

MINISTERO DELL'AMBIENTE E DELLA SICUREZZA ENERGETICA

Procedura di Valutazione di Impatto Ambientale ex D. Lgs 152/2006

PROGETTO DEFINITIVO E STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

HUB ENERGETICO **AGNES ROMAGNA 1&2** UBICATO NEL TRATTO DI MARE ANTISTANTE LA COSTA EMILIANO-ROMAGNOLA E NEL COMUNE DI RAVENNA

Titolo:

RELAZIONE GEOLOGICA E SISMICA DELLE OPERE A MARE

Codice identificativo:

AGNROM_EP-R_REL-GEOSISM-MARE

Proponente:



Agnes S.r.l.
P. IVA: 02637320397



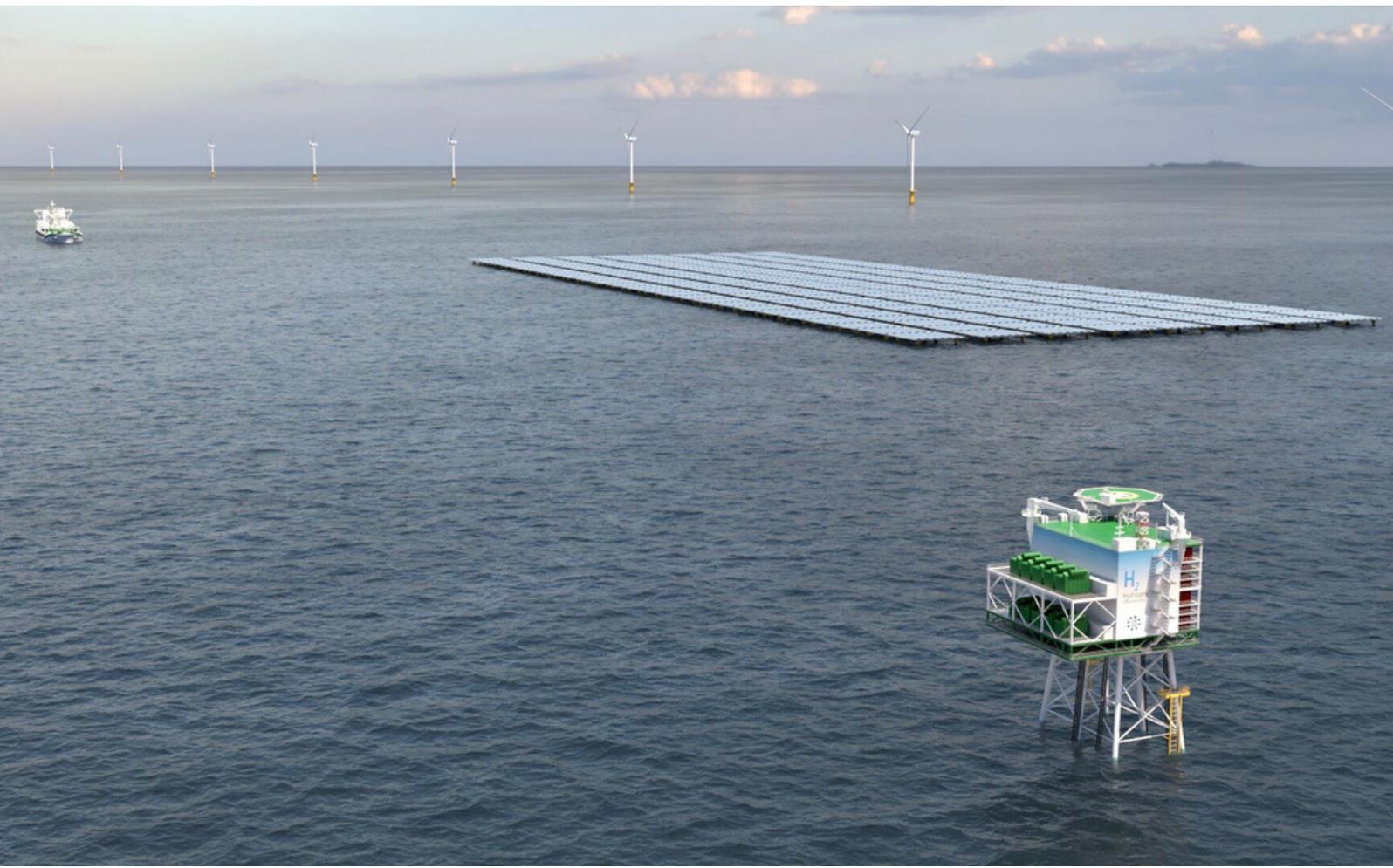
Autori del documento:



WSP Italia S.r.l.
P. IVA: 03674811009



Ubica S.r.l.
P. IVA: 01882970997



DETTAGLI DEL DOCUMENTO

Titolo documento	Relazione geologica e sismica delle opere a mare
Codice documento	AGNROM_EP-R_REL-GEOSISM-MARE
Titolo progetto	Hub energetico Agnes Romagna 1&2
Codice progetto	AGNROM
Data	21/12/2022
Versione	1.0
Autore/i	U. Pantaleo
Tipologia elaborato	Relazione
Cartella	VIA_2
Sezione	Elaborati di progetto
Formato	A4

VERSIONI

1.0	00	U. Pantaleo	G. Torchia	AGNES	Emissione finale
Ver.	Rev.	Redazione	Controllo	Emissione	Commenti

FIRME DIGITALI



Agnes S.r.l.

Via Del Fringuello 28, 48124 Ravenna (IT)

Questo documento è di proprietà di Agnes S.r.l.
Qualunque riproduzione, anche parziale, è vietata senza la sua preventiva autorizzazione.
Ogni violazione sarà perseguita a termini di legge.



Sommario

1. INTRODUZIONE	6
1.1 SCOPO DEL DOCUMENTO	7
2. DESCRIZIONE SINTETICA DEL PROGETTO.....	8
2.1 FILOSOFIA DI PROGETTAZIONE	8
2.2 UBICAZIONE GEOGRAFICA E LAYOUT	9
2.2.1 AREA MARINA	9
2.2.2 AREA TERRESTRE	10
3. INQUADRAMENTO GENERALE DELLE AREE MARINE	12
3.1 GEOLOGIA E STRATIGRAFIA	12
3.2 CARATTERI FISIOGRAFICI DEL BACINO ADRIATICO.....	17
3.2.1 GEOGRAFIA E BATIMETRIA	18
3.3 ATTIVITÀ SISMICA.....	21
4. CAMPAGNA GEOGNOSTICA	27
4.1.1 INDAGINI DI GEOFISICA MARINA DEL MAGGIO - LUGLIO 2022	27
4.1.2 ANALISI DEI DATI BATIMETRICI SINGLEBEAM	29
4.1.3 ANALISI DEI DATI BATIMETRICI MULTIBEAM	30
4.1.4 ANALISI DEI DATI SIDE SCAN SONAR	32
4.1.5 ANALISI DEI DATI SUB BOTTOM PROFILER	35
4.1.6 ANALISI DEI DATI MAGNETOMETRICI	39
4.1.7 ISPEZIONI ROV.....	41
5. CARATTERIZZAZIONE GRANULOMETRICA DEL SUBSTRATO MARINO.....	45
5.1 METODOLOGIA.....	45
5.2 INQUADRAMENTO BIBLIOGRAFICO	45
5.3 DATI PRIMARI.....	47
5.4 RISULTATI DELLA CARATTERIZZAZIONE GRANULOMETRICA	49
6. PIANIFICAZIONE DELLO SPAZIO MARITTIMO E VINCOLI	50
7. CONCLUSIONI.....	53
BIBLIOGRAFIA.....	55



Indice delle figure

FIGURA 1: SCHEMA STILIZZATO DELL'HUB ENERGETICO ROMAGNA 1&2	8
FIGURA 2: UBICAZIONE E LAYOUT DEL PROGETTO A MARE RISPETTO AI LIMITI AMMINISTRATIVI	10
FIGURA 3: AREA TERRESTRE INTERESSATA DAL PROGETTO	11
FIGURA 4: UBICAZIONE DELLE AREE MARINE DESTINATE AL PROGETTO	12
FIGURA 5: BACINO ADRIATICO A DOMINI CIRCOSTANTI	13
FIGURA 6: PRINCIPALI DOMINI CROSTALI E STRUTTURALI DELL'APPENNINO (DA VEZZANI ET AL, 2010).....	14
FIGURA 8: SEZIONE STRATIGRAFICA ATTRAVERSO L'ADRIATICO DALLA COSTA ROMAGNOLA ALL'ISTRIA (VEDI LINEA ROSSA IN FIGURA 6). LA CODIFICA DEI COLORI E RIPORTATA IN FIGURA 7.	15
FIGURA 7: CICLI TETTONICO-SEDIMENTARI MESO-CENOZOICI (DA FANTONI E FRANCIOSI 2008).	15
FIGURA 9: CARTA GEOLOGICA DELLA PIATTAFORMA NORD ADRIATICA (DA CORREGGIARI ET AL., 2011).....	17
FIGURA 10: GEOGRAFIA E BATIMETRIA DEL MAR ADRIATICO (E SUDDIVISIONE IN SOTTOBACINI).	19
FIGURA 11: CARTA BATIMORFOLOGICA DELL'ALTO ADRIATICO (DA FOGLINI ET AL., 2020 – PROGETTO RITMARE). I POLIGONI IN ROSSO RAPPRESENTANO LE AREE DI PROGETTO.	20
FIGURA 12: SCHEMA DELLA DEFORMAZIONE ATTIVA NELL'AREA ADRIATICA. 1) DINARIDI ESTERNE 2) APPENNINO SETTENTRIONALE 3) ALPI MERIDIONALI 4)DOMINIO DELLA FAGLIAZIONE TRASCORRENTE 5) DIREZIONE DELLA COMPRESSIONE (FONTE: LA SISMOTETTONICA NELL'AREA DELLA SEQUENZA SISMICA IN MAR ADRIATICO – INGVTERREMOTI, 5/10/2022).	21
FIGURA 13: RAPPRESENTAZIONE DEL SISTEMA DI FAGLIE ADRIATICHE (IN ARANCIONE) CON INDICAZIONE SCHEMATICA DELL'AREA DI SITO (IN ROSSO) (FONTE: DATABASE OF INDIVIDUAL SEISMOGENIC SOURCES (DISS), VERSION 3.2.1 - DATASET - ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA (INGV.IT), 5/10/2022)	22
FIGURA 14: RAPPRESENTAZIONE SCHEMATICA DELLE FAGLIE SISMOGENETICHE ADRIATICHE (POLIGONI ARANCIONI) E DEI TERREMOTI REGISTRATI DALL'INGV TRA L'ANNO 1985 E IL 2021 (STELLE). IL RIQUADRO BIANCO ED IL SUO INGRANDIMENTO A SINISTRA COMPRENDONO L'AREA DI SITO E GLI EVENTI SISMICI REGISTRATI. L'IMMAGINE È STATA OTTENUTA SOVRAPPONENDO I DATI RELATIVI ALLE SORGENTI SISMOGENICHE ITALIANE (FONTE: DISS - DATA TABLES (INGV.IT)) E L'ELENCO DEI TERREMOTI REGISTRATI (FONTE: LISTA TERREMOTI AGGIORNATA IN TEMPO REALE » INGV OSSERVATORIO NAZIONALE TERREMOTI, 5/10/2022).	23
FIGURA 15: MAPPA DEGLI EVENTI SISMICI AVVENUTI IN MAR ADRIATICO NORD-OCCIDENTALE TRA L'ANNO 1000 E L'ANNO 2020. IN GIALLO È INDICATA L'AREA DI SITO. I LIMITI DELL'AREA (POLIGONO GIALLO) SONO STATI OTTENUTI SOVRAPPONENDO DUE AREE DI RAGGIO PARI A 35 KM, CIASCUNA CON ORIGINE AL CENTRO DEI CAMPI EOLICI. IN FIGURA, I QUADRATI CONCENTRICI INDICANO FENOMENI DI SCIAME SISMICO, COME EVIDENZIATO NEL RIQUADRO BIANCO (FONTE: CPT115-DBM115 v4.0 (INGV.IT), 5/10/2022).	24
FIGURA 16: SISTEMA DI FAGLIE SISMOGENETICHE INCLUSE NELL'AREA DI SITO.	26
FIGURA 17: LINEE DI RILIEVO SSS E SB.	28
FIGURA 18: LINEE DI RILIEVO MBES-SBP-MAG.....	28
FIGURA 19: CARTA BATIMETRICA DELL'AREA DI INDAGINE IN FORMATO GeoTIFF ELABORATA UTILIZZANDO I DATI SBES.	29
FIGURA 20: ESTRATTO DELLA CARTA DELLE ISOBATE DELL'AREA DI INDAGINE.....	30
FIGURA 21: VISIONE D'INSIEME DEL RILIEVO MBES (IN ALTO); DETTAGLIO DEL RILIEVO MBES A DIVERSE PROFONDITÀ (IN BASSO), MINORE A SINISTRA E MAGGIORE A DESTRA IN CUI SONO CHIARAMENTE VISIBILI SOLCHI SUL FONDALE, CON BUONA PROBABILITÀ ASCRIVIBILI AD ATTIVITÀ DI PESCA A STRASCICO.	31
FIGURA 22: DETTAGLIO DEI DUE TARGET IDENTIFICATI COME RELITTI (RELITTO 1 A SINISTRA E RELITTO 2 A DESTRA) E LORO LOCALIZZAZIONE ALL'INTERNO DEL PARCO ROMAGNA 2.	32
FIGURA 23: MOSAICO SSS DELL'AREA DI INDAGINE.	33
FIGURA 24: FONDALE INCOERENTE CON ZONE POCO ESTESE A DIFFERENTE TESSITURA PROBABILMENTE RICONDUCEBILI A SANDWAVES.	34
FIGURA 25: CONDOTTA POGGIATA SUL FONDO RILEVATA NEL PARCO "ROMAGNA 2" (A SINISTRA) ED ESEMPIO DI SOLCHI RICONDUCEBILI ALL'ATTIVITÀ DI PESCA A STRASCICO (A DESTRA).	34
FIGURA 26: RELITTI INDIVIDUATI DURANTE L'INDAGINE SSS.	34
FIGURA 27– ESEMPIO DI RIFLETTORE A CIRCA 10 METRI DI PROFONDITÀ.....	35
FIGURA 28: ESEMPIO DI RIFLETTORE A CIRCA 4 METRI DI PROFONDITÀ E DI AREA CON LA PRESENZA DI RIFLETTORI MULTIPLI.	36
FIGURA 29: ESEMPIO DI PRESENZA DI GAS CHE DEGRADA LE IMMAGINI.....	36
FIGURA 30: PARTICOLARE DI FORMA AD IPERBOLE DOVUTA PROBABILMENTE AD UN TARGET SOMMERSO A CIRCA 1 M.....	37



FIGURA 31: LOCALIZZAZIONE DEI TARGET INDIVIDUATI RICONDUCEBILI A TUBAZIONI.....	38
FIGURA 32– INTERFACCIA DI ELABORAZIONI DATI MAGNETOMETRICI CON IL SOFTWARE MAGPICK.	39
FIGURA 33: SEGNALI RILEVATI DALLO STRUMENTO IN CORRISPONDENZA DEI 12 TARGET INDIVIDUATI.	40
FIGURA 34: LOCALIZZAZIONE DEI PRINCIPALI TARGET INDIVIDUATI DURANTE L'INDAGINE MAGNETOMETRICA.	41
FIGURA 35: MAPPA DELL'AREA DI PROGETTO E DEI TARGET ISPEZIONATI MEDIANTE ROV.	42
FIGURA 36: SNAPSHOTS DA VIDEO ROV IN CORRISPONDENZA DEL TARGET REL2: LE IMMAGINI IN ALTO MOSTRANO STRUTTURA DEL RELITTO E FUNI IMPIGLIATE, LE IMMAGINI IN BASSO MOSTRANO LA RICCA FAUNA SESSILE ASSOCIATA.	43
FIGURA 37: SNAPSHOTS DA VIDEO ROV IN CORRISPONDENZA DEL TARGET REL1.	43
FIGURA 38: SNAPSHOTS DA VIDEO ROV ACQUISITO IN CORRISPONDENZA DELLA CONDOTTA SUL TARGET R2.	44
FIGURA 39: FONDALI INCOERENTI DI NATURA SILTOSA E SEGNI DI BIOTURBAZIONE SUI TARGET ISPEZIONATI.	44
FIGURA 40: STRALCIO DELLA CARTA SEDIMENTOLOGICA DELL'ALTO ADRIATICO CON INDICAZIONE SCHEMATICA DELL'AREA DI SITO (FONTE: BRAMBATI ET AL., 1988)	46
FIGURA 41: UBICAZIONE E SPESSORI DEI DEPOSITI DI SABBIE RELITTE OFFSHORE E INDICAZIONE DELLE COMPONENTI DEL PROGETTO.....	47
FIGURA 42: STAZIONI DI CAMPIONAMENTO DEI SEDIMENTI MARINI E B) DETTAGLIO DELLE STAZIONI COSTIERE.....	48
FIGURA 43: MAPPA GRANULOMETRICA DEI SEDIMENTI NELL'AREA DELL'IMPRONTA DEL PROGETTO.....	49
FIGURA 44: ESTRATTO DELLA MAPPA DELLE UNITÀ DI PIANIFICAZIONE (UP) DELL'AREA MARITTIMA "ADRIATICO" CON FOCUS SULL'AREA IN ESAME (FONTE: ELABORAZIONE QGIS SU DATI CARTOGRAFICI DEL PIANO DI GESTIONE DELLO SPAZIO MARITTIMO).....	50
FIGURA 45: UBICAZIONE DEI DEPOSITI SABBIOSI SOTTOMARINI AL LARGO DELLA REGIONE EMILIA-ROMAGNA (FONTE: SITO WEB EMILIA-ROMAGNA, SEZIONE AMBIENTE "IN-SAND").....	51
FIGURA 46: MAPPA DEGLI OGGETTI DI RILIEVO PRESENTI NELL'AREA MARITTIMA DI INTERESSE PER IL PROGETTO CON IN EVIDENZA IN VERDE I DEPOSITI DI SABBIE RELITTE.....	52



Indice delle tabelle

TABELLA 1: LISTA DEGLI EVENTI SISMICI IN ADRIATICO NORD-OCCIDENTALE DALL'ANNO 1000 AL 2020. IN ROSSO SONO EVIDENZIATI I SISMICI AVVENUTI NELL'AREA DI SITO.	25
TABELLA 2: CRONOLOGIA DEGLI EVENTI PRINCIPALI.	27
TABELLA 3: POSIZIONE DELLE PROBABILI CONDOTTE INTERRATE.....	38
TABELLA 4: COORDINATE ED AMPLITUDE (NT) DEI SEGNALI RILEVATI.	39
TABELLA 5: TARGET ISPEZIONATI MEDIANTE ROV (COORDINATE ESPRESSE IN WGS84/UTM 33).	41



LISTA DEGLI ACRONIMI

HST	Sabbie di spiaggia
MAG	Magnetometro
MBES	Multibeam Echo Sounder
MIMS	Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
MSP	Piani di Gestione dello spazio marittimo
PiTESAI	Piano per la Transizione Energetica Sostenibile delle Aree Idonee
PMI	Politica marittima integrata dell'Unione europea
PRIT	Piano regionale integrato dei trasporti
PSC	Piano Strutturale Comunale
PTAV	Piano Territoriale di Area Vasta
PTAV	Piano territoriale provinciale
PTCP	Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale
PTM	Piano Territoriale Metropolitano
PTPR	Piano Territoriale Paesaggistico Regionale
PTR	Piano Territoriale Regionale
PTR	Piano Territoriale Regionale
PUG	Piano Urbanistico Generale
ROV	Remoted Operated Vehicle
SAR	Search and Rescue
SB	Single Beam
SBP	Sub Bottom Profiler
SID	Sistema Informativo del Demanio
SQA	Standard di Qualità ambientale
SQA-MA	Standard di Qualità Ambientale – Media Anno
SSS	Side Scan Sonar
SVP	small volume probers
U.C.G.	Unità Costiera di Guardia
UP	Unità di Pianificazione
USBL	ultra-short baseline



1. INTRODUZIONE

Il Progetto Romagna 1&2 è relativo alla installazione e messa in esercizio di un hub energetico localizzato in parte in acque internazionali antistanti la costa emiliano-romagnola e in parte nell'area del Comune di Ravenna. Agnes S.r.l. è la società ideatrice e proponente del progetto, con sede a Ravenna (RA).

L'hub presenta caratteristiche altamente innovative, in primis l'integrazione di impianti a mare di produzione di energia da fonte solare ed eolica, la cui elettricità viene trasmessa a terra per tre diverse finalità tra loro non mutualmente esclusive:

1. immissione nella Rete di Trasmissione Nazionale;
2. stoccaggio in sistemi di immagazzinamento con batterie agli ioni di litio;
3. produzione di idrogeno verde per mezzo del processo di elettrolisi.

Agnes S.r.l., nell'espletamento dei servizi sopra indicati, intende perseguire i seguenti obiettivi generali:

- assicurare che il servizio sia erogato con carattere di sicurezza, affidabilità e continuità nel breve, medio e lungo periodo, nel rispetto degli atti di indirizzo emanati dai Ministeri e delle direttive impartite dall'Autorità per l'Energia Elettrica e il Gas;
- concorrere a promuovere, nell'ambito delle sue competenze e responsabilità, la tutela dell'ambiente e la sicurezza degli impianti.

Le opere del Progetto sono nello specifico:

- un impianto eolico off-shore composto da 25 aerogeneratori da 8 MWp cadauno, per una capacità complessiva di 200 MWp ("Romagna 1");
- un impianto eolico off-shore composto da 50 aerogeneratori da 8 MWp cadauno, per una capacità complessiva di 400 MWp ("Romagna 2");
- un impianto fotovoltaico da 100 MWp di tipologia galleggiante;

ed opere di connessione costituite da:

- due stazioni elettriche di trasformazione 66/220 kV offshore;
- una stazione elettrica di trasformazione 380/220/30/0,4 kV onshore (SSE Agnes Ravenna Porto) con opere connesse tra cui un impianto di accumulo di energia di potenza fino a 50 MWp ed un impianto di produzione idrogeno per mezzo di elettrolizzatori;
- elettrodotti marini di inter-array da 66 kV ed export da 220kV, una buca giunti terra-mare per cavi export da 220 kV, cavi export terrestri a 220 kV per la trasmissione dell'energia generata dagli impianti eolici e fotovoltaico alla SSE Agnes Ravenna Porto e da questa, mediante cavi export terrestri a 380 kV alla Stazione Elettrica Terna "La Canala", individuata come punto di connessione alla RTN.



La società proponente ha iniziato a svolgere analisi di fattibilità tecnico-economiche dal 2017 e da allora sono stati compiuti notevoli sforzi di progettazione per gestire le complessità dettate dalle innovazioni tecnologiche proprie degli impianti e maturare le scelte tecniche in base alle esigenze e gli input degli *stakeholder*.

Nel gennaio del 2021 Agnes ha avviato ufficialmente l'iter di autorizzazione del Progetto, ai sensi dell'art. 12 del D.lgs 387/2003 e secondo quanto disposto dalla circolare n. 40/2012 del MIT. È stata superata con esito positivo la prima fase del complesso iter, ovvero l'istruttoria di Concessione Demaniale Marittima ai sensi dell'art. 36 del Codice Della Navigazione, in cui hanno espresso parere circa 30 enti, nessuno dei quali è risultato negativo o ostativo.

La società ha quindi proceduto con l'avanzamento dell'istanza di Valutazione di Impatto Ambientale (D. Lgs 152/2006), basata sullo Studio d'Impatto Ambientale e del Progetto con livello di approfondimento Definitivo, dei quali questo documento risulta parte.

