

**Istanza di Concessione di Coltivazione denominata
“SELVA MALVEZZI”
derivante dal Permesso di Ricerca
PODERE GALLINA**

PIANO DI MONITORAGGIO

**Aggiornamento Novembre 2021
Recepimento prescrizioni VIA**

Emissione	15/11/2021	G. ZARO Studio Tecnico Associato di Geologia Via Dante A., 27 Gazzada Schianno (VA)	G. DE ROSA (PVO) P.P. PONCIA (PVO)
AGGIORNAMENTI	DATA	PREPARATO	CONTROLLATO

Istanza di Concessione di Coltivazione denominata "Selva Malvezzi", derivante dal Permesso di Ricerca "Podere Gallina" –
PIANO DI MONITORAGGIO – Aggiornamento Novembre 2021 – Recepimento prescrizioni VIA

INDICE

1	INTRODUZIONE.....	6
2	OBIETTIVI DEL PRESENTE RAPPORTO – QUADRO PRESCRITTIVO	11
3	INQUADRAMENTO GEOLOGICO STRUTTURALE DEL GIACIMENTO.....	16
4	Pozzo PODERE MAIAR 1dIR	20
5	QUADRO GENERALE di area vasta	26
5.1	IDROGRAFIA SUPERFICIALE	26
5.1.1	Assetto geologico superficiale - quadro di insieme	27
5.1.2	Assetto litologico di primo sottosuolo	32
5.2	ASSETTO IDROGEOLOGICO SUPERFICIALE	38
5.3	ASSETTO GEOLOGICO ED IDROGEOLOGICO PROFONDO	42
5.4	SUBSIDENZA NATURALE.....	46
5.5	SISMICITA' DELL'AREA	48
5.5.1	Inquadramento geologico strutturale.....	48
5.5.2	Definizione dell'area di monitoraggio	50
5.5.3	Inquadramento sismotettonico	56
5.5.4	Strutture sismogenetiche	57
5.5.5	Risultati campagna di misure rumore sismico (20-21 giugno e 29-30 giugno 2021)...	62
5.5.6	Valutazione della capacità di rilevazione e localizzazione della rete	66
6	PIANO DI MONITORAGGIO	67
6.1	INDICAZIONI GENERALI	67
6.2	PERFORAZIONE PIEZOMETRI E ASSESTIMETRI – DEFINIZIONE DI DETTAGLIO STRATIGRAFIA DI SITO E PROFONDITA' DI IMPOSTA.....	69
6.3	CONTROLLO DELLE ACQUE SOTTERRANEE	70
6.3.1	Falda superficiale – Individuazione delle direttrici di deflusso	70
6.3.2	Falda superficiale – Monitoraggio livelli piezometrico e parametri idrochimici.....	71
6.3.3	Falda profonda – Monitoraggio livelli piezometrico e parametri idrochimici.....	71
6.3.4	Misurazione dei livelli piezometrici – Trasduttori di pressione.....	73
6.3.5	Monitoraggio idrochimico – campionature dirette.....	74

6.3.6 Monitoraggio idrochimico – sonda multiparametrica	75
6.4 CONTROLLO DELLA SUBSIDENZA - ASSESTIMETRI.....	76
6.4.1 Monitoraggio degli spostamenti verticali	76
6.4.2 Struttura del sistema di monitoraggio assestimetrico	78
6.4.3 Perforazione e posa assestimetro superficiale – profondità 10 metri	79
6.4.4 Perforazione assestimetro profondo – profondità 140 metri.....	80
6.4.5 Acquisizione dei dati – Lettura degli spostamenti.....	83
6.4.6 Ambito e modalità di posa in opera.....	84
6.4.7 Acquisizione e teletrasmissione dati	85
6.4.7 Archiviazione dei dati e trasmissione report periodici.....	85
6.5 MONITORAGGIO DEFORMAZIONI SUPERFICIALI – INSAR E GNSS.....	86
6.5.1. Monitoraggio deformazioni superficiali – INSAR	86
6.5.2 Studio delle deformazioni storiche e attività di monitoraggio con interferometria SAR satellitare.....	87
6.5.3 Selezione dei dati SAR satellitari	88
6.5.4 Modalità di elaborazione dei dati	90
6.5.5 Prodotti Forniti.....	91
6.5.6 Archiviazione dei dati e trasmissione report periodici.....	91
6.5.7 Monitoraggio deformazioni superficiali – Sistema GNSS permanente	92
6.5.8 Rapporto monitoraggio GNSS giugno 2020 - maggio 2021 (Appendice 2)	95
6.5.9 Archiviazione dei dati e trasmissione report periodici.....	96
6.6 MONITORAGGIO SISMICO	96
6.6.1 Monitoraggio sismico.....	96
6.6.2 Monitoraggio sismico – Fase operativa di identificazione stazioni di rilevamento.....	98
6.6.3 Monitoraggio sismico – Tipologia strumentale	98
6.6.4 Monitoraggio e gestione dei dati sismici	99
6.6.5 Archiviazione dei dati e trasmissione report periodici.....	100
7. TRASMISSIONE DEI DATI ALLA STRUTTURAPREPOSTA DI MONITORAGGIO	100
8. PREDISPOSIZIONE DI SISTEMA INFORMATIVO PUBBLICO	101
Sommario.....	2
1. Premessa.....	3

2. Attività svolte e dati acquisiti	4
3. Risultati ottenuti	7
4. Discussioni e considerazioni conclusive	11
5. Sitografia.....	12

APPENDICE 1 - LAY OUT PRELIMINARE Presidi di monitoraggio interni alla piazzola pozzo

APPENDICE 2 – Report monitoraggio GNSS – Primo anno

1 INTRODUZIONE

Il Permesso di Ricerca “Podere Gallina” è stato conferito con D.M. del 2 dicembre 2008 alla Po Valley Operations Pty Ltd (r.u.).

In data 1 gennaio 2017 è stata ottenuta l’autorizzazione per la perforazione del pozzo Podere Maiar 1dir in comune di Budrio (Bo) - frazione di Mezzolara.

Nel periodo tra novembre e dicembre 2017 Po Valley Operations ha quindi perforato il pozzo esplorativo Podere Maiar 1dir (T.D. 1340 m MDTR), risultato mineralizzato a gas metano nelle sabbie della formazione Porto Garibaldi (Pliocene medio), confermando le previsioni formulate nel programma geologico e di perforazione.

Nel mese di gennaio 2018 sono state condotte le prove di produzione; sulla base dei risultati dei logs elettrici, il pozzo è stato completato in singolo selettivo e testato, risultando utilizzabile per la produzione di gas metano in quanto contiene una quantità di Riserve Recuperabili sufficiente a giustificare un progetto di sviluppo e messa in produzione

Nelle successive figure è riportata corografia di inquadramento generale di ubicazione del Pozzo Podere Maiar 1dir e individuazione dell’area di pozzo rispetto alla frazione Mezzolara di Budrio su foto fonte Google Earth.

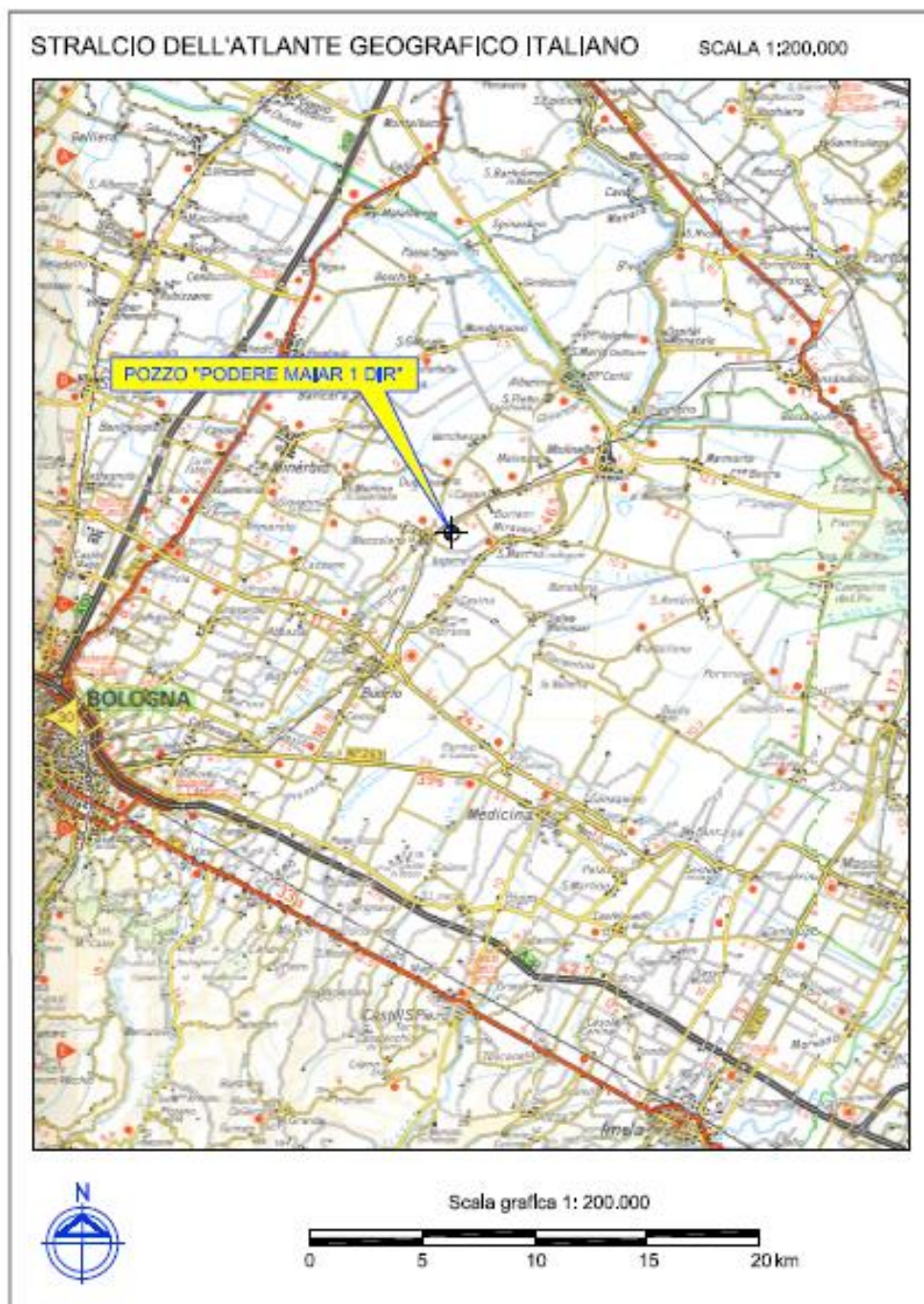


Figura 1 - Corografia di inquadramento generale di ubicazione Pozzo Podere Maiar 1dir.



Figura 2 - L'area pozzo è individuata rispetto alla frazione Mezzolara di Budrio (Fonte Google Earth).

Lo stato amministrativo del Permesso di Ricerca “Podere Gallina” e della conseguente Istanza di Concessione di Coltivazione denominata “Selva Malvezzi” è il seguente:

Permesso di Ricerca “Podere Gallina”	
Quote di titolarità	PoValley Operations (63 % -operatore) United Oil and Gas (20%) Prospex Oil and Gas (17%)
Regione	Emilia-Romagna
Provincia	Bologna, Ferrara
Vigenza	Primo periodo di vigenza (scadenza 03.02.2018) – presentata istanza per 1° proroga triennale
Superficie del Permesso “Podere Gallina”	originario 506.20 kmq
Superficie Istanza di Concessione “Selva Malvezzi”	80.8 kmq
Comuni interessati	Budrio, Molinella, Medicina

La successiva Figura 3 inquadra il perimetro del Permesso di Ricerca “Podere Gallina”, nonché il perimetro relativo alla Istanza di Concessione di Coltivazione “Selva Malvezzi” con delimitazione dei confini dei comuni interessati da detta nuova istanza.

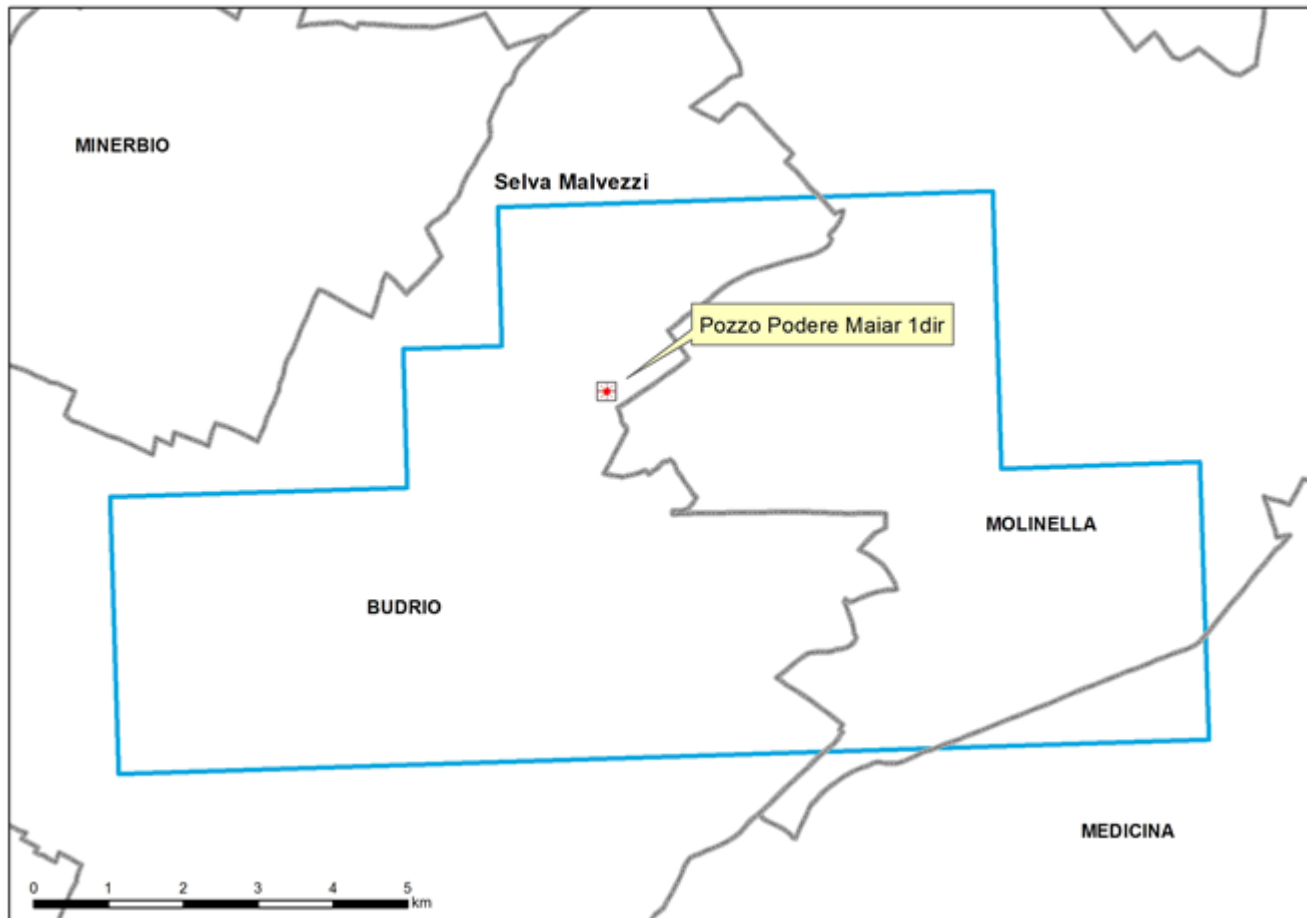


Fig. 3: Permesso di ricerca (verde), istanza di concessione di coltivazione (blu) con indicazione dei comuni interessati

2 OBIETTIVI DEL PRESENTE RAPPORTO – QUADRO PRESCRITTIVO

Il presente rapporto è stato stilato in ottemperanza alle prescrizioni formulate dalla "Commissione Tecnica di Verifica dell'Impatto ambientale VIA e VAS" con parere n. 3226 del 20/12/2019, parte integrante del Decreto di Compatibilità Ambientale relativo al "progetto di messa in produzione del pozzo a gas naturale Podere Maiar 1 dir, nell'ambito della Concessione di Coltivazione Selva Malvezzi" emesso da Ministero dell'Ambiente e della tutela del territorio e del Mare in data 29.03.2021.

A maggiore precisione, si riportano integralmente le prescrizioni sopra richiamate:

Prescrizione n. 1

Il Proponente dovrà rendere operativo il piano di monitoraggio ambientale per le diverse matrici ambientali interessate così come proposto nella documentazione fornita ed esaminata. Tale piano dovrà essere sottoposto per la condivisione alle diverse autorità interessate.

Il monitoraggio dovrà essere sviluppato in accordo con gli Enti territoriali competenti a cominciare da almeno un anno prima della fase di produzione, per proseguire per l'intera fase di esercizio e terminare con la fase di smantellamento dell'opera così come proposto in relazione al D.M. n. 39 del 19.02.2019.

Termine avvio verifica di ottemperanza: Allestimento cantiere

Prescrizione n. 2

Monitoraggio falde acquifere

Al fine di monitorare le falde acquifere, dopo aver individuato le direttrici di deflusso locale della falda di superficie, dovranno essere posizionati a valle di tali direttrici due piezometri: uno per la falda di superficie (10 metri) e il secondo per la falda più profonda (150 metri). Il monitoraggio dovrà riguardare i controlli piezometrici e idrochimici, con cadenza almeno semestrale ed i relativi dati dovranno essere trasmessi a ARPAE.

Termine avvio verifica di ottemperanza: Fase di esercizio

Prescrizione n. 3

Subsidenza

Dovrà essere effettuato un monitoraggio della subsidenza e delle deformazioni del suolo attraverso l'installazione di almeno due assestimetri, uno profondo ed uno superficiale, collegati ad un impianto automatico di trasmissione dati.

La profondità esatta dell'assestometro profondo descritto dovrà essere definita nel corso della perforazione del sondaggio di concerto con i tecnici di ARPAE e del Servizio Geologico Regionale.

Per le perforazioni degli assestimetri e dei piezometri si dovrà prevedere di realizzare inizialmente il foro a carotaggio continuo per l'assestometro profondo in modo da valutare esattamente la profondità di ancoraggio; gli altri fori per l'assestometro superficiale e per i piezometri potranno poi essere effettuati tramite carotaggio a distruzione di nucleo.

In relazione all'assestometro con filo di acciaio proposto, rilevato che sul territorio della regione Emilia Romagna sono attualmente presenti sistemi di monitoraggio assestimetrico a barra, dovranno essere assicurate le medesime caratteristiche prestazionali e possibilità di confronto dei dati tra i due sistemi.

Termine avvio verifica di ottemperanza: Allestimento di cantiere

Prescrizione n. 4

Subsidenza

Il monitoraggio delle deformazioni superficiali del suolo dovrà essere eseguito mediante Interferometria SAR Satellitare Avanzata ed inoltre dovrà essere eseguito un monitoraggio diretto da terreno con tecnologia GNSS mediante l'installazione, presso il sito di produzione, di una stazione ad alta sensibilità con acquisizione in continuo.

Il monitoraggio dovrà interessare un'area di interesse di circa 75 Km², corrispondente all'area di Dominio Interno con l'utilizzo di una stazione ad alta sensibilità con acquisizione in continuo.

Il sistema di monitoraggio diretto di sito dovrà essere composto da un ricevitore GNSS a doppia frequenza, specificatamente progettato per applicazioni di monitoraggio. Quale

approccio ante operam, l'attività di monitoraggio sarà sviluppata per un periodo di almeno un anno antecedente alla messa in produzione del giacimento.

Al termine di ogni anno solare dovrà essere redatto un rapporto di sintesi illustrativo dei dati rilevati che verranno riportati anche una forma numerica che diagrammata. Tale rapporto verrà trasmesso con cadenza annuale alle Amministrazioni interessate (ARPAE – Regione – Comuni).

Le relazioni annuali previste dal Piano di Monitoraggio dovranno essere accompagnate dai dati numerici degli assestimetri, dati in formato Rinex del GPS e gli shape file con tutti i punti del rilievo InSAR.

Termine avvio verifica di ottemperanza: Allestimento di cantiere

Prescrizione n. 5

Monitoraggio Sismico

La progettazione delle attività di monitoraggio sismico dovrà essere condotta in conformità alle prescrizioni dettate dalle "Linee Guida MISE-DGRME 2014" raggiungendo soglie di localizzazione in magnitudo comprese tra 0 e 1.

La rete sismica costituita dai nodi denominati MNV05, MNV06, MNV07, MNV08 e MNV09 integrati con FIU della RSN rappresenta la configurazione ottimale per il monitoraggio della sismicità all'interno del DI e del DE.

Una tale configurazione permette una soglia di localizzazione prossima a $M_L = 0.9$ per profondità ipocentrali dell'ordine dei 10 km.

Come indicato dalle Linee Guida (MISE – DGRME, 2014), dovrà essere installato almeno un accelerometro, allo scopo di garantire la corretta registrazione di eventuali forti terremoti che dovessero verificarsi nell'area. Al fine di garantire un monitoraggio in linea con quanto previsto dalle suddette Linee Guida, le stazioni sismiche che comporranno la futura rete sismica di monitoraggio dovranno prevedere un sistema di trasmissione dati in tempo reale.

Al termine di ogni anno solare dovrà essere predisposta la redazione di un rapporto di sintesi illustrativo delle condizioni di funzionalità del sistema di rilevazione e di tabelle

relative ai fenomeni sismici rilevati nella zona desumibile a partire dai dati pubblicati da INGV.

Tale rapporto verrà trasmesso con cadenza annuale alle Amministrazioni interessate (ARPAE – Regione – Comuni).

Termine avvio verifica di ottemperanza: Allestimento di cantiere

Prescrizione n. 6

Rumore

Nota: Non prevede realizzazione di attività pertinenti il presente Piano di Monitoraggio, in quanto tali attività saranno condotte e completate nel periodo immediatamente precedente l'inizio dei lavori

Prescrizione n. 7

Dovrà essere predisposto un adeguato sistema di informazioni al pubblico sui risultati del monitoraggio ambientale.

Termine avvio verifica di ottemperanza: Inizio produzione.

In linea generale, il presente Piano di Monitoraggio tiene altresì conto delle indicazioni fornite nell'ambito della DGR 10160/2016 del 04 luglio 2016 approvata dalla Giunta Regione Emilia Romagna in esito alla Procedura di VIA relativa al Progetto "Permesso di ricerca idrocarburi Podere Gallina – Pozzo Esplorativo Podere Maiar 1dir – Comune di Budrio (Bo)", come di seguito richiamate:

- *punto prescrittivo n. 10 - la necessità che "un successivo programma di coltivazione non potrà prescindere da un dettagliato programma di monitoraggio delle deformazioni del suolo (subsidenza che dovrà essere in linea con quanto definito dagli Indirizzi e Linee Guida del MISE".*

- *punto prescrittivo n. 14 – la necessità che "il progetto di monitoraggio microsismico secondo le indicazioni degli Indirizzi e Linee Guida MISE dovrà essere sviluppato e*

presentato nell'eventuale procedura di VIA inerente la Concessione di coltivazione del pozzo, nel caso di rinvenimento di idrocarburi all'interno della quale si valuteranno il numero, la localizzazione, le caratteristiche delle stazioni, le tempistiche, le modalità di trasmissione dei dati e l'ente a cui verranno affidati tali compiti".

Alla luce di quanto sopra esposto, il presente Piano di Monitoraggio risulta pertanto formulato secondo le indicazioni fornite dal documento *"Indirizzi e linee guida per il monitoraggio della sismicità, delle deformazioni del suolo e delle pressioni di poro nell'ambito delle attività antropiche"* (MISE-DGRME, 2014).

3 INQUADRAMENTO GEOLOGICO STRUTTURALE DEL GIACIMENTO

Il Permesso di Ricerca “Podere Gallina”, e la conseguente Istanza di Concessione di Coltivazione “Selva Malvezzi”, sono situati nella porzione sud-orientale della Pianura Padana, circa 20 km a Nord Est di Bologna.

Il giacimento oggetto dell’istanza di concessione di coltivazione, si localizza a profondità tra 1254 m e 1317 m, sviluppandosi nelle sabbie plioceniche della Formazione Porto Garibaldi.

La struttura di Selva, di cui è parte il giacimento in esame, è costituita da una anticlinale di rampa della successione mio-pliocenica, complicata da diverse faglie inverse, allungata in direzione NW-SE; depositi sin-cinematici pliocenici colmano le depressioni a tergo delle strutture di thrust. La struttura in esame è parte del trend dove sono ubicati i giacimenti a gas metano di Minerbio, Budrio, Cotignola e San Potito.

I logs dei pozzi disponibili evidenziano una notevole correlabilità degli orizzonti attraversati, permettendo una ricostruzione affidabile delle caratteristiche di facies e della loro disposizione spaziale nell’area del giacimento.

L’area del permesso ricopre, nella sua parte centrale, gran parte dell’ex giacimento di gas “Selva” messo in produzione dall’Agip/ENI in regime di “Area Esclusiva” fino al 1991 (produzione totale di gas 2.4 GSm³).

Finito il periodo di esclusiva (1997) una parte dell’area fu riattribuita all’ENI nel 1997 con il Permesso di Ricerca “Fiume Reno” andato in scadenza nel 2005, dopo la perforazione di tre pozzi tutti risultati sterili (Molinella 1, Valletta 1d e Riccardina 1d).

La parte centrale dell’attuale permesso è stata interessata da rilievi geofisici a riflessione a carattere regionale acquisiti dall’Agip in regime di “Area Esclusiva” dal 1945 fino al 1956; successivamente integrati da ulteriori rilievi eseguiti a partire dagli anni 1970-1975.

Il giacimento a gas di “Selva” fu scoperto nel 1953 con il pozzo Selva 1, con successiva esplorazione condotta in due fasi:

- Prima Fase: con i pozzi Selva 1, 2 e 3 con obiettivo strutturale. La mineralizzazione, era contenuta principalmente in livelli sabbiosi e siltosi pliocenici della Formazione “Porto Corsini”. Il livello produttivo è stato denominato livello G.
- Seconda Fase: iniziata con il pozzo Selva 4 su obiettivi stratigrafici nel fianco Nord della struttura. La mineralizzazione era contenuta principalmente in quattro livelli sabbiosi e siltosi pliocenici della Formazione “Porto Garibaldi”. I livelli sono stati denominati dall’alto verso il basso PL-A, PL-B, PL-B1, PL-C.

In alcuni pozzi è stata inoltre riscontrata mineralizzazione a gas in livelli sabbiosi della formazione pleistocenica delle “Sabbie di Asti” (pozzi Selva 19-20).

La mineralizzazione più importante a gas era stata registrata nel fianco nord della piega in due pools porosi del livello C della formazione Garibaldi del Pliocene medio superiore con differenti contatti con il piano d’acqua alle quote di 1339 m slm e 1344 m slm; l’acquifero è di tipo laterale.

La pressione originale media del livello C era di 148,7 Kg/cm² e la temperatura media alla profondità di 1317 m era di 41° C con un gradiente di 1° ogni 54 m di profondità.

L’energia del giacimento è risultata di tipo “water drive” con un acquifero debole con comportamento simile al vicino campo di Minerbio.

Il giacimento, entrato in produzione nel giugno del 1953, ha cessato di produrre nel 1999; complessivamente i pozzi del campo di Selva hanno prodotto 2383 MSm³, di cui 1918 MSm³ solo da pozzi completati in commingling nel livello C.

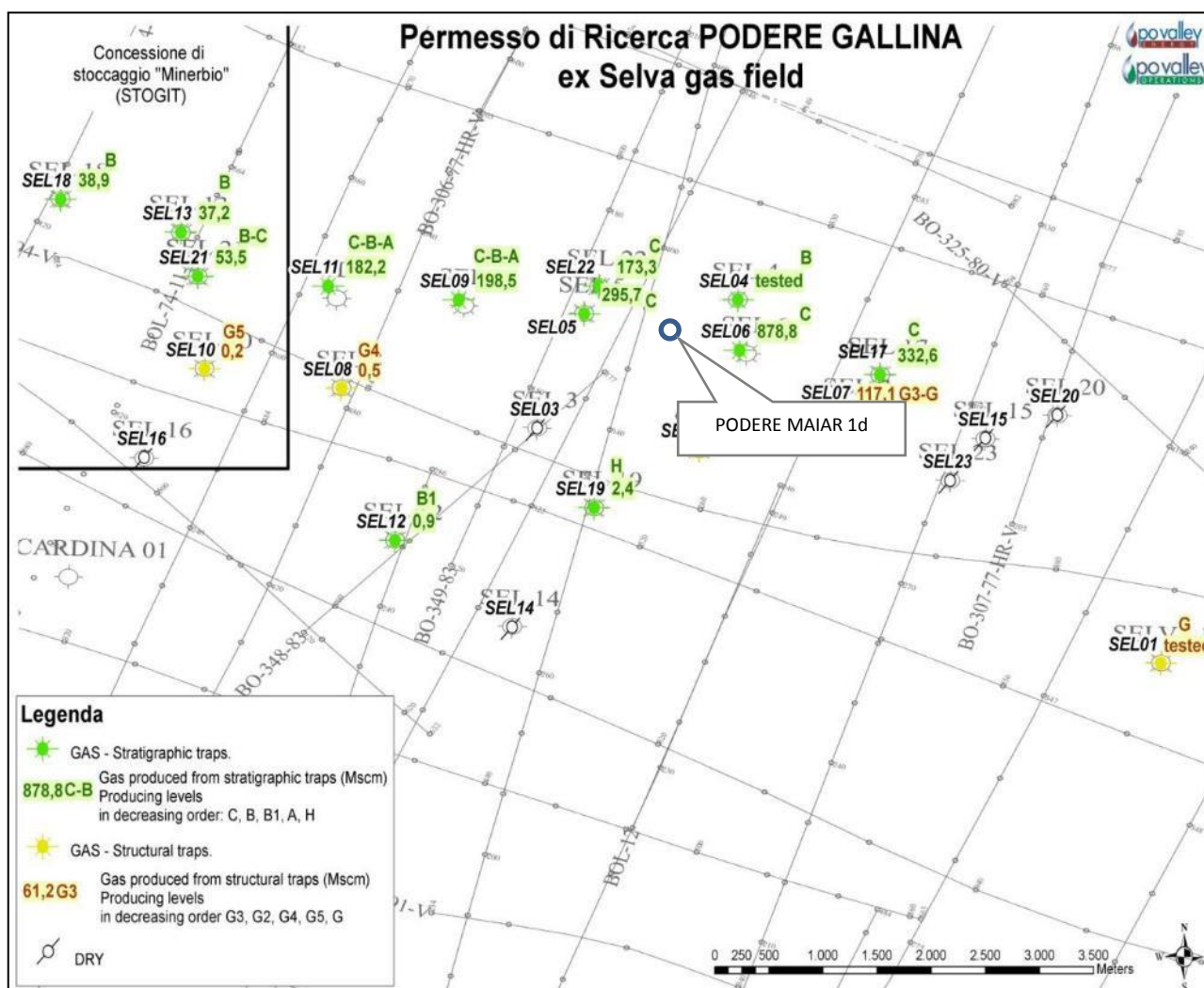


Fig. 4: Mappa dei pozzi "Selva" con le relative produzioni totali storiche in MSmc

Dai dati di pozzo e dall'interpretazione geofisica è stato possibile pervenire ad una rappresentativa ricostruzione della struttura di Selva che risulta costituita da un'anticlinale di rampa, associata a un thrust vergente verso NNE che ha strutturato la sequenza miocenica e pliocenica fino alla formazione Porto Corsini.

Le sovrastanti formazioni, a partire dalla Porto Garibaldi, solo marginalmente coinvolte negli eventi compressivi, sono depositati con blande giaciture al di sopra dell'anticlinale.

Gli orizzonti della formazione Porto Garibaldi, tra i quali il livello C individuato come produttivo nel pozzo Podere Maiar 1dir, terminano in rapporti di onlap sui fianchi dell'anticlinale di Selva; questo in quanto essa risulta strutturalmente elevata, a differenza dell'anticlinale di Minerbio, laddove gli orizzonti della Porto Garibaldi sono passanti al disopra della culminazione, formando una blanda anticlinale.

Il reservoir, individuato dal pozzo Podere Maiar 1dir, è costituito da una successione di sabbie pulite, intercalate da livelli argillosi, mentre la copertura è assicurata da un intervallo argilloso avente uno spessore di oltre 100 m; tale orizzonte si presenta arealmente esteso e caratterizzato da importante continuità, risultando presente in tutti i pozzi sia del campo "Selva" che del campo "Minerbio".

4 POZZO PODERE MAIAR 1DIR

Dall'analisi dei cuttings e dei log elettrici LWD e quelli in open hole è stato possibile definire la litostratigrafia del pozzo, il quale ha attraversato, dalla superficie fino a TD (1330m TVDTR), una sequenza clastica dal Pleistocene al Pliocene medio, costituita prevalentemente da sedimenti argillosi e sabbiosi.

In particolare sono stati identificati i seguenti intervalli litologici:

- **60 m - 180 m**

Prevalente sabbia, quarzosa, localmente glauconitica, da traslucida a grigio-verde, a granulometria da finissima a media, con grani da arrotondati a sub angolari, moderatamente classata. Tracce di miche (Biotite) ed elementi carboniosi nerastri con livelli di argilla, da grigia a grigio-chiara, tenera, plastica, lavabile.

- **180 m - 320 m**

Alternanze di livelli argilla, da grigio-chiara a grigia, tenera, plastica, amorfa e lavabile con livelli di sabbia sciolta, quarzosa, da ialina a traslucida, a grana da finissima a media, da sub angolare a sub arrotondata, angolare in parte, micacea (Biotite) con frammenti di bivalve. Presenza di elementi carboniosi, nerastri.

- **320 m - 505 m**

Alternanze di livelli di argilla, da grigio-chiara a grigia, tenera, plastica, amorfa e lavabile con livelli di sabbia sciolta, quarzosa, ialina a grana da finissima a media, da angolare a sub angolare, sub arrotondata in parte, micacea (Biotite) con abbondanti frammenti di gusci di bivalve. Presenza di elementi carboniosi, nerastri.

- **505 m - 1115 m**

Prevalente argilla, grigio chiara, tenera, plastica, molto lavabile, con intercalazioni di livelli sottili, talora metrici, di sabbia, quarzosa, ialina, a grana da finissima a fine, da

sub-arrotondata a sub – angolare, mal classata. Tracce di miche ed elementi carboniosi nerastri (Lignite) e presenza di frammenti di gusci di bivalvi.

▪ **1115 m - 1255 m**

Argilla, grigio chiara, plastica, fossilifera a foraminiferi planctonici con rarissimi sottili livelli di sabbia, quarzosa, micacea, ialina a grana da fine a media, da sub-arrotondata a sub-angolare, moderatamente classata. Tracce di pirite, talora abbondanti.

▪ **1225 m - 1340 m**

Prevalenza di bancate di sabbia sciolta, quarzosa, micacea, glauconitica in parte, da trasparente a biancastra, a grana da fine a media sub-angolare, moderatamente classata ed argilla, da grigio a grigio chiara, siltosa, plastica, fossilifera a foraminiferi planctonici verso la base dell'intervallo. Presenza di lignite e tracce di pirite.

La seguente Figura 5 mostra la colonna litologica di sintesi ricostruita sulla base dei dati di pozzo.

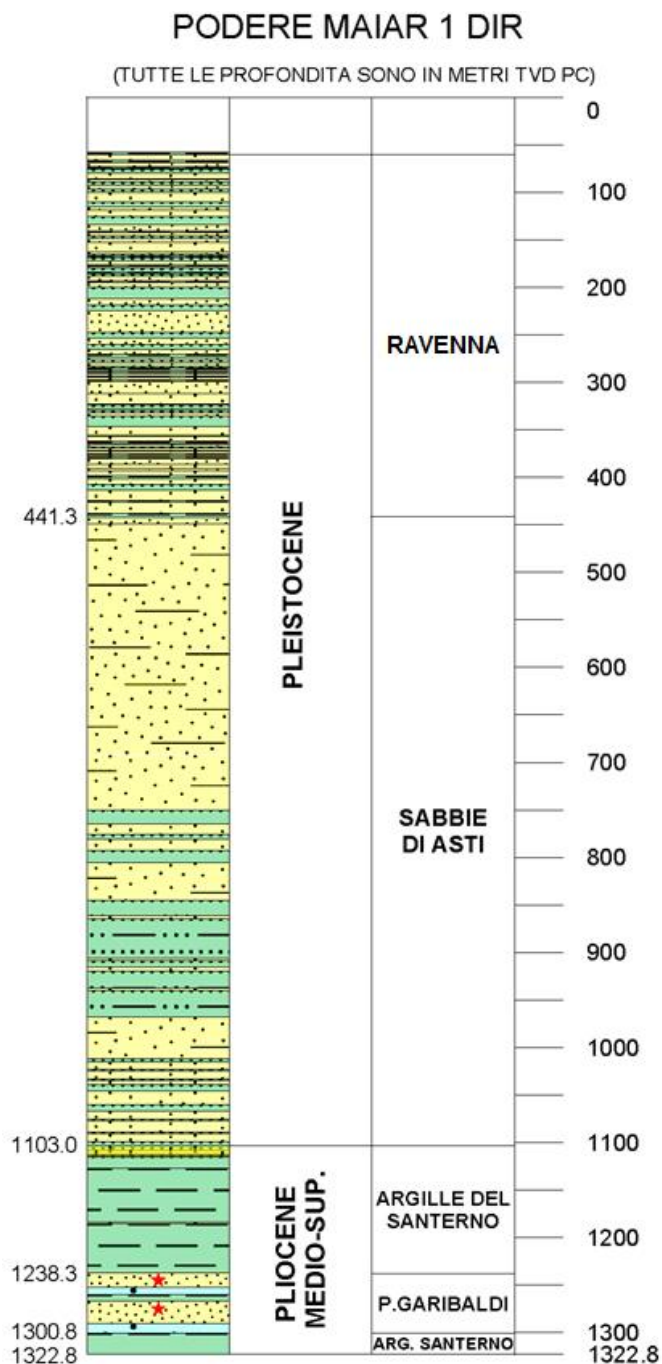


Fig. 5: Pozzo podere Maiar 1dir colonna litologica di pozzo

L'analisi dei log LWD e quelli wireline, ha evidenziato in maniera chiara la presenza di due intervalli sabbiosi a una profondità compresa tra 1254 m e 1317.6 m MDTR (1246.1 – 1308.4 mTVDTR).

I due livelli, denominati C1 e C2, sono mineralizzati a gas, con ognuno un proprio contatto gas-acqua; la porosità media rilevata all'interno dei livelli mineralizzati è nell'ordine del 27,7 %.

La trappola può essere considerata di tipo misto stratigrafico-strutturale, poiché, come visto precedentemente, i livelli C1 e C2 terminano in rapporti di onlap sulla sottostante formazione Porto Corsini, coinvolta nella struttura di anticlinale di rampa; in altri settori, l'interpretazione sismica ha evidenziato che i livelli C1 e C2 terminano contro una delle faglie del thrust.

Il livello C2 è separato litologicamente dal soprastante livello C1 per la presenza di uno spessore di argilla di circa 7 metri e risulta, sulla base dello studio dei logs, caratterizzato da una sequenza ritmica di livelletti di sabbia pulita mineralizzata a gas alternati da livelli meno porosi tipicamente siltoso-argillosi.

Lo schema di completamento finale del pozzo Podere Maiar 1d è del tipo singolo selettivo sui due livelli di mineralizzati a gas.

Lo sviluppo del giacimento è previsto su una durata complessiva di circa 17 anni con una messa in produzione distinta dai due livelli mineralizzati e previsione di una produzione massima di 70.000 mc/giorno dal livello C1 e di 80.000 mc/giorno dal livello C2.

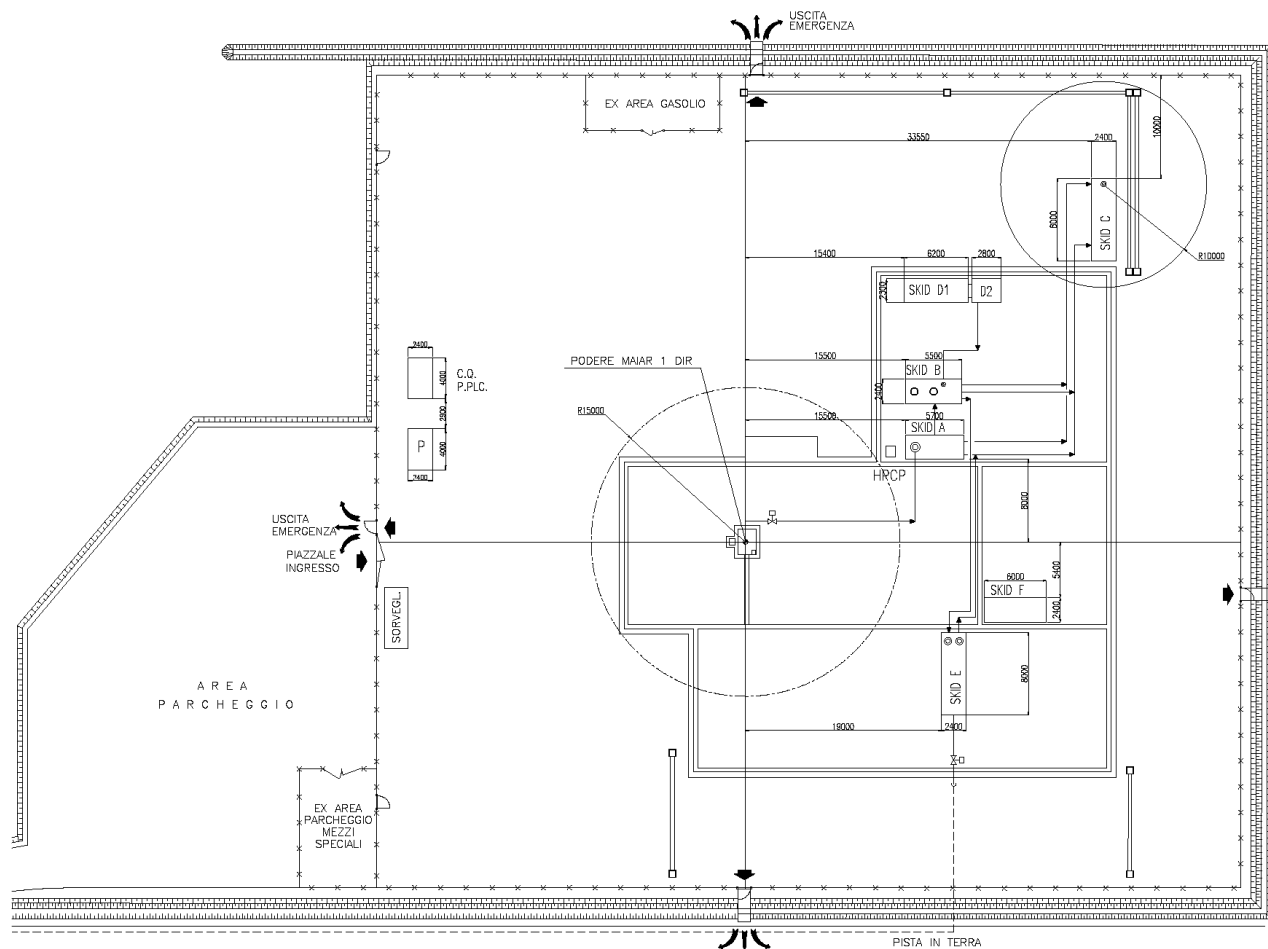
La portata di esercizio massima è pertanto pari a 150.000 mc/giorno.

Nella successiva Figura 6, è riportato dettaglio dell'area pozzo come attualmente posta in sicurezza in attesa di avvio dei lavori necessari alla messa in produzione.



Fig. 6: Stato attuale dell'area pozzo (Fonte Google Earth).

Nella successiva Figura 7 è riportata planimetria generale di organizzazione dell'area pozzo durante la fase di produzione.



LEGENDA GENERALE APPARECCHIATURE		
ITEM	DESCRIZIONE	DIMENSIONI DI MASSIMA
UNITA' 100	TESTA POZZO	-
SKID A	SKID SEPARAZIONE	3800 x 2400 x 4500 (Hmax)
SKID B	SKID DISIDRATAZIONE	5500 x 2400 x 4500 (Hmax)
SKID C	SKID SERBATOIO RACCOLTA LIQUIDI E SOFFIONE	8000 x 2400 x 6500 (Hmax)
SKID D1	GENERAZIONE AZOTO	6200 x 2300 x 3000 (Hmax)
SKID D2	GENERAZIONE AZOTO SERBATOI	2800 x 2300 x 3000 (Hmax)
SKID E	SKID MISURA FISCALE 310	8000 x 2400 x T.B.D. (Hmax)
SKID F	SKID COMPRESIONE (FUTURO)	6000 x 2400 x T.B.D. (Hmax)
HPCP	QUADRO IDROPNEUMATICO DI TESTA POZZO (ESD)	1000 x 1000 x 2500 (H)
C.O. P.PLC.	CABINA QUADRI ELETTRICI STRUMENTALE E PLC	2400 x 4000 x 2500 (H)
P	CABINATO POSTAZIONE PC	2400 x 4000 x 2500 (H)

Fig. 7: Planimetria generale di organizzazione dell'area pozzo durante la fase di produzione.

5 QUADRO GENERALE DI AREA VASTA

5.1 IDROGRAFIA SUPERFICIALE

L'attuale assetto della rete idrografica di area vasta è il risultato di un lungo processo di bonifica, iniziato a partire dal 1915, che ha portato gradualmente alla conversione dei terreni paludosi, dapprima in risaie e successivamente in frutteti e seminativi.

Per quanto riguarda nello specifico l'area di studio, il Piano di Gestione del distretto idrografico del fiume Po identifica la presenza di sottobacino "Allacciante IV Circondario", circondato quasi interamente dal sottobacino "Lorgana".

Entrambi i sottobacini ricadono all'interno del bacino idrografico principale "Fiume Reno" che rappresenta uno di bacini di maggiore rilievo della regione Emilia Romagna.

I corpi idrici naturali più prossimi all'area di progetto si posizionano a distanze superiori al chilometro e sono riconducibili ai seguenti corsi d'acqua:

- Torrente Idice, a circa 1,7 Km a sud;
- Fiume Reno, a circa 8,5 Km in direzione nord-est.

Diverso è invece l'assetto relativo alla fitta rete di corsi d'acqua artificiali, canali e scoli, che rivestono un ruolo di primaria importanza sia per l'economia agricola che come ricettore di scarichi.

Di questi, in ragione della relativa maggior prossimità all'area di progetto, risultano di maggiore interesse i seguenti:

- Il Canale Allacciamento IV Circondario, a circa 2,8 Km in direzione nord-ovest;
- Il Canale artificiale Scolatore Sesto Alto-Garda, a circa 4,5 km in direzione sud-est;
- Il Canale Lorgana, a circa 7,5 km in direzione nord-est;
- Il Canale Riolo-Delle Botte, a circa 8 km in direzione nord-est;
- Il Canale Savena Abbandonato-Diversivo, a circa 9 km in direzione nord-ovest.

Nel complesso, tutta la rete idrografica di maggiore importanza si localizza pertanto a distanze superiori al chilometro rispetto all'area di progetto.

Per quanto riguarda la più diffusa rete idrografica minore, i rami più prossimi all'area di progetto risultano riconducibili unicamente ai seguenti elementi:

- canale di bonifica interrato posto a circa 200 metri in direzione nord-ovest che corre parallelamente alla Strada Comunale Pianella;
- fossato di scolo (scolo Corletta) a circa 180 metri in direzione sud-est, che segna il limite tra il Comune di Budrio e il Comune di Molinella.

Lo stato di qualità ambientale dei corpi idrici identificati è monitorato e valutato attraverso la rete di monitoraggio gestita da ARPAE che tuttavia interessa unicamente corpi idrici di maggiori dimensioni e a maggiore naturalità.

Non risultano viceversa attività di monitoraggio programmato sui corpi d'acqua minori o sui canali di rete idrografica minore, in quanto caratterizzati da totale assenza di condizioni di naturalità delle acque in relazione alle portate discontinue e/o variabili nel tempo ed ai consistenti apporti per scolo dalle aree agricole o bonifica di aree maggiormente depresse.

5.1.1 Assetto geologico superficiale - quadro di insieme

L'area di studio si colloca nella fascia di bassa pianura, circa 20 km a nord est della città di Bologna entro comparto costituito dalla estesa presenza di successione quaternaria continentale del pedeappennino emiliano-romagnolo costituito dall'insieme dei depositi alluvionali terrazzati affioranti nelle piane intervallive dei fiumi e torrenti appenninici e dai depositi di conoide e piana alluvionale della pianura antistante.

Nel dettaglio, a partire dall'esame della Cartografia CARG – Foglio Bologna n. 221 e del Foglio Poggio Renatico n. 203, l'area entro cui si localizza il pozzo Podere Maiar 1dir è interessata dalla presenza in superficie di unità riferibili al Sintema Emiliano-Romagnolo Superiore, presente a coprire la quasi totalità dell'area vasta di contorno e rappresentata dal "Subsintema di Ravenna" (AES8) e dalla "Unità di Modena" (AES8a).

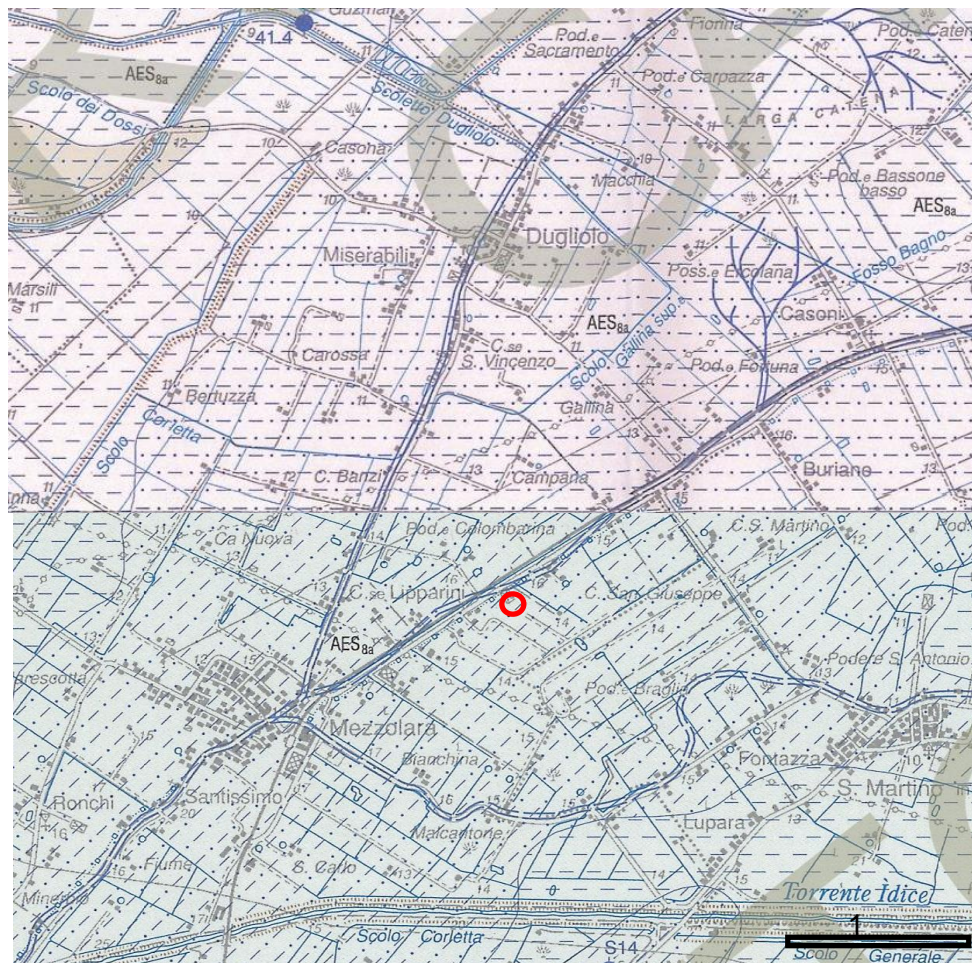


Fig. 8: Estratto cartografia CARG a scala 1:50.000
 Foglio Bologna n. 221 – Foglio Poggio Renatico n. 203.

Nella zona, le unità richiamate risultano così caratterizzate:

“Subsistema di Ravenna” (AES8) – costituita da depositi sabbioso limosi di canale, argine e rotta fluviale, organizzati in corpi sedimentari di spessore plurimetrico e geometria prevalentemente nastriforme. Questi fanno transizione laterale a sedimenti prevalentemente argillosi e subordinatamente limosi e sabbiosi di piana inondabile (bacino interfluviale). I corpi ghiaiosi sono rari. L’unità affiora diffusamente entro la fascia intermedia del Foglio Bologna dove risulta interrotta dalle coperture superficiali rappresentate da AES8a.

“Unità di Modena” (AES8a) – Rappresenta la porzione più superficiale di AES8 ed è costituita da sabbie, limi e argille (con ghiaie molto subordinate) di pianura alluvionale, caratterizzati dalla occorrenza in superficie di fronte di alterazione inferiore al metro e suoli calcarei. Questa unità è riconducibile ad un recente periodo caratterizzato da un importante incremento della piovosità che ha comportato la modifica della rete idrografica e l’alluvionamento di gran parte della pianura. L’unità è presente con spessori plurimetrici su tutta la porzione settentrionale del Foglio Bologna e sul Foglio Poggiorenetico, dove rappresenta la coltre di copertura della sottostante unità AES8a. L’assetto citato è ben evidenziato nella successiva figura, riferibile alla porzione est della sezione tipo riportata sul Foglio Bologna.

I rapporti stratigrafici tra le due unità più superficiali risultano schematizzati nelle sezioni geologiche sotto allegate in Figura 9 e 10 (individuate rispettivamente a nord e a sud dell’area in esame), che evidenzia la presenza di spessori della unità superficiale AES8a estremamente variabili fino ad un massimo di 5 -7 metri.

Le superfici di contatto con le sottostanti unità geolitologiche risultano complessivamente caratterizzate dalla presenza di superfici suborizzontali.

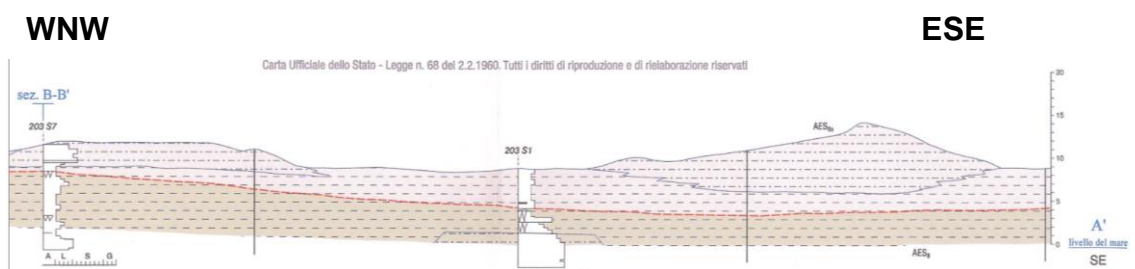
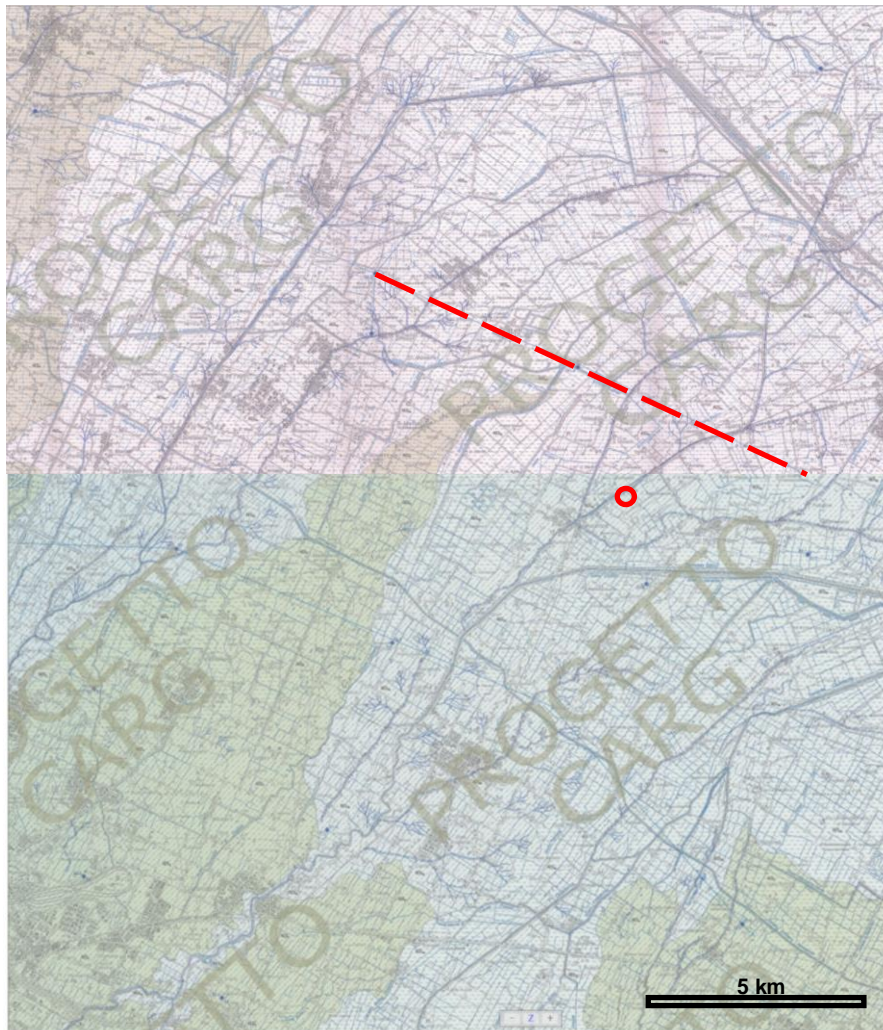


Fig. 9: Estratto cartografia CARG a scala 1:50.000
Foglio Poggio Renatico n. 203– Sezione A-A'

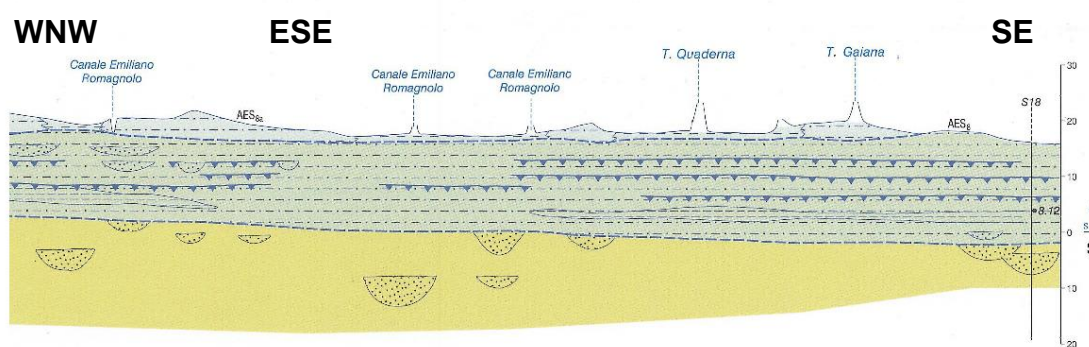
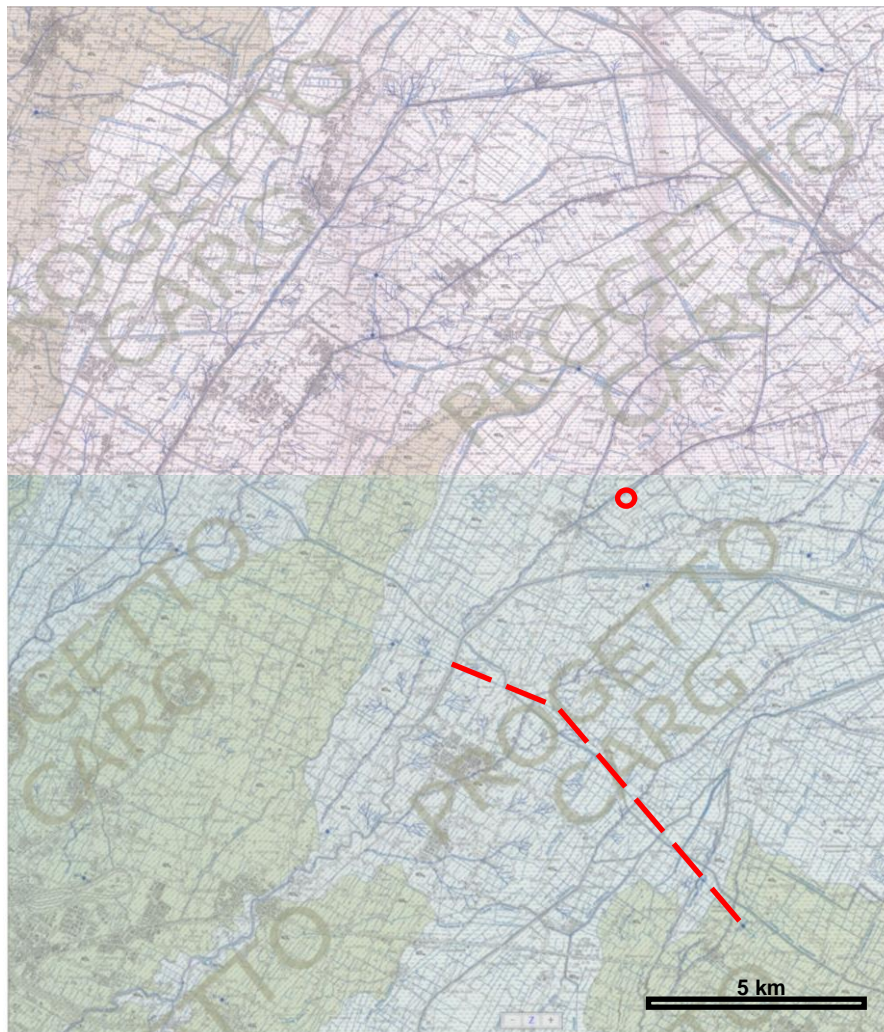


Fig. 10: Estratto cartografia CARG a scala 1:50.000

Foglio Bologna n. 221 – Sezione A-A'

5.1.2 Assetto litologico di primo sottosuolo

Per quanto riguarda le informazioni disponibili rispetto alla situazione corrispondente all'area pozzo, si fa riferimento ai seguenti dati stratigrafici:

Intervallo superficiale (indicativo 0 – 50 metri da p.c)

Si fa riferimento alla sezione D-D' – tratto orientale, tratta da CARG -Foglio Bologna Sottosuolo n. 221 - Figura 11

A partire dai dati di sondaggio S14 (come riportato nella richiamata sezione di fig. 13), indicativamente localizzato circa 3 km a sud del sito in esame, interessante una profondità complessiva di circa 24 metri da p.c. Si estrapola una sequenza costituita da argille e limi prevalenti con presenza, nell'ambito dei primi 10 metri da p.c. di isolati strati sabbiosi di ordine metrico. A profondità maggiori, al di sotto di strato plurimetrico di limi e argille ricche di sostanze organiche, è individuata una più significativa presenza di corpi sabbiosi di spessore plurimetrico.

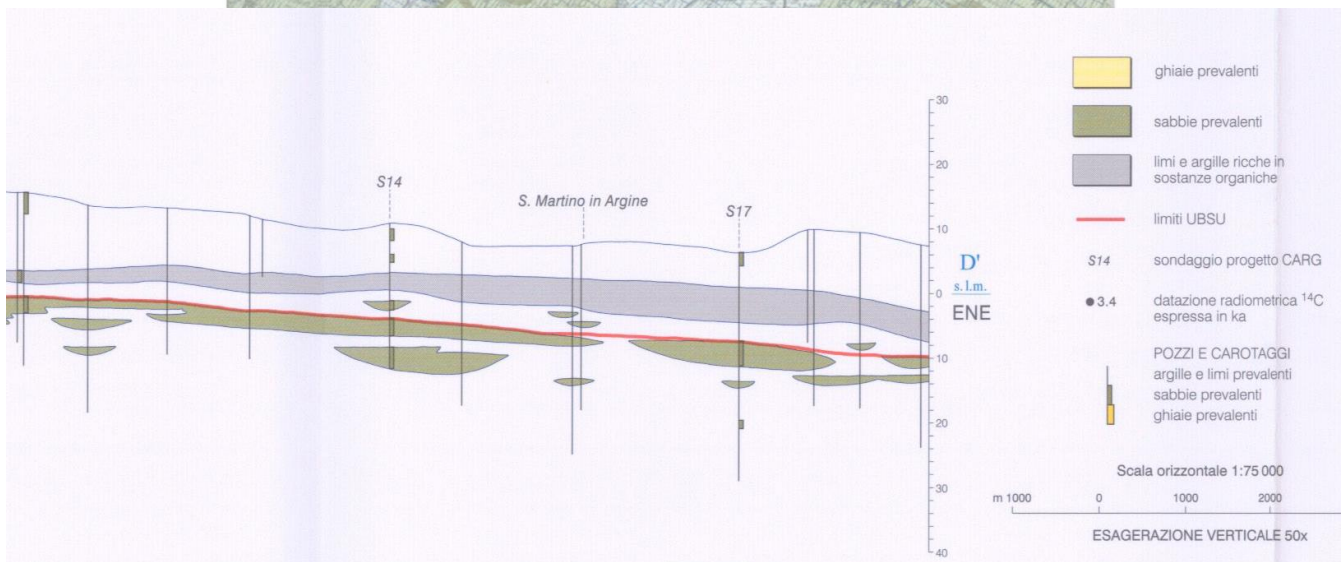
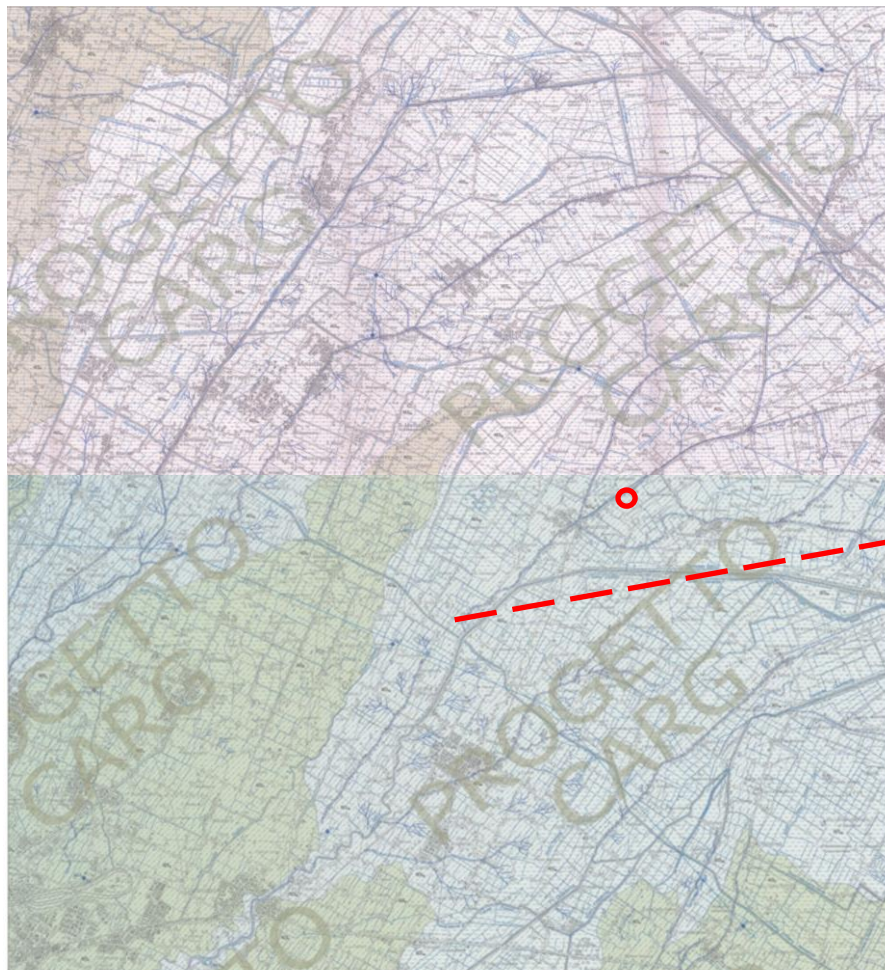


Fig. 11: Estratto cartografia CARG a scala 1:50.000

Foglio Bologna Sottosuolo n. 221 – Sezione D-D”

Intervallo profondo (50 – 200 metri da p.c)

Si fa riferimento alla successiva figura 12, redatta a partire dai seguenti elementi conoscitivi:

- dati litologici desumibili dall'intervallo più superficiale del profilo di perforazione del pozzo "Podere Maiar 1dir", rappresentativo dell'intervallo compreso tra – 50 e – 200 metri da piano campagna. Resta escluso il tratto superficiale per il quale, in fase di perforazione, non è stato registrato alcun dato.
- dati litologici desumibili dall'intervallo più superficiale del profilo di perforazione del pozzo "Selva 7" (ubicato ad una distanza di circa 2 km dal pozzo Podere Maiar 1dir – vedi figura 28), relativo all'intervallo compreso fino a circa 200 metri di profondità. In questo caso resta escluso il tratto superficiale fino a profondità di circa 100 metri per il quale, in fase di perforazione, non è stato registrato alcun dato.

La correlazione con il pozzo "Selva 7" risulta rappresentativa ai fini dell'inserimento del pozzo Podere Maiar 1dir nel locale contesto geologico ed idrogeologico, in quanto tale pozzo è stato utilizzato quale riferimento locale nella elaborazione dello studio "Riserve idriche sotterranee della Regione Emilia Romagna" (Regione Emilia Romagna e Eni-Agip – 1988) successivamente richiamato quale documento di inquadramento del locale assetto geologico ed idrogeologico profondo (paragrafo 5.3).

Nel complesso, l'intervallo osservato mostra, fino a circa 120 metri di profondità, la sostanziale alternanza di livelli sabbiosi e livelli sabbioso-argillosi.

La presenza di livelli più marcatamente argillosi appare ridotta nell'intervallo superiore, venendo poi a essere relativamente più significativa, nell'intervallo inferiore compreso tra 89 e 117 metri da p.c.

La base del complesso descritto, riferibile al Complesso Acquifero A2 (Rif. Paragrafo 5.3), risulta contraddistinta dalla presenza di un ultimo banco costituito da prevalenti sabbie e sabbie argillose, con spessore prossimo ai 10 metri, individuato a profondità comprese tra 107 e 117 metri da p.c.

Sotto tale livello, la sequenza superiore è sostanzialmente interrotta dalla presenza di un consistente orizzonte a prevalente composizione argilloso limosa identificato, con

spessore complessivo nell'ordine di circa 9 metri, a profondità comprese tra 117 e 126 metri da p.c. A partire dallo studio regionale sopra richiamato (paragrafo 5.3) l'orizzonte risulta identificato quale setto di divisione tra il Complesso Acquifero A2 ed il sottostante Complesso Acquifero A3

Il carattere regionale di entrambe gli orizzonti sopra individuati, è riconoscibile una buona correlazione con il vicino pozzo "Selva 7", a testimonianza di una presumibile buona continuità laterale.

Più in profondità, la sequenza attraversata appare ancora contraddistinta dalla occorrenza di alternanze di livelli sabbiosi, livelli sabbioso-argillosi, livelli limoso argillosi e subordinate argille, riferibili al Complesso Acquifero A3.

Si evidenzia tuttavia, una maggiore frammentazione dei singoli orizzonti, in genere contraddistinti da spessori unitari meno significativi. In relazione a tale assetto, anche la correlazione con i log del vicino pozzo Selva 7 risultano meno significativi in considerazione del diverso livello di detezione dei log registrati.

All'interno del complesso identificato, gli acquiferi di maggiore interesse risultano identificabili alle seguenti profondità da p.c.:

- da m. 84 a m. 89 – parte intermedia "Sistema Acquifero A2";
- da m.107 a m. 112 – parte di base "Sistema Acquifero A2";
- da m. 126 a m. 134 – parte superiore "Sistema acquifero A3" corrispondente alla massima profondità raggiunta dai pozzi presenti nell'area.

Gli orizzonti argillosi consolidati base alla base dei suddetti acquiferi risultano alle seguenti profondità da p.c.:

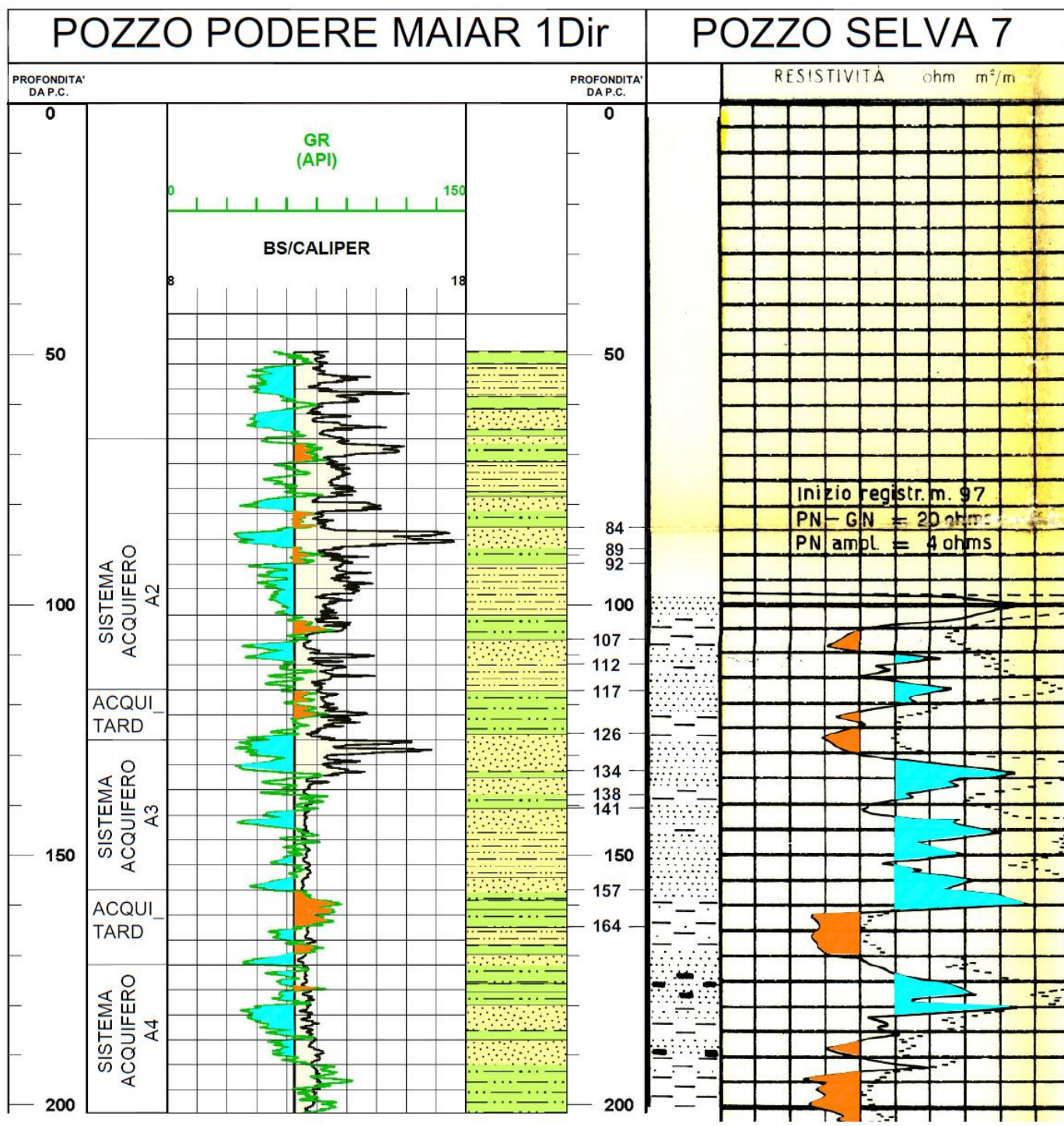
- da m. 89 a m. 92 – parte intermedia "Sistema Acquifero A2";
- da m.117 a m. 126 – acquitardo di base "Sistema Acquifero A2";
- da m. 138 a m. 141 – parte superiore "Sistema acquifero A3".

In questo contesto, l'acquifero profondo di maggiore interesse ai fini della valutazione degli effetti indotti dagli sfruttamenti idrici in atto, risulta riferibile all'orizzonte

compreso tra 126 e 134 m da p.c., in quanto corrispondente alla massima profondità raggiunta dai pozzi di captazione presenti nella zona.

Il corrispondente orizzonte consolidato di base di interesse ai fini della discretizzazione dei movimenti verticali indotti dagli sfruttamenti idrici sulle porzioni di terreno superficiale, risulta riferibile all'orizzonte argilloso presente tra 138 e 141 m da p.c.

La buona correlazione di tali intervalli litologici con il vicino pozzo "Selva 7" conferma la continuità laterale degli orizzonti identificati.



Sabbie prevalenti
 Argille prevalenti

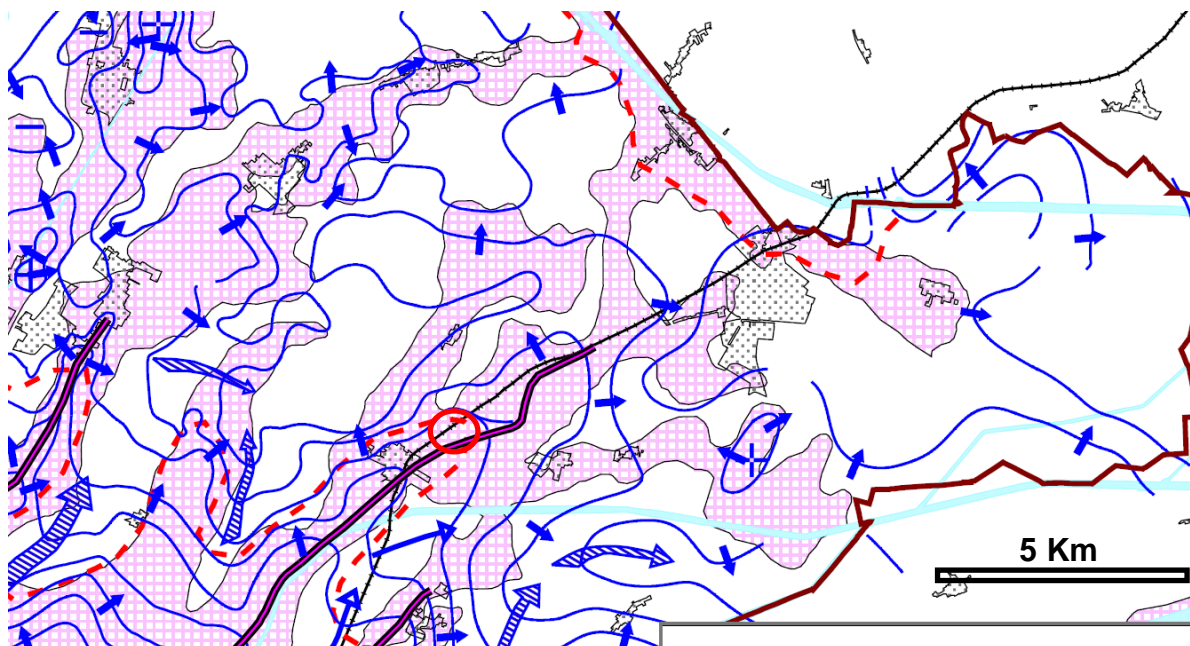
Fig. 12: Estratto e correlazione profili di perforazione pozzo Podere Maiar 1Dir e pozzo Selva 7.

5.2 ASSETTO IDROGEOLOGICO SUPERFICIALE

In considerazione del quadro geologico di superficie individuato, l'assetto di prima falda appare essere direttamente condizionato dalla presenza e distribuzione dei corpi sabbiosi, dalle condizioni di collegamento tra i diversi orizzonti permeabili e dalla occorrenza di generali condizioni di modesta conducibilità e bassa trasmissività.

Nel complesso gli acquiferi superficiali presenti nell'ambito dei primi 10-15 metri da p.c. mostrano un generale andamento da sud ovest verso nord est, in linea con le direttrici topografiche regionali, evidenziando sia una progressiva riduzione verso nord dei valori di soggiacenza, sia l'instaurazione di condizioni di progressiva separazione della falda freatica superficiale rispetto alle alimentazioni connesse con acque salienti profonde.

Il quadro generale sopra delineato risulta significativamente inquadrato dalla documentazione di pianificazione comunale (PSC -Associazione Terre di Pianura – elab. AC.2.REL – 2005 – Studio Viel). Modello Idrogeologico Figura 2.1.3.1 di cui nella successiva Figura 13 si riporta estratto.



Strutture del campo di moto

	Isopiezometriche
	Linee di deflusso sotterraneo principali
	Linee di flusso secondarie
	Spartiacque principali
	Alti e bassi piezometrici
	Limite della falda libera/confinata
	Zone di depressione anomala

Sistema idrogeologico delle alluvioni recenti

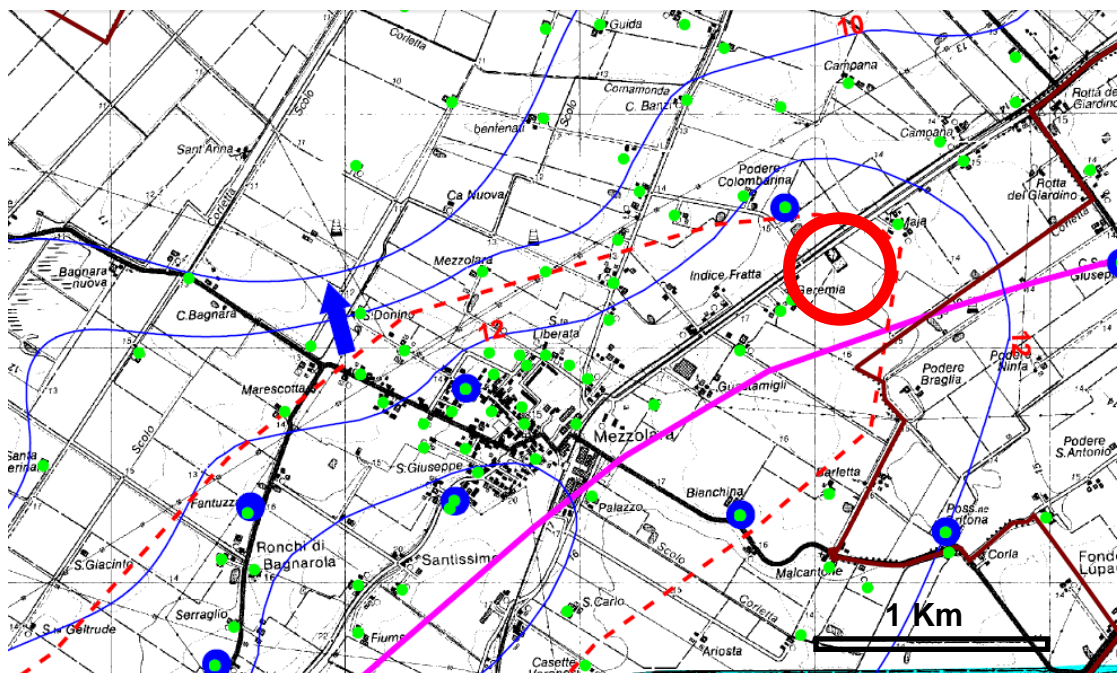
	Acquiferi ad alta conducibilità: F. idrogeologica di fondovalle e conoidi
	Acquiferi a media conducibilità: F. idrogeologica degli argini naturali
	Acquiferi a bassa conducibilità: F. idrogeologiche a tesitura limoso sabbiosa

Ubicazione pozzo Podere Maiar 1 dir

Fig. 13: Estratto PSC – Quadro Conoscitivo – Sistema naturale e ambientale –
Relazione geologica – AC.2.REL – Geol. Giovanni Viel – giugno 2006)

Con specifico riguardo all'area pozzo in esame, questo risulta localizzarsi ad ovest rispetto a struttura di "spartiacque principale" entro settore in cui l'andamento della falda freatica superficiale risulta caratterizzata da definito andamento da sud est verso nord ovest.

I dati desumibili dai pozzi locali presenti nella zona individuano in questo settore valori di soggiacenza da p.c. nell'ordine dei 2-4 metri, come meglio evidenziato nella successiva planimetria di fig. 14, redatta su base cartografica di dettaglio con identificazione delle quote di isopiezometriche s.l.m. .



○ Ubicazione pozzo Podere Maiar 1 dir

Fig. 14: Estratto PSC – Quadro Conoscitivo – Sistema naturale e ambientale – Carta Idrogeologica – Tav.AC.1.2a – Geol. Giovanni Viel – giugno 2006)

5.3 ASSETTO GEOLOGICO ED IDROGEOLOGICO PROFONDO

Per quanto concerne il locale assetto geologico ed idrogeologico profondo, si ritiene utile precisare che attualmente non esiste un inquadramento stratigrafico univoco dei depositi quaternari continentali presenti a nord del margine appenninico Emiliano-Romagnolo (ciclo Qc).

Nel settore meridionale del Bacino padano, il limite inferiore dei depositi correlabili al ciclo continentale quaternario è individuabile in sottosuolo sulla base delle linee sismiche esistenti, a costituire la base del Supersistema Emiliano-Romagnolo (Riserve idriche sotterranee della Regione Emilia Romagna - Regione Emilia Romagna e Eni-Agip – 1988).

Lo spessore massimo di questa unità, non definibile con precisione sulla base dei dati di pozzo, aumenta progressivamente allontanandosi dalla catena appenninica, raggiungendo valori massimi superiori ai 500 metri nell'area situata a nord dell'allineamento Castel Maggiore – Castenaso – Medicina.

L'individuazione su base sismica di una superficie di discontinuità all'interno della successione quaternaria continentale ha comunque consentito la suddivisione di questa unità in due parti, definite anche come sistemi (Sistema Emiliano Romagnolo Inferiore e Sistema Emiliano Romagnolo Superiore) o sequenze deposizionali (Cicli Qc1 e Qc2).

Allontanandosi dal margine del Bacino Padano, i depositi continentali del Supersistema Emiliano-Romagnolo fanno transizione verso mare a depositi di ambiente deltizio-litorale.

Dal punto di vista litologico, la successione quaternaria continentale dell'area a nord di Bologna è caratterizzata dalla organizzazione ciclica di depositi prevalentemente grossolani (corpi sedimentari ghiaiosi e sabbiosi di conoidi alluvionale) e fini (limi e argille, con subordinate ghiaie e sabbie di piana alluvionale) in successioni di vario ordine gerarchico.

In tale area, l'identificazione all'interno della successione quaternaria continentale implica anche la occorrenza di alternanza ciclica di depositi a grado di permeabilità molto

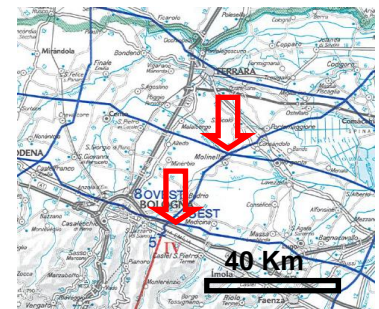
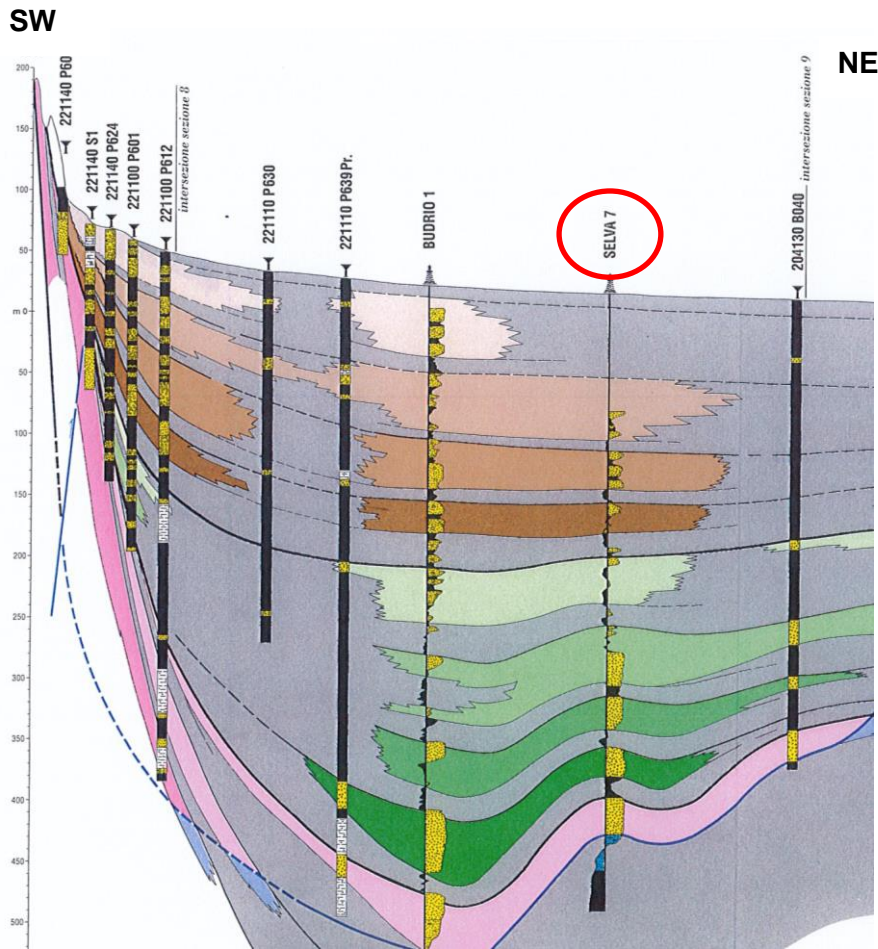
differente, creando i presupposti per l'istituzione di unità idrostratigrafiche distinte (complessi acquiferi A1-A4 e B1-B4 di "Regione Emilia Romagna e Eni 1988").

La porzione inferiore di ogni complesso è data da un sistema acquitardo costituito prevalentemente da depositi fini, passante verso l'alto ad unità più grossolane, corrispondenti ad un sistema acquifero.

L'assetto litostratigrafico ed idrogeologico profondo relativo all'area in esame risulta significativamente inquadrato nel successivo schema stratigrafico tratto dallo studio "Riserve idriche sotterranee della Regione Emilia Romagna" (Regione Emilia Romagna e Eni-Agip – 1988).

PRINCIPALI UNITA' STRATIGRAFICHE				ETA' (milioni di anni)	SCALA CRONOSTRATIGRAFICA (milioni di anni)	UNITA' IDROSTRATIGRAFICHE							
AFFIORANTI		SEPOLTE				GRUPPO ACQUIFERO	COMPLESSO ACQUIFERO						
QUATERNARIO CONTINENTALE	TERRE ROSSE, DILUVIUM, ALLUVIUM, TERRAZZI E ALLUVIONI	SUPERSISTEMA EMILIANO-ROMAGNOLO	SISTEMA EMILIANO-ROMAGNOLO SUPERIORE	UNITA' DI BORGO PANIGALE	~0.12	PLEISTOCENE SUPERIORE - OLOCENE 0.125	A	A1					
	DILUVIUM p.p.							FORMAZIONE FLUVIO - LACUSTRE	FORMAZIONE D'OLMATELLO	UNITA' DI VILLA DEL BOSCO	UNITA' DI CA DI SOLA	ORIZZONTE DI FOSSOLO	A2
													A3
	A4												
QUATERNARIO MARINO	MILAZZIANO SABBIE di CASTELVETRO p.p. SABBIE GIALLE di IMOLA p.p.	SUPERSISTEMA DEL QUATERNARIO MARINO	SISTEMA EMILIANO-ROMAGNOLO INFERIORE	UNITA' ALLUVIONALE INFERIORE	~0.35-0.45	PLEISTOCENE MEDIO	B	B1					
	MILAZZIANO e CALABRIANO p.p. SABBIE di CASTELVETRO p.p. SABBIE GIALLE di IMOLA p.p.							SUBSISTEMA QUATERNARIO MARINO 3'	B2				
	CALABRIANO p.p. SABBIE di MONTERICCO FORMAZIONE di TERRA del SOLE p.p.							SUBSISTEMA QUATERNARIO MARINO 3	B3				
	CALABRIANO p.p. FORMAZIONE di CASTELL'ARQUATO p.p.							SUBSISTEMA QUATERNARIO MARINO 2	B4				
P ₂	FORMAZIONE di CASTELL'ARQUATO p.p.	SUPERSISTEMA DEL PLIOCENE MEDIO-SUPERIORE	SISTEMA QUATERNARIO MARINO 1	PILOCENE MEDIO SUPERIORE	~0.65	0.89	C	C1					
								~0.8	C2				
								~1.0	C3				
P ₂	FORMAZIONE di CASTELL'ARQUATO p.p.	SUPERSISTEMA DEL PLIOCENE MEDIO-SUPERIORE	SISTEMA QUATERNARIO MARINO 1	PILOCENE MEDIO SUPERIORE	~2.2	1.72	C	C4					
					~3.3-3.6	3.55		C5					
					~3.9	PILOCENE INFERIORE MIOCENE		ACQUITARDO BASALE					

Fig. 15: Schema geologico stratigrafico e idrostratigrafico dell'area di studio (Regione Emilia Romagna – Eni 1988)



UNITÀ IDROSTRATIGRAFICHE				ETÀ (milioni di anni)	SCALA CRONO-STRATIGRAFICA (milioni di anni)
GRUPPO ACQUIFERO	COMPLESSO ACQUIFERO	SISTEMA ACQUIFERO	SISTEMA ACQUITARDO		
A	A1			- 0.12	PLEISTOCENE SUPERIORE - 0.125
	A2				
	A3				
	A4				
B	B1			- 0.35-0.45	PLEISTOCENE MEDIO
	B2				
	B3				
	B4				
C	C1			- 0.65	- 0.89 PLEISTOCENE INFERIORE - 1.72 PLIOCENE MEDIO-SUPERIORE - 3.55 PLIOCENE INF. MIOCENE
	C2				
	C3				
	C4				
	C5				
ACQUITARDO BASALE				- 3.9	

Fig. 16 Estratto sezione geologica stratigrafica e idrostratigrafica dell'area di studio (Regione Emilia Romagna – Eni 1988 – Sez. 5)

In corrispondenza del settore di studio, nella tratta di sezione di Figura 16 corrispondente alla posizione del pozzo Selva 7, la transizione tra il Sistema Emiliano Romagnolo Superiore sede del Gruppo Acquifero A e il Sistema Emiliano Romagnolo Inferiore sede del Gruppo Acquifero B, risulta posizionarsi ad una profondità di circa 200 metri da p.c., con presenza nel sistema superiore degli orizzonti acquiferi maggiormente rappresentativi posti rispettivamente a quote comprese tra circa 70 e 120 metri da p.c. (Complesso Acquifero A2) e tra circa 125 e 160 metri da p.c. (Complesso Acquifero A3)

In considerazione del quadro sopra delineato, il corpo sabbioso identificato dalla correlazione tra il profilo di perforazione del pozzo Podere Maiar 1dir e il profilo di perforazione del pozzo Selva 7 nell'intervallo compreso tra 107 e 117 metri da p.c risulta ragionevolmente rappresentativo della porzione basale del Sistema Acquifero A2. Il sottostante intervallo fine posto tra 117 e 126 metri da p.c risulta parimenti rappresentativo dell'acquitardo riconosciuto quale divisione tra il Gruppo Acquifero A2 e il Gruppo Acquifero A3.

Al di sotto si riconosce la presenza di prevalenti unità fini costituenti gli acquitardi di separazione tra Sistema Acquifero A3 e il Sistema Acquifero A4 e delle unità più profonde del Gruppo Acquifero A riferibili al Complesso acquifero A4

I dati desunti da analisi log di perforazione del pozzo Podere Maiar 1 dir hanno comunque evidenziato come la condizione litologica di detti acquitardi sia prevalentemente contraddistinta dalla sostanziale assenza di singoli livelli argillosi di significativo spessore risultando viceversa riconoscibile la presenza di prevalenti depositi fini a carattere misto e talora sabbiosi.

In linea generale, l'approvvigionamento idrico degli acquiferi profondi avviene a fronte di ricarica dal margine appenninico, dai fondovalle e conoidi appenninici, dai corsi d'acqua di superficie in tutta la porzione di Alta Pianura ed infine anche dalla infiltrazione superficiale.

Per quanto riguarda nello specifico la situazione degli emungimenti presenti nella zona di studio, si rileva la presenza di pozzi spinti fino a profondità massima di circa 130 metri da p.c.

Le direttrici prevalenti di deflusso sotterraneo sono direzionate da sud – sud ovest verso nord – nord est, in quanto condizionate sia dalla situazione di alimentazione sotterranea presente a sud, in relazione alla occorrenza del substrato roccioso costituente gli estradossi della catena appenninica, sia dalla azione drenante dei corsi d’acqua presenti a nord, tra cui importante risulta il Fiume Reno.

Per quanto riguarda la zona di transizione acque dolci – acque salate, le informazioni desumibili dai pozzi di ricerca idrocarburi perforati nella zona (Selva 7), localizzano tale orizzonte a profondità di circa 450 metri da p.c.

5.4 SUBSIDENZA NATURALE

Nel territorio della pianura emiliana, la subsidenza naturale è un fenomeno strutturalmente presente ed attivo in quanto direttamente correlabile con le caratteristiche litologiche e di scarso addensamento della spessa sequenza di sedimenti di colmatazione recente depositati nell’area.

In tempi relativamente recenti, a tale scenario, si è sommata una significativa componente antropica che si è resa manifesta soprattutto a partire dalla metà del secolo scorso, raggiungendo i suoi valori massimi negli anni 60-80; successivamente a tale periodo, la occorrenza di evidenti fenomeni di subsidenza a carattere regionale rimangono tutt’oggi evidente, seppure rilevando una generale riduzione.

In questo contesto, le cause antropiche prevalenti sono riconducibili a diversi fattori di cui quello più rilevante risulta riferito al prelievo di acque dal sottosuolo e, in particolare, al consistente emungimento esercitato sulle falde dei sistemi acquiferi relativamente più superficiali.

A partire dalle attività di monitoraggio della subsidenza già storicamente condotte da Regione Emilia Romagna e da Arpa dagli anni ’70 del secolo scorso, successivamente dettagliate a partire dal 2016 attraverso il Progetto di Regione Emilia Romagna “Rilievo della subsidenza nella Pianura emiliano romagnola” attraverso una analisi interferometrica di dati radar satellitari calibrati da dati GPS, sono state progressivamente elaborata carte a curve isocinetiche relativa all’intera area di pianura regionale. Le elaborazioni effettuate

hanno anche consentito una migliore definizione delle variazioni occorse relativamente alle velocità di movimento verticale del suolo dal periodo 2006-2011 al periodo 2011-2016.

Dallo studio regionale è emerso che l'abbassamento generalizzato che ha caratterizzato in passato il territorio bolognese, sia per vastità delle superfici interessate, sia per i valori di velocità particolarmente elevati, si è fortemente ridimensionato, si ritiene in ragione principalmente della riduzione dei prelievi idrici.

Sebbene il 39 % del territorio presenta una riduzione della subsidenza, permangono tuttavia alcune aree di media pianura molto localizzate che continuano a presentare abbassamenti significativi, seppure di entità notevolmente ridotta rispetto al precedente periodo di rilievo (2006-2011).

In particolare, si segnalano i centri di Sala Bolognese, Castello d'Argile e Budrio con velocità massime attorno ai 15 mm/anno. Gli abbassamenti più marcati individuati al centro abitato di Budrio non si riscontrano tuttavia nell'area interessata dal progetto. Come rappresentato nella seguente Figura 20, l'area di progetto ricade infatti in una zona interessata da velocità di movimento verticale del suolo compreso tra - 2,5 e - 5 mm/anno.

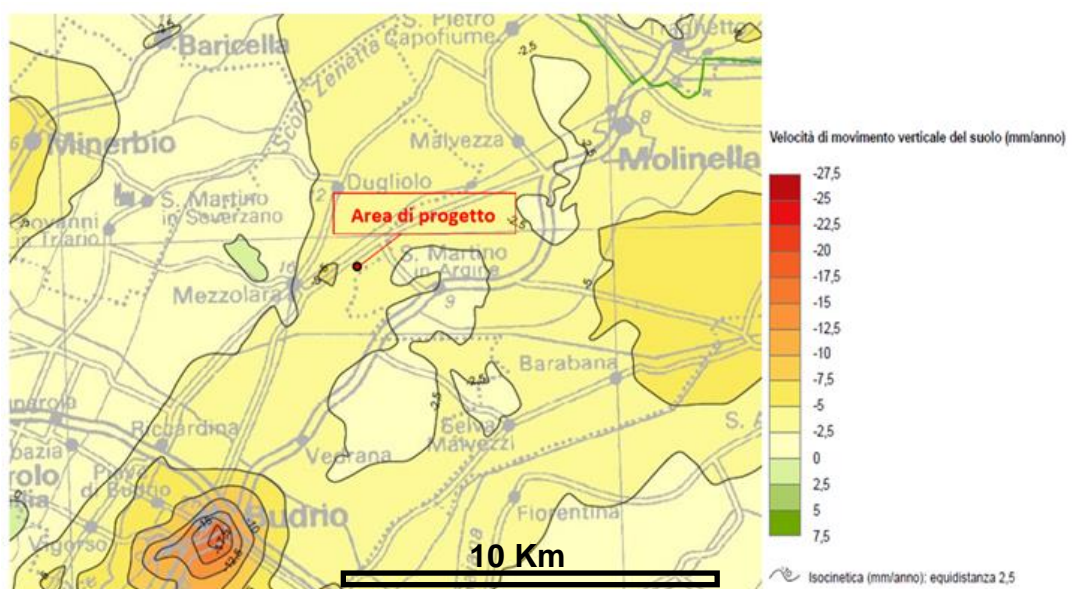


Fig. 17: Velocità di movimento verticale del suolo nell'area di progetto – periodo 2011-2016 (Fonte: Regione Emilia Romagna)

5.5 SISMICITA' DELL'AREA

Il quadro sismico generale dell'area è stato approfondito a cura di GEAmb srl – Spin Off dell'Università degli Studi di Genova - attraverso uno specifico studio preliminare svolto nel Marzo 2019 finalizzato a prima definizione di un possibile modello delle attività di monitoraggio sismico da condursi in conformità alle prescrizioni dettate dalle “Linee Guida MISE-DGRME 2014”.

A tale documento si fa pertanto riferimento per l'inquadramento delle condizioni di sismicità dell'area.

5.5.1 Inquadramento geologico strutturale

L'area “Selva Malvezzi” è situata nella porzione sud-orientale della Pianura Padana, circa 25 km ad Est di Bologna, in un'area caratterizzata da sedimenti sin-orogenici detritici del dominio tettonico stratigrafico delle “Pieghe Ferraresi-Romagnole” (Figura 18).

L'arco delle “Pieghe Ferraresi-Romagnole” costituisce il più evidente e complesso elemento strutturale del sottosuolo padano; si sviluppa da Reggio Emilia fino al mare Adriatico, dove prosegue formando le Pieghe Adriatiche e si accavalla, lungo importanti superfici di sovrascorrimento, sulle monoclinali pede-alpina ed adriatica. All'interno dell'arco delle “Pieghe Ferraresi-Romagnole” base dei depositi pliocenici può superare la profondità di 8.000 m.

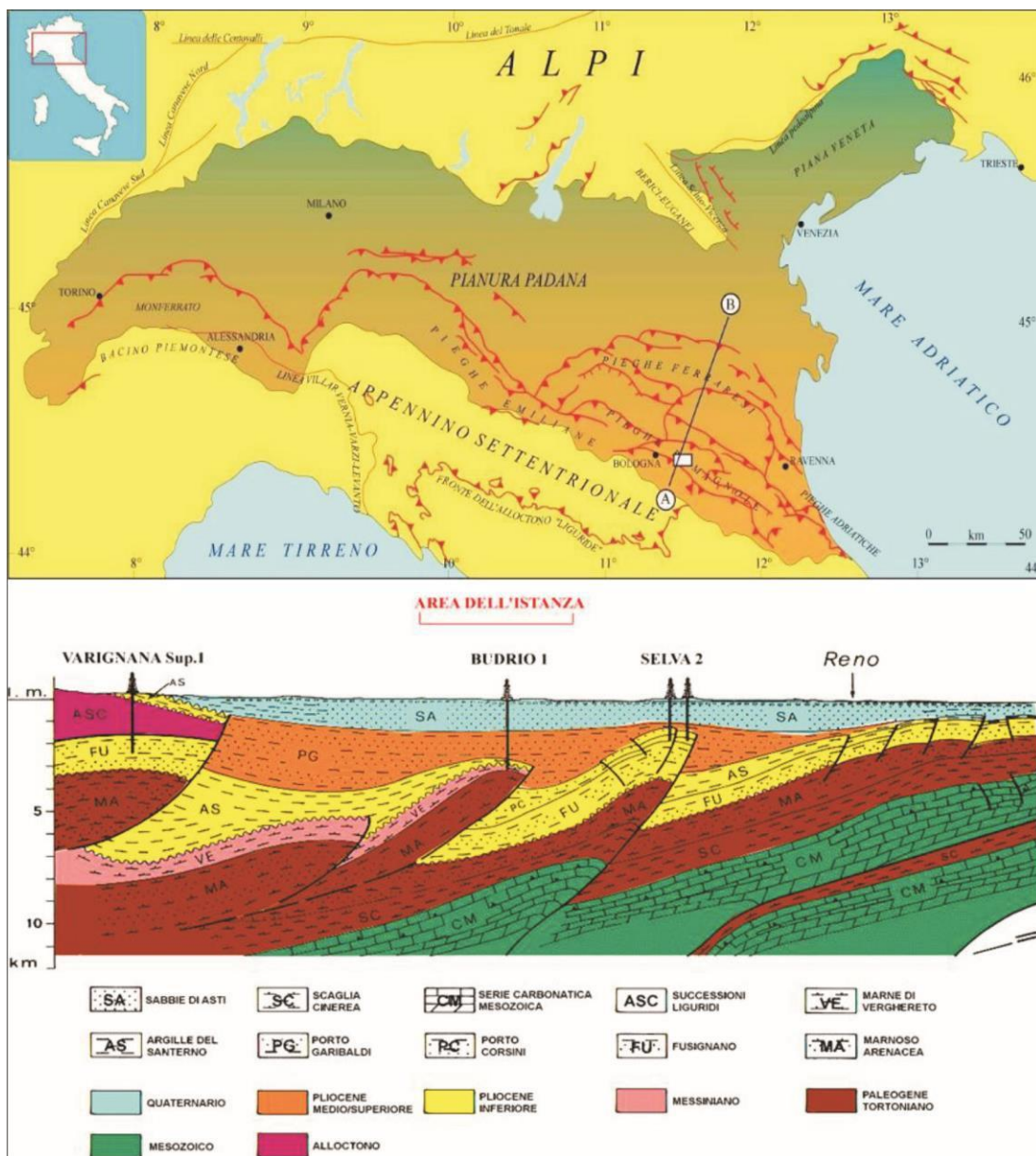


Figura 18: Pannello superiore: schema tettonico della Pianura Padana; il rettangolo bianco indica l'area "Selva Malvezzi" mentre la linea AB rappresenta la traccia della sezione geologica mostrata nel pannello inferiore. Pannello inferiore: sezione geologico-stratigrafica (orientata Sud-Ovest – Nord-Est) ottenuta dall'interpretazione delle linee sismiche effettuate da AGIP e da Po Valley Operations, 2018).

Nel periodo recente, almeno negli ultimi 5 Ma, l'area padana ha subito una subsidenza continua, che ha portato alla sedimentazione di enormi spessori di unità terrigene plio-quadernarie di avanfossa.

Queste unità, infatti, si estendono da poche centinaia di metri sopra le anticlinali sepolte più superficiali fino a diverse migliaia di metri (anche superiori a 8000 metri) in coincidenza dei depocentri tra i principali fronti dei sovrascorrimenti.

Nonostante l'aspetto pianeggiante dovuto al colmatamento completo delle depressioni da parte dei sedimenti recenti, il sottosuolo della Pianura Padana risulta pertanto fortemente articolato.

Come mostrato nella sezione geologica in Figura 18, la struttura di Selva è costituita da un'anticlinale di rampa che interessa la successione mio-pliocenica, complicata da diverse faglie inverse ed allungata in direzione Sud-Ovest – Nord-Est; depositi sincinemati pliocenici colmano le depressioni a tergo delle strutture di sovrascorrimento (*thrust*).

L'anticlinale di rampa coinvolge, oltre al substrato pre-pliocenico, la successione clastica del Pliocene inferiore e medio, mentre il sovrastante intervallo del Pliocene superiore risulta solo blandamente piegato o contraddistinto dalla presenza di modeste pendenze.

5.5.2 Definizione dell'area di monitoraggio

Il pozzo Podere Maiar 1dir s'inserisce nel contesto dell'ex giacimento ENI denominato "Selva", dove il reservoir di prossimo sfruttamento si pone a profondità comprese tra 1254 m e 1317 m dal piano campagna.

La Figura 19 mostra l'ubicazione del Pozzo Podere Maiar 1dir, l'area di Istanza di Concessione "Selva Malvezzi" la proiezione in superficie del giacimento, unitamente al perimetro del Dominio Interno (DI) di rilevazione.

Le Linee Guida (MiSE-DGRME, 2014) definiscono il DI come "*il volume all'interno del quale si ritiene che possano verificarsi fenomeni di sismicità indotta o di deformazione del suolo associati all'attività svolta*" dove per "attività svolta" s'intende

attività estrattiva, di stoccaggio o reiniezione.

Nel caso di attività estrattiva, il DI *“è il volume che si estende fino alla superficie comprendendo la zona mineralizzata (giacimento), come ricostruita dallo studio geologico preliminare, e un’ulteriore fascia che si estende ai lati e sotto fino ad una distanza di 3 km dal bordo del giacimento stesso”*.

Nel presente caso studio, il DI si estende pertanto in profondità fino a 4.5 km di profondità ed è rappresentato in pianta da un quadrato avente lato pari a 8.7 km, per una superficie complessiva di circa 75 Km² (figura 22).

In Figura 20, il giacimento è individuato nel contesto del Dominio Esteso (DE) di rilevazione, definito dalle Linee Guida come *“il volume circostante il dominio interno di rilevazione che comprende una porzione maggiore di crosta terrestre, al fine di definire e contestualizzare al meglio i fenomeni monitorati. Per tutte le attività si suggerisce che esso si estenda oltre il dominio interno di rilevazione per una fascia di ampiezza compresa tra 5-10 km, tenendo conto delle dimensioni del giacimento e tipologia di attività”*.

Per il presente caso studio, il DE si estende pertanto in profondità fino a 9.5 km dal piano campagna ed è rappresentato in pianta da un quadrato avente lato pari a 17,4 km, per una superficie complessiva di circa 303 Km².

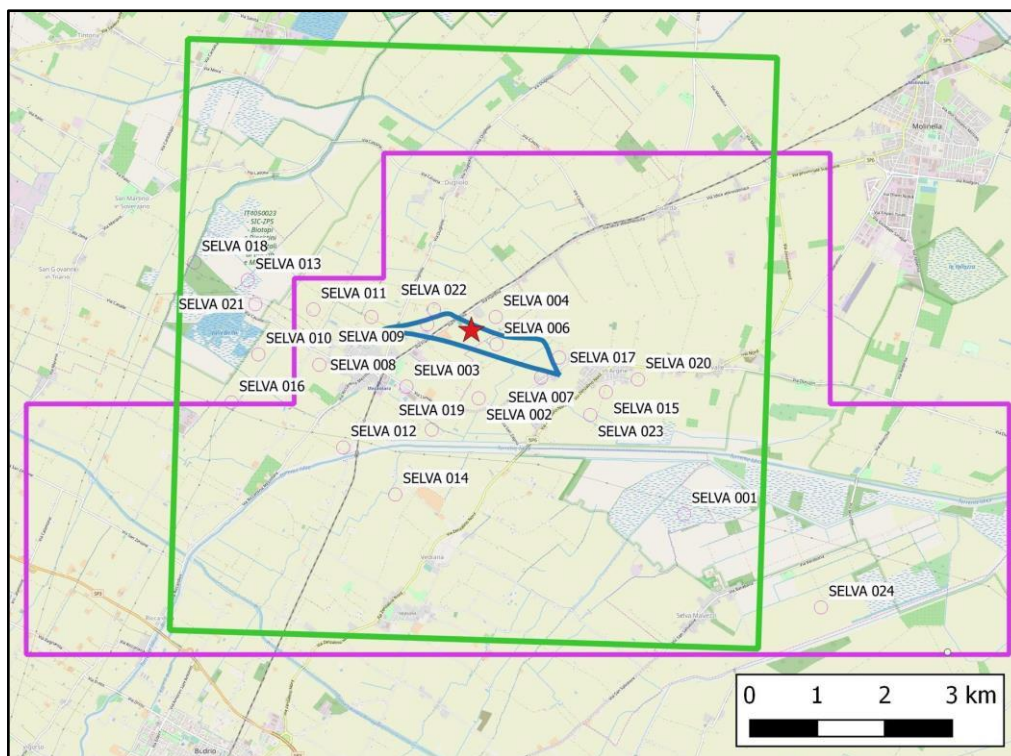


Figura 19: Ubicazione del Pozzo Podere Maiar 1dir (stella rossa), della proiezione del giacimento oggetto di istanza di concessione di coltivazione (linea blu), dell'area "Selva Malvezzi" (linea viola) e del Dominio Interno di rilevazione (quadrato verde). Le etichette "SELVA" indicano la posizione dei vecchi pozzi di perforazione.

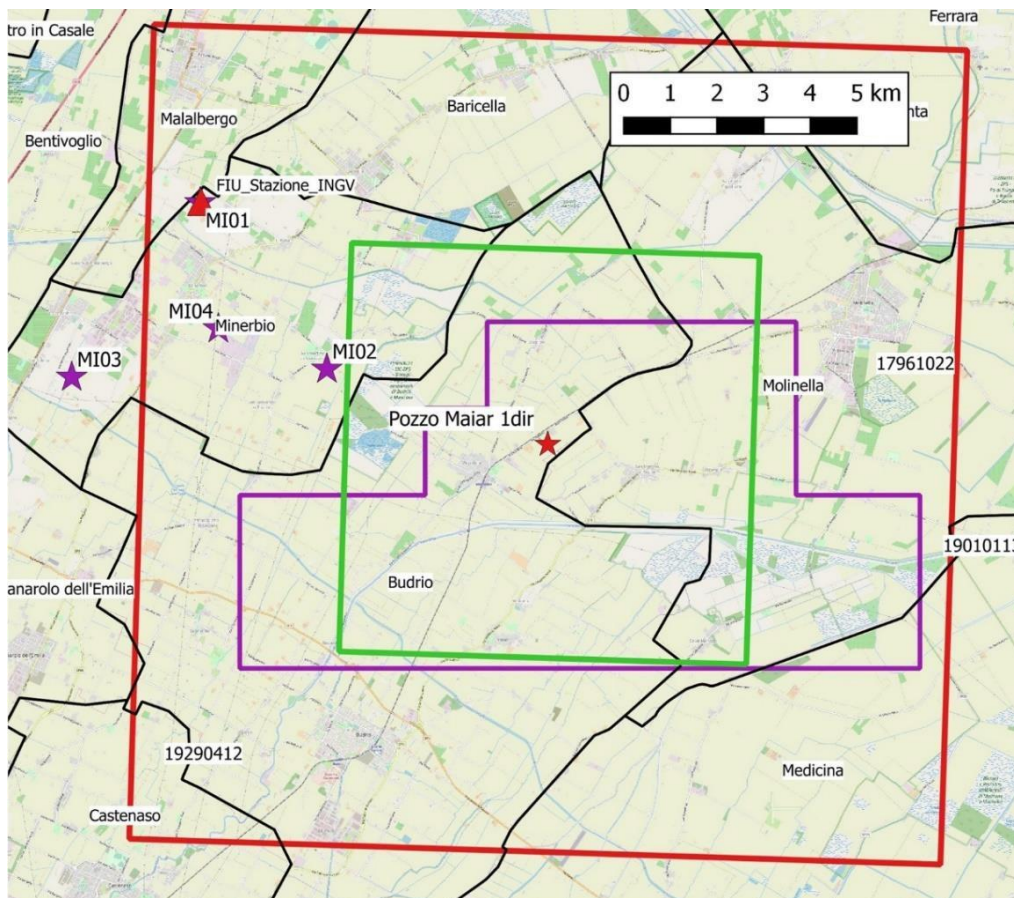


Figura 20: Ubicazione del Pozzo Podere Maiar 1dir (stella rossa), dell'area "Selva Malvezzi" (linea viola), del Dominio Interno di rilevazione (quadrato verde) e del Dominio Esteso (quadrato rosso). Sono inoltre riportate l'ubicazione della stazione FIU della Rete Sismica Nazionale e le stazioni MI01, MI02, MI03 e MI04 della rete sismica di proprietà STOGIT per il monitoraggio del sito di stoccaggio di Minerbio.

Il DI ed il DE di rilevazione rappresentano quindi i domini entro cui dovranno essere localizzati con sufficiente precisione ed accuratezza gli eventi sismici durante tutto il periodo di estrazione. Come riportato sopra, il Dominio Interno (DI) di rilevazione racchiude il volume crostale entro cui potrebbero verificarsi fenomeni di sismicità indotta.

Le Linee Guida (MiSE-DGRME, 2014) specificano che nel DI la rete di

monitoraggio sismico dovrà “rilevare e localizzare i terremoti a partire da magnitudo locale ML compresa tra 0 e 1 ($0 \leq ML \leq 1$) e con incertezza nella localizzazione dell’ipocentro di alcune centinaia di metri” mentre nel DE di rilevazione dovrà “migliorare di circa 1 unità il livello di magnitudo di completezza delle rilevazioni effettuate dalle reti nazionali o regionali che svolgono servizio di monitoraggio sismico per finalità di protezione civile a livello nazionale o regionale, con incertezza nella localizzazione dell’ipocentro contenuta entro circa 1 km”.

La Figura 21 mostra la distribuzione delle stazioni della Rete Sismica Nazionale (RSN) gestita dall’Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) i cui dati sono accessibili e scaricabili (EIDA – European Integrated Data Archive – <https://www.orfeus-eu.org/data/eida/>).

Le stazioni della RSN, la cui interdistanza è pari a circa 25 km, presentano caratteristiche differenti dal punto di vista della sensoristica, come segue:

- n. 3 (CAVE, RAVA, FIU) sono dotate di velocimetro;
- n. 2 (MODE, FERS) sono dotate di accelerometro;
- n. 9 (SBPO, SERM, CMPO, IMOL, MTRZ, ZCCA, FNVD, BRIS, FAEN, BRSN) sono equipaggiate con entrambi i tipi di sensore.

Si fa notare che la stazione FIU (Fondo Fiumicello) è ubicata all’interno del DE di rilevazione e rappresenta un nodo fondamentale per migliorare la precisione delle localizzazioni degli ipocentri nel DI e DE di rilevazione.

All’interno di questo dominio sono inoltre presenti stazioni della rete sismica di proprietà STOGIT per il monitoraggio del sito di stoccaggio di Minerbio (BO), costituita complessivamente da 3 stazioni di superficie e una stazione in pozzo (ubicata a 100 metri di profondità).

Qualora disponibili, anche i dati registrati da queste stazioni potrebbero essere utili al fine di ridurre l’incertezza nella posizione ipocentrale dei terremoti nei due domini di rilevazione.

Considerando la distribuzione delle stazioni sismiche della RSN in questo settore di Pianura Padana è stata stimata una magnitudo minima di localizzazione pari a 2 ed una

probabilità di localizzare terremoti con magnitudo inferiore a 1.5 inferiore al 50 %.

L'integrazione dei dati registrati dalle stazioni della RSN con quelli della futura rete microsismica che sarà installata all'interno dei domini di rilevazione attorno al pozzo Podere Maiar 1dir ha pertanto l'obiettivo di permettere il raggiungimento dei requisiti previsti dalle Linee Guida (MISE-DGRME 2014). Si prevede perciò la possibilità di garantire la detezione e localizzazione di terremoti a partire da magnitudo locale $0 < ML < 1$ nel DI di rilevazione e di abbassare a valore 1 la Magnitudo di Completezza nel DE di rilevazione.

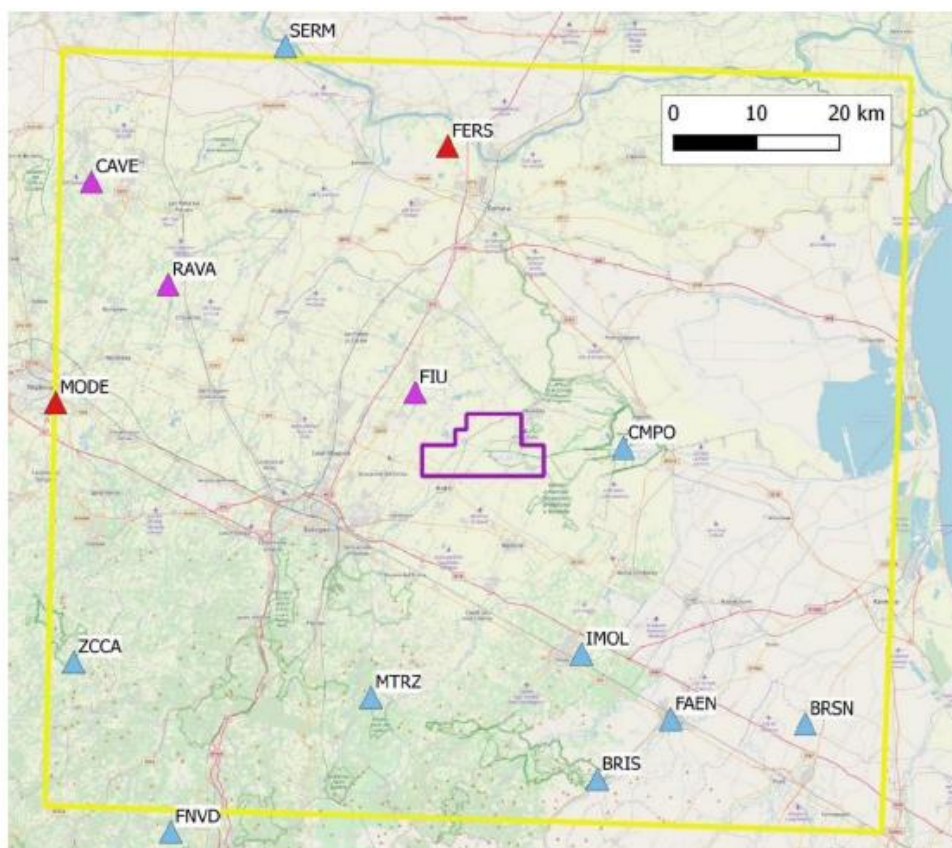


Figura 21: Distribuzione delle stazioni della Rete Sismica Nazionale in un quadrato di 100 km (in giallo) attorno all'area "Selva Malvezzi" (linea viola). I triangoli viola indicano le stazioni equipaggiate con entrambi i sensori.

5.5.3 Inquadramento sismotettonico

Dal punto di vista del regime tettonico, l'area si colloca in una regione dominata da tettonica compressiva, attiva a partire dal tardo Cretaceo ed oggi testimoniata sia da dati GPS (Figura 22) che dai meccanismi focali dei principali terremoti avvenuti nell'area (Figura 23).

Tale tettonica è il risultato della convergenza tra la placca Africana e la placca Euro-asiatica, con velocità compresa tra 3 e 8 mm/anno (Serpelloni et al., 2007), ed in particolare del raccorciamento associato alla rotazione anti-oraria della micro-placca Adriatica, di cui la Pianura Padana rappresenta il margine settentrionale. Il raccorciamento interessa l'intera Pianura Padana ed appare più accentuato procedendo verso est, con velocità di 1-3 mm/anno (Devoti et al., 2011).

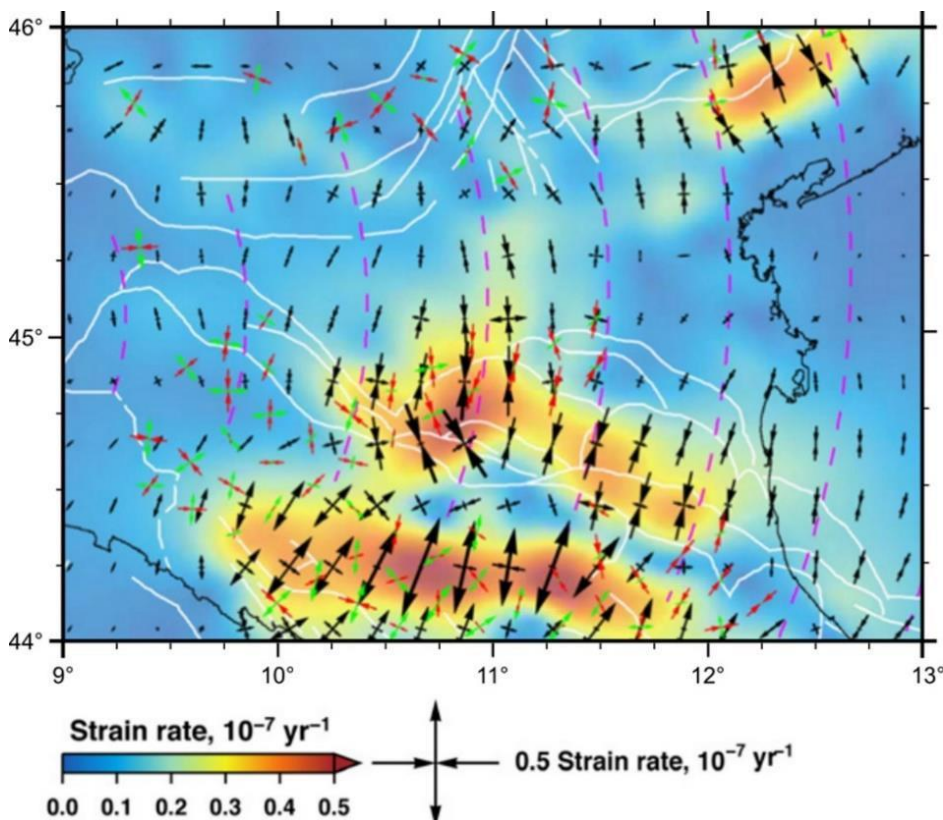


Figura 22: Campo di deformazione da dati GPS. Le frecce convergenti e divergenti in nero rappresentano i vettori del tasso di deformazione. Le frecce rosse e verdi indicano gli assi di massima compressione (asse P) e distensione (asse T) (modificata da Serpelloni et al., 2016).

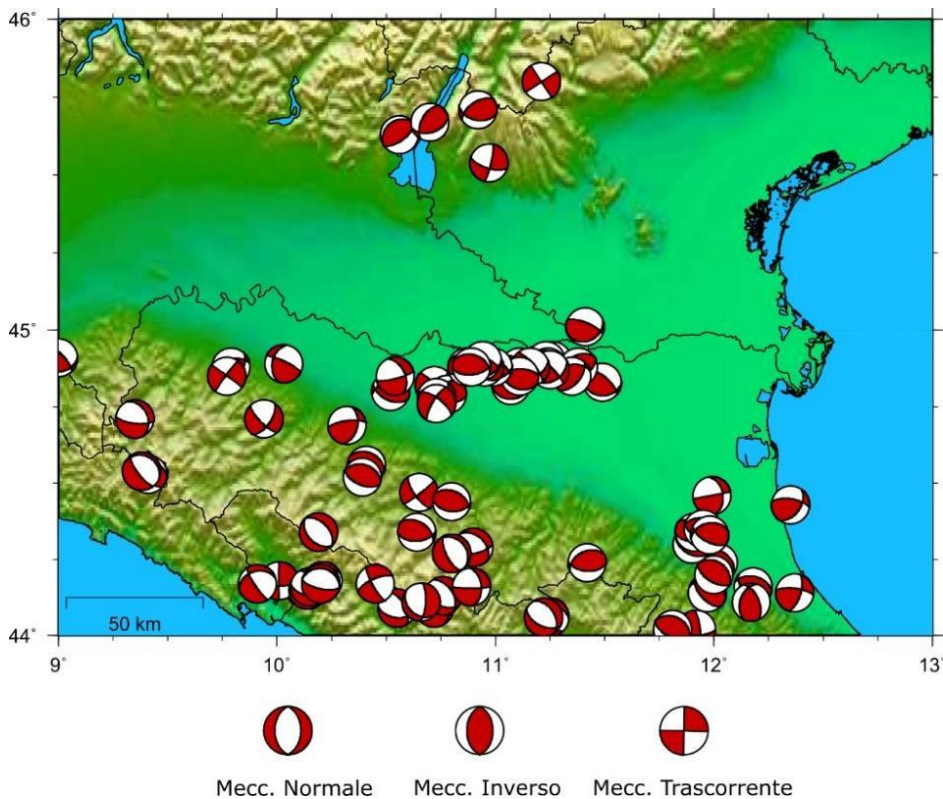


Figura 23: Mappa dei meccanismi focali riportati nel catalogo RCMT (Pondrelli et al. 2002, 2004, 2006, 2007, 2011; Pondrelli and Salimbeni 2015).

5.5.4 Strutture sismogenetiche

Il sistema delle Pieghe Romagnole rappresenta un complesso di strutture sepolte, al di sotto di depositi Plio-Quaternari, costituite da pieghe anticlinali e thrust.

In assenza di evidenze geologiche superficiali, quindi, la sismicità rappresenta l'unico indicatore dello stato attività di dette strutture.

La successiva Figura 24 mostra la distribuzione locale dei terremoti storici (quadrati blu), così come riportati nel Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani – CPTI15 (Rovida et al., 2016) e nella carta sismotettonica della Regione Emilia Romagna (Martelli et al., 2017). All'interno del dominio esteso di rilevazione (rettangolo in rosso), la mappa riporta tre terremoti avvenuti tra il XVIII e il XIX secolo, mentre non sono

presenti fenomeni sismici nel dominio interno (rettangolo verde).

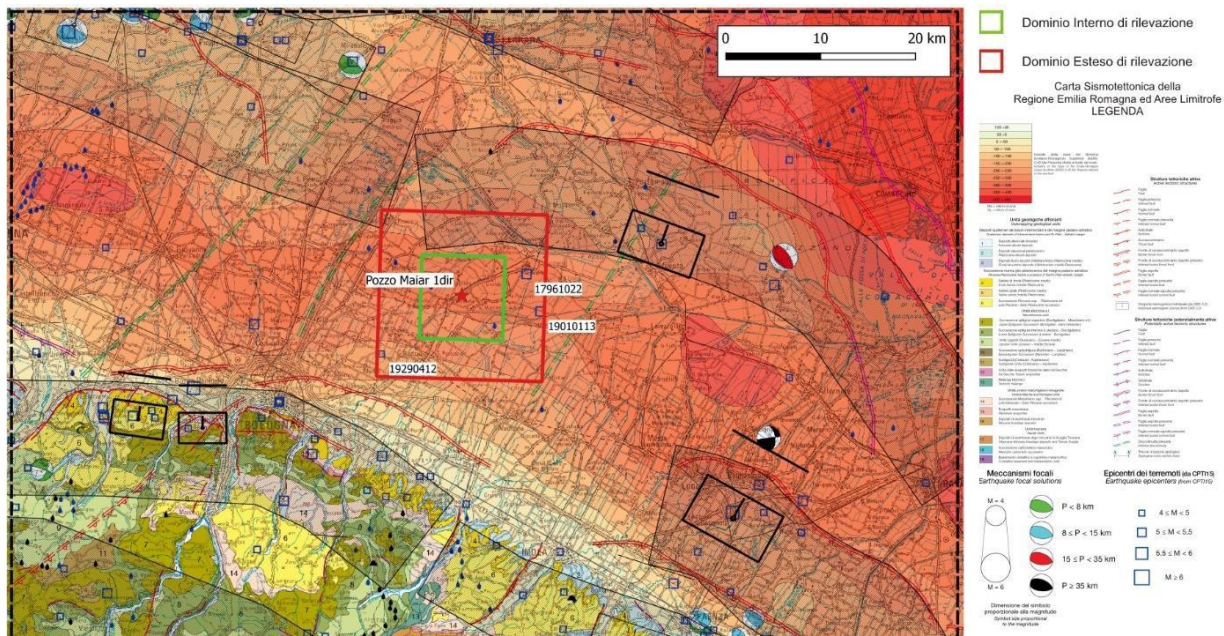


Figura 24: Distribuzione della sismicità storica (da Rovida et al., 2016) sovrainposta allo schema sismotettonico della Regione Emilia Romagna (Martelli et al., 2017). I “box” in nero rappresentano la proiezione in superficie dei piani di faglia associati strutture sismogenetiche riportate nel DISS (DISS Working Group, 2018). Le linee nere parallele al lato lungo di ciascun “box” indicano l’intersezione del piano di faglia con la superficie. Del DISS sono inoltre indicate le così dette strutture sismogenetiche composite (poligoni grigi in trasparenza). Quadrato in verde: Dominio Interno; Quadrato in rosso: Dominio Esteso.

Dei tre terremoti localizzati nel dominio esteso, vanno citati il terremoto del 1796 e quello del 1909 con magnitudo momento (M_w) pari rispettivamente a 5.5 e 5.3. Come evidenziato dai piani macrosismici mostrati in Figura 28, detti terremoti hanno prodotto risentimenti fino al VII e VI-VII grado della scala Mercalli nelle aree circostanti.

In particolare, stante l’incertezza associata al dato storico, i risentimenti associati al terremoto del 1796 mostrano una distribuzione con orientazione

preferenziale circa NO-SE, ad indicare possibili fenomeni di direttività associati al processo di rottura della sorgente dell'evento sismico in questione.

Risentimenti uguali o superiori all'interno dei domini di rilevazione sono stati prodotti storicamente anche dal terremoto di Argenta del 1624 di M_w pari a 5.4 (intensità massima I_{max} VIII-IX al sito di Argenta) e dal terremoto della Romagna settentrionale del 1898 di M_w pari a 4.6 (I_{max} VII al sito di Argenta).

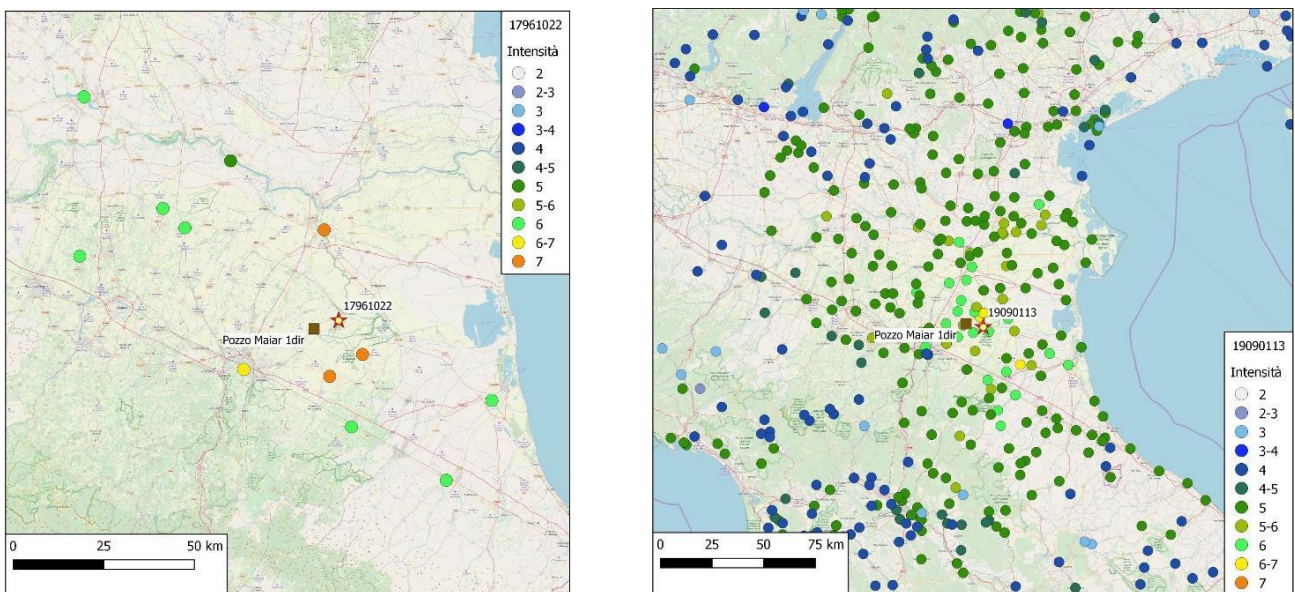


Figura 25: Piani macrosismici dei terremoti del 1796 (mappa di sinistra) e del 1909 (mappa di destra) (da Locati et al., 2016).

Nella precedente Figura 25 sono anche individuate mostrate le strutture sismogenetiche riportate nel *Database of Individual Seismogenic Sources* – DISS (DISS Working Group, 2018), tutte a più di 10 km di distanza dai limiti del DE di rilevazione.

La struttura più prossima risulta quella associata al terremoto di Argenta del 1624 a cui è attribuita una magnitudo massima pari a 5.8.

Questa struttura, posta ad Ovest del margine superiore del DE di rilevazione, fa

parte del sistema di faglie identificato nel DISS come sistema “Malalbergo-Ravenna” a cui è associata una magnitudo massima di 6.

Questo sistema di faglie, che interseca il DE di rilevazione lungo l'estremità settentrionale, è interpretato come l'elemento più esterno del fronte di accavallamento dell'arco Ferrarese; in particolare, definisce il sovrascorrimento all'estremità nord-orientale dell'Appennino settentrionale; ad esso sono associati il terremoto del 725 d.C. (M_w 5.6, Classe-Ravenna) verso sud-est, quello del 18 marzo 1624 (M_w 5.4, Argenta) e del 30 dicembre 1967 (M_w 5.4, Bassa Padana) nel settore centrale della struttura e quelli del 22 ottobre 1796 (M_w 5.6, Bassa Padana) e del 13 gennaio 1909 (M_w 5.5, Bassa Padana) nel settore occidentale.

La struttura composta di “Malalbergo-Ravenna” si interseca ad est con il sistema di faglie denominato “Carpi-Poggio Renatico” a cui è associata la sequenza sismica della Pianura Emiliana con evento principale il 20 maggio 2012 di M_w pari a 6.1; tale struttura lambisce il vertice a NE del DE di rilevazione.

Per quanto concerne la sismicità strumentale relativa all'ultimo trentennio (Figura 29), i domini di rilevazione sono stati oggetto di una modestissima attività sismica, con solo quattro scosse di magnitudo compresa tra 2.4 e 3.1.

La sismicità è concentrata nel settore nord- occidentale della mappa, corrispondente al settore mediano della struttura “Carpi-Poggio Renatico”, e a sud dell'area di studio lungo il fronte pedeappenninico.

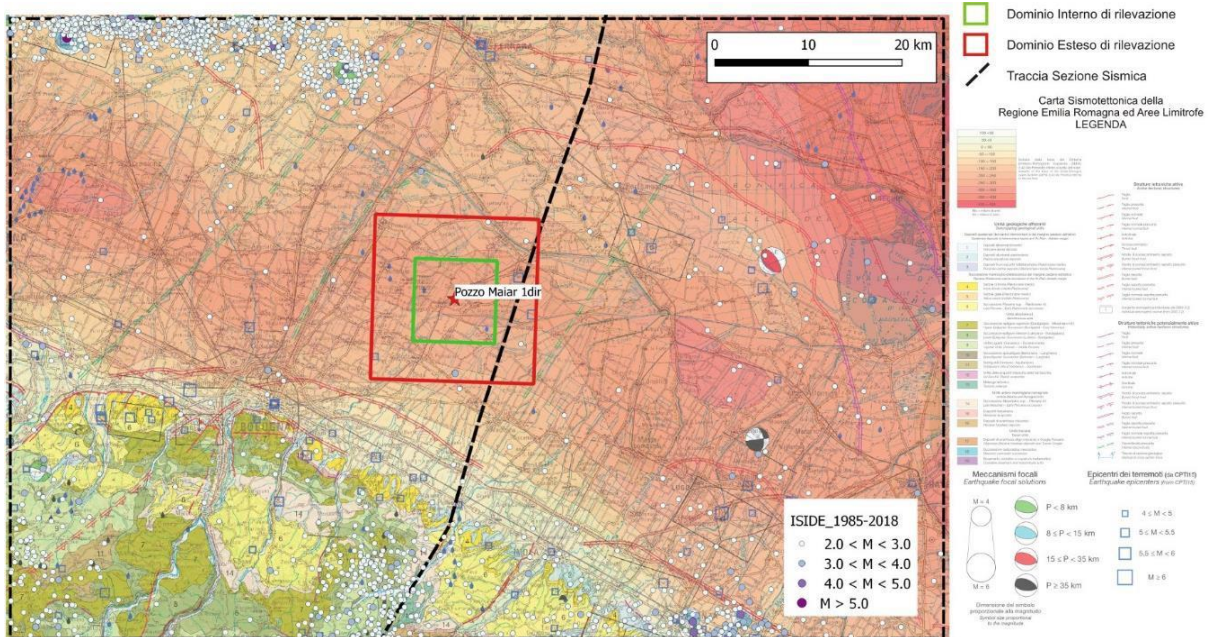


Figura 26: Distribuzione della sismicità strumentale (da <http://cnt.rm.ingv.it/>) sovrainposta allo schema sismotettonico della Regione Emilia Romagna (Martelli et al., 2017). Sono considerati i terremoti con magnitudo locale $ML \geq 2$. La linea tratteggiata indica la traccia della sezione geologica mostrata in Figura 30.

Nonostante la modesta magnitudo, i terremoti recenti all'interno del DE di rilevazione sono localizzati in corrispondenza di rampe di sovrascorrimento nelle unità carbonatiche mesozoiche che, seppur in modo marginale, interessano anche il dominio interno (Figura 26).

Questo non permette di escludere, quindi, l'ipotesi di inattività tettonica di tali strutture che, come osservato, contribuiscono alla sismicità naturale dell'area.

Sulla base dei dati a disposizione (vedi ingrandimento in Figura 27), si osserva che il giacimento del pozzo Podere Maiar è situato a circa 1250 m di profondità nella successione torbiditica pliocenica afferente alla formazione Porto Garibaldi, ponendosi a rilevante distanza dalle faglie presenti nella zona.

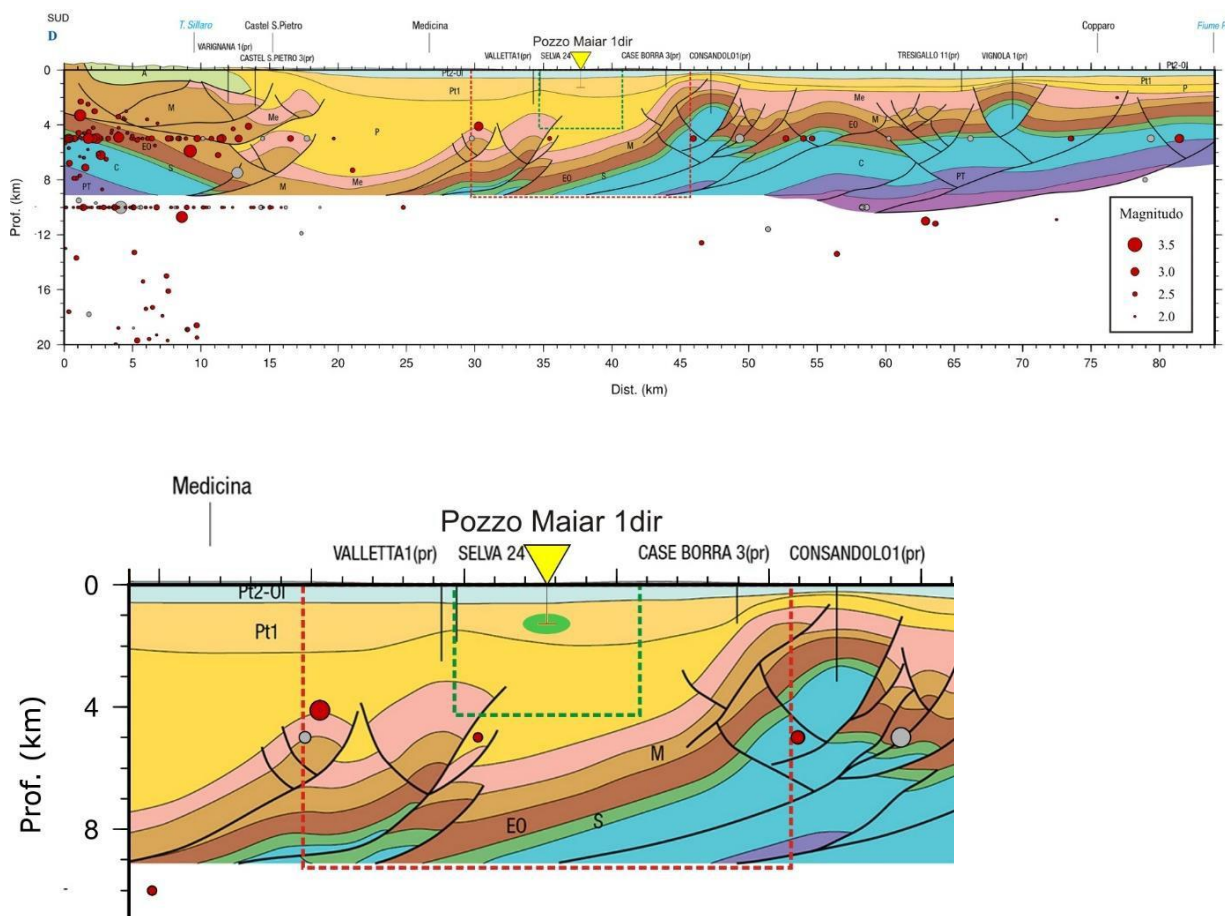


Figura 27: Distribuzione degli ipocentri strumentali lungo la sezione tracciata in Figura 26. In rosso sono indicati i terremoti all'interno di un buffer di +/- 10 km dall'asse della sezione mentre in grigio sono rappresentati gli eventi sismici entro +/- 15 km. In basso è riportato uno zoom della porzione mediana della sezione così da evidenziare il giacimento di Podere Maiar (ellisse in verde, non in scala). Quadrato in verde: Dominio Interno; Quadrato in rosso: Dominio Esteso.

5.5.5 Risultati campagna di misure rumore sismico (20-21 giugno e 29-30 giugno 2021)

Al fine di valutare il livello del rumore sismico-ambientale all'interno del DI di rilevazione, in data 21 giugno 2021 e 29 giugno 2021 sono state installate un totale 6 stazioni sismiche (velocimetriche) temporanee, la cui posizione è mostrata in Figura 28.

In Tabella 1, oltre alla posizione in termini di latitudine, longitudine e quota, è fornita indicazione dell'equipaggiamento strumentale di ciascuna stazione.

Tutte le stazioni sono state alimentate da un sistema di batterie a 12 V. Il dato acquisito, sincronizzato mediante segnale GPS, è stato registrato su supporti di memoria con un passo di campionamento di 100 Hz.

Tutte le stazioni hanno registrato una finestra di rumore di almeno di 18 ore, acquisendo dati in continuo in orari sia diurni che notturni.

Tabella 1 Posizione ed equipaggiamento delle stazioni sismiche temporanee impiegate per la registrazione del rumore sismico-ambientale.]

ID STAZIONE	Data di Installazione	Sito di Installazione	Latitudine	Longitudine	Acquisitore	Sensore
MNV05	21-06-2021	Cimitero di San Martino in Argine	44.594568	11.610910	Lunitec Atlas	Lennartz 3D-5s
MNV06	21-06-2021	Cimitero di Dugliolo	44.611478	11.579342	Lunitec Atlas	Lennartz 3D-5s
MNV07	21-06-2021	Cimitero di San Pietro Capofiume	44.652219	11.637646	Lunitec Atlas	Lennartz 3D-5s
MNV08	21-06-2021	Cimitero di Selva Malvezzi	44.551610	11.625110	Nanometrics Taurus	Nanometrics Trillium Compact 120
MNV09	29-06-2021	Cimitero di Bagnarola	44.556627	11.501219	Lunitec Atlas	Lennartz 3D-5s
MNV10	29-06-2021	Cimitero di Ospital Monacale	44.665768	11.703122	Lunitec Atlas	Lennartz 3D-5s

I sensori delle 6 stazioni sismiche sono stati posizionati su pavimento in calcestruzzo ovvero su terreno naturale a seconda delle condizioni locali.

Delle 6 stazioni impiegate, quelle denominate MNV05 e MNV06 sono state installate quali sostitutive della MNV00 (Figura 6), installata nella precedente campagna di misure (Aprile 2019) in corrispondenza dell'area di concessione mineraria presso il Pozzo Podere Maiar 1dir durante le operazioni di coltivazione, infatti, il livello di rumore registrato da MNV00 potrebbe non essere rappresentativo di quello effettivamente presente nell'area di concessione mineraria. In altre parole, a causa dell'aumentato livello di rumore durante le

fasi estrattive, la stazione potrebbe non garantire il rispetto delle specifiche delle Linee Guida (MiSE-DGRME, 2014) relativamente alla capacità di rilevazione e localizzazione della rete sismica. Per quanto concerne la stazione MNV10 deve considerarsi quale stazione sismica integrativa dato l'esiguo numero di stazioni della RSN nel settore NE della Pianura Padana.

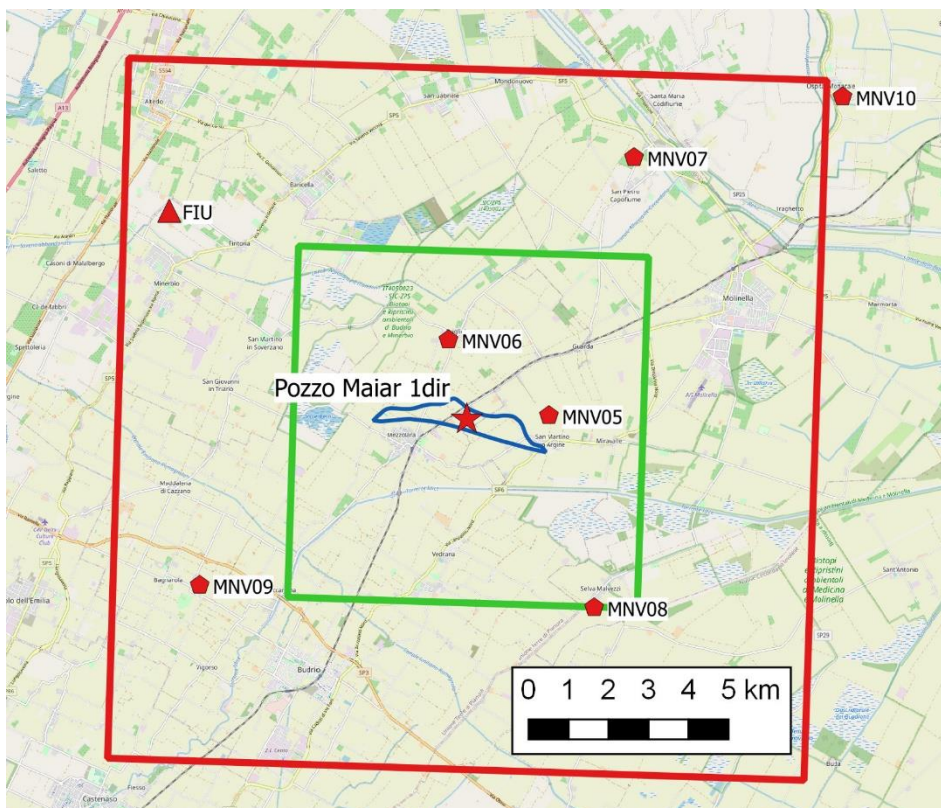


Figura 28: Posizione delle stazioni temporanee impiegate per la definizione del livello di rumore sismico-ambientale. In verde è riportato il perimetro del DI di rilevazione mentre in blu è indicata la proiezione del giacimento.



Figura 29: Siti di installazione

Il livello di rumore registrato alle singole stazioni (ovvero le curve mediane di PSD - Densità di Potenza Spettrale) è stato impiegato quale termine di riferimento allo scopo di fornire indicazioni e specifiche mirate alla progettazione della rete di monitoraggio microsismico, tali da massimizzare la capacità di detezione di eventi sismici oltre una certa soglia di magnitudo locale ($0 < ML < 1$ nel DI e $ML > 1$ nel DE) e garantirne una localizzazione sufficientemente accurata in ottemperanza alle Linee Guida.

5.5.6 Valutazione della capacità di rilevazione e localizzazione della rete

Sono state calcolate le soglie di detezione e localizzazione (espresse in valori di magnitudo ML) ottenute considerando come dato di input le curve mediane di PSD corrispondenti alle stazioni temporanee MNV05, MNV06, MNV07, MNV08, MNV09 e quella della stazione FIU della RSN per profondità ipocentrali crescenti: 1 km, 2.5 km, 4.5 km, 6.5 km e 9.5 km. In pratica, non è stata considerata MNV10 che, come già osservato, rappresenterebbe una stazione sismica integrativa dato l'esiguo numero di stazioni della RSN nel settore NE della Pianura Padana.

Considerando ipocentri all'interno DE di rilevazione alla profondità di 1 km le soglie di detezione hanno valori minimi di ML pari a circa -0.7 tra le stazioni MNV05 e MNV06 e comunque inferiori a 0 in quasi tutto il DI di rilevazione (fa eccezione il vertice a NO dove la soglia di rilevazione è compresa tra $0 < ML < 0.1$). Nel DE la soglia di detezione è tale per cui $ML < 0.3$. Nel DI, la soglia di localizzazione è compresa tra 0.2 e 0.4 ed aumenta fino a circa 0.7 nel DE (vertice SE). All'aumentare della profondità ipocentrale sia la soglia di detezione che quella di localizzazione si spostano verso valori via via più alti di ML. Per terremoti a profondità di 2.5 km, la soglia di detezione è compresa nell'intervallo $-0.3 < ML < 0.1$ nel DI e raggiunge un massimo di 0.4 nel DE (vertice NO). La soglia di localizzazione è $0.3 < ML < 0.5$ nel DI ed aumenta fino a 0.7 nel DE. Per una profondità di 4.5 km, la soglia di detezione è compresa nell'intervallo $0 < ML < 0.2$ nel DI e raggiunge 0.5 nel settore Nord-occidentale del DE. La soglia di localizzazione è $0.3 < ML < 0.6$ nel DI ed aumenta procedendo nel DE fino a valori di 0.8. Per ipocentri a profondità di 6.5 km, le soglie di detezione e localizzazione sono prossime (superiori per non più di 0.1 unità di magnitudo) a quelle ottenute per una profondità di 4.5 km. Per una profondità ipocentrale di 9.5 km, la soglia di detezione risulta inferiore a 0.6 unità di magnitudo (0.4 unità in quasi la totalità nel dominio interno) mentre quella di localizzazione è compresa tra 0.6 e 0.8, superando quest'ultimo valore solo in corrispondenza del vertice SE del DE di rilevazione dove ML sfiora 0.9.

Dagli scenari precedenti, quindi, emerge che la rete sismica composta dalle

stazioni MNV05, MNV06, MNV07, MNV08, MNV09 e FIU permette di ottemperare alle indicazioni delle Linee Guida (MiSE-DGRME, 2014) per cui la rete deve poter “rilevare e localizzare i terremoti a partire da magnitudo locale ML compresa tra 0 e 1 ($0 \leq ML \leq 1$)”. Non si prevede di installare una stazione sismica nel piazzale del pozzo Podere Maiar 1dir, poiché i livelli di rumore sismico durante le operazioni di coltivazione non possono essere stimate, ma comunque saranno sicuramente superiori a quanto misurabile oggi.

L'integrazione di MNV10 non conduce ad un miglioramento dei risultati sopra esposti se non per il solo caso di terremoti con ipocentri ad 1 km di profondità e per il solo vertice Nord-orientale del DE di rilevazione dove la soglia di localizzazione diminuisce di 0.2 unità di magnitudo (cfr. Figura 18 e Figura 23).

6 PIANO DI MONITORAGGIO

A partire dal quadro di sintesi delle caratteristiche di sito sopra delineate, a seguire, si dettagliano gli interventi di monitoraggio proposti in ottemperanza alle prescrizioni fornite in sede di VIA e integralmente riportate in precedente paragrafo 2, anche in conformità con le indicazioni metodologiche dettate dalla “Linee Guida MISE-DGRME 2014”..

6.1 INDICAZIONI GENERALI

Vedi Prescrizione n. 1

Il presente documento costituisce elaborato finalizzato a rendere operativo il monitoraggio ambientale riguardante tutte le componenti di cui alle prescrizioni ricevute.

Allo scopo, il Piano di Monitoraggio sarà trasmesso ai soggetti individuati come “Enti Coinvolti” e/o “Enti Vigilanti” ai fini delle necessarie valutazioni preventive.

Si prevede altresì il coinvolgimento diretto delle Amministrazioni locali (Comuni e Provincia) mediante trasmissione della documentazione di Piano di Monitoraggio approvato, nonché (per quanto di specifica competenza) per la condivisione del

posizionamento di eventuali strutture di monitoraggio esterne al sedime di piazzola pozzo, con particolare riguardo alla individuazione dei possibili siti di localizzazione delle stazioni di rilevamento sismico.

Ad avvenuta identificazione da parte di MiTE (ex MiSE) DG-ISSEG della Struttura Preposta al Monitoraggio (SPM), in conformità alle Linee Guida MISE-DGRME – 2014, si provvederà altresì alla trasmissione di tutta la documentazione prodotta comprensiva dei dati grezzi originali. A riguardo, si precisa che PoValley Operations è in contatto con la DG-ISSEG, la quale in data 14/10/2021 ha comunicato che l'individuazione della SPM avverrà successivamente al rilascio della Concessione di Coltivazione.

In questo contesto, è intenzione di PoValley di pervenire alla approvazione conclusiva dei diversi temi di monitoraggio prescritti, in linea generale, secondo tempi idonei a garantire:

- il rispetto dei "Termini di avvio della verifica di Ottemperanza";
- la piena funzionalità dei diversi sistemi di acquisizione del dato "ante operam" secondo tempi atti a garantire un anticipo di 12 mesi rispetto all'avvio dei lavori di messa in produzione del giacimento.

In linea specifica, per quanto riguarda le attività di "Monitoraggio della subsidenza mediante installazione di ricevitore GNSS", rispetto alla quale è esplicitamente richiesto un approccio "ante operam" sviluppato per un periodo di almeno 1 anno antecedente alla messa in produzione del giacimento, si comunica che tale attività è già stata avviata a partire dal giugno 2020; pertanto secondo tempi atti a garantire un ampio periodo di documentazione preventiva delle condizioni di subsidenza naturale di sito.

Le operazioni di perforazione e installazione delle strumentazioni in foro saranno eseguite a cura di ditte specializzate come segue:

Attività di perforazione e posa piezometri:

- Ditta EUROGEO srl - Paderno Dugnano (MI)

Attività di posa assestimetri e monitoraggio movimenti verticali:

- Ditta PIZZI INSTRUMENTS srl –Firenze

Attività di monitoraggio InSAR e GNSS:

- NHAZCA srl – Roma

Attività di posa sismografi e monitoraggio sismico:

- GEAmb srl – Genova

Assistenza geologica alle operazioni di cantiere:

- STUDIO TECNICO ASSOCIATO DI GEOLOGIA – Gazzada Schianno (VA)

6.2 PERFORAZIONE PIEZOMETRI E ASSESTIMETRI – DEFINIZIONE DI DETTAGLIO STRATIGRAFIA DI SITO E PROFONDITA' DI IMPOSTA

Vedi Prescrizione n. 3 – secondo capoverso

Le indicazioni tecniche fornite dalle Linee Guida MISE-DGRME – 2014 (pag. 9) suggeriscono che “almeno uno dei piezometri venga accoppiato ad un assestimetro per la misura della compattazione degli strati superficiali attraverso la fuoriuscita del terreno di una barra metallica, ancorata al fondo pozzo, ad una profondità che raggiunga il limite inferiore degli acquiferi”.

In relazione a tale prescrizione, al fine di consentire un posizionamento che possa garantire una correlazione diretta tra le oscillazioni piezometriche indotte sui corpi acquiferi profondi dai prelievi presenti nell’area, rispetto ai movimenti verticali rilevabili nel corrispondente intervallo compreso fino a piano campagna, si ritiene di fare riferimento alla sequenza costituita rispettivamente dall’acquifero (Complesso A3) contenuto nell’intervallo sabbioso a profondità compresa tra 126 e 134 metri da p.c. e dal sottostante corpo argilloso individuato a profondità compresa tra 138 e 141 metri da p.c..

Sulla base del quadro generale in precedenza definito, al fine di accertare preventivamente con sicurezza le profondità dei livelli interessati dalla installazione di assestimetri e piezometri, si prevede comunque di procedere in via preventiva alla esecuzione del foro destinato alla posa dell’assestimetro profondo secondo modalità atte a consentire l’identificazione delle esatte quote di imposta.

Allo scopo si prevede di procedere alla realizzazione della perforazione a carotaggio continuo da p.c. fino alla profondità di 145 metri, raggiungendo pertanto il settore di interesse dell'acquifero A3.

A maggiore garanzia, la perforazione a carotaggio continuo potrà essere comunque spinta oltre tale profondità allo scopo di intaccare per almeno 2 metri lo strato argilloso consolidato di base .

A partire dai dati stratigrafici desunti dalla analisi delle carote prelevate, si procederà alla esatta definizione degli intervalli di posa delle strumentazioni di monitoraggio superficiale e profondo (assestimetri e piezometri) secondo le modalità meglio descritte nei relativi paragrafi a seguire.

6.3 CONTROLLO DELLE ACQUE SOTTERRANEE

Vedi Prescrizione n. 2

Sulla base del quadro generale in precedenza definito si prevedono le attività operative di seguito delineate.

6.3.1 Falda superficiale – Individuazione delle direttrici di deflusso

Il monitoraggio di prima falda interesserà i livelli acquiferi più superficiali localizzati entro i primi 10 metri da p.c.

Gli studi di dettaglio già disponibili nell'area (Viel 2006) hanno evidenziato la presenza di direttrici di deflusso di prima falda orientate da SE verso NW.

In considerazione di tale assetto, la ubicazione dei piezometri è prevista avvenire a ridosso del confine NW di piazzola pozzo, come meglio individuato in Appendice 1.

6.3.2 Falda superficiale – Monitoraggio livelli piezometrico e parametri idrochimici

Il monitoraggio piezometrico e idrochimico di prima falda interesserà i livelli acquiferi più superficiali localizzati entro i primi 10 metri da p.c.

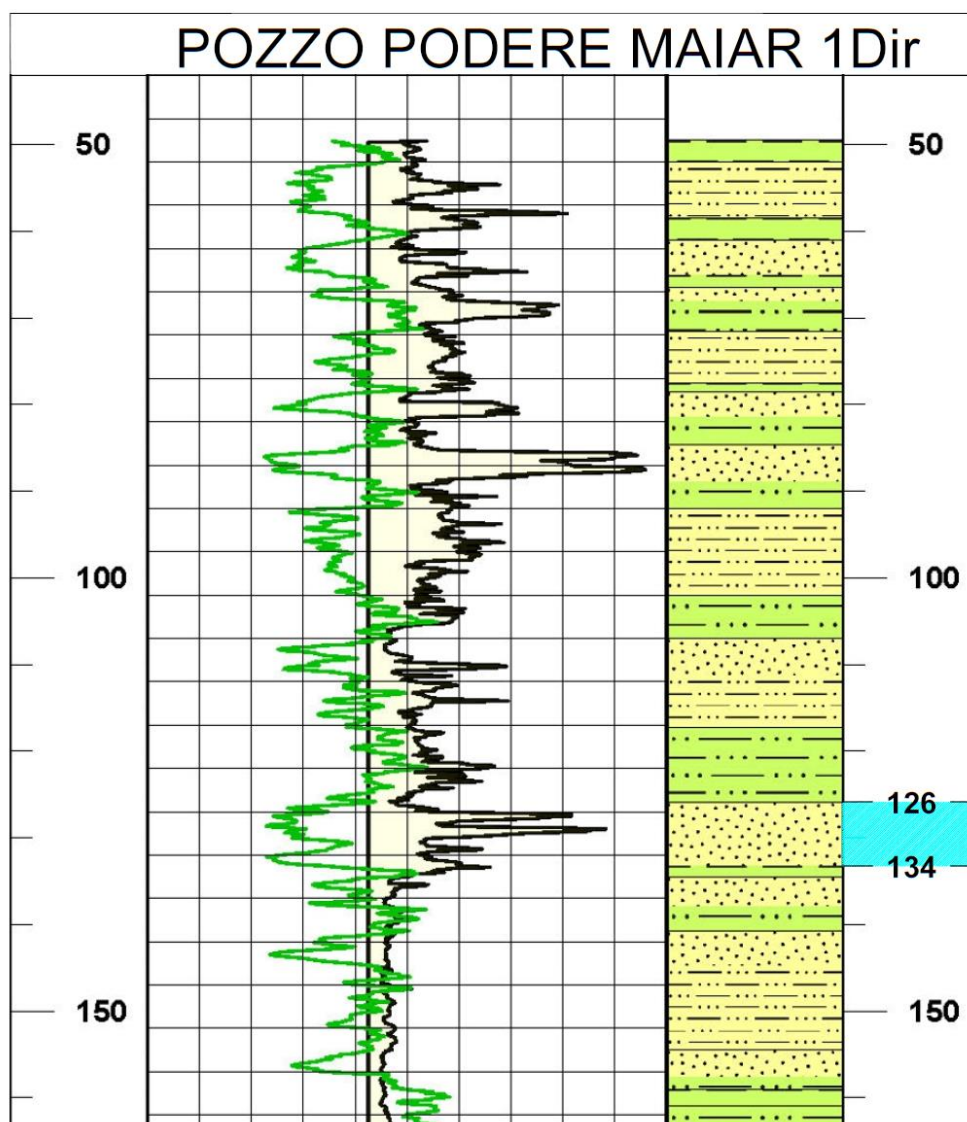
Allo scopo si prevede la realizzazione delle seguenti opere:

- Perforazione a distruzione di nucleo di n. 1 piezometro superficiale fino a profondità massima di 10 metri da p.c. .
- Posa di piezometro in PVC atossico, diam. 3”, cieco da p.c. fino a quota – 3 metri, microfessurato da quota – 3 metri fino a fondo foro.
- Chiusura fondo piezometro con tappo terminale.
- Posa di dreno siliceo da – 3 metri fino a fondo foro.
- Cementazione del tratto di interforo superficiale da p.c. fino a profondità di – 3 metri mediante impiego di miscela cemento/bentonite e/o compactonit.
- Predisposizione di chiusino protettivo di superficie.
- Installazione di sonda di registrazione del livello piezometrico / conducibilità e temperatura.

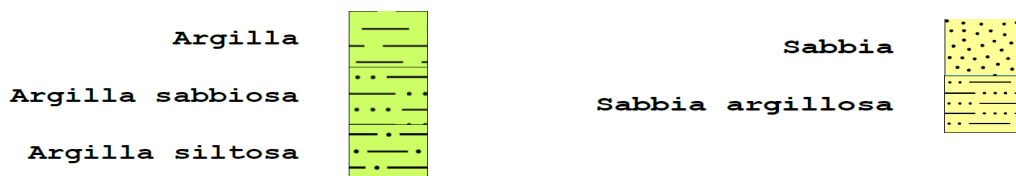
La posizione del piezometro superficiale è individuata all’interno della piazzola pozzo, in corrispondenza del limite NW della recinzione (Appendice 1).

6.3.3 Falda profonda – Monitoraggio livelli piezometrico e parametri idrochimici

Il monitoraggio di falda profonda interesserà il livello acquifero identificato in via preliminare dai log del pozzo Podere Maiar 1dir e dai dati di inquadramento generale. Si presume che tale orizzonte sia localizzabile in corrispondenza dell’intervallo riconosciuto a profondità comprese tra 126 e 134 metri da p.c., come meglio identificato nella successiva figura 32.



Acquifero monitorato



*Fig. 30: Estratto profilo di perforazione pozzo Podere Maiar 1Dir
Individuazione intervallo di posizionamento piezometro profondo*

Eventuali scostamenti da tale intervallo potranno essere definiti in considerazione dei dati stratigrafici che saranno conseguiti a seguito della realizzazione del sondaggio esplorativo utilizzato per la posa dell'assestometro profondo (vedi paragrafo 6.2).

Il tratto filtrato dovrà comunque prevedere l'intercettazione di tutto lo spessore di acquifero profondo identificato.

In via preliminare, si prevede di procedere come segue:

- Perforazione e posa di n. 1 piezometro profondo - profondità indicativa 120 metri (salvo scostamenti definiti a partire da perforazione preventiva effettuata).
- Realizzazione della perforazione a distruzione di nucleo fino alla profondità prefissata, comunque in coerenza con le risultanze stratigrafiche desunte dalla perforazione del foro realizzato per l'alloggiamento dell'assestometro profondo.
- Posa di piezometro in PVC atossico, diam. 3", cieco da p.c. fino a quota – 125 metri (indicativa), microfessurato (da quota - 125 metri fino a – 135 metri (indicativa)).
- Formazione fondello cieco di fondo da 135 a 137 metri con posa di tappo terminale.
- Posa di dreno siliceo da – 125 metri fino a fondo foro.
- Cementazione del tratto di interforo superficiale da p.c. fino a profondità di – 125 metri mediante impiego di miscela cemento/bentonite e/o compactonit.
- Predisposizione di chiusino protettivo di superficie.
- Installazione di sonda di registrazione del livello piezometrico / conducibilità e temperatura.

La posizione del piezometro profondo è individuata all'interno della piazzola pozzo, in corrispondenza del limite NW della recinzione (Appendice1), in adiacenza al piezometro superficiale.

6.3.4 Misurazione dei livelli piezometrici – Trasduttori di pressione

Per rendere automatica la misura piezometrica, all'interno di ciascun piezometro verrà inserito un trasduttore elettrico, posto sotto al livello piezometrico in modo che le variazioni di livello possano essere rilevate come variazione della pressione di battente.

73

I sensori saranno pertanto posati ad una profondità tale da garantire la permanenza in falda a fronte di possibili abbassamenti di livello in pozzo, come segue:

- Piezometro superficiale: quota posa - 9 metri da bocca pozzo
- Piezometro profondo: quota posa 10 metri inferiore alla quota di livello statico registrato dopo perforazione.

I sensori sono costituiti da diaframmi con degli estensimetri a essi solidali. La deformazione del diaframma provocata dal carico idraulico si trasforma in un segnale elettrico proporzionale al carico indotto. Si prevede l'utilizzo di trasduttori di pressione di tipo assoluto di 5 bar di fondo scala e risoluzione massima di 1 cm.

Il dato, rilevato con frequenza oraria, sarà registrato sulla memoria interna del sensore, con possibilità di scarico, sia direttamente su computer portatile con cadenza periodica (semestrale) nel corso delle visite finalizzate al campionamento diretto delle acque per il controllo stagionale dei parametri idrochimici, sia attraverso sistema di teletrasmissione a mezzo di connessione dati tramite SIM dedicata utile a garantire, da remoto ed in qualsiasi momento, la possibilità di interrogazione della strumentazione e di scarico dei dati.

6.3.5 Monitoraggio idrochimico – campionature dirette

Il monitoraggio idrochimico sarà condotto sui due piezometri realizzati, mediante campionatura diretta attraverso pompa sommersa, previa esecuzione di idoneo spurgo.

La prima campionatura è prevista, a seguito dell'avvenuto completamento delle operazioni di perforazione e spurgo dei piezometri, con ulteriore campionatura alla data di avvio della produzione. In relazione ai tempi di messa in produzione del giacimento, ulteriori campionature "ante operam" dovranno comunque essere effettuate con cadenza semestrale.

Le successive campionature in corso di produzione saranno poi condotte con cadenza semestrale, a partire dalla data di avvio della estrazione gas.

Le analisi saranno eseguite presso laboratorio di fiducia incaricato da Po Valley con verifica dei seguenti parametri (rif. Tabella 2 – Allegato 5, parte IV, D.Lgs. 152/2006):

- pH, Conducibilità, Ossidabilità, Cloruri, Solfati, Solfuri, Solfiti, Azoto Ammoniacale, Sodio, Bario, Idrocarburi disciolti (n-esano), Composti Inorganici Carbonio Organico Totale (TOC), Glicole, