



## CENTRALE EOLICA OFFSHORE "RIMINI" (330 MW) ANTISTANTE LA COSTA TRA RIMINI E CATTOLICA

proponente:

**EnergiaWind 2020 srl** \_ Riccardo Ducoli amministratore unico



### RELAZIONE SPECIALISTICA DEL PROGETTO DEFINITIVO

## RELAZIONE GEOLOGICA



Coordinamento:

**Tecnoconsult Engineering Construction srl**

**Ing. Paolo Pierangeli**

Albo Ingegneri di Pesaro e Urbino A2162

Autore:

**Studio Geologi Associati Rondoni & Darderi**

**Geologo Matteo Darderi** Albo Geologi Regione Marche 489

**Geologa Patrizia Rondoni** Albo Geologi Regione Marche 123



Febbraio 2022

## INDICE DELLA RELAZIONE

<b>1</b>	<b>INTRODUZIONE</b>	<b>5</b>
1.1	RIFERIMENTI NORMATIVI E METODOLOGICI PER L'ELABORAZIONE DELLO STUDIO	5
1.2	UBICAZIONE DELL'IMPIANTO	6
1.3	OPERE PRINCIPALI	8
<b>2</b>	<b>INQUADRAMENTO GEOLOGICO DELLE AREE A TERRA</b>	<b>10</b>
2.1	GEOLOGIA E TETTONICA	10
2.2	GEOMORFOLOGIA	12
2.3	IDROGEOLOGIA E IDROGRAFIA	15
2.4	RAPPORTI DI QUANTO PROGETTATO CON I CONTENUTI DEL PIANO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO	20
2.5	VARIAZIONI DELLA LINEA DI COSTA	23
<b>3</b>	<b>INQUADRAMENTO GEOLOGICO DELLE AREE A MARE</b>	<b>24</b>
<b>4</b>	<b>INQUADRAMENTO BATIMETRICO</b>	<b>29</b>
<b>5</b>	<b>INQUADRAMENTO SISMICO</b>	<b>30</b>
<b>6</b>	<b>INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOFISICHE</b>	<b>35</b>
6.1	PREMESSA	35
6.2	INDAGINI GEOGNOSTICHE ZONA A TERRA	35
6.3	INDAGINI GEOGNOSTICHE ZONA MARE	37
<b>7</b>	<b>DESCRIZIONE GEOLOGICA, MORFOLOGICA E STRATIGRAFICA DI DETTAGLIO</b>	<b>39</b>
7.1	PREMESSA	39
7.2	ZONA IN PROSSIMITÀ DELLA STAZIONE DI TRANSIZIONE CAVO-AEREO	39
7.3	ZONA COMPRESA TRA LA STAZIONE A TERRA E VIA SANTA AQUILINA	40
7.4	ZONA DI VIA SANT'AQUILINA FINO AL PUNTO DI REALIZZAZIONE DELLA T.O.C. SOTTO L'ALVEO DELL'AUSA	43
7.5	ZONA DI ATTRAVERSAMENTO DEL TORRENTE AUSA MEDIANTE LA REALIZZAZIONE DI UNA T.O.C.	45
7.6	ZONA PERCORSO TRA VIA MACERI E VIA MONTESCUDO	46
7.7	ZONA PERCORSO VIA CÀ DEL DRAGO – VIA CÀ SABBIONI – VIA MONTE L'ABBATE	47
7.8	ZONA PERCORSO VIA MONTE L'ABBATE – VIA MELLUCCI	50
7.9	ZONA COSTIERA (ATTRAVERSAMENTO T.O.C.)	52
7.10	ZONA A MARE	55
<b>8</b>	<b>CONCLUSIONI</b>	<b>58</b>
<b>9</b>	<b>ALLEGATO A: REPORT INDAGINI GEOGNOSTICHE DI INTERESSE COMPRESSE NEL DATABASE DELLA REGIONE EMILIA-ROMAGNA</b>	<b>59</b>

## INDICE DELLE FIGURE

Figura 1.1 – Ubicazione della Centrale eolica offshore "Rimini" e zone di interdizione (in grigio chiaro).....	6
Figura 1.2 – Area in cui ricadono le alternative (in bianco) con LAYOUT A (in nero) e B, e opere di connessione .....	7
Figura 1.3 – Opere terrestri di connessione alla RTN; in evidenza, l'approdo del cavo marino con HDD (ellisse grigia) .....	7
Figura 2.1 – Sezione geologica profonda n. 59 (o Sezione Costiera) ricostruita dal Servizio Geologico della regione Emilia Romagna nell'ambito del progetto CARG .....	10
Figura 2.2 – Schema tettonico dell'area, estratto dalla Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000, foglio 256 Rimini (APAT, 2005). .....	11
Figura 2.3 – Fenomeni franosi censiti nel Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia (I.F.F.I.). La linea in tratteggio rosso indica i percorsi dei cavidotti e dei manufatti previsti nei diversi layout. ....	14
Figura 2.4 – Aree di rischio per fenomeni gravitativi indicate nel Piano di Assetto Idrogeologico (P.A.I.). La linea in tratteggio rosso indica i percorsi dei cavidotti e dei manufatti previsti nei diversi layout.....	15
Figura 2.5 – Reticolo idrografico della zona di interesse. La linea in tratteggio rosso indica i percorsi dei cavidotti e dei manufatti previsti nei diversi layout. ....	16
Figura 2.6 – Ripresa fotografica di alcuni corsi d'acqua della zona di intervento.....	17
Figura 2.7 – Aree di rischio per fenomeni di esondazione con tempo di ritorno di 200 anni indicate nel Piano di Assetto Idrogeologico (P.A.I.). La linea in tratteggio rosso indica i manufatti previsti e la posizione dei cavidotti nei diversi tragitti.....	18
Figura 2.8 – "Carta idrogeologica e isofreatiche aprile 2009" del PSC di Rimini. La linea in tratteggio rosso indica i percorsi dei cavidotti e dei manufatti previsti nei diversi layout.....	19
Figura 2.9 – Stralcio del log stratigrafico del sondaggio presente nell'archivio delle indagini geognostiche della Regione Emilia Romagna (codice indagine 256160P440) in cui è riportata la profondità della falda. ...	20
Figura 2.10 – Planimetria (zona occidentale) con indicazioni contenute nel Piano di Assetto Idrogeologico.....	21
Figura 2.11 – Planimetria (zona orientale) con indicazioni contenute nel Piano di Assetto Idrogeologico.....	22
Figura 3.1 – Sezione schematica del sottosuolo adriatico (Roveri, 1998).....	25
Figura 3.2 – Inquadramento geologico regionale. Carta Geologica dei Mari d'Italia.....	28
Figura 4.1 – Andamento batimetrico desunto dal D.T.M. (digital terrain model) del progetto EMODnet bathymetry. ....	29
Figura 5.1 – Quadro delle sorgenti sismogenetiche che caratterizzano , a grande scala, l'area in esame (DISS_Vers.3.2.1).....	30
Figura 5.2 – Grafico intensità macrosismica/tempo relativo alla storia sismica del comune di Rimini, ricavato dal DBMI15. ....	31
Figura 5.3 – Posizioni delle faglie capaci (Progetto Ithaca- ISPRA) rispetto all'area di progetto. ....	32

Figura 5.4 – Età della ultima attività registrata per le faglie capaci (Progetto Ithaca- ISPRA) rispetto all’area di progetto. ....	33
Figura 5.5 – Stralcio della mappa di classificazione sismica nazionale.....	34
Figura 7.1 – Ripresa fotografica della zona dove è prevista la realizzazione della stazione a terra. ....	39
Figura 7.2 – Carta di sintesi della zona dove è prevista la realizzazione della stazione a terra. ....	40
Figura 7.3 – Carta di sintesi della zona di posa del cavidotto tra la stazione a terra e via Sant’Aquilina. ....	41
Figura 7.4 – Ripresa fotografica di un attraversamento sotto via San Martino in Venti di uno dei corsi d’acqua presenti. ....	42
Figura 7.5 – Ripresa fotografica con evidenziata, a valle della strada, la zona interessata dai fenomeni di creep. ....	42
Figura 7.6 – Carta di sintesi della zona di posa del cavidotto lungo via Sant’Aquilina.....	43
Figura 7.7 – Diagramma penetrometrico prova n° 256150D171 .....	44
Figura 7.8 – Carta di sintesi della zona di posa nei pressi del Torrente Ausa.....	45
Figura 7.9 – Diagramma penetrometrico prova n° 256150C044. ....	46
Figura 7.10 – Foto dell’alveo del fosso, affluente in Dx del T.Ausa, e sottopasso sotto la sede stradale di Via Maceri. ....	46
Figura 7.11 – Carta di sintesi della zona tra Via Maceri e via Montescudo.....	47
Figura 7.12 – Carta di sintesi della zona tra Via Cà del Drago e Via Monte l’Abbate. ....	48
Figura 7.13 – Diagramma penetrometrico prova n° 256150C170 .....	49
Figura 7.14 – Log stratigrafico sondaggio n°256150P424 .....	49
Figura 7.15 – Carta di sintesi della zona tra Via Monte l’Abbate e Via Mellucci.....	50
Figura 7.16 – Diagramma penetrometrico n°256160C009 .....	51
Figura 7.17 – Andamento della velocità delle onde S con la profondità – da report di prova di microtremore n°256160R030.....	51
Figura 7.18 – Carta di sintesi della zona costiera. ....	52
Figura 7.19 – Report sondaggio n°256160P440 . ....	53
Figura 7.20 – Valutazioni litologiche contenute nel report della prova n. 256160C167 .....	54
Figura 7.21 – Posizione delle trivellazioni petrolifere eseguite in passato nella zona di installazione degli aerogeneratori.....	55
Figura 7.22 – Sezione B-B’ indicante la successione sedimentologica dei depositi di superficie nella zona del fondo marino antistante Rimini (da Foglio NL 33-10 “Ravenna” della carta Geologica dei Mari Italiani alla scala 1:250.000). ....	57
Figura 9.1 – Prova Penetrometrica CPT4- 256150-C176 .....	59
Figura 9.2 – Prova Penetrometrica CPT6 - 256150-C178 .....	60

Figura 9.3 – Prova penetrometrica dinamica 256150-D171 .....	61
Figura 9.4 – Prova penetrometrica dinamica 256150-D173 .....	62
Figura 9.5 – Prova penetrometrica N.148 – C043 .....	63
Figura 9.6 – Prova penetrometrica N.119 – C044 .....	63
Figura 9.7 – Prova penetrometrica N.120 – C045 .....	64
Figura 9.8 – Prova penetrometrica N.44 – D040 .....	65
Figura 9.9 – Sondaggio S25 – P425 .....	66
Figura 9.10 – Sondaggio S21 – P424 .....	67
Figura 9.11 – Prova Penetrometrica S25 – C168 .....	68
Figura 9.12 – Prova Penetrometrica N.3 – C043 .....	69
Figura 9.13 – Prova Penetrometrica N.105 – C009 .....	69
Figura 9.14 – Prova Penetrometrica N.108 – C010 .....	70
Figura 9.15 – Prova Penetrometrica N.3 – C078 .....	70
Figura 9.16 – Prova Penetrometrica N.2 - 20 T .....	71
Figura 9.17 – Prova Penetrometrica N. 107 - 256160 – C162 .....	72
Figura 9.18 – Prova Penetrometrica N. 23 - 256160 – C167 .....	73
Figura 9.19 – Prova Penetrometrica N. 20 - 256160 – P440 .....	74

## INDICE DELLE TABELLE

Tabella 6.1 –. Caratteristiche principali delle indagini presenti .....	37
Tabella 6.2 –. Elenco Perforazioni. ....	38
Tabella 7.1 —Informazioni disponibili sulle perforazioni.....	56

## 1 INTRODUZIONE

Oggetto dello Studio è la valutazione degli aspetti geologici in relazione alla Centrale eolica offshore "Rimini" ubicata nel mare antistante la costa tra Rimini e Cattolica, composta da 51 aerogeneratori della potenza di 6,45 MW (per 330 MW complessivi) e opere di collegamento alla RTN (Rete di Trasmissione Nazionale), con punto di connessione alla Stazione TERNA "San Martino in Venti" ubicata in comune di Rimini.

Il soggetto proponente è Energia Wind 2020 srl, con sede legale in via Aldo Moro 28 - 25043 Breno (BS) C.F. P. IVA e Iscrizione al Registro delle Imprese di Brescia n. 03466270984.

Il progetto della Centrale Eolica "Rimini" è stato presentato a livello di Preliminare il 30 marzo 2020, allegato all'istanza di Autorizzazione Unica ai sensi dell'art. 12 del D.lgs 387/2003 (secondo quanto stabilito dalla Circolare n. 40 del 05/01/2012 del Ministero delle Infrastrutture e della Mobilità Sostenibili, che stabilisce l'articolazione del procedimento in 3 fasi) e **ha superato la prima fase del procedimento**, coordinato dalla Capitaneria di Porto di Rimini e relativo all'istruttoria tecnico amministrativa finalizzata al rilascio della Concessione Demaniale.

L'approfondimento tematico di cui al presente studio costituisce parte integrante del Progetto (approfondito a livello di Definitivo) e della documentazione allegata allo Studio di Impatto Ambientale, documenti redatti in conformità delle norme vigenti e richiesti dal D.lgs 152/2006 e ss.mm.ii. e dalla Circolare 40/2012 relativamente alla fase di Valutazione di Impatto Ambientale e alla fase di Autorizzazione Unica.

### 1.1 Riferimenti normativi e metodologici per l'elaborazione dello Studio

In riferimento agli aspetti più prettamente geologici nel seguito si riporta l'elenco delle normative di riferimento:

- Decreto Ministeriale del 17 gennaio 2018: "Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni", G.U. n.42 del 20.2.2018.
- Circolare n.7 del 21 gennaio 2019: Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018.
- Decreto Ministeriale del 14 gennaio 2008: "Approvazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni", G.U. n.29 del 04.2.2008, Supplemento Ordinario n. 30.
- Circolare 02.02.2009, n. 617 - Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14.01.2008.
- D.M. 11.03.1988 "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione", G.U. 01.06.1988, n. 127. S.O.
- Circolare 09.01.1996 n. 218/24/3 del Ministero dei lavori pubblici "L. 02.02.1974, n. 64. Decreto del Ministro dei lavori pubblici 11.03.1988. Istruzioni applicative per la redazione della relazione geologica e della relazione geotecnica", G.U. 29.02.1996, n. 50.

Ai fini della presente relazione è considerata come area vasta la zona compresa tra i rilievi collinari dell'Appennino romagnolo, costituiti prevalentemente da sedimenti marini plio-pleistocenici, la pianura di origine alluvionale e, verso valle, la pianura costiera e la piattaforma continentale. L'area di sito è la fascia di qualche decina di metri dal percorso dell'elettrodotto, qualche centinaio di metri dalla posizione degli aerogeneratori e limitata alle zone di sedime della stazione di transizione cavo-aereo e del versante a monte della stessa.

Si riportano di seguito alcune informazioni utili per l'inquadramento del progetto.

## 1.2 Ubicazione dell'impianto

Su larga scala l'area di progetto si inserisce nel bacino del mare Adriatico Settentrionale e per ubicazione geografica la centrale eolica offshore impegna il braccio di mare antistante la costa compresa tra Rimini e Cattolica e parte del litorale marchigiano che dal confine della Regione Emilia Romagna prosegue sino a Gabicce e al Colle San Bartolo.

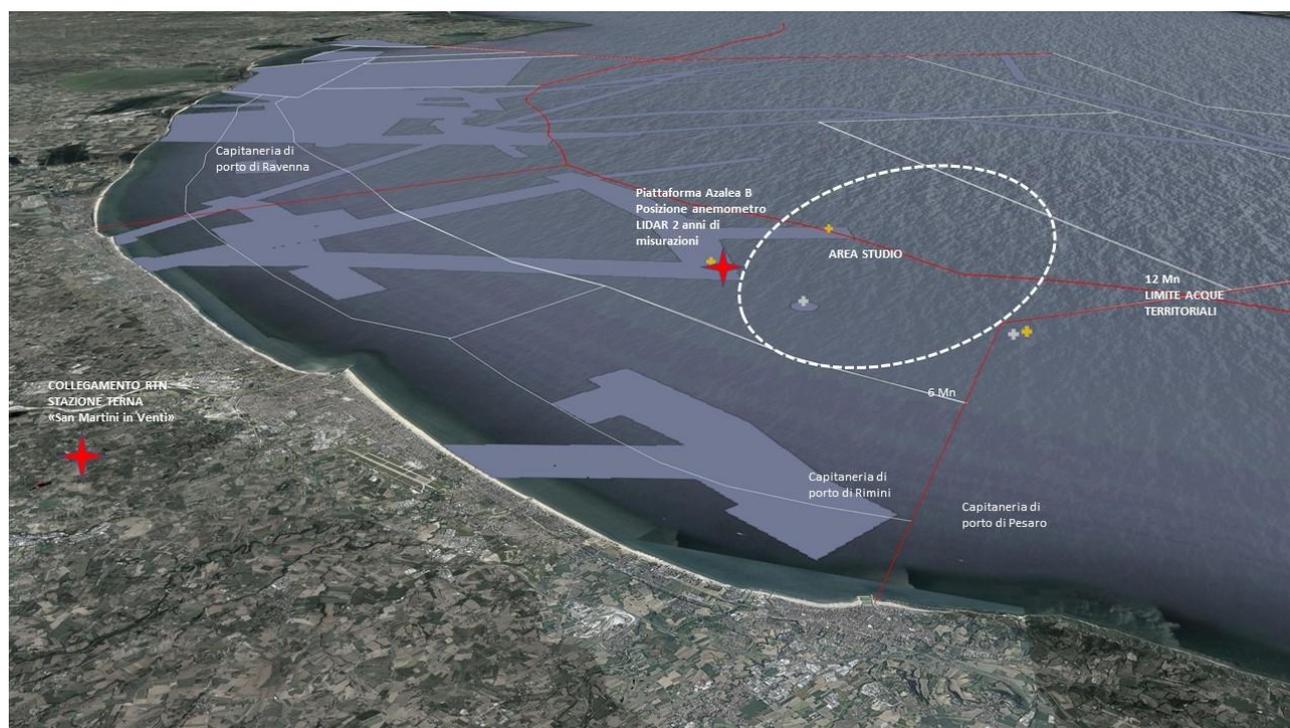


Figura 1.1 – Ubicazione della Centrale eolica offshore "Rimini" e zone di interdizione (in grigio chiaro).

Nello specifico, lo specchio d'acqua complessivo in cui ricadono gli aerogeneratori nelle diverse alternative di configurazione e localizzazione proposte, è compreso nei seguenti limiti:

- a nord ovest da aree concesse a ENI e occupate dalle piattaforme metanifere del gruppo Azalea e da attraversamenti di condotte;
- a nord est dal limite delle acque territoriali (12 MN) per il Layout "A", già oggetto di valutazione nella prima fase istruttoria, e dal limite delle 18 MN per le configurazioni di layout alternative proposte;
- a sud est dalle piattaforme del gruppo "Regina" e dal limite delle competenze amministrative delle Capitanerie di Porto di Rimini e Pesaro;

- a sud ovest da una linea teorica parallela alla costa e coincidente con il limite delle 6 MN per il layout "A" e con il limite delle 9 MN per i layout alternativi, entrambe identificate sia per attenuare la visibilità degli aerogeneratori dalla terra ferma e sia per rispettare le limitazioni relative agli ostacoli e ai pericoli per la navigazione aerea stabilite per l'aeroporto internazionale di Rimini \_ San Marino; in tutti i layout proposti gli aerogeneratori mantengono una distanza minima dal ARP (Airport Reference Point) maggiore di 15 km e risultano esterni alla OHS (Other Horizontal Surface).



Figura 1.2 – Area in cui ricadono le alternative (in bianco) con LAYOUT A (in nero) e B, e opere di connessione

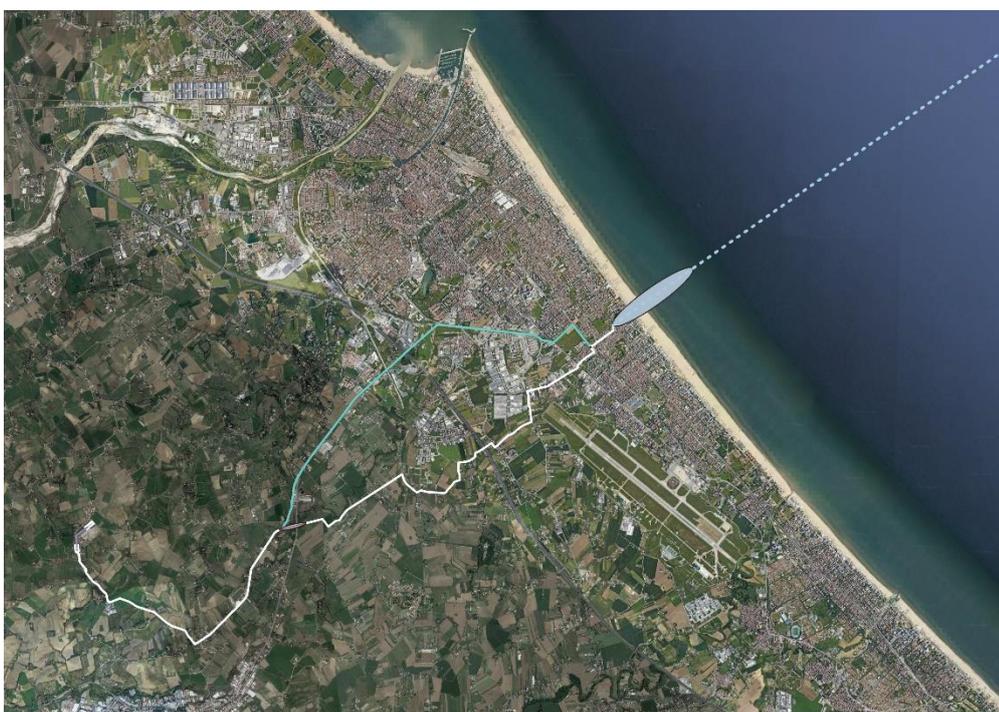


Figura 1.3 – Opere terrestri di connessione alla RTN; in evidenza, l'approdo del cavo marino con HDD (ellisse grigia)

## 1.3 Opere principali

Si riporta di seguito l'elenco sintetico delle principali opere previste dal progetto.

### OPERE IN MARE:

- **51 aerogeneratori di potenza nominale unitaria pari a 6,45 MW, per una capacità complessiva di 330 MW, ancorati al fondale con fondazione del tipo monopilone in acciaio;**

gli aerogeneratori presi come riferimento tecnologico per il progetto sono del tipo MingYang MySE 6.45-180, con hub a 110/125 m di altezza, diametro del rotore pari a 180 m, tronco di transizione con parte fuori acqua pari a 9/10 m, per un range di altezza complessiva massima compreso tra 210/220 m dal medio mare (in tali range di potenza e dimensionali rientrano altri aerogeneratori simili che potrebbero essere considerati in fase di progettazione esecutiva); gli aerogeneratori vengono proposti in configurazioni alternative, comparate per aspetti ambientali in merito alla localizzazione;

- **Una rete elettrica sottomarina a tensione nominale pari a 66 kV che collega gli aerogeneratori in serie, raggruppandoli in 8 sezioni principali, per poi connettersi alla Stazione Elettrica di Trasformazione (SET) offshore 66/380 kV ;**
- **Una piattaforma marina che ospita la Stazione Elettrica di Trasformazione (SET) 66/380 kV, attrezzata con 2 trasformatori da 180/200 MVA, 1 reattore per la compensazione della potenza reattiva, apparecchiature, quadri di controllo e manufatti di servizio e accessori;**
- **Un elettrodotto sottomarino di collegamento tra la Stazione Elettrica di Trasformazione (SET) offshore e la buca giunti terra-mare, costituito da un cavo in AT 380 kV di lunghezza pari a 18,15 km di cui 1,45 km realizzato con HDD (Horizontal Directional Drilling) per la parte di transizione terra\_mare);**

la parte di approdo e atterraggio (transizione terra-mare del cavo marino realizzata con HDD) inizia in mare a circa 930 m dalla linea di battigia e raggiunge la buca giunti dopo aver bypassato la spiaggia (in corrispondenza del nuovo circolo velico di Bellariva ubicato tra il bagno 98 e 99), il lungomare Giuseppe Di Vittorio, gli edifici prospicienti, la rete ferroviaria e la linea Metro\_Mare;

### OPERE A TERRA PER LA CONNESSIONE ALLA RTN:

- **Una buca giunti interrata, in cui avviene la giunzione tra la l'elettrodotto sottomarino e quello terrestre, interrata e posizionata nello slargo compreso tra il sottopasso di Viale Portofino e Viale Siracusa, immediatamente a sud ovest della linea Metro\_Mare e della Rete Ferroviaria adriatica;**
- **Un elettrodotto terrestre interrato costituito da una terna di cavi isolati in AT 380 kV, di lunghezza pari a circa 11,7 km (con buche giunti ogni 500/600 m), che raggiunge la Stazione di Transizione cavo-aereo adiacente alla SE TERNA 380/150 kV "San Martino in Venti", dove avviene la connessione alla RTN;**

il progetto prevede che il tracciato, a partire dalla buca giunti di collegamento tra il cavo marino e quello terrestre, segua prevalentemente la viabilità esistente secondaria con un percorso preferenziale di circa 11,7 km, di cui circa 380 m in TOC per il superamento della SS N. 72 Rimini/San Marino e del Torrente Ausa; si prevede anche un percorso alternativo che si distacca e si ricongiunge al precedente e segue viabilità primaria, per una lunghezza complessiva di 11,6 km.

- **Una Stazione di Transizione cavo-aereo da realizzarsi in prossimità della stazione elettrica TERNA "San Martino in Venti", che ospiterà il reattore, le apparecchiature elettromeccaniche, i locali quadri e misure e il portale di partenza della linea aerea di collegamento alla stazione RTN;**

verrà realizzato un breve tratto stradale di lunghezza pari a circa 130 m e larghezza pari a 7 m incluso banchine laterali, di collegamento tra Via San Martino in Venti e la Stazione Utente;

- **Un elettrodotto aereo trifase lungo circa 450 m, in conduttori nudi binati alla tensione di 380 kV, di connessione con lo stallo a 380 kV nella stazione elettrica "San Martino in Venti" 150/380 kV esistente e di proprietà TERNA S.p.A.;**

- **Un nuovo stallo a 380 kV, previo ampliamento della stazione TERNA "San Martino in Venti", nella parte nord-ovest, e interrimento di un tratto di linea in cavo aereo esistente;**

per la realizzazione del nuovo stallo, come indicato dal gestore della rete TERNA, è previsto l'interrimento dell'ultima campata di un elettrodotto aereo a 132 kV "San Martino-Gambettola" esistente; l'elettrodotto aereo, lungo circa 170 m, e il traliccio di arrivo saranno eliminati e sostituiti da un elettrodotto interrato AT 150 kV, di lunghezza pari a circa 230 m, da realizzare all'interno dell'area di ampliamento della Stazione Elettrica San Martino in Venti.

## 2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO DELLE AREE A TERRA

### 2.1 Geologia e tettonica

L'area esaminata è caratterizzata dal passaggio dei rilievi collinari dell'Appennino romagnolo, costituiti prevalentemente da sedimenti marini plio-pleistocenici, alle pianure di origine alluvionale e, verso valle, alla pianura costiera. La pianura risulta pertanto orlata dagli ultimi rilievi collinari appenninici che sono qui costituiti da argille con varie intercalazioni di arenarie debolmente cementate e argille marnoso siltose (Argille Azzurre) e i depositi continentali alluvionali. Lo spessore dei sedimenti alluvionali della pianura, nella zona centrale della valle del Marecchia, è dell'ordine delle centinaia di metri. Il substrato di origine marina, nella direzione trasversale alla valle, si assottiglia procedendo da ovest verso est.

#### SEZIONE COSTIERA

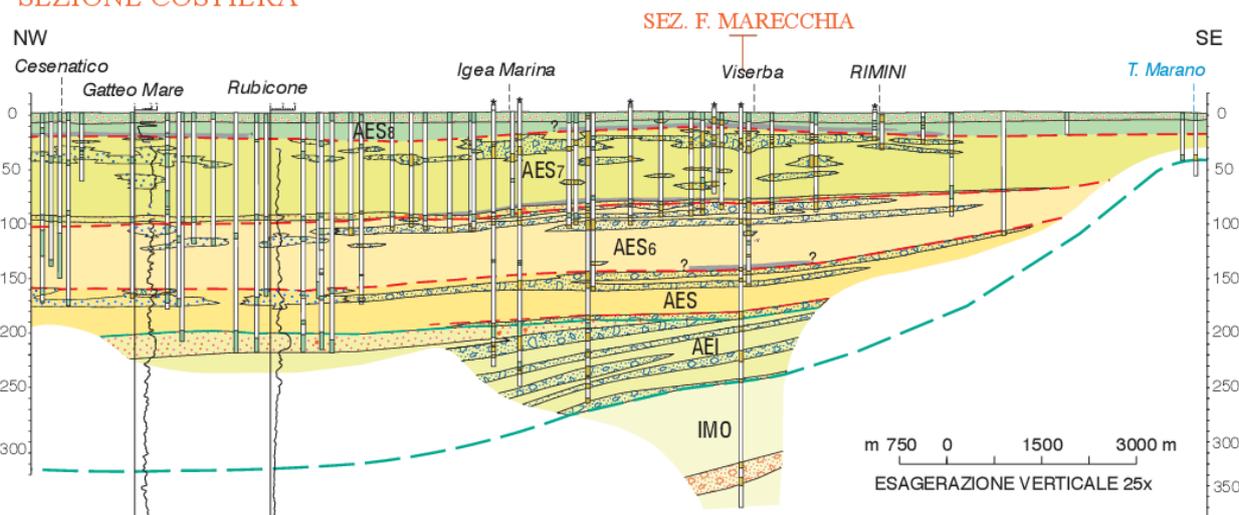


Figura 2.1 – Sezione geologica profonda n. 59 (o Sezione Costiera) ricostruita dal Servizio Geologico della regione Emilia Romagna nell'ambito del progetto CARG .

La causa del profilo del substrato è da ricercarsi nella tettonica correlata all'orogenesi appenninica, in cui le spinte con direzione SO-NE hanno determinato la formazione di sistemi di accavallamenti ad embrici con l'emersione dei depositi marini della catena in emersione e, oltre alla zona di cerniera, le zone subsidenti.

Il sistema di faglie con direttrice antiappenninica (SO-NE), conseguente a questa cinematica, è intercettato da faglie trasversali con direttrice appenninica che sono tuttora sismicamente attive e sulle quali si sono instaurate le principali aste fluviali (Marecchia, Uso, Ausa).

Il sovrapporsi dei fenomeni tettonici e dei processi deposizionali è all'origine della natura e della geometria dei sedimenti dei bacini dell'Avanfossa appenninico adriatica.

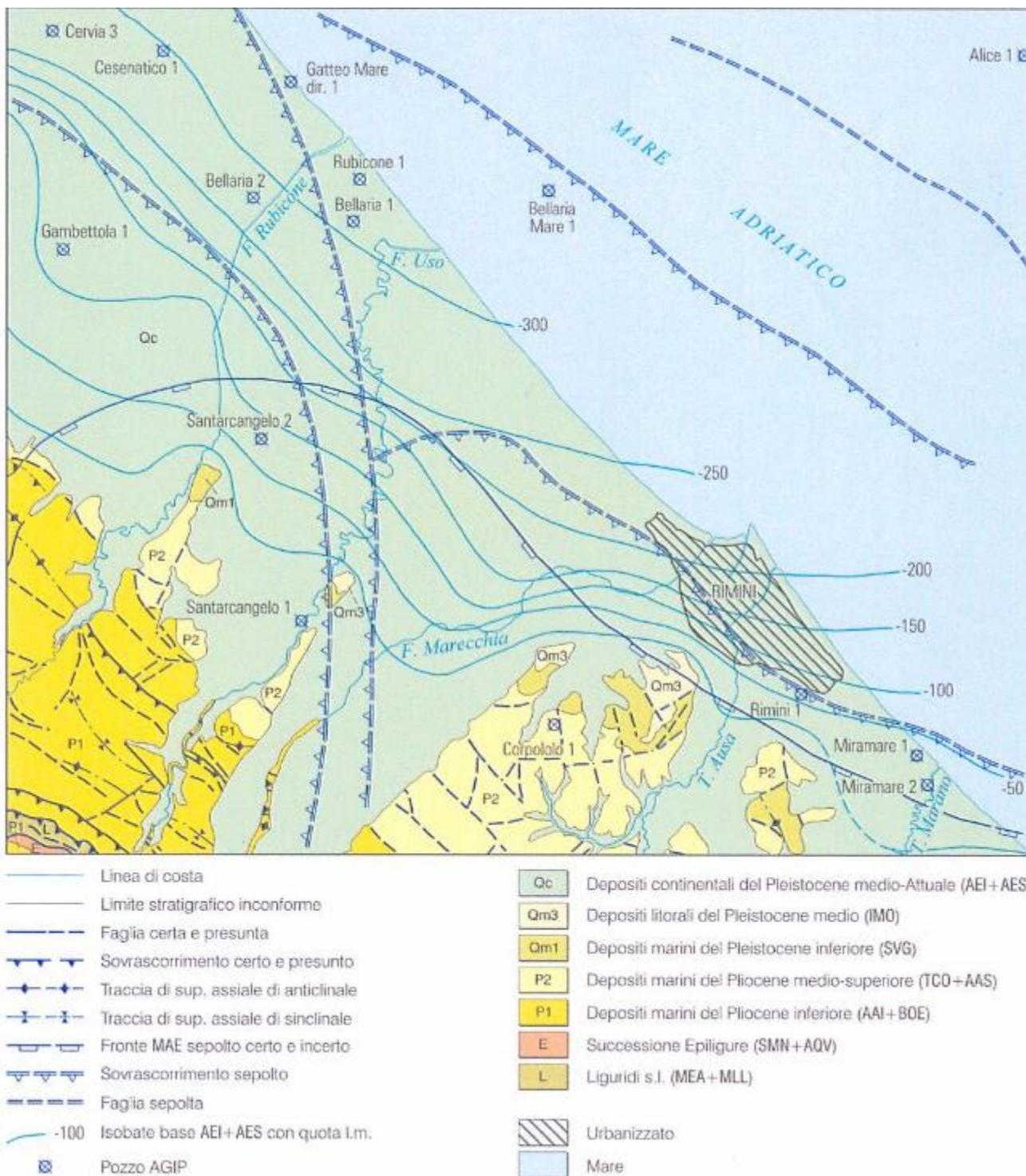


Figura 2.2 – Schema tettonico dell’area, estratto dalla Carta Geologica d’Italia alla scala 1:50.000, foglio 256 Rimini (APAT, 2005).

