	0	0	0
	T02	0	4111	0	543,6	0	0	0	0	0
	T03	4535	0	630	0	0	0	0	0	0
	T04	0	0	0	4763	0	0	0	0	0
	T05	2531	0	2557	0	0	0	0	0	0
	T06	956	0	4779	0	0	0	0	0	0
	T07		0	0	2944	1300	0	0	0	0
	T08	3737	0	2158	0	0	0	0	0	0
	T09	4020	0	0	0	0	0	728	0	0
	T10	1555	0	0	0	0	0	3595	0	0
	T11	2511	0	0	0	0	0	3582	1300	0
	T12	0	0	0	5239	0	0	0	0	0
	TOT Piazzole	**19845**	**8611**	**10124**	**13992,6**	**1300**	**0**	**7905**	**1300**	**0**
									9205	
Viabilità	Stazione elettrica	0	0	0	0	0	19000	0	0	0
	Sottostazione utente	6000	0	0	0	0	0	0	0	0
	Nuova realizzazione	2580	300	4166,4	3725	0	0	3582	1500	560
	Adeguamento	2149	433,36	12532,8	3284	0	0	55	3000	2600
	TOT viabilità	**4729**	**733,36**	**16699,2**	**7009**	**0**	**0**	3637	4500	3160
									11297	
	TOT	**30574**	**9344,36**	**26823,2**	**21001,6**	**1300**	**19000**		**20502**	

Figura 21 – Prospetto della perdita stimata (m^2) delle coperture vegetali presso le superfici consumate dalla realizzazione delle aree di cantiere.

Perdita di elementi floristici

Componente floristica. Alla luce del mancato riscontro di criticità floristiche quali endemismi di rilievo e/o ad alta vulnerabilità secondo le più recenti liste rosse nazionali, europee ed internazionali, si prevede che eventuali impatti a carico della componente floristica endemica risultino marginali. Infatti, il coinvolgimento di popolamenti/nuclei appartenenti ai taxa endemici comuni in tutta l'isola quali *Arum pictum*, *Euphorbia pithyusa* subsp. *cupanii, Helichrysum microphyllum* subsp. *tyrrhenicum*, *Stachys glutinosa*, *Teucrium marum*, non risulta di entità tale da poter incidere sul relativo stato di conservazione a scala locale, tantomeno regionale.

Il coinvolgimento di popolamenti/nuclei appartenenti a taxa endemici a distribuzione limitata ai settori montani e discontinua, ma localmente comuni, quali *Thymus herba-barona*, non risulta di entità tale da poter incidere sul relativo stato di conservazione su scala locale o regionale.

Diversamente, il coinvolgimento di nuclei/popolamenti di *Hypericum scruglii*, endemica della Sardegna e considerata *minacciata* (EN) secondo le più recenti Liste Rosse Nazionali (ROSSI et al., 2022; ORSENIGO et al., 2022) rappresenta un effetto non trascurabile da valutare attentamente.

Ulteriori effetti interesseranno popolazioni di entità non endemiche ma considerate rare e di interesse fitogeografico quali *Ambrosinia bassii*, *Colchicum cupanii*, *Prospero obtusifolium* subsp. *intermedium*, *Squilla undulata*, *Thapsia meoides*, *Triglochin laxiflora*, *Urginea fugax*. Gli impatti potenziali a carico di queste entità considerate *quasi minacciate* (NT) e *di minor preoccupazione* (LC) secondo le Liste Rosse Nazionali (ROSSI et al., 2022; ORSENIGO et al., 2022) non risultano tali da poter incidere sul relativo stato di conservazione a scala regionale.

Il coinvolgimento di ridotti popolamenti dell'orchidacea *Barlia robertiana*, considerata sporadica nell'intera sub-regione del Sarrabus-Gerrei e finora non nota per i territori del Gerrei (IIRITI, 2006), nonché considerata *di minor preoccupazione* (LC) secondo le Liste Rosse Nazionali (ROSSI et al., 2022; ORSENIGO et al., 2022), potrebbe incidere sul relativo stato di conservazione su scala locale, ma non regionale.

Il coinvolgimento di *Ruscus aculeatus* L., considerata *di minor preoccupazione* (LC) nelle Liste Rosse per la flora italiana (ROSSI et al.,2013), non risulta di entità tale da poter incidere sul relativo stato di conservazione su scala regionale: l'entità è in ogni caso considerata di interesse comunitario (allegato V Direttiva Habitat 93/43 CEE) ed eventuali effetti su individui della specie saranno adeguatamente mitigati/compensati.

Il coinvolgimento di popolazioni di *Stachys ocymastrum* (L.) Briq., considerata rara nel Sarrabus-Gerrei e delle quali non si conosce l'effettiva diffusione nell'area di studio, allo stato attuale delle conoscenze presenta incidenze sulla conservazione della specie su scala locale.

Gli impatti a carico di popolazioni di *Teucrium chamaedrys* subsp. *chamaedrys*, entità molto rara nella Sardegna meridionale e della quale esiste una sola segnalazione per il Sarrabus-Gerrei

risalente alla fine del XIX secolo, sono potenzialmente significativi e, conseguentemente, saranno oggetto di mirate misure di mitigazione/compensazione.

La perdita di un elevato numero (>280) di individui alto-arbustivi di *Juniperus oxycedrus* subsp. *oxycedrus*, nonché di centinaia di individui arbustivi, in corrispondenza del sito individuato in via preliminare per l'installazione della Stazione elettrica RTN, risulta significativo su scala locale e richiederebbe un mirato intervento compensativo.

In aggiunta, si rammenta che in virtù del contesto geografico, orografico e geo-pedologico nonché biogeografico dell'area interessata dagli interventi in progetto, si ipotizza l'eventuale presenza di altre entità di interesse conservazionistico e/o biogeografico, non rilevabili al momento delle indagini effettuate, essenzialmente per questioni fenologiche. Tra queste, è da annoverare l'intera componente orchidologica (Orchidaceae), sicuramente ben rappresentata presso le formazioni erbacee a *Brachypodium retusum* (all. *Thero-Brachypodion ramosi*) e dei prati xerofili e sviluppati su substrati rocciosi, nei diversi gradi di rappresentatività e spesso a mosaico con formazioni di macchia, ma non rilevabile in occasione delle presenti indagini per ovvie ragioni legate alla fenologia dei taxa. 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**. Gli effetti sul patrimonio arboreo si riferiscono a nuclei e popolamenti di *Olea europaea* var. *sylvestris, Pistacia lentiscus, Pyrus spino*sa, *Quercus ilex*, *Rhamnus alaternus* per i settori dominati da vegetazione della serie sarda, termo-mesomediterranea del leccio (T05, T12 e tratti di viabilità di nuova realizzazione e in adeguamento), e da singoli individui/nuclei e popolamenti di *Quercus suber, Pyrus spinosa*, *Pistacia lentiscus, Olea europaea* var. *sylvestris* per i settori dominati da vegetazione della serie sarda, termo-mesomediterranea della sughera (T09, T10, T11 n. minimo individui adulti di *Q. suber* = 16, e relativa viabilità di accesso e collegamento). *Quercus suber* è specie tutelata dalla legge regionale n. 4/1994. Tali impatti potenziali incidono con modesta significatività sul patrimonio arboreo dell'area vasta e saranno gestiti attraverso adeguate misure di mitigazione e compensazione.

  Impatti non trascurabili sul patrimonio arboreo si individuano nel consumo delle superfici identificate in via preliminare per l'installazione della Stazione elettrica RTN, con il coinvolgimento di oltre 280 individui arbustivi di *Juniperus oxycedrus* subsp. *oxycedrus*. La significatività delle incidenze scaturite da tali impatti è da ricondurre all'elevato numero di individui ed alla specie di appartenenza.

  Infine, si segnala il potenziale coinvolgimento di un individuo vetusto di *Olea europaea* var. *sylvestris* pluri-secolare, localizzato in prossimità del tratto di viabilità (da adeguare) di

collegamento tra gli aerogeneratori T05 e T06 (39°30'43.76"N - 09°19'41.94"E) e per il quale saranno previsti tutti gli accorgimenti tecnicamente attuali per assicurarne la salvaguardia.

11.2.1.2.2 Effetti indiretti

Frammentazione degli habitat ed alterazione della connettività ecologica

Gli effetti sulla connettività ecologica del sito si individuano nella rimozione e/o riduzione/frammentazione delle superfici occupate da vegetazione naturale, ed in particolare le formazioni seriali della macchia e degli arbusteti della serie sarda, termo-mesomediterranea del leccio (T04, T05, T06, T08, T12 e ampi tratti della relativa viabilità di nuova realizzazione ed in adeguamento di gran parte del settore centrale e sud-occidentale dell'area di studio), e della gariga secondaria, macchia e lembi di boscaglia con *Quercus suber* della serie sarda, termo-mesomediterranea della sughera (T09, T10, T11 e tratti della relativa viabilità di accesso e connessione di nuova realizzazione ed in adeguamento) sviluppate a mosaico con le rispettive cenosi erbacee associate (formazioni naturali perenni dell'alleanza *Thero-Brachypodion ramosi,* ed annue della classe *Tuberarietea guttatae*). Questi impatti potenziali interessano di conseguenza anche ampi lembi degli aspetti a più alta naturalità della succitata vegetazione erbacea perenne, ed in particolare quelli dominati da *Brachypodium retusum* interpretabili come Habitat di Direttiva 92/43 CEE 6220* - *Percorsi substeppici di graminacee e piante annue dei Thero-Brachypodietea*. Per la sua scarsità nell'area vasta e più in generale nel Sarrabus-Gerrei, la frammentazione del suddetto elemento vegetazionale di interesse conservazionistico risulta avere incidenze non trascurabili su scala locale, meno avvertibili su scala regionale, a fronte delle quali il progetto prevede misure di compensazione. I medesimi effetti indiretti coinvolgono superfici occupate da mosaici di arbusteti termo-xerofili ad alta presenza di *Juniperus oxycedrus* subsp. *oxycedrus* (Stazione elettrica RTN e relativa viabilità), unità vegetazionale piuttosto rara localmente ed a livello regionale, con elementi camefitici endemici della gariga calcifila e formazioni erbacee. La riduzione e frammentazione del suddetto elemento vegetazionale di interesse conservazionistico risulta avere incidenze non trascurabili su scala locale. Gli stessi effetti sono da considerare anche in virtù del ruolo dei succitati elementi del paesaggio vegetale come corridoi ecologici e di rifugio per entità della flora e della fauna selvatica. Sotto quest'ultimo punto di vista, è da includere tra gli elementi coinvolti dagli impatti di frammentazione e riduzione della connettività ecologica anche il sistema di muri a secco sviluppato ai margini della viabilità rurale di gran parte dell'area di studio, come anche in contesto interpoderale, per un totale di circa 9 km lineari facenti parte integrante del paesaggio ecosistemico locale ed ospitati consorzi di flora e fauna specializzati.

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 erbacee, arbustive ed arboree nonché su singoli individui arborei.

Si tratta, in ogni caso, di effetti di carattere transitorio e del tutto reversibili.

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

Per il raggiungimento delle piazzole si prevede il transito lungo alcuni tratti sterrati con presenza di un elevato numero di individui a portamento alto-arbustivo e arboreo. Si ritiene di conseguenza prevedibile la necessità del taglio o del ridimensionamento delle chiome degli individui arborei interessati.

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, possono contribuire all'introduzione di propaguli di taxa alloctoni e loro potenziale proliferazione all'interno delle aree di cantiere. 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 ed antropici. In riferimento a tali circostanze si suggeriscono di seguito mirate misure di controllo e mitigazione.

11.2.1.3 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, anche in virtù della limitata estensione delle stesse, la significatività di tale impatto può essere considerata limitata.

Relativamente alle piazzole di esercizio, per le superfici occupate prevalentemente da vegetazione naturale, arbustiva, alto-arbustiva ed arborea, compresi i ridottissimi lembi di arbusteti termomediterrane e pre-desertici (Habitat 5330, T07) nonché erbacea delle praterie perenni (tra cui ampie superfici occupate dall'Habitat 6220*), e loro rispettivi mosaici, compresi i ridotti lembi di ambiente di dehesa con *Quercus suber* (Habitat 6310), per un totale di circa 2,4 ha, la significatività di tale effetto rispetto all'area totale occupata localmente dall'unità vegetazionale è di modesta

rilevanza e sarà oggetto di adeguate misure di compensazione.

Per quanto riguarda la viabilità, per le superfici occupate da vegetazione arbustiva ed arborea, nonché erbacea, sviluppate lungo il sistema di muri a secco sviluppati ai margini della viabilità rurale ed in contesto inter-poderale, a costituire veri e propri corridoi ecologici e rifugi per la flora e la fauna, la significatività di tale impatto risulta di rilievo e sarà adeguatamente mitigata e compensata con azioni mirate al recupero delle condizioni ecologiche originarie. Stesse considerazioni si esprimono per i medesimi effetti a carico dei lembi di vegetazione arbustiva ed arborea (tra cui i lembi interpretabili come Habitat 6310 e 9330) sviluppata lungo la viabilità da adeguare di accesso dalla SS387 alla piazzola dell'aerogeneratore T09.

Per quanto riguarda la Stazione elettrica RTN e relativa viabilità di accesso di nuova realizzazione, dove sarebbero coinvolti i mosaici di vegetazione arbustiva ad alta presenza di *Juniperus oxycedrus* subsp. *oxycedrus* con elementi camefitici della gariga e ad alta presenza di taxa endemici e di interesse fitogeografico, la significatività di tale impatto non è trascurabile.

11.2.1.4 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. Gli effetti delle attività di dismissione sulla componente in esame saranno, pertanto, mediamente positivi a fronte degli effetti prodotti nelle fasi di cantiere e di esercizio, ed a lungo termine.

11.2.1.5 Misure di mitigazione e compensazione

11.2.1.5.1 Misure di mitigazione

- In riferimento alle superfici caratterizzate dalla diffusa presenza di comunità arbustive, alto-arbustive e arboree delle formazioni riferite alle serie *Prasio majoris-Quercetum ilicis* e *Galio scabri-Quercetum suberis* (compresi i lembi identificati come Habitat 6310 e 9330), nonché del ridotto lembo di arbusteti termo-xerofili con *Euphorbia dendroides* (Habitat 5330, aerogeneratore T07), nell'ambito dell'elaborazione del progetto esecutivo ed in fase realizzativa saranno studiate in dettaglio le possibili soluzioni costruttive intese a limitare, per quanto tecnicamente possibile,

il coinvolgimento di elementi floro-vegetazionali di maggior pregio ed a minimizzare il consumo delle formazioni a maggiore naturalità e rappresentatività strutturale/fisionomica. Tale misura riguarderà prioritariamente i siti T04, T05, T06, T07, T08, T11, T12 e gran parte dei tracciati di viabilità di nuova realizzazione ed in adeguamento. In particolare, per quanto riguarda il lembo di Habitat 5330 consumato dalla piazzola dell'aerogeneratore T07, eventuali soluzioni esecutive di ottimizzazione della geometria della piazzola potranno contenere le superfici occupate da vegetazione di interesse conservazionistico, e limitare il relativo impatto.

- In riferimento alle superfici interessate dall'ipotetico sito di installazione della Stazione elettrica RTN e relativa viabilità di nuova realizzazione, occupate da mosaici di vegetazione arbustiva caratterizzata da *Juniperus oxycedrus* subsp. *oxycedrus*, nonché da elementi della gariga e delle formazioni erbacee endemici o di interesse conservazionistico, per un totale di oltre 1,9 ha, in fase di progetto, a cura di altro produttore, potranno essere studiate in dettaglio le possibili alternative localizzative e misure costruttive volte a limitare, per quanto tecnicamente possibile, il coinvolgimento degli elementi floro-vegetazionali di maggior pregio ed a minimizzare il consumo degli aspetti vegetazionali a maggiore rappresentatività strutturale/fisionomica.
- In tutti i siti ed in corrispondenza dei relativi tratti di viabilità di nuova realizzazione nonché già esistente e soggetta ad adeguamento, tutti gli individui vegetali fanerofitici appartenenti a taxa autoctoni, presenti all'interno del perimetro e 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) e agli individui arbustivi ed arborei di *Quercus suber*.
- 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 *Crataegus monogyna*, *Olea europaea* var. *sylvestris*, *Pyrus spinosa*, *Pistacia lentiscus, Phillyrea latifolia, Quercus ilex, Rhamnus alaternus*), opportunamente censiti ed identificati, dovranno essere espiantati con adeguato pane di terra e reimpiantati in aree limitrofe, nei periodi dell'anno più idonei alla realizzazione di tali pratiche. Stessa norma interesserà gli individui giovanili appartenenti al taxon *Quercus suber* opportunamente individuati e censiti. Tutti gli eventuali individui arborei 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 e sfalcio del mantello erboso, protezione dell'impianto dall'ingresso di bestiame brado) e soggetti a relativo, adeguato piano di monitoraggio, per i successivi 3 anni, al fine di verificarne lo stato fitosanitario e poter intervenire, se necessario, con opportuni interventi di soccorso o sostituzioni.
- Nell'ambito dell'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 e laddove presente del sistema di muri a secco ospitanti consorzi floristici associati, ricadenti al margine dei percorsi. Gli effetti mitigativi relativi a tali misure sono massimizzabili attraverso soluzioni costruttive finalizzate a sviluppare l'allargamento della viabilità verso un solo lato della carreggiata preesistente, determinando così il consumo di una sola delle due cortine murarie che di norma costeggiano entrambi i margini delle strade campestri. Tale accorgimento potrà essere progettato anche al fine di minimizzare la perdita di individui/popolamenti di individui arborei o di specie di interesse conservazionistico che si sviluppano lungo i tracciati di viabilità, come l'orchidea selvatica *Barlia robertiana*.

- L'individuo pluri-secolare di *Olea europaea* var. *sylvestris* localizzato lungo il tratto di viabilità di collegamento tra gli aerogeneratori T05 e T06 sarà preservato in fase di cantiere e mantenuto in fase di esercizio, tramite l'adozione di mirate soluzioni costruttive nell'ambito dell'elaborazione del progetto esecutivo che prevedano di attestare il tracciato una distanza minima di 20 m dallo stesso individuo arboreo monumentale.
- In riferimento alle superfici interessate dai popolamenti dell'endemica minacciata *Hypericum scruglii* (Stazione elettrica RTN e relativa viabilità di nuova realizzazione) in fase di progetto esecutivo saranno studiate in dettaglio le possibili misure costruttive volte a limitare, per quanto tecnicamente possibile, il coinvolgimento degli stessi.
- In tutti i siti ed in corrispondenza dei relativi tratti di viabilità di nuova realizzazione e già esistente e soggetta ad adeguamento, tutti i popolamenti delle entità di interesse conservazionistico e fitogeografico *Ruscus aculeatus* e *Teucrium chamaedrys* subsp. *chamaedrys* presenti all'interno delle superfici interessate dalla realizzazione delle opere, opportunamente censiti ed identificati nel periodo più adatto al loro rilevamento, laddove possibile saranno preservati in fase di cantiere e mantenuti in fase di esercizio. Ove non sia tecnicamente possibile il mantenimento *in situ* e la tutela durante tutte le fasi di intervento ed attività, tutti i nuclei delle suddette specie eventualmente interferenti dovranno essere espiantati con adeguato pane di terra e reimpiantati in aree limitrofe, nei periodi più idonei alla realizzazione di tali pratiche. Tali siti di reimpianto saranno oggetto di tutela integrale a tempo indeterminato e oggetto di ordinarie cure agronomiche (es. supporto con tutori, irrigazioni, protezione dell'impianto dall'ingresso di bestiame brado) e soggetti a relativo, adeguato piano di monitoraggio, per i successivi 3 anni, al fine di verificarne lo stato fitosanitario.
- In fase di realizzazione delle operazioni di scotico/scavo dei substrati, si provvederà inoltre 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.
- 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.

- La perdita o danneggiamento di elementi alto-arbustivi e arborei interferenti con il trasporto dei componenti potrà essere mitigato mediante l'utilizzo di mezzi di trasporto dotati di dispositivo "alzapala".
- 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.
- 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.

11.2.1.5.2 Misure di compensazione

- Il consumo di vegetazione naturale ed in particolare di cenosi arbustive/arboree, formazioni prative naturali e relativi comunità di mosaico, nonché di individui a portamento arboreo interferenti, da riferire alle serie sarda, termo-mesomediterranea del leccio e sarda, termo-mesomediterranea della sughera, potrà essere in parte compensato attraverso l'individuazione di aree attigue ai siti di intervento - occupate da vegetazione semi-naturale (es. praterie maggiormente soggette a pressioni pascolative e prive di formazioni arbustive ed arboree, né di vegetazione erbacea ad alta naturalità) - da destinare a tutela integrale ed all'impianto di nuclei e fasce di vegetazione. Queste saranno di superficie complessiva superiore a quella rimossa (rapporto minimo 2:1, tenendo conto anche delle superfici consumate dai tracciati di viabilità di nuova realizzazione ed in adeguamento). Una parte di tali piantumazioni andranno a compensare il consumo di ridotti lembi di dehesa a *Quercus suber* (Habitat 6310), con la piantumazione di individui di sughera nei pascoli sub-nitrofili localizzati tra gli aerogeneratori T09-T010-T11, a ricreare condizioni di pascolo arborato per un totale di oltre 2 ha. Ancora, tali interventi includeranno, solo nel caso in cui non sia tecnicamente possibile mitigare adeguatamente gli impatti attraverso l'adozione di ottimizzazioni esecutive della geometria della piazzola, consumo del ridotto lembo di arbusteti con *Euphorbia dendroides* (Habitat 5330) presso l'aerogeneratore T07, attraverso la piantumazione di una fascia di entità arboree (*Euphorbia dendroides*, *Pistacia lentiscus*, *Olea europaea var. sylvestris*) dell'estensione minima pari a 2:1 rispetto alla superficie consumata, ovvero di almeno 2600 m², in corrispondenza dei pascoli impostati su substrati rocciosi adiacenti alla piazzola. Gli stessi elementi vegetali verranno impiantati lungo tutte le scarpate con esposizione meridionale

eventualmente presenti presso la piazzola di esercizio T07. L'eventuale 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[5], verranno utilizzate esclusivamente specie autoctone, in numero non inferiore alle 1.000 piante per ettaro (con l'esclusione degli interventi di ricostituzione dell'habitat di *dehesa* per i quali si prevederà una densità minore, 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 del sito, con massima priorità alle entità già presenti nello stesso e nell'area circostante (prioritariamente *Crataegus monogyna, Olea europaea* var. *sylvestris*, *Pistacia lentiscus*, *Pyrus spinosa, Quercus ilex, Rhamnus alaternus* nei settori centrali e sud-occidentali caratterizzati da substrati carbonatici, e *Quercus suber, Erica arborea*, *Olea europaea* var. *sylvestris*, *Pistacia lentiscus*, *Pyrus spinosa*, nei settori nord-orientali caratterizzati da substrati metamorfici/silicei). 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 già esistenti ed in particolare le praterie perenni a *Brachypodium retusum* dell'alleanza *Thero-Brachypodion ramosi*. Al fine di perseguire con successo tali risultati, le superfici interessate dalle suddette misure non saranno oggetto di scotico o lavorazioni dei suoli (buche di impianto da eseguire con trivella su sodo), saranno interdette al pascolo ovino, mentre il pascolo bovino sarà consentito con carico zootecnico inferiore a quello attualmente insistente, ed eventualmente prevedendo adeguate protezioni per gli individui impiantati. Con le stesse finalità compensative ed adottando le medesime norme sopra descritte, al termine della fase di cantiere e nella stagione più idonea ai trapianti, si costituiranno fasce di vegetazione arbustiva ed arborea costituite delle sopracitate specie, a sviluppo lineare, di larghezza minima di 2 metri, ai margini dei percorsi di nuova realizzazione e in adeguamento, nonché lungo il perimetro delle piazzole. Laddove preesistenti ed eventualmente coinvolti dalle opere in progetto, i tratti di muro a secco saranno ricostruiti con lo stesso materiale di spoglio e secondo le tecniche costruttive locali, e la progettazione dell'impianto delle sopracitate fasce di vegetazione sarà sviluppata anche in relazione a tali interventi compensativi. Tutti i nuovi impianti saranno assistiti con interventi di ordinarie cure agronomiche (es. supporto con tutori, irrigazioni e sfalcio del mantello erboso, anche tramite accesso controllato di bestiame bovino brado, protezione dal

[5]Modifica della deliberazione della Giunta del 2.10.2018, n. 48/26 concernente la"Disciplina sulla realizzazione del rimboschimento compensativo e sulversamento di adeguate cauzioni a garanzia. L.R. 27 aprile 2016, n. 8, art. 21,comma 5".

danneggiamento degli individui impiantati da parte dello stesso) e soggetti a relativo, adeguato piano di monitoraggio, 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).

- 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*, *Dactylis glomerata* subsp. *hispanica* nei siti caratterizzati da substrati carbonatici) e piantumazione di entità camefitiche e arbustive appartenenti agli aspetti di maggior pregio rilevati sul campo e in aderenza con il contesto geobotanico dei singoli siti (es. *Daphne gnidium*, *Stachys glutinosa*, *Teucrium capitatum*, *Teucrium marum*, *Thymelea hirsuta*, *Pistacia lentiscus* nei siti caratterizzati da substrati carbonatici; *Cistus monspeliensis*, *Lavandula stoechas*, *Erica arborea*, *Pistacia lentiscus*, *Cytisus laniger* nei siti caratterizzati da substrati silicei/metamorfici).
- Con la finalità di compensare il consumo di mosaici di vegetazione ospitanti lembi di comunità erbacee naturali afferenti all'alleanza *Thero-Brachypodion ramosi* interpretabili come Habitat di Direttiva 92/43 CEE 6220* *Percorsi substeppici di graminacee e piante annue dei Thero-Brachypodietea*, nonché ospitanti vaste popolazioni delle entità di interesse fitogeografico *Ambrosinia bassii, Colchicum cupanii, Eryngium tricuspidatum, Prospero obtusifolium* subsp. *intermedium, Squilla undulata*, *Stachys ocymastrum*, *Triglochin laxiflora* l'iniziativa in progetto potrà farsi promotrice di iniziative di gestione territoriale - in collaborazione con le amministrazioni interessate e nell'ambito delle misure compensative previste dalla normativa vigente (D.M. 10/09/2010) – atte a sostenere la conservazione ed il miglioramento della qualità ambientale di tali sistemi naturali. Potranno, a tal fine, identificarsi ulteriori aree limitrofe all'impianto e ospitanti formazioni prative naturali e/o di mosaici di vegetazione arbustiva e vegetazione erbacea naturale, da destinare a tutela integrale. Tali superfici avranno estensione minima pari a 4:1 rispetto alla superficie consumata dagli interventi in progetto ovvero di circa 14 ha, saranno interdette a qualsiasi iniziativa di trasformazione fondiaria, e potranno essere sfruttate esclusivamente per il già esistente pascolo bovino controllato, calendarizzato ed a basso carico zootecnico. Inoltre, presso tali superfici sottoposte a tutela sarà possibile l'ingresso esclusivamente pedonale. Tale obiettivo potrà essere concretamente conseguito tramite la sottoscrizione di accordi bonari con interlocutori pubblici e/o privati, finalizzati alla tutela, mantenimento e miglioramento della naturalità delle formazioni erbacee, arbustive ed arboree e dell'equilibrio dei relativi mosaici, all'interno delle suddette superfici ed a lungo termine.
- Con la finalità di migliorare le conoscenze floristiche e vegetazionali di un territorio particolarmente carente di dati come quello dell'area vasta e più in generale della sub-regione Gerrei, sarà realizzato ad opera di un esperto botanico uno studio geobotanico inerente all'intera area di influenza delle opere in progetto, corrispondenti con i rilievi montuosi in agro di San Nicolò Gerrei e in minima parte Armungia, denominati *Tacu*. Questo consisterà nell'esplorazione

botanica dei territori, con sopralluoghi programmati in tutte le stagioni dell'anno e per 3 anni, a partire dal termine della fase *ante operam*, che andranno peraltro ad integrare le previste azioni di monitoraggio delle superfici nella fase di corso d'opera e *post operam*. Verrà pertanto definito ed analizzato il contingente floristico, nonché identificate e classificate tutte le comunità vegetali. I risultati saranno divulgati alla comunità scientifica attraverso pubblicazioni in riviste specializzate internazionali e/o la partecipazione a convegni dedicati alla flora ed alla vegetazione. Gli stessi saranno inoltre messi a disposizione delle comunità locali attraverso incontri informativi e divulgativi da realizzare localmente. Lo studio approfondito degli aspetti botanici dei territori direttamente e indirettamente interessati dalle opere in progetto e la loro divulgazione a più livelli, potrà costituire un valido strumento per la loro valorizzazione nell'ottica della promozione di iniziative di gestione territoriale -in collaborazione con le amministrazioni interessate e nell'ambito delle misure compensative previste dalla normativa vigente (D.M. 10/09/2010)- atte a sostenere la conservazione ed il miglioramento della qualità ambientale degli habitat. L'obiettivo potrà essere concretamente conseguito 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, delle cenosi arbustive ed arboree e dell'equilibrio dei relativi mosaici, nonché dei popolamenti delle entità di interesse conservazionistico e fitogeografico. Questo potrà positivamente associarsi al mantenimento, la salvaguardia, gestione sostenibile e valorizzazione delle pratiche tradizionali del pascolo brado bovino, che per lungo tempo e sino ai giorni nostri hanno garantito l'equilibrio tra formazioni arbustive e delle praterie perenni dei brachipodieti.

- 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. 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, con la finalità di favorire l'insediamento delle comunità erbacee native che si sviluppano a mosaico delle formazioni arbustive/arboree afferenti all'alleanza *Thero-Brachypodion ramosi* (praterie perenni a *Brachypodium retusum*).

