



# Nora Ventu S.r.l.

## Progetto preliminare per la Realizzazione di un Parco Eolico Offshore - Cagliari - Nora Energia 2

### Relazione Generale

Doc. No. P0025305-5-SAS-H3 Rev. 00 - Maggio 2022

Rev.	Descrizione	Preparato da	Controllato da	Approvato da	Data
0	Prima Emissione	P.Trabucchi	A.Giovanetti	M.Compagnino	Maggio 2022

Tutti i diritti, traduzione inclusa, sono riservati. Nessuna parte di questo documento può essere divulgata a terzi, per scopi diversi da quelli originali, senza il permesso scritto di RINA Consulting S.p.A.

## INDICE

	Pag.
<b>LISTA DELLE TABELLE</b>	<b>4</b>
<b>LISTA DELLE FIGURE</b>	<b>4</b>
<b>ABBREVIAZIONI E ACRONIMI</b>	<b>9</b>
<b>1 PREMESSA</b>	<b>10</b>
<b>2 INQUADRAMENTO DEL PROGETTO</b>	<b>11</b>
2.1 CONTESTO ENERGETICO	11
2.2 IL PIANO DI SVILUPPO DELLE FER IN ITALIA	12
<b>3 ELEMENTI COSTITUTIVI DEL PROGETTO</b>	<b>13</b>
3.1 ELEMENTI OFFSHORE	13
3.1.1 Tipologia di Aerogeneratori	13
3.1.2 Fondazione galleggiante e ormeggio	15
3.1.3 Sistemi di Ancoraggio	16
3.1.4 Stazioni di Trasformazione Offshore	17
3.1.5 Schema elettrico preliminare	18
3.2 ELEMENTI ONSHORE	23
3.2.1 Tecnica di Approdo	23
3.2.2 Configurazione di posa del cavo terrestre	23
3.2.3 Stazione di Sezionamento	24
3.2.4 Linea di connessione a 220 KV	26
3.2.5 Sottostazione Elettrica Lato Connessione	26
<b>3.3 INQUADRAMENTO GEOLOGICO</b>	<b>28</b>
3.3.1 Area Offshore	28
3.3.2 Area Onshore	29
<b>3.4 CARATTERIZZAZIONE BATIMETRICA</b>	<b>32</b>
<b>3.5 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO</b>	<b>34</b>
3.5.1 Area Offshore	34
3.5.2 Area Onshore	36
<b>3.6 INQUADRAMENTO SISMICO</b>	<b>36</b>
3.6.1 Area Offshore	36
3.6.2 Area Onshore	37
<b>3.7 INQUADRAMENTO IDROLOGICO E IDROGEOLOGICO</b>	<b>39</b>
3.7.1 Area Offshore	39
3.7.2 Area Onshore	43
<b>3.8 INQUADRAMENTO METEOMARINO</b>	<b>45</b>
3.8.1 Dati utilizzati	46
3.8.2 Regime Anemologico	52
3.8.3 Moto Ondoso	54
3.8.4 Variazioni del Livello Marino	58
3.8.5 Correnti Marine	59
<b>3.9 BIODIVERSITÀ</b>	<b>61</b>
3.9.1 Rete Natura 2000	61
3.9.2 Important Bird Areas	63
3.9.3 Aree Umide e zone RAMSAR	65
3.9.4 Aree Naturali Protette	66

3.9.5	Carta della Natura Regione Sardegna	71
3.9.6	Habitat Marini	72
3.9.7	Fauna Marina	75
3.9.8	Avifauna	77
3.9.9	Oasi Permanenti di Protezione Faunistica e di Cattura	78
<b>3.10</b>	<b>ELEMENTI DI POTENZIALE INTERESSE ARCHEOLOGICO</b>	<b>79</b>
<b>3.11</b>	<b>VINCOLI DERIVANTI DALLE ATTIVITÀ ECONOMICHE DELLA PESCA</b>	<b>81</b>
<b>3.12</b>	<b>TRAFFICO NAVALE</b>	<b>82</b>
<b>3.13</b>	<b>ASSERVIMENTI DERIVANTI DALLE ATTIVITÀ AERONAUTICHE CIVILI E MILITARI</b>	<b>85</b>
<b>3.14</b>	<b>ASSERVIMENTI INFRASTRUTTURALI E AREE UXO</b>	<b>87</b>
<b>3.15</b>	<b>TITOLI MINERARI PER LA RICERCA E COLTIVAZIONE DI IDROCARBURI IN MARE</b>	<b>88</b>
<b>3.16</b>	<b>STRUMENTAZIONE DI MISURA OCEANOGRAFICA</b>	<b>89</b>
<b>3.16</b>	<b>PIANIFICAZIONE E PROGRAMMAZIONE ENERGETICA</b>	<b>90</b>
3.16.1	Strategia Energetica Nazionale	90
3.16.2	Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima (PNIEC)	91
3.16.3	Piano Energetico Ambientale Regione Sardegna (PEARS)	92
<b>3.17</b>	<b>ANALISI DEI VINCOLI DETTATI DALLA PIANIFICAZIONE NAZIONALE E REGIONALE</b>	<b>95</b>
3.17.1	Sito di Interesse Nazionale Sulcis - Iglesiente - Guspinese	95
3.17.2	Codice dei beni culturali e del paesaggio	97
3.17.3	Vincolo idrogeologico R.D. 3267/1923	101
3.17.4	Piano Paesaggistico Regionale	102
3.17.5	Piano Stralcio di bacino per l'Assetto Idrogeologico	108
3.17.6	Piano di Gestione Rischio Alluvioni	118
3.17.7	Piano di Tutela delle Acque	126
3.17.8	Programma Azione Coste	130
3.17.9	Piano regionale di qualità dell'aria	131
3.17.10	Piano Regionale Trasporti	133
3.17.11	Piano Regolatore Territoriale CaCIP	134
<b>3.18</b>	<b>STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE URBANISTICA</b>	<b>135</b>
3.18.1	Piano Urbanistico Comunale di Sarroch	135
3.18.2	Piano Urbanistico Comunale di Capoterra	136
3.18.3	Piano Urbanistico Comunale di Assemini	138
3.18.4	Piano Urbanistico Comunale di Uta	141
3.18.5	Piano Urbanistico Comunale di Elmas	142
3.18.6	Piano Urbanistico Comunale di Sestu	143
3.18.7	Piano Urbanistico Comunale di Cagliari	144
3.18.8	Piano Urbanistico Comunale di Selargius	145
3.18.9	Piano Urbanistico Comunale di Monserrato	147
<b>3.19</b>	<b>PIANO REGOLATORE PORTUALE</b>	<b>148</b>
<b>4</b>	<b>MODALITÀ D'INSTALLAZIONE E CONNESSIONE DEL PARCO OFFSHORE</b>	<b>150</b>
4.1	PARTE MARITTIMA	150
4.1.1	Sito di assemblaggio delle turbine galleggianti	150
4.1.2	Panoramica del montaggio e sequenza di installazione	150
4.1.3	Assemblaggio e varo della piattaforma galleggiante	150
4.1.4	Integrazione della turbina eolica sul galleggiante	150
4.1.5	Mezzi marini utilizzati per il traino e l'installazione di turbine eoliche e galleggianti	150
4.1.6	Cavo elettrico di collegamento tra le turbine	151

4.1.7	Procedura di posa dei cavi elettrici sul fondale marino	151
4.1.8	Sbarco	151
4.2	PARTE TERRESTRE	151
4.2.1	Posa delle condotte	151
4.2.2	Stazione di sezionamento	151
4.2.3	Linea di connessione a 220 KV	152
4.2.4	Sottostazione Elettrica Lato Connessione	152
<b>5</b>	<b>ESERCIZIO</b>	<b>153</b>
<b>6</b>	<b>DISMISSIONE</b>	<b>154</b>
<b>7</b>	<b>CRONOPROGRAMMA</b>	<b>156</b>
	<b>ALLEGATI</b>	<b>157</b>
	<b>REFERENZE</b>	<b>158</b>

## LISTA DELLE TABELLE

Tabella 4.2:	Lista delle coordinate delle sottostazioni offshore	17
Tabella 4.3:	Specifiche preliminari trasformatori OSS	18
Tabella 3.1:	Dettaglio particelle SE Lato Connessione	26
Tabella 3.2:	Specifiche preliminari autotrasformatori SE Lato Connessione per sezioni A e B	27
Tabella 5.1:	Dati Climatici – Sarroch	43
Tabella 5.2:	Distribuzione delle Frequenze Percentuali di Accadimento della Velocità del Vento vs Direzione di Provenienza - NOAA	52
Tabella 5.3:	Distribuzione delle Frequenze Percentuali di Accadimento della Velocità del Vento vs Direzione di Provenienza – ERA5	53
Tabella 5.4:	Distribuzione delle Frequenze Percentuali di Accadimento dell’Altezza d’Onda Significativa vs Direzione di Provenienza - NOAA	56
Tabella 5.5:	Distribuzione delle Frequenze Percentuali di Accadimento dell’Altezza d’Onda Significativa vs Periodo di Picco - NOAA	56
Tabella 5.6:	Distribuzione delle Frequenze Percentuali di Accadimento dell’Altezza d’Onda Significativa vs Direzione di Provenienza – ERA5	57
Tabella 5.7:	Distribuzione delle Frequenze Percentuali di Accadimento dell’Altezza d’Onda Significativa vs Periodo di Picco – ERA5	58
Tabella 5.8:	Distribuzione delle Frequenze Percentuali di Accadimento della Velocità di Corrente Superficiale vs Direzione di Propagazione	60
Tabella 5.9:	Aree IBA. Fonte: Geoportale Regione Sardegna	64
Tabella 5.10:	Parchi Nazionali della Regione Sardegna	66
Tabella 5.11:	Parchi Naturali della Regione Sardegna	67
Tabella 5.12:	Aree Marine Protette della Regione Sardegna	68
Tabella 5.13:	Stazza delle navi e corrispondente classe GRT assegnata	83
Tabella 5.14:	Frequenza interazione complessiva calcolata per ciascun aerogeneratore del parco	83
Tabella 5.15:	Obiettivi di crescita di potenza (MW) da fonte rinnovabile al 2030 - PNIEC	92
Tabella 5.18:	Beni culturali immobili nell’intorno delle opere onshore. Fonte: vincoliinrete beniculturali.it	100
Tabella 5.1:	Dettaglio particella SE Lato Mare	151
Tabella 4.6:	Risorse principali utilizzate per ogni componente dell’installazione	155

## LISTA DELLE FIGURE

Figura 2.1:	Ubicazione parco eolico Nora Energia 2	11
Figura 2.2:	Schema delle linee in AT nell’area di Cagliari (380 kV in viola, 220 kV in rosso e 150 kV in arancione) [© OpenStreetMap]	12
Figura 3.1:	Esempio Aerogeneratore Vestas V236-15.0 MW	13
Figura 3.2:	Struttura Torre Eolica	14
Figura 3.3:	Esempi di Strutture Galleggianti per Parchi Eolici	15
Figura 3.4:	Sistema di Ormeggio con Catenaria	16
Figura 3.5:	Sistema di Ormeggio a Elementi Tesi	16
Figura 4.10:	Tipici standard di Ancoraggio sottomarino	18
Figura 3.6:	Standard di cablaggio sottomarino	19
Figura 3.7:	Esempio di cavo di collegamento a 66 kV / 220 kV e tipico di sezione	20
Figura 3.8:	Percorso del cavo sottomarino 150 kV	21
Figura 3.9:	Dettaglio del metodo di stesura mediante co-trenching	22
Figura 3.10:	Esempio di protezione di un cavo sottomarino con cubicoli	22

Relazione Generale

Figura 3.11	Esempio di metodo di posa con gusci di protezione	23
Figura 3.12:	Configurazione cavi terrestri 220kV	24
Figura 3.13:	Vista in pianta tipico stazione di sezionamento	25
Figura 3.14:	Vista della particella per la SE Lato Mare	25
Figura 3.15:	Percorso preliminare cavidotto a 220kV	26
Figura 3.16:	Vista delle particelle per la SE Lato Connessione	27
Figura 5.1:	Assetto geodinamico del Mediterraneo Centrale (modificata)	28
Figura 5.2:	Principali complessi geologici della Sardegna meridionale (zona approdo o e area tracciato a terra □ )	29
Figura 5.3:	Carta Geologica dell'area di approdo (da Carta Geologica d'Italia, scala 1:50'000) (Sito: o)	30
Figura 5.4:	Carta Geologica dell'area del tracciato a terra (da Carta Geologica d'Italia, scala 1:100'000) (tracciato a terra □ )	31
Figura 5.5:	Carta Geologica della seconda parte tracciato a terra verso stazione Terna di Selargius	32
Figura 5.6:	DTM e batimetria dell'area marina di interesse (dati: EMODNet)	33
Figura 5.7:	Carta delle pendenze dell'area marina di interesse (dati: EMODNet)	33
Figura 5.8:	Profilo lungo il cavidotto A-B	34
Figura 5.9:	Schema Morfostrutturale del Golfo di Cagliari	35
Figura 5.10:	Carta Geomorfologica della Piattaforma e della Scarpata Continentale Antistante il Golfo di Cagliari	35
Figura 5.11:	Mappa classificazione sismica sul territorio italiano	37
Figura 5.12:	Magnitudo dei Terremoti nell'intorno dell'area di progetto estratti dal database CPTI15 (INGV) (zona approdo o e area tracciato a terra □ )	37
Figura 5.13:	Intensità massime dei Terremoti Risentiti a nell'area vasta di progetto, estratte dal CPTI15 (zona approdo o e area tracciato a terra □ )	38
Figura 5.14:	Carta delle Accelerazioni Massime del Suolo (INGV) (zona approdo o e area tracciato a terra □ )	38
Figura 5.15:	Andamento Annuale e Mensile delle Precipitazioni	39
Figura 5.16:	Andamento Mensile della Temperatura	40
Figura 5.17:	Venti Caratteristici del Mediterraneo	41
Figura 5.18:	Schema di Circolazione delle Acque Modificate dell'Atlantico (MAW)	42
Figura 5.19:	Schema di Circolazione delle Acque Levantine Intermedie (LIW)	42
Figura 5.20:	Schema di Circolazione delle Acque Profonde (MWD)	43
Figura 5.21:	Complessi Acquiferi presenti nella U.I.O. Cixerri e Flamini Mannu (PTA)	44
Figura 5.22:	Carta delle Permeabilità (Fonte: Geoportale Regione Sardegna)	45
Figura 5.23:	Punti di Estrazione delle Serie Temporal NOAA ed ERA5 di Vento e Onde	47
Figura 5.24:	Q-Q Plot relativo alla Serie NOAA non Validata (In Alto) e a quella a Valle della Validazione effettuata con Dati Satellitari (In Basso)	48
Figura 5.25:	Q-Q Plot relativo alla Serie ERA5 non Validata (In Alto) e a quella a Valle della Validazione effettuata con Dati Satellitari (In Basso)	49
Figura 5.26:	Punto di Estrazione della Serie Temporale HYCOM	50
Figura 5.27:	Batimetria dell'Area di Studio – Navionics	51
Figura 5.28:	Confronto Tra Le Fonti di Dati Batimetrici: Navionics – ETOPO (in blu)	51
Figura 5.29:	Rosa Annuale del Vento – NOAA	53
Figura 5.30:	Rosa Annuale del Vento – ERA5	54
Figura 5.31:	Scatter Plot Altezza d'Onda Significativa – Periodo di Picco Post Validazione – NOAA	55
Figura 5.32:	Scatter Plot Altezza d'Onda Significativa – Periodo di Picco Post Validazione – ERA5	55
Figura 5.33:	Rosa Annuale delle Onde – NOAA	57
Figura 5.34:	Rosa Annuale delle Onde – ERA5	58
Figura 5.35:	Oscillazione del Livello Dovuta alla Marea – Anno 2020	59

Figura 5.36:	Oscillazione del Livello Dovuta alla Marea – Gennaio 2020	59
Figura 5.37:	Rosa Annuale della Corrente	60
Figura 5.38:	Ubicazione dei Siti Natura 2000 nell'area vasta di progetto. Fonte: Ministero dell'Ambiente	62
Figura 5.39:	Ubicazione dei Siti Natura 2000 nei pressi dell'area di approdo dei cavi marini e lungo il tracciato del cavidotto terrestre.	63
Figura 5.40:	Aree IBA (Important Bird Areas) nel sud della Sardegna. Fonte: Geoportale Regione Sardegna	64
Figura 5.41:	Inquadramento delle aree IBA rispetto all'area di approdo dei cavi marini e al tracciato del cavidotto terrestre	65
Figura 5.42:	Inquadramento dell'area di intervento rispetto alle aree RAMSAR. Fonte: Geoportale Regione Sardegna	66
Figura 5.43:	Inquadramento dell'area di intervento rispetto ai Parchi Nazionali. Fonte: Geoportale Regione Sardegna	67
Figura 5.44:	Parchi regionali nell'area sud della Regione Sardegna. Fonte: Geoportale Regione Sardegna	68
Figura 5.45:	Inquadramento delle Aree Marine Protette della Regione Sardegna. Fonte: Geoportale Regione Sardegna	69
Figura 5.46:	Zone di Protezione Ecologica. Fonte: Ministero dell'Ambiente	70
Figura 5.47:	Classi di sensibilità Ecologica. Fonte: ISPRA	71
Figura 5.48:	Classi di Valore Ecologico. Fonte: ISPRA	72
Figura 5.49:	Ubicazione degli habitat marini rispetto alle opere di progetto. Fonte: EMODnet	74
Figura 5.50:	Attraversamento dei cavi sottomarini all'interno delle praterie di Posidonia	74
Figura 5.51:	Punti di presenza di Cymodocea nodosa. Fonte: EMODnet	75
Figura 5.52:	Osservazioni di mammiferi marini disponibili nella banca dati EUROBIS. (Fonte: EMODnet)	76
Figura 5.53:	Osservazioni di tartarughe marine disponibili nella banca dati EUROBIS. (Fonte: EMODnet)	77
Figura 5.54:	Rappresentazione schematica e semplificata delle principali rotte migratorie che interessano l'Italia	78
Figura 5.55:	Oasi permanenti di protezione faunistica e di cattura nella zona Sud della Regione Sardegna	79
Figura 5.56:	Le regioni storiche della Sardegna. Fonte: PPR Sardegna, modificato. In blu il percorso del cavidotto terrestre	81
Figura 5.57:	Mappa della densità dell'attività di pesca nell'area sud della Regione Sardegna. Fonte: EMODnet Human Activities (Anno 2019)	82
Figura 5.58:	Frequenza di rottura del cavidotto legato al traffico marittimo, caratterizzato per KP di cavidotto	85
Figura 5.59:	Servitù aeronautiche, radar e zone DPR nella zona di Cagliari. Fonti: XContest.org e OpenAIP	86
Figura 5.60:	Carte nautica Nora Energia 2 ed interferenze con aree militari	87
Figura 5.61:	Dumped Munitions Areas e Linee per le telecomunicazioni nell'area Sardegna Sud. Fonte: EMODnet	88
Figura 5.62:	Estratto della Carta delle Istanze e dei Titoli Minerari Esclusivi per Ricerca, Coltivazione e Stoccaggio di Idrocarburi. Fonte: <a href="https://unmig.mise.gov.it">https://unmig.mise.gov.it</a>	89
Figura 5.63:	Localizzazione delle Piattaforme (Fonte: <a href="https://ec.europa.eu/maritimeaffairs/atlas/maritime_atlas/mindmap_it">https://ec.europa.eu/maritimeaffairs/atlas/maritime_atlas/mindmap_it</a> )	90
Figura 5.64:	Cartografia Area SIN Sulcis - Iglesiente - Guspinese. Fonte: <a href="https://www.mite.gov.it/bonifiche/cartografia">https://www.mite.gov.it/bonifiche/cartografia</a>	96
Figura 5.69:	Aree sottoposte a vincolo paesaggistico ex D. Lgs. 42/2004. Fonte SITAP, modificato	99
Figura 5.70:	Beni sottoposti a vincolo culturale, ai sensi del D. Lgs. 22 gennaio 2004, n. 42. Fonte: <a href="http://vincoliinrete.beniculturali.it">vincoliinrete.beniculturali.it</a> , modificato	101
Figura 5.71:	Aree sottoposte a Vincolo Idrogeologico ai sensi del R.D. 3267/1923 [6]. In blu è indicato il cavidotto terrestre	102
Figura 5.72:	Sovrapposizione delle opere onshore al Piano Paesaggistico Regionale - COMUNE DI SARROCH	104
Figura 5.73:	Sovrapposizione delle opere onshore al Piano Paesaggistico Regionale. CAVIDOTTO TERRESTRE - COMUNE DI CAPOTERRA	105

Relazione Generale

Figura 5.74:	Sovrapposizione delle opere onshore al Piano Paesaggistico Regionale. CAVIDOTTO TERRESTRE - COMUNI DI ASSEMINI E UTA	106
Figura 5.75:	Sovrapposizione delle opere onshore al Piano Paesaggistico Regionale. CAVIDOTTO TERRESTRE - COMUNI DI ASSEMINI, ELMAS, SESTU, MONSERRATO, SELARGIUS, CAGLIARI	108
Figura 5.76:	Aree di pericolosità idraulica PAI Sardegna (art.8 delle Norme di Attuazione) - COMUNE DI SARROCH	111
Figura 5.77:	Aree di pericolosità da frana PAI Sardegna (art.8 delle Norme di Attuazione) - COMUNE DI SARROCH	111
Figura 5.78:	Aree di pericolosità idraulica PAI Sardegna (art.8 delle Norme di Attuazione) - COMUNE DI CAPOTERRA	113
Figura 5.79:	Aree di pericolosità da frana PAI Sardegna (art.8 delle Norme di Attuazione) - COMUNE DI CAPOTERRA	114
Figura 5.80:	Aree di pericolosità idraulica PAI Sardegna (art.8 delle Norme di Attuazione) - COMUNI DI ASSEMINI E UTA	115
Figura 5.81:	Aree di pericolosità da frana PAI Sardegna (art.8 delle Norme di Attuazione) - COMUNI DI ASSEMINI E UTA	116
Figura 5.82:	Aree di pericolosità idraulica PAI Sardegna (art.8 delle Norme di Attuazione) - COMUNI DI ASSEMINI, ELMAS, SESTU, MONSERRATO, SELARGIUS, CAGLIARI	117
Figura 5.83:	Aree a pericolosità da frana PAI Sardegna (art.8 delle Norme di Attuazione) - COMUNI DI ASSEMINI, ELMAS, SESTU, MONSERRATO, SELARGIUS, CAGLIARI	118
Figura 5.84:	Pericolosità da alluvione e da inondazione costiera del PGRA Sardegna - COMUNE DI SARROCH E CAPOTERRA	120
Figura 5.85:	Pericolosità da alluvione e da inondazione costiera del PGRA Sardegna - COMUNI DI ASSEMINI E UTA	121
Figura 5.86:	Pericolosità da alluvione e da inondazione costiera del PGRA Sardegna - COMUNI DI ASSEMINI, ELMAS, SESTU, MONSERRATO, SELARGIUS, CAGLIARI	122
Figura 5.87:	Mappa del Danno Potenziale allegata al PGRA Sardegna - COMUNE DI CAPOTERRA	123
Figura 5.88:	Mappa del Danno Potenziale allegata al PGRA Sardegna - COMUNE DI ASSEMINI	124
Figura 5.89:	Mappa del Danno Potenziale allegata al PGRA Sardegna - COMUNI DI ASSEMINI, ELMAS, SESTU, MONSERRATO, SELARGIUS, CAGLIARI	125
Figura 5.90:	Mappa del Rischio Alluvioni allegata al PGRA Sardegna	126
Figura 5.91:	Stralcio della Tavola 5/1a del PTA Sardegna "Unità Idrografica Omogenea (UIO) - Flumini Mannu - Cixerri" - bacino idrografico del Rio San Girolamo. Fonte: PTA, modificato	127
Figura 5.92:	Stralcio della Tavola 5/1b del PTA Sardegna "Unità Idrografica Omogenea (UIO) - Flumini Mannu - Cixerri" - bacino idrografico del Rio San Girolamo. Fonte: PTA, modificato	128
Figura 5.93:	Legenda tavole Unità Idrografica Omogenea (UIO) del PTA Sardegna	129
Figura 5.94:	Stralcio della Tavola 8c del PTA Sardegna "Vulnerabilità intrinseca degli Acquiferi Sedimentari Terziari"	130
Figura 5.95:	Stralcio della Mappa delle spiagge a criticità elevata (rosso) e criticità bassa (verde) e indicazione dell'area di intervento. Fonte: PAC	131
Figura 5.96:	Zone di qualità dell'aria individuate ai sensi del D.Lgs. 155/2010 e indicazione delle opere onshore. Fonte: Piano regionale di qualità dell'aria ambiente	132
Figura 5.97:	Aree di tutela e indicazione delle opere onshore. Fonte: Piano regionale di qualità dell'aria ambiente	133
Figura 5.98:	Sovrapposizione del cavidotto (in magenta) alla cartografia del PTR CaCIP	134
Figura 5.99:	Stralcio della Tavola B1a "Zonizzazione del territorio comunale" allegata al PUC di Sarroch e interferenze con le opere onshore	136
Figura 5.100:	Zonizzazione del PUC di Capoterra e interferenze con le opere onshore. Fonte: <a href="https://www.urbismap.com/">https://www.urbismap.com/</a> , modificato	138
Figura 5.101:	Zonizzazione del PUC di Assemini e interferenze con le opere onshore - PRIMO TRATTO. Fonte: <a href="https://www.urbismap.com/">https://www.urbismap.com/</a> , modificato	140



Figura 5.102: Zonizzazione del PUC di Assemini e interferenze con le opere onshore. Fonte: <a href="https://www.urbismap.com/">https://www.urbismap.com/</a> , modificato	141
Figura 5.103: Zonizzazione del PUC di Uta e interferenze con le opere onshore. Fonte: <a href="https://www.urbismap.com/">https://www.urbismap.com/</a> , modificato	142
Figura 5.104: Zonizzazione del PUC di Elmas e interferenze con le opere onshore. Fonte: <a href="https://www.urbismap.com/">https://www.urbismap.com/</a> , modificato	143
Figura 5.105: Zonizzazione del PUC di Sestu e interferenze con le opere onshore. Fonte: <a href="https://www.urbismap.com/">https://www.urbismap.com/</a> , modificato	144
Figura 5.106: Zonizzazione del PUC di Cagliari e interferenze con le opere onshore. Fonte: <a href="https://www.urbismap.com/">https://www.urbismap.com/</a> , modificato	145
Figura 5.107: Zonizzazione del PUC di Selargius e interferenze con le opere onshore. Fonte: <a href="https://www.urbismap.com/">https://www.urbismap.com/</a> , modificato	146
Figura 5.108: Zonizzazione del PUC di Monserrato e interferenze con le opere onshore. Fonte: <a href="https://www.urbismap.com/">https://www.urbismap.com/</a> , modificato	148
Figura 5.109: Sovrapposizione delle opere in progetto (zona costiera) alla Tavola 04 - Fascia costiera occidentale - sub-zonizzazione del PRP	149
Figura 5.1: Vista della particella per la SE Lato Mare	152

## ABBREVIAZIONI E ACRONIMI

<b>AT/HV</b>	Alta Tensione
<b>AU</b>	Autorizzazione Unica
<b>BT</b>	Bassa Tensione
<b>CP</b>	Cabina Primaria
<b>EMF</b>	Electromagnetic Fields
<b>EPR</b>	Gomma etilpropilenico
<b>FER</b>	Fonti Energetiche Rinnovabili
<b>HDD</b>	Horizontal Directional Drilling
<b>MT</b>	Media Tensione
<b>MMO</b>	Marine Mammal Observer
<b>NTC</b>	Norme Tecniche per le Costruzioni
<b>OSS</b>	Offshore Sub-Station
<b>OWF</b>	Offshore Wind Farm
<b>OWG</b>	Offshore Wind Generator
<b>PAM</b>	Passive Acoustic Monitoring
<b>PNIEC</b>	Piano Nazionale Integrato per l'Energia e per il Clima
<b>PNRR</b>	Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza
<b>PPR</b>	Piano Paesistico Regionale
<b>RTN</b>	Rete di Trasmissione Nazionale
<b>SBP</b>	Sub Bottom Profiler
<b>SE</b>	Stazione Elettrica
<b>SHARE</b>	Seismic Hazard Harmonization in Europe
<b>SIA</b>	Studio di Impatto Ambientale
<b>SIC</b>	Siti di Interesse Comunitario
<b>s.l.m.</b>	Sopra il Livello del Mare
<b>STMG</b>	Soluzione tecnica minima generale per la connessione
<b>TOC</b>	Trivellazione Orizzontale Controllata
<b>VIA</b>	Valutazione di Impatto Ambientale
<b>VINCA</b>	Relazione di Incidenza Ambientale
<b>WTG</b>	Wind Turbine Generator

## 1 PREMESSA

La presente relazione è stata predisposta per Nora Ventu S.r.l., società controllata dal partenariato di Falck Renewables Spa, operatore internazionale nel campo delle energie rinnovabili, attivo nello sviluppo, nella progettazione, realizzazione e gestione di impianti di produzione di energia pulita da fonte eolica e solare e presente in 13 paesi e BlueFloat Energy, uno sviluppatore internazionale di progetti offshore con un'esperienza unica nella tecnologia galleggiante.

Nora Ventu è intenzionata a realizzare un parco eolico offshore composto da 40 aerogeneratori, per una taglia totale di 600 MW, ubicato nello specchio di mare all'interno del Canale di Sardegna e a sud est del Golfo di Cagliari, individuato a circa 30 km a sud di Capo Carbonara.

La scelta di tale sito è stata effettuata tenendo conto della risorsa eolica potenzialmente disponibile, della distanza dalla costa, della profondità, della conformazione del fondale, dei possibili nodi di connessione alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) gestita da Terna S.p.A. e, non da ultimo, minimizzando/evitando il più possibile le aree di potenziale maggior interferenza a livello ambientale. In questa zona il fondale ha una profondità che varia dai 170 m e 530 m circa.

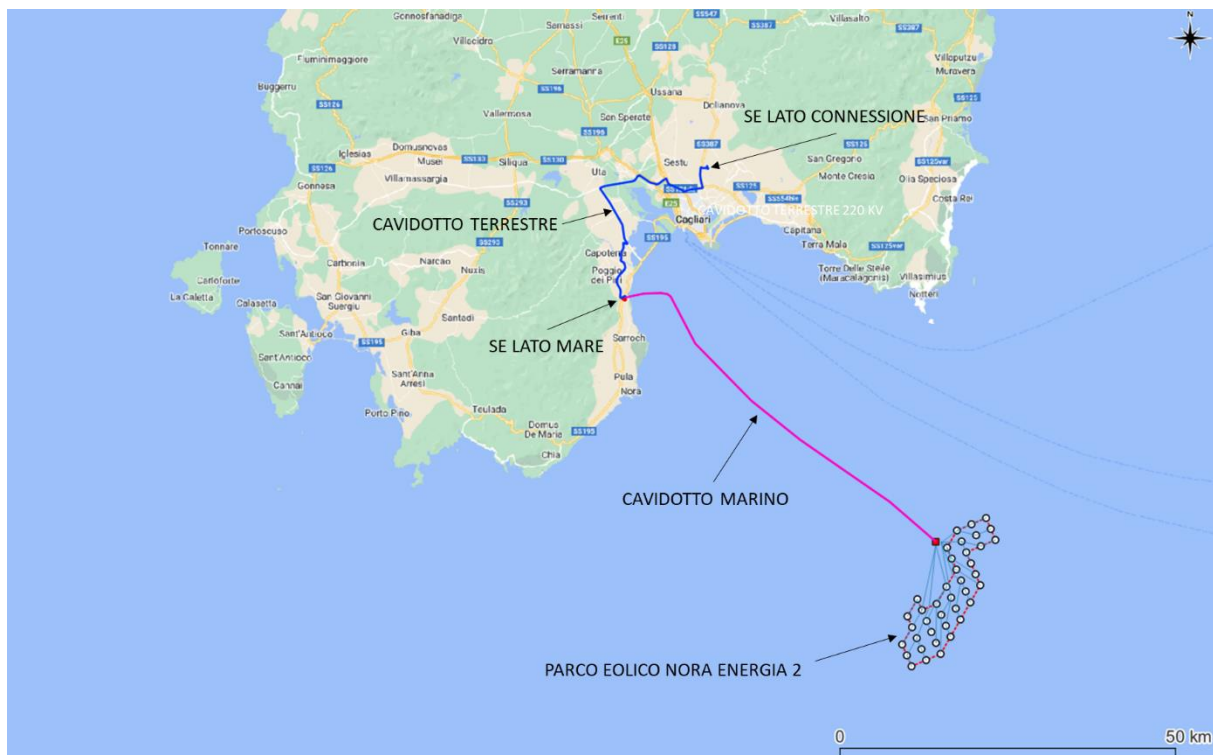


Figura 1.1: Inquadramento Generale del Progetto

## 2 INQUADRAMENTO DEL PROGETTO

L'area designata per l'installazione del parco eolico è ubicata nel Canale di Sardegna, e più precisamente a Sud Est del Golfo di Cagliari, a circa 30 km a sud di Capo Carbonara ed a profondità del fondale indicativamente comprese tra 170 m e 530 m circa.

Il campo sarà costituito da un'unica zona. La zona si estende per circa 22 km in direzione Nord – Sud e circa 5 km in direzione Est – Ovest. In totale, il parco eolico occuperà un'area di mare di circa 110 km<sup>2</sup>. Tra gli aerogeneratori è prevista una distanza di circa 2 km.



Figura 2.1: Ubicazione parco eolico Nora Energia 2

L'ubicazione degli elementi onshore del progetto, compresa la Stazione Elettrica e il Cavidotto interrato sono descritti nel paragrafo 3.2.

Il progetto ha l'obiettivo di sfruttare la connessione alla rete presente nella zona (vedi paragrafo successivo).

### 2.1 CONTESTO ENERGETICO

La rete elettrica è localmente ben condizionata al fine di gestire la connessione di un impianto come quello oggetto della presente relazione. L'infrastruttura di trasporto dell'elettricità nella zona è composta da una linea 380 kV che copre tramite una dorsale la costa Nord e la costa Sud e una linea di collegamento a 220 kV (Sulcis-Rumianca) che la collega alla dorsale a 220 kV sulla costa occidentale (Sulcis-Oristano e Oristano-Codrongianos).

- ✓ In quest'area sono state individuate due centrali che evacuano energia a questa rete: la centrale a ciclo combinato di Sarlux (società Saras S.p.A.), attiva dal 2000 con una capacità installata di 548 MWe, alimentata tramite rigassificazione degli oli di scarto provenienti dalla raffineria Saras;
- ✓ Centrale elettrica di Assemini (Enel S.p.A.), con due gruppi turbogas a ciclo semplice, alimentati a gasolio, aventi una potenza "di base" pari a 95 MWe l'uno.

Localmente ci sono un serie di sottostazioni lungo la linea di trasporto:

- ✓ Cagliari Sud: collegata in antenna al circuito a 380 kV proveniente dalla sottostazione di Rumianca, nei pressi della Centrale Enel Assemmini. Si trova a circa 1 km dalla costa del Golfo di Cagliari (lato Sud-Ovest);
- ✓ Rumianca: collega la linea a 380 kV proveniente dalla stazione di Selargius alla Centrale di Assemmini ed è il collegamento con la rete elettrica 220 kV sulla costa occidentale dell'Isola. Si trova a circa 7 km dalla costa del Golfo di Cagliari (parte centrale);
- ✓ Selargius: collegata tramite linea a 380 kV proveniente da Assemmini, è il punto di riferimento a Sud per il collegamento alla dorsale a 380 kV che collega centralmente la costa Nord da quella Sud.

Attualmente la sottostazione a 380 kV più vicina risulta Rumianca.

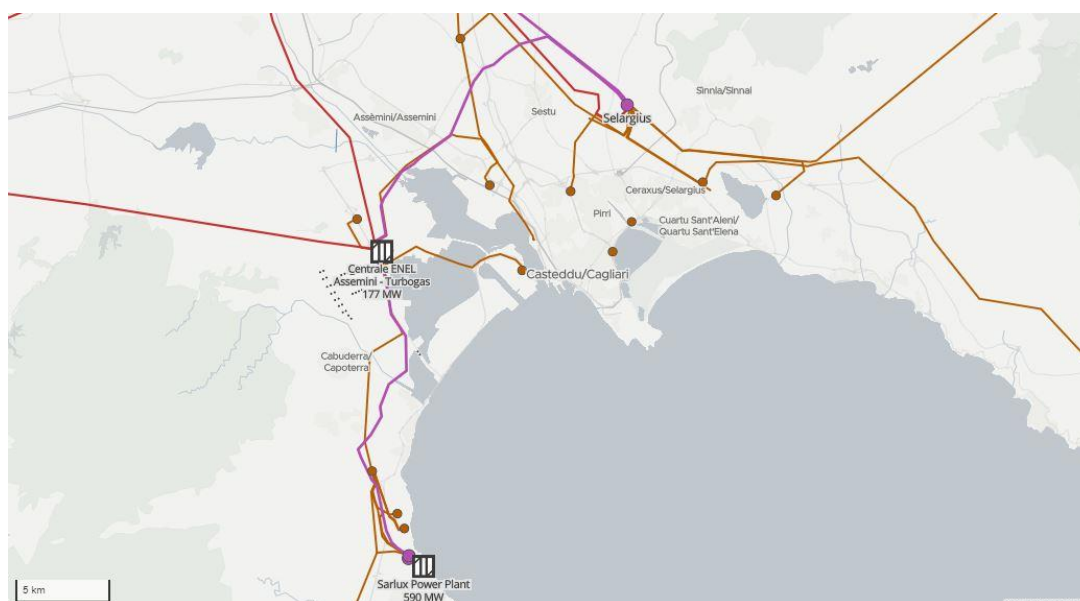


Figura 2.2: Schema delle linee in AT nell'area di Cagliari (380 kV in viola, 220 kV in rosso e 150 kV in arancione) [© OpenStreetMap]

## 2.2 IL PIANO DI SVILUPPO DELLE FER IN ITALIA

L'Unione europea ha definito i propri obiettivi in materia di energia e clima per il periodo 2021-2030 con il pacchetto legislativo "Energia pulita per tutti gli europei" - noto come Winter package o Clean energy package. Il pacchetto, adottato tra la fine dell'anno 2018 e l'inizio del 2019, fa seguito agli impegni assunti con l'Accordo di Parigi e comprende diverse misure legislative nei settori dell'efficienza energetica, delle energie rinnovabili e del mercato interno dell'energia elettrica.

La neutralità climatica al 2050 e la riduzione delle emissioni al 2030 del 55% ha costituito peraltro, anche il target di riferimento per l'elaborazione degli investimenti e delle riforme in materia di Transizione verde contenuti nei Piani Nazionali di Ripresa e Resilienza (PNRR), figurandone tra i principi fondamentali base enunciati dalla Commissione UE nella Strategia Annuale della Crescita Sostenibile (SNCS 2021).

La costruzione di questi impianti, quindi, permetterebbe di garantire un surplus di produzione elettrica da fonte rinnovabile, contribuendo al raggiungimento degli obiettivi del Piano Nazionale Integrato per l'Energia e per il Clima (PNIEC) e del PNRR nell'ambito della de-carbonizzazione, crescita delle energie rinnovabili ed efficienza energetica.

### 3 ELEMENTI COSTITUTIVI DEL PROGETTO

#### 3.1 ELEMENTI OFFSHORE

##### 3.1.1 Tipologia di Aerogeneratori

La tecnologia utilizzata per gli aerogeneratori sarà a turbine eoliche galleggianti. Detta tecnologia permette di realizzare impianti distanti dalla costa su fondali profondi con impatti ambientali trascurabili. La tipologia realizzativa indicata consente il miglior sfruttamento della risorsa eolica in luoghi particolarmente favorevoli altrimenti inutilizzabili a causa della profondità di fondale.

Le WTG (Wind Turbine Generator) considerate hanno le seguenti caratteristiche tecniche:

- ✓ Potenza nominale aerogeneratore: 15000 kW;
- ✓ Tensione di connessione MT: 66 kV;
- ✓ Tipologia: Full Scale Converter.

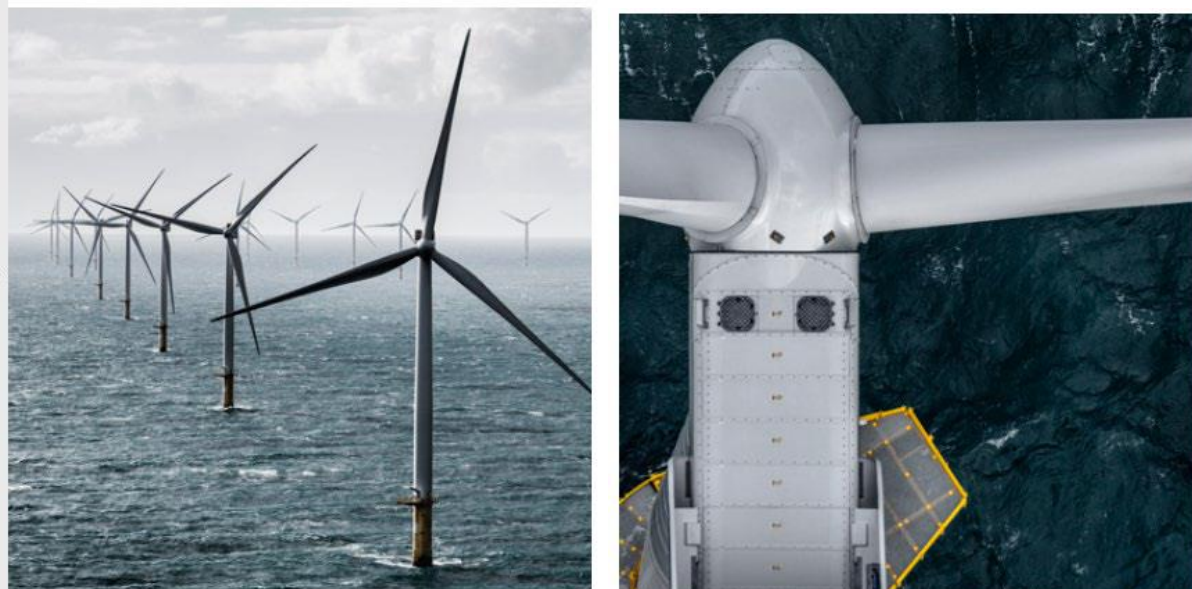


Figura 3.1: Esempio Aerogeneratore Vestas V236-15.0 MW

La tipologia indicata sfrutta converter di potenza posti elettricamente in serie a ciascuna delle fasi del generatore. La presenza dei converter conferisce alle turbine una maggiore capacità di generazione di energia reattiva, sia in sovra che in sottoalimentazione anche in assenza di vento. Tale caratteristica, opportunamente coordinata dal sistema di controllo dell'intero complesso delle macchine, è di ausilio nella rispondenza alle richieste di cui all'Allegato A17 del Codice di Rete.

Tramite specifica autorizzazione per ogni singolo gruppo, il proponente farà richiesta alla società Terna di allacciamento alla RTN con i valori di immissione e prelievo previsti dal progetto.

La figura di seguito riportata mostra la struttura della torre eolica con vista frontale, laterale e dall'alto.

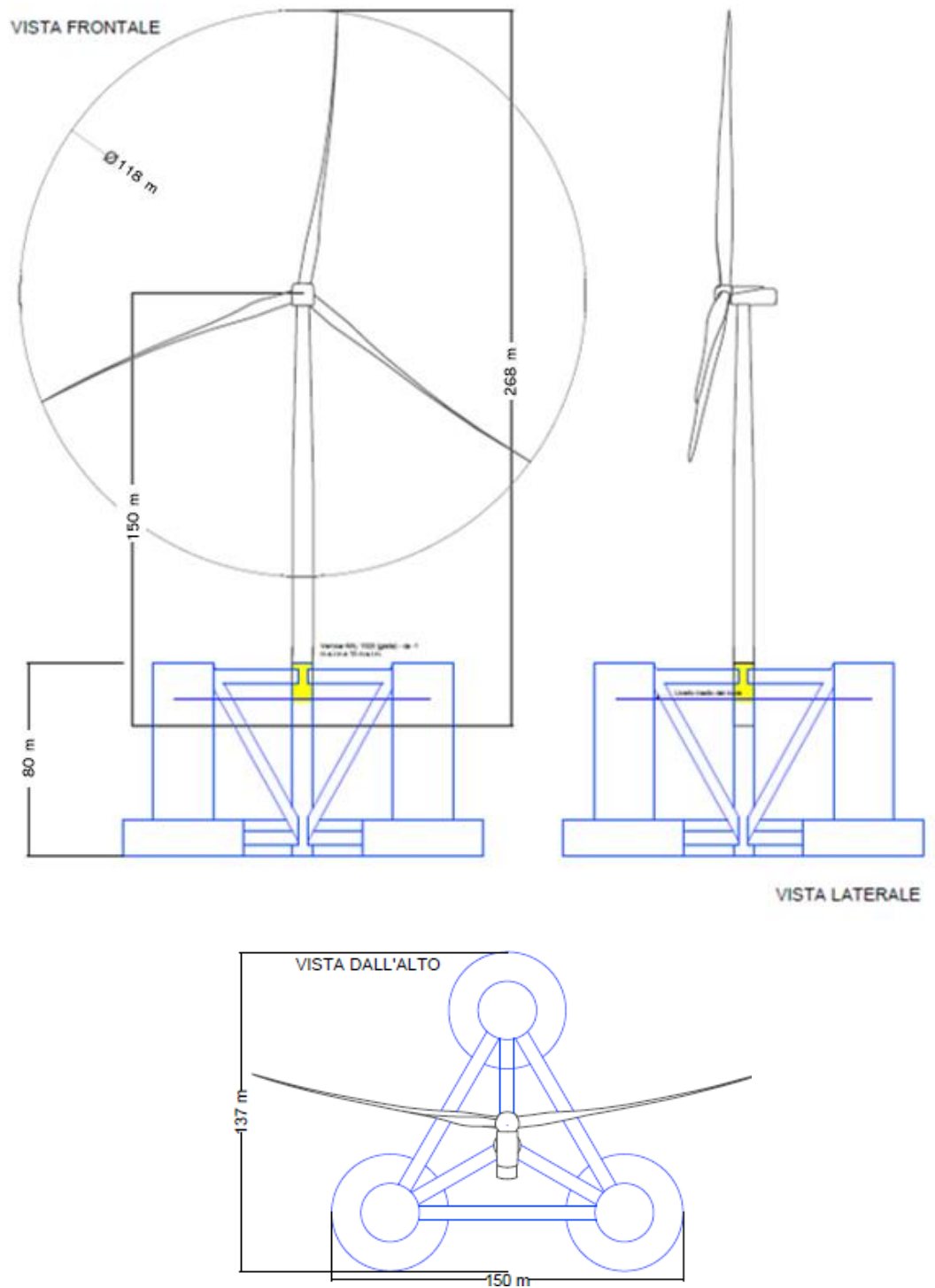


Figura 3.2: Struttura Torre Eolica

Come si evince dall'immagine proposta la torre eolica ha un'altezza pari a 150 m, e, considerando le pale di raggio 118 m si sviluppa per un'altezza complessiva pari a 268 m. La fondazione galleggiante ed il sistema di ancoraggio vengono descritti nei paragrafi successivi.

### 3.1.2 Fondazione galleggiante e ormeggio

Per la descrizione della fondazione galleggiante si fa riferimento alla Relazione sul Dimensionamento delle Strutture Galleggianti e di Ancoraggio Doc. No. P0025305-5-SAS-H15, a cui si rimanda per maggiori dettagli.

In linea di principio la scelta fra l'installazione di una struttura fissa e di una struttura galleggiante dipende prevalentemente dalla profondità dell'acqua al sito di interesse. Come linea guida generale, per profondità superiori ai 100 m, come in questo caso, si prediligono le strutture galleggianti.

La caratteristica principale richiesta alle strutture galleggianti che ospitano le turbine eoliche è la stabilità e di conseguenza la capacità di ridurre le oscillazioni del sistema al fine di minimizzare il fenomeno di fatica a cui sono soggette le varie componenti.

In generale, due fattori importanti che contribuiscono ad incrementare la stabilità sono la quota del centro di gravità dell'intera struttura ed il sistema di ormeggio.

Esistono varie tipologie di strutture per il supporto delle turbine eoliche e di soluzioni di ormeggio basate sulle conoscenze sviluppate principalmente nell'ambito dei progetti offshore per l'estrazione di prodotti petroliferi.

Tuttavia, è bene sottolineare che, nonostante le similitudini in termini di tipologia del galleggiante, la struttura stessa così, come le necessità delle turbine eoliche sono differenti rispetto alle installazioni per l'estrazione e trattamento di olio e gas.

Infatti, mentre in campo petrolifero si ha necessità di poche e grandi strutture, in campo eolico è necessario avere strutture più piccole ma in quantità significativamente maggiori. Questo ha una ricaduta significativa in termini di progettazione, costruzione, installazione ed operabilità delle strutture.

Nella figura seguente si riportano esempi delle soluzioni concettuali principalmente applicate per i vari parchi eolici nel mondo. Va comunque evidenziato che è pratica comune sviluppare una progettazione ad hoc per la struttura galleggiante in base alle specifiche necessità di progetto ed alle strutture disponibili per costruzione ed installazione al sito.

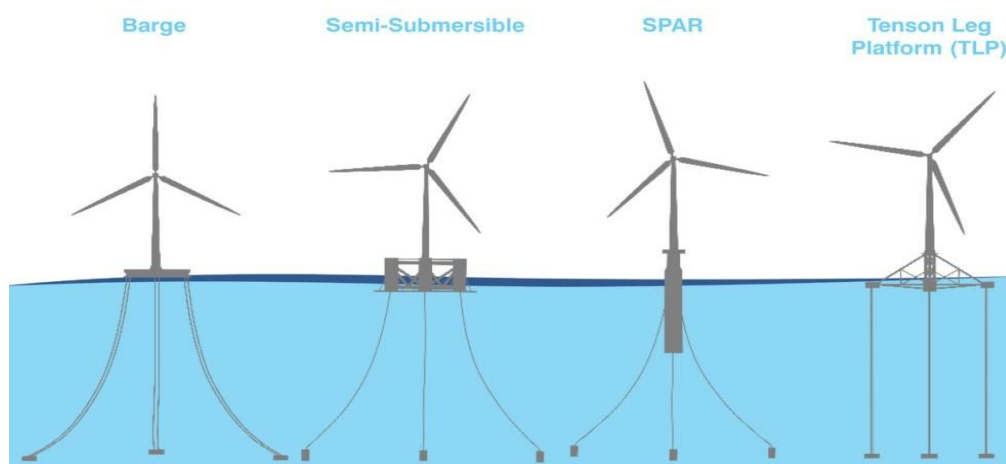


Figura 3.3: Esempi di Strutture Galleggianti per Parchi Eolici

In generale, la struttura galleggiante, per poter rimanere in posizione, deve essere ormeggiata tramite linee di ormeggio e fondazioni nel fondale marino.

Per quanto concerne il sistema di ormeggio, le soluzioni attualmente applicate ed applicabili sono le seguenti:

- ✓ Catenaria;
- ✓ Cavo teso inclinato o verticali ("taut mooring").

Il dimensionamento dei sistemi di ormeggio ed ancoraggio per la specifica installazione sarà sviluppato nelle fasi successive del progetto, a seguito di indagini geotecniche e geofisiche per identificare le caratteristiche del fondale. Il sistema scelto verrà inoltre individuato anche al fine di minimizzare il potenziale impatto ambientale.

A questo proposito, il sistema più utilizzato per gli impianti offshore galleggianti, ad oggi, è quello mediante un sistema di catene ed ancore marine (vedi figura seguente). Esistono tuttavia, ove reso possibile dalla natura dei



fondali, tecniche di ormeggio con elementi tesi (catene o funi) – Taut moorings - con ancore terminali costituite da strutture a suzione (suctions bucket), pali ad avvitamento, fondazioni a gravità.

La stabilità del sistema catenario è garantita dal peso stesso della struttura. La catenaria, che è solitamente composta da catena e cavo, collegando il galleggiante con l'ancora, si trova per la maggior parte sospesa in acqua. È inoltre presente un tratto appoggiato sul fondale marino che riduce le forze verticali agenti sul sistema di ancoraggio.

Quando la struttura galleggiante è in equilibrio, gran parte della catenaria giace sul fondale del mare mentre la restante parte è sospesa. Quando la struttura si sposta dalla sua posizione di equilibrio, la lunghezza della parte sospesa della linea di ormeggio aumenta mentre diminuisce la parte appoggiata sul fondo. Questa variazione della geometria origina una forza di ripristino, dovuta al peso della catenaria, che riporta il sistema in posizione di equilibrio.

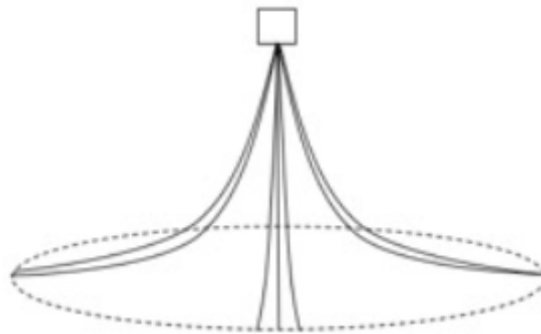


Figura 3.4: Sistema di Ormeggio con Catenaria

Altri sistemi di ancoraggio alternativi possono essere quello ad elementi tesi "Taut Mooring" oppure "Tension Leg". Per quanto concerne il sistema di ormeggio con cavi tesi inclinati o verticali (vedi figura seguente), la struttura galleggiante viene connessa al sistema di ancoraggio, posizionato sul fondale marino, tramite linee di ormeggio in tensione. La stabilità del sistema è fornita dalle forze di tensione agenti nelle linee di ormeggio.

Il sistema di ormeggio con cavi tesi prevede la necessità di un pretensionamento delle linee. Il valore della pretensione deve essere tale da tenere le linee dritte e fornire al contempo la forza di ripristino necessaria per far tornare il sistema nella sua posizione di equilibrio, qualora sia sottoposto ad una perturbazione.

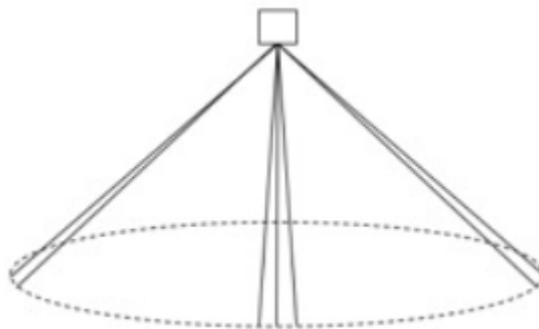


Figura 3.5: Sistema di Ormeggio a Elementi Tesi

### 3.1.3 Sistemi di Ancoraggio

La posizione in mare degli aerogeneratori sarà assicurata grazie a sistemi di ancoraggio al fondale che hanno come obiettivo principale, oltre a quello di mantenere la struttura in posizione e garantire la sicurezza marittima, quello di minimizzare, quanto possibile, l'impatto ambientale sui fondali.

Nell'industria offshore esistono svariate soluzioni di ancoraggio per natanti o strutture galleggianti. Nel caso delle strutture galleggianti di supporto per l'installazione di turbine eoliche, l'individuazione del sistema più idoneo è subordinata ad una serie di condizioni specifiche, come ad esempio le dimensioni della turbina, la tipologia di

supporto flottante, la soluzione di ormeggio, nonché le caratteristiche geotecniche, geomorfologiche e ambientali del sito specifico. Tra queste caratteristiche vi sono ad esempio la profondità del fondale marino, le caratteristiche meccaniche dei depositi geologici in corrispondenza dei punti di ancoraggio, nonché l'eventuale presenza di determinate sensibilità ambientali (e.g. morfologia del fondale, presenza di particolari biocenosi o colonie di mammiferi marini nella zona in esame, presenza di ecosistemi marini vulnerabili, etc.). Campagne di indagini geofisiche e geotecniche, atte all'identificazione delle tipologie e della natura dei fondali, e analisi ambientali, si rendono dunque necessarie per la scelta delle tecniche di ormeggio e ancoraggio più opportune sia da un punto di vista strutturale che ambientale.

Le principali soluzioni di ancoraggio comunemente impiegate per turbine eoliche flottanti sono:

- ✓ Ancore a Gravità (Deadweight or Gravity Anchors);
- ✓ Pali: Suction Piles (i.e. pali di grande diametro chiusi in testa e installati tramite applicazione di depressione interna), Pali Infissi (Driven Pile Anchors), Pali Gettati in Opera (Drilled and Grouted Anchors), Pali Elicoidali (Helical Pile Anchors);
- ✓ Ancore a Trascinamento (Drag Embedded Anchors);
- ✓ Ancore a Piastra (Plate Anchors or Vertical Load Anchors).

Come anticipato, la scelta dell'ancoraggio dipenderà anche dalla tipologia e dalla configurazione di ormeggio selezionate. Nel caso di configurazione di ormeggio catenaria vengono spesso scelte ancora installate mediante trascinamento, in grado di gestire il carico orizzontale, ma in generale qualsiasi tipologia di ancora può essere adattata a questa tipologia di ormeggio. Nel caso di ormeggi di tipo 'taut' vengono tipicamente impiegati pali infissi, suction piles o ancore a gravità, per garantire una sufficiente resistenza a sfilamento necessaria a contrastare la componente verticale del carico, tipicamente non trascurabile per questa tipologia di ormeggio. Gli ormeggi di tipo 'taut' possono essere o obliqui o verticali, in quest'ultimo caso si parla di ormeggi 'tension leg'.

Esistono poi ormeggi di tipo 'semi-taut' che presentano pertanto caratteristiche comuni ad entrambe le tipologie di ormeggio sopra descritte. Nei sistemi 'semi-taut', le linee di ancoraggio hanno tipicamente una configurazione a catenaria in condizioni operative, mentre in situazioni di carico straordinario queste possono subire 'uplift', modificando pertanto le condizioni di carico sull'ancora.

In conclusione, la scelta della migliore soluzione di ancoraggio risulta specifica del progetto e del sito preso in esame, dettata sia da scelte tecniche/progettuali, da eventuali vincoli ambientali e dalle condizioni dei terreni di fondazione, riscontrabili solo in seguito a specifiche indagini geofisiche, geotecniche e ambientali dell'area in esame.

### 3.1.4 Stazioni di Trasformazione Offshore

La sottostazione offshore di trasformazione galleggianti, la cui posizione è indicata preliminarmente nella tabella sottostante, è stata localizzata in prossimità del perimetro del parco eolico. In detta sottostazione avviene l'innalzamento del livello di tensione da 66 a 220kV. L'area ospitante sarà di dimensioni tali da consentire un comodo alloggiamento dei trasformatori, degli stalli a 66kV, degli edifici contenti: il sistema di protezione comando e controllo, quello di alimentazione dei servizi ausiliari e generali e tutto quanto altro necessario al corretto funzionamento dell'installazione.

Tabella 3.1: Lista delle coordinate delle sottostazioni offshore

Sottostazione	Coordinate (WGS84-32N)	
	Longitudine (° E)	Latitudine (° N)
OSS	9.53722222222223	38.7908333

Le configurazioni delle fondazioni previste per la OSS sono simili a quelli utilizzate per le turbine eoliche, ad esempio semi-sommersibili, piattaforme con ormeggi tension leg (TLP), ecc.

Le basi flottanti sono ormeggiate al fondale con catene, cavi d'acciaio o funi in fibra collegate alle ancore o altre tipologie di sostegni solidali al fondale.

I diversi tipi di ancoraggio saranno dimensionati e progettati a seconda delle condizioni del suolo e dei carichi ambientali previsti.

Sotto sono rappresentate schematicamente le tipologie più diffuse di ancoraggio per il tipo di applicazione.

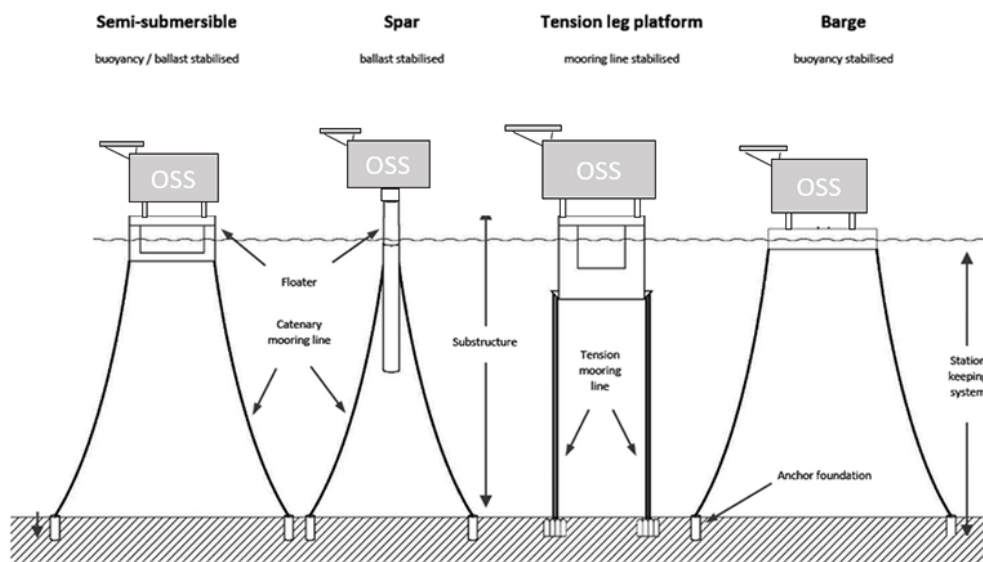


Figura 3.6: Tipici standard di Ancoraggio sottomarino

I cavi di export in alta tensione (HV) tra la sottostazione offshore e la riva saranno dinamici, almeno fino al punto di contatto con il fondale, dopodiché potranno continuare in configurazione statica.

Ogni turbina di fine stringa di ciascun gruppo è collegata alla OSS attraverso un cavo sottomarino. Le linee a 66 kV saranno suddivise su due montanti: per ciascun gruppo, che prevede 4 linee a 66 kV in ingresso, è prevista la suddivisione delle linee in coppie che verranno poi suddivise su altrettanti quadri GIS a 66kV. Per maggiori dettagli si faccia riferimento allo schema elettrico unifilare Doc. n. P0025305-5-SAS-H25.

Ogni montante è connesso ad un trasformatore con le caratteristiche preliminari elencate qui di seguito.

Tabella 3.2: Specifiche preliminari trasformatori OSS

Trasformatore	N. di linee 66 kV in parallelo	Taglia (MVA)	Tipo di raffreddamento	V <sub>n1</sub> (kV)	V <sub>n2</sub> (kV)	Gruppo vettoriale
TR1 A	4	325	ONAN	220 ±10×1,25%	66	YNd11
TR1 B	4	325	ONAN	220 ±10×1,25%	66	YNd11

Dallo schema elettrico unifilare Doc. n. P0025305-5-SAS-H25 è evidenziata la presenza per l'OSS di un quadro batterie a 500Ah ed un gruppo elettrogeno da 100 kVA per l'alimentazione dei servizi ausiliari in caso di emergenza. Tale installazione prevede un sistema di commutazione automatica per la messa in servizio.

### 3.1.5 Schema elettrico preliminare

Il progetto Nora Energia 2 è costituito dal punto di vista elettrico da due gruppi di turbine:

- ✓ L'impianto Nora Energia 2 A è costituito da 20 aerogeneratori, suddivisi su 4 stringhe, per una potenza complessiva pari a 300 MW, il cui modello e la cui fornitura, fermo restando le caratteristiche tecniche essenziali

più diffuse in ambito ingegneristico, saranno definite nel dettaglio alla luce dello stato dell'arte e della disponibilità di mercato;

- ✓ L'impianto Nora Energia 2 B è costituito da 20 aerogeneratori, suddivisi su 4 stringhe, per una potenza complessiva pari a 300 MW, il cui modello e la cui fornitura, fermo restando le caratteristiche tecniche essenziali più diffuse in ambito ingegneristico, saranno definite nel dettaglio alla luce dello stato dell'arte e della disponibilità di mercato;

Ogni stringa ha una turbina "centro-stella" cui afferiscono due linee radiali, ciascuna proveniente da un ramo formato da due torri collegate in configurazione entra-esce. Dalle turbine "centro-stella" partono i collegamenti verso la sottostazione elettrica offshore dove è previsto il primo livello di innalzamento della tensione e da quest'ultima parte il collegamento verso la terraferma. In prossimità della costa i cavi sottomarini possono essere giuntati con omologhi terrestri, che sono meno costosi.

La tensione per il funzionamento del sistema di alta tensione marino di connessione tra le stringhe è stata scelta pari a 66kV, mentre quella a valle delle OSS è stata scelta pari a 220 kV. Le sezioni orientative e le tipologie dei conduttori sono riportate in seguito nella trattazione e nelle relative tavole, analogamente per ogni sezione del campo, cui si rimanda.

Lo schema unifilare presentato nel doc. P0025305-5-SAS-M18, analogamente per ogni sezione del campo mostra la configurazione complessiva del sistema di trasporto e connessione alla RTN. Nella particella denominata Lato Mare avviene il sezionamento e la protezione (con tecnologia compatta GIS) della linea marina a 220 kV proveniente dalle sottostazioni offshore. Successivamente è prevista una linea a 220kV, ipotizzata preliminarmente interrata, che trasporta l'energia passante a una sottostazione elettrica in prossimità del nodo a 380kV di Terna S.p.A., denominata SE Lato Connessione, che prevede l'elevazione di tensione 220/380kV tramite autotrasformatori e definisce infine il punto di consegna verso la RTN entro la pertinenza dell'Utente.

Allo scopo, sono stati considerati due TR, ciascuno dei quali è collegato:

- ✓ Da lato a 66 kV a un montante cui afferiscono le linee provenienti dalle stringhe;
- ✓ Da lato 220 kV a un montante da cui partono le linee AT di collegamento verso terra.

Inoltre, è stata considerata una linea interrata a 220kV di lunghezza pari a circa 45 km: tale linea è stata progettata cercando di permettere una posa sulle principali direttrici pubbliche, limitando il passaggio all'interno di proprietà private e all'interno di centri abitati dall'elevato valore architettonico. Eventuali variazioni che potranno essere prese in considerazione dovranno essere concordate direttamente con il fornitore dei cavi.

Alla fine della linea a 220kV è prevista una sottostazione di elevazione con n. 2 autotrasformatori 220/380kV, ciascuno collegato:

- ✓ Da lato 220kV a un montante AT cui afferiscono le linee provenienti dalla Stazione di Sezionamento Lato Mare;
- ✓ Da lato 380kV un montante a AT da cui parte il raccordo di collegamento tra la SE Lato Connessione e il nodo a 380kV di Terna S.p.A.

### 3.1.5.1 Cavo elettrico di collegamento tra le turbine

La tecnologia utilizzata prevista allo stato attuale per la connessione tra le turbine che compongono una stringa sarà quella del cosiddetto cavo dinamico o lazy-wave cable il quale prevede un approccio al fondale a seguito di una serie di curvature dovute all'utilizzo di boe di sostegno. Questa soluzione riduce gli sforzi meccanici al quale il cavo sarebbe sottoposto e darebbe maggiore libertà di assestamento nei movimenti. Nella Figura sottostante si riportano schematicamente le tipologie più diffuse per il tipo di applicazione oggetto della presente relazione.

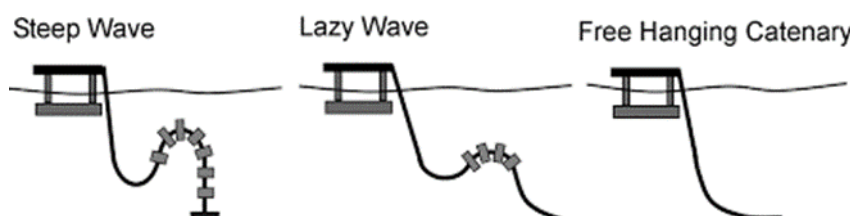


Figura 3.7: Standard di cablaggio sottomarino

### 3.1.5.2 Caratteristiche del cavo marino a 66kV e 220 kV

Le linee elettriche AT di connessione degli aerogeneratori, funzionanti a 66kV, e le linee di collegamento dal mare alla costa, funzionanti a 220 kV, saranno costituite da cavi tripolari armati – in rame o alluminio, comprensivi di fibra ottica monomodale il cui tubetto è inglobato all'interno dell'armatura del conduttore - idonei alla posa sottomarina. In prossimità della costa saranno realizzate delle giunzioni tra conduttori marini e conduttori terrestri funzionanti alla medesima tensione.

Allo stato attuale, per l'interconnessione degli aerogeneratori è prevista una linea marina in cavo a 66 kV avente sezione pari a 800 mm<sup>2</sup> con anima in rame e isolamento in EPR, mentre per il trasporto dell'energia dalla OSS fino a terra è prevista una linea marina in cavo a 220 kV avente sezione pari a 800 mm<sup>2</sup> con anima in rame e isolamento in EPR.



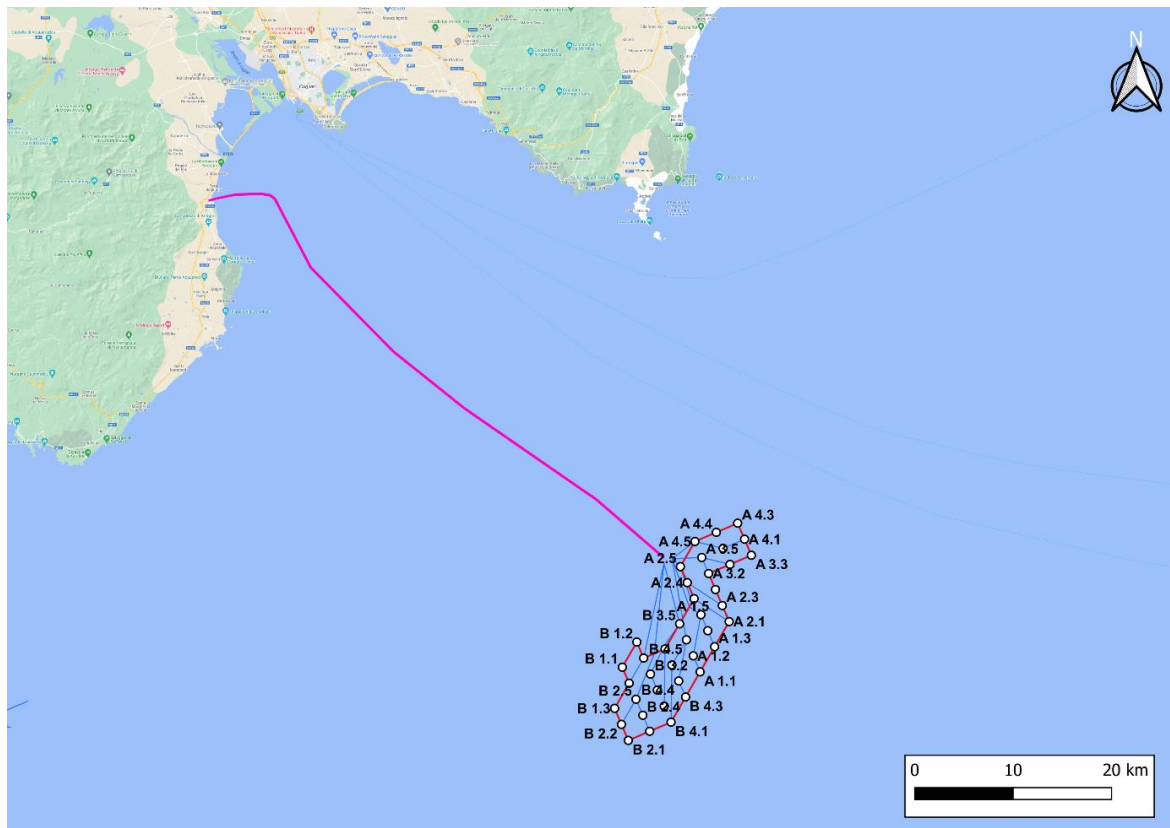
Figura 3.8: Esempio di cavo di collegamento a 66 kV / 220 kV e tipico di sezione

### 3.1.5.3 Percorso cavi marini di collegamento tra le OSS offshore e il punto di giunzione

Dato il sistema di posa dei cavi, il quale ha un range di precisione del posizionamento sul fondale di alcuni metri, in accordo con la linea guida "Offshore Wind Submarine Cable Spacing Guidance" approvata dall'ente TÜV SÜD e l'attuale pratica ingegneristica si è valutata un'inter-distanza tra i singoli cavi pari a 50 m con approccio conservativo.

L'involuppo del corridoio comprendente tutti i cavi di trasmissione verso terra tra la sottostazione elettrica offshore e il punto di giunzione a terra ha una larghezza pari a 50 m e una lunghezza di circa 60 km dal punto ipotizzato per la convergenza dei cavi di trasmissione in arrivo dalla OSS..

La figura seguente mostra il percorso ipotetico dei cavi sottomarini dal parco eolico offshore al punto di approdo.



**Figura 3.9: Percorso del cavo sottomarino 150 kV**

La scelta della traiettoria del corridoio si è basata sulla valutazione delle aree di importanza ambientale.

L'approccio alla costa sarà caratterizzato da una convergenza graduale dei cavi da una distanza di 2km fino a 1km dalla costa raggiungendo una inter-distanza limite pari a 10m, seguendo sempre un approccio conservativo.

#### 3.1.5.4 Protezione del cavo marino di collegamento

A causa delle azioni antropogeniche e delle perturbazioni naturali che possono agire sui cavi di trasmissione dell'energia elettrica sarà necessario proteggere questi dai danni causati da attrezzi da pesca, ancore o forti azioni idrodinamiche. Qui di seguito è fornita una lista delle principali soluzioni applicabili al sito in analisi e che dovranno essere approfondite a seguito di futuri sopralluoghi specifici.

La protezione dei cavi sottomarini, per le sezioni di cavo che attraversano aree che presentano scarse criticità a livello di fondale ma che possono presentarle al di sotto, potrà essere effettuata mediante posa di ogni linea mediante sistema trenchless (senza scavi di trincee) con protezione esterna, con successiva posa di una protezione fatta da massi naturali o materassi prefabbricati di materiale idoneo (cubicoli in cemento/calcestruzzo).

Ove possibile, dove il fondale non presenta elevate criticità di posa o necessità di preservazione dell'ambiente esistente, dovrebbe essere utilizzata la posa del cavo in scavo mediante la tecnica del co-trenching. Tale sistema riduce il rischio di interferenza di agenti esterni, come per esempio ancore o reti da pesca, che potrebbero danneggiarlo o trascinarlo via. Nello specifico, data la possibile presenza nelle vicinanze del parco di un'area soggetta a pesca a strascico si dovrà tener conto della necessità di minimizzare gli impatti e le interferenze per il mantenimento del corretto funzionamento del generatore eolico.

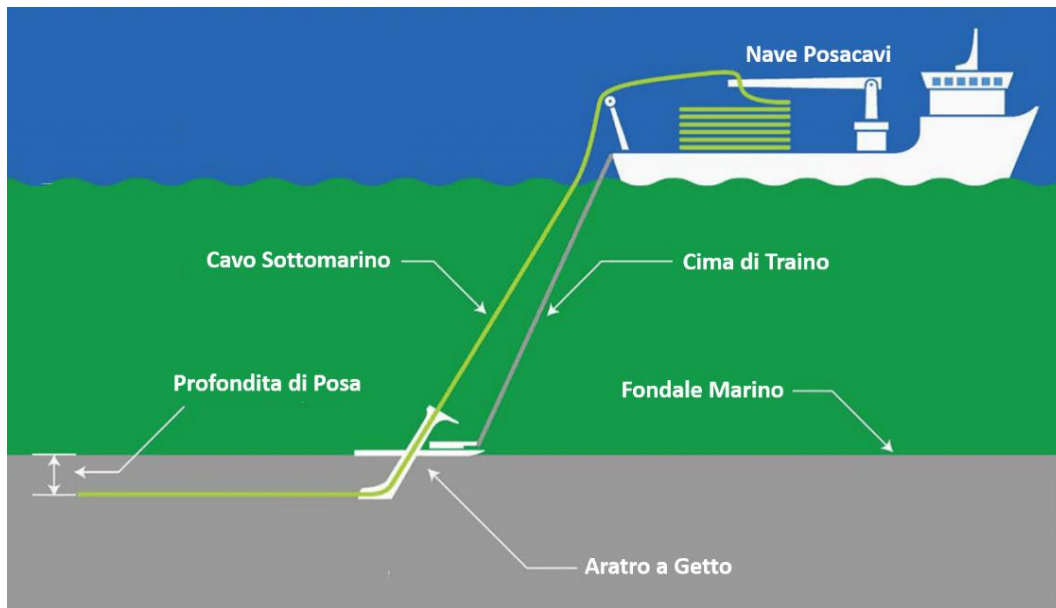


Figura 3.10: Dettaglio del metodo di stesura mediante co-trenching

In funzione della tipologia di suolo e presenza di peculiarità sito specifiche, potranno essere previste in alternativa protezioni dei cavidotti effettuate mediante la posa di materassi in cemento (rif. Figura 3.11) o mediante l'utilizzo di gusci di ghisa o polimeri assemblati sul cavo (rif. Figura 3.12).

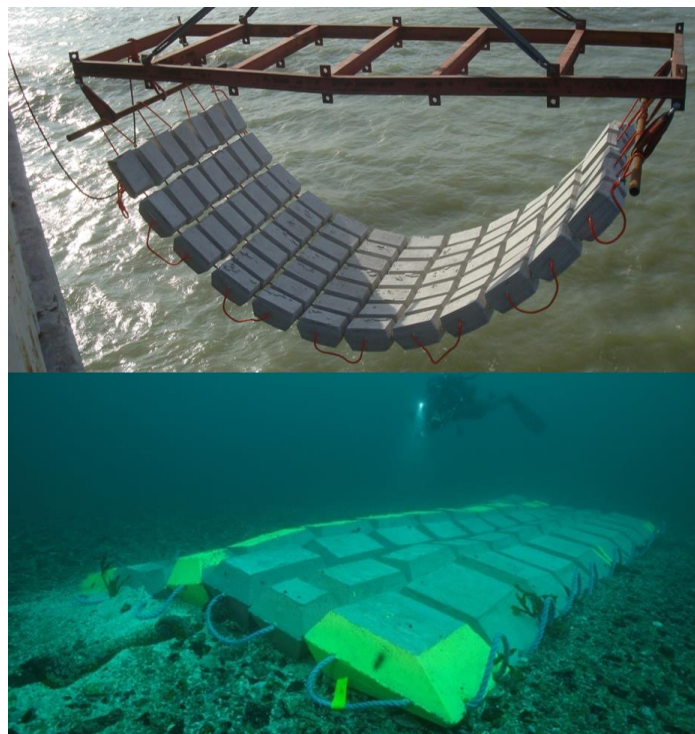


Figura 3.11: Esempio di protezione di un cavo sottomarino con cubicoli

Un'ulteriore soluzione è costituita dalla posa tramite gusci di ghisa o polimeri assemblati sul cavo. Questa soluzione è utile quando il cavo deve passare per fondali che presentano conformazioni irregolari o taglienti, non consentendo la posa con contatto diretto.



Figura 3.12 Esempio di metodo di posa con gusci di protezione

## 3.2 ELEMENTI ONSHORE

### 3.2.1 Tecnica di Approdo

La conformazione della costa e i materiali della quale è composta hanno comportato la definizione di una soluzione che semplificasse l'approccio sulla terraferma verso il punto di giunzione. Si prevede l'utilizzo della tecnica di perforazione controllata (HDD – Horizontal Directional Drilling) per l'ultimo km di corridoio.

Il diametro della perforazione dovrà essere in seguito analizzato e tale da poter garantire un adeguato spazio vitale per il cavo, consentendone il passaggio e la successiva adeguata areazione una volta in funzionamento in condizioni di normale esercizio.

### 3.2.2 Configurazione di posa del cavo terrestre

A valle dell'approdo del cavidotto marino (2x3x800mmq), sarà posizionata una junction pit in prossimità della costa, per la giunzione tra i cavi marini e i cavi terrestri funzionanti alla medesima tensione di 220 kV.

Nelle vicinanze della junction pit verrà poi posizionato uno stallo di sezionamento da cui partirà il cavidotto verso la cabina di consegna.

La configurazione tipica della junction pit è quella rappresentata in Figura 3.13. Si può considerare un'inter-distanza tra i cavi complanari pari a 1 m e una distanza tra i due livelli di cavi di pari entità. Il livello superiore dovrà essere posato almeno a 1 m di profondità dal piano di calpestio in superficie.

Si precisa che in ingresso alla junction pit si attestano 6 conduttori corrispondenti alla doppia terna di cavi tripolari marini (2x3x800mmq) che saranno collegati a cavi in alluminio di tipo terrestre.

Ne consegue che in uscita dalla junction pit sarà presente una doppia terna di cavi la cui configurazione di posa è mostrata nella figura sottostante. Questi cavi verranno successivamente collegati allo stallo di sezionamento citato sopra.



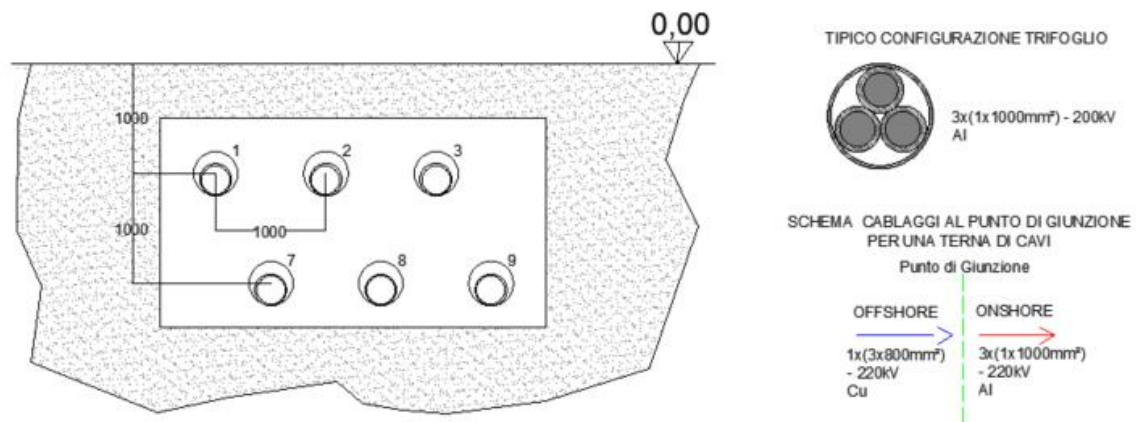


Figura 3.13: Configurazione cavi terrestri 220kV

Per lo stallo di sezionamento delle linee sarà prevista una cabina elettrica prefabbricata composta da elementi componibili prefabbricati in cemento armato vibrato (c.a.v.) che avrà dimensioni indicative in pianta di circa 20X10 m e altezza pari a circa 4 m.

I cavi saranno adeguatamente segnalati tramite l'utilizzo di nastro monitor interrato in prossimità delle installazioni.

### 3.2.3 Stazione di Sezionamento

In prossimità del punto di approdo e della giunzione tra cavi marini e corrispettivi cavi terrestri sarà posizionata una stazione elettrica adibita al sezionamento della linea mare/terra a 220 kV.

Questa soluzione risulta necessaria data l'elevata lunghezza della tratta in mare e di quella terrestre, altrimenti gli unici dispositivi di manovra sarebbero posizionati sulla stazione offshore oppure sulla stazione utente in prossimità della stazione 380 kV di Terna. In caso di manutenzione ordinaria e/o straordinaria, sarà quindi possibile sezionare la linea cavo in un punto intermedio tra le due infrastrutture sopra citate. Il locale sarà composto principalmente da una sala principale contenente gli equipaggiamenti isolati GIS al fine di ottimizzare la compattezza della struttura e ridurre l'ingombro e il conseguente impatto sul contesto locale.

La struttura avrà dimensioni in pianta pari a circa 20 m x 10 m e un'altezza di 4/5 m.

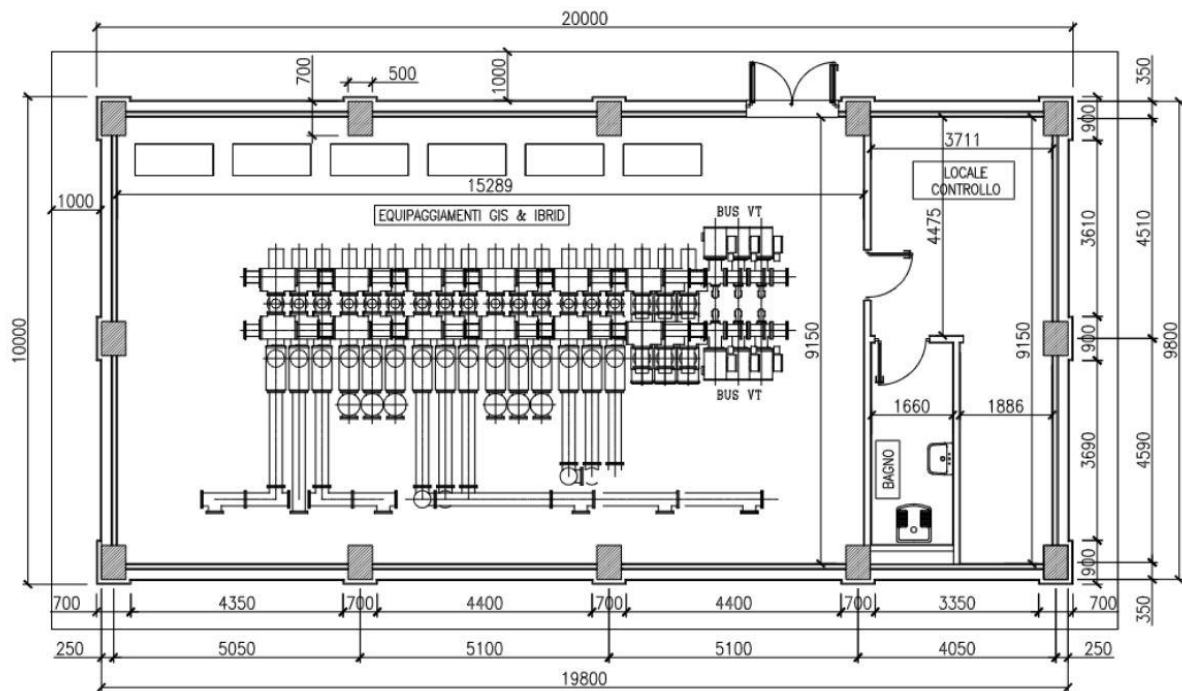


Figura 3.14: Vista in pianta tipico stazione di sezionamento

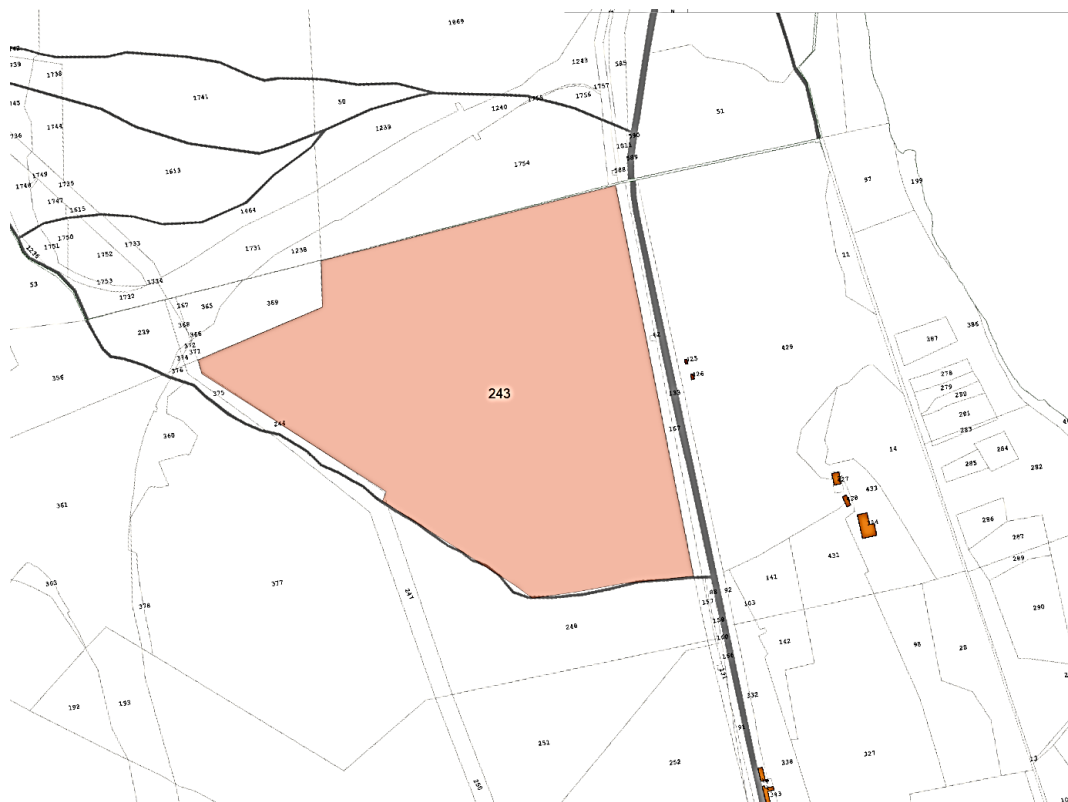


Figura 3.15: Vista della particella per la SE Lato Mare

### 3.2.4 Linea di connessione a 220 KV

A seguito di valutazioni preliminari è stata prevista l'installazione di una seconda stazione di trasformazione per adeguare il livello di tensione pari a 220 kV fino ai 380 kV per la connessione al nodo di Terna S.p.A.

La linea di collegamento tra l'approdo ed il nodo di connessione alla rete elettrica di Terna è lunga circa 45 km e prevede il passaggio per le principali arterie stradali pubbliche.

Il sistema è formato da una coppia di tralicci di conduttori in alluminio da 1000 mm<sup>2</sup> per ogni sezione in uscita dallo stallo di sezionamento.

Il layout di posa e il routing definitivo saranno da valutare in maniera approfondita a seguito del rilascio della soluzione di connessione elettrica da parte di Terna.



Figura 3.16: Percorso preliminare cavo a 220kV

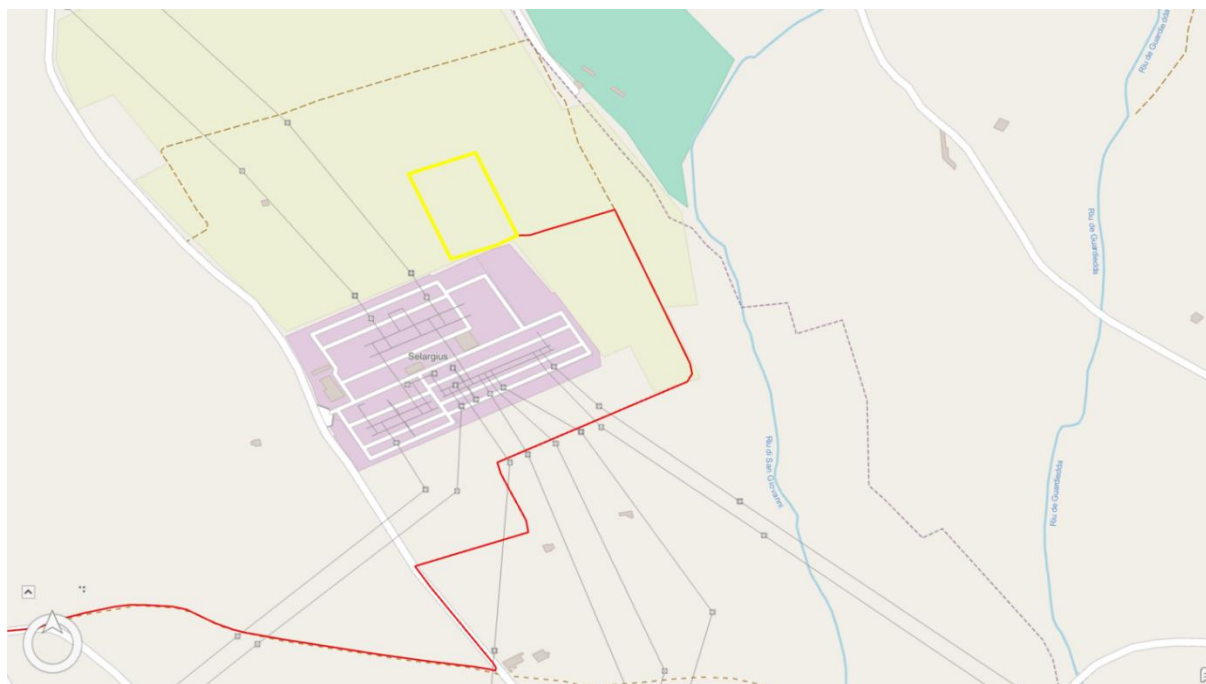
### 3.2.5 Sottostazione Elettrica Lato Connessione

La Stazione di Trasformazione Elettrica AT/AAT (anche indicata con la locuzione “SE Lato Connessione”), la cui posizione è stata indicata preliminarmente secondo la Tabella 3.3, è stata posizionata in prossimità del punto in cui si ipotizza ci sarà la connessione al nodo di Terna. In detta stazione avviene l'innalzamento del livello di tensione AT/AAT da 220kV a 380kV tramite autotrasformatori. L'area ospitante, bordata in giallo nella Figura 3.17, sarà di dimensioni tali da consentire un comodo alloggiamento dei macchinari, degli stalli a 220kV, degli edifici contenti: il sistema di protezione comando e controllo, quello di alimentazione dei servizi ausiliari e generali e tutto quanto altro necessario al corretto funzionamento dell'installazione.

Tabella 3.3: Dettaglio particelle SE Lato Connessione

Comune	Provincia	Foglio	Particella
Selargius	Cagliari	4	345
Selargius	Cagliari	4	346
Selargius	Cagliari	4	359
Selargius	Cagliari	4	372

Comune	Provincia	Foglio	Particella
Selargius	Cagliari	4	373
Selargius	Cagliari	4	374
Selargius	Cagliari	4	375



**Figura 3.17: Vista delle particelle per la SE Lato Connessione**

Dallo schema elettrico unifilare doc. P0025305-5-SAS-M18, analogamente per ogni sezione, ogni sezione è collegato alla SE Lato Connessione tramite il cavidotto a 220kV di interconnessione.

Il sistema di Nora Energia 2 prevede che le linee a 220 kV afferenti dalla Stazione di Sezionamento siano suddivise su un montante a 220 kV per ogni terna in arrivo dall'area di approdo e che sia previsto un autotrasformatore per ogni linea in ingresso.

Ognuno di questi montanti è connesso a un autotrasformatore avente caratteristiche adeguate:

**Tabella 3.4: Specifiche preliminari autotrasformatori SE Lato Connessione per sezioni A e B**

Autotrasformatore	Taglia (MVA)	Tipo di raffreddamento	V <sub>n1</sub> (kV)	V <sub>n2</sub> (kV)
ATR1 A	325	ONAN	380 ±10×1,25%	220
ATR1 B	325	ONAN	380 ±10×1,25%	220

Maggiori dettagli del sistema elettrico sono indicati nel doc P0025305-5-SAS-M18.

### 3.3 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Per l'inquadramento geologico della parte a terra e della parte a mare si fa riferimento alla Relazione Geologica Doc. No. P0025305-5-SAS-H10 a cui si rimanda per maggiori dettagli.

#### 3.3.1 Area Offshore

Dal punto di vista geodinamico la Sardegna rappresenta un frammento dell'Europa staccatosi durante la rotazione del blocco sardo-corso avvenuto nel Terziario in concomitanza con la formazione degli Appennini.

Il sito proposto si inquadra sul margine continentale della Sardegna meridionale, tra il Tirreno Meridionale settore Ovest (i.e. parte del cavidotto di collegamento verso terra) e il Canale di Sardegna (i.e. parte del cavidotto e area del parco eolico) (Figura 3.18:).

La formazione del margine sud-occidentale sardo, di tipo divergente, è iniziata a partire dall'Oligocene-Miocene inferiore in seguito alla formazione del bacino del Mediterraneo occidentale, generato dalla subduzione verso N-NW delle placche africane e Apula/Adria sotto alla placca europea.

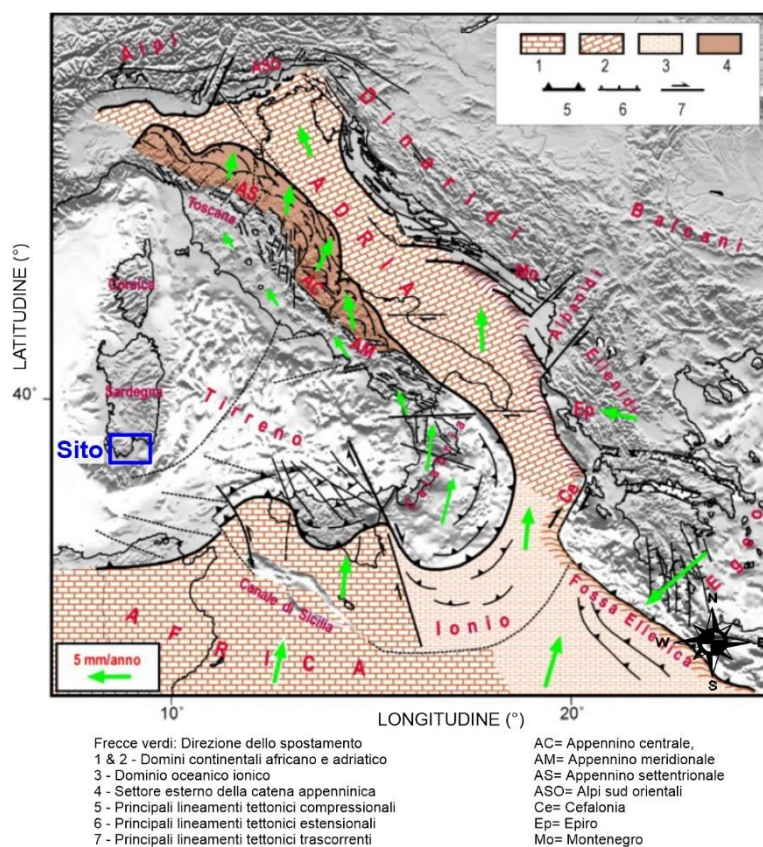


Figura 3.18: Assetto geodinamico del Mediterraneo Centrale (modificata)

L'area di studio si trova lungo il margine continentale meridionale sardo. Tale settore è caratterizzato da un sistema deposizionale sottomarino controllato dalla tettonica distensiva pliocenica suddiviso in diversi bacini marginali nei quali pervengono i contributi sedimentari dei vari segmenti di piattaforma continentale di due regimi deformativi. Il più antico corrispondente ad una fase compressiva di ispessimento crostale durante l'Oligocene-Miocene, contemporaneamente alla rotazione del blocco Sardo-Corso ed all'apertura del bacino Algero-Provenzale. La fase deformativa più recente (Pliocene) è associata alla fase di rifting tirrenico, durante la quale si è avuta una tettonica distensiva con la migrazione verso est dell'Arco Calabro e la formazione degli Appennini meridionali, che ha portato ad un leggero assottigliamento della crosta terrestre, avvenuta prima della crisi messiniana. Tra Pliocene e Quaternario, circa tra 4 e 2 milioni di anni fa, avvenne lo sprofondamento del semi-graben del Campidano.

I caratteri morfostrutturali che controllano il bacino di Campidano meridionale condizionano l'assetto della piattaforma continentale antistante Cagliari. Infatti, il settore meridionale del Rift sardo, con la struttura del Graben del Campidano, prosegue in mare nel Golfo di Cagliari, sia sulla piattaforma continentale che nelle zone a maggiore pendenza. In questa area, la morfologia mostra lineamenti tettonici importanti che seguono la tettonica regionale. In particolare, il ciglio della piattaforma è orientato parallelamente ad un importante lineamento tettonico disposto a N130°, che porta all'esposizione di un versante di faglia ben definito (> 40°).

### 3.3.2 Area Onshore

Dal punto di vista geologico, l'area di approdo interessa i depositi quaternari, come il percorso del tracciato dei cavidotti a terra fino alla stazione Terna di Assemini. La prosecuzione del percorso del tracciato a terra fino alla stazione Terna di Selargius ricade invece sia nei depositi quaternari che nelle coperture post-erciniche del Miocene (Figura 3.19).

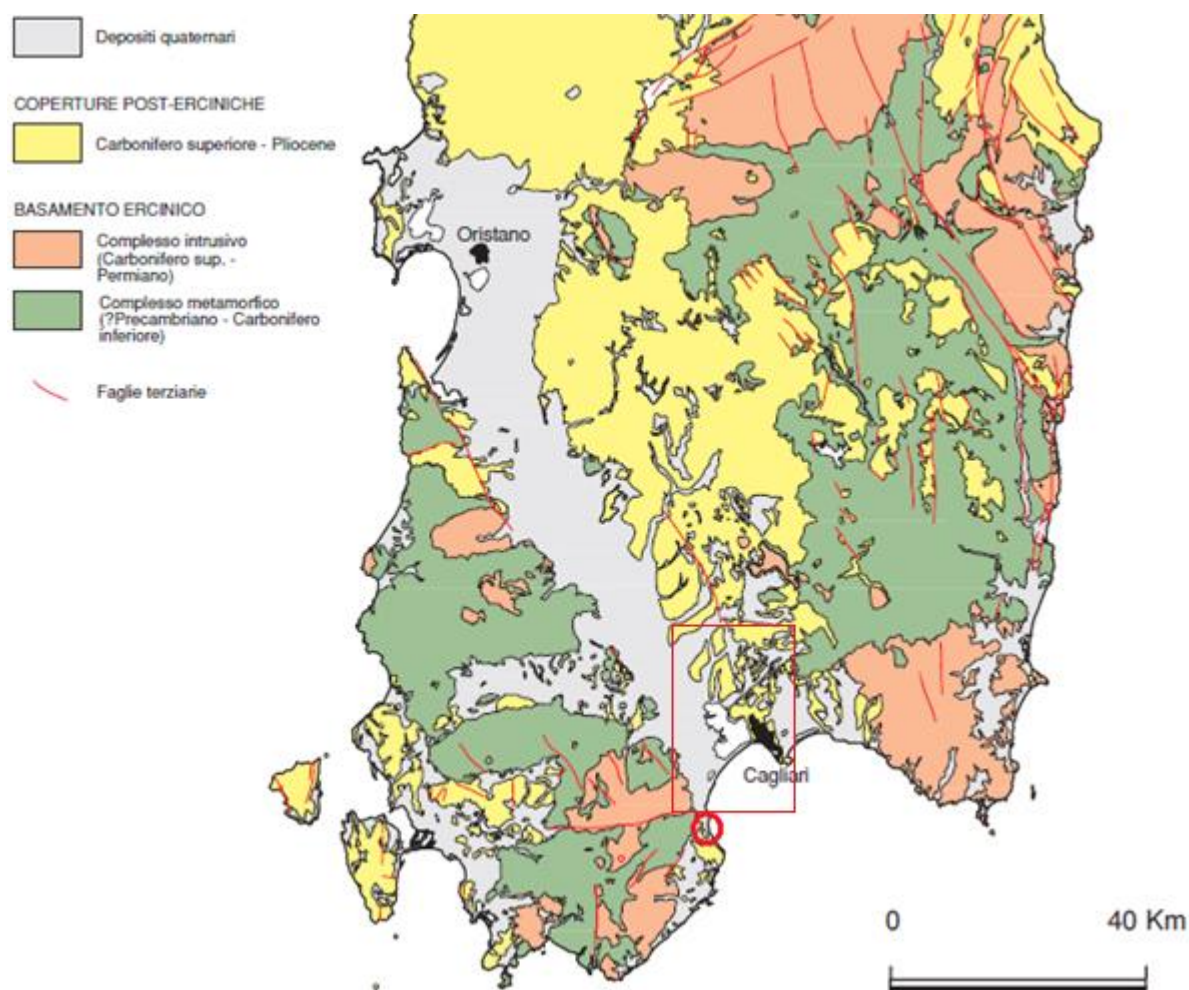


Figura 3.19: Principali complessi geologici della Sardegna meridionale (zona approdo ● e area tracciato a terra □)

In riferimento alla carta geologica (Foglio n. 566 "Pula") alla Scala 1: 50'000 della Carta Geologica d'Italia (Figura 3.20), l'area individuata per l'approdo è caratterizzata da affioramenti di depositi pleistocenici del "Sistema di Portoscuso" (**PVM2a**), appartenente al 'Sistema di Portovesme', costituiti da ghiaie alluvionali terrazzate da medie a grossolane, a stratificazione da planare a incrociata concava, con subordinate sabbie e ghiaia a stratificazione incrociata concave, detriti di versante e breccie a clasti mediamente grossolani a spigoli angolosi.

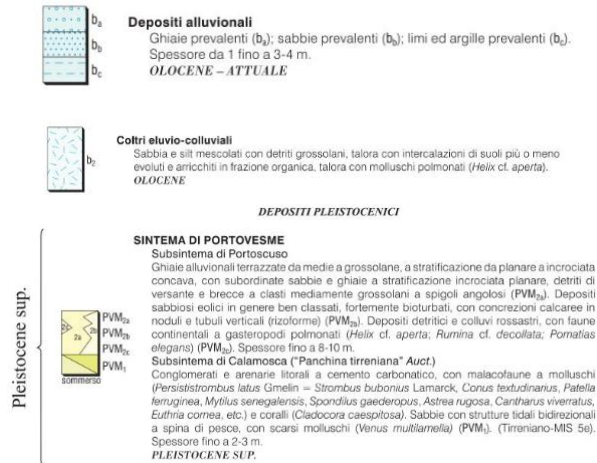


Figura 3.20: Carta Geologica dell'area di approdo (da Carta Geologica d'Italia, scala 1:50'000) (Sito: **○**)

In riferimento alla carta geologica (Foglio n. 234 "Cagliari") alla Scala 1: 100'000 della Carta Geologica d'Italia (Figura 3.21), il percorso del tracciato a terra fino alla stazione Terna di Assemini ricade nei depositi quaternari continentali costituiti principalmente da ghiaie alluvionali terrazzate da medie a grossolane con subordinate sabbie. La prosecuzione del percorso del tracciato a terra fino alla stazione Terna di Selargius ricade invece sia nei depositi quaternari continentali che nelle marne sabbiose conglomeratiche e le facies calcaree organogene del Miocene.

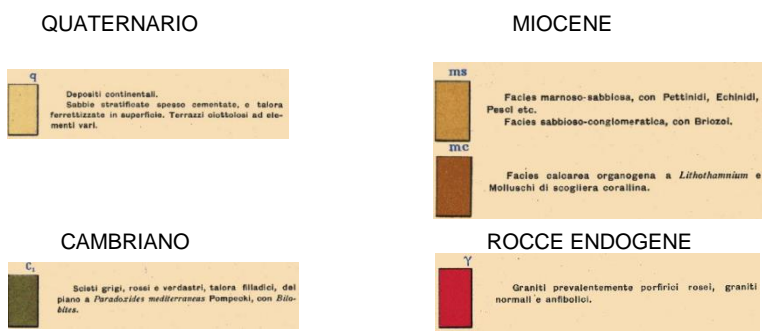
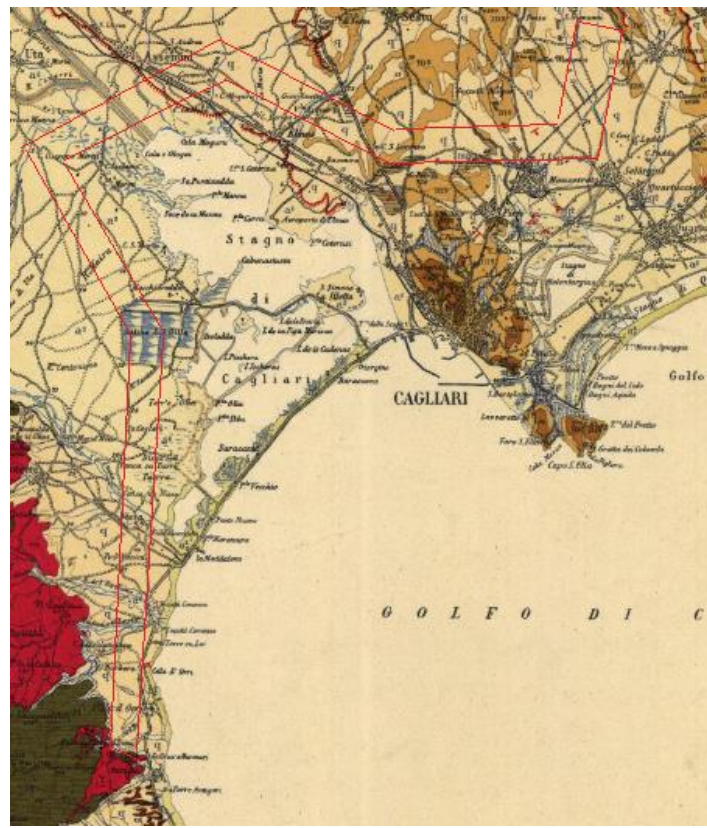


Figura 3.21: Carta Geologica dell'area del tracciato a terra (da Carta Geologica d'Italia, scala 1:100'000) (tracciato a terra □ )

Più in dettaglio, per quel che riguarda il tracciato a terra fino ad Elmas, attraverso il terminale Terna di Assemini (Rumianca), il progetto interesserà solo inizialmente i depositi quaternari continentali (PVM<sub>2a</sub>) costituiti da ghiaie alluvionali terrazzate da medie a grossolane, a stratificazione da planare a incrociata concava, con subordinate sabbie e ghiaia a stratificazione incrociata concave, detriti di versante e breccie a clasti mediamente grossolani a spigoli angolosi, per poi proseguire con i depositi alluvionali terrazzati (Bna): ghiaie 'grossolane prevalenti, con lenti e livelli di sabbie e ghiaie a stratificazione incrociata

Successivamente, dal centro di Elmas fino alla stazione Terna di Selargius il cavidotto interesserà più formazioni in particolare (Figura 3.22):

Depositi alluvionali terrazzati (Bna) dell'Olocene : ghiaie 'grossolane prevalenti, con lenti e livelli di sabbie e ghiaie a stratificazione incrociata;

Marne di Gesturi (GST) del Miocene: marne arenacee silicee giallastre, con intercalazioni di arenarie e calcari;



Arenarie di Pirro (ADP) del Miocene: arenarie, arenarie marnose e/o siltose e siltiti grigio verdastre, calcareniti giallastre.

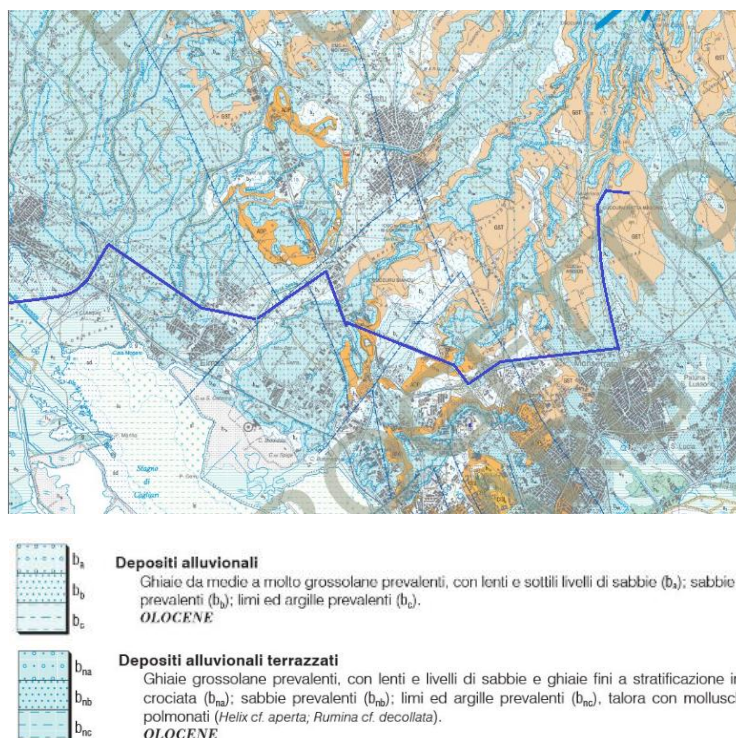


Figura 3.22: Carta Geologica della seconda parte tracciato a terra verso stazione Terna di Selargius

### 3.4 CARATTERIZZAZIONE BATIMETRICA

Per la caratterizzazione batimetrica si fa riferimento alla Relazione Geologica Doc. No. P0025305-5-SAS-H10 a cui si rimanda per maggiori dettagli.

Il sito interessato dal progetto per il parco eolico offshore si colloca nel Mar Tirreno meridionale settore Ovest e il canale di Sardegna (Figura 2.1). Nel dettaglio, esso è costituito da una zona destinata al parco eolico, avente un'area di circa 107 km<sup>2</sup>, e da un corridoio destinato al cavidotto di circa 61 km di raccordo con la terraferma.

Il settore destinato al campo eolico si trova a un minimo di 53 km a largo della costa meridionale sarda e presenta profondità che vanno da circa 170 m a 530 m (Figura 3.23). Le pendenze medie sulla piattaforma sono <1°, mentre aumentano in corrispondenza del ciglio della piattaforma (11°) e lungo la scarpata con valori >10° cui corrispondono la testata e i fianchi del canyon di Sarroch (Figura 3.24).

Lungo il cavidotto di collegamento tra terra e l'area destinata al parco eolico (rispettivamente A e B in Figura 3.25, le pendenze sono generalmente molto basse (1°) fino al ciglio della piattaforma continentale, situato a circa -110 m. In corrispondenza del ciglio della piattaforma e dell'attraversamento del canyon i valori aumentano fino a raggiungere 13°. I valori si mantengono mediamente bassi lungo il settore centrale della piattaforma continentale (Figura 3.25), fino al raccordo con il settore distale (8°). Nel breve tratto della piana batiale i valori di pendenza sono bassi per tornare a salire lungo la scarpata nord-occidentale del Monte Ichnusa (8.5°). Il Monte Ichnusa presenta un rilievo articolato con pendenze variabili da pochi gradi a >10°.

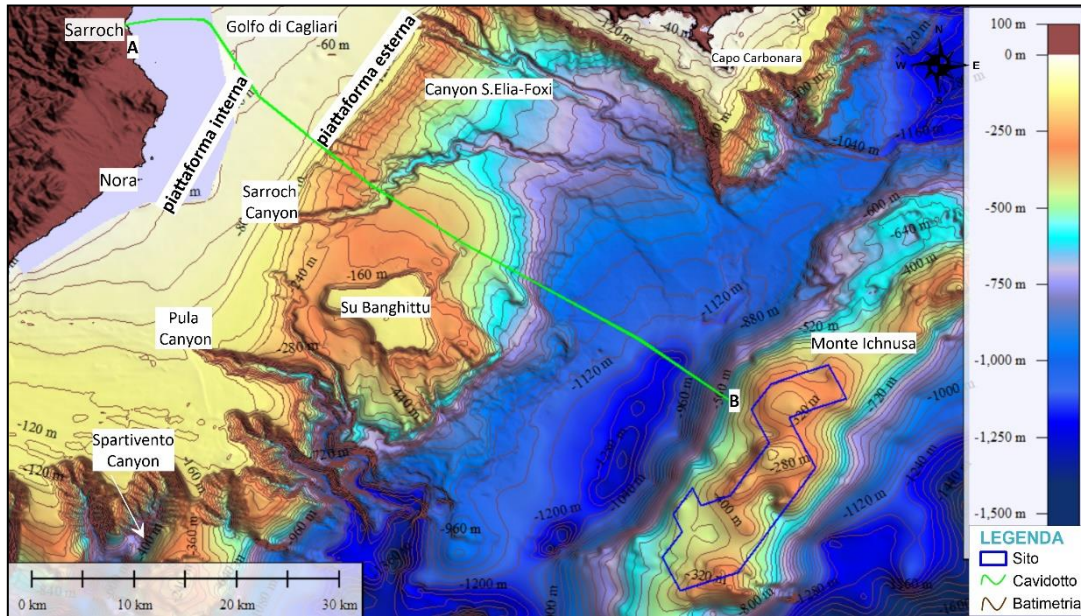


Figura 3.23: DTM e batimetria dell'area marina di interesse (dati: EMODNet)

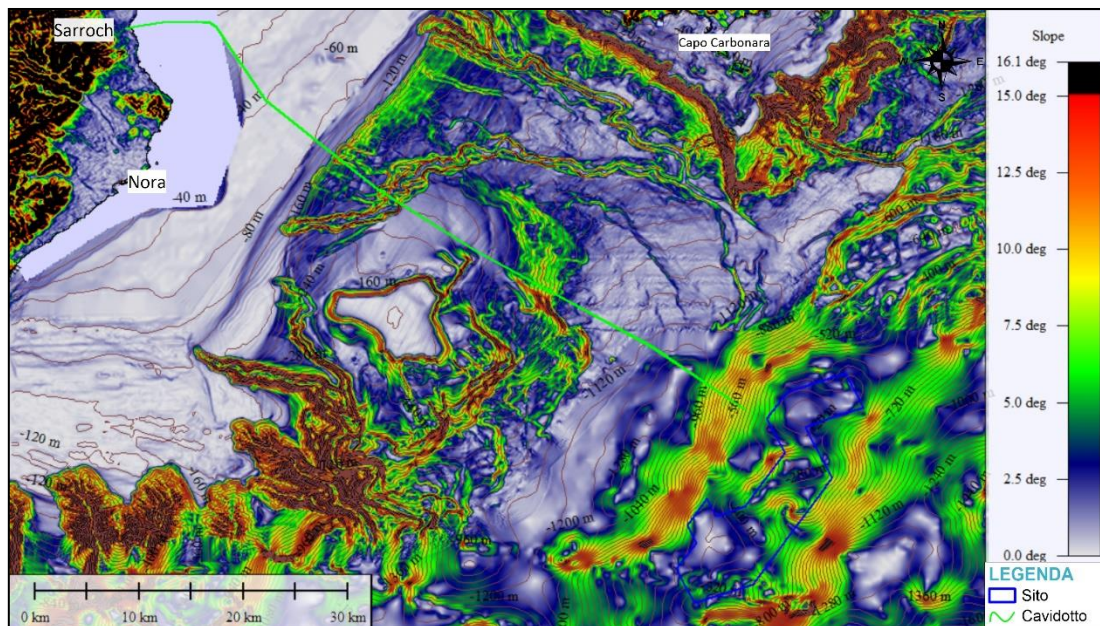


Figura 3.24: Carta delle pendenze dell'area marina di interesse (dati: EMODNet)

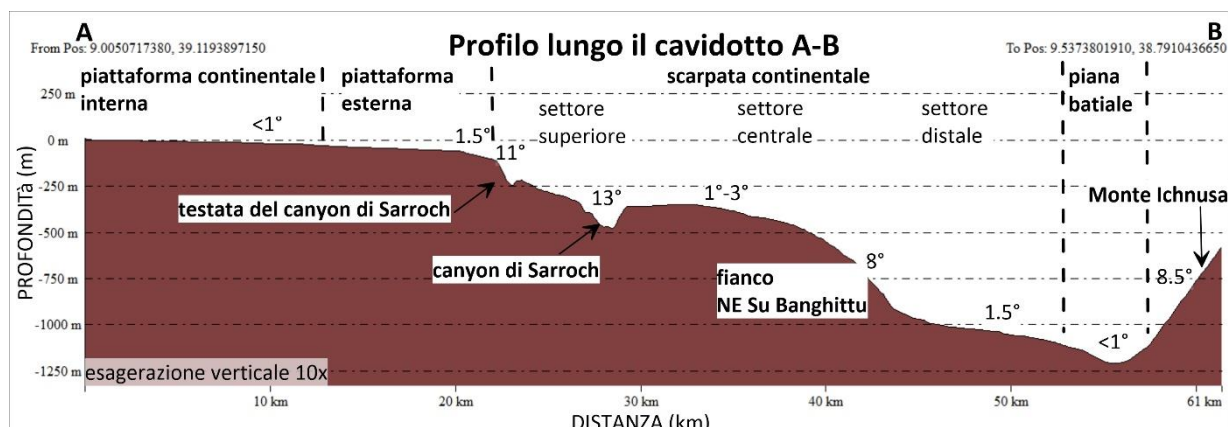


Figura 3.25: Profilo lungo il cavidotto A-B

### 3.5 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

Per la caratterizzazione geomorfologica per la parte a terra e la parte a mare, si fa riferimento alla Relazione Geologica Doc. No. P0025305-5-SAS-H10 a cui si rimanda per maggiori dettagli.

#### 3.5.1 Area Offshore

Dal punto di vista geomorfologico, il sito interessato dal progetto per il parco eolico offshore si trova nel margine continentale della Sardegna meridionale.

L'assetto morfostrutturale del margine meridionale è articolato da valli e seamounts (horst) isolati (Figura 3.26).

Il bacino di Cagliari costituisce la parte più interna del sistema sedimentario dell'intero margine, delimitato e controllato dai blocchi tettonici del margine continentale della Sardegna meridionale con direzione del rigetto circa NS e NNO – SSE.

Il limite del bacino è dato dal Canale di Sardegna che nella parte settentrionale mostra una morfologia acclive e articolata a causa del basculamento di blocchi sommersi, che delimitano dei bacini marginali. Il più importante di questi blocchi è il Seamount Ichnusa (Figura 3.26), che risale fino ad una quota di -140 m ed è costituito da metamorfiti paleozoiche e litologie granitiche, con coperture vulcaniche e sedimentarie post-paleozoiche. Un altro importante blocco sottomarino presente nell'area è Su Banghittu (Figura 3.26). Tali horst chiudono a sud il Rift oligo-miocenico della Sardegna meridionale, riattivato durante il Plio-Quaternario da movimenti estensionali correlati con l'apertura del Tirreno meridionale.

Sotto il profilo evolutivo si distinguono due stili differenti: sulla cima del monte sottomarino di Su Banghittu si è conservata una piattaforma residuale (Figura 3.27), annegata da sedimentazione essenzialmente carbonatico - bioclastica a seguito del suo isolamento dal sistema terrigeno, mentre i pendii dei rilievi strutturali del Monte Ichnusa, Su Banghittu e Horst del Sarrabus (Figura 3.27) sono ricoperti da un drappo emipelagico e da torbiditi distali fini. L'area di depocentro del bacino profondo è interessata da una sedimentazione in prevalenza torbida alternata a depositi emipelagici, che ha portato all'aggradazione di uno spesso complesso di channel-levee.

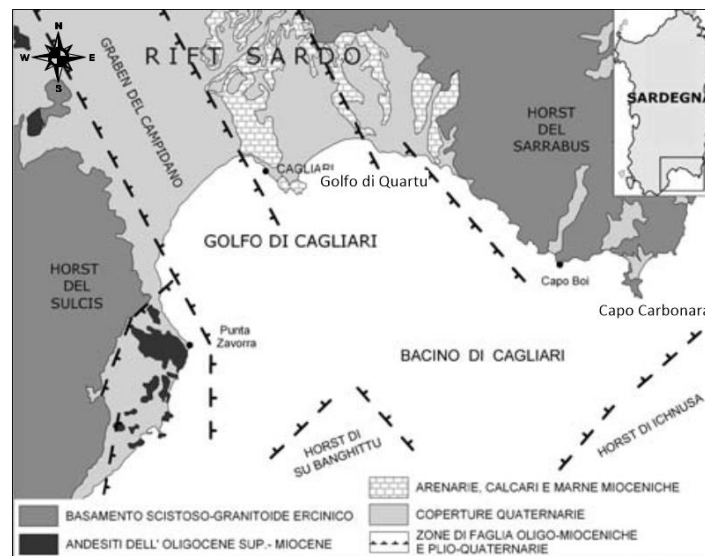


Figura 3.26: Schema Morfostrutturale del Golfo di Cagliari

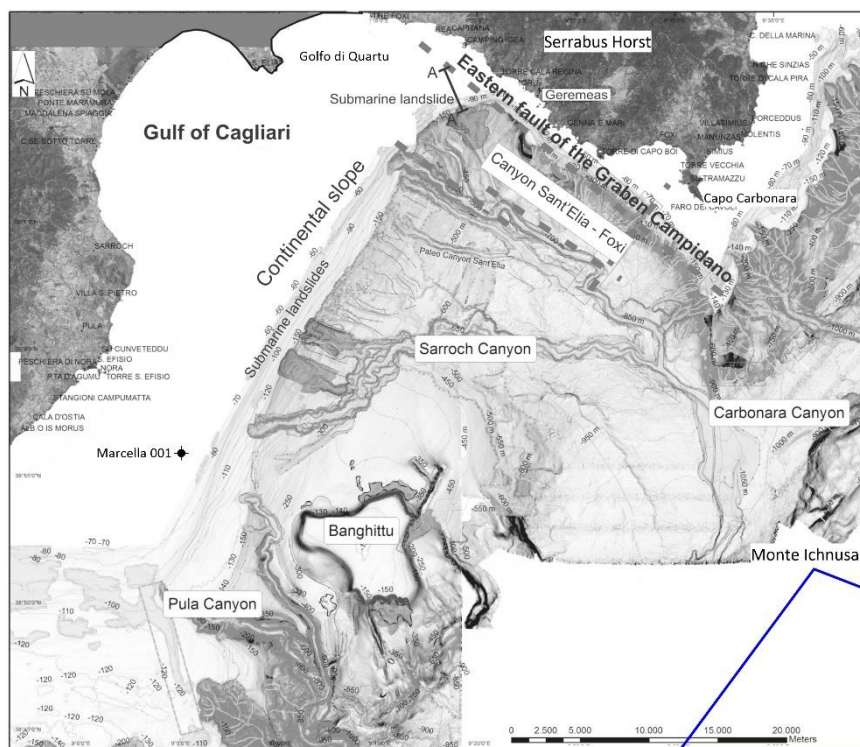


Figura 3.27: Carta Geomorfologica della Piattaforma e della Scarpata Continentale Antistante il Golfo di Cagliari

La scarpata continentale della Sardegna meridionale è incisa da un reticolo di canyon sottomarine e numerosi canyon e canali tributari; il ciglio si trova alla profondità media di circa -125 m per risalire a quote inferiori in corrispondenza dell'arretramento per erosione regressiva delle testate dei canyons (Figura 3.27).

In scarpata superiore sono riconoscibili tracce di movimenti gravitativi e flussi torbidity non canalizzati che interessano le coperture a sedimenti plio-quaternari e che danno luogo ad accumuli di base di pendio.

Nella zona distale delle valli sottomarine si estendono corpi sedimentari a conoide batiale, al raccordo con la piana batiale sardo-algerina.

In corrispondenza del ciglio della piattaforma, posto a circa 120 m di profondità, il cavidotto attraversa una zona caratterizzata da nicchie di distacco e frane significative, adiacenti a una zona ad erosione diffusa. Queste frane potrebbero essere legate a uno sviluppo della zona di testata del canyon di Sarroch. Questa zona nel tempo è soggetta all'arretramento del ciglio della piattaforma ad opera di processi gravitativi di tipo retrogressivo.

Il tragitto del cavidotto prosegue attraversando il thalweg del canyon di Sarroch nella sua porzione sommitale. Il canyon presenta orientazione ENE-WSW, i fianchi sono alti circa 130 m e presentano pendenze  $>10^\circ$ .

L'alto morfologico di "Su Banghittu", che viene attraversato sul fianco NE, costituisce un lembo residuale di piattaforma continentale. Il ciglio del rilievo, posto a circa 4.5 km a SW rispetto al tracciato, risulta interessato, da movimenti gravitativi di massa; il materiale del deposito derivante è costituito principalmente da blocchi di notevoli dimensioni (fino a 250 m). La morfologia del rilievo risulta condizionata da lineamenti tettonici ben evidenti nel suo settore nord – orientale, dove è presente una famiglia di faglie orientate N  $136^\circ$  ed una quasi ortogonale ad esse orientata N  $27^\circ$ , che dislocano e basculano porzioni di piattaforma residuale con rigetti verticali intorno ai 160 metri.

Non si hanno informazioni di dettaglio sulla restante parte del tracciato del cavidotto e in corrispondenza dell'area proposta per il sito sul Monte Ichnusa, che presenta un profilo articolato.

Lungo il tracciato del cavidotto sulla piattaforma sono stati rinvenuti corpi sedimentari in facies di beach rock, a circa 60m di profondità. Alla risoluzione dei dati disponibili non si evidenzia la presenza di altri affioramenti di substrato litoide, che però non può essere esclusa.

### 3.5.2 Area Onshore

La zona prevista per l'approdo è localizzata in un tratto costiero circa pianeggiante per circa 300 m dal mare (tra 0 - 12 m di quota s.l.m.) circa 5 km a nord di Sarroch.

Per quanto riguarda l'uso del suolo, l'area di approdo non è edificata ed è caratterizzata da zone con vegetazione arbustiva e/o erbacea, coltivazioni e zone con vegetazione rada.

Il tracciato del cavidotto segue la viabilità ordinaria nella piana ad ovest di Cagliari poco urbanizzata e industriale circostante lo Stagno di Cagliari.

Principalmente l'intero tracciato attraversa depositi terrazzati sedimentari quaternari.

## 3.6 INQUADRAMENTO SISMICO

Per la caratterizzazione sismica dell'area in esame si fa riferimento alla Relazione Geologica Doc. No. P0025305-5-SAS-H10 a cui si rimanda per maggiori dettagli.

### 3.6.1 Area Offshore

La Sardegna è una delle regioni italiane a minore sismicità. La scarsa sismicità della regione ha una spiegazione geologica, in quanto l'intero Blocco sardo-corso è tra le aree più tranquille del bacino mediterraneo ed è considerato stabile negli ultimi 7 milioni di anni. Nel tempo sono stati pochi i terremoti hanno interessato l'isola ed anch'essi sono stati generalmente di bassa intensità. I rari eventi si verificano in Sardegna sono legati all'attività delle faglie che bordano il Blocco sardo-corso sui vari lati, soprattutto su quello orientale e su quello meridionale.

A causa delle caratteristiche del basamento sardo, le onde sismiche sono trasmesse senza subire una forte attenuazione, pertanto terremoti anche di magnitudo non molto elevata possono essere avvertiti su un'area molto vasta.

In conformità all'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 3274 del 2003, con la quale si stabiliscono i nuovi criteri per la classificazione sismica del territorio italiano, l'area della Sardegna (sia nel settore offshore che onshore) è classificata come Zona 4 ( $ag \leq 0.05$ ), in quanto la probabilità che capiti un terremoto è molto bassa (Figura 3.28).

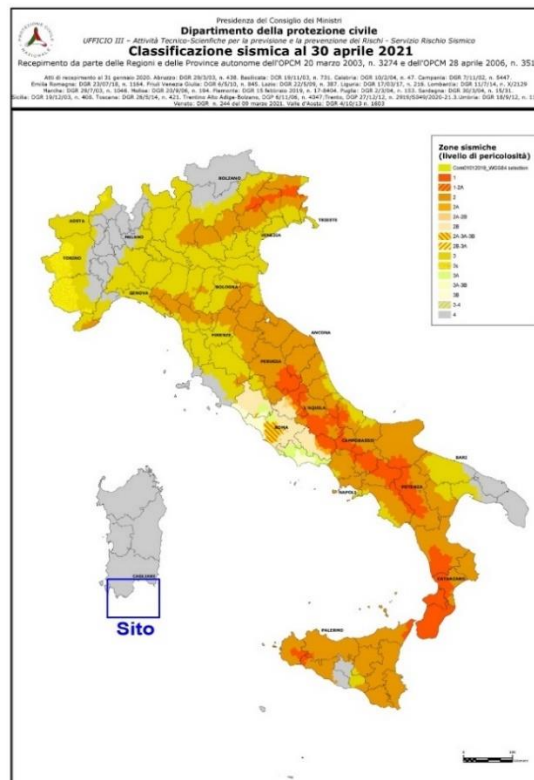


Figura 3.28: Mappa classificazione sismica sul territorio italiano

### 3.6.2 Area Onshore

La mappa della sismicità dei terremoti registrati strumentalmente dal 1985 estratta dal Catalogo INGV ‘CPTI15’ (Figura 3.29) non evidenzia una sismicità significativa nell’immediato intorno del sito. Il terremoto più prossimo all’area di progetto è il terremoto del 17 Agosto 1771 di Magnitudo calcolata MW pari a 4.43 nel Campidano occidentale a circa 12 chilometri nord-ovest dell’area di approdo.



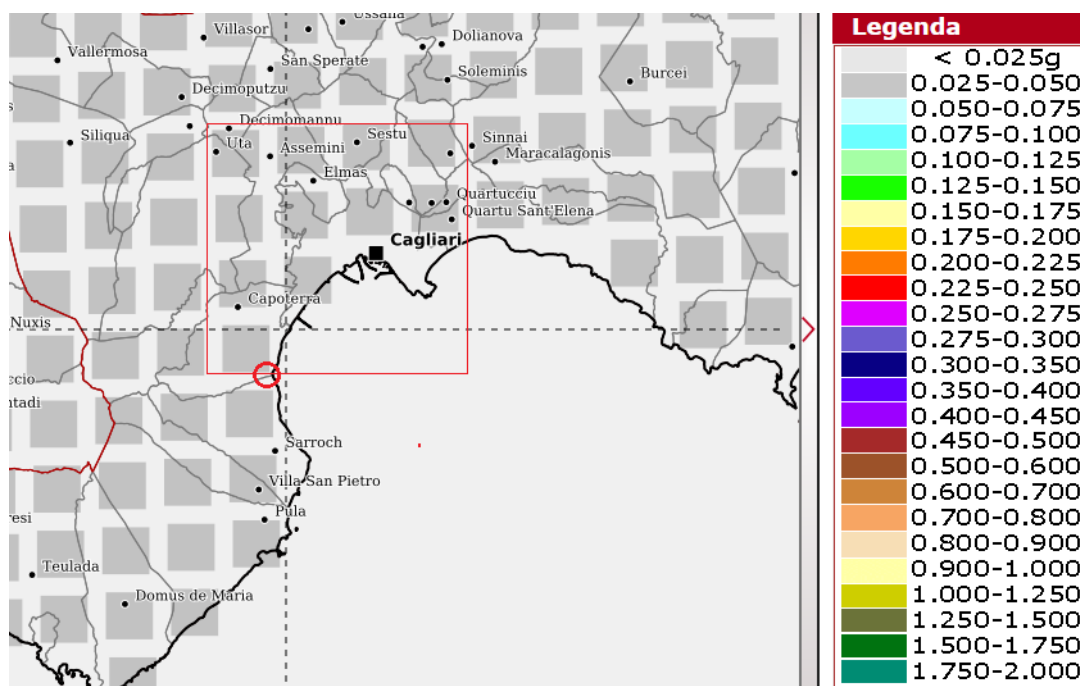
Figura 3.29: Magnitudo dei Terremoti nell’intorno dell’area di progetto estratti dal database CPTI15 (INGV) (zona approdo ● e area tracciato a terra □ )

La figura seguente (Figura 3.30) riporta la sismicità in un cerchio di 40 km di raggio dall'area di approdo estratto dal catalogo parametrico dei terremoti italiani (CPTI15) in termini di intensità massima risentita (<https://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15/>). Il CPTI15 fornisce dati parametrici omogenei, sia macrosismici, sia strumentali, relativi ai terremoti con intensità massima risentita ( $I_{max} \geq 5$  o magnitudo momento ( $M_w \geq 4.0$  d'interesse per l'Italia nella finestra temporale 1000-2014. L'area non riporta intensità risentite o osservazioni macrosismiche nel passato.



**Figura 3.30: Intensità massime dei Terremoti Risentiti a nell'area vasta di progetto, estratte dal CPTI15 (zona approdo ● e area tracciato a terra □ )**

Riguardo la pericolosità sismica, l'area di progetto, sulla base dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3519/2006, è caratterizzata da pericolosità sismica molto bassa dove i terremoti possono verificarsi con valori di accelerazione ( $a_g$ )  $< 0.025g$  espressi con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferiti al substrato rigido caratterizzato da  $V_s > 800m/s$  (Figura 3.31). Tali valori di  $a_g$  permettono di classificare i comuni intorno a Cagliari in Zona Sismica 4 ( $a_g \leq 0,05 g$ ): zona con pericolosità sismica molto bassa dove le possibilità di danni sismici sono basse.



**Figura 3.31: Carta delle Accelerazioni Massime del Suolo (INGV) (zona approdo ● e are□tracciato a terra )**

## 3.7 INQUADRAMENTO IDROLOGICO E IDROGEOLOGICO

### 3.7.1 Area Offshore

Per l'inquadramento idrologico e idrogeologico delle opere offshore si fa riferimento alla Relazione Meteorologia Doc. No. P0025305-5-SAS-H13 a cui si rimanda per maggiori dettagli.

Il clima generale del sito è definito di steppa locale, caratterizzato da scarsa piovosità. Figura 3.32 è riportato il tipico andamento mensile della temperatura a confronto con l'andamento della piovosità. Il mese più piovoso risulta essere novembre con una media di circa 67 mm, mentre il più secco è luglio, durante il quale la media si abbassa a circa 2 mm. La temperatura media, come si vede anche in Figura 3.33, raggiunge il picco durante il mese di agosto con 26.4°C, tocca invece i valori minimi in febbraio (10.1°C). Nell'arco dell'anno, il picco massimo è di 31.6°C, mentre il minimo è pari a 6.9.

Per quanto riguarda invece l'esposizione del paraggio, come si vede dalla Figura 3.34, l'area è soggetta prevalentemente a Scirocco, a meno di effetti locali.

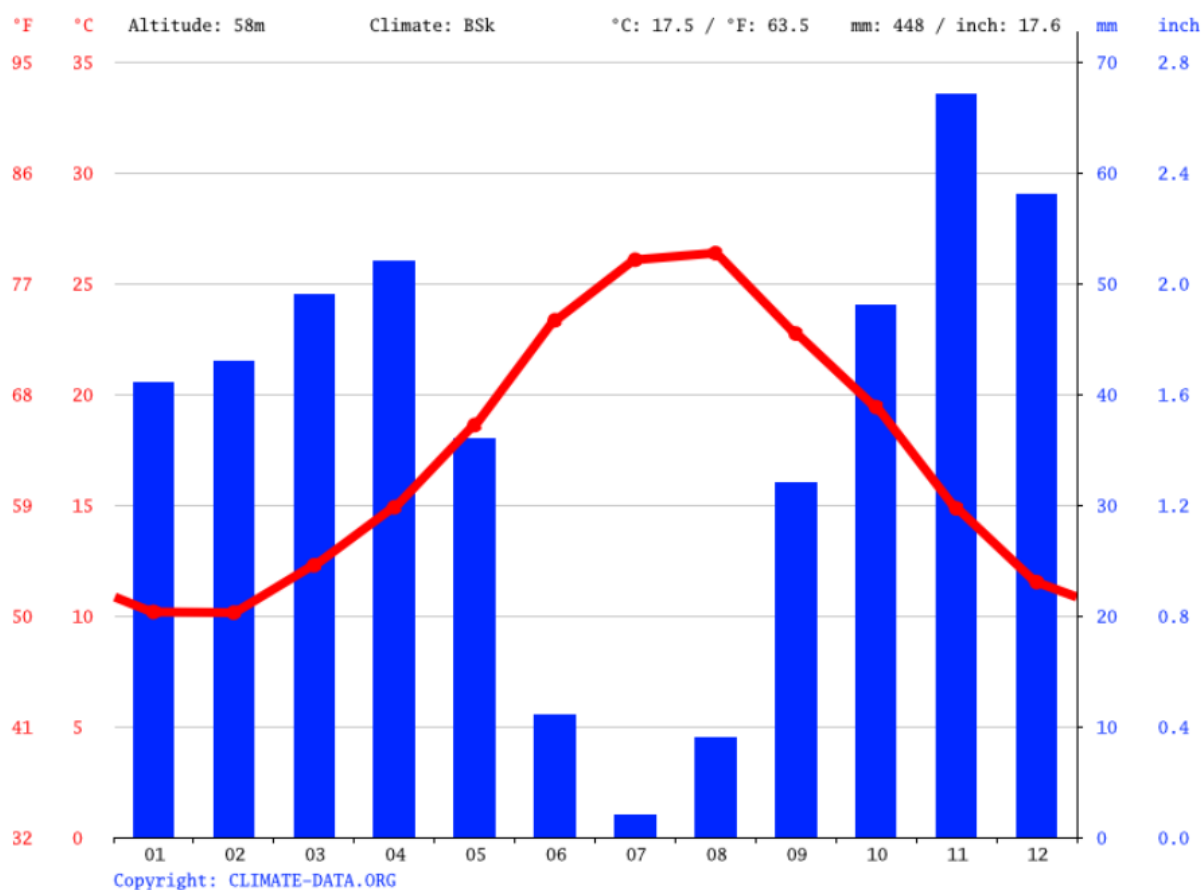
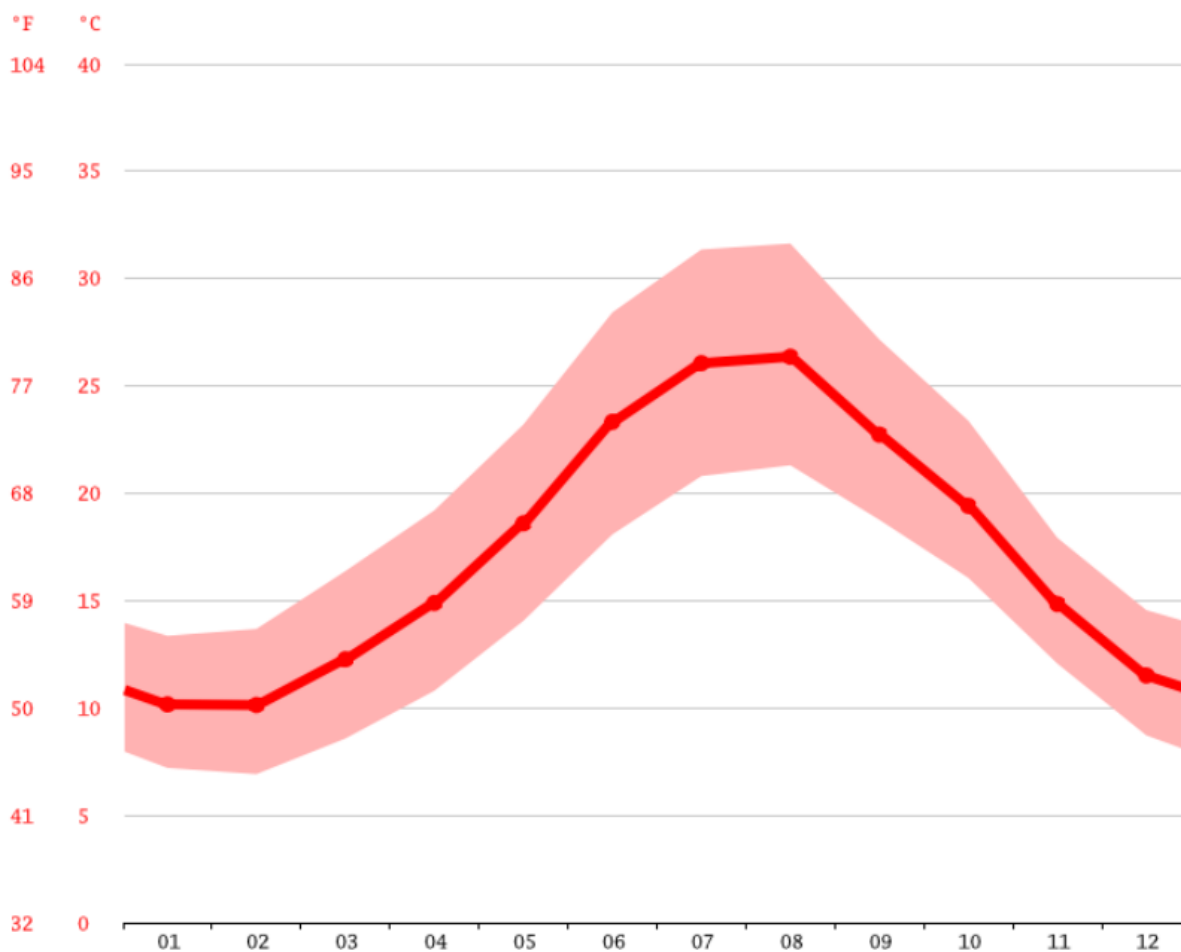


Figura 3.32: Andamento Annuale e Mensile delle Precipitazioni



Relazione Generale



	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre
Medie Temperatura (°C)	10.2	10.1	12.3	14.9	18.6	23.3	26.1	26.4	22.7	19.4	14.8	11.5
Temperatura minima (°C)	7.2	6.9	8.6	10.8	14.1	18.1	20.8	21.3	18.8	16.1	12.1	8.7
Temperatura massima (°C)	13.4	13.7	16.4	19.2	23.2	28.4	31.4	31.6	27.2	23.4	17.9	14.6
Precipitazioni (mm)	41	43	49	52	36	11	2	9	32	48	67	58
Umidità(%)	80%	76%	74%	72%	67%	59%	57%	59%	67%	75%	78%	79%
Giorni di pioggia (g.)	5	6	5	6	4	2	0	1	4	5	7	7
Ore di sole (ore)	5.6	6.4	7.9	9.6	11.2	12.8	12.8	11.9	9.8	7.8	6.3	5.6

Figura 3.33: Andamento Mensile della Temperatura

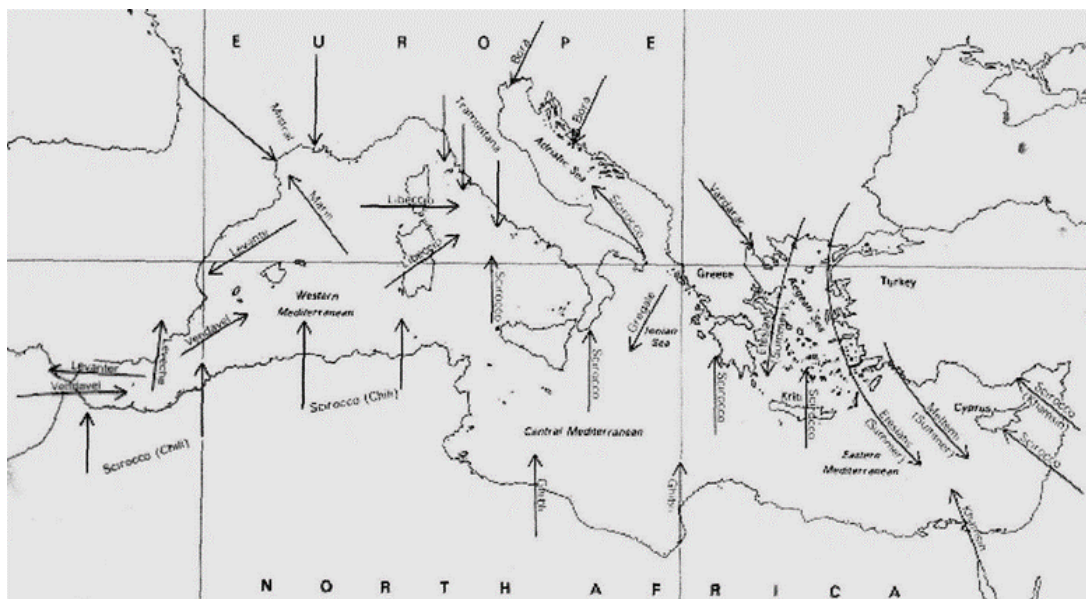


Figura 3.34: Venti Caratteristici del Mediterraneo

Il Mar Mediterraneo ha l'importante funzione di trasformare le acque atlantiche entranti dallo Stretto di Gibilterra, lungo il loro percorso nel bacino, attraverso un aumento progressivo della loro densità. Le acque atlantiche entranti sono fondamentali per la circolazione del bacino; infatti, dal momento che l'ammontare di acqua che evapora è superiore alla quantità di acqua che il Mediterraneo riceve sotto forma di precipitazione e ruscellamento, se non fosse per le acque entranti il livello del mare si abbasserebbe in maniera significativa. Nonostante il loro contributo il Mediterraneo è definito come bacino di concentrazione. La circolazione è almeno parzialmente indotta dai gradienti di densità e di livello del mare tra il bacino e l'oceano Atlantico, e dalla trasformazione delle masse d'acqua che comporta una forte componente termalina.