Come detto, il territorio esaminato comprende le ultime pendici collinari di età sostanzialmente Pliocenica-Pleistocenica, le alluvioni continentali terrazzate della pianura (Pleistocene-Olocene) e i depositi costieri (Olocene-attuali).

I terreni affioranti nel settore collinare appartengono alla "Successione post-evaporitica del margine padano-adriatico" qui costituita prevalentemente dalle Argille Azzurre di età Pliocene-Pleistocene inferiore (nella cartografia regionale l'Unità geologica viene indicata con la sigla FAA). L'Unità in questione è caratterizzata da argille di colore grigio-azzurro con rare intercalazioni, a vari livelli stratigrafici, di arenarie giallastre in letti da sottili a spessi, e argille marnose e siltose grigie in letti sottili e molto sottili. Sono fossilifere ricche in foraminiferi e macrofossili, spesso bioturbate, a stratificazione poco marcata.

Sulle formazioni plioceniche poggiano i depositi argillosi e sabbiosi del Pleistocene sui quali sono stati depositi dai corsi d'acqua, nel corso delle loro divagazioni, sedimenti limosi, sabbiosi e ghiaiosi di origine alluvionale. I depositi alluvionali e marini tardo-quadernari sono distribuiti in un ampio areale verso la costa: sono presenti nell'area collinare come piane intravallive dei corsi d'acqua che solcano il substrato marino plio-pleistocenico e si sviluppano nella fascia di pianura compresa fra gli sbocchi vallivi e la costa, dove costituiscono la parte terminale sud-orientale della Pianura Padana, e proseguono nel fondale marino dell'Adriatico.

Nel sottosuolo della piana alluvionale sono presenti 2 cicli deposizionali inferiori; nell'area in esame tali depositi sono per lo più sedimentati per opera delle acque del Fiume Marecchia, principale corso d'acqua; gli spessori maggiori si hanno nella zona nord di Rimini (fino a 300 mt), mentre a sud dell'abitato il substrato si solleva bruscamente passando a spessori di poche decine di metri. I depositi fluviali sono organizzati in 3 ordini di terrazzi con inclinazione media di 5-6 per mille. I depositi alluvionali terrazzati sono costituiti litologicamente, nel primo sottosuolo da alternanze verticali ed orizzontali di limi e argille che rappresentano il prodotto della sedimentazione in ambiente di piana inondabile da parte dei corsi d'acqua; più in profondità (ad oltre -50 mt dal p.c.) vi è una dominanza di ghiaie e sabbie permeabili depositate in ambiente di argine fluviale e paleoalveo.

La carta Geologica della Regione Emilia Romagna, inquadra tali depositi nel Subsistema di Ravenna (AES8; Pleistocene sup. - Olocene), appartenente al Sistema Emiliano – Romagnolo Superiore, composto da deposito di tracimazione fluviale indifferenziato limo argilloso sabbioso, depositi alluvionali eterometrici dati da ciottoli, sabbie e limi, e nell' Unità di Modena -AES8a- (Olocene) composta da ghiaie, sabbie, limi ed argille di canale fluviale, argine e piana inondabile (sabbie e ghiaie di cordone litorale e di barra di foce; argille e limi di prodelta e di transizione alla piattaforma).

In sporadici tratti il tracciato interessa coperture detritiche di materiale accumulato per gravità e/o ruscellamento superficiale sulle porzioni meno acclivi o alla base dei versanti (la carta Geologica della Regione Emilia Romagna identifica tali depositi con la sigla a3 "depositi di versante"). Le coperture sono costituite da materiale incoerente, eterogeneo ed eterometrico. Sui ripiani o sui versanti con debole pendenza sono presenti anche coltri eluviali costituite da elementi litoidi di varie dimensioni e da materiali incoerenti, quali sabbie, limi ed argille, talora pedogenizzati, che rappresentano il mantello detritico, ancora in posto, derivante dall'alterazione della roccia del substrato o accumulato dopo un breve trasporto per ruscellamento superficiale (Pleistocene superiore-Olocene).

## 2.2 Geomorfologia

L'area esaminata è compresa dal livello del mare fino a quote comprese di circa 50 m.slm dell'area collinare; il settore collinare ha una estensione modesta ed è caratterizzato da piane intravallive poco sviluppate mentre è ben sviluppato il settore della pianura alluvionale che fa transizione, senza soluzione di continuità, con la Pianura Padana.

L'area collinare perlopiù a vocazione agricola, è caratterizzata da modesta energia di rilievo e una modesta urbanizzazione. Nel complesso si evidenzia un territorio con forme dolci, regolari e omogenee e un reticolo idrografico abbastanza ben organizzato. Tuttavia in alcune zone si osservano alcune forme di degrado geomorfologico quali creep e scoscendimenti; si tratta di situazioni determinate da fattori locali laddove l'azione della pendenza e della litologia del terreno, che risulta di natura prettamente limoso-argillosa, produce un movimento superficiale molto lento che spesso si evidenzia sottoforma di lacerazioni nel suolo o nella copertura vegetale, e in piccole frane, di colamento e di scorrimento a seconda del tipo litologico prevalente e dell'azione delle acque.

Il percorso dell'elettrodotto e dei manufatti presenti non interferiscono nè con i perimetri censiti nel Piano di Assetto Idrogeologico (P.A.I.) a rischio frana nè con aree le censite in frana nel "Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia "I.F.F.I." come possibile osservare nelle figure riportate nel seguito.

La pianura alluvionale si estende lungo a fascia confinata fra il margine appenninico e la piana costiera che fiancheggia il litorale adriatico. L'elemento geomorfologico più rilevante è il corso del Torrente Ausa oltre ai vari canali secondari e ai rilevati delle strade. Fino alla città di Rimini si osserva in generale una modesta antropizzazione e urbanizzazione. Nelle aree della pianura alluvionale data la morfologia sub pianeggiante (la pendenza media dell'area è compresa tra il 0.2 e 0.4%) non si riscontrano evidenze di fenomeni gravitativi o erosivi o di dissesto geomorfologico.

La piana costiera, che costituisce il raccordo fra la piana alluvionale ed il Mare Adriatico, è data da una stretta fascia parallela al litorale larga meno di un chilometro e compresa fra le quote 2 e 0 m s.l.m. L'andamento prevalentemente rettilineo della linea di costa, anche a ridosso delle foci fluviali, indica che il settore costiero è dominato da processi marini quali: la redistribuzione ad opera del mare del sedimento trasportato dai corsi d'acqua, che impedisce lo sviluppo di sistemi deltizi; il trasporto lungo costa delle sabbie litorali, con componente prevalente da sud-est a nord-ovest; i fenomeni di erosione costiera.

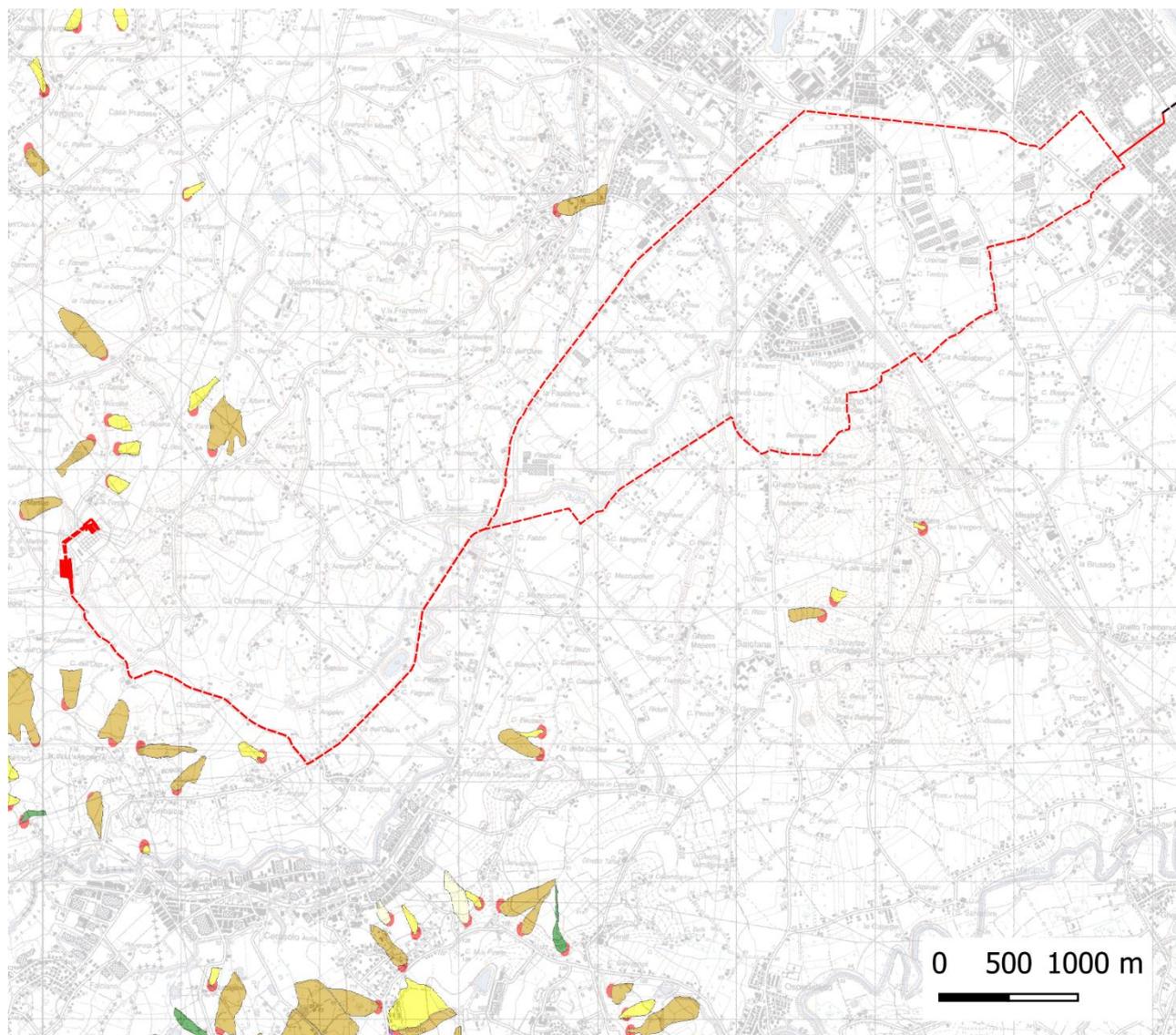


Figura 2.3 – Fenomeni franosi censiti nel Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia (I.F.F.I.). La linea in tratteggio rosso indica i percorsi dei cavidotti e dei manufatti previsti nei diversi layout.

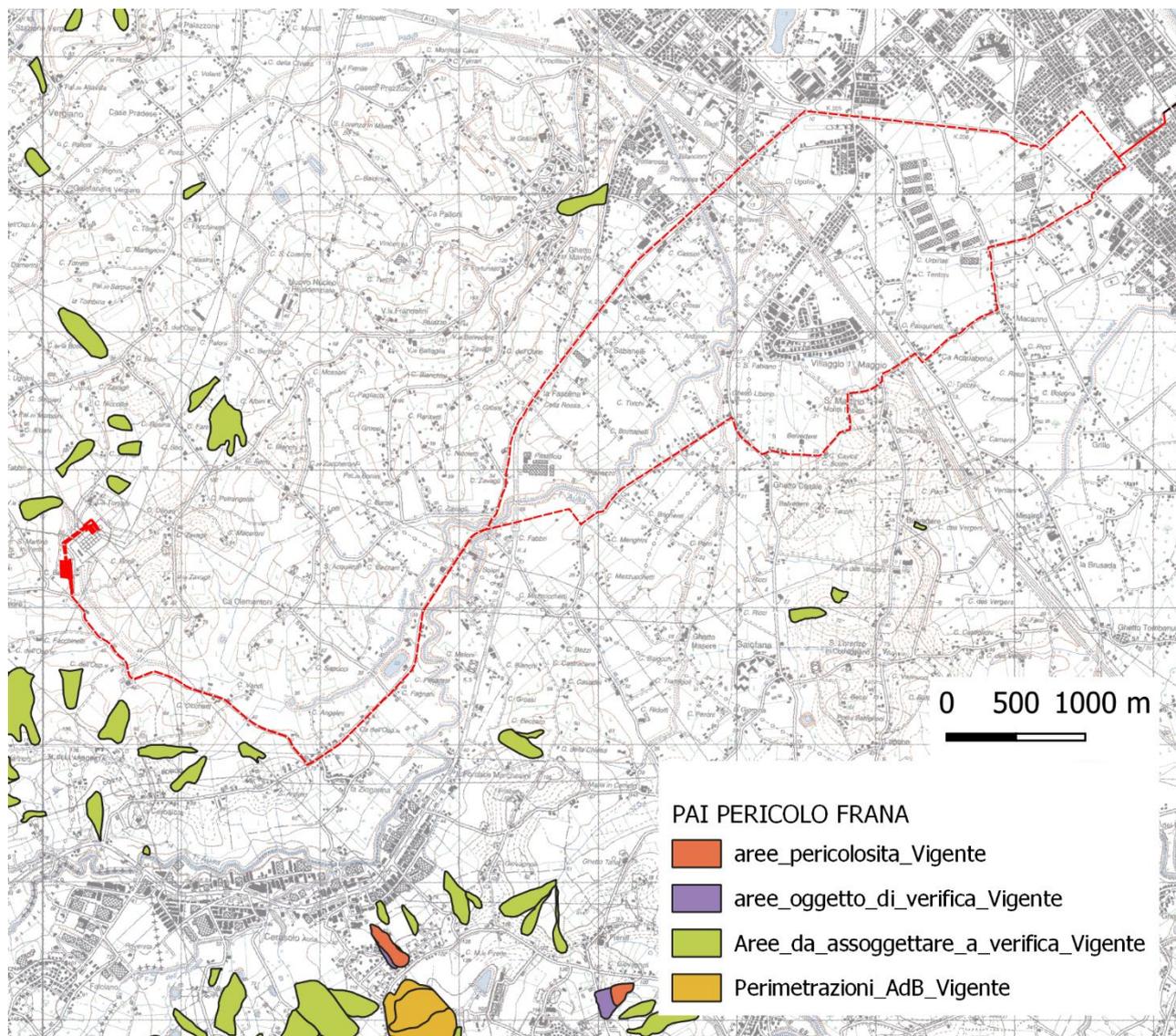


Figura 2.4 – Aree di rischio per fenomeni gravitativi indicate nel Piano di Assetto Idrogeologico (P.A.I.). La linea in tratteggio rosso indica i percorsi dei cavidotti e dei manufatti previsti nei diversi layout.

## 2.3 Idrogeologia e idrografia

L'elemento idrologico principale di questo studio è rappresentato dal Torrente Ausa che scorre da sudovest verso nord est ed è il corso d'acqua che interessa più da vicino l'opera in questione.

Nell'area esaminata, lo sviluppo del reticolo idrografico, sia quello principale che quello minore, presenta caratteristiche diverse in funzione delle litologie presenti; sulle formazioni marine plio-pleistoceniche l'idrologia superficiale è caratterizzata da un reticolo con pattern dendritico mentre la parte di territorio, caratterizzata da depositi di origine alluvionale, che per la loro maggiore propensione all'infiltrazione e per l'assenza di pendenza, danno origine ad un reticolo idrografico povero.

Nella zona urbana il Torrente Ausa è stato deviato e tombinato e ora le sue acque sfociano nel Fiume Marecchia inoltre la rete idrografica di superficie è stata sostituita integralmente dalla regimazione antropica (canalizzazione e/o tombinatura dei corsi d'acqua) e dalle fognature cittadine che raccolgono l'acqua delle strade e delle proprietà private.

Nella figura seguente viene evidenziato il reticolo idrografico che interferisce con quanto progettato, in particolare si nota che l'elettrodotto interseca i corsi del fosso Masere Ausa (punto 6 nella figura), con il Torrente Ausa (punto 5) e con alcuni affluenti della Fossa Budriale.

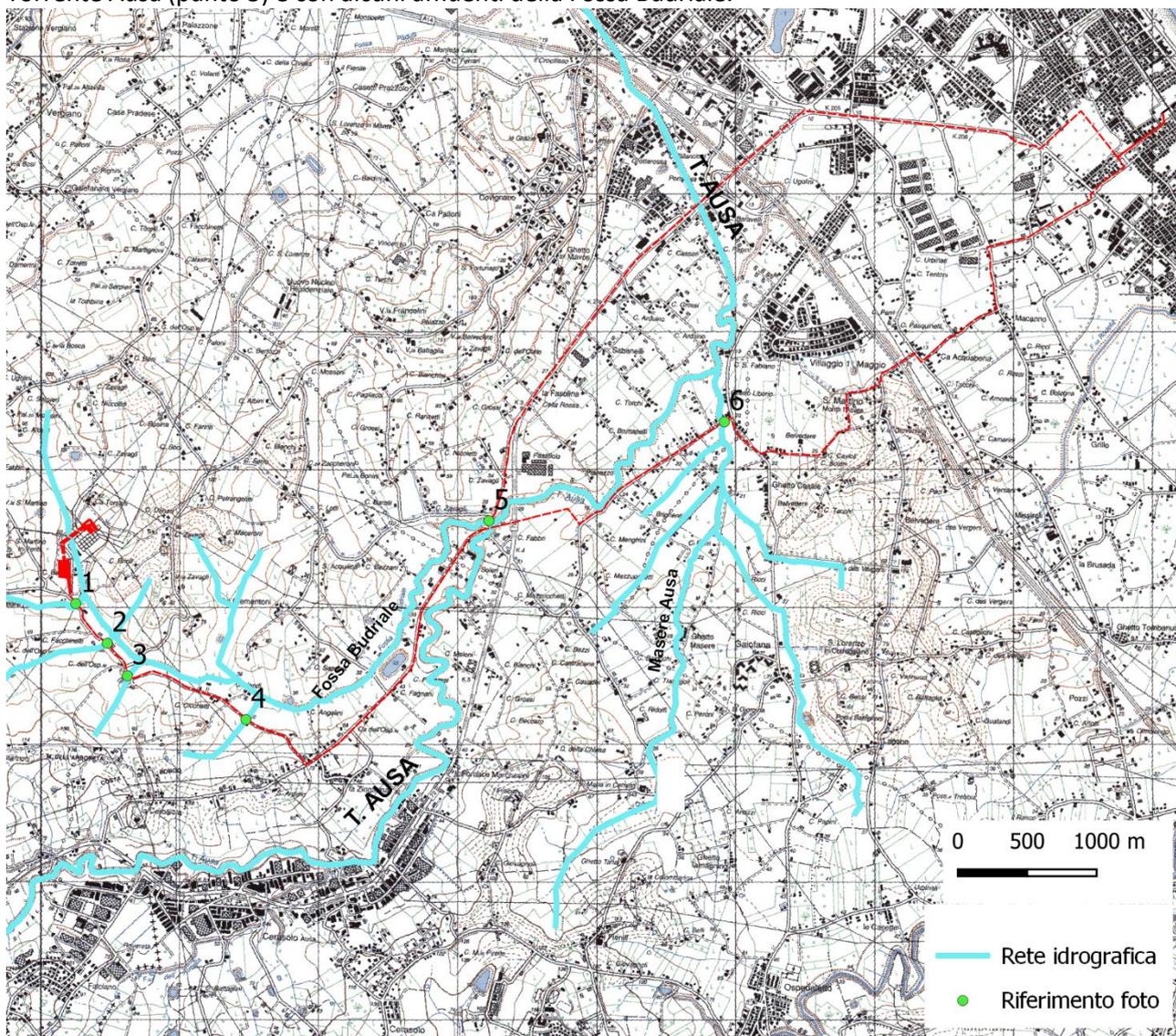


Figura 2.5 – Reticolo idrografico della zona di interesse. La linea in tratteggio rosso indica i percorsi dei cavidotti e dei manufatti previsti nei diversi layout.

Nel seguito alcune riprese fotografiche dei corsi d'acqua di interesse.





Figura 2.6 – Ripresa fotografica di alcuni corsi d’acqua della zona di intervento.

Il Piano di Assetto Idrogeologico (P.A.I.) ha indicato alcune zone, nella fascia a cavallo dei corsi d’acqua principali della zona, come a rischio di esondazione; nella figura che segue vengono indicate le fasce raggiungibili dall’acqua di piena in concomitanza con eventi correlati ad un tempo di ritorno di 200 anni. Si nota come l’unica interferenza tra quanto progettato (“tracciato b”) e la zona di rischio avvenga in corrispondenza dell’attraversamento del Torrente Ausa (poco a monte della confluenza con la Fossa Budriale) dove il cavidotto verrà posato con la tecnologia T.O.C. e che quindi non andrà in alcun modo ad interferire con la pericolosità indicata e a modificare il livello di rischio dell’area.

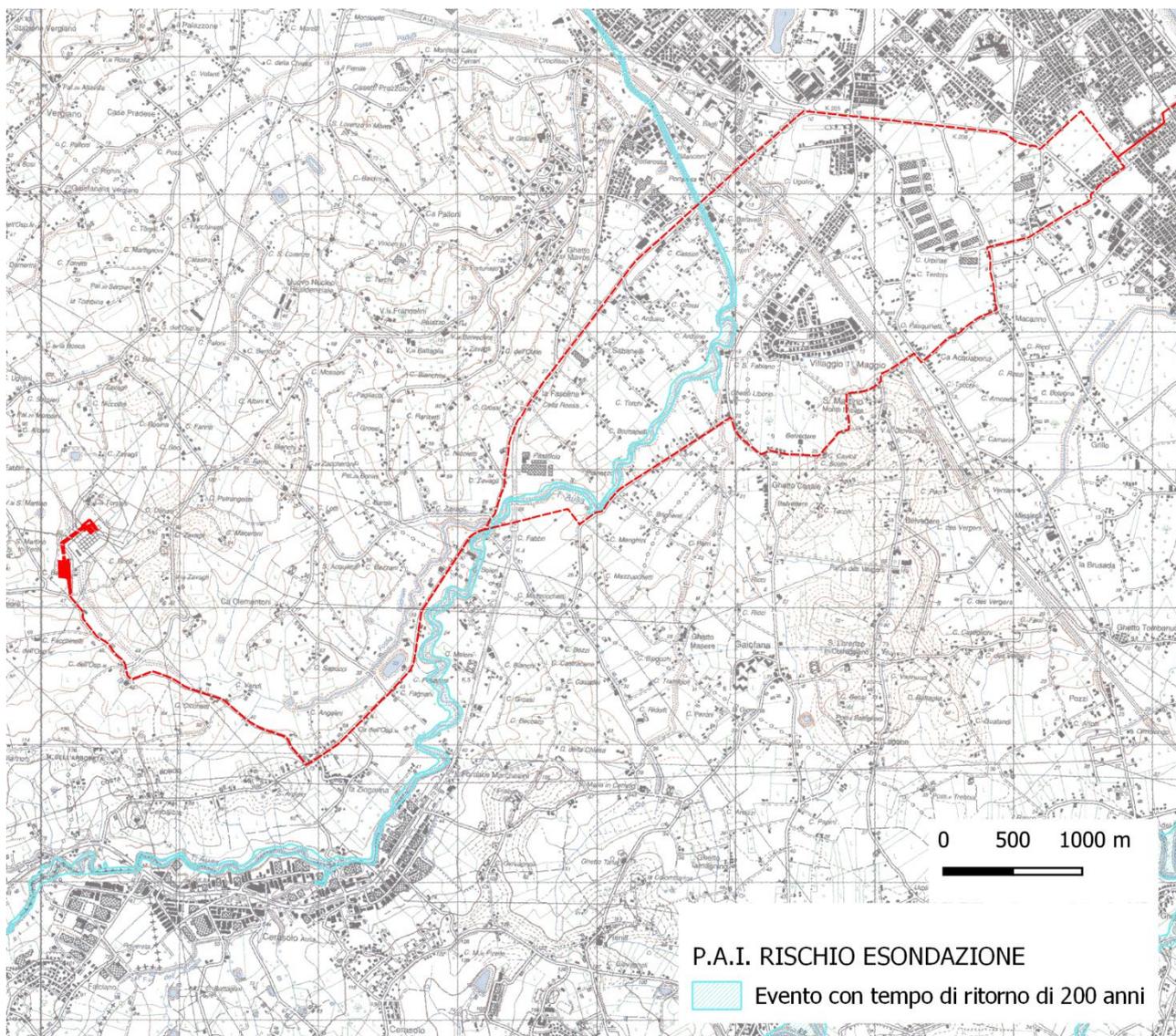


Figura 2.7 – Aree di rischio per fenomeni di esondazione con tempo di ritorno di 200 anni indicate nel Piano di Assetto Idrogeologico (P.A.I.). La linea in tratteggio rosso indica i manufatti previsti e la posizione dei cavidotti nei diversi traghetti.

Per quanto riguarda l'idrogeologia, il corpo idrogeologico del conoide del Fiume Marecchia ha uno spessore dei materiali alluvionali che varia da circa 2 mt all'altezza dell'apice a Ponte Verucchio, a circa 230 mt nella zona di Santa Giustina. La falda acquifera assume caratteri di spiccata freaticità per i primi 20-30 mt di profondità dal p.c. e semi-artesianità/artesianità a profondità maggiori a causa dei primi consistenti strati di materiali a granulometria fine aventi una notevole impermeabilità e continuità. In particolare le quattro principali geometrie di falde acquifere profonde rinvenute, sono così distinguibili: una prima dai 30 ai 50 mt di profondità dal p.c., una seconda dai 55 ai 65 mt di profondità dal p.c., una terza da 70 a 90 mt di profondità dal p.c. con un lieve intervallo di discontinuità sugli 80 mt, una quarta tra i 100 ed i 110 mt di profondità dal p.c.

Informazioni sulla soggiacenza della falda sono desumibili dalla "Carta idrogeologica e delle isofreatiche" (Tav. B.5.2b di cui nel seguito si riporta uno stralcio) annessa al PSC comunale riferita al periodo aprile 2009 ed alle misure eseguite nel corso delle indagini geognostiche puntuali i cui report sono contenuti nel portale cartografico regionale.

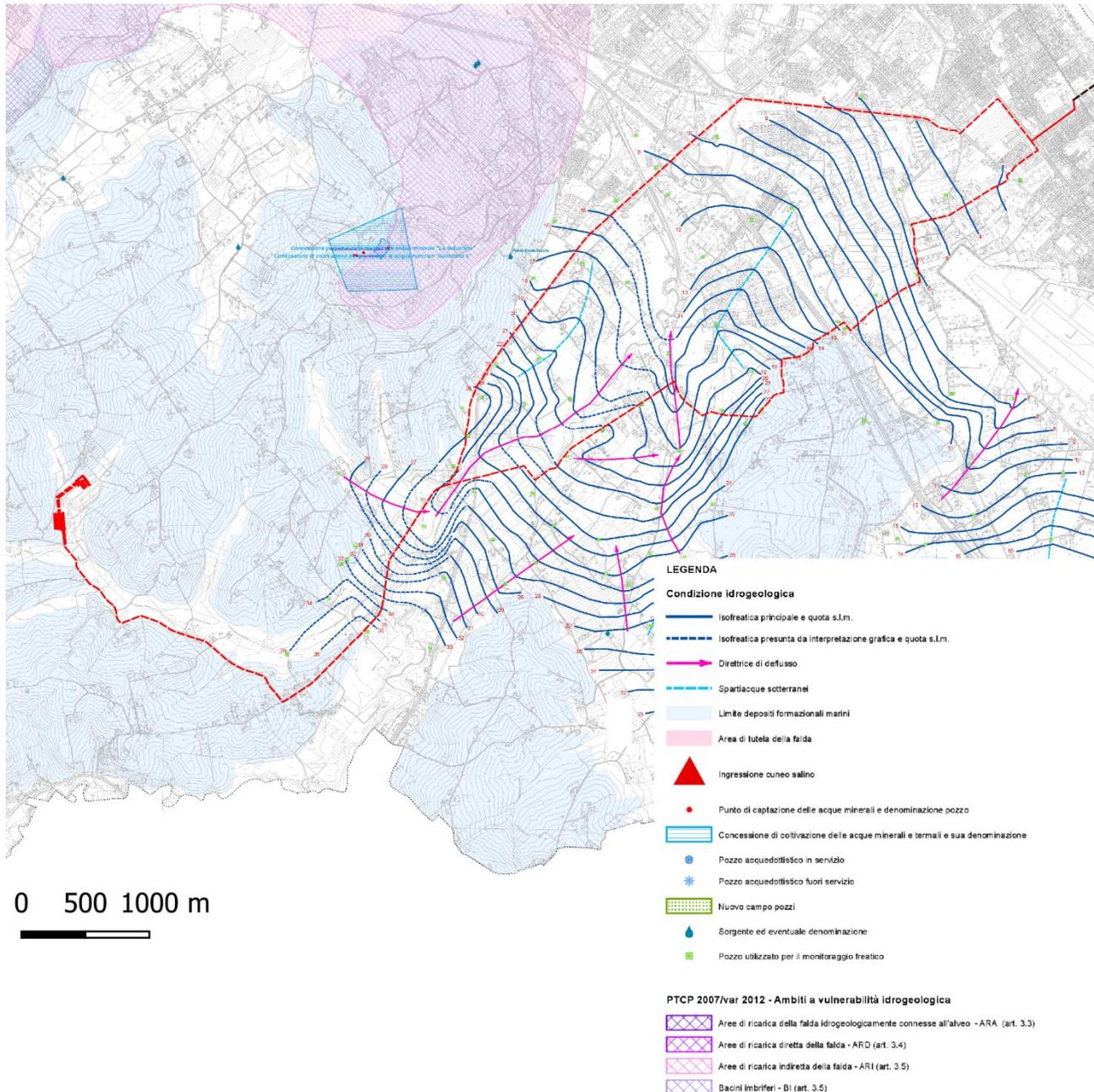


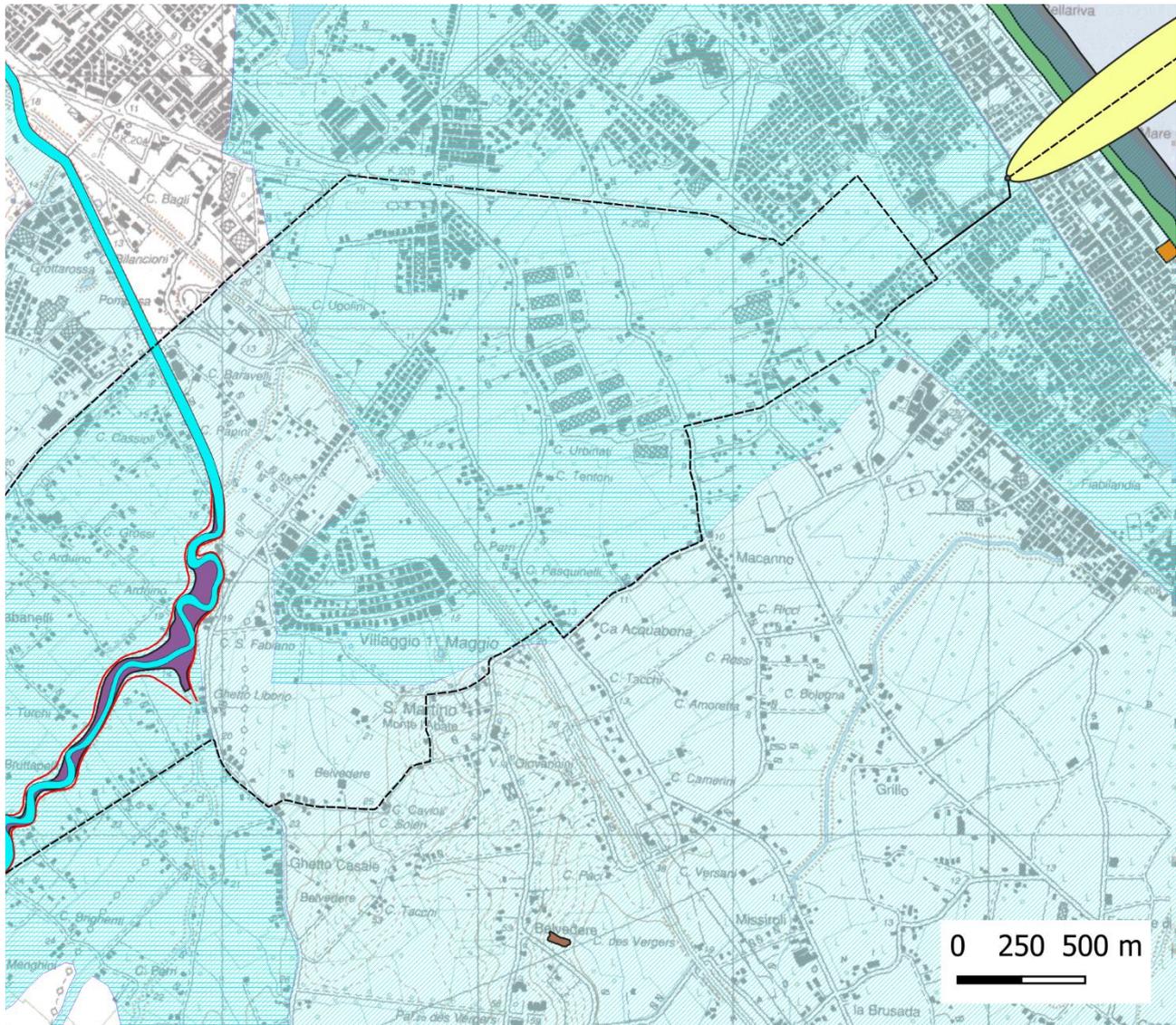
Figura 2.8 – “Carta idrogeologica e isofreatiche aprile 2009” del PSC di Rimini. La linea in tratteggio rosso indica i percorsi dei cavidotti e dei manufatti previsti nei diversi layout.

Come si evince dalla figura precedente, le isofreatiche non sono state ricostruite per tutto il percorso del cavidotto: sono escluse la porzione più occidentale (quella della zona di arrivo alla stazione elettrica) e quella costiera. Nel resto del percorso del cavidotto è possibile stimare la soggiacenza della falda facendo la differenza tra le quote del terreno (ricavate ad esempio dal modello digitale del terreno presente nel portale cartografico regionale) e la quota delle isofreatiche indicate; in particolare:

- nella zona di via Santa Aquilina, dove cominciano ad essere rappresentate le isofreatiche (isofreatica 36 mslm, quota terreno circa 40 mslm) la soggiacenza risulta circa 4 mt;
- nella zona di via Santa Aquilina, dove è previsto uno dei due estremi della T.O.C. necessaria per l’attraversamento del T. Ausa e della Strada Statale n°72, la soggiacenza risulta circa 3 mt (isofreatica 25 mslm, quota terreno circa 27.5 mslm) va comunque notato che l’isofreatica in questa zona è stata







----- elettrodotto

 tratti in T.O.C.

 Alveo

 Aree in dissesto gravitativo da assoggettare a verifica (art. 17 PAI)

 Limite aree esondabili piene con tempo di ritorno di 500 anni (art 10 comma 1 NTA)

 Aree esondabili piene con tempo di ritorno di 200 anni (art 9 comma 1 NTA)

 Reticolo secondario di pianura. Aree soggette ad alluvioni frequenti (art 20 comma 3 lettera a NTA)

 Reticolo secondario di pianura. Aree soggette ad alluvioni poco frequenti (art 20 comma 3 lettera b NTA)

 Aree inondabili per mareggiate con tempo di ritorno 10 anni (art. 20 comma 4 lettera a NTA)

 Aree inondabili per mareggiate con tempo di ritorno 100 anni (art. 20 comma 4 lettera b NTA)

 Aree inondabili per mareggiate con tempo di ritorno superiore a 100 anni (art. 20 comma 4 lettera c NTA)

Figura 2.11 – Planimetria (zona orientale) con indicazioni contenute nel Piano di Assetto Idrogeologico.

Come evidenziato nelle figure precedenti quanto progettato non interferisce con alcun perimetro di pericolosità derivante da dissesti gravitativi.

Per quanto attiene alla pericolosità con il reticolo maggiore, l'unica interferenza si ha con il corso del T.Ausa, ma il progetto prevede il superamento della fascia esondabile (sia riferita ai fenomeni con tempo di ritorno di 200 che di 500 anni) mediante la realizzazione di una T.O.C. senza quindi interferire né con l'alveo del torrente né modificando morfologicamente le fasce di territorio interessate dalla pericolosità.

La pericolosità derivante dal reticolo secondario di pianura è stata valutata a partire dal 2011 con l'istituzione del Piano Gestione del Rischio Alluvioni (P.G.R.A.); l'art 20 delle NTA del P.A.I. (nella versione aggiornata al 2016 coordinata al P.G.R.A.) indica due livelli di pericolosità: "aree soggette ad alluvioni frequenti" (elevata probabilità - P3) ed "aree soggette ad alluvioni poco frequenti" (bassa probabilità - P2). Come si evince dalle figure riportate in precedenza, l'elettrodotto, per oltre un chilometro e mezzo, nel tratto che dalla "stazione di transizione cavo-aereo" segue via San Martino in Venti risulta essere al limite delle "aree soggette ad alluvioni frequenti (P3)"; medesima classificazione di pericolosità si ha inoltre per ampi tratti del percorso a valle dell'intersezione con il Torrente Ausa.

La norme del P.A.I. hanno lasciato la possibilità ai Consorzi di Bonifica di regolamentare le attività consentite nelle zone a pericolosità P2 e P3 derivanti dalla dinamica fluviale del reticolo secondario, limitandosi a escludere come misura di salvaguardia immediatamente vincolante la realizzazione di vani interrati accessibili nelle zone P3.

Nella parte costiera il progetto interferisce con quelle che sono le aree di pericolosità per inondazione derivanti da mareggiate con eventi correlati a tempi di ritorno da 10 a oltre 100 anni; in realtà si tratta di una interferenza unicamente geometrica in quanto nelle aree perimetrate il progetto prevede l'installazione dell'elettrodotto utilizzando la tecnologia T.O.C. (partendo da un punto esterno alle fasce perimetrate) e senza quindi esporre al rischio alcun manufatto né modificare in nessun modo la pericolosità.

## 2.5 Variazioni della linea di costa

Il servizio Geologico Sismico e dei Suoli della Regione Emilia-Romagna ha eseguito numerosi studi per valutare i punti critici della costa e i fattori di vulnerabilità e lo stato del sistema di difesa; in tale ambito di studio sono state predisposte mappe della suscettibilità della costa ai fenomeni di erosione e di inondazione marina. I risultati ottenuti vengono condivisi mediante la piattaforma telematica denominata "in Risk" (sistema informativo dei rischi costieri).

Dagli studi eseguiti si evidenzia come la zona di costa in cui è previsto il passaggio dell'elettrodotto non sia interessata da fenomeni erosivi o di escavazione del fondale che possano compromettere quanto previsto in progetto. Inoltre il punto in cui sarà realizzata la cosiddetta "buca giunti interrata" (dove avviene la giunzione tra la l'elettrodotto sottomarino e quello terrestre), risulta posta al di fuori delle zone interessabili dall'ingressione marina a causa delle mareggiate.

### 3 INQUADRAMENTO GEOLOGICO DELLE AREE A MARE

Geologicamente l'Adriatico rappresenta l'avampaese delle catene appenninica e dinarica ed è caratterizzato da una crosta continentale con spessore di circa 35 km (Geiss, 1987). Il settore occidentale dell'Adriatico centro-settentrionale è occupato da un bacino di avanfossa plio-quadernario che rappresenta la più recente della serie di avanfosse formatesi durante l'orogenesi appenninica e migrate successivamente verso est. L'avanfossa padano-adriatica è limitata verso ovest dal fronte più esterno della catena appenninica (pliocene-quadernario); questo fronte, presente nel sottosuolo della pianura Padana e del mare Adriatico, è organizzato in una serie di archi (l'arco del Monferrato, l'arco emiliano, l'arco ferrarese-romagnolo e l'arco Adriatico). L'avanfossa plio-quadernaria adriatica è caratterizzata da due depocentri separati dall'area della zona di Ancona dove la base del pliocene è più elevata e di conseguenza lo spessore dei sedimenti plio-quadernari più ridotti.

La storia geologica dell'area adriatica riflette l'evoluzione di un margine continentale passivo, dalla sua individuazione, legata ai processi distensivi permo-triassici che hanno portato alla formazione dell'oceano tetideo, alla sua incorporazione nella catena appenninica a causa della convergenza tra la placca africana e quella europea. I dati provenienti dalle perforazioni petrolifere hanno permesso di individuare la stratigrafia dell'area dell'Adriatico occidentale dove si riconoscono una successione mesozoica essenzialmente carbonatica che passa progressivamente a depositi a prevalente composizione silicoclastica nel corso del Cenozoico. Al disotto dei depositi plio-quadernari sono state evidenziate successioni simili a quelle umbro-marchigiane e a quelle sudalpine. In buona parte dell'Adriatico la sedimentazione di piattaforma carbonatica viene interrotta nel Lias superiore quando, a causa del prevalere della subsidenza e di possibili concomitanti condizioni ambientali sfavorevoli, si passa alla deposizione di carbonati pelagici. L'annegamento di parte delle piattaforme carbonatiche ha creato una strutturazione a piattaforme e bacini che è caratteristico del margine meridionale della Tetide (Channel et alii, 1979; Zappaterra, 1990; Casero et alii, 1990). Un cambiamento nella sedimentazione avviene nel Terzario ed è legato all'instaurarsi della deformazione compressiva che segue alla convergenza tra placca europea ed africana. Il materiale silicoclastico prodotto dallo smantellamento dell'aree in sollevamento si mescola ai sedimenti carbonatici dando luogo ad una successione marnosa che si deposita in posizione di avampaese. Con la progressiva migrazione verso est della catena, l'area adriatica è interessata, prima, da una deposizione in ambiente di rampa esterna rispetto alle avanfosse mioceniche e poi, nel pliocene, diventa sede dell'attuale bacino di avanfossa presente al fronte della catena. Un evento degno di nota si è avuto nel Messiniano, quando, in concomitanza di un abbassamento del livello del mare ed in condizioni iperaline, si sono verificati episodi di erosione subaerea e la deposizione di sedimenti evaporitici. La parte più superficiale delle successioni presenti nell'area è rappresentata da sedimenti clastici depositatesi nell'avanfossa pliocenica-quadernaria della catena appenninica settentrionale.

Durante gli eventi compressivi che hanno costruito l'edificio appenninico i carbonati mesozoici sono stati deformati dai sistemi di sovrascorrimenti che ne hanno prodotto l'impilamento con traslazione verso est accompagnata dalla migrazione verso la medesima direzione dei cunei clastici di avanfossa depositi al fronte della catena (Ricci Lucchi, 1986). Nell'Appennino settentrionale si riconosce infatti una serie di bacini di avanfossa da ovest verso est. L'attuale avanfossa è ubicata nella pianura Padana e nel mare Adriatico ed il suo riempimento consiste di sedimenti clastici di età pliocenica-quadernaria con spessori che raggiungono i 6000 mt e poggiano su successioni mioceniche deposte nelle parti distali delle precedenti avanfosse. All'interno dell'avanfossa plio-quadernaria si riconoscono diversi stadi evolutivi. Nel Pliocene inferiore si caratterizza con un rapido approfondimento del bacino e la deposizione di argille di mare profondo e

torbiditi; la successiva diminuzione dei tassi di subsidenza ha causato il riempimento del bacino fino all'instaurarsi di condizioni di mare basso con progradazioni deltizie provenienti prima dall'Appennino e poi dal Po (Ricci Lucchi et alii, 1982; Ori et alii, 1986). I depositi clastici Quaternari della Pianura Padana presentano spessori fino a 1000-1500 mt e costituiscono la fase più recente di riempimento del bacino di avanfossa plio-quaternario.

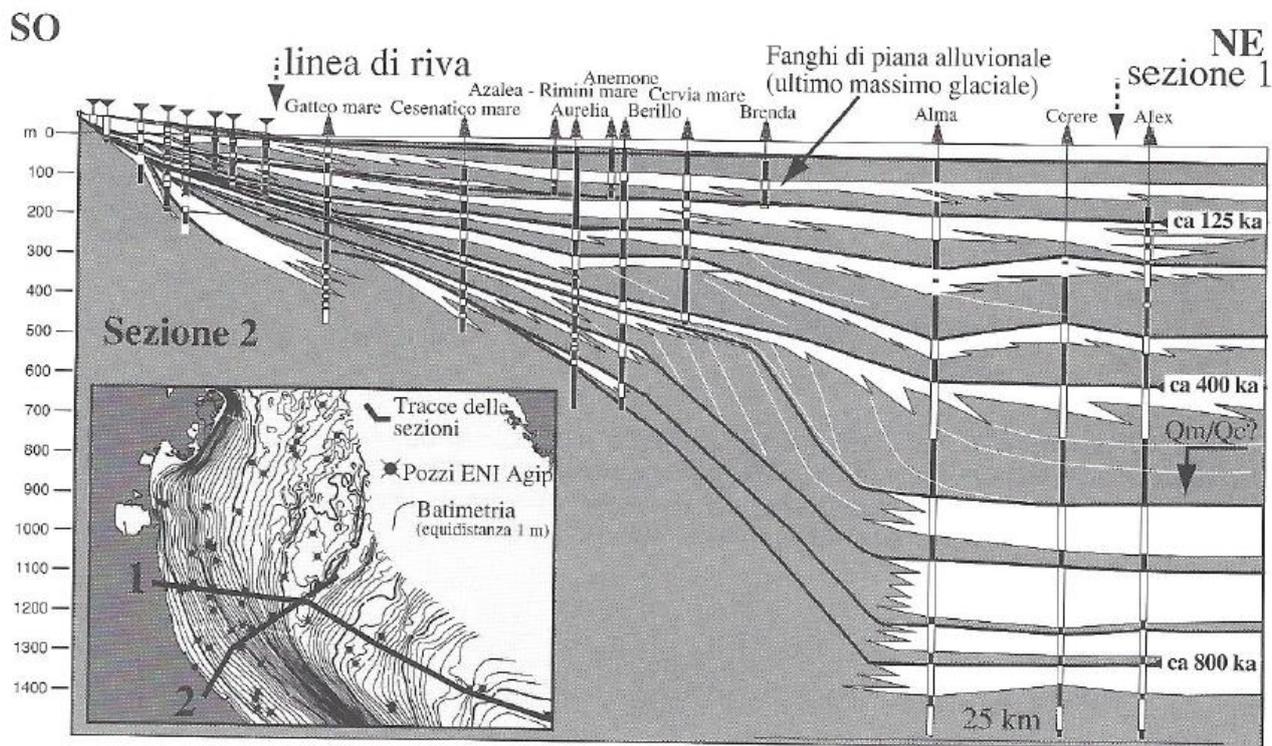


Figura 3.1 – Sezione schematica del sottosuolo adriatico (Roveri, 1998).

Nell'ultimo massimo glaciale il bacino Adriatico è stato colmato, prevalentemente da NO verso SE, da depositi terrigeni provenienti dal Fiume Po. A seguito della successiva risalita del livello marino, l'estensione del bacino epicontinentale Adriatico è aumentata di circa 8 volte provocando un significativo cambiamento nel suo regime oceanografico e, quindi, nelle facies dei depositi costieri.

Il Mare Adriatico è caratterizzato da una notevole variabilità delle condizioni meteo-marine data la sua estensione nel senso della Latitudine, esso ha infatti una lunghezza di circa 800 km e una larghezza compresa tra i 90 km e i 200 km. E' un bacino epicontinentale semi-chiuso, con una piattaforma a bassissima pendenza nei settori settentrionale e centrale e un maggior gradiente nel settore meridionale (Correggiati et al., 1996). A causa delle differenze di gradiente, estensione e morfologia della piattaforma adriatica, i depositi sedimentari, modellati dall'erosione, prodotti durante l'ultimo ciclo di fluttuazione di livello del mare, sono marcatamente diversi nell'area settentrionale (di bassa profondità e basso gradiente) rispetto a quella meridionale, di estensione minore, più pendente e con maggior complessità morfologica a causa della presenza di alti strutturali (Trincardi et alii, 1994; Trincardi et alii 1996 a, b, Correggiati et alii, 1996a, b; Cattaneo & Trincardi, 1999; Storm et alii, 2008); tutta l'area alto adriatica è caratterizzata da una bassa profondità dell'acqua che non supera i 36 metri. Il gradiente perpendicolare alla costa, escludendo il piede della spiaggia sommersa, è basso e uniforme fino ai 15-18 m mentre la morfologia è più accidentata a

profondità maggiori, dove si osservano campi di dune e rilievi e avvallamenti plurimetrici. Sporadicamente la piattaforma alto adriatica è caratterizzata dalla presenza di depositi cementati e litificati per diagenesi e colonizzati da organismi costruttori.

Le informazioni geologico-stratigrafiche disponibili per il settore in studio sono state riassunte nel Foglio NL 33-10 "Ravenna" della Carta Geologica dei Mari Italiani alla scala 1:250.000 (Servizio Geologico d'Italia – ISPRA/CNR-ISMAR).

La cartografia prodotta si suddivide in due sezioni:

- una carta geologica superficiale che rappresenta i corpi geologici che affiorano o subaffiorano sul fondo marino, con particolare attenzione a quelli originati durante la fluttuazione tardo-quadernaria del livello marino. Lo studio dei depositi recenti rappresentati sulla carta geologica superficiale si basa su un'integrazione di rilievi morfobatimetrici, sismica a riflessione, campionature del sottofondo ottenute tramite varie tecniche di carotaggio e determinazioni biostratigrafiche e geocronologiche.
- una carta geologica del sottofondo marino, che descrive l'assetto strutturale e stratigrafico dell'area in esame e la sua evoluzione geologica attraverso la mappatura di uno o più orizzonti stratigrafici significativi ed arealmente estesi. La ricostruzione dell'assetto stratigrafico-strutturale del sottofondo richiede l'utilizzo di profili sismici a riflessione che raggiungano la penetrazione di svariati secondi. Nell'Adriatico settentrionale non si è potuto utilizzare la sismica ministeriale, che copre le aree di piattaforma continentale italiana, poiché nell'area cartografica essa risulta di scarsa qualità. La carta è stata dunque elaborata attraverso l'utilizzo di studi sismici messi a disposizione da ENI-Agip SpA integrati da IGM-CNR che ha provveduto ad effettuare una campagna di acquisizione sismica multicanale a maglie larghe. Gli orizzonti riconosciuti e correlati sulle linee sismiche richiedono per la loro taratura la disponibilità di dati stratigrafici del sottosuolo a tale scopo sono stati utilizzati pozzi per l'esplorazione petrolifera.

Il contenuto delle tavole della Carta Geologica dei Mari Italiani è riportato nelle tavole OWFRN\_V2.SC1.03.1 (Inquadramento su Carta Geologica Superficiale Layout A), OWFRN\_V2.SC1.03.2 (Inquadramento su Carta Geologica Superficiale Layout B), OWFRN\_V2.SC1.04.1 (Inquadramento su Carta Geologica Profonda Layout A), OWFRN\_V2.SC1.04.2 (Inquadramento su Carta Geologica Profonda Layout B).

L'area del Foglio NL 33-10 Ravenna corrisponde ad un tratto di piattaforma continentale adriatica compresa tra la costa emiliano-romagnola e la linea di mezzera tra le acque nazionali e quelle croate. La zona è caratterizzata da un basso gradiente assiale e da una morfologia del fondo regolare, da costa fino a 30 m di profondità, e più accidentata a profondità maggiori dove si osservano rilievi e avvallamenti plurimetrici di grande continuità laterale. Sulla carta vengono rappresentati tutti i corpi geologici che affiorano o subaffiorano sul fondo marino con particolare attenzione ai depositi originatisi durante varie fasi dell'ultima fluttuazione tardo quadernaria del livello marino.

Nell'area affiorano depositi regressivi di stazionamento alto in facies di prodelta (hs1), passanti verso l'alto a depositi in facies di spiaggia (hs2), depositi trasgressivi di ambiente paralico (tp) e marino (tm) e depositi di stazionamento basso di ambiente continentale (ls); questi ultimi sono rappresentati insieme a quelli di caduta di livello del mare, caratterizzati dalle stesse facies in questa zona, ma più vecchi e discontinui arealmente. Le sezioni geologiche e lo schema cronostatigrafico costruito lungo l'asse del bacino registrano affioramenti di depositi riferibili a sistemi di stazionamento basso su ampi settori di fondale, il progressivo spostamento verso terra dell'onlap costiero associato ai depositi trasgressivi, e la condensazione dovuta alla caduta degli apporti nel periodo in cui nel bacino fu raggiunta la massima ingressione marina (mfs). La distribuzione

parallela alla costa dei depositi di stazionamento alto riflette la posizione dei principali apparati fluviali e la distribuzione lungo costa dei sedimenti fini ad opera della circolazione prevalente durante gli ultimi 4/5 ka.

In particolare, il sistema di stazionamento alto (HST) costituisce un cuneo composito alimentato da apparati deltizi di età decrescente da Sud verso Nord. I sistemi trasgressivi (TST) determinano due depocentri arealmente distinti e costituiti da depositi di ambiente deposizionale differente:

-verso terra il depocentro più recente, parallelo alla costa come il soprastante HST e costituito da depositi marini di piattaforma;

-verso mare i depositi del TST consistono in relitti parzialmente preservati di depositi costieri e paralici (laguna ed estuario).

Il sistema trasgressivo evidenzia il progressivo cambiamento nel regime degli apporti, nell'assetto fisiografico e nei processi oceanografici che accompagna la rapida risalita di livello del mare avvenuta da circa 16 a 5 ka. I depositi del sistema di stazionamento basso (LST) non sono rappresentati in una carta degli spessori a causa della difficoltà di definire e tracciare con precisione un limite di sequenza alla loro base e pertanto tali depositi sono uniti a quelli di caduta (raggiunti in alcuni carotaggi). Tra le superfici guida, che definiscono la base e il tetto dei principali sistemi, è stata rappresentata quella di trasgressione (ts) che registra l'inizio della risalita relativa di livello del mare e costituisce la base dei depositi trasgressivi.

Il progetto ricade interamente nel Sistema di Stazionamento Alto e in particolare nell'ambito hs1; si tratta di una Unità a geometria progradazionale costituita in prevalenza da un complesso pelitico (hs1) di prodelta-piattaforma interna ad argille e silt argillosi con grado di bioturbazione variabile contenenti faune a *Turritella communis*. Nella fascia costiera la successione verticale mostra una chiara tendenza negativa per la progressiva intercalazione di sottili strati sabbiosi e bioclastici che segnano il passaggio graduale ad un complesso sabbioso di spiaggia (hs2); quest'ultimo è costituito da sabbie da fini a medie, ben cernite, contenenti una fauna a *Chamelea gallina* ed è caratterizzato da diffuse impregnazioni di gas. (Versilianop.p.).

I Sistemi Trasgressivi (TST) sono costituiti da due complessi eteropici, trasgressivo paralico (tp) e trasgressivo marino (tm), separati da una superficie diacrona di rimaneggiamento marino trasgressivo (rs). La base dell'unità è rappresentata da una superficie di trasgressione (ts) che marca l'inizio della risalita del livello relativo del mare su un substrato esposto ad erosione subaerea; il tetto è costituito dalla superficie corrispondente alla fase di massima ingressione marina (mfs).

I Sistemi di Stazionamento Basso (LST) e di Caduta (FST) sono costituiti da depositi continentali (ls) costituiti prevalentemente da argille sovraconsolidate di colore grigio-giallognolo contenenti tipiche faune continentali (*Planorbidae* spp., *Pisidium* sp., *Bythinia* sp.). Sono presenti anche orizzonti di torba e corpi sabbiosi di granulometria da fine a grossolana con grado di cernita variabile. L'unità è delimitata al tetto da una superficie di esposizione subaerea; in questa unità sono rappresentati ambienti di piana inondabile con canali fluviali e paludi (Tirreniano).

Per quello che attiene la "Carta del Sottofondo" (costruita mediante l'interpretazione di linee sismiche a riflessione multicanale, di dati stratigrafici di pozzi per l'esplorazione petrolifera pubblicati e di profili sismici forniti da AGIP S.p.A.) la parte più superficiale delle successioni presenti nell'area marina compresa nel foglio NL-33-10 è rappresentata da sedimenti depositi nell'avanfossa pliocenico-quadernaria della catena appenninica settentrionale (vedi Figura seguente - "Inquadramento Geologico Regionale").

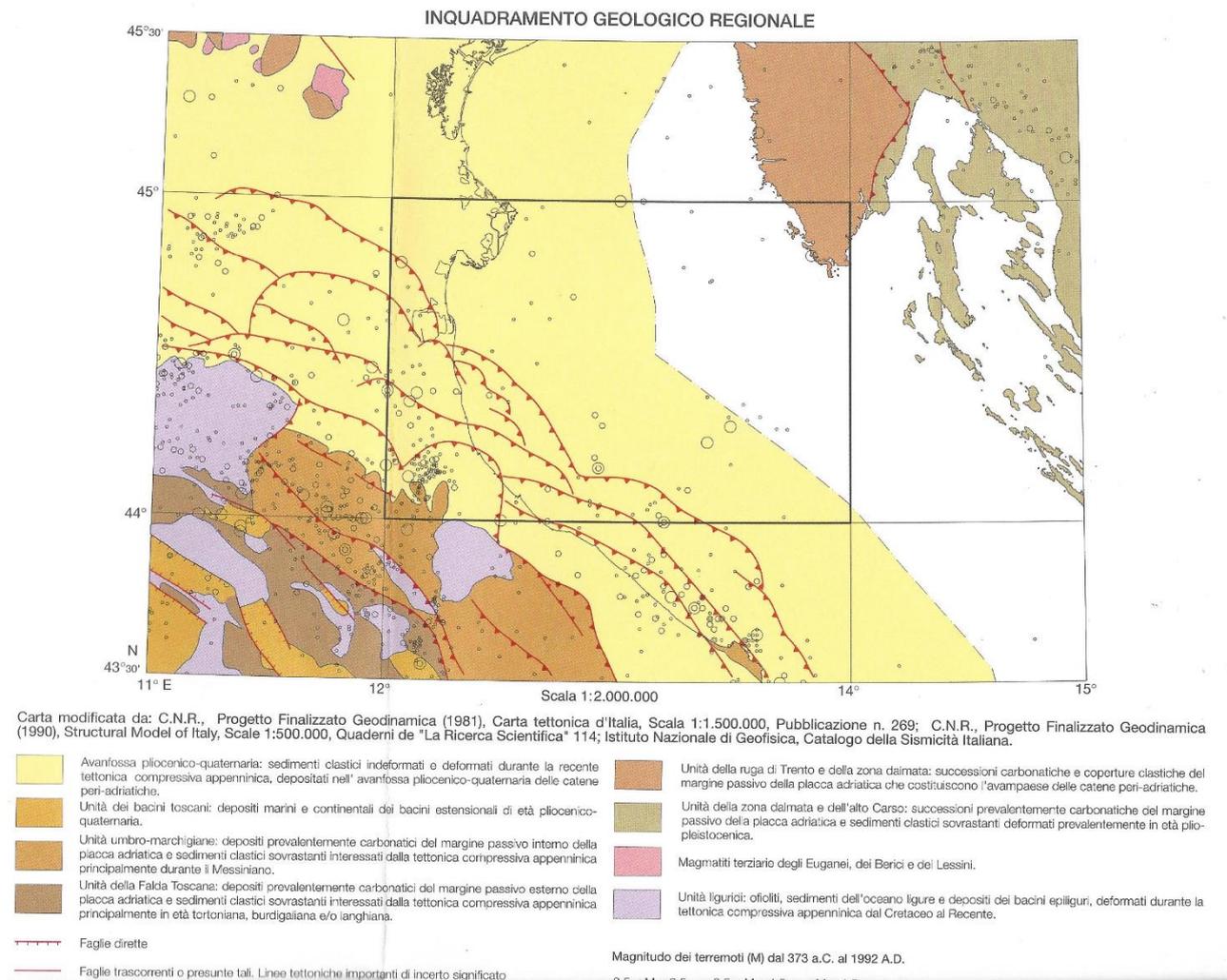


Figura 3.2 – Inquadramento geologico regionale. Carta Geologica dei Mari d’Italia.

Gli aerogeneratori di progetto, insistono in aree nelle quali, al disotto dei depositi quaternari-pliocenici, sono presenti le seguenti unità:

**Formazione di Fusignano (FUS).** Alternanze di spessi banchi arenacei, livelli conglomeratici ed intercalazioni argillose; questa unità costituisce il riempimento torbiditico delle parti centrali e più subsidenti del bacino adriatico-padano messiniano post-evaporitico.

**Argille a Colombacci (FCD).** Argille variegata intercalate a rari livelli sabbiose-siltosi ed orizzonti marnoso-calcarei evaporitici tipo "Colombacci". Le associazioni faunistiche sono tipiche di acque salmastre o dolci. Questa unità occupa le parti marginali del bacino torbiditico adriatico-padano messiniano post-evaporitico caratterizzate da un ambiente lagunare-salmastro.

**Formazione Gessoso-Solfifera (GES).** Banchi di gesso intercalati a marne e sottili livelli calcarei; l'unità rappresenta la sedimentazione in bacini a circolazione ristretta durante l'abbassamento di livello marino messiniano.

## 4 INQUADRAMENTO BATIMETRICO

La zona di intervento si inserisce nella estesa piattaforma continentale dell'Adriatico Settentrionale; si tratta di una piattaforma a basso gradiente con pendenza media di  $0.02^\circ$  che presenta aree a microtopografia complessa con rilievi metrici irregolari ed incisioni discontinue profonde fino a 4-5 metri lungo l'asse del bacino; la fascia più prossima alla costa presenta una maggiore uniformità e pendenza dell'ordine di  $0.5^\circ$ .

Informazioni sulla batimetria a grande scala sono desumibili dai risultati del progetto EMODnet (European Marine Observation and Data Network) finanziato dal Direttorato Generale degli Affari marittimi e della pesca della Commissione Europea (D.G. MARE), finalizzato alla creazione di una banca dati europea, consultabile online, relativa alle conoscenze delle aree sommerse. In particolare è possibile fare riferimento al progetto EMODnet Bathymetry che fornisce un modello digitale del terreno (DTM) del fondo del mare avente una maglia di circa 100 mt dal quale sono state desunte le isobate (passo 1 mt) riportate nella figura seguente.

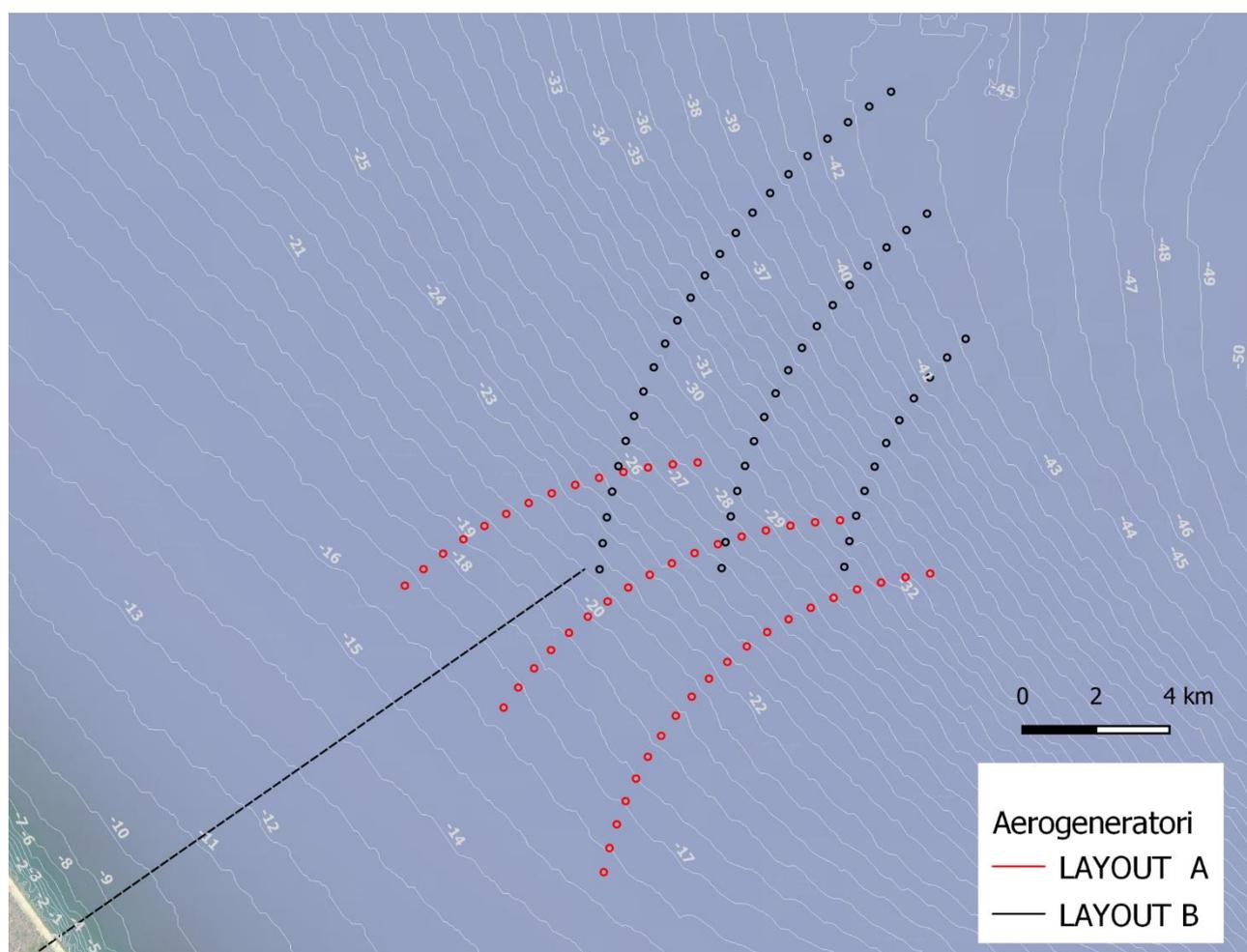


Figura 4.1 – Andamento batimetrico desunto dal D.T.M. (digital terrain model) del progetto EMODnet bathymetry.

Come si vede i due layout previsti interessano zone con profondità del fondo marino che variano da 15 a 34 m per il layout A e da 21 a 44 m per il layout B.

## 5 INQUADRAMENTO SISMICO

Come avviene per l'intero territorio nazionale, anche per la zona di interesse, l'elenco delle sorgenti sismogenetiche, sono contenute nel database DISS redatto dall'INGV e consultabile sul suo sito istituzionale. Nel database vengono distinte le sorgenti sismogenetiche "individuali" da quelle "composite". In particolare una sorgente "composita" è una struttura desunta sulla base di considerazioni di carattere regionale e dati geologici di sottosuolo, che abbraccia un numero imprecisato di sorgenti individuali. Queste sorgenti non vengono considerate come capaci di un terremoto di specifica magnitudo, mentre le caratteristiche strutturali sono in genere documentate da attività dal Pleistocene superiore all'attuale. L'intero lavoro di definizione di questo database è finalizzato all'analisi di pericolosità sismica con approccio probabilistico, che trova poi applicazione negli studi di risposta sismica locale.

L'area di Rimini è caratterizzata dalla presenza delle sorgenti composite denominate "Riminese onshore" (cod. ITCS039) e "Riminese offshore" (cod. ITCS030), come rappresentato nella figura seguente. Queste sorgenti attraversano il territorio tra le Marche e la Romagna ed sono parte del sovrascorrimento esterno umbro-marchigiano. Il fronte è costituito da un sistema di faglie vergente verso nord-est al bordo esterno della catena appenninica settentrionale, parallelo alla line di costa marchigiana.