ID	Impatto potenziale		Misura di mitigazione / compensazione prevista	
	Descrizione sintetica	Superficie interessata (m^2)	Descrizione sintetica	Superficie interessata
1	Consumo e frammentazione di formazioni vegetali della macchia, degli arbusteti e boschive delle serie sarda, termo-mesomediterranea del leccio, e sarda, termo-mesomediterranea della sughera (compresi lembi afferibili ad Habitat 9330)	37000	Individuazione aree attigue ai siti di intervento da destinare a tutela integrale ed impianto di nuclei e fasce di vegetazione autoctona di estensione minima 2:1 rispetto alla superficie consumata. Costituzione fasce di vegetazione lungo i tratti di viabilità e il perimetro delle piazzole. Cure agronomiche e monitoraggio per 3 anni dalla messa a dimora	7,4 ha
2	Consumo e frammentazione di mosaici di formazioni vegetali della macchia e degli arbusteti delle serie sarda, termo-mesomediterranea del leccio con praterie naturali a dominanza di *Brachypodium retusum*, dell'alleanza *Thero-Brachypodion ramosi*, classe *Artemisietea vulgaris* (Habitat 6220*)	26800	Individuazione aree attigue ai siti di intervento da destinare a tutela integrale ed impianto di nuclei e fasce di vegetazione autoctona di estensione minima 2:1 rispetto alla superficie consumata. Costituzione fasce di vegetazione lungo i tratti di viabilità e il perimetro delle piazzole. Cure agronomiche e monitoraggio per 3 anni dalla messa a dimora	5,3 ha
3	Consumo e frammentazione di praterie naturali a dominanza di *Brachypodium retusum*, dell'alleanza *Thero-Brachypodion ramosi*, classe *Artemisietea vulgaris* (Habitat 6220*)	9340	Individuazione aree attigue ai siti di intervento, occupate da praterie naturali, da destinare a tutela tramite gestione sostenibile del pascolo bovino brado a favore dei brachipodieti, di estensione minima 4:1 rispetto alle superfici coinvolte (comprese le praterie coinvolte nel consumo di mosaici con formazioni arbustive)	14 ha
4	Consumo e frammentazione di lembi di formazioni vegetali di pascolo arborato della serie sarda, termo-mesomediterranea della sughera, interpretabile come Dehesa (Habitat 6310)	5800	Recupero dell'habitat di Dehesa attraverso la piantumazione di individui di sughera in corrispondenza di pascoli sub-nitrofili spogli di elemento arboreo.	2 ha
5	Consumo e frammentazione di arbusteti radi con alta presenza di *Juniperus oxycedrus* subsp. *oxycedrus* a mosaico con garriga e formazioni prative ospitanti popolamenti di entità di interesse conservazionistico (*Hypericum scruglii*) e fitogeografico	19000	Adozione di misure correttive in fase di progetto esecutivo volte a minimizzare gli impatti a carico degli aspetti di maggior pregio.	-
6	Consumo e frammentazione di lembi di arbusteti termomediterranei e pre-desertici con alta presenza di *Euphorbia dendroides* (Habitat 5330 sottotipo 32.22)	1300	Misure correttive in fase di progetto esecutivo volte a minimizzare gli impatti. Individuazione di aree attigue ai siti di intervento da destinare all'impianto di fasce di vegetazione con medesima composizione floristica delle superfici consumate, di estensione minima 2:1, a coinvolgere anche le scarpate delle piazzole	2.600
7	Coinvolgimento individui arborei	-	Mantenimento individui non interferenti. Mantenimento del maggior numero possibile di individui adulti di *Quercus suber*. Mantenimento dell'individuo plurisecolare di *Olea europaea* var. *sylvestris* tracciato T05-T06. Espianto e reimpianto individui interferenti. Sostituzione eventuali individui persi in rapporto 5:1. Cure agronomiche e monitoraggio per 3 anni dalla messa a dimora	Aree perimetrali alle piazzole e superfici dagli impianti a fini compensativi
8	Coinvolgimento popolazioni entità di interesse fitogeografico *Ambrosinia bassii*, *Barlia robertiana*, *Colchicum cupanii*, *Eryngium tricuspidatum*, *Prospero obtusifolium* subsp. *intermedium*, *Stachys ocymastrum*, *Teucrium chamaedrys* subsp. *chamaedrys*, *Triglochin laxiflora*, eventuali altre Orchidaceae	-	Individuazione aree attigue ai siti di intervento, occupate da praterie naturali, da destinare a tutela tramite gestione sostenibile del pascolo bovino brado a favore dei brachipodieti, di estensione minima 4:1 rispetto alle superfici coinvolte (comprese le praterie coinvolte nel consumo di mosaici con formazioni arbustive). Soluzioni correttive nella localizzazione di parte delle opere. Individuazione delle popolazioni di *Ruscus aculeatus* e *Teucrium chamaedrys* subsp. *chamaedrys* e trasferimento all'interno di aree tutelate.	-
9	Mancata possibilità colonizzazione vegetazione nativa in fase di esercizio	50000	In fase di dismissione, opere di riqualificazione ambientale delle superfici occupate dall'impianto in esercizio, 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	50000
10	Sollevamento polveri	-	Adeguate misure per abbattimento delle polveri	La totalità delle superfici di cantiere
11	Potenziale introduzione specie vegetali alloctone	-	Monitoraggio in corso d'opera e per i primi 12 mesi di post-operam, per la verifica dell'eventuale presenza di specie alloctone accidentalmente introdotte. Eradicazione e corretto smaltimento dei popolamenti eventualmente rilevati	La totalità delle superfici di cantiere
12	Impatti potenziali complessivi	-	Studio geobotanico dell'interna area di influenza dell'impianto, e divulgazione dei dati a livello scientifico e a favore delle comunità locali. Iniziative di dialogo per l'innesco di processi di tutela e miglioramento della qualità ambientale dei territori, con il coinvolgimento delle amministrazioni interessati e/o soggetti privati	Area di influenza dell'impianto

Figura 22 – Prospetto degli impatti potenziali e relative misure di mitigazione e/o compensazione previste

11.2.2 Fauna

11.2.2.1 Premessa

Sulla base di quanto esposto in precedenza in rapporto al profilo faunistico che caratterizza il sito di intervento, nel seguito saranno individuate e valutate le possibili tipologie di impatto e suggerite le eventuali misure di mitigazione, in funzione delle specie faunistiche riscontrate e di quelle potenziali. Le valutazioni di seguito riportate hanno preso in esame le attività previste sia nella fase di cantiere sia in quella di esercizio. Lo schema seguente riporta in sintesi gli aspetti legati ai fattori d'impatto ed ai principali effetti negativi che generalmente sono presi in considerazione quando è proposta una determinata opera in un contesto ambientale.

Tra i possibili impatti negativi riferibili alla tipologia di intervento proposto si devono considerare:

TIPOLOGIA IMPATTO	EFFETTO IMPATTO
Abbattimenti (mortalità) d'individui	Le fasi di cantierizzazione e di esercizio, per modalità operative, potrebbero determinare la mortalità di individui con eventi sulle densità e distribuzione di una data specie a livello locale.
Allontanamento della fauna	Gli stimoli acustici ed ottici di vario genere determinati dalle fasi di cantiere ed esercizio potrebbero determinare l'abbandono temporaneo o permanente degli *home range* di una data specie.
Perdita di habitat riproduttivi o di alimentazione	Durante le fasi di cantiere e di esercizio l'opera può comportare una sottrazione temporanea e/o permanente che a seconda dell'estensione potrebbe essere più o meno critica sotto il profilo delle esigenze riproduttive e/o trofiche di una data specie.
Frammentazione degli habitat	L'intervento progettuale, per sue caratteristiche, potrebbe determinare un effetto di frammentazione di un dato habitat con conseguente riduzione delle funzioni ecologiche dello stesso ed una diminuzione delle specie legate a quell'habitat specifico a favore di specie più ecotonali.
Insularizzazione degli habitat	L'opera potrebbe comportare l'isolamento di un habitat limitando scambi genetici, spostamenti, dispersioni, raggiungibilità di siti di alimentazione/riproduzione.
Effetti barriera	L'opera potrebbe configurarsi come una barriera più o meno invalicabile a seconda della specie che tenta un suo attraversamento; in tal caso sarebbero impediti parzialmente o totalmente gli spostamenti (pendolarismi quotidiani, migrazioni, dispersioni) tra ambiti di uno stesso ambiente o tra habitat diversi.

Come espresso in precedenza, l'analisi di seguito riportata è focalizzata sulle specie faunistiche maggiormente interagenti con le fasi costruttive ed il funzionamento dell'impianto eolico (ossia la classe dei "mammiferi" - con particolare riferimento ai chirotteri - e quella degli "uccelli"); ciò in coerenza con quanto suggerito dal DM Settembre 2010 Allegato IV punto 4.2 che sottolinea la necessità di procedere all'analisi degli impatti sulla fauna "*sulle specie più sensibili e su quelle di pregio (in particolare sull'avifauna e sui chirotteri)*". Per ogni approfondimento in relazione agli effetti del progetto sulle ulteriori classi e specie faunistiche riconosciute nell'area di intervento si rimanda all'esame dell'allegato elaborato specialistico FORI-SNG-RA15 – Relazione faunistica.

11.2.2.2 Fase di cantiere

11.2.2.2.1 Abbattimenti/mortalità di individui

11.2.2.2.1.1 Mammiferi

Non si prevedono abbattimenti/mortalità per le specie di mammiferi riscontrate o potenzialmente presenti; le aree potrebbero essere frequentate da tutte le specie di mammiferi riportate in Tabella 10.10, tuttavia la rapida mobilità, unita ai ritmi di attività prevalentemente notturni delle stesse, consentono di ritenere che il rischio di mortalità sia nullo. I siti d'intervento progettuale nella fase di cantiere, sotto il profilo dell'utilizzo da parte delle specie di mammiferi indicate, corrispondono a habitat trofici e/o di rifugio, soprattutto nel caso delle aree con vegetazione bassa e non continua ma costituita anche da spazi aperti cosi come avviene nelle superfici a pascolo naturale, mentre quelli di rifugio e/o riproduttivi, in cui non sono sempre previste attività d'intervento, sono diffusi nelle aree rappresentate dalla macchia mediterranea cui è presente la vegetazione in forma più compatta e continua.

11.2.2.2.1.2 Uccelli

Durante la fase di cantiere non si prevedono apprezzabili abbattimenti/mortalità per le specie di uccelli riscontrate o potenzialmente presenti qualora l'avvio dei lavori non coincida con il periodo riproduttivo. Escluso quest'ultimo, ancorché le aree d'intervento possano essere frequentate da alcune delle specie di avifauna riportate nella Tabella 10.9, come osservato per i mammiferi, la rapida mobilità delle stesse consente di ritenere che il rischio di mortalità sia pressoché nullo o, in ogni caso, molto basso.

Azioni di mitigazione proposte

A seguito di quanto sopra esposto si ritiene opportuna, quale misura mitigativa, evitare l'avvio della fase di cantiere durante il periodo compreso tra il mese di aprile e la prima metà di giugno nelle superfici destinate ad ospitare le piazzole di cantiere e lungo i tracciati della rete viaria di nuova realizzazione che interesserà habitat a siepi. Tale misura mitigativa è volta a escludere del tutto le possibili cause di mortalità diretta per quelle specie che svolgono l'attività riproduttiva sia direttamente al suolo, sia per quelle che utilizzano gli elementi arbustivi lungo le siepi per la collocazione dei nidi; la misura è valida anche per evitare il disturbo e successivo abbandono dei siti riproduttivi con conseguente mortalità dei pulli.

Considerata inoltre la presenza di un sito riproduttivo di *aquila reale,* si suggerisce di estendere il periodo in cui non è consigliabile l'avvio delle attività di cantiere, con particolare riferimento agli interventi che comportano le maggiori emissioni acustiche e stimoli ottici, dal mese di marzo al mese di luglio; tale misura è specifica per gli interventi necessari al raggiungimento e allestimento delle

piazzole T1, T2, T6, T7 e T8.

L'efficienza della misura mitigativa proposta è da ritenersi "**alta**".

11.2.2.3 Allontanamento delle specie

11.2.2.3.1.1 Mammiferi

Le aree occupate dalle fasi di cantiere interessano superfici a potenziale idoneità per tutte le specie riportate in Tabella 10.10; le azioni previste nella fase di cantiere potranno causare certamente l'allontanamento d'individui soprattutto per quanto riguarda la *lepre sarda,* la *martora,* la *volpe* e la *donnola,* che durante le ore diurne trovano rifugio negli ambienti della macchia mediterranea. Tale impatto si ritiene comunque momentaneo e reversibile a seguito della temporaneità degli interventi. Anche in questo caso va rilevato, inoltre, come si tratti di specie che dimostrano tolleranza alla presenza dell'uomo, come spesso testimonia la loro diffusione soprattutto in ambiti agricoli e/o pastorali cui tali specie, così come le restanti riportate in Tabella 10.10, sono spesso associate.

A seguito di quanto sopra esposto non si ritiene necessario indicare delle misure mitigative.

11.2.2.3.1.2 Uccelli

Le aree occupate dal processo costruttivo interessano superfici a potenziale idoneità per alcune delle specie riportate in Tabella 10.9. Conseguentemente le azioni previste nella fase di cantiere potrebbero causare l'allontanamento di specie avifaunistiche presenti negli habitat in precedenza descritti. Anche in questo caso, tale potenziale impatto si ritiene comunque momentaneo e reversibile a seguito della temporaneità ridotta degli interventi e dell'estensione delle superfici interessate; alcune delle specie indicate, inoltre, mostrano una discreta tolleranza alla presenza dell'uomo, attestata dalla loro diffusione soprattutto in ambiti agricoli e/o pastorali a cui tali specie sono spesso associate.

Azioni di mitigazione proposte

Come già indicato nel precedente paragrafo, si suggerisce una calendarizzazione degli interventi che preveda l'avvio della fase di cantiere al di fuori del periodo compresa tra il mese di aprile fino alla prima metà giugno; tale misura è finalizzata ad escludere la possibilità che si verifichi un allontanamento delle specie (pertanto un disturbo diretto) durante il periodo di maggiore attività riproduttiva dell'avifauna soprattutto per quegli ambiti d'intervento coincidenti con i pascoli e in prossimità delle siepi. Si puntualizza pertanto che è da evitare l'avvio di attività, nel periodo di cui sopra, ritenute a maggiore emissione acustica e coinvolgimento di attrezzature e personale come, ad esempio, la fase di realizzazione delle fondazioni, la predisposizione delle piazzole di servizio, gli scavi per la realizzazione del tracciato interrato del cavidotto e le prime fasi di adeguamento della rete viaria di servizio. Come già specificato nel precedente paragrafo, il periodo di cui sopra si intende esteso da marzo a luglio per gli interventi necessari al raggiungimento e allestimento delle piazzole wtg T1, T2, T6, T7 e T8.

L'efficienza delle misure mitigative proposte è da ritenersi alta.

11.2.2.4 Perdita di habitat riproduttivo o di foraggiamento

11.2.2.4.1.1 Mammiferi

Le superfici interessate dagli interventi in fase di cantiere interessano habitat riproduttivi e d'interesse trofico per le specie di mammiferi indicate in Tabella 10.10.

Si evidenzia, anche in questo caso, come il totale complessivo delle superfici sottratte temporaneamente, rappresenti una percentuale non significativa rispetto alla disponibilità di habitat idoneo rilevato all'interno dell'area di indagine faunistica; la temporaneità degli interventi previsti nella fase di cantiere e l'entità delle superfici oggetto di intervento, in definitiva, non prefigurano criticità in termini di perdita dell'habitat per specie che godono di uno stato di conservazione ritenuto favorevole sia a livello nazionale che europeo. Ciò ad eccezione della *lepre sarda* che, a livello regionale, è una specie, che pur essendo d'interesse venatorio, negli ultimi anni ha mostrato una discontinuità in termini di diffusione e di successo riproduttivo cosi come anche il *coniglio selvatico*; tuttavia anche in questo caso, in relazione alle dimensioni delle superfici sottratte provvisoriamente, non si ritiene che la perdita di habitat possa determinare criticità conservazionistiche significative nei confronti della popolazione al livello locale.

A seguito di quanto sopra esposto non si ritiene necessario indicare delle misure mitigative.

11.2.2.4.1.2 Uccelli

Le superfici d'intervento interessano habitat riproduttivi e/o di foraggiamento per specie quali, ad esempio, la *pernice sarda,* il *saltimpalo,* l'*aquila reale,* la *poiana,* la *tottavilla,* il *cardellino,* il *gheppio,* la *civetta,* il *fanello,* lo *strillozzo* e lo *zigolo nero*. Anche in questo caso corre l'obbligo evidenziare, peraltro, come il totale delle superfici sottratte temporaneamente (circa 5.5 ettari) rappresentino una percentuale non significativa rispetto alla disponibilità di habitat idoneo rilevato all'interno dell'area di indagine faunistica. In definitiva, la temporaneità degli interventi previsti nella fase di cantiere e l'entità delle superfici oggetto d'intervento, non sono tali da prefigurare criticità sotto il profilo conservazionistico delle popolazioni locali dell'avifauna indicata. A ciò si aggiunga che tra le specie riportate in Tabella 10.9 la quasi totalità godono di uno stato di conservazione ritenuto non minacciato sia a livello nazionale che europeo.

A seguito di quanto sopra esposto non si ritiene necessario indicare delle misure mitigative.

11.2.2.4.2 Frammentazione di habitat

11.2.2.4.2.1 Mammiferi

In relazione alla specie in esame, si ritiene che non possano verificarsi fenomeni di frammentazione dell'habitat; ciò in ragione del fatto che si tratterà d'interventi estremamente circoscritti e inseriti in ambiti di tipo a prati-pascolo e foraggere particolarmente diffusi nell'area d'indagine faunistica.

A seguito di quanto sopra esposto non si ritiene necessario indicare delle misure mitigative.

11.2.2.4.2.2 Uccelli

Valgono le medesime considerazioni espresse ai paragrafi precedenti.

11.2.2.4.3 Insularizzazione dell'habitat

11.2.2.4.3.1 Mammiferi

Alla luce delle caratteristiche degli interventi previsti, si ritiene che non possano verificarsi fenomeni d'insularizzazione dell'habitat poiché si tratterà d'interventi circoscritti e di ridotte dimensioni in termini di superficie tali da non generare l'isolamento di ambienti idonei agli anfibi.

A seguito di quanto sopra esposto non si ritiene necessario indicare delle misure mitigative.

11.2.2.4.3.2 Uccelli

Valgono le medesime considerazioni espresse al punto precedente.

11.2.2.4.4 Effetto barriera

11.2.2.4.4.1 Mammiferi

Non si evidenziano, tra le attività previste nella fase di cantiere, interventi o modalità operative che

possano determinare l'instaurarsi di un effetto barriera; le uniche azioni che possono potenzialmente manifestare questo impatto si riferiscono alle fasi di all'adeguamento delle strade esistenti, alla realizzazione dei nuovi tracciati stradali e dei cavidotti. Tuttavia, si prevede una tempistica dei lavori ridotta e un pronto ripristino degli scavi che potenzialmente potrebbero generare un lieve effetto barriera, seppur decisamente momentaneo, sulle specie. Le nuove strade di servizio alle torri eoliche, inoltre, saranno esclusivamente oggetto di traffico da parte dei mezzi di cantiere, mentre nei tracciati oggetto di adeguamento, già di per se caratterizzati da un traffico locale molto basso perché limitato ai proprietari delle aziende, si aggiungerà quello determinato dai mezzi di cantiere che determinerà un incremento modesto e comunque reversibile al termine della fase di cantiere.

Per gli altri interventi (piazzole, elettrodotti), si ritiene che, per tipologia costruttiva, gli stessi non possano originare effetti barriera. La realizzazione del cavidotto, in particolare, oltre ad essere temporanea, è prevista lungo le pertinenze di strade attualmente esistenti, o di quelle di nuova realizzazione che, già di per se, non determineranno un potenziale effetto barriera critico in quanto caratterizzate tra un traffico veicolare scarso.

A seguito di quanto sopra esposto non si ritiene necessario indicare misure mitigative.

11.2.2.4.4.2 Uccelli

Non si ravvisano, fra le attività previste nella fase di cantiere, interventi o modalità operative che possano favorire l'effetto barriera nei confronti delle specie avifaunistiche indicate.

A seguito di quanto sopra esposto non si ritiene necessario indicare delle misure mitigative.

11.2.2.4.5 Criticità per presenza di aree protette

11.2.2.4.5.1 Mammiferi

In rapporto all'attuale normativa vigente, di carattere europeo, nazionale e regionale, gli interventi previsti nella fase di cantiere non saranno condotti all'interno di aree d'importanza conservazionistica per la classe in esame, né in contesti prossimi alle stesse, tali da lasciar presagire significativi effetti diretti o indiretti sulle aree oggetto di tutela.

A seguito di quanto sopra esposto non si ritiene necessario indicare delle misure mitigative.

11.2.2.4.5.2 Uccelli

In rapporto all'attuale normativa vigente, di carattere europeo, nazionale e regionale, gli interventi

previsti nella fase di cantiere non saranno condotti all'interno di aree d'importanza conservazionistica per gli uccelli; al contrario si rileva l'adiacenza, rispetto al settore sud dell'area dell'impianto, della ZPS *Monte dei Sette Fratelli.*

11.2.2.4.6 Inquinamento luminoso

L'impiego di fonti luminose artificiali determina una certa mortalità sulla componente invertebrata, quali gli insetti notturni, in conseguenza della temperatura superficiale che raggiungono le lampade impiegate per l'illuminazione, o per l'attrazione che la presenza abbondante di insetti esercita su predatori notturni come i chirotteri; alcune di questi ultimi inoltre risultano essere sensibili alla presenza di luce artificiale o al contrario risultare particolarmente visibili a predatori notturni.

Azioni di mitigazione proposte

A seguito di quanto sopra esposto, qualora fosse previsto l'impiego di sorgenti luminose artificiali in aree di cantiere, si potranno valutare le seguenti misure mitigative:

- Impiego della luce artificiale solo dove strettamente necessaria;
- Ridurre al minimo la durata e l'intensità luminosa;
- Utilizzare lampade schermate chiuse;
- Impedire fughe di luce oltre l'orizzontale;
- Impiegare lampade con temperatura superficiale inferiore ai 60° (LED);
- Limitazione del cono di luce all'oggetto da illuminare, di preferenza illuminazione dall'alto

L'efficienza delle misure mitigative proposte è da ritenersi media-alta.

11.2.2.5 Fase di esercizio

11.2.2.5.1 Abbattimenti/mortalità di individui

11.2.2.5.1.1 Mammiferi

Sulla base di una prima disamina delle caratteristiche ambientali dell'area interessata dall'intervento progettuale, unita ai risultati conseguiti a seguito di monitoraggio riguardanti la chirotterofauna condotti in aree limitrofe e nell'area vasta al sito d'intervento, è possibile indicare la presenza delle

specie riportate nell'elenco della Tabella 11.1, per ognuna delle quali è indicata la sensibilità alla presenza degli impianti eolici in relazione ai principali effetti negativi che possono causare tali opere.

Maggiori dettagli circa la distribuzione di siti rifugio e/o svernamento e riguardo la composizione qualitativa delle specie di chirotteri presenti nell'ambito in esame, potranno essere noti a conclusione della campagna di rilevamenti che è stata avviata a partire da dicembre 2022.

Tabella 11.1: Specie di chirotterofauna la cui presenza è stata finora accertata nell'area interessata dall'intervento

Specie	Valore conservazionistico	Possibile disturbo da emissione di ultrasuoni	Rischio di perdita habitat di foraggiamento	Rischio di collisione
Pipipistrellus kuhlii	1	?	?	3
Pipistrellus pipistrellus	1	?	?	3
Hypsugo savii	1	2	1	3
Tadarida teniotis	1	X	?	3

Il punteggio del valore conservazionistico discende dallo stato di conservazione in cui attualmente la specie risulta classificata secondo le categorie IUCN in Italia. Pertanto, uno stato di conservazione sicuro è valutato come 1, mentre quasi minacciato con valore 2 e infine a una specie minacciata si attribuisce il valore 3. Nel caso in esame tutte e quattro le specie rientrano nella macro-categorie delle specie non minacciate, in particolare tutte sono a minor preoccupazione. I valori di "sensibilità specifica", assegnati per ogni specie nella colonna denominata "rischio di collisione", sono compresi tra 1 (impatto non accertato) e 3 (impatto accertato). L'assegnazione del punteggio si basa sui risultati finora conseguiti a seguito di studi e monitoraggi condotti nell'ambito di diversi parchi eolici presenti in Europa (EU Guidance on wind energy development in accordance with the EU nature legislation, *European Commission, October 2010).* Per ciò che riguarda il rischio di collisione è assegnato un valore 1 qualora per la specie non fossero noti casi di mortalità da collisione accertati; il valore 2 è assegnato per quei generi che hanno mostrato alcune specie soggette a collisione mentre di altre non si è avuto ancora riscontro; infine, il valore 3 è stato assegnato per tutte specie per le quali l'impatto da collisione è stato finora appurato. Come riportato in Tabella 11.1 per tutte le specie di chirotteri considerate è stato accertato, da studi pregressi, che queste possono essere soggette ad impatto da collisione con valori differenti in termini di abbattimenti rilevati che variano da specie a specie e da area geografica; al contrario non si hanno ancora riscontri per tre specie in merito al rischio di perdita di habitat di foraggiamento a seguito della presenza di impianti eolici, che si presume debba comunque essere in relazione all'estensione dell'impianto ed anche alle tipologie degli habitat in cui è inserita l'opera. Per una sola specie (*Hypsugo savii*) tale impatto è ritenuto generalmente basso/sostenibile.

Si evidenzia inoltre che, secondo una delle ultime pubblicazioni riguardanti la vulnerabilità degli

uccelli e dei pipistrelli rispetto alla presenza d'impianti eolici (*Thaxter CB et al. 2017 Bird and bat species' global vulnerability to collision mortality at wind farms revealed through a trait-based assessment. Proc. R. Soc. B*), che le due famiglie (Molossidi, Vespertilionidi) a cui appartengono le 4 specie di cui sopra, nell'ambito delle previsioni di collisioni teoriche media/anno/wtg, rientrano una nella fascia alta, i Molossidi, e la restante nella fascia media (Figura 11.4).

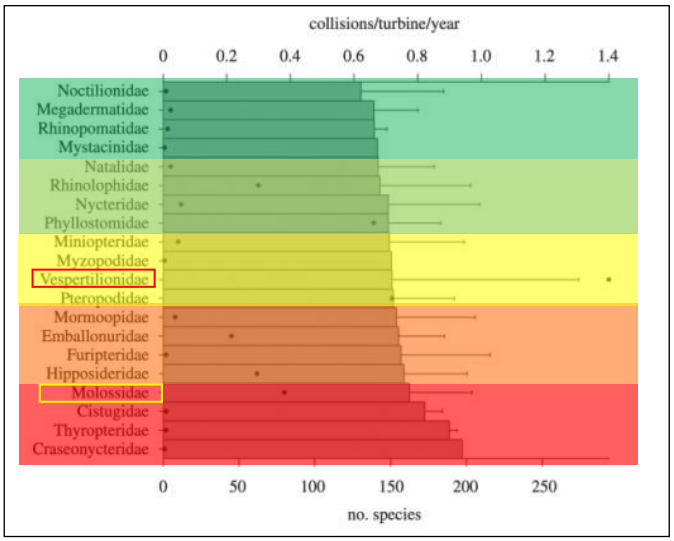


Figura 11.4: Previsioni di collisioni medie per turbina/anno (il n. di specie per ordine è indicato dai punti neri).

Si sottolinea che i risultati dello studio riassunti in Figura 11.4 evidenziano quali siano le famiglie che contengono il più alto valore medio teorico di abbattimenti all'anno per aerogeneratore ed il numero di specie di cui è composta una data famiglia; vi sono famiglie rappresentate da poche specie ma alcune di queste sono particolarmente soggette ad impatto da collisione (Molossidae), al contrario famiglie con molte specie ma con valori medio o bassi teorici di mortalità.

Sulla base dei riscontri registrati durante i monitoraggi post-operam in diversi impianti eolici in tutta Europa tra il 2003 e il 2017, nella Tabella 11.2, sono riportate le percentuali delle specie (o dei generi nel caso in cui non sia stata possibile l'identificazione fino a livello della specie) più rappresentative in termini di vittime su un totale di 9.354 decessi registrati nel periodo di cui sopra. (n.b. le percentuali escludono gli esemplari che non sono stati identificati).

Tabella 11.2: Percentuale di vittime registrate tra i pipistrelli presso gli impianti eolici europei, per singola specie

Specie	Percentuale di vittime degli impianti eolici in tutta Europa
Pipistrellus	24%
Pipistrellus nathusii	17%
Nyctalus noctula	16%
Nyctalus leisleri	8%
Pipistrellus spp.	7%
Pipistrellus pipistrellus/pygmaeus	5%
Pipistrellus kuhlii	5%
Pipistrellus pygmaeus	5%
Hypsugo savi	4%

In relazione alle specie potenzialmente presenti nell'area d'indagine si evidenzia per le stesse una bassa percentuale di mortalità finora rilevata, benché si sottolinei che in generale l'entità dei decessi siano sottostimati per diversi fattori; tuttavia, le categorie conservazionistiche delle specie più a rischio di impatto da collisione non rientrano tra quelle ritenute minacciate.

In particolare, tutte e quattro le specie, per modalità di volo, sono da ritenersi moderatamente sensibili all'impatto da collisione; quest'ultimo è maggiormente favorito se in prossimità degli aerogeneratori sono presenti alberature e siepi, ambiti di foraggiamento particolarmente selezionati dalle specie di cui sopra, e luci artificiali (lampioni o altri sistemi di illuminazione).

Oltre alle modalità di volo e ad altri fattori attrattivi che caratterizzano ogni specie, è determinante anche la consistenza nel numero di aerogeneratori; nella Tabella 11.3 è riportato il criterio per classificare la taglia dimensionale di un impianto eolico sulla base del numero di aerogeneratori e potenza complessiva. Tale classificazione è fondamentale per stimare il potenziale impatto che potrebbe derivare a carico dei pipistrelli evidenziato nella successiva Tabella 11.4; nella Tabella 11.5 sono invece indicati i criteri per stabilire la sensibilità delle aree oggetto d'intervento in relazione alla presenza e/o esigenze ecologiche dei pipistrelli.

Tabella 11.3: Valutazione della taglia dimensionale di un impianto eolico

	NUMERO DI AEROGENERATORI					
		1-9	10-25	26-50	51-75	>75
POTENZA	< 10MW	Piccolo	Medio			
	10-50 MW	Medio	Medio	Grande		
	50-75 MW		Grande	Grande	Grande	
	75-100 MW		Grande	Molto grande	Molto grande	
	>100 MW		Molto grande	Molto grande	Molto grande	Molto grande

L'impianto eolico proposto in progetto (72.6 MW), secondo i criteri riportati nella tabella di cui sopra, rientra nella categoria d'impianto di grandi dimensioni; quest'ultimo aspetto, unito alle caratteristiche

di sensibilità specifica, fa supporre un impatto potenziale di tipo alto.

Tabella 11.4: Impatto potenziale di un impianto eolico in aree a diversa sensibilità.

		TAGLIA DIMENSIONALE IMPIANTO			
SENSIBILITA'		Molto grande	Grande	Medio	Piccolo
	Alta	Molto alto	Alto	Medio	Medio
	Media	Alto	Medio	Medio	Basso
	Bassa	Medio	Medio	Basso	Basso

Tabella 11.5: Criteri per stabilire la sensibilità delle aree di potenziale impatto degli impianti eolici

SENSIBILITA' POTENZIALE	CRITERIO DI VALUTAZIONE
Alta	- L'impianto divide due zone umide; - L'impianto si trova a meno di 5 km da colonie e/o aree con presenza di specie minacciate; - L'impianto si trova a meno di 10 km da zone protette;
Media	- L'impianto si trova in aree d'importanza regionale o locale per i pipistrelli
Bassa	- L'impianto si trova in aree che non presentano nessuna delle caratteristiche di cui sopra.

Tuttavia, nel caso specifico, oltre alla bassa velocità di rotazione dei moderni impianti eolici, è opportuno considerare che la valutazione del potenziale impatto nel caso in esame è certamente influenzata dal criterio di sensibilità derivante dalla presenza di aree protette entro un raggio di 10 km, non necessariamente caratterizzate, però, dalla presenza di specie di chirotteri d'importanza conservazionistica elevata (es. presenza di una ZPS entro i 10 km dall'area d'intervento progettuale proposta principalmente per la presenza di specie di avifauna).

In relazione allo stato di conservazione delle 4 specie sinora attribuibili all'area oggetto d'intervento progettuale, alle percentuali di abbattimento specifiche finora riscontrate (Tabella 11.2), e alle considerazioni finali sopra esposte, si ritiene che l'impatto possa essere, in questa fase, ragionevolmente considerato sostenibile sulla componente in esame.