Dal punto di vista della circolazione delle correnti il Mar Mediterraneo può essere diviso in due sottobacini: Mediterraneo Occidentale e Mediterraneo Orientale, rispettivamente ad ovest e ad est dello Stretto di Sicilia. Quest'ultimo è caratterizzato da una profondità massima di 500 m, pertanto rappresenta una barriera per le acque profonde che quindi nascono e si muovono sempre nello stesso sottobacino.

Possono essere individuate, sulla base della temperatura, della salinità e della densità, tre distinte masse d'acqua nel Mediterraneo:

le Acque Modificate dell'Atlantico (MAW) Figura 3.35;

le Acque Levantine Intermedie (LIW) Figura 3.36;

le Acque Mediterranee Profonde (MDW) Figura 3.37.

La circolazione superficiale è dovuta alle acque atlantiche (MAW) entranti da Gibilterra la cui densità diminuisce a causa del mescolamento con le acque del bacino. A partire dal Mare di Alboran il flusso si divide in due rami, uno passa nel Canale di Sardegna, mentre l'altro si muove lungo le coste del Nord Africa. Del secondo ramo, una gran parte si concentra nel Mar Ionio, la restante parte prosegue al sottobacino di Levante.

Le Acque Intermedie Levantine (LIW) si generano nascono nella parte orientale del bacino Levantino, principalmente nei pressi delle isole di Rodi e Creta, durante i processi convettivi della stagione invernale. Queste acque si muovono verso ovest costeggiando la Sicilia meridionale, circolando nel Mar Tirreno a profondità nel range di 200-600 m, per poi oltrepassare lo Stretto di Gibilterra.

Le acque profonde (MDW) circolano sempre all'interno del loro bacino di appartenenza poiché si muovono al di sotto del minimo livello dello Stretto di Gibilterra e dello Stretto di Sicilia. Le sorgenti delle acque profonde sono il Mar Adriatico ed il Mar Egeo per il sottobacino orientale, mentre il Golfo dei Leoni per quello occidentale. Le acque profonde occidentali circolano a profondità di circa 1900-2000 m, mentre quelle orientali si muovono a circa 4000-5000 m.

Relazione Generale

Tutte le correnti finora citate circolano a diverse profondità e sono soggette a scambi di massa verticali con le masse d'acqua ubicate negli strati inferiori e superiori.

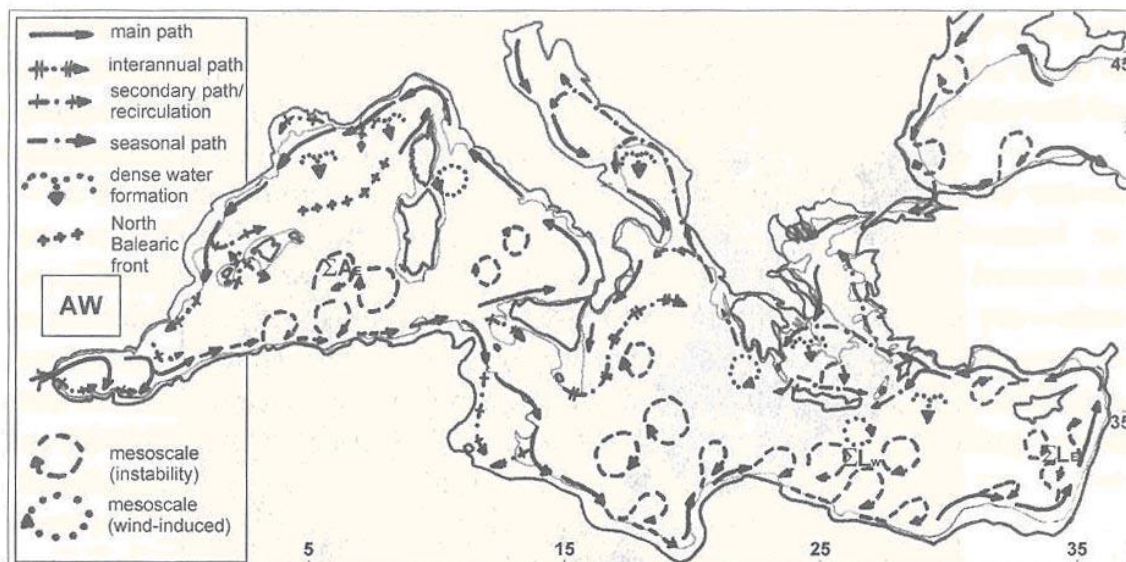


Figura 3.35: Schema di Circolazione delle Acque Modificate dell'Atlantico (MAW)

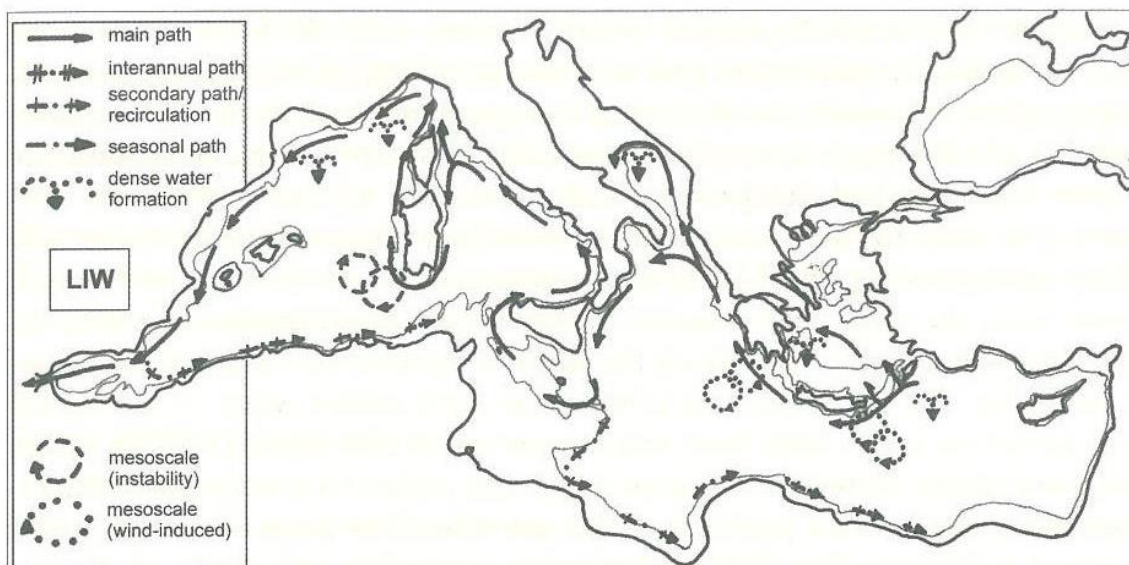


Figura 3.36: Schema di Circolazione delle Acque Levantine Intermedie (LIW)

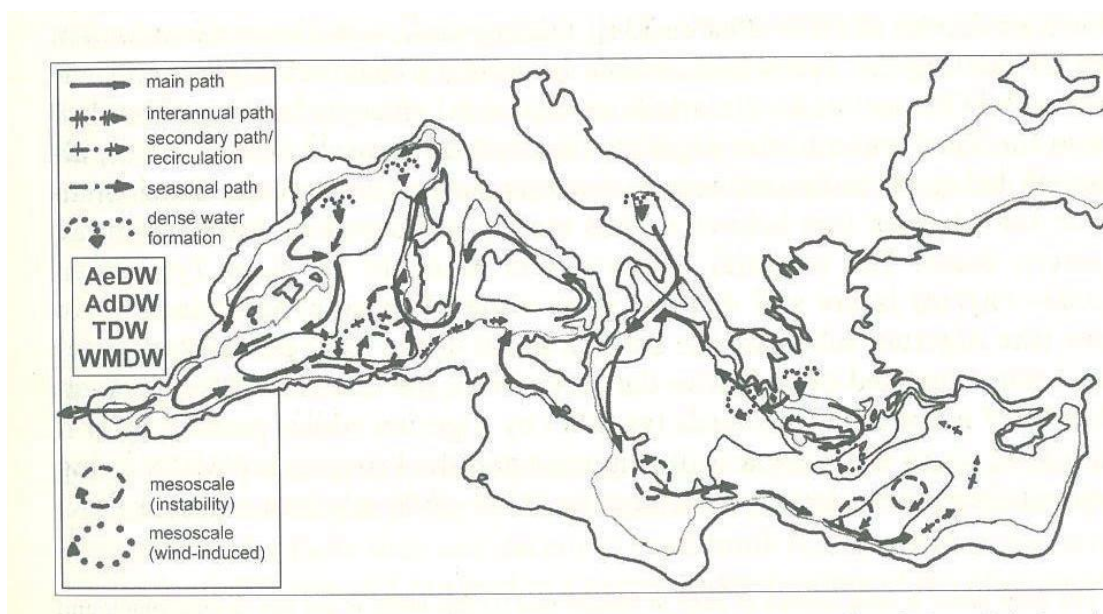


Figura 3.37: Schema di Circolazione delle Acque Profonde (MWD)

### 3.7.2 Area Onshore

Per l'inquadramento idrologico e idrogeologico delle opere onshore, si fa riferimento alla Relazione Geologica Doc. No. P0025305-5-SAS-H10 a cui si rimanda per maggiori dettagli.

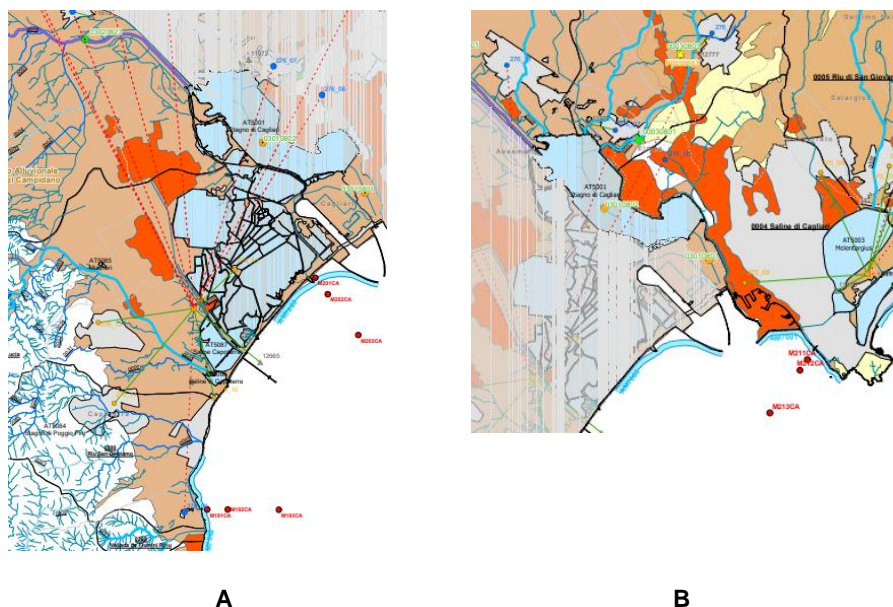
In termini di precipitazioni, nell'area di Sarroch si ha una piovosità media annuale di 407 mm e una differenza di piovosità tra il mese più secco e il mese più piovoso pari a 64 mm. Il mese più secco è luglio con una media di 2 mm di pioggia, mentre il mese di Novembre è il mese con maggiori precipitazioni (media di 66 mm). Le temperature medie variano di circa 16 °C durante l'anno. La Tabella 3.5 riassume i dati climatici disponibili per il territorio di Sarroch (dati da: <https://it.climate-data.org/>).

Tabella 3.5: Dati Climatici – Sarroch

	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre
Medie Temperatura (°C)	9.6	9.4	11.5	14	17.6	22.3	25.2	25.3	21.8	18.7	14	10.8
Temperatura minima (°C)	7.1	6.7	8.3	10.4	13.6	17.4	20.2	20.6	18.3	15.8	11.7	8.5
Temperatura massima (°C)	12.3	12.5	15.2	18	21.9	27.1	30.3	30.3	25.8	22.2	16.7	13.5
Precipitazioni (mm)	39	38	42	44	32	9	2	6	28	47	66	54
Umidità(%)	77%	74%	72%	70%	65%	58%	54%	56%	65%	73%	76%	76%
Giorni di pioggia (g.)	5	6	5	6	4	1	0	1	3	5	7	7
Ore di sole (ore)	6.1	7.0	8.4	10.1	11.5	12.9	12.9	11.9	10.0	8.2	6.9	6.1

La Sardegna ha pesanti problemi d'approvvigionamento idrico non potendo contare su importanti complessi acquiferi. L'isola, infatti, è in gran parte costituita da rocce cristalline e vulcaniti, in genere poco permeabili per fratturazione. Fanno eccezione alcune ristrette aree lungo la costa orientale e nella zona sud-occidentale dove acquiferi carbonatici alimentano qualche sorgente di non grande portata, con acque di scarsa qualità per la interazione dei relativi acquiferi con importanti giacimenti di solfuri misti. Nelle aree di pianura (il Campidano e l'Oristanese, la Pianura del Fiume Cixerri, il Bacino del Sulcis e le piccole aree costiere) sussistono, invece, risorse idriche sotterranee in acquiferi liberi fluenti in depositi alluvionali, a prevalente alimentazione fluviale.

Secondo la perimetrazione degli acquiferi definita dal PTA che interessano il territorio della U.I.O. di Cixerri e Flumini-Mannu, il tracciato occidentale del cavidotto ricade all'interno dell'Acquifero Detritico Alluvionale Quaternario di Capoterra-Pula (Figura 3.38A), mentre quello orientale all'interno dell'Acquifero Detritico Alluvionale Quaternario del Campidano (Figura 3.38B) entrambi classificati a vulnerabilità intrinseca "alta".



### Legenda

- Bacini Idrografici
- Comuni
- Aree Urbane
- Aree Industriali
- Acquiferi Plio Quaternari

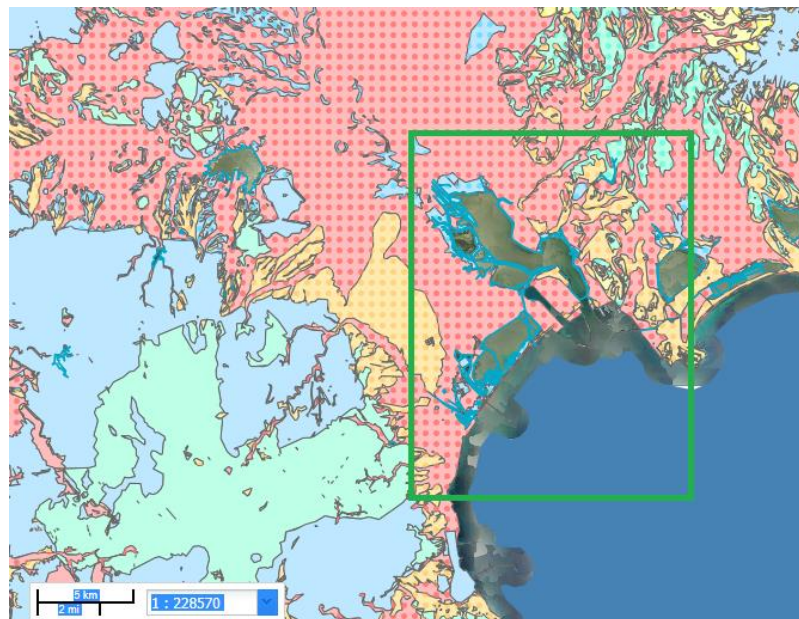
**Figura 3.38: Complessi Acquiferi presenti nella U.I.O. Cixerri e Flumini Mannu (PTA)**

La Figura seguente (Figura 3.39) riporta uno stralcio della *carta della permeabilità* (estratto dal Geoportale della Regione Sardegna)<sup>1</sup>, sviluppata da ARPAS sulla base della Carta Geologica di base della Sardegna in scala 1:25'000. Le formazioni della Sardegna sono state raggruppate per affinità e suddivise in 5 classi di permeabilità: B Bassa, MB Medio Bassa, M Media, MA Medio Alta e A Alta. All'interno di ciascuna sottoclasse, sono state distinte inoltre le 3 tipologie di permeabilità: P per porosità, F per fratturazione, giunti di strato etc. e CF per carsismo e fratturazione, giunti di strato etc. Sono state così ottenute 15 classi di permeabilità con le varie combinazioni dei dati dei due livelli.

Nella fascia di territorio attraversata dal tracciato, la carta riporta per la maggior parte la simbologia di terreni di "permeabilità medio alta per porosità", associata ai depositi terrazzati quaternari. Le zone secondarie con la simbologia di terreni di "permeabilità media per porosità" corrispondono principalmente ai ricoprimenti di depositi alluvionali olocenici.

\*\*\*\*\*

<sup>1</sup> <https://www.sardegna.geoportale.it/webgis2/sardegna-mappe/?map=mappetematiche>



Legenda

	BF: Permeabilità bassa per fratturazione
	BP: Permeabilità bassa per porosità
	MBF: Permeabilità medio bassa per fratturazione
	MBP: Permeabilità medio bassa per porosità
	MF: Permeabilità media per fratturazione
	MCF: Permeabilità media per carsismo e fratturazione
	MP: Permeabilità media per porosità
	MAF: Permeabilità medio alta per fratturazione
	MACF: Permeabilità medio alta per carsismo e fratturazione
	MAP: Permeabilità medio alta per porosità
	ACF: Permeabilità alta per carsismo e fratturazione
	AP: Permeabilità alta per porosità
	Lg: Laghi e canali

Figura 3.39: Carta delle Permeabilità (Fonte: Geoportale Regione Sardegna)

### 3.8 INQUADRAMENTO METEOMARINO

Per l'inquadramento meteomarinario si è fatto riferimento alla Relazione Meteomarina Doc. No. P0025305-5-SAS-H13 a cui si rimanda per maggiori dettagli. Più specificatamente, in questo paragrafo si riportano una descrizione dei dati utilizzati e gli aspetti principali delle condizioni tipiche dell'area soggetta ad analisi per i seguenti aspetti:

- ✓ Dati Utilizzati
- ✓ Regime Anemologico
- ✓ Moto Ondoso
- ✓ Variazioni del Livello Marino
- ✓ Correnti Marine

### 3.8.1 Dati utilizzati

I dati di vento e onda utilizzati nello studio sono stati estratti dai database NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) ed ECMWF (European Centre for Medium-Range Weather Forecasts) ERA5.

La serie temporale, comprensiva di 30 anni di dati, è stata generata mediante il modello NOAA WAVEWATCH III® utilizzando il physics package di Arduin et al., 15 griglie regolari di latitudine e longitudine, e il dataset omogeneo ad alta risoluzione di vento orario del the NCEP Climate Forecast System Reanalysis and Reforecast (CFSRR). Tali dati coprono il periodo gennaio 1979 – dicembre 2009. Il modello di onda consiste in grigliati globali e regionali innestati tra loro. Le griglie rettilinee sono state sviluppate usando ETOPO-1 bathymetry insieme al Global Self-Consistent Hierarchical High-Resolution Shoreline (GSHHS) Database versione v1.10

NOAA WAVEWATCH III® è un modello di terza generazione validato a mezzo di osservazioni provenienti da boe oceaniche. La serie temporale in questione è relativa ai risultati del modello NOAA WAVEWATCH III® per la griglia del Mediterraneo. I dati sono caratterizzati da uno step orario di 3 ore e comprendono i seguenti parametri:

- ✓ W e DW rispettivamente intensità (m/s) e direzione di provenienza (°N) del vento a 10 m dal livello del mare;
- ✓ Hs altezza d'onda significativa (m);
- ✓ Tp periodo di picco (s);
- ✓ Dp direzione media al picco (°N).

I parametri spettrali delle onde e i dati di vento per il Mediterraneo sono disponibili con una discretizzazione spaziale di 1/6°, dal 01/01/1979 al 31/12/2009 (30 anni). I dati utilizzati per il presente studio si riferiscono al punto di coordinate 9.5° E, 38.66°N (Figura 3.40), situato a circa 47 km dalla costa.

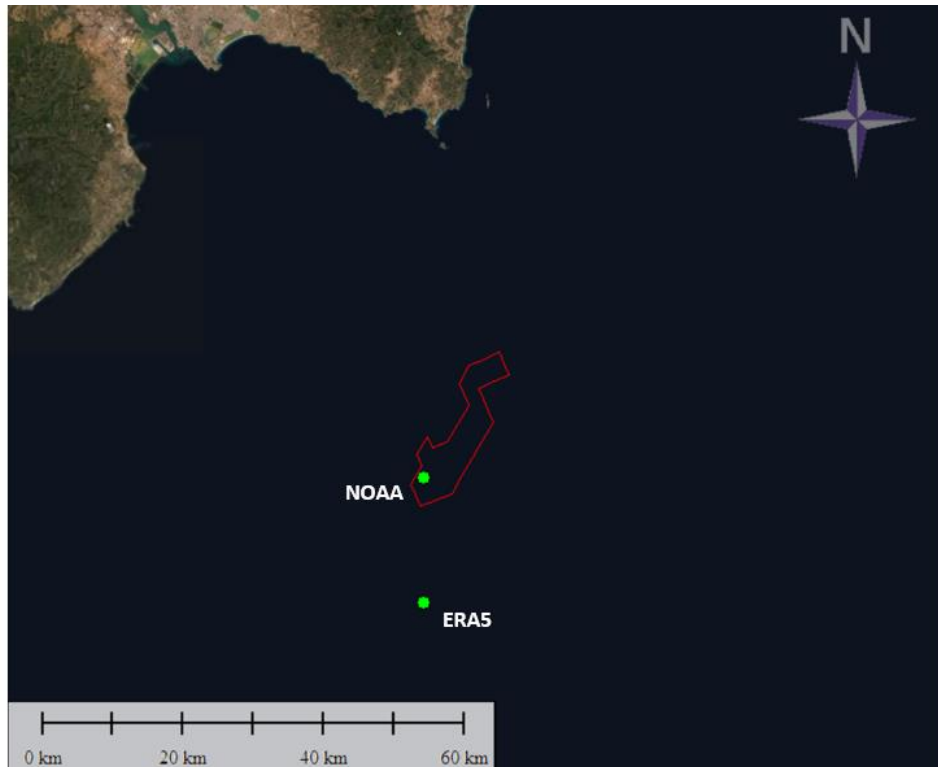
I dati ERA5, rilasciati dal European Centre for Medium-Range Weather Forecasts, provengono da una rianalisi del database globale di hindcast (onde e atmosfera), a partire da 1979 ad oggi.

I dati di onda sono simulati dal modello spettrale di terza generazione WAM che utilizza come input i campi di vento simulati dai modelli meteorologici globali. Le onde modellate sono validate mediante confronto con dati acquisiti dagli altimetri dei satelliti. Il grigliato globale utilizzato per le onde è caratterizzato da una risoluzione di ½°, mentre i parametri atmosferici hanno una risoluzione spaziale di ¼°. Tutti i dati di hindcast vengono depurati dagli errori sistematici.

I dati sono caratterizzati da step orario e comprendono i seguenti parametri:

- ✓ u e v rispettivamente componente sud-nord e ovest-est del vento a 10 m dal livello del mare;
- ✓ Hs altezza d'onda significativa (m);
- ✓ Tp periodo di picco (s);
- ✓ Dm direzione media di provenienza (°N).

I dati di vento (risoluzione spaziale di 0.25°) e di onda (risoluzione spaziale di 0.5°) sono stati estratti per il periodo 01/1979 – 12/2020 (42 anni) e per il punto di coordinate 9.5° E, 38.5°N, ubicato a circa 60 km dalla costa (Figura 3.40).



**Figura 3.40: Punti di Estrazione delle Serie Temporali NOAA ed ERA5 di Vento e Onde**

I dati satellitari (SWH) sono stati estratti dal server dell'Ifremer Cersat allo scopo di valutare i dati di onda considerati.

Le misure degli altimetri, provenienti dalle missioni ERS-1&2, TOPEX-Poseidon, GEOSAT Follow-ON (GFO), Jason-1, Jason-2, ENVISAT, Cryosat e SARAL, sono disponibili per un periodo di 26 anni.

Il confronto con boe mostra che la stima dell'altimetro è, in generale, in accordo con le misure acquisite in sito, con deviazioni standard dell'ordine di 0.30 m, ma tende a sovrastimare leggermente le altezze significative più basse e a sovrastimare le più alte. Ai dati grezzi, pertanto, vengono applicate delle correzioni, generalmente lineari (tranne che per ENVISAT), regolarmente aggiornate utilizzando il metodo di confronto con le boe di Queffeuilou.

I dati satellitari mediati nel tempo e nello spazio sono stati confrontati con i dati NOAA ed ERA5 simultanei, a mezzo della tecnica del Q-Q plot.

I risultati per il caso studio sono riportati in Figura 3.41 e Figura 3.42 (in alto) rispettivamente per il database NOAA ed ERA5. I Q-Q plot mostrano in generale una sottostima dell'altezza d'onda da parte del modello in entrambi i casi. Le serie di dati, pertanto, sono state corrette al fine di raggiungere una buona corrispondenza con le misure da altimetro. Le stesse Figura 3.41 e Figura 3.42 mostrano il Q-Q plot a valle della validazione.



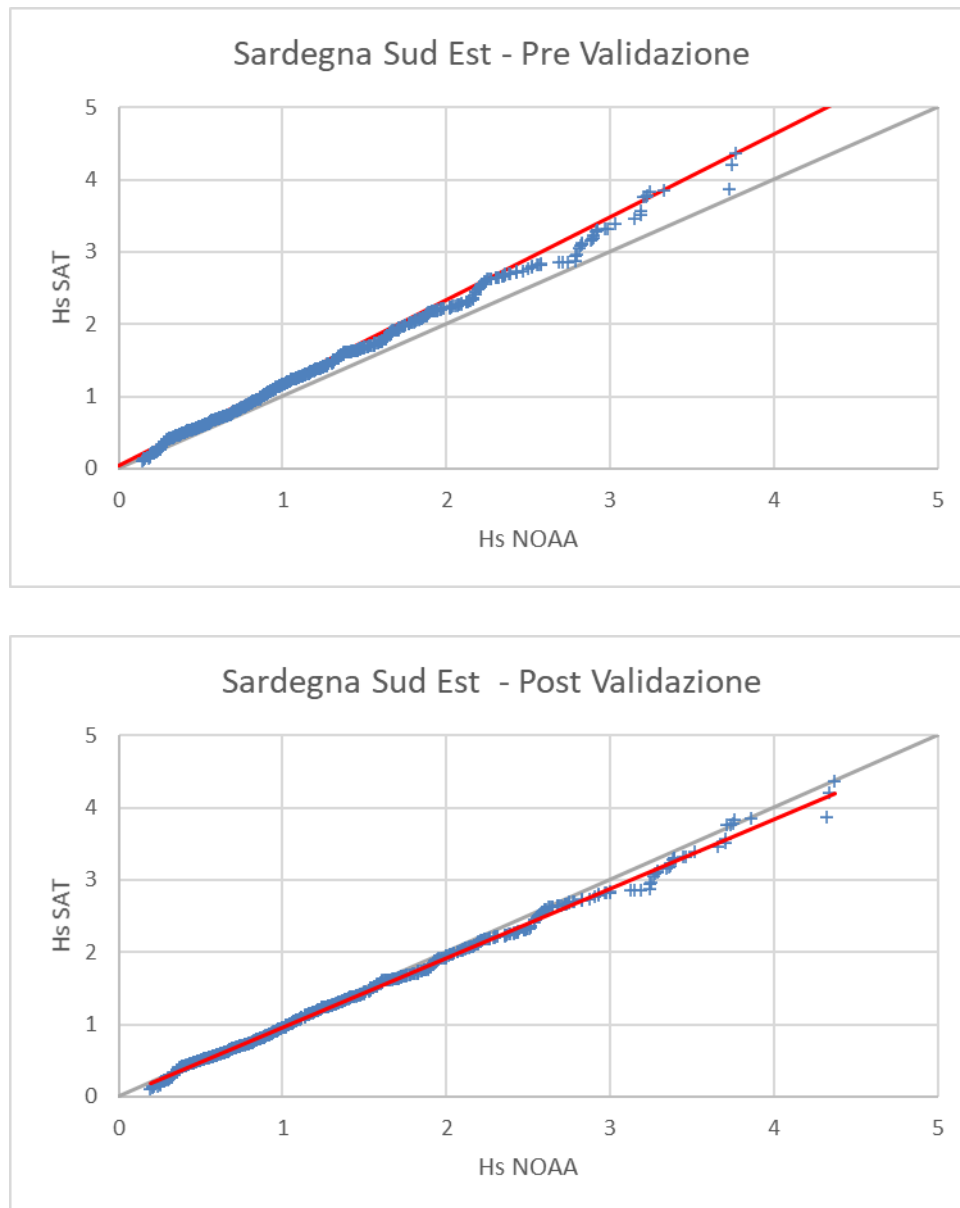


Figura 3.41: Q-Q Plot relativo alla Serie NOAA non Validata (In Alto) e a quella a Valle della Validazione effettuata con Dati Satellitari (In Basso)

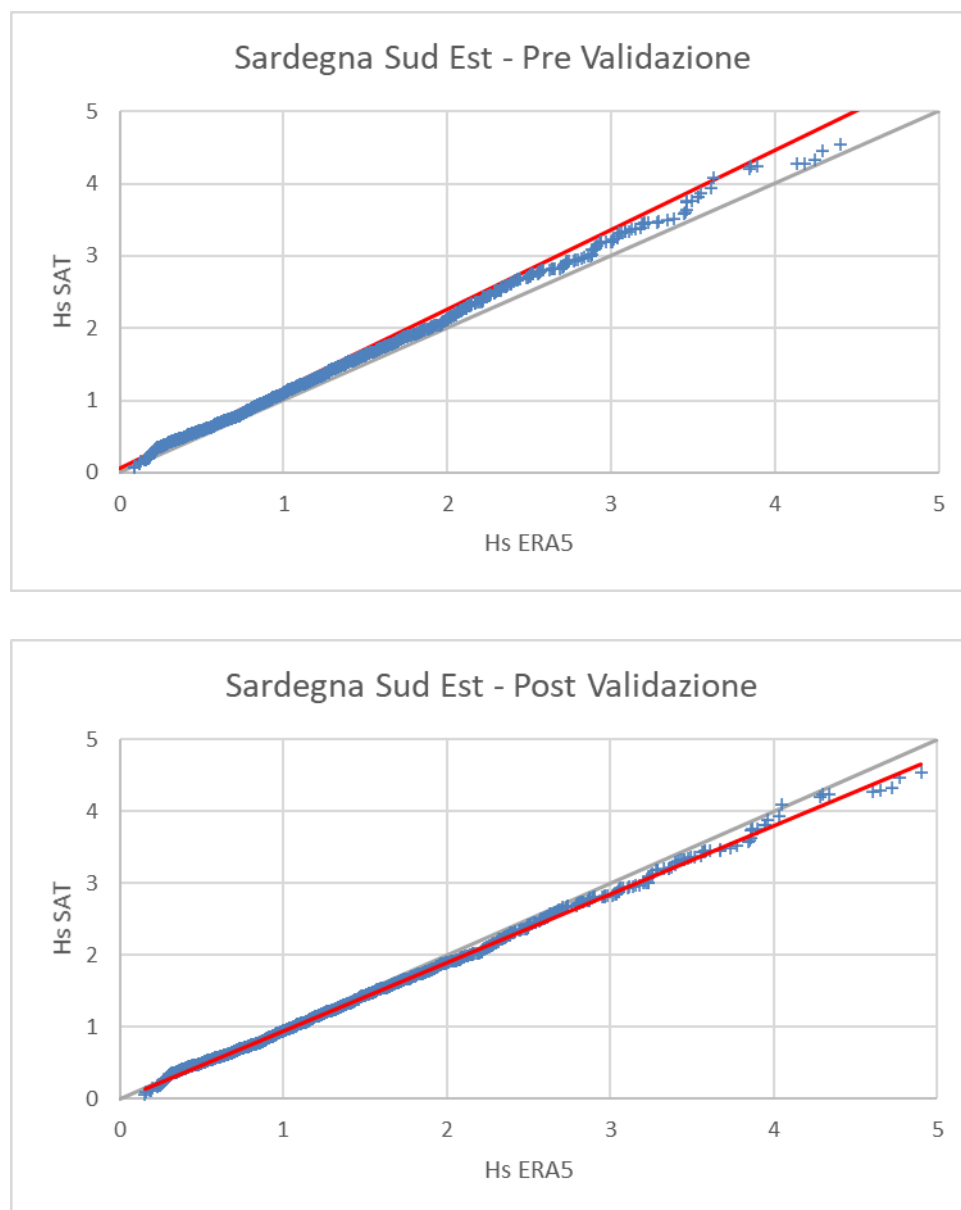


Figura 3.42: Q-Q Plot relativo alla Serie ERA5 non Validata (In Alto) e a quella a Valle della Validazione effettuata con Dati Satellitari (In Basso)

I dati utilizzati per la rappresentazione delle variazioni di livello dovute alla marea astronomica sono stati ottenuti dalla Dashboard di Delft 3D, che fornisce previsioni di marea per varie stazioni basandosi sul database TPXO. TPXO Global Tidal Models consiste in una serie di modelli globali di marea oceanica che approssimano al meglio (in termini di minimi quadrati) le equazioni di marea di Laplace e i dati da altimetria. È stato estratto dal database l'intero anno 2020 caratterizzato da uno step orario pari a 0.5 ore, per il punto di coordinate 9.57° E, 38.70°N.

I dati di corrente sono stati estratti da un database globale di dati di hindcast, ottenuto mediante l'utilizzo del modello numerico HYCOM (HYbrid Coordinate Ocean Model). Tale modello si basa sull'equazione primitiva della circolazione generale isopigna al largo, nell'oceano aperto e stratificato, ma via via che ci si avvicina alla costa passa progressivamente alle "terrain-following coordinates" e alle "z-level coordinates" nei mari stratificati. Tale modello, quindi, sfrutta il vantaggio delle coordinate isopigne nel mare aperto e stratificato e garantisce un'elevata risoluzione nelle zone costiere, fornendo una migliore rappresentazione della fisica che caratterizza la parte superficiale degli oceani.

Il database di hindcast fornisce i seguenti parametri a livello globale e a diverse profondità lungo la colonna d'acqua:

- ✓ Vx componente Ovest-Est della velocità di corrente;
- ✓ Vy componente Sud-Nord della velocità di corrente.

I dati sono disponibili su un grigliato globale caratterizzato da maglie di  $1/12^\circ$ , a partire dal gennaio 2002 fino al dicembre 2012, con frequenza giornaliera. Nel caso in esame i dati di corrente superficiale (6 m sotto il livello medio del mare), relativi al punto di coordinate latitudine:  $38.72^\circ\text{N}$ , longitudine:  $9.60^\circ\text{E}$ , sono disponibili per il periodo 01/2002 – 11/2011 (Figura 3.43).



Figura 3.43: Punto di Estrazione della Serie Temporale HYCOM

La batimetria per l'area in esame (Figura 3.44) è stata ricavata dal ChartViewer della Navionics disponibile sul sito: <https://webapp.navionics.com/>. L'area rappresentata in figura è posta ad una distanza minima dalla costa di circa 30 km e si estende per circa 25 km lungo l'asse sud ovest-nord est. Il range di profondità dell'area di interesse (in blu) va da circa 170 a circa 530 m. Tale batimetria è stata confrontata con quella estratta dal database ETOPO (rilasciato dal NOAA), mediante il tool "Extract xyz Grid – Topography or Gravity" disponibile sul sito [https://topex.ucsd.edu/cgi-bin/get\\_data.cgi](https://topex.ucsd.edu/cgi-bin/get_data.cgi). Dalla sovrapposizione delle fonti, riportato in Figura 3.45, si è riscontrata una buona corrispondenza.

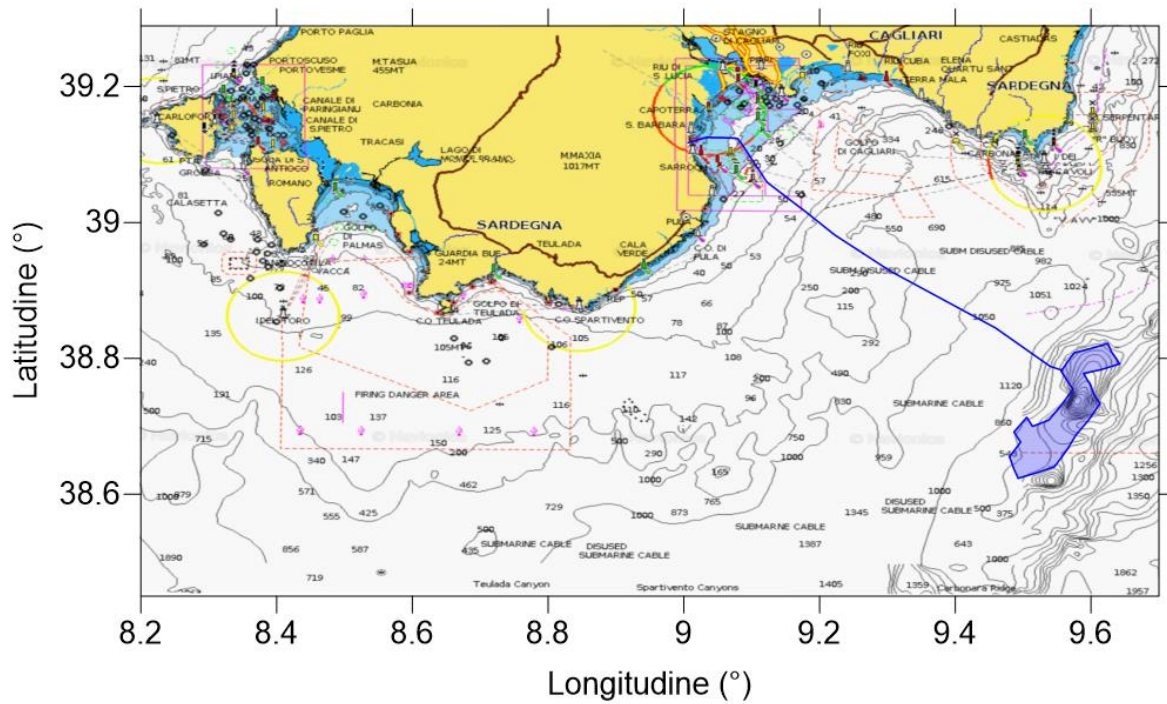


Figura 3.44: Batimetria dell'Area di Studio – Navionics

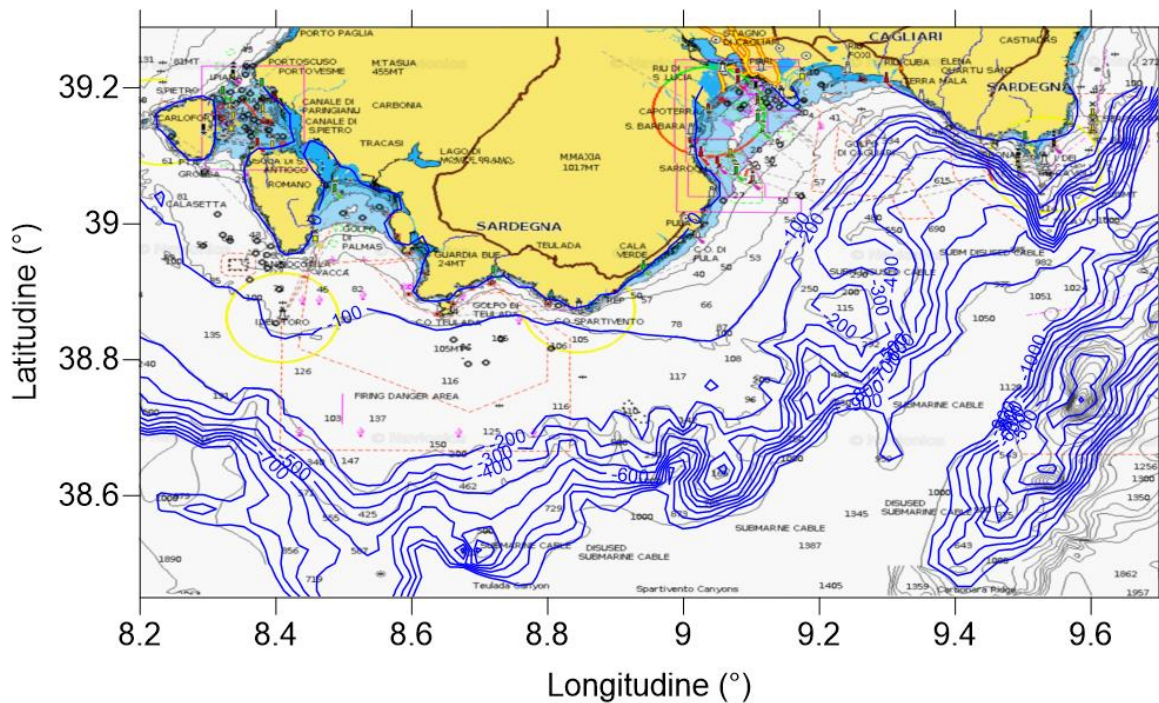


Figura 3.45: Confronto Tra Le Fonti di Dati Batimetrici: Navionics – ETOPO (in blu)

### 3.8.2 Regime Anemologico

Di seguito si riportano le condizioni tipiche annuali di vento ottenute analizzando le serie temporali estratte dai database NOAA ed ERA5.

La Tabella 3.6 e la Figura 3.46 riportano la distribuzione delle frequenze percentuali di accadimento della velocità del vento rispetto alla direzione di provenienza dello stesso, relativa ai dati NOAA. Dalla tabella si evince che le massime velocità di cui siano apprezzabili le frequenze ricadono nella classe 20-22 m/s e provengono prevalentemente dal settore direzionale 270°N – 300°N; il valore massimo della velocità del vento è invece pari a 22.1 m/s. I venti prevalenti spirano dunque da 90-120°N (circa il 20%) e da ovest nord-ovest (270-300°N circa il 36% degli eventi). Circa il 99% del totale degli eventi è caratterizzato da una velocità minore o uguale a 16 m/s, mentre solamente lo 0.02% ricade nella classe più alta 20 – 22 m/s.

Al fine di avere un confronto, la Tabella 3.7 e la Figura 3.47 riportano la distribuzione delle frequenze percentuali di accadimento della velocità del vento rispetto alla sua direzione di provenienza, riferita ai dati ERA5. Dalla tabella si nota che le massime velocità di cui si apprezzano le frequenze percentuali appartengono alla classe 18-20 m/s e provengono prevalentemente dai settori direzionali 270°N – 300°N; il valore massimo della velocità del vento è invece pari a 21.4 m/s. I settori di provenienza prevalenti risultano essere ovest - nord ovest (270°N – 300°N) con circa il 40% e 90-120°N (circa il 20% degli eventi). Circa il 99% del totale degli eventi è caratterizzato da una velocità minore o uguale a 16 m/s; solamente lo 0.04% ricade nella classe più alta.

Le tabelle di distribuzione di frequenza mensile sono riportate in Appendice A. Dalle tabelle e dalle relative rose si evince che luglio e agosto sono i mesi caratterizzati dalla minore intensità di vento (classe 14-16 m/s con provenienza da ovest – nord ovest), per la serie NOAA. Luglio è il mese di minore intensità per la serie ERA5 (classe 12-14 m/s da ovest – nord ovest). Il mese in cui si verificano le maggiori intensità invece è gennaio, con venti provenienti da ovest.

Dal confronto delle distribuzioni risulta che:

- ✓ Le serie temporali sono caratterizzate da distribuzioni direzionali molto simili;
- ✓ Il clima tipico ricavato dai dati del NOAA riporta una classe in più della velocità del vento (20-22 m/s) e un maggiore valore di velocità massima (22.1 m/s).

**Tabella 3.6: Distribuzione delle Frequenze Percentuali di Accadimento della Velocità del Vento vs Direzione di Provenienza - NOAA**

Dir (N)	Velocità del Vento (m/s) - Annuale													TOT.
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	>24	
0	0.61	1.36	1.05	0.60	0.39	0.22	0.13	0.06	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	4.43
30	0.56	1.30	1.06	0.70	0.38	0.18	0.11	0.05	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	4.36
60	0.60	1.57	1.73	1.20	0.63	0.27	0.11	0.05	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	6.18
90	0.75	1.98	2.87	2.56	0.97	0.32	0.07	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.56
120	0.63	1.93	2.95	2.16	0.97	0.40	0.12	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	9.21
150	0.68	1.84	1.53	0.83	0.43	0.23	0.07	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	5.65
180	1.97	1.50	0.98	0.35	0.13	0.06	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.02
210	0.62	1.62	1.20	0.46	0.18	0.06	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.17
240	0.63	1.77	2.24	1.58	0.94	0.34	0.16	0.05	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	7.73
270	0.75	2.05	3.11	3.77	3.05	1.77	0.68	0.20	0.07	0.01	0.01	0.00	0.00	15.47
300	0.64	2.03	3.28	4.29	4.42	3.02	1.60	0.63	0.26	0.06	0.01	0.00	0.00	20.24
330	0.58	1.71	2.14	1.80	1.00	0.45	0.20	0.07	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	7.98
TOT.	9.03	20.66	24.14	20.31	13.50	7.30	3.29	1.22	0.44	0.10	0.02	0.00	0.00	100.00

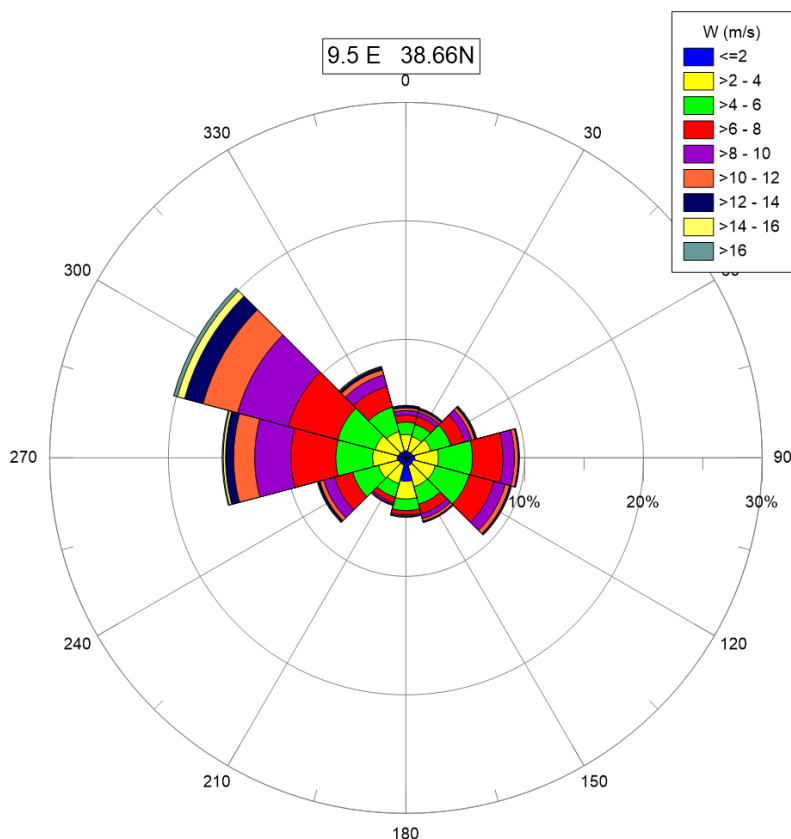


Figura 3.46: Rosa Annuale del Vento – NOAA

Tabella 3.7: Distribuzione delle Frequenze Percentuali di Accadimento della Velocità del Vento vs Direzione di Provenienza – ERA5

Dir (N)	Velocità del Vento (m/s) - Annuale												TOT.
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	>22	
0	0.66	1.05	0.76	0.52	0.34	0.19	0.10	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	3.65
30	0.65	1.17	1.03	0.71	0.52	0.33	0.13	0.04	0.01	0.00	0.00	0.00	4.59
60	0.72	1.62	1.76	1.22	0.48	0.23	0.11	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	6.16
90	0.78	2.21	3.06	2.31	0.84	0.20	0.06	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	9.45
120	0.78	2.08	2.92	2.63	1.41	0.52	0.16	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	10.53
150	0.72	1.33	1.22	1.17	0.82	0.48	0.17	0.04	0.01	0.00	0.00	0.00	5.95
180	0.69	1.01	0.60	0.40	0.20	0.08	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.00
210	0.73	1.22	0.67	0.36	0.21	0.07	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	3.29
240	0.81	1.95	2.01	1.31	0.82	0.48	0.23	0.09	0.02	0.00	0.00	0.00	7.71
270	0.81	2.36	3.83	4.62	3.71	1.96	0.79	0.22	0.05	0.01	0.00	0.00	18.36
300	0.76	2.04	3.31	4.72	4.46	3.07	1.39	0.51	0.15	0.02	0.00	0.00	20.44
330	0.69	1.45	1.71	1.49	0.88	0.41	0.16	0.05	0.01	0.00	0.00	0.00	6.86
TOT.	8.78	19.50	22.89	21.46	14.70	8.01	3.33	1.03	0.26	0.04	0.00	0.00	100.00

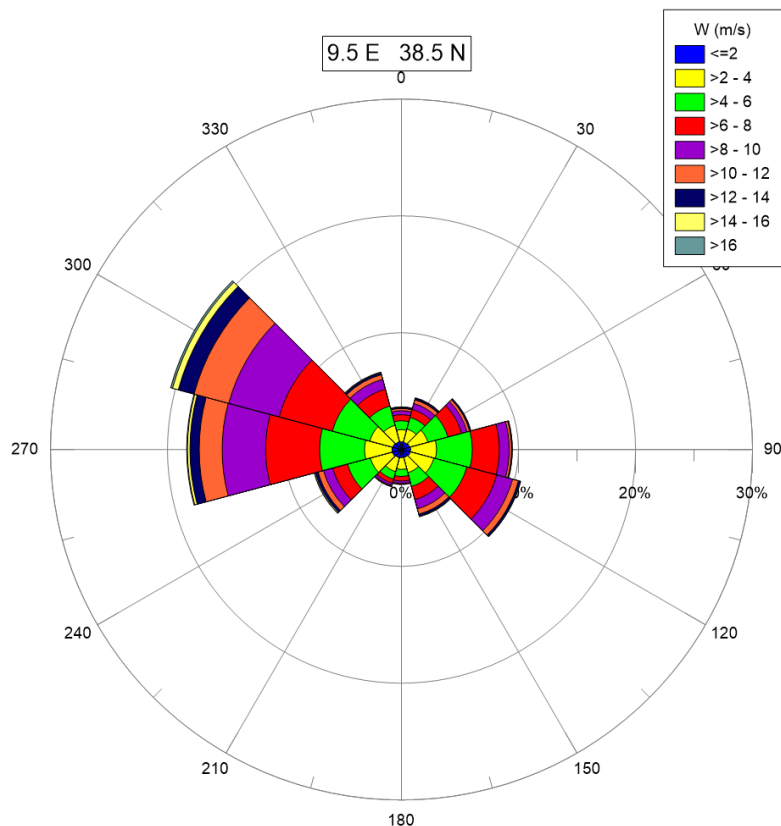


Figura 3.47: Rosa Annuale del Vento – ERA5

### 3.8.3 Moto Ondoso

Nel seguito viene riportata la descrizione del regime di moto ondoso, descrivendo dapprima la relazione  $H_s-T_p$ , poi le condizioni tipiche di onda in termini di altezza significativa e periodo di picco vs direzione di provenienza, infine sono riportate le condizioni estreme per diversi periodi di ritorno.

La Figura 3.48 e la Figura 3.49 rappresentano lo scatter plot dell'altezza significativa rispetto al periodo di picco, a valle della calibrazione di  $H_s$  mediante dati satellitari, rispettivamente per i dataset NOAA ed ERA5. La relazione che lega le due grandezze è ben rappresentata dalla relazione di Boccotti:

$$H_s = 0.055 * T_p^2$$

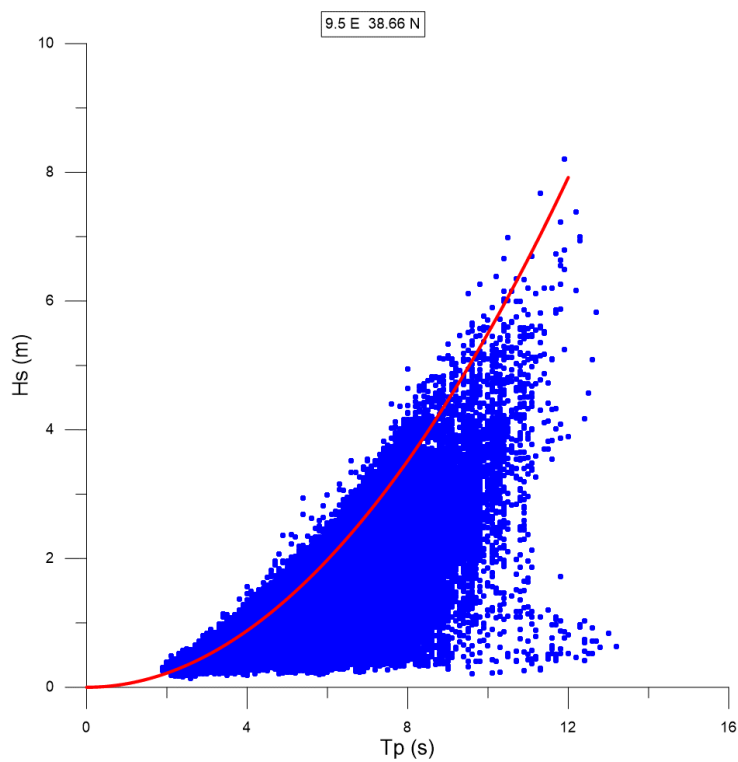


Figura 3.48: Scatter Plot Altezza d'Onda Significativa – Periodo di Picco Post Validazione – NOAA

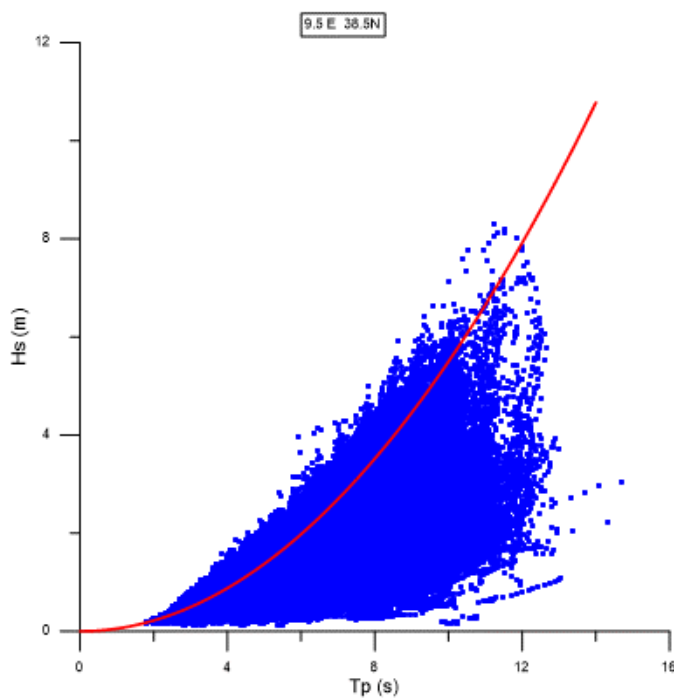


Figura 3.49: Scatter Plot Altezza d'Onda Significativa – Periodo di Picco Post Validazione – ERA5



Relazione Generale

Di seguito si riportano le condizioni tipiche annuali di onda ottenute analizzando le serie temporali estratte dai database NOAA ed ERA5.

La Tabella 3.8e la Figura 3.50 riportano la distribuzione delle frequenze percentuali di accadimento degli eventi di onda in termini di altezza significativa rispetto alla direzione di provenienza, relativa ai dati NOAA. Circa il 99% degli eventi totali è caratterizzato da altezze significative minori o al più uguali a 4.0 m, mentre soltanto lo 0.01% delle onde ricade nella classe più alta 6.5 – 7.0 m. Le onde provengono prevalentemente dai settori direzionali 120°N e 270°N, le più alte dalla direzione 270°N. La Tabella 3.9, analogamente alla precedente, riporta la distribuzione delle altezze d'onda rispetto ai periodi di picco. I periodi caratterizzati da una maggior frequenza di accadimento sono compresi tra 3 e 9 s, per un totale di circa il 97% degli eventi.

Le distribuzioni sono ricavate a partire da una serie depurata dagli eventi caratterizzati da altezza significativa nulla ritenuti privi di significato. Il 100% degli eventi, pertanto, si riferisce ad un totale di 90399 eventi, ovvero il 99.8% degli eventi di onda della serie originaria (90584).

Analizzando i dati ERA5 (Tabella 3.10 e Figura 3.51) si evince che circa il 99% degli eventi ondosi totali è caratterizzato da altezze significative minori o al più uguali a 4 m, mentre soltanto lo 0.01% delle onde ricade nella classe più alta 6.5 - 7.0 m. Le onde provengono prevalentemente dai settori direzionali 270°N – 300°N e 120°N, le più alte da 270°N. La Tabella 3.11 riporta la distribuzione delle altezze d'onda rispetto ai periodi di picco. I periodi caratterizzati da una maggior frequenza di accadimento sono compresi tra 3 e 10 s, per un totale di circa l'98% degli eventi

Dal confronto delle distribuzioni risulta che le serie temporali sono caratterizzate da una distribuzione direzionale simile e da un medesimo numero di classi di altezza d'onda.

**Tabella 3.8: Distribuzione delle Frequenze Percentuali di Accadimento dell'Altezza d'Onda Significativa vs Direzione di Provenienza - NOAA**

Dir (N)	Hs (m) - Annuale																TOT.
	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	5.5	6	6.5	7	7.5	>7.5	
0	0.43	0.51	0.28	0.15	0.10	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.52
30	1.61	2.33	1.29	0.86	0.47	0.26	0.15	0.08	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.08
60	1.65	2.69	1.23	0.54	0.32	0.15	0.08	0.03	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.72
90	1.26	1.86	0.90	0.36	0.15	0.08	0.06	0.03	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.73
120	2.67	6.90	3.70	2.13	0.93	0.47	0.25	0.11	0.05	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	17.24
150	1.89	3.85	1.80	0.74	0.25	0.10	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.66
180	0.72	0.48	0.27	0.13	0.05	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.66
210	0.70	0.66	0.34	0.17	0.05	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.94
240	1.26	2.75	1.95	1.15	0.61	0.30	0.20	0.11	0.03	0.03	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	8.41
270	3.25	10.22	8.77	5.53	3.08	1.70	0.86	0.44	0.24	0.12	0.08	0.03	0.01	0.01	0.00	0.00	34.35
300	1.37	2.62	1.33	0.48	0.20	0.11	0.07	0.03	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.23
330	0.62	0.45	0.19	0.08	0.06	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.45
TOT.	17.43	35.32	22.05	12.31	6.26	3.26	1.73	0.84	0.39	0.21	0.11	0.05	0.02	0.01	0.00	0.00	100.00

**Tabella 3.9: Distribuzione delle Frequenze Percentuali di Accadimento dell'Altezza d'Onda Significativa vs Periodo di Picco - NOAA**

Tp (s)	Hs (m) - Annuale																TOT.
	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	5.5	6	6.5	7	7.5	>7.5	
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03
3	8.90	1.41	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.30
4	4.43	11.96	0.42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	16.81
5	1.85	9.47	7.38	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	19.21
6	1.19	5.97	5.92	4.52	0.83	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	18.44
7	0.83	4.20	4.71	3.17	2.14	0.85	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	15.98
8	0.12	1.93	2.64	2.87	1.74	0.96	0.63	0.18	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.10
9	0.05	0.30	0.86	1.07	1.20	0.97	0.51	0.25	0.14	0.04	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.40
10	0.01	0.04	0.08	0.16	0.30	0.41	0.38	0.27	0.11	0.08	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	1.89
11	0.01	0.01	0.03	0.03	0.04	0.06	0.12	0.13	0.08	0.08	0.06	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.69
12	0.01	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.12
13	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03
14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
>14.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TOT.	17.43	35.32	22.05	12.31	6.26	3.26	1.73	0.84	0.39	0.21	0.11	0.05	0.02	0.01	0.00	0.00	100.00

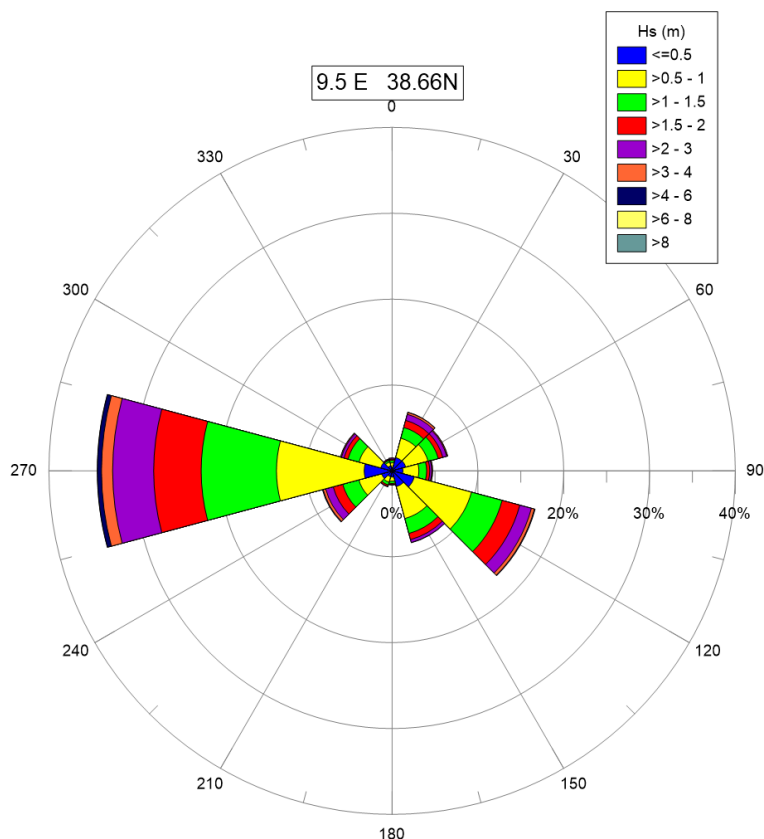


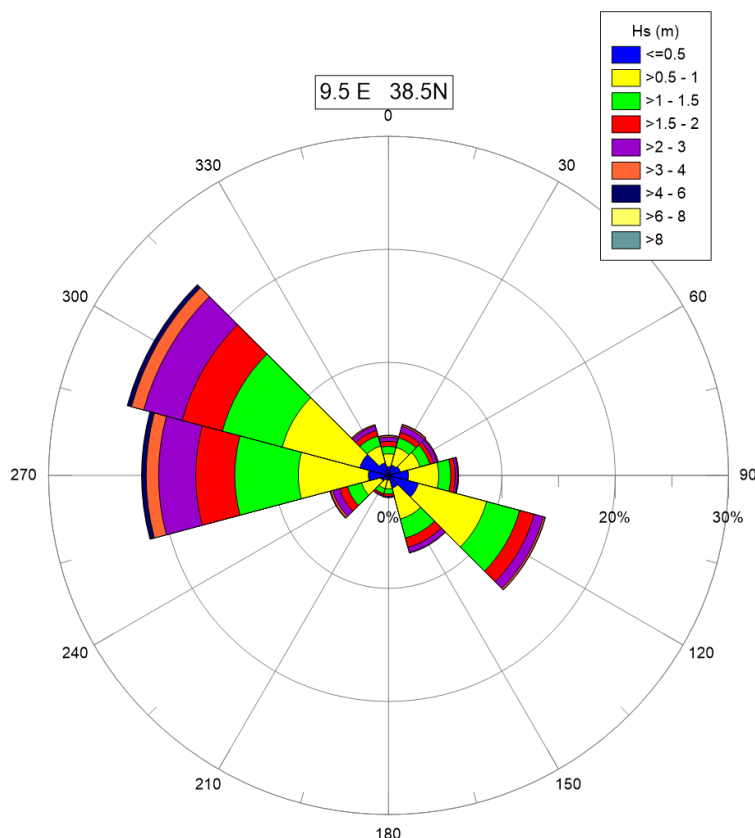
Figura 3.50: Rosa Annuale delle Onde – NOAA

Tabella 3.10: Distribuzione delle Frequenze Percentuali di Accadimento dell'Altezza d'Onda Significativa vs Direzione di Provenienza – ERA5

Dir (N)	Hs (m) - Annuale																		TOT.
	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	5.5	6	6.5	7	7.5	8	>8		
0	0.79	1.12	0.66	0.45	0.25	0.12	0.09	0.04	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.55
30	0.95	1.61	0.88	0.50	0.37	0.18	0.09	0.05	0.03	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.68
60	1.09	1.78	0.89	0.36	0.22	0.12	0.05	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.55
90	1.75	2.67	1.07	0.39	0.14	0.09	0.05	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.17
120	2.71	6.24	3.01	1.33	0.56	0.28	0.11	0.05	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	14.33
150	1.17	2.83	1.74	0.85	0.33	0.14	0.04	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.12
180	0.44	0.75	0.46	0.20	0.08	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.95
210	0.43	0.78	0.46	0.16	0.07	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.93
240	0.69	1.78	1.28	0.72	0.39	0.25	0.12	0.07	0.04	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.39
270	1.78	6.18	5.60	3.45	2.01	1.26	0.74	0.36	0.21	0.11	0.04	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	21.80
300	2.62	7.09	5.46	3.67	2.21	1.30	0.76	0.36	0.20	0.10	0.05	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	23.86
330	1.17	1.52	0.92	0.51	0.26	0.16	0.08	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.66
TOT.	15.58	34.34	22.43	12.59	6.90	3.94	2.15	1.02	0.55	0.28	0.12	0.05	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	100.00

**Tabella 3.11: Distribuzione delle Frequenze Percentuali di Accadimento dell'Altezza d'Onda Significativa vs Periodo di Picco – ERA5**

Tp (s)	Hs (m) - Annuale																	TOT.
	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	5.5	6	6.5	7	7.5	8	>8	
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	4.15	0.42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.57
4	5.35	8.51	0.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	14.19
5	3.11	10.31	6.22	0.32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	19.97
6	1.62	6.85	6.12	4.40	0.65	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	19.66
7	1.21	5.21	4.98	3.41	2.87	1.01	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	18.79
8	0.08	2.02	2.63	2.31	1.47	1.24	0.76	0.20	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.75
9	0.03	0.91	1.42	1.34	1.17	0.96	0.68	0.38	0.20	0.07	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.16
10	0.01	0.09	0.63	0.44	0.47	0.48	0.38	0.29	0.19	0.12	0.06	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.18
11	0.01	0.01	0.11	0.31	0.18	0.16	0.16	0.11	0.09	0.06	0.04	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	1.28
12	0.00	0.00	0.01	0.06	0.08	0.06	0.05	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.36
13	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07
14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
>14.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TOT.	15.58	34.34	22.44	12.59	6.90	3.94	2.15	1.02	0.55	0.28	0.12	0.05	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00	100.00



**Figura 3.51: Rosa Annuale delle Onde – ERA5**

### 3.8.4 Variazioni del Livello Marino

Le **Figura 3.52** e **Figura 3.53** riportano l'oscillazione del livello marino dovuta alla marea astronomica, rispettivamente per l'intero anno 2020 e per il singolo mese, allo scopo di rappresentare l'oscillazione mensile. I valori sono riferiti al livello medio del mare. L'escursione di marea nell'anno è circa pari a circa 30 cm, da un minimo di -0.13 m.s.l.m. ad un massimo di circa 0.16 m.s.l.m.

Il regime è semidiurno, caratterizzato quindi da due alte e due basse maree nell'arco di 24 ore.

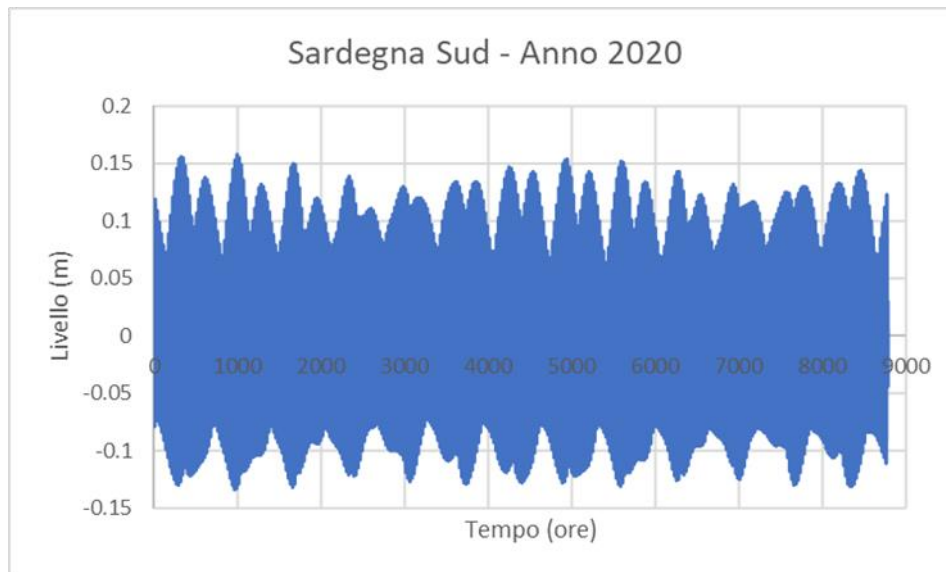


Figura 3.52: Oscillazione del Livello Dovuta alla Marea – Anno 2020

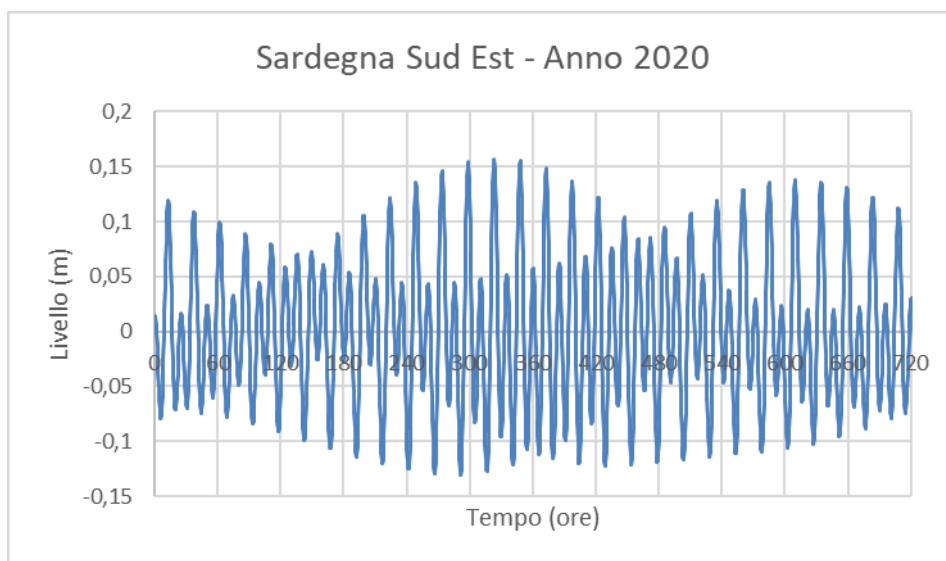


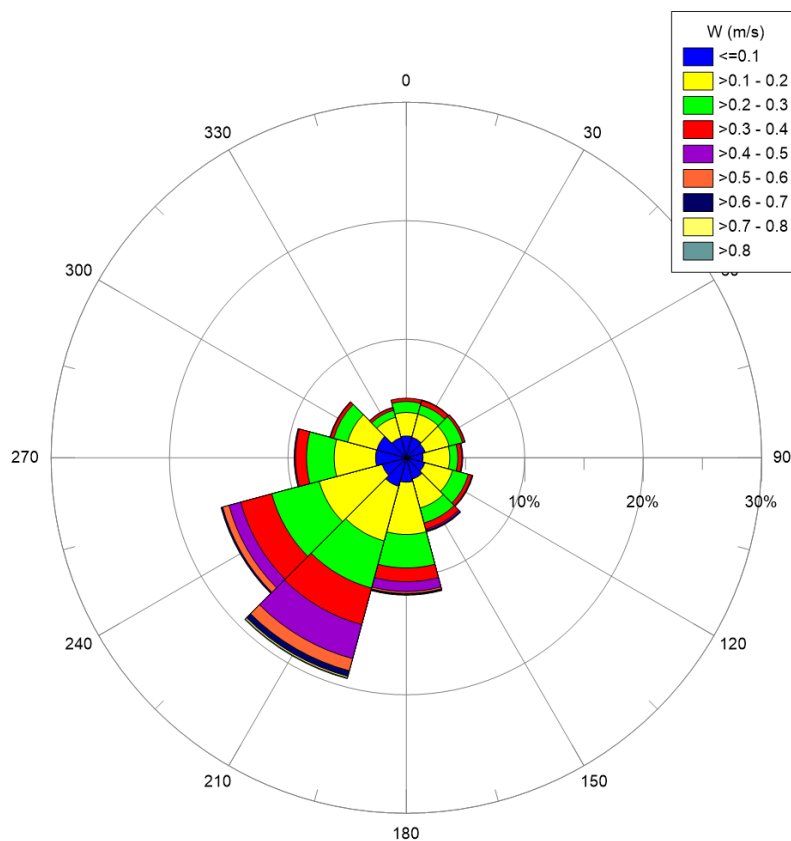
Figura 3.53: Oscillazione del Livello Dovuta alla Marea – Gennaio 2020

### 3.8.5 Correnti Marine

La Tabella 3.12 e la Figura 3.54 riportano la distribuzione delle frequenze percentuali di occorrenza della velocità di corrente superficiale rispetto alla direzione di propagazione. Circa il 99% degli eventi totali è caratterizzato da una velocità minore uguale a 0.6 m/s. Le correnti più intense, ricadenti nelle classi 0.8 – 0.9 m/s, si propagano in direzione 180-210°N. Il 57% circa delle correnti ha direzione di propagazione 180 – 270°N.

**Tabella 3.12: Distribuzione delle Frequenze Percentuali di Accadimento della Velocità di Corrente Superficiale vs Direzione di Propagazione**

Dir (N)	Velocità di Corrente (m/s) - Annuale											TOT.
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1	>1	
0	1.84	1.98	0.93	0.28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.03
30	1.78	2.03	0.79	0.40	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.06
60	1.64	2.12	1.16	0.20	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.14
90	1.41	2.26	0.68	0.34	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.77
120	1.61	2.43	1.38	0.31	0.06	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.82
150	1.86	2.54	1.30	0.54	0.14	0.03	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	6.50
180	2.06	4.41	2.83	1.16	0.82	0.17	0.08	0.03	0.03	0.00	0.00	11.58
210	2.49	4.77	4.12	3.19	2.97	1.07	0.48	0.14	0.06	0.00	0.00	19.29
240	2.12	5.51	4.15	2.71	1.02	0.56	0.14	0.00	0.00	0.00	0.00	16.21
270	2.60	3.50	2.34	0.93	0.08	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.49
300	2.57	2.57	1.21	0.28	0.03	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.69
330	1.75	1.78	0.62	0.23	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.41
TOT.	23.73	35.90	21.52	10.56	5.31	1.92	0.79	0.17	0.08	0.00	0.00	100.00



**Figura 3.54: Rosa Annuale della Corrente**

## 3.9 BIODIVERSITÀ

### 3.9.1 Rete Natura 2000

La Rete Natura 2000 è il principale strumento della politica dell'Unione Europea per la conservazione della biodiversità. Si tratta di una rete ecologica diffusa su tutto il territorio dell'Unione, istituita ai sensi della Direttiva 92/43/CEE "Habitat" per garantire il mantenimento a lungo termine degli habitat naturali e delle specie di flora e fauna minacciati o rari a livello comunitario.

La rete Natura 2000 è costituita dai Siti di Interesse Comunitario (SIC), identificati dagli Stati Membri secondo quanto stabilito dalla Direttiva Habitat, che vengono successivamente designati quali Zone Speciali di Conservazione (ZSC), e comprende anche le Zone di Protezione Speciale (ZPS) istituite ai sensi della Direttiva 2009/147/CE "Uccelli" concernente la conservazione degli uccelli selvatici.

Le aree che compongono la rete Natura 2000 non sono riserve rigidamente protette dove le attività umane sono escluse; la Direttiva Habitat intende garantire la protezione della natura tenendo anche "conto delle esigenze economiche, sociali e culturali, nonché delle particolarità regionali e locali" (Art. 2).

La Rete Natura 2000 in Sardegna attualmente è formata da 31 siti di tipo "A" Zone di Protezione Speciale, 87 siti di tipo "B" Siti di Importanza Comunitaria (circa il 20 % della superficie regionale), 56 dei quali sono stati designati quali Zone Speciali di Conservazione con Decreto Ministeriale del 7 aprile 2017, e 6 siti di tipo "C" nei quali i SIC/ZSC coincidono completamente con le ZPS; con Decreto Ministeriale del 8 agosto 2019 sono state designate altre 23 Zone Speciali di Conservazione e altri 2 siti di tipo "C".

La figura seguente mostra le zone tutelate in riferimento all'area di progetto:

- ✓ Le aree più vicine alla zona di approdo ed alla Stazione Elettrica lato mare, sono la ZSC ITB040023 – *Stagno di Cagliari, Saline di Macchiareddu, Laguna di Santa Gilla* e ZPS ITB0044003 – *Stagno di Cagliari* rispettivamente a 3,8 km e 4,2 km circa di distanza; inoltre, dalla cartografia si evince che rispetto ai suddetti Siti si identificano delle zone in cui il tracciato del Cavidotto Terrestre si sviluppa lungo il confine esterno degli stessi, seguendo la viabilità stradale esistente, mentre interseca la zona nord della ZSC ITB040023, anche in questo caso su viabilità stradale esistente.
- ✓ Nell'entroterra in direzione ovest della zona di approdo, si trova la ZSC ITB041105 – *Foresta di Monte Arcosu* ad una distanza indicativa di 7,3 km dalla zona di approdo dei cavi sottomarini;
- ✓ Nel tratto costiero di fronte al parco eolico offshore si trovano diverse aree protette, tra cui il SIC ITB040020 – *Isola dei Cavoli, Serpentara, Punta Molentis e Campulongu* ad una distanza di circa 22 km, la ZPS ITB043028 – *Capo Carbonara e stagno di Notteri - Punta Molentisa* e la ZPS ITB043027 – *Isola dei Cavoli* a più di 30 km dal Parco Eolico, la ZSC ITB040021 – *Costa di Cagliari* ad una distanza di circa 24 km dai cavi sottomarini e a 37 km dagli aerogeneratori offshore;
- ✓ Infine, ad una distanza di circa 6 km dai cavi sottomarini si estende la ZSC mare ITB042216 – *Capo di Pula*.

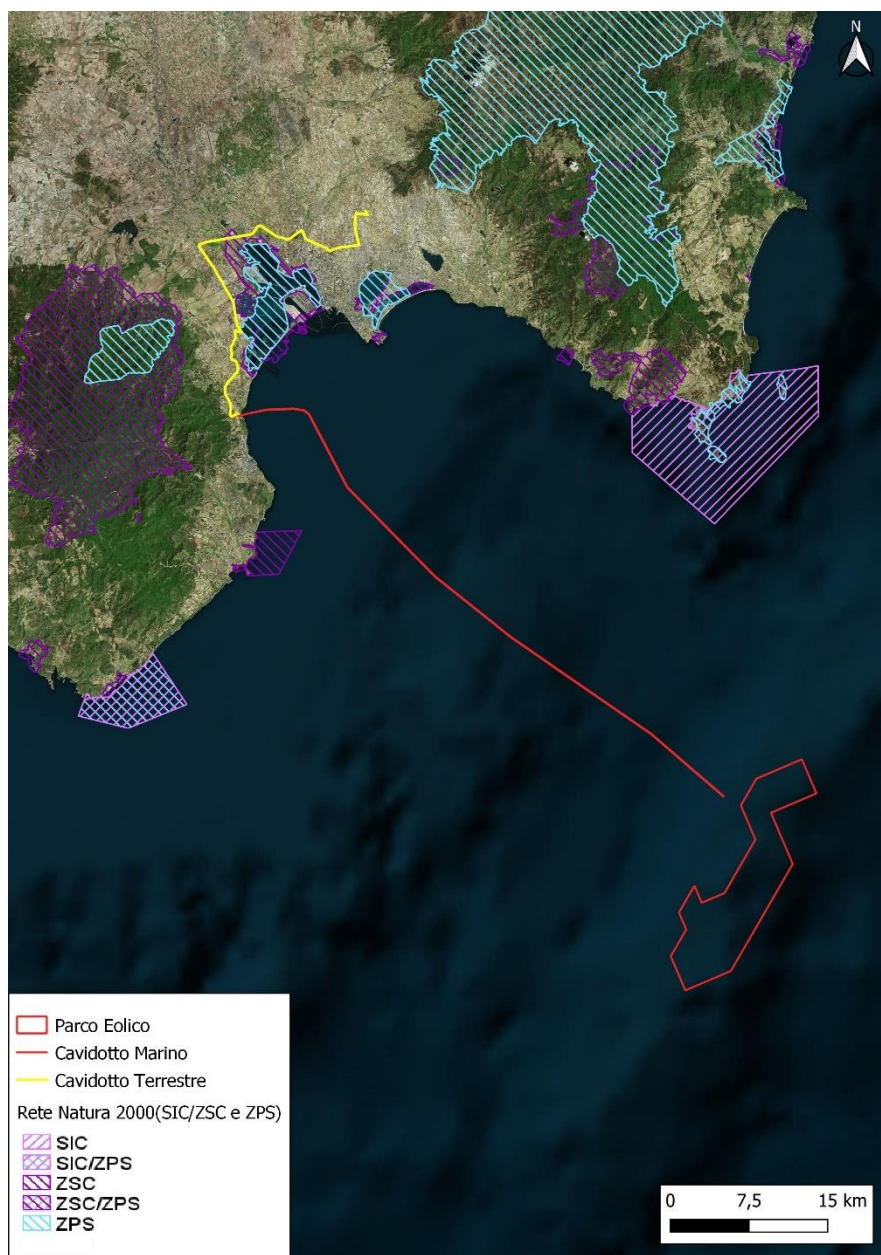


Figura 3.55: Ubicazione dei Siti Natura 2000 nell'area vasta di progetto. Fonte: Ministero dell'Ambiente

La figura seguente riporta con maggior dettaglio la zona di approdo.

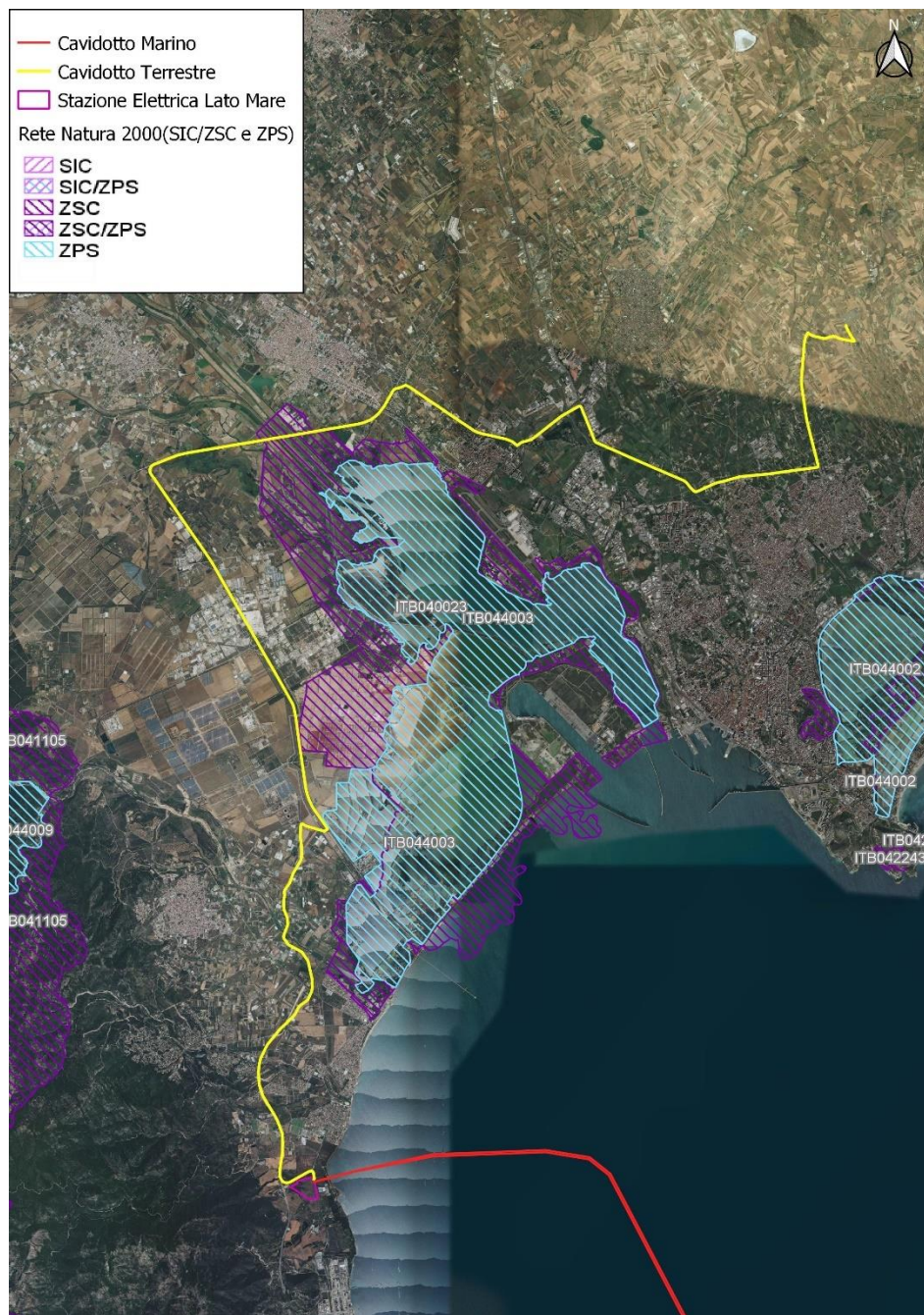


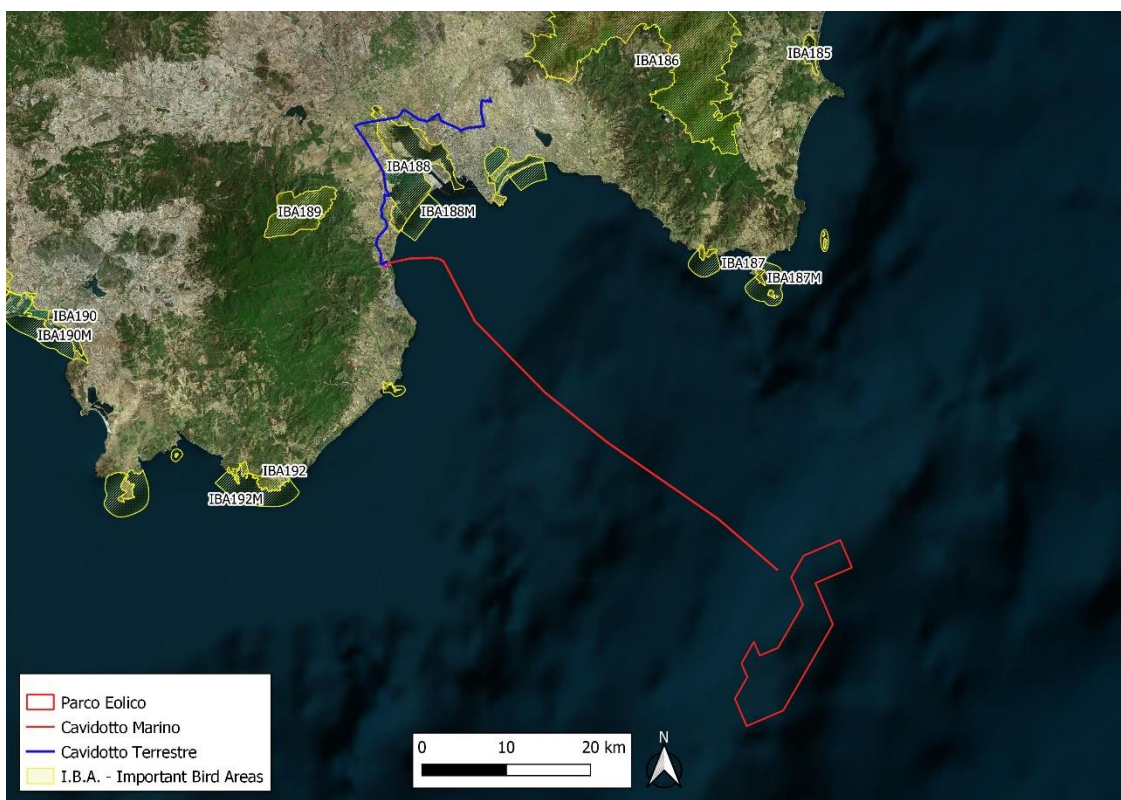
Figura 3.56: Ubicazione dei Siti Natura 2000 nei pressi dell'area di approdo dei cavi marini e lungo il tracciato del cavidotto terrestre.

Come si può evincere dalle immagini precedenti, il Cavidotto Terrestre attraversa la ZSC ITB040023 in corrispondenza dell'attraversamento stradale sul fiume Flumini Mannu.

### 3.9.2 Important Bird Areas

Nella figura di seguito riportata sono invece identificate le aree IBA (*Important Bird Areas*) ricadenti nella zona meridionale della Regione Sardegna.





**Figura 3.57: Aree IBA (Important Bird Areas) nel sud della Sardegna. Fonte: Geoportale Regione Sardegna**

Come mostrato nella tabella seguente le IBA più prossime all’area di intervento sono la IBA188 e la IBA188M, entrambe poste a notevole distanza dell’area del parco eolico..

Mentre l’area di approdo dei cavi marini si colloca a distanze superiori a 4 km da aree IBA, il tracciato del cavidotto interrato corre per un tratto di circa 3.5 km ad ovest dell’IBA188, lungo il confine esterno, attraversando la stessa nella zona nord, sempre in corrispondenza, come per la ZSC ITB040023, del ponte sul fiume Flumini Mannu.

Studi più approfonditi in una fase successiva del progetto potranno determinare meglio eventuali impatti delle opere previste con le specie di uccelli presenti.

**Tabella 3.13: Aree IBA. Fonte: Geoportale Regione Sardegna**

Id	Codice	Descrizione	Distanza dalla SE (km)
1	IBA 188	Stagni di Cagliari	4.0
2	IBA 188M	Stagni di Cagliari	4.2
3	IBA 189	Monte Arcosu	9.4

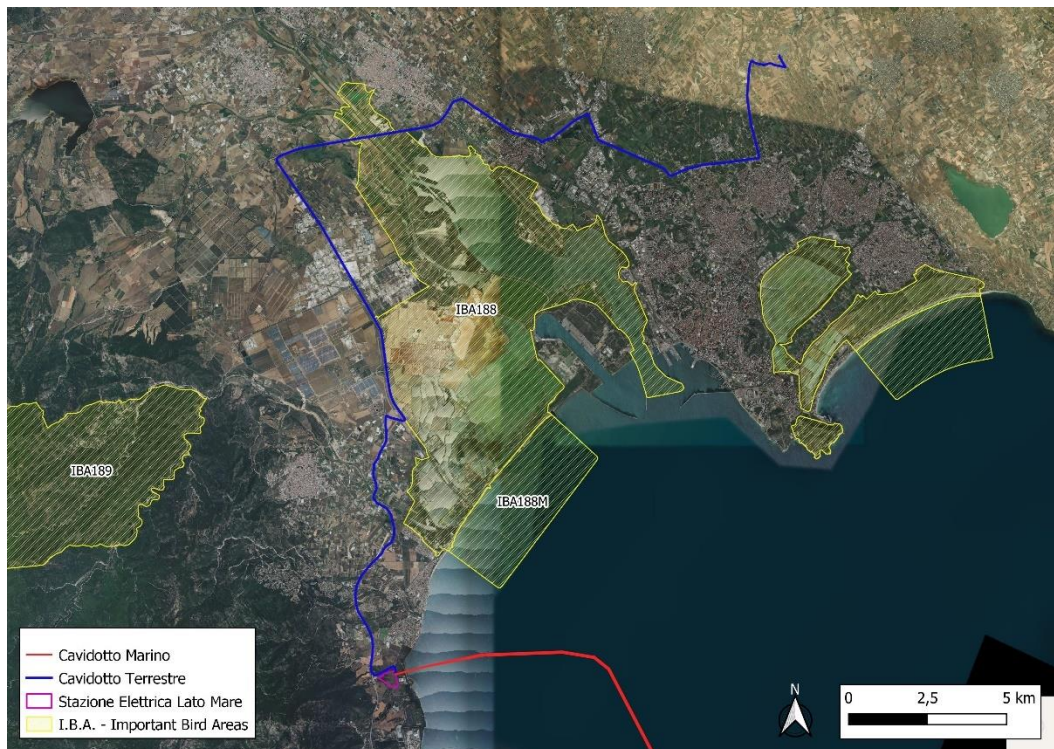


Figura 3.58: Inquadramento delle aree IBA rispetto all'area di approdo dei cavi marini e al tracciato del cavidotto terrestre

### 3.9.3 Aree Umide e zone RAMSAR

Per aree umide si intendono tutte le aree di palude, pantano, torbiera, distese di acqua, naturali ed artificiali, permanenti o temporanee con acqua ferma o corrente, dolce salata o salmastra includendo anche le acque marine la cui profondità durante la bassa marea non supera i sei metri (definizione da D.P.R. 448/76). Le zone umide sono tra gli ambienti più produttivi al mondo. Conservano la diversità biologica e forniscono l'acqua e la produttività primaria da cui innumerevoli specie di piante e animali dipendono per la loro sopravvivenza. Esse ospitano numerose specie di uccelli, mammiferi, rettili, anfibi, pesci e invertebrati.

Tra le zone umide censite in Sardegna figurano anche le zone Ramsar, individuate dalla Convenzione omonima che ha come obiettivo "la conservazione e l'utilizzo razionale di tutte le zone umide attraverso azioni locali e nazionali e la cooperazione internazionale, quale contributo al conseguimento dello sviluppo sostenibile in tutto il mondo".

Come mostrato nella seguente figura, l'area di intervento non ricade in aree RAMSAR.

Le due Zone RAMSAR più prossime all'area di progetto, denominate *Stagno di Cagliari* e *Stagno di Molentargius* distano dall'area SE Lato Mare rispettivamente 4.5 km e 15.0 km; non si presentano interferenze dirette rispetto al tracciato del cavidotto interrato.

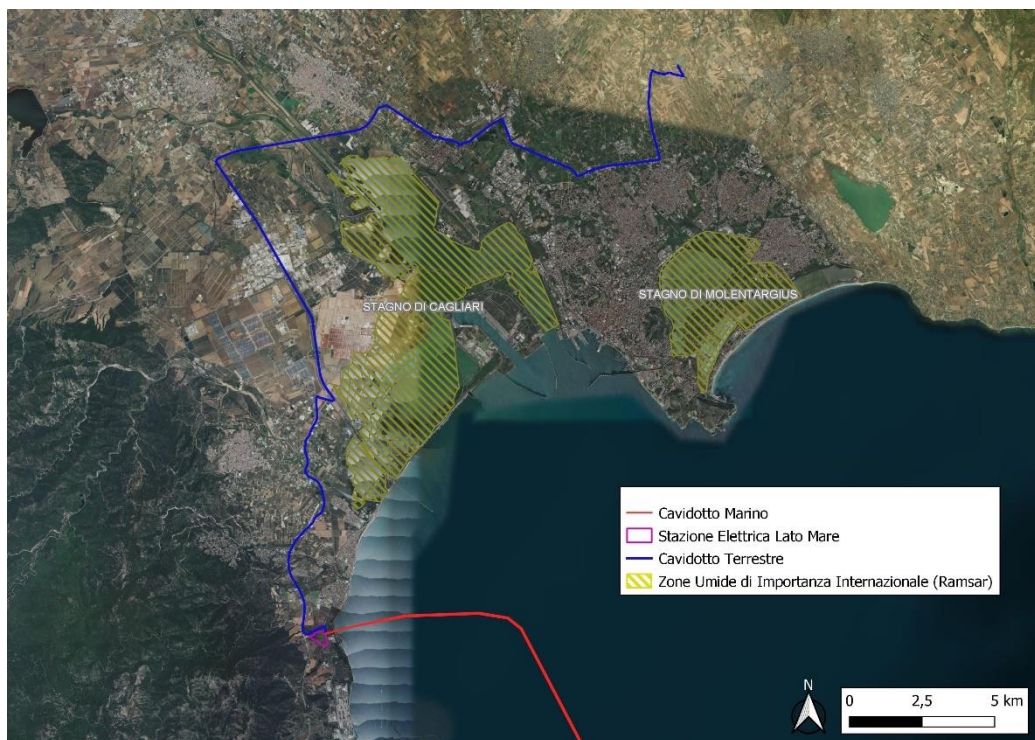


Figura 3.59: Inquadramento dell'area di intervento rispetto alle aree RAMSAR. Fonte: Geoportale Regione Sardegna

### 3.9.4 Aree Naturali Protette

Le Aree naturali protette della Sardegna comprendono 3 parchi nazionali (di cui uno non ancora vigente), 4 parchi naturali regionali, 6 aree marine protette, una trentina di monumenti naturali e 8 aree del Parco Geominerario, Storico e Ambientale della Sardegna.

A queste si aggiungono l'area del Parco Nazionale del Golfo di Orosei e del Gennargentu, non ancora operativo, e 3 oasi WWF che, pur non essendo vere e proprie aree naturali protette, assolvono comunque ad un ruolo simile. Inoltre, è prossima all'istituzione una sesta area marina protetta, quella di Capo Testa – Punta Falcone, poco distante dal Parco Nazionale di La Maddalena.

Nella tabella seguente sono riportati i parchi nazionali della Regione Sardegna:

Tabella 3.14: Parchi Nazionali della Regione Sardegna

Id	Codice	Descrizione	Area (ha)
1	EUAP0945	Parco Nazionale dell'Isola dell'Asinara	5.170
2	EUAP0018	Parco Nazionale dell'Arcipelago di La Maddalena	20.180 (5.134 superficie a terra + 15.046 superficie a mare)
3	EUAP0944	Area del Parco Nazionale del Golfo di Orosei e del Gennargentu	73.935



Figura 3.60: Inquadramento dell'area di intervento rispetto ai Parchi Nazionali. Fonte: Geoportale Regione Sardegna

Nella tabella seguente sono riportati i parchi naturali della Regione Sardegna:

Tabella 3.15: Parchi Naturali della Regione Sardegna

Id	Codice	Descrizione	Area (ha)
1	-	Parco Naturale Regionale di Tepilora	7.877
2	EUAP0833	Parco Naturale Regionale Molentargius - Saline	1.709
3	-	Parco Naturale Regionale di Porto Conte	5.350
4	-	Parco Naturale Regionale di Gutturu Mannu	22.000



Figura 3.61: Parchi regionali nell'area sud della Regione Sardegna. Fonte: Geoportale Regione Sardegna

Nella tabella seguente sono riportate le aree marine protette della Regione Sardegna:

Tabella 3.16: Aree Marine Protette della Regione Sardegna

Id	Codice	Descrizione	Area (ha)
1	-	Area Marina Protetta di Capo Testa - Punta Falcone	5.216
2	EUAP0953	Area Marina Protetta di Capo Carbonara	8.857
3	EUAP0951	Area Marina Protetta Penisola del Sinis - Isola di Mal di Ventre	26.703
4	EUAP0552	Area Marina Protetta Isola dell'Asinara	10.732
5	EUAP0952	Area Marina Protetta Tavolara - Punta Coda Cavallo	15.357
6	EUAP0554	Area Marina Protetta Capo Caccia - Isola Piana	2.631



Figura 3.62: Inquadramento delle Aree Marine Protette della Regione Sardegna. Fonte: Geoportale Regione Sardegna

Come rappresentato nella cartografia sopra riportata, non si presentano interferenze del progetto con Parchi Nazionali, Parchi Regionali e Aree Marine Protette, i quali si collocano a notevole distanza, nell'ordine di decine di km, dall'area di progetto.

Nella figura seguente si riporta l'inquadramento dell'area di intervento rispetto alla Zona di Protezione Ecologica del Mediterraneo nord-occidentale, del Mar Ligure e del Mar Tirreno istituita con Decreto Presidente della Repubblica del 27 Ottobre 2011 n.209. L'area del parco eolico, nonché parte del cavidotto, si collocano all'interno della ZPE, in zona marginale rispetto alla macroarea perimetrata.

L'art. 3 - *Misure di protezione dell'ambiente, degli ecosistemi marini e del patrimonio culturale subacqueo* del D.P.R n. 209/2011, riporta quanto segue:

1. *Nella zona di protezione ecologica delimitata ai sensi dell'articolo 2, si applicano le norme dell'ordinamento italiano, del diritto dell'Unione europea e delle Convenzioni internazionali in vigore, di cui l'Italia è parte contraente, in particolare, in materia di:*
  - a) *prevenzione e repressione di tutti i tipi di inquinamento marino da navi, comprese le piattaforme off-shore, l'inquinamento biologico conseguente a discarica di acque di zavorra, ove non consentito, l'inquinamento da incenerimento dei rifiuti, da attività di esplorazione, sfruttamento dei fondali marini e l'inquinamento di tipo atmosferico, anche nei confronti delle navi battenti bandiera straniera e delle persone di nazionalità straniera;*
  - b) *protezione della biodiversità e degli ecosistemi marini, in particolare con riferimento alla protezione dei mammiferi marini;*
  - c) *protezione del patrimonio culturale rinvenuto nei suoi fondali.*
2. *Le disposizioni di cui al presente articolo non si applicano alle navi indicate all'articolo 3, comma 3, della Convenzione internazionale per la prevenzione dell'inquinamento causato da navi (Convenzione MARPOL 73/78) ratificata dalla legge 29 settembre 1980, n. 662, e successive modificazioni, emendata con il protocollo adottato a Londra il 17 febbraio 1978, reso esecutivo dalla legge 4 giugno 1982, n. 438.*

..omissis..

L'art. 5 – *Modalità operative* riporta quanto segue:

1. *Le modalità operative del regime da applicarsi nella zona di protezione ecologica individuata ai sensi dell'articolo 2 sono definite, caso per caso, con decreto del Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare sentite le altre amministrazioni interessate.*

..omissis..

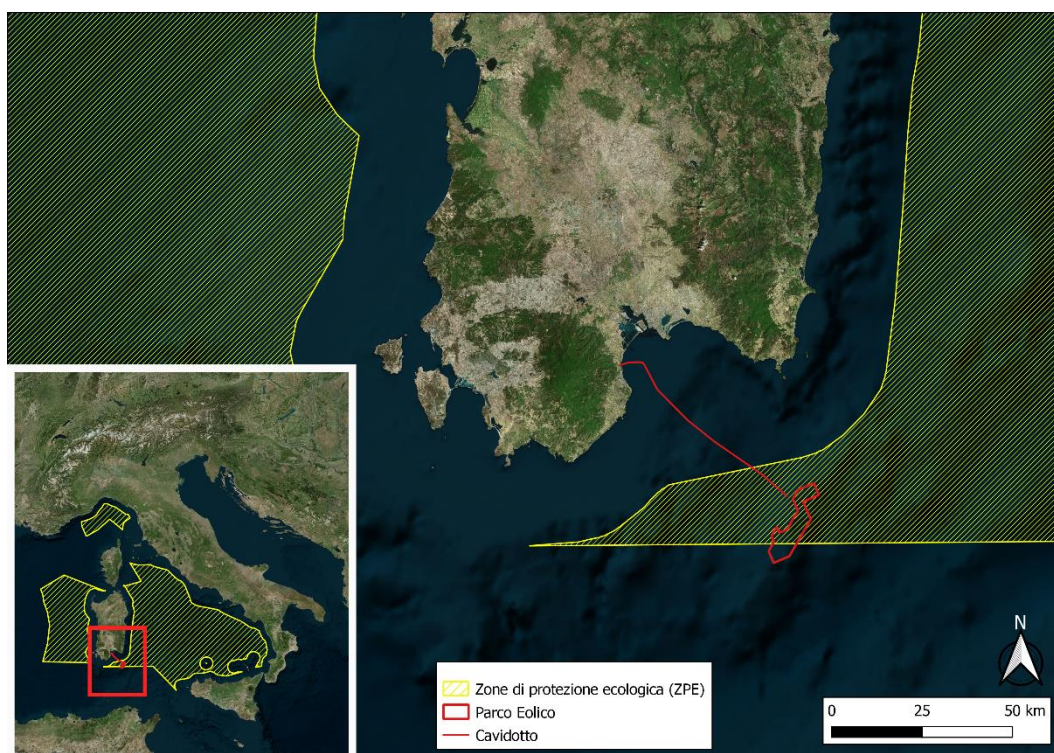


Figura 3.63: Zone di Protezione Ecologica. Fonte: Ministero dell'Ambiente

### 3.9.5 Carta della Natura Regione Sardegna

Ad ottobre 2005 ISPRA e Regione Sardegna, grazie all'avvio di una convenzione, hanno realizzato la Carta della Natura alla scala 1:50.000 sull'intero territorio regionale. I lavori sono stati affidati dalla Regione Sardegna e all'Università degli Studi di Sassari, coordinati da ISPRA.

Nel 2010 è stata completata la cartografia degli habitat per il territorio regionale e la relativa valutazione ecologico-ambientale degli habitat cartografati.

I risultati dei lavori condotti in Sardegna per la realizzazione di Carta della Natura sono stati pubblicati nel rapporto tecnico "Il sistema Carta della Natura della Sardegna", redatto da ISPRA.

In termini generali l'area di approdo dei cavi sottomarini e della Stazione Elettrica Lato Mare si trovano, in termini geoambientali, sono ubicati all'interno di un contesto di depositi quaternari, costituito dai sedimenti alluvionali, colluviali ed eolici del Pleistocene e Olocene. Si tratta di ghiaie, sabbie, limi, argille, conglomerati, arenarie e travertini.

Da un lato, infatti, i depositi quaternari costituiscono il substrato per habitat costieri di alto pregio naturale come quelli delle spiagge, delle dune, delle grandi lagune e degli stagni costieri, così come quelli delle fasce fluviali e ripariali, dall'altro costituiscono fertili pianure con risorse idriche sufficienti a garantire estese produzioni agricole ed ortofrutticole. Questo Settore è il più urbanizzato della Sardegna: in esso sorgono le principali città dell'Isola, con le relative aree industriali e/o portuali, ma anche la maggior parte dei centri e delle infrastrutture turistiche.

In tale contesto, analizzando in modo puntuale la localizzazione della zona di approdo e della Stazione Elettrica Lato Mare, considerato che il tracciato del cavidotto terrestre corre lungo la viabilità stradale esistente, secondo la Carta della Natura della Sardegna, la classificazione di Sensibilità Ecologica risulta "molto bassa" ed il valore ecologico catalogato come "basso" (vedi immagini di seguito riportate).

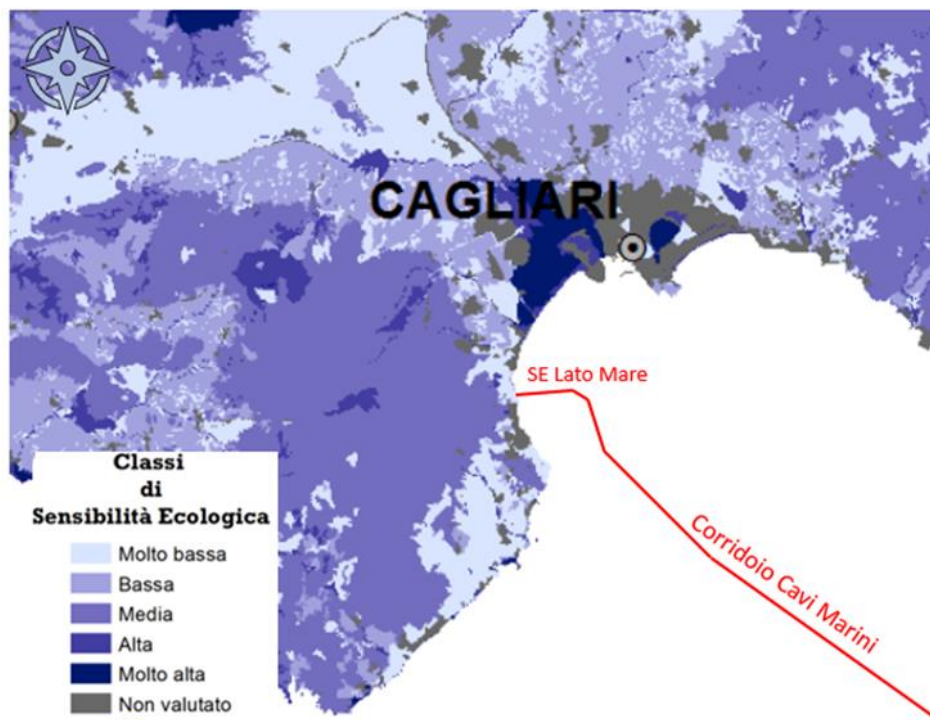


Figura 3.64: Classi di sensibilità Ecologica. Fonte: ISPRA



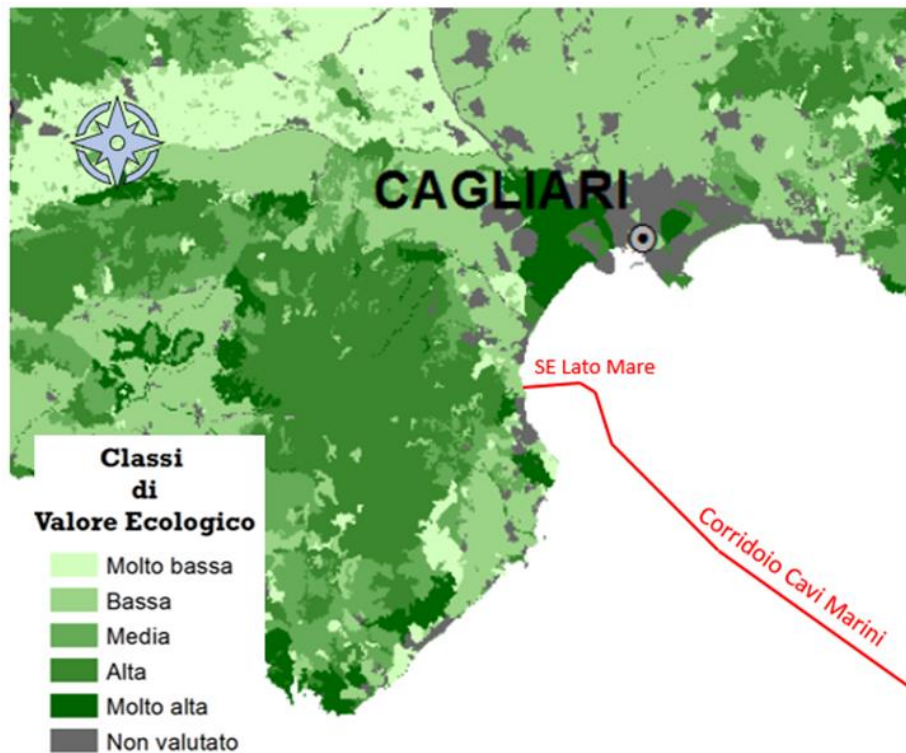


Figura 3.65: Classi di Valore Ecologico. Fonte: ISPRA

### 3.9.6 Habitat Marini

L'area del parco eolico offshore Nora Energia 2 è ubicata in corrispondenza dell'Ichnusa Seamount, come definito dal documento Atlas of the Mediterranean seamounts and seamount-like structures (Fonte: <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/2015-043-chp.3.pdf>).

In termini generali, e dal punto di vista della sensibilità ambientale ed ecologica, si rileva che i seamounts sono generalmente considerati hotspot di biodiversità e nella fase successiva di progetto potranno essere previste opportune survey (ad esempio geofisici e ROV) per reperire gli elementi utili ad una progettazione volta ad evitare o minimizzare le eventuali interferenze con le biocenosi sensibili, laddove presenti.

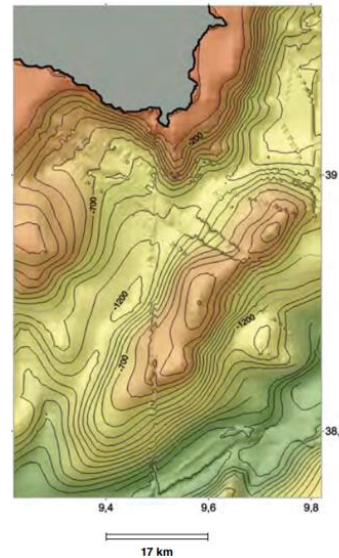
Occorre tuttavia considerare che l'eventuale istituzione di un'area di sicurezza attorno al parco eolico o l'adozione di misure di limitazione delle attività antropiche potenzialmente impattanti (es: attività di pesca) possono contribuire alla tutela delle specie marine presenti.

L'Ichnusa Seamount è una struttura allungata orientata NNE-SSW, lunga 100 km, costituita da rocce metamorfiche varisiche di basso e alto grado o da fondali più antichi, intrusi da granitoidi tardo ercinici (circa 300 Ma), paragonabili al basamento sardo (Colantoni et al., 1981) e localmente ricoperti da calcari evaporitici (Wezel et al., 1977). Si trova nel Canale di Sardegna, tra le isole della Sardegna e della Sicilia, e deve il suo nome all'antica versione greca del nome Sardegna.

La vita dentro e intorno al Seamount

I risultati preliminari della ricerca sul campo condotta nel Mar Tirreno nei mesi di luglio e agosto 2013 nell'ambito del progetto PROMETEOS hanno mostrato la presenza della stenella striata (*Stenella coeruleoalba*) e del tonno rosso (*Thunnus thynnus*) in prossimità del monte Ichnusa (Fiori et al., 2015). La presenza della balenottera comune (*Balaenoptera physalus*) in prossimità dell'Ichnusa Seamount è stata verificata anche durante un campionamento visivo e acustico effettuato dalla Marina Militare Italiana nel 1995 (Nascetti e Notarbartolo di Sciara, 1996).

Nella letteratura scientifica non sono state trovate informazioni sulle comunità bentoniche dell'Ichnusa Seamount.



Al fine di fornire un inquadramento della presenza di specie marine vegetali di interesse conservazionistico presenti nell'area di progetto vengono quindi riportati di seguito i dati resi disponibili nell'ambito del Progetto EMODnet (*European Marine Observation and Data Network*).

La consultazione della banca dati ha consentito di individuare nell'area vasta la presenza di due specie, *Posidonia oceanica* e *Cymodocea nodosa*, fanerogame endemiche del Mar Mediterraneo che trovano l'habitat ottimale su fondali mobili, come fango e sabbia, ma sono presenti anche su fondali rocciosi.

*Posidonia oceanica* (L.) Delile è una pianta marina presente lungo molte aree costiere italiane e può formare vere e proprie praterie su fondali sabbiosi dalla superficie fino ai 40 m di profondità in acque limpide.

Le praterie hanno una notevole importanza ecologica e costituiscono un complesso ecosistema in termini di ricchezza e di interazioni biotiche (es. area di pascolo, di riparo e di riproduzione per molte specie) e di difesa naturale delle coste dall'erosione. La presenza di *Posidonia* è considerata un buon indicatore della qualità delle acque marino-costiere per la sensibilità alle alterazioni delle condizioni ambientali. È una specie protetta ai sensi della Direttiva Habitat 92/43 CEE (habitat prioritario 1120) ed inserita nell'allegato II del Protocollo SPA/BIO della Convenzione di Barcellona e nell'allegato I della Convenzione di Berna.

*Cymodocea nodosa*, specie inserita nell'allegato II del Protocollo SPA/BIO della Convenzione di Barcellona e nell'allegato I della Convenzione di Berna, predilige sabbie fini ben calibrate e sabbie fangose superficiali di ambiente calmo anche arricchite da materiale organico e rocce coperte da sedimenti. È una specie pioniera e può inserirsi nella serie evolutiva dei Posidonieti.

Le figure seguenti mostrano la distribuzione nota di *Posidonia Oceanica* rispetto all'intera area di progetto ed in dettaglio nell'area di approdo. Come si può evincere dalle elaborazioni grafiche proposte tale habitat potrà essere interessato dal cavidotto sottomarino.

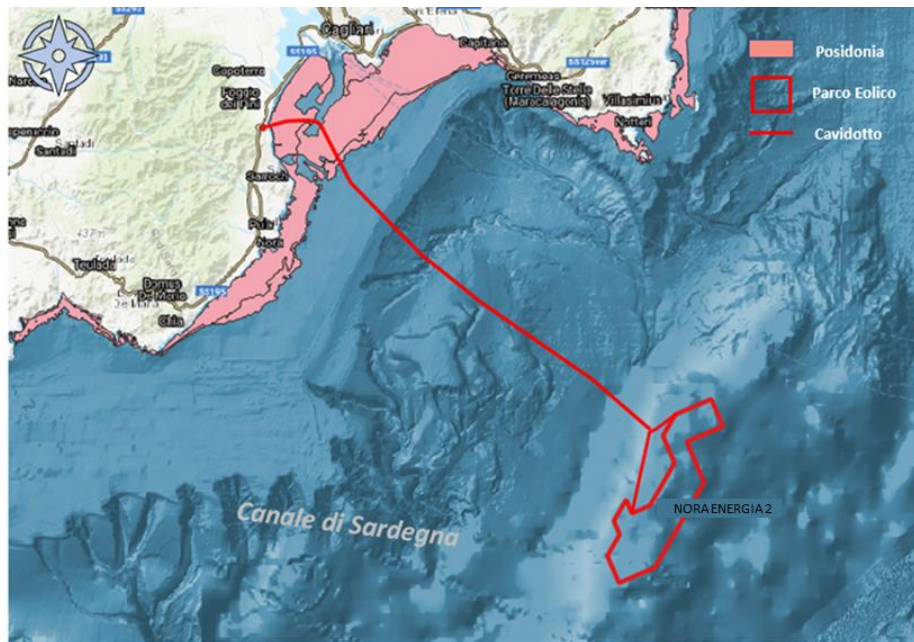


Figura 3.66: Ubicazione degli habitat marini rispetto alle opere di progetto. Fonte: EMODnet

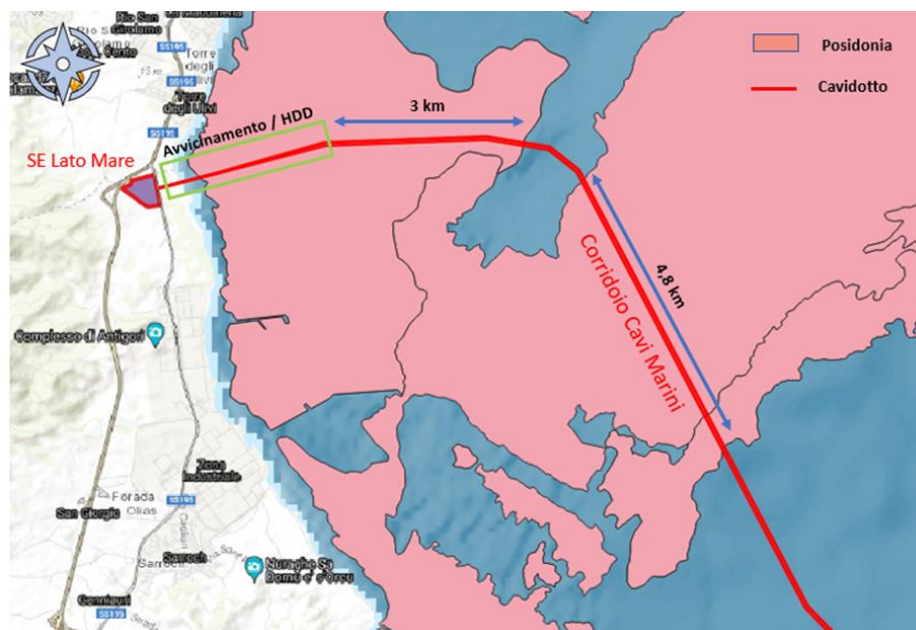


Figura 3.67: Attraversamento dei cavi sottomarini all'interno delle praterie di Posidonia

Come si può evincere dalle elaborazioni grafiche proposte tale habitat verrà attraversato dal cavidotto sottomarino per circa 4,8 km nel primo tratto e circa 3,5 km nell'ultimo tratto per poi avvicinarsi all'area di approdo attraverso l'HDD. La tecnica HDD minimizza gli impatti nel tratto di corridoio sottomarino più vicino alla costa.

Nella figura seguente vengono invece rappresentati i punti di presenza di *Cymodocea nodosa* nell'area vasta di interesse; non si registrano siti di presenza della specie nell'area di progetto.



Figura 3.68: Punti di presenza di *Cymodocea nodosa*. Fonte: EMODnet

### 3.9.7 Fauna Marina

La cetofauna del Mar Mediterraneo può essere considerata come un sottoinsieme di quella nordatlantica. Delle 86 specie conosciute di cetacei, 19 sono state osservate in Mediterraneo. Di queste 19 specie, 8 possono essere considerate come regolari, 4 occasionali e 7 accidentali. Le specie regolari sono definite tali in quanto svolgono tutte le loro funzioni vitali in Mediterraneo. Esse vivono, si riproducono e si alimentano nei nostri mari, a differenza di quelle occasionali che generalmente non si riproducono in questo mare, ma vi possono stanziare per alcuni periodi. Infine, sono definite accidentali le specie che entrano accidentalmente in Mediterraneo poiché questo mare non è tra i loro habitat. Le 8 specie di cetacei (di cui una di Mysticeti e sette di Odontoceti) che vivono regolarmente nel Mar Mediterraneo sono: la balenottera comune (*Balaenoptera physalus*), il capodoglio (*Physeter macrocephalus*), lo zifio (*Ziphius cavirostris*), il globicefalo (*Globicephala melas*), il grampo (*Grampus griseus*), il tursiopo (*Tursiops truncatus*), la stenella striata (*Stenella coeruleoalba*) e il delfino comune (*Delphinus delphis*).

In base alle loro preferenze di habitat, esse sono suddivise in tre gruppi principali:

- ✓ pelagiche (si incontrano a profondità superiore a 2000 m) - la balenottera comune, lo zifio, il globicefalo e la stenella striata;
- ✓ di scarpata profonda (si incontrano a una profondità compresa tra 1000 e 1500 m) – il capodoglio e il grampo;
- ✓ costiere (si incontrano a profondità inferiore a 500 m) – il tursiopo e il delfino comune.

Ulteriore gruppo di notevole importanza biologica è rappresentato dalle tartarughe marine.

Delle sette specie di tartarughe marine ancora oggi esistenti solo due utilizzano stabilmente il Mediterraneo ed hanno evoluto popolazioni locali, la tartaruga comune, *Caretta caretta* (Linnaeus, 1758) e la tartaruga verde, *Chelonia mydas* (Linnaeus, 1758). Una terza specie, la *Dermochelys coriacea* (Vandelli, 1761) viene sporadicamente avvistata nelle acque di questo bacino che sfrutta, presumibilmente, a scopo alimentare. Esistono infine rare segnalazioni di esemplari di tartaruga embricata, *Eretmochelys imbricata* (Linnaeus, 1766), e di tartaruga di kemp, *Lepidochelys kempii* (Garman, 1880), ma, data la limitatissima casistica e le difficoltà legate ad un'identificazione certa di queste specie, la loro presenza nel Mediterraneo è da ritenersi del tutto accidentale.

*Caretta caretta* è la tartaruga marina più abbondante e con la più ampia ripartizione nel mar Mediterraneo, con popolazioni sia di origine atlantica sia mediterranea.

Relazione Generale

Le principali aree di nidificazione sono in Grecia, Cipro, Turchia e Libia, ed in minore entità in Siria, Libano, Israele, Egitto, Tunisia. In Italia i siti di deposizione sono principalmente situati lungo le coste meridionali continentali e nelle isole, sebbene negli ultimi anni si sia verificato un graduale ampliamento dell'areale anche in regioni più centrali quali la Campania e la Toscana. Ad oggi, l'area di nidificazione più significativa in termini di regolarità di deposizione e abbondanza di nidi in Italia risulta la costa meridionale della Calabria.

Al fine di fornire un inquadramento generale riguardante la distribuzione di presenza di mammiferi marini e tartarughe marine nell'area vasta oggetto di studio, nelle mappe seguenti si riportano i dati delle osservazioni disponibili nella banca dati EUROBIS estratti da EMODnet (*The European Marine Observation and Data Network*).

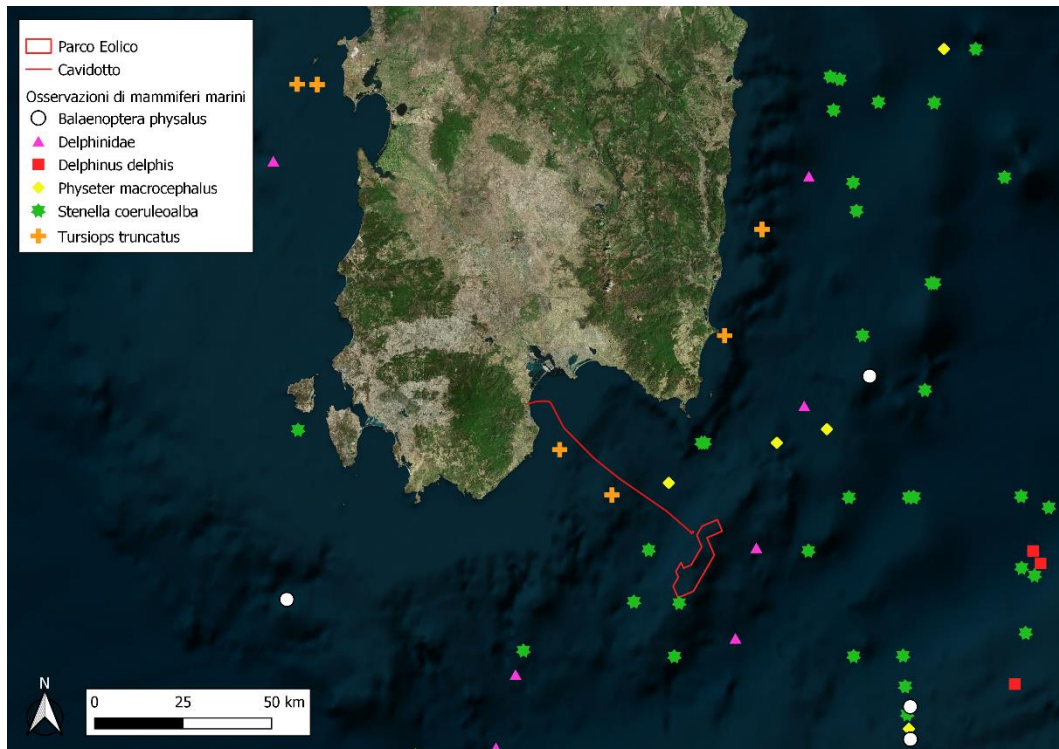


Figura 3.69: Osservazioni di mammiferi marini disponibili nella banca dati EUROBIS.  
(Fonte: EMODnet)

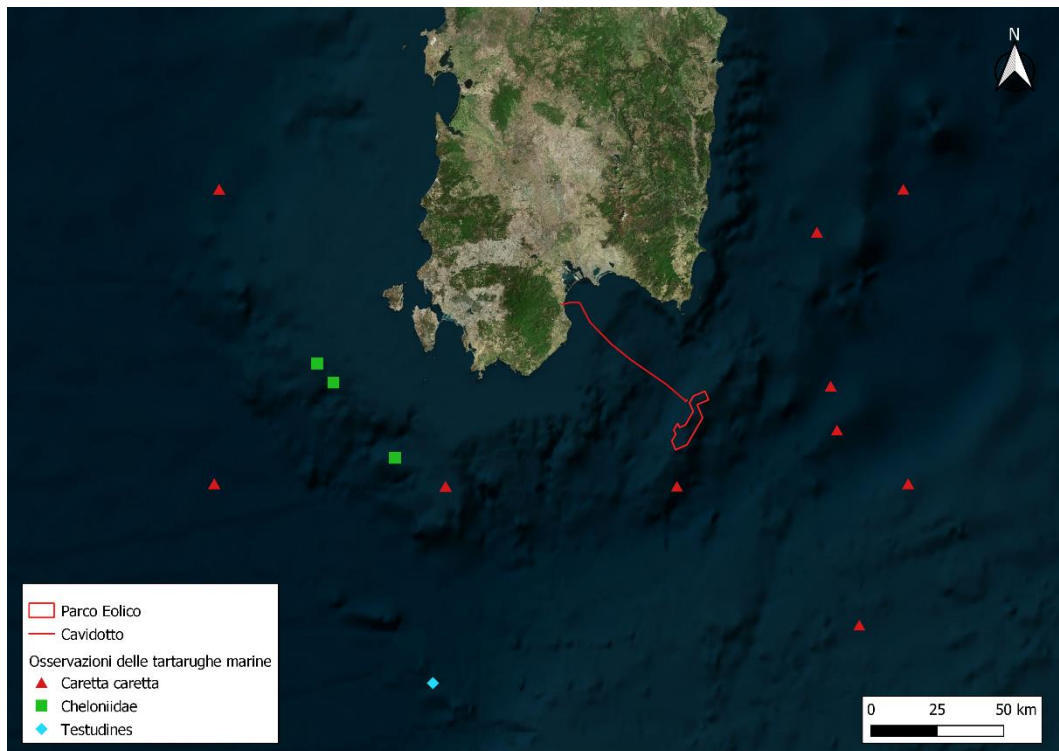


Figura 3.70: Osservazioni di tartarughe marine disponibili nella banca dati EUROBIS.  
(Fonte: EMODnet)

Nelle fasi successive del progetto, studi di dettaglio consentiranno di approfondire lo stato della componente faunistica trattata.

### 3.9.8 Avifauna

Il Mediterraneo è un'area essenziale per gli uccelli migratori e svernanti. Ogni anno individui, appartenenti a diversi gruppi (uccelli acquatici, rapaci, passeriformi, ecc.) attraversano l'Italia.

I grandi veleggiatori come le cicogne e i rapaci si concentrano in alcuni siti (i cosiddetti colli di bottiglia o *bottle-neck*). Gli stretti di Gibilterra e del Bosforo sono i principali *bottle neck* nella regione paleartica, ma importanti *bottle-neck* sono stati individuati nel Mediterraneo centrale ossia Capo Bon (Tunisia) e lo stretto di Messina.

Una delle principali potenziali problematiche degli impianti eolici è legata all'impatto diretto nella fase di esercizio delle pale degli aerogeneratori che possono provocare collisioni con gli uccelli.

La Sardegna, assieme alla Corsica, rappresenta una via migratoria, chiamata "Ponte Sardo-Corso", di attraversamento del Tirreno per gli esemplari di molte specie in transito tra Europa centro-settentrionale e Africa che prediligono effettuare voli migratori lungo le coste e la terraferma piuttosto che in pieno mare.

La direttrice migratoria che interessa la Sardegna ha un orientamento prevalentemente N-S, con esemplari che sorvolano l'intera isola, pur concentrandosi maggiormente lungo la costa orientale e quella occidentale, che sorvolano in maniera parallela. La costa settentrionale e quella meridionale sono, invece, attraversate perpendicolarmente. Secondo i dati disponibili in letteratura, l'area oggetto di studio ricade in una ampia fascia caratterizzata da flussi migratori periodici ma che, ad una prima analisi ed in corrispondenza del parco eolico offshore, sembrano meno intensi rispetto ad altre aree litorali dell'isola.

Nelle fasi successive del progetto, studi di dettaglio consentiranno di approfondire lo stato della componente faunistica trattata.

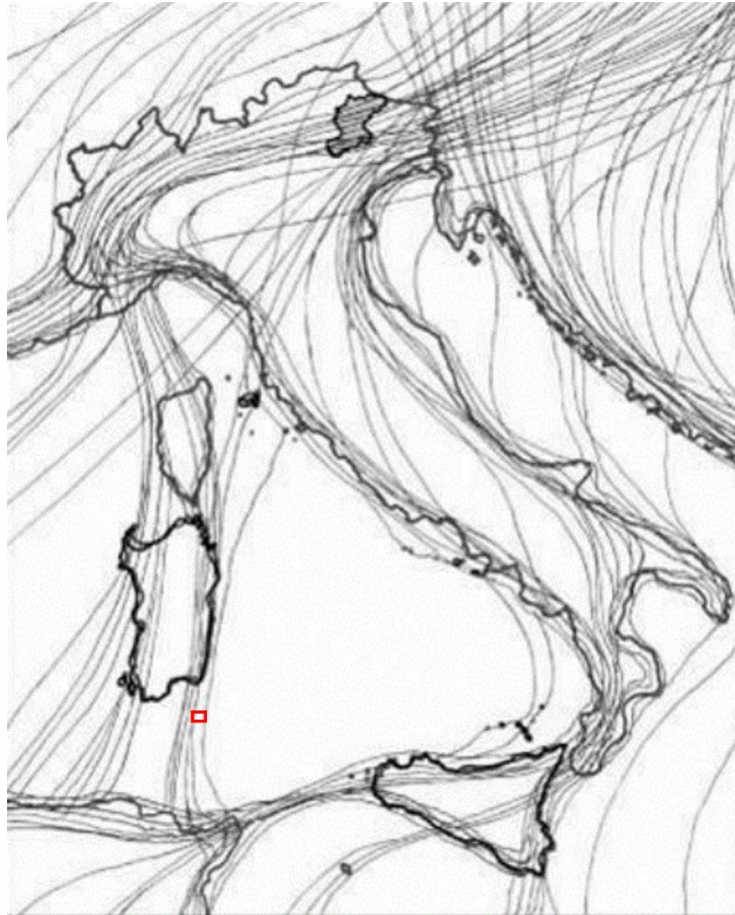


Figura 3.71: Rappresentazione schematica e semplificata delle principali rotte migratorie che interessano l'Italia

### 3.9.9 Oasi Permanenti di Protezione Faunistica e di Cattura

Le Oasi permanenti di protezione faunistica e di cattura sono finalizzate al mantenimento ed alla sistemazione degli habitat ricompresi anche nelle zone di migrazione dell'avifauna; nelle oasi è vietata l'attività venatoria.

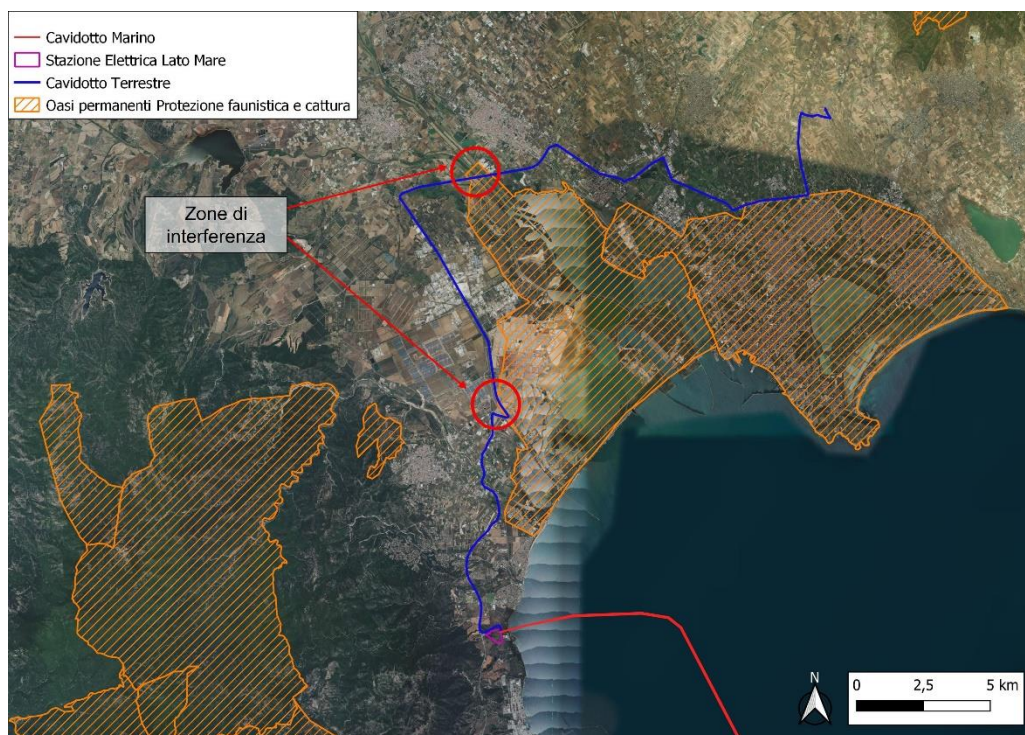
La figura seguente mostra i perimetri relativi alle *Oasi permanenti di protezione faunistica e di cattura* istituite ai sensi della Legge Regionale n° 23 del 29 luglio 1998.

L'area di intervento, con specifico riferimento al tracciato del cavidotto terrestre interrato, intercetta l'Oasi *Santa Gilla* (Cod. OASI\_CA12) lungo il confine Ovest per un tratto di circa 750 m e nella zona Nord per un tratto di circa 850 m, quest'ultimo tratto in corrispondenza del ponte sul fiume Flumini Mannu.

L'art.4 - *Oasi permanenti di protezione - Attuazione delle direttive CEE* della L.R. 23/1998 riporta quanto segue:

1. *In attuazione delle Direttive CEE e delle Convenzioni internazionali di cui al precedente articolo 2, la Regione istituisce oasi permanenti di protezione faunistica e di cattura, finalizzate al mantenimento ed alla sistemazione degli habitat ricompresi anche nelle zone di migrazione dell'avifauna, e procede alla realizzazione degli interventi di ripristino dei biotopi distrutti o alla creazione di nuovi biotopi.*
2. *Tutte le isole di pertinenza della Regione autonoma della Sardegna, ad eccezione di La Maddalena, Caprera, San Pietro e Sant'Antioco, sono dichiarate oasi permanenti di protezione faunistica e di cattura.*
3. *Gli interventi e le opere previsti e da realizzare nell'ambito della pianificazione urbanistico-territoriale e di sviluppo economico, comprese le opere infrastrutturali a rete, devono tenere conto delle esigenze connesse alla conservazione delle zone istituite in oasi permanenti di protezione faunistica e di cattura e di quelle individuate come zone a protezione speciale (ZPS) in attuazione della direttiva 92/43 CEE. Gli stessi*

*interventi devono essere sottoposti a preventiva valutazione della loro compatibilità con le finalità di cui al precedente comma 1.*



**Figura 3.72: Oasi permanenti di protezione faunistica e di cattura nella zona Sud della Regione Sardegna**

### 3.10 ELEMENTI DI POTENZIALE INTERESSE ARCHEOLOGICO

Allo scopo di favorire il riconoscimento e censimento dei paesaggi storici nei differenti contesti regionali individuati nel Piano Paesistico Regionale (cfr. par. 3.17), parallelamente alla creazione del repertorio regionale dei beni culturali, ambientali e paesaggistici che definiscono le identità del territorio regionale, il Piano ha proceduto ad individuare i sistemi storico culturali che rappresentano le relazioni sussistenti tra insediamenti e percorsi storici, archeologie, architetture ed altre componenti di paesaggio con forti valenze unitarie e rilevanti connessioni di significati ambientali e culturali.