1.1 Scopo del documento

Il presente documento costituisce la Relazione geologica e sismica delle opere a mare del Progetto. Il documento include una parte generale di inquadramento geologico, stratigrafico e delle principali caratteristiche fisiografiche dell'Alto Adriatico e una parte sito specifica essenzialmente basata sui rilievi di campo effettuati durante diverse campagne portate a termine tra aprile e settembre 2022, fornendo un quadro completo delle caratteristiche geologiche, geomorfologiche e idrogeologiche delle aree oggetto di indagine utile al futuro posizionamento delle opere costituenti i parchi eolici offshore da realizzarsi a largo di Ravenna nell'ambito del Progetto Agnes Romagna.



2. DESCRIZIONE SINTETICA DEL PROGETTO

2.1 Filosofia di progettazione

L'hub energetico di Agnes Romagna 1&2 è composto da più sistemi integrati l'uno con l'altro per garantire la produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili e idrogeno verde, con l'annessione di sistemi per stoccaggio di elettricità a batterie. La sua unicità non è relativa solo alle singole tecnologie, certamente innovative, ma anche all'integrazione di esse. Le sinergie tra le varie tipologie di impianti sono maggiormente comprensibili dallo schema generale del Progetto, rappresentato in maniera stilizzata nella seguente figura.

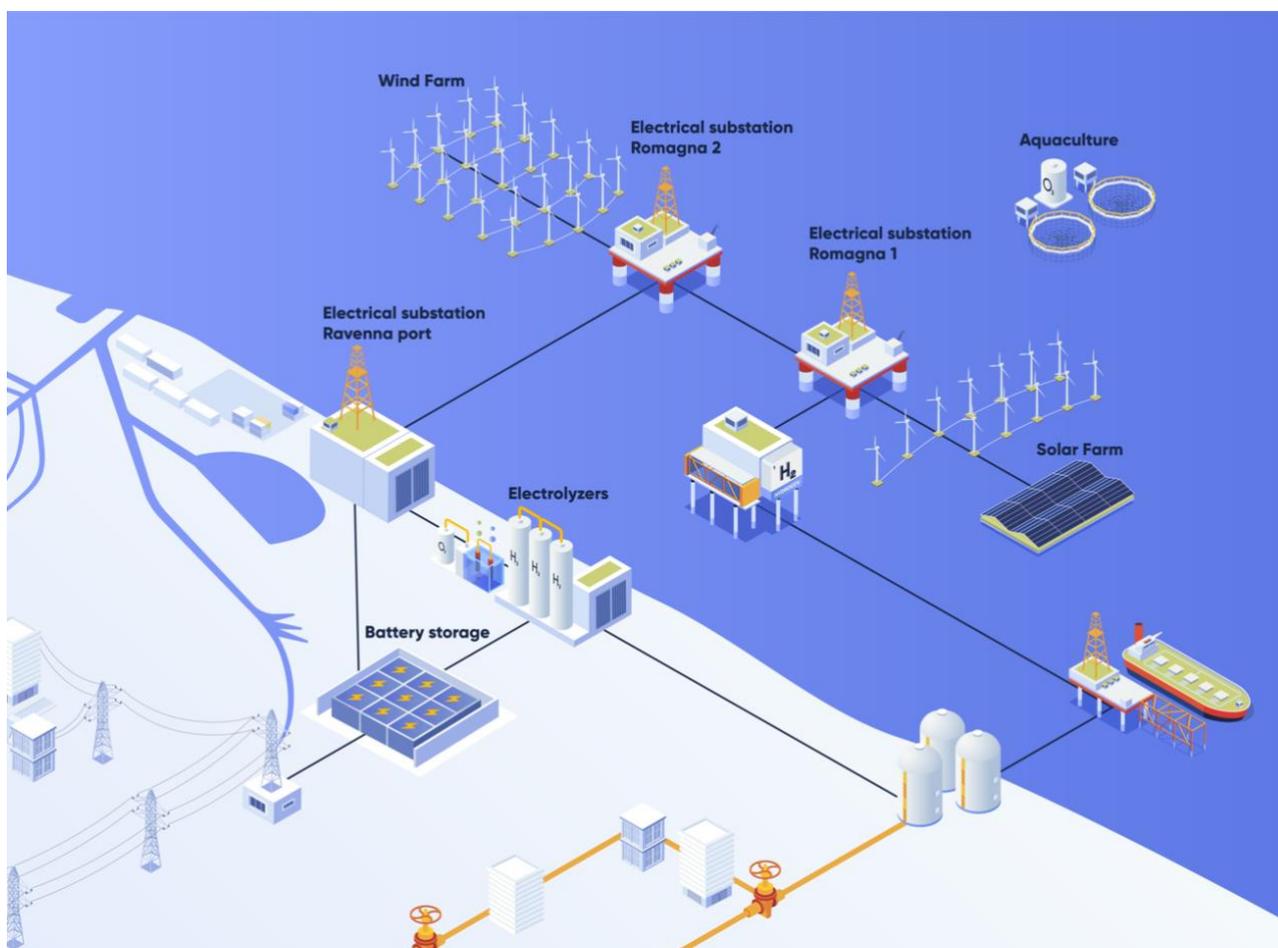


Figura 1: Schema stilizzato dell'hub energetico Romagna 1&2

Come si può evincere dallo schema stilizzato, la produzione elettrica da fonti rinnovabili verrà garantita a mare da due impianti eolici e un impianto fotovoltaico galleggiante, che grazie alle opere di connessione verrà trasmessa fino alla zona portuale di Ravenna. Lì, l'elettricità potrà essere in parte utilizzata per lo stoccaggio



in batterie, in parte per la produzione di idrogeno verde, oppure continuare la sua trasmissione fino al punto di connessione con la RTN, individuato nella stazione Terna “Ravenna Canala” a Piangipane (RA).

L’elettricità viene quindi prodotta e trasmessa a terra per tre diverse finalità tra loro non mutualmente esclusive:

- immissione nella Rete di Trasmissione Nazionale;
- stoccaggio in sistemi di immagazzinamento con batterie agli ioni di litio;
- produzione di idrogeno verde per mezzo del processo di elettrolisi.

La previsione di sistemi che possono assorbire l’elettricità prodotta, stoccandola in batterie o convertendola in idrogeno, rende più facile il contrasto del comune problema delle energia rinnovabili, ovvero la loro intermittenza e il conseguente stress generato sulle reti. L’immissione di elettricità nella RTN potrà quindi essere garantita con maggiore affidabilità, efficienza e continuità rispetto ad un impianto eolico o fotovoltaico *stand alone*.

2.2 Ubicazione geografica e layout

L’hub energetico proposto, in termini di area vasta, è localizzato nell’Italia del Nord Est, in zona sia marina che terrestre. Nei paragrafi successivi si propone una descrizione delle due aree.

2.2.1 Area marina

Il Progetto a mare prevederà l’installazione di opere che insistono su due aree che, in continuità con quanto indicato dal Portale SID del MIMS, si definiscono come *specchi acquei*, suddivisi in **Romagna 1** e **Romagna 2**.

- Romagna 1 è lo specchio acqueo più a sud, con baricentro indicativo avente coordinate Lat. 323990 - Long. 4912671 (WGS84 UTM 33N). Ospiterà n. 25 aerogeneratori da 8 MW cada uno con layout a doppia curva, n. 1 impianto fotovoltaico galleggiante da 100 MW e n. 1 sottostazione elettrica di trasformazione da 66/220 kV.
- Romagna 2 è lo specchio acqueo più a nord, con baricentro indicativo avente coordinate Lat. 318158 - Long. 4935837 (WGS84 UTM 33N). Ospiterà n. 50 aerogeneratori da 8 MW cada uno con layout a cluster e n. 1 sottostazione elettrica di trasformazione da 66/220 kV.

Dal punto di vista amministrativo, l’area marina coinvolta da tali specchi acquei è localizzata nel Mar Adriatico Settentrionale italiano, e giace tra il limite delle acque territoriali e la linea della piattaforma continentale che separa Italia e Croazia.

Entrambi gli specchi acquei sono quindi interamente oltre le 12 miglia nautiche (circa 20 km) di distanza dal litorale emiliano-romagnolo, con le rispettive proiezioni sulla costa che si estendono da Casalborgorsetti (RA) a Cervia (RA).



Le aree SAR (Search and Rescue) interessate da Romagna 1 e Romagna 2 sono principalmente sotto la competenza della U.C.G. di Ravenna, e in minor misura sotto quelle di Cesenatico e Rimini.

Per quanto riguarda gli elettrodotti, vi sarà una coppia di cavi elettrici da 220 kV che collegherà la sottostazione di Romagna 1 alla sottostazione di Romagna 1. Da lì, sempre una coppia di cavi da 220 kV entrerà nelle acque territoriali fino ad approdare alla costa di Punta Marina (RA).

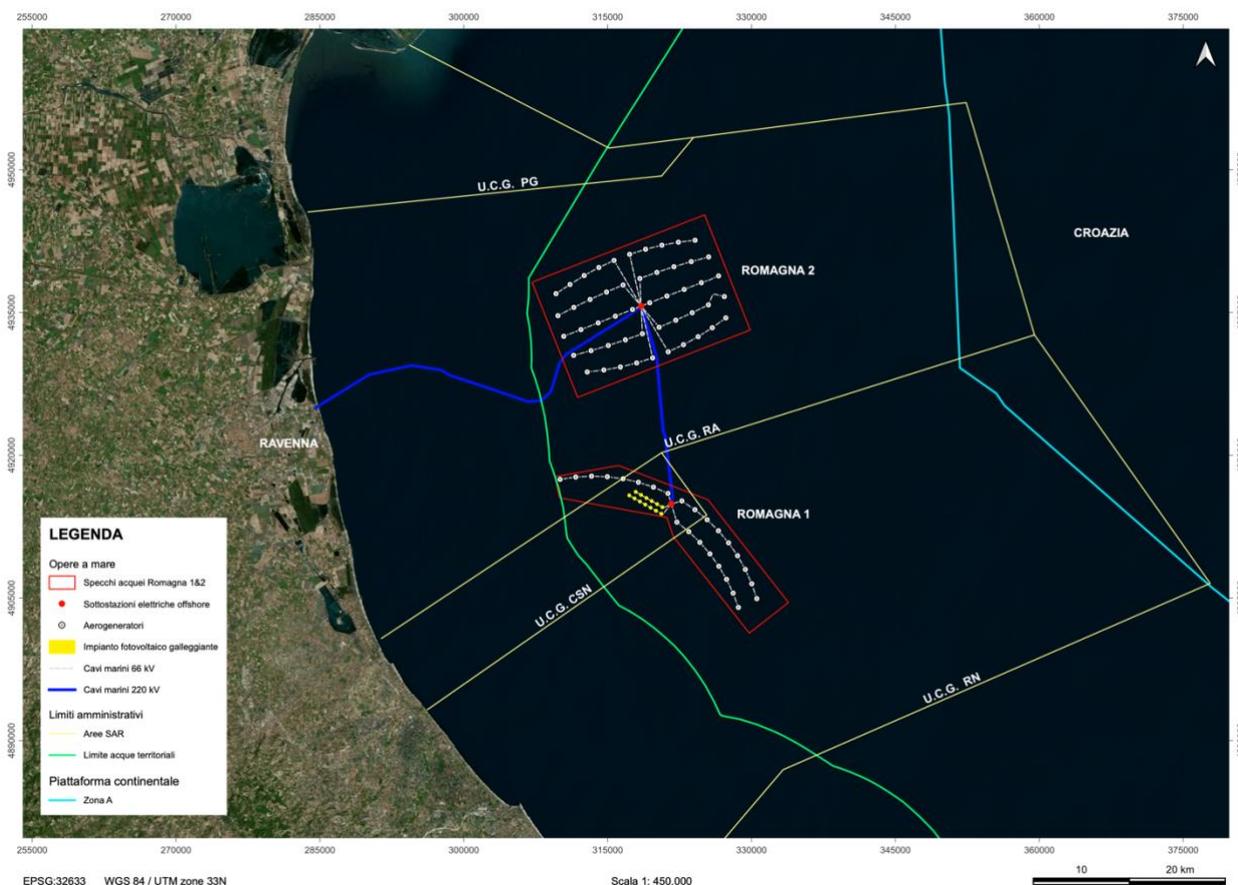


Figura 2: Ubicazione e layout del Progetto a mare rispetto ai limiti amministrativi

2.2.2 Area terrestre

L'area terrestre coinvolta dal Progetto riguarda l'installazione di una serie di impianti e opere di connessione che avverrà nella sua totalità entro i confini del Comune di Ravenna (RA), nella regione Emilia-Romagna.

Il pozzetto di giunzione, identificato come "Area di Approdo", è previsto in un parcheggio a circa 250 metri della spiaggia di Punta Marina (RA) nei pressi di Viale delle Sirti. Da lì, una coppia di cavi terrestri 220 kV giungerà fino alla zona portuale, a sud della Pialassa del Piomboni.

La zona portuale, identificata come "Agnes Ravenna Porto", è ricompresa fra Via Trieste, Via Piomboni e Via Fiorenzi Francesco ed è destinata ad ospitare le tre seguenti opere:



- N. 1 sottostazione elettrica di trasformazione 220/380 kV
- N. 1 impianto di stoccaggio dell'elettricità tramite parco batterie da 50 MW/200MWh
- N. 1 impianto di produzione di idrogeno verde fino a 60 MW, con annessi sistemi per compressione e stoccaggio del gas

Vi sarà una linea a 380 kV uscente dall'area Agnes Ravenna Porto che attraverserà la città di Ravenna nei lati NE e N, per giungere allo stallo disponibile presso la Stazione Elettrica di Terna "Ravenna Canala", in località di Piangipane (RA). Tale area è denominata "Punto di Connessione alla RTN".

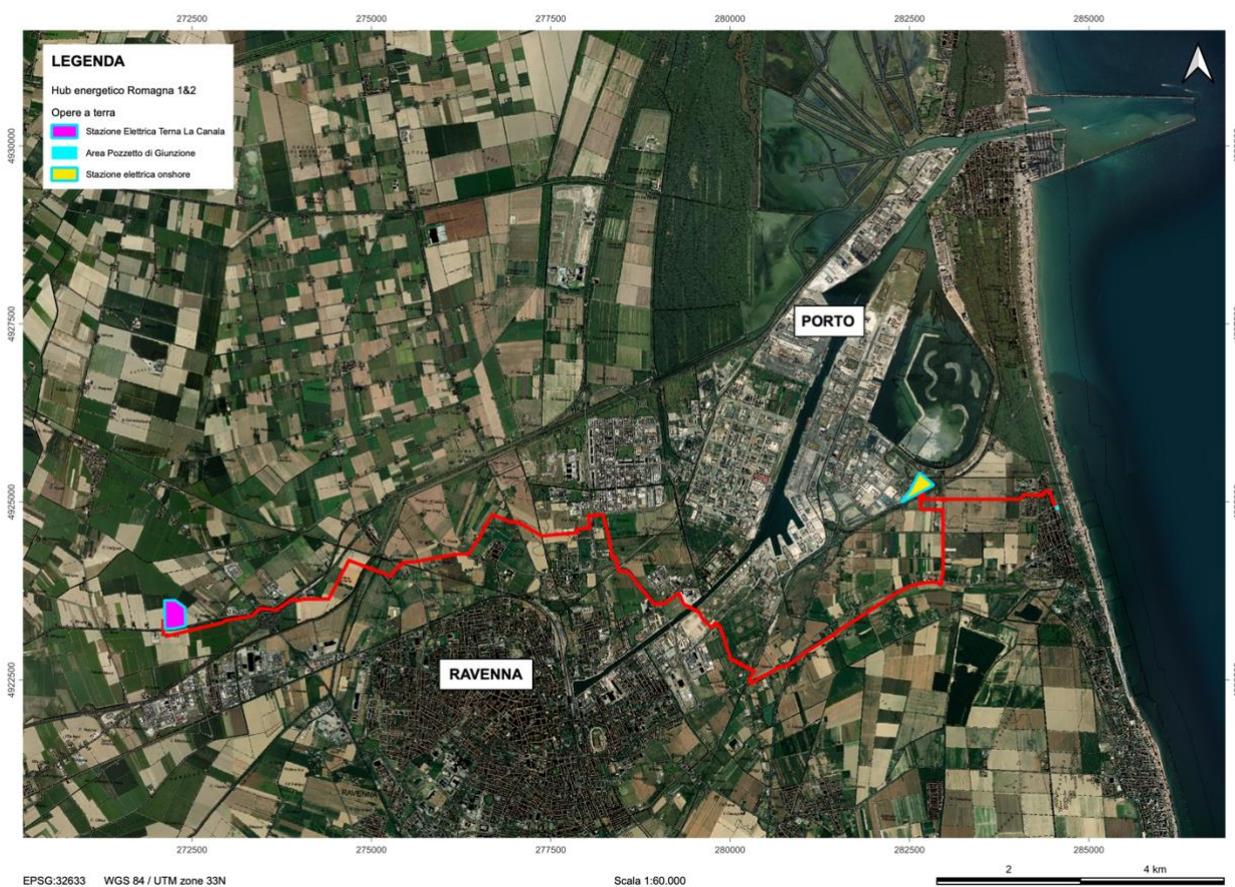


Figura 3: Area terrestre interessata dal Progetto



3. INQUADRAMENTO GENERALE DELLE AREE MARINE

L'area di progetto abbraccia un settore di mare, al largo del litorale di Ravenna, suddiviso in due macroaree (Figura 4) di 273 e 150 km² rispettivamente. Il limite più vicino dista dalla costa circa 12 miglia, mentre la distanza massima è di poco superiore alle 25 miglia.

Il braccio di mare interessato si inserisce nella parte nordoccidentale del bacino Adriatico poco a sud della foce del Po. L'area di progetto va da una profondità minima di circa 8 m ad una massima di poco inferiore a 44 m nel settore sud-orientale (Campo Romagna 1 in Figura 4).

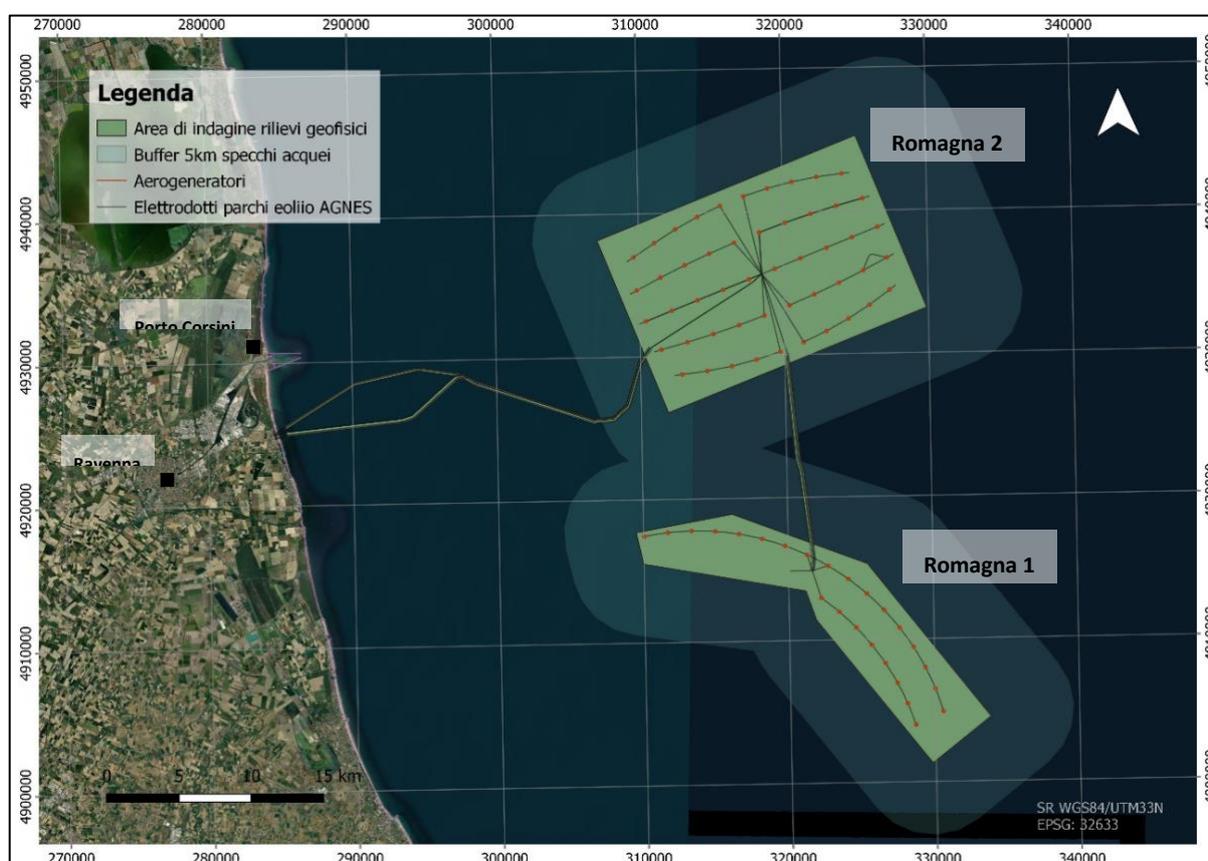


Figura 4: Ubicazione delle aree marine destinate al progetto

3.1 Geologia e stratigrafia

Dal punto di vista strutturale l'area compresa tra la Pianura Padana ed il bacino Adriatico giace sulla microzolla Adriatica (*Adria plate*), un lembo della placca africana coinvolta nella collisione con la placca Eurasiatica. Essa costituisce un sistema catena-avanfossa-avampaese, in cui l'Adriatico rappresenta l'avampaese stretto tra le tre catene: Sudalpina, Appenninica e Dinarica (Cazzini et al., 2015). Gli spessori crostali sono nell'ordine di 30-



32 km nella parte nord e di circa 24 km nell'Adriatico meridionale (Geiss, 1987; Nicolich & Dal Piaz, 1991; Cassinis et al., 2003; Dezes & Ziegler, 2008).

Dal punto di vista tettono-stratigrafico l'area è caratterizzata da successioni carbonatiche depositatesi tra il Permiano e il Mesozoico ricoperte da successioni cenozoiche prevalentemente arenaceo-pelitiche depositatesi durante le fasi compressive e di scorrimento a scala regionale (Cazzini et al., 2015).

L'evoluzione geologica dell'area adriatica riflette lo sviluppo di un margine continentale passivo, dal suo instaurarsi, a seguito dei processi distensivi permo-triassici che hanno originato l'oceano Tetide, alla successiva incorporazione nella catena appenninica a seguito della convergenza tra la placca africana e quella europea.