Per tutte le altre specie di mammiferi riportate in Tabella 10.10, in relazione alle modalità operative dell'opera, non si prevedono casi di abbattimenti/mortalità significativi; la produzione di energia da fonte eolica rinnovabile non comporta nessuna interazione diretta con la classe dei mammiferi appartenenti agli ordini dei carnivori, insettivori e lagomorfi. L'utilizzo delle strade di servizio previste in progetto è limitato alle sole attività di controllo ordinarie; pertanto, il traffico di automezzi può ritenersi trascurabile e tale da non determinare mortalità a danno delle specie di mammiferi conseguenti l'attraversamento del piano stradale. In merito a quest'ultimo aspetto corre l'obbligo evidenziare che diversi tratti stradali saranno realizzati ex-novo in coincidenza di habitat a pascolo naturale e macchia mediterranea, pertanto in questi ambiti potrebbero verificarsi maggiormente

attraversamenti stradali da parte d'individui delle specie di mammiferi citate; peraltro va anche considerato che il passaggio degli automezzi per la manutenzione ordinaria e straordinaria degli aerogeneratori e limitata alle sole ore diurne, ovvero quando l'attività dei mammiferi riportati in Tabella 10.10 è, al contrario, concentrata maggiormente nelle ore crepuscolari e/o notturne il che diminuisce considerevolmente le probabilità di mortalità di mammiferi causata da incidenti stradali. Tuttavia è possibile che la rete viaria di nuova realizzazione e quella in adeguamento possa essere utilizzata anche da altre utenze quali proprietari terrieri, proprietari di aziende, allevatori ecc; le condizioni di agevole percorribilità delle strade in progetto, anche a seguito delle future e previste manutenzioni ordinarie, potrebbero favorire valori di velocità maggiori rispetto a quelli a oggi, ma considerata l'entità di utilizzo da parte degli utenti di cui sopra, non si ravvisano incrementi significativi in termini di probabilità di collisione tra i veicoli e alcune delle specie di mammiferi indicate.

Azioni di mitigazione proposte

A seguito di quanto sopra esposto si ritiene che possano essere adottate eventuali azioni mitigative mirate alle sole specie appartenenti all'ordine dei chirotteri in relazione ai risultati riguardanti la composizione qualitativa che si otterranno dal monitoraggio ante-operam e dagli accertamenti periodici da condurre nelle fasi di esercizio dell'impianto (p.e. l'eventuale impiego di dissuasori acustici a ultrasuoni).

A oggi le azioni preventive immediate per ridurre il rischio di collisione con i chirotteri, che sono state di fatto adottate nell'ambito della progettazione dell'impianto eolico in oggetto, sono il contenimento del numero di aerogeneratori (riduzione "effetto selva"), l'istallazione dei wtg in aree non particolarmente idonee a specie di elevato valore conservazionistico (presenza di siti coloniali per rifugio/svernamento), riduzione "dell'effetto barriera" evitando di adottare distanze minime tra un aerogeneratore e l'altro in maniera tale da impedire la libera circolazione aerea dei chirotteri su vaste aree, ed infine la velocità di rotazione delle pale ad oggi ridotta conseguente il modello di aerogeneratore adottato rispetto alle apparecchiature adottate negli anni precedenti.

In merito alla rete viaria di servizio, qualora questa sia a esclusivo utilizzo del personale addetto alla gestione ordinaria dell'impianto eolico, non si ritiene possa determinare dei valori di mortalità da incidenti stradali critici sulla componente faunistica in esame; al contrario se la rete viaria è destinata anche ad utilizzi diversi, si consiglia di adottare delle indicazioni di limiti di velocità e dissuasori da istallare nel piano stradale finalizzati a ridurre il rischio di incidenti stradali con la fauna selvatica.

11.2.2.5.1.2 Uccelli

Nella Tabella 11.7, ad ognuna delle specie individuate nell'ambito dell'area d'indagine, è stato attribuito un punteggio di sensibilità al rischio di collisione (certo o potenziale), definite in base ai

riscontri finora ottenuti da diversi studi condotti nell'ambito di diversi parchi eolici in esercizio presenti in Europa (*Wind energy developments and Nature 2000, 2010.* Atienza, J.C., I. Martín Fierro, O. Infante, J. Valls y J. Domínguez. 2011. *Directrices para la evaluación del impacto de losparques eólicos en aves y murciélagos (versión 3.0)*. SEO/BirdLife, Madrid. *Documento di orientamento sugli impianti eolici e sulla normativa dell'UE in materia,* Commissione europea, 2020)

Il valore del punteggio di sensibilità specifico è frutto della somma di punteggi conseguiti in relazione agli aspetti morfologici, comportamentali e legati alle dinamiche delle popolazioni che aumentano la loro sensibilità e incidono sul loro stato di conservazione. In particolare:

- Punteggio per morfologia/comportamento/dinamiche delle popolazioni (1 = sensibilità bassa, 2 = sensibilità media, 3 = sensibilità elevata, 4 = sensibilità molto elevata);
- Punteggio per stato di conservazione (0 = basso (LC), 1 = medio (NT), 2 = elevato (VU), 3 = molto elevato (EN/CR)) Le categorie di riferimento assegnate ad ogni specie derivano dalla lista rossa nazionale.

I punteggi relativi allo stato di conservazione sono raddoppiati prima di aggiungere il punteggio per morfologia/comportamento/dinamiche delle popolazioni.

In merito agli aspetti morfologici alcune specie mostrano una maggiore sensibilità al rischio di collisione in ragione della loro morfologia come ad esempio il carico alare che deriva dal rapporto tra superficie alare e il peso del corpo (es. grandi veleggiatori che sfruttano le correnti termiche ascensionali), o anche la struttura degli occhi che può riflettersi nel tipo campo visivo funzionale ad esempio per la ricerca di cibo ma meno adatto all'individuazione di ostacoli in una certa posizione.

Anche il comportamento in volo determina un maggiore o minore rischio di collisione, ad esempio specie migratici che convergono lungo rotte o punti geografici ben precisi nell'ambito dei quali si creano delle concentrazioni tali da favorire le probabilità di impatto da collisione, oppure specie che per modalità di ricerca trofica o controllo del territorio, tendono a volare spesso a quote coincidenti con gli spazi aerei occupati dagli aerogeneratori.

Riguardo alla dinamica delle popolazioni sono state verificate le tendenze a livello regionale delle sole specie nidificanti attribuendo il valore 1 per specie la cui popolazione e/o areale ha evidenziato un sostanziale incremento/espansione, il valore 2 nei casi di popolazioni stabili, 3 per il trend incerto ed in fine il valore 4 per specie che hanno evidenziato una tendenza alla diminuzione degli individui o alla contrazione dell'areale.

In relazione al punteggio complessivo ottenuto, si verifica la classe di sensibilità a cui appartiene una data specie secondo le quattro classi di seguito esposte:

- Sensibilità bassa (**3-5**);
- Sensibilità media (**6-8**);
- Sensibilità elevata (**9-14**);
- Sensibilità molto elevata (**15-20**).

Circa il 14.0% delle specie riportate nella Tabella 11.7 rientrano nella classe a elevata sensibilità in quanto sono considerate potenzialmente sensibili ad impatto da collisione a seguito di riscontri oggettivi effettuati sul campo e riportati in bibliografia; per altre specie, circa il 28.0%, la classe di appartenenza è quella a media sensibilità. Il 43,0% sono ritenute a bassa sensibilità in quanto non sono stati ancora riscontrati casi di abbattimento o i valori nono sono significativi; a sette specie non è stato assegnato un punteggio complessivo in quanto alle stesse non è stata assegnata una categoria conservazionistica o non sono nidificanti in Sardegna; tuttavia, per modalità e quote di volo durante i periodi di nidificazione/svernamento, si ritiene che le probabilità di collisioni siano molto contenute e tali da non raggiungere livelli di criticità anche in relazione a quanto di seguito argomentato.

Riguardo alle 7 specie rientranti nella classe a sensibilità elevata, è necessario sottolineare che in alcuni casi il punteggio complessivo è condizionato maggiormente dai valori della dinamica delle popolazioni e dallo stato di conservazione, più che da modalità comportamentali e/o volo che potrebbero esporle a rischio di collisione con gli aerogeneratori; specie quali la *passera sarda* e il *saltimpalo* è poco probabile che frequentino gli spazi aerei compresi tra i 30 ed i 200 metri dal suolo. Per queste specie, pertanto, indipendentemente dal punteggio di sensibilità acquisito, si ritiene che il rischio di collisione sia comunque molto basso è tale da compromettere lo stato di conservazione delle popolazioni diffuse nel territorio in esame.

È necessario inoltre aggiungere che, oltre alle specie riportate in Tabella 11.7, nell'area geografica del Gerrei è stata avviata, a partire dal 2022 e fino al 2027, un'iniziativa Comunitaria tramite un Progetto Life denominato *"Safe For Vultures"* finalizzata alla reintroduzione dell'avvoltoio grifone (*Gyps fulvus*); la voliera di ambientamento che ospiterà gli individui da reintrodurre e un primo carnaio, sono localizzati in territorio di Villasalto a circa 8.5 km dall'aerogeneratore più vicino. Come ampiamente evidenziato in bibliografia scientifica, la specie è particolarmente vulnerabile all'impatto da collisione per ragioni legate alla morfologia e alle modalità di volo.

In relazione a quanto sinora esposto, è evidente che non è possibile escludere totalmente il rischio da collisione per una determinata specie in quanto la mortalità e la frequenza della stessa sono valori che dipendono anche dall'ubicazione geografica del parco e dalle caratteristiche geometriche di quest'ultimo (numero di aerogeneratori e disposizione).

In sostanza, il potenziale impatto da collisione determinato da un parco eolico è causato non solo dalla presenza di specie con caratteristiche e abitudini di volo e capacità visive che li espongono

all'urto con le pale, ma anche dall'estensione del parco stesso. In base a quest'ultimo aspetto, peraltro, il parco eolico oggetto del presente studio, può considerarsi un'opera che comporterebbe un impatto alto in relazione al rischio di collisione per l'avifauna secondo i criteri adottati dal Ministero dell'ambiente spagnolo e riportati nella Tabella 11.6; di fatto l'opera proposta in termini di numero di aerogeneratori rientra nella categoria di impianti di medie dimensioni, tuttavia le caratteristiche di potenza per aerogeneratore, pari a circa 6 MW, comportano una potenza complessiva pari a circa 72 MW grazie all'impiego di wtg di maggiori dimensioni; queste ultime determinano una maggiore intercettazione dello spazio aereo ma al contempo va sottolineato che le velocità di rotazione sono decisamente inferiori rispetto agli aerogeneratori impiegati in passato.

Tabella 11.6 Tipologie di parchi eolici in relazione alla potenzialità di impatto da collisione sull'avifauna (Directrices para la evaluación del impacto de los parques eólicos en aves y murciélagos, 2012)

P [MW]	Numero di aerogeneratori				
	1-9	10-25	26-50	51-75	>75
< 10	Impatto basso	Impatto medio			
10-50	Impatto medio	Impatto medio	Impatto alto		
50-75		Impatto alto	Impatto alto	Impatto alto	
75-100		Impatto alto	Impatto molto alto	Impatto molto alto	
> 100		Impatto molto alto	Impatto molto alto	Impatto molto alto	Impatto molto alto

In merito a questi aspetti, gli ultimi studi riguardanti la previsione di tassi di mortalità annuali per singolo aerogeneratore, indicano un aumento dei tassi di collisione a un corrispondente impiego di turbine più grandi; tuttavia, un numero maggiore di turbine di dimensioni più piccole ha determinato tassi di mortalità più elevati. Va peraltro aggiunto che il tasso di mortalità tende invece a diminuire all'aumentare della potenza dei WTG fino a 2,5 MW (sono stati adottati valori soglia compresi tra 0.01 MW e 2,5 MW per verificare la tendenza dei tassi di mortalità, Figura 11.5).

I risultati dello stesso studio (*Bird and bat species global vulnerability to collision mortality at wind farms revealed through a trait-based assessment, 2017*) indicano inoltre che i gruppi di specie con il più alto tasso di collisione sono rappresentati, in ordine decrescente, dagli accipitriformi, bucerotiformi e caradriformi (Figura 11.6); nel caso dell'area in esame si rileva la presenza dell'ordine degli accipitriformi, che comprende anche la famiglia dei falconidae, rappresentato dalla *poiana,* dal *nibbio reale,* dal *falco di palude* e dal *gheppio,* dall'ordine dei caradriformi i cui rappresentati sono il *gabbiano reale* e l'*occhione* (quest'ultima specie non particolarmente sensibile all'impatto da collisione). Per quanto riguarda i bucerotiformi, rappresentato in Sardegna da una sola specie, l'*upupa*, tale ordine rientra in quelli soggetti più a rischio in quanto contempla altre specie che per modalità di volo sono soggetti maggiormente al rischio di collisione elevato che, al contrario, si esclude per la specie di cui sopra.

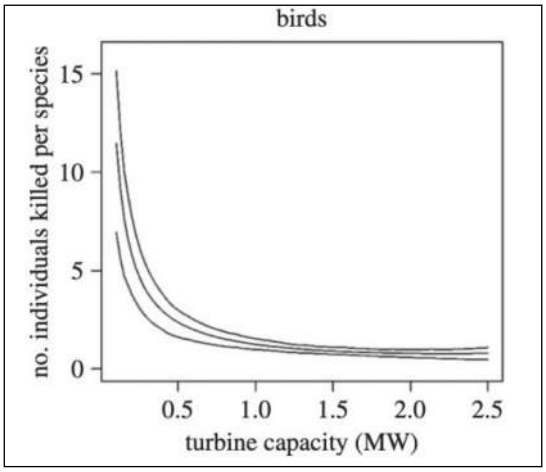


Figura 11.5: Tasso medio di mortalità totale per specie in un ipotetico parco da 10MW

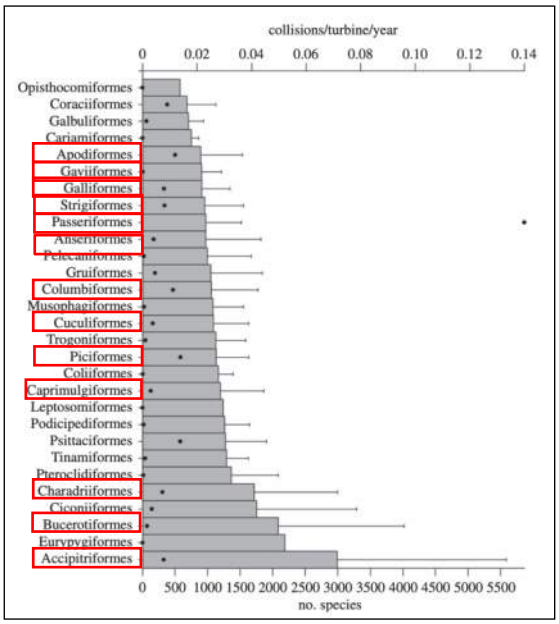


Figura 11.6: Previsioni di collisioni medie per turbina/anno (il n. di specie per ordine è indicato dai punti neri)

(in rosso gli ordini delle specie riportate in Tabella 10.9) .

Sotto il profilo della connettività ecologico-funzionale, inoltre, non si evidenziano interruzioni o rischi di ingenerare discontinuità significative a danno della fauna selvatica (in particolare avifauna), esposta a potenziale rischio di collisione in fase di esercizio. Ciò in ragione delle seguenti considerazioni:

- Le caratteristiche ambientali dei siti in cui sono previsti gli aerogeneratori e delle superfici dell'area vasta circostante sono sostanzialmente omogenee e caratterizzate da estese

tipologie ambientali (si veda la carta uso del suolo e carta unità ecosistemiche); tale evidenza esclude pertanto che gli spostamenti in volo delle specie di avifauna e chirotterofauna si svolgano, sia in periodo migratorio che durante pendolarismi locali, lungo ristretti corridoi ecologici la cui continuità possa venire interrotta dalle opere in progetto;

- Le considerazioni di cui sopra sono sostanzialmente confermate dalle informazioni circa la valenza ecologica dell'area vasta, deducibile dagli indici della Carta della Natura della Sardegna, nell'ambito della quale non sono evidenziate connessioni ristrette ad alta valenza naturalistica intercettate dalle opere proposte;

Azioni di mitigazione proposte

Sulla base delle specie maggiormente esposte a impatto da collisione attualmente verificate quali l'*aquila reale,* il *falco di palude,* la *poiana,* il *gheppio* e l'imminente rilascio d'individui di *avvoltoio grifone*, è necessario evidenziare i seguenti aspetti:

- L'*aquila reale* è presente nel sito in esame con una coppia nidificante; la specie è sensibile all'impatto da collisione; inoltre, il sito di nidificazione è ubicato a 300 metri dall'aerogeneratore più vicino; tale circostanza non è in linea con le distanze suggerite in bibliografia per gli impianti eolici rispetto a siti di nidificazione (*Recommendations for distances of wind turbines to important areasfor birds as well as breeding sites of selected bird species. Ber. Vogelschutz 51: 15–42, 2015*). Nel caso della specie in esame, la distanza minima di sicurezza indicata sarebbe pari 3.0 km;
- L'altopiano in cui è proposta la realizzazione dell'impianto di fatto costituisce un habitat trofico per tutte le specie sopra menzionate;
- Nell'ambito del progetto Life di reintroduzione dell'*avvoltoio grifone,* è prevista la localizzazione nel territorio del Gerrei di un certo numero di carnai aziendali, questo comporta l'aggregazione di numerosi soggetti che per raggiungere tali siti di alimentazione inevitabilmente potrebbero interagire alle quote di operatività degli aerogeneratori.

Alla luce di quanto sopra esposto, se le risultanze del monitoraggio post operam dovessero evidenziare la necessità di adottare mirate misure mitigative, la Proponente si rende disponibile a implementare le seguenti azioni:

- Impiego di un sistema automatico di telecamere dotato di software di riconoscimento specifico delle specie target soggette a elevato rischio di collisione, che prevede il rallentamento e blocco momentaneo degli aerogeneratori;
- Attivazione di una interlocuzione costruttiva con il capo fila del progetto Life *Safe For Vultures* affinché possano essere verificate preliminarmente le scelte di posizionamento dei carnai aziendali.

Tabella 11.7: Sensibilità al rischio di collisione per le specie avifaunistiche individuate nell'area in esame

	Specie	Morfologia	Comportamento	Dinamica delle popolazioni	Stato di conservazione	Punteggio di sensibilità
1	Falco di palude	3	3	1	6	13
2	Saltimpalo	1	1	4	6	12
3	Rondine	1	3	4	4	12
4	Aquila reale	4	4	1	2	11
5	Passera sarda	1	1	2	6	10
6	Rondone comune	2	4	3	0	9
7	Balestruccio	1	3	2	2	8
8	Poiana	3	3	2	0	8
9	Gheppio	2	3	2	0	7
10	Tortora selvatica	2	1	4	0	7
11	Corvo imperiale	2	3	2	0	7
12	Gruccione	1	2	4	0	7
13	Taccola	2	3	2	0	7
14	Sparviere	2	2	3	0	7
15	Succiacapre	1	2	4	0	7
16	Cornacchia grigia	2	3	1	0	6
17	Verdone	1	1	2	2	6
18	Upupa	1	1	4	0	6
19	Storno nero	1	3	2	0	6
20	Picchio rosso maggiore	2	1	1	2	6
21	Colombaccio	2	2	1	0	5
22	Cardellino	1	1	2	0	4
23	Cuculo	2	1	1	0	4
24	Assiolo	1	1	2	0	4
25	Civetta	1	1	2	0	4
26	Pettirosso	1	1	2	0	4
27	Occhiocotto	1	1	2	0	4
28	Capinera	1	1	2	0	4
29	Cincia mora	1	1	2	0	4
30	Cinciarella	1	1	2	0	4
31	Cinciallegra	1	1	2	0	4
32	Fringuello	1	1	2	0	4
33	Zigolo nero	1	1	2	0	4
34	Tottavilla	1	1	2	0	4
35	Strillozzo	1	1	2	0	4
36	Pigliamosche	1	1	2	0	4
37	Barbagianni	1	1	2	0	4
38	Fanello	1	1	2	0	4
39	Fiorrancino	1	1	2	0	4
40	Occhione	1	1	1	0	3
41	Merlo	1	1	1	0	3
42	Ghiandaia	1	1	1	0	3
43	Pernice sarda	1	1	2		
44	Magnanina comune	1	1	2		
45	Luì piccolo	1	1	non nidificante	1	
46	Tordo bottaccio	1	3	non nidificante	0	
47	Tordo sassello	1	3	non nidificante	0	
48	Codirosso spazzacamino	1	1	non nidificante	0	
49	Codirosso	1	1	non nidificante	0	

11.2.2.5.1.3 Allontanamento delle specie

11.2.2.5.1.3.1 Mammiferi

Si può ritenere che, a un iniziale allontanamento conseguente l'avvio della fase di esercizio dell'opera, in quanto elemento nuovo nel territorio, possa seguire un progressivo riavvicinamento di specie come la *volpe*, la *donnola*, il *coniglio selvatico*, la *lepre sarda*, la *martora* e il *riccio comune*. Tali specie sono già state riscontrate in occasione di monitoraggi condotti in altri parchi eolici in Sardegna costituiti da un numero ben superiore di aerogeneratori.

A seguito di quanto sopra esposto non si ritiene necessario indicare delle misure mitigative.

11.2.2.5.1.3.2 Uccelli

Il primo periodo di collaudo e di esercizio degli aerogeneratori determinerà certamente un locale aumento delle emissioni sonore che potrebbero causare l'allontanamento dell'avifauna.

Tale impatto è comunque ritenuto di valore basso, temporaneo e reversibile in considerazione del fatto che nella zona insistono già attività antropiche, soprattutto di tipo venatorio, agricolo e pastorale; rispetto agli abituali stimoli acustici e ottici a cui si è adattata la fauna locale, certamente la fase di avvio della produzione potrà indurre alcune specie ad un momentaneo spostamento, tuttavia è anche opportuno evidenziare che la maggior parte delle specie indicate in Tabella 10.9, mostrano un'evidente tolleranza alle emissioni acustiche ed ai movimenti che caratterizzano un impianto eolico durante la produzione (attività delle turbine, presenza del personale addetto alla manutenzione). Tale tendenza è stata infatti osservata all'interno di impianti eolici in Sardegna in cui sono stati già svolti i monitoraggi nella fase di esercizio.

Azioni di mitigazione proposte

A seguito di quanto sopra esposto, ed in relazione alla presenza di aree occupate da pascoli naturali, pascoli artificiali e macchia mediterranea distribuita in forma di siepe lungo i muretti a secco, che favoriscono principalmente la presenza di avifauna nidificante sia al suolo che negli elementi arbustivi, si ritiene opportuna una calendarizzazione delle fasi di collaudo che preveda l'avvio al termine del periodo di riproduzione o prima dell'inizio dello stesso, evitando i mesi dall'ultima decade di marzo fino a tutto il mese di luglio.

L'efficienza delle misure mitigative proposte è da ritenersi medio-alta.

11.2.2.5.1.4 Perdita di habitat riproduttivo o di foraggiamento

11.2.2.5.1.4.1 Mammiferi

Si evidenzia come, il totale complessivo delle superfici sottratte permanentemente (ogni piazzola di servizio occuperà una superficie pari a circa 1.800 m^2), rappresenti una percentuale non significativa rispetto alla disponibilità di habitat idoneo rilevato all'interno dell'area di indagine faunistica; in definitiva, l'entità della sottrazione permanente dell'attuale tipologia del suolo non prefigura criticità in termini di perdita dell'habitat per specie che godono di uno stato di conservazione ritenuto favorevole sia a livello nazionale che europeo. Ciò ad eccezione della *lepre sarda* che, a livello regionale, è una specie, che pur essendo d'interesse venatorio, negli ultimi anni ha mostrato una discontinuità in termini di diffusione e di successo riproduttivo; tuttavia, anche in questo caso, in relazione alle dimensioni delle superfici sottratte permanentemente, non si ritiene che la perdita di habitat possa determinare criticità conservazionistiche significative nei confronti della popolazione al livello locale. Si evidenzia inoltre che, a seguito di quanto osservato in occasione di monitoraggi post-operam in altri impianti eolici in esercizio in Sardegna, è possibile verificare direttamente che le piazzole di servizio di fatto non escludono completamente una superficie di 1.800 m^2 ma unicamente quella occupata dalla torre dell'aerogeneratore; infatti, è stato constatato più volte come tali superfici di fatto rientrino negli ambiti utilizzati dal bestiame domestico per il pascolo/sosta, ma anche come aree di foraggiamento per gli stessi lagomorfi in quanto ricolonizzate da vegetazione erbacea periodicamente sfalciata ma non estirpata.

In conclusione, il totale complessivo delle superfici sottratte in maniera permanente, circa 6.0 ettari comprendenti le piazzole di servizio e le strade di nuova realizzazione/adeguamento e il sito della sottostazione elettrica utenza, non rappresentano una percentuale significativa rispetto alla disponibilità di habitat idoneo rilevato all'interno dell'area di indagine faunistica. Si tenga infatti presente che le superfici degli habitat oggetto dei maggiori interventi proposti in progetto, quali i *pascoli naturali* e la *macchia mediterranea,* sono quelli più rappresentativi occupando da soli circa il 53% dell'intera area d'indagine faunistica con un'estensione complessiva pari a circa 410 ettari.

Azioni di mitigazione proposte

A seguito di quanto sopra esposto, si consiglia una gestione delle piazzole di servizio che preveda unicamente lo sfalcio e non lo sradicamento completo della vegetazione erbaceo o l'impiego di diserbanti.

11.2.2.5.1.4.2 Uccelli

Valgono le medesime considerazioni espresse al punto precedente.

Azioni di mitigazione proposte

A seguito di quanto sopra esposto, si consiglia una gestione delle piazzole di servizio che preveda unicamente lo sfalcio e non lo sradicamento completo della vegetazione erbaceo o l'impiego di diserbanti; preferibilmente tali interventi non dovranno essere eseguiti durante il periodo di

nidificazione (aprile-giugno), in quanto nelle aree immediatamente adiacenti alle piazzole, ma anche nelle stesse, possono potenzialmente verificarsi nidificazioni da parte di specie come ad esempio l'*occhione,* la *calandra* e la *tottavilla.* Le operazioni di sfalcio dovrebbero avvenire con attrezzatura non motorizzata e previo controllo che nelle aree d'intervento non ci siano nidificazioni in atto qualora non possa essere rispettato i periodi di fermo sopra indicato. L'impianto di siepi cosi come indicato al punto precedente per i mammiferi, è funzionale anche per l'avifauna in quanto favorisce la disponibilità di siti idonei alla nidificazione, rifugio e alimentazione; inoltre l'impiego all'interno delle siepi di massi e pietrame derivante dalle attività di preparazione delle aree di cantiere, unita alla ricostituzione dei muretti a secco negli ambiti stradali oggetto di adeguamento, è un ulteriore intervento in favore della diversificazione degli habitat a siepe.

Relativamente alla presenza di un sito di nidificazione di *aquila reale,* valgono le medesime considerazioni espresse al par. 11.2.2.5.1.2.

11.2.2.5.1.5 Frammentazione di habitat

11.2.2.5.1.5.1 Mammiferi

Come già espresso nell'ambito dell'analisi delle fasi di cantiere, valutate le modalità operative dell'opera proposta e l'entità e caratteristiche delle superfici occupate permanentemente, si ritiene che non possano associarsi fenomeni di frammentazione di habitat di particolare significatività alla fase di esercizio dell'impianto.

A seguito di quanto sopra esposto non si ritiene necessario indicare delle misure mitigative

11.2.2.5.1.5.2 Uccelli

Al riguardo valgono le considerazioni espresse al punto precedente.

11.2.2.5.1.6 Insularizzazione dell'habitat

11.2.2.5.1.6.1 Mammiferi

Come già espresso nell'ambito dell'analisi delle fasi di cantiere, valutate le modalità operative dell'opera proposta e l'entità e caratteristiche delle superfici occupate permanentemente, si ritiene che non possano associarsi fenomeni di frammentazione di habitat alla fase di esercizio dell'impianto.

A seguito di quanto sopra esposto non si ritiene necessario indicare delle misure mitigative.

11.2.2.5.1.6.2 Uccelli

Valgono al proposito le considerazioni espresse al punto precedente.

11.2.2.5.1.7 Effetto barriera

11.2.2.5.1.7.1 Mammiferi

In relazione alle modalità operative dell'opera proposta e delle superfici occupate permanentemente, si ritiene che non possano verificarsi fenomeni di effetto barriera che impediscano lo spostamento dei mammiferi sul territorio in considerazione dei flussi di traffico stradale che, limitatamente alle attività di manutenzione, possono ritenersi trascurabili nell'ambito della rete viaria di servizio all'interno dell'impianto eolico.

Per ciò che riguarda i mammiferi chirotteri, si ritiene che l'effetto barriera sia trascurabile a seguito del numero contenuto di aerogeneratori previsti nell'ambito del progetto in esame nonché in rapporto alle significative interdistanze tra le stesse.

Alla luce di quanto sopra esposto non si ritiene necessario individuare misure mitigative.

11.2.2.5.1.7.2 Uccelli

Come evidenziato in altri capitoli del presente studio, il progetto proposto riguarda la realizzazione di un impianto eolico costituito da 12 aerogeneratori; si evidenzia che nell'area afferente alla zona in esame non sono presenti altri impianti eolici in esercizio, il più vicino dei quali è ubicato in territorio di *San Basilio-Siurgus Donigala* a circa 7,5 km dall'impianto proposto in progetto (Figura 11.7).

Altri impianti eolici in esercizio, ubicati a distanze superiori, sono presenti nel territorio comunale di *Perdasdefogu-Ulassai,* mentre in fase di autorizzazione in territorio di *Ballao*.

Ai fini di una valutazione del potenziale effetto barriera, si è pertanto proceduto a verificare unicamente quali siano le interdistanze minime tra le turbine dell'impianto progetto.

È necessario premettere che ogni singolo aerogeneratore occupa una zona spazzata dal movimento delle pale, più un'area attigua interessata dalle turbolenze che si originano sia per l'impatto del vento sugli elementi mobili dell'aerogeneratore sia per le differenze nella velocità fra il vento "libero" e quello "frenato" dall'interferenza con le pale. L'estensione di tale porzione di spazio aereo evitato dagli uccelli può indicativamente stimarsi in 0,7 volte il raggio del rotore. Con tali presupposti, volendo stimare l'estensione dello spazio utile di volo tra due turbine, lo stesso può valutarsi in accordo con la seguente formula:

S = D (*distanza tra gli aerogeneratori*) – 2 x (R + R x 0,7) dove R = raggio del rotore

Si evidenzia come il valore di riferimento dell'area turbolenta pari a 0,7 raggi sia rappresentativo degli aerogeneratori la cui velocità del rotore è di oltre 16 RPM (le macchine di ultima generazione ruotano con velocità sensibilmente inferiori).

Al fine di ridurre il rischio di collisione è importante che la distanza tra una torre e l'altra sia tale da poter permettere una sufficiente manovrabilità aerea a qualsiasi specie che intenda modificare il volo avendo percepito l'ostacolo. Benché siano stati osservati anche attraversamenti di individui in volo tra aerogeneratori distanti 100 metri, tale valore è considerato critico in relazione alla possibilità che si verifichino eventi atmosferici avversi o particolari concentrazioni di soggetti in volo. Si ritiene, pertanto, che valori superiori ai 200 metri possano essere considerati più sicuri per l'avifauna.

Muovendo da tali assunzioni le interdistanze tra le turbine del parco eolico in esame sono state valutate secondo le seguenti categorie di giudizio: ***critica***, interdistanza inferiore a 100 metri; ***sufficiente***, da 100 a 200 metri, ***buona*** oltre i 200 metri (Tabella 11.8).