La Regione Sardegna assume come unità territoriali culturali le singole Regioni Storiche, viste come parti del territorio nelle quali è rilevabile e ricostruibile, in termini storici, antropologici, archeologici, sociologici, linguistici e di paesaggio, una continuità ed un'omogeneità che delimita tali aree entro confini geograficamente circoscritti sia in termini di geografia fisica che umana, ai quali la popolazione conferisce un deciso valore identitario.

L'individuazione delle regioni storiche è avvenuta tramite l'adozione di alcuni indispensabili parametri di riferimento: il parametro geomorfologico, con la perimetrazione di aree e paesaggi omogenei; il parametro politico-amministrativo, con l'analisi delle trasformazioni storiche che hanno interessato il territorio dell'Isola, ad iniziare dai probabili "distretti" nuragici, passando per le suddivisioni territoriali amministrative puniche e romane, le circoscrizioni medievali ("curatorie"), il sistema di feudi dalla conquista aragonese al XIX secolo, sino alle province amministrative prima del Regno d'Italia e poi della Repubblica; il parametro culturale, infine, con l'identificazione degli specifici beni immateriali, quali le parlate e i dialetti, le tradizioni artigianali ed enogastronomiche, le feste e le processioni, che costituiscono l'elemento di aggregazione antropologica delle singole comunità.

Per necessità di analisi e di sistematicità si è quindi dovuto procedere ad una definizione, il più possibile puntuale, delle regioni storiche della Sardegna, sulla base sia di studi geografici e storici, sia dell'uso ancor oggi vivo e abituale che se ne fa nell'Isola. Pertanto, tra gli allegati al PPR sono state prodotte le schede illustrative di alcuni sistemi storico culturali, che rappresentano le relazioni sussistenti tra insediamenti e percorsi storici, archeologie,



architetture ed altre componenti di paesaggio con forti valenze unitarie e rilevanti connessioni di significati ambientali e culturali.

L'area delle opere onshore ricade nelle seguenti Regioni Storiche descritte dalle schede del PPR (Figura 3.73):

“Caputerra”, che comprende i Comuni di Capoterra, Sarroch, Assemini, Villa San Pietro, Pula, Domus de Maria. Si tratta di un territorio compreso tra il Sulcis e il Campidano cagliaritano, delimitato a Nord dal margine della pianura, ad oriente dal mar Mediterraneo e ad occidente dalla dorsale principale dei monti Sulcitani;

La regione antropizzata sin da epoca preistorica e protostorica (con un episodio di frequentazione micenea presso il nuraghe s'Antigori di Sarroch), conobbe un momento di grande splendore in epoca punica e romana con la fondazione della città di Nora, presso Pula, di cui residuano ampie vestigia. Monumenti di epoca medioevale sussistono a Capoterra, Villa San Pietro e Pula;

Gli elementi caratterizzanti la Regione Storica di “Caputerra” sono i seguenti, tutti esterni all'area di intervento:

- Area archeologica di Nora,
- Centro Medievale di Pula,
- Bonifiche di Pula,
- Area industriale di Sarroch,
- I complessi storici della Regione sono i seguenti:
- Complesso del territorium di Nora (in cui ricade il tratto di cavidotto compreso tra la costa e la Stazione Elettrica).
- Complesso delle bonifiche di Pula.

“Campidano di Cagliari”, che comprende i Comuni di Cagliari, Maracalagonis, Quartu Sant'Elena, Quartucciu, Monserrato, Selargius, Settimo San Pietro, Soleminis, Elmas, Sinnai. L'area del Campidano di Cagliari è costituita dall'entroterra dell'ampio Golfo degli Angeli, limite meridionale della grande pianura campidanese;

Le vicende storiche della regione hanno lasciato tracce costituite da numerosi siti archeologici ubicati all'interno della città punico-romano-medievale di Karales e nelle zone limitrofe. Notevoli anche i monumenti architettonici dal paleocristiano al tardobarocco quali la basilica di San Saturno, le chiese romaniche, tardogotiche e la cattedrale di Santa Maria;

Gli elementi caratterizzanti la Regione Storica sono i seguenti, tutti esterni all'area di intervento:

- Aree lagunari Saline,
- Centri abitati di epoca medievale,
- Colli della città di Cagliari,
- Porto.
- I complessi storici della Regione sono i seguenti, tutti esterni all'area di intervento:
- Complesso dei centri medievali di Cagliari, Quartu Sant'Elena, Quartucciu, Monserrato, Selargius,
- Complesso dei centri medievali di Settimo San Pietro, Sinnai, Maracalagonis,
- Complesso Kalaritanos Kòlpos (Golfo degli Angeli),
- Complesso dei colli di Cagliari.

“Campidano”, la quale non presenta alcuna scheda descrittiva all'interno del PPR. In ogni caso, come indicato nel seguito, il cavidotto in oggetto non interferisce con elementi di interesse archeologico.

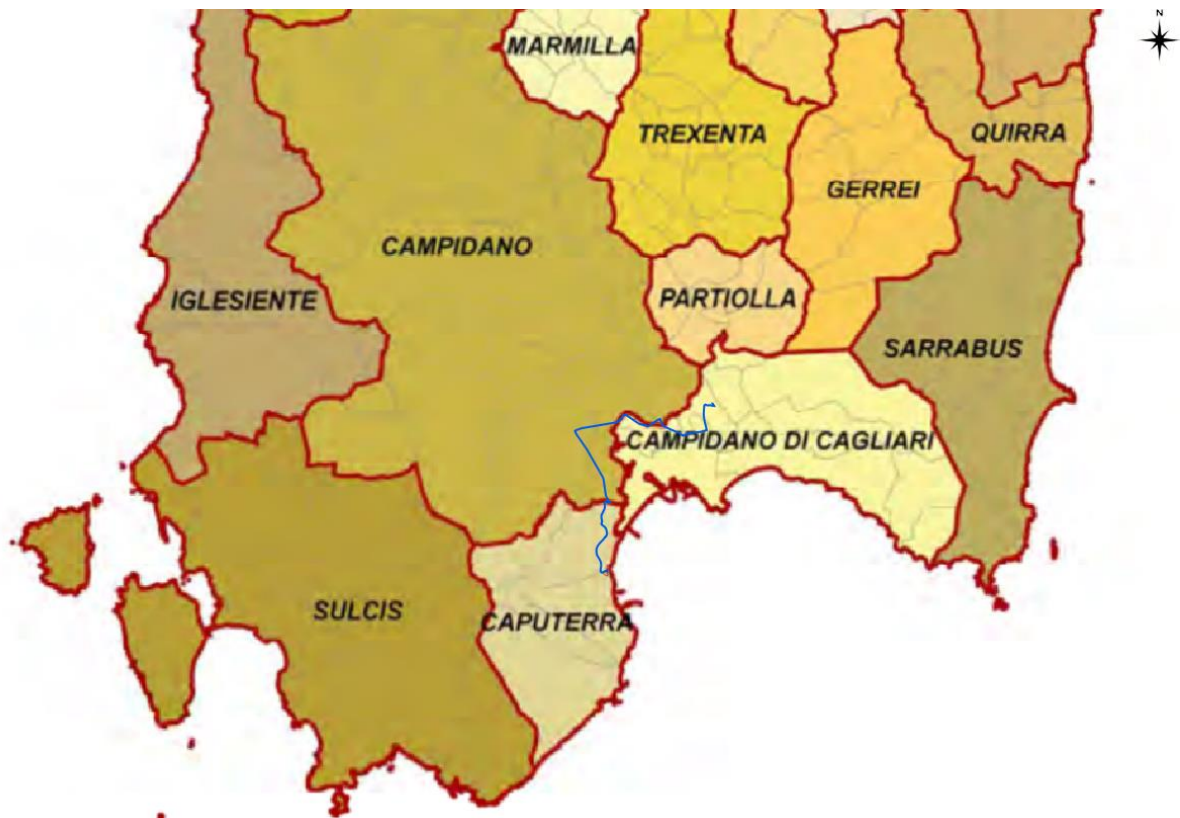


Figura 3.73: Le regioni storiche della Sardegna. Fonte: PPR Sardegna, modificato. In blu il percorso del cavidotto terrestre

### 3.11 VINCOLI DERIVANTI DALLE ATTIVITÀ ECONOMICHE DELLA PESCA

Grazie al sistema AIS l'attività di pesca nell'area di progetto può essere caratterizzata accedendo ai dati pubblicati da EMODNET Human Activities: <https://www.emodnet-humanactivities.eu/view-data.php>. I dati relativi alle attività di pesca per il 2019 (anno precedente alla pandemia COVID19) sono presentati nella figura di seguito riportata.

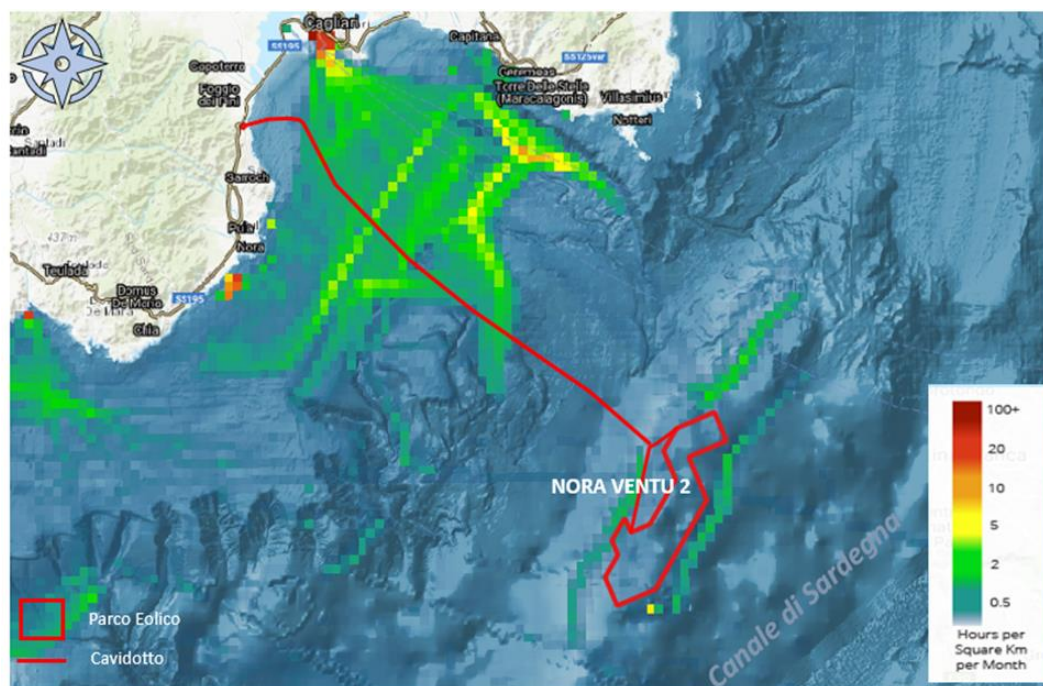


Figura 3.74: Mappa della densità dell'attività di pesca nell'area sud della Regione Sardegna. Fonte: EMODnet Human Activities (Anno 2019)

All'interno del Golfo di Cagliari, situato a nord ovest del Parco Eolico Nora Energia 2 e ad una distanza di circa 26 km da esso, si registra la presenza di un sistema abbastanza complesso di aree soggette ad attività di pesca.

Come si denota dall'immagine precedente, le aree soggette a pesca aventi un'intensità media bassa, più vicine al parco eolico offshore, si collocano all'esterno dello stesso ed in corrispondenza delle batimetriche che definiscono la conformazione dell'Ichnusa Seamount.

### 3.12 TRAFFICO NAVALE

Per la descrizione del traffico navale nell'area di impianto si riporta di seguito un estratto della "Relazione di valutazione del rischio legato alla navigazione". Si rimanda all'elaborato Doc. No. P0025305-5-SAS-H7 per maggiori dettagli.

Nello studio sopra citato sono stati analizzati tipici scenari incidentali dovuti all'interazione che il traffico marittimo può avere con le strutture sottomarine (ovvero i cavidotti) e con quelle sulla superficie del mare (ovvero gli aerogeneratori e sottostazioni).

In particolare, gli eventi incidentali che possono comportare un danno per le strutture sulla superficie del mare possono essere urti di vario tipo con le navi transanti nella zona del parco eolico, mentre per le strutture sottomarine tali eventi possono essere:

- ✓ Impatto dovuto ad affondamento di navi;
- ✓ Impatto causato da oggetti trasportati da navi mercantili (container);
- ✓ Interazione con ancore in caso di ancoraggio di emergenza e/o condizioni atmosferiche avverse (considerando urto diretto e trascinamento);
- ✓ Interazione con attrezzature da pesca.

Il traffico marittimo nella zona è stato ottenuto dai dati AIS. L'AIS (Automatic Identification System) è un sistema automatico di tracciamento utilizzato dalle navi e dai servizi VTS (Vessel Tracking Services) per l'identificazione e la rilevazione della posizione delle navi basato sul continuo scambio di informazioni tra navi vicine e tra navi e basi AIS (sia terrestri sia satellitari). Le informazioni scambiate dai sistemi AIS comprendono l'identificazione univoca della nave, la sua posizione, rotta, velocità, direzione e tipo di imbarcazione.

Per l'analisi sono stati acquisiti i dati AIS relativi all'intero anno 2021.

Nella seguente tabella sono dettagliate le classi di stazza utilizzate per suddividere il traffico marittimo.

**Tabella 3.17: Stazza delle navi e corrispondente classe GRT assegnata**

GRT (tonn)	Classe GRT
< 1500	1
1500-5000	2
5000-10000	3
10000-30000	4
30000-60000	5
> 60000	6
NULL	NULL

Sulla base delle assunzioni di calcolo fatte nella *Relazione di valutazione del rischio legato alla navigazione*, a cui si rimanda per ulteriori approfondimenti, la frequenza di interazione del traffico marittimo con gli aerogeneratori è stata calcolata rispetto ai principali corridoi di traffico lungo cui le rotte sono state assunte disporsi una volta che il parco eolico sarà installato.

Le rotte sono state assunte essere distribuite secondo una distribuzione gaussiana (con valore medio centrato nel corridoio) nell'ampiezza del corridoio.

In Tabella 3.18, i colori indicano i seguenti range di frequenza:

- ✓ Bianco: frequenza interazione <  $10^{-7}$  interazioni/anno (considerate non significative);
- ✓ Verde: frequenza interazione compresa tra  $10^{-7}$  e  $10^{-6}$  interazioni/anno;
- ✓ Giallo: frequenza interazione compresa tra  $10^{-6}$  e  $10^{-5}$  interazioni/anno;
- ✓ Arancione: frequenza interazione compresa tra  $10^{-5}$  e  $10^{-4}$  interazioni/anno;
- ✓ Rosso: frequenza interazione >  $10^{-4}$  interazioni/anno.

**Tabella 3.18: Frequenza interazione complessiva calcolata per ciascun aerogeneratore del parco**

Target	Frequenza interazione totale [ev/yr]	Target	Frequenza interazione totale [ev/yr]
A1.1	5.85E-08	B1.1	3.69E-05
A1.2	2.30E-08	B1.2	1.88E-05
A1.3	9.99E-07	B1.3	4.16E-05
A1.4	5.14E-08	B1.4	3.71E-05
A1.5	8.53E-07	B1.5	1.88E-05
A2.1	9.99E-07	B2.1	7.07E-05
A2.2	8.24E-07	B2.2	3.91E-05
A2.3	9.99E-07	B2.3	2.02E-05
A2.4	1.78E-05	B2.4	2.41E-06
A2.5	1.83E-05	B2.5	2.41E-06
A3.1	1.81E-06	B3.1	8.63E-07

Target	Frequenza interazione totale [ev/yr]		Target	Frequenza interazione totale [ev/yr]
A3.2	8.60E-07		B3.2	1.81E-06
A3.3	1.96E-05		B3.3	5.15E-07
A3.4	2.26E-06		B3.4	8.53E-07
A3.5	1.83E-05		B3.5	8.24E-07
A4.1	3.49E-05		B4.1	1.52E-05
A4.2	2.26E-06		B4.2	8.53E-07
A4.3	3.49E-05		B4.3	4.84E-07
A4.4	3.38E-05		B4.4	3.01E-08
A4.5	3.28E-05		B4.5	8.24E-07
			OSS	3.77E-05

Un'ulteriore informazione utile è il contributo alla frequenza di interazione complessiva di ciascuna classe di navi che sono state calcolate transitare nei corridoi identificati. Dall'analisi dei risultati ottenuti è possibile osservare che:

- ✓ per 4 aerogeneratori (10% del totale), la frequenza di interazione è  $<10^{-7}$  e quindi trascurabile;
- ✓ per 13 aerogeneratori (32.5% del totale), la frequenza di interazione è nell'ordine di  $10^{-7}$  interazioni/anno;
- ✓ per 6 aerogeneratori (15% del totale), la frequenza di interazione è nell'ordine di  $10^{-6}$  interazioni/anno;
- ✓ per 17 aerogeneratori (42.5 % del totale), la frequenza di interazione è nell'ordine di  $10^{-5}$  interazioni/anno;
- ✓ nessun aerogeneratore ha una frequenza di interazione nell'ordine di  $10^{-4}$  interazioni/anno;
- ✓ l'aerogeneratore più esposto al rischio di impatto è il B2.1 con una frequenza di interazione pari a  $7 \cdot 10^{-5}$  interazioni anno e quasi il 50% delle interazioni annue stimate è stata calcolata avvenire con navi di stazza GRT 1;
- ✓ la sottostazione (OSS) ha una frequenza di interazione nell'ordine di  $10^{-5}$ .

Sulla base dell'elaborazione dei dati AIS, per i cavidotti oggetto del presente studio è stata calcolata la frequenza di interazione con attività esterne legate al traffico marittimo nelle zone interessate. I cavidotti per cui è stata condotta l'analisi sono quelli che collegano il campo a terra.

Dall'analisi dei risultati è possibile osservare che:

- ✓ per quasi tutti i chilometri progressivi (KP) di percorso del cavidotto, la causa di interazione maggiore è l'ancoraggio accidentale (odg  $10^{-6}$  /  $10^{-7}$  eventi / km / anno); l'affondamento costituisce un rischio secondario (odg  $10^{-6}$  /  $10^{-7}$  eventi / km / anno); la caduta di container è una causa di interazione trascurabile rispetto alle altre;
- ✓ per tutti i KP del cavidotto ad eccezione degli ultimi verso terra e degli ultimi verso il sito, la pesca a strascico potrebbe costituire un potenziale problema; tuttavia, è bene ricordare che i risultati relativi alla pesca a strascico sono stati calcolati considerando cautelativamente che:
  - tutti i passaggi di navi da pesca appartengono a imbarcazioni adibite alla pesca a strascico (informazione non specificata nei dati AIS),
  - che tutti passaggi corrispondono ad attività di pesca in corso,

Pertanto, il dato di input rappresenta più correttamente il numero di passaggi annuali di navi da pesca per ogni KP di cavidotto; infatti, per ottenere la reale frequenza di interazione con i cavidotti occorre conoscere la reale tipologia di pesca condotta e il dato di probabilità di pesca in corso nel momento in cui l'imbarcazione interseca la il percorso dei cavidotti.

Considerando i cavidotti posati sul fondo del mare senza protezioni, è possibile ricavare la frequenza di rottura dei cavidotti. Questa si ricava sommando, per ogni KP, la frequenza di interazione calcolata per ciascuna delle cause considerate. I risultati sono riportati in Figura 3.75.

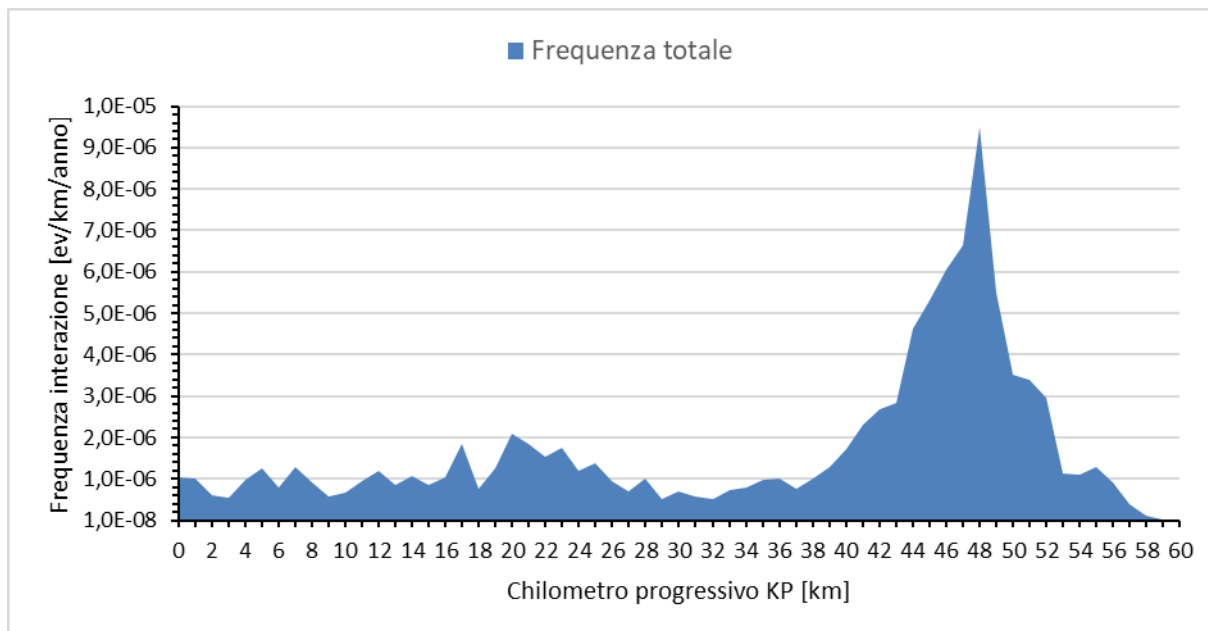


Figura 3.75: Frequenza di rottura del cavidotto legato al traffico marittimo, caratterizzato per KP di cavidotto

Pertanto, è possibile osservare che il cavidotto ha una frequenza attesa di rottura che è varia molto in base ai KP del percorso: i primi 40 km a partire dal sito hanno una frequenza di rottura di circa  $10^{-6}$  eventi / km / anno, mentre gli ultimi 20 km verso terra sono caratterizzati da un picco di frequenza che arriva praticamente a  $10^{-5}$  eventi / km / anno al chilometro 48.

Infine, è utile ribadire che i risultati presentati, in termini di frequenza di interazione (e danno), sono stati ottenuti sulla base delle assunzioni e ipotesi (ragionevolmente cautelative) descritti nella *Relazione di valutazione del rischio legato alla navigazione*, a cui si rimanda per ulteriori approfondimenti.

### 3.13 ASSERVIMENTI DERIVANTI DALLE ATTIVITÀ AERONAUTICHE CIVILI E MILITARI

L'aeroporto più vicino all'area di progetto è quello di Cagliari, ubicato a circa 15 km di distanza dall'area di approdo in direzione nord est. Le strutture degli aerogeneratori offshore del parco eolico Nora Energia 2 sono situate a circa 66 km di distanza dall'aeroporto di Cagliari, al di fuori dei relativi asservimenti. Si registra nelle relative vicinanze anche l'aeroporto militare di Decimomannu, a una distanza superiore ai 80 km, e senza alcuna interferenza con le opere di progetto.

Esiste un'area di pericolo delimitata nel versante sud-occidentale del Golfo di Cagliari. Quest'area è identificata come LI D122/A - Alenia Test, ed è riservata ai voli di prova Alenia. Tuttavia, questa attività militare si svolge solo al di sopra di 5.000 piedi (1.524 m). Tale area viene attraversata dai cavi sottomarini che dal parco eolico offshore si estendono verso Nord Est; pertanto, si suppone sia completamente compatibile con la presenza delle opere di progetto previste.

Non sono state identificate altre aree vietate, limitate o pericolose vicino all'area di interesse, che rimane al di fuori delle aree di classe A, B, C e D.

Nella figura seguente viene rappresentato l'ultimo tratto di cavi sottomarini e relativa zona di giunzione alla Stazione Elettrica Lato mare in riferimento alle servitù aeronautiche, radar e zonizzazione DPR.

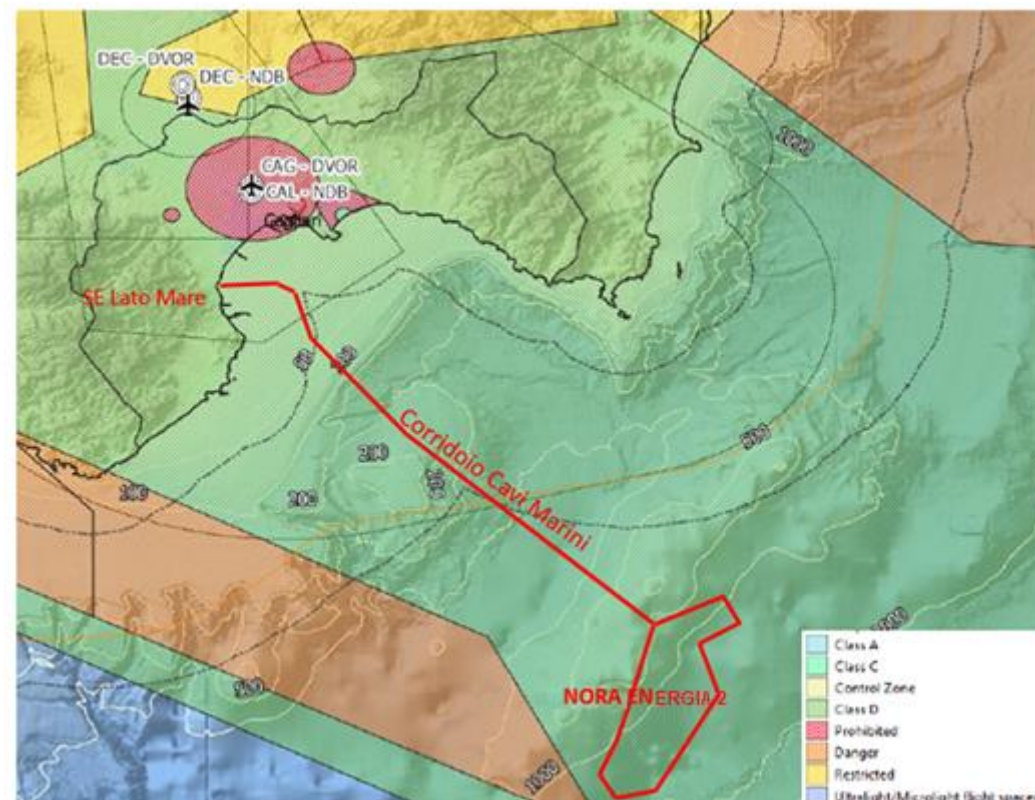


Figura 3.76: Servitù aeronautiche, radar e zone DPR nella zona di Cagliari. Fonti: XContest.org e OpenAIP

Lungo le coste italiane esistono alcune zone di mare nelle quali sono saltuariamente eseguite esercitazioni navali di Unità di superficie e di sommergibili, di tiro, di bombardamento, di dragaggio ed anfibia.

Dette zone sono pertanto soggette a particolari tipi di regolamentazioni dei quali viene data notizia a mezzo di apposito Avviso ai Naviganti.

I tipi di regolamentazione che possono essere istituiti sono:

- ✓ interdizione alla navigazione od avvisi di pericolosità all'interno delle acque territoriali;
- ✓ avvisi di pericolosità nelle acque extraterritoriali.

Le navi che si trovano a transitare in prossimità delle zone suddette dovranno attenersi, alle disposizioni contenute nell'Avviso ai Naviganti che dà notizia di una esercitazione in corso od in programma ed in ogni caso, in mancanza di un Avviso particolare, dovranno navigare con cautela durante il transito nelle acque regolamentate, intensificando il normale servizio di avvistamento (ottico e radar).

Si richiama in particolare l'assoluta necessità di ottemperare alle comunicazioni di Unità di scorta a sommergibili in immersione intese ad evitare situazioni di emergenza.

Per dette zone l'Avviso di interdizione alla navigazione oppure di pericolosità viene emanato di volta in volta dal competente Comando Marittimo a mezzo Avvisi ai Naviganti divulgati via radio, con ordinanza delle Autorità Marittime o con il Fascicolo Avvisi ai Naviganti.

Nel caso specifico, come testimoniato dalla figura nel seguito riportata, l'impianto eolico in progetto non interferisce con zone normalmente impiegate per le esercitazioni navali e di tiro e zone dello spazio aereo soggette a restrizioni, soggette ad Avviso ai Naviganti come precedentemente descritto.

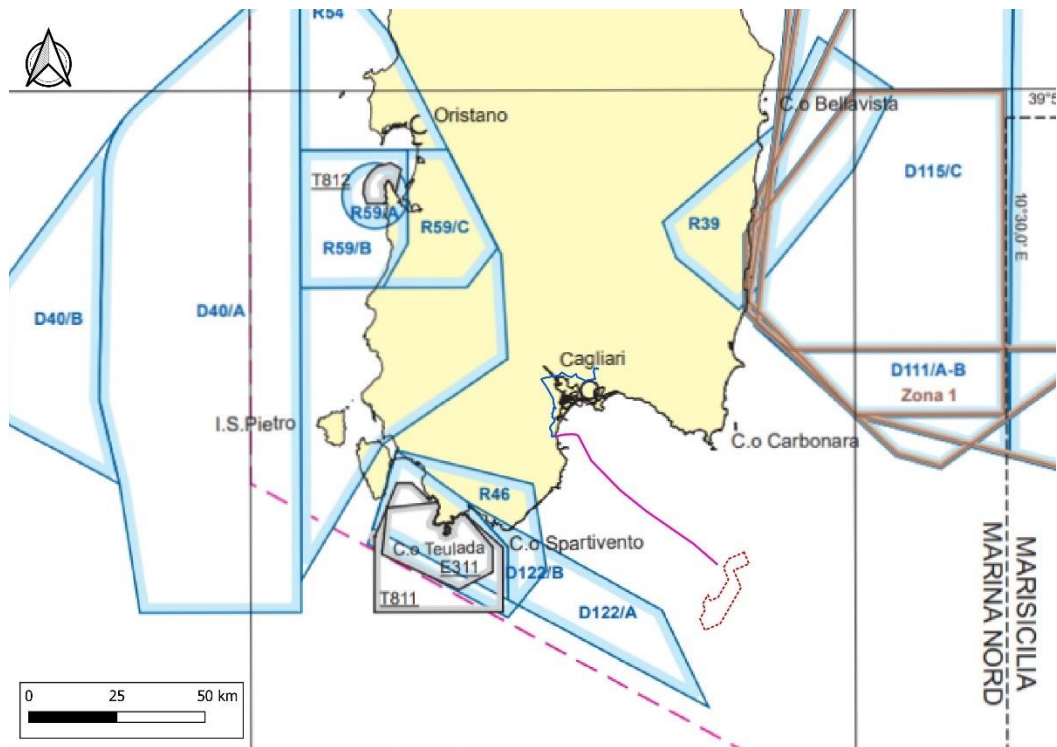


Figura 3.77: Carte nautica Nora Energia 2 ed interferenze con aree militari

### 3.14 ASSERVIMENTI INFRASTRUTTURALI E AREE UXO

Come si evince dalle figure seguenti, l'area di progetto non interferisce con asservimenti infrastrutturali e aree UXO (Unexploded Ordinance). Si segnala comunque la presenza di:

- ✓ un cavo di telecomunicazioni sottomarino (vedi figura di seguito riportata, chiamato Jana, che parte da Cagliari verso Mazzara del Vallo, in Sicilia. Tale cavo interseca sia i cavi sottomarini che il parco eolico offshore. Ulteriori studi, nelle fasi successive di progetto, potranno meglio definire i possibili impatti delle opere di progetto con il cavo sopracitato e, definire se necessario, le misure di mitigazione e salvaguardia applicabili al fine di garantirne l'utilizzo e l'accessibilità;
- ✓ altri cavi non identificati, molti dei quali in disuso. Nella cartografia disponibile dal database EMODnet è stata individuata una condotta di acque reflue, corrispondente allo sbocco dell'impianto di depurazione di Tecnocasic, a Capoterra, nella costa occidentale del golfo. Le carte nautiche mostrano un altro gasdotto sottomarino nella spiaggia di Quartu;
- ✓ un poligono molto vasto con possibile presenza di ordigni inesplosi (vedi figura di seguito riportata), che non interferisce con le opere di progetto. Le torri eoliche offshore si trovano a più di 50 km dal poligono sopradescritto;
- ✓ diversi relitti nel golfo di Cagliari che, ad una prima analisi, non interessano in alcun modo le aree occupate dalle opere di progetto.



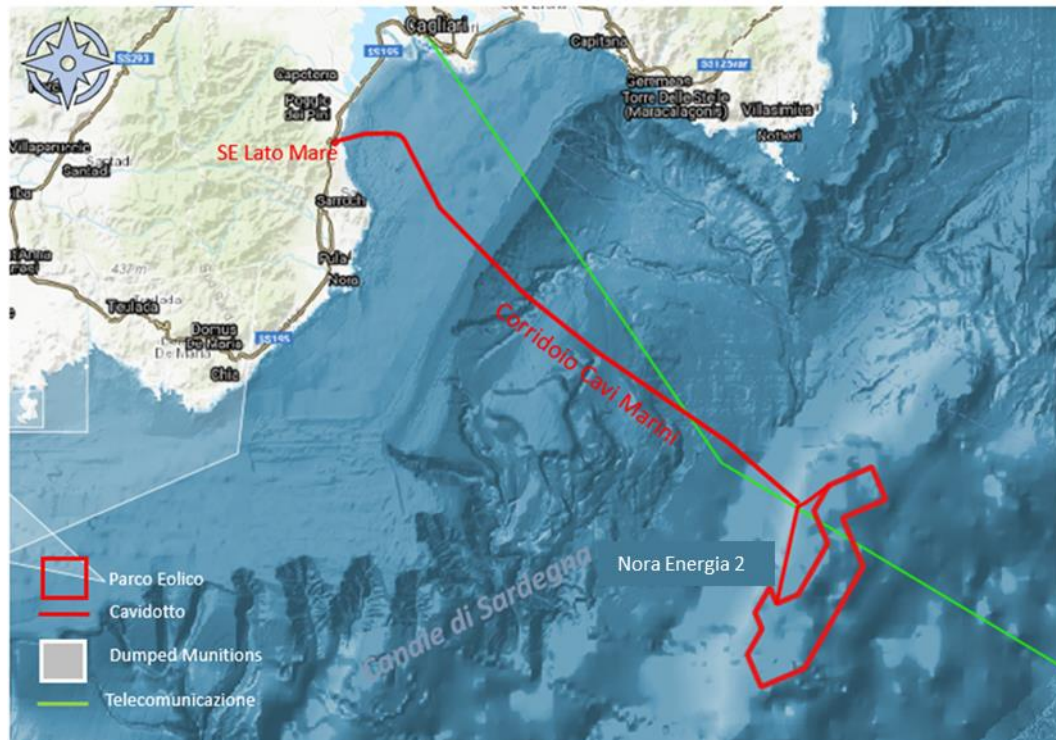


Figura 3.78: Dumped Munitions Areas e Linee per le telecomunicazioni nell'area Sardegna Sud.  
Fonte: EMODnet

### 3.15 TITOLI MINERARI PER LA RICERCA E COLTIVAZIONE DI IDROCARBURI IN MARE

I titoli minerari per la ricerca e la coltivazione di idrocarburi in mare, vengono conferiti dal Ministero dello sviluppo economico in aree della piattaforma continentale italiana istituite con leggi e decreti ministeriali, denominate "Zone marine" e identificate con lettere dell'alfabeto.

La figura seguente è l'estratto della Carta delle Istanze e dei Titoli Minerari Esclusivi per Ricerca, Coltivazione e Stoccaggio di Idrocarburi (Fonte UNMIG) focalizzata sull'area di interesse del progetto.



Figura 3.79: Estratto della Carta delle Istanze e dei Titoli Minerari Esclusivi per Ricerca, Coltivazione e Stoccaggio di Idrocarburi. Fonte: <https://unmig.mise.gov.it>

Come si evince dalla figura, il campo eolico si colloca all'esterno di concessioni minerarie vigenti. L'area di Progetto si sviluppa all'esterno dei limiti della ZONA E.

La Zona E, istituita con Legge 21 luglio 1967, n. 613, è stata successivamente ampliata con Decreto Ministeriale 9 agosto 2013. La Zona E si estende anche nel mare di Sardegna ed è delimitata da un lato dalla linea di costa della Regione, e dall'altro lato dalla isobata dei 200 metri.

In conclusione, ed in considerazione degli aspetti legati ai titoli minerari presenti nella zona di indagine, non si registrano particolari vincoli alla costruzione delle opere di Progetto.

### 3.16 STRUMENTAZIONE DI MISURA OCEANOGRAFICA

Le piattaforme di ormeggio sono strutture fisse che possono essere usate per il monitoraggio degli oceani dalla superficie al fondale. Gli ormeggi, realizzati con cavi robusti, sono mantenuti all'interno della colonna d'acqua da vari sistemi di galleggiamento.

Alle piattaforme di ormeggio sono fissati diversi strumenti, sensori e campionatori che consentono di misurare i parametri fisici, chimici e biologici degli oceani. Alcuni sensori sono automatizzati e raccolgono e trasmettono i dati nel giro di poche ore.

La mappa seguente mostra l'ubicazione delle piattaforme di ormeggio presenti nell'area vasta di interesse. I dati sono forniti da EMODnet Physics.

Allo stato attuale non si ravvisano elementi di interferenza con il progetto.

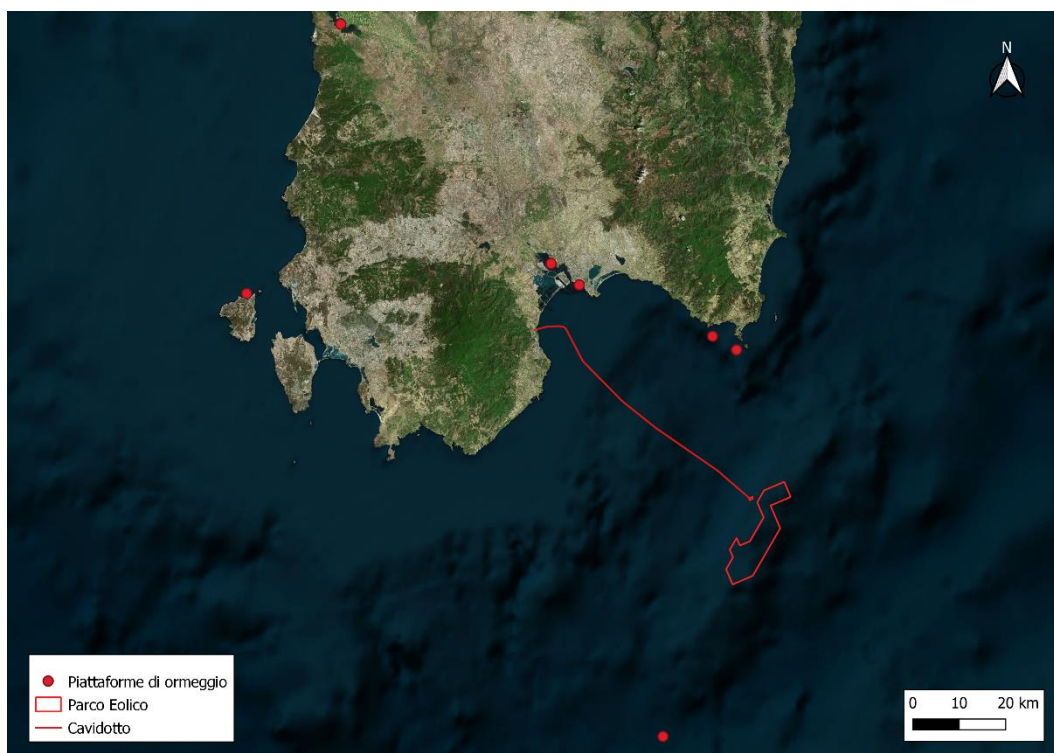


Figura 3.80: Localizzazione delle Piattaforme (Fonte: [https://ec.europa.eu/maritimeaffairs/atlas/maritime\\_atlas/mindmap\\_it](https://ec.europa.eu/maritimeaffairs/atlas/maritime_atlas/mindmap_it))

## 3.16 PIANIFICAZIONE E PROGRAMMAZIONE ENERGETICA

### 3.16.1 Strategia Energetica Nazionale

La Strategia Energetica Nazionale (SEN) è il piano decennale del Governo italiano per anticipare e gestire il cambiamento del sistema energetico: un documento che guarda oltre il 2030 e che pone le basi per costruire un modello avanzato e innovativo.

La SEN è stata adottata con DM del Ministero dello Sviluppo Economico e del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, nel mese di Novembre 2017, con l'obiettivo di aumentare la competitività, la sostenibilità e la sicurezza del sistema energetico nazionale.

La SEN 2017 pone un orizzonte di azioni da conseguire al 2030. Un percorso che è coerente anche con lo scenario a lungo termine del 2050 stabilito dalla Roadmap europea che prevede la riduzione di almeno l'80% delle emissioni rispetto al 1990.

Gli obiettivi al 2030, in linea con il Piano dell'Unione dell'Energia sono:

migliorare la competitività del Paese, continuando a ridurre il gap di prezzo e di costo dell'energia rispetto all'Europa, in un contesto di prezzi internazionali crescenti;

raggiungere in modo sostenibile gli obiettivi ambientali e di decarbonizzazione al 2030 definiti a livello europeo, in linea con i futuri traguardi stabiliti nella COP21;

continuare a migliorare la sicurezza di approvvigionamento e la flessibilità dei sistemi e delle infrastrutture energetiche, con lo scopo di:

- 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 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.

Tra le priorità di azione definite dalla SEN si citano in particolare quelle legate a:

l'efficienza energetica: l'obiettivo della SEN è di favorire le iniziative per la riduzione dei consumi col miglior rapporto costi/benefici per raggiungere nel 2030 il 30% di risparmio rispetto al tendenziale fissato nel 2030, nonché di dare impulso alle filiere italiane che operano nel contesto dell'efficienza energetica come edilizia e produzione ed installazione di impianti;

la sicurezza energetica: in un contesto di crescente complessità e richiesta di flessibilità del sistema energetico, è essenziale garantire affidabilità tramite:

- adeguatezza nella capacità di soddisfare il fabbisogno di energia,
- sicurezza nel far fronte ai mutamenti dello stato di funzionamento senza che si verifichino violazioni dei limiti di operatività del sistema,
- resilienza per anticipare, assorbire, adattarsi e/o rapidamente recuperare da un evento estremo.

La SEN pone l'obiettivo di dotare il sistema di strumenti innovativi e infrastrutture per garantire l'adeguatezza e il mantenimento degli standard di sicurezza; garantire flessibilità del sistema elettrico, anche grazie allo sviluppo tecnologico, in un contesto di crescente penetrazione delle fonti rinnovabili; promuovere la resilienza del sistema verso eventi meteo estremi ed emergenze; semplificare i tempi di autorizzazione ed esecuzione degli interventi [2].

Il parco eolico del quale si vuole fare una stima della producibilità sarà composto da 40 aerogeneratori da 15 MW per una taglia totale di 600 MW, di 236 m di diametro e altezza del mozzo dal pelo libero dell'acqua di 125 m. Gli aerogeneratori saranno distanziati tra di loro di almeno 2,000 m (nella direzione prevalente del vento) corrispondenti a circa 9.3 diametri del rotore.

**Il progetto si pone pertanto in coerenza con gli obiettivi della SEN.**

### 3.16.2 Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima (PNIEC)

Come accennato precedentemente, la Strategia Energetica Nazionale (SEN 2017) ha costituito il punto di partenza per la preparazione del Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima (PNIEC) per gli anni 2021-2030.

Il 21 Gennaio 2020, il Ministero dello Sviluppo Economico ha pubblicato il testo "Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima", predisposto con il Ministero dell'Ambiente e della tutela del territorio e del mare e il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, che recepisce le novità contenute nel Decreto Legge sul Clima nonché quelle sugli investimenti per il Green New Deal previste nella Legge di Bilancio 2020.

Il PNIEC è stato inviato alla Commissione europea in attuazione del Regolamento (UE) 2018/1999, completando così il percorso avviato nel dicembre 2018, nel corso del quale il Piano è stato oggetto di un proficuo confronto tra le istituzioni coinvolte, i cittadini e tutti gli stakeholder.

Con il PNIEC vengono stabiliti gli obiettivi nazionali al 2030 sull'efficienza energetica, sulle fonti rinnovabili e sulla riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub>, nonché gli obiettivi in tema di sicurezza energetica, interconnessioni, mercato unico dell'energia e competitività, sviluppo e mobilità sostenibile, delineando per ciascuno di essi le misure che saranno attuate per assicurarne il raggiungimento.

L'attuazione del Piano sarà assicurata dai decreti legislativi di recepimento delle direttive europee in materia di efficienza energetica, di fonti rinnovabili e di mercati dell'elettricità e del gas, che saranno emanati nel corso del 2020.

Il Piano pone, tra gli obiettivi e traguardi nazionali, i seguenti:

- ✓ Emissioni gas effetto serra: nel 2030, a livello europeo, riduzione del 40% rispetto al 1990. Tale riduzione, in particolare, sarà ripartita tra i settori ETS (industrie energetiche, settori industriali energivori e aviazione) e non ETS (trasporti, residenziale, terziario, industria non ricadente nel settore ETS, agricoltura e rifiuti) che dovranno registrare rispettivamente un -43% e un -30% rispetto all'anno 2005;
- ✓ Energia rinnovabile: l'Italia intende perseguire un obiettivo di copertura, nel 2030, del 30% del consumo finale lordo di energia da fonti rinnovabili, delineando un percorso di crescita sostenibile delle fonti rinnovabili con la loro piena integrazione nel sistema. L'obiettivo per il 2030 prevede un consumo finale lordo di energia di 111 Mtep, di cui circa 33 Mtep da fonti rinnovabili.

In particolare, si prevede che il contributo delle rinnovabili al soddisfacimento dei consumi finali lordi totali al 2030 (30%) sia così differenziato tra i diversi settori:

## Relazione Generale

- ✓ 55,0% di quota da rinnovabili nel settore elettrico;
- ✓ 33,9% di quota da rinnovabili nel settore termico (usi per riscaldamento e raffrescamento);
- ✓ 22,0% per quanto riguarda l'incorporazione di rinnovabili nei trasporti.

Difatti, il significativo potenziale degli impianti fotovoltaici ed eolici tecnicamente ed economicamente sfruttabile, grazie anche alla riduzione dei costi, prospetta un importante sviluppo di queste tecnologie, la cui produzione dovrebbe rispettivamente triplicare e più che raddoppiare entro il 2030.

Nello specifico caso del settore eolico, al 2030 è previsto un incremento della potenza installata di circa 8,5 GW, con un aumento del 88% rispetto all'installato a fine 2018. In aggiunta, in termini di energia prodotta da impianti eolici, è stimato un incremento del 133% [3].

**Tabella 3.19: Obiettivi di crescita di potenza (MW) da fonte rinnovabile al 2030 - PNIEC**

Fonte	2016	2017	2025	2030
Idrica	18.641	18.863	19.140	19.200
Geotermica	815	813	919	950
Eolica	9.410	9.766	15.690	18.400
di cui off-shore	0	0	300	900
Bioenergie	4.124	1.135	3.570	3.764
Solare	19.269	19.682	26.840	50.880
di cui CSP	0	0	250	880
Totale	52.528	53.259	66.159	93.194

**Si evidenzia, a tal proposito, che il progetto in esame risulta pienamente in linea con gli obiettivi del PNIEC, in quanto favorirebbe le condizioni di sviluppo di nuova capacità produttiva più efficiente, sicura e flessibile in grado di incrementare le fonti energetiche rinnovabili.**

### 3.16.3 Piano Energetico Ambientale Regione Sardegna (PEARS)

Il Piano Energetico ed Ambientale della Regione Sardegna (PEARS) 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<sub>2</sub> da consumi energetici e di sviluppo delle FER.

Con la deliberazione n. 45/40 del 2 agosto 2016 la Giunta regionale ha approvato in via definitiva 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.

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<sub>2</sub> 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), successivamente descritti:

## Relazione Generale

---

- ✓ 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.

### **OG.2 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.

Il PEARS, nell'ambito dell'Obiettivo Generale OG2 Sicurezza Energetica, contempla l'azione strategica di lungo periodo (2030) AS2.3 che prevede che la regione persegua entro il 2030 l'installazione di impianti di generazione da fonte rinnovabile per una producibilità attesa di circa 2- 3 TWh di energia elettrica ulteriore rispetto a quella esistente.

### **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 [4].

#### **In riferimento ai suddetti obiettivi strategici e generali ed analizzando lo scenario energetico attuale non emergono discordanze tra la proposta progettuale e gli indirizzi del PEARS.**

Con la D.G.R. n. 59/90 del 27.11.2020 "Individuazione delle aree non idonee all'installazione di impianti alimentati da fonti energetiche rinnovabili", riprendendo quanto previsto dal paragrafo 17 delle Linee Guida per l'autorizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili, approvate con DM MISE 10.9.2010, la Regione Sardegna, al fine di accelerare l'iter di autorizzazione alla costruzione e all'esercizio degli impianti alimentati da FER, ha individuato le aree ed i siti non idonei all'installazione di specifiche tipologie di impianti.

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.

Con la recente revisione del quadro normativo e definizione delle aree non idonee, determinata dall'emanazione della D.G.R. n. 59/90, il Legislatore regionale ha valutato di predisporre, sulla base di tale nuovo strumento, un coordinamento tra le varie norme succedutesi nel tempo, relative a vincoli e/o idoneità alla localizzazione degli impianti al fine di avere uno strumento aggiornato e completo. Pertanto, con la citata D.G.R. del 2020 vengono superate le indicazioni contenute nelle precedenti norme. Attraverso il suddetto atto è stata quindi abrogata:

- ✓ la D.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)";

- ✓ la D.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);
- ✓ l'Allegato B ("Individuazione delle aree e dei siti non idonei all'installazione di impianti fotovoltaici a terra"), della D.G.R. n. 3/25 del 23 gennaio 2018 concernente "Linee guida per l'Autorizzazione Unica degli impianti alimentati da fonti rinnovabili, ai sensi dell'articolo 12 del D.Lgs. n. 387 del 2003 e dell'articolo 5 del D.Lgs. 28 del 2011. Modifica della deliberazione n. 27/16 del 1 giugno 2011" e della D.G.R. n. 27/16 del 1.6.2011 concernente "Linee guida attuative del decreto del Ministero per lo Sviluppo Economico del 10.9.2010 "Linee guida per l'autorizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili", e modifica della D.G.R. n. 25/40 dell'1.7.2010";
- ✓ la D.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 D.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";
- ✓ la D.G.R. n. 40/11 del 7.8.2015 concernente "Individuazione delle aree e dei siti non idonei all'installazione degli impianti alimentati da fonti di energia eolica".

Il documento "Individuazione delle aree non idonee all'installazione di impianti energetici alimentati da fonti energetiche rinnovabili" e il relativo allegato 1 – Tabella aree non idonee FER, rappresentano nel complesso il nuovo sistema di norme che regola in Sardegna le aree non idonee all'installazione di impianti da Fonti Energetiche Rinnovabili (FER) per le fonti solare, eolica, da bioenergie, geotermia e idraulica.

Si evidenzia che le aree non idonee non riproducono l'assetto vincolistico, che pure esiste e opera nel momento autorizzativo e valutativo dei singoli progetti, ma forniscono un'indicazione ai promotori d'iniziativa d'installazione d'impianti alimentati da FER riguardo la non idoneità di alcune aree che peraltro non comporta automaticamente un diniego autorizzativo.

**Con riferimento al parco eolico in progetto si evidenzia l'assenza di interferenze con le aree ed i siti non idonei all'installazione di impianti alimentati a fonti energetiche rinnovabili, ai sensi del DM 10.9.2010:**

- ✓ **aree naturali protette ai diversi livelli (nazionale, regionale, locale);**
- ✓ **zone umide di importanza internazionale designate ai sensi della convenzione di Ramsar;**
- ✓ **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);**
- ✓ **important Bird Areas (I.B.A.);**
- ✓ **aree di riproduzione, alimentazione e transito di specie faunistiche protette;**
- ✓ **aree agricole interessate da produzioni agricolo-alimentari di qualità;**
- ✓ **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. n. 180/1998 e s.m.i.;**
- ✓ **aree e beni di notevole interesse culturale (Parte II del D.Lgs. 42/2004) o immobili e aree dichiarati di notevole interesse pubblico (art. 136 del D.Lgs. 42/2004);**
- ✓ **immobili e aree dichiarati di notevole interesse pubblico (art. 136 del D.Lgs. 42/2004);**
- ✓ **zone individuate ai sensi dell'art. 142 del D.Lgs. n. 42 del 2004 valutando la sussistenza di particolari caratteristiche che le rendano incompatibili con la realizzazione degli impianti (cfr. par. 3.17);**
- ✓ **Siti UNESCO;**
- ✓ **PPR - Beni paesaggistici;**
- ✓ **PPR - Beni Identitari.**

### 3.17 ANALISI DEI VINCOLI DETTATI DALLA PIANIFICAZIONE NAZIONALE E REGIONALE

#### 3.17.1 Sito di Interesse Nazionale Sulcis - Iglesiente - Guspinese

I Siti di Interesse Nazionale (SIN) sono aree del territorio nazionale identificate come contaminate in relazione alla quantità e alla pericolosità degli agenti inquinanti presenti e all'impatto che possono avere sull'ambiente circostante, in termini di rischio sanitario ed ecologico, nonché di pregiudizio per i beni culturali ed ambientali.



## Relazione Generale

I SIN sono individuati e perimetrati dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare che ne controlla anche la procedura di bonifica. Lo stato di contaminazione è associato all'utilizzo storico di queste aree, in particolare ad attività antropiche potenzialmente inquinanti che in essi sono state effettuate.

L'art. 252 del decreto legislativo 152/06 afferma che i siti di interesse nazionale sono riconosciuti con decreto del Ministero dell'Ambiente e della tutela del territorio e del mare d'intesa con le Regioni interessate.

L'evoluzione normativa del suddetto SIN può essere riepilogata come segue:

- ✓ Istituito con D.M. n.468 del 18/09/2001;
- ✓ Perimetrato e definito nel dettaglio con Delibera della Regione Autonoma della Sardegna (nel seguito RAS) n.27 del 1 giugno 2011, con competenze dei procedimenti in capo al Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM);
- ✓ Riperimetrato con D.M. n.304 del 28/10/2016.

Nella figura seguente vengono indicati gli areali del SIN in oggetto in un intorno significativo delle aree di intervento.



Figura 3.81: Cartografia Area SIN Sulcis - Iglesiente - Guspinese. Fonte: <https://www.mite.gov.it/bonifiche/cartografia>

Dall'analisi della figura sopra riportata si evince che il cavidotto marino in progetto attraversa le aree a mare del SIN Sulcis - Iglesiente - Guspinese mentre il cavidotto terrestre, nell'area di Assemini, interferisce con le aree industriali del SIN.

**La realizzazione di interventi e opere nei siti oggetto di bonifica è disciplinata dall'art. 242-ter. del D.Lgs. 152/06 e ss.mm.ii. (articolo introdotto dall'art. 52, comma 1, legge n. 120 del 2020) secondo cui, possono essere realizzati i progetti di opere per la realizzazione di impianti per la produzione energetica da fonti rinnovabili e di sistemi di accumulo nonché opere lineari necessarie per l'esercizio di impianti e forniture di servizi, a condizione che detti interventi e opere siano realizzati secondo modalità e tecniche che non pregiudichino né interferiscano con l'esecuzione e il completamento della bonifica, né determinino rischi**

**per la salute dei lavoratori e degli altri fruitori dell'area nel rispetto del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81.**

Ai fini del rispetto delle suddette condizioni, devono essere rispettate le seguenti procedure e modalità di caratterizzazione, scavo e gestione dei terreni movimentati:

1. nel caso in cui non sia stata ancora realizzata la caratterizzazione dell'area oggetto dell'intervento ai sensi dell'articolo 242, il soggetto proponente deve accertare lo stato di potenziale contaminazione del sito mediante un Piano di indagini preliminari Il Piano, comprensivo della lista degli analiti da ricercare, è concordato con ARPAS che si pronuncia entro e non oltre il termine di trenta giorni dalla richiesta del proponente, eventualmente stabilendo particolari prescrizioni in relazione alla specificità del sito. In caso di mancata pronuncia nei termini da parte dell'ARPAS, il Piano di indagini preliminari è concordato con l'ISPRA che si pronuncia entro i quindici giorni successivi su segnalazione del proponente. Il proponente, trenta giorni prima dell'avvio delle attività d'indagine, trasmette agli enti interessati il piano con la data di inizio delle operazioni. Qualora l'indagine preliminare accerti l'avvenuto superamento delle CSC anche per un solo parametro, il soggetto proponente ne dà immediata comunicazione con le forme e le modalità di cui all'articolo 245, comma 2 del D.Lgs. 152/06, con la descrizione delle misure di prevenzione e di messa in sicurezza di emergenza adottate;
2. in presenza di attività di messa in sicurezza operativa già in essere, il proponente può avviare la realizzazione degli interventi e delle opere previa comunicazione all'ARPAS da effettuarsi con almeno quindici giorni di anticipo rispetto all'avvio delle opere. Al termine dei lavori, l'interessato assicura il ripristino delle opere di messa in sicurezza operativa;
3. le attività di scavo sono effettuate con le precauzioni necessarie a non aumentare i livelli di inquinamento delle matrici ambientali interessate. Le eventuali fonti attive di contaminazione, quali rifiuti o prodotto libero, rilevate nel corso delle attività di scavo, sono rimosse e gestite nel rispetto delle norme in materia di gestione rifiuti. I terreni e i materiali provenienti dallo scavo sono gestiti nel rispetto del decreto del Presidente della Repubblica 13 giugno 2017, n. 120;
4. ove l'indagine preliminare di cui alla lettera a) accerti che il livello delle CSC non sia stato superato, per i siti di interesse nazionale il procedimento si conclude secondo le modalità previste dal comma 4-bis dell'articolo 252 del D.Lgs. 152/06.

Oltre alla sopra riportata normativa, in merito alla gestione dei materiali di scavo in aree produttive ricadenti all'interno di SIN, risulta altresì attinente al progetto in esame il *"Protocollo da adottare per la realizzazione di infrastrutture elettriche all'interno di aree produttive ricomprese in Siti d'Interesse Nazionale"*<sup>2</sup> predisposto dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (ora Ministero della Transizione Ecologica - MiTE) - emesso con nota prot. n.0009210/TRI del 28/03/2014 - per la caratterizzazione delle terre e rocce da scavo (TRS) nell'ambito della realizzazione di una infrastruttura elettrica (progetto di TERNA Rete Italia) all'interno di una area produttiva inserita in un SIN.

Il protocollo suddetto prevede che, indipendentemente se l'area di progetto sia stata o no oggetto di caratterizzazione pregressa, la definizione dei dettagli di caratterizzazione delle TRS e dei parametri da ricercare sia concordata con l'ARPA territorialmente competente. Il MATTM riporta inoltre che il riscontro da parte dell'ARPA in merito al piano di caratterizzazione delle TRS proposto debba concludersi entro 30 giorni dalla richiesta del Proponente, senza prevedere un atto formale (Conferenza dei Servizi o Decreto) di approvazione dello stesso [5].

Si ritiene utile considerare che l'area marino costiera di Sarroch, facente parte del SIN in oggetto, è stata caratterizzata nell'ambito delle attività condotte dall'ISPRA nel 2016. I risultati di tale studio sono riportati nella *"Relazione sulle attività di caratterizzazione e di campionamento dell'area marino costiera prospiciente il SIN del Sulcis-Iglesiente-Guspinese"* trasmessa da ISPRA con nota prot. 5062 del 20/01/2016 ed acquisita dal MATTM al prot. 1455/STA del 29/01/2016.

### 3.17.2 Codice dei beni culturali e del paesaggio

Il D.Lgs. 42/2004 "Codice dei beni culturali e del paesaggio", con le sue modifiche e integrazioni, rappresenta il quadro di riferimento valido a livello nazionale per la pianificazione paesaggistica.

I vincoli paesaggistici identificati dal Codice riguardano:

- ✓ aree e beni sottoposti a vincolo paesaggistico cosiddetto "decretato":

\*\*\*\*\*

<sup>2</sup> Disponibile sul sito web del MiTE all'indirizzo <https://www.mite.gov.it/bonifiche/protocolli-operativi-e-atti-di-indirizzo>.

## Relazione Generale

---

- aree di notevole interesse pubblico ai sensi degli artt. 136 e 157,
- zone di interesse archeologico ai sensi dell'art. 142, c. 1, lett. m.
- ✓ vincoli “ope legis”:
  - beni paesaggistici tutelati ai sensi dell'articolo 142 c. 1 (come originariamente introdotti dalla legge n. 431/1985), con esclusione dei beni di cui alle lettere e) (ghiacciai e circhi glaciali), h) (aree assegnate ad università agrarie o gravate da usi civici) ed m) (zone di interesse archeologico). Tra i beni suddetti rientrano:
    - aree di rispetto coste e corpi idrici (Aree di rispetto di 150 metri dalle sponde dei fiumi, torrenti e corsi d'acqua iscritti negli elenchi delle Acque Pubbliche, e di 300 metri dalla linea di battigia costiera del mare e dei laghi, vincolate ai sensi dell'art.142 c. 1 lett. a), b), c);
    - montagne oltre 1600 o 1200 metri;
    - parchi;
    - boschi;
    - zone umide (individuate ai sensi del D.P.R. n. 488 del 1976, individuate su cartografia IGMI 1:25.000 e tutelate ai sensi dell'art. 142 c. 1 lett. i);
    - zone vulcaniche.

Il Codice prevede, all'art. 146, che gli interventi sugli immobili e sulle aree, sottoposti a tutela paesaggistica, siano soggetti all'accertamento della compatibilità paesaggistica da parte dell'ente competente al rilascio dell'autorizzazione alla realizzazione.

In ottemperanza con il comma 4 del medesimo articolo, è stato emanato il 12 dicembre 2005 (G.U. n. 25 del 31/1/2006) ed entrato in vigore il 31 Luglio 2006, il Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri che prevede l'obbligo di predisporre ai sensi degli artt. 157, 138 e 141 del Codice, per tutte le opere da realizzarsi in aree tutelate, una specifica Relazione Paesaggistica a corredo dell'istanza di Autorizzazione paesaggistica di cui all'art.146.

Con il fine di individuare l'eventuale presenza nell'area d'interesse di beni paesaggistici si è fatto riferimento alle banche dati della Direzione Generale per i Beni Architettonici e Paesaggistici del Ministero per i Beni e le Attività Culturali, in particolare il S.I.T.A.P.<sup>3</sup>, nelle quali sono catalogate le aree sottoposte a vincolo paesaggistico, ai sensi del Decreto Legislativo 42/2004.

**Dalla figura nel seguito riportata è possibile constatare che le opere onshore, limitatamente al cavidotto interrato, interferiscono con i seguenti beni paesaggistici ex D. Lgs. 42/2004 e s.m.i.:**

- ✓ fascia di rispetto di 300 metri dalla linea di battigia costiera del mare, vincolata ai sensi dell'art.142 c. 1 lett. a) del Codice, nel tratto compreso tra la linea costiera e la SE Lato Mare;
- ✓ fascia di rispetto di 150 metri dalle sponde dei fiumi, vincolata ai sensi dell'art.142 c. 1 lett. c) del Codice, nei tratti in cui il cavidotto terrestre interseca i corsi d'acqua censiti dal Codice.

Inoltre, nella zona di intersezione con la SS 131 (Comune di Sestu), si segnala la vicinanza ad una zona sottoposta a vincolo paesaggistico (immobili ed aree di notevole interesse pubblico) ai sensi degli artt. 136 e 157 del D.Lgs. 22 gennaio 2004 - Oliveto di Villa Asquer - DAPI TPUC 26 del 06/04/1990 - non interferente direttamente con il cavidotto in oggetto.

\*\*\*\*\*

<sup>3</sup> Sistema Informativo Territoriale Ambientale e Paesaggistico, banca dati a riferimento geografico su scala nazionale per la tutela dei beni paesaggistici- <http://www.sitap.beniculturali.it/>

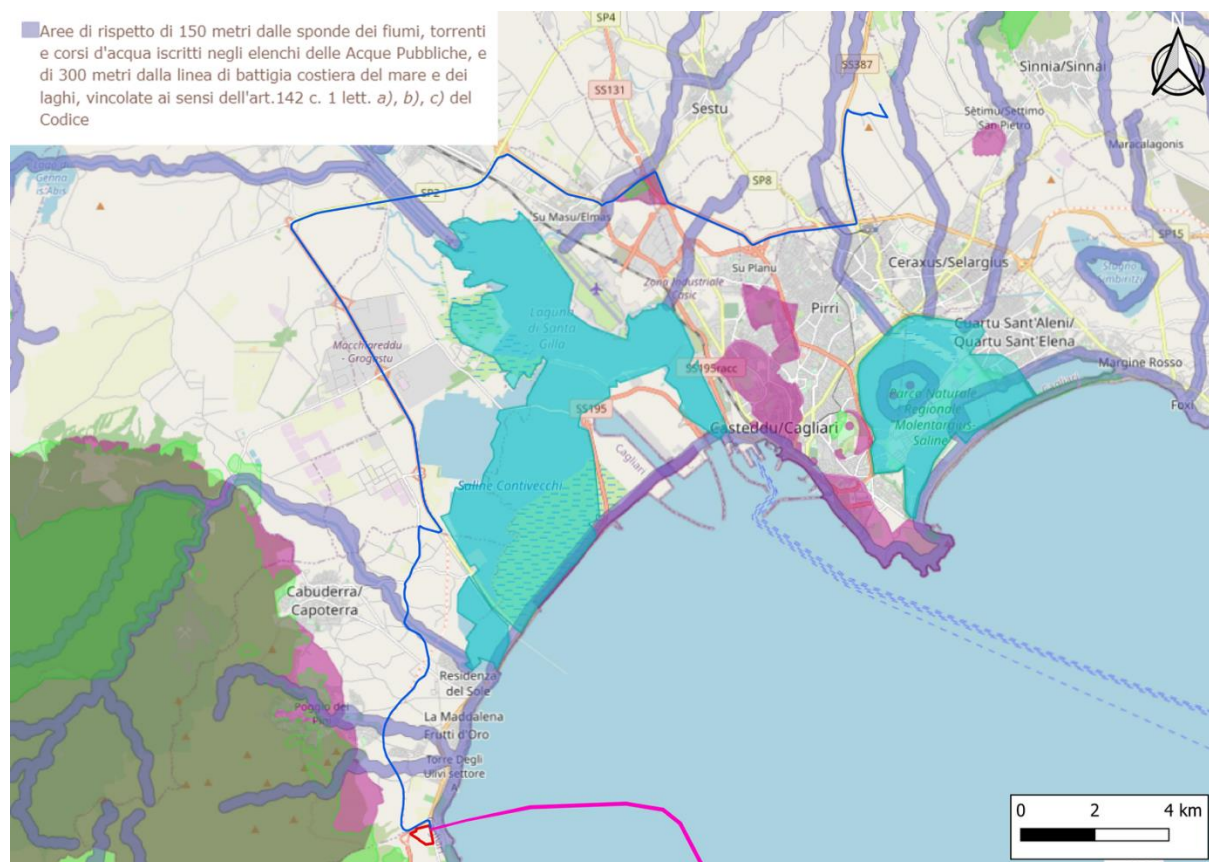


Figura 3.82: Aree sottoposte a vincolo paesaggistico ex D. Lgs. 42/2004. Fonte SITAP, modificato

In merito alla sovrapposizione del cavidotto con la fascia di rispetto di 300 metri dalla linea di battigia costiera del mare e di 150 metri dai corsi d'acqua, si segnalano le disposizioni dell'Allegato A al DPR 31/2017, che esclude dall'obbligo di acquisire l'autorizzazione paesaggistica per alcune categorie di interventi, tra cui le opere di connessione realizzate in cavo interrato. In particolare, il suddetto Allegato al punto A15 recita:

*“fatte salve le disposizioni di tutela dei beni archeologici nonché le eventuali specifiche prescrizioni paesaggistiche relative alle aree di interesse archeologico di cui all'art. 149, comma 1, lettera m) del Codice, la realizzazione e manutenzione di interventi nel sottosuolo che non comportino la modifica permanente della morfologia del terreno e che non incidano sugli assetti vegetazionali, quali: volumi completamente interrati senza opere in soprasuolo; condotte forzate e reti irrigue, pozzi ed opere di presa e prelievo da falda senza manufatti emergenti in soprasuolo; impianti geotermici al servizio di singoli edifici; serbatoi, cisterne e manufatti consimili nel sottosuolo; tratti di canalizzazioni, tubazioni o cavi interrati per le reti di distribuzione locale di servizi di pubblico interesse o di fognatura senza realizzazione di nuovi manufatti emergenti in soprasuolo o dal piano di campagna; l'allaccio alle infrastrutture a rete. Nei casi sopraelencati è consentita la realizzazione di pozzetti a raso emergenti dal suolo non oltre i 40 cm”.*

Il patrimonio nazionale di “beni culturali” è riconosciuto e tutelato dal D.Lgs. 22 gennaio 2004, n. 42. Ai sensi degli articoli 10 e 11, sono beni culturali le cose immobili e mobili appartenenti allo Stato, alle regioni, agli altri enti pubblici territoriali, nonché ad ogni altro ente ed istituto pubblico e a persone giuridiche private senza fine di lucro, che presentano interesse artistico, storico, archeologico o etnoantropologico.

Sono soggetti a tutela tutti i beni culturali di proprietà dello Stato, delle Regioni, degli Enti pubblici territoriali, di ogni altro Ente e Istituto pubblico e delle Persone giuridiche private senza fini di lucro sino a quando l'interesse non sia stato verificato dagli organi del Ministero.

Sono altresì soggetti a tutela i beni di proprietà di persone fisiche o giuridiche private per i quali è stato notificato l'interesse ai sensi della L. 20 giugno 1909, n. 364 o della L. 11 giugno 1922, n. 778 (“Tutela delle bellezze naturali e degli immobili di particolare interesse storico”), ovvero è stato emanato il vincolo ai sensi della L. 01 giugno 1939, n. 1089 (“Tutela delle cose di interesse artistico o storico”), della L. 30 settembre 1963, n. 1409 (relativa ai beni

archivistici: la si indica per completezza), del D. Lgs. 29 ottobre 1999, n. 490 (“Testo Unico delle disposizioni legislative in materia di beni culturali e ambientali”) e infine del D. Lgs. 22 gennaio 2004, n. 42.

Rientrano dunque in questa categoria anche i siti archeologici per i quali sia stato riconosciuto, tramite provvedimento formale, l’interesse culturale.

Con il fine di individuare l’eventuale presenza di beni culturali nell’area vasta si è fatto riferimento alle banche dati del Ministero per i Beni e le Attività Culturali e il Turismo, in particolare “Vincoli in Rete”<sup>4</sup>, nelle quali sono catalogate le aree e i beni sottoposti a vincolo culturale, ai sensi del D. Lgs. 22 gennaio 2004, n. 42.

**Con riferimento alle zone di importanza paesaggistica, storica, culturale o archeologica, il sito non ricade in aree di importanza paesaggistica, storica, culturale o archeologica ai sensi del D. Lgs. 42/2004.**

Si segnala, tuttavia, la presenza di diversi beni culturali immobili nell’intorno delle opere onshore in esame (Figura 3.83 e Tabella 3.20), non direttamente interferenti con le opere in progetto.

**Tabella 3.20: Beni culturali immobili nell’intorno delle opere onshore. Fonte: [vincoliinrete.beniculturali.it](http://vincoliinrete.beniculturali.it)**

Id_bene	275471	350627	171562	549923	240914
Denominazione	Casa Vanini	Casa Rustica	Resti dell’acquedotto romano del II sec. D.C.	Casa Masala	Villa D’Orri
Comune	Capoterra	Assemini	Elmas	Monsezzato	Sarroch
Provincia	Cagliari	Cagliari	Cagliari	Cagliari	Cagliari
Classe	Architettonici di interesse culturale dichiarato	Architettonici di interesse culturale dichiarato	Archeologici di interesse culturale dichiarato	Architettonici di non interesse culturale	Architettonici di interesse culturale dichiarato

\*\*\*\*\*

<sup>4</sup> Il progetto vincoli in rete consente l’accesso in consultazione alle informazioni sui beni culturali Architettonici e Archeologici - <http://vincoliinrete.beniculturali.it/VincoliInRete/vir/utente/login#>



Figura 3.83: Beni sottoposti a vincolo culturale, ai sensi del D. Lgs. 22 gennaio 2004, n. 42. Fonte: [vincoliinrete.beniculturali.it](http://vincoliinrete.beniculturali.it), modificato

### 3.17.3 Vincolo idrogeologico R.D. 3267/1923

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. La loro conoscenza è fondamentale nell'ottica di una pianificazione sostenibile del territorio, al fine di garantire che tutti gli interventi interagenti con l'ambiente non ne compromettano la stabilità e si prevenga l'innescamento di fenomeni erosivi.

In un terreno soggetto a vincolo idrogeologico in linea di principio qualunque intervento che presuppone una variazione della destinazione d'uso del suolo deve essere preventivamente autorizzata dagli uffici competenti. Le autorizzazioni non vengono rilasciate quando esistono situazioni di dissesto reale, se non per la bonifica del dissesto stesso o quando l'intervento richiesto può produrre i danni di cui all'art. 1 del R.D.L. 3267/23.

L'art. 7 del R.D.L. 3267 postula un divieto di effettuare le seguenti attività: trasformazione dei boschi in altre qualità di coltura, trasformazione dei terreni saldi in terreni soggetti a periodica lavorazione.

Di seguito si riporta l'analisi delle interazioni tra le zone sottoposte a vincolo idrogeologico e l'intervento proposto, condotta attraverso l'ausilio degli strati informativi pubblicati dal Servizio Territoriale dell'Ispettorato Ripartimentale (STIR) che rende disponibile, inoltre, la relativa documentazione di approvazione del vincolo, relazione generale, elenco catastali e cartografia, qualora esistenti.



Figura 3.84: Aree sottoposte a Vincolo Idrogeologico ai sensi del R.D. 3267/1923 [6]. In blu è indicato il cavidotto terrestre

Secondo la zonizzazione del Vincolo Idrogeologico ex R.D. 3267/1923, le opere onshore previste dal progetto non interferiscono con zone sottoposte a vincolo.

#### 3.17.4 Piano Paesaggistico Regionale

Il Piano Paesaggistico Regionale (PPR) è stato approvato in via definitiva con la deliberazione della Giunta Regionale n. 36/7 del 5 settembre 2006, in ottemperanza alla L.R. n° 8 del 25 novembre 2004.

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

Il Piano identifica la fascia costiera come risorsa strategica e fondamentale per lo sviluppo sostenibile del territorio sardo e riconosce la necessità di ricorrere a forme di gestione integrata per garantirne un corretto sviluppo in grado di salvaguardare la biodiversità, l'unicità e l'integrità degli ecosistemi, nonché la capacità di attrazione che suscita a livello turistico. Pertanto, il PPR si applica, nella sua attuale stesura, solamente agli ambiti di paesaggio costieri, individuati nella cartografia di Piano, 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 PPR 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.

Il PPR contiene:

- a. l'analisi delle caratteristiche ambientali, storico-culturali e insediative dell'intero territorio regionale nelle loro reciproche interrelazioni;

## Relazione Generale

---

- b. l'analisi delle dinamiche di trasformazione del territorio attraverso l'individuazione dei fattori di rischio e degli elementi di vulnerabilità del paesaggio, nonché la comparazione con gli altri atti di programmazione, di pianificazione e di difesa del suolo;
- c. la determinazione delle misure per la conservazione dei caratteri connotativi e dei criteri di gestione degli interventi di valorizzazione paesaggistica degli immobili e delle aree dichiarati di notevole interesse pubblico e delle aree tutelate per legge;
- d. l'individuazione ai sensi degli artt. 134, 142 e 143, comma 1 lettera i) del decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42, come modificato dal decreto legislativo 24 marzo 2006, n. 157, delle categorie di immobili e di aree da sottoporre a specifiche misure di salvaguardia, di gestione e di utilizzazione, in quanto beni paesaggistici;
- e. l'individuazione di categorie di aree ed immobili costitutivi dell'identità sarda, qualificati come beni identitari;
- f. la previsione degli interventi di recupero e riqualificazione degli immobili e delle aree significativamente compromessi o degradati;
- g. la previsione delle misure necessarie al corretto inserimento degli interventi di trasformazione del territorio nel contesto paesaggistico, cui devono attenersi le azioni e gli investimenti finalizzati allo sviluppo sostenibile delle aree interessate;
- h. la previsione di specifiche norme di salvaguardia applicabili in attesa dell'adeguamento degli strumenti urbanistici al PPR.

Il PPR ha contenuto descrittivo, prescrittivo e propositivo e in particolare, ai sensi dell'art.135, comma 3, del decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42 e successive modifiche:

- 1. ripartisce il territorio regionale in ambiti di paesaggio;
- ✓ detta indirizzi e prescrizioni per la conservazione e il mantenimento degli aspetti significativi o caratteristici del paesaggio e individua le azioni necessarie al fine di orientare e armonizzare le sue trasformazioni in una prospettiva di sviluppo sostenibile;
- ✓ indica il quadro delle azioni strategiche da attuare e dei relativi strumenti da utilizzare per il perseguimento dei fini di tutela paesaggistica;
- ✓ configura un sistema di partecipazione alla gestione del territorio, da parte degli enti locali e delle popolazioni nella definizione e nel coordinamento delle politiche di tutela e valorizzazione paesaggistica, avvalendosi anche del Sistema Informativo Territoriale Regionale (S.I.T.R.) [7].

L'analisi delle interazioni tra il PPR e l'intervento proposto è stata condotta attraverso l'ausilio degli strati informativi pubblicati sullo specifico portale istituzionale della Regione Sardegna ([www.sardegnaeoportale.it](http://www.sardegnaeoportale.it)). In considerazione dell'estensione dell'opera in progetto, l'analisi delle interazioni con il PPR è stata eseguita suddividendo l'opera in diverse sezioni:

- ✓ Stazione Elettrica e cavidotto costiero (Comune di Sarroch);
- ✓ Cavidotto terrestre - Comune di Capoterra;
- ✓ Cavidotto terrestre - Comuni di Assemmini e Uta;
- ✓ Cavidotto terrestre - Comuni di Assemmini, Elmas, Sestu, Monserrato, Selargius, Cagliari.

### 3.17.4.1 Stazione Elettrica e cavidotto costiero (Comune di Sarroch)

Per quanto concerne le opere onshore considerate, l'analisi delle interferenze con i tematismi del Piano Paesaggistico Regionale ha consentito di porre in evidenza che tali opere interessano i seguenti areali:

- ✓ **Fascia costiera, disciplinata dall'art.20 delle Norme Tecniche di Attuazione del PPR. Secondo tali Norme, comma 2.3), nella fascia costiera possono essere realizzate infrastrutture puntuali o di rete, purché previste nei piani settoriali, preventivamente adeguati al PPR;**
- ✓ **Aree ad utilizzazione agro-forestale (colture erbacee specializzate) disciplinate dagli articoli 28, 29, 30 disciplinate dagli articoli delle Norme Tecniche di Attuazione del PPR;**
- ✓ **il settore meridionale della centrale elettrica, inoltre, lambisce un'area di recupero ambientale (area di rispetto del sito inquinato), disciplinata dagli articoli 41, 42, 43 delle Norme Tecniche di Attuazione del PPR.**

Si specifica che le opere in oggetto ricadono interamente all'interno dell'ambito paesaggistico n.02 "Nora". Si rimanda alla Scheda d'Ambito n. 2 "Nora" del PPR per ulteriori approfondimenti in merito.



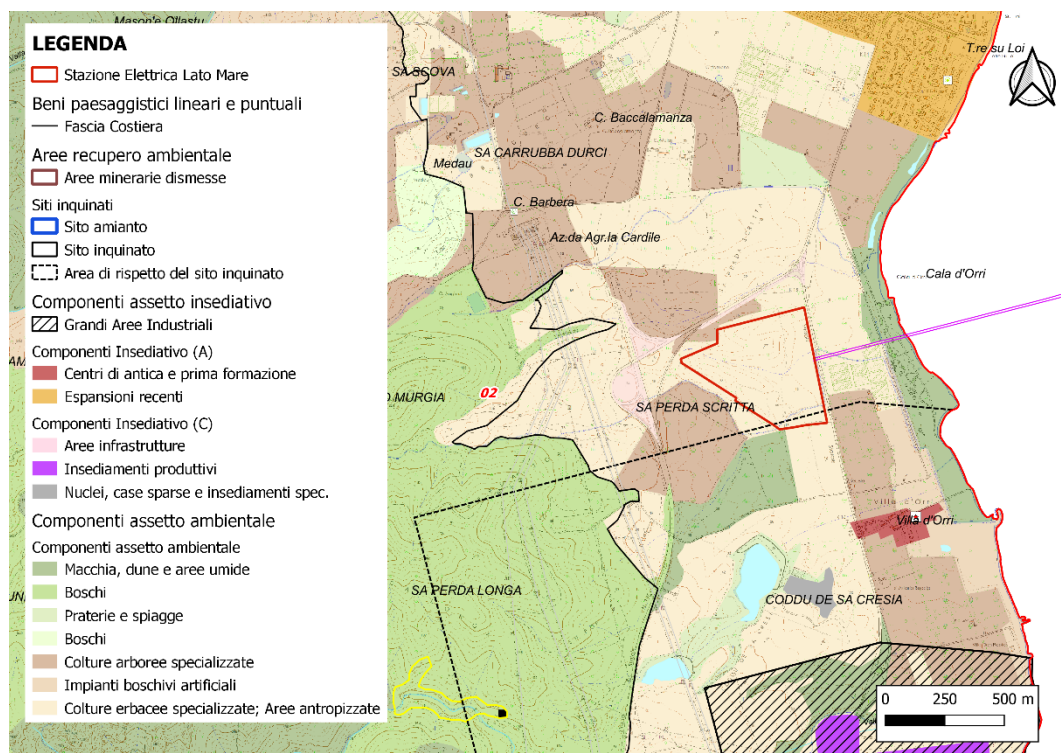


Figura 3.85: Sovrapposizione delle opere onshore al Piano Paesaggistico Regionale - COMUNE DI SARROCH

#### 3.17.4.2 Cavidotto terrestre - Comune di Capoterra

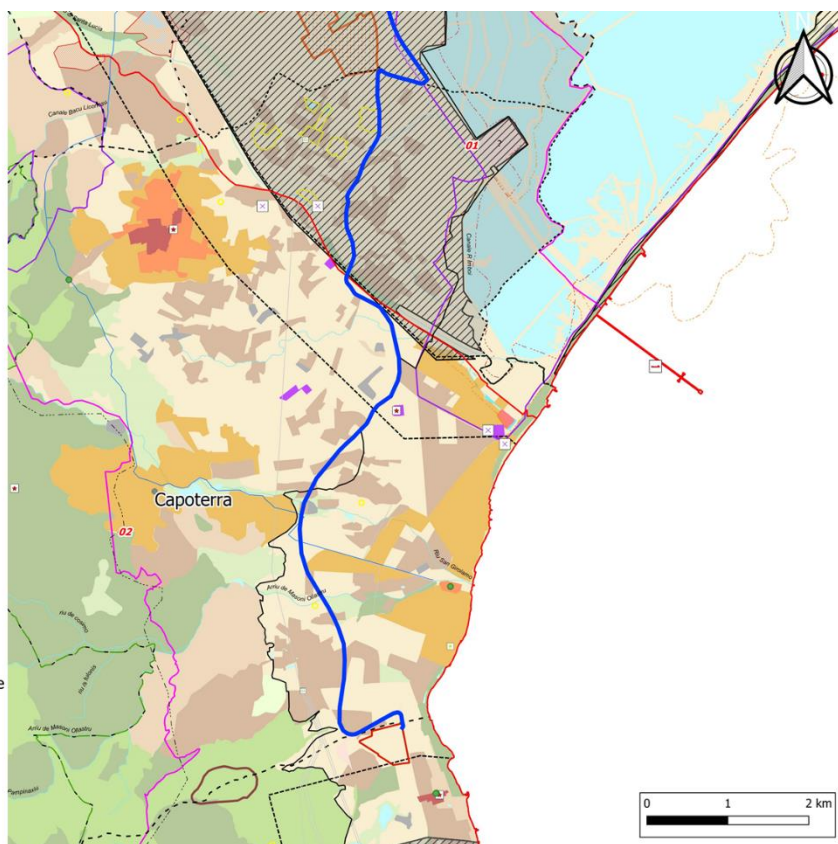
Il tratto di cavidotto in oggetto ricade nell'ambito di paesaggio n.02 "Nora" per il settore meridionale e nell'ambito n.01 "Golfo di Cagliari", per il settore settentrionale. Si rimanda alle relative Schede d'Ambito allegate al PPR per ulteriori approfondimenti in merito.

Per quanto concerne le opere onshore in esame, come dimostrato in Figura 3.88, l'analisi delle interferenze con i tematismi del Piano Paesaggistico Regionale ha consentito di porre in evidenza che tali opere interessano i seguenti areali:

- ✓ aree ad utilizzazione agro-forestale (colture erbacee/arboree specializzate) disciplinate dagli articoli 28, 29, 30 delle Norme Tecniche di Attuazione del PPR;
- ✓ aree seminaturali (praterie e spiagge) disciplinate dagli articoli 25, 26, 27 delle Norme Tecniche di Attuazione del PPR;
- ✓ componenti dell'assetto insediativo (insediamenti produttivi a carattere industriale) disciplinate dagli articoli 92 e 93 delle Norme Tecniche di Attuazione del PPR;
- ✓ componenti dell'assetto insediativo (espansioni recenti) disciplinate dagli articoli 70, 71, 72 delle Norme Tecniche di Attuazione del PPR;
- ✓ sistema delle infrastrutture (condotte idriche, linee elettriche) disciplinato dagli articoli 102, 103, 104 delle Norme Tecniche di Attuazione del PPR;
- ✓ un'area di recupero ambientale (area di rispetto del sito inquinato e sito inquinato di Assemini), disciplinata dagli articoli 41, 42, 43 delle Norme Tecniche di Attuazione del PPR;
- ✓ fascia costiera, disciplinata dall'art.20 delle Norme Tecniche di Attuazione del PPR. Secondo tali Norme, comma 2.3), nella fascia costiera possono essere realizzate infrastrutture puntuali o di rete, purché previste nei piani settoriali, preventivamente adeguati al PPR.

**LEGENDA**

- Stazione Elettrica Lato Mare
- Beni paesaggistici lineari e puntuali
- Fascia Costiera
- Aree recupero ambientale
- Aree minerarie dismesse
- Sito inquinato
- Area di rispetto del sito inquinato
- Scavi
- Componenti assetto insediativo
- Grandi Aree Industriali
- Componenti Insediativo (A)
- Centri di antica e prima formazione
- Espansioni recenti
- Componenti Insediativo (C)
- Aree infrastrutture
- Insediamenti produttivi
- Nuclei, case sparse e insediamenti spec.
- Componenti assetto ambientale
- Componenti assetto ambientale
- Macchia, dune e aree umide
- Boschi
- Praterie e spiagge
- Boschi
- Colture arboree specializzate
- Impianti boschivi artificiali
- Colture erbacee specializzate; Aree antropizzate
- Aree di interesse naturalistico
- Oasi Permanenti Prot. Faunistica
- Sistema Regionale Parchi
- ZPS
- SIC
- Aree Gest. Speciale Ente Foreste



**Figura 3.86: Sovrapposizione delle opere onshore al Piano Paesaggistico Regionale. CAVIDOTTO TERRESTRE - COMUNE DI CAPOTERRA**

**3.17.4.3 Cavidotto terrestre - Comuni di Assemini e Uta**

Il tratto di cavidotto in oggetto ricade nell'ambito di paesaggio n.01 "Golfo di Cagliari". Si rimanda alle relative Schede d'Ambito allegate al PPR per ulteriori approfondimenti in merito.

**Per quanto concerne le opere onshore in esame, come dimostrato nella figura seguente, l'analisi delle interferenze con i tematismi del Piano Paesaggistico Regionale ha consentito di porre in evidenza che tali opere interessano i seguenti areali:**

- ✓ **aree ad utilizzazione agro-forestale (colture erbacee/arboree specializzate) disciplinate dagli articoli 28, 29, 30 delle Norme Tecniche di Attuazione del PPR;**
- ✓ **aree seminaturali (praterie e spiagge) disciplinate dagli articoli 25, 26, 27 delle Norme Tecniche di Attuazione del PPR;**
- ✓ **componenti dell'assetto insediativo (insediamenti produttivi a carattere industriale) disciplinate dagli articoli 91, 92 e 93 delle Norme Tecniche di Attuazione del PPR;**
- ✓ **componenti dell'assetto insediativo (Aree speciali e militari) disciplinate dagli articoli 99, 100, 101 delle Norme Tecniche di Attuazione del PPR;**
- ✓ **componenti dell'assetto insediativo (Aree estrattive) disciplinate dagli articoli 96, 97, 98 delle Norme Tecniche di Attuazione del PPR. Si tratta di cave per la coltivazione di materiali di 2° categoria (inerti per il settore delle costruzioni, per uso industriale locale e rocce ornamentali quali marmi e graniti) nel comune di Assemini. Nelle aree estrattive di cui all'art. 96 è fatto obbligo di presentare progetti corredati da piani di sostenibilità delle attività, giustificativi delle esigenze di mercato, di mitigazione degli impatti durante l'esercizio e contenenti i piani di riqualificazione d'uso delle aree estrattive correlati al programma di durata dell'attività di estrazione, accompagnati da idonea garanzia fidejussoria commisurata al costo del programma di recupero ambientale.**

Relazione Generale

- ✓ sistema delle infrastrutture (condotte idriche, linee elettriche) disciplinato dagli articoli 102, 103, 104 delle Norme Tecniche di Attuazione del PPR;
- ✓ un'area di recupero ambientale (area di rispetto del sito inquinato e sito inquinato di Assemini), disciplinata dagli articoli 41, 42, 43 delle Norme Tecniche di Attuazione del PPR;
- ✓ un'area di interesse naturalistico istituzionalmente tutelata (oasi permanenti di protezione faunistica e cattura ai sensi della L.R. n. 23/98) rappresentata dalla Laguna di Santa Gilla, disciplinata dall'art. 33 e 37 delle Norme Tecniche di Attuazione del PPR. Tali aree sono gestite dagli enti o dalle Associazioni competenti, nel rispetto della disciplina del PPR;
- ✓ un'area di interesse naturalistico istituzionalmente tutelata (sistema regionale dei parchi) rappresentata dalla Riserva naturale di Santa Gilla, disciplinata dall'art. 33 e 36 delle Norme Tecniche di Attuazione del PPR. Tali aree sono gestite dagli enti o dalle Associazioni competenti, nel rispetto della disciplina del PPR;
- ✓ zone umide costiere revisionate con DGR 33/37 del 30.09.2010 che costituiscono beni paesaggistici ambientali (ex. Art. 143 D.Lgs. 42/2004), disciplinate dall'art. 17 e 18 delle Norme Tecniche di Attuazione del PPR;
- ✓ fascia costiera, disciplinata dall'art.20 delle Norme Tecniche di Attuazione del PPR. Secondo tali Norme, comma 2.3), nella fascia costiera possono essere realizzate infrastrutture puntuali o di rete, purché previste nei piani settoriali, preventivamente adeguati al PPR.

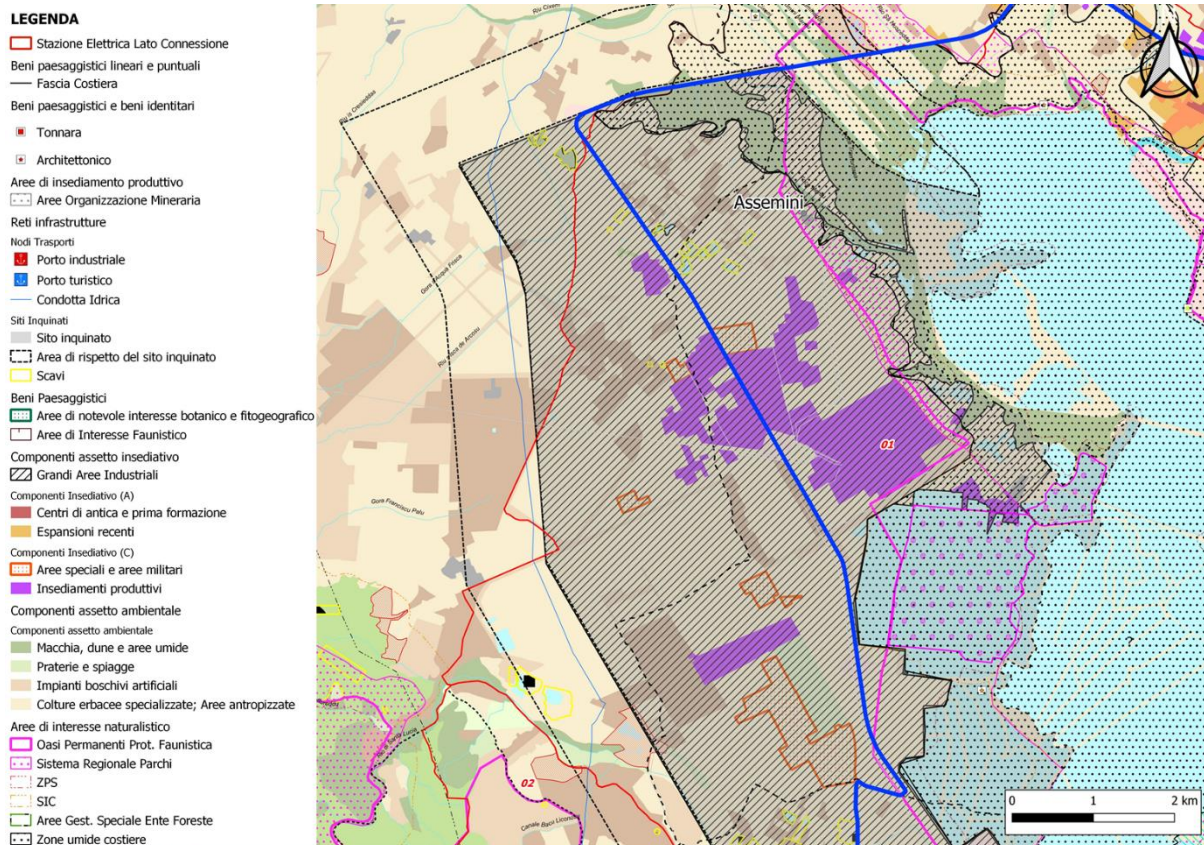


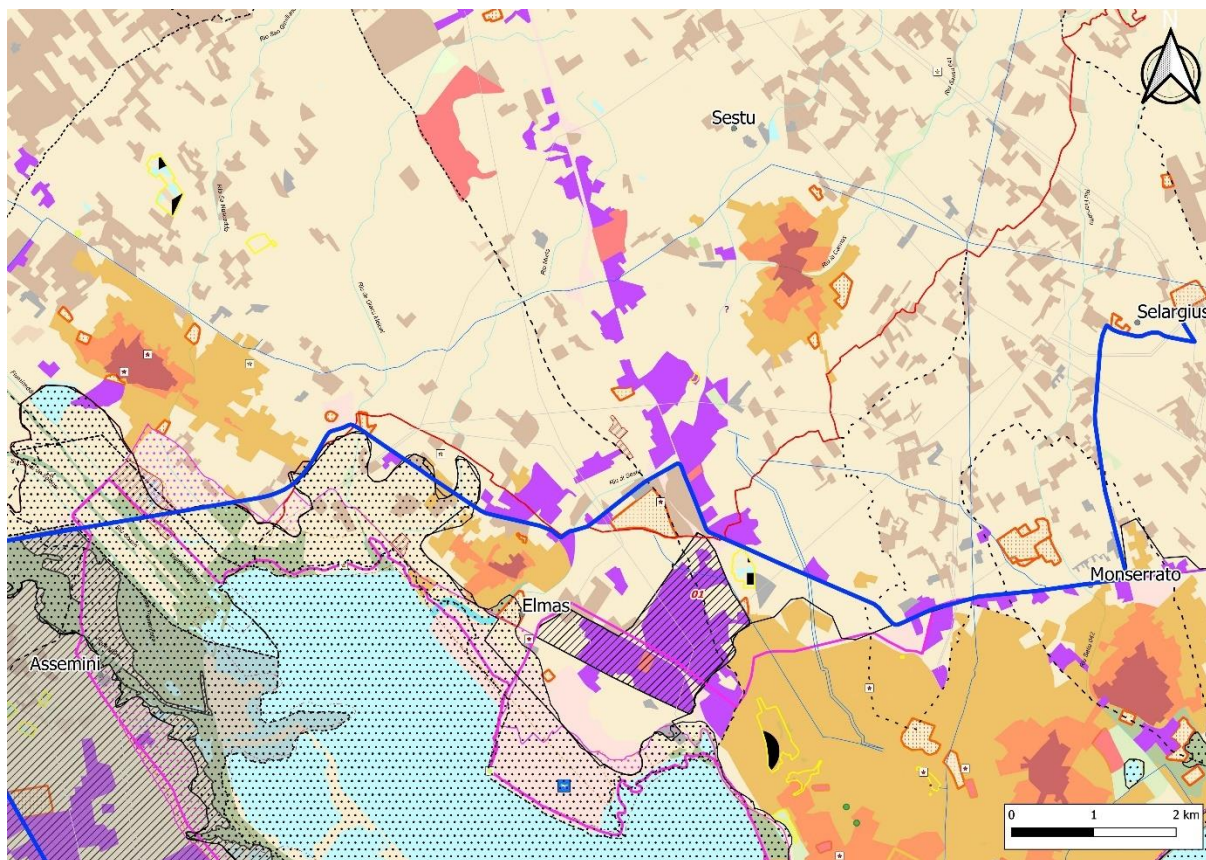
Figura 3.87: Sovrapposizione delle opere onshore al Piano Paesaggistico Regionale. CAVIDOTTO TERRESTRE - COMUNI DI ASSEMINI E UTA

#### 3.17.4.4 Cavidotto terrestre - Comuni di Assemini, Elmas, Sestu, Monserrato, Selargius, Cagliari

Il tratto di cavidotto in oggetto ricade nell'ambito di paesaggio n.01 "Golfo di Cagliari". Si rimanda alle relative Schede d'Ambito allegate al PPR per ulteriori approfondimenti in merito.

Per quanto concerne le opere onshore in esame, come dimostrato nella figura seguente (stessa legenda di Figura 3.87), l'analisi delle interferenze con i tematismi del Piano Paesaggistico Regionale ha consentito di porre in evidenza che tali opere interessano i seguenti areali:

- ✓ aree ad utilizzazione agro-forestale (colture erbacee/arboree specializzate) disciplinate dagli articoli 28, 29, 30 delle Norme Tecniche di Attuazione del PPR;
- ✓ aree seminaturali (praterie e spiagge) disciplinate dagli articoli 25, 26, 27 delle Norme Tecniche di Attuazione del PPR;
- ✓ componenti dell'assetto insediativo (insediamenti produttivi a carattere industriale) disciplinate dagli articoli 91, 92 e 93 delle Norme Tecniche di Attuazione del PPR;
- ✓ componenti dell'assetto insediativo (Aree speciali e militari) disciplinate dagli articoli 99, 100, 101 delle Norme Tecniche di Attuazione del PPR;
- ✓ componenti dell'assetto insediativo (Espansioni recenti) disciplinate dagli articoli 70, 71, 72 delle Norme Tecniche di Attuazione del PPR;
- ✓ sistema delle infrastrutture (condotte idriche, linee elettriche) disciplinato dagli articoli 102, 103, 104 delle Norme Tecniche di Attuazione del PPR;
- ✓ un'area di recupero ambientale (area di rispetto del sito inquinato e sito inquinato di Assemini), disciplinata dagli articoli 41, 42, 43 delle Norme Tecniche di Attuazione del PPR;
- ✓ un'area di interesse naturalistico istituzionalmente tutelata (oasi permanenti di protezione faunistica e cattura ai sensi della L.R. n. 23/98) rappresentata dall'Oasi Molentargius, disciplinata dall'art. 33 e 37 delle Norme Tecniche di Attuazione del PPR. Tali aree sono gestite dagli enti o dalle Associazioni competenti, nel rispetto della disciplina del PPR;
- ✓ un'area di interesse naturalistico istituzionalmente tutelata (sistema regionale dei parchi) rappresentata dalla Riserva naturale di Santa Gilla, disciplinata dall'art. 33 e 36 delle Norme Tecniche di Attuazione del PPR. Tali aree sono gestite dagli enti o dalle Associazioni competenti, nel rispetto della disciplina del PPR;
- ✓ zone umide costiere revisionate con DGR 33/37 del 30.09.2010 che costituiscono beni paesaggistici ambientali (ex. Art. 143 D.Lgs. 42/2004), disciplinate dall'art. 17 e 18 delle Norme Tecniche di Attuazione del PPR;
- ✓ fascia costiera, disciplinata dall'art.20 delle Norme Tecniche di Attuazione del PPR. Secondo tali Norme, comma 2.3), nella fascia costiera possono essere realizzate infrastrutture puntuali o di rete, purché previste nei piani settoriali, preventivamente adeguati al PPR.



**Figura 3.88: Sovrapposizione delle opere onshore al Piano Paesaggistico Regionale. CAVIDOTTO TERRESTRE - COMUNI DI ASSEMINI, ELMAS, SESTU, MONSERRATO, SELARGIUS, CAGLIARI**

Gli impianti eolici in Sardegna sono definiti all'art. 102 delle Norme Tecniche d'Attuazione (NTA) del Piano Paesaggistico Regionale come elementi costituenti il sistema delle infrastrutture e, in quanto tali, ad essi si applicano le prescrizioni di cui all'art. 103 delle medesime Norme, che prevedono l'ubicazione di nuovi impianti nelle aree di minore pregio paesaggistico e sulla base di studi orientati alla mitigazione degli impatti visivi e ambientali. Si evidenzia al riguardo che tali interferenze riguarderanno esclusivamente le opere di trasporto dell'energia e che la realizzazione del cavidotto terrestre è prevista lungo strade esistenti, al di sotto del manto stradale.

### 3.17.5 Piano Stralcio di bacino per l'Assetto Idrogeologico

Il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del bacino unico regionale (PAI), è redatto ai sensi della legge n. 183/1989 e del decreto-legge n. 180/1998, con le relative fonti normative di conversione, modifica e integrazione. Il PAI è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso finalizzate alla conservazione, alla difesa ed alla valorizzazione del suolo, alla prevenzione del rischio idrogeologico, sulla base delle caratteristiche fisiche ed ambientali del territorio interessato. Il PAI ha valore di piano territoriale di settore e prevale sui piani e programmi di settore di livello regionale. Il PAI è stato approvato con Decreto del Presidente della Regione Sardegna n.67 del 10.07.2006 con tutti i suoi elaborati descrittivi e cartografici.

Con decreto del Presidente della Regione n. 121 del 10/11/2015 pubblicato sul BURAS n. 58 del 19/12/2015, in conformità alla Deliberazione di Giunta Regionale n. 43/2 del 01/09/2015, sono state approvate le modifiche agli articoli 21, 22 e 30 delle Norme di Attuazione (NA) del PAI, l'introduzione dell'articolo 30-bis e l'integrazione alle stesse NA del PAI del Titolo V recante "Norme in materia di coordinamento tra il PAI e il Piano di Gestione del rischio di alluvioni (PGRA)".

In recepimento di queste integrazioni, come previsto dalla Deliberazione del Comitato Istituzionale n. 3 del 27/10/2015 è stato pubblicato sul sito dell'Autorità di Bacino il Testo Coordinato delle NA del PAI<sup>5</sup>.

Con la Deliberazione n. 12 del 21/12/2021, pubblicata sul BURAS n. 72 del 30/12/2021 il Comitato Istituzionale ha adottato alcune modifiche alle Norme di Attuazione del PAI. Le modifiche sono state successivamente approvate con la Deliberazione di giunta regionale n. 2/8 del 20/1/2022 e con Decreto del Presidente della Regione n. 14 del 7/2/2022.

Il PAI per il bacino idrografico unico della Regione Sardegna è costituito dai seguenti elaborati:

- ✓ relazione generale e linee guida allegate, in cui sono presentate le informazioni disponibili, le metodologie di formazione, le definizioni tecniche impiegate nel piano;
- ✓ cartografia delle aree di pericolosità idrogeologica e di rischio idrogeologico:
  - Tavole della perimetrazione delle aree di pericolosità idraulica molto elevata (Hi4), elevata (Hi3), media (Hi2) e moderata (Hi1) alla scala 1:10.000;
  - Tavole della perimetrazione delle aree di pericolosità da frana molto elevata (Hg4), elevata (Hg3), media (Hg2) e moderata (Hg1) alla scala 1:10.000; tavola sinottica a scala di bacino;
  - Tavole della perimetrazione delle aree a rischio idraulico molto elevato (Ri4), elevato (Ri3), medio (Ri2) e moderato (Ri1) alla scala 1:10.000;
  - Tavole della perimetrazione delle aree a rischio da frana molto elevato (Rg4), elevato (Rg3), medio (Rg2) e moderato (Rg1) alla scala 1:10.000;
  - Tavole degli elementi a rischio E alla scala 1:10.000;
  - schede degli interventi per ciascun sottobacino oggetto del piano;
  - norme di attuazione.

Rispetto al PAI approvato nel 2006 sono state apportate alcune varianti richieste dai Comuni o comunque scaturite da nuovi studi o analisi di maggior dettaglio nelle aree interessate<sup>6</sup>.

Nell'ambito di tali studi vengono individuati, in sede di adozione di nuovi strumenti urbanistici o di varianti agli stessi, nonché di approvazione di piani attuativi, i livelli di pericolosità idraulica o geomorfologica derivanti dalle indicazioni contenute negli appositi studi di compatibilità idraulica e geologica - geotecnica, predisposti in osservanza degli articoli 24 e 25 delle NTA del PAI, riferiti a tutto il territorio comunale o alle sole aree interessate dagli atti proposti all'adozione [8].

Dall'approvazione dei suddetti studi da parte del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino deriva l'applicazione sulle aree classificate Hi4, Hi3, Hi2, Hi1, Hg4, Hg3, Hg2 e Hg1 delle norme di salvaguardia di cui agli articoli 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33 e 34 delle Norme di Attuazione del PAI. In riferimento a tali studi ed ai comuni interessati dalle opere in progetto, si specifica quanto segue:

- ✓ con Delibera del Comitato Istituzionale n.7 del 17.02.2012. è stato approvato lo Studio di compatibilità idraulica, geologica e geotecnica ai sensi dell'art. 8 comma 2 delle Norme di Attuazione del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico, relativo al procedimento di adozione del nuovo Piano Urbanistico Comunale di Capoterra;
- ✓ con Delibera di Comitato Istituzionale n.4 del 07.07.2015 è stato approvato l'Aggiornamento dello Studio compatibilità idraulica ai sensi dell'art. 8 comma 2 delle NA del PAI - Recepimento cartografico pericolosità idraulica del PSFF nel PUC di Assemini;
- ✓ con Delibera di Comitato Istituzionale n.9 del 08.09.2011 è stato approvato lo Studio di compatibilità idraulica e geologica-geotecnica relativo al procedimento di adozione del nuovo Piano Urbanistico Comunale (P.U.C.) di Elmas ai sensi dell'art. 8 comma 2 delle Norme di Attuazione del PAI;
- ✓ con Delibera di Comitato Istituzionale n.7 del 31.03.2015 è stato approvato lo Studio di compatibilità idraulica e di compatibilità geologica e geotecnica del territorio comunale di Selargius ai sensi dell'art. 8 comma 2 delle NA del PAI;

\*\*\*\*\*

<sup>5</sup> Le NA sono state ulteriormente aggiornate con Deliberazione del Comitato Istituzionale n. 1 del 03/10/2019 e n. 1 del 28/10/2019 e con D.G.R. n. 43/2 del 27.8.2020

<sup>6</sup> Studi di cui all'art. 8 comma 2 delle Norme di Attuazione del PAI.

## Relazione Generale

---

- ✓ con Delibera di Comitato Istituzionale n.8 del 10.07.2014 è stato approvato lo Studio di compatibilità idraulica e di compatibilità geologica e geotecnica del territorio comunale di Monserrato ai sensi dell'art. 8 comma 2 delle NA del PAI.

Pertanto, le mappe della pericolosità idrogeologica di detti studi costituiscono aggiornamento della banca dati del PAI e vengono disciplinate dalle norme di salvaguardia suddette.

Nel seguito viene riportata l'analisi delle interazioni tra il PAI (Studi di cui all'art. 8 comma 2 delle Norme di Attuazione del PAI) e l'intervento proposto, condotta attraverso l'ausilio degli strati informativi pubblicati sullo specifico portale istituzionale della Regione Sardegna ([www.sardegnaoportale.it](http://www.sardegnaoportale.it)).

Anche in tal caso, l'analisi delle interazioni tra il PAI e l'intervento proposto è stata condotta attraverso l'ausilio degli strati informativi pubblicati sullo specifico portale istituzionale della Regione Sardegna ([www.sardegnaoportale.it](http://www.sardegnaoportale.it)). In considerazione dell'estensione dell'opera in progetto, l'analisi delle interazioni con il PAI è stata eseguita suddividendo l'opera in diverse sezioni:

- ✓ Stazione Elettrica e cavidotto costiero (Comune di Sarroch);
- ✓ Cavidotto terrestre - Comune di Capoterra;
- ✓ Cavidotto terrestre - Comuni di Assemmini e Uta;
- ✓ Cavidotto terrestre - Comuni di Assemmini, Elmas, Sestu, Monserrato, Selargius, Cagliari.

### 3.17.5.1 Stazione Elettrica e cavidotto costiero (Comune di Sarroch)

In riferimento al PAI Sardegna, le opere di progetto onshore, ovvero il cavidotto costiero interrato e la Stazione Elettrica, non interferiscono né con aree a rischio idraulico/da frana né con aree a pericolosità idraulica/da frana. Si segnala che il confine settentrionale della centrale elettrica lambisce una zona a pericolosità media da frana<sup>7</sup> (Hg1), disciplinata dall'art.34 delle NA del PAI. Secondo tale articolo, in dette aree compete agli strumenti urbanistici, ai regolamenti edilizi ed ai piani di settore vigenti disciplinare l'uso del territorio e delle risorse naturali, ed in particolare le opere sul patrimonio edilizio esistente, i mutamenti di destinazione, le nuove costruzioni, la realizzazione di nuovi impianti, opere ed infrastrutture a rete e puntuali pubbliche o di interesse pubblico, i nuovi insediamenti produttivi commerciali e di servizi, le ristrutturazioni urbanistiche e tutti gli altri interventi di trasformazione urbanistica ed edilizia, salvo in ogni caso l'impiego di tipologie e tecniche costruttive capaci di ridurre la pericolosità ed i rischi.

\*\*\*\*\*

<sup>7</sup> Delibera del Comitato Istituzionale n.7 del 17.02.2012. Comune di Capoterra – Studio di compatibilità idraulica, geologica e geotecnica ai sensi dell'art. 8 comma 2 delle Norme di Attuazione del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologica, relativo al procedimento di adozione del nuovo Piano Urbanistico Comunale di Capoterra.

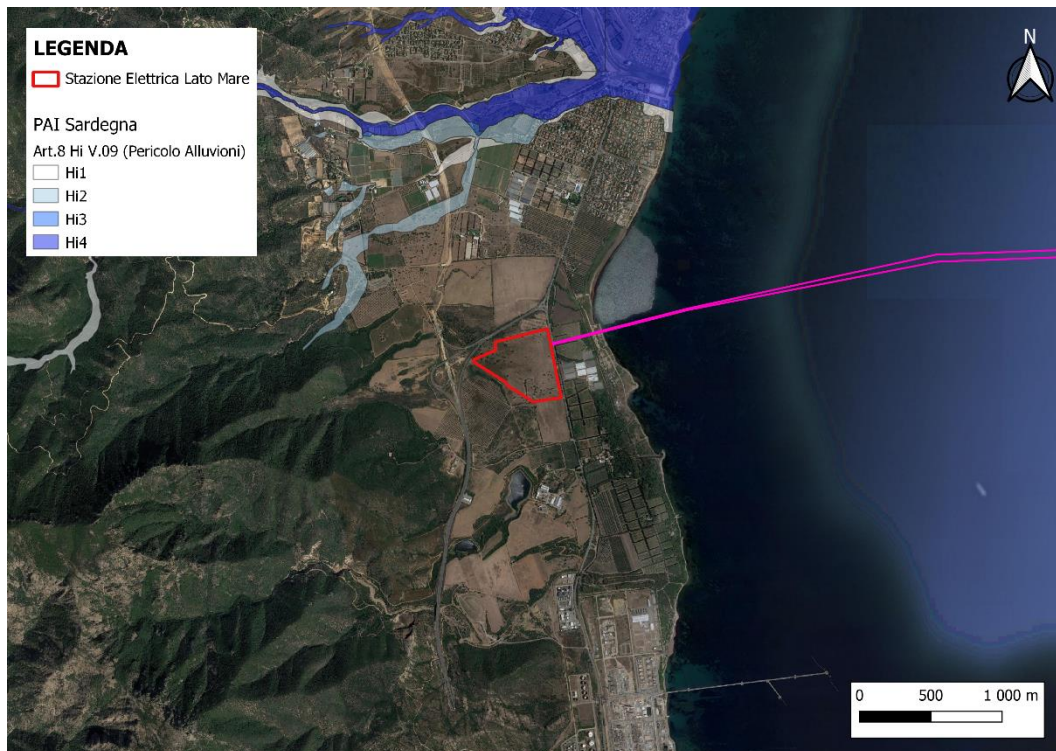


Figura 3.89: Aree di pericolosità idraulica PAI Sardegna (art.8 delle Norme di Attuazione) - COMUNE DI SARROCH

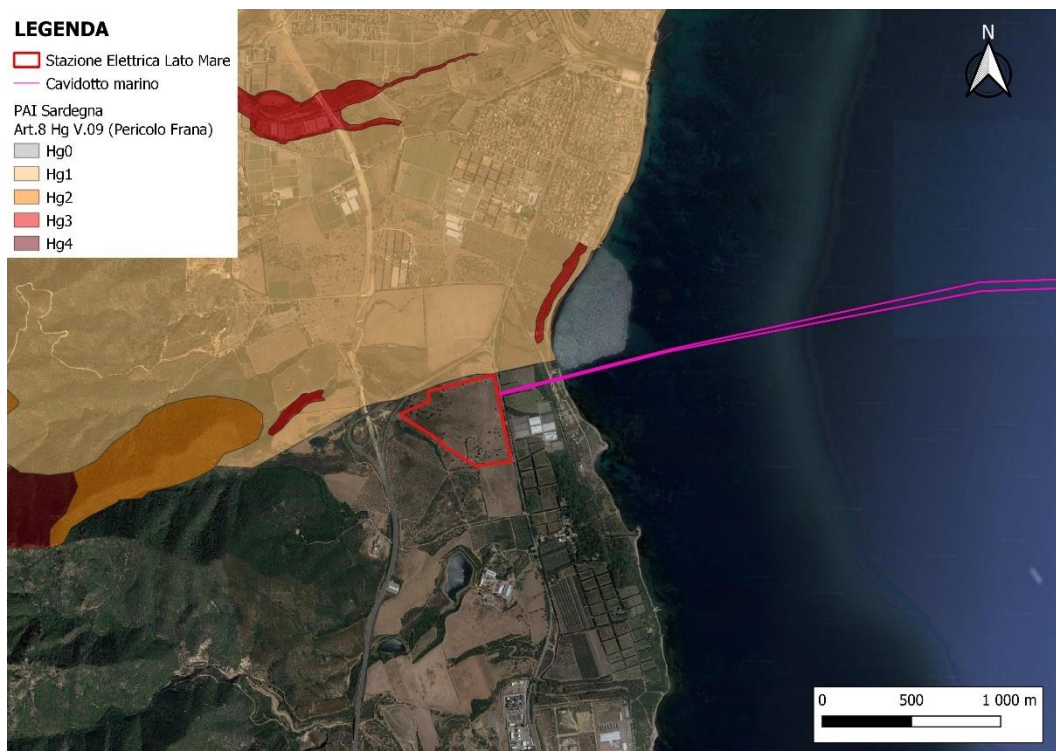


Figura 3.90: Aree di pericolosità da frana PAI Sardegna (art.8 delle Norme di Attuazione) - COMUNE DI SARROCH



### 3.17.5.2 Cavidotto terrestre - Comune di Capoterra

Per quanto concerne le opere onshore in esame, come dimostrato nelle figure seguenti, l'analisi delle interferenze con i vincoli del PAI ha consentito di porre in evidenza che il cavidotto terrestre interessa aree a pericolosità idraulica molto elevata (Hi4), elevata (Hi3), media (Hi2) e moderata (Hi1) relativamente alle intersezioni con il Rio San Girolamo e Rio Santa Lucia e loro affluenti.

Occorre evidenziare come, in questo tratto, la realizzazione del cavidotto è prevista al di sotto della sede stradale della rete viaria esistente.

In riferimento al PAI Sardegna ex art.8 c.2 delle NA, le aree a pericolosità idraulica molto elevata (Hi4) sono disciplinate dall'art.27 delle NA del PAI. Relativamente alla natura delle opere in progetto, l'art. 27 comma 3 lettera g. delle NA del PAI riporta quanto segue:

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

[...]

- g. le nuove infrastrutture a rete o puntuali previste dagli strumenti di pianificazione territoriale e dichiarate essenziali e non altrimenti localizzabili; nel caso di condotte e di cavidotti, non è richiesto lo studio di compatibilità idraulica di cui all'articolo 24 delle presenti norme qualora sia rispettata 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 una altezza massima di 50 cm, che per le situazioni di parallelismo non ricadano in alveo e area golenale 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;*
- h. allacciamenti a reti principali e nuovi sottoservizi a rete interrati lungo tracciati stradali esistenti, ed opere connesse compresi i nuovi attraversamenti; nel caso di condotte e di cavidotti, non è richiesto lo studio di compatibilità idraulica di cui all'articolo 24 delle presenti norme qualora sia rispettata 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 una altezza massima di 50 cm 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.*

Pertanto, alla luce delle suddette norme maggiormente restrittive (pericolo idraulico Hi4), si evince che la disciplina inerente alle aree a pericolosità idraulica non risulta pregiudizievole alla realizzazione delle opere in progetto.

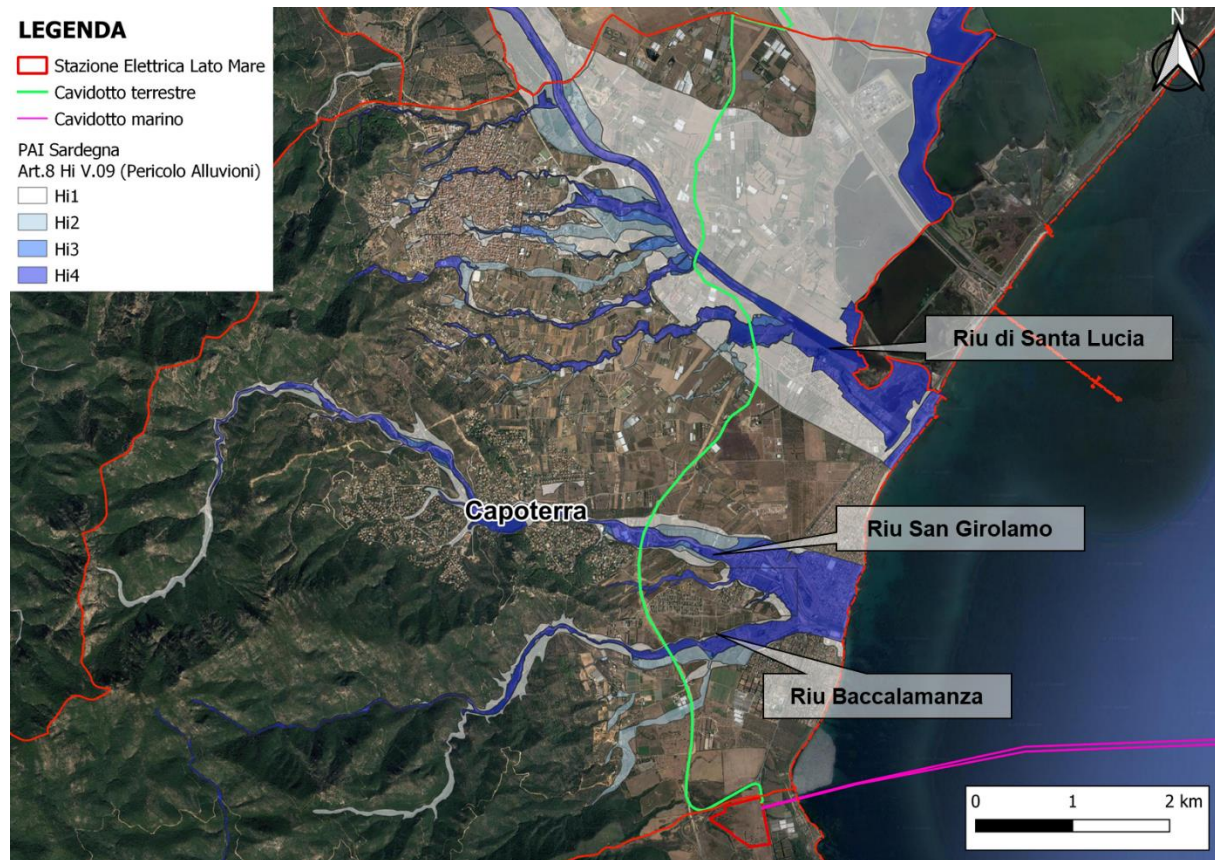


Figura 3.91: Aree di pericolosità idraulica PAI Sardegna (art.8 delle Norme di Attuazione) - COMUNE DI CAPOTERRA

Relativamente agli aspetti geomorfologici, il cavidotto terrestre che attraversa il Comune di Capoterra ricade interamente in una vasta area a pericolosità da frana Hg1, disciplinata dall'art.34 delle NA del PAI come precedentemente riportato.

**Inoltre, in corrispondenza dell'intersezione con il Riu Baccalamanza, il cavidotto attraversa un'area a pericolosità da frana elevata Hg3, disciplinata dall'art.32 delle NA del PAI. Secondo tali norme, in materia di infrastrutture a rete o puntuali pubbliche o di interesse pubblico nelle aree di pericolosità molto elevata ed elevata da frana, sono consentiti nuovi sottoservizi a rete interrati lungo tracciati stradali esistenti, come nella fattispecie, ed opere connesse compresi i nuovi attraversamenti.**

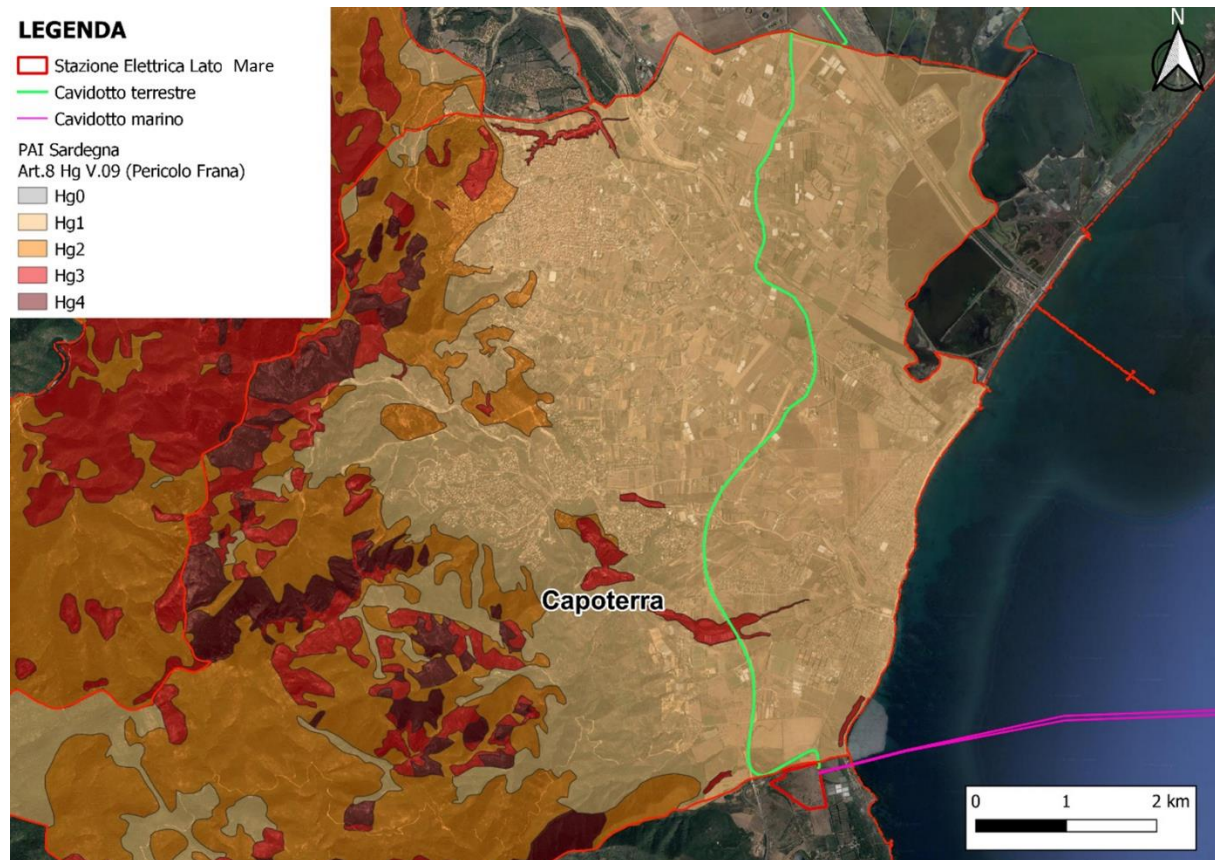


Figura 3.92: Aree di pericolosità da frana PAI Sardegna (art.8 delle Norme di Attuazione) - COMUNE DI CAPOTERRA

### 3.17.5.3 Cavidotto terrestre - Comuni di Assemini e Uta

Relativamente al cavidotto terrestre nel tratto in esame, come dimostrato nelle figure seguenti, l'analisi delle interferenze con i vincoli del PAI ha consentito individuare che l'opera interessa aree a pericolosità idraulica molto elevata (Hi4), elevata (Hi3), media (Hi2) e moderata (Hi1). Occorre tuttavia evidenziare come, anche in questo tratto, la realizzazione del cavidotto è prevista al di sotto della sede stradale della rete viaria esistente.

Come suddetto, le aree a pericolosità idraulica molto elevata (Hi4) sono disciplinate dall'art.27 delle NA del PAI. Secondo tali norme, riportate al paragrafo 3.17.4.2, la disciplina inerente alle aree a pericolosità idraulica non risulta pregiudizievole alla realizzazione delle opere in progetto.

Infine, relativamente agli aspetti geomorfologici, il cavidotto terrestre che attraversa i Comuni di Assemini e Uta non intercetta alcun areale a pericolosità da frana secondo il PAI Sardegna (Figura 3.94).

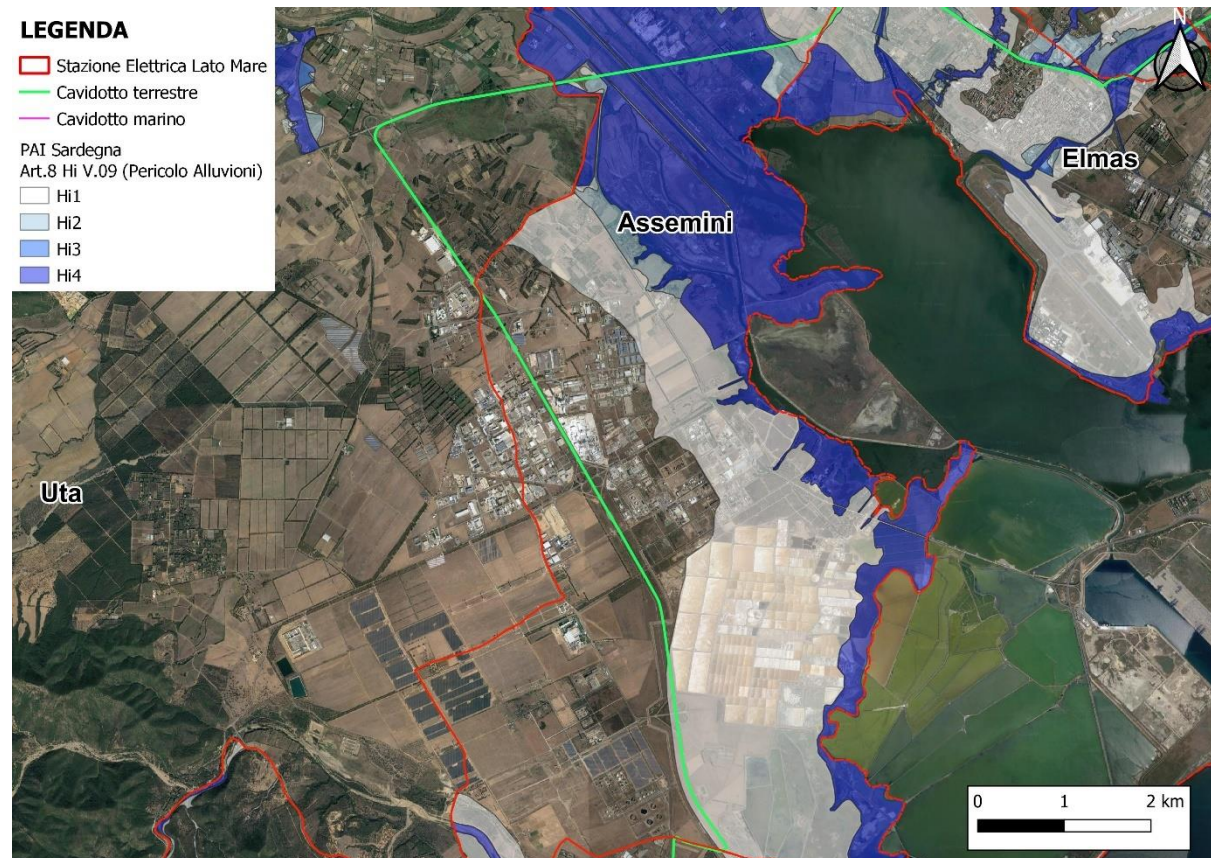


Figura 3.93: Aree di pericolosità idraulica PAI Sardegna (art.8 delle Norme di Attuazione) - COMUNI DI ASSEMINI E UTA

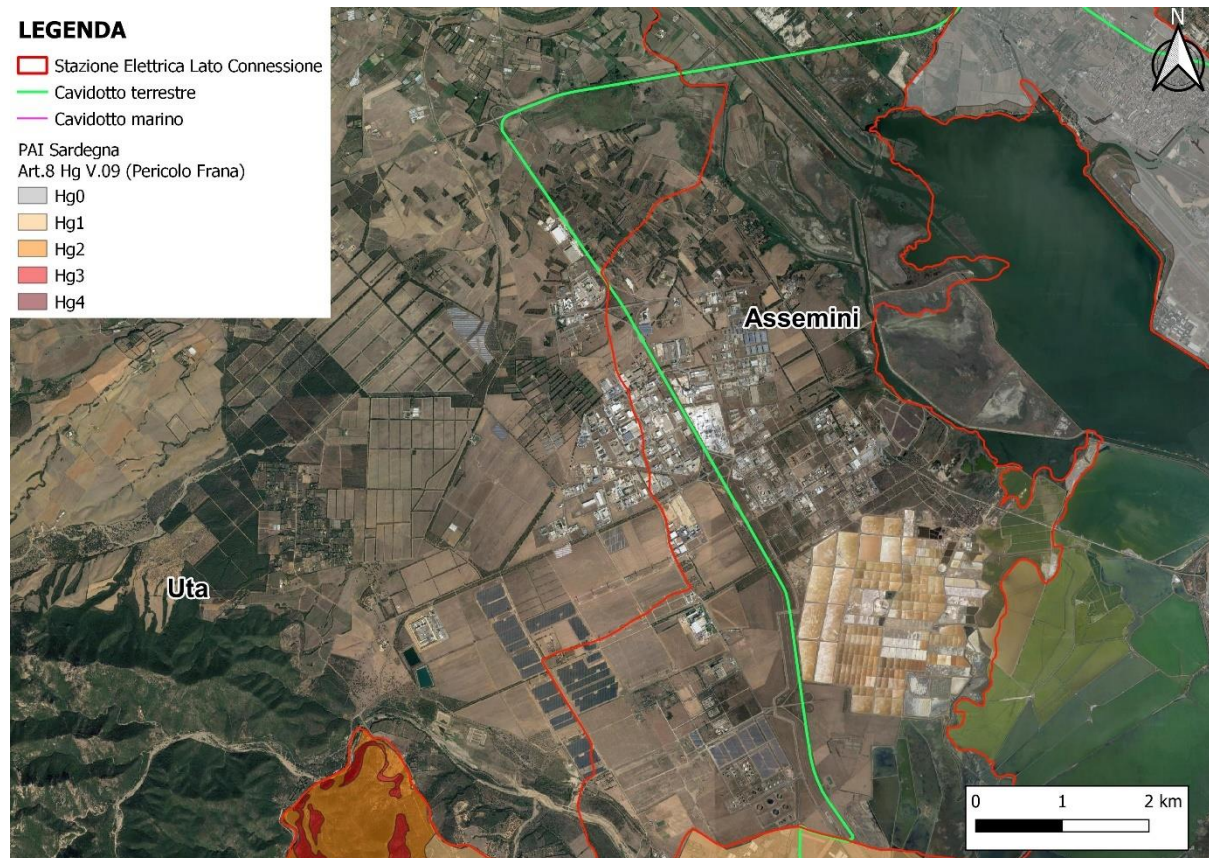


Figura 3.94: Aree di pericolosità da frana PAI Sardegna (art.8 delle Norme di Attuazione) - COMUNI DI ASSEMINI E UTA

#### 3.17.5.4 Cavidotto terrestre - Comuni di Assemini, Elmas, Sestu, Monserrato, Selargius, Cagliari

Relativamente al cavidotto terrestre nel tratto in esame, come dimostrato nelle figure seguenti, l'analisi delle interferenze con i vincoli del PAI ha consentito individuare che l'opera interessa aree a pericolosità idraulica molto elevata (Hi4), elevata (Hi3), media (Hi2) e moderata (Hi1). Occorre tuttavia evidenziare come, anche in questo tratto, la realizzazione del cavidotto è prevista al di sotto della sede stradale della rete viaria esistente.

Come suddetto, le aree a pericolosità idraulica molto elevata (Hi4) sono disciplinate dall'art.27 delle NA del PAI. Secondo tali norme, riportate al paragrafo 3.17.4.2, la disciplina inerente alle aree a pericolosità idraulica non risulta pregiudizievole alla realizzazione delle opere in progetto.

Infine, relativamente agli aspetti geomorfologici, è possibile notare che il cavidotto terrestre che attraversa il Comune di Selargius intercetta areali a pericolosità media da frana Hg2, disciplinati dall'art.33 delle NA del PAI Sardegna (Figura 3.96). Secondo tali norme, in materia di infrastrutture a rete o puntuali pubbliche o di interesse pubblico nelle aree di pericolosità media da frana sono consentite 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.

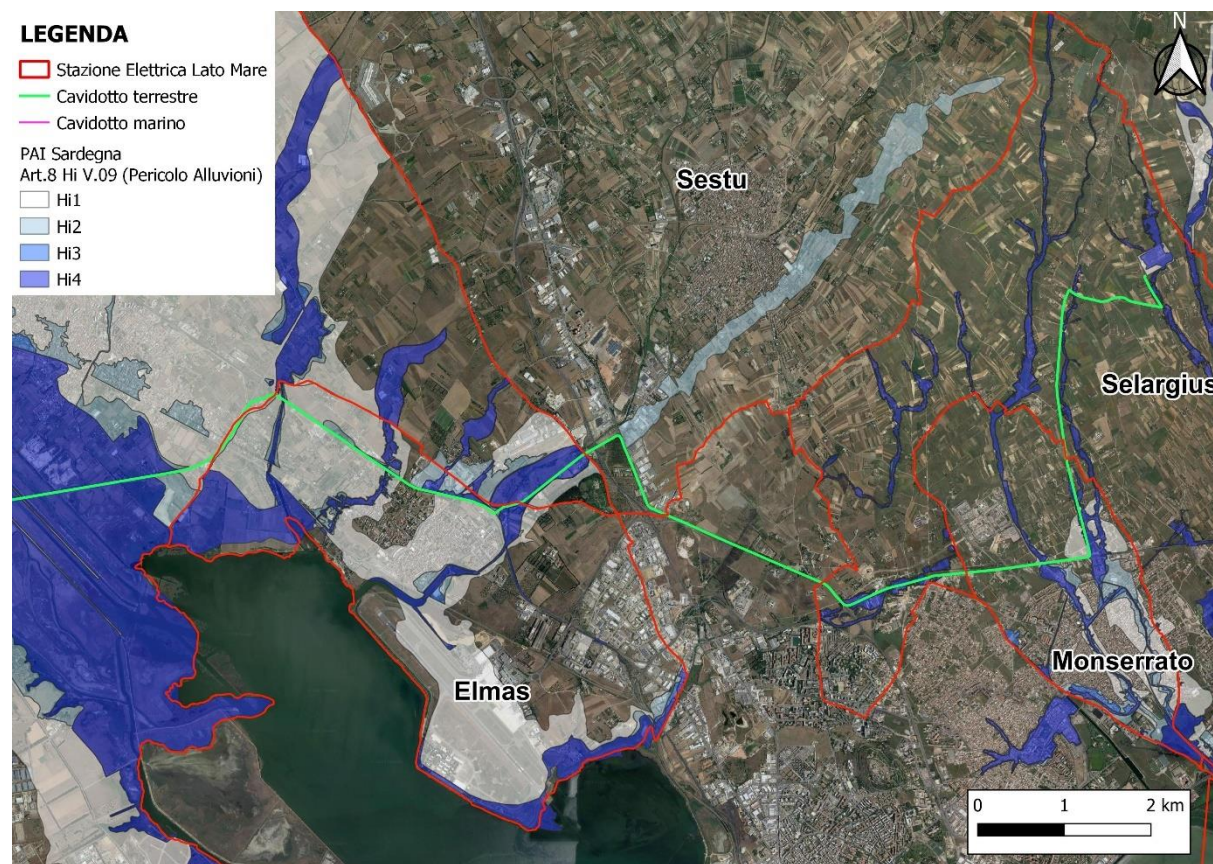


Figura 3.95: Aree di pericolosità idraulica PAI Sardegna (art.8 delle Norme di Attuazione) - COMUNI DI ASSEMINI, ELMAS, SESTU, MONSERRATO, SELARGIUS, CAGLIARI

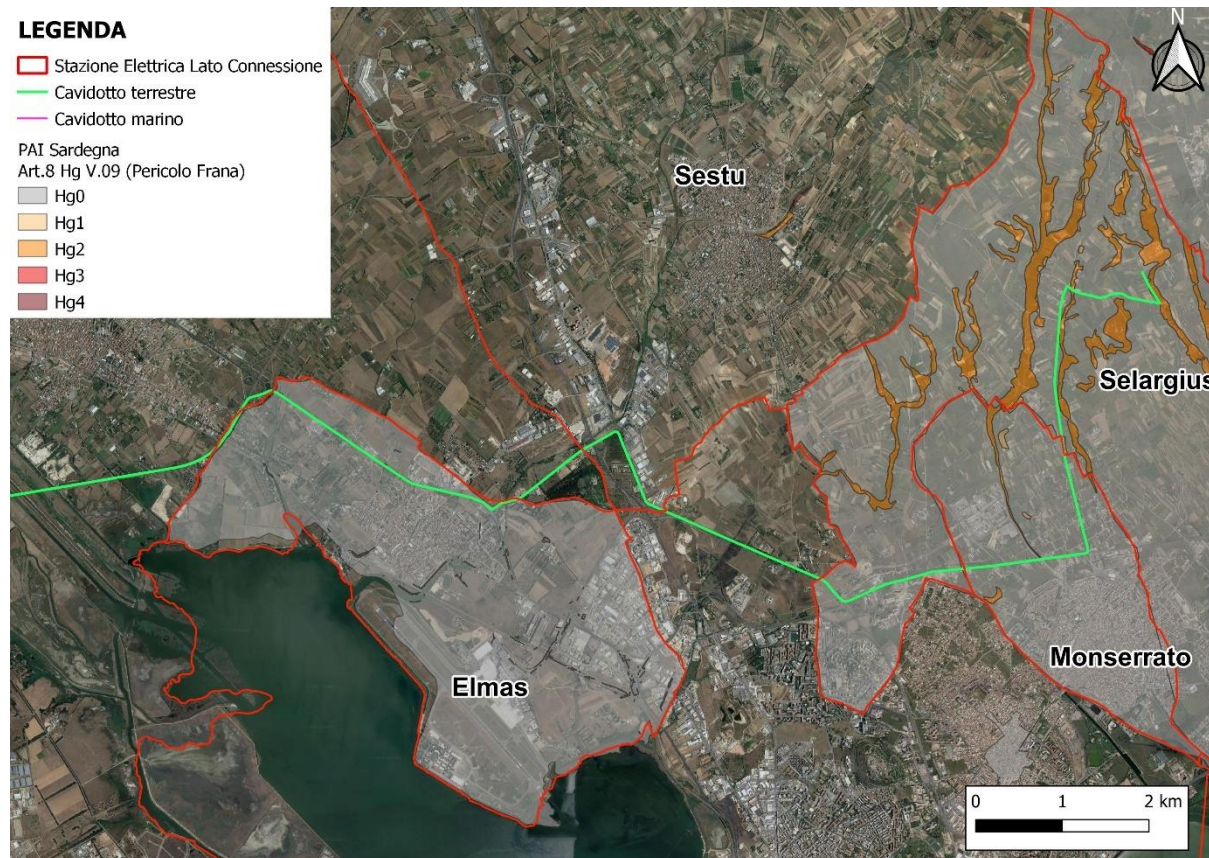


Figura 3.96: Aree a pericolosità da frana PAI Sardegna (art.8 delle Norme di Attuazione) - COMUNI DI ASSEMINI, ELMAS, SESTU, MONSERRATO, SELARGIUS, CAGLIARI

### 3.17.6 Piano di Gestione Rischio Alluvioni

I Piani di gestione del rischio di alluvioni (PGRA) sono predisposti in recepimento della direttiva 2007/60/CE e del relativo D.Lgs. 23 febbraio 2010 n. 49 “Attuazione della Direttiva Comunitaria 2007/60/CE, relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni”. Il PGRA individua strumenti operativi e di governance finalizzati a ridurre le conseguenze negative delle alluvioni, pertanto coinvolge tutti gli aspetti della gestione del rischio di alluvioni, con particolare riferimento alle misure non strutturali finalizzate alla prevenzione, protezione e preparazione rispetto al verificarsi degli eventi alluvionali.

Il Piano contiene anche una sintesi dei contenuti dei Piani urgenti di emergenza predisposti ai sensi dell’art. 67, c. 5 del D.Lgs 152/2006 ed è pertanto redatto in collaborazione con la Protezione Civile per la parte relativa al sistema di allertamento per il rischio idraulico.

Il Piano di Gestione del Rischio Alluvioni della Sardegna per il primo ciclo di pianificazione (2015-2021) è stato approvato con Deliberazione del Comitato Istituzionale n. 2 del 15/03/2016 e con Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 27/10/2016, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale serie generale n. 30 del 06/02/2017.

Con la Deliberazione del Comitato Istituzionale n. 14 del 21/12/2021 è stato approvato il Piano di gestione del rischio di alluvioni della Sardegna per il secondo ciclo di pianificazione.

L’obiettivo generale del PGRA è la riduzione delle conseguenze negative derivanti dalle alluvioni sulla salute umana, il territorio, i beni, l’ambiente, il patrimonio culturale e le attività economiche e sociali. Esso individua strumenti operativi e azioni di governance finalizzati alla gestione preventiva e alla riduzione delle potenziali conseguenze negative degli eventi alluvionali sugli elementi esposti; deve quindi tener conto delle caratteristiche fisiche e morfologiche del distretto idrografico a cui è riferito, e approfondire conseguentemente in dettaglio i contesti territoriali locali.

Il Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni è uno strumento trasversale di raccordo tra piani di settore locali e generali, ha carattere pratico e operativo ma anche informativo, conoscitivo e divulgativo, ed è finalizzato a garantire la gestione completa dei diversi aspetti organizzativi e pianificatori correlati con la gestione degli eventi alluvionali. La predisposizione dei PGRA, in accordo con quanto specificato dall'art.7.3 della Direttiva, deve quindi riguardare tutti gli aspetti della gestione del rischio quali la prevenzione, la protezione e la preparazione, comprese le previsioni di piena e i sistemi di allertamento.

Si evidenzia che le mappe del PGRA, costituite da Mappe della pericolosità da alluvione, Mappe del danno potenziale, Mappe del rischio di alluvioni e dalle Mappe delle aree di pericolosità da inondazione costiera, redatte nel rispetto della direttiva 2007/60/CE, del D.Lgs. 49/2010 e degli indirizzi operativi predisposti dai Ministeri competenti, costituiscono integrazione al PAI e integrano il quadro di riferimento per l'attuazione delle finalità e contenuti del PAI. Pertanto, il quadro normativo che disciplina le aree tutelate dal PGRA è rappresentato dal Titolo V delle NTA del PAI [9].

Inoltre, le mappe di pericolosità da inondazione costiera del PGRA sono state elaborate da un consistente studio propedeutico, finalizzato a consolidare il quadro conoscitivo del contesto costiero regionale. Tale studio è stato effettuato nell'ambito della redazione del Programma Azione Coste (PAC) (cfr. par. 3.17.8).

L'analisi delle interazioni tra il PGRA e l'intervento proposto è stata condotta attraverso l'ausilio degli strati informativi pubblicati sullo specifico portale istituzionale della Regione Sardegna ([www.sardegnageoportale.it](http://www.sardegnageoportale.it)). In considerazione dell'estensione dell'opera in progetto, l'analisi delle interazioni con il Piano è stata eseguita suddividendo l'opera in diverse sezioni (vedi figure seguenti).

L'analisi delle interazioni tra il PGRA e l'intervento in esame ha permesso di evidenziare quanto segue:

il cavidotto interferisce con aree a pericolosità da inondazione costiera (Hi\_c). Tali aree costituiscono le risultanze di un primo studio speditivo, a livello dell'intero territorio regionale, dei fenomeni di inondazione costiera. I Comuni sono tenuti ad aggiornare i piani di emergenza comunali e intercomunali redatti ai sensi dell'art. 15 comma 3 bis della L. 225/1992 come modificato dalla L. 100/2012, relativi al rischio idraulico ed idrogeologico sulla base delle risultanze di tale studio speditivo. Dette aree sono regolate dalle norme d'uso che I Comuni e gli altri enti competenti, in coerenza con i principi e le finalità del PAI, definiscono nei propri strumenti di pianificazione territoriale, con particolare riferimento ai piani urbanistici comunali e ai piani di utilizzo dei litorali definiti dalla L.R. 45/1989 e smi.

il cavidotto interrato interferisce con aree a pericolosità idraulica P1 (Hi1), P2 (Hi2 e Hi3) e P3 (Hi4) del PGRA, disciplinate dall'articolo 41 NTA del PAI/PGRA. Nelle aree P3 si applicano le NTA del PAI/PGRA relative alle aree di pericolosità idraulica Hi4, con particolare riferimento all'articolo 27. Nelle aree P2 si applicano le NTA del PAI/PGRA relative alle aree di pericolosità idraulica Hi3 e Hi2, con particolare riferimento agli articoli 28 e 29, in considerazione del tempo di ritorno associato alla singola area, desumibile dagli elaborati del PAI, del Piano stralcio delle fasce fluviali (PSFF) e degli studi di compatibilità idraulica redatti dai Comuni ai sensi del precedente articolo 8 e già approvati dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino. Nelle aree P1 si applicano le NTA del PAI/PGRA relative alle aree di pericolosità idraulica Hi1, con particolare riferimento all'articolo 30, fatto salvo quanto specificato all'articolo 30 bis delle medesime norme.

Pertanto, si rimanda al paragrafo 3.17.5 per ulteriori approfondimenti in merito.

il cavidotto interferisce con zone a diverse classi di danno e rischio. Tuttavia, in considerazione della natura interrata del cavidotto in progetto, gli elementi progettuali non risultano esposti a possibili eventi di natura idrogeologica. La centrale elettrica ricade in classe di danno D2 (danno potenziale medio).

**Occorre evidenziare come la realizzazione del cavidotto è prevista al di sotto della sede stradale della rete viaria esistente e che l'attraversamento della linea di costa è previsto tramite tecnica trenchless (HDD); nella progettazione delle opere, in particolare della stazione elettrica, saranno definite le più opportune misure finalizzate a prevenire possibili rischi per gli aspetti di interesse.**



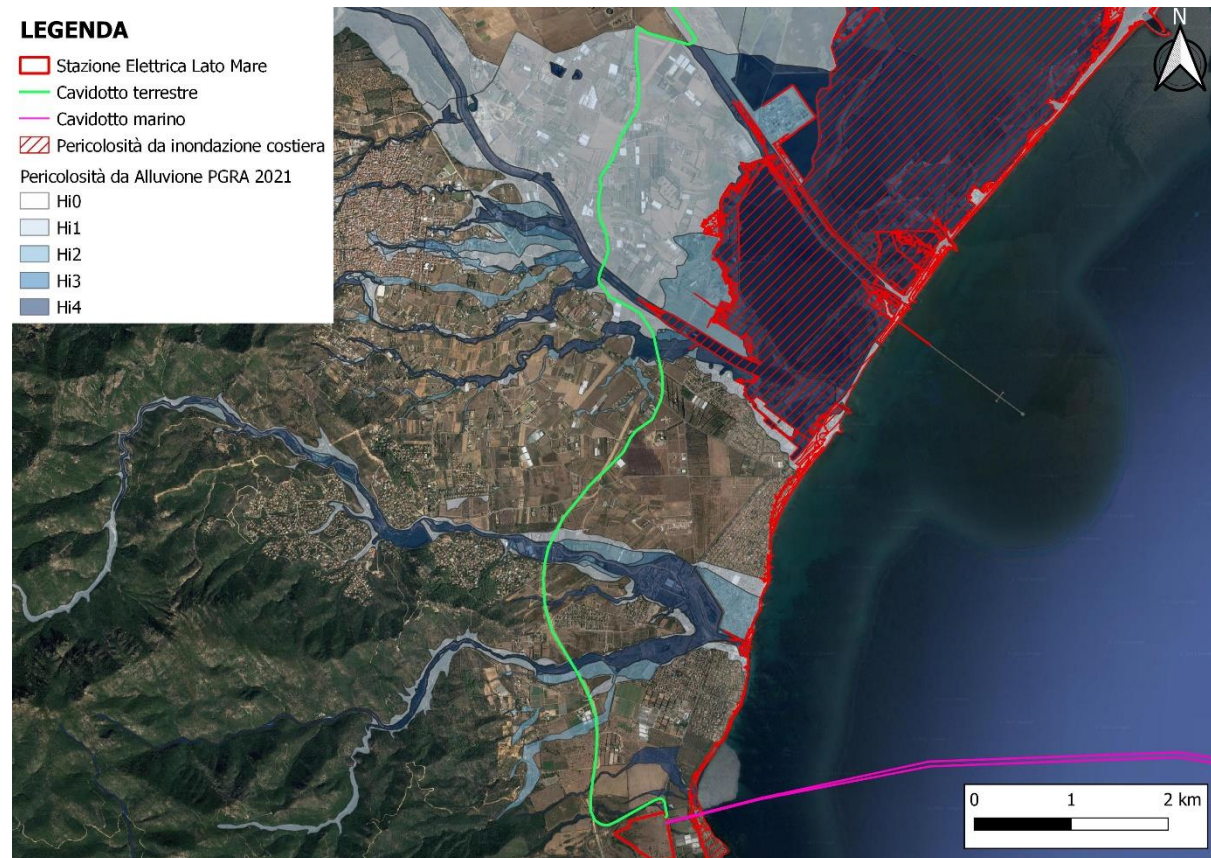


Figura 3.97: Pericolosità da alluvione e da inondazione costiera del PGRA Sardegna - COMUNE DI SARROCH E CAPOTERRA

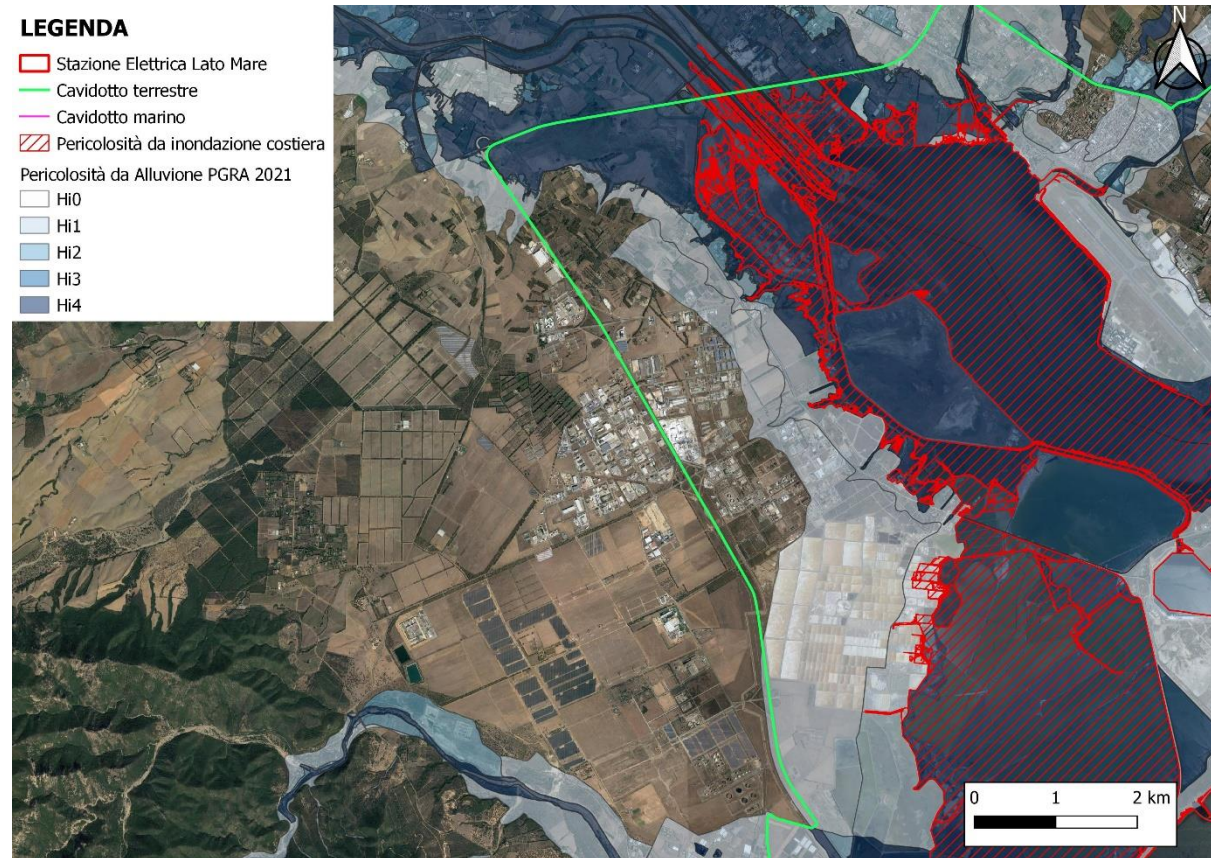
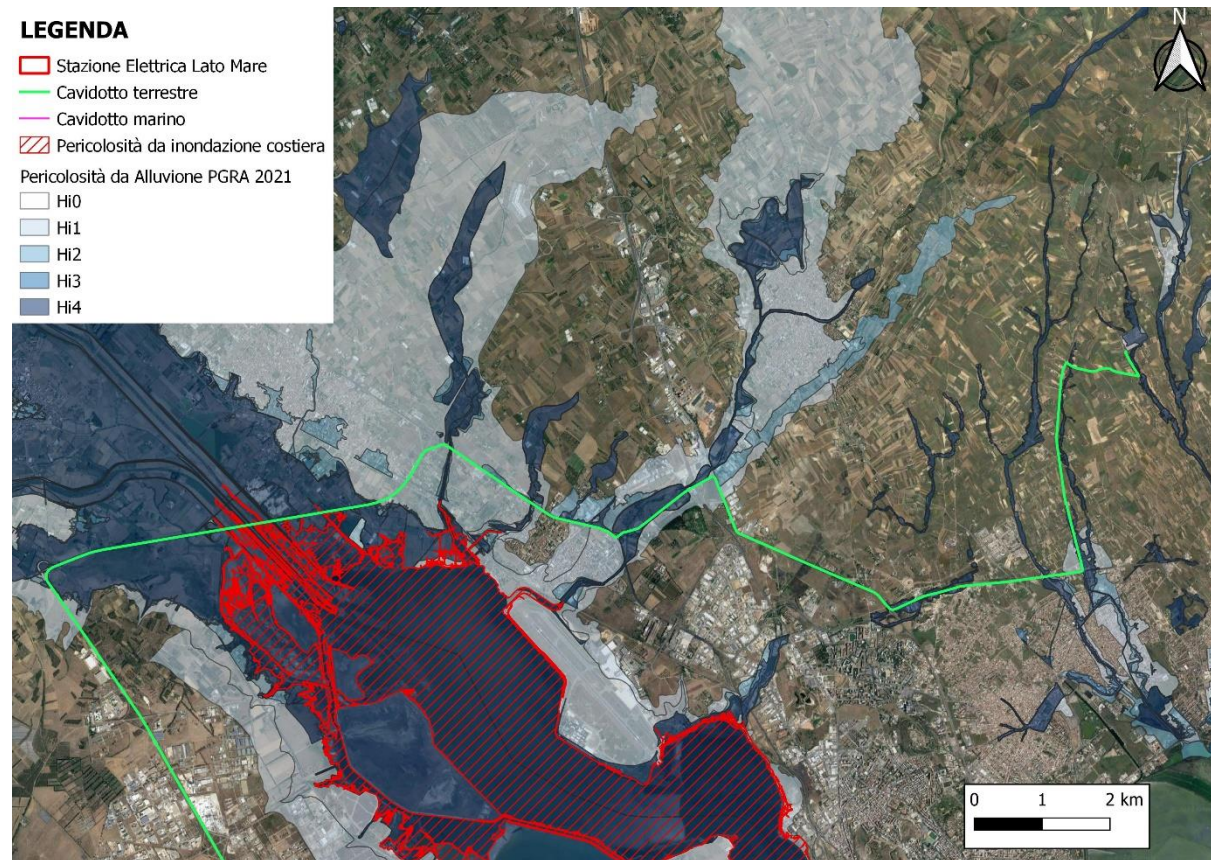


Figura 3.98: Pericolosità da alluvione e da inondazione costiera del PGRA Sardegna - COMUNI DI ASSEMINI E UTA



**Figura 3.99: Pericolosità da alluvione e da inondazione costiera del PGRA Sardegna - COMUNI DI ASSEMINI, ELMAS, SESTU, MONSERRATO, SELARGIUS, CAGLIARI**

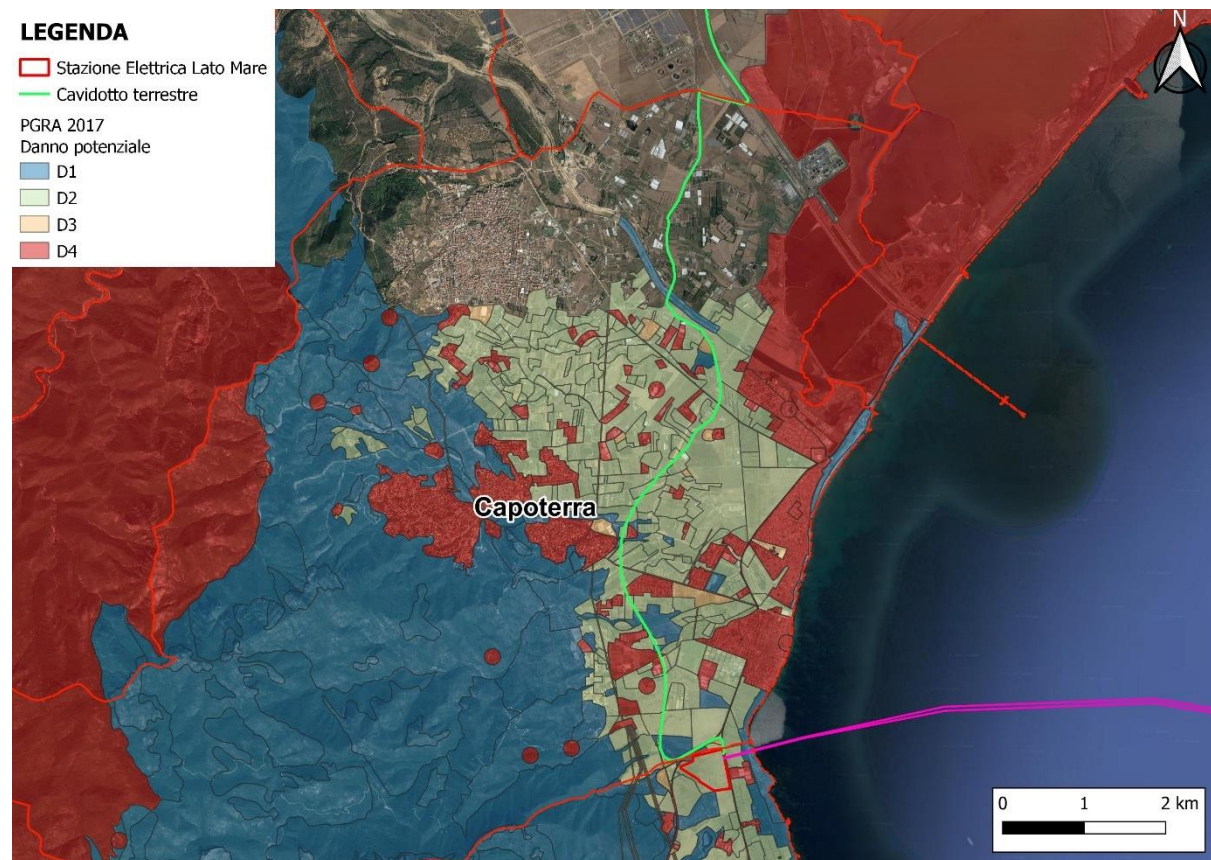


Figura 3.100: Mappa del Danno Potenziale allegata al PGRA Sardegna - COMUNE DI CAPOTERRA

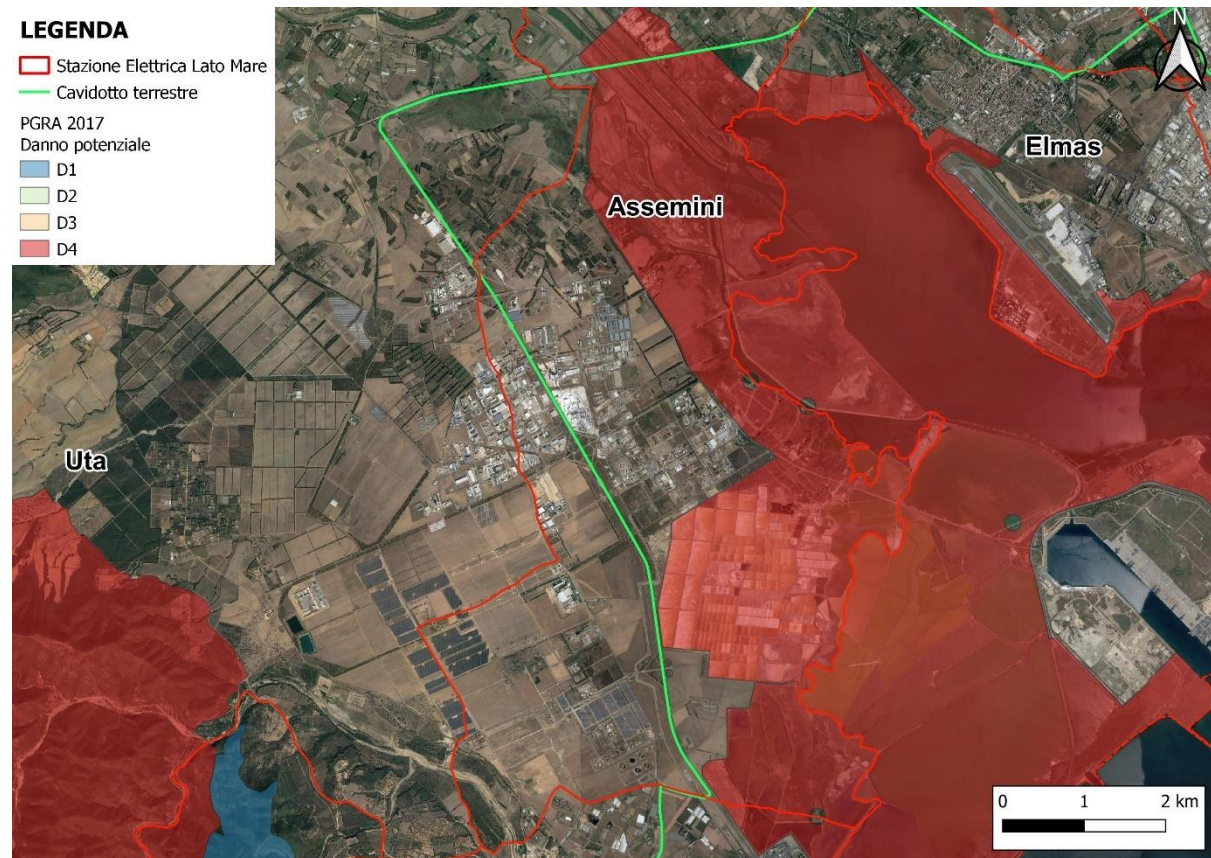


Figura 3.101: Mappa del Danno Potenziale allegata al PGRA Sardegna - COMUNE DI ASSEMINI

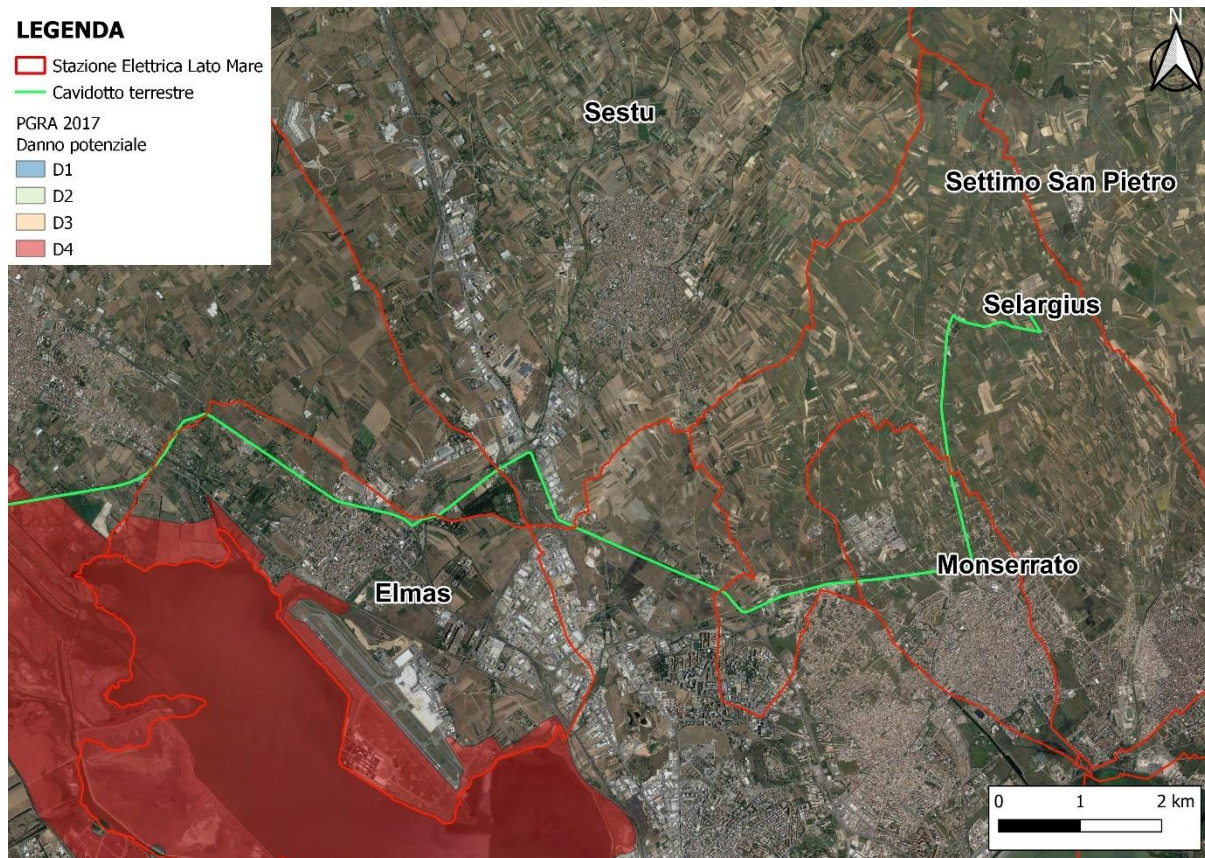


Figura 3.102: Mappa del Danno Potenziale allegata al PGRA Sardegna - COMUNI DI ASSEMINI, ELMAS, SESTU, MONSERRATO, SELARGIUS, CAGLIARI

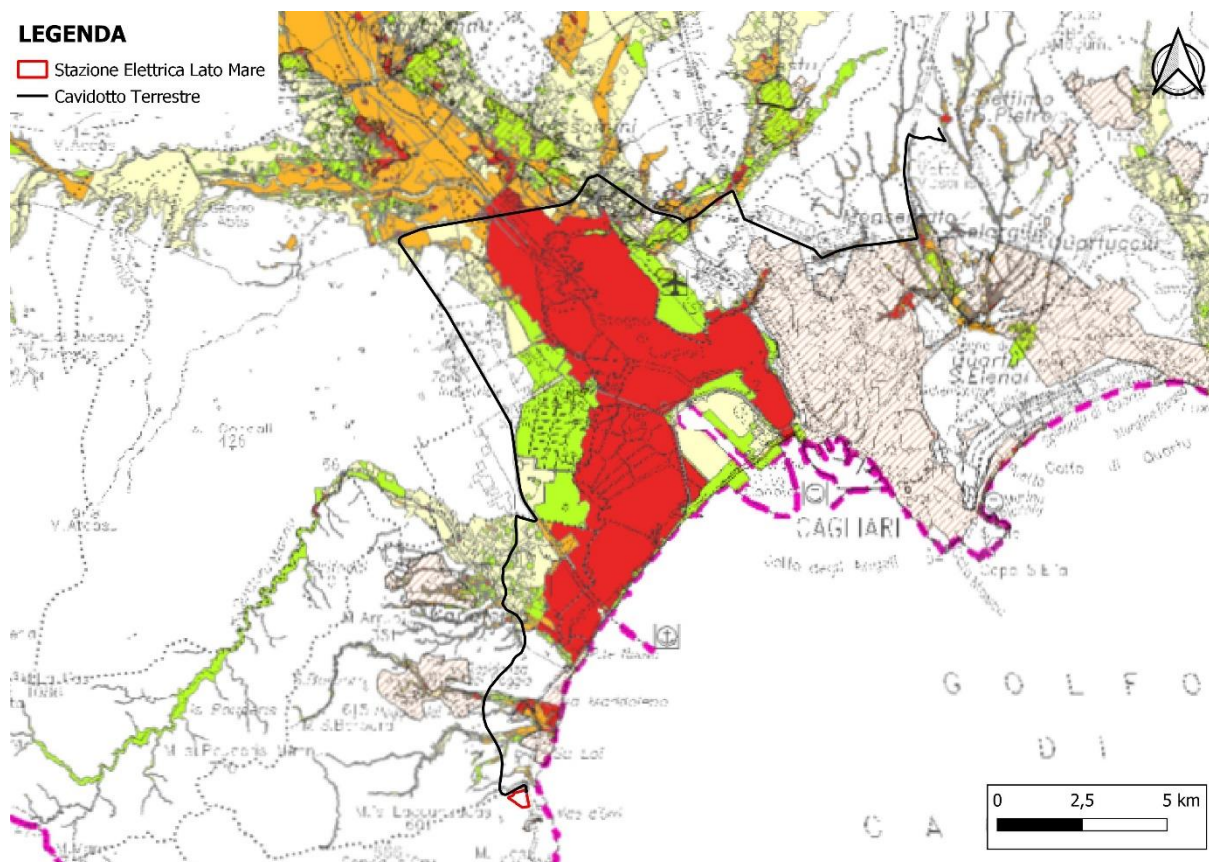


Figura 3.103: Mappa del Rischio Alluvioni allegata al PGRA Sardegna

### 3.17.7 Piano di Tutela delle Acque

Il Piano di Tutela delle Acque (PTA), approvato con D.G.R. n. 14/16 del 4.4.2006, è uno strumento conoscitivo e programmatico che si pone come obiettivo l'utilizzo sostenibile della risorsa idrica.

Finalità fondamentale del Piano di Tutela delle Acque è quella di costituire uno strumento conoscitivo, programmatico, dinamico attraverso azioni di monitoraggio, programmazione, individuazione di interventi, misure, vincoli, finalizzati alla tutela integrata degli aspetti quantitativi e qualitativi della risorsa idrica. Questo nell'idea fondativa secondo la quale solo con interventi integrati che agiscono anche sugli aspetti quantitativi, non limitandosi ai soli aspetti qualitativi, possa essere garantito un uso sostenibile della risorsa idrica, per il perseguimento dei seguenti obiettivi:

1. raggiungimento o mantenimento degli obiettivi di qualità fissati dal D.Lgs. 152/99 e suoi collegati per i diversi corpi idrici ed il raggiungimento dei livelli di quantità e di qualità delle risorse idriche compatibili con le differenti destinazioni d'uso;
2. recupero e salvaguardia delle risorse naturali e dell'ambiente per lo sviluppo delle attività produttive ed in particolare di quelle turistiche; tale obiettivo dovrà essere perseguito con strumenti adeguati particolarmente negli ambienti costieri in quanto rappresentativi di potenzialità economiche di fondamentale importanza per lo sviluppo regionale;
3. 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.

Il Piano di Tutela delle Acque, oltre agli interventi volti a garantire il raggiungimento o il mantenimento degli obiettivi, le misure necessarie alla tutela qualitativa e quantitativa del sistema idrico, contiene: i risultati dell'attività conoscitiva; l'individuazione degli obiettivi ambientali e per specifica destinazione; l'elenco dei corpi idrici a specifica destinazione e delle aree richiedenti specifiche misure di prevenzione dall'inquinamento e di risanamento; le misure





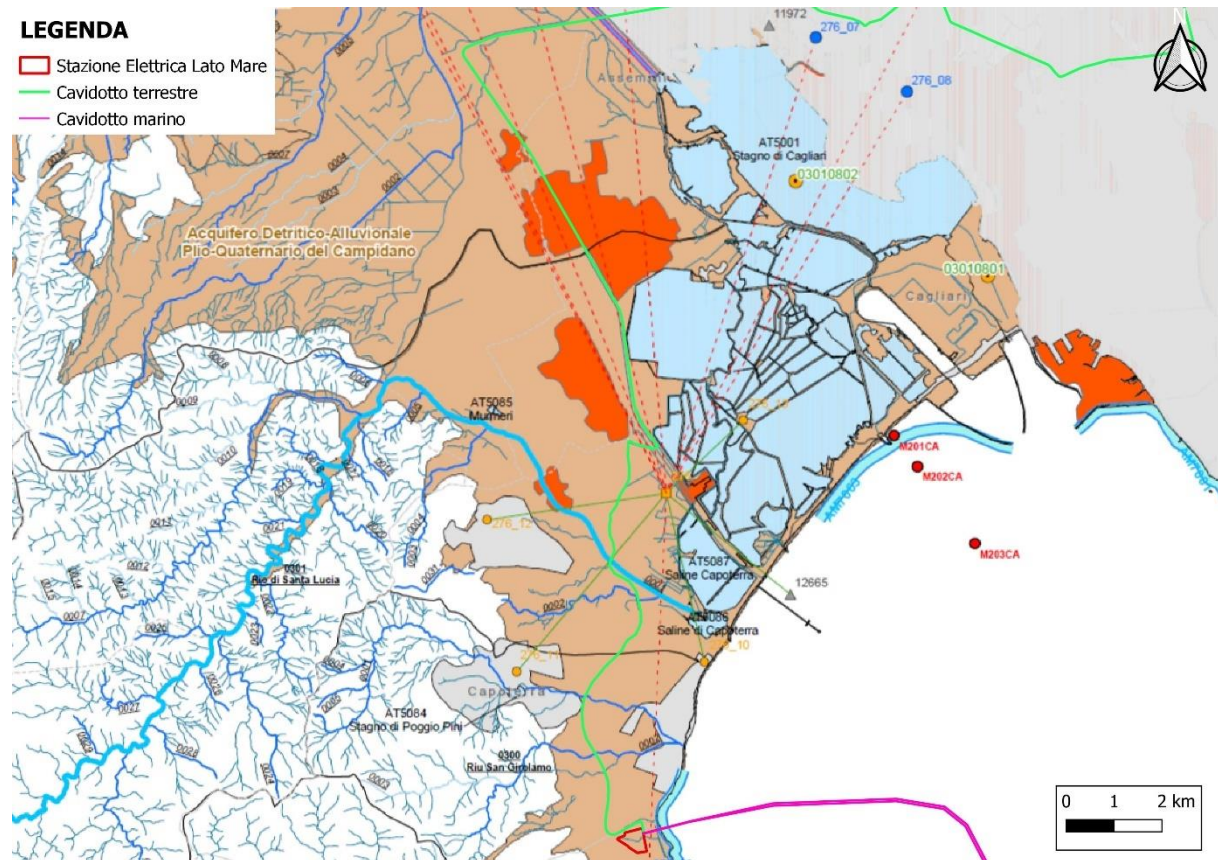


Figura 3.105: Stralcio della Tavola 5/1b del PTA Sardegna “Unità Idrografica Omogenea (UIO) - Flumini Mannu - Cixerri” - bacino idrografico del Rio San Girolamo. Fonte: PTA, modificato

## Legenda

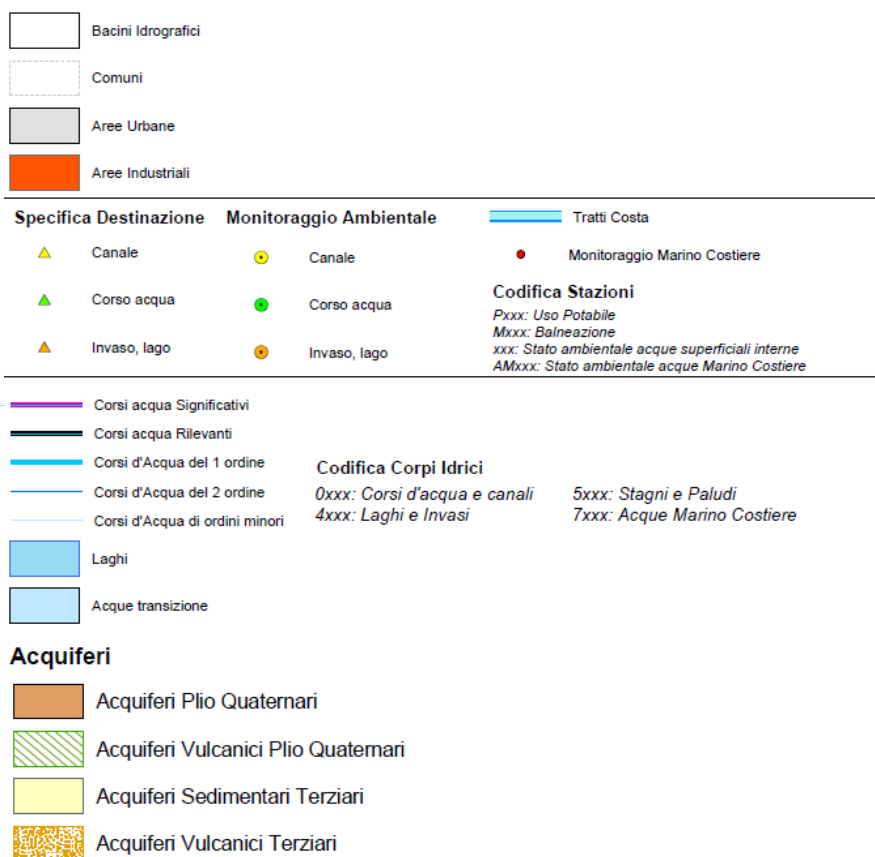


Figura 3.106: Legenda tavole Unità Idrografica Omogenea (UIO) del PTA Sardegna

L'analisi delle interazioni tra il PTA e l'intervento proposto, condotta attraverso l'ausilio della cartografia pubblicata sullo specifico portale istituzionale della Regione Sardegna ([www.regione.sardegna.it](http://www.regione.sardegna.it)), ha consentito di porre in evidenza che le opere onshore interferiscono con l'area sensibile (ai sensi della Direttiva 271/91/CE e dell'Allegato 6 del D.Lgs. 152/99) del Riu Cixerri (cod. area sensibile: 1), con un'area a vulnerabilità intrinseca degli acquiferi sedimentari terziari, con zone vulnerabili da prodotti fitosanitari (art.20 delle Norme Tecniche di Attuazione del PTA) e con zone a desertificazione critica (art.21 delle Norme Tecniche di Attuazione del PTA).

Tuttavia, si specifica che le indicazioni del Piano Tutela Acque della Regione Sardegna non risultano ostative alla realizzazione delle opere in progetto.

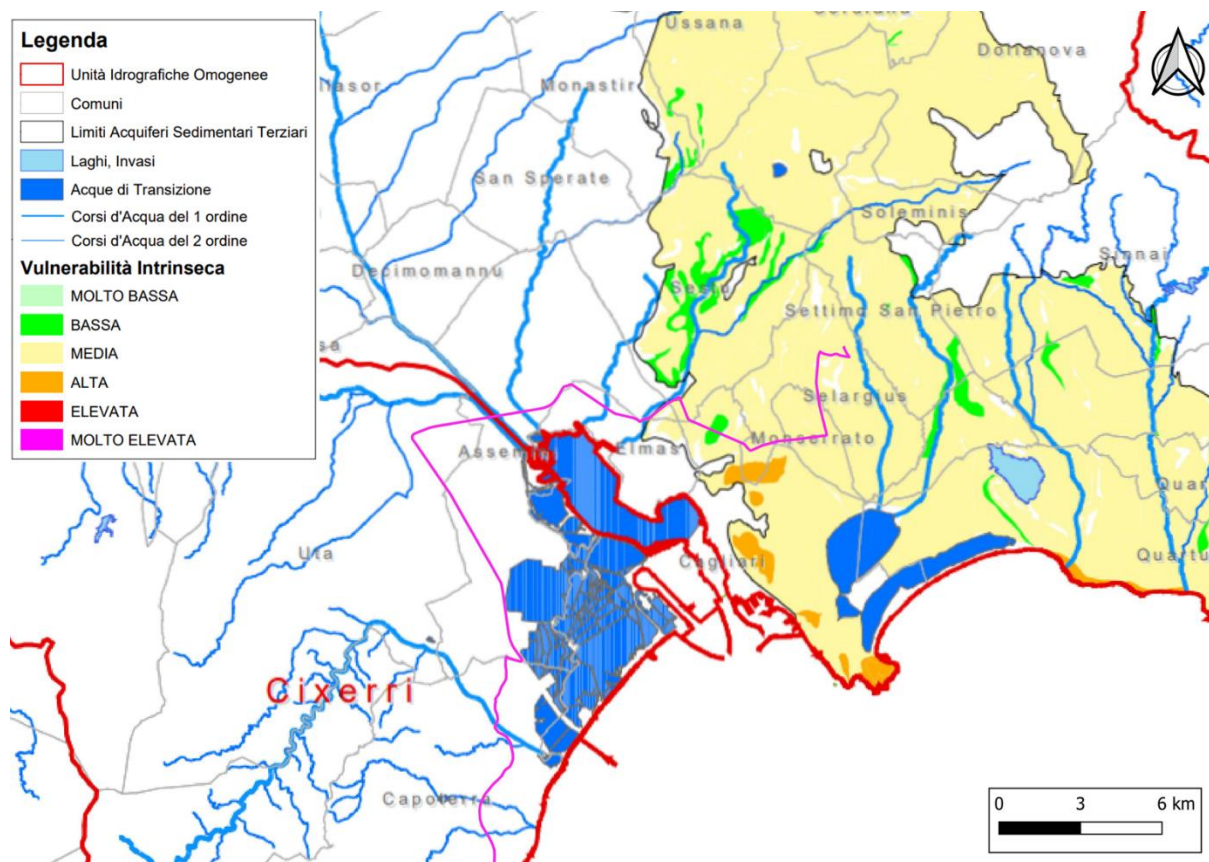


Figura 3.107: Stralcio della Tavola 8c del PTA Sardegna “Vulnerabilità intrinseca degli Acquiferi Sedimentari Terziari”

### 3.17.8 Programma Azione Coste

Il Piano di Azione Coste della Regione Sardegna (PAC), approvato con la D.G.R. n. 53/32 del 20.12.2013, è uno strumento organico e funzionale alla programmazione della fascia costiero-litoranea sotto il profilo della tutela dell’assetto geomorfologico. In linea con tale finalità, il PAC descrive e classifica le evidenze fenomenologiche di arretramento della linea di costa regionale connesse a processi erosivi di litorali sabbiosi e di dissesto franoso di tratti rocciosi.

Da tali condizioni critiche scaturiscono implicazioni di natura ambientale, economica e di sicurezza pubblica, con l’ovvia considerazione che i fenomeni di arretramento della costa di per sé non possono e non devono essere classificati con la sola accezione negativa. Essi, infatti, rappresentano il risultato di tendenze evolutive generali che rientrano nelle dinamiche naturali dei sistemi fisici terrestri e che l’uomo, attraverso opere o utilizzi specifici, può localmente condizionare, modificandone la velocità di trasformazione. Lo scopo generale del piano si struttura sul conseguimento di una serie di obiettivi parziali che tuttavia rivestono valenza funzionale propria.

In tale ottica è possibile definire tre ambiti di competenza ai quali possono essere ricondotti i diversi obiettivi parziali del PAC:

- ✓ obiettivi dell’ambito metodologico-descrittivo
  - Investe le problematiche connesse alla definizione dell’impostazione tecnica, metodologica e operativa attraverso le quali perseguire lo scopo generale del lavoro. L’ambito da risposta alle domande generali inerenti:
    - inquadramento e discretizzazione del contesto costiero in elementi fisici unitari
    - livello di scala del rilevamento e della rappresentazione, assunzione e combinazione dei modelli empirico qualitativi e fisico-matematici di riferimento per le analisi
    - descrizione e classificazione delle fenomenologie rilevate

obiettivi dell'ambito programmatico

- Individuazione delle aree costiere a maggiore criticità, nelle due distinte categorie “spiagge” e “coste rocciose”, prioritarie rispetto a scenari di indirizzo programmatico
- Individuazione di progetti di valenza strategica regionale e di sinergia per l'ambito della difesa costiera

obiettivi dell'ambito informativo

A questo ambito fanno capo gli obiettivi di reperimento, informatizzazione, catalogazione organizzazione dei dati in una struttura informativa georiferita.

Il processo di implementazione del Programma Azione Coste ha previsto un inquadramento geografico e fisico delle coste regionali in ambiti spaziali di riferimento, all'interno dei quali sono state valutate le qualità fisico-strutturali e l'interazione tra le dinamiche geomorfologiche e quelle mateomarine [11]. Pertanto, nell'ambito di applicazione del PAC l'unità costiera di riferimento generale è l'Unità Fisiografica (UF).

L'area di intervento ricade all'interno dell'UF. 08 “Capo Teulada – Capo Carbonara”. Nello specifico, come riscontrato attraverso l'analisi della “Mappa delle spiagge a criticità elevata (rosso) e criticità bassa (verde)” nel seguito riportata, le aree di intervento non interferiscono con tratti di costa critici.

**Sulla base delle analisi condotte non si evidenziano elementi di particolare criticità, anche in considerazione dell'ubicazione e delle modalità realizzative previste per l'approdo.**

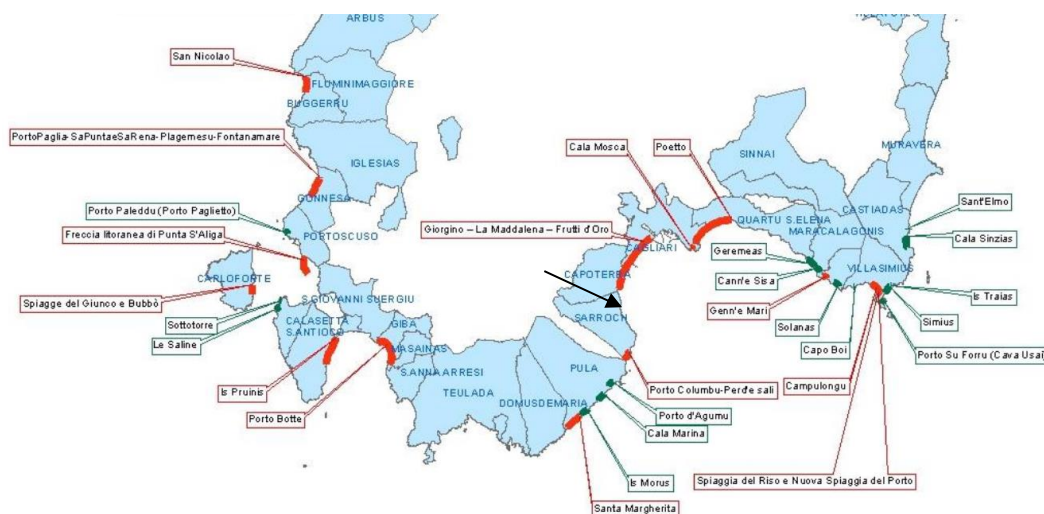


Figura 3.108: Stralcio della Mappa delle spiagge a criticità elevata (rosso) e criticità bassa (verde) e indicazione dell'area di intervento. Fonte: PAC

### 3.17.9 Piano regionale di qualità dell'aria

Con Delibera del 10 gennaio 2017, n. 1/3 è stato approvato il Piano regionale di qualità dell'aria ambiente della Regione Autonoma della Sardegna.

Il Piano, predisposto ai sensi del D. Lgs. 155/2010 e s.m.i., individua le misure da adottarsi per ridurre i livelli degli inquinanti nelle aree con superamenti dei valori limite di legge, nonché le misure aggiuntive per preservare la migliore qualità dell'aria in tutto il territorio regionale quali:

l'incentivazione alla sostituzione dei caminetti e delle stufe tradizionali con sistemi ad alta efficienza nel settore del riscaldamento domestico;

la limitazione dell'impiego di olio combustibile, di gasolio e di legna nelle caldaie e negli impianti a bassa efficienza impiegati per il riscaldamento nel terziario;

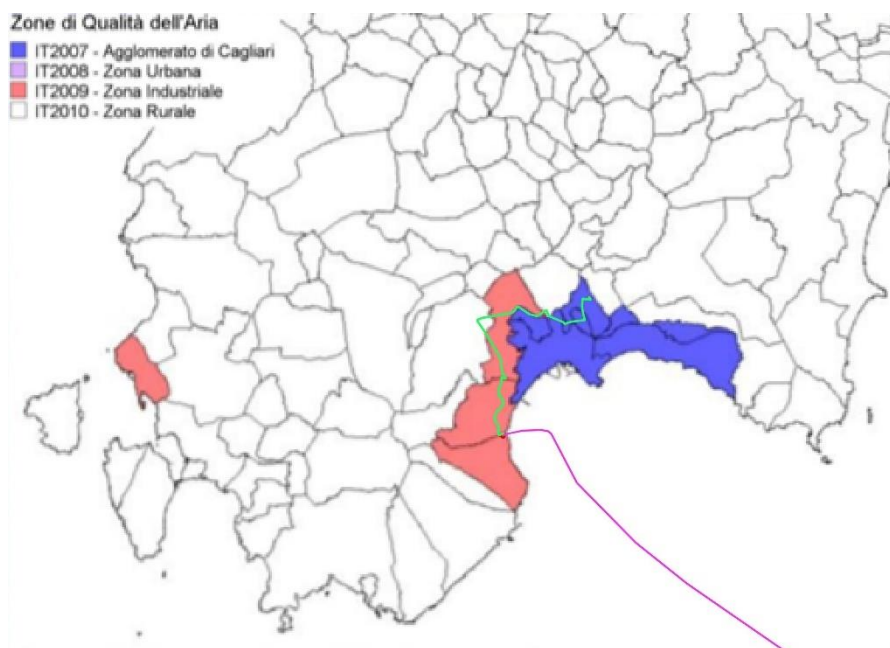
disposizioni per l'abbattimento delle polveri da cave e da impianti di produzione di calcestruzzi e di laterizi;

interventi in ambito portuale (porti di Cagliari ed Olbia), finalizzati all'abbattimento delle emissioni provenienti dallo stazionamento delle navi nel porto e dalle attività portuali, quali uno studio di fattibilità sull'elettrificazione delle banchine, il monitoraggio dei combustibili utilizzati dalle imbarcazioni in ingresso al porto e lo studio sulla possibilità

di sostituirli con altri meno inquinanti, la razionalizzazione dei sistemi di imbarco e della logistica del traffico merci all'interno dell'area portuale ecc.;

la razionalizzazione del trasporto urbano.

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, suddivide il territorio regionale in zone omogenee ai fini della gestione della qualità dell'aria ambiente [12].



**Figura 3.109: Zone di qualità dell'aria individuate ai sensi del D.Lgs. 155/2010 e indicazione delle opere onshore. Fonte: Piano regionale di qualità dell'aria ambiente**

Dalla figura sopra riportata si evince che le opere sulla terraferma da realizzarsi ricadono in Zona Industriale - IT2009, Zona Rurale - IT2010 Agglomerato di Cagliari - IT2007.

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

La zona industriale è costituita da aree prettamente industriali (Assemmini, Portoscuso, Porto Torres e Sarroch), su cui il carico emissivo è determinato prevalentemente da più attività energetiche e/o produttive, situate nel territorio dei Comuni che ne fanno parte. Ad esse si aggiunge il Comune di Capoterra che è stato inserito a fini cautelativi nella zona industriale poiché il suo territorio è compreso tra le aree industriali di Sarroch ed Assemmini-Macchiareddu

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.

In base al regime di qualità dell'aria osservato o valutato con la modellistica, il Piano definisce le seguenti tipologie di area:

1. area di risanamento, ossia un'area in cui sono stati registrati dal monitoraggio in siti fissi dei superamenti degli standard legislativi e che richiede misure volte alla riduzione delle concentrazioni in aria ambiente degli inquinanti per cui si osserva una criticità:
  - agglomerato di Cagliari, in riferimento alla media giornaliera del PM<sub>10</sub>;
- ✓ 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:
  - tutto il territorio regionale, in riferimento a NO<sub>2</sub> e PM<sub>10</sub>;
  - zona industriale, in riferimento a SO<sub>2</sub> e Cd;

- zona industriale e agglomerato di Cagliari, in riferimento al benzo(a)pirene.

Per le zone di tutela, tra cui quelle in cui ricadono le opere onshore in progetto (Figura 3.110), è stato predisposto il Piano di qualità dell'aria ai sensi dell'articolo 9 del D.Lgs. 155/2010. Le misure ai sensi dell'articolo 9 sono misure di risanamento, finalizzate alla riduzione delle concentrazioni di materiale particolato nell'agglomerato di Cagliari, e misure di tutela, volte al miglioramento della qualità dell'aria su tutto il territorio regionale.

**Sulla base delle analisi condotte non si evidenziano elementi di particolare criticità; nella definizione delle metodologie costruttive saranno definite le più opportune misure finalizzate a minimizzare possibili effetti sulla componente.**

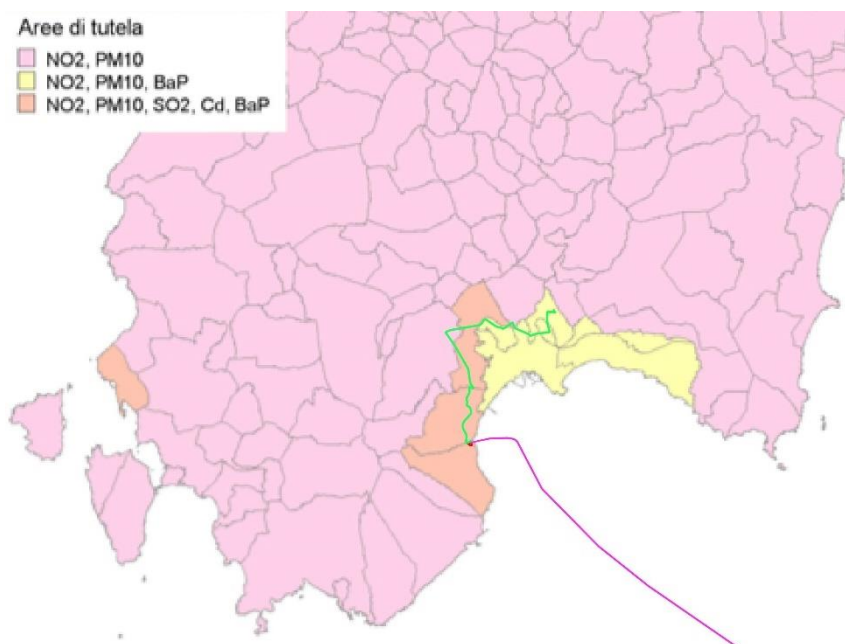


Figura 3.110: Aree di tutela e indicazione delle opere onshore. Fonte: Piano regionale di qualità dell'aria ambiente

### 3.17.10 Piano Regionale Trasporti

Tra gli strumenti di pianificazione regionale, la legge regionale n. 21/2005 prevede l'approvazione del Piano regionale dei trasporti e delle merci.

Il Piano costituisce lo strumento per lo sviluppo integrato dei trasporti in Sardegna ed è finalizzato alla realizzazione, attraverso la pianificazione di interventi di natura infrastrutturale, gestionale e istituzionale, delle ottimali condizioni di continuità territoriale.

Il Piano risulta funzionale all'individuazione di un sistema dei trasporti che configura la Sardegna come un nodo complesso, appartenente ad una rete di collegamenti sovregionali atti a soddisfare il fabbisogno di mobilità in ingresso e in uscita dall'Isola.

Il Piano, articolato per i comparti terrestre, aereo e marittimo, lacuale e fluviale dell'Isola, configura il quadro delle politiche e delle strategie di intervento pubblico, nel contesto di un sistema integrato delle modalità di trasporto e delle infrastrutture, funzionale alle previsioni di sviluppo economico e di riequilibrio territoriale e alla salvaguardia e miglioramento della qualità dell'ambiente.

In materia di trasporti delle persone e delle merci il Piano assume, per tutti gli atti sub-regionali di programmazione e pianificazione, valore vincolante di atto di indirizzo, ha validità per sei anni ed è aggiornato con cadenza triennale.

La Giunta regionale ha approvato la proposta definitiva della prima versione del Piano Regionale dei Trasporti con deliberazione della Giunta regionale n. 66/23 del 27.11.2008.

## Relazione Generale

La Regione Sardegna nel dicembre 2019 ha disposto di procedere all'affidamento del servizio di Redazione del nuovo Piano Regionale dei trasporti mediante l'indizione di una procedura di gara aperta. Nel 2020 la gara è stata aggiudicata, è attualmente in corso la redazione del Piano ed è stata attivata la procedura di VAS.

La proposta di Piano sarà adottata dalla Giunta Regionale e successivamente inviata al Consiglio Regionale per l'approvazione definitiva.

- ✓ In particolare, sono in fase di redazione:
- ✓ il Piano Regionale dei Trasporti – PRT;
- ✓ il Piano Regionale delle Merci;
- ✓ il Piano Regionale di Infomobilità – PRIM.

**Sulla base delle analisi condotte non si evidenziano elementi di particolare criticità; nella definizione delle metodologie costruttive saranno definite le più opportune misure finalizzate a minimizzare possibili effetti sulla componente.**

### 3.17.11 Piano Regolatore Territoriale CaCIP

Il Consorzio Industriale Provinciale di Cagliari (CaCIP) svolge una funzione di supporto allo sviluppo economico e produttivo del sistema industriale dell'area metropolitana di Cagliari, attraverso la gestione dell'area industriale della città. Questa si articola su tre zone di agglomerazione: Elmas, Macchiareddu e Sarroch, per un totale di circa novemila ettari, riconosciuti e attrezzati in base al Piano Regolatore Territoriale (PRT) della stessa area di cui il Consorzio Industriale Provinciale assicura la gestione e l'infrastrutturazione primaria.

Nella figura seguente si riporta uno stralcio della cartografia del piano (Tav.2-Macchiareddu-Nord e Tav.3-Macchiareddu-Sud) con la sovrapposizione delle opere onshore, rappresentate dal cavidotto terrestre interrato, ricadenti nell'area CaCIP.

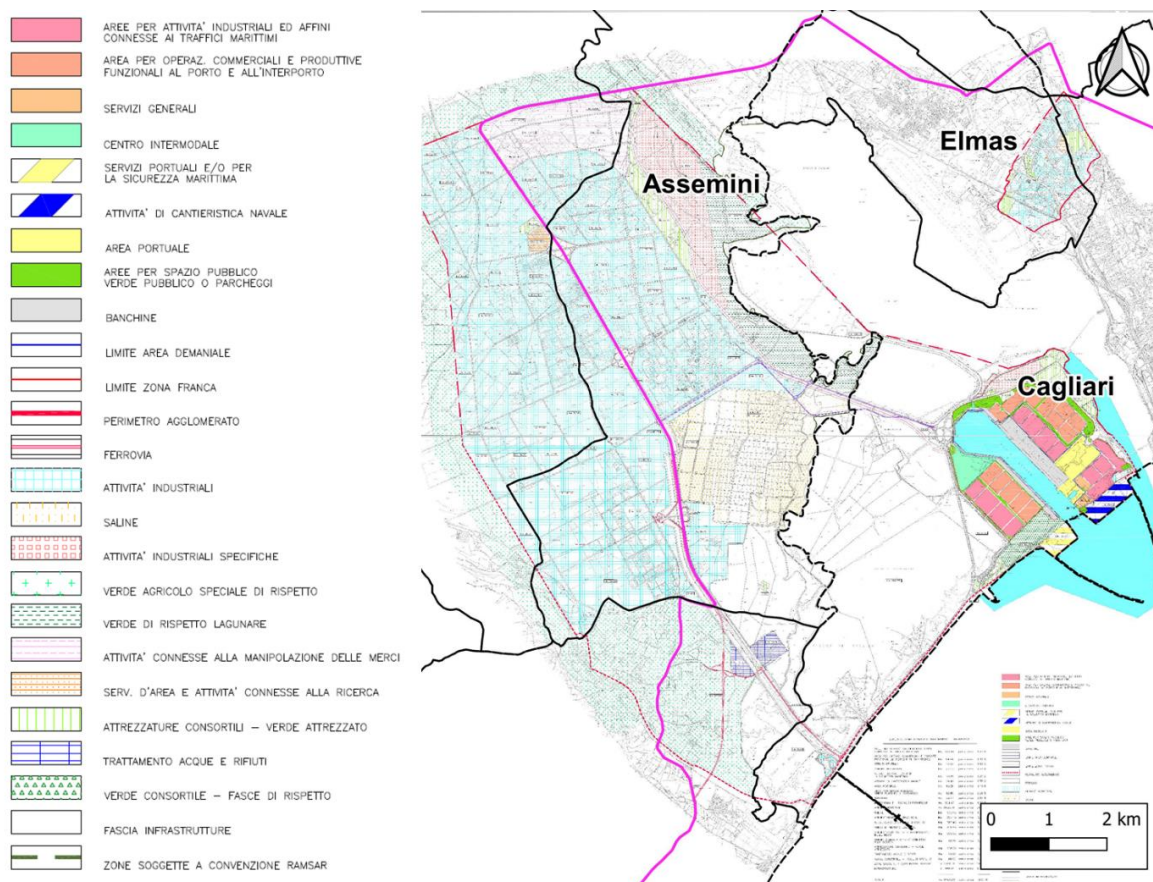


Figura 3.111: Sovrapposizione del cavidotto (in magenta) alla cartografia del PTR CaCIP

L'analisi delle interazioni tra il PTR CaCIP ed il cavidotto terrestre ha permesso di evidenziare che questo ricade nelle seguenti aree:

- ✓ verde agricolo speciale di rispetto (Capoterra), disciplinate dall'art. 14 delle NTA del PTR;
- ✓ attività industriali (Assemini e Uta), disciplinate dall'art. 11bis.6 delle NTA del PTR;
- ✓ attività connesse alla manipolazione delle merci (Uta) disciplinate dall'art. 11bis.7 delle NTA del PTR;
- ✓ verde agricolo speciale di rispetto (Assemini).

Ai sensi dell'art.4 comma 2 nelle NTA del Piano, nella zona "verde agricolo speciale di rispetto", del tutto equiparata ad una zona agricola, si applicano le norme edilizie ed urbanistiche emanate dagli enti locali competenti. Pertanto, per tali zone, si fa riferimento agli strumenti urbanistici comunali descritti nel paragrafo seguente.

Per le opere infrastrutturali e di rete in area industriale il PTR non dispone particolari prescrizioni.

**Occorre evidenziare come la realizzazione delle opere onshore nei tratti in esame sia prevista al di sotto della superficie e, in particolare, la realizzazione del cavidotto è prevista al di sotto della sede stradale della rete viaria esistente.**

## 3.18 STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE URBANISTICA

### 3.18.1 Piano Urbanistico Comunale di Sarroch

Lo strumento di pianificazione urbanistica del Comune di Sarroch è rappresentato dal Piano Urbanistico Comunale (PUC), in ossequio alla Legge Urbanistica Regionale n. 45/89, adottato con Delibera C.C. n. 48 del 21.12.2001.

In tutto il territorio regionale, i PUC assicurano l'equilibrata espansione dei centri abitati in coerenza con la normativa e i vincoli regionali; il PUC regola l'uso del territorio agricolo e delle parti del territorio destinate allo sviluppo turistico e produttivo industriale-artigianale, detta norme per il recupero e l'uso del patrimonio edilizio esistente e regola la dotazione di servizi sociali e di carattere infrastrutturale del territorio comunale.

Il PUC di Sarroch, in ottemperanza all'art.19 della Legge Regionale n. 45/89, prevede:

- a. un'analisi della popolazione con l'indicazione delle possibili soluzioni assunte a base della pianificazione;
- b. le attività produttive insediate nel territorio comunale con la relativa dotazione di servizi;
- c. la prospettiva del fabbisogno abitativo;
- d. la rete delle infrastrutture e delle principali opere di urbanizzazione primaria e secondaria;
- e. la normativa di uso del territorio per le diverse destinazioni di zona;
- f. l'individuazione delle unità territoriali minime da assoggettare unitariamente alla pianificazione attuativa;
- g. l'individuazione delle porzioni di territorio comunale da sottoporre a speciali norme di tutela e di salvaguardia;
- h. l'individuazione degli ambiti territoriali ove si rende opportuno il recupero del patrimonio edilizio ed urbanistico esistente, nonché dei manufatti e complessi di importanza storico-artistica ed ambientale;
- i. le norme e le procedure per misurare la compatibilità ambientale dei progetti di trasformazione urbanistica e territoriale, ricadenti nel territorio comunale ed il regolamento edilizio.

Nella figura seguente viene riportata la sovrapposizione delle opere onshore con la Tavola B1a "Zonizzazione del territorio comunale" allegata al PUC di Sarroch.



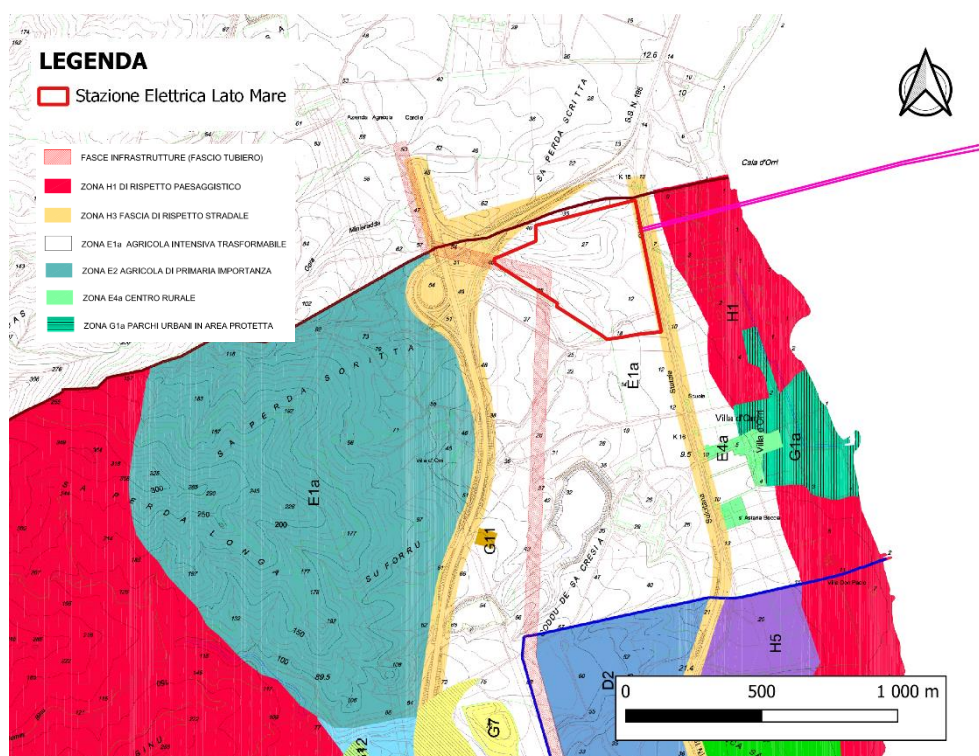


Figura 3.112: Stralcio della Tavola B1a “Zonizzazione del territorio comunale” allegata al PUC di Sarroch e interferenze con le opere onshore

Dall’analisi della cartografia sopra riportata si rileva quanto segue:

- ✓ il cavidotto interessa la Zona H1 di rispetto paesaggistico, disciplinata dall’art. 47 delle Norme di Attuazione (NTA) del Piano Urbanistico Comunale (fascia di rispetto costiera, cfr. par. 5.16.1) e con la Zona H3 di rispetto stradale, disciplinata dall’art. 49 delle NTA;
- ✓ la centrale elettrica ricade in Zona agricola E1 “Aree caratterizzate da una produzione agricola tipica e specializzata”, sottozona E1a “agricola intensiva trasformabile”, disciplinata dall’art. 21 delle Norme di Attuazione (NTA) del Piano. Il settore occidentale dell’area, inoltre, interferisce con una fascia infrastrutturale (fascio tubiero) a servizio della zona industriale ubicata a circa 1.0 km in direzione Sud.

Occorre evidenziare come la realizzazione delle opere onshore nei tratti in esame sia prevista al di sotto della superficie e, in particolare, la realizzazione del cavidotto è prevista al di sotto della sede stradale della rete viaria esistente.

### 3.18.2 Piano Urbanistico Comunale di Capoterra

Lo strumento di pianificazione urbanistica del Comune di Capoterra è rappresentato dal Piano Urbanistico Comunale (PUC), in ossequio alla Legge Urbanistica Regionale n. 45/89. Il PUC di Capoterra è stato adottato con Deliberazione del Consiglio Comunale n.25 del 27/08/2012 e approvato con Deliberazione del Consiglio Comunale n.76 del 30/10/2015 e con successiva Deliberazione del Consiglio Comunale n.28 del 12/04/2016 sono state recepite le prescrizioni di cui alla Determinazione RAS 554/DG del 17/03/2016. Lo stesso Piano è stato pubblicato sul BURAS Parte III n.26 del 26/05/2016.

Il Piano Urbanistico Comunale si propone, quale strumento di pianificazione generale del territorio, di coordinamento e di indirizzo delle complesse dinamiche di sviluppo di un territorio vasto e articolato, come appunto è quello di Capoterra.

Nel perseguire gli obiettivi generali di tutela ambientale, sviluppo sostenibile, qualità urbana, integrazione e partecipazione, la strategia del Piano si inserisce nel quadro più ampio della Pianificazione Paesaggistica Regionale. In armonia con gli indirizzi e gli obiettivi del Piano Paesaggistico Regionale il PUC mira alla

valorizzazione, alla tutela e alla gestione del patrimonio ambientale, storico, produttivo e insediativo, espressione dell'identità locale e fondamentale risorsa per il futuro.

Esso è stato costruito analizzando i tre Assetti proposti dal PPR:

1. Assetto ambientale (costituito dall'insieme degli elementi territoriali di carattere biotico (flora, fauna e habitat) e abiotico (geologico e geomorfologico) con particolare riferimento alle aree naturali e seminaturali, alle emergenze geologiche di pregio e al paesaggio agrario.),
2. Assetto storico culturale (beni, aree archeologiche, aree a rischio archeologico, beni storico culturali),
3. Assetto insediativo (studio delle caratteristiche delle zone omogenee destinate alle aree di espansione (residenze e servizi), nonché quelle trasformate per attività produttive).

Nella figura seguente viene riportata la sovrapposizione delle opere onshore con la Tavola AI1b "Zonizzazione del territorio comunale" allegata al PUC di Capoterra.

Dalla figura in esame si evince che Il cavidotto attraversa il territorio comunale di Capoterra da Nord a Sud, seguendo il percorso tracciato dalla viabilità locale. Nello specifico, i territori attraversati ricadono tutti in "ZONA E - Attività agricole" secondo le Norme Tecniche di Attuazione dello strumento urbanistico in oggetto. Tale zona viene ulteriormente suddivisa nelle seguenti sotto-zone:

- ✓ E1 - Aree caratterizzate da una produzione agricola tipica e specializzata;
- ✓ E2 - Aree di primaria importanza per la funzione agricolo–produttiva;
- ✓ E3 - Aree caratterizzate da un elevato frazionamento fondiario;
- ✓ E4 - Aree caratterizzate dalla presenza di preesistenze insediative;
- ✓ E5 - Aree marginali per attività agricola.

La disciplina della zonizzazione di Piano non risulta ostativa alla realizzazione delle opere in progetto.

**Occorre evidenziare come la realizzazione delle opere onshore nei tratti in esame sia prevista al di sotto della superficie e, in particolare, la realizzazione del cavidotto è prevista al di sotto della sede stradale della rete viaria esistente.**

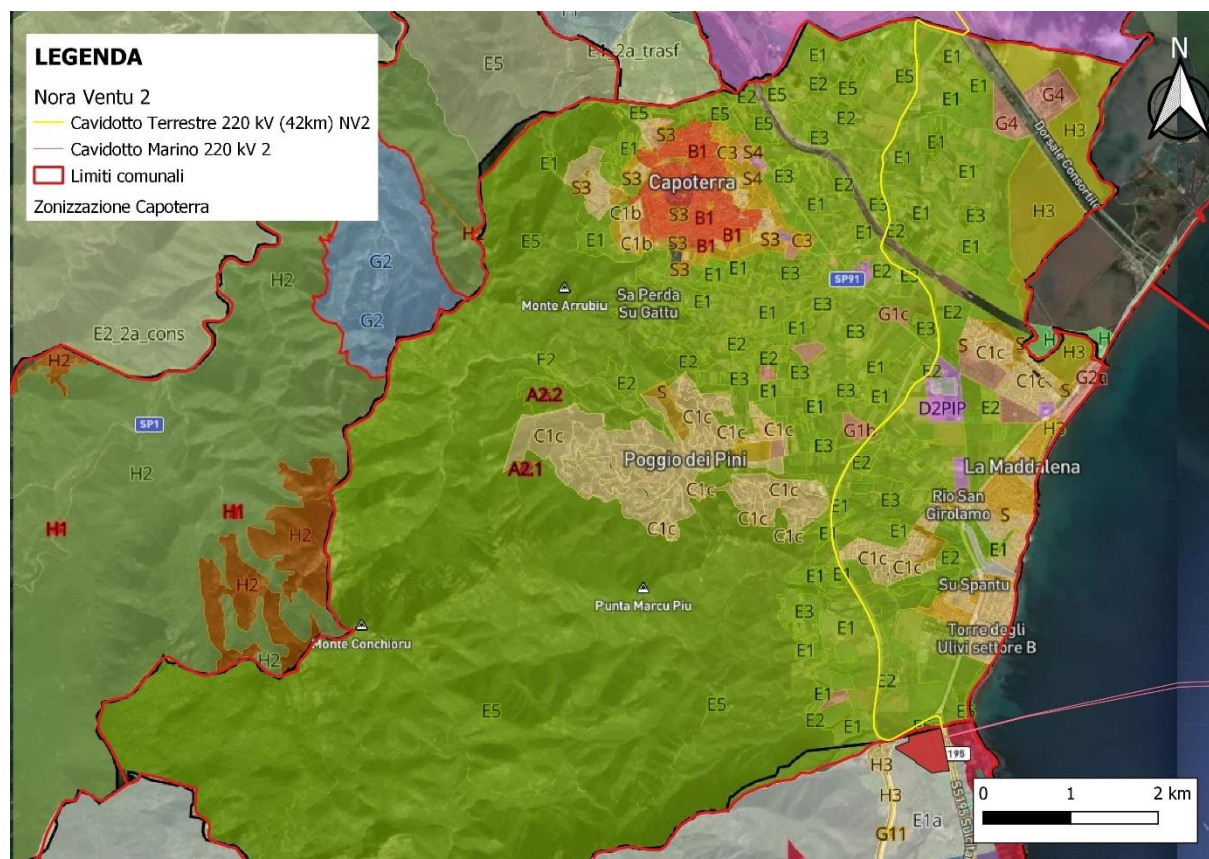


Figura 3.113: Zonizzazione del PUC di Capoterra e interferenze con le opere onshore. Fonte: <https://www.urbismap.com/>, modificato

### 3.18.3 Piano Urbanistico Comunale di Assemini

Il Piano Urbanistico Comunale di Assemini, redatto in adeguamento al PPR ed al PAI, è stato adottato con Deliberazione n. 28 del 13 aprile 2011, unitamente alla Valutazione Ambientale Strategica, alla Valutazione di Incidenza Ambientale ed allo Studio di Compatibilità Idraulica e lo Studio di Compatibilità Geologica Geotecnica.

Il Piano è stato quindi approvato con Deliberazione del Commissario Straordinario n. 35 del 13 dicembre 2012, successivamente integrata con Delibera n. 2 del 11 febbraio 2013, avviando la Verifica di coerenza presso la Direzione generale della pianificazione urbanistica della RAS.

Il Piano Urbanistico Comunale in adeguamento al PPR deve riconoscere e identificare i caratteri connotativi della propria identità e delle peculiarità paesaggistiche, analizzando le interazioni tra gli aspetti storico-culturali, dell'ambiente naturale e antropizzato, e promuoverne il mantenimento e la valorizzazione. Questa identificazione consente di orientare il progetto per la conservazione, riqualificazione e trasformazione, coerentemente con le peculiarità e i caratteri del paesaggio, interpretando e declinando localmente i contenuti prescrittivi e di indirizzo progettuale del PPR.

Nel processo di costruzione del PUC in adeguamento al PPR e al PAI, gli Studi di Compatibilità Idraulica e Geologica-geotecnica, costituiscono parte integrante dei documenti di Piano, secondo quanto previsto dall'art. 8 e dall'art. 24 delle NTA del PAI, nonché dalle "Linee guida per l'adeguamento del PUC al PAI". Le aree di pericolosità idraulica e geologica individuate attraverso tali studi sono quindi assunte dal nuovo PUC attraverso una disciplina d'uso e trasformazione urbanistica del territorio coerente con le limitazioni d'uso previste dal PAI per gli ambiti a diversa pericolosità idraulica o da frana.

Sulla base della ricognizione dei caratteri significativi del paesaggio, per ogni assetto sono quindi individuati i beni paesaggistici, i beni identitari e le componenti di paesaggio. Gli indirizzi e le prescrizioni contenute nella disciplina paesaggistica del PPR, da recepire nella pianificazione subordinata, regolamentano le azioni di conservazione e recupero e disciplinano le trasformazioni territoriali, compatibili con la tutela paesaggistica e ambientale.

## Relazione Generale

---

Il cavidotto attraversa il territorio comunale di Assemini in due tratti principali ben distinti e due tratti di minore lunghezza.

Nel primo tratto (Figura 3.114), il cavidotto sviluppa il suo percorso da Nord a Sud seguendo il tracciato della Strada Consortile Macchiareddufino al confine con il Comune di Uta e ricade all'interno degli areali identificati come "ZONA D1 – Grandi aree industriali – Aree comprese nel piano regolatore CaCIP".

Nel secondo tratto (Figura 3.108), da Ovest verso Est, il cavidotto segue il percorso tracciato dalla SP2 fino al confine con il Comune di Elmas ed interferisce con le seguenti zone:

- ✓ D1 – Grandi aree industriali – Aree comprese nel piano regolatore CaCIP;
- ✓ E2 - Aree di primaria importanza per la funzione agricolo-produttiva;
- ✓ G2.4c - Parco: Sa Matta – Fluorsid;
- ✓ G2.4b - Parco: Mineraria Silius;
- ✓ E1 - Aree caratterizzate da una produzione agricola tipica e specializzata;
- ✓ P.In.3 – Sa Costera B;

Nel terzo tratto che interessa il territorio comunale di Assemini, il cavidotto ricade all'interno dell'areale identificato come ZONA E1 - Aree caratterizzate da una produzione agricola tipica e specializzata.

Nel quarto tratto le zone interessate sono:

- ✓ G1.6 - Attrezzature e servizi di interesse generale;
- ✓ H3 - Area di salvaguardia ambientale in zone di pericolosità idraulica media ed elevata. In tale sottozona è consentita esclusivamente la realizzazione di interventi di messa in sicurezza dal rischio idrogeologico e difesa ambientale, finalizzati alla conservazione e salvaguardia delle risorse, che non alterino i caratteri paesaggistici e ambientali delle stesse. Non sono ammesse trasformazioni dell'assetto territoriale ambientale né realizzazioni di volumetrie edilizie. Si specifica che il cavidotto sarà allocato lungo la viabilità esistente, esclusa da tale tematismo.

La disciplina della zonizzazione di Piano non risulta ostativa alla realizzazione delle opere in progetto.

**Occorre evidenziare come la realizzazione delle opere onshore nei tratti in esame sia prevista al di sotto della superficie e, in particolare, la realizzazione del cavidotto è prevista al di sotto della sede stradale della rete viaria esistente.**

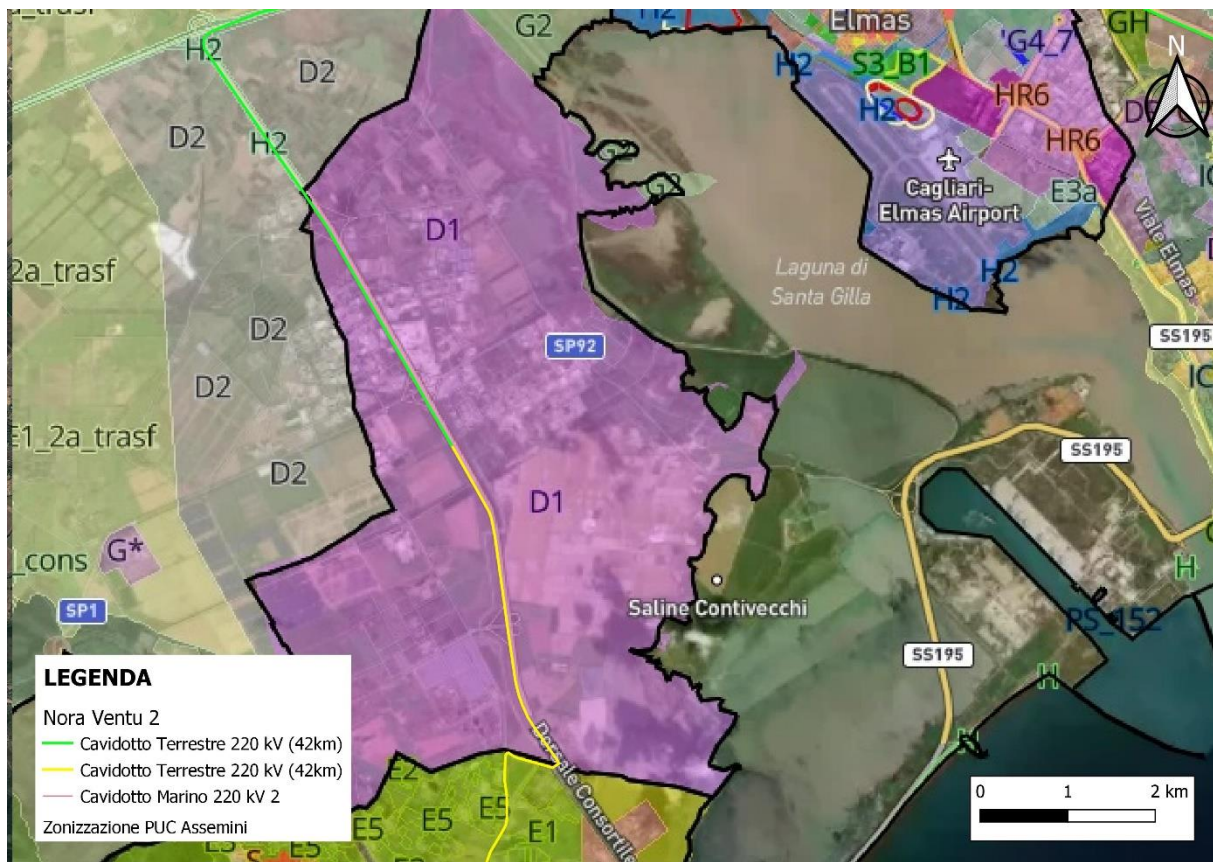


Figura 3.114: Zonizzazione del PUC di Assemini e interferenze con le opere onshore - PRIMO TRATTO.  
Fonte: <https://www.urbismap.com/>, modificato

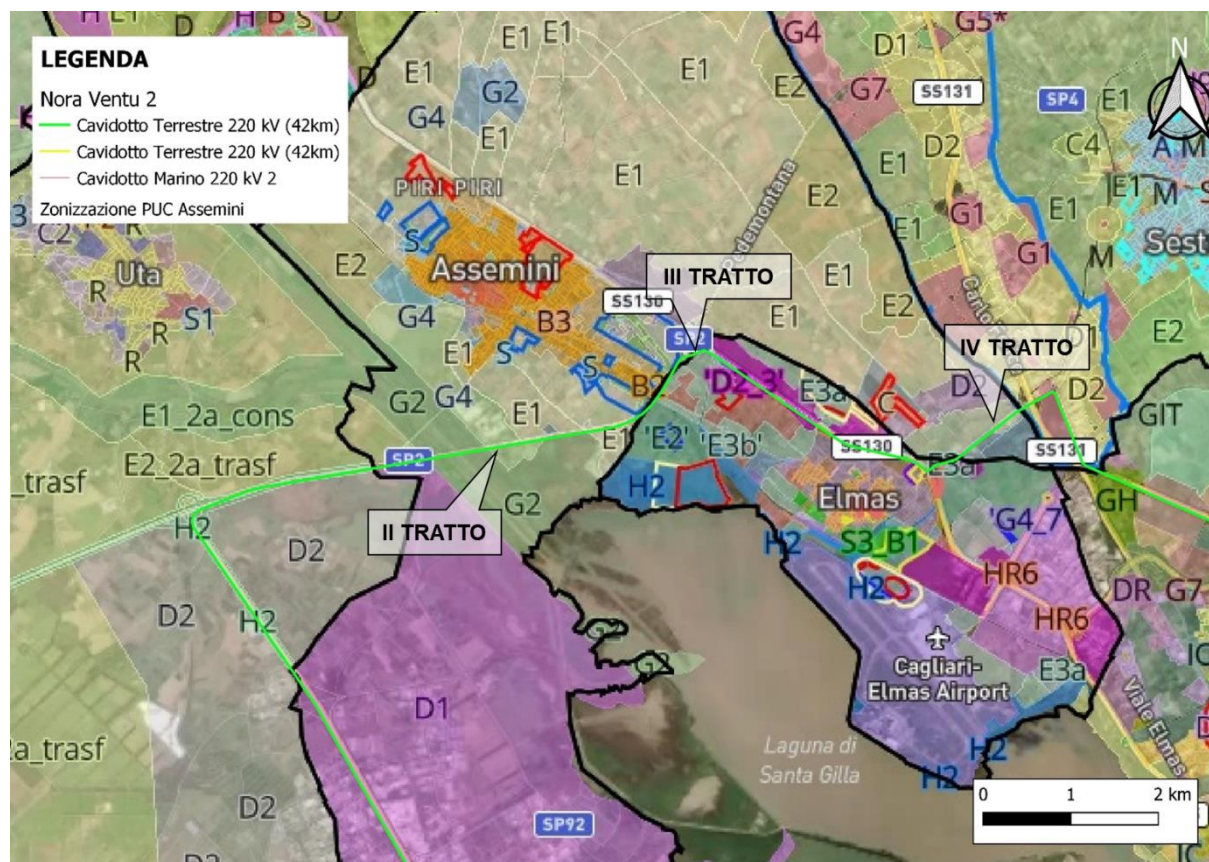


Figura 3.115: Zonizzazione del PUC di Assemini e interferenze con le opere onshore. Fonte: <https://www.urbismap.com/>, modificato

### 3.18.4 Piano Urbanistico Comunale di Uta

Il Piano Urbanistico Comunale (PUC) del Comune di Uta è stato approvato definitivamente con deliberazione del Consiglio Comunale, n. 4 del 21 febbraio 1997, dichiarata esente vizi dal CO.RE.CO., ordinanza n. 1328/01/97 del 15 aprile 1997 e pubblicata nel BURAS, parte terza, n. 16 del 6 maggio 1997.

Successivamente il PUC è stato adeguato al Piano Territoriale Paesistico (PTP) n.11. L'approvazione definitiva è avvenuta con deliberazione del Consiglio Comunale, n. 49 del 29 novembre 2002, dichiarata coerente col quadro normativo sovraordinato con determinazione n. 502/DG in data 9 settembre 2003 dal Direttore Generale dell'Assessorato Regionale degli EE.LL. Finanze ed Urbanistica. L'avviso è stato pubblicato nel BURAS, parte terza, n. 35 del 10 novembre 2003.

Il Piano Urbanistico Comunale definisce nei contorni e nelle forme l'assetto territoriale ed urbanistico del Comune di Uta fissa le norme di attuazione degli interventi e propone l'articolazione delle fasi operative.

Il cavidotto attraversa il territorio comunale di Uta a Sud del centro abitato, oltre il Riu Cixerri; nello specifico sviluppa il suo percorso lungo la Strada Consortile Macchiareddu per intersecare la SP2 e proseguire verso Est.

Il cavidotto ricade all'interno delle seguenti zone:

- ✓ D Industriale- Artigianale E Commerciale - Sottozona D2;
- ✓ H di Salvaguardia – Sottozona H2 - Fascia di rispetto stradale;
- ✓ E Agricola – Sottozona E2.2a - Area di primaria importanza per la funzione agricola produttiva in ambito di trasformazione di grado "2a"- disciplinata dall'art.17 delle NTA del PUC.

La disciplina della zonizzazione di Piano non risulta ostativa alla realizzazione delle opere in progetto.

Occorre evidenziare come la realizzazione delle opere onshore nei tratti in esame sia prevista al di sotto della superficie e, in particolare, la realizzazione del cavidotto è prevista al di sotto della sede stradale della rete viaria esistente.

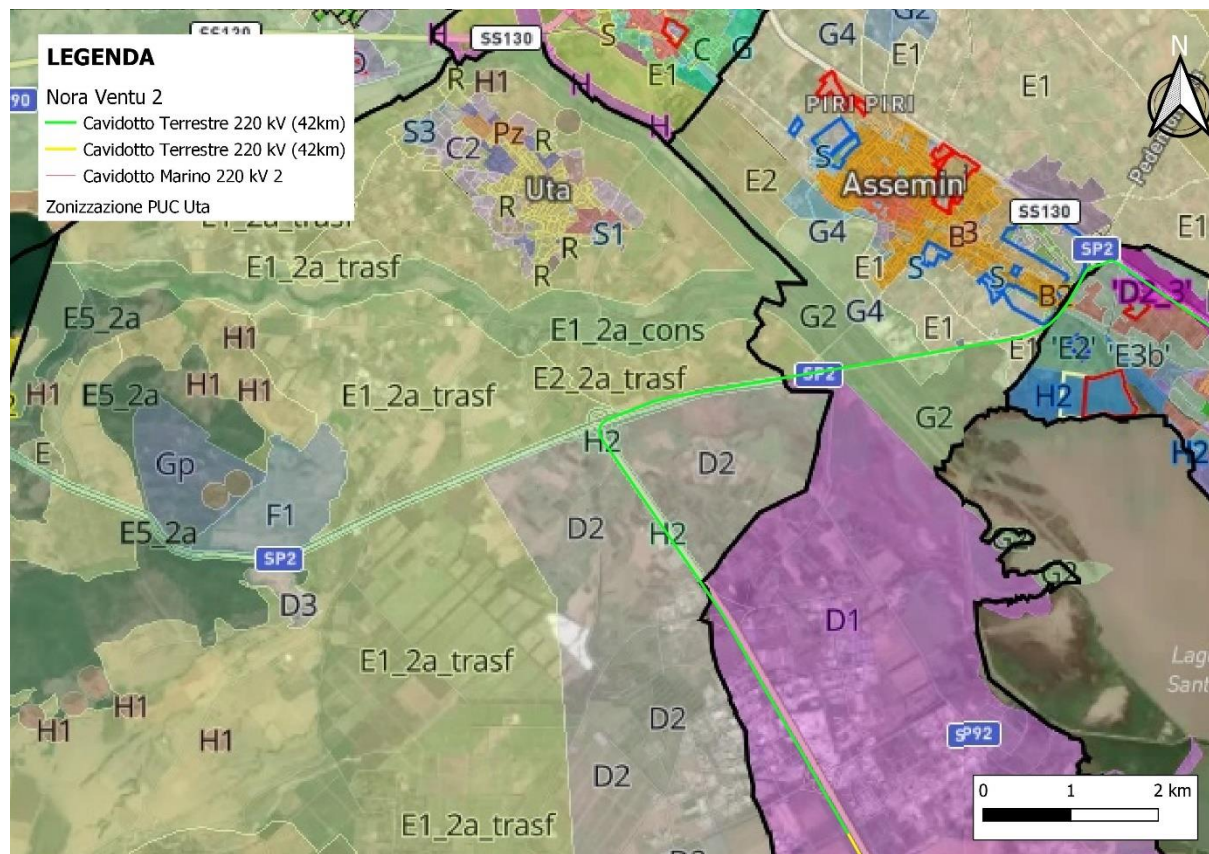


Figura 3.116: Zonizzazione del PUC di Uta e interferenze con le opere onshore. Fonte: <https://www.urbismap.com/>, modificato

### 3.18.5 Piano Urbanistico Comunale di Elmas

Il Piano Urbanistico Comunale (PUC) del Comune di Elmas è stato adottato definitivamente con Deliberazione del Consiglio Comunale, n. 6 del 23 febbraio 2016, in adeguamento al Piano Paesaggistico Regionale. In data 31/01/2019 con Determinazione n.109 del Direttore Generale della pianificazione urbanistica territoriale e della vigilanza edilizia dell'Assessorato Regionale degli Enti Locali, Finanze e Urbanistica, previa acquisizione del parere conforme del Comitato tecnico regionale per l'Urbanistica del 29/01/2019, è stato dichiarato il Piano Urbanistico Comunale, approvato con deliberazione del C.C. n.6 del 23/02/2016, coerente con il quadro normativo e pianificatorio sovraordinato.

In data 16/04/2019, con Deliberazione del Consiglio Comunale n.14 sono stati approvati gli elaborati del Piano in ottemperanza alla Determinazione n.109 sopra citata.

Ai fini della razionale organizzazione spaziale delle funzioni e degli insediamenti il territorio comunale è stato diviso in zone omogenee.

Le zone omogenee previste sono distinte graficamente nelle tavole di piano, redatte alla scala di 1:2.000 per il centro abitato, e alla scala di 1:5.000 per il restante territorio comunale.

Il cavidotto attraversa il territorio comunale di Elmas lungo la SS 130 "Iglesiente" che attraversa le seguenti zone:

- ✓ E3a / Aree utilizzate per scopi agricoli in ambiti periurbani, con interesse sociale ma con valenza economica e talora con finalità di difesa idrogeologica;
- ✓ D2 / Insediamenti produttivi industriali, artigianali e commerciali;

- ✓ G4.1 / Area per infrastrutture territoriali;
- ✓ HR6 / Rispetto stradale e ferroviario;
- ✓ S3.C3.2 / Aree per spazi e verde pubblico attrezzati;
- ✓ Fascia di rispetto stradale.

La disciplina della zonizzazione di Piano non risulta ostativa alla realizzazione delle opere in progetto.

**Occorre evidenziare come la realizzazione delle opere onshore nei tratti in esame sia prevista al di sotto della superficie e, in particolare, la realizzazione del cavidotto è prevista al di sotto della sede stradale della rete viaria esistente.**

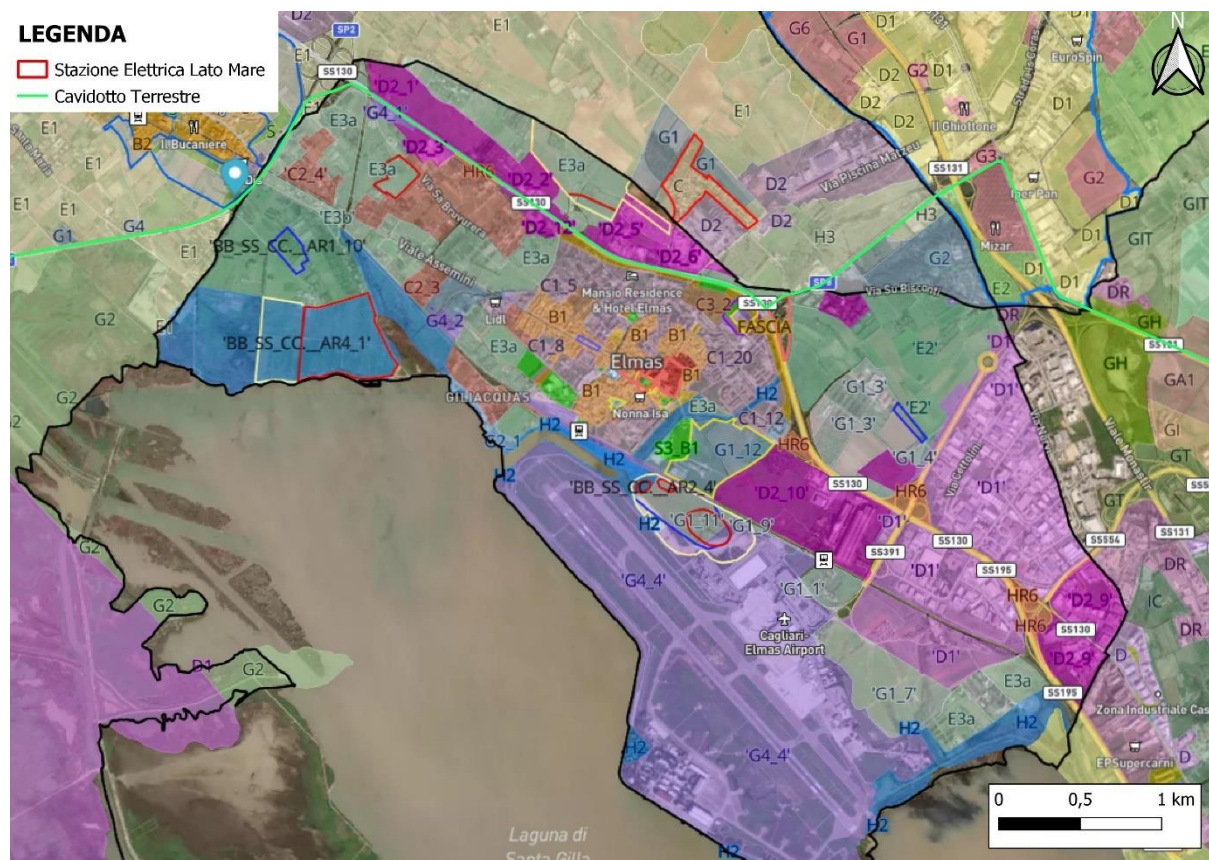


Figura 3.117: Zonizzazione del PUC di Elmas e interferenze con le opere onshore. Fonte: <https://www.urbismap.com/>, modificato

### 3.18.6 Piano Urbanistico Comunale di Sestu

Il Piano Urbanistico Comunale (PUC) del Comune di Sestu è stato approvato in via definitiva con Delibera del Commissario ad acta n.1 del 02/02/09 e pubblicato sul BURAS prot. n.10239 del 06/05/2010.

Al fine di pervenire alla migliore organizzazione possibile delle funzioni e degli insediamenti, il territorio comunale risulta suddiviso in zone omogenee.

Le zone previste sono rappresentate graficamente nelle tavole del PUC, redatte alla scala 1:2.000 e 1:4.000 per il centro edificato e le zone di espansione dell'abitato e 1:10.000 per il restante territorio comunale.

Il cavidotto attraversa il territorio comunale di Sestu lungo la viabilità locale, attraversando le seguenti zone:

- ✓ E2 / Zone E - Agricola - E2;
- ✓ D1 / zona D: industriale, artigianale, commerciale e di deposito;



- ✓ G3 / zona G - servizi generali (pubblici e privati) - G3 Attrezzature ricettive nel verde;
- ✓ G8 / zona G - servizi generali (pubblici e privati) - G8 Servizi generali a forte connotazione ambientale.

La disciplina della zonizzazione di Piano non risulta ostativa alla realizzazione delle opere in progetto.

**Occorre evidenziare come la realizzazione delle opere onshore nei tratti in esame sia prevista al di sotto della superficie e, in particolare, la realizzazione del cavidotto è prevista al di sotto della sede stradale della rete viaria esistente.**

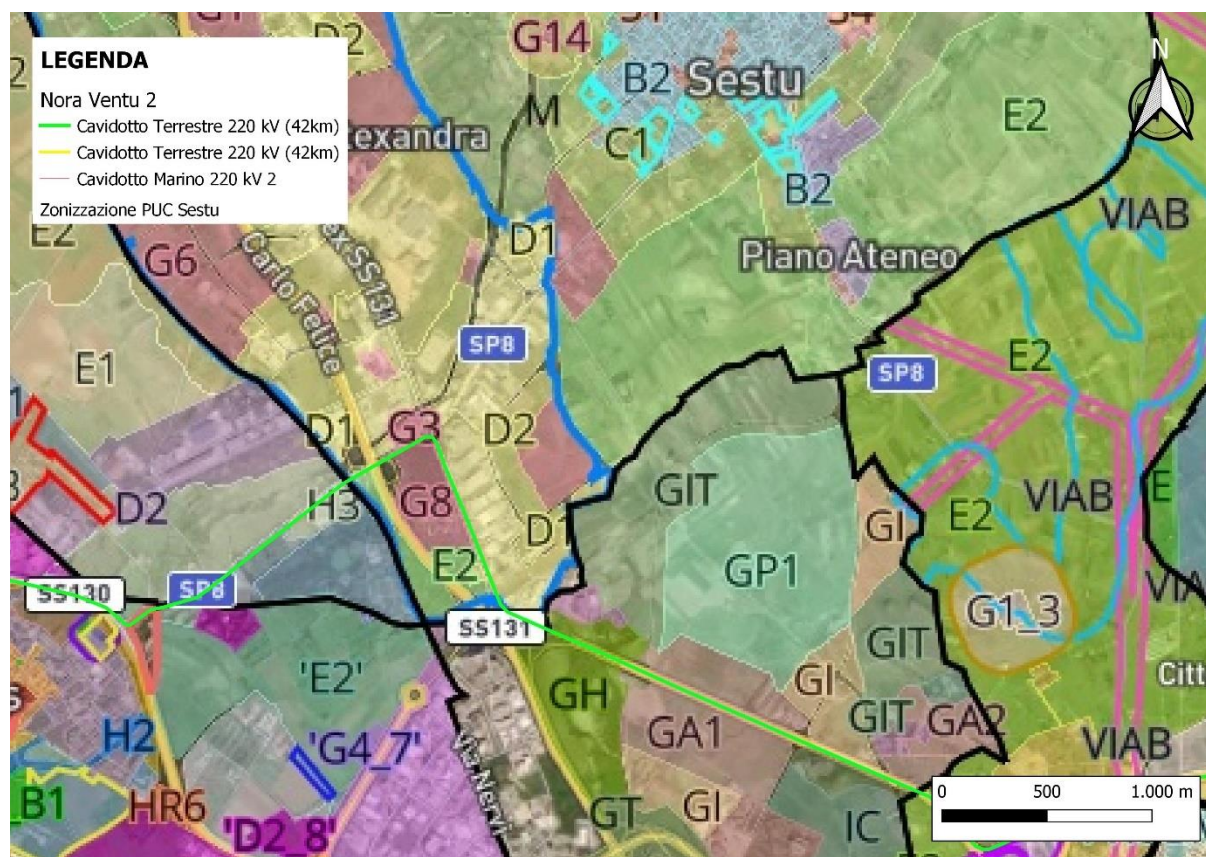


Figura 3.118: Zonizzazione del PUC di Sestu e interferenze con le opere onshore. Fonte: <https://www.urbismap.com/>, modificato

### 3.18.7 Piano Urbanistico Comunale di Cagliari

Il Piano Urbanistico Comunale (PUC) del Comune di Cagliari è stato adottato con Deliberazione C.C. n.99 del 10/04/1998 ed è stato approvato in via definitiva con Deliberazione C.C. n. 59 del 05/11/2002.

Il Piano Urbanistico Comunale di Cagliari è redatto ai sensi della L.R. 22/12/89 n.45 e successive modificazioni, in adeguamento al P.T.P. n. 11 approvato con D.P.G.R. n.276 del 6.8.1993, e si attua nel rispetto delle Direttive emanate dalla Regione Sardegna.

La suddivisione del territorio in zone omogenee è determinata sulla base dalle definizioni di zone omogenee contenute nel Decreto regionale 2266/U del 20.12.1983 e tenendo conto della pianificazione previgente, con riferimento ai differenti campi del consolidamento, della riqualificazione e della trasformazione.

Il cavidotto attraversa il territorio comunale di Cagliari lungo un tratto della Strada Statale 131 "Carlo Felice" attraversando le seguenti zone:

- ✓ GH / Parco attrezzato di salvaguardia e bonifica ambientale con riconversione per servizi e attrezzature sportive specialistiche;



## Relazione Generale

- ✓ G1.5a / sottozona G1 - attrezzature di servizio;
- ✓ D2.8 / sottozona D2.8 - programma integrato di riqualificazione urbanistica, edilizia e ambientale;
- ✓ C1.39 / sottozona omogenea C1 - espansioni pianificate;
- ✓ H3.4 / sottozona H3 - di salvaguardia ambientale (aree di rispetto stradale lungo la S.S.554);
- ✓ H3.5 / sottozona H3 - di salvaguardia ambientale (aree di rispetto stradale lungo la S.S.554);
- ✓ H3.3 / sottozona H3 - di salvaguardia ambientale (aree di rispetto stradale lungo la S.S.554);
- ✓ G1.4 / sottozona G1 - attrezzature di servizio.

Nel secondo tratto il cavidotto segue il percorso tracciato dalla SS387 fino alla centrale elettrica di distribuzione finale attraversando le seguenti zone:

- ✓ E1 / zona E - aree agricole;
- ✓ G1.2 / sottozona G1 - attrezzature di servizio;
- ✓ D2.9 / zona D - industriale, artigianale e commerciale;
- ✓ E2 / zona E - aree agricole;
- ✓ G4.1 / sottozona G4 - infrastrutture a livello di area vasta.

La disciplina della zonizzazione di Piano non risulta ostativa alla realizzazione delle opere in progetto.

**Occorre evidenziare come la realizzazione delle opere onshore nei tratti in esame sia prevista al di sotto della superficie e, in particolare, la realizzazione del cavidotto è prevista al di sotto della sede stradale della rete viaria esistente.**

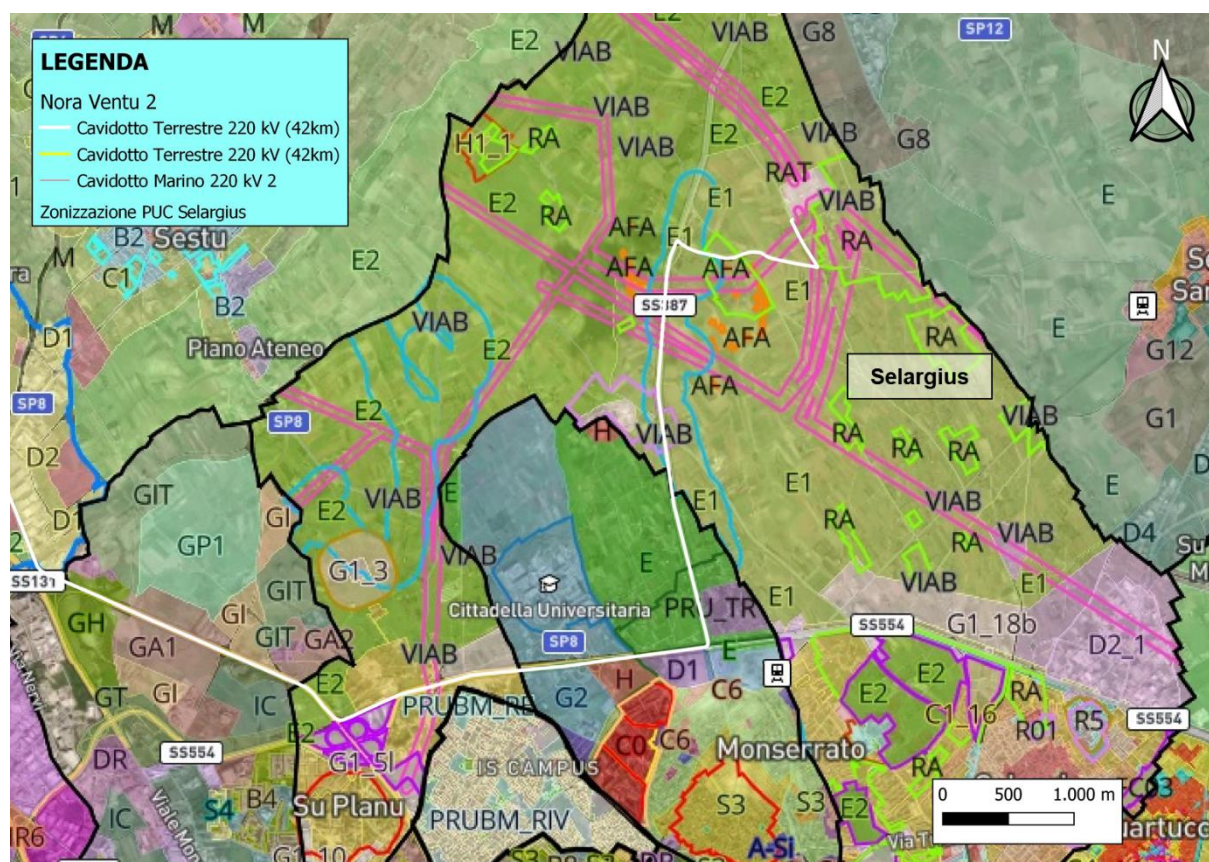


Figura 3.120: Zonizzazione del PUC di Selargius e interferenze con le opere onshore. Fonte: <https://www.urbismap.com/>, modificato

### 3.18.9 Piano Urbanistico Comunale di Monserrato

Il Piano Urbanistico Comunale di Monserrato con i suoi elaborati definitivi è stato approvato con Deliberazione del Consiglio Comunale n. 47 del 18.10.2013.

Il piano disciplina gli insediamenti esistenti sull'intero territorio comunale, organizza uno sviluppo equilibrato in relazione alle risorse ambientali e territoriali e pianifica le aree non urbane.

È redatto in conformità alla L. n.1150/1942 e L. R. n.45/1989 e successive modifiche e integrazioni, e delle altre disposizioni statali e regionali in materia urbanistica.

Il cavidotto attraversa il territorio comunale di Monserrato sviluppando il suo percorso seguendo il tracciato della SS54 per raccordarsi poi al tracciato della SP93 seguendolo fino al confine con il Comune di Selargius.

Il tracciato del cavidotto ricade all'interno degli areali:

- ✓ G2 / Servizi generali;
- ✓ PRU<sup>8</sup> Barraccamanna;
- ✓ E / Agricola;
- ✓ D1 / Industriale;
- ✓ G1-P / Destinata a parcheggi di scambio a servizio del Polo Intermodale.

La disciplina della zonizzazione di Piano non risulta ostativa alla realizzazione delle opere in progetto.

**Occorre evidenziare come la realizzazione delle opere onshore nei tratti in esame sia prevista al di sotto della superficie e, in particolare, la realizzazione del cavidotto è prevista al di sotto della sede stradale della rete viaria esistente.**

\*\*\*\*\*

<sup>8</sup> aree miste a carattere prevalentemente residenziale interessate da piani di risanamento urbanistico (come definiti con DCC ai sensi della L.R. 23/85) in cui sono previste anche altre zone omogenee (industriali, artigianali, servizi generali, ecc.) nelle dovute proporzioni.

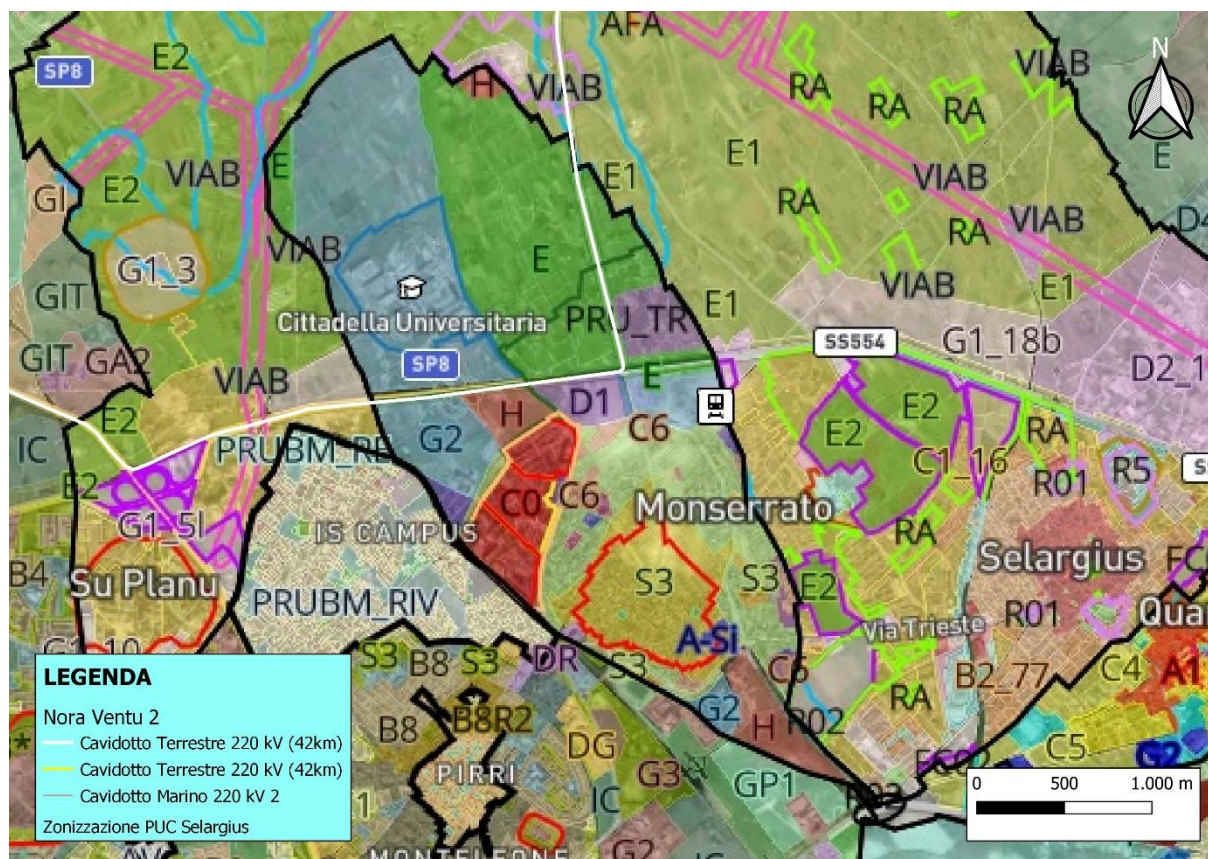


Figura 3.121: Zonizzazione del PUC di Monserrato e interferenze con le opere onshore. Fonte: <https://www.urbismap.com/>, modificato

### 3.19 PIANO REGOLATORE PORTUALE

Con Delibera Regionale del 15.09.2010, viene approvato il Piano Regolatore Portuale del porto di Cagliari. Le prescrizioni contenute negli elaborati del Piano hanno validità giuridica a tempo indeterminato per l'intero ambito di competenza dello stesso PRP.

Il Piano Regolatore Portuale è uno strumento pianificatorio istituito dalla Legge n. 84 del 1994. Tale legge individua, in primo luogo, una nuova forma di classificazione dei porti secondo due categorie, la prima delle quali è riservata alla difesa ed alla sicurezza dello Stato mentre la seconda è suddivisa in tre classi, internazionale, nazionale, interregionale e regionale, in funzione della loro importanza economica e funzionale.

Cagliari appartiene, sin dall'emanazione della legge, alla seconda categoria – prima classe. Nel distinguere le funzioni (commerciali, industriali e petrolifere, di servizio passeggeri, pescherecci, turistici e da diporto) dei porti inclusi nella seconda categoria, la Legge n. 84/1994 stabilisce per tutti, ad eccezione dei porti con esclusiva destinazione turistica, l'obbligo di dotarsi di un PRP, affidando alle Autorità Portuali il compito di promuoverne la redazione.

Nei porti sede di Autorità Portuale, il Piano viene adottato dal Comitato Portuale, nel quale sono presenti sia le Amministrazioni statali che quelle locali (Regione, Provincia e Comune), nonché gli operatori economici interessati (Camera di Commercio, rappresentanti di lavoratori e di imprenditori).

Con la legge 84/94 il PRP non è più inteso come un programma di lavori marittimi, ma uno strumento di pianificazione economica e territoriale in grado di seguire, e talvolta prevenire, l'evoluzione costante, sia qualitativa che quantitativa dei traffici marittimi.

L'Autorità Portuale intende perseguire, attraverso specifiche azioni, obiettivi di carattere ambientale, al fine di tutelare l'ambiente naturale e le risorse proprie del territorio di competenza, in tabella si riportano gli obiettivi generali e specifici di carattere ambientale perseguiti dal PRP.

Gli ambiti territoriali interessati dal Piano possono essere così suddivisi nelle seguenti grandi aree:

- ✓ le aree demaniali del Porto “vecchio” ricomprese tra il Molo Foraneo di Levante ed il Molo Foraneo di levante;
- ✓ il Porto Canale;
- ✓ il litorale compreso tra la località Giorgino, ad Ovest del Porto Canale, e la località Villa D'Orri nel Comune di Sarroch (ambito in cui ricadono le opere in progetto);
- ✓ il tratto di costa coincidente con il fronte mare dell'agglomerato industriale di Sarroch;
- ✓ la zona di Porto Foxi.

In relazione alla zonizzazione operata dal Piano, nella figura seguente si riporta la sovrapposizione delle opere in progetto in zona costiera con la tavola di riferimento del PRP (Tavola 04 - Fascia costiera occidentale - sub-zonizzazione). Dalla figura seguente emerge che il cavidotto in progetto interferisce con un tratto di Zona I – Zona turistico-sportivo-ricreativa. Nello specifico, il cavidotto interferisce con la sottozona I6, che ricade nel territorio comunale di Sarroch, e la sottozona I5, che ricade nel territorio comunale di Capoterra. Per tali sottozone sono previsti interventi di riqualificazione del litorale.

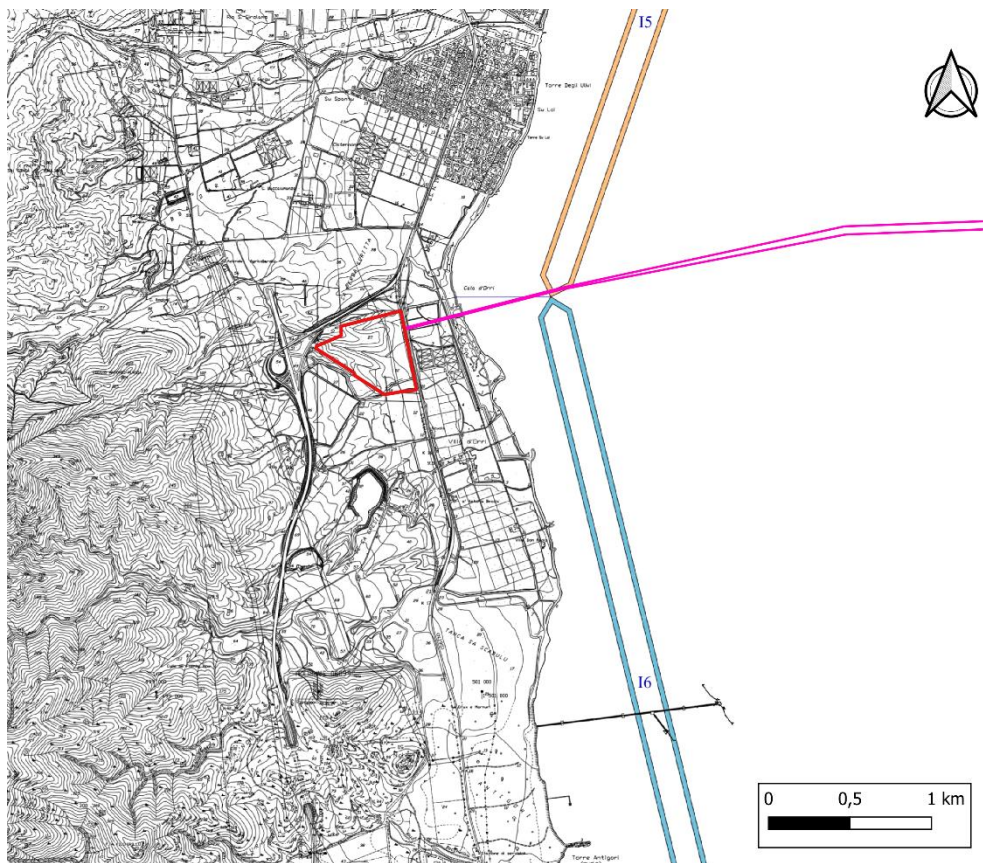


Figura 3.122: Sovrapposizione delle opere in progetto (zona costiera) alla Tavola 04 - Fascia costiera occidentale - sub-zonizzazione del PRP

## 4 MODALITÀ D'INSTALLAZIONE E CONNESSIONE DEL PARCO OFFSHORE

### 4.1 PARTE MARITTIMA

#### 4.1.1 Sito di assemblaggio delle turbine galleggianti

La disponibilità di aree portuali in prossimità del sito di installazione è una condizione essenziale per lo sviluppo del progetto. Le aree portuali identificate devono essere dotate di aree a terra ed a mare da poter dedicare alle operazioni di assemblaggio delle strutture galleggianti che devono essere eseguite prevalentemente in banchina e/o in bacino.

Nelle fasi successive del progetto verrà sviluppata un'analisi dedicata delle aree portuali disponibili al fine di identificare la più idonea per lo scopo.

#### 4.1.2 Panoramica del montaggio e sequenza di installazione

Nella presente fase di progettazione, non essendo ancora stata definitivamente sviluppata la progettazione delle strutture galleggianti su cui verranno installate le turbine eoliche, per l'installazione di turbine eoliche galleggianti presso il sito offshore si possono preliminarmente identificare le seguenti fasi:

- ✓ Fase 1: assemblaggio della struttura galleggiante;
- ✓ Fase 2: varo della struttura galleggiante ed eventuale trasporto via mare qualora l'area di assemblaggio dei galleggianti e l'installazione delle turbine eoliche siano differenti;
- ✓ Fase 3: sollevamento ed installazione della turbina eolica sulla piattaforma galleggiante;
- ✓ Fase 4: trasporto via mare delle turbine eoliche su piattaforma galleggiante verso il sito di installazione offshore;
- ✓ Fase 5: messa in servizio delle turbine eoliche al sito.

Lo sviluppo della sequenza preliminare riportata sopra è strettamente legato alla disponibilità ed alla presenza al sito di mezzi navali (i.e. rimorchiatori, installation vessel, etc.) in assistenza alle operazioni.

#### 4.1.3 Assemblaggio e varo della piattaforma galleggiante

La disponibilità di aree dedicate, a terra ed a mare, per l'assemblaggio così come per il varo della piattaforma galleggiante congiuntamente con la disponibilità di mezzi per il rimorchio al sito sono condizioni essenziali per il progetto.

Questa tipologia di strutture galleggianti è normalmente composta da vari elementi modulari, che richiedono mezzi di sollevamento normalmente disponibili nella maggior parte dei siti produttivi.

In questa fase del progetto, la localizzazione del sito non è definita ma si sono preliminarmente identificate alcune potenziali soluzioni.

#### 4.1.4 Integrazione della turbina eolica sul galleggiante

I componenti costituenti la turbina eolica saranno movimentati per mezzi di adeguate attrezzature come gru mobili o moduli di trasporto semoventi per carichi pesanti.

Sarà così garantito la movimentazione dei componenti in totale sicurezza ed il loro stoccaggio.

Inizialmente verrà installata la torre sulla struttura galleggiante e successivamente la navicella, che sarà posizionata sulla parte superiore della torre stessa.

#### 4.1.5 Mezzi marini utilizzati per il traino e l'installazione di turbine eoliche e galleggianti

Il trasporto dell'intera struttura dall'area di assemblaggio fino al sito di installazione offshore avverrà mezzo di rimorchiatori convenzionali normalmente disponibili in area portuale.

Per quanto concerne invece l'installazione del sistema di ancoraggio, questa operazione sarà eseguita tramite un'imbarcazione adatta alla tipologia di ancoraggio da installare. L'identificazione del mezzo necessario per svolgere tale operazione sarà svolta nelle fasi successive di progetto.

#### 4.1.6 Cavo elettrico di collegamento tra le turbine

Come detto, la tecnologia utilizzata prevista allo stato attuale per la connessione tra le turbine che compongono una stringa sarà quella del cosiddetto cavo dinamico o lazy-wave cable il quale prevede un approccio al fondale a seguito di una serie di curvature dovute all'utilizzo di boe di sostegno. Questa soluzione riduce gli sforzi meccanici al quale il cavo sarebbe sottoposto e darebbe maggiore libertà di assestamento nei movimenti.

#### 4.1.7 Procedura di posa dei cavi elettrici sul fondale marino

L'installazione del cavo di collegamento in mare fino allo sbarco è normalmente suddivisa in due fasi principali:

- ✓ Lavori preparatori: A monte dell'installazione del cavo e della relativa protezione dello stesso dovranno essere avviate operazioni di ricognizione geofisica per confermare i dati ottenuti durante gli studi tecnici preliminari, identificare nuovi possibili rischi (rocce, detriti, ecc.);
- ✓ Installazione e protezione del cavo: una nave posacavo specializzata trasporta il cavo srotolandolo sul fondale del mare con l'assistenza di altre imbarcazioni. A seconda del tipo di protezione si procede con opportuni mezzi all'operazione di messa in opera della protezione che può essere realizzata in un secondo tempo oppure simultaneamente alla posa del cavo.

Al termine dei lavori descritti dovrà essere eseguita un'indagine geofisica di verifica sull'intero percorso.

#### 4.1.8 Sbarco

Lo sbarco a terra dei cavi marini è previsto tramite canalizzazione sotterranea ottenuta tramite HDD. I cunicoli ottenuti, che saranno dimensionati per garantire adeguata area e capacità di dissipazione termica ai cavi, avranno una lunghezza pari a circa 1 km dal punto di inserimento sottomarino fino al punto di giunzione a terra.

### 4.2 PARTE TERRESTRE

#### 4.2.1 Posa delle condotte

La giunzione dei cavi marini con gli stalli AT a 220 KV è prevista tramite lo sbarco direttamente nell'area predisposta per la Stazione Elettrica Lato Mare.

I cavi saranno adeguatamente segnalati tramite l'utilizzo di nastro monitore interrato in prossimità delle installazioni.

Si specifica che in ingresso al punto di giunzione si attestano 4 cavi tripolari marini che saranno collegati ad analoghi cavi di tipo terrestre. Così facendo in uscita dal punto di giunzione sono presenti altrettanti cavi.

#### 4.2.2 Stazione di Sezionamento

La Stazione di Sezionamento, la cui posizione è stata indicata preliminarmente secondo la figura sottostante, è stata posizionata in prossimità del punto di approccio alla costa.

L'area ospitante sarà di dimensioni tali da consentire un comodo alloggiamento dei trasformatori, degli stalli a 220 kV, degli edifici contenenti: il sistema di protezione comando e controllo, quello di alimentazione dei servizi ausiliari e generali e tutto quanto altro necessario al corretto funzionamento dell'installazione.

Tabella 4.1: Dettaglio particella SE Lato Mare

Comune	Provincia	Foglio	Particella
Sarroch	Cagliari	10	243





Figura 4.1: Vista della particella per la SE Lato Mare

#### 4.2.3 Linea di connessione a 220 KV

La linea di collegamento tra l'approdo ed il nodo di connessione alla rete elettrica di Terna è lunga circa 45 km e prevede il passaggio per le principali arterie stradali pubbliche.

Il layout di posa e il routing definitivo saranno da valutare in maniera approfondita a seguito del rilascio della soluzione di connessione elettrica da parte di Terna.

#### 4.2.4 Sottostazione Elettrica Lato Connessione

La Stazione di Trasformazione Elettrica AT/AAT, è stata posizionata in prossimità del punto in cui si ipotizza ci sarà la connessione al nodo di Terna. In detta stazione avviene l'innalzamento del livello di tensione AT/AAT da 220kV a 380kV tramite autotrasformatori. L'area ospitante sarà di dimensioni tali da consentire un comodo alloggiamento dei macchinari, degli stalli a 220kV, degli edifici contenenti: il sistema di protezione comando e controllo, quello di alimentazione dei servizi ausiliari e generali e tutto quanto altro necessario al corretto funzionamento dell'installazione.

## 5 ESERCIZIO

Una volta che la fase di costruzione è terminata, viene avviato, tramite il processo di start up, il nuovo impianto eolico offshore. Al fine di garantire il supporto logistico necessario, il parco eolico offshore richiede un'infrastruttura portuale come supporto logistico per le operazioni di manutenzione.

Gli elementi offshore attivi durante l'intero ciclo di vita dell'impianto sono:

- ✓ gli aerogeneratori;
- ✓ le fondazioni galleggianti ed i sistemi di ormeggio e ancoraggio;
- ✓ le relative connessioni elettriche;
- ✓ il cavo sottomarino.

Tali elementi offshore potranno essere oggetto di interventi di manutenzione ordinaria/straordinaria durante l'intero ciclo di vita dell'impianto.

Gli elementi onshore attivi durante l'intero ciclo di vita dell'impianto sono:

- ✓ la linea interrata;
- ✓ la Centralina Elettrica;
- ✓ le interconnessioni elettriche accessorie.

Tali elementi offshore, come precedentemente indicato, saranno oggetto di manutenzione durante l'intero ciclo di vita dell'impianto.

Le operazioni di manutenzione si possono suddividere in manutenzione programmata/correttiva leggera e manutenzione straordinaria. La manutenzione programmata, oltre ad essere pianificata dal gestore dell'impianto, sarà condotta secondo le specifiche tecniche dei fornitori dei vari componenti ed accessori che compongono gli impianti eolici. Il programma di manutenzione programmata sarà condiviso con le Autorità marittime preposte se prevede spostamenti e trasporto di accessori e componenti via mare oppure attività offshore nei pressi del parco eolico.

La manutenzione straordinaria potrà includere tipicamente la sostituzione degli elementi principali della turbina eolica (pale, generatore, cuscinetti principali, etc.) e potrà interessare anche gli elementi di ancoraggio (sostituzione della catena, sostituzione della linea e relativa ancora, etc) e i cavi di collegamento dinamici tra le turbine (es in caso di danneggiamento o rottura). Tali operazioni non sono pianificabili e richiederanno l'utilizzo di opportuni mezzi e personale in relazione alla tipologia di intervento. Nel caso delle fondazioni galleggianti in progetto, in caso di necessità potrà essere previsto il rientro della turbina eolica in avaria per la realizzazione delle necessarie riparazioni.

## 6 DISMISSIONE

Per la fase di dismissione delle opere offshore si possono prevedere preliminarmente le seguenti attività :

- ✓ Il disassemblamento a mare degli aerogeneratori dai sistemi di ancoraggio e galleggiamento;
- ✓ Il trasporto degli aerogeneratori fino ad un'adeguata area portuale;
- ✓ Lo smontaggio degli aerogeneratori e delle apparecchiature presenti.
- ✓ Il conferimento dei materiali ad impianti idonei autorizzati per il conseguente riciclo e/o smaltimento.
- ✓ Per la fase di dismissione delle opere offshore si possono prevedere preliminarmente le seguenti attività:
- ✓ La dismissione della Stazione Elettrica;
- ✓ Il ripristino dello stato delle aree occupate a terra;
- ✓ Il conferimento dei materiali ad impianti idonei autorizzati per il conseguente riciclo e/o smaltimento.

Durante la fase di dismissione del progetto (ma anche, in minor misura, durante le attività di manutenzione), i componenti elettrici dismessi (o sostituiti) verranno gestiti secondo la direttiva europea WEEE - Waste of Electrical and Electronic Equipment, mentre, gli elementi in metallo, in materiali compositi ed in plastica rinforzata (GFR) verranno riciclati. I diversi materiali da costruzione se non riutilizzati, verranno quindi separati e compattati al fine di ridurre i volumi e consentire un più facile trasporto ai centri di recupero.

Il conferimento e la tipologia di riciclaggio saranno associati a ciascuna tipologia di materiale:

- ✓ le linee di ancoraggio, i loro accessori e la maggior parte delle attrezzature della piattaforma galleggiante, composte principalmente da acciaio e materiali compositi, saranno riciclati dall'industria dell'acciaio e da aziende specializzate;
- ✓ la biomassa accumulata durante il ciclo di vita del parco sarà raccolta e gestita come rifiuto;
- ✓ le componenti elettriche, se non possono essere riutilizzate, saranno smantellate e riciclate.

Il progetto pone particolare attenzione alla gestione e successiva dismissione di qualsiasi elemento che contenga lubrificanti e olio, al fine di azzerare gli spill accidentali e i conseguenti danni ambientali. Eventuali residui di olio o lubrificante saranno gestiti secondo le normative in vigore.

I cavi di collegamento tra le turbine ed i cavi del cavidotto sottomarino saranno trasportati all'unità di pretrattamento per la macinazione, la separazione elettrostatica e quindi la valorizzazione dei materiali separati come materia prima secondaria (rame, alluminio e plastica).

All'interno delle risorse energetiche mondiali, l'energia eolica assume un ruolo sempre più importante e la costruzione di parchi eolici offshore e onshore necessita l'utilizzo di grandi quantità di materie prime. Tale utilizzo comporta potenzialmente un impatto sull'ambiente ed il progetto di costruzione del Parco Eolico Offshore Nora Energia 2 intende per questo adottare una strategia adeguata che tuteli l'ambiente e rispetti i principi di eco compatibilità della CE (Circular Economy).

A tal proposito, la direttiva UE definisce la progettazione ecocompatibile come "*l'integrazione degli aspetti ambientali nella progettazione allo scopo di migliorare le prestazioni ambientali dei prodotti durante l'intero ciclo di vita*" (UE, 2009).

La progettazione degli aerogeneratori, e di tutti gli accessori ad essi connessi, rispetteranno strategie di eco-design, valutando l'utilizzo anche di materie prime seconde, ottenute per mezzo di tecniche di riciclaggio che permettano di garantire elevata qualità dei materiali. Inoltre, si farà riferimento alle migliori tecnologie produttive disponibili a basso consumo energetico, evitando l'impiego di componenti pericolosi che possano pregiudicare il riciclaggio finale.

La progettazione degli aerogeneratori, e di tutti gli accessori ad essi connessi, rispetteranno strategie di eco-design, basate sull'utilizzo di materie prime seconde, ottenute per mezzo di tecniche di riciclaggio senza perdite di qualità e quindi di declassamento dello stesso materiale. Inoltre, sarà utilizzata la migliore tecnologia disponibile a basso consumo energetico durante la fase di esercizio, senza l'utilizzo di sostanze pericolose che possano poi ostacolare il riciclaggio finale. La progettazione prevede anche la possibilità di smontaggio delle unità assemblate per eventuali aggiornamenti o sostituzioni.

Al fine di raggiungere una maggiore tutela ambientale in tutte le fasi di vita del progetto, la progettazione potrà adottare il modello di CE (Circular Economy), con la consapevolezza che anche la crescita economica generabile dall'uso delle energie rinnovabili è intrinsecamente collegata al riciclo dei materiali.

Di seguito si riporta uno schema di massima sulle risorse principali utilizzate per la realizzazione dei diversi componenti dell'impianto eolico.

**Tabella 6.1: Risorse principali utilizzate per ogni componente dell'installazione**

Componente dell'installazione	Risorse principali	Posizionamento
WTG – Wind Turbine Generator	Acciaio	Componenti strutturali navicella, mozzo, trasformatore, parti meccaniche in movimento ecc...
	Fibra di Vetro	Pale, cover navicella, mozzo, quadrielettrici
	Ghisa	Navicella e mozzo
	Rame	Componenti navicella, collegamenti elettrici
	Alluminio	Componenti navicella, strutture accessorie ecc...
	Gomma e Plastica	Navicella, Cablaggi elettrici ed idraulici
	Olio Idraulico	Componenti meccanici
	Magneti al neodimio	Generatore
Torre Eolica	Acciaio	Torre eolica, collegamenti bullonati, flange di connessione
	Alluminio e rame	Cablaggi elettrici, scale, accessori
	Zinco ed altri metalli	Trasformatore, fissaggi ed accessori interni
	Oli minerali ed altri liquidi	Trasformatore
Fondazione galleggiante	Acciaio	Fondazione galleggiante e ballast stabilizzatore, collegamenti bullonati ecc...
	Materiale Plastico	Parapetti e grigliati delle piattaforme
Cavi e Protezione cablaggi	Rame	Cavi e collegamenti
	Materiale Plastico	Isolamenti e cablaggi
	Inerte (Cis, pietrame)	Protezione cavi

## 7 CRONOPROGRAMMA

Questo ultimo capitolo descrive l'approccio usato per determinare una stima preliminare del cronoprogramma (allegato alla presente relazione) per tutte le opere necessarie sia a terra sia in mare alla costruzione e messa in servizio del parco eolico.

Il cronoprogramma si basa sull'assunzione che le fasi di assemblaggio, varo, trasporto, installazione dell'intero parco siano svolte come parte di un unico lotto. Si fa inoltre presente che le tempistiche indicate sono basate su stime indipendenti e non tengono conto delle interfacce/interferenze tra le stesse in quanto queste non possono essere identificate con precisione in questo stadio del progetto.

Per quanto riguarda la voce "Lavori preparatori", essa è da considerarsi includente le indagini geofisiche/geotecniche.

In conclusione, il cronoprogramma è da considerarsi una stima di massima delle tempistiche necessarie alla realizzazione e installazione dei diversi elementi, ipotizzando che le operazioni di ciascuna voce siano realizzate in sequenza l'una all'altra (e.g. completamento di una piattaforma galleggiante prima di procedere alla costruzione della successiva) e che la costruzione di tutti gli asset venga svolta dal medesimo soggetto. In aggiunta alcune attività potrebbero essere svolte in parallelo, come la realizzazione in contemporanea di più piattaforme galleggianti considerando, ad esempio, il coinvolgimento di più cantieri per la costruzione delle stesse.

## ALLEGATI

Cronoprogramma Preliminare della Attività

Sequenza per l'installazione delle turbine eoliche in mare	Durata stimata [mesi]	Anno 1												Anno 2												Anno 3												Anno 4																														
		Mese 1	Mese 2	Mese 3	Mese 4	Mese 5	Mese 6	Mese 7	Mese 8	Mese 9	Mese 10	Mese 11	Mese 12	Mese 13	Mese 14	Mese 15	Mese 16	Mese 17	Mese 18	Mese 19	Mese 20	Mese 21	Mese 22	Mese 23	Mese 24	Mese 25	Mese 26	Mese 27	Mese 28	Mese 29	Mese 30	Mese 31	Mese 32	Mese 33	Mese 34	Mese 35	Mese 36	Mese 37	Mese 38	Mese 39	Mese 40	Mese 41	Mese 42	Mese 43	Mese 44	Mese 45	Mese 46	Mese 47	Mese 48																			
<b>Lavori Preparatori</b>																																																																				
0	Definizione tecnica e indagini preliminari	12	[Barra continua]																																																																	
<b>Lavori in banchina</b>																																																																				
1	Mobilizzazione del cantiere	2													[Barra]																																																					
2	Assemblaggio piattaforma galleggiante	8													[Barra]																																																					
3	Vari in mare piattaforma	8													[Barra]				[Barra]																																																	
4	Pre-assemblaggio rotore	8													[Barra]																																																					
5	Montaggio componenti sulla piattaforma	8													[Barra]																																																					
6	Prove preliminari di messa in servizio	8													[Barra]																																																					
<b>Lavori in mare</b>																																																																				
7	Lavori preparatori (per ancoraggio e posa cavi)	5													[Barra]				[Barra]								[Barra]																																									
8	Installazione delle ancore	6													[Barra]																																																					
9	Trasporto della turbina eolica / sottostazione	10													[Barra]																																																					
10	Collegamento e tiro delle linee di ormeggio	10													[Barra]																																																					
11	Collegamento elettrico 66 kV tra le turbine	6													[Barra]																																																					
11	Collegamento elettrico 66/220 kV con le SSE	6													[Barra]																																																					
11	Posa SSE 66/220 kV	12													[Barra]																																																					
12	Verifica e ispezioni finali	12													[Barra]																																																					
13	Installazione del cavo di trasporto a terra 220kV	8																									[Barra]																																									
<b>Lavori su terraferma</b>																																																																				
14	Cantieri in area SE Lato Mare	1																									[Barra]																																									
15	HDD e punto di giunzione	1																									[Barra]																																									
16	Posa dei cavi terrestri 66 e 220kV	3																									[Barra]																																									
17	Costruzione della SE Lato Mare	6																									[Barra]																																									
18	Posa dei cavi terrestri 220 kV	6																									[Barra]																																									
19	Cantieri in area SE Lato Comessione	6																									[Barra]																																									
20	Costruzione della SE Lato Mare	4																									[Barra]																																									
<b>Avviamento del parco eolico</b>																																																																				
21	Messa in servizio	10																																					[Barra]																													
22	Esercizio provvisorio	6																																																	[Barra]																	

## REFERENZE

- [1] Piano Paesaggistico Regionale - Complessi territoriali con Valenza storica culturale, [https://www.regione.sardegna.it/documenti/1\\_274\\_20131029174249.pdf](https://www.regione.sardegna.it/documenti/1_274_20131029174249.pdf)
- [2] MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO - Strategia Energetica Nazionale, <https://www.mise.gov.it/images/stories/documenti/Testo-integrale-SEN-2017.pdf>
- [3] MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO - Piano nazionale integrato per l'energia e il clima, [https://www.mise.gov.it/images/stories/documenti/PNIEC\\_finale\\_17012020.pdf](https://www.mise.gov.it/images/stories/documenti/PNIEC_finale_17012020.pdf)
- [4] REGIONE SARDEGNA - Piano Energetico ed Ambientale della Regione Sardegna, <http://www.regione.sardegna.it/sardegnaenergia/pears/>
- [5] Metanizzazione Sardegna - Piano preliminare di utilizzo delle TRS. TECHNIP ITALY DIREZIONE LAVORI S.p.A. - giugno 2017
- [6] Regione Autonoma della Sardegna (RAS), 2021, Servizio Territoriale dell'Ispettorato Ripartimentale (STIR), <https://portal.sardegna.sira.it/vincolo-idrogeologico>
- [7] Regione Autonoma della Sardegna (RAS), 2006, Sardegna Territorio › paesaggio › piano paesaggistico 2006, <https://www.sardegna.territorio.it/paesaggio/pianopaesaggistico2006.html>
- [8] Autorità di Bacino (AdB) Regionale della Sardegna. Piano stralcio di bacino per l'assetto idrogeologico (P.A.I.) approvato con Decreto del Presidente della Regione Sardegna n.67 del 10.07.2006, e s.m.i. <http://www.regione.sardegna.it/index.php?xsl=510&s=149037&v=2&c=8376&t=1&tb=8374&st=13&slu=1&tb=8374&st=13>
- [9] Regione Autonoma della Sardegna (RAS), 2021, Riesame e Aggiornamento del Piano di Gestione del Distretto Idrografico della Sardegna. Terzo Ciclo di pianificazione 2021-2027. <http://www.regione.sardegna.it/index.php?xsl=509&s=1&v=9&c=93824&tb=6695&st=7>
- [10] Regione Autonoma della Sardegna (RAS), 2006, Piano di Tutela delle Acque (PTA), Piano Stralcio di Settore del Piano di Piano di Bacino. Linee Generali – Relazione di Sintesi e Cartografia correlate; <https://www.regione.sardegna.it/index.php?xsl=510&s=149030&v=2&c=8376&t=1&tb=8374&st=13>
- [11] Regione Autonoma della Sardegna (RAS), 2013, Programma Azione Coste Sardegna (PAC) - Relazione Generale, [https://www.regione.sardegna.it/documenti/1\\_274\\_20140121114459.pdf](https://www.regione.sardegna.it/documenti/1_274_20140121114459.pdf)
- [12] Regione Autonoma della Sardegna (RAS), Piano regionale di qualità dell'aria ambiente, [https://www.regione.sardegna.it/documenti/1\\_274\\_20170112144658.pdf](https://www.regione.sardegna.it/documenti/1_274_20170112144658.pdf)





**RINA Consulting S.p.A.** | Società soggetta a direzione e coordinamento amministrativo e finanziario del socio unico RINA S.p.A.  
Via Cecchi, 6- 16145 GENOVA | P. +39 010 31961 | [rinaconsulting@rina.org](mailto:rinaconsulting@rina.org) | [www.rina.org](http://www.rina.org)  
C.F./P. IVA/R.I. Genova N. 03476550102 | Cap. Soc. € 20.000.000,00 i.v.