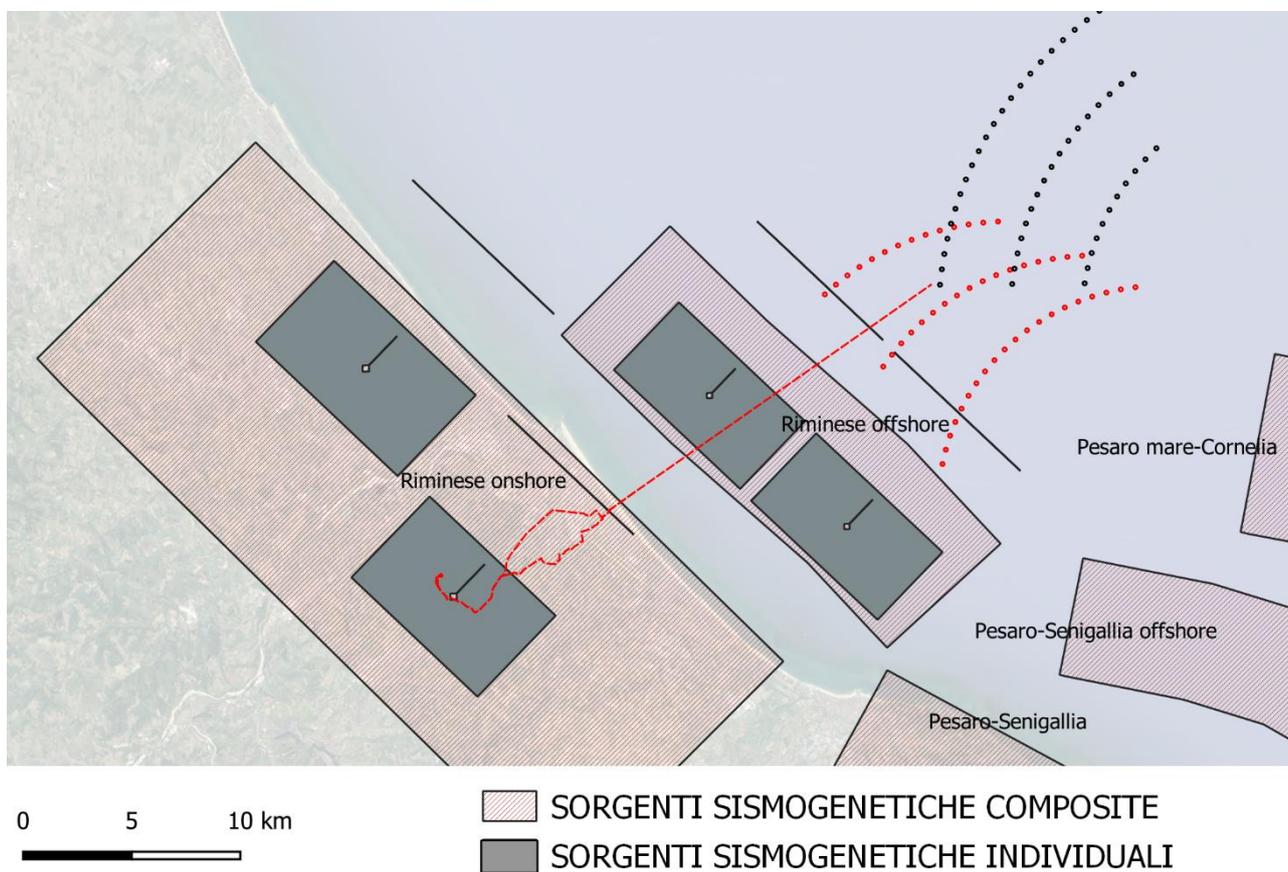


Figura 5.1 – Quadro delle sorgenti sismogenetiche che caratterizzano, a grande scala, l'area in esame (DISS \_ Vers.3.2.1)

L'area progettuale interferisce inoltre con le sorgenti sismogenetiche individuali denominate "Rimini" (cod. ITIS035 – cavidotto a terra e stazione elettrica) e "Rimini offshore North" (codice ITIS034 – cavidotto a mare),

queste due sorgenti sono rispettivamente state correlate con i terremoti del 25 dicembre 1786 e del 17 maggio 1916.

I cataloghi storici e strumentali (Boschi et alii., 2000; Gruppo Lavoro CPTI, 2004; Pondrelli et alii. 2006; Giudoboni et alii., 2007) mostrano numerosi terremoti distruttivi che sono occorsi nel settore centrale e meridionale dell'area; gli eventi più significativi (procedendo da sud-est verso nord.ovest) sono: il doppio terremoto del 17 maggio e 16 agosto del 1916 (con Mw 5.9 nell'alto adriatico), gli eventi del 14 aprile 1672 (Mw 5.6) e del 25 dicembre 1786 (Mw 5.7) e il terremoto del 17 marzo 1875 (Mw 5.7). L'area, inoltre, mostra una sismicità intermedia sparsa (compresa tra 4.5 e 5 Mw). Numerose prove suggeriscono fortemente che la regione sta subendo una compressione in direzione NE-SW, sia sulla base di meccanismi focali dei terremoti (Frepoli e Amato 1997) sia dei dati di sondaggio (Montone et alii 2004) che mostrano un asse di stress minimo in direzione NO-SE. Sebbene i dati sul campo attuale disponibili non siano ancora chiari, la sorgente onshore Riminese può essere considerata il possibile settore settentrionale della spinta del sovrascorrimento marchigiano, per il quale il sistema di sovrascorrimenti ciechi è stato riconosciuto come il meccanismo tettonico responsabile della faglia sismogenetica.

Il catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (versione CPTI15) che rappresenta il più completo e aggiornato database dei parametri macrosismici e strumentali dell'intero territorio nazionale, riporta, per il comune di Rimini 78 eventi sismici.

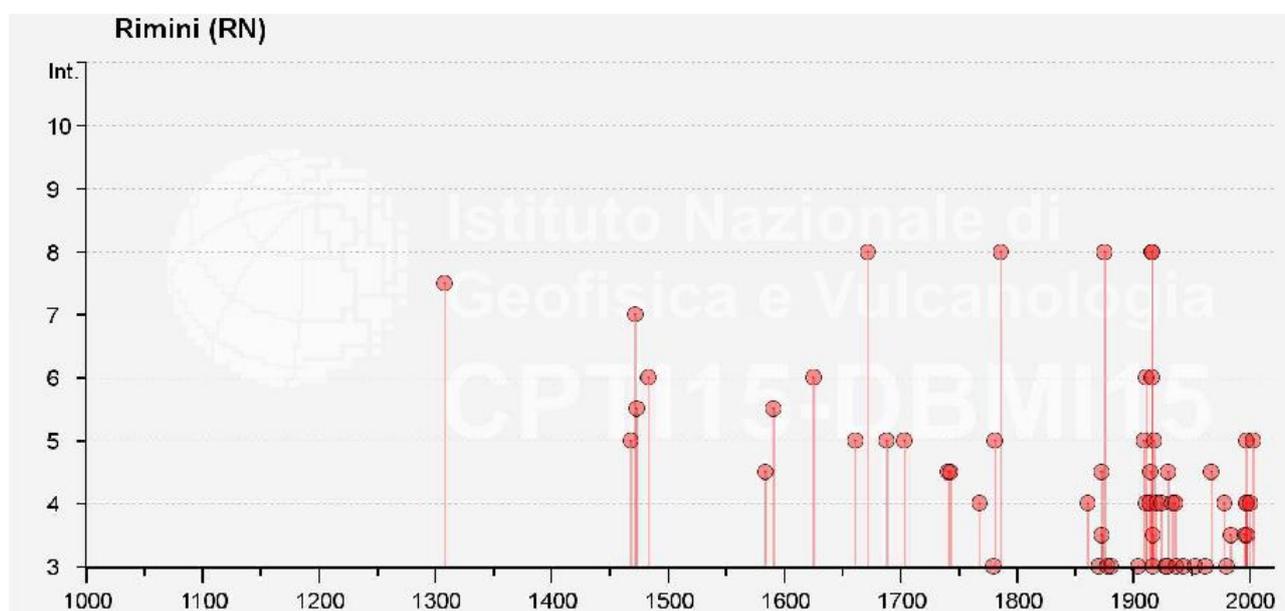


Figura 5.2 – Grafico intensità macrosismica/tempo relativo alla storia sismica del comune di Rimini, ricavato dal DBMI15.

Il progetto ITHACA (ITaly Hazard from Capable faults), sviluppato dal Servizio Geologico di Stato – ISPRA, riporta la posizione di tutte le faglie attive, in grado cioè di produrre movimenti in superficie (faglie "capaci" sono quelle che hanno mostrato attività dal Pleistocene superiore ad oggi); la figura seguente rappresenta la traccia di quelle prossime alla zona d'intervento.

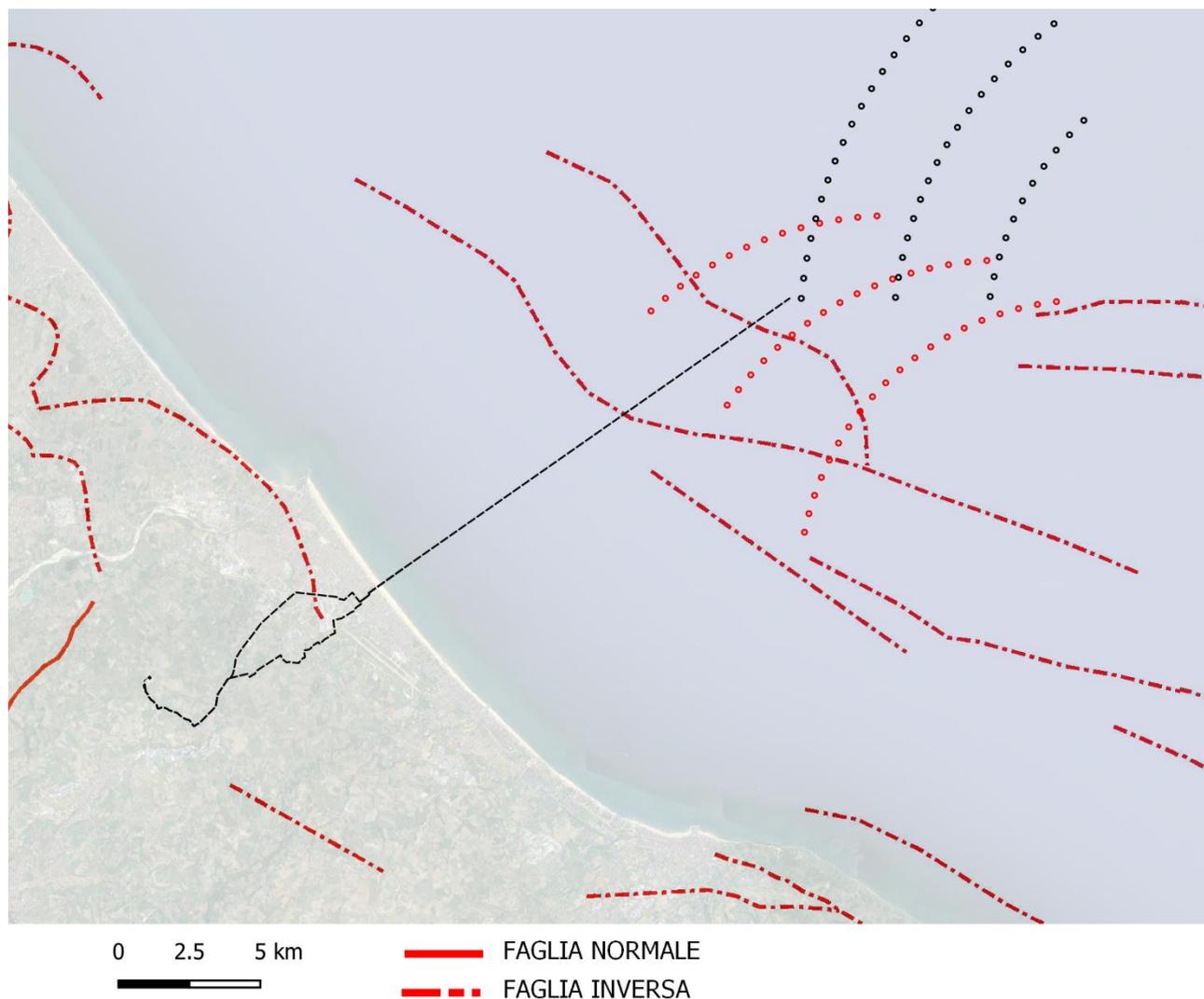


Figura 5.3 – Posizioni delle faglie capaci (Progetto Ithaca- ISPRA) rispetto all'area di progetto.

Si nota che alcune faglie inverse, considerate capaci di generare spostamenti della superficie in caso di sisma, interferiscono con quanto progettato.

Nella figura seguente viene riportata l'età della presunta attività delle faglie capaci, ed è possibile notare che l'ultima attivazione di tutte quelle interferenti con la zona di progetto sia databile al pleistocene inferiore diminuendo "forse" la pericolosità attesa.

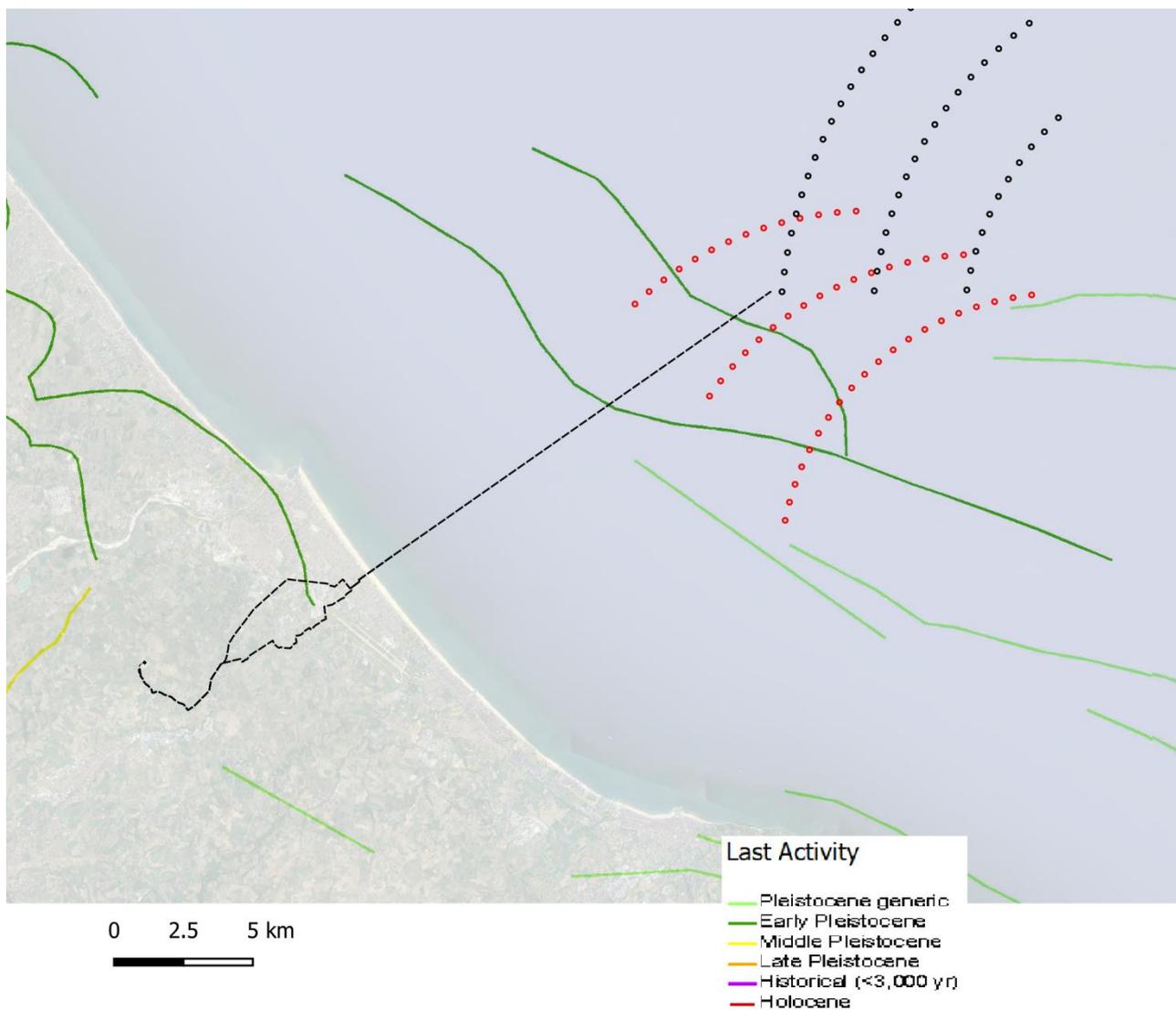


Figura 5.4 – Età della ultima attività registrata per le faglie capaci (Progetto Ithaca- ISPRA) rispetto all’area di progetto.

Negli ultimi anni si sono succeduti provvedimenti normativi ed amministrativi per la definizione delle caratteristiche di pericolosità sismica locale. Con l’OPCM n°3274 del 20/03/2003 “*Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica*”, che rispondeva alla necessità di aggiornare gli strumenti normativi per la riduzione del rischio sismico, si stabiliscono i criteri per la individuazione delle zone sismiche e la nuova classificazione sismica dei comuni italiani, successivamente integrati e aggiornati dall’OPCM 3519/06. L’intero territorio nazionale viene suddiviso in 4 zone sulla base di un differente valore dell’accelerazione di picco  $a_g$  su terreno a comportamento rigido, derivante da studi predisposti dall’INGV DPC. Gli intervalli di accelerazione  $a_g$  con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni sono stati rapportati alle 4 zone sismiche indicate dall’OPCM 5319/06 vedi tabella seguente.

	Zona sismica	Accelerazione
1	La zona più pericolosa. La probabilità che capiti un forte terremoto è alta	$a_g > 0.25$
2	In questa zona forti terremoti sono possibili	$0.15 < a_g \leq 0.25$
3	In questa zona i forti terremoti sono meno probabili rispetto alla zona 1 e 2	$0.05 < a_g \leq 0.15$
4	La zona meno pericolosa. La probabilità che capiti un terremoto è molto bassa	$a_g \leq 0.05$

Tale classificazione è basata su una approssimazione dei valori e della distribuzione del parametro  $a_g$  secondo i limiti amministrativi (criterio "zona dipendente"). La rappresentazione di sintesi delle caratteristiche sismologiche e sismogenetiche del territorio è contenuta nella "Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale" dell'Italia, elaborata secondo l'OPCM 28/04/2006, n°3519. L'Allegato 1b dell'Ordinanza presenta i valori di pericolosità sismica di riferimento per il territorio nazionale espressa in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni.

Il comune di Rimini ricade nella zona sismica 2 (cfr Figura seguente) secondo la zonazione espressa dalla normativa regionale vigente per l'Emilia Romagna (DGR del 21/07/03, n° 1453, aggiornata con DGR n° 1164 del 23/07/2018) che costituisce il recepimento dell'OPCM del 20/03/2003 n° 3274.

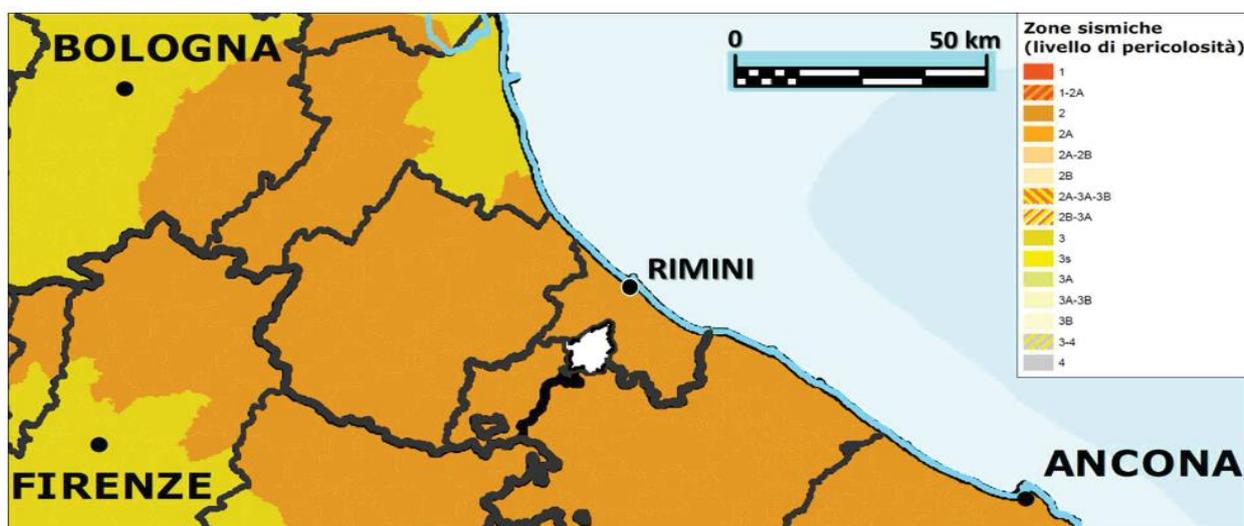


Figura 5.5 – Stralcio della mappa di classificazione sismica nazionale.

## 6 INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOFISICHE

### 6.1 Premessa

Per la determinazione delle caratteristiche stratigrafiche e litologiche del sottosuolo interessato dalle opere previste sia a terra che a mare, in questa fase, non si è provveduto a realizzare indagini geognostiche puntuali ma si sono sfruttati i risultati della mole di prove e perforazioni disponibili.

In particolare per la zona a terra si è fatto riferimento alla **"banca dati geognostica"**, prodotta dalla Regione Emilia-Romagna su incarico del Servizio Geologico Nazionale (Progetto CARG) ai fini della preparazione delle Carte Geologiche di Pianura alla scala 1:50.000). Si tratta di dati provenienti da indagini eseguite per lavori pubblici e privati che l'Ente ha provveduto ad organizzare in un database che ha permesso la creazione di uno shapefile con la referenziazione geometrica di ogni verticale. La Regione Emilia-Romagna permette dal sito internet istituzionale il download di parte dei report delle indagini eseguite, quelli che nel database vengono indicate con "pubblico" nel campo riservatezza.

Per la zona a mare i dati disponibili sono quelli provenienti dal **Progetto ViDEPI**, creato per rendere facilmente accessibili i documenti tecnici relativi all'esplorazione petrolifera in Italia.

Si tratta di documentazione riguardante titoli minerari cessati, e pertanto pubblica, depositata a partire dal 1957 presso l'UNMIG, Ufficio nazionale minerario per gli idrocarburi e le georisorse del Ministero dello sviluppo economico.

### 6.2 Indagini geognostiche zona a terra

Le indagini geognostiche considerate di interesse sono quelle che si trovano all'interno di un buffer di circa 200 mt dal tragitto del cavidotto e che hanno reports consultabili e scaricabili dal sito delle Regione Emilia Romagna; la loro ubicazione viene riportata nel seguito in relazione alla descrizione delle singole zone di interesse.

Si tratta di 89 indagini puntuali divise tra sondaggi a rotazione, prove penetrometriche statiche, prove penetrometriche dinamiche, misure geofisiche in array e passive a stazione singola.

La tabella seguente riporta le caratteristiche principali delle indagini presenti, mentre in allegato vengono riportati i report di quelle ritenute maggiormente di interesse (per tipologia e vicinanza) per la progettazione.

SIGLA	QUOTA mslm	PROF. m	DATA ESECUZIONE	TIPO PROVA
256160N004	2.5		/	array sismico
256160P464	5.8	15	21/08/2017	carotaggio continuo
256160P403	4.2	15	01/08/1985	carotaggio continuo
256160P401	4.7	15	01/08/1985	carotaggio continuo
256160P402	5.3	15	01/08/1985	carotaggio continuo
256160P501	-0.4	20	22/12/1995	carotaggio continuo
256160P440	1.9	30	10/06/2002	carotaggio continuo
256160P508	8.1	20	01/08/1996	carotaggio continuo
256160P411	3.3	25	01/12/1993	carotaggio continuo
256150P419	11.8	35	16/01/1989	carotaggio continuo

256150P425	17	40	09/02/1989	carotaggio continuo
256150P420	16.3	35	12/01/1989	carotaggio continuo
256150P424	14.6	40	11/02/1989	carotaggio continuo
256160R028	5.4	0	29/10/2010	misure di microtremore a stazione singola (HVSR)
256160R026	2.3	0	12/11/2010	misure di microtremore a stazione singola (HVSR)
256160R027	3.1	0	19/11/2010	misure di microtremore a stazione singola (HVSR)
256160R030	6	0	25/08/2017	misure di microtremore a stazione singola (HVSR)
256160R024	3.8	0	12/11/2010	misure di microtremore a stazione singola (HVSR)
256160R025	3.1	0	12/11/2010	misure di microtremore a stazione singola (HVSR)
256160R009	2.3	0	29/10/2010	misure di microtremore a stazione singola (HVSR)
256160R010	2.6	0	19/11/2010	misure di microtremore a stazione singola (HVSR)
256150C043	25.1	10.2	08/11/1983	prova CPT con punta meccanica
256150C038B	14.6	15	08/11/1984	prova CPT con punta meccanica
256150C038A	14.6	12	08/11/1984	prova CPT con punta meccanica
256160C087	3.1	10.6	01/06/1982	prova CPT con punta meccanica
256150C038D	14.6	12	08/11/1984	prova CPT con punta meccanica
256160C231	5.1	25.6	28/08/2017	prova CPT con punta meccanica
256160C229	6.5	29.4	28/08/2017	prova CPT con punta meccanica
256160C230	5	26.8	28/08/2017	prova CPT con punta meccanica
256160C228	6.1	21.4	28/08/2017	prova CPT con punta meccanica
256150C419	12.1	35.8	23/02/1989	prova CPT con punta meccanica
256160C069	2.8	10	01/09/1993	prova CPT con punta meccanica
256160C402B	5.3	15	02/09/1985	prova CPT con punta meccanica
256160C403A	4.2	20	03/09/1985	prova CPT con punta meccanica
256160C403B	4.2	20	03/09/1985	prova CPT con punta meccanica
256160C401	4.7	15	02/09/1985	prova CPT con punta meccanica
256160C402A	5.3	20	02/09/1985	prova CPT con punta meccanica
256160C043	12.3	15.2	27/05/1992	prova CPT con punta meccanica
256160C084	3.1	11.4	09/10/1987	prova CPT con punta meccanica
256160C088	3.1	14.6	01/06/1982	prova CPT con punta meccanica
256160C091	2.8	15.6	01/06/1982	prova CPT con punta meccanica
256160C086	3.2	14.6	01/06/1982	prova CPT con punta meccanica
256160C085	3.4	10	09/10/1987	prova CPT con punta meccanica
256160C090	0.4	10.6	01/06/1982	prova CPT con punta meccanica
256160C089	3.3	14.6	01/06/1982	prova CPT con punta meccanica
256160C010	6.1	10	31/08/1984	prova CPT con punta meccanica
256160C009	6.7	10	31/08/1984	prova CPT con punta meccanica
256160C078	4.8	15		prova CPT con punta meccanica
256160C076	5.1	15		prova CPT con punta meccanica
256160C163	2.3	20.2	04/11/2003	prova CPT con punta meccanica
256160C083	3.5	10	09/10/1987	prova CPT con punta meccanica
256160C079	5.3	15		prova CPT con punta meccanica
256160C077	5.6	15		prova CPT con punta meccanica
256150C045	26.2	10.4	08/11/1983	prova CPT con punta meccanica

256150C165	14.7	33.6	18/02/1989	prova CPT con punta meccanica
256150C170	17.5	22.4	17/02/1989	prova CPT con punta meccanica
256150C168	15.5	31.6	18/02/1989	prova CPT con punta meccanica
256160C167	2.5	20	31/03/2005	prova CPT con punta meccanica
256150C038C	14.6	15	08/11/1984	prova CPT con punta meccanica
256160C162	2	19	17/06/2002	prova CPT con punta meccanica
256150C176	77.7	13.6	26/05/2004	prova CPT con punta meccanica
256150C178	93.4	14.6	26/05/2004	prova CPT con punta meccanica
256150C044	25.6	10.6	08/11/1983	prova CPT con punta meccanica
256150D171	33.6	9	13/10/1990	prova dinamica generica
256160D005	6.3	7.3		prova dinamica generica
256150D172	32.2	8.5	13/10/1990	prova dinamica generica
256160D047	3.3	9.2		prova dinamica generica
256160D046	3.3	8.5		prova dinamica generica
256160D048	3.4	7.1		prova dinamica generica
256150D034	11.5	6.1		prova dinamica generica
256150D032	10.3	7.7		prova dinamica generica
256160D053	3.2	8.1		prova dinamica generica
256160D045	3.2	7.8		prova dinamica generica
256150D036	11.2	8.1		prova dinamica generica
256160D007	6.8	8		prova dinamica generica
256150D030	16.5	8.3		prova dinamica generica
256150D026	17.6	8		prova dinamica generica
256150D024	16.9	9.1		prova dinamica generica
256150D023	17.8	9		prova dinamica generica
256160D006	5.1	7.6		prova dinamica generica
256160D008	4.1	8.3		prova dinamica generica
256150D029	23.4	10.3		prova dinamica generica
256150D039	25.3	6.5		prova dinamica generica
256150D027	20	8.1		prova dinamica generica
256150D028	21.3	8.3		prova dinamica generica
256150D041	27	7.1		prova dinamica generica
256150D042	25.2	8		prova dinamica generica
256150D040	24.8	7		prova dinamica generica
256150D031	18.9	8.3		prova dinamica generica

Tabella 6.1 –. Caratteristiche principali delle indagini presenti

### 6.3 Indagini geognostiche zona mare

I dati considerati sono quelli provenienti dalle perforazioni e dalle tracce di indagini geofisiche che si trovano ad una distanza inferiore a 5 km dalla posizione degli aerogeneratori o del cavo di collegamento con la terra; la loro ubicazione viene riportata nel capitolo seguente.

Si tratta delle informazioni derivanti da 15 trivellazioni esplorative e da 7 stendimenti di sismica riconoscitiva. La tabella seguente riporta la data di perforazione e la profondità raggiunta dalle perforazioni ritenute maggiormente di interesse per la progettazione dei manufatti di progetto.

<b>name</b>	<b>Anno perforazione</b>	<b>Profondità raggiunta</b>
ALMA_001	1979	3235 mt
AMEDEA_001	1978	4455 mt
ANTINEA_001	1979	3907 mt
CANOPO_001	1974	3446 mt
CANOPO_002	1982	2640 mt
RICCIONE_MARE_001	1965	1665 mt
RICCIONE_MARE_002	1966	1235 mt
RICCIONE_MARE_003	1969	3321 mt
RICCIONE_MARE_006	1971	2522 mt
RICCIONE_MARE_008	1969	3076 mt
RICCIONE_MARE_009	1970	3505 mt
RICCIONE_MARE_012	1971	2259 mt
RIMINI_MARE_001	1964	2108 mt
SERENA_001	1991	1748 mt
SERENA_NORD_001_DIR	1995	1930 mt

Tabella 6.2 –. Elenco Perforazioni.

## 7 DESCRIZIONE GEOLOGICA, MORFOLOGICA E STRATIGRAFICA DI DETTAGLIO

### 7.1 Premessa

Per dettagliare quanto già esposto in senso più generale ai capitoli precedenti, nei seguenti paragrafi si procede ad una descrizione stratigrafica e geomorfologica delle le varie zone interessate dai manufatti di progetto, sulla base delle informazioni di letteratura, delle indicazioni contenute negli studi di pianificazione, dei sopralluoghi nelle zone di intervento ed utilizzando i risultati delle indagini geognostiche disponibili.

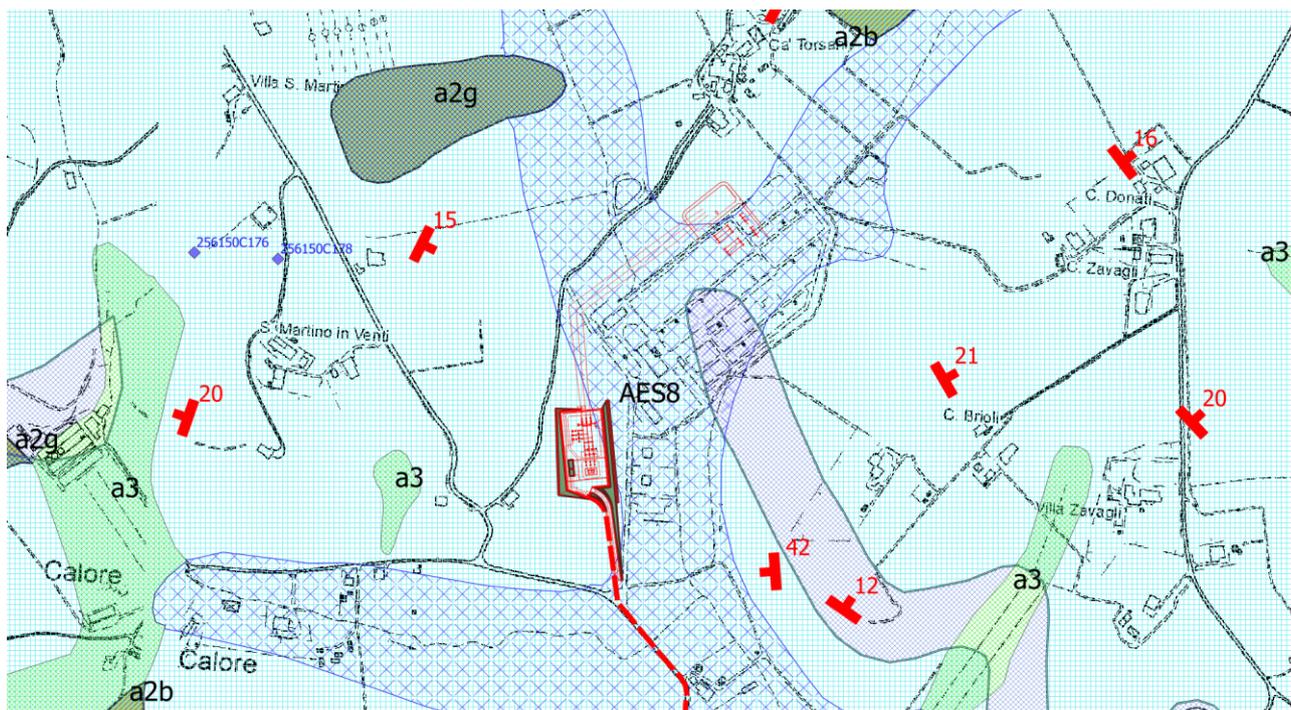
### 7.2 Zona in prossimità della stazione di transizione cavo-aereo

La zona di intervento è morfologicamente posta alla base dei versanti collinari che presentano pendici a modesta acclività ed esposizione verso i quadranti sud orientali; geologicamente si trova in una zona di transizione tra i depositi alluvionali (AES8 – Subsistema di Ravenna), caratterizzati da limi argillosi e sabbiosi, e la formazione geologica Pliocenica delle Argille Azzurre (FAA) caratterizzata da argille marnose e siltose con rara presenza di livelli arenitici. La stratificazione mostra inclinazione di circa 15° ed immersione verso SE determinando una giacitura a franappoggio-traverpoggio per i versanti presenti a nord ed ovest della centrale.



Figura 7.1 – Ripresa fotografica della zona dove è prevista la realizzazione della stazione a terra.

Le indagini di cui si ha la disponibilità dei report, sono rappresentate da due prove penetrometriche statiche a punta meccanica (codici 256150C178 e 256150C176) che, seppur non troppo vicine alla zona di intervento, permettono di caratterizzare i litotipi della formazione geologica in posto. Si tratta di depositi compatti (resistenza all'avanzamento della punta del penetrometro -qc- generalmente superiori a 50 kg/cm<sup>2</sup>), con localmente, la presenza di depositi di alterazione eluvio-colluviali meno consistenti che possono raggiungere spessori anche non trascurabili (cfr. prova 256150C176 dove la copertura eluvio-colluviale risulta di circa 7 mt).