Tabella 11.8 - Interdistanze minime tra i WTG previsti in progetto.

ID Aerogeneratori	Interdistanza ID [m]	Raggio pala [m]	Interferenza pala [m]	Distanza utile fra le pale [m]	Giudizio
T1-T2	603	85	275.4	327.6	***buono***
T3-T4	566	85	275.4	290.6	***buono***
T7-T8	543	85	275.4	267.6	***buono***
T10-T11	672	85	275.4	396.6	***buono***

I dati riportati in Tabella 11.8 evidenziano come tra le interdistanze minime rilevate non si riscontri un solo valore incompatibile con il valore soglia ritenuto critico per gli eventuali attraversamenti in volo da parte di specie avifaunistiche.

Per quanto precede non si ritiene necessario indicare delle specifiche misure mitigative poiché secondo quanto accertato è esclusa la manifestazione di un effetto barriera tale da impedire o limitare gli spostamenti in volo locali e/o migratori di specie avifaunistiche.

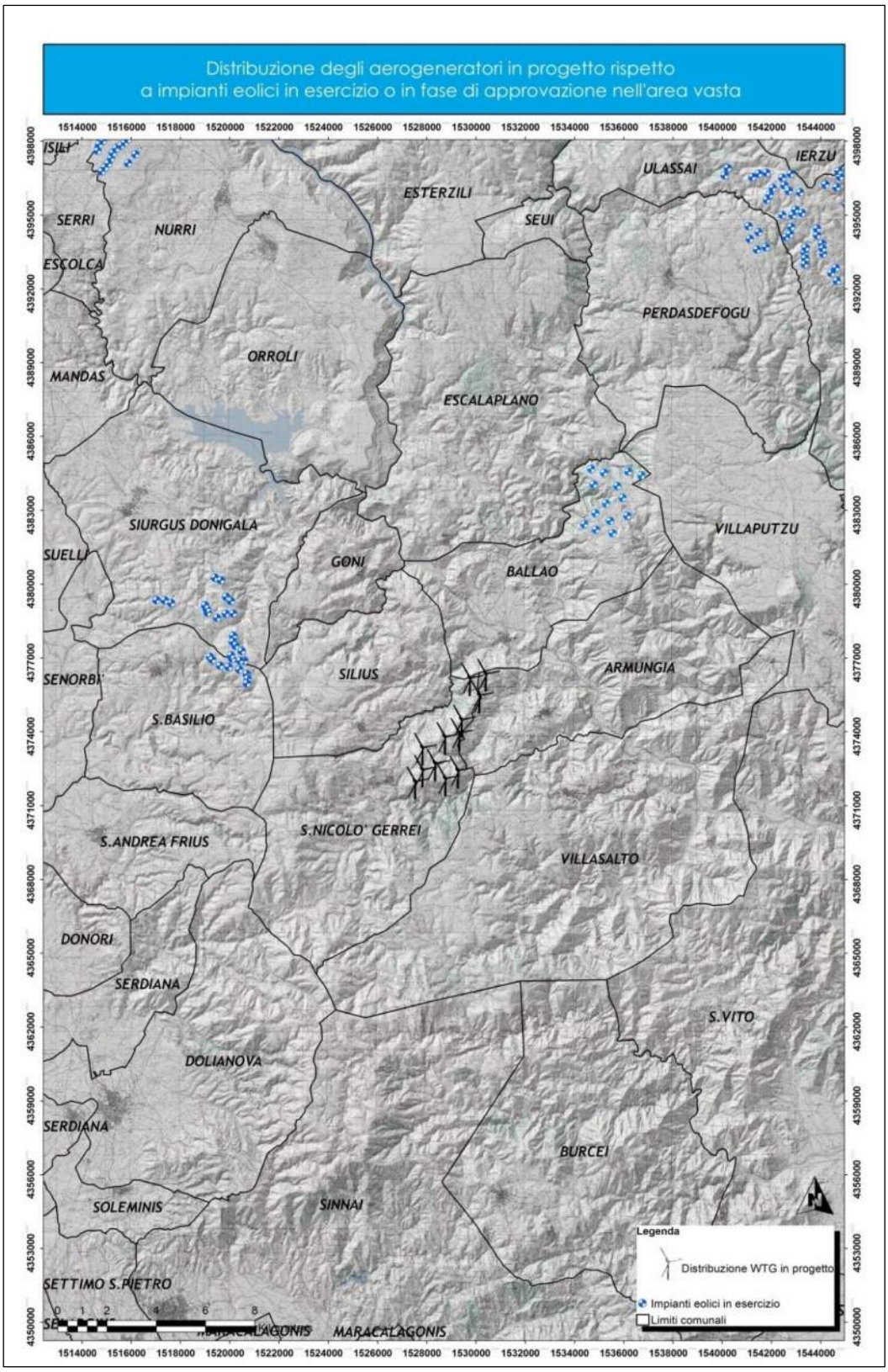


Figura 11.7 - Distribuzione dei wtg in progetto rispetto a impianti in esercizio.

11.2.2.6 Impatti cumulativi

Considerato che l'intervento progettuale proposto non è ubicato in adiacenza ad altri impianti eolici in esercizio non sono valutabili impatti cumulativi in merito sottrazione di habitat derivante dalla realizzazione di tutte le opere proposte in progetto.

11.2.2.7 Quadro sinottico degli impatti stimati per la componente faunistica

Nella Tabella 11.9 sono riportati gli impatti presi in considerazione nella fase di cantiere (F.C.) e nella fase di esercizio (F.E.) per ognuna delle componenti faunistiche sulla base di quanto sinora argomentato. I giudizi riportati tengono conto delle misure mitigative eventualmente proposte per ognuno degli impatti analizzati. Il simbolo (*) indica che per la specifica tipologia di impatto, in questa fase, non è possibile esprimere un giudizio definitivo e certo. Ci si riferisce, in particolare, all'impatto relativo alla mortalità/abbattimento che, come già precedentemente esposto, al momento dell'elaborazione del presente studio non può essere valutato appieno poiché sono ancora in atto i rilevamenti sul campo previsti dal monitoraggio ante-operam, che si concluderanno a settembre 2023.

Tabella 11.9 - Quadro riassuntivo degli impatti sulla componente faunistica.

	COMPONENTE FAUNISTICA							
	Anfibi		Rettili		Mammiferi		Uccelli	
TIPOLOGIA IMPATTO	**F.C.**	**F.E.**	**F.C.**	**F.E.**	**F.C.**	**F.E.**	**F.C.**	**F.E.**
Mortalità/Abbattimenti	Molto lieve	Assente	Basso	Assente	Assente	Medio-Basso *	Assente	Medio-Alto*
Allontanamento	Assente	Assente	Basso	Assente	Medio-Basso	Basso	Medio	Medio
Perdita habitat riproduttivo e/o di alimentazione	Molto lieve	Molto lieve	Basso	Molto lieve	Basso	Molto lieve	Medio	Medio
Frammentazione dell'habitat	Assente	Assente	Assente	Assente	Assente	Assente	Assente	Assente
Insularizzazione dell'habitat	Assente	Assente	Assente	Assente	Assente	Assente	Assente	Assente
Effetto barriera	Assente	Assente	Assente	Assente	Assente	Assente	Assente	Assente
Presenza di aree protette	Assente	Assente	Assente	Assente	Assente	Assente	Assente	Assente

11.3 Suolo, uso del suolo e patrimonio agroalimentare

11.3.1 Principali fattori di impatto a carico della componente

Gli impatti potenziali sulla componente scaturiscono principalmente dal manifestarsi dei seguenti fattori causali di impatto, di seguito analizzati:

- trasformazione ed occupazione di superfici;
- rischi di destabilizzazione superficiale/strutturale dei terreni;
- rischi di dispersione accidentale di rifiuti solidi e liquidi.

11.3.1.1 Trasformazione ed occupazione di superfici

La realizzazione di un impianto eolico e delle opere accessorie funzionali al suo esercizio (strade, piazzole di macchina, elettrodotti interrati) comporta inevitabilmente una occupazione di superfici, sottraendole, in modo temporaneo o permanente, ai preesistenti usi antropici e/o funzioni ecosistemiche. Come noto, peraltro, l'occupazione di suolo associata all'esercizio degli impianti eolici è estremamente contenuta, sia in termini assoluti che per unità di potenza elettrica installata, in rapporto ad altre tipologie di centrali energetiche, convenzionali e non. Proprio tali caratteristiche sono alla base della acclarata compatibilità dei parchi eolici con l'esercizio delle pratiche agricole e zootecniche, pienamente riscontrabile e documentabile nei siti eolici presenti nel territorio regionale in contesti similari.

La superficie produttiva complessivamente interessata dall'impianto, valutata come inviluppo delle postazioni degli aerogeneratori, ammonta a circa 315 ha; quella effettivamente occupata dalle opere in fase di cantiere è pari a circa 14 ettari, ridotti indicativamente a 10 ettari a seguito delle operazioni di ripristino morfologico-ambientale. Le superfici occupate dalle opere sono così suddivise:

Piazzole di cantiere aerogeneratori	~63.760 m^2 (comprensivi di scarpate)
Piazzole definitive a ripristino avvenuto	~ 24.180 m²
Ingombro fisico delle torri di sostegno	~210 m²
Viabilità di impianto in adeguamento (nuovo ingombro complessivo stimato del solido stradale rispetto all'esistente)	~ 35.380 m^2
Viabilità di impianto di nuova realizzazione (ingombro complessivo stimato del solido stradale)	~24.568 m^2
Piazzole temporanee di montaggio gru	~10.120 m^2
Sottostazione di utenza	~6.300 m²
Superfici complessivamente occupate in fase di cantiere	**~140.130 m²**
Superfici complessivamente occupate a ripristino avvenuto	**~100.410 m²**

Corre l'obbligo di evidenziare come in corrispondenza delle superfici funzionali al montaggio degli aerogeneratori, a fine lavori sarà favorita la ripresa della vegetazione naturale, assicurando la possibilità di recupero delle funzioni ecologiche delle aree nonché il loro reinserimento estetico-percettivo.

Sotto il profilo spaziale, gli effetti della sottrazione di superfici hanno, inoltre, una rilevanza prevalentemente circoscritta al settore di intervento, trattandosi di un esteso territorio storicamente contraddistinto da un utilizzo agro-zootecnico, immune da significativi processi di trasformazione delle condizioni d'uso. Tale circostanza contribuisce a confinare la portata del fattore di impatto alla scala esclusivamente locale.

Va infine rilevato come l'occupazione di superfici sia un fattore di impatto comunque reversibile nel medio-lungo periodo (oltre i 25/30 anni dall'entrata in esercizio degli aerogeneratori) a seguito dei previsti interventi di dismissione, salvo *repowering* della centrale eolica.

11.3.1.2 Rischi di destabilizzazione superficiale/strutturale dei terreni

L'ambito territoriale su cui si propone la realizzazione del parco eolico in esame, come ampiamente descritto, ricade in un contesto principalmente naturale e pastorale come conseguenza delle caratteristiche pedologiche che contraddistinguono il territorio.

Attraverso le valutazioni svolte per il calcolo della Land capability, i suoli analizzati mostrano delle limitazioni tali da non poter essere ricondotti alle classi migliori di capacità d'uso (I, II).

I suoli delle postazioni eoliche T1, T2, T4, T8 e T12 ricadono in classe VIII di Land Capability per via della scarsa profondità utili alle radici (<10cm) (T1, T8, T12) e della rocciosità affiorante (>50%) (T2, T4, T12). I suoli della stazione, delle postazioni T3, T5, T7 e T11 vengono collocati in VII classe per via delle stesse criticità; qui la profondità utile alle radici è compresa tra >10cm e <25cm e la rocciosità affiorante è <50%. Infine, i suoli della stazione T9 sono stati classificati in V di classe di capacità d'uso a causa della pietrosità superficiale con volumi di pietre pari all' 1%.

In totale, le superfici coinvolte nella realizzazione delle postazioni eoliche ammontano a circa 6,4 ettari di cui 2,4 ettari corrispondono alle piazzole definitive. La realizzazione delle nuove piste di servizio determina una sottrazione di suolo pari a circa 2,5 ettari; il resto della viabilità verrà realizzata attraverso l'adeguamento dei tracciati esistenti.

L'impatto relativo alla realizzazione delle opere sarebbe potenzialmente più avvertibile nelle superfici che mostrano coperture di suolo scarse e pendenze importanti (superiori al 20%), in quanto potrebbero potenzialmente favorire processi erosivi. Per quanto riguarda l'effetto derivante dall'occupazione di suolo, benché riduca buona parte delle funzioni ecosistemiche nelle superfici interessate, non può essere considerato come irreversibile, in quanto le piste e le piazzole di servizio non saranno impermeabilizzate. Gli effetti diretti riconducibili a tali interventi riguarderebbero l'aumento della pietrosità, e indirettamente, il rischio di erosione e il grado di compattazione, originabile dal passaggio dei mezzi di servizio nell'arco della durata dell'impianto.

Al contrario le superfici potenzialmente consumate corrisponderanno a circa 0.25 ettari in seguito alla realizzazione delle fondazioni, dove risulta inevitabile l'impermeabilizzazione del suolo.

In totale le superfici complessivamente occupate in fase di esercizio corrispondono a circa 10 ettari.

A fronte delle analisi effettuate, valutata la modesta occupazione di suolo in rapporto all'areale interessato dagli interventi ed avuto riguardo delle misure progettuali previste per assicurare il recupero integrale del top-soil nelle operazioni di ricomposizione ambientale al termine dei lavori, l'ottimale drenaggio e smaltimento delle acque superficiali intercettate dalle nuove opere stradali e dalle piazzole, nella relazione agropedologica (Elaborato FORI-SNG-RA6) sono enunciate le misure mitigative allo scopo di prevenire o limitare l'innesco di processi degradativi delle risorse pedologiche per la realizzazione degli interventi proposti.

In definitiva si può affermare che le movimentazioni di terra e l'azione dei mezzi saranno limitate il più possibile.

11.3.1.3 Rischio di dispersione accidentale di rifiuti solidi e liquidi

La costruzione e l'esercizio di un impianto eolico non determina significative produzioni di rifiuti. Peraltro, in osservanza dei vigenti disposti normativi, una particolare attenzione dovrà essere posta

alla gestione delle terre e rocce da scavo (la cui produzione complessiva sarà non trascurabile), massimizzandone il riutilizzo. Tali materiali originano, prevalentemente, dall'allestimento delle infrastrutture viarie e della fondazione dell'aerogeneratore. Le terre da scavo, in particolare, secondo quanto disciplinato dal D.Lgs. 152/06, sono escluse direttamente dall'ambito di applicazione della normativa sui rifiuti e possono dunque essere riutilizzate nell'ambito delle attività di cantiere qualora siano riconducibili alla fattispecie di cui all'art. 185 D.Lgs. 152/06 e ss.mm.ii. lett. c-bis "*suolo non contaminato e altro materiale allo stato naturale escavato nel corso dell'attività di costruzione, ove sia certo che il materiale sarà riutilizzato a fini di costruzione allo stato naturale nello stesso sito in cui è stato scavato*".

Per l'indicazione dei quantitativi di terre e rocce da scavo che verosimilmente saranno prodotti nonché per l'illustrazione delle modalità di gestione previste si rimanda all'esame del Quadro di riferimento progettuale ed alle relazioni di progetto.

Quantunque si preveda una produzione di materiale di scavo in esubero rispetto alle esigenze costruttive del cantiere, in virtù delle buone caratteristiche geomeccaniche dei predetti materiali, gli stessi si prestano ad un riutilizzo a fini ingegneristici per la formazione di rilevati e riempimenti. A tal fine, pertanto, è ragionevole prevedere che gli stessi saranno destinati a processi di recupero in accordo con le procedure previste dal D.M. 05/02/1998, evitando conseguentemente lo smaltimento in discarica autorizzata.

Accanto alle suddette categorie di rifiuti, si stima la produzione di ulteriori quantitativi di residui, caratteristici dell'esercizio dei comuni cantieri edili, quali, solo per citarne alcuni: metalli, materiali a base di gesso, rifiuti di rivestimenti, adesivi, sigillanti e impermeabilizzanti, materiali filtranti, stracci e indumenti protettivi.

I residui del processo produttivo, per un impianto eolico, sono estremamente limitati e riguardano principalmente gli oli minerali esausti. I rifiuti tipici risultanti dalle periodiche attività di manutenzione programmata degli impianti (generalmente biennali) o nell'ambito della riparazione di guasti si riferiscono alle seguenti tipologie:

Filtri dell'olio
Filtri dell'aria
Sigillanti
Pastiglie dei freni
Grassi lubrificanti
Oli di lavaggio
Contenitori esausti di oli e grassi
Imballaggi
Stracci
Accumulatori

Gli oli minerali sono contenuti principalmente nel moltiplicatore di giri e nella centralina idraulica di comando. La sostituzione degli olii, previa analisi chimica, è prevista con cadenza all'incirca quinquennale. Le operazioni di sostituzione saranno effettuate, all'occorrenza, da ditta specializzata attraverso la rimozione e la sostituzione del contenitore dell'olio dalla navicella a mezzo di una gru telescopica. Non si prevede dunque di eseguire alcun ripristino dei livelli o di approntare presso l'impianto alcuno stoccaggio di oli minerali vergini per il ricambio.

Le casse d'olio delle macchine eoliche sono, inoltre, progettate e realizzate in modo da consentire l'agevole svuotamento/riempimento senza che tali operazioni possano determinare potenziali rischi di sversamento al suolo. Le caratteristiche costruttive delle apparecchiature, inoltre, sono tali da escludere rischi di dispersioni all'esterno anche in caso di eventuali perdite accidentali.

Per quanto attiene all'olio contenuto nel trasformatore 30/36kV da installarsi presso la stazione di utenza in Comune di Escalaplano, lo stesso sarà provvisto di idonea Vasca di raccolta per liquidi di perdita, in accordo con quanto prescritto dalle norme tecniche applicabili per questo tipo di installazioni.

Avuto riguardo del manifestarsi degli aspetti ambientali più sopra individuati, di seguito si esplicitano i principali effetti attesi sulla componente in fase di cantiere, di esercizio e dismissione degli aerogeneratori.

11.3.1.4 Potenziali effetti sul patrimonio agroalimentare

In rapporto contesto agroalimentare che caratterizza il territorio interessato dal progetto (cfr. 10.3.3.5), corre l'obbligo evidenziare come l'eolico sia una tecnologia collaudata ed ambientalmente sicura, nonché a bassissimo consumo di suolo - e pertanto pienamente compatibile con la

prosecuzione delle pratiche agricole esercitate nei siti di installazione. Si rimarca inoltre come le scelte progettuali siano state deliberatamente orientate ad escludere interferenze delle opere con le coltivazioni di pregio riconoscibili nell'agro di San Nicolò Gerrei e Armungia.

D'altro canto, la realizzazione dell'intervento prospetta l'ammodernamento e/o l'adeguamento geometrico della rete viaria rurale che sarà utilizzata nelle fasi di costruzione ed esercizio del parco eolico, con positivi riflessi sulla qualità della vita delle popolazioni interessate e, soprattutto, degli operatori agricoli locali.

11.3.2 Sintesi valutativa degli impatti attesi

11.3.2.1 Fase di cantiere

Il periodo costruttivo è la fase di vista dell'opera entro la quale gli aspetti ambientali più sopra individuati si manifesteranno con maggiore incidenza. Tali fattori inducono inevitabilmente, infatti, dei potenziali squilibri sul preesistente assetto della componente in esame, quantunque gli stessi risultino estremamente localizzati, in buona parte temporanei, opportunamente mitigabili e in gran parte reversibili alla dismissione della centrale eolica.

Per quanto concerne la **fase di cantiere**, gli impatti maggiormente significativi sono di seguito individuati:

Potenziale perdita di risorsa suolo e introduzione di fattori di dissesto

In tale contesto, valutate le caratteristiche dei fattori di impatto più sopra esaminati e lo stato qualitativo della componente pedologica è da ritenere che gli effetti sulla componente siano di modesta entità, in gran parte mitigabili ed in ogni caso potenzialmente reversibili nel lungo termine.

Ciò in ragione delle circostanze di seguito sinteticamente richiamate:

- l'occupazione di suolo permanente associata alla realizzazione del progetto è estremamente localizzata e scarsamente rappresentativa, sia in termini assoluti che relativi, in rapporto all'estensione dell'area energeticamente produttiva;
- il precedente aspetto discende da una progettazione mirata a contenere, per quanto tecnicamente possibile:
  - la lunghezza dei nuovi percorsi di accesso alle postazioni eoliche;
  - l'occupazione di aree a seguito della realizzazione delle piazzole, la cui geometria è stata opportunamente calibrata in rapporto alle condizioni geomorfologiche e di copertura del suolo sito-specifiche;
  - le operazioni di scavo e riporto, in ragione delle caratteristiche morfologiche dei siti di installazione delle postazioni eoliche e dei percorsi della viabilità di servizio;
- il progetto, come più oltre esplicitato, incorpora mirate azioni di mitigazione orientate alla preventiva asportazione degli orizzonti di suolo ed al successivo riutilizzo integrale per finalità

di ripristino ambientale;

- gli interventi di modifica morfologica e di progettazione stradale si accompagnano a specifiche azioni di regolazione dei deflussi superficiali orientate alla prevenzione dei fenomeni di dissesto;
- in tal senso, nella localizzazione degli interventi sono state privilegiate aree maggiormente stabili sotto il profilo idrogeologico ed immuni da conclamati fenomeni di dilavamento superficiale, potenzialmente amplificabili dalle opere in progetto;
- le previste operazioni di consolidamento delle scarpate in scavo e/o in rilevato, originate dalla costruzione di strade e piazzole, attraverso tecniche di stabilizzazione e rivegetazione con specie coerenti con il contesto vegetazionale locale, concorrono ad assicurare la durabilità delle opere, a prevenire i fenomeni di dissesto ed a favorire il loro inserimento sotto il profilo ecologico-funzionale e paesaggistico;
- con riferimento alle linee in cavo, infine, il loro tracciato è stato previsto ai margini della viabilità esistente o in progetto. Tale accorgimento, unitamente alla temporaneità degli scavi per la posa dei cavi, che saranno tempestivamente ripristinati avendo cura di rispettare l'originaria configurazione stratigrafica dei materiali asportati, prefigura effetti scarsamente apprezzabili sulla risorsa pedologica.

In conclusione, si può affermare che la realizzazione degli interventi progettuali previsti, opportunamente accompagnati da mirate azioni di mitigazione, determinano sulla componente pedologica un **impatto complessivamente Lieve e reversibile nel medio-lungo periodo**.

Potenziale di decadimento della qualità dei terreni

Tale aspetto, potenzialmente originabile da dispersioni accidentali di fluidi e/o residui solidi nell'ambito del processo costruttivo (p.e. come olii e carburanti dai macchinari utilizzati per i lavori), presenta una bassa probabilità di accadimento e configura, inoltre, effetti contenuti in ragione delle caratteristiche di bassa vulnerabilità dei substrati, trattandosi di formazioni rocciose impermeabili o contraddistinte da bassi valori di permeabilità. Tali circostanze lasciano dunque ipotizzare un rischio alquanto limitato di trasferimento dei potenziali inquinanti verso gli strati più profondi.

Ad ogni buon conto, nell'ambito della fase costruttiva saranno adottati appropriati accorgimenti per minimizzare la probabilità di accadimento di eventi incidentali nonché definite specifiche procedure per la tempestiva messa in sicurezza delle aree in caso di sversamenti di sostanze inquinanti.

Per quanto precede l'impatto in esame può ritenersi, oltre che adeguatamente controllabile, di **entità Lieve e reversibile nel breve periodo**.

Per tutto quanto precede la sintesi della stima degli effetti, in fase di cantiere, attesi sulla componente "Suolo, uso del suolo e patrimonio agroalimentare" può essere sintetizzata attraverso la matrice

cromatica riportata in Figura 11.8.

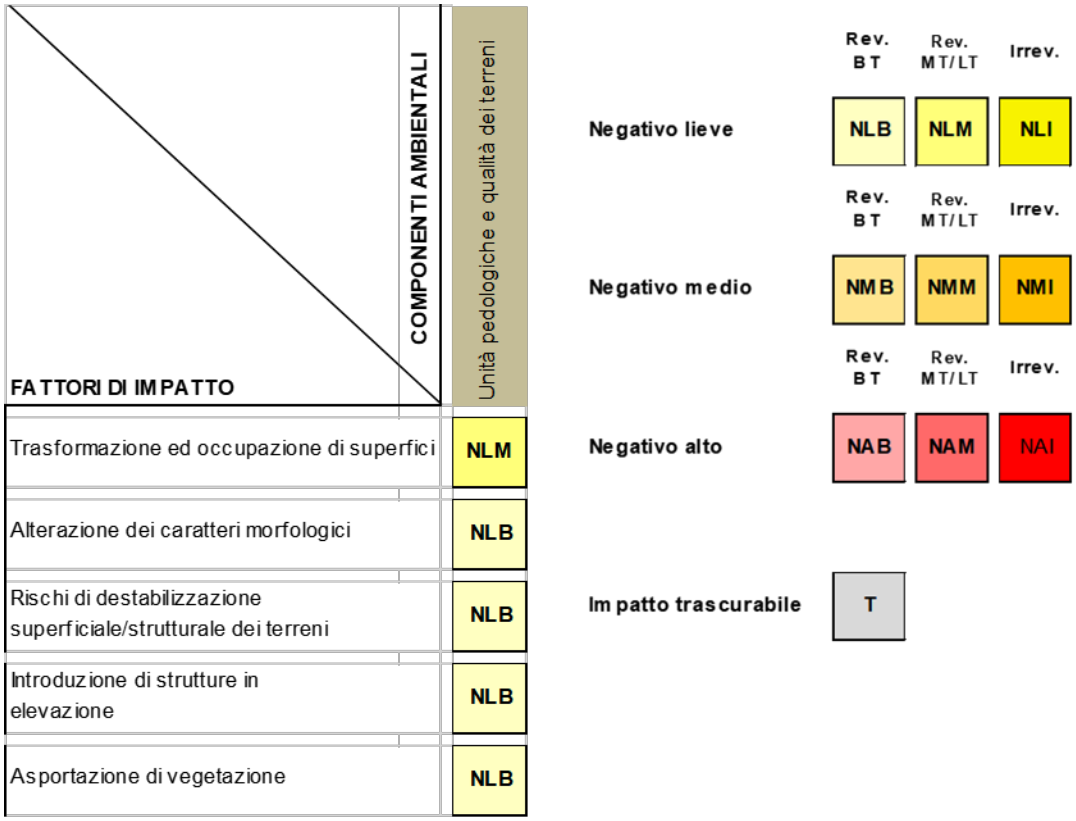


Figura 11.8: Matrice cromatica raffigurante i fattori di impatto principali per la componete "Suolo, uso del suolo, patrimonio agroalimentare" in fase di cantiere

11.3.2.2 Fase di esercizio

Durante la fase di esercizio, i potenziali impatti precedentemente evidenziati si affievoliscono sensibilmente, fino a risultare inavvertibili in taluni casi.

La fase di operatività della centrale eolica, infatti, non configura fattori di impatto significativi a carico della componente ambientale in esame, se si eccettua il pieno manifestarsi delle azioni agenti sulla fondazione degli aerogeneratori, a seguito dello sfruttamento dell'energia eolica ai fini della conversione in energia meccanica ed, infine, in energia elettrica.

Con tali presupposti possono ritenersi sostanzialmente trascurabili gli effetti sull'integrità delle Unità geomorfologiche, sulle Unità geopedologiche e sulla qualità dei suoli.

In relazione all'esigenza di esercitare un adeguato controllo sui processi erosivi in corrispondenza delle opere stradali e delle piazzole si rivelano centrali i seguenti accorgimenti, espressamente previsti dal progetto e dal presente SIA:

- sistematica manutenzione delle opere di drenaggio e canalizzazione dei deflussi;

- monitoraggio della vegetazione impiantata per finalità di ripristino ambientale in corrispondenza delle scarpate in scavo e in rilevato;
- eventuale adozione di appropriate azioni correttive (p.e. sostituzione delle fallanze) laddove si dovesse riscontare un non ottimale attecchimento degli esemplari arborei e/o arbustivi messi a dimora.

Per quanto precede possono considerarsi **Trascurabili o nulli gli impatti a carico delle Unità pedologiche e geomorfologiche**.

11.3.2.3 Fase di dismissione

In tale fase di vita dell'opera, gli effetti sulle componenti geologico-geotecniche e sulle caratteristiche dei suoli subiranno un generale decadimento fino a diventare **Trascurabili o nulli**. Ciò in conseguenza:

- dell'eliminazione dei principali carichi gravanti sui terreni (aerogeneratori);
- dell'asportazione, laddove richiesto, di materiali inerti di riporto utilizzati per la costruzione di strade e l'allestimento delle piazzole;
- del ripristino della coltre di copertura pedologica superficiale attraverso l'impiego di suoli con caratteristiche granulometriche ed edafiche compatibili con quelle naturalmente presenti nei siti di intervento. Tali azioni assicureranno la rapida colonizzazione delle superfici da parte della vegetazione spontanea.

11.3.3 Eventuali effetti sinergici

Considerata la modesta occupazione permanente di superfici che contraddistingue gli interventi in progetto, unitamente all'assenza di significativi interventi di sviluppo infrastrutturale nel contesto in esame, approvati o in fase di realizzazione, si ritiene che i fattori di impatto più sopra individuati siano debolmente sinergici rispetto a processi naturali o antropici all'origine di potenziali fenomeni di alterazione qualitativa della componente in esame.

11.3.4 Misure di mitigazione previste

Le misure di mitigazione individuate dal Progetto definitivo e dal presente SIA assumono di frequente un carattere trasversale, andando ad incidere con diversa efficacia, su molteplici fattori di impatto potenziali prefigurati dall'installazione ed esercizio degli aerogeneratori. Nel seguito sono individuati quelli di preminente interesse in rapporto all'esigenza di realizzare un appropriato contenimento e controllo dei fattori di impatto più sopra individuati a carico della componente in esame.

Trasformazione ed occupazione di superfici

Ai fini di limitare al minimo la sottrazione di superfici funzionali alla costruzione ed esercizio degli aerogeneratori, il progetto ha previsto alcuni efficaci accorgimenti, in coerenza con le buone pratiche di progettazione delle centrali eoliche:

- scelta di una geometria di piazzola calibrata in funzione delle caratteristiche morfologiche e di copertura del suolo, al fine minimizzare le azioni di trasformazione sui substrati di imposta delle opere;
- contenimento delle superfici permanentemente occupate dalle piazzole di macchina attraverso il recupero ambientale (rivegetazione) delle aree di cantiere;
- privilegiare, ove ciò sia fattibile rispetto ai fattori tecnici condizionanti il posizionamento delle turbine (presenza di vincoli ambientali, confini dei poderi agricoli, rispetto di interdistanze tra le turbine, rispetto di distanze dalle strade e dai fabbricati, ecc.), la collocazione delle postazioni di macchina in corrispondenza di aree a conformazione regolare al fine di limitare, tra l'altro, gli ingombri di scarpate in scavo e/o in rilevato.

Destabilizzazione superficiale/strutturale dei terreni

Con particolare riferimento alle postazioni eoliche ubicate in prossimità di pendii, il fattore di impatto in esame, associato alla realizzazione delle piazzole e delle nuove strade di accesso alle stesse, potrà essere mitigato e/o compensato prevedendo che:

- Preventivamente alla fase di livellamento della viabilità e delle piazzole sia effettuata la rimozione degli strati superficiali di terra vegetale, con abbancamento temporaneo nelle superfici adiacenti. Allo scopo di favorire il successivo recupero dei suoli il terreno vegetale sarà asportato avendo cura di selezionare e stoccare separatamente gli orizzonti superficiali evitando accuratamente rimescolamenti con strati di suolo profondo sterile o con altri materiali di risulta;
- L'asportazione degli strati superficiali di suolo sia effettuata con terreno "in tempera" attraverso l'uso di macchinari idonei al fine di minimizzare la miscelazione del terreno superficiale con gli strati profondi (dove presenti); gli orizzonti più fertili e superficiali saranno asportati e accumulati ordinatamente in aree idonee, prestando particolare attenzione alla direzione del vento dominante in modo da ridurre la potenziale dispersione eolica della frazione fine (particelle limo-argillose) del terreno;
- Dovrà essere evitato il rimescolamento di suoli appartenenti ad Unità di terra differenti in modo da mantenere il più possibile intatte le caratteristiche intrinseche dei suoli asportati. Pertanto, il successivo ricollocamento dovrà essere predisposto in base all'Unità di Terra corrispondente da cui è stato rimosso.
- Tutte le aree di accumulo del suolo vegetale saranno tenute lontane da impluvi e da superfici soggette da eccessivo dilavamento o erosione da parte delle acque di deflusso superficiale;
- Al termine dei lavori di movimento terra si provveda al ricollocamento della terra vegetale

precedentemente stoccata, con spandimento regolare ed omogeneo finalizzato alla ricostituzione dell'orizzonte A (orizzonte vegetale) del suolo.

- I sistemi di regolazione dei deflussi siano costantemente mantenuti in efficienza e che sia garantita e monitorata la rapida ripresa della copertura vegetale nelle aree di cantiere oggetto di ripristino.
- Prevedere la piantumazione di essenze arbustive autoctone al fine di velocizzare il ripristino della copertura vegetale sufficiente da indurre un'attenuazione delle piogge e scongiurare fenomeni erosivi durante le precipitazioni.

Rischio di dispersione accidentale di rifiuti solidi e liquidi

La fase di costruzione di un parco eolico non origina rischi specifici a carico della qualità delle matrici ambientali suolo e acque superficiali/sotterranee, differenti rispetto a quelli di un ordinario cantiere funzionale alla costruzione di opere infrastrutturali quali strade, linee elettriche o, più in generale, sottoservizi.

Le azioni orientate alla prevenzione degli eventi incidentali suscettibili di incidere sulla qualità dei terreni e delle acque durante la fase di costruzione e dismissione dell'opera possono ricondursi alle seguenti buone pratiche, di norma adottate nei cantieri edili anche in osservanza di specifici adempimenti normativi.

Nell'ambito delle ordinarie attività gestionali del parco eolico – comprendenti le ordinarie operazioni di manutenzione ordinaria o straordinaria- gli accorgimenti orientati alla prevenzione degli sversamenti accidentali di contaminanti sul suolo saranno sostanzialmente analoghi a quelli previsti nella fase di costruzione, con riferimento in particolare ai seguenti aspetti:

- Depositi e gestione dei materiali
- Gestione dei rifiuti di cantiere
- Gestione delle eventuali acque di lavorazione.

Modalità operative generali

I rifornimenti di carburante e di lubrificante ai mezzi meccanici dovranno essere effettuati su pavimentazione impermeabile (da rimuovere al termine dei lavori), con rete di raccolta, allo scopo di raccogliere eventuali perdite di fluidi da gestire secondo normativa. Per i rifornimenti di carburanti e lubrificanti con mezzi mobili dovrà essere garantita la tenuta e l'assenza di sversamenti di carburante durante il tragitto adottando apposito protocollo. Dovrà essere controllata la tenuta dei tappi dal bacino di contenimento delle cisterne mobili ed evitare le perdite per traboccamento provvedendo a periodici svuotamenti. Si procederà a controllare sistematicamente i circuiti oleodinamici dei mezzi operativi.

Le perforazioni e getti di calcestruzzo in prossimità di eventuali falde idriche sotterranee dovranno avvenire a seguito di preventivo intubamento ed isolamento del cavo al fine di evitare la dispersione in acque sotterranee del cemento e di altri additivi.

Ove siano impiegati oli disarmanti nella costruzione, la scelta sarà orientata su prodotti biodegradabili e atossici.

Gestione acque meteoriche dilavanti

La gestione delle acque dilavanti dovrà avvenire in accordo con le seguenti procedure:

nelle porzioni di cantiere eventualmente pavimentate, predisporre sistemi di regimazione delle acque meteoriche non contaminate, per evitare il ristagno delle stesse, ed acquisire specifica autorizzazione per lo scarico delle acque meteoriche dilavanti rilasciata dall'ente competente;

realizzare un sistema di regimazione perimetrale dell'area di cantiere che limiti l'ingresso delle acque dalle aree esterne al cantiere stesso, durante l'avanzamento dei lavori, compatibilmente con lo stato dei luoghi;

limitare le operazioni di rimozione della copertura vegetale e del suolo allo stretto necessario, avendo cura di contenerne la durata per il minor tempo possibile in relazione alle necessità di svolgimento dei lavori;

in caso di versamenti accidentali, circoscrivere e raccogliere il materiale ed effettuare la comunicazione di cui all'art. 242 del D.Lgs. n. 152/2006.

Gestione acque di lavorazione

Per le acque di lavorazione (p.e. quelle derivanti dal lavaggio betoniere, dai lavaruote, dal lavaggio delle macchine e delle attrezzature) le stesse dovranno essere gestite nei seguenti due modi:

come acque reflue industriali, ai sensi della Parte Terza del D.Lgs. n. 152/2006, qualora si preveda il loro scarico in acque superficiali o fognatura, per il quale ottenere la preventiva autorizzazione dall'ente competente. In tal caso dovrà essere previsto un collegamento stabile e continuo fra i sistemi di raccolta delle acque reflue, gli eventuali impianti di trattamento ed il recapito finale che deve essere preceduto da pozzetto di ispezione;

come rifiuti, ai sensi della Parte Quarta del D.Lgs. n. 152/2006, qualora sia ritenuto opportuno smaltirli o inviarli a recupero come tali.

Terre e rocce da scavo

Nella gestione delle terre e rocce da scavo in attesa di riutilizzo saranno adottate le seguenti modalità gestionali:

effettuare lo stoccaggio in cumuli presso aree di deposito appositamente dedicate;
identificare i cumuli con adeguata segnaletica, che ne indichi la tipologia, la quantità, la provenienza e l'eventuale destinazione di utilizzo;
gestire i cumuli di terre e rocce da scavo in modo da evitare il dilavamento degli stessi, il trascinamento di materiale solido da parte delle acque meteoriche e la dispersione in aria delle polveri, ad esempio con copertura o inerbimento e regimazione delle aree di deposito;
isolare dal suolo il deposito temporaneo delle terre e rocce da scavo eventualmente frammiste a materiali contaminanti e gestirle in regime di rifiuto;
assicurarsi che la gestione dei depositi delle terre e rocce da scavo non arrechi impatti nei terreni non oggetto di costruzione;
stoccare il terreno vegetale di scotico in cumuli non superiori ai 2 m di altezza, per conservarne le caratteristiche fisiche, chimiche e biologiche in modo da poterlo poi riutilizzare nelle opere di recupero ambientale dell'area dopo lo smantellamento del cantiere; per stoccaggi di durata superiore ai 2 anni si raccomanda l'inerbimento del cumulo.

Depositi e gestione dei materiali

Per le materie prime, le varie sostanze utilizzate, i rifiuti ed i materiali di recupero saranno attuate modalità di stoccaggio e di gestione che garantiscano la separazione netta fra i vari cumuli o depositi. Ciò al fine di evitare sprechi, spandimenti e perdite incontrollate dei suddetti materiali in un'ottica di adeguata conservazione delle risorse e di rispetto per l'ambiente.

In particolare, si procederà a:

depositare sabbie, ghiaie, cemento e altri inerti da costruzione in modo da evitare spandimenti nei terreni non oggetto di costruzione e nel reticolo di allontanamento delle acque meteoriche;
stoccare prodotti chimici, colle, vernici, pitture di vario tipo, oli disarmanti ecc. in condizioni di sicurezza, evitando un loro deposito sui piazzali a cielo aperto;
assicurare che in cantiere siano presenti le schede di sicurezza di tali materiali;
separare nettamente i materiali e le strutture recuperate, destinati alla riutilizzazione all'interno dello stesso cantiere, dai rifiuti da allontanare.

Gestione dei rifiuti di cantiere

La gestione dei rifiuti di cantiere avverrà in accordo con le seguenti modalità:

le varie tipologie di rifiuto da allontanare dal cantiere saranno raggruppate in aree di deposito temporaneo, appositamente allestite;
all'interno di dette aree i rifiuti saranno depositati in maniera separata per codice CER e

stoccati secondo normativa o norme di buona tecnica atte ad evitare impatti sulle matrici ambientali (in aree di stoccaggio o depositi preferibilmente al coperto con idonee volumetrie e avvio periodico a smaltimento/recupero).
saranno predisposti contenitori idonei, per funzionalità e capacità, destinati alla raccolta differenziata dei rifiuti assimilabili agli urbani mettendo in atto accorgimenti atti ad evitarne la dispersione eolica. I diversi materiali dovranno essere identificati da opportuna cartellonistica ed etichettati come da normativa in caso di rifiuti contenenti sostanze pericolose.
saranno gestiti in regime di rifiuto tutti i materiali di demolizione, i residui fangosi del lavaggio betoniere, del lavaggio ruote, e di qualsiasi trattamento delle acque di lavorazione: come tali saranno trattati ai fini della raccolta, deposito o stoccaggio recupero/riutilizzo o smaltimento ai sensi del D.Lgs. n. 152/2006, lasciando possibilmente come residuale questa ultima operazione.
al fine della corretta gestione dei rifiuti le maestranze dell'Impresa e delle ditte che operano saltuariamente all'interno del cantiere saranno messe a conoscenza, formalmente, delle suddette modalità di gestione.

Ripristino delle aree di cantiere

Il ripristino delle aree di cantiere dovrà assicurare:

la verifica preliminare dello stato di eventuale contaminazione del suolo e successivo risanamento dei luoghi;
il ricollocamento del terreno vegetale accantonato in precedenza;
il ripristino della preesistente rete di deflusso superficiale allo scopo di favorire lo scorrimento e l'allontanamento delle acque meteoriche;
il ripristino della preesistente copertura vegetale.

Durante la dismissione delle aree di cantiere (compresi gli interventi temporanei sulla viabilità esistente e la dismissione di piste provvisorie di servizio) ai fini del ripristino ambientale, dovrà essere rimossa completamente qualsiasi opera, terreno o pavimentazione impermeabile (unitamente al suo sottofondo) utilizzata per l'installazione. La gestione di tali materiali dovrà avvenire secondo normativa vigente di gestione dei rifiuti.

11.4 Geologia

11.4.1 Principali fattori a carico della componente

Gli impatti potenziali sulla componente scaturiscono principalmente dal manifestarsi dei seguenti fattori causali di impatto, di seguito analizzati.

- Alterazione dei caratteri morfologici;
- Rischi di destabilizzazione geotecnica.

11.4.1.1 Alterazione dei caratteri morfologici

Come accennato in precedenza, l'installazione degli aerogeneratori e delle opere accessorie funzionali al loro esercizio (strade, piazzole di macchina, elettrodotti interrati) comporta inevitabilmente, oltre ad un'occupazione di superfici, anche una modificazione morfologica dei luoghi interessati.

Le tavole grafiche di progetto documentano in modo circostanziato le modifiche morfologiche e l'entità dei movimenti di terra previsti a seguito della realizzazione degli interventi.

Il profilo altimetrico delle livellette stradali si sviluppa prevalentemente in aderenza con il terreno in posto, a meno dei brevi tratti di raccordo con la quota di spianamento delle piazzole degli aerogeneratori.

Le alterazioni morfologiche principali riguarderanno l'allestimento delle piazzole di cantiere, comportanti l'esigenza di disporre di ampi spazi livelli temporanei per lo stoccaggio e l'assemblaggio dei componenti degli aerogeneratori.

Inoltre, la mirata calibrazione degli interventi di rinverdimento e stabilizzazione delle pareti in rilevato, consentirà una efficace integrazione degli interventi sotto il profilo ecologico e percettivo.

11.4.1.2 Rischi di destabilizzazione geotecnica dei terreni

Dagli elementi esaminati, l'assetto geologico del settore ove si prevede la realizzazione dell'impianto eolico in progetto si caratterizza per la presenza di un basamento litoide che soggiace a profondità abbastanza uniformi (presumibilmente variabili tra meno di 1,00 m ed oltre 3,00 m) rispetto al piano di campagna, sormontato da una coltre pluridecimetrica eluvio colluviale di colore chiaro, rimaneggiata nella porzione sommitale.

Le scarse caratteristiche geotecniche dei terreni di copertura, in ragione dell'elevata componente argillosa plastica che rende i terreni suscettibili a rigonfiamento e contrazione con il variare del grado di umidità, pongono limitazioni nella scelta della tipologia fondale. Pertanto, si potranno prevedere fondazioni dirette solo con piano di posa nel substrato litificato, fatti salvi i necessari accorgimenti operativi per evitare il detensionamento del piano di fondazione (immediato getto contro terra di magrone). Coerentemente con la contesto topografico dei siti designati per il posizionamento degli aerogeneratori, nonostante l'assenza di indagini geognostiche svolte ad hoc si può escludere nella totalità dei casi la necessità di utilizzare fondazioni profonde.

La coesione insita anche nella coltre terrigena sommitale assicura la tenuta delle pareti di scavo anche per pendenze prossime alla verticalità a medio termine (settimane) purché in condizioni asciutte. La giacitura sub-orizzontale o debolmente inclinata delle formazioni vulcaniche non

predispone a fenomeni di instabilità durante le operazioni di sbancamento, nemmeno se a sezione obbligata.

Durante la stagione piovosa, a medio/lungo termine (settimane/mesi) potrebbero manifestarsi locali crolli di detrito.

La configurazione planoaltimetria ed orografica del settore e la posizione dei singoli aerogeneratori sulla sommità di dorsali morfologiche ben modellate o su pendio a modesta pendenza, associate all'assenza di fattori potenzialmente predisponenti all'instaurarsi di fenomeni franosi di qualsiasi tipologia, favorisce inoltre diffuse condizioni di stabilità morfologica dei luoghi.

Per detti motivi si ritiene che nulla osti alla realizzazione dell'intervento in progetto, fatta salva l'esigenza di acquisire riscontri diretti attraverso l'esecuzione di una campagna di indagini geognostiche che dovrà obbligatoriamente supportare la successiva fase progettazione.

Tale campagna dovrà chiarire gli aspetti litostratigrafici ancora indefiniti e dissipare qualsiasi incertezza sulle caratteristiche litologiche del sottosuolo ed orientare la scelta della tipologia di fondazione ed il relativo dimensionamento.

11.4.2 Sintesi valutativa degli impatti attesi

11.4.2.1 Fase di cantiere

Destabilizzazione geotecnica dei substrati

Anche in questo caso, l'appropriata scelta dei siti di installazione degli aerogeneratori e le caratteristiche costruttive delle fondazioni, assicurano effetti sostenibili in termini di preservazione delle condizioni di stabilità geotecnica delle formazioni rocciose interessate.

Nello specifico, si riepilogano di seguito i presupposti alla base della precedente valutazione:

- dal punto di vista geomorfologico, nelle aree di ubicazione degli aerogeneratori non si ravvisano fenomeni di dissesto;
- le informazioni geologico-tecniche disponibili non hanno evidenziato problematiche che possano precludere la realizzazione dell'intervento o che non possano essere affrontate con opportuni accorgimenti progettuali;
- ogni eventuale attuale incompletezza dei dati geologico-tecnici, tale da influenzare la scelta esecutiva e sito-specifica della geometria della fondazione e dell'armamento, sarà colmata in sede di progettazione esecutiva degli interventi, laddove è prevista l'esecuzione di indagini dirette in corrispondenza di ogni sito di imposta delle fondazioni e l'eventuale integrazione di indagini geofisiche. Dette indagini definiranno, in particolare, la successione stratigrafica di dettaglio e le caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni e delle rocce, l'entità

e la distribuzione delle pressioni interstiziali nel terreno e nelle discontinuità.

Per tutto quanto precede, ferma restando la necessità di un indispensabile approfondimento delle conoscenze nell'ambito della progettazione esecutiva, è da ritenere che **gli effetti degli interventi sulla componente litologico-geotecnica possano ritenersi Lievi** e, comunque, opportunamente controllabili con appropriate soluzioni progettuali.

Ogni potenziale effetto destabilizzante, inoltre, è totalmente reversibile nel lungo periodo alla rimozione dei carichi applicati.

Per tutto quanto precede la sintesi della stima degli effetti, in fase di cantiere, attesi sulla componente "Geologia" può essere sintetizzata attraverso la matrice cromatica riportata in Figura 11.9.

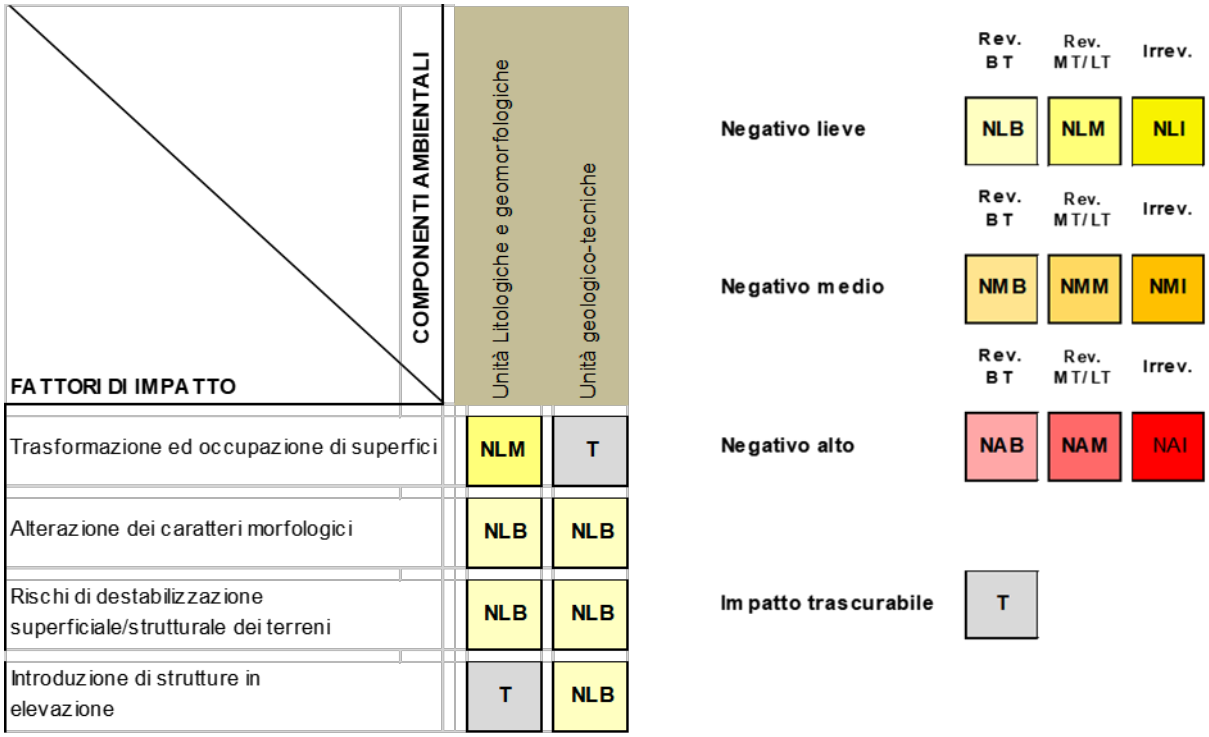


Figura 11.9: Matrice cromatica raffigurante i fattori di impatto principali per la componete "Geologia" in fase di cantiere

4.4.2.2 Fase di esercizio

Durante la fase di esercizio, i potenziali impatti precedentemente evidenziati si affievoliscono sensibilmente, fino a risultare inavvertibili in taluni casi.

La fase di operatività della centrale eolica, infatti, non configura fattori di impatto significativi a carico della componente ambientale in esame, se si eccettua il pieno manifestarsi delle azioni agenti sulla

fondazione degli aerogeneratori, a seguito dello sfruttamento dell'energia eolica ai fini della conversione in energia meccanica ed, infine, in energia elettrica.

Con tali presupposti possono ritenersi sostanzialmente trascurabili gli effetti sull'integrità delle Unità geomorfologiche.

In relazione all'esigenza di esercitare un adeguato controllo sui processi erosivi in corrispondenza delle opere stradali e delle piazzole si rivela centrale la sistematica manutenzione delle opere di drenaggio e canalizzazione dei deflussi.

Per quanto precede possono considerarsi **Trascurabili o nulli** gli impatti a carico delle Unità geomorfologiche mentre permangono di entità **Lieve** gli effetti a carico delle Unità geologico-geotecniche interessate.

Per tutto quanto precede la sintesi della stima degli effetti, in fase di esercizio, attesi sulla componente "Geologia" può essere sintetizzata attraverso la matrice cromatica riportata in Figura 11.10.

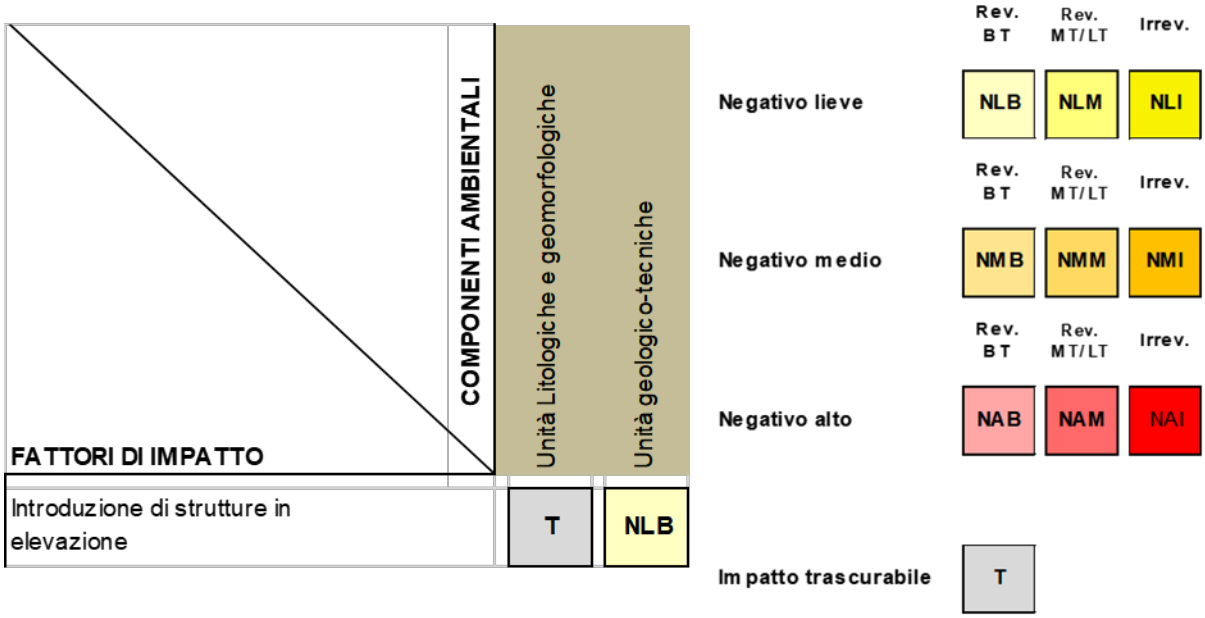


Figura 11.10: Matrice cromatica raffigurante i fattori di impatto principali per la componete "Geologia" in fase di esercizio

4.4.2.2 Fase di dismissione

Valgono le medesime considerazioni riportate al paragrafo relativo alla fase di cantiere.

11.4.3 Misure di mitigazione previste

Alterazione dei caratteri morfologici

Allo scopo di mitigare il fattore di impatto, in fase di recupero ambientale sono previste una serie di azioni orientate al consolidamento e rinverdimento delle superfici utilizzate in fase di cantiere, con particolare riferimento alle scarpate in scavo e rilevato, ed a favorire la ripresa della vegetazione erbaceo/arbustiva naturale.

Tali interventi possono ricondursi indicativamente ai seguenti:

- ricoprimento con terreno vegetale preventivamente asportato ed accantonato;
- eventuale rivegetazione con essenze arbustive spontanee.

11.5 Acque superficiali e sotterranee

11.5.1 Principali fattori di impatto a carico dell'ambiente idrico

11.5.1.1 Potenziali interferenze con la preesistente dinamica dei deflussi superficiali

Non si prevede altresì che l'evoluzione morfodinamica naturale delle aree coinvolte possa in qualche modo compromettere la funzionalità delle opere per dissesti di tipo idraulico in quanto i siti di intervento ricadono in posizioni prive di pericolosità da inondazione/allagamento.

Non si ritiene inoltre che gli interventi da realizzare, compresa la viabilità di servizio e gli scavi per i cavidotti, possano alterare le attuali dinamiche di deflusso superficiale, non trovandosi gli stessi in corrispondenza di elementi del reticolo idrografico o in prossimità dei principali corsi d'acqua.

Come espresso in precedenza, non si ritiene che l'intervento in progetto possa determinare apprezzabili variazioni nel regime di drenaggio idrico superficiale né, tantomeno, che questa criticità possa in qualche modo compromettere la funzionalità dell'impianto in progetto.

11.5.1.2 Potenziali interferenze con la preesistente dinamica dei deflussi sotterranei

Riguardo gli aspetti idrogeologici, nel settore sud la predominanza di rocce metamorfiche carbonatiche, contraddistinte da permeabilità medio alta, non consente a una prima analisi di escludere qualsiasi interazione tra scavi e flussi idrici sotterranei; tuttavia, considerato lo spessore ettometrico della formazione e la morfologia dei luoghi, è probabile che la circolazione idrica si sviluppi a profondità da decametriche a ettometriche. Nel settore nord del parco eolico il contesto geologico caratterizzato da rocce da bassa a medio bassa permeabilità, permette di escludere potenziali interazioni tra flussi idrici sotterranei e opere di fondazione se non in particolari e temporanee condizioni meteoclimatiche (piogge intense, scioglimento di eventuali accumuli nevosi) capaci di saturare la coltre eluvio-colluviale e lo strato di alterazione della roccia.

11.5.1.3 Rischio di dispersione accidentale di rifiuti solidi e liquidi

Al riguardo si rimanda a quanto già riportato a proposito della componente ambientale Suolo, uso del suolo e patrimonio agroalimentare (cfr. par. 11.3.1.3).

11.5.2 Fase di cantiere

Effetti sull'idrografia e sulla qualità delle acque superficiali

Con riferimento alle operazioni di scavo della fondazione e di scavo/riporto associati alla realizzazione della viabilità di impianto, non si ravvisano potenziali impatti a carico del reticolo idrografico.

Per quanto riguarda le acque superficiali, come più sopra espresso, i criteri localizzativi delle opere sono stati improntati alla scelta di evitare interferenze con il reticolo principale.

Durante il processo costruttivo delle opere lineari, delle piazzole e della stazione elettrica, gli impatti sulle acque superficiali possono essere considerati minimi. Quantunque gli scavi determinino, infatti, una temporanea modificazione morfologica e della copertura del terreno, favorendo locali fenomeni di ristagno, i singoli interventi presentano un carattere estremamente localizzato.

In concomitanza con eventi piovosi, non possono escludersi eventuali fenomeni di dilavamento di materiali fini in corrispondenza delle aree di lavorazione non ancora stabilizzate ed oggetto di ripristino ambientale (cumuli di materiale, piazzali, scarpate). Tali fenomeni sono, in ogni caso, da ritenersi scarsamente significativi in considerazione della ridotta occupazione di suolo delle aree di cantiere e del carattere occasionale degli stessi, potendosi concentrare le lavorazioni entro periodi a bassa piovosità.

Sempre in tale fase costruttiva, inoltre, l'impatto riconducibile all'accidentale dispersione di inquinanti come olii o carburanti verso i sistemi di deflusso incanalato scorrenti lungo i versanti dei rilievi, può considerarsi certamente trascurabile ed opportunamente controllabile.

Durante la fase di realizzazione delle opere di fondazione, infine, saranno attuati tutti gli accorgimenti volti a limitare il richiamo delle acque di ruscellamento verso gli scavi.

Sulla base di quanto sopra si può ritenere che l'impatto a carico dei sistemi idrografici sia di Entità trascurabile o, al più, Lieve e reversibile nel breve termine.

Effetti sui sistemi idrogeologici e sulla qualità delle acque sotterranee

In virtù delle scelte tecniche operate e delle caratteristiche idrogeologiche locali, la costruzione della viabilità di servizio e delle piazzole non comporteranno alcuna interferenza apprezzabile con gli acquiferi sotterranei.

L'impronta della fondazione degli aerogeneratori andrà a costituire localmente un'area poco permeabile, che tuttavia, in virtù della forma tronco-conica del suo estradosso, permetterà la filtrazione delle acque meteoriche verso il basso, impedendone la stagnazione e non ostacolando la ricarica delle acque sotterranee.

In ogni caso, l'impatto sull'assetto idrogeologico è da considerarsi praticamente nullo, considerando la trascurabile superficie occupata dalle fondazioni e dalla stazione elettrica di trasformazione in rapporto all'estensione del bacino idrogeologico di riferimento, tale da escludere ogni apprezzabile modificazione delle dinamiche di deflusso sotterraneo.

Visti gli esili spessori e i caratteri di discontinuità della copertura detritica riscontrata, si esclude anche la possibilità di formazione di accumuli idrici di tipo freatico degni di nota se non quelli strettamente legati alla infiltrazione delle acque zenitali in occasione di precipitazioni abbondanti.

Dalle informazioni ricavate non si può quindi escludere, ad una prima analisi del settore nord, qualsiasi interazione tra scavi e flussi idrici sotterranei; tuttavia, considerato lo spessore ettometrico della formazione e la morfologia dei luoghi, è probabile che la circolazione idrica si sviluppi a profondità da decametriche a ettometriche. Nel settore si può invece escludere la presenza di una circolazione idrica sotterranea nell'area di intervento perlomeno alle profondità previste in progetto per la realizzazione delle opere fondali degli aerogeneratori; per cui la realizzazione degli scavi e degli sbancamenti avverrà senza interazione alcuna con flussi idrici interni all'ammasso roccioso.

Durante la fase di realizzazione delle opere, l'accidentale dispersione di inquinanti, come olii e carburanti dai macchinari utilizzati per i lavori, in assenza di adeguato controllo, potrebbe localmente arrecare pregiudizio alla qualità dei substrati. A tal riguardo si può asserire che tale rischio sia estremamente basso, in virtù delle considerazioni già esposte precedentemente.

Per tutto quanto precede, si può ritenere che l'impatto degli interventi sull'assetto idrogeologico locale sia, al più, di entità Lieve e reversibile nel breve periodo.

Per tutto quanto precede la sintesi della stima degli effetti, in fase di cantiere, attesi sulla componente "Acque superficiali e sotterranee" può essere sintetizzata attraverso la matrice cromatica riportata in Figura 11.11.

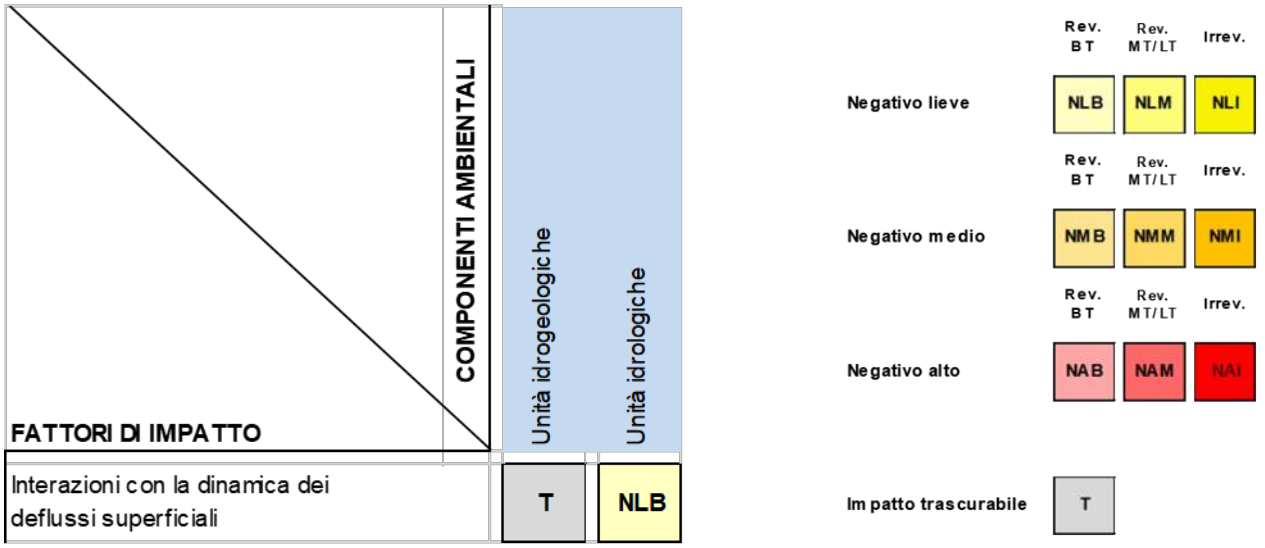


Figura 11.11: Matrice cromatica raffigurante i fattori di impatto principali per la componete "Acque superficiali e sotterranee" in fase di cantiere

11.5.3 Fase di esercizio

In virtù delle caratteristiche costruttive e di funzionamento dei moderni aerogeneratori è ragionevole escludere che l'ordinario esercizio dell'impianto configuri rischi concreti di decadimento della qualità dei corpi idrici superficiali e sotterranei.

Ogni evento accidentale associato alla perdita di fluidi potenzialmente inquinanti all'esterno dell'aerogeneratore è da ritenersi, infatti, un'eventualità estremamente improbabile considerato che:

- tutte le parti meccaniche ed il trasformatore di macchina sono alloggiati entro involucri a tenuta stagna o bacini di contenimento;
- le turbine saranno sistematicamente sottoposte a verifiche affinché siano assicurati un ottimale funzionamento ed i più alti livelli di servizio;
- ogni eventuale anomalia di funzionamento eventualmente imputabile a disfunzioni nei circuiti di lubrificazione del generatore elettrico e raffreddamento delle componenti elettromeccaniche sarà tempestivamente segnalata dal sistema di controllo da remoto, consentendo un rapido intervento degli addetti alla manutenzione.

Le medesime considerazioni possono ritenersi valide anche per quanto attiene alla sicurezza ambientale delle apparecchiature elettromeccaniche da installarsi nella stazione di utenza, in comune di Escalaplano, dove avverrà l'elevazione della tensione da 30 a 36kV prima dell'immissione dell'energia elettrica prodotta alla futura stazione RTN di Terna. Ciò con particolare riferimento al trasformatore che sarà provvisto di apposita vasca di contenimento dei liquidi di perdita.

Analogamente a quanto evidenziato a proposito della fase di cantiere, l'appropriato posizionamento degli aerogeneratori, nonché la realizzazione di nuova viabilità, a debita distanza dai principali impluvi o alvei dei corsi d'acqua, contribuisce, infine, ad attenuare ogni apprezzabile interferenza del progetto con i processi di deflusso di carattere diffuso o incanalato.

Per quanto riguarda gli attraversamenti idrici dei cavidotti interrati, come detto, essi saranno progettati in modo da salvaguardare il libero deflusso delle acque superficiali.

In virtù di quanto precede ogni potenziale interferenza con i sistemi idrici superficiali e sotterranei in fase di esercizio è da ritenersi Trascurabile.

11.5.4 Fase di dismissione

Per quanto espresso a proposito della fase di cantiere, le operazioni di smantellamento dell'impianto e delle infrastrutture accessorie, laddove ciò si renderà necessario, non configurano impatti apprezzabili sui sistemi idrologici superficiali e sotterranei.

Il processo di dismissione, infatti, presuppone l'esecuzione di attività del tutto simili a quelle di costruzione. Una particolare attenzione dovrà, in ogni caso, essere prestata alla bonifica e messa in sicurezza delle apparecchiature elettromeccaniche installate nell'aerogeneratore preventivamente al loro disassemblaggio, al fine di escludere accidentali rilasci di fluidi all'esterno.

11.5.5 Eventuali effetti sinergici

Nelle aree di intervento non si ravvisano altri fattori di impatto significativi, potenzialmente cumulabili con quelli di cui trattasi, riferibili ad iniziative infrastrutturali in corso di realizzazione o approvate.

11.5.6 Misure di mitigazione previste

11.5.6.1 Interferenza con il regime idrico superficiale

Per quanto espresso sopra, è ragionevole escludere che la realizzazione ed esercizio dell'impianto configuri rischi concreti di decadimento della qualità dei corpi idrici superficiali o alterazione delle preesistenti dinamiche di deflusso superficiale o incanalato.

In fase costruttiva, l'impatto riconducibile all'accidentale dispersione di inquinanti come olii o carburanti verso i compluvi naturali, può considerarsi trascurabile laddove siano rigorosamente adottati criteri di buona tecnica e macchinari in buono stato di manutenzione.

Al fine di minimizzare il contatto tra le acque di corrivazione e le principali aree di lavorazione, durante la fase di realizzazione delle opere di fondazione saranno attuati tutti gli accorgimenti volti a limitare qualsiasi forma di richiamo delle acque di ruscellamento verso gli scavi.

In fase di esercizio, in particolare, il potenziale impatto sui sistemi idrici è da considerarsi del tutto

trascurabile, laddove siano osservate le indispensabili procedure di monitoraggio e controllo degli impianti e/o le più appropriate pratiche comportamentali nell'ambito degli ordinari processi di gestione operativa dell'impianto eolico, per prassi adottate dalla società proponente presso le proprie installazioni.

Per quanto attiene agli elettrodotti interrati, gli stessi sono stati progettati in modo tale da salvaguardare il libero deflusso delle acque superficiali, senza alterare la conformazione degli alvei o compluvi attraversati.

11.5.6.2 Interferenza con il regime idrico sotterraneo

Considerata la bassa significatività del fattore di impatto, unitamente alla sua trascurabile probabilità di manifestarsi, in rapporto alle caratteristiche ed alla vulnerabilità complessiva della componente ambientale delle risorse idriche sotterranee dell'ambito in esame, non si prevedono specifiche misure di mitigazione.

11.6 Atmosfera

11.6.1 Principali fattori di impatto (positivi e/o negativi) a carico della componente

11.6.1.1 Produzione di energia da fonte rinnovabile (F. Positivo)

Come riportato nelle varie sezioni dello SIA, la presente proposta progettuale si inserisce in un quadro programmatico-regolatorio, dal livello internazionale a quello regionale, di impulso sostenuto allo sviluppo delle fonti energetiche rinnovabili (FER). La produzione energetica da fonte eolica, così come dalle altre fonti rinnovabili, configura, infatti, numerosi benefici di carattere socio-economico ed ambientale, misurabili in termini di efficacia dell'azione di contrasto ai cambiamenti climatici, miglioramento della qualità dell'aria, tutela della biodiversità ed, in ultima analisi, della salute pubblica. Tali innegabili aspetti ambientali positivi della produzione energetica da FER, ai fini della definizione delle politiche energetiche su scala nazionale e globale, sono contabilizzate economicamente dagli organismi preposti in termini di esternalità negative evitate attribuibili alla produzione energetica da fonte convenzionale.

11.6.1.2 Emissione di polveri e inquinanti atmosferici da movimento di automezzi su scala locale e micro-locale (F. Negativo)

La fase di cantiere, analogamente a quanto riscontrabile per qualunque sito costruttivo di interventi infrastrutturali a rete, sarà all'origine, in particolare durante i periodi secchi, dell'emissione di polveri a seguito della realizzazione delle opere civili e di approvvigionamento dei materiali da costruzione.

Tenuto conto delle caratteristiche geomeccaniche dei substrati di sedime dell'impianto, le operazioni di scavo potranno avvenire attraverso l'impiego di mezzi meccanici o con l'ausilio di martelli

demolitori pneumatici. Sarà previsto, inoltre, l'impiego di un frantoio mobile per la riduzione granulometrica del materiale roccioso scavato e successivo reimpiego del materiale frantumato nell'ambito del processo costruttivo per formazione di sottofondi e rilevati.

Da quanto detto emerge come le principali sorgenti di emissione di polveri siano riconducibili, prevalentemente, alle seguenti cause e/o attività elementari:

- attività di perforazione per la realizzazione di sondaggi geognostici;
- asportazione della coltre pedologica;
- apertura di piste e piazzali;
- scavo con mezzi meccanici o con martellone;
- frantumazione del materiale scavato;
- stoccaggio temporaneo del materiale di scavo;
- movimentazione e caricamento su camion dei materiali.

Nel seguito, l'aspetto delle emissioni gassose da traffico veicolare associato all'operatività del cantiere è preso in esame per completezza di trattazione, potendosi considerare un fattore scarsamente significativo in rapporto alla stima degli effetti sulla qualità dell'aria che caratterizza il territorio di interesse. Considerato il limitato numero di mezzi pesanti che quotidianamente saranno impegnati nel processo costruttivo (si stimano al massimo circa 120 trasporti/d in andata e ritorno per circa 30 settimane), ogni effetto sulla qualità dell'aria può ritenersi ragionevolmente di bassa entità, temporaneo (può manifestarsi indicativamente dalle 07:00 alle 17:00, ossia nell'orario di lavoro) nonché reversibile nel breve termine. Le prassi di analisi e valutazione ambientale consolidate, in tal senso, inducono a ritenere tali impatti meritevoli di una appropriata quantificazione allorquando gli interventi da realizzare sottendano un apprezzabile flusso continuato di veicoli in orario diurno e notturno, come nel caso dei progetti di nuove strade di scorrimento urbane, importanti strade extraurbane o, ancora, attività industriali che presuppongano un flusso continuato di automezzi (p.e. attività estrattive).

11.6.2 Sintesi valutativa degli impatti attesi a livello globale

È ormai opinione condivisa nel mondo scientifico che l'inquinamento atmosferico e le emissioni di CO_2 determinate dall'impiego dei combustibili fossili rappresentino una seria minaccia per lo sviluppo sostenibile. La gran parte del contributo a tali emissioni origina proprio dalla produzione di energia elettrica da fonti convenzionali.

In questo quadro, la realizzazione dell'intervento in esame, al pari delle altre centrali a fonte rinnovabile, può contribuire alla riduzione delle emissioni responsabili del drammatico progressivo acuirsi dell'effetto serra su scala planetaria nonché al miglioramento generale della qualità dell'aria.

Come noto, per "gas serra" si intendono quei gas presenti nell'atmosfera, di origine sia naturale che

antropica, che, assorbendo la radiazione infrarossa, contribuiscono all'innalzamento della temperatura dell'atmosfera. Questi gas, infatti, permettono alle radiazioni solari di attraversare l'atmosfera mentre ostacolano il passaggio inverso di parte delle radiazioni infrarosse riflesse dalla superficie terrestre, favorendo in tal modo la regolazione ed il mantenimento della temperatura del pianeta. Questo processo è sempre avvenuto naturalmente ed è quello che garantisce una temperatura terrestre superiore di circa 33°C rispetto a quella che si avrebbe in assenza di questi gas.

Già dalla fine degli anni '70 del Novecento cominciò ad essere rilevata la tendenza ad un innalzamento della temperatura media del pianeta, notevolmente superiore rispetto a quella registrata in passato, inducendo i climatologi ad ipotizzare che, oltre alle cause naturali, il fenomeno potesse essere attribuito anche alle attività antropiche. La prima Conferenza mondiale sui cambiamenti climatici, tenutasi nel 1979, avviò la discussione su "…*come prevedere e prevenire potenziali cambiamenti climatici causati da attività umane che potrebbero avere un effetto negativo sul benessere dell'umanità*".

Una svolta nella politica dei cambiamenti climatici si è avuta in occasione della Conferenza delle parti, tenutasi a Kyoto nel 1997, con l'adozione dell'omonimo Protocollo.

I sei gas ritenuti responsabili dell'effetto serra sono:

- l'anidride carbonica (CO_2), prodotta dall'impiego dei combustibili fossili in tutte le attività energetiche e industriali, oltre che nei trasporti;
- il metano (CH_4), prodotto dalle discariche dei rifiuti, dagli allevamenti zootecnici e dalle coltivazioni di riso;
- il protossido di azoto (N_2O), prodotto nel settore agricolo e nelle industrie chimiche;
- gli idrofluorocarburi (HFC);
- i perfluorocarburi (PFC);
- l'esafluoruro di zolfo (SF_6), tutti e tre impiegati nelle industrie chimiche e manifatturiere.

Tra questi gas l'anidride carbonica è quello che apporta il maggiore contributo, sebbene, a parità di quantità emissioni in atmosfera, il metano possieda un "potenziale serra" maggiore. I quantitativi di anidride carbonica emessi in atmosfera, infatti, risultano di gran lunga superiori rispetto agli altri composti, rendendo tale gas il maggiore responsabile del surriscaldamento del pianeta. Ciò è dovuto al fatto che la CO_2 è uno dei prodotti della combustione di petrolio e carbone, i combustibili fossili più diffusi nella produzione di energia elettrica e termica. Conseguentemente, i settori maggiormente incriminati dei cambiamenti climatici sono il termoelettrico, il settore dei trasporti e quello del riscaldamento per usi civili.

Tra i vari strumenti volti alla riduzione delle concentrazioni di gas serra nell'atmosfera, il Protocollo

di Kyoto promuove l'adozione di politiche orientate, da un lato, ad uno uso razionale dell'energia e, dall'altro, all'utilizzo di tecnologie per la produzione di energia da fonti rinnovabili, intendendosi con questo termine tutte le fonti di energia non fossili (quali l'energia solare, eolica, idraulica, geotermica, del moto ondoso, maremotrice e da biomasse), che, non prevedendo processi di combustione, consentono di produrre energia senza comportare emissioni di CO_2 in atmosfera.

Al fine di valutare il contributo positivo apportato dalla realizzazione del proposto impianto eolico denominato "Energia Monte Taccu", al problema delle emissioni dei gas serra si è provveduto a stimare il quantitativo di anidride carbonica che sarebbe emessa se la stessa energia elettrica producibile dai previsti aerogeneratori fosse generata da una centrale convenzionale alimentata con combustibili fossili.

I 12 aerogeneratori in progetto saranno in grado di erogare una potenza specifica di 6,6 MW ciascuno, per una potenza complessiva installata di 72,6 MW, comprendente anche la potenza erogabile del sistema di accumulo elettrochimico (BESS).

Preso atto che, dalle elaborazioni dei dati anemologici disponibili, il tempo di funzionamento dell'impianto a potenza nominale è valutato in circa 3220 ore eq./anno, la producibilità netta stimata sarà di circa 233.8 GWh annui.

Di estrema rilevanza, nella stima delle emissioni evitate da una centrale a fonte rinnovabile, è la scelta del cosiddetto "emission factor", ossia dell'indicatore che esprime le emissioni associate alla produzione energetica da fonti convenzionali nello specifico contesto di riferimento. Tale dato risulta estremamente variabile in funzione della miscela di combustibili utilizzati e dei presidi ambientali di ciascuna centrale da fonte fossile.

Sulla base di uno studio ISPRA pubblicato nel 2015[6], potrebbe ragionevolmente assumersi come dato di calcolo delle emissioni di anidride carbonica evitate il valore di 0,50 kg CO_2/kWh, attribuito alla produzione termoelettrica lorda nazionale. Tale dato, risulterebbe peraltro sottostimato se il parco eolico sottraesse emissioni direttamente alle centrali termoelettriche sarde, per le quali l'"emission factor" è valutato in 648 gCO_2/kWh[7].

In base a quest'ultima assunzione, le emissioni di CO_2 evitate a seguito dell'entrata in esercizio del parco eolico possono valutarsi secondo le stime riportate in Tabella 11.10.

[6] ISPRA, 2015. Fattori di emissione atmosferica di CO_2 e sviluppo delle fonti rinnovabili del settore elettrico

[7] PEARS 2016 (https://www.regione.sardegna.it/documenti/1_274_20160129120346.pdf)

Tabella 11.10 – Stima delle emissioni di CO_2 evitate a seguito della realizzazione dell'impianto eolico

Producibilità dell'impianto kWh/anno	Emissioni specifiche evitate (*) ($kgCO_2/kWh$)	Emissioni evitate (tCO_2/anno)
233.800.000	0,648	151.502

(*) dato regionale

11.6.3 Sintesi valutativa degli impatti attesi a livello locale o sovralocale

11.6.3.1 Fase di costruzione

Durante il periodo di costruzione dell'impianto, a seguito delle operazioni di approntamento delle opere accessorie, funzionali all'esercizio degli aerogeneratori, nonché delle attività di trasporto delle attrezzature e dei materiali, da e verso il cantiere, potrà configurarsi un locale e lieve decadimento della qualità dell'aria da attribuire alle predette forme di impatto, peraltro caratteristiche di qualunque cantiere edile:

- emissione di polveri in atmosfera;
- incremento delle emissioni da traffico veicolare.

All'origine delle emissioni di polveri, in particolare, saranno tutte le attività di movimento terra e lavorazione dei materiali quali: lavori di scavo, sbancamento e rinterro per la realizzazione di fondazioni e piazzole temporanee; lavori di scavo e rinterro per la posa dei cavidotti; scavi di sbancamento e/o regolarizzazione della viabilità di impianto, nuova o da adeguare; movimentazione e stoccaggio provvisorio di materiali (rocce, terre, suolo vegetale); riduzione granulometrica.

Il principale indicatore atto a descrivere la significatività dell'aspetto ambientale correlato all'emissione di polveri è certamente il tempo associato alle lavorazioni più problematiche, quali lo scavo delle fondazioni, l'apertura di nuove strade o lo scavo e rinterro dei cavidotti (vedasi Elaborato FORI-SNG-RC9 - Cronoprogramma degli interventi allegato al Progetto definitivo delle opere civili).

La limitata durata delle fasi di lavorazione unitamente, alla scarsa densità insediativa delle aree interessate dai lavori ed alla distanza delle principali aree di lavorazione (piazzole) dai più prossimi edifici abitativi, consentono ragionevolmente di ritenere che la significatività del fenomeno di dispersione di polveri sarà alquanto limitata.

Riguardo alle emissioni derivanti dall'incremento del traffico possono anch'esse ritenersi estremamente contenute, soprattutto in considerazione del modesto movimento di automezzi giornaliero necessario all'approvvigionamento della componentistica delle macchine eoliche e dei materiali edili nonché dei movimenti terra previsti all'interno del cantiere.

Sotto il profilo spaziale, l'emissione di polveri da attività di cantiere esercita i suoi effetti ambientali principali entro distanze di poche centinaia di metri dalle zone di lavorazione. Alquanto più contenuta, per contro, sarà l'area di influenza significativa in merito alla diffusione spaziale di inquinanti da traffico, in ragione del limitato numero di mezzi operativi previsti.

In definitiva, considerata la prevista articolazione del cantiere secondo interventi puntuali o lineari progressivi, unitamente all'adozione delle misure di mitigazione più oltre individuate, i predetti fattori casuali di impatto, e conseguentemente i relativi effetti ambientali, sono da ritenersi adeguatamente controllabili, di modesta entità e totalmente reversibili a conclusione del processo costruttivo.

Per tutto quanto precede la sintesi della stima degli effetti, in fase di cantiere, attesi sulla componente "Atmosfera" può essere sintetizzata attraverso la matrice cromatica riportata in Figura 11.12.

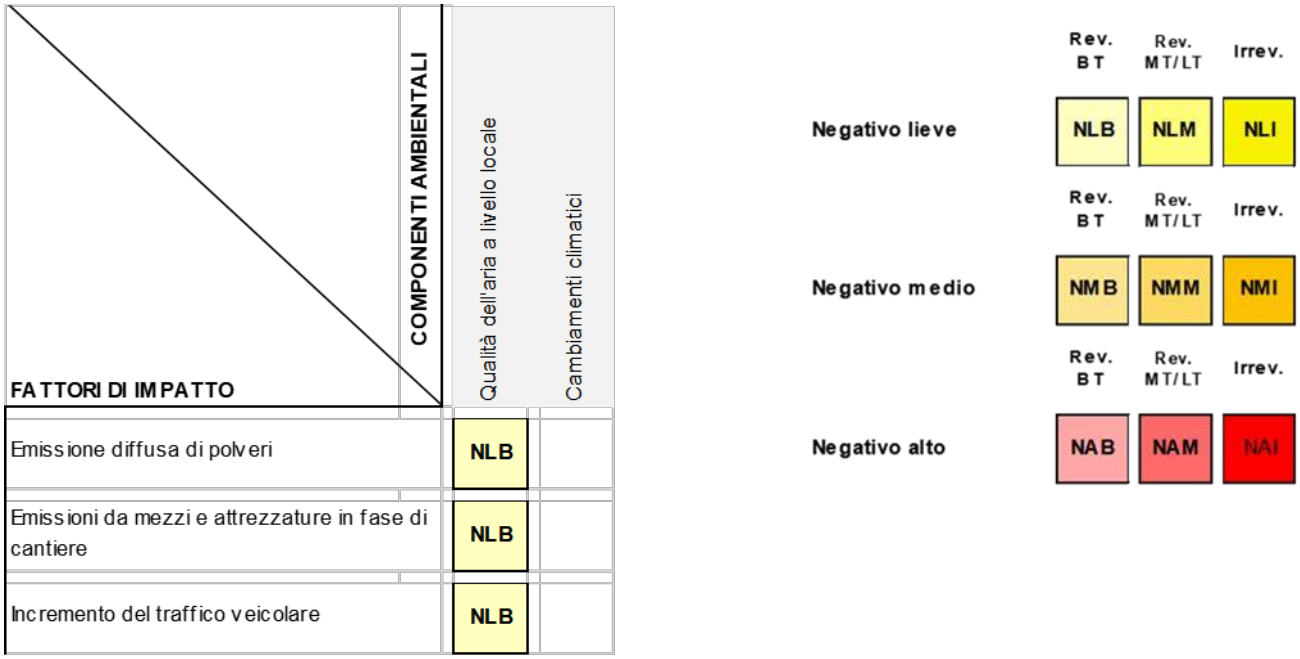


Figura 11.12: Matrice cromatica raffigurante i fattori di impatto principali per la componete "Atmosfera" in fase di cantiere

11.6.3.2 Fase di esercizio

Come espresso in precedenza, il funzionamento degli impianti eolici non origina alcuna emissione in atmosfera. La fase di esercizio non prevede, inoltre, significative movimentazioni di materiali né apprezzabili incrementi della circolazione di automezzi che possano determinare l'insorgenza di impatti negativi a carico della qualità dell'aria a livello locale.

Per contro, l'esercizio degli impianti eolici, al pari di tutte le centrali a fonte rinnovabile, oltre a contribuire alla riduzione delle emissioni responsabili del drammatico progressivo acuirsi dell'effetto serra su scala planetaria, concorre apprezzabilmente al miglioramento generale della qualità

dell'aria su scala territoriale. Al riguardo, con riferimento ai fattori di emissione riferiti alle caratteristiche emissive medie del parco termoelettrico Enel[8], la realizzazione dell'impianto eolico potrà determinare la sottrazione di ulteriori emissioni atmosferiche, associate alla produzione energetica da fonte convenzionale, responsabili del deterioramento della qualità dell'aria a livello locale e globale, ossia di Polveri, SO_2 e NOx (Tabella 11.11).

Tabella 11.11 - Stima delle emissioni evitate a seguito della realizzazione del parco eolico "Energia Monte Taccu" con riferimento ad alcuni inquinanti atmosferici

Producibilità dell'impianto kWh/anno	**Parametro**	**Emissioni specifiche evitate (*) (g/kWh)**	**Emissioni evitate (t/anno)**
233.800.000	PTS	0,045	10,5
	SO_2	0,969	226,6
	NOx	1,22	285,2

(*) dato regionale

A questo proposito, peraltro, corre l'obbligo di evidenziare come gli impatti positivi sulla qualità dell'aria derivanti dallo sviluppo degli impianti alimentati da fonti energetiche rinnovabili, sebbene misurati a livello locale possano ritenersi non significativi, acquistino una rilevanza determinante se inquadrati in una strategia complessiva di riduzione progressiva delle emissioni a livello globale, come evidenziato ed auspicato nei protocolli internazionali di settore, recepiti dalle normative nazionali e regionali.

Per tutto quanto precede la sintesi della stima degli effetti, in fase di esercizio, attesi sulla componente "Atmosfera" può essere sintetizzata attraverso la matrice cromatica riportata in Figura 11.12.

[8] Rapporto Ambientale Enel 2013

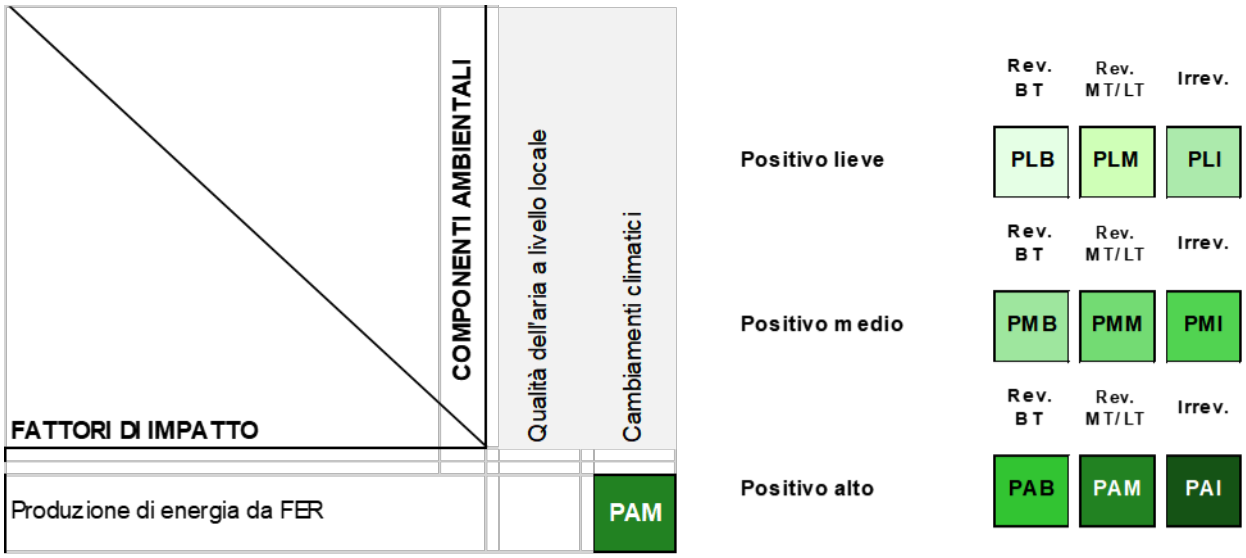


Figura 11.13: Matrice cromatica raffigurante i fattori di impatto principali per la componete "Atmosfera" in fase di esercizio

11.6.3.3 Fase di dismissione

Impatti del tutto analoghi alla fase di costruzione, per caratteristiche di durata e persistenza, potranno verificarsi in sede di dismissione dell'impianto, a seguito delle operazioni di demolizione delle fondazioni degli aerogeneratori, eventuale asportazione di strade e rimodellamenti morfologici nonché recupero dei cavi interrati.

Anche in questo caso, per tutte le ragioni anzidette, l'impatto è da ritenersi di rilevanza contenuta, spazialmente localizzato nelle aree di cantiere, di carattere temporaneo e discontinuo in funzione dei cicli di lavorazione previsti e totalmente reversibile al termine dei lavori.

11.6.4 Eventuali effetti sinergici

Valutata l'assenza di significative sorgenti di emissione puntuale o diffusa nell'area in esame e non essendo previsti ulteriori significativi interventi infrastrutturali nel settore di intervento, i fattori di impatto negativi più sopra individuati non originano apprezzabili effetti di cumulo con altre sorgenti di emissione.

Poiché l'intervento si allinea con il processo in atto di progressiva contrazione dell'approvvigionamento energetico da fonte fossile, lo stesso concorre positivamente al miglioramento generale della qualità dell'aria su scala territoriale.

11.6.5 Misure di mitigazione previste

Al fine di realizzare un adeguato controllo delle emissioni di polveri in fase di realizzazione e dismissione dei previsti aerogeneratori potranno risultare sufficienti alcuni accorgimenti di "buona gestione" del cantiere quali, solo per citarne alcuni:

- l'opportuna limitazione della velocità dei mezzi di trasporto dei materiali inerti;
- in giornate particolarmente secche e ventose, la periodica bagnatura dei cumuli di materiale inerte provvisoriamente stoccato in loco o, eventualmente, delle piste e dei piazzali;
- l'appropriata conduzione delle operazioni di carico-scarico dei materiali inerti (p.e. limitando l'altezza di caduta del materiale dalla benna);
- in occasione di condizioni climatiche favorevoli alla dispersione atmosferica delle polveri, durante le operazioni di scarico e messa in posto dei materiali di scavo si prevede l'impiego di nebulizzatori ad acqua per l'abbattimento del particolato;
- la razionalizzazione delle attività di cantiere al fine di limitare la durata delle lavorazioni provvisorie;
- spegnimento dei macchinari nelle fasi di non attività;
- lavaggio degli pneumatici dei veicoli pesanti in uscita dal cantiere;
- copertura dei carichi durante il trasporto tramite uso di mezzi telonati.

In relazione al potenziale incremento delle emissioni da traffico veicolare, quali misure di mitigazione, possono ritenersi sufficienti le ordinarie procedure di razionalizzazione delle attività di trasporto dei materiali (impiego di mezzi ad elevata capacità ed in buono stato di manutenzione generale).

11.7 Sistema paesaggistico: Paesaggio, Patrimonio culturale e Beni materiali

11.7.1 Premessa

Come noto la direttiva europea che disciplina la procedura di Valutazione di impatto ambientale, e conseguentemente la normativa italiana di recepimento, individua nel Paesaggio uno dei fattori rispetto ai quali la VIA deve individuare, descrivere e valutare gli effetti diretti e indiretti di un progetto. Nella normativa e nell'esperienza della Valutazione di impatto ambientale, in definitiva, il paesaggio si configura come una fra le diverse componenti alla luce delle quali può essere letto ed interpretato l'ambiente. Ovvero come uno dei filtri (non l'unico) attraverso i quali leggere l'evoluzione e le tendenze della qualità ambientale.

D'altro canto, in Italia, il Paesaggio gode di una sorta di "doppio regime" di tutela e gestione. Componente di riferimento per la VIA, il Paesaggio è al tempo stesso settore preminente di

intervento del Ministero per i Beni e le Attività Culturali, che ha una storia assai più antica del Ministero dell'Ambiente.

11.7.2 Previsione degli effetti delle trasformazioni da un punto di vista paesaggistico

11.7.2.1 Schema delle principali modificazioni possibili sul sistema paesaggistico

Modificazioni della morfologia

Come evidenziato negli elaborati progettuali, l'intervento proposto, in particolar modo durante la fase di cantiere, è all'origine di locali modificazioni morfologiche derivanti, in particolar modo, dalla necessità di disporre di spazi provvisori di superficie regolare e sgombra da vegetazione funzionali all'assemblaggio della componentistica degli aerogeneratori. Al termine delle attività di installazione delle turbine eoliche, si procederà al ripristino ambientale delle aree in esubero in accordo con quanto riportato negli allegati grafici di progetto.

La significativa elevazione delle torri di sostegno delle turbine eoliche e le consistenti dimensioni del rotore, inoltre, impongono di prevedere adeguate opere di fondazione (plinto circolare di diametro ~25 metri) che necessitano, conseguentemente, di importanti opere di scavo. Al termine della costruzione delle fondazioni in c.a., tali scavi saranno opportunamente ripristinati regolarizzando omogeneamente la superficie del terreno.

La posa dei cavidotti MT che si dipartono dalle turbine eoliche avverrà tramite la realizzazione di uno scavo a sezione obbligata della sezione approssimativa di 1,00m×1,00m, interamente realizzato in parallelismo rispetto alle sedi stradali esistenti o in progetto. Una volta realizzata la posa dei cavi, lo scavo sarà opportunamente ripristinato riportando il profilo morfologico del terreno alle condizioni originarie.

In definitiva l'impatto dell'intervento in termini di alterazioni morfologiche, ancorché avvertibile alla scala di prossimità, può ritenersi di modesta entità ad una scala di lettura più ampia del paesaggio, anche in ragione delle opere di ripristino e regolarizzazione morfologica previste in progetto.

Modificazioni della funzionalità ecologica, idraulica e dell'equilibrio idrogeologico, evidenziando l'incidenza di tali modificazioni sull'assetto paesistico

Sulla base del layout progettuale in esame, non si prevedono fenomeni di frammentazione (*fragmentation*) degli habitat, intesa come creazione di *patch* (nuclei) tra loro isolati, e fenomeni di insularizzazione degli ecosistemi.

Non si rilevano criticità legate alla presenza di corsi d'acqua o sorgenti in prossimità delle aree occupate del progetto tali da produrre effetti rilevanti sulla componente al livello paesaggistico.

Modificazioni dell'assetto fondiario, agricolo e colturale

I parchi eolici, e specificatamente quello in progetto, non determinano interferenze rispetto al perpetuarsi delle tradizionali pratiche agricole di utilizzo del territorio né la segmentazione degli appezzamenti di terreno agricolo. Inoltre, va sottolineato come l'esercizio degli impianti eolici non configuri problematiche di carattere ambientale in grado di alterare la qualità dei terreni e delle acque, trattandosi di installazioni prive di emissioni solide, liquide e gassose. Le postazioni eoliche richiedono una occupazione di territorio estremamente esigua e sostanzialmente limitata all'area di posizionamento degli aerogeneratori, destinata ad essere progressivamente colonizzata dalla vegetazione spontanea nell'arco di qualche ciclo stagionale. Non è di norma richiesta, inoltre, alcuna recinzione a delimitazione degli impianti, fatta eccezione per le superfici occupate dalla stazione elettrica.

Per tali ragioni possono dirsi assenti modificazioni paesaggistiche legate allo stravolgimento dell'assetto generale dei fondi rurali, dei loro usi e delle pratiche agricole e zootecniche oggi in essere.

In tale chiave di lettura, la realizzazione dell'impianto può, inoltre, contribuire a rafforzare proprio i processi di fruizione da parte dei principali frequentatori dell'area, ossia gli agricoltori e allevatori locali, consolidando e migliorando in modo significativo il preesistente sistema della viabilità locale, che sarà proficuamente utilizzata dalla società proponente nell'ambito del processo costruttivo e per le ordinarie pratiche gestionali e manutentive dell'impianto.

Modificazioni dei caratteri strutturanti del territorio agricolo (elementi caratterizzanti, modalità distributive degli insediamenti, reti funzionali, arredo vegetale minuto, trama parcellare, ecc.);

Considerate le attuali condizioni d'uso del territorio in esame, l'intervento configura la sottrazione di limitate superfici la realizzazione delle piste di accesso e delle piazzole.

Tali locali modifiche dell'esistente organizzazione degli spazi agricoli, alle quali faranno seguito adeguate azioni di ripristino, interesseranno comunque ambiti ristretti e si ritiene, conseguentemente, che le stesse non possano snaturare significativamente l'esistente trama fondiaria.

L'impostazione di progetto della viabilità di accesso alle postazioni eoliche, improntata, per quanto tecnicamente possibile, al consolidamento ed ampliamento dei tracciati esistenti, prefigura effetti estremamente contenuti sulla esistente trama fondiaria, rafforzandone peraltro le condizioni di accessibilità, a vantaggio degli attuali fruitori delle aree.

11.7.2.2 Fase di esercizio

Modificazioni dell'assetto percettivo, scenico o panoramico

Gli impianti eolici sono intrinsecamente suscettibili di determinare, in conseguenza delle imponenti dimensioni degli aerogeneratori, significative modificazioni del quadro estetico-percettivo del contesto paesistico in cui gli stessi si collocano.

Sotto il profilo operativo, la stima delle modificazioni al quadro percettivo è stata condotta attraverso l'elaborazione di mappe di intervisibilità teorica e con l'ausilio di un opportuno indicatore che stima, in ogni punto dell'area di studio, l'effetto percettivo attraverso la valutazione della "*magnitudo visuale*" dell'impianto (IIPP).

Ragionando in funzione delle condizioni di visibilità dell'opera in progetto, le peculiarità geomorfologiche si traducono in un bacino visivo che si manifesta con continuità nei territori dei rilievi tabulari incisi dal *Flumendosa* in prossimità del centro urbano di Orroli (a circa 20km di distanza), e risulta "polverizzato" in numerose aree di visibilità frammentate nei contesti periferici ove dominano le zone di invisibilità dell'impianto (FORI-SNG-RA5-10 Mappa di intervisibilità teorica - Bacino visivo e area di massima attenzione). Il centro più importante compreso entro l'areale di massima attenzione è Escalaplano che, come gli altri centri ricadenti entro l'areale di massima attenzione e interessati dal fenomeno visivo, presenta un tessuto insediativo caratterizzato da dinamiche lente e in continuità con le tradizionali spinte evolutive dell'abitato, cresciuto in modo lento e compatto mantenendosi sostanzialmente concentrato intorno al centro storico senza mostrare significativi fenomeni di dispersione sul territorio.

Analizzando i valori dell'indice IIPP (Carta dell'Indice di Intensità Percettiva Potenziale) la porzione di territorio in cui l'indice presenta i valori maggiori è strettamente limitata al contesto geografico di installazione dei nuovi aerogeneratori, entro un'area di forma simmetrica che si estende maggiormente in direzione perpendicolare a quella di sviluppo dell'impianto.

Peraltro, specifiche attività di ricognizione territoriale eseguite attraverso mirati sopralluoghi hanno evidenziato frequenti condizioni micro-locali (vegetazione e lievi variazioni nella quota del suolo) che di fatto impediscono la visione, diversamente da quanto indicato dalle analisi basate sull'intervisibilità teorica.

Modificazioni dell'assetto insediativo-storico

Il processo di definizione delle posizioni degli aerogeneratori ha tenuto in debita considerazione la dislocazione dei beni di interesse storico-artistico e archeologico riscontrabili nell'area vasta in esame sulla base delle informazioni bibliografiche disponibili e della specifica *survey* condotta sul campo.

Per tali ragioni non si ravvisano modificazioni dell'assetto insediativo storico.

Modificazioni dei caratteri tipologici, materici, coloristici, costruttivi, dell'insediamento storico (urbano, diffuso, agricolo);

Non interessando direttamente ambiti caratterizzati dalla preesistenza di nuclei insediativi e non essendo prevista la realizzazione di fabbricati fuori terra (a meno di quelli funzionali alle previste stazioni elettriche), si ritiene che l'intervento non possa determinare apprezzabili modificazioni in ordine ai caratteri tipologici dell'edificato caratteristico del settore in esame. D'altro canto, i nuovi impianti energetici previsti possono ritenersi certamente coerenti, come implicitamente riconosciuto dalla pianificazione regionale paesaggistica e di settore, con il sistema delle infrastrutture già presenti nell'area vasta in esame (aerogeneratori esistenti, elettrodotti aerei, strade, stazioni elettriche).

11.7.2.3 Ulteriori effetti possibili sul sistema paesaggistico

Per maggiore completezza si riporta di seguito una sintetica descrizione degli ulteriori effetti previsti sul sistema paesaggistico, articolata secondo i criteri espressamente indicati dal D.M. 12/12/2005.

Ulteriori effetti sul sistema paesaggistico	
Intrusione: inserimento in un sistema paesaggistico (elementi estranei ed incongrui ai suoi caratteri peculiari compositivi, percettivi o simbolici per es. capannone industriale, in un'area agricola o in un insediamento storico).	Lo spazio esterno all'insediamento, nei territori in cui si sono per secoli praticati agricoltura e pascolo di sostentamento, ha in sé i connotati di un contesto dalle caratteristiche di un'"area produttiva" ove erano, e sono, ubicate le funzioni legate alle attività di sostentamento. La realizzazione dell'intervento proposto, sebbene si configuri come elemento innovativo rispetto ai caratteri paesaggistici tipici di un territorio storicamente vocato allo sfruttamento agro-zootecnico, delinea comunque alcune prospettive di integrazione ed opportunità socio-economiche per il territorio che, a fronte di una modifica del paesaggio visuale (peraltro del tutto reversibile) guadagna l'opportunità di integrazioni semantiche rispetto ai temi della sostenibilità. In tal senso, proprio in una fase di crisi dei tradizionali modelli economici e di forte sofferenza del settore primario, il progetto potrebbe risultare sinergico e compatibile con la prosecuzione delle attività agro-zootecniche, nella misura in cui saranno riconosciuti appropriati indennizzi per diritti di superficie ai proprietari delle aree agricole interessate dal

Ulteriori effetti sul sistema paesaggistico	
	progetto. Infatti, la costruzione di un parco eolico, allorché ben progettato e concepito, può conciliarsi in modo armonico con le istanze volte ad assicurare un uso sostenibile del territorio e la salvaguardia delle preminenti risorse ambientali e paesaggistiche. Altro tema di grande importanza nella discussione sull'effetto di intrusione nel sistema paesaggistico è legato alla transitorietà dell'impianto che, progettato per una vita utile di circa 25/30 anni, al momento della sua dismissione non lascerà tracce apprezzabili nelle componenti materiali del paesaggio.
Suddivisione: (per esempio, nuova viabilità che attraversa un sistema agricolo, o un insediamento urbano o sparso, separandone le parti)	Le intrinseche caratteristiche degli impianti eolici, che assicurano la conservazione della preesistente fruibilità delle aree interessate dalla loro realizzazione, la minima occupazione di suolo associata all'esiguo numero di turbine, unitamente agli accorgimenti di progetto, orientati a minimizzare la realizzazione di nuove infrastrutture viarie attraverso un oculato posizionamento degli aerogeneratori, consentono di escludere significativi effetti dell'intervento in termini di rischio di suddivisione di sistemi insediativi o agricoli.
Frammentazione: (per esempio, progressivo inserimento di elementi estranei in un'area agricola, dividendola in parti non più comunicanti)	Valgono, a questo proposito, le considerazioni espresse al punto precedente. Il rischio di effetti di frammentazione, inoltre, si ritiene sensibilmente attenuato dal modesto numero di turbine eoliche da installare.
Riduzione: (progressiva diminuzione, eliminazione, alterazione, sostituzione di parti o elementi strutturanti di un sistema, per esempio di una rete di canalizzazioni agricole, di edifici storici in un nucleo di edilizia rurale, ecc.)	Poiché le moderne installazioni eoliche privilegiano aerogeneratori più voluminosi e potenti, con conseguente attenuazione della densità superficiale delle macchine rispetto al passato, il fattore di rischio in esame, se attentamente valutato, si presta ad un efficace controllo. In definitiva, in ragione delle caratteristiche degli usi del territorio, legati alle pratiche agricole e zootecniche, delle limitate superfici occupate dagli aerogeneratori e dalle

Ulteriori effetti sul sistema paesaggistico	
	infrastrutture di servizio, della attenta scelta localizzativa delle postazioni eoliche - che ha privilegiato la localizzazione in ambiti con copertura arboreo-arbustiva rada o assente e tendono a minimizzare le iterazioni con gli ambiti di maggiore valore ecologico (corsi d'acqua e aree con vegetazione naturaliforme) - è da escludere che l'intervento in esame possa determinare significative destrutturazioni degli elementi naturali o antropici propri del contesto in esame.
Eliminazione progressiva delle relazioni visive, storico-culturali, simboliche di elementi con il contesto paesaggistico e con l'area e altri elementi del sistema	Per quanto espresso in precedenza circa l'assenza di effetti di disordine visivo, la ridotta occupazione di superfici, la conservazione delle attuali condizioni d'uso del suolo, la tutela dei più prossimi beni di interesse storico-culturale, la totale reversibilità degli effetti percettivi ad avvenuta dismissione, si ritiene che possano individuarsi importanti elementi di coerenza con la conservazione dei preesistenti valori paesaggistici.
Concentrazione: (eccessiva densità di interventi a particolare incidenza paesaggistica in un ambito territoriale ristretto)	Le buone condizioni anemologiche del settore, la presenza di idonee infrastrutture per il collegamento degli aerogeneratori alla rete elettrica, le favorevoli condizioni di accessibilità unitamente alle attuali condizioni d'uso delle aree, sono fattori che possono incentivare il possibile sviluppo delle centrali eoliche nell'area vasta in esame. Il fenomeno della concentrazione si deve quindi considerare in rapporto all'intero contesto di relazione dell'impianto, in cui, per le motivazioni descritte, sono già presenti due impianti simili. Considerato il numero limitato di aerogeneratori in progetto in rapporto all'estensione delle aree interessate, valutati inoltre i moderni criteri di realizzazione degli impianti eolici, orientati verso una progressiva riduzione della densità superficiale delle macchine, si ritiene di poter escludere il rischio di un particolare accentramento di installazioni eoliche in un ambito territoriale ristretto.
Interruzione di processi ecologici e ambientali di scala	Anche sotto questo profilo, l'intervento in esame non risulta di per sé tale da ingenerare rischi significativi di deterioramento degli equilibri ecosistemici dell'ambito di

Ulteriori effetti sul sistema paesaggistico	
vasta o di scala locale	intervento.
Destrutturazione: (quando si interviene sulla struttura di un sistema paesaggistico alterandola per frammentazione, riduzione degli elementi costitutivi, eliminazione di relazioni strutturali, percettive o simboliche)	Per quanto espresso ai punti precedenti, è da ritenere che il progetto proposto non alteri in termini strutturali la consistenza paesistica del settore in esame; ciò nella misura in cui non si prevede l'installazione intensiva di aerogeneratori, non si determinano percepibili frammentazioni del territorio agricolo di intervento, non si interferisce direttamente con elementi di particolare significato storico-artistico o con ambiti di preminente valenza scenica e panoramica o culturale nonché con sistemi di particolare valenza ecologica. Tale assunzione appare, inoltre, avvalorata dalla circostanza che trattasi, in ogni caso, di effetti sostanzialmente reversibili.
Deconnotazione: (quando si interviene su un sistema paesaggistico alterando i caratteri degli elementi costitutivi).	Il tema della compatibilità dei parchi eolici rispetto all'esigenza di assicurare la conservazione di un'accettabile qualità paesaggistica del contesto di intervento è un argomento chiave nell'ambito delle valutazioni ambientali di tali tipologie di opere e rappresenta una sfida importante al fine di assicurare una diffusione equilibrata di tali tecnologie. Poiché il sito di progetto è storicamente caratterizzato dagli usi agricoli, un eventuale effetto di deconnotazione presupporrebbe una sottrazione, sia quantitativa che semantica dei "caratteri degli elementi costitutivi" dei luoghi. Seguendo tale impostazione, pertanto, detti effetti dovrebbero tradursi, sotto il profilo materiale, in un significativo consumo di suolo utile all'agricoltura e, semanticamente, dell'alterazione della vocazione agricolo-produttiva del territorio. Tralasciando un discorso speculativo sul significato dell'energia nel contesto della vita dell'uomo moderno - oggi indispensabile forse percepita altrettanto importante quanto il sostentamento fisico dell'uomo nel passato - va ricordato come gli stessi costi energetici incidano significativamente sulla redditività delle imprese agricole. Si può quindi affermare che il "carattere" dei luoghi non è in

Ulteriori effetti sul sistema paesaggistico	
	pericolo, sia dal punto di vista del consumo di suolo, che è alquanto limitato (per fattori legati alla tecnologia e per la qualità delle scelte progettuali), sia in riferimento alla loro vocazione agricolo-produttiva, che non verrà intaccata dall'intervento. Concettualmente - oltre a delineare importanti opportunità socio-economiche per il territorio - la nascita di una centrale eolica rappresenta il segno di una sentita adesione sociale al tema della salvaguardia dell'ecosistema globale e della sicurezza energetica, attraverso la produzione sostenibile di elettricità. In tal modo il paesaggio acquisisce dunque un nuovo "valore", contribuendo allo sfruttamento di una risorsa naturale (il vento), "pulita" e rinnovabile. Un tale punto di vista, peraltro, risulta condivisibile solo se si muove dall'assunto che il paesaggio non sia un'entità unica ed immobile, a cui viene negato ogni movimento o alterazione, bensì se la si riconosce come realtà in continuo movimento, partecipe della ciclicità della natura. Come affermato implicitamente nella Convenzione Europea del Paesaggio, la realtà paesistica trae, infatti, qualità, varietà e bellezza dall'armonica contrapposizione del dominio della natura e della creatività dell'uomo.

11.7.2.4 Misure di mitigazione e compensazione previste

Assunto che la componente ambientale Paesaggio si identifica intrinsecamente come trasversale rispetto alle categorie ambientali oggetto di analisi all'interno del presente SIA, con riferimento agli aspetti legati alle misure di mitigazione proposte si rimanda a quanto riportato in modo esteso nella Relazione paesaggistica nonché alle considerazioni riportate nell'ambito delle altre componenti analizzate nel presente Quadro di riferimento ambientale e nell'allegata Analisi costi-benefici.

11.8 Agenti fisici

11.8.1 Aspetti generali

Al funzionamento degli impianti eolici non sono associati rischi apprezzabili per la salute pubblica;

al contrario, su scala globale (cfr. par. 11.6.2), gli stessi esercitano significativi effetti positivi in termini di contributo alla riduzione delle emissioni di inquinanti, tipiche delle centrali a combustibile fossile, e dei gas-serra in particolare.

Per quanto riguarda il rischio elettrico, sia la torre che le apparecchiature elettromeccaniche degli aerogeneratori saranno progettate ed installate secondo criteri e norme standard di sicurezza, in particolare per quanto riguarda la realizzazione delle reti di messa a terra delle strutture e componenti metallici.

Considerato l'intrinseco grado di sicurezza delle installazioni, l'accesso alle postazioni eoliche non sarà impedito da alcuna recinzione, fatta salva l'attuale delimitazione delle aree di intervento asservite ad attività di pascolo brado del bestiame. L'accesso alla torre degli aerogeneratori sarà, al contrario, interdetto da porte serrate con appositi lucchetti.

Anche le vie cavo di collegamento alla stazione di utenza (per comando/segnalazione e per il trasporto dell'energia prodotta dalle macchine) saranno posate secondo le modalità valide per le reti di distribuzione urbana e seguiranno percorsi interrati, disposti lungo o ai margini della viabilità esistente o in progetto.

L'adeguata distanza delle installazioni impiantistiche da potenziali ricettori, rappresentati da edifici stabilmente abitati, nelle aree più direttamente influenzate dai potenziali effetti ambientali indotti dall'esercizio dell'impianto eolico consente di escludere, ragionevolmente e sulla base delle attuali conoscenze, ogni rischio di esposizione della popolazione rispetto alla propagazione di campi elettromagnetici e si rivela efficace ai fini di un opportuno contenimento dell'esposizione al rumore.

In rapporto alla sicurezza del volo degli aeromobili civili e militari, anche in questo caso, sarà formulata specifica istanza alle autorità competenti (ENAV-ENAC) per concordare le più efficaci misure di segnalazione (luci intermittenti o colorazioni particolari, ad esempio bande rosse e bianche, etc.) secondo quanto previsto dalla normativa vigente.

Per le finalità di analisi sulla componente in esame, nel rimandare alle allegate relazioni specialistiche per maggiori approfondimenti, saranno nel seguito riepilogate le risultanze dello Studio previsionale di impatto acustico (Elaborato FORI-SNG-RA10) e della valutazione dei campi elettromagnetici dei cavidotti di collegamento alla stazione di utenza (vedasi relazione PTO Progetto elettrico).

Si riportano, infine, alcune considerazioni sul fenomeno dell'ombreggiamento intermittente originato dal funzionamento degli aerogeneratori, all'origine di potenziali disturbi in corrispondenza di eventuali ambienti abitativi esposti (Elaborato FORI-SNG-RA9).

11.8.2 Emissione di rumore

Il rumore emesso da un aerogeneratore è principalmente dovuto alla combinazione di due contributi: un primo contributo imputabile al movimento delle parti meccaniche ed un secondo contributo dovuto all'interazione della vena fluida con le pale del rotore in movimento (rumore aerodinamico).

Rispetto al passato, le tecnologie attualmente disponibili consentono di ottenere, nei pressi di un aerogeneratore, livelli di rumore estremamente contenuti (circa 60 dB(A) al piede della torre nelle condizioni di funzionamento a potenza nominale). È da dire, inoltre, che i rendimenti di funzionamento di queste macchine cominciano ad essere accettabili già per velocità del vento al mozzo pari o superiori ad 8-10 m/s, per raggiungere rendimenti massimi a velocità di circa 15-16 m/s. In tali condizioni il rumore di fondo (prodotto direttamente dal vento) raggiunge valori tali da mascherare quasi completamente il rumore prodotto dalle macchine.

Come dimostrato da numerosi studi relativi al rumore generato dai parchi eolici, è possibile dunque affermare che già a distanze dell'ordine di poche centinaia di metri il rumore emesso dalle turbine eoliche sia sostanzialmente poco distinguibile dal rumore di fondo e che, inoltre, all'aumentare della velocità del vento aumenti anche il rumore di fondo, mascherando ulteriormente quello emesso dalle macchine.

Nel rimandare all'esame dello studio specialistico a firma di tecnico competente in acustica ambientale (art. 2, commi 6 e 7, L. 447/95), per maggiori dettagli in relazione dell'impatto acustico indotto dall'esercizio del parco eolico, si riportano di seguito alcune considerazioni conclusive del suddetto studio.

Per quanto concerne il rispetto dei limiti di legge, le simulazioni modellistiche sono state condotte secondo principi di prudenza, adottando algoritmi accreditati per la particolare categoria di intervento ed in grado di esprimere, secondo approcci rigorosi e sperimentalmente validati, l'influenza delle condizioni meteorologiche sulla propagazione del rumore.

Ai fini dello studio previsionale sono stati individuati, entro una distanza di 1.000 m dagli aerogeneratori in progetto, i seguenti ricettori rappresentativi:

- N. 2 fabbricati ubicati in agro di Ballao (F21 e F23, a nord del parco eolico), con destinazione abitativa accertata (Categoria catastale "A");
- N. 1 edificio abitativo (F50, edificio con categoria catastale "A") rappresentativo dell'edificato del centro abitato di San Nicolò Gerrei, trattandosi del fabbricato urbano posto in posizione più sfavorevole rispetto alle sorgenti sonore in progetto;
- N. 1 edificio riferibile a luoghi di culto (F08 – Chiesa di S. Lucia in territorio di San Nicolò Gerrei).

I risultati della simulazione modellistica mostrano che l'esercizio del proposto parco eolico, in corrispondenza dei potenziali ricettori rappresentativi individuati:

- assicura il rispetto del limite di emissione nel periodo di riferimento diurno e notturno;
- non prefigura un superamento dei vigenti limiti di immissione per la Classe acustica II introdotti dai Piani di Zonizzazione Acustica Comunali di Ballao e San Nicolò Gerrei e, relativamente al solo fabbricato F50 (San Nicolò Gerrei), non concorre al segnalato potenziale superamento del

limite di immissione nel periodo diurno, avendosi un contributo sonoro degli aerogeneratori trascurabile rispetto al rumore residuo;

- non determina il superamento dei livelli di rumore differenziale, ove il criterio sia risultato applicabile ai termini dell'art. 4, comma 2 del DPCM 14/11/97.

Al fine di verificare l'attendibilità delle stime ed ipotesi di calcolo più sopra illustrate, in fase di esercizio dell'impianto si dovrà comunque procedere all'esecuzione di verifiche strumentali da condursi in accordo con le procedure previste dalla legislazione vigente e dalle norme tecniche applicabili. Laddove, in sede di monitoraggio acustico *post-operam*, si dovesse riscontrare un sensibile scostamento tra i valori di rumore stimati e quelli misurati, tale da presupporre il superamento il rispetto dei limiti di legge, potranno comunque prevedersi efficaci misure mitigative. Tali accorgimenti possono individuarsi prioritariamente nella messa in atto di interventi di isolamento acustico passivo dell'edificio o, laddove tali misure risultassero insufficienti, nella regolazione automatizzata dell'emissione acustica degli aerogeneratori maggiormente impattanti, in concomitanza con determinate condizioni di velocità e provenienza del vento.

Durante la fase di realizzazione dell'opera, per il tipo di valutazioni compiute in relazione alla natura di cantiere analizzato, non può escludersi che gli interventi progettuali previsti possano determinare, anche se per brevi periodi, condizioni di potenziale disturbo acustico nei confronti dei ricettori individuati. In ogni caso, trattasi di effetti transitori e comuni ad ogni cantiere edile e per l'esecuzione dei lavori si dovrà ricorrere, come per prassi, a specifica autorizzazione in deroga ai termini della L. 447/1995.

11.8.3 Campi elettromagnetici

11.8.3.1 Premessa

Gli impianti eolici, essendo caratterizzati dall'esercizio di elementi per la produzione ed il trasporto di energia elettrica, determinano l'emissione di campi elettromagnetici.

Ai fini della protezione della popolazione dall'esposizione ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50Hz) generati da linee e cabine elettriche, il DPCM 8 luglio 2003 (artt. 3 e 4) fissa, in conformità alla Legge 36/2001 (art. 4, c. 2):

- i limiti di esposizione del campo elettrico (5 kV/m) e del campo magnetico (100 μT) come valori efficaci, per la protezione da possibili effetti a breve termine;
- il valore di attenzione (10 μT) e l'obiettivo di qualità (3 μT) del campo magnetico da intendersi come mediana nelle 24 ore in normali condizioni di esercizio, per la protezione da possibili effetti a lungo termine connessi all'esposizione nelle aree di gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenza non inferiore a 4 ore giornaliere (luoghi tutelati).

Il valore di attenzione si riferisce ai luoghi tutelati esistenti nei pressi di elettrodotti esistenti; l'obiettivo di qualità si riferisce, invece, alla progettazione di nuovi elettrodotti in prossimità di luoghi tutelati esistenti o alla progettazione di nuovi luoghi tutelati nei pressi di elettrodotti esistenti. Il DPCM 8 luglio 2003, all'art. 6, in attuazione della Legge 36/01 (art. 4 c. 1 lettera h), introduce la metodologia di calcolo delle fasce di rispetto, definita nell'allegato al D.M. 29 maggio 2008 (Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti). Detta fascia comprende tutti i punti nei quali, in normali condizioni di esercizio, il valore di induzione magnetica può essere maggiore o uguale all'obiettivo di qualità.

La metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti prevede una procedura semplificata di valutazione con l'introduzione della Distanza di Prima Approssimazione (DPA) nel rispetto dell'obiettivo di qualità di 3 μT del campo magnetico (art. 4 del DPCM 8 luglio 2003), si applica nel caso di realizzazione di nuovi elettrodotti in prossimità di luoghi tutelati.

Al fine di facilitare la lettura della presente relazione si richiamano le seguenti definizioni:

Fascia di rispetto: Spazio circostante un elettrodotto (Figura 11.14) che comprende tutti i punti, al di sopra e al di sotto del livello del suolo, con induzione magnetica ≥ all'obiettivo di qualità (3 μT), alla portata in corrente in servizio normale come definita dalla norma CEI 11-60 (DPCM 08-07-03, art. 6 c. 1).

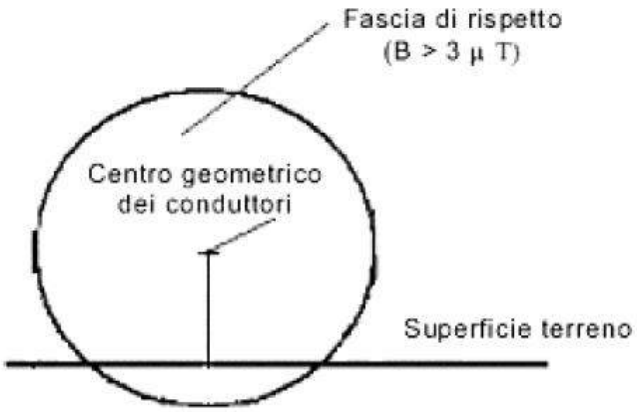


Figura 11.14 - Fascia di rispetto intorno all'elettrodotto

All'interno della fascia di rispetto non è consentita alcuna destinazione di edifici ad uso residenziale, scolastico, sanitario ovvero ad uso che comporti una permanenza non inferiore a 4 ore (Legge 36/01, art. 4, c. 1, lettera h) giornaliere.

Per la determinazione delle fasce di rispetto si deve far riferimento a:

- obiettivo di qualità (B = 3 μT);
- portata in corrente in servizio normale dell'elettrodotto relativa al periodo stagionale in cui essa è più elevata (per le linee in cavo è definita dalla norma CEI 11-17)

Distanza di prima approssimazione (DPA): Garantisce che ogni punto distante dall'elettrodotto più di DPA si trovi all'esterno della fascia di rispetto (Figura 11.15).

Per le linee è la distanza, in pianta sul livello del suolo, dalla proiezione del centro linea (rappresenta una semi-fascia).

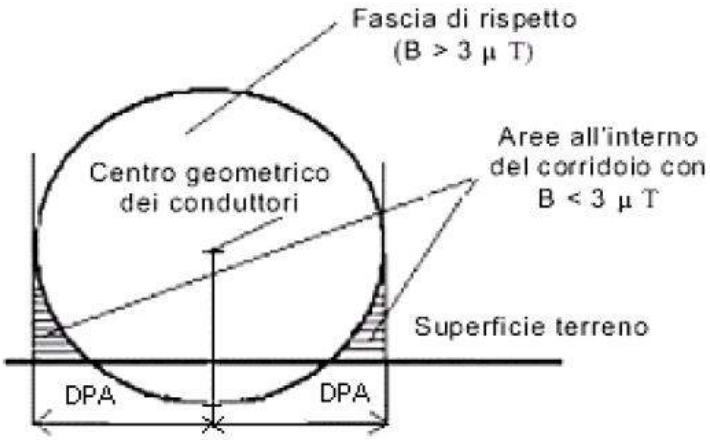


Figura 11.15- Calcolo della DPA per un elettrodotto

Per le cabine elettriche è la distanza, in pianta sul livello del suolo, da tutte le pareti (tetto e pavimento compresi).

All'interno della DPA sono individuabili anche aree che in condizioni di esercizio normali presentano una induzione magnetica < 3 μT.

Elettrodotto: insieme delle linee elettriche, delle sottostazioni e delle cabine di trasformazione;

Linea: collegamenti con conduttori elettrici, delimitati da organi di manovra, che permettono di unire due o più impianti allo stesso livello di tensione;

Tronco: collegamento metallico che permette di unire due impianti (compresi gli allacciamenti);

Tratta: porzione di tronco di linea avente caratteristiche omogenee di tipo elettrico, meccanico e relative alla proprietà e appartenenza alla RTN;

Impianto: officina elettrica destinata, simultaneamente o separatamente, alla produzione, allo smistamento, alla trasformazione e/o conversione dell'energia elettrica transitante (Centrali di produzione, Stazioni elettriche, Cabine di trasformazione primarie e secondarie e Cabine utente).

Il DM 29.05.08 fornisce quindi le procedure per il calcolo delle fasce di rispetto delle linee elettriche, esistenti ed in progetto, in particolare, secondo quanto previsto al § 3.2, la tutela in merito alle fasce di rispetto di cui all'art. 6 del DPCM 8 luglio 2003 si applica alle linee elettriche aeree ed interrate, esistenti ed in progetto ad esclusione di:

- linee esercite a frequenza diversa da quella di rete di 50 Hz (ad esempio **linee in corrente continua**);

- linee di classe zero ai sensi del DM 21 marzo 1988, n. 449 (come le linee di telecomunicazione);
- linee di prima classe ai sensi del DM 21 marzo 1988, n. 449 (quali le linee di bassa tensione);
- linee di Media Tensione in cavo cordato ad elica (interrate o aeree);

in quanto le relative fasce di rispetto hanno un'ampiezza ridotta, inferiore alle distanze previste dal DM 21 marzo 1988, n. 449 e s.m.i.

11.8.3.2 Campi magnetici

Le parti di impianto, assoggettabili al DM 29.05.08 sono costituite da:

- aerogeneratori;
- cavidotti interrati a 30 kV per la interconnessione degli aerogeneratori con percorso interrato;
- stazione elettrica di trasformazione 30/36 kV;
- cabina di conversione e trasformazione sistema di accumulo elettrochimico (BESS);
- cavidotto in antenna a 36 kV (impianto di utenza per la connessione.

Dal punto di vista del calcolo delle fasce di rispetto dalle opere assoggettabili al DM 29.05.08 si può concludere che:

1. Per gli aerogeneratori viene assunta una DPA di 1,5m misurata a partire dalle pareti esterne della torre;
2. Per le linee a 30 kV relative alle interconnessioni tra gli aerogeneratori e il collegamento dei sottocampi con la Sotto Stazione Elettrica Utente, considerando cautelativamente la sezione più alta presente in tale impianto (3x1x500 mm^2), la DPA varia a seconda del numero delle terne di conduttori inserite nello stesso scavo come di seguito indicato:

N. Terne poste nello stesso scavo	B ≤ 3μT	DPA	Fascia di Rispetto
1 Terna	2,37 m	1,5 m	3,0 m
2 Terne	3,91 m	2,0 m	4,0 m
3 Terne	5,01 m	2,5 m	5,0 m
4 Terne	5,93 m	3,0 m	6,0 m

3. Per la stazione di trasformazione che include i trasformatori 30/36kV e i sistemi BESS l'obiettivo di qualità è raggiunto all'interno dell'area della stazione stessa e non è pertanto necessario considerare alcuna DPA esterna;
4. Per il cavidotto di connessione alla RTN a 36kV la DPA si può assumere pari a 3m dall'asse del cavidotto;

5. All'interno delle succitate DPA, ricadenti all'interno di aree entro la quale non è consentito l'accesso al pubblico, non sono previste destinazioni d'uso che comportino una permanenza prolungata di persone oltre le quattro ore giornaliere.

In conclusione, si può affermare che il valore dell'induzione magnetica prodotta non influenza alcun ricettore sensibile, essendo questi distanti dall'area d'impianto.

Si può ritenere, in definitiva, che lo scenario prospettato dalla realizzazione e esercizio dell'impianto eolico in progetto risulta compatibile con i limiti di legge in rapporto alla protezione dai campi magnetici e con la salvaguardia della salute pubblica.

11.8.3.3 Campi elettrici

Il calcolo dei campi elettrici non è stato condotto in quanto tutti i cavi in media tensione impiegati sono dotati di schermo metallico connesso a terra che riduce drasticamente l'effetto del campo elettrico. Di conseguenza il campo elettrico esterno allo schermo è nullo.

11.8.4 Ombreggiamento intermittente (shadow-flickering)

11.8.4.1 Risultati e commenti

L'allegato Elaborato FORI-SNG-RA9 mostra i risultati della modellizzazione del fenomeno di tremolio dell'ombra imputabile al proposto parco eolico in termini di ore totali sull'anno.

Nel caso specifico, ai fini dei calcoli di esposizione all'ombra intermittente, sono stati individuati come ricettori n. 4 fabbricati con destinazione abitativa accertata (edifici con categoria catastale "A") ubicati entro una distanza di 1000 m dalle postazioni eoliche.

Per le finalità del presente studio, in assenza di una specifica disciplina normativa nazionale o regionale, si è fatto riferimento alle linee guida elaborate dal Gruppo Federale tedesco di Controllo delle Emissioni (Bund-/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz - LAI) – aggiornamento 2020.

Le analisi hanno evidenziato come l'incidenza del *shadow flickering* indotto dal progetto, assunta la soglia di SF_P=30 h/anno come valore di riferimento per una valutazione di significatività, si manifesterà in modo potenzialmente avvertibile su n. 2 edifici abitativi (Fabbricati con ID F08 – Chiesa di S. Lucia e F50 presso il centro abitato di S.N. Gerrei. Vedasi a tal proposito Elaborato FORI-SNG-RA11 – Report dei fabbricati censiti).

Tuttavia, considerata la conservatività delle stime in rapporto all'effettivo manifestarsi di un disturbo per gli occupanti gli edifici (aleatorietà circa la presenza degli occupanti l'edificio, presenza di un sufficiente contrasto luci-ombre, assenza di elementi schermanti quali tendaggi e/o alberature) è altamente verosimile che gli effettivi potenziali impatti da shadow flickering risulteranno estremamente più contenuti di quelli prospettati dal software di simulazione, tali da potersi ricondurre

ai predetti "valori guida" e da non arrecare apprezzabili disturbi agli occupanti.

Peraltro, laddove durante la fase operativa dell'impianto dovesse essere avvertito un effettivo disturbo, la società proponente si rende disponibile ad attuare efficaci misure di mitigazione, quali la creazione di alberature schermanti prospicienti ai fabbricati esposti all'ombreggiamento, comunque definite in accordo con gli interessati.

Da quanto precede si può concludere con ragionevole approssimazione che il potenziale disturbo associato al fenomeno di *shadow-flickering* risulterà inferiore alla soglia di significatività in corrispondenza di tutti i ricettori individuati entro una distanza di 1000 metri dagli aerogeneratori in progetto.

11.9 Risorse naturali

L'aspetto concernente l'utilizzo di risorse naturali presenta segno e caratteristiche differenti in funzione del periodo di vita degli aerogeneratori.

Nell'ambito della fase di cantiere, laddove sarà necessario procedere ad operazioni di movimento terra e denaturalizzazione di superfici, i potenziali impatti sono associati prevalentemente all'occupazione di suolo, all'approvvigionamento di materiale inerte per la sistemazione/allestimento della viabilità, all'approntamento delle piazzole ed alla costruzione delle fondazioni degli aerogeneratori.

In definitiva, a fronte di un totale complessivo di materiale scavato in posto stimato in circa 195.880 m³, ferma restando l'esigenza di procedere agli indispensabili accertamenti analitici sulla qualità dei terreni e delle rocce, si prevede un recupero significativo per le finalità costruttive del cantiere (90% circa), da attuarsi in accordo con i seguenti criteri generali. Per tali materiali, trattandosi di un riutilizzo allo stato naturale nel sito in cui è avvenuta l'escavazione (i.e. il cantiere), ricorrono le condizioni per l'esclusione diretta dal regime di gestione dei rifiuti, in accordo con le previsioni dell'art. 185 c. 1 lett. c del TUA:

- **riutilizzo in sito dei materiali litoidi e sciolti**, allo stato naturale per le operazioni di rinterro delle fondazioni, formazione di rilevati stradali, costruzione della soprastruttura delle piazzole di macchina e delle strade di servizio del parco eolico (in adeguamento e di nuova realizzazione);
- **Riutilizzo integrale in sito del suolo vegetale** nell'ambito delle operazioni di recupero ambientale;
- **Riutilizzo in sito del terreno escavato nell'ambito della realizzazione dei cavidotti** con percentuale di recupero del 75% circa**.;**
- **Gestione delle terre e rocce da scavo in esubero rispetto alle esigenze del cantiere in regime di rifiuto,** da destinarsi ad operazioni di recupero o smaltimento.

Come specificato in precedenza, il materiale in esubero e non riutilizzato in sito è al momento stimato in circa 19.560 m³.

Per tali materiali l'organizzazione dei lavori prevedrà, in via preferenziale, il conferimento in altro sito in regime di rifiuto per interventi di recupero ambientale o per l'industria delle costruzioni, in accordo con i disposti del D.M. 5 febbraio 1998. L'allegato 1 del DM prevede, infatti, l'utilizzo delle terre da scavo in attività di recupero ambientale o di formazione di rilevati e sottofondi stradali (tipologia 7.31-bis), previa esecuzione dell'obbligatorio test di cessione. L'eventuale ricorso allo smaltimento in discarica sarà previsto per le sole frazioni non altrimenti recuperabili.

Gli effetti derivanti dalla occupazione di suolo conseguenti alla realizzazione ed esercizio degli aerogeneratori (viabilità da adeguare e di nuova realizzazione, piazzole provvisorie e definitive) risultano certamente contenuti in rapporto all'estensione delle tipologie ambientali riconoscibili nel settore di intervento.

La superficie produttiva complessivamente interessata dall'impianto, valutata come inviluppo delle postazioni degli aerogeneratori, ammonta a circa 315 ha; quella effettivamente occupata dalle opere in fase di cantiere è pari a circa 14 ettari, ridotti indicativamente a 10 ettari a seguito delle operazioni di ripristino morfologico-ambientale.

Nell'ambito della fase di esercizio, viceversa, l'operatività delle turbine in progetto sarà in grado di assicurare un risparmio annuo di fonti fossili quantificabile in circa 43.720,60 TEP (tonnellate equivalenti di petrolio/anno, assumendo una producibilità dell'impianto pari a 233.800 MWh/anno ed un consumo di 0,187 TEP/MWh (Fonte Autorità per l'energia elettrica ed il gas, 2008).

Inoltre, su scala nazionale, l'attività produttiva dell'impianto determinerà, in dettaglio, i seguenti effetti indiretti sul consumo di risorse non rinnovabili e sulla produzione di rifiuti da combustione.

Tabella 11.12 – Effetti dell'esercizio degli aerogeneratori in progetto in termini di consumi evitati di risorse non rinnovabili e produzione di residui di centrali termoelettriche

Indicatore	g/kWh[9]	Valore	Unità
Carbone	508	**118.666**	t/anno
Olio combustibile	256,7350847	**60.025**	t/anno
Cenere da carbone	48	**11.222**	t/anno
Cenere da olio combustibile	0,3	**70**	t/anno
Acqua industriale	0,392	**91.650**	m³/anno

[9] Rapporto Ambientale Enel 2007

12 Bibliografia

AGRIS, LAORE, UNIVERSITA DEGLI STUDI DI CAGLIARI, UNIVERSITA DEGLI STUDI DI SASSARI, 2014. "Carta delle unità delle terre e della capacità d'uso dei suoli - 1° lotto".

ALLIONI C. (1759). Fasciculus stirpium Sardiniae in Diocesi Calori lectarum a M. A. Plaza, chirurgo taurinensis, quos in usum botanicorum recenset. C. A. Mise. Phil.-math. *Soc. Priv. Taurinensis*, 1:88-103.

ANEV, Osservatorio Nazionale Eolico e Fauna, ISPRA, 2012. Protocollo di Monitoraggio dell'Osservatorio Nazionale su Eolico e Fauna.

APER – Associazione Produttori Energia da Fonti Rinnovabili. Report eolico 2010.

ARRIGONI P.V. (1979). Le genre «Santolina» L. en Italie. *Webbia*, 34(1):257-264.

ARRIGONI P. V, CAMARDA I., CORRIAS B., DIANA CORRIAS S., NARDI E., RAFFAELLI M., VALSECCHI F. (1976-1991). Le piante endemiche della Sardegna. *Boll. Soc. Sarda Sci. Nat*., 16-28.

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

ARU A., BALDACCINI P., MELIS R. T., CAMARDA L, BALLERO M., BOCCHIERI E., DE MARTIS B. (1981). Ricerche pedologiche, floristiche e fenologiche sui pascoli del bacino del Rio S'Acqua Callenti (Villasalto, Sardegna sud-orientale). Boll. Soc. Sarda Sci. Nat., 21:199-283.ARRIGONI P.V: (1983). Aspetti corologici della flora sarda. *Lavori della Società Italiana di Biogeografia*n.s. 8: 83-109.

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.

ARU A., BALDACCINI P., VACCA A., 1991. Carta dei suoli della Sardegna alla scala 1:250:000.

Atienza, J.C., I. Martín Fierro, O. Infante, J. Valls y J. Domínguez. 2011. Directrices para la evaluación del impacto de losparques eólicos en aves y murciélagos (versión 3.0). SEO/BirdLife, Madrid.

ATZEI A.D., CAMARDA I. (1984). Linaria arcusangeli Atzei et Camarda species nova de l'ile de Sardaigne. *Webbia*, 38:591-599.

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

BACCHETTA G., IIRITI G., MOSSA L. (2005). La flora endemica del Sarrabus-Gerrei: un patrimonio da tutelare e gestire. Analisi e sistemi di gestione del territorio (Sarrabus-Gerrei). Sinnai, 30-31-01-2004. Atti del Seminario di Studi.

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

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.

BAGELLA S., FILIGHEDDU R., PERUZZI L., BEDINI G. (eds). *Wikiplantbase #Sardegna*. http://bot.biologia.unipi.it/wpb/sardegna/index.html. Ultima consultazione: 11-12-2022.

BALLERO M. (1988a). La flora di Capo Ferrato (Sardegna sud orientale). *Boll. Soc. Sarda Sci. Nat.*, 26:187-207.

BALLERO M. (1988b). La flora presente lungo i corsi d'acqua del bacino idrografico del Rio Cannas (Sardegna sud-orientale). *Webbia*, 42(2):269-284.

BARBEY W. (1884). *Florae Sardoae Compendium*. Georges Bridel Editeur, Lousanne.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.

Barrai I., 1986. Introduzione all'analisi multivariata. Edagricole, Bologna.

Bennun, L., van Bochove, J., Ng, C., Fletcher, C., Wilson, D., Phair, N., Carbone, G. (2021). Mitigating biodiversity impacts associated with solar and wind energy development. Guidelines for project developers. Gland, Switzerland: IUCN and Cambridge, UK: The Biodiversity Consultancy.

BIONDI E., VAGGE I., FOGU M. C., MOSSA L. (1995). La vegetazione del letto ciottoloso dei fiumi della Sardegna meridionale (Italia). *Colloques phytosociologiques*, 24:813-825.

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.

Bispo R., et al., 2017 – Wind Energy and Wildlife Impacts. Springer ed.

Boitani L., Falcucci A., Maiorano L. & Montemaggiori A., 2002. Rete Ecologica Nazionale – Il ruolo delle Aree Protette nella conservazione dei Vertebrati. Ministero dell'Ambiente, Università di Roma "La Sapienza".

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.

BOCCHIERI E. (1989). The flora of Serpentara island (Southern Sardinia):phytogeographic relevance and conservational requirements. *Colloques phytosociologiques*, 19:233-25.

BOCCHIERI E., IIRITI G. (2007). L'esplorazione botanica nei territori del Sarrabus-Gerrei (Sardegna sud-orientale). *Rendiconti Seminario Facoltà Scienze Università Cagliari*, 77(1-2):85-99.

BRADY N.C., WIEL R.R., 2002. "The nature and proprieties of soils".

Brigaglia M. & Tola S. (a cura di), 2009. Dizionario Storico-Geografico dei comuni della Sardegna S-Z. Carlo Delfino Editore.

BRULLO S., BRULLO C., SCIANRELLO S., TAVILLA G., CAMBRIA S., TOMASELLI V., ILARDI V., GIUSSO DEL GALDO G., MINISSALE P. (2022). The Plant Communities of Isoëto-Nanojuncetea in Sicily. *Plants (Basel)*, 11(9):1214.

Burel F. & Baudry J., 2003. Landscape ecology: concepts, methods, and applications, Science Publishers, Inc., Enfield, NH, USA.

BURROUGH P.A., 1983 "Multiscale sources of spatial variability in soil".

CAMARDA I. (1981). Flora e vegetazione di Capo Carbonara (Sardegna meridionale). Congresso sociale 1980. *Giorn. Bot. Ital.*, 115:140-14.

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 (Taylor and Francis eds.), Volume 11, Issue 5, pages 711-718.

Cau G., Cocco D., 2002. L'impatto Ambientale dei Sistemi Energetici. SGE Editoriale.

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.

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.

CAVARA F. (1901). La vegetazione della Sardegna Meridionale. *N. Giorn. Bot. (Nuova serie)*, 8(3):1-55.

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.

CESI – Università degli Studi di Genova, Ricerca di sistema per il settore elettrico - Progetto ENERIN, 2002. Atlante Eolico dell'Italia.

CIPE, Deliberazione n. 123 del 19/12/02 "Revisione delle linee guida per le politiche e misure nazionali di riduzione delle emissioni dei gas serra (Legge 120/2002)".

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

COLOMO L. (1893). Gita inaugurale del 16 aprile al Monte dei Sette Fratelli. *Boll. Club Alp. Sard*., 9-25.

COMMISIONE EUROPEA, 2012. "Orientamenti in materia di buone pratiche per limitare, mitigare e compensare l'impermeabilizzazione del suolo".

Commissione Europea, Wind Energy – The Facts. EWEA Report, 2004.

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.

COSTANTINI, E.A.C., 2006. La classificazione della capacità d'uso delle terre (Land Capability Classification)".

COUTO E.G. STEIN A., KLAMT E., 1997. "Large area spatial variability of soil chemical properties in centraò Brazil".

Cushman S. A., Gutzweiler, K., Evans J. S. & McGarigal K., 2010a. Landscape Ecology: past, present, and future. Springer, chapter in "Spatial complexity, informatics, and wildlife conservation" – Cushman, S.A. and Huettmann, F. (a cura di), 65-82.

Cushman S. A.; Gutzweiler, K.; Evans, J. S. & McGarigal, K., 2010b. The gradient Paradigm: a conceptual and analytical framework for landscape ecology. Springer, chapter in "Spatial complexity, informatics, and wildlife conservation" – Cushman, S.A. and Huettmann, F. (a cura di), 83-108.

Dipartimento di Ingegneria del territorio – Sezione Urbanistica. La nuova stagione della pianificazione del territorio in Sardegna: il Piano paesaggistico regionale. Pubblicazione on line, sito www.pianosardegna.it.

DOKUCHAEV, 1885 "Russian Chernozems".

Dramstad W. E., Olson J. D. & Forman R. T.,1996. Landscape ecology principles in landscape architecture and land use planning. Island Press.

EAF, 1998. Nuovo Studio dell'Idrologia Superficiale della Sardegna. Sito internet: http://pcserver.unica.it/web/sechi/Corsi/Didattica/DatiSISS/index.htm. Ferrara et alii, 1978.

EurObserv'ER, 2012. Il barometro dell'energia eolica.

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

European Commission, 2010. Wind energy developments and Natura 2000.

European Commission, 2020. Documento di orientamento sugli impianti eolici e sulla normativa dell'UE in materia ambientale.

Fadda A. F., 1990. L'evoluzione del Paesaggio in Sardegna. Ed. COEDISAR.

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.

Ferrara G. & Campioni, G.M 1997. Tutela della naturalità diffusa, pianificazione degli spazi aperti e crescita metropolitana. Verde editoriale, I ed.

Floris F. (a cura di), 2007. La Grande Eciclopedia della Sardegna, 1 (Abate - Bonifiche). Editoriale La Nuova Sardegna Spa.

Forman R. T. & Godron M., 1981. Patches and structural components for a landscape ecology', BioScience 31, 733-740.

Forman R. T. & Godron M., 1986. Landscape Ecology, J. Wiley & Sons, New York, New York, USA.

Forman R. T., 1995. Some general principles of landscape and regional ecology. Landscape Ecology, 10, 133-142.

GENNARI P. (1886). *Specie e varietà più rimarchevoli e nuove da aggiungere alla flora sarda*. Tip. Corriere di Sardegna, Cagliari, 32 p.

GIOTTA C., PICCITTO M. (2022). Nuovi dati distributivi di Spiranthes aestivalis (Poiret) L.C.M. Rich. in Sardegna. *J. Eur. Orch*., 54(1-2).

Grussu M., 2001. Checklist of the birds of Sardinia updated to december 2001. Aves Ichnusae volume 4 (I-II).

Gustin, M., Nardelli, R., Brichetti, P., Battistoni, A., Rondinini, C.,Teofili, C., 2019. Lista Rossa IUCN degli uccelli nidificanti in Italia 2019 Comitato Italiano IUCN e Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, Roma.

Hargis C.D., Bissonette J.A. & David J.L., 1998. The behavior of landscape metrics commonly used in the study of habitat fragmentation. Landscape Ecology, 13, 167-186.

IIRITI G. (2006). *Flora e paesaggio vegetale del Sarrabus-Gerrei (Sardegna sud-orientale).* Dottorato di ricerca in botanica ambientale ed applicata (XIX ciclo). Settore Scientifico Disciplinare BIO/03. Cagliari, novembre 2006. 881 p.

Ingegnoli V., 1997. Esercizi di ecologia del paesaggio. Città studi edizioni.

ISPRA: CAMARDA I., CARTA L., LAURETI L., ANGELINI P., BRUNU A., BRUNDU G, 2011. "Carta della Natura della Regione Sardegna: Carta degli habitat alla scala 1:50.000".

ISPRA SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA. CARMIGNANI L., CONTI P., BARCA S., CERBAI N., et al "Note illustrative della carta geologica d'Italia alla scala 1:50.000 foglio 549, Muravera".

Istituto Enciclopedico Italiano, Comuni d'Italia "Sardegna", ed. 2003.

IUCN (2004). *IUCN Red List of Threatened Species*.https://www.iucnredlist.org/ (ultima consultazione: 04-08-2022).

Jaeger J. A., 2000. Landscape division, splitting index, and effective mesh size: new measures of landscape fragmentation. Landscape Ecology, 15, 115-130.

JENNY H.,1941. "Factors of Soil Formation".

Jerpåsen G. B. & Larsen, K. C., 2011. Visual impact of wind farms on cultural heritage: A Norwegian case study. Environmental Impact Assessment Review, 31(3), 206-215.

Länderarbeitsgemeinschaft der Vogelschutzwarten (LAG VSW) (2014): Recommendations for distances of wind turbines to important area for birds as well as breeding sites of selected bird species. Ber. Vogelschutz 51: 15–42.

Llobera M., 2003. Extending GIS-based visual analysis: the concept of visualscapes. International Journal of Geographical Information Science, 17(1), 25-48.

LOVISATO D. (1893). Gita al Serpeddì del 13-14 maggio 1893. *Boll. Club Alp. Sard*. 1-25.

MARCHIONI ORTU A. (1993). La flora dei bacini montani del Riu Mannu e del Flumini Cerau elemento per la valutazione ecologica dell'ambiente. *Atti Convegno sull'Ecologia della Regione Euganea*. pp. 327-364.

MARTELLI U. (1896). *Monocotyledones Sardoae*. Tipografia Luigi Nicolai, Firenze.

May R, Nygård T, Falkdalen U, Åström J, Hamre Ø, Stokke BG. Paint it black: Efficacy of increased wind-turbine rotor blade visibility to reduce avian fatalities. Ecol Evol. 2020;10:8927–8935.

Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio Direzione Conservazione Natura, Istituto Nazionale per la Fauna Selvatica (ISPRA); Spegnesi M., Serra L., 2003, "Uccelli d'Italia".

Ministero per i Beni e le Attività Culturali, 2006. Linee Guida per l'inserimento paesaggistico degli interventi di trasformazione territoriale. Gli impianti eolici: suggerimenti per la progettazione e la valutazione paesaggistica. Gangemi Editore.

Moorman, Christopher E., 2019 – Renewable energy and wildlife conservation. Johns Hopkins University Press.

MORIS G.G. (1827). *Stirpium Sardoarum Elenchus*. Ex Regio Typographeo, Carali.

MORIS G.G. (1837-1859). *Flora Sardoa*. Voi. 1-3. Ex Regio Typographeo, Taurini.

MOSSA L., TAMPONI G. (1978). La flora e la vegetazione dell'Isola dei Cavoli (Sardegna sud orientale). *Rend. Sem. della Facoltà di Sci. Nat. Univ. Cagliari*, 48(3-4):433-463.

MOSSA L., FOGU M.C. (1987). La vegetazione dell'Isola dei Cavoli. *Ann. Bot. (Roma)*, 45(5):133-144.

MOSSA L., CURRELI F., FOGU M.C. (2000). La vegetazione degli habitat terrestri della riserva marina protetta di Capo Carbonara (Sardegna sud-orientale). *Rend. Sem. Fac. Sci. Univ. Cagliari*, 70:163-185.

Mura G. & Sanna A., 1998. I Paesi. CUEC Ed.

NARDI E. (1984). The genus «Aristolochia L.» (Aristolochiaceae) in Italy. *Webbia*, 38:221-300.

Naveh Z. & Lieberman A. S., 1984. Landscape ecology, theory and application. Springer-Verlag, New York, USA.

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 - An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology.

Pallabazer R., 2004. Sistemi eolici. Rubbettino editore.

Perrow, M.R., 2017 – Wildlife and wind farms, conflicts and solutions. Vol.2 Onshore: Monitoring and Mitigation. Pelagic Publishing, Exeter, UK.

PHILLIPS J.D., 2000 "Divergent evolution and the spatial structure of soil landscape variability"

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.

PUC San Nicolò Gerrei, 2010

PUC Armungia, 2013

PUC Ballao, 2018

PdF Escalaplano

PUC Esterzili, 1999

PUC Seui, 2009

PUC Silius, 2013

Protocollo d'Intesa tra il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio il Ministero delle Attività Produttive il Ministero per i Beni e le Attività Culturali la Conferenza delle Regioni per favorire la diffusione delle centrali eoliche ed il loro corretto inserimento nell'ambiente e nel paesaggio, 2003.

Regione Autonoma della Sardegna, 2007. Studio per l'individuazione delle aree in cui ubicare gli impianti eolici (art. 112 delle NTA del PPR – art. 18 comma 1 della L.R. 29 maggio 2007, n.2), luglio 2007.

Regione Autonoma Sardegna – Assessorato Difesa Ambiente, 2010. Carta delle vocazioni faunistiche della Sardegna.

Regione Autonoma della Sardegna, 2016. Aggiornamento del Piano Energetico Ambientale Regionale della Sardegna.

Risser P. G., Karr J. R. & Forman R. T. T., 2007. Landscape ecology: directions and approaches (1983). Columbia University Press, chapter in "Foundation papers in landscape ecology" – Wiens, John A. (a cura di), 254-264.

Rodrigues M., Montañés C. & Fueyo N., 2010. A method for the assessment of the visual impact caused by the large-scale deployment of renewable-energy facilities. Environmental Impact Assessment Review, 30(4), 240-246.

Roscioni F., Spada M. (a cura di), 2014. *Linee guida per la valutazione dell'impatto degli impianti eolici sui chirotteri.* Gruppo Italiano Ricerca Chirotteri. Società Herpetologica Italica, Ed. Polistampa.

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.

SALDANA A., STEIN A., ZINCK J.A., 1998. "Spatial variability of soil properties at different scales within three terraces of the Henares River (Spain)"

SARDARA M., LAI M. (1975). Prime notizie sui pascoli del Gerrei. *Boll. Soc. Sarda Sci Nat.*, 15:89-11.

SIERRA J., 1996. "N mineralization and its error of estimation under field conditions related to the light fraction of soil organic matter"

Sindaco R., Doria G., Mazzetti E. & Bernini F., 2006. Atlante degli Anfibi e dei Rettili d'Italia. Società Herpetologica Italica, Ed. Polistampa.

Sito web Global Wind Energy Council, www.gwec.net.

Sito web Ministero dell'Ambiente: http://www.minambiente.it/home_it/menu.html?mp=/menu/menu_attivita/&m=Rete_Natura_2000.html

Sito web www.sardegnastatistiche.it

Sito web Gestore Servizi Elettrici – GSE, www.gsel.it.

Socco C., Montrucchio M. & Rivella E., 2002. Indice del grado di naturalità del territorio. Technical report, Osservatorio Città Sostenibili, Dipartimento Interateneo Territorio del Politecnico e dell'Università di Torino.

SOIL SURVEYDIVISION STAFF, 1993 "Soil Survey Manual. USDA-NRCS. U.S. Gov. Print Office Washington

TERRACCIANO A. (1914a). La Flora Sardoa di M. A. Plaza da Villa/ranca redatta coi suoi manoscritti. *Memoria Reale Acc. Se. Torino*, 64(15):1-54.

TERRACCIANO A. (1914b). La Flora Sardoa di M. A. Plaza da Villafranca redatta coi suoi manoscritti. *Memoria Reale Acc. Se. Torino*, 65(13):1-53.

TERRACCIANO A. (1930). La Flora Sardoa di M. A. Plaza da Villafranca redatta coi suoi manoscritti.

Memoria Reale Acc. Se. Torino, 67:1-78.

Turner M. G., 2005. Landscape Ecology in North America: past, present and future. Ecology, 86,

1967-1974.

Turner M. G., 2005. Landscape ecology: what is the state of the science?. Annual review of Ecology, Evolution, and Systematics, 36, 319-344.

Thaxter CB et. Al. 2017 – Bird and bat species global vulnerability to collision mortality at wind farms revealed through a trait-based assessment.

Università degli Studi di Cagliari – Dipartimento di Biologia ed Ecologia Animale, 2007. Progetto di censimento della Fauna Vertebrata eteroterma, per la redazione di un ATLANTE delle specie di Anfibi e Rettili presenti in Sardegna.

Valentini, 2006. S. Atti del Convegno "L'Italia a energie rinnovabili: l'energia eolica possibile" – Viareggio (LU), 12 Dicembre 2006. Assessorato Ambiente Regione Toscana

VALSECCHI F. (1979). Observation sur quelques espécies du genre Scrophularia L. en Sardaigne. *Webbia*, 34(1):265-288.

VIANELLO G,1990. Cartografia pedologica nella pianificazione e gestione del territorio"

WARRICK A.W, NIELSEN D.R. 1980. "Spatial variability of soil physical properties in the field"

Wiens J. A., Crawford C. S. & Gosz J. R., 1985. Boundary dynamics-a conceptual framework for studying landscape ecosystems. Oiko, 45, 421-427.

1937. "Selection of efficient methods for soil sampling"

Zamberlan S., Calamità "naturali" e cambiamento climatico. www.economiaeambiente.it.

Zanchini E., 2002. Paesaggi del vento. Ed. Meltemi.