Figura 5: Bacino Adriatico a domini circostanti

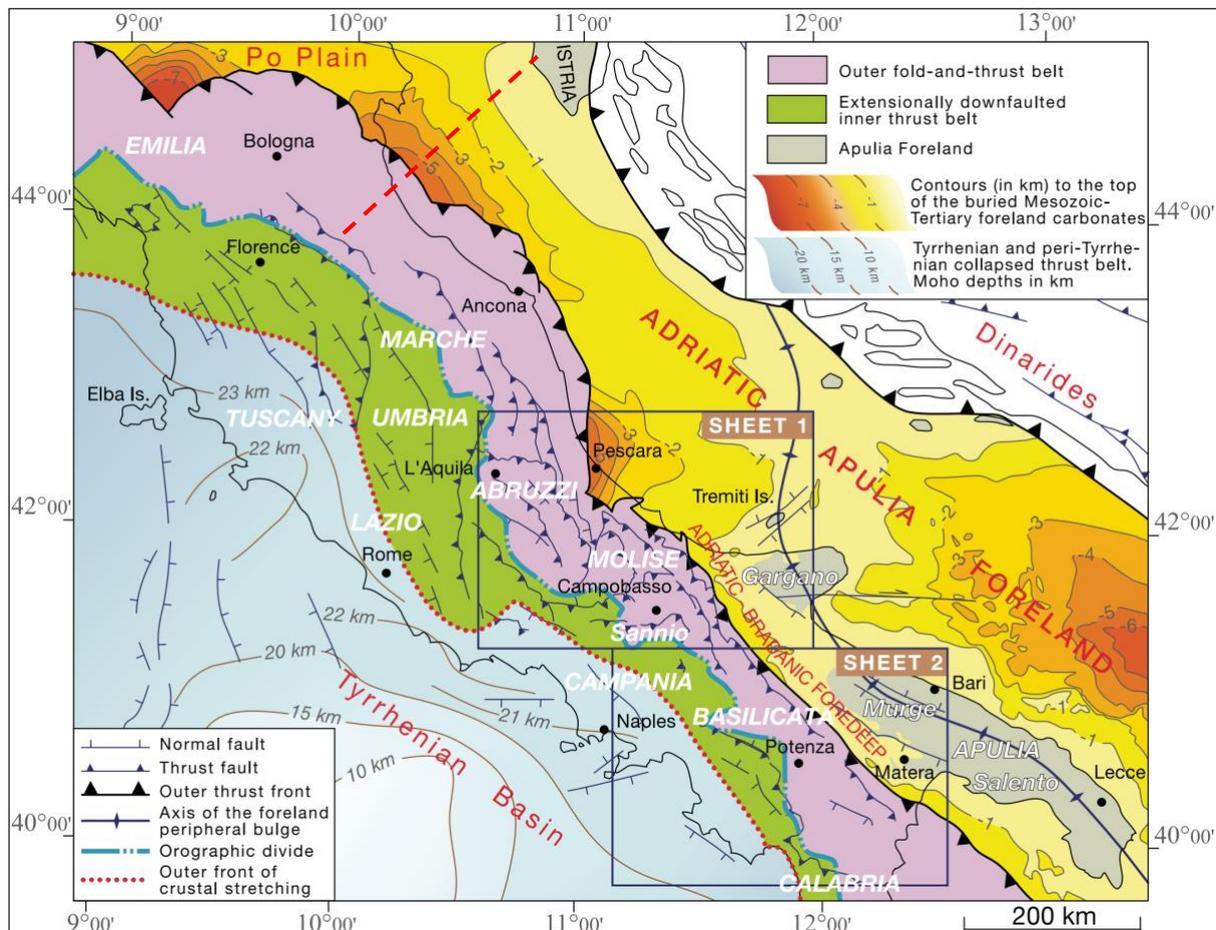


Figura 6: Principali domini crostali e strutturali dell'Appennino (da Vezzani et al, 2010).

Come riportato nelle Note Illustrative della carta geologica d'Italia (1:50.000 e 1:250.000), il settore costiero dell'Adriatico centro-settentrionale è occupato da un bacino di avanfossa plio-quadernario che rappresenta la più recente di una serie di avanfosse originatesi durante la formazione della catena appenninica e migrate successivamente verso est (Ricci Lucchi, 1986; Argnani & Ricci Lucchi, 2001). L'avanfossa padano-adriatica è delimitata verso ovest dal fronte più esterno della catena appenninica, di età pliocenico-quadernaria, che si presenta articolato in una serie di archi (Pieri & Groppi, 1981; Castellarin & Vai, 1986; Vai, 1988).

L'ampia mole di dati delle perforazioni petrolifere ha permesso di ricostruire la stratigrafia dell'area Padano-Adriatica occidentale dove si riconoscono una successione mesozoica essenzialmente carbonatica che passa progressivamente a depositi cenozoici a prevalente composizione silicoclastica.



Nel bacino di avanfossa la superficie che rappresenta la base della successione plio-quadernaria si trova flessurata con pendenza verso la catena appenninica e corrisponde nei profili sismici a un forte e ben riconoscibile riflettore sul quale terminano in onlap i depositi plio-quadernari (Figura 8).

In questo contesto la morfologia dell'Adriatico centro-settentrionale risulta collegata all'evoluzione deposizionale dell'avanfossa Padano-Adriatica; in cui la pianura Padana stessa costituisce la porzione piú occidentale oggi emersa è di tale avanfossa, con spessori di sedimento che raggiungono i 6000 m. In particolare, il fondale dell'alto Adriatico è costituito da depositi di età tardo-quadernaria in cui l'evoluzione della successione stratigrafica è strettamente legata ai cicli climatici e alle fluttuazioni eustatiche tardo-quadernarie (Fairbridge 1961; Antonioli et al., 2004; Lambeck et al. 2004; Fairbanks, 1990; Correggiari et al. 1996; Asioli et al., 2001). Si possono distinguere tre fasi principali: i) un lungo periodo caratterizzato da un graduale e lento abbassamento del livello del mare e stazionamento basso (da 125.000-18.000 anni fa), ii) una rapida risalita del livello di base (da 18.000-5.500 anni fa) e iii) un finale stazionamento alto (5.500 anni fa-Attuale); (Fairbanks, 1989; Trincardi et al., 1996; Correggiari et al., 2001; Cattaneo et al., 2003; 2004; 2007). Durante l'ultimo acme glaciale, 18.000 anni fa, quando il livello del mare si trovava 120 m al di sotto della quota attuale (Rizzini, 1974; Trincardi et al., 1994), l'Adriatico settentrionale era una pianura alluvionale e la linea di riva si trovava notevolmente piú a sud rispetto alla posizione attuale (all'altezza di Pescara).

Superato l'acme glaciale, una rapida fase di risalita eustatica legata all'instaurarsi di condizioni climatiche temperate, ha portato alla migrazione verso terra di sistemi costieri di barriera-laguna. Studi stratigrafici nel sottosuolo Romagnolo, dimostrano che al culmine della trasgressione (6.000-5.500 anni fa) la posizione della linea di costa era decisamente piú interna rispetto a quella attuale (Amorosi et al., 1999; Preti, 1999; Amorosi et al., 2003; 2005; Stefani, 2005; Bondesan et al., 1995). La successiva fase di stazionamento alto (HST, Figura 9) del livello del mare ha portato alla deposizione di unità progradanti prevalentemente fangose estese verso il largo per 35-40 km (Correggiari et al., 2001; 2005 a, b).

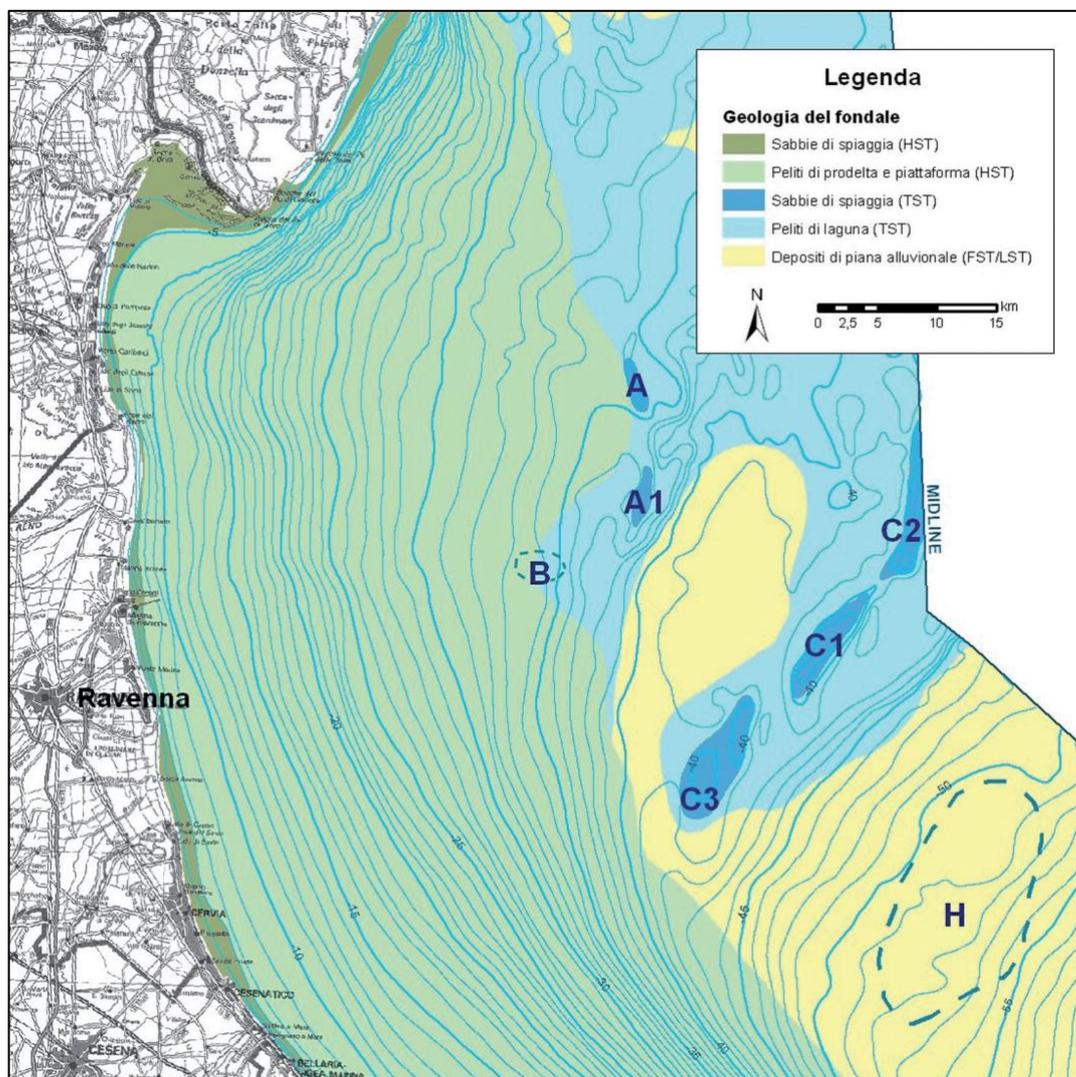


Figura 9: Carta geologica della piattaforma nord adriatica (da Correggiari et al., 2011).

L'attuale configurazione morfologica della fascia costiera è il risultato della complessa interazione di processi fluviali, marini costieri e tidali che hanno caratterizzato la dinamica deposizionale tardo-olocenica ed intimamente legata alle dinamiche evolutive del delta del fiume Po.

3.2 Caratteri fisiografici del bacino Adriatico

L'Adriatico è il bacino più continentale del Mar Mediterraneo, ha una estensione di 138.600 km² (B. Cushman-Roisin et al., 2001), piuttosto modesta se confrontato con la superficie e con il volume dell'intera massa d'acqua del Mediterraneo, ciononostante riceve tra il 20 e il 30% del totale degli apporti fluviali che si riversano in esso (Russo e Artegiani, 1996; Ludwig et al, 2009). Tale caratteristica, unita alla particolare conformazione semichiusa ed allungata del bacino (800 Km di lunghezza e 150 Km di larghezza media), e con una particolare



morfolgia dei fondali, fa sì che l'Adriatico giochi un ruolo di primo piano nei meccanismi circolatori del Mediterraneo Orientale ed in particolare delle sue acque profonde.

3.2.1 Geografia e batimetria

Dal punto di vista geografico e morfologico l'Adriatico è generalmente suddiviso in tre settori o sottobacini:

- **Adriatico settentrionale o Alto Adriatico** si estende dal Golfo Venezia e Trieste alla congiungente Ancona-Zara per alcuni autori (punto più stretto) o, per altri, in corrispondenza dell'isobata dei 100m. È caratterizzato da fondali relativamente bassi che degradano dolcemente nel verso dell'asse del bacino (NO-SE), con una profondità media di circa 35 metri, mentre la sua profondità massima non supera i 100 m.
- **Adriatico Centrale** che si estende fino alla congiungente Gargano-Lastovo/Curzola in Croazia, caratterizzato dalla presenza delle fosse meso-adriatiche (fosse del Pomo) la cui profondità massima raggiunge i 270 m (fossa centrale) e che è morfologicamente limitato a sud dalla soglia di Pelagosa (Palagruza sill).
- **Adriatico Meridionale** caratterizzato dall'ampia depressione che supera i 1200m (fossa sud adriatica) che si collega al Mar Ionio tramite la soglia del Canale di Otranto (800m).

L'Alto Adriatico ha una piattaforma che si estende per circa 200 Km con fondali bassi e gradualmente pendenti nella direzione NO-SE dal Golfo di Venezia verso le depressioni Meso-Adriatiche. Nell'area vasta di progetto non vi sono singolarità morfologiche. La batimetria dei fondali è molto regolare con le isobate circa parallele tra loro e alla costa e con un gradiente molto basso (pendenza 0.1%).

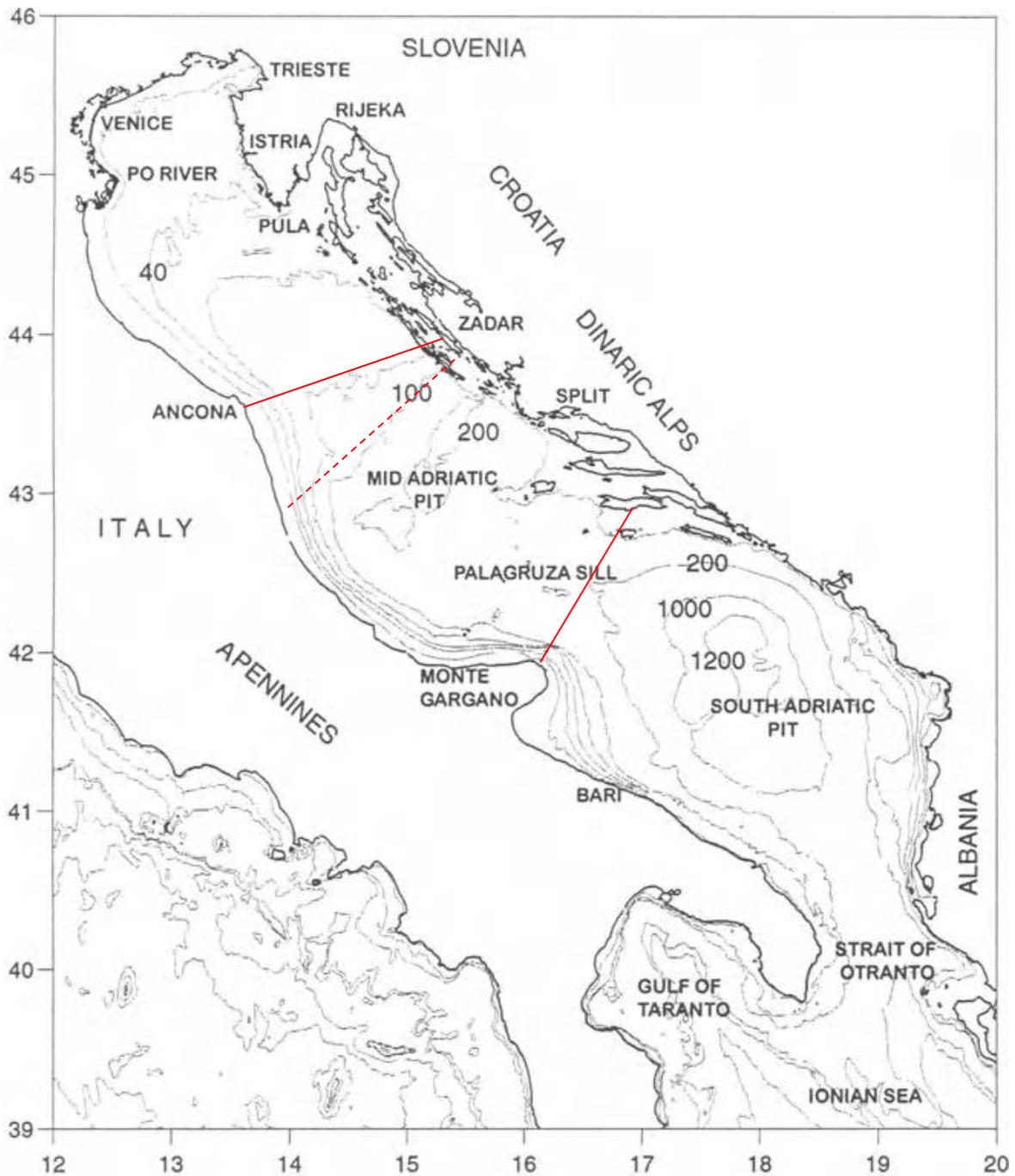


Figura 10: Geografia e batimetria del Mar Adriatico (e suddivisione in sottobacini).



3.3 Attività sismica

Il mare Adriatico nord-occidentale (**Area Vasta**) si trova confinato, nella sua porzione più meridionale, tra due catene montuose: le Dinaridi ad est e l'Appennino ad ovest (Figura 12).

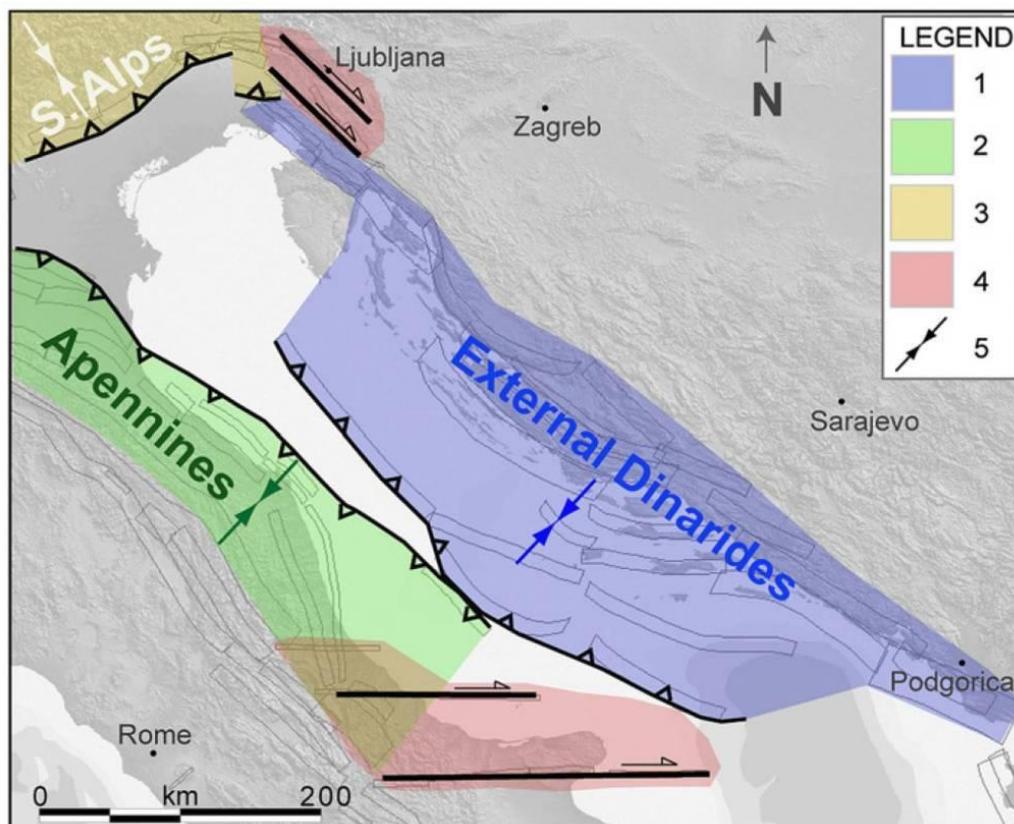


Figura 12: schema della deformazione attiva nell'area adriatica. 1) Dinaridi esterne 2) Appennino settentrionale 3) Alpi meridionali 4) dominio della fagliazione trascorrente 5) direzione della compressione (fonte: [La sismotettonica nell'area della sequenza sismica in Mar Adriatico – INGVterremoti, 5/10/2022](#)).

Le due catene tendono ad avanzare l'una verso l'altra, interessando porzioni sempre maggiori del fondale Adriatico, al punto che le porzioni sommerse di entrambe le catene sono progredite sino ad incontrarsi al centro dell'Adriatico stesso.

La catena Dinarica, estesa per circa 600 km, è caratterizzata da un numero cospicuo di faglie. Le "Dinaridi esterne", affacciate verso costa, presentano faglie in gran parte attive e sismogenetiche (Figura 13), allineate sia lungo la costa dalmata sia in pieno Adriatico centrale. Tali faglie attraversano solo parzialmente il settore dell'Alto Adriatico.

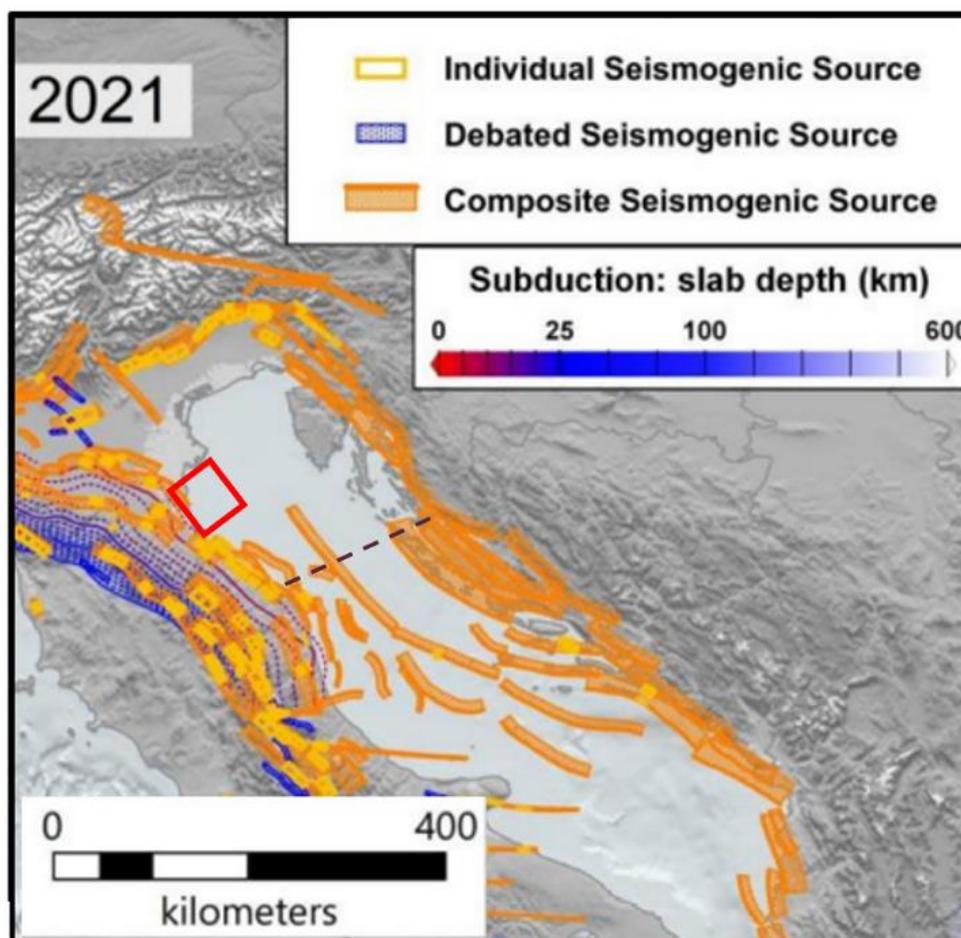


Figura 13: Rappresentazione del sistema di faglie adriatiche (in arancione) con indicazione schematica dell'Area di Sito (in rosso) (fonte: [Database of Individual Seismogenic Sources \(DISS\), version 3.2.1 - Dataset - ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA \(ingv.it\)](#), 5/10/2022)

Nella figura sottostante (Figura 14) è possibile osservare la sovrapposizione tra le faglie sismogenetiche adriatiche e i terremoti avvenuti nel periodo tra il 1985 e il 2021, con magnitudo uguale o superiore a 4.0¹.

Come si può notare, i terremoti marini sono più frequenti nella regione centrale dell'Adriatico, in corrispondenza delle faglie attive delle Dinaridi esterne e della catena appenninica. Più rari sono invece quelli in Adriatico nord-occidentale, dove risultano solo 3 eventi tra il 1985 e il 2021:

- Il primo, con magnitudo 4.1 e identificato dalla stella arancione, è avvenuto il giorno 05/05/2000.

¹ Poiché il Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (anno 1000-2012) racchiude i terremoti di magnitudo superiore o uguale a 4.0 ± 0.25 , si è ritenuto, per l'intervallo temporale 1985-2020, di filtrare la ricerca a terremoti con caratteristiche di magnitudo simili.