Direzione ed inclinazione strati

0 100 200 m

**COPERTURE QUATERNARIE**

- a2b - Deposito di frana quiescente per scivolamento
- a2d - Deposito di frana quiescente per colamento di fango
- a2g - Deposito di frana quiescente complessa
- a3 - Deposito di versante s.l.
- AES8 - Subsistema di Ravenna

**UNITA' GEOLOGICHE**

- FAA - Argille Azzurre
- FAAap - Argille Azzurre - litofacies arenaceo-pelitica

**P.A.I. Rischio frana**

- Aree da assoggettare a verifica

**Indagini Geognostiche ER**

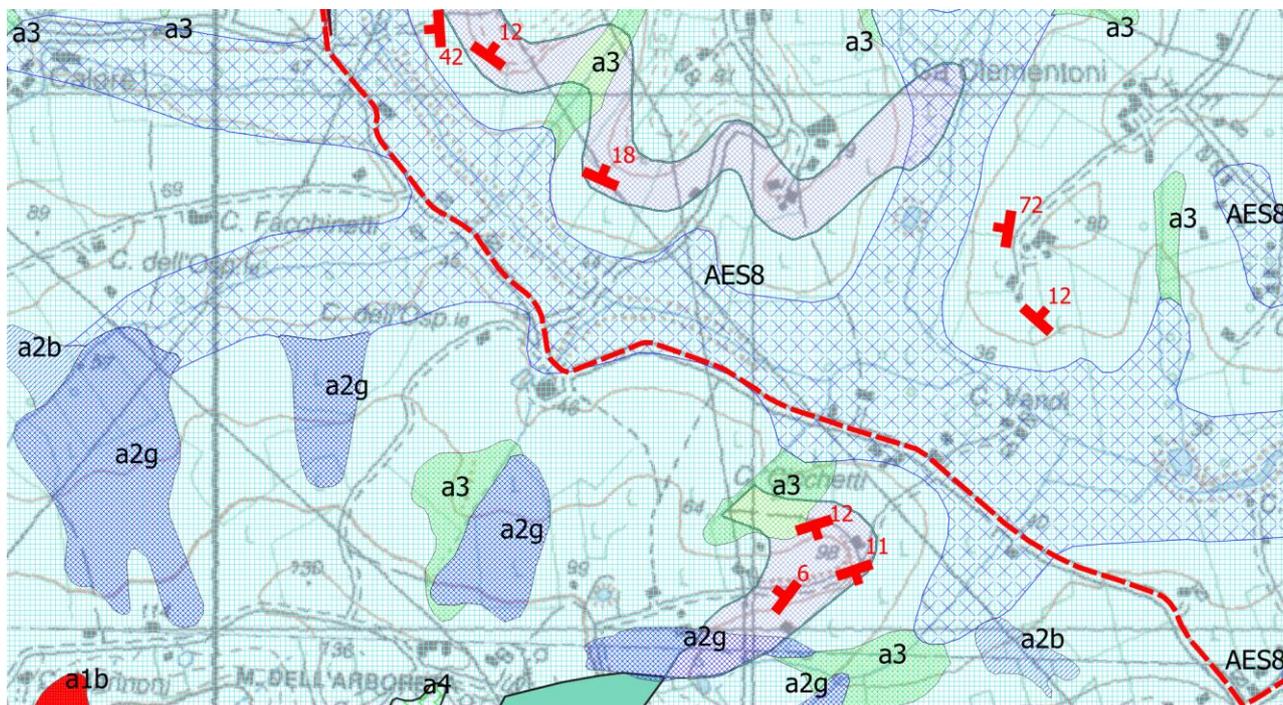
- prova CPT con punta meccanica

Figura 7.2 – Carta di sintesi della zona dove è prevista la realizzazione della stazione a terra.

### 7.3 Zona compresa tra la stazione a terra e via Santa Aquilina

Nella zona il cavidotto segue il percorso di via San Martino in Venti; morfologicamente si tratta di una zona di fondo valle con il fosso principale (che fa parte del sistema idraulico dell'Ausa) che scorre a distanze variabili tra circa 50 e 200 metri a valle della strada. Geologicamente, in gran parte del tratto, in superficie sono presenti i litotipi attribuibili alle coperture quaternarie derivanti dalla dinamica fluviale che

presumibilmente sono litologicamente costituite da limi argillosi sabbiosi tipici di piana inondabile (AES8); solo gli ultimi 500 metri, dove la strada aumenta un poco di quota, il cavidotto incide i depositi argilloso limosi della formazione geologica delle "Argille Azzurre" (FAA). Il cavidotto non interessa zone di rischio indicate dal P.A.I. né depositi in frana così come individuati dalla Carta Geologica Regionale.



Direzione ed inclinazione strati

0 150 300 m

**COPERTURE QUATERNARIE**

- a1b - Deposito di frana attiva per scivolamento
- a2b - Deposito di frana quiescente per scivolamento
- a2g - Deposito di frana quiescente complessa
- a3 - Deposito di versante s.l.
- a4 - Deposito eluvio-colluviale
- AES8 - Subsistema di Ravenna

**UNITA' GEOLOGICHE**

- FAA - Argille Azzurre
- FAAap - Argille Azzurre - litofacies arenaceo-pelitica
- FAAMc - Argille Azzurre - litofacies delle marne di Corpoli<sup>2</sup>

Figura 7.3 – Carta di sintesi della zona di posa del cavidotto tra la stazione a terra e via Sant'Aquilina.

Morfologicamente le discontinuità caratterizzanti la zona considerata sono date dalle incisioni dei corsi d'acqua che drenano i versanti a monte della strada, con alvei generalmente orientati da O-SO che si immettono nel fosso principale.



Figura 7.4 – Ripresa fotografica di un attraversamento sotto via San Martino in Venti di uno dei corsi d’acqua presenti.

Nell’ultima parte del tratto considerato, dove sono presenti i litotipi della formazione geologica delle “Argille Azzurre”, a valle delle strada i campi coltivati presentano un andamento a rigonfiamenti e avvallamenti tipico delle zone interessate da lenti movimenti della parte superficiale del terreno (creep).



Figura 7.5 – Ripresa fotografica con evidenziata, a valle della strada, la zona interessata dai fenomeni di creep.

## 7.4 Zona di Via Sant'Aquilina fino al punto di realizzazione della T.O.C. sotto l'alveo dell'Ausa

Il cavidotto verrà installato seguendo il percorso stradale che si sviluppa in una zona morfologicamente rilevata rispetto a quelle poste a NO e SE dove rispettivamente scorrono la "Fossa Budriale" ed il Torrente Ausa i cui alvei incisi rappresentano le discontinuità più rilevanti della zona; i sopralluoghi non hanno evidenziato processi gravitativi che interessano la strada e neppure le cartografie (P.A.I. e Carta Geologica Regionale) evidenziano criticità. Geologicamente il percorso interessa i depositi alluvionali di fondo valle (AES8) ed i litotipi della formazione marina della "Argille Azzurre" (FAA).

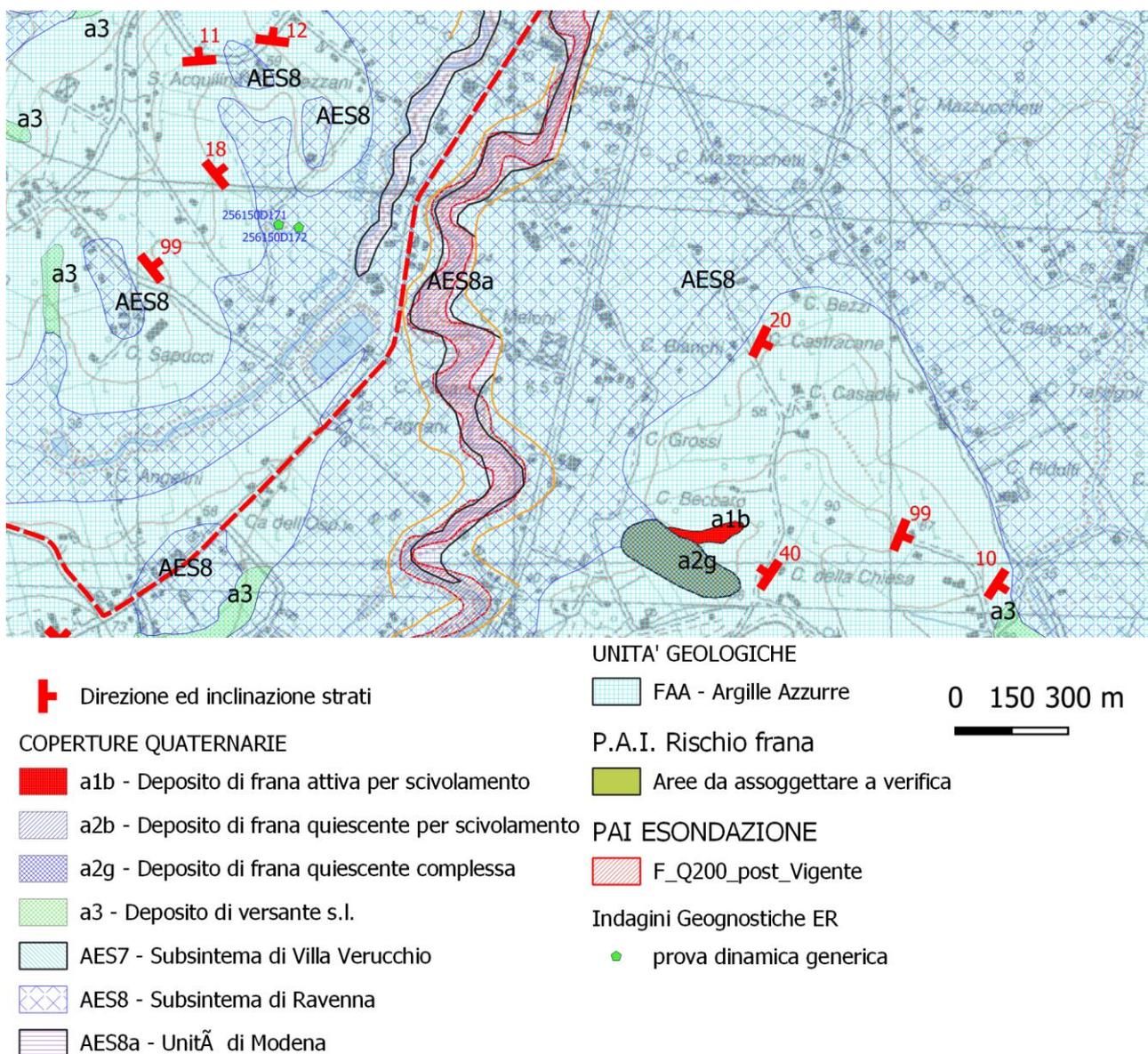


Figura 7.6 – Carta di sintesi della zona di posa del cavidotto lungo via Sant'Aquilina.

Le indagini di cui si ha la disponibilità dei report sono rappresentate da due prove penetrometriche dinamiche (codici 256150D171 e 256150D172); si tratta di prove penetrometriche dinamiche "leggere" (maglio 30 kg) che mostrano fino a circa 8 metri, un numero di colpi generalmente inferiore a 5 per l'avanzamento di 10 cm

di punta, indicando litotipi da poco a mediamente consistenti; inferiormente (la prova più profonda è stata terminata a 9 m di profondità) la resistenza all'avanzamento aumenta (numero di colpi superiore a 10).

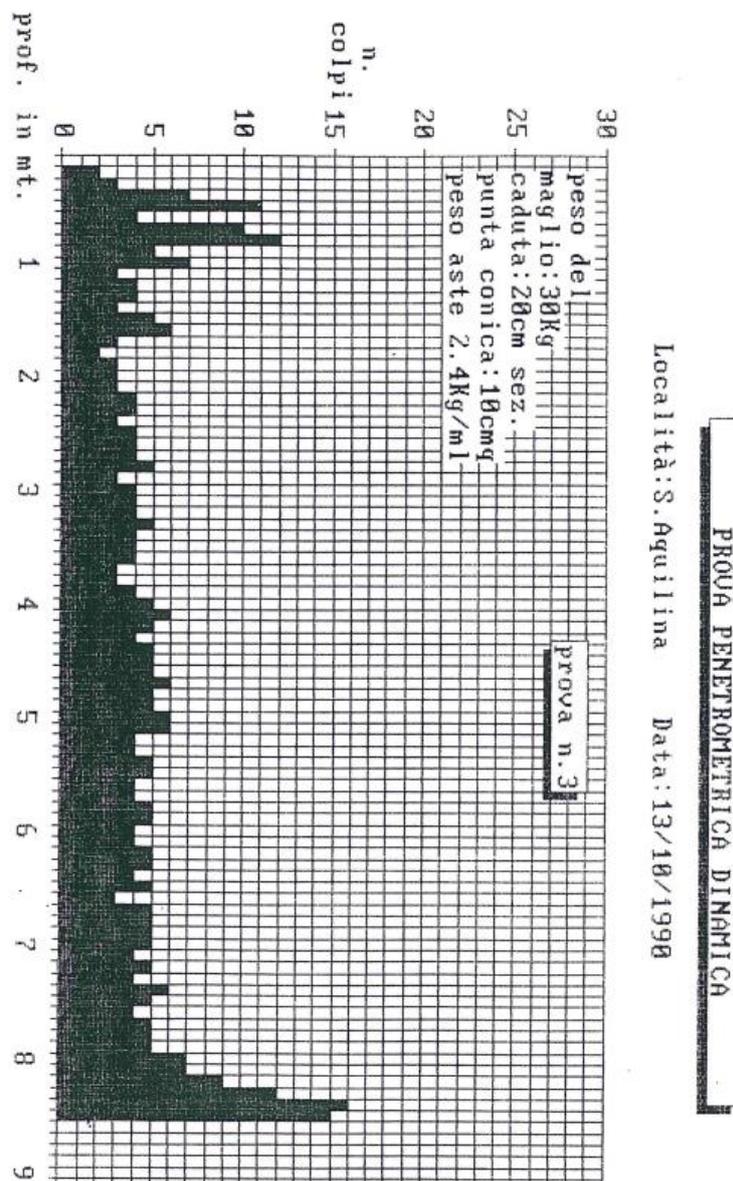
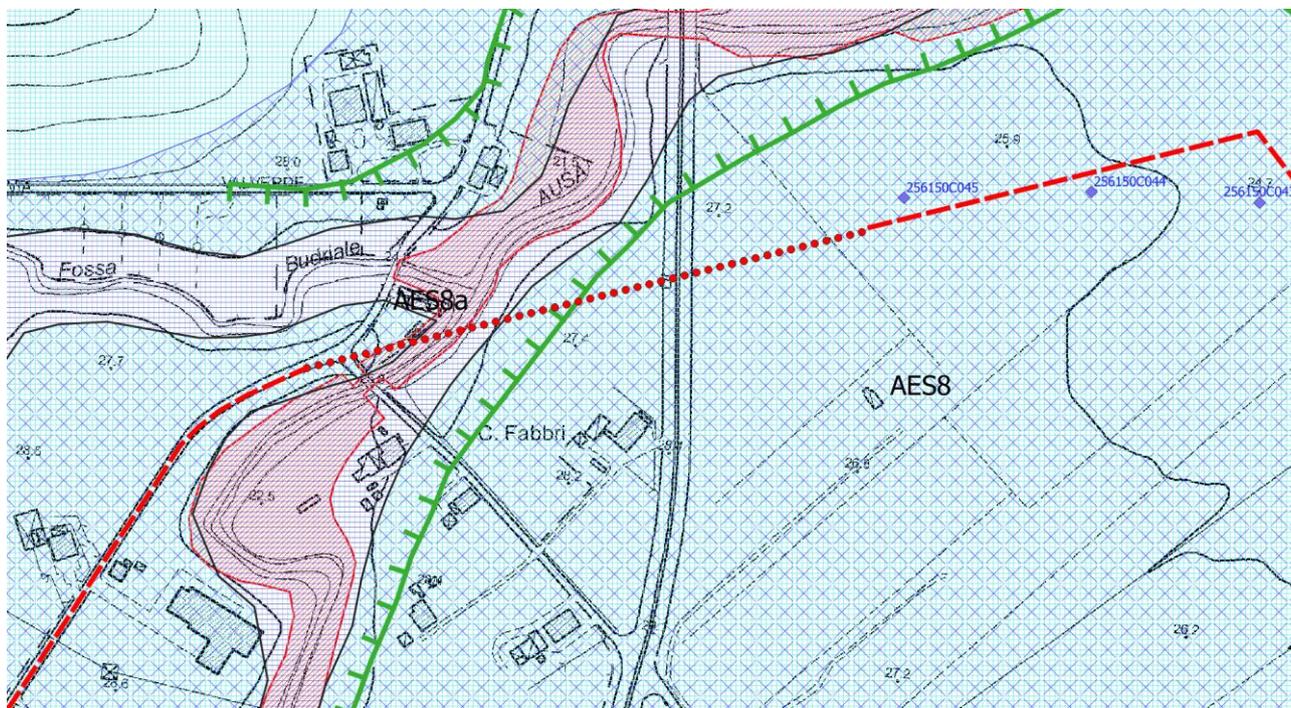


Figura 7.7 – Diagramma penetrometrico prova n° 256150D171

## 7.5 Zona di attraversamento del Torrente Ausa mediante la realizzazione di una T.O.C.

Elemento caratterizzante la zona dal punto di vista morfologico è l'alveo inciso del Torrente Ausa che poco a valle della zona di attraversamento si unisce a quello della Fossa Budriale. In destra idraulica è presente un'ampia superficie subpianeggiante; l'entrata e l'uscita della Trivellazione Orizzontale Controllata, avverrà nei depositi delle coperture quaternarie, in particolare nelle alluvioni del Sintema di Ravenna (AES8) senza interferire con le perimetrazioni di rischio idraulico indicate nel P.A.I.



Indagini Geognostiche ER

**COPERTURE QUATERNARIE**

AES8 - Subsistema di Ravenna

AES8a - Unità di Modena

**UNITA' GEOLOGICHE**

FAA - Argille Azzurre

**PAI ESONDAZIONE**

F\_Q200\_post\_Vigente

♦ prova CPT con punta meccanica

— orlo di terrazzo fluviale

••••• TOC AUSA

--- CAVIDOTTO

0 50 100 m

Figura 7.8 – Carta di sintesi della zona di posa nei pressi del Torrente Ausa.

Le indagini di cui si ha la disponibilità dei report sono rappresentate da tre prove penetrometriche statiche CPT (codici 256150C043, 256150C044 e 256150C045) realizzate nella piana alluvionale ad est rispetto alla Strada Statale n°72.

Le prove sono state spinte fino a profondità di poco superiori ai 10 metri, i valori di resistenza all'avanzamento della punta (qc) indicano litotipi da poco a mediamente compatti, con i livelli meno resistenti presenti negli intervalli di profondità circa tra 3 e 4 m e 8 e 9 m di profondità. I rapporti tra resistenza all'avanzamento della punta e del manicotto del penetrometro permettono di affermare che la natura

litologica dei terreni incontrati è prevalentemente argilloso limosa. Al di sotto dell'alveo è possibile uno spessore di depositi a granulometria più grossolana legati alla dinamica attuale del corso d'acqua.

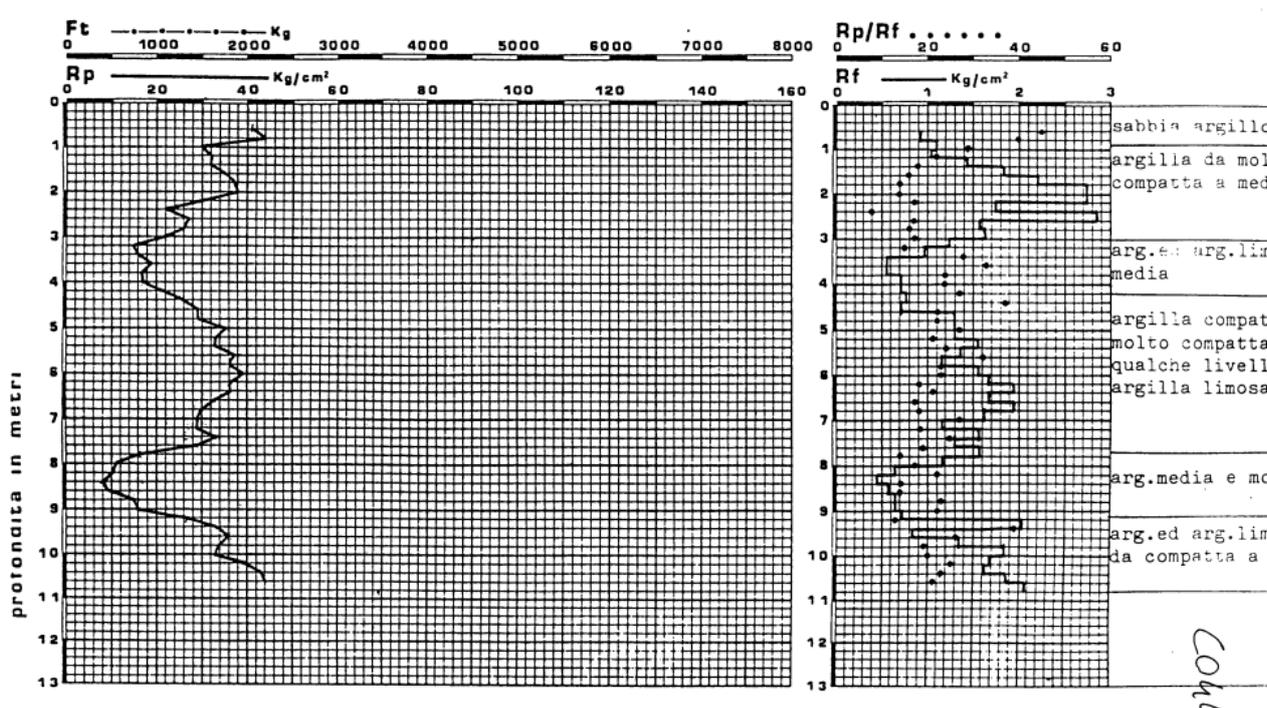


Figura 7.9 – Diagramma penetrometrico prova n° 256150C044.

### 7.6 Zona percorso tra via Maceri e Via Montescudo

Il cavidotto si sviluppa seguendo le sedi stradali in una zona subpianeggiante posta in dx idraulica al Torrente Ausa che viene costeggiato per un tratto di circa 250 metri; in tale tratto il corso d'acqua presenta un alveo che scorre a quote di circa 14 mslm, mentre la sede stradale si trova ad almeno 8 metri più in alto, escludendo la possibilità di essere raggiunta dalle acque di esondazione.

Altro elemento geomorfologico da annotare è la presenza, poco ad est dell'immissione di Via Maceri in Via Montescudo, dell'incisione di un tributario del T.Ausa.



Figura 7.10 – Foto dell'alveo del fosso, affluente in Dx del T.Ausa, e sottopasso sotto la sede stradale di Via Maceri.

Dal punto di vista geologico tutto il tratto interessa i depositi delle coperture quaternarie, in particolare delle alluvioni del Sintema di Ravenna (AES8) e dell'Unità di Modena (AES8a) che sono generalmente caratterizzate dalla presenza di depositi per lo più limoso-argillosi.

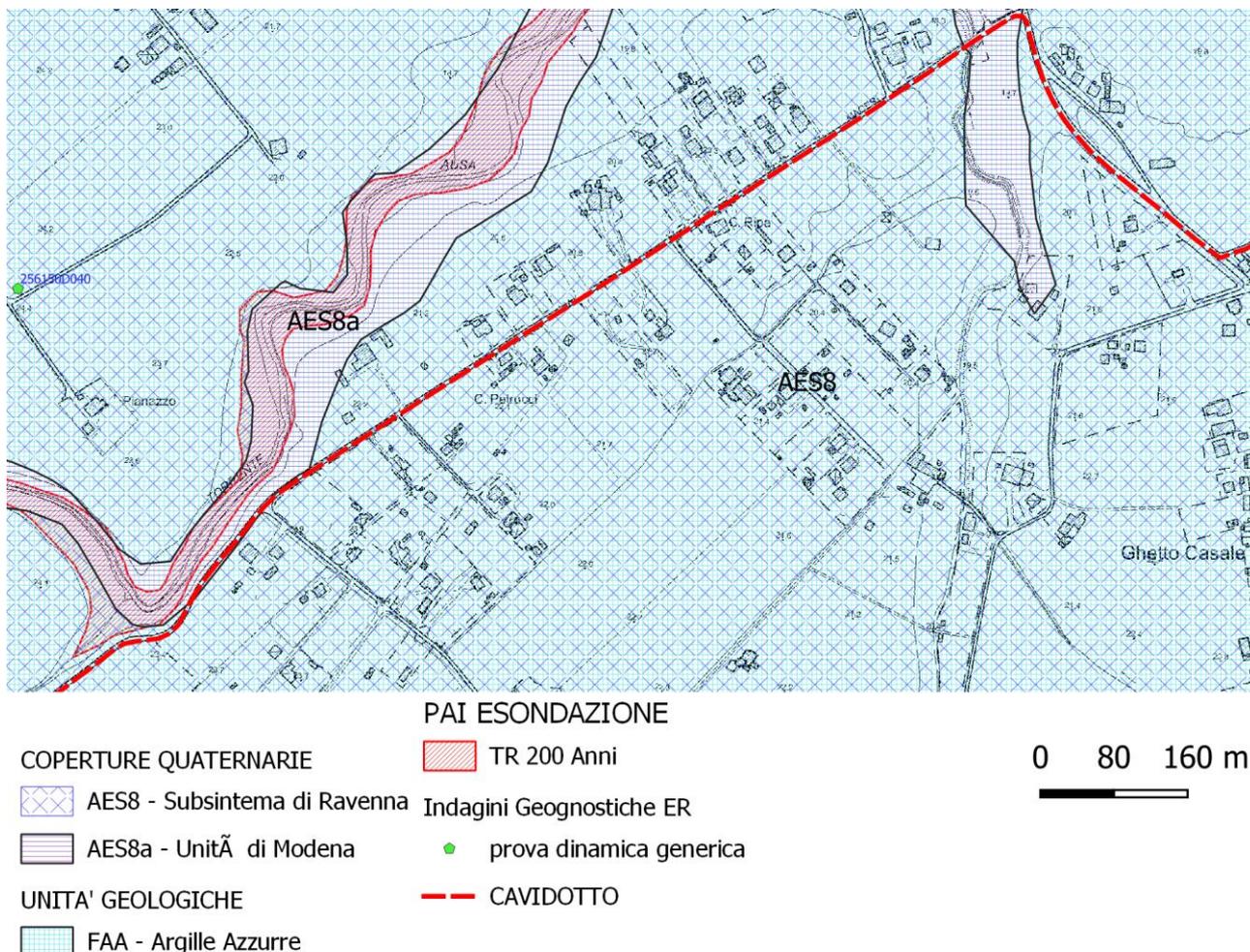


Figura 7.11 – Carta di sintesi della zona tra Via Maceri e via Montescudo.

## 7.7 Zona percorso via C  del Drago – via C  Sabbioni – via Monte l'Abbate

Morfologicamente il tratto   caratterizzato dal superamento del rilievo su cui sorge la frazione di San Martino Monte l'Abbate; si tratta di una collina con modesta energia di rilievo geologicamente caratterizzata dalla presenza dei litotipi argilloso-limoso compatti della formazione geologica delle "Argille Azzurre" (FAA) che qui presentano stratificazione verticale e che si elevano rispetto ai depositi alluvionali circostanti (AES8). Il percorso del cavidotto interferisce con un deposito che la carta geologica regionale indica come "di versante" (a3) che si trova in corrispondenza di un modesto impluvio nel versante occidentale della collina; il sopralluogo eseguito non ha evidenziato la presenza di indizi che fanno supporre attualmente una tendenza evolutiva in atto.

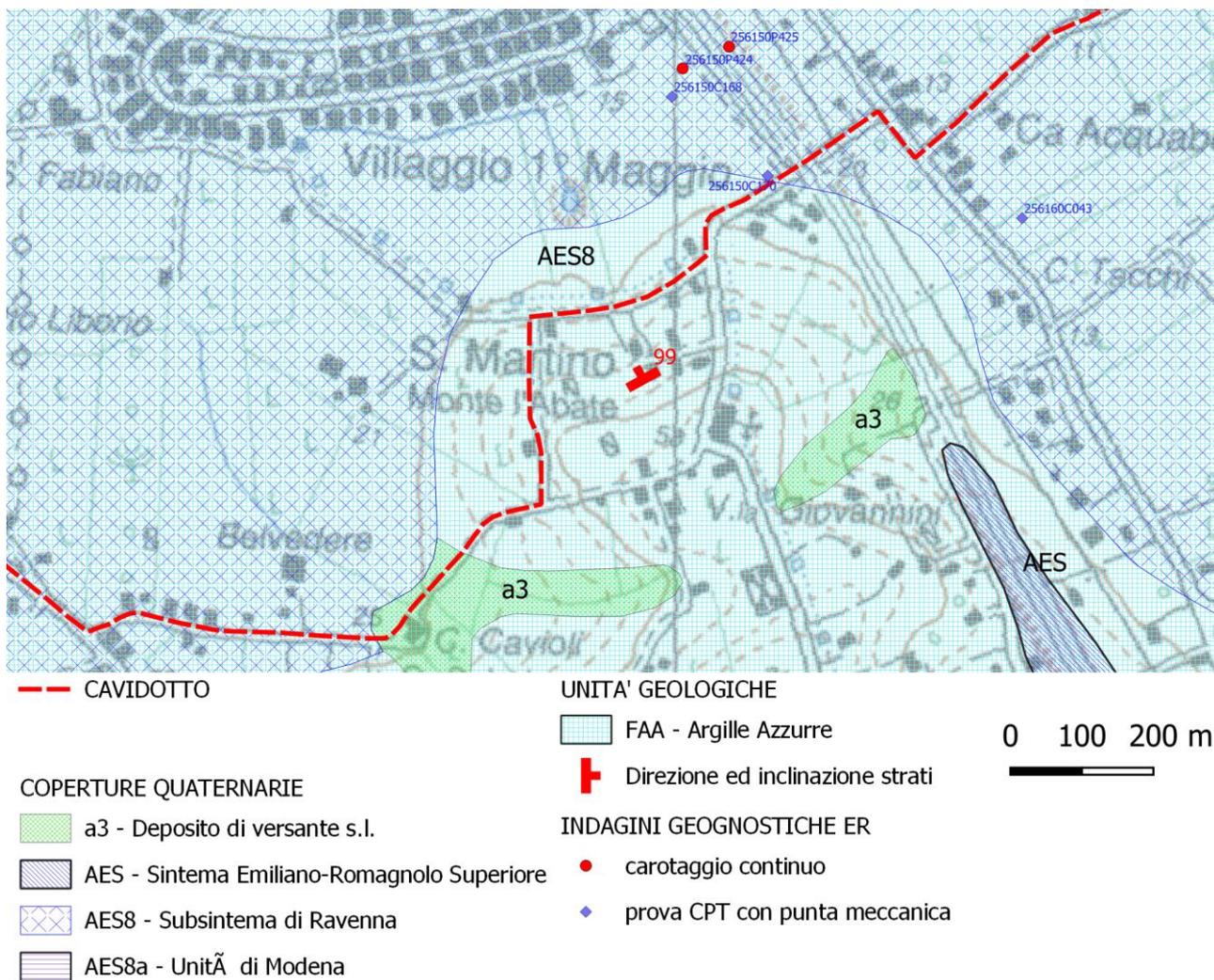


Figura 7.12 – Carta di sintesi della zona tra Via Cà del Drago e Via Monte l’Abbate.

Sono numerosi i report delle indagini disponibili per la zona in oggetto, purtroppo tutte concentrate nelle porzioni di territorio interessate dalle coperture quaternarie. In particolare la prova penetrometrica statica n°25615C170 è stata realizzata in prossimità del passaggio del cavidotto nella zona di contatto tra i depositi pliocenici e le alluvioni. I valori registrati mostrano un livello superiore (fino a circa 3 m di profondità) caratterizzata da litotipi mediamente consistenti ( $q_c$  medio circa  $25 \text{ kg/cm}^2$ ), inferiormente fino alla fine della prova (22 m) i litotipi sono generalmente compatti con valore medio di  $q_c$  di circa  $40 \text{ kg/cm}^2$ . Informazioni sulla litologia possono essere dedotte dai log stratigrafici dei sondaggi (riferimenti 256150P424 e 256150P425) che mostrano fino a 40 m di profondità la presenza di depositi prevalentemente coesivi (argille limose e limi argillosi in prevalenza) con subordinati livelli centimetrici a contenuto sabbioso.

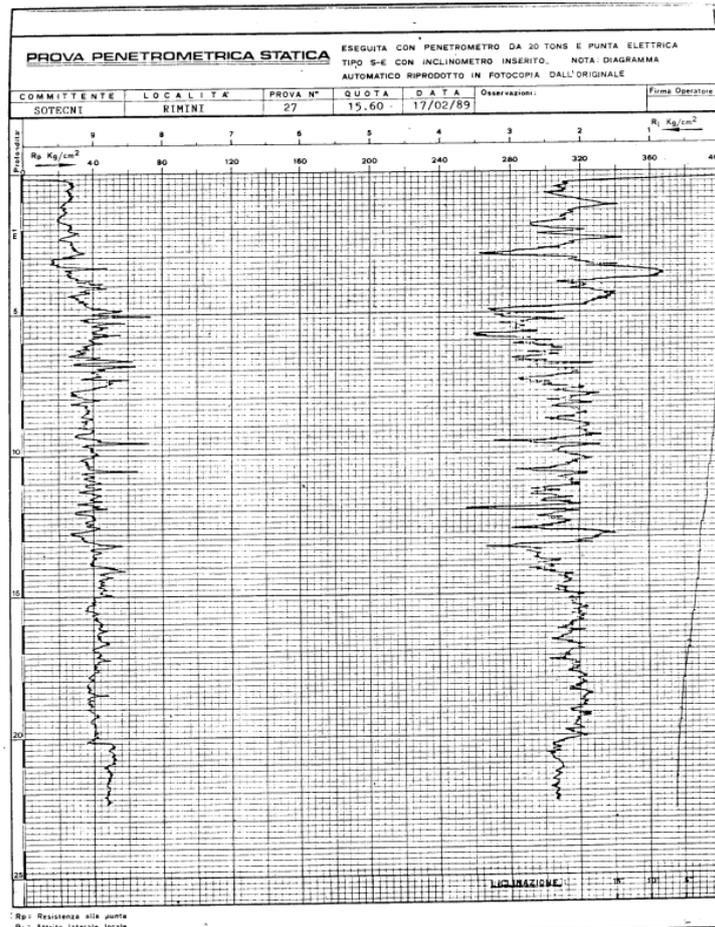


Figura 7.13 – Diagramma penetrometrico prova n° 256150C170

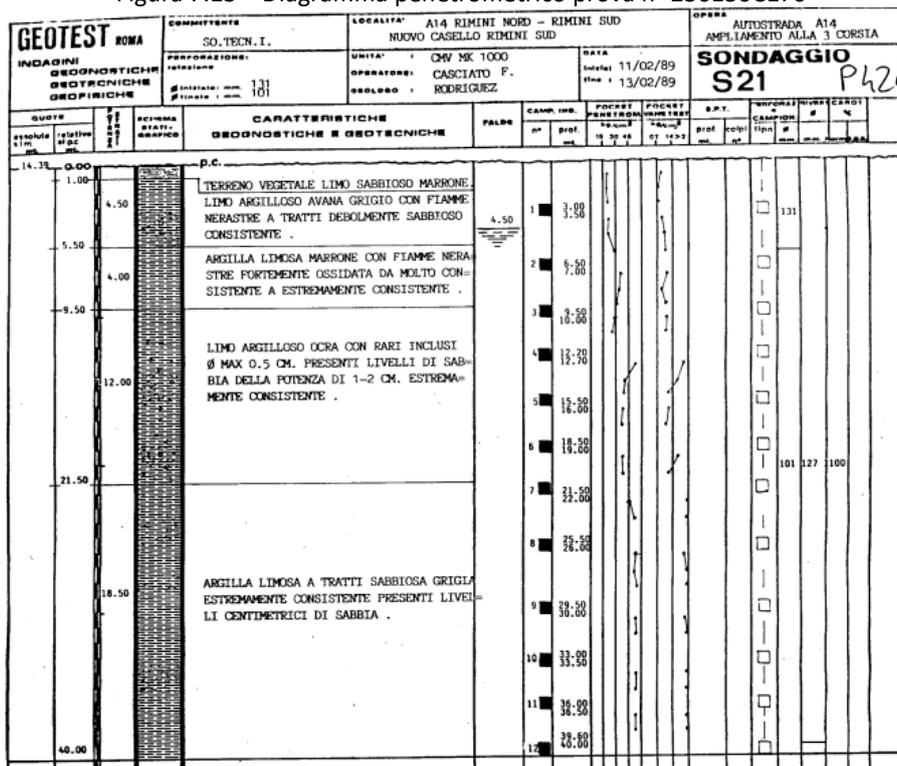


Figura 7.14 – Log stratigrafico sondaggio n° 256150P424

## 7.8 Zona percorso via Monte l'Abbate – via Mellucci

Il tratto si sviluppa integralmente nella piana alluvionale, dove le pendenze sono trascurabili e le discontinuità sono essenzialmente imputabili ad attività antropica. Il cavidotto interessa i depositi alluvionali (AES8) e non sono segnalati ambiti di pericolosità geologica o geomorfologica.

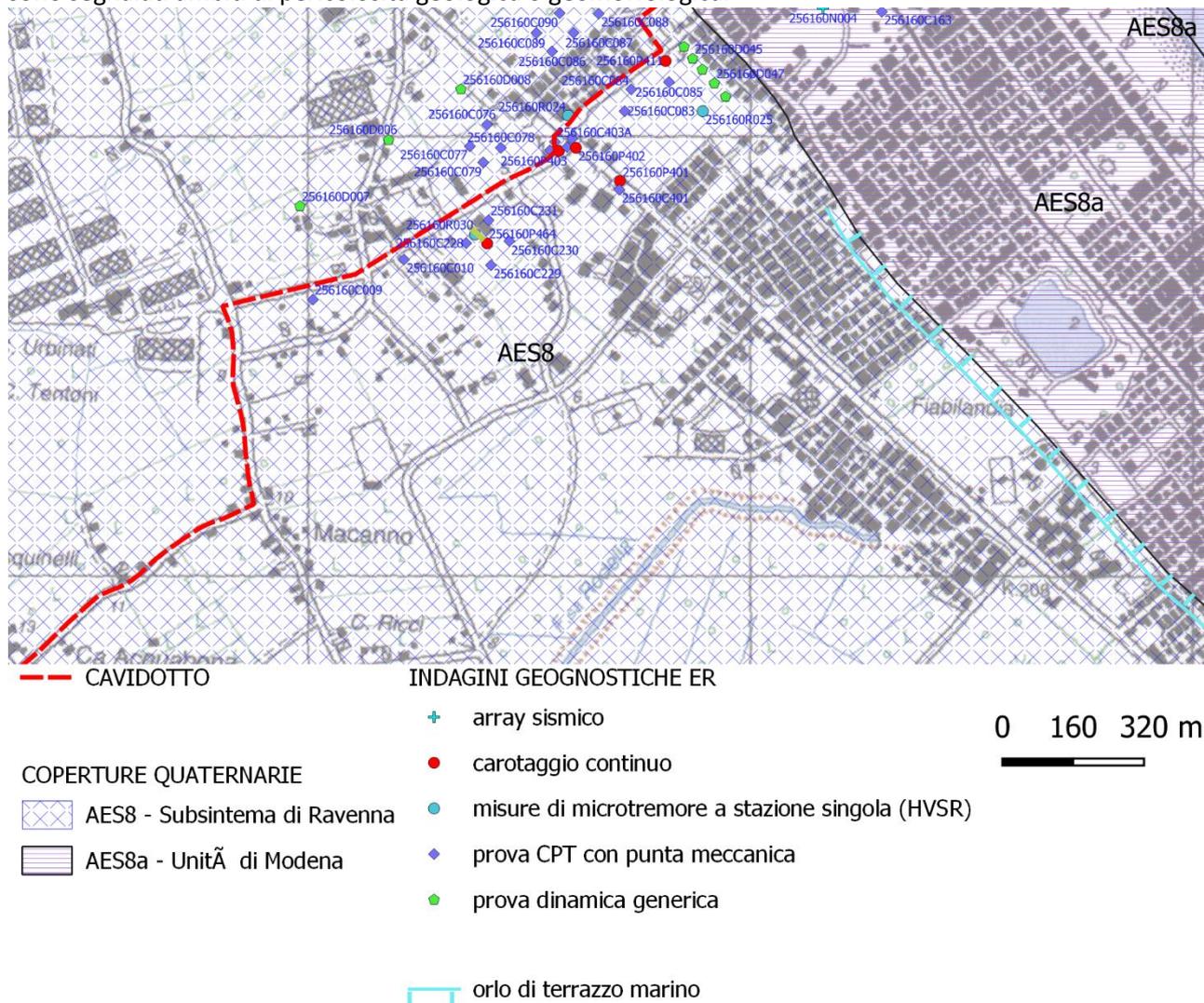


Figura 7.15 – Carta di sintesi della zona tra Via Monte l'Abbate e Via Mellucci.

Numerosi sono i report delle indagini disponibili soprattutto per la porzione nord dove è stata più intensa l'attività di edilizia negli ultimi decenni.

Le prove eseguite indicano che localmente i depositi possono essere anche poco consistenti (ad esempio prova penetrometrica statica n°256160C009) con valori di resistenza all'avanzamento della punta di circa 5 kg/cm<sup>2</sup>. La litologia è per lo più coesiva (argille limose prevalenti).

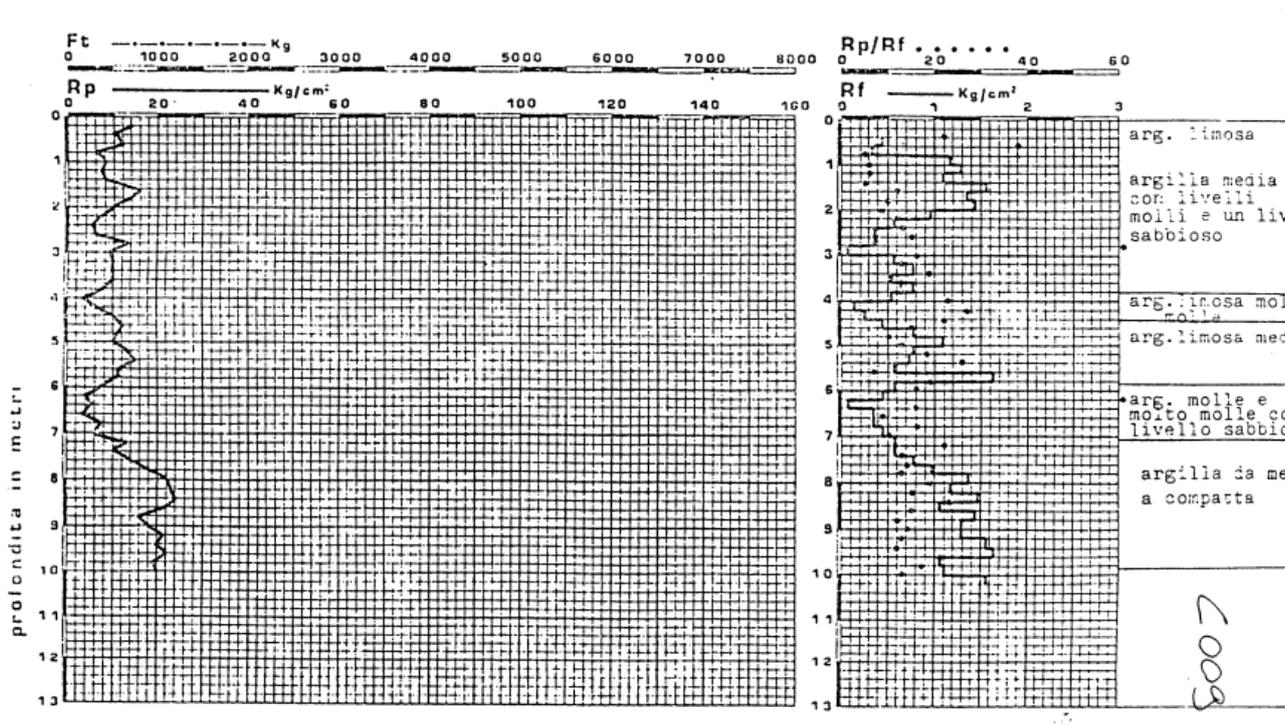


Figura 7.16 – Diagramma penetrometrico n°256160C009

Le prove geofisiche eseguite indicano che la velocità delle onde di taglio assumono nei primi 30 metri di profondità valori generalmente compresi tra 200 e 300 m/sec.

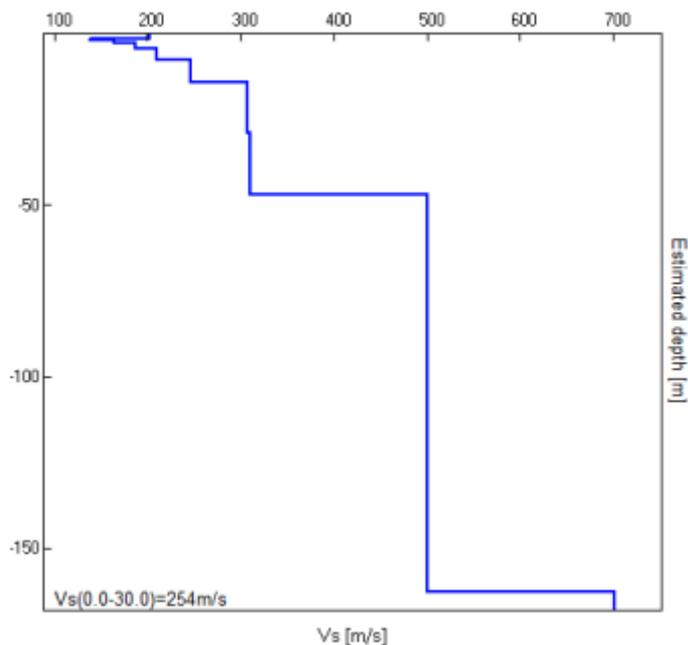


Figura 7.17 – Andamento della velocità delle onde S con la profondità – da report di prova di microtremore n°256160R030

In alcuni dei log dei sondaggi eseguiti è riportata la profondità del livello di falda che risulta presente tra 2 e 3 m di profondità dal piano campagna.

## 7.9 Zona costiera (attraversamento T.O.C.)

Il tratto si sviluppa nella piana costiera, dove le pendenze sono trascurabili e le discontinuità sono essenzialmente imputabili ad attività antropica (costruzioni e rilevato ferroviario). Il cavidotto interessa i depositi quaternari (AES8a) e non sono segnalati ambiti di pericolosità geologica o geomorfologica.

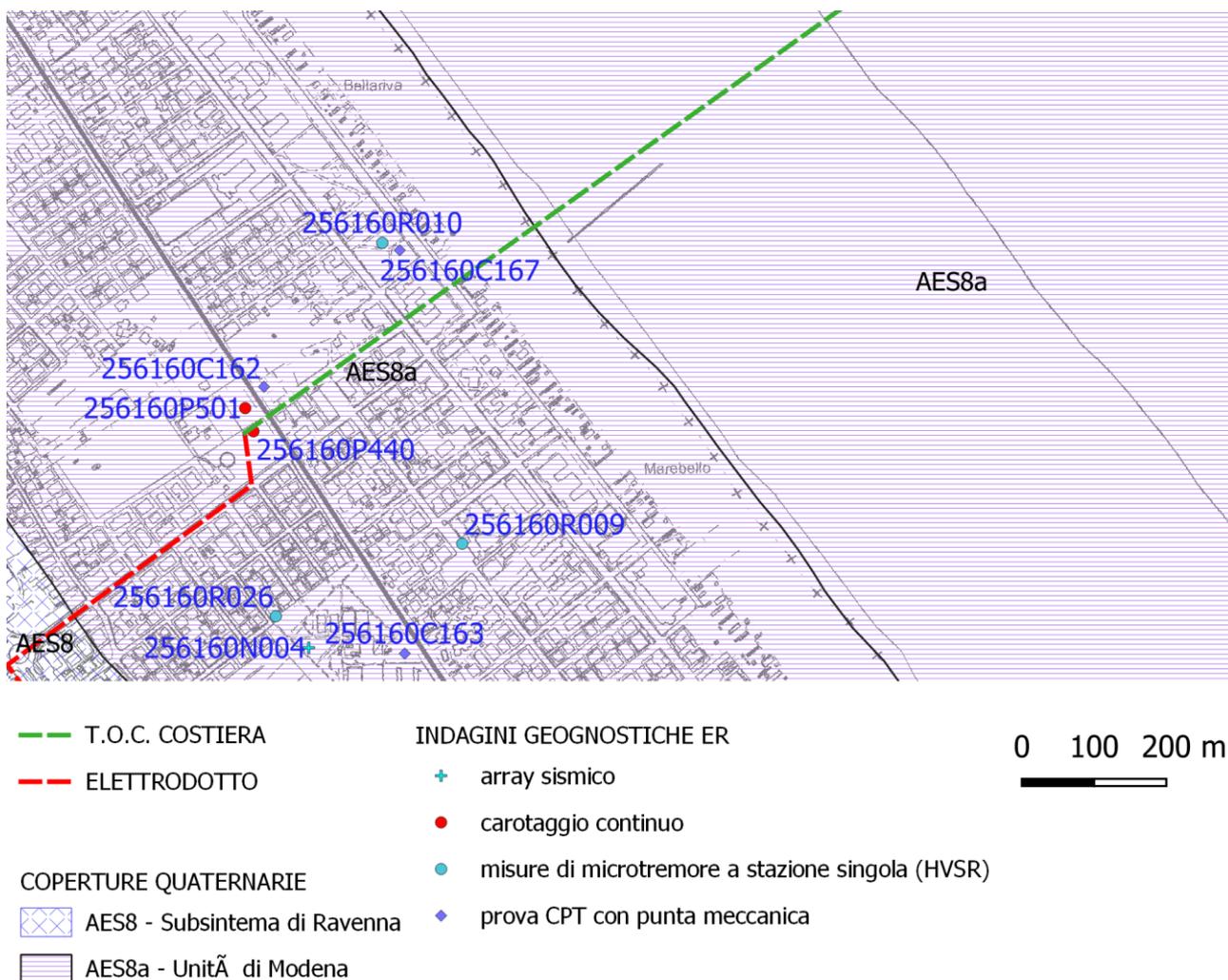


Figura 7.18 – Carta di sintesi della zona costiera.

Sono diversi i report delle indagini che permettono una caratterizzazione litostratigrafica della zona. Rispetto alla piana alluvionale più interna in questa zona è generalmente presente uno spessore di depositi superficiali granulari (per lo più sabbiosi) dello spessore di circa 7 mt (cfr indagine n°256160P440 ad esempio) ed inferiormente un'alternanza di livelli coesivi e granulari funzione delle fasi trasgressive e regressive.

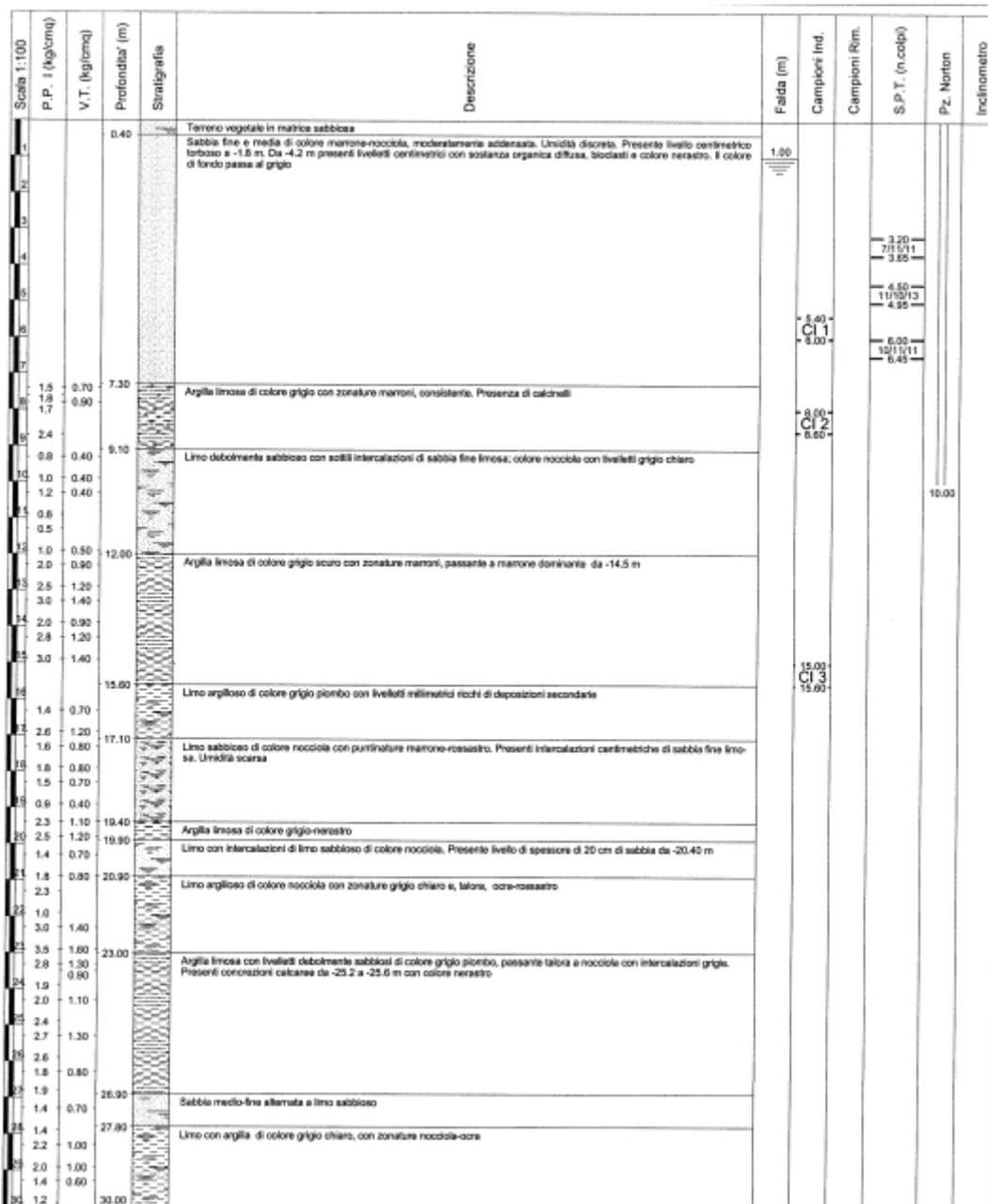


Figura 7.19 – Report sondaggio n°256160P440 .

L'andamento stratigrafico indicato nel report del sondaggio n. 256160P440, realizzato a monte della ferrovia trova riscontro anche nella prova penetrometrica statica n°256160C167, (che è la prova che è stata realizzata nella zona più prossima alla costa tra quelle considerate): i rapporti tra resistenza all'avanzamento della punta e all'avanzamento del manicotto (che forniscono indicazioni sulla litologia attraversata) indicano una prevalenza di depositi sabbiosi fino a circa 8 m di profondità a cui segue un alternanza di livelli coesivi e granulari.

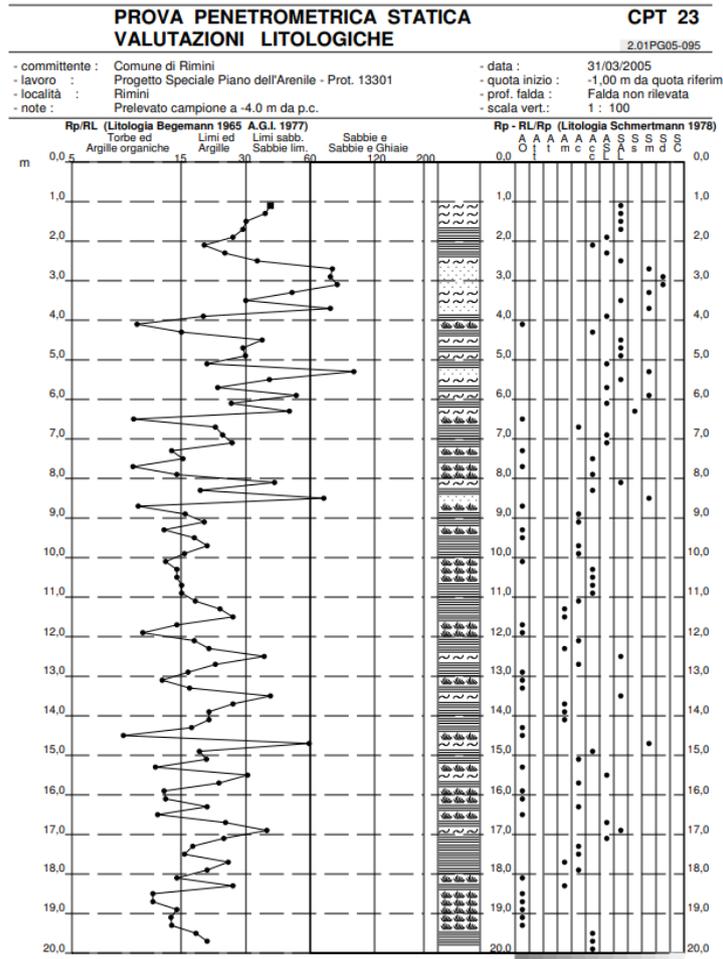


Figura 7.20 – Valutazioni litologiche contenute nel report della prova n. 256160C167 .

## 7.10 Zona a mare

L'area di installazione degli aerogeneratori è compresa in una fascia di mare distante dalla costa tra circa 13 e 33 km ed in cui la profondità del fondo varia circa tra 15 e 45 metri (considerando sia il layout A che il B) le informazioni stratigrafiche litologiche disponibili sono fornite come detto dai log delle trivellazioni petrolifere eseguite nel passato nella zona; nella figura seguente vengono indicate quelle maggiormente utilizzabili per vicinanza con le zone di installazione.

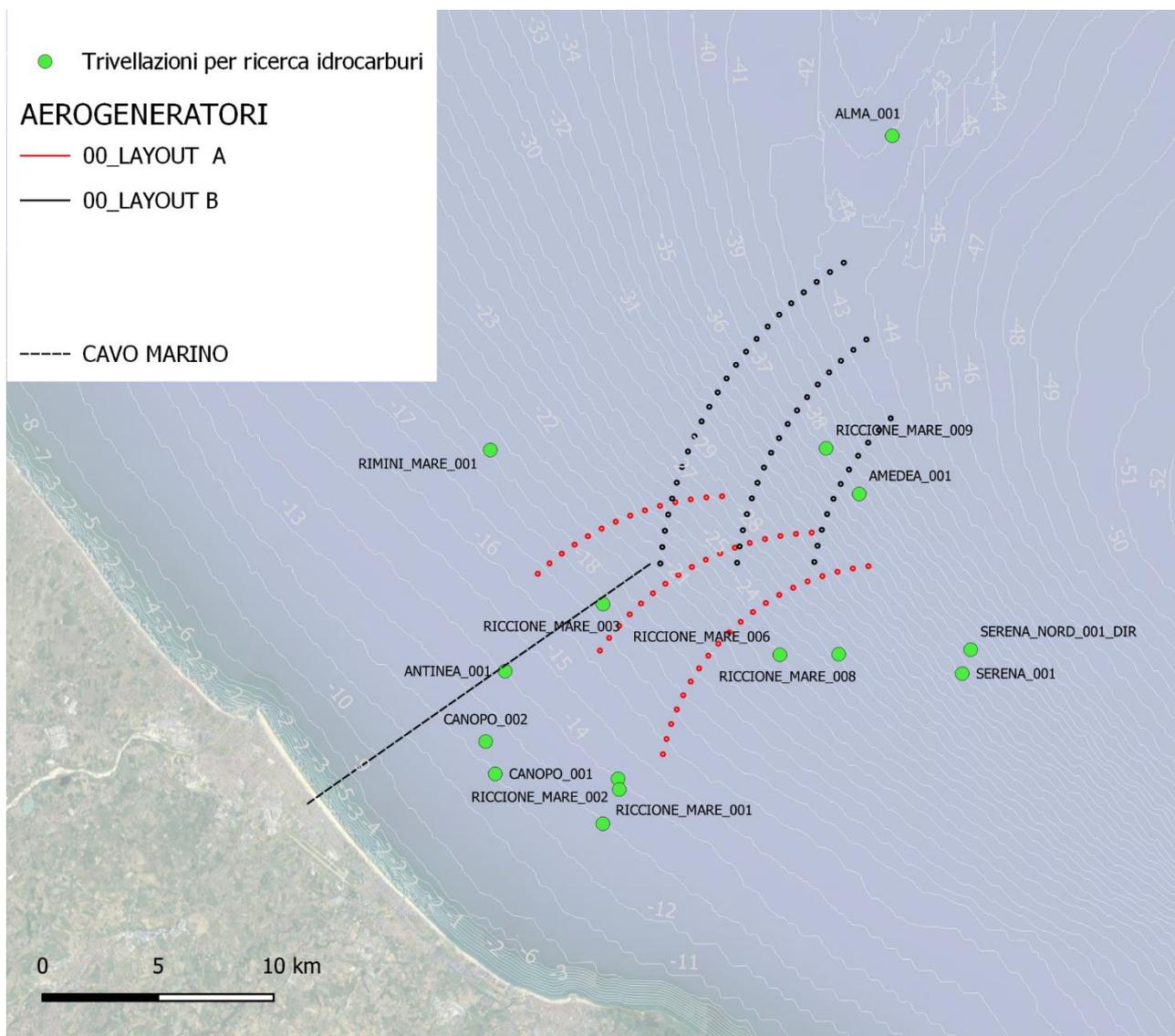


Figura 7.21 – Posizione delle trivellazioni petrolifere eseguite in passato nella zona di installazione degli aerogeneratori.

Le perforazioni, essendo state realizzate per tutt'altro fine, forniscono delle informazioni utilizzabili solo sommariamente per la caratterizzazione litologico-geotecnica del fondo marino per la realizzazione delle opere di fondazione dei manufatti. Una descrizione sommaria viene a volte riportata nei logs stratigrafici, assieme a retini che descrivono la stratigrafia e la natura litologica dei cuttings (frammenti del materiale tivellato portato in superficie dai fanghi di perforazione).

Nella tabella seguente vengono riassunte le informazioni desumibili dai report di ciascuna perforazione limitatamente ai primi cento metri a partire dal fondo marino.

<b>Nome pozzo petrolifero</b>	<b>Informazioni da cuttings</b>	<b>Informazioni da descrizione stratigrafia</b>
Canopo 001	Nessuna informazione riportata per i 20 mt più superficiali a partire dal fondo marino (f.m.) poi 10 mt argilla a cui segue argilla e sabbia fino ad oltre 100 mt	Parte da 45 mt dal f.m. e viene descritta come "argille siltose sabbiose con intercalazioni di sabbie con ciottoli sparsi" fino ad oltre 100 mt da f.m.
Canopo 002	Nessuna informazione riportata per i primi 40 mt da f.m. poi argille sabbiose fino ad oltre 100 mt	
Riccione mare 002	Nessuna indicazione per le profondità fino a 100 mt da f.m.	
Riccione mare 012		Sabbia non consolidata con argilla e macrofossili
Riccione mare 001		Argille sabbiose e sabbie a grana fina fino a circa 90 mt poi sabbie con ciottoli
Antinea 001	Nessuna informazioni fino a circa 10 m di profondità da f.m. poi argilla e sabbia	
Riccione mare 003		"Argille tenere plastiche grigie leggermente sabbiose con piccoli ciottoli sparsi"
Riccione mare 006		Dal f.m. fino a 30 mt sabbia poi 42 metri di argilla sabbiosa poi 15 di sabbia poi ancora argilla sabbiosa.
Riccione mare 008		Da f.m. a 20 mt sabbie poi 5 metri di argille a cui seguono 15 mt di sabbie argillose, 5 mt di argille, 8 mt di sabbie argillose, 3 mt di argille, 12 m di sabbie argillose, 3 m di argille, 8 di sabbie argillose e poi argille sabbiose. La descrizione globale riportata per l'intervallo di profondità è "Sabbie con intercalazioni di argille grigie"
Rimini mare 001	Nessuna informazione fino a 24 m di profondità da f.m., quindi argilla siltosa e sabbiosa per 40 mt, inferiormente prevalenza di sabbie su argille sabbiose fino a 80 mt poi di nuovo prevalenti argille sabbiose e siltose	
Amedea 001	Nessuna indicazione per le profondità fino a 100 mt da f.m.	
Riccione mare 009	Nessuna indicazione per le profondità fino a 100 mt da f.m.	
Serena 001	Nessuna informazione per i primi 70 mt da f.m. poi argilla. Nessuna informazione scritta, ma desunta dai retini ad ogni modo molto più in profondità con il medesimo retino per i cuttings la stratigrafia è descritta come "Sabbie fini e finissime con intercalazioni di argilla e argilla siltosa"	
Serena 001 nord dir	Nessuna informazione per 60 mt da f.m. poi sabbia prevalente su argilla. Da retino stratigrafico...nessuna informazione scritta ad ogni modo molto più in profondità con il medesimo retino per i cuttings la stratigrafia è descritta come "Sabbie medio fini con intercalazioni di argilla e argilla siltosa"	

Tabella 7.1 —Informazioni disponibili sulle perforazioni

Con le informazioni disponibili non risulta possibile procedere ad una descrizione di dettaglio della litologia sia in senso verticale che come variabilità areale. Ad ogni modo sembra che la prevalenza, fino alla profondità

considerata (100 metri dal fondo marino), sia quella dei depositi sabbiosi fini con argilla. E' presumibile, in considerazione della dinamica ed ambiente deposizionale di tali sedimenti, appartenenti ad una fase regressiva di stazionamento alto in facies di prodelta e piattaforma (argille e silt argillosi) e ad una trasgressiva di deposizione marina (sabbie e peliti di piattaforma) che, soprattutto nei primi 10/20 metri di profondità tali depositi siano scarsamente addensati/consistenti.

In questa fase la caratterizzazione geotecnica non potrà avvenire che considerando parametri di riferimento desunti dalla bibliografia e da precedenti indagini eseguite su litologie simili ed utilizzando valori cautelativi che poi dovranno essere confermati/modificati a seguito di indagini geognostiche puntuali da eseguire in ciascun punto di installazione. Per le ipotesi progettuali preliminari, come successione stratigrafica di riferimento si può fare riferimento a quanto indicato nel Foglio NL 33-10 "Ravenna" della Carta Geologica dei Mari Italiani"; in particolare alla sezione B-B che mostra l'andamento dei depositi subacquei nella zona antistante Rimini.

Esagerazione verticale 250X

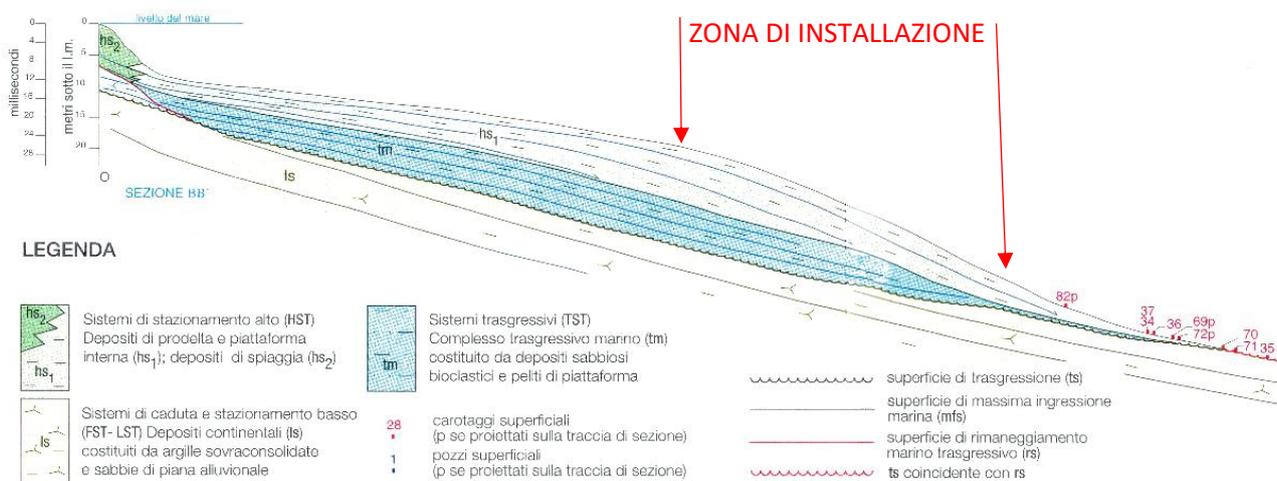


Figura 7.22 – Sezione B-B' indicante la successione sedimentologica dei depositi di superficie nella zona del fondo marino antistante Rimini (da Foglio NL 33-10 "Ravenna" della carta Geologica dei Mari Italiani alla scala 1:250.000).

## 8 CONCLUSIONI

Nella presente relazione sono state espone le principali caratteristiche geologiche, geomorfologiche, idrografiche, idrogeologiche e sismiche del contesto in cui il progetto si inserisce.

La zona in cui sar  realizzata la stazione di transizione cavo-aereo ricade in un'area di transizione tra i depositi alluvionali e quelli della formazione geologica delle Argille Azzurre che caratterizzano i rilievi collinari che bordano la piana alluvionale.

L'elettrodotto, nella zona a terra, verr  impostato in larga parte sui depositi della piana alluvionale e costiera e solo in minima parte sui litotipi della formazione geologica delle Argille Azzurre.

La zona a mare   invece caratterizzata dalla presenza prevalente di depositi limoso sabbiosi e limoso argillosi.

Per quanto riguarda gli aspetti idrogeologici dell'area, il materasso alluvionale da ricetto ad una falda idrica il cui pelo libero si posiziona a profondit  limitate, raggiungendo in talune zone della fascia costiera quasi il piano campagna.

La morfologia della zona di interesse a terra   per lo pi  caratterizzata da superfici subpianeggianti o a debole pendenza e le discontinuit  principali sono da attribuirsi all'attivit  antropica ed alle incisioni dei corsi della rete idrografica di cui il Torrente Ausa rappresenta l'elemento principale.

Il Piano di Assetto Idrogeologico non indica alcuna perimetrazione di rischio frana nel percorso interessato dal cavidotto o nella zona dove   prevista la realizzazione della stazione elettrica. Nella zona dove il progetto prevede la realizzazione di una Trivellazione Orizzontale Controllata per superare il corso del T.Ausa e la Strada Statale n 72   invece indicato un perimetro di rischio per esondazione (con tempo di ritorno di 200 anni); la modalit  di installazione non prevede la modifica della condizioni attuali dei luoghi ed i punti estremi della perforazione risultano esterni al perimetro di rischio.

Per quanto attiene la zona a mare, i dati batimetrici ad oggi disponibili mostrano (nella zona in cui   prevista l'installazione degli aerogeneratori) che il fondo marino presenta pendenza limitata e profondit  variabile da circa 15 a 44 metri.

Per quanto fino a qui osservato e sulla base dei dati disponibili non sembrano esserci motivazioni di carattere geologico/geomorfologici tali da impedire la realizzazione di quanto previsto; va ad ogni modo sottolineato che tutte le considerazioni riportate nel presente report sono scaturite dai risultati di precedenti indagini e non da indagini eseguite in maniera specifica e puntuale per il progetto in oggetto. Nel prosieguo della progettazione dovranno essere previste indagini per definire, con il necessario dettaglio, le caratteristiche geologico-stratigrafiche di alcune zone. In particolare si ritiene indispensabile realizzare una campagna di indagine geognostica nella zona della stazione elettrica per definire compiutamente il modello geologico/geotecnico del sottosuolo interessato dalla costruzione dei manufatti e per verificare le condizioni di stabilit  dei fronti di scavo necessari a raggiungere le quote di progetto. Nella zona di realizzazione della T.O.C. per superare il T.Ausa si consiglia di integrare i risultati delle indagini geognostiche gi  disponibili prevedendo delle verticali di prova pi  prossime all'attuale corso del Torrente, per valutare eventuali variazioni litologiche determinate dalla sedimentazione pi  recente al disotto dell'alveo.

Nelle zone in cui   prevista l'installazione degli aerogeneratori e del percorso cavi a mare, sar  necessaria una campagna di indagini batimetriche e geognostiche, al fine di definire con dettaglio submetrico l'andamento del fondo marino e le caratteristiche stratigrafiche e geotecniche dei terreni interessati dalla realizzazione delle fondazioni.

## 9 ALLEGATO A: REPORT INDAGINI GEOGNOSTICHE DI INTERESSE COMPRESSE NEL DATABASE DELLA REGIONE EMILIA-ROMAGNA

SO GEO S.R.L.  
Corso Matteotti, 2/2  
48022 Lugo (RA)

256150 C176

Rifer. 05-04

### PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 4

2.01PG05-095

- committente : Comune di Rimini  
- lavoro : Ampliamento cimitero di San Martino in XX  
- località : Rimini

- data : 25/05/2004  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- scala vert. : 1 : 100

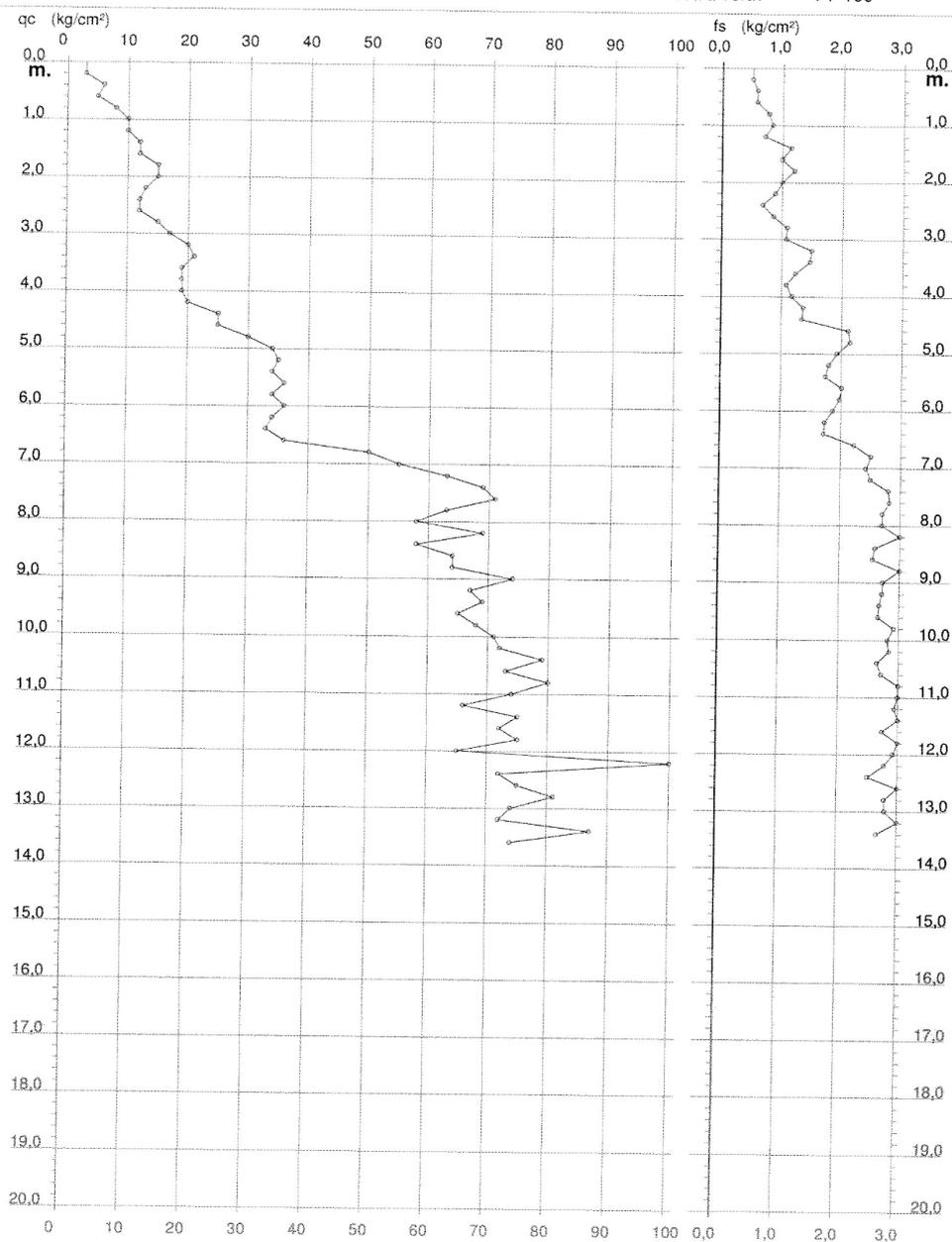


Figura 9.1 – Prova Penetrometrica CPT4- 256150-C176

SOGEO S.R.L.  
Corso Matteotti, 2/2  
48022 Lugo (RA)

256150 C178

Rifer. 05-04

### PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

**CPT 6**

2.01PG05-095

- committente : Comune di Rimini  
- lavoro : Ampliamento cimitero di San Martino in XX  
- località : Rimini

- data : 27/05/2004  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- scala vert. : 1 : 100

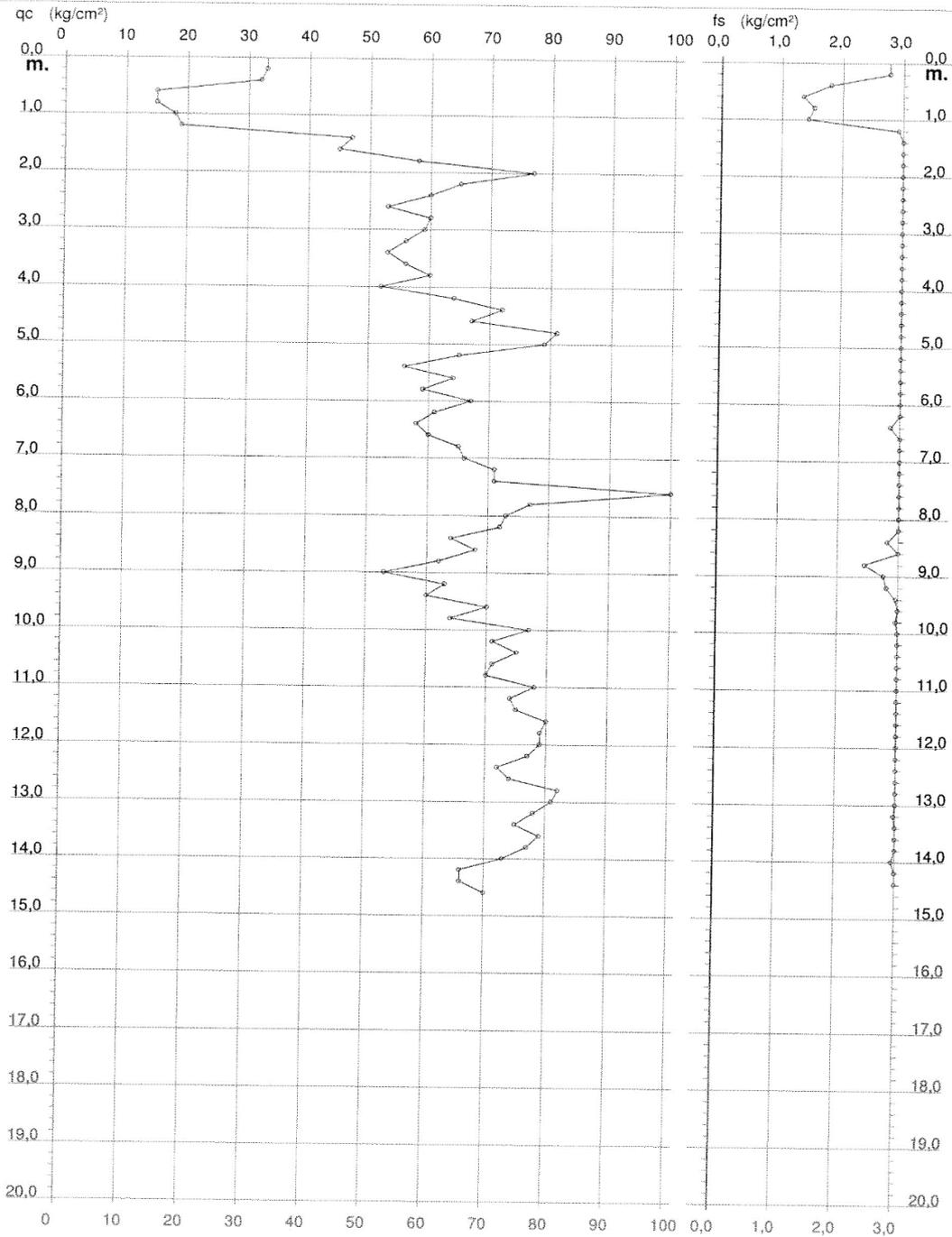


Figura 9.2 – Prova Penetrometrica CPT6 - 256150-C178

256150 D171

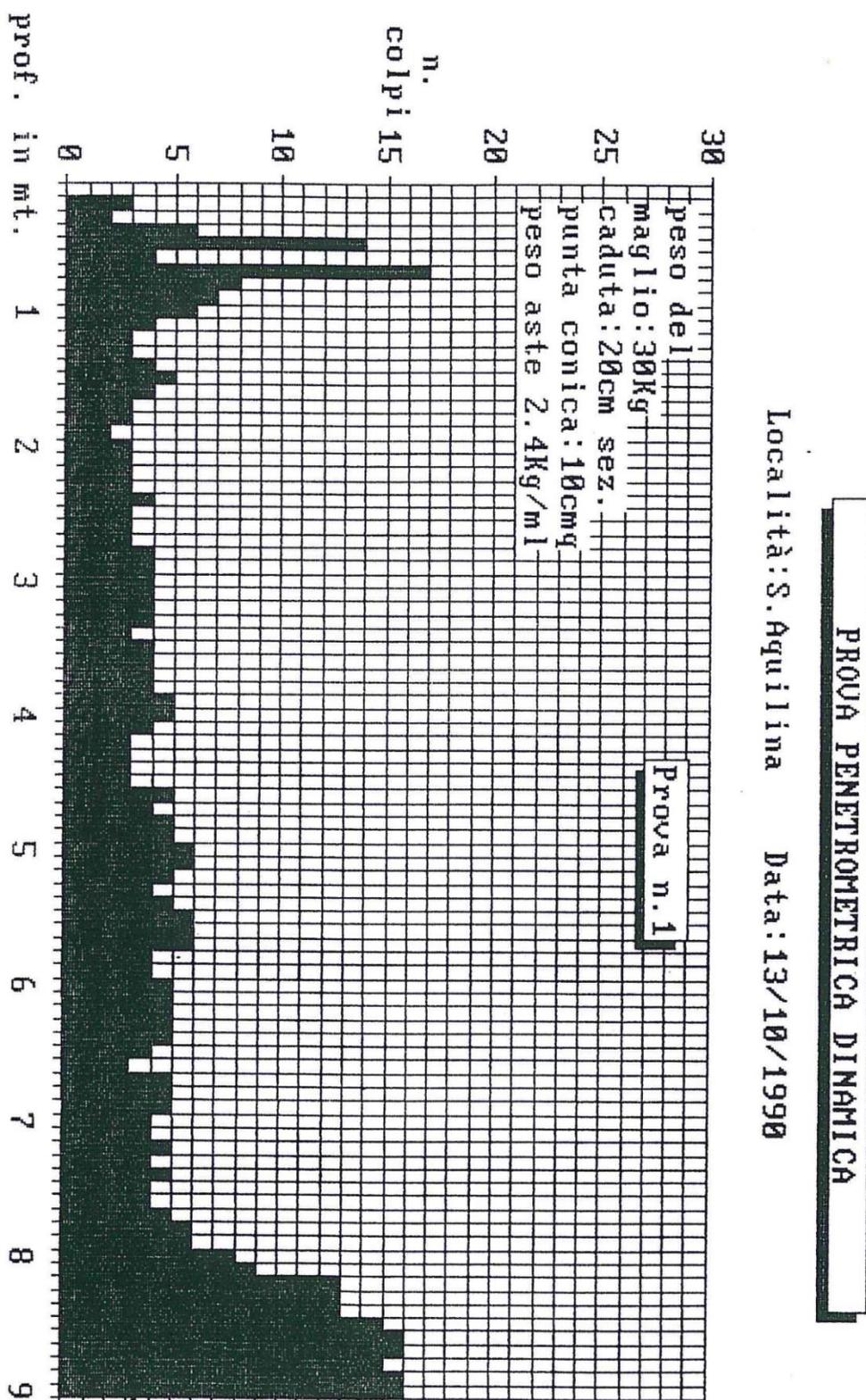


Figura 9.3 – Prova penetrometrica dinamica 256150-D171

256150 D172

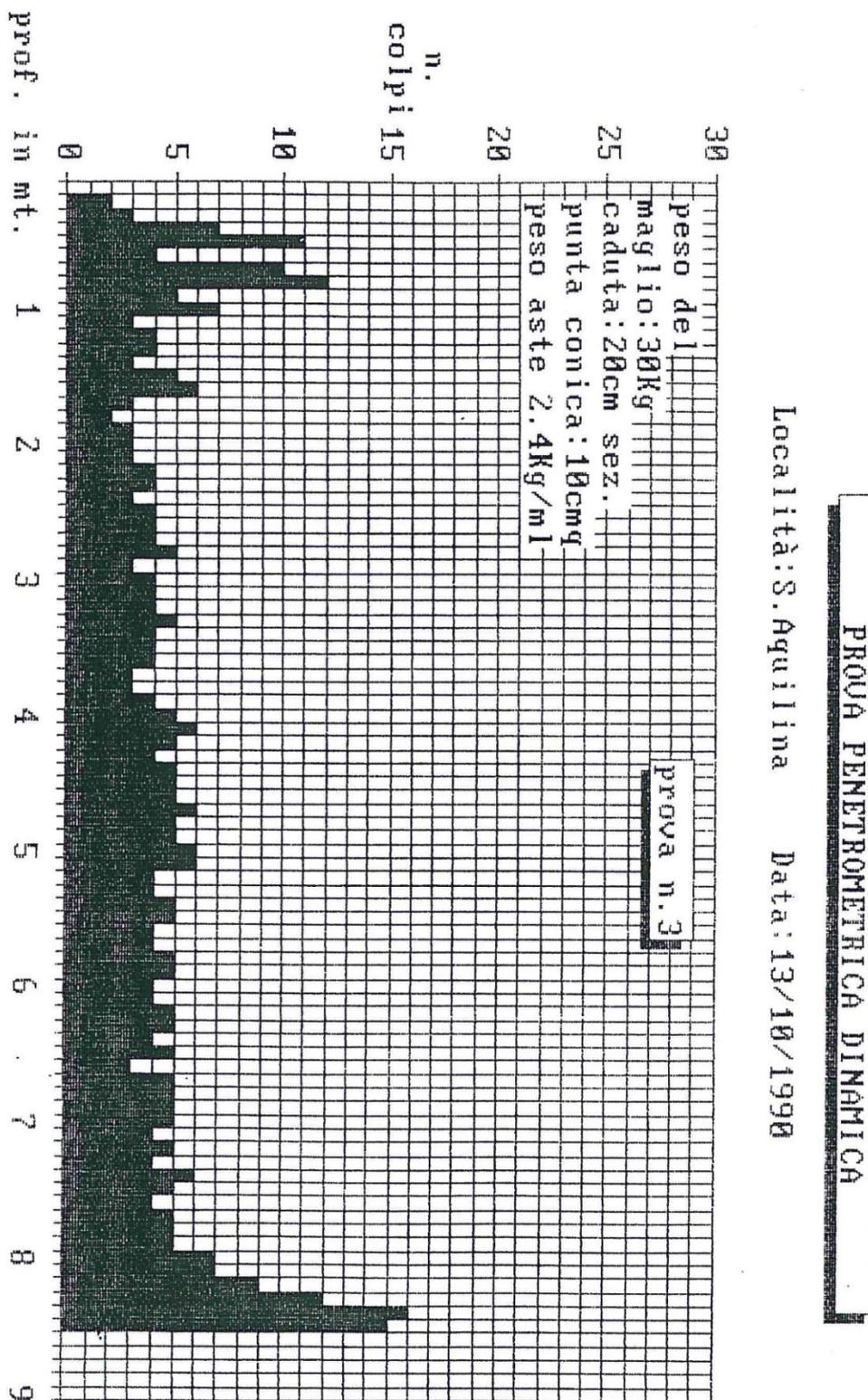


Figura 9.4 – Prova penetrometrica dinamica 256150-D173

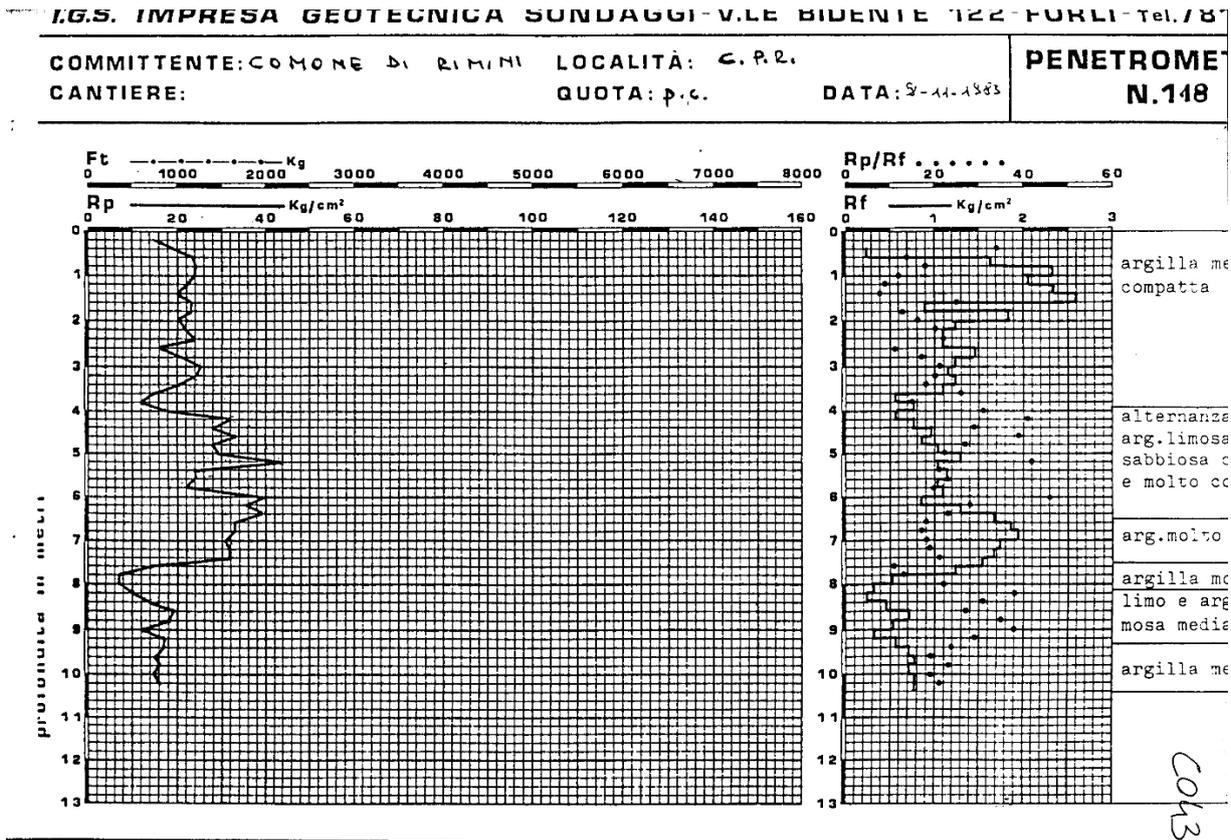


Figura 9.5 – Prova penetrometrica N.148 – C043

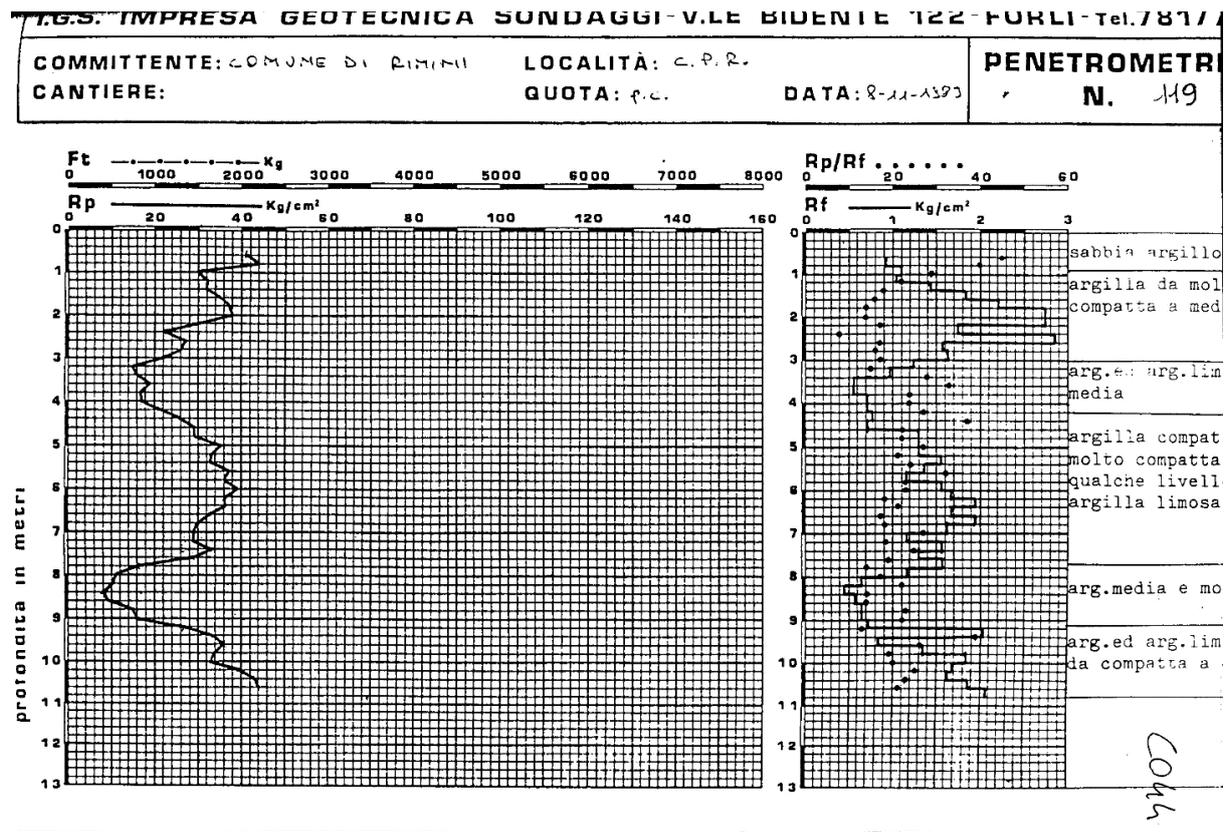


Figura 9.6 – Prova penetrometrica N.119 – C044

<b>COMMITTENTE:</b> COMUNE DI RIMINI	<b>LOCALITÀ:</b> C.P.R.	<b>PENETROMETR</b> <b>N.</b> 120
<b>CANTIERE:</b>	<b>QUOTA:</b> s.c.	

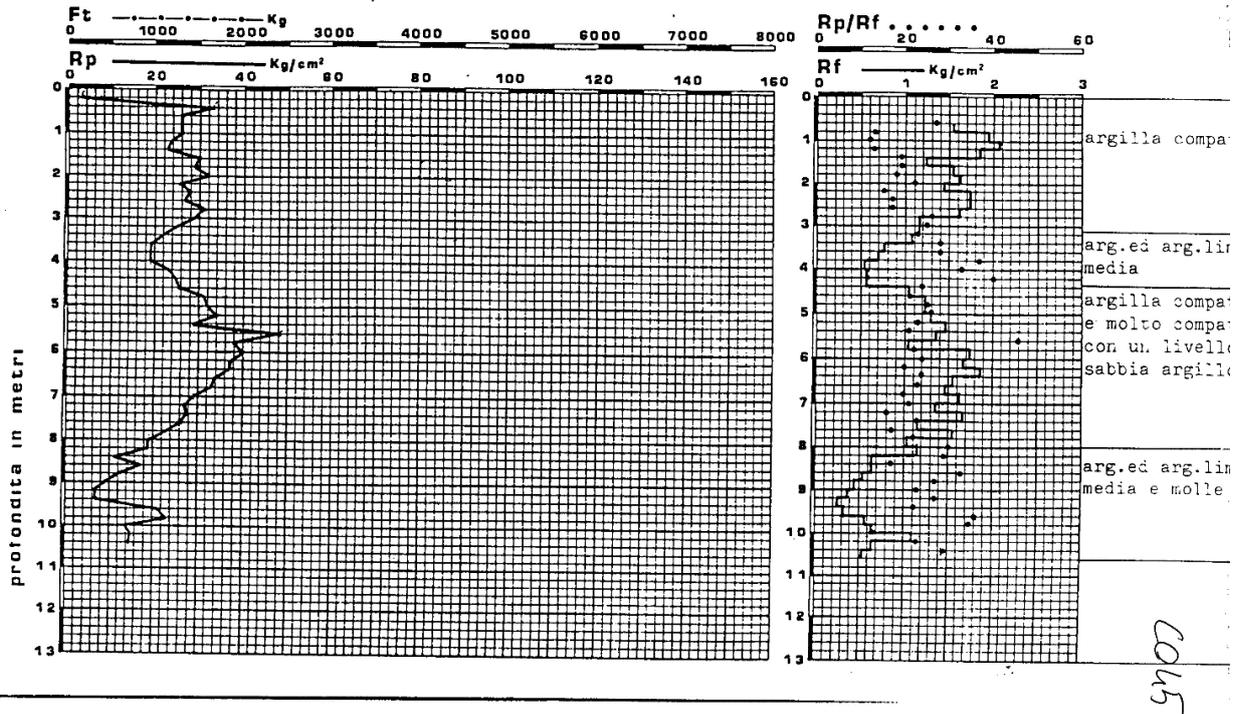


Figura 9.7 – Prova penetrometrica N.120 – C045

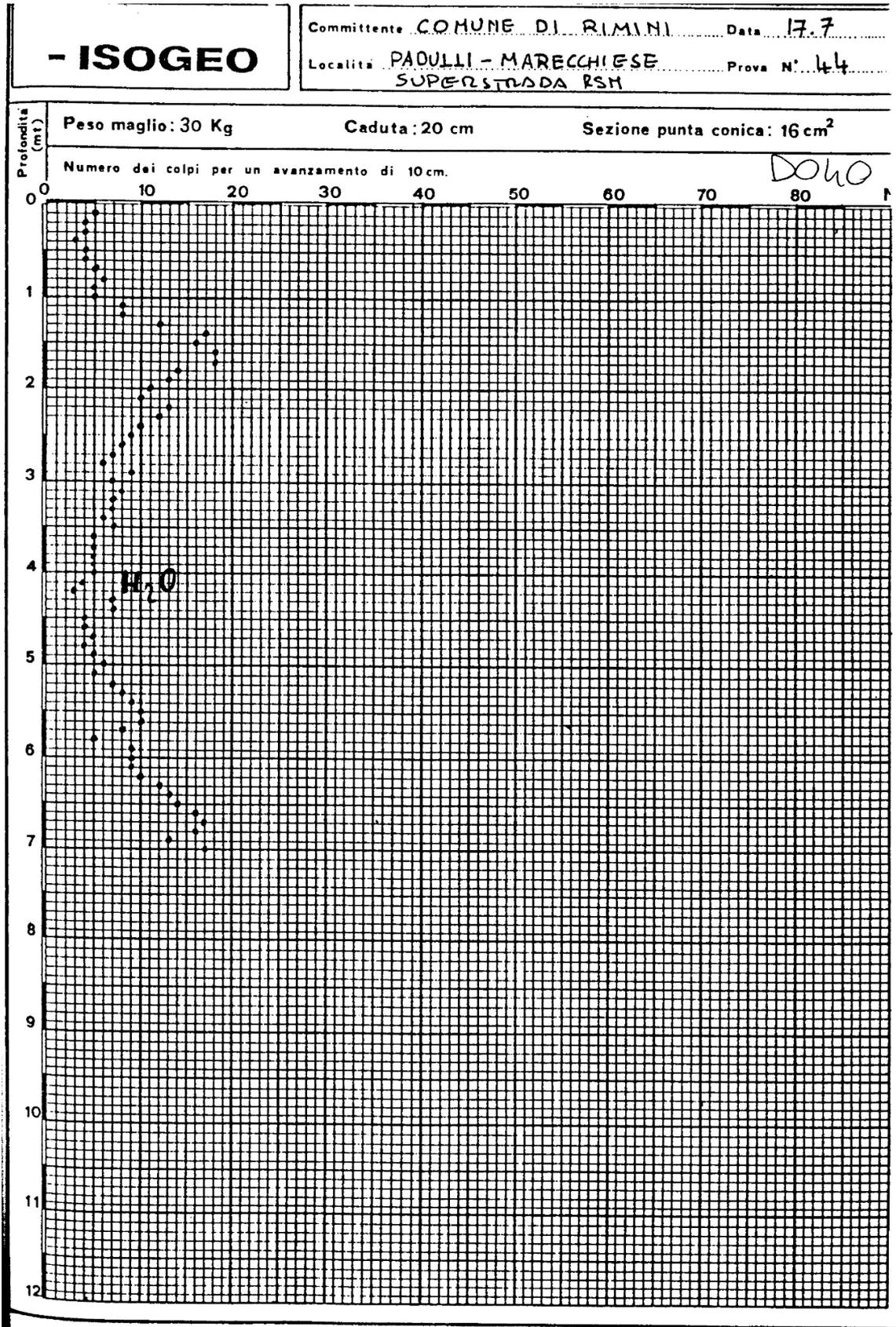


Figura 9.8 – Prova penetrometrica N.44 – D040



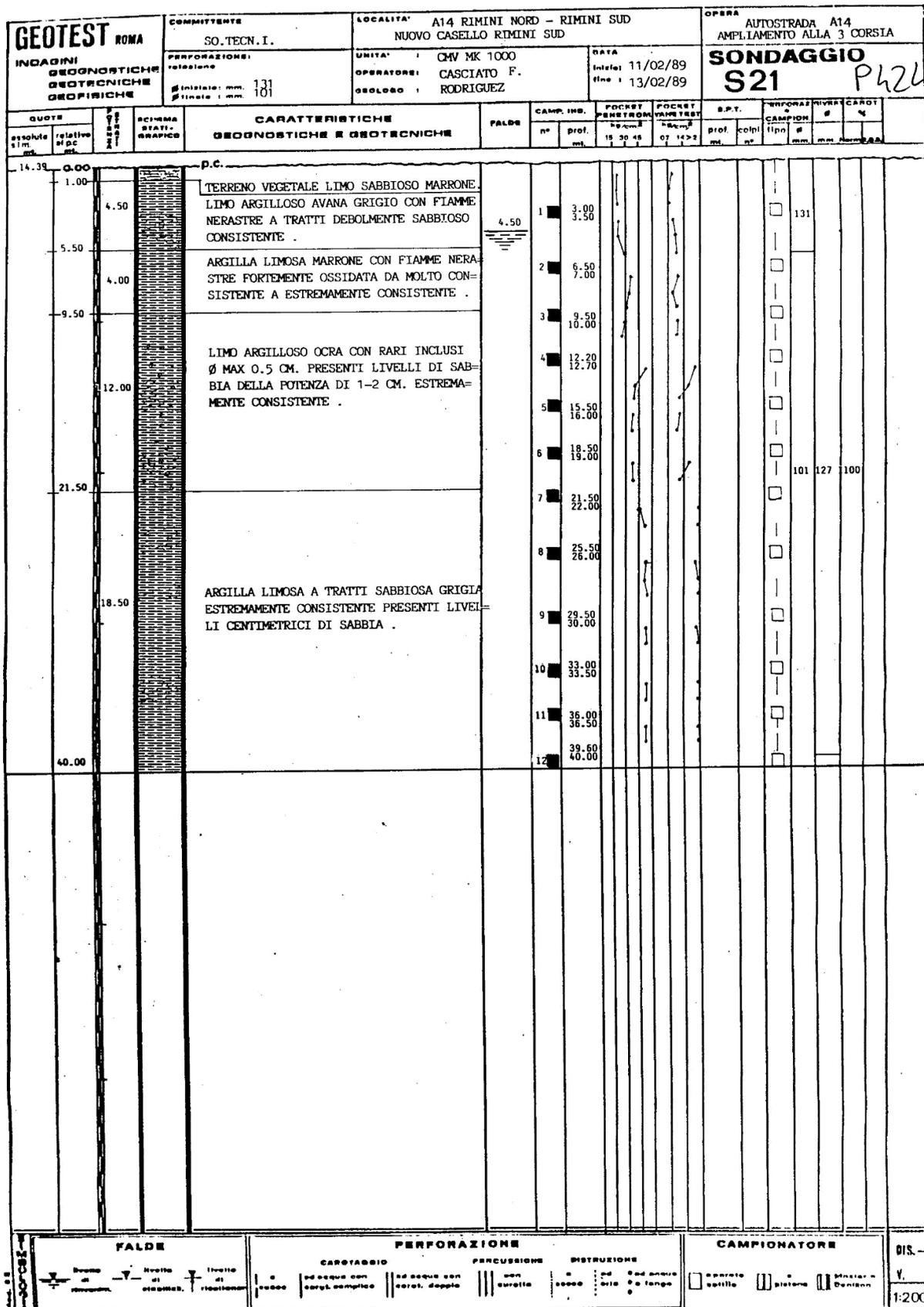


Figura 9.10 – Sondaggio S21 – P424

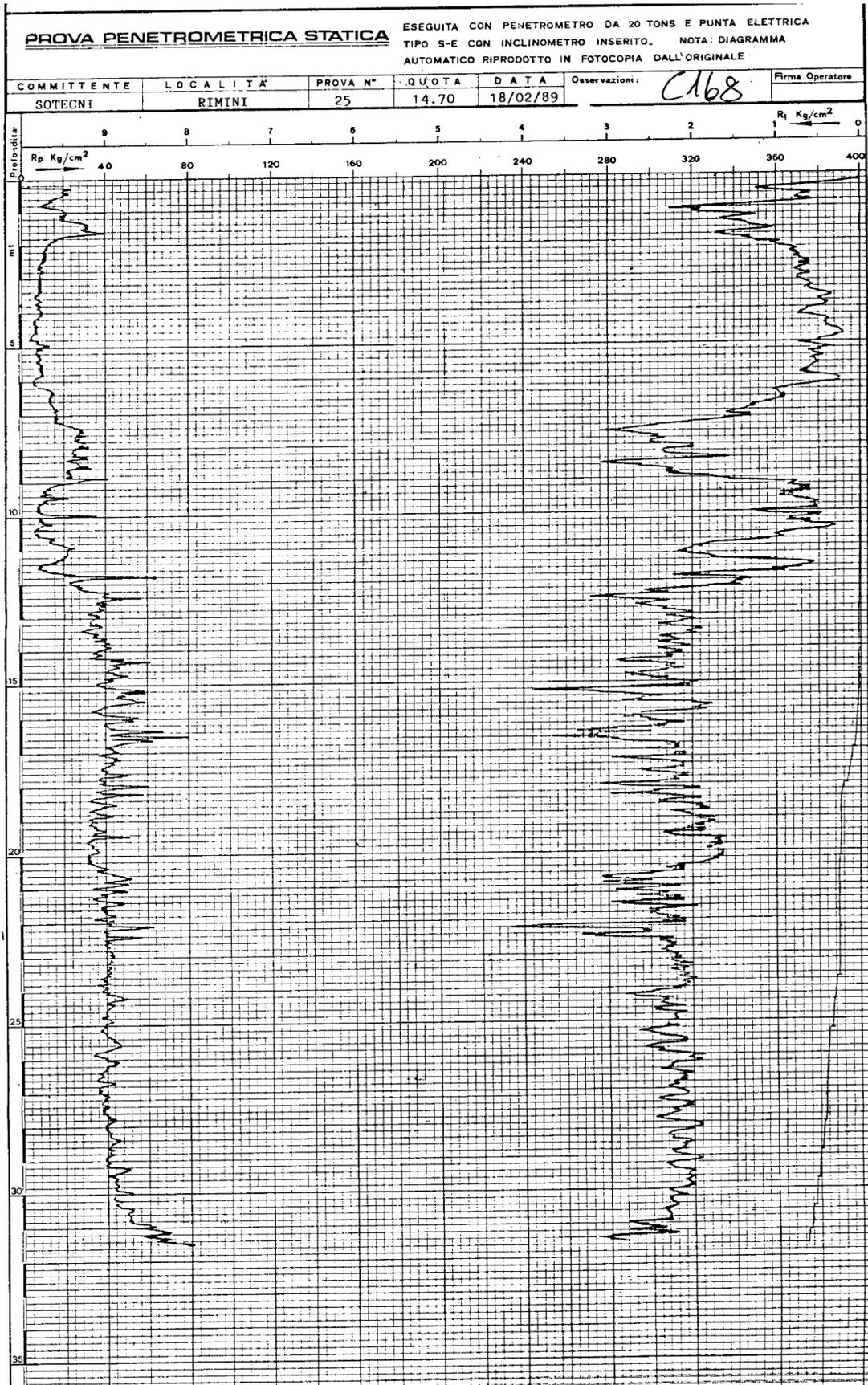


Figura 9.11 – Prova Penetrometrica S25 – C168

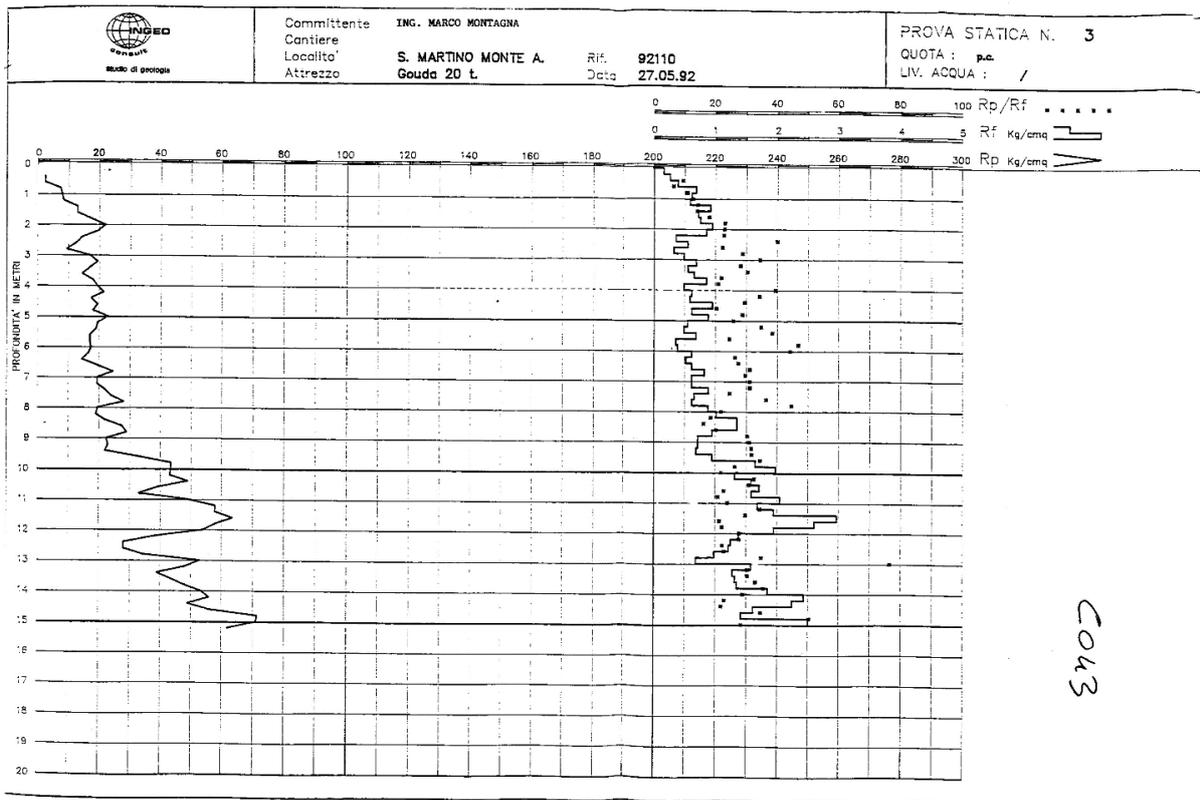


Figura 9.12 – Prova Penetrometrica N.3 – C043

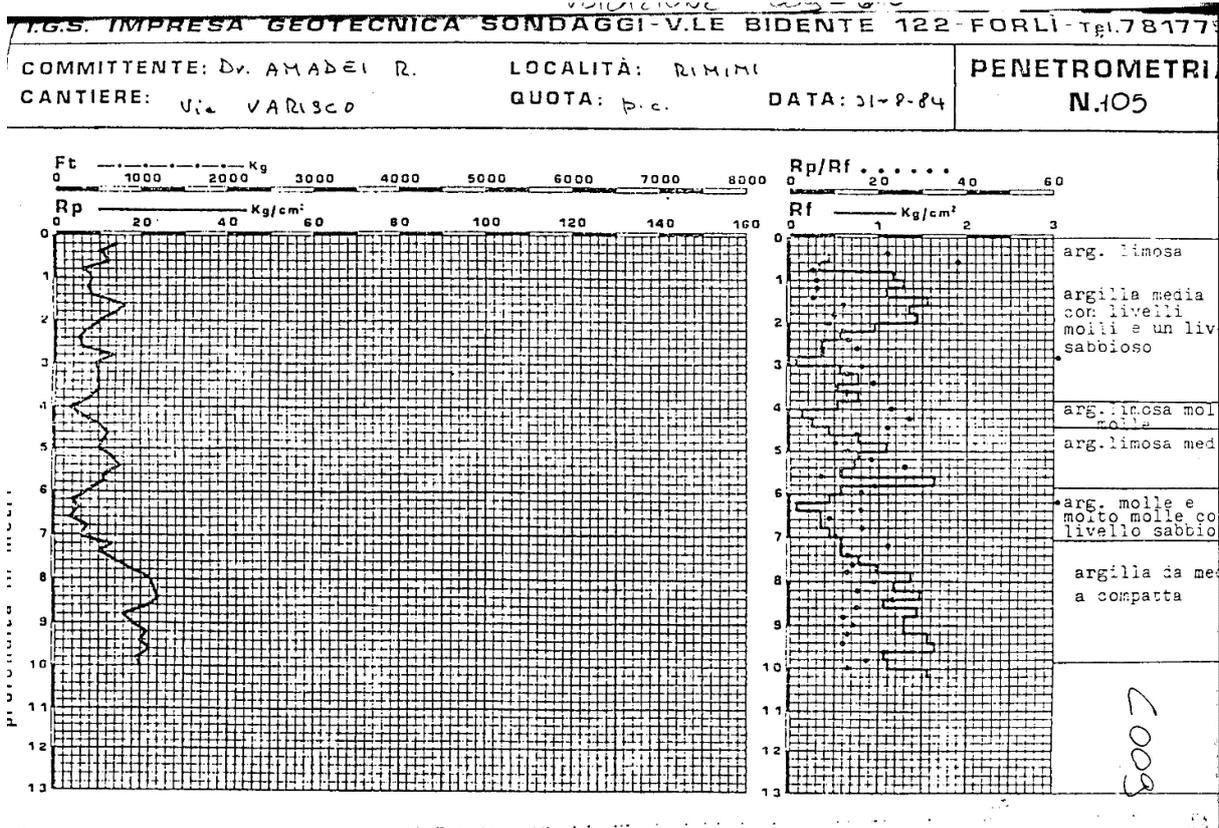


Figura 9.13 – Prova Penetrometrica N.105 – C009

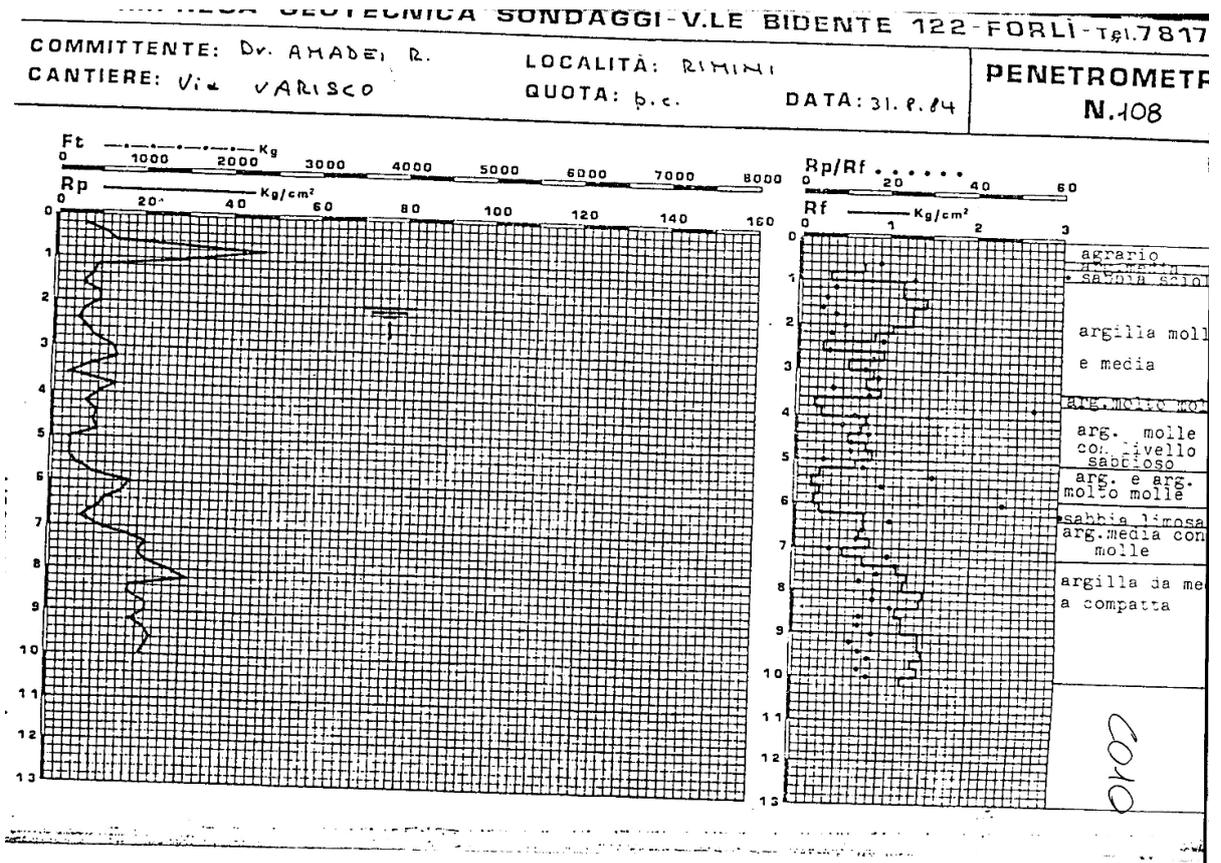


Figura 9.14 – Prova Penetrometrica N.108 – C010

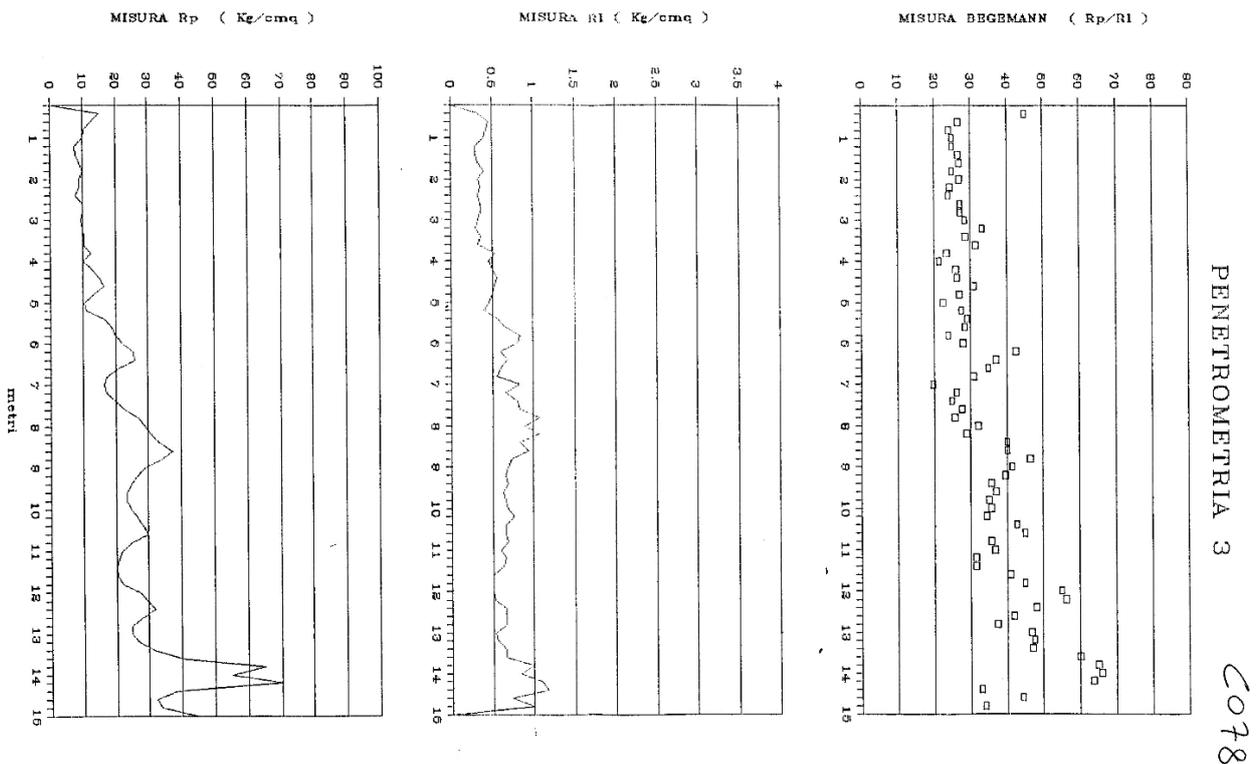


Figura 9.15 – Prova Penetrometrica N.3 – C078

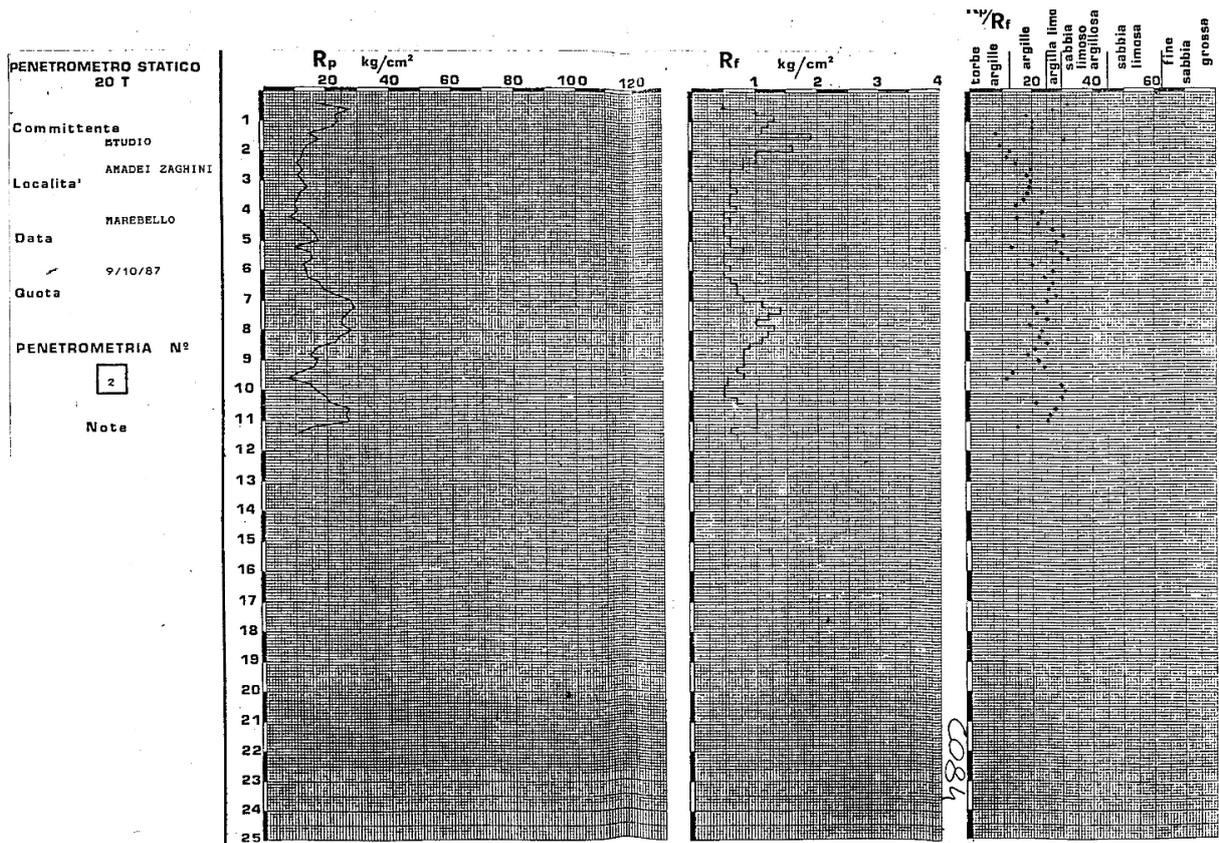


Figura 9.16 – Prova Penetrometrica N.2 - 20 T

S.G.R. di MARCO RONCUZZI DR. GEOLOGO  
 Via Zagarelli alle mura, 22  
 48100 Ravenna

256160 C162

Rifer. 21-02

**PROVA PENETROMETRICA STATICA  
 DIAGRAMMA DI RESISTENZA**

**CPT 107**

- committente : Comune di Rimini  
 - lavoro : Nuovi sottopassi FS  
 - data : 17/06/2002  
 - quota inizio :  
 Piano Campagna  
 - localit  : Rimini, v.le Portofino  
 - prof. falda :  
 133 m da quota inizio  
 - note :  
 Ancoraggio difficoltoso sabbie in superficie  
 - scala vert.: 1,0 150 2,0 3,0

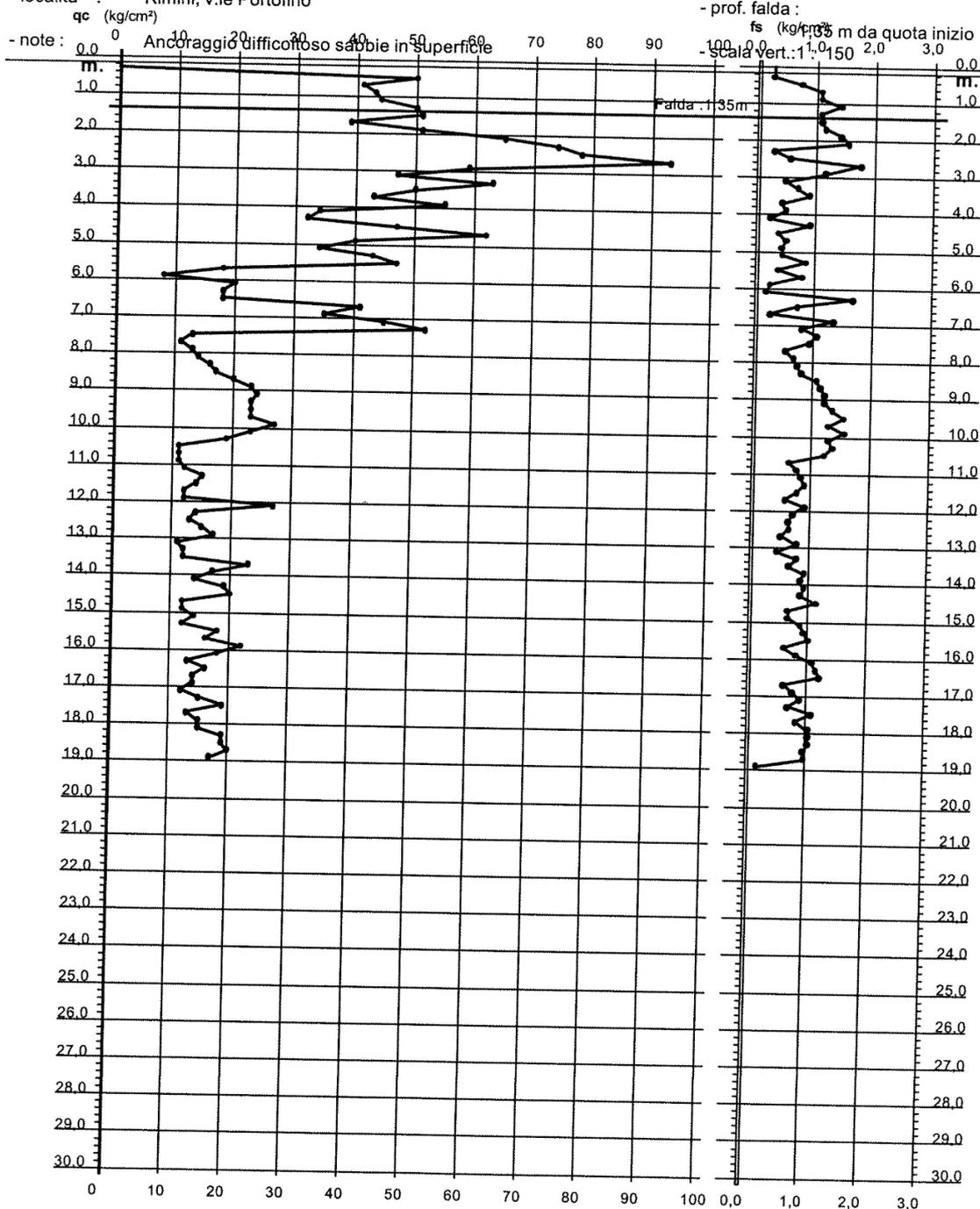


Figura 9.17 – Prova Penetrometrica N. 107 - 256160 – C162

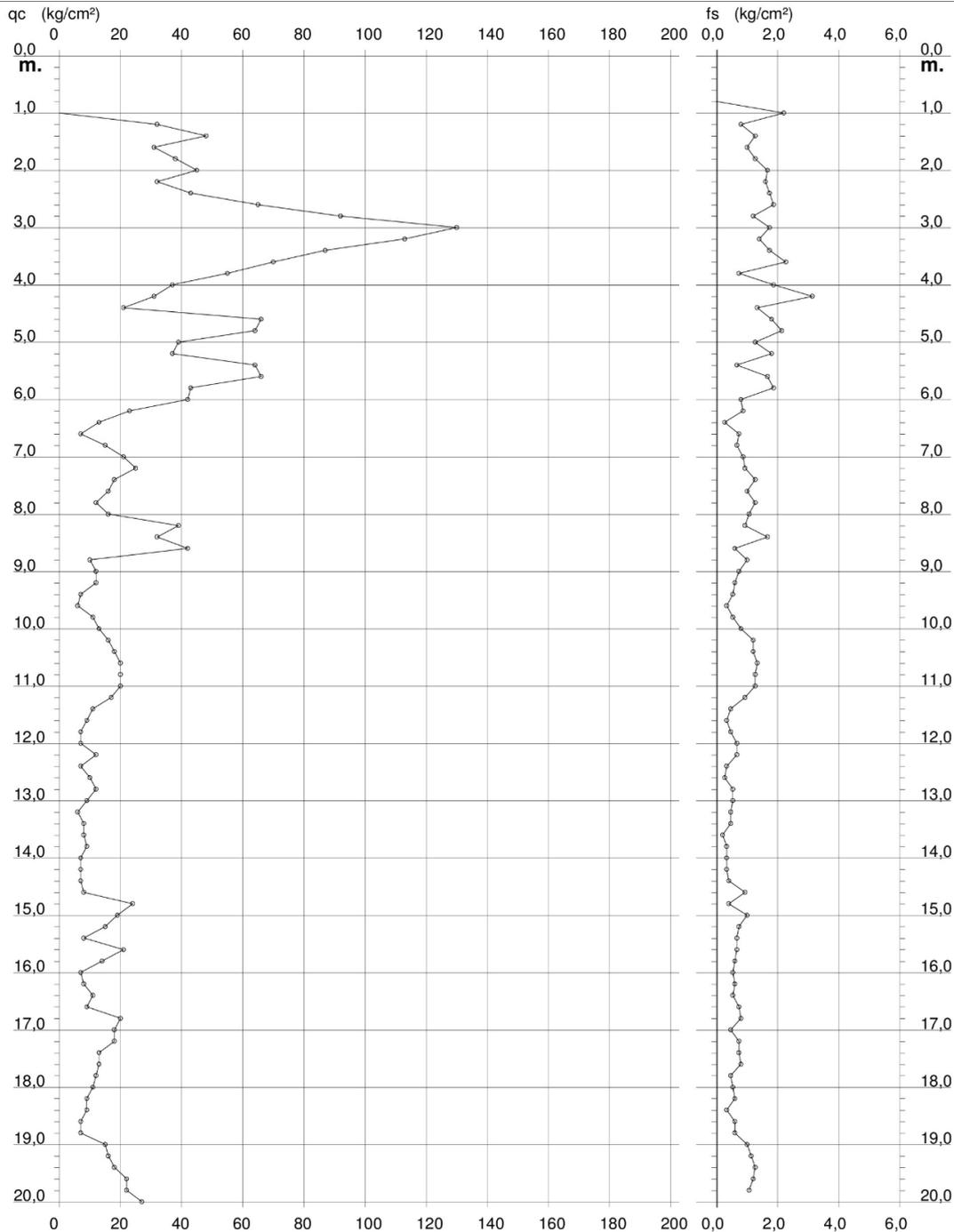
**PROVA PENETROMETRICA STATICA  
 DIAGRAMMA DI RESISTENZA**

**CPT 23**

2.01PG05-095

- committente : Comune di Rimini  
 - lavoro : Progetto Speciale Piano dell'Arenile - Prot. 13301  
 - località : Rimini  
 - note : Prelevato campione a -4.0 m da p.c.

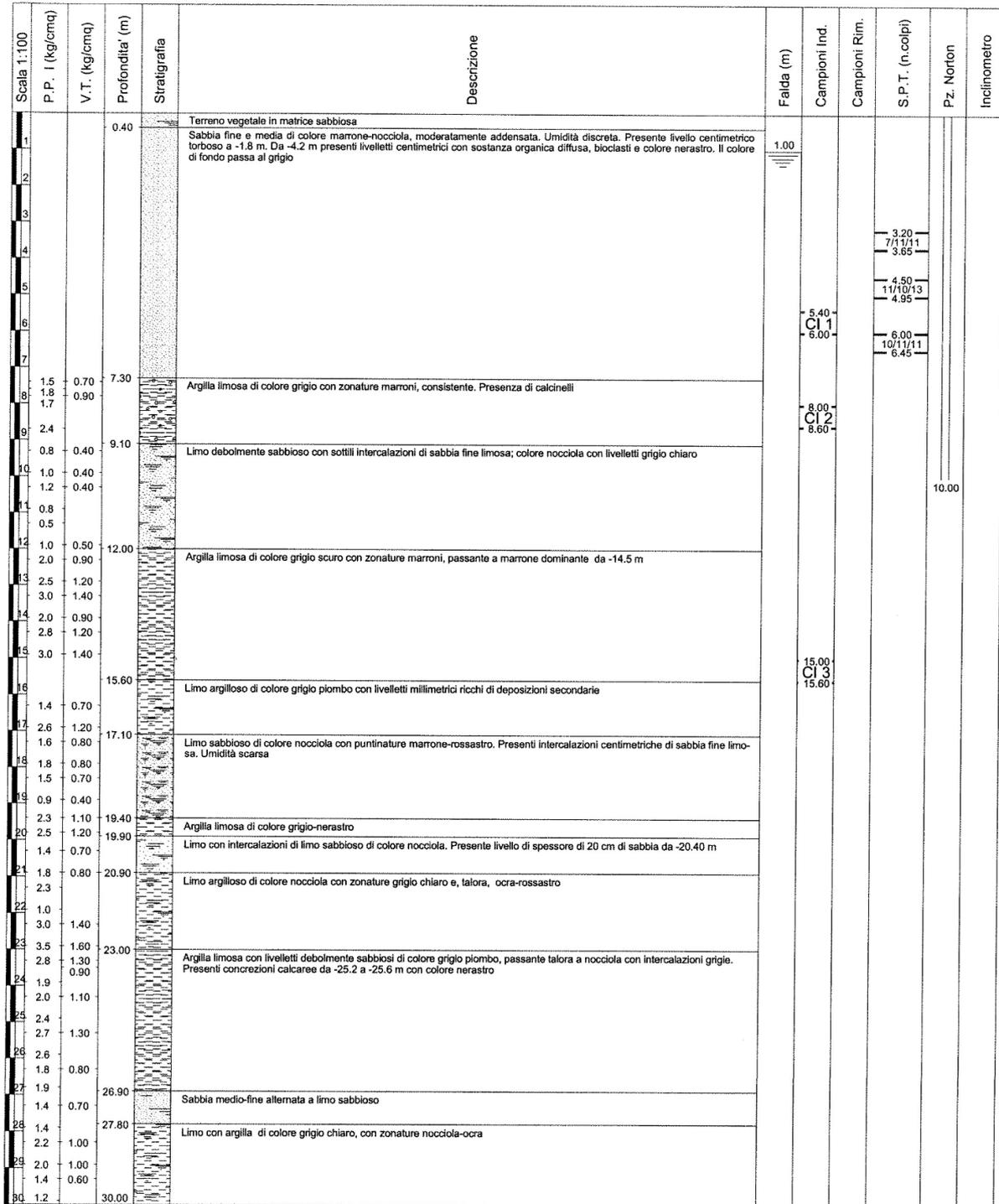
- data : 31/03/2005  
 - quota inizio : -1,00 m da quota riferim.  
 - prof. falda : Falda non rilevata  
 - scala vert.: 1 : 100



**256160C167**

Figura 9.18 – Prova Penetrometrica N. 23 - 256160 – C167

	COMMITTENTE: Comune di Rimini	SOND.N. 20
	CANTIERE: Via Siracusa - Rimini	PROF. (m): 30.00
	PERFORATRICE: ELLETTARI EK200 STR	QUOTA (m): p.d.c.
	METODO PERFORAZ.: Carotaggio continuo	DATA INIZ.: 10/06/2002
RIVESTIMENTO: Ø127 mm	ATTREZZO PERFORAZ.: Carotiere Ø 101 mm	DATA FINE: 10/06/2002
PIEZOMETRO: Imnesso piezometro Ø 40 mm a -10.00 m da p.c.		SCALA 1:100



Note:  
 Livello falda rilevato a fine sondaggio.

CI = campione indisturbato tipo Oostenberg  
 CD = campioni rimaneggiati

**256160P440**

Figura 9.19 – Prova Penetrometrica N. 20 - 256160 – P440