- Il secondo, con magnitudo 4.2 e rappresentato dalla stella verde sotto costa, si è verificato il giorno 06/06/2012 ad una profondità di 25,6 km;
- Il terzo, con magnitudo 4.0 e identificato dalla stella verde cerchiata, è avvenuto il giorno 11/07/2021. Quest'ultimo ha interessato l'area corrispondente ai campi eolici, e si è sviluppato a una profondità di circa 30 km e a 40-50 km dalla costa Ravennate.

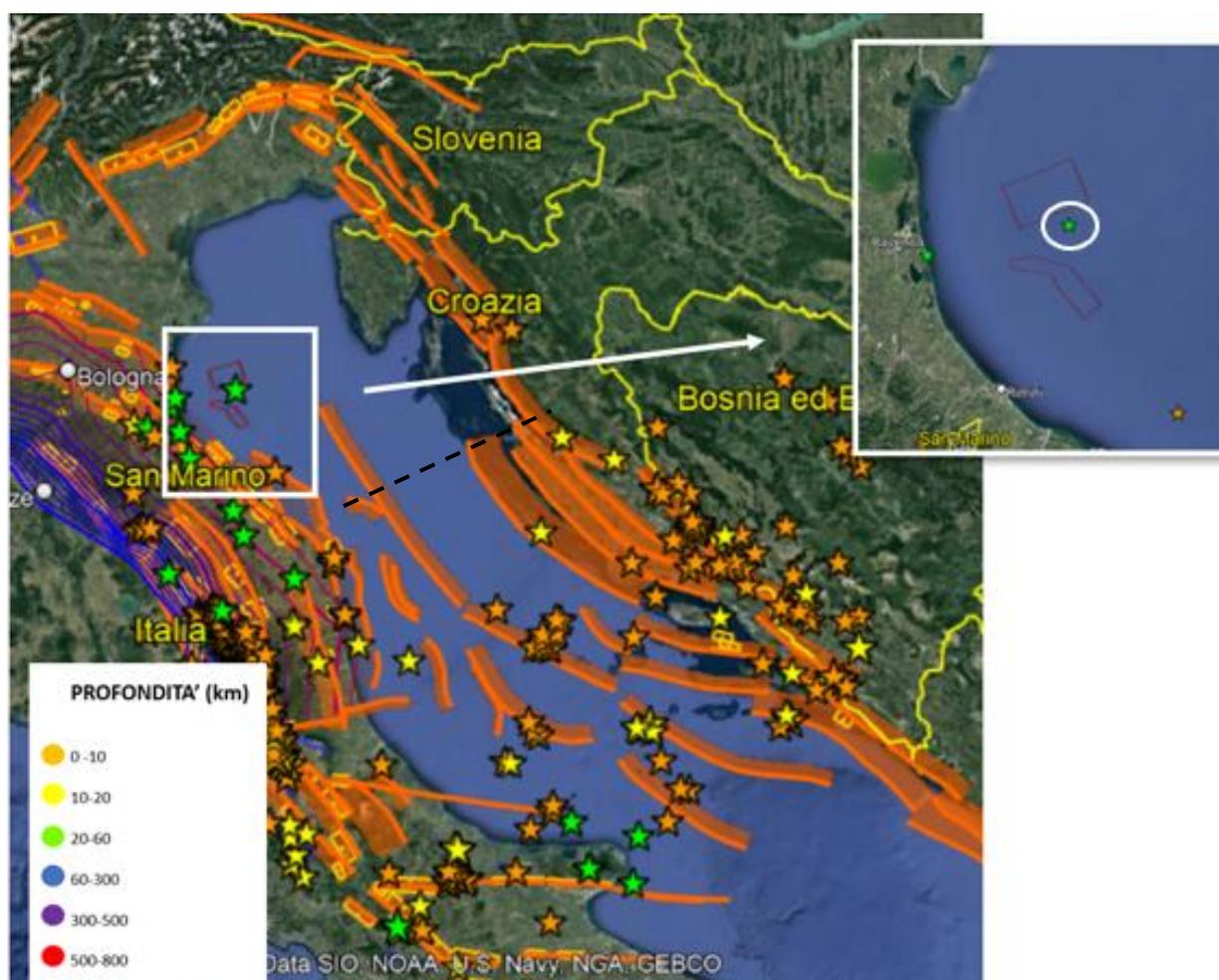


Figura 14: Rappresentazione schematica delle faglie sismogenetiche adriatiche (poligoni arancioni) e dei terremoti registrati dall'INGV tra l'anno 1985 e il 2021 (stelle). Il riquadro bianco ed il suo ingrandimento a sinistra comprendono l'Area di Sito e gli eventi sismici registrati. L'immagine è stata ottenuta sovrapponendo i dati relativi alle sorgenti sismogenetiche italiane (fonte: [DISS - Data Tables \(ingv.it\)](#)) e l'elenco dei terremoti registrati (fonte: [Lista Terremoti aggiornata in tempo reale](#) » INGV Osservatorio Nazionale Terremoti, 5/10/2022).



In Figura 15 si riporta inoltre la serie storica di dati contenuta nel database CPTI15 per l'Adriatico nord-occidentale, dall'anno 1000 al 2012². Durante questo lasso di tempo il mar Adriatico nord-occidentale è stato interessato da 45 terremoti, tutti con magnitudo compresa tra 3.93 e 5.82, buona parte dei quali in corrispondenza della costa anconetana, dove è presente un sistema di faglie sismogenetiche. Nel complesso, dunque, tra l'anno 1000 e il 2021 si sarebbero verificati 46 terremoti (45 sino al 2012, 1 dal 2012 al 2021).

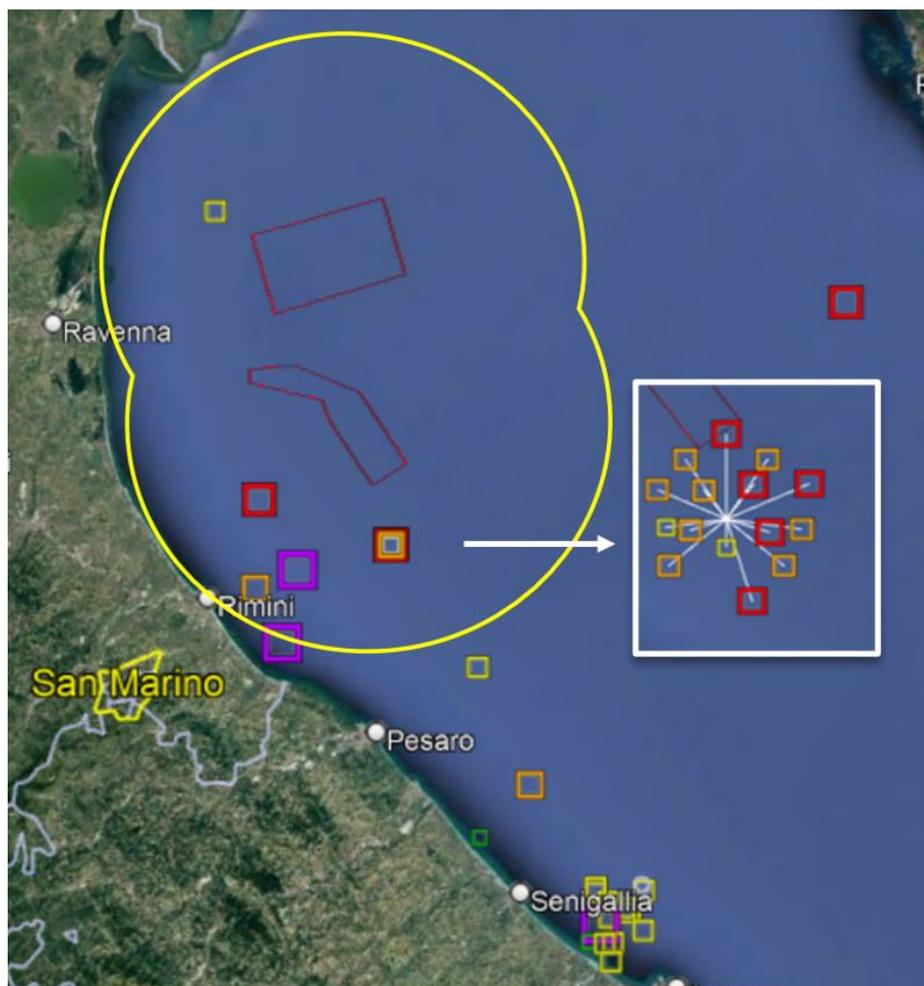


Figura 15: Mappa degli eventi sismici avvenuti in mar Adriatico nord-occidentale tra l'anno 1000 e l'anno 2020. In giallo è indicata l'Area di Sito. I limiti dell'area (poligono giallo) sono stati ottenuti sovrapponendo due aree di raggio pari a 35 km, ciascuna con origine al centro dei campi eolici. In figura, i quadrati concentrici indicano fenomeni di sciame sismico, come evidenziato nel riquadro bianco (fonte: [CPTI15-DBMI15 v4.0 \(ingv.it\)](https://ingv.it), 5/10/2022).

² Il database CPTI15 riporta i terremoti con Magnitudo $\geq 4.0 \pm 0.25$. Per la lista di terremoti completa a partire dall'anno 1985 fare riferimento al seguente link: [Lista Terremoti aggiornata in tempo reale » INGV Osservatorio Nazionale Terremoti](https://ingv.it)



La Tabella 1 riporta i dettagli degli eventi sismici sopracitati. In rosso sono evidenziati gli eventi che hanno interessato anche l'Area di Sito.

Tabella 1: Lista degli eventi sismici in Adriatico nord-occidentale dall'anno 1000 al 2020. In rosso sono evidenziati i sismi avvenuti nell'Area di Sito.

Anno	Data	Località	Magnitudo
1733	19/10	Anconetano	3,93
1875	17/03	Costa romagnola	5,74
1916	17/05	Riminense	5,82
1916	16/06	Riminense	4,82
1916	15/08	Riminense	5
1916	15/08	Riminense	5
1916	15/08	Riminense	4,42
1916	15/08	Riminense	5,34
1916	15/08	Riminense	5,35
1916	15/08	Riminense	4,93
1916	15/08	Riminense	4,77
1916	15/08	Riminense	5,31
1916	15/08	Riminense	4,85
1916	15/08	Riminense	5,01
1916	16/08	Riminense	5,82
1916	16/08	Riminense	5,46
1916	16/08	Riminense	5,3
1916	18/08	Riminense	4,81
1916	18/08	Riminense	4,95
1916	21/08	Riminense	4,57
1917	5/11	Costa anconetana	5,22
1928	30/05	Senigallia	5,02
1930	30/10	Senigallia	5,83
1934	30/11	Adriatico settentrionale	5,3
1937	26/11	Costa pesarese	4,16
1949	6/12	Costa anconetana	4,38
1968	17/09	Adriatico settentrionale	4,16
1970	8/08	Adriatico settentrionale	4,57
1972	25/01	Costa anconetana	4,49
1972	4/02	Costa anconetana	4,57
1972	4/02	Costa anconetana	4,36
1972	5/02	Costa anconetana	4,36
1972	5/02	Costa anconetana	4,46
1972	5/02	Costa anconetana	4,36
1972	6/02	Costa anconetana	4,36
1972	8/02	Costa anconetana	4,46
1972	14/06	Costa anconetana	4,68
1972	14/06	Costa anconetana	4,43
1972	30/11	Costa pesarese	4,52
1973	10/11	Costa anconetana	N/A
1986	22/06	Costa anconetana	3,98
2012	6/06	Ravenna	4,21
2013	13/06	Costa anconetana	4,1
2013	21/07	Costa anconetana	5,14
2013	21/07	Costa anconetana	4,19

Complessivamente, dunque, dall'anno 1000 al 2021 entro l'Area di Sito si sono verificati 23 terremoti³. L'area di studio non risulta particolarmente soggetta ad attività sismica (INGV, 2021): secondo il Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (CPTI15) nell'area non si sarebbero infatti verificati terremoti significativi, ad eccezione della parte meridionale, verso la costa del riminese, dove si sono registrati eventi di magnitudo

³ 22 dall'anno 1000 al 2020, 1 nel 2021.



stimata fino a 5.74. L'Area di Sito giace infatti, nella sua porzione più meridionale, su un sistema di faglie sismogenetiche (Figura 16).



Figura 16: Sistema di faglie sismogenetiche incluse nell'Area di Sito.

La scossa del 17 marzo 1875 che colpì la Romagna sud-orientale creò ad esempio gravi danni agli edifici riminesi. A Cesenatico furono danneggiate moltissime abitazioni, ed alcune crollarono quasi interamente. A Cervia, la scossa danneggiò più o meno gravemente tutti gli edifici, e al terremoto seguì anche un lieve maremoto che invase le spiagge di Rimini, Cervia e Cesenatico (CFTI5MED, [CFTI5Med \(ingv.it\)](http://CFTI5Med.ingv.it), 06/10/2022).

Per un inquadramento della sismica sotto il profilo prettamente geotecnico si rimanda alla relazione con codice AGNROM_EP-R_RE-GEOTECNICA.



4. CAMPAGNA GEOGNOSTICA

4.1.1 Indagini di geofisica marina del maggio - luglio 2022

Di seguito è riportata una sintesi delle indagini eseguite a mare tra maggio e agosto 2022 e dei relativi risultati. Per un maggior dettaglio delle strumentazioni utilizzate, delle modalità di esecuzione dei rilievi e delle modalità di elaborazione e restituzione dei dati si rimanda al documento AGNROM_SIA-R_REP-INDAGINI-GEO (Report delle indagini geofisiche a mare).

La cronologia dei principali eventi in situ è riportata nella seguente tabella.

Tabella 2: Cronologia degli eventi principali.

Data	Attività
24/05/2022-25/05/2022	<ul style="list-style-type: none">• Mobilitazione SB, SSS, USBL• Safety induction• Test funzionali strumentazione• Calibrazioni strumentali (GPS, SB-bar-check, SSS e USBL)
26/05/2022-13/06/2022	<ul style="list-style-type: none">• Rilievi SB e SSS
13/06/2022-14/06/2022	<ul style="list-style-type: none">• Back up e demobilitazione SB e SSS• Mobilitazione MBES, SBP, MAG• Patch test MBES• Test funzionali SBP• Test funzionali MAG
15/06/2022-17/06/2022	<ul style="list-style-type: none">• Misurazione profili SVP• Rilievi MBES, SBP, MAG
18/06/2022	<ul style="list-style-type: none">• Back up e demobilitazione MBES, SBP, MAG
03/07/2022	<ul style="list-style-type: none">• Mobilitazione SB, SSS, USBL
04/07/2022-05/07/2022	<ul style="list-style-type: none">• Test funzionali strumentazione• Bar check Singlebeam• Calibrazione USBL• Rilievi SB e SSS
06/07/2022	<ul style="list-style-type: none">• Back up e demobilitazione strumentazione
29/08/2022-01/09/2022	<ul style="list-style-type: none">• Mobilitazione ROV• Test funzionali strumentazione• Calibrazione USBL• Ispezioni visive ROV• Back up e demobilitazione ROV

L'area di indagine è costituita dai due parchi offshore di Ravenna denominati "Romagna 1" e "Romagna 2", dall'intera lunghezza dell'elettrodotto marino di connessione tra i due parchi (anch'esso localizzato offshore) per un'ampiezza di 250 m per lato intorno all'elettrodotto, dall'elettrodotto marino che collega il parco "Romagna 2" al punto di sbarco a terra (spiaggia di Punta Marina) e da una sua variante sempre per



un'ampiezza di 250 m per lato intorno al tracciato, con una superficie complessiva stimata di 390 km² (Figura 17). In Figura 17 e Figura 18 sono rispettivamente riportate le rotte di indagine dei rilievi SSS (Side Scan Sonar) e SBES (Singlebeam Echo Sounder) e quelle dei rilievi MBES (Multibeam Echo Sounder), SBP (Sub Bottom Profiler) e MAG (Magnetometro).

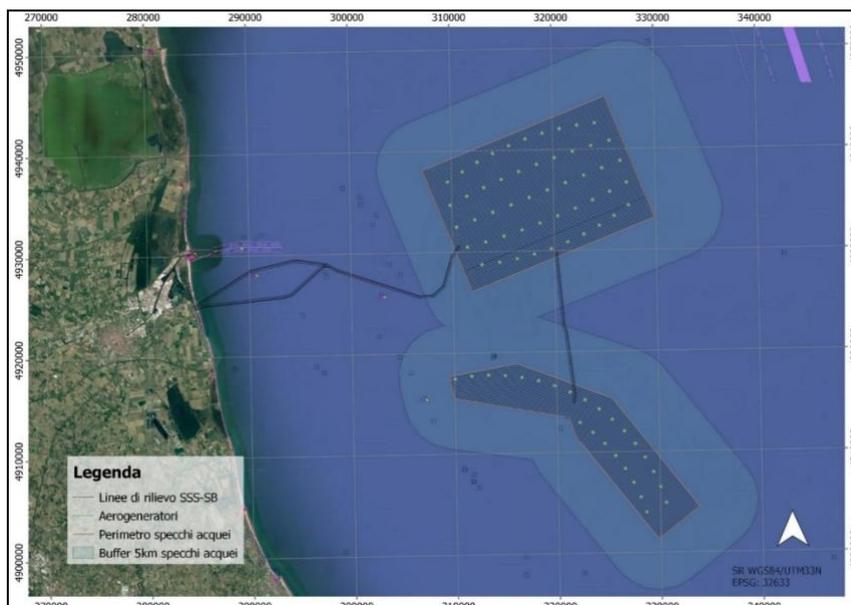


Figura 17: Linee di rilievo SSS e SB.

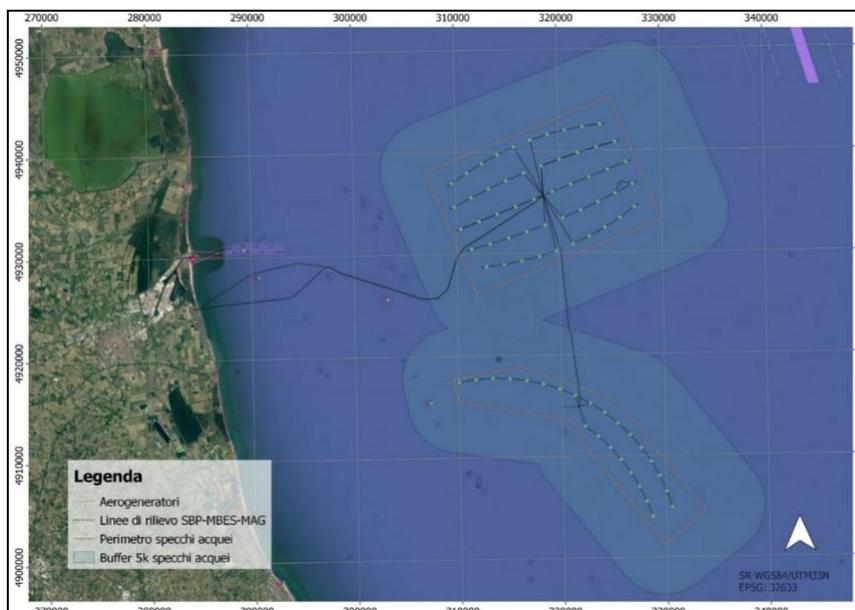


Figura 18: Linee di rilievo MBES-SBP-MAG.



È stata eseguita una prima fase di acquisizione dati utilizzando il SSS ed il SBES sulle due aree seguendo un piano di linee parallele spaziate 200 m (Figura 17). In una seconda fase di rilievi sono stati acquisiti i tracciati degli elettrodotti (Figura 18) con strumentazione Sub Bottom Profiler, Magnetometro e Multibeam contemporaneamente. In una terza fase sono stati acquisiti gli elettrodotti al di fuori dei due parchi con strumentazione SSS e SBES.

Gli obiettivi della campagna di rilievo sono molteplici e hanno consentito di definire la geomorfologia dei fondali in corrispondenza delle aree identificate come idonee alla messa in opera del progetto, individuare i target sensibili all'interno dell'area di indagine, acquisire informazioni utili a definire la distribuzione degli habitat bentonici, acquisire i profili sismici e magnetometrici utili ad evidenziare gli orizzonti stratigrafici e le eventuali anomalie magnetiche riscontrate in corrispondenza degli aerogeneratori e lungo le linee di posa degli elettrodotti.

4.1.2 Analisi dei dati batimetrici singlebeam

Il rilievo si è esteso da una profondità minima di poco inferiore a 8 m verso costa ad una profondità massima di circa 44 m nella porzione sudorientale del campo Romagna 1 (Figura 19 e Figura 20). Dall'analisi dei dati SBES si evince come l'area sia caratterizzata da una morfologia piuttosto regolare tipica dei fondali del Nord-Adriatico. In linea generale, la batimetria aumenta regolarmente e con scarsa pendenza in direzione costa-largo, con una inclinazione media di $0,05^\circ$ (minima $0,01^\circ$, massima $2,29^\circ$). In corrispondenza del settore sud-est del campo Romagna 2 la batimetria tende ad aumentare, oltre che secondo il succitato andamento costa-largo, anche seguendo un andamento nord-sud. Non si osservano rotture di pendenza o strutture morfologiche che interrompano la monotonia dei fondali compresi all'interno dell'area di indagine.

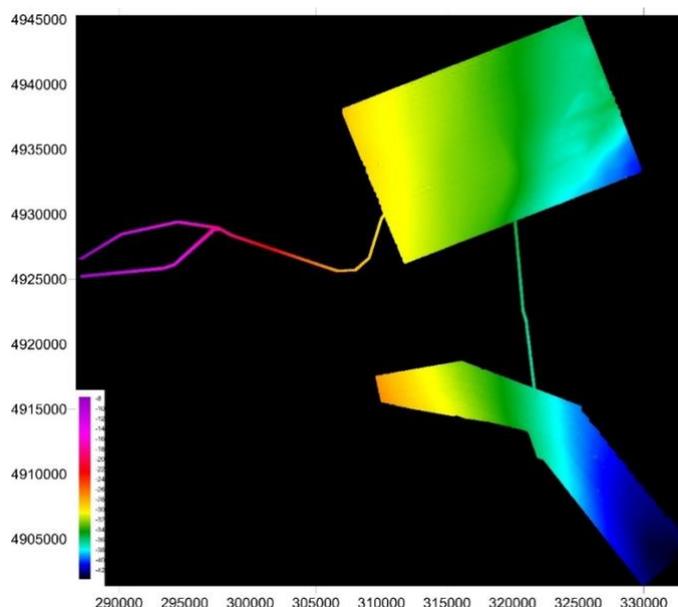


Figura 19: Carta batimetrica dell'area di indagine in formato GeoTiff elaborata utilizzando i dati SBES.

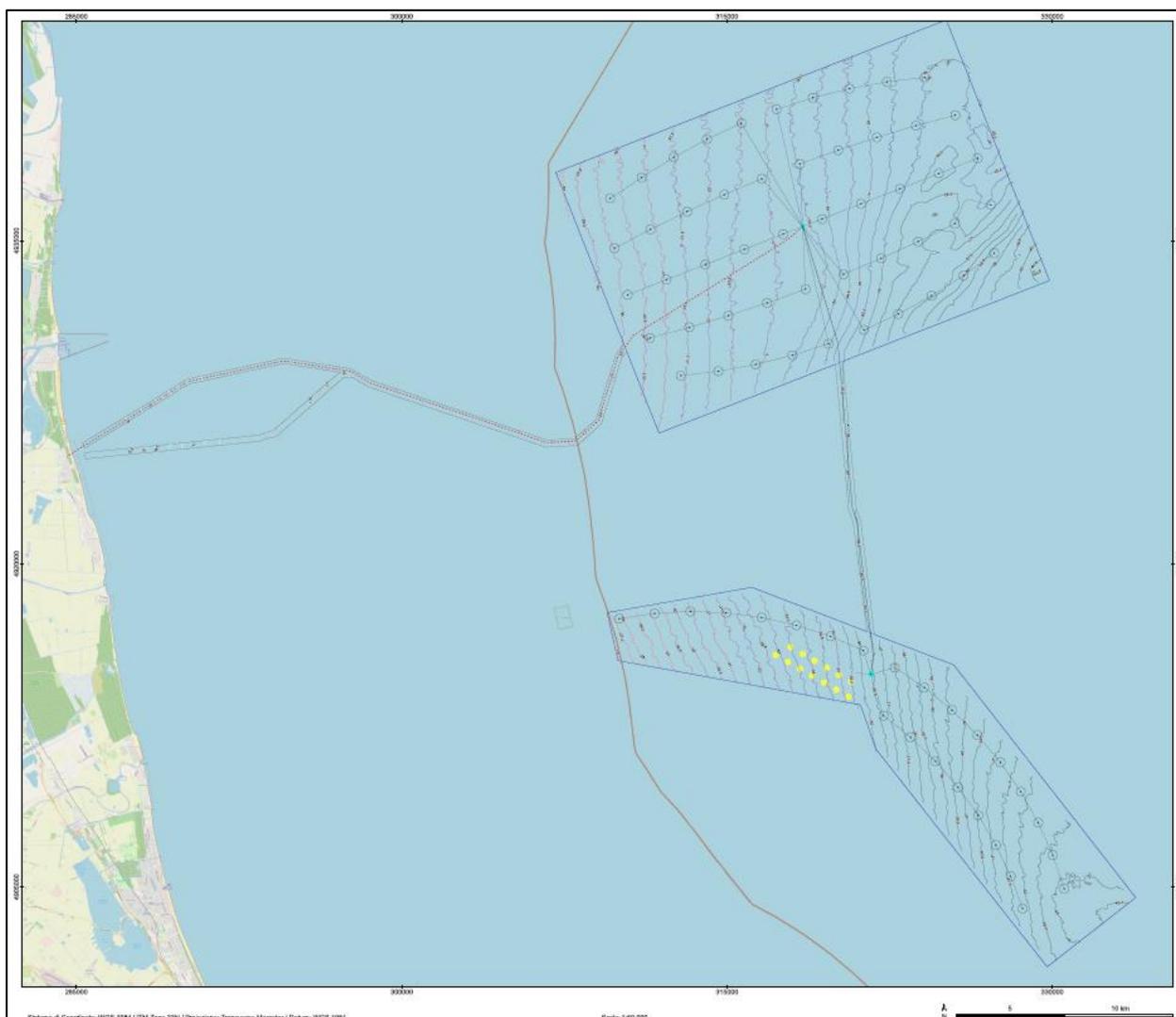


Figura 20: Estratto della carta delle isobate dell'area di indagine.

4.1.3 Analisi dei dati batimetrici multibeam

Il rilievo MBES effettuato lungo le linee macchina di futura installazione ad una profondità compresa tra 8 m e 43 m ha confermato quanto già emerso dall'analisi dei dati batimetrici SBES estesi a tutta l'area di indagine.

In linea generale l'area è caratterizzata da una morfologia piuttosto regolare e da fondali che degradano in direzione costa-largo mostrando scarse pendenze (inclinazione media calcolata pari a $0,05^\circ$ equivalente ad una pendenza pari a 0,1%) nei quali non vengono individuate particolari strutture fisiografiche (Figura 21).

Oltre alla presenza di numerose lineazioni che solcano i fondali incoerenti che caratterizzano l'intera area di indagine e di oggetti di piccole dimensioni riconducibili probabilmente a rifiuti o manufatti di origine antropica, gli unici target individuati e indagati con maggiore dettaglio corrispondono a due relitti di medie dimensioni



(Figura 22) già segnalati durante il rilievo SSS, uno dei quali è localizzato in corrispondenza di uno dei tracciati degli elettrodotti di futura posa.

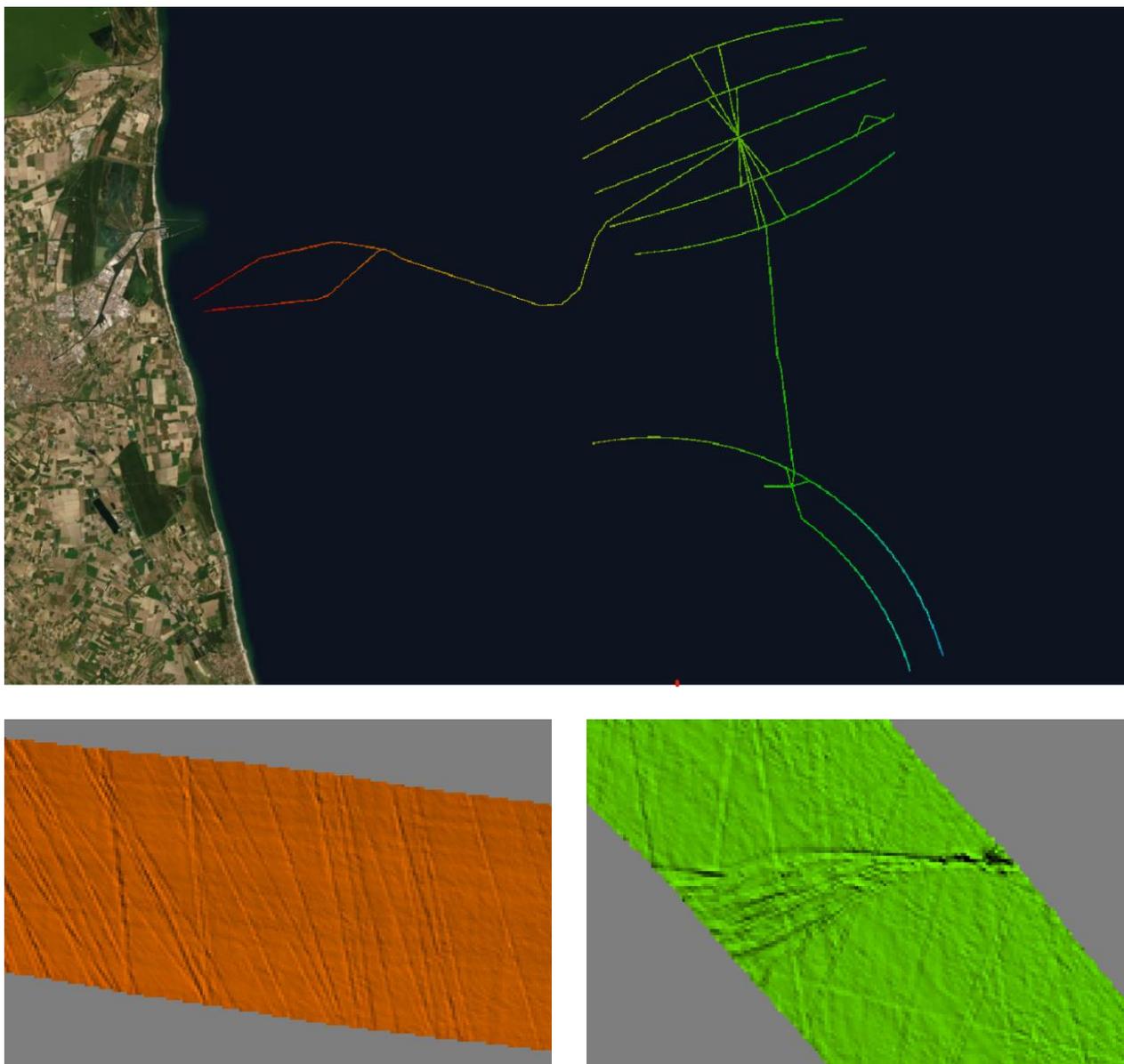


Figura 21: Visione d'insieme del rilievo MBES (in alto); Dettaglio del rilievo MBES a diverse profondità (in basso), minore a sinistra e maggiore a destra in cui sono chiaramente visibili solchi sul fondale, con buona probabilità ascrivibili ad attività di pesca a strascico.

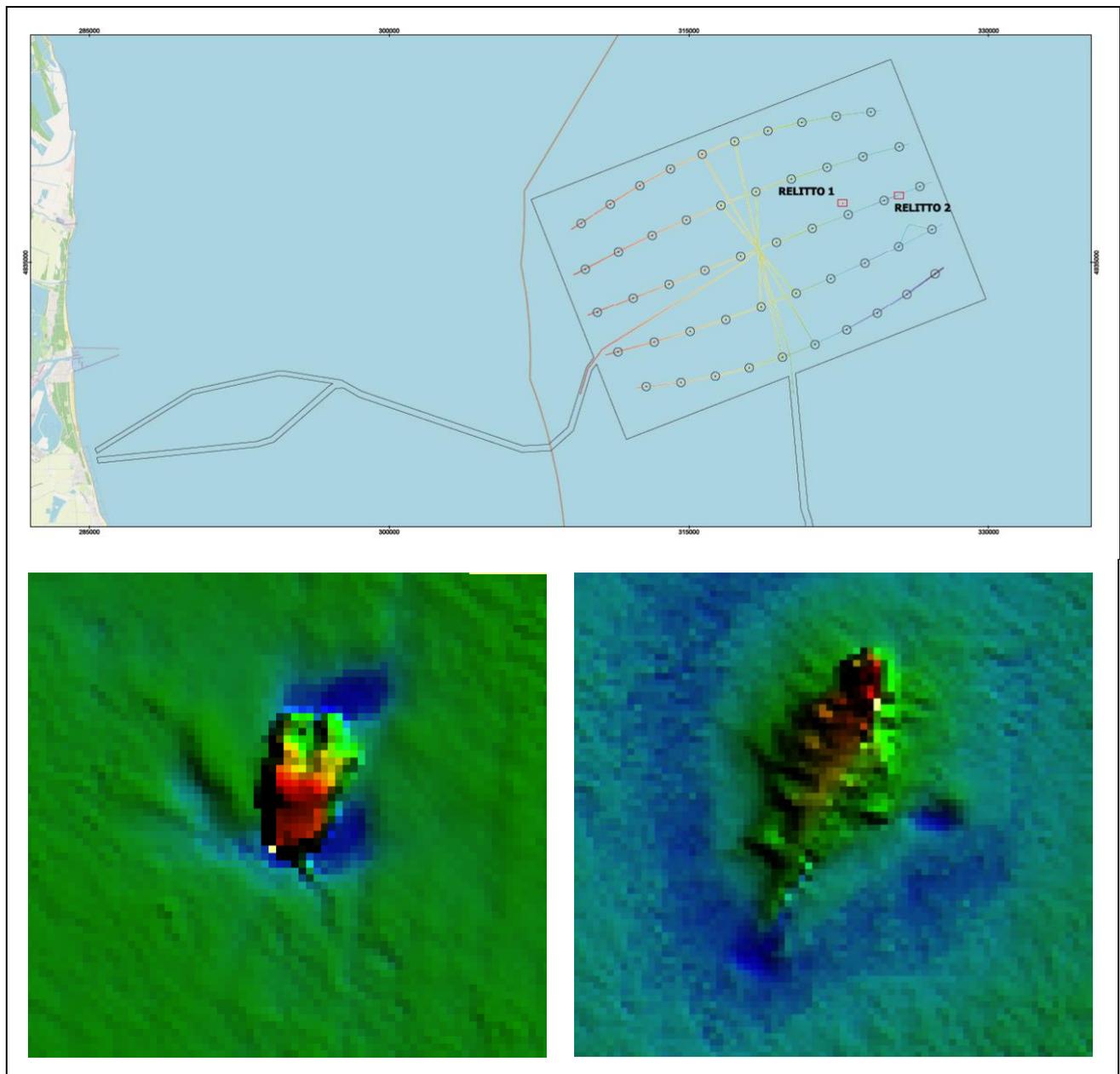


Figura 22: Dettaglio dei due target identificati come relitti (Relitto 1 a sinistra e relitto 2 a Destra) e loro localizzazione all'interno del parco Romagna 2.

Si rimanda agli elaborati AGNROM_EP-D_INQ-PROFILI-MORF (Profili morfologici lungo i cavi marini e le linee macchine) per un maggiore dettaglio.

4.1.4 Analisi dei dati Side Scan Sonar

I dati acquisiti mediante il Side Scan Sonar (SSS) sono stati utilizzati al fine di individuare le diverse tipologie di fondale e/o la presenza di eventuali ostacoli. All'interno dell'area di indagine i "sonogrammi" sono stati



acquisiti lungo 154 linee di rilievo ed elaborati al fine di ottenere il “mosaico” complessivo a una risoluzione di 25 cm/pixel (Figura 23). A seguito delle operazioni di “mosaicking”, il mosaico generato è stato interpretato distinguendo le differenti facies acustiche.

Il fotomosaico suddiviso in 12 Tavole in formato A0 è disponibile come codice elaborato AGNROM_EP-D_INQ-SSS.

L'interpretazione dei dati SSS mette in evidenza l'assenza di strutture morfologiche evidenti e/o meritevoli di particolare attenzione. In linea generale, l'area di interesse risulta caratterizzata da un “backscatter” acustico di fondo a bassa riflettività e tessitura fine ed omogenea riconducibile a un substrato incoerente a granulometria medio - fine. Alcune zone relativamente poco estese sembrano caratterizzate dalla presenza di sandwaves probabilmente costituite da sedimenti sabbiosi con granulometria più grossolana se paragonati alla maggior parte dei fondali circostanti (Figura 24).

Oltre alla presenza di una condotta e di innumerevoli lineazioni connesse con la attività di pesca a strascico (Figura 25), sono stati individuati 2 principali target riconducibili a relitti di piccole dimensioni (Figura 26).

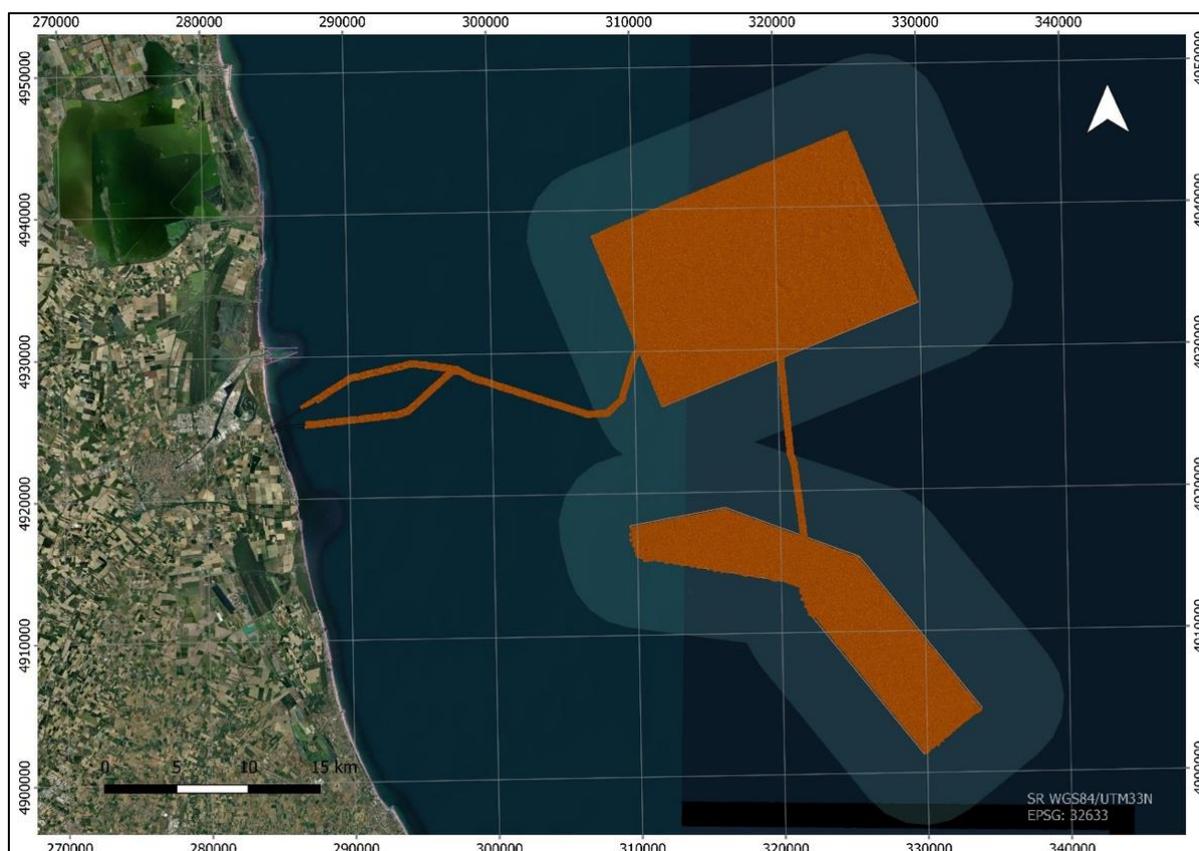


Figura 23: Mosaico SSS dell'area di indagine.

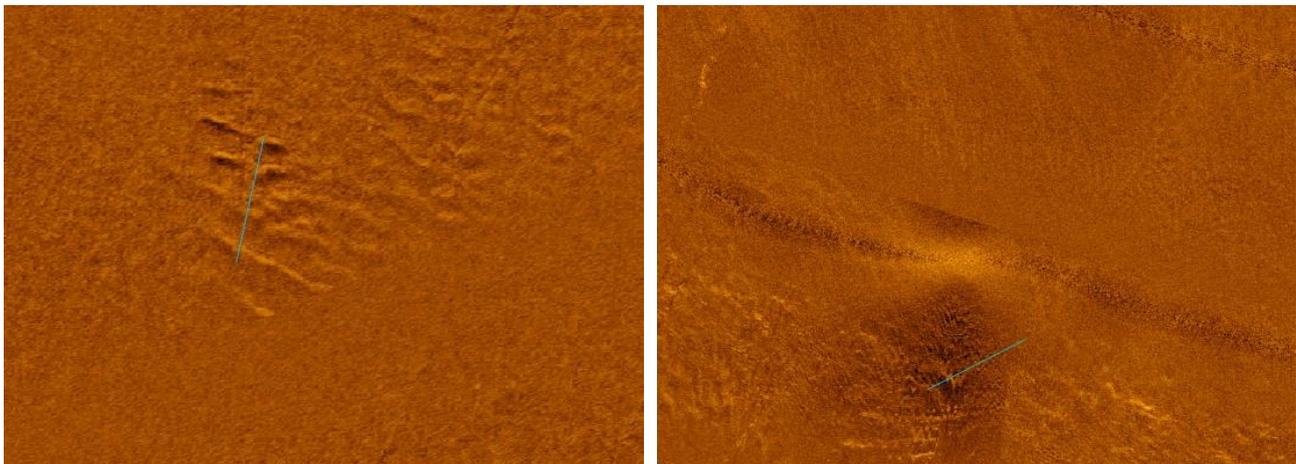


Figura 24: Fondale incoerente con zone poco estese a differente tessitura probabilmente riconducibili a sandwaves.

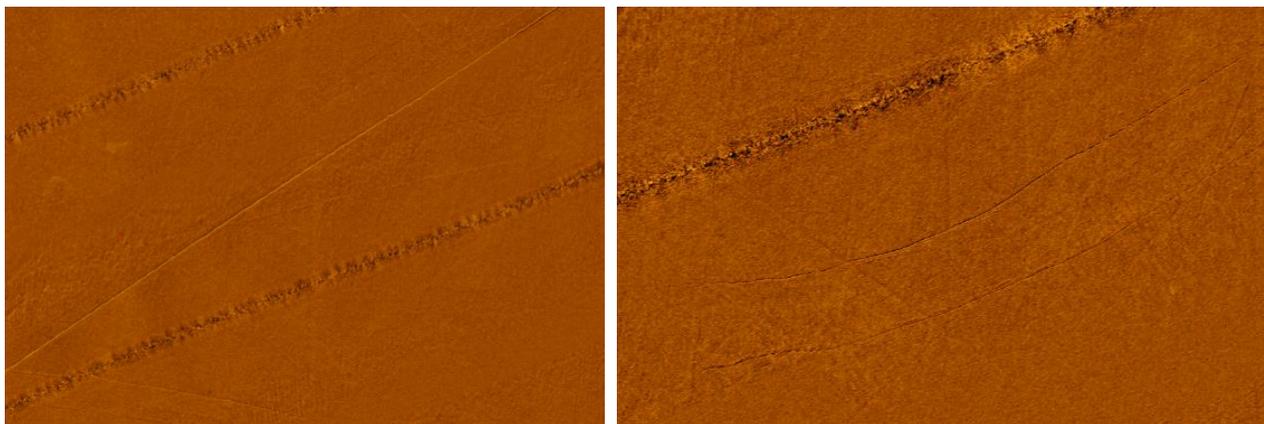


Figura 25: Condotta poggiata sul fondo rilevata nel parco "Romagna 2" (a sinistra) ed esempio di solchi riconducibili all'attività di pesca a strascico (a destra).

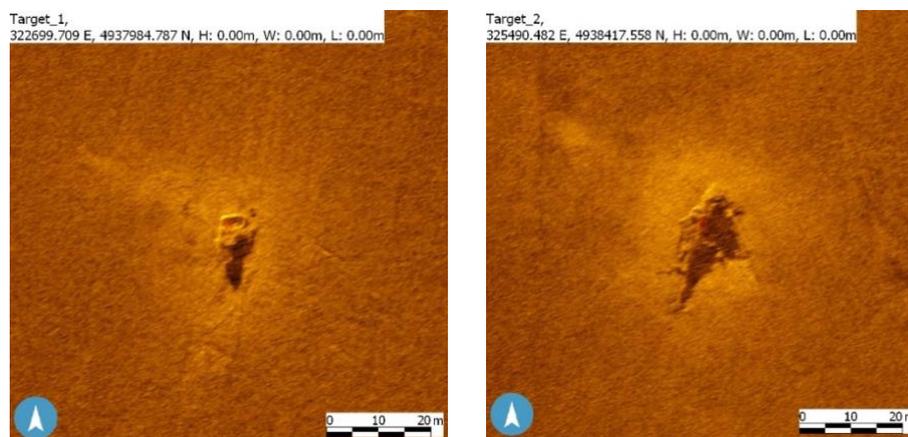


Figura 26: Relitti individuati durante l'indagine SSS.



4.1.5 Analisi dei dati Sub Bottom Profiler

Il dataset completo dei profili di sismica a riflessione consta di 64 linee sismiche distribuite all'interno dell'area di indagine in corrispondenza delle linee macchine (elettrorodotti di futura posa).

I record SBP sono stati processati ed analizzati mediante l'utilizzo del software Innomar ISE 3.0, specificatamente progettato e scritto per ottenere il massimo delle potenzialità dai dati acquisiti con i sistemi SBP Innomar quali quello utilizzato per acquisire il dataset.

Tutti i tracciati acquisiti e processati sono stati sequenziati. Sono state elaborate le immagini di tutte le linee acquisite e riportate sulle medesime le coordinate e la profondità. Le immagini sono state interpretate per ricavare le principali informazioni e target.

La penetrazione massima ottenuta è stata di circa 10 m con una risoluzione verticale stimata inferiore a 1 m.

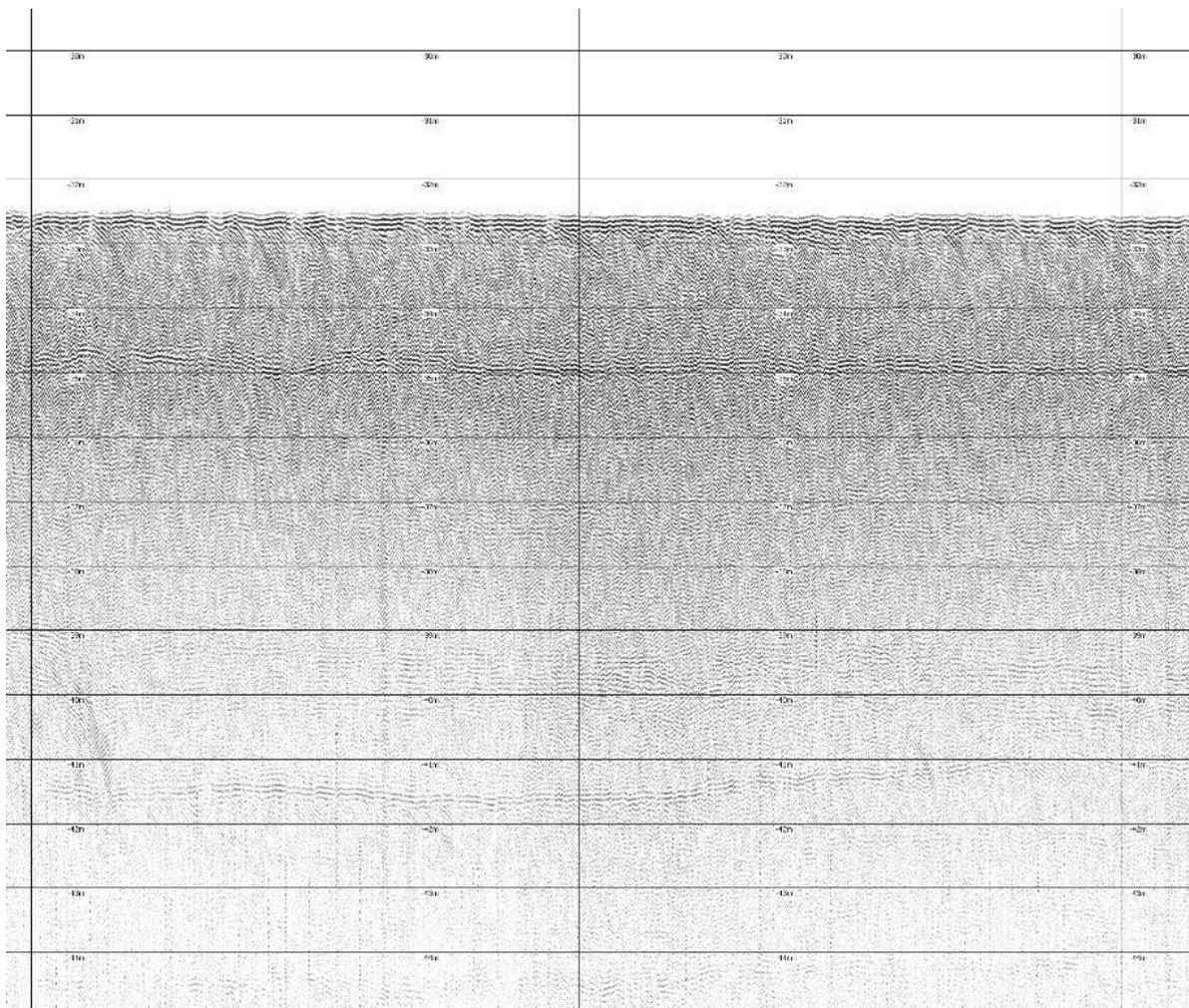


Figura 27– Esempio di riflettore a circa 10 metri di profondità.



Sulla maggior parte dell'area rilevata si evidenzia una forte omogeneità dei materiali con un primo riflettore alla profondità variabile dai 2 ai 5 metri sotto il fondale (Figura 28). Probabilmente trattasi di uno o due orizzonti a granulometria più grossolana sottostante uno strato più limoso superficiale. Caratterizzare con precisione la natura delle stratificazioni richiederebbe informazioni aggiuntive come campionamenti o carotaggi.

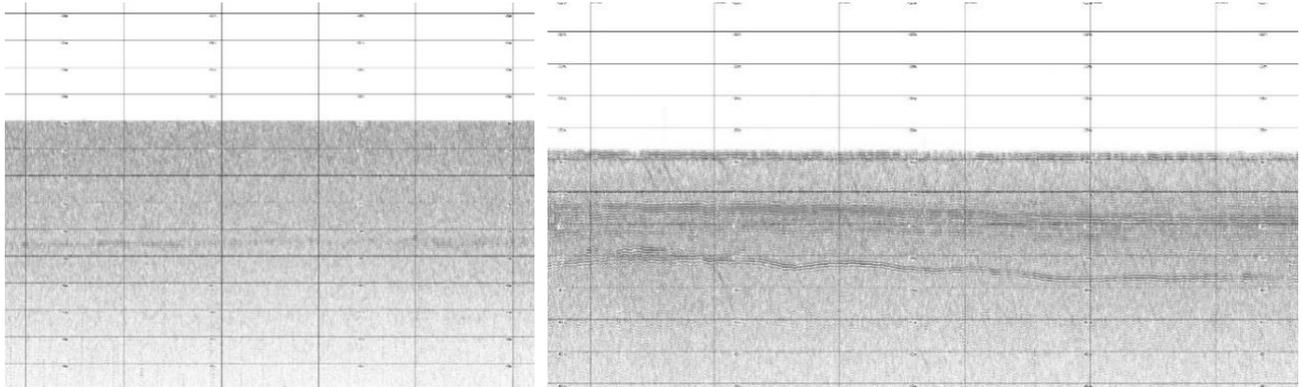


Figura 28: Esempio di riflettore a circa 4 metri di profondità e di area con la presenza di riflettori multipli.

I dati sismici in molte aree sembrano degradati probabilmente per la presenza di risalite gassose. Ipotesi confermabile anche dal fatto che gli orizzonti si interrompono o mostrano curvature verso il basso (Figura 29).

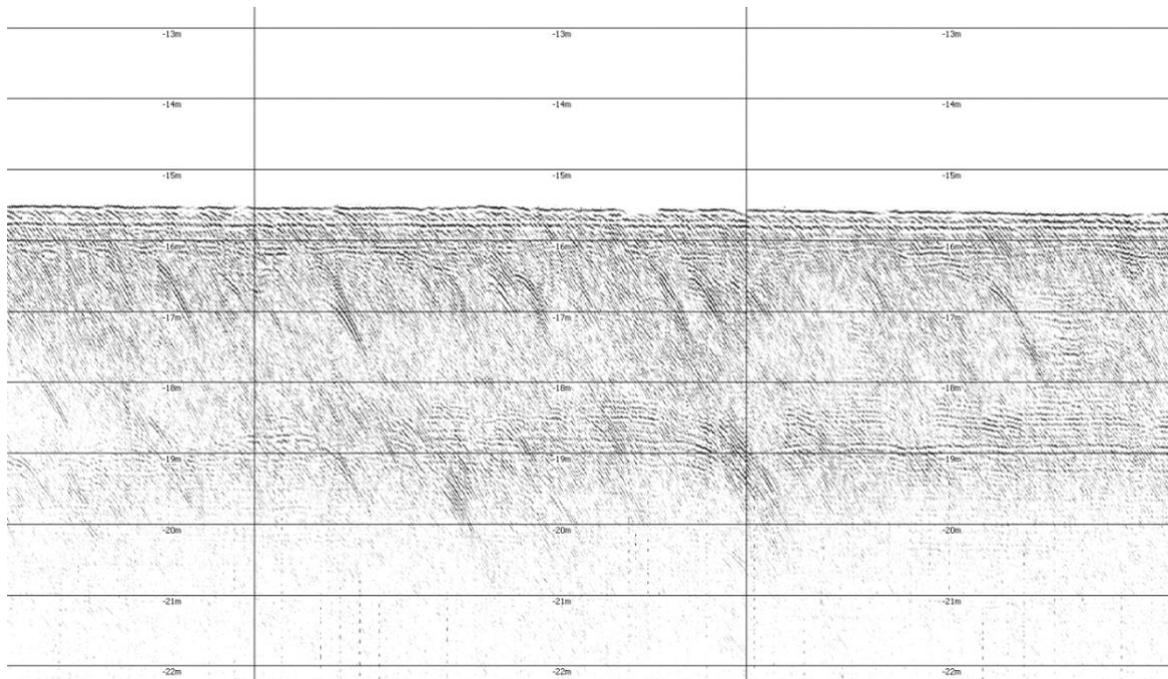


Figura 29: Esempio di presenza di gas che degrada le immagini.



Inoltre, su alcune immagini sono state riscontrate delle figure ad iperbole che probabilmente identificano dei target sommersi come ad esempio tubazioni (Figura 30). Tale ipotesi viene confermata da quanto riportato nelle carte nautiche che indicano la presenza di tubazioni in corrispondenza dei tre target individuati.

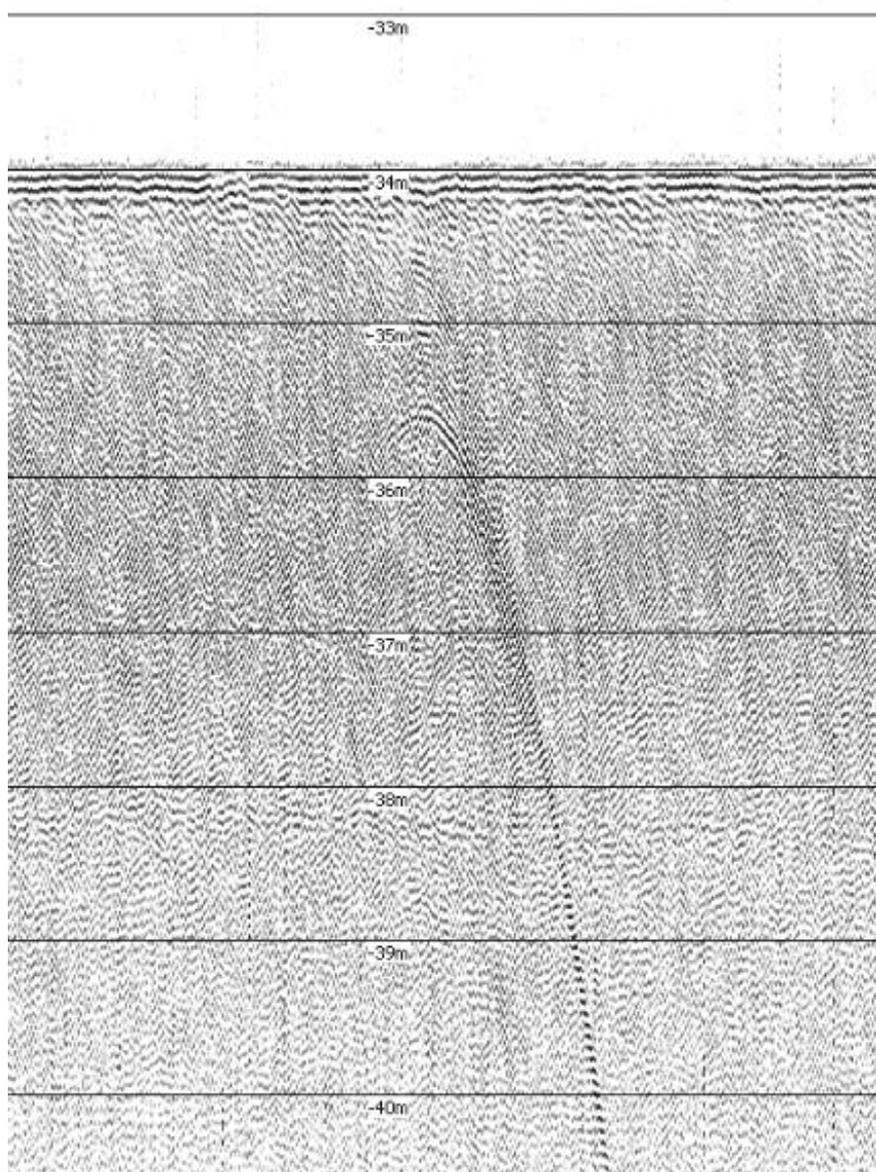


Figura 30: Particolare di forma ad iperbole dovuta probabilmente ad un target sommerso a circa 1 m.

La localizzazione dei tre principali target assimilabili a tubazioni è riportata in Figura 31. Nella seguente tabella (tabella 2) si riportano le coordinate degli stessi target insieme con il nome della relativa linea SBP acquisita e la profondità di interrimento:



Tabella 3: Posizione delle probabili condotte interrrate.

East (WGS84/UTM33N)	Norh (WGS84/UTM33N)	Linea	Prof. (m)
320920	4922130	16_030056	1
316632	4938822	15_214851	1
317706	4939169	15_183826	1

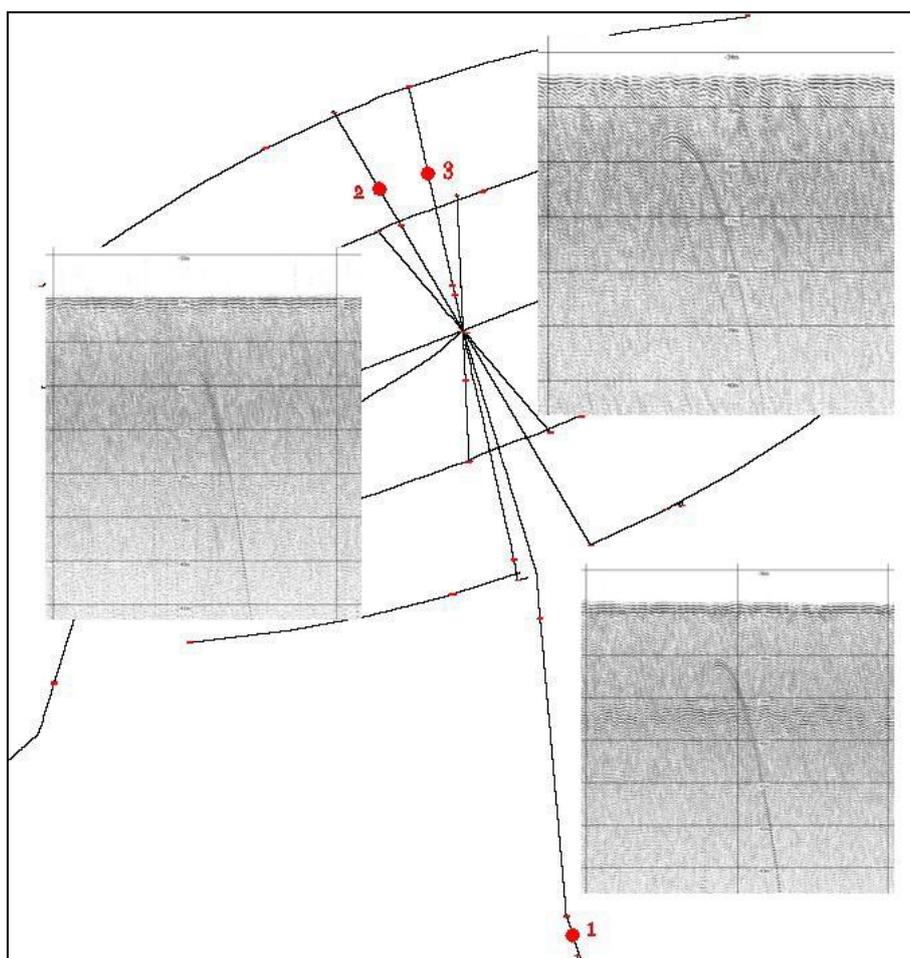


Figura 31: Localizzazione dei target individuati riconducibili a tubazioni.

Si rimanda alla tavola AGNROM_EP-D_INQ-STRATIGRAFIA (Indagine stratigrafica - Profili derivati da Sub Bottom Profiler) per un maggior dettaglio.



4.1.6 Analisi dei dati magnetometrici

L'indagine mediante magnetometro è stata effettuata lungo le medesime linee di navigazione del SBP e del MBES.

Per l'elaborazione dei dati acquisiti è stato usato il software Magpick che permette di mappare le anomalie registrate e di interpretare i segnali acquisiti.

I profili acquisiti sono stati dapprima ripuliti da spikes e da errori di posizionamento e sono state eliminate piccole linee abortite e i tratti di linea acquisiti in curva. A questo punto sono stati individuati i segnali anomali da mettere in relazione con la presenza di target.

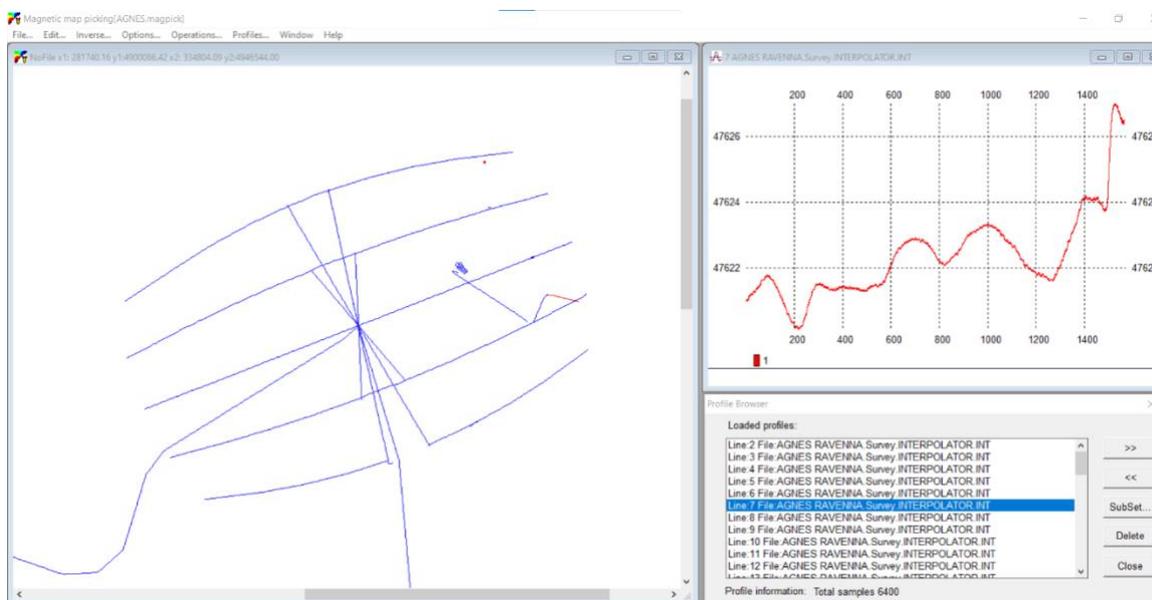


Figura 32– Interfaccia di elaborazioni dati magnetometrici con il software MagPick.

Dall'analisi delle risposte ricevute dal magnetometro è stato possibile individuare un totale di 12 target (Figura 34) le cui coordinate ed ampiezza del segnale rilevato sono riportate in tabella 3.

Tabella 4: Coordinate ed Amplitude (nT) dei segnali rilevati.

Id	Est	Nord	Amplitude (nT)
1	325498.22	4938416.5	3811.2
2	298424.91	4928457	385.7
3	294130.22	4929347.5	200.8
4	293401.09	4929151.5	46
5	296368.34	4929117.5	261.2
6	289044.38	4925532	53741
7	287774.66	4926949	1966.1



8	305884.38	4925928	6377.5
9	296876.16	4928614	1181.5
10	317731.43	4939173.20	25558
11	316615.00	4938830.77	14788
12	320940.04	4922158.38	4631.07

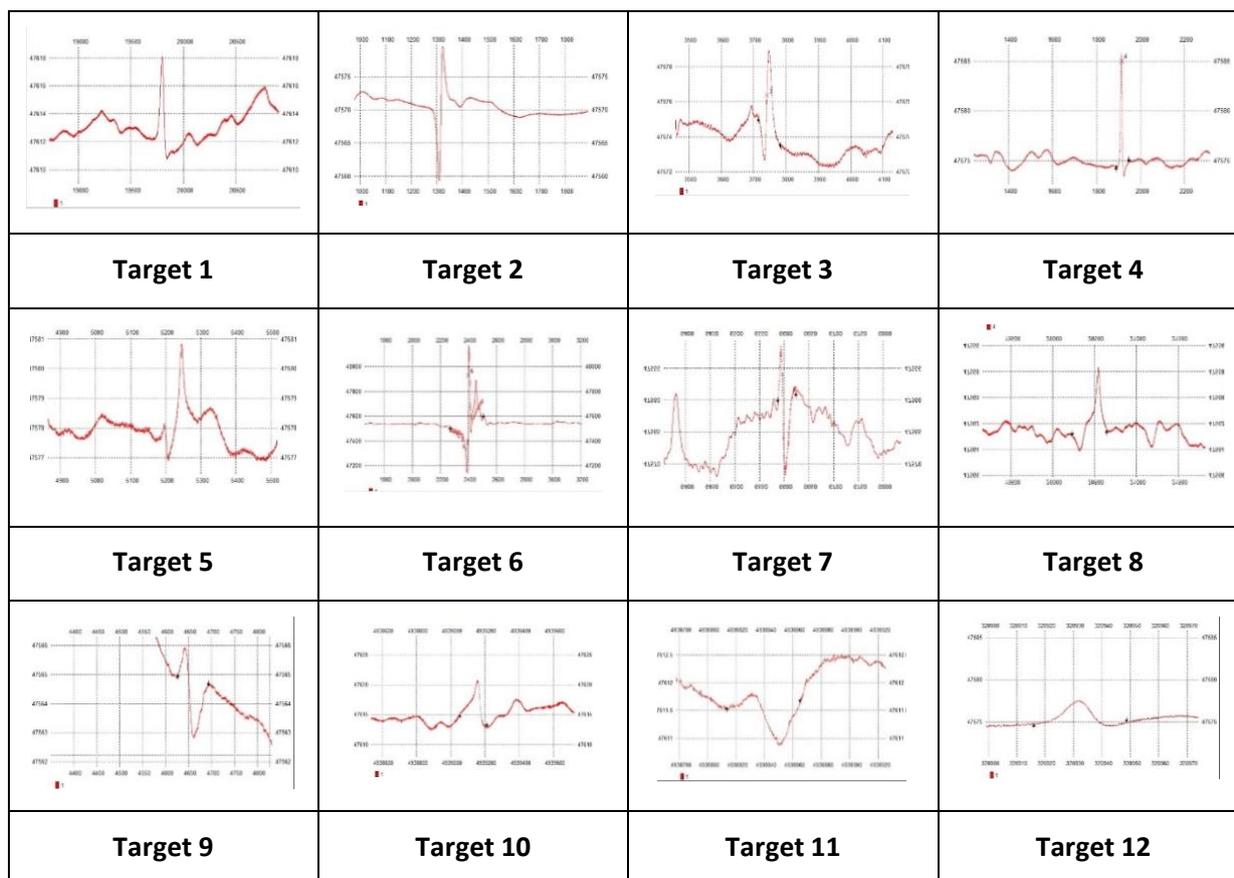


Figura 33: Segnali rilevati dallo strumento in corrispondenza dei 12 target individuati.

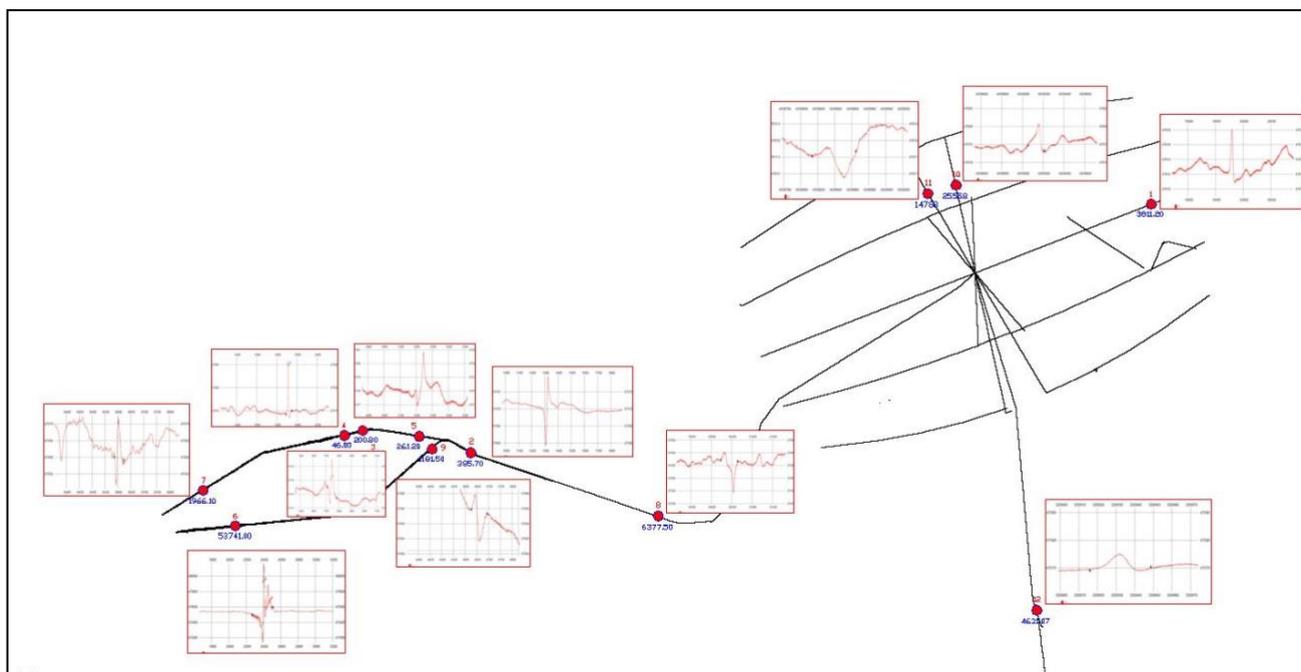


Figura 34: Localizzazione dei principali target individuati durante l'indagine magnetometrica.

Il rilievo magnetometrico sembra confermare la presenza delle tre condotte soffolte rilevate mediante SBP in corrispondenza dei target 10, 11 e 12 e di uno dei due relitti (target 1). Si rimanda all'elaborato AGNROM_EP-D_INQ-MAGN (Tavola delle anomalie magnetiche) per un maggior dettaglio.

4.1.7 Ispezioni ROV

Prendendo in considerazione il risultato preliminare dei rilievi geofisici, le ispezioni visive ROV sono state pianificate su otto target, le cui coordinate sono elencate in tabella 12. Le ispezioni ROV sono state effettuate durante due giornate di rilievo, rispettivamente il 30 e 31 agosto 2022.

Tabella 5: Target ispezionati mediante ROV (coordinate espresse in WGS84/UTM 33).

Target	Easting	Northing
R1	308592,91	4938673,56
R2	313289,16	4940097,94
R3	308322,08	4937669,27
R4	316620,31	4938839,27
R5	317713,72	4939192,56
R6	303347,70	4926594,67
REL1	322710,22	4937988,39
REL2	325474,20	4938417,03



In particolare, le attività hanno riguardato l'ispezione di due probabili relitti (REL1 e REL2), una condotta che attraversa il campo "Romagna 2" (R2) e diversi target ambientali (R1, R3, ed R6). È stata inoltre verificata la presenza di una condotta interrata (condotta internazionale che collega il cluster "Garibaldi" con il cluster "Ivana"), rilevata dalle carte nautiche ma non durante i rilievi geofisici, che potrebbe interferire con il tracciato degli elettrodotti AGNES (R4 ed R5). La posizione dei target individuati è rappresentata in Figura 35.

L'ispezione dei target ha confermato la presenza preponderante di substrati incoerenti prevalentemente siltosi con segni di bioturbazione. Le immagini video mostrano sempre condizioni di elevata torbidità e scarsissima visibilità.

È stata verificata la presenza dei due relitti individuati tramite i rilievi geomorfologici nel parco "Romagna 2", uno dei quali (REL2) è densamente colonizzato da diverse specie massive di Poriferi (Figura 36). Questo relitto giace in corrispondenza di uno dei tracciati degli elettrodotti di futura posa.

È stata inoltre verificata la presenza della condotta che attraversa il campo "Romagna 2" in corrispondenza del target R2. Tale condotta non interferisce con nessuna delle opere previste da progetto. In corrispondenza dei target R4 e R5, è stato infine verificato che la condotta internazionale che collega il cluster "Garibaldi" con il cluster "Ivana" sia realmente interrata così che si possano escludere interferenze con il tracciato degli elettrodotti AGNES che andranno a incrociarla.

Non è stata rilevata la presenza di affioramenti rocciosi.

Di seguito vengono riportati (da Figura 36 a Figura 39) alcuni fotogrammi estratti dalle riprese subacquee relativi ai diversi target.

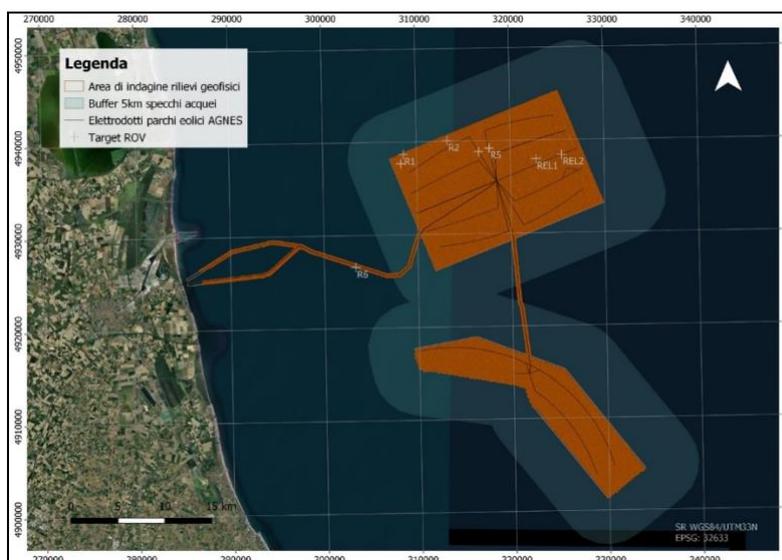


Figura 35: Mappa dell'area di progetto e dei target ispezionati mediante ROV.



Relazione geologica e sismica delle opere a mare
 AGNROM_EP-R_REL-GEOSISM-MARE



Figura 36: Snapshots da video ROV in corrispondenza del target REL2: le immagini in alto mostrano struttura del relitto e funi impigliate, le immagini in basso mostrano la ricca fauna sessile associata.



Figura 37: Snapshots da video ROV in corrispondenza del target REL1.



Figura 38: Snapshots da video ROV acquisito in corrispondenza della condotta sul target R2.



Figura 39: Fondali incoerenti di natura siltosa e segni di bioturbazione sui target ispezionati.



5. CARATTERIZZAZIONE GRANULOMETRICA DEL SUBSTRATO MARINO

Di seguito sono riportate un'indagine bibliografica ed un'analisi dei sedimenti marini nell'Area di Sito. L'analisi ha evidenziato che la componente di sedimento maggiormente rappresentata nell'area è il silt.

5.1 Metodologia

Le informazioni relative ai sedimenti marini sono state ottenute combinando dati secondari tratti dalla letteratura scientifica e grigia, con dati primari ottenuti nel corso di una campagna di indagine eseguita nel mese di luglio 2022. L'Area Vasta corrisponde all'Alto Adriatico occidentale, mentre l'Area di Sito coincide con l'impronta dei campi eolici e dell'elettrodotto marino ai quali è stato aggiunto un buffer di circa 200 metri. In questa sezione è trattata esclusivamente l'Area di Sito.

5.2 Inquadramento bibliografico

I sedimenti marini rappresentano un agglomerato di materiale organico e inorganico, vivente e non, con dimensione e composizione fisica, chimica e biologica variabile. I sedimenti sono costituiti principalmente da particelle di roccia e suolo, trasportate dalle aree terrestri al mare da venti, corsi d'acqua e ghiaccio.

I sedimenti rappresentano un comparto ambientale di importanza strategica, data la loro tendenza ad accumulare contaminanti di varia natura e la capacità di agire da serbatoio o da fonte di contaminazione.

L'Area di Sito ricade in una zona caratterizzata da sedimenti mobili, con una successione in senso terra-largo di sedimenti a granulometria mediamente decrescente: da sabbie, a sabbie pelitiche, a peliti molto sabbiose, a peliti sabbiose fino a peliti⁴. Queste ultime costituiscono la componente più rappresentata dell'Area di Sito

⁴ Silt (limo) ed argilla possono essere considerati assieme e definiti Pelite. La componente predominante esprime la tipologia sedimentaria (es. sabbia o pelite), quella secondaria è indicata con l'aggettivazione "sabbioso" o "pelitico". Solamente il sedimento misto con percentuali di sabbia e fango comprese tra il 30 e il 70% prende il nome di "Pelite molto sabbiosa". *Sabbia*: se sabbia > 95%; *Sabbia pelitica*: con percentuale di sabbia compresa tra 95 e 70 pelite compresa tra 30 e 5; *Pelite molto sabbiosa*: percentuale di sabbia compresa tra 70 e 30%; *Pelite sabbiosa*: percentuale di sabbia compresa tra 30 e 5% e pelite compresa tra 70 e 95% *Pelite*: >95%.

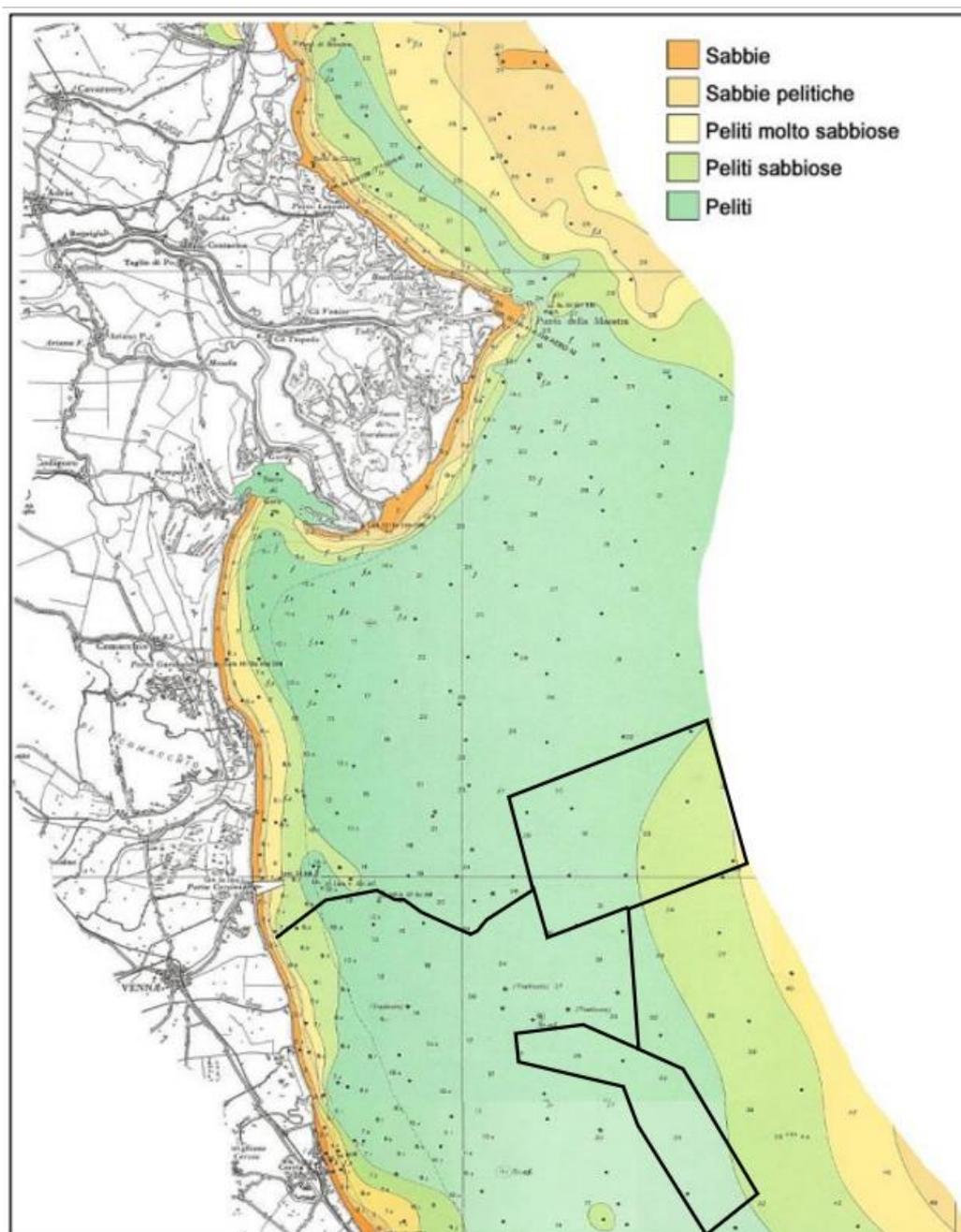


Figura 40: Stralcio della Carta sedimentologica dell'Alto Adriatico con indicazione schematica dell'Area di Sito (fonte: Brambati et al., 1988)

Al largo della costa Ravennate si trovano inoltre depositi di sabbie relitte, parzialmente attraversate dai campi eolici (Figura 41).



Figura 41: Ubicazione e spessori dei depositi di sabbie relitte offshore e indicazione delle componenti del Progetto.

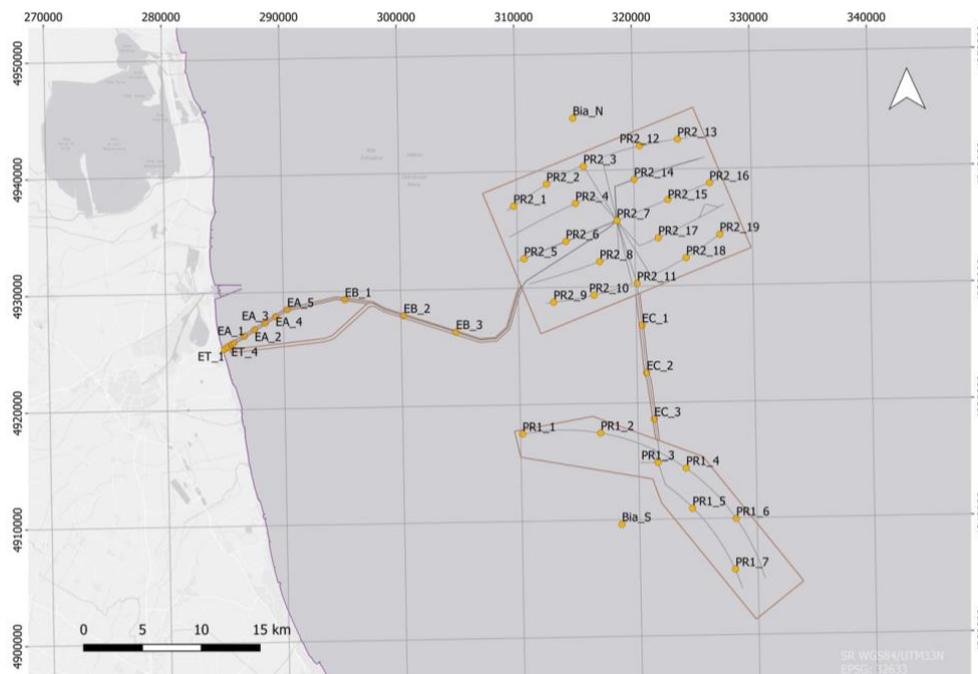
5.3 Dati primari

I dati relativi alla qualità dei sedimenti marini sono stati ottenuti attraverso una campagna di campionamento condotta a luglio 2022. La campagna ha previsto la raccolta di campioni di sedimento in 44 stazioni, di cui 42 distribuite tra l'area interessata dall'elettrodotto e dai campi eolici e 2 all'esterno dell'area dei parchi (Figura 42). In corrispondenza di ciascuna stazione sono state prelevate n.3 repliche di sedimento mediante benna Van-Veen da 18 L, che consente di campionare una superficie di 0,1 m². In seguito al recupero della benna si è proceduto alla misura dei parametri di campo (potenziale redox e pH), alla descrizione visiva dei campioni (raccolta documentazione fotografica e registrazione su apposita scheda di data di campionamento, profondità di prelievo, identificazione, caratteristiche fisiche, coordinate di campionamento, eventuali osservazioni su presenza di materiale organico, colore) e all'omogeneizzazione dei 3 diversi campioni prelevati



nel medesimo sito di campionamento per la formazione del campione composto (dal quale sono poi state estratte le aliquote richieste per le analisi di laboratorio, compresa la granulometria).

a)



b)

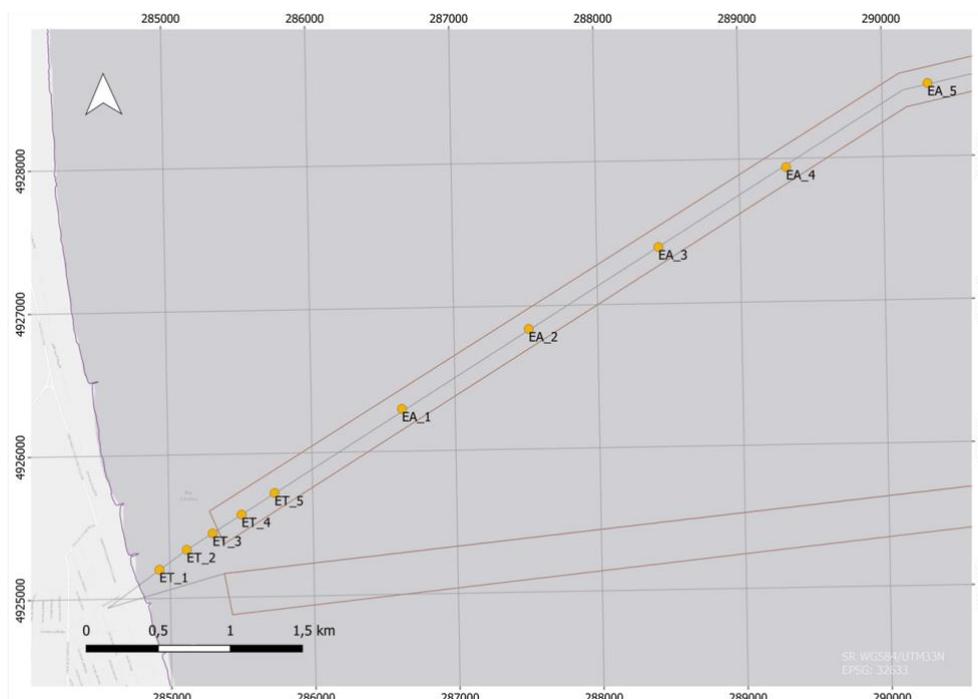


Figura 42: Stazioni di campionamento dei sedimenti marini e b) dettaglio delle stazioni costiere.



5.4 Risultati della caratterizzazione granulometrica

L'indagine granulometrica è stata eseguita seguendo la metodologia riportata da ISO13320:2009, ed ha previsto l'utilizzo di un granulometro laser (frazione fine) e di setacci (frazione grossolana).

I dati ottenuti sono stati elaborati ed integrati, ottenendo le abbondanze relative (%) di sabbia, limo ed argilla.

Sulla base dell'analisi granulometrica condotta sui campioni, la componente di sedimento maggiormente rappresentata entro l'Area di Sito è il silt (o limo, con granuli di dimensione comprese tra circa 5 e 50 μm), presente in elevate percentuali sia nell'area occupata dall'elettrodotto che in quella occupata dai campi eolici.

Nell'area più prossima al punto di approdo dell'elettrodotto, dalla linea di costa fino a una distanza di 5 km si osserva una successione di sabbia, sabbia siltosa, sabbia e silt e silt sabbioso (Figura 43). Quest'ultimo si ritrova anche nella porzione nord-occidentale del "Parco Romagna 2", in corrispondenza dei depositi di sabbie relitte indicati in Figura 41. Il silt risulta dominante nel resto dell'area interessata dal Progetto.

Questi dati sono coerenti con altri studi effettuati in Adriatico occidentale (Cattaneo *et al.*, 2007; Combi *et al.*, 2016b; Frignani *et al.*, 2005b; Tesi *et al.*, 2007), dove i sedimenti provenienti dal fiume Po ed altri corsi d'acqua appenninici consistono principalmente in limo e particelle argillose.

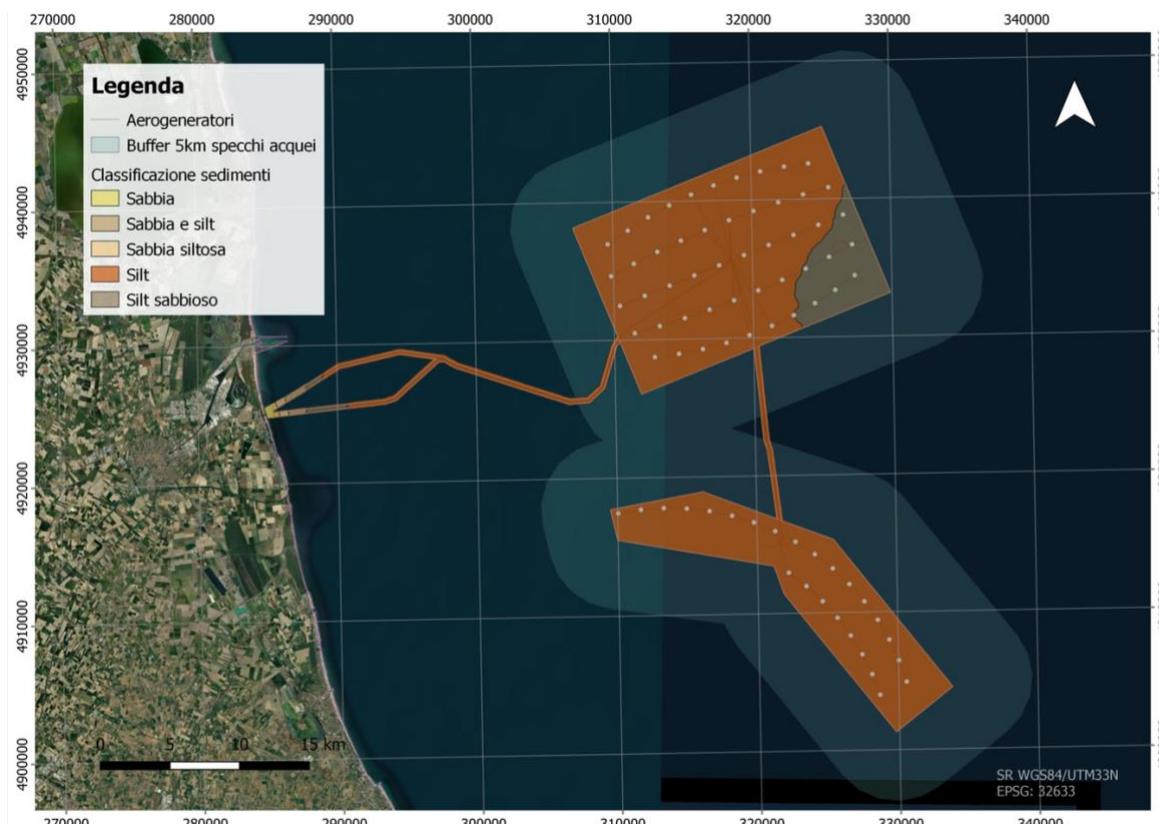


Figura 43: Mappa granulometrica dei sedimenti nell'area dell'impronta del Progetto.



6. PIANIFICAZIONE DELLO SPAZIO MARITTIMO E VINCOLI

Dall'analisi della Mappa delle Unità di Pianificazione (UP) del MSP del mare Adriatico (Figura 44) è possibile osservare che i parchi eolici **Romagna 1** e **Romagna 2** si trovano su aree individuate come P(sa) (in giallo in Figura 44), ossia aree con uso prioritario di Prelievo di sabbie relitte, e aree identificate dalla lettera G (in grigio in Figura 44) uso Generico in cui sono tendenzialmente consentiti tutti gli usi.

Il Cavidotto marino da 220 kV, lungo il suo percorso verso la costa, attraversa diverse UP di seguito elencate:

- P(e) – aree che identificano un uso prioritario o con priorità di sviluppo nel settore dell'energia (in rosso in Figura 44);
- P(a) - aree che identificano un uso prioritario o con priorità di sviluppo nel settore dell'acquacoltura (in viola in Figura 44);
- P(t) - aree che identificano un uso prioritario o con priorità di sviluppo nel settore del turismo costiero e marittimo (in arancione in Figura 44).

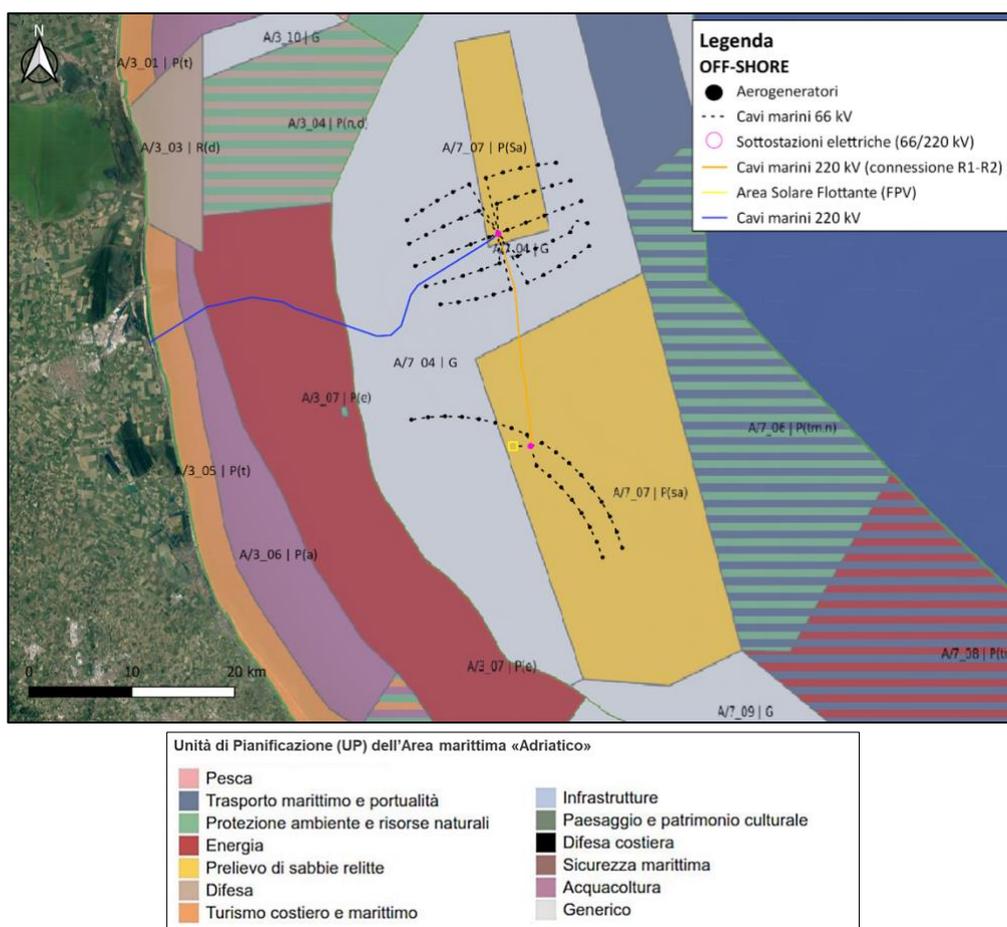


Figura 44: Estratto della mappa delle Unità di Pianificazione (UP) dell'Area marittima «Adriatico» con focus sull'area in esame (fonte: Elaborazione Qgis su dati cartografici del Piano di gestione dello spazio marittimo).



Si riscontra pertanto che il parco eolico Romagna 2 interessi in minima parte sia su un'area caratterizzata da un minuto giacimento sabbioso, impiegato per il ripascimento dei tratti erosi nel litorale, che un'area di immersione di materiali dragati dal porto di Ravenna.

Tuttavia, analizzando quanto riportato dal geodatabase *in Sand* della Regione Emilia-Romagna (Figura 45) il deposito di sabbie relitte interessato dal parco eolico Romagna 2, identificato con la sigla B0, risulta essere di dimensioni irrisorie rispetto agli altri giacimenti, aspetto poi confermato in sede di interlocuzioni con la Regione Emilia-Romagna, che ha rassicurato la proponente affermando che il deposito B0 non è di interesse per le operazioni di estrazione sabbie a causa della ridotta dimensione, e di una spessa copertura pelitica che lo sovrasta (Figura 46).

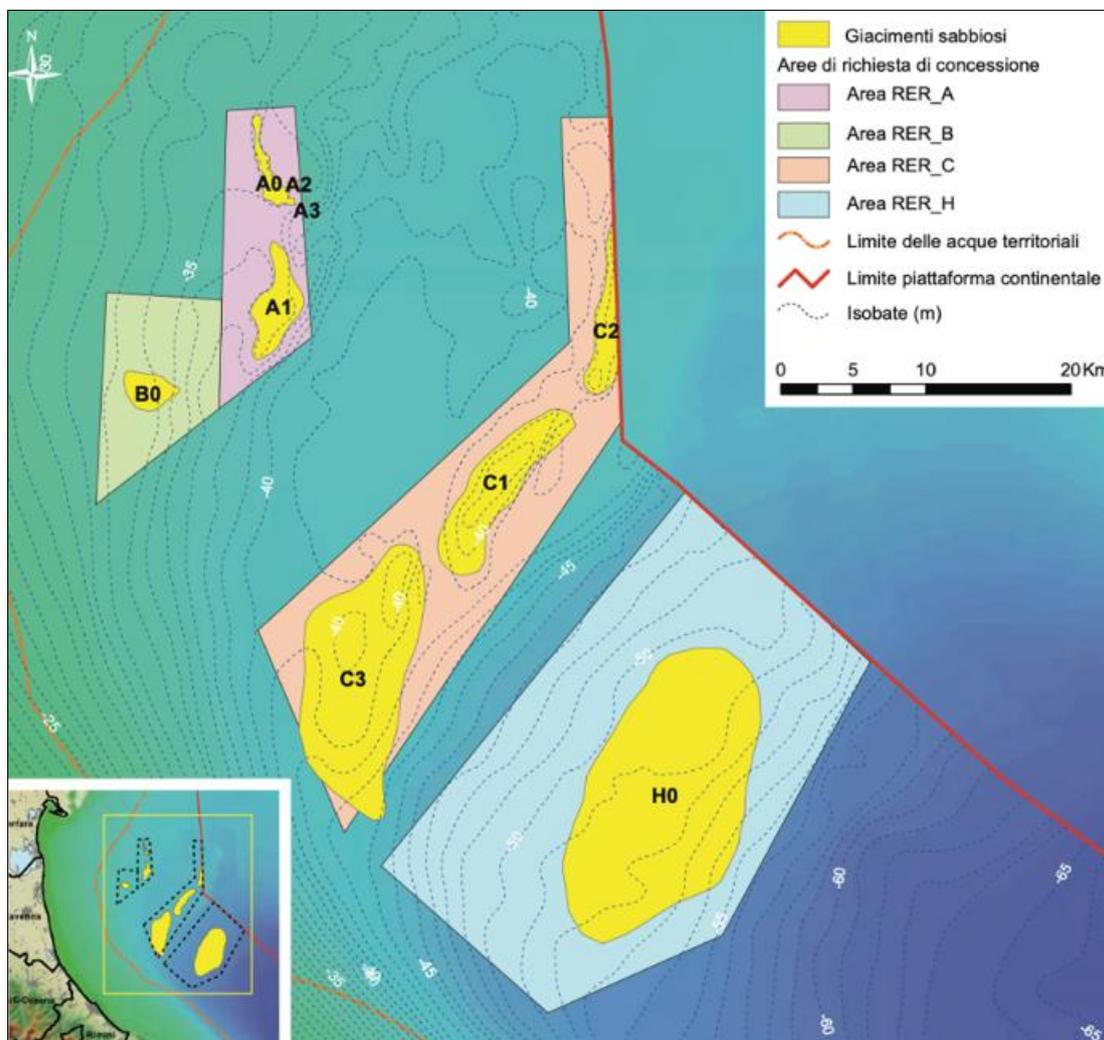


Figura 45: Ubicazione dei depositi sabbiosi sottomarini al largo della Regione Emilia-Romagna (fonte: sito web Emilia-Romagna, sezione Ambiente "in-Sand").

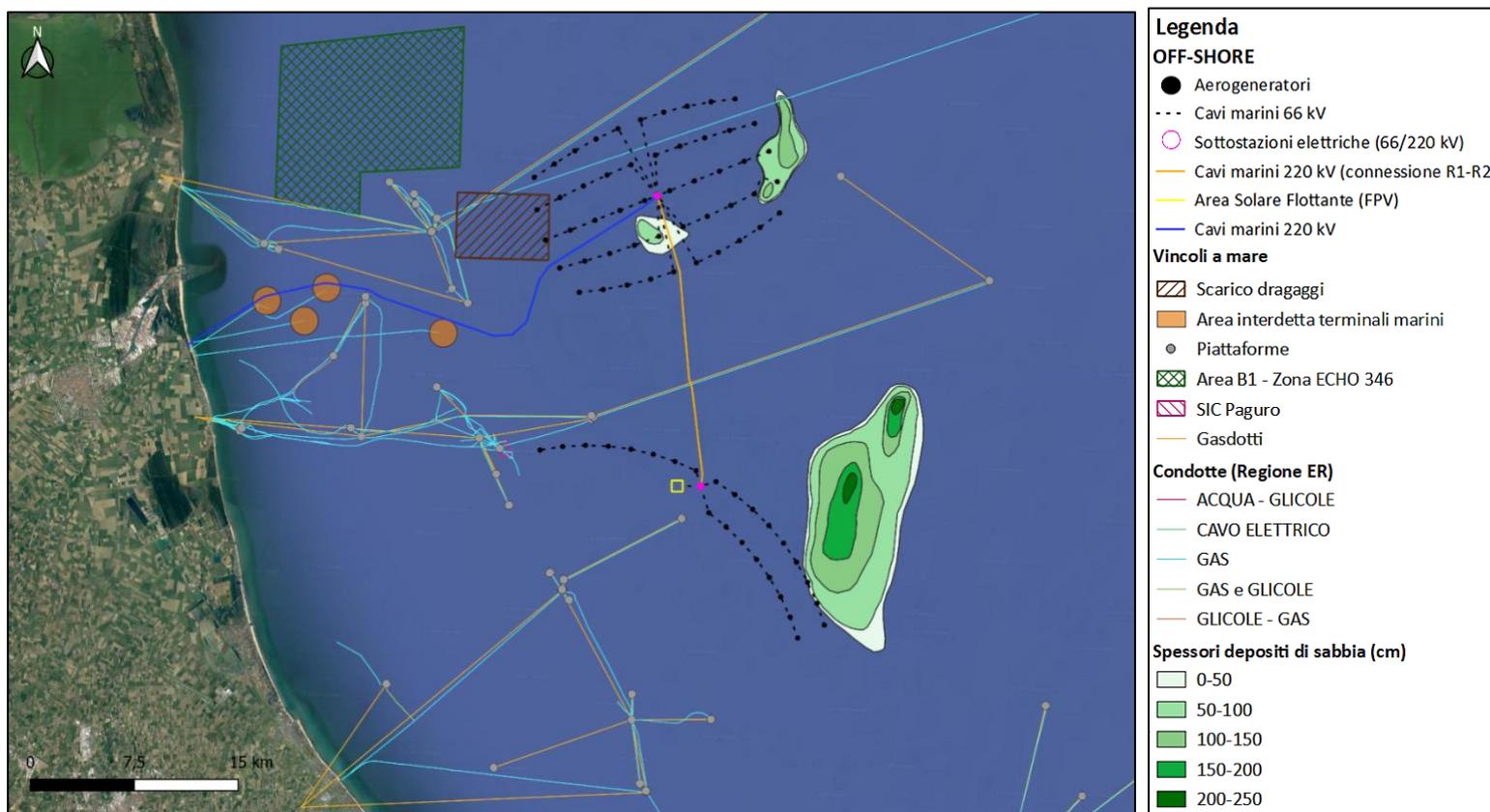


Figura 46: Mappa degli oggetti di rilievo presenti nell'area marittima di interesse per il Progetto con in evidenza in verde i depositi di sabbie relitte.



7. CONCLUSIONI

I rilievi geofisici sono stati eseguiti tra il maggio e il luglio 2022. Le ispezioni ROV sono state eseguite il 30 e 31 agosto 2022 a seguito dei risultati preliminari emersi dall'analisi dei rilievi geofisici.

I rilievi eseguiti in condizioni meteo ottimali, hanno consentito l'acquisizione di dati batimetrici di elevata qualità. Le operazioni in situ e le successive elaborazioni hanno consentito di definire la batimetria, la morfologia e la stratigrafia del fondale dell'area con elevato dettaglio, oltre che le eventuali anomalie magnetiche.

Dall'analisi dei dati SBES si evince come l'area sia caratterizzata da una morfologia piuttosto regolare tipica dei fondali del Nord-Adriatico. In linea generale, la batimetria aumenta regolarmente e con scarsa pendenza in direzione costa-largo, con una inclinazione media di $0,05^\circ$ (minima $0,01^\circ$, massima $2,29^\circ$). In corrispondenza del settore sud-est del campo Romagna 2 la batimetria tende ad aumentare, oltre che secondo il succitato andamento costa-largo, anche seguendo un andamento nord-sud. Non si osservano rotture di pendenza o strutture morfologiche che interrompano la monotonia dei fondali compresi all'interno dell'area di indagine.

L'interpretazione dei dati SSS mette in evidenza l'assenza di strutture morfologiche evidenti e/o meritevoli di particolare attenzione. In linea generale, l'area di interesse risulta caratterizzata da un "backscatter" acustico di fondo a bassa riflettività e tessitura fine ed omogenea riconducibile a un substrato incoerente a granulometria medio - fine. Alcune zone relativamente poco estese sembrano caratterizzate dalla presenza di sandwaves probabilmente costituite da sedimenti sabbiosi con granulometria più grossolana se paragonati alla maggior parte dei fondali circostanti. Oltre alla presenza di una condotta e di innumerevoli lineazioni connesse con la attività di pesca a strascico, sono stati individuati due principali target riconducibili a relitti di piccole dimensioni.

I rilievi MBES eseguiti lungo gli elettrodotti di futura installazione hanno confermato ulteriormente quando già osservato durante i rilievi SBES estesi all'area di indagine. Nessuna struttura morfologica di particolare interesse è stata rilevata. Le uniche forme di fondo visibili sono ascrivibili ad attività di pesca a strascico. Nel corso del rilievo MBES sono stati inoltre indagati in dettaglio due dei target segnalati durante il rilievo SSS in quanto identificabili come relitti, uno dei quali interferisce con uno dei tracciati degli elettrodotti di futura posa previsti dal progetto.

L'interpretazione del dato SBP mostra come la maggior parte dell'area rilevata è caratterizzata da una forte omogeneità dei materiali con un primo riflettore alla profondità variabile dai 2 ai 5 metri sotto il fondale. Trattasi di uno o due orizzonti a granulometria più grossolana sottostante uno strato più limoso superficiale. I dati sismici in molte aree sono degradati probabilmente per la presenza di risalite gassose. Tali risalite gassose sembrano estese lungo la maggior parte dei profili indagati. Inoltre, su alcune immagini sono state riscontrate delle figure ad iperbole che probabilmente identificano tubazioni soffolte. Questa ipotesi è stata verificata a seguito dello studio delle carte regionali che riportano la giacitura delle "sealines" sui fondali dell'area di interesse.



Dall'analisi delle risposte ricevute dal magnetometro è stato possibile individuare un totale di 12 target, tre dei quali sembrano riconducibili alle tubazioni soffolte individuate dal SBP.

L'ispezione visiva mediante ROV ha confermato la presenza preponderante di substrati incoerenti prevalentemente siltosi con segni di bioturbazione. Le immagini video mostrano sempre condizioni di elevata torbidità e scarsissima visibilità. Non è stata rilevata la presenza di affioramenti rocciosi. È stata verificata la presenza dei due relitti individuati tramite i rilievi geomorfologici nel parco "Romagna 2", uno dei quali è densamente colonizzato da diverse specie massive di Poriferi. È stata inoltre verificata la presenza della condotta che attraversa il campo "Romagna 2" senza però interferire con nessuna delle opere previste dal progetto. È stato infine verificato che la condotta internazionale che collega il cluster "Garibaldi" con il cluster "Ivana" sia realmente interrata così che si possano escludere interferenze con il tracciato degli elettrodotti AGNES che andranno a incrociarla.

In quanto all'analisi granulometrica, dalle analisi dei campioni è risultato che a parte un limitato settore più costiero dove si riscontra la presenza di sabbia seguita verso il largo da sabbia siltosa, sabbia e silt e silt sabbioso, tutto il resto dell'area è dominato dal silt, con l'eccezione di una limitata porzione nord-occidentale del "Parco Romagna 2", in corrispondenza dei depositi di sabbie relitte, dove è ancora presente silt sabbioso.



BIBLIOGRAFIA

- AMOROSI A., SEVERI P., ROVERI M., CORREGGIARI A., PRETI M., TOMASSETTI C., TAROCCO P., COLALONGO M.L., PASINI G., VAIANI S.C., FUSCO F., MARCHESINI L., SPADAFORA E., CIBIN U., ZUFFA G.G., DINELLI E. (1999) - Note illustrative della Carta Geologica D'Italia alla scala 1:50.000: Foglio 223 Ravenna, pp. 144;
- AMOROSI A., CENTINEO M.C., COLALONGO M.L., PASINI G., SARTI G., VAIANI S.C. (2003) - Facies architecture and latest Pleistocene-Holocene Depositional History of the Po Delta (Comacchio Area), Italy. *The Journal of Geology*, 111: 39-56
- AMOROSI A., CENTINEO M.C., COLALONGO M.L., FIORINI F. (2005) - Millennial-scale depositional cycles from Holocene of the Po plain, Italy. *Marine Geology*, 222-223: 7-18
- ARGNANI A. & RICCI LUCCHI F. (2001) – Tertiary Siliciclastic Turbidite Systems. In: G.B. VAI & I.P. MARTINI (Eds.): “Anatomy of an Orogen: the Apennines and adjacent Mediterranean basins”. Kluwer Academic Pub., 327-350, Dordrecht
- BONDESAN M., FAVERO V. & VINALS M.J. (1995) - New evidence on the evolution of the Po-delta coastal plain during the Holocene. *Quatern. Int.*, 29/30: 105-110
- CASSINIS R., SCARASCIA S. & LOZEI A. (2003) – The deep crustal structure of Italy and surrounding areas from seismic refraction data. A new synthesis. *B. Soc. Geol. It.*, 122: 365-376;
- CASTELLARIN A. & VAI G.B. (1986) – Southalpine versus Po Plain Apenninic arcs. In: F.C. WEZEL (Ed.). “Origin of arcs”. *Development in Geotectonics*, 21: 253-280, Amsterdam;
- CATTANEO A. & STEEL R. J. (2003) - Transgressive deposits: a review of their variability. *Earth-Sci. Rev.*, 62: 187-228.
- CATTANEO A., CORREGGIARI A., MARSSET T., THOMAS Y. & TRINCARDI F. (2004a) - Morphobathymetric analysis of seafloor undulations on the Adriatic shelf and comparison to known examples of deepwater sediment waves. *Mar. Geol.*, 213: 121-148
- CATTANEO A., TRINCARDI F., ASIOLI A. & CORREGGIARI A. (2007) - Cliniform formation in the Adriatic Sea: Energy-limited bottomset. *Cont. Shelf Res*, 27: 506-525
- CAZZINI F., DAL ZOTTO O., FANTONI R., GHIELMI M., RONCHI P. AND SCOTTI P. (2015) - oil and gas in the adriatic foreland, Italy. *Journal of Petroleum Geology*, Vol. 38(3), July 2015, pp 255-279
- CORREGGIARI A., TRINCARDI F., LANGONE L. & ROVERI M. (2001) - Styles of failure in heavily sedimented highstand prodelta wedges on the Adriatic shelf. *Journal of Sedimentary Research*, 71/2: 218-236.
- CORREGGIARI A. & REMIA A. (2005) – Ricerca ed individuazione di depositi sabbiosi in Adriatico Centrale. Rapporto tecnico ISMAR- CNR, 26 pp.
- CORREGGIARI, A., CATTANEO, A. & TRINCARDI, F. (2005) - Depositional patterns in the LateHolocene Po delta system. In: Bhattacharya, J.P., Giosan, L. (Eds.), *River Deltas: Concepts Models and Examples*, SEPM Special Publication, 83: 365–392



- DEZES P. & ZIEGLER P.A. (2008) – Map of the European Moho, version 1.3. <http://comp1.geol.unibas.ch>
- FAIRBANKS R.G. (1989) - A 17,000-year glacio-eustatic sea level record—influence of glacial melting rates on the Younger Dryas event and deep-sea circulation. *Nature*, 342: 637–642
- FANTONI R. & FRANCIOSI R. (2010) - Tectono-sedimentary setting of the Po Plain and Adriatic foreland. *Rend. Fis. Acc. Lincei* (2010) 21 (Suppl 1): S197–S209
- GEISS E. (1987) – A new compilation of crustal thickness data for the Mediterranean area. *Annales Geophysicae*, 5B: 623-630
- NICOLICH R. & DAL PIAZ G.V. (1991) - Isobate della Moho in Italia. In: *Structural Model of Italy*, 1 : 500.000, Progetto finalizzato Geodinamica, CNR, Roma
- PIERI M. & GROPPI G. (1981) – Subsurface geological structure of the Po Plain, Italy. Progetto finalizzato Geodinamica, C.N.R., pubbl. 414: 23 pp, Roma;
- PRETI M. (1999) – The Holocene transgression and the land-sea interaction south of the Po delta. *Giorn. Geol.*, 61;
- RICCI LUCCHI F. (1986) – The Oligocene to recent foreland basins of the Northern Apennines. In: P.A. ALLEN & P. HOMEWOOD (Eds.): “Foreland Basins”. *Int. Ass. Sediment, spec. publ.*, 8: 105-139;
- RIDENTE D. & TRINCARDI F. (2002) - Eustatic and tectonic control on deposition and lateral variability of Quaternary regressive sequences in the Adriatic basin (Italy). *Mar. Geol.*, 184: 273- 293
- RIZZINI A. (1974) - Holocene sedimentary cycle and heavy mineral distribution, Romagna-Marche coastal plain, Italy. *Sedimentary Geology*, 11: 17-37 4
- STEFANI M. E VINCENZI S. (2005) – The interplay of eustasy, climate and human activity in the late Quaternary depositional evolution and sedimentary architecture of the Po Delta system. *Marine Geology*, 222-223: 19-48;
- TRINCARDI F. & ARGNANI A. (a cura di) (2001) - Note illustrative della Carta Geologica d’Italia alla scala 1:250000 – Foglio NL33-10 “Ravenna”. ISPRA - Servizio Geologico d’Italia
- TRINCARDI F., CORREGGIARI A. & ROVERI M. (1994) - Late Quaternary transgressive erosion and deposition in a modern epicontinental shelf: the Adriatic Semienclosed Basin. *Geo-Mar. Lett.*, 14: 41-51
- TRINCARDI F., CATTANEO A., ASIOLI A., CORREGGIARI A. & LANGONE L. (1996) - Stratigraphy of the late-Quaternary deposits in the central Adriatic basin and the record of short-term climatic events. In: Guilizzoni, P., Oldfield, F. (Eds.), *Palaeoenvironmental Analysis of Italian Crater Lake and Adriatic Sediments (PALICLAS)*. *Memorie dell’Istituto Italiano di Idrobiologia* 55: 39-70
- VAI G.B. (2001) - Basement and early (pre-Alpine) history. In: G.B. VAI & I.P. MARTINI (Eds.). “Anatomy of an Orogen: the Apennines and adjacent Mediterranean basins”. *Kluwer Academic Pub.*, 327-350
- VEZZANI, L., FESTA, A., AND GHISSETTI, F.C., 2010, *Geology and Tectonic Evolution of the Central-Southern Apennines, Italy: Geological Society of America Special Paper 469*, 58 p., doi: 10.1130/2010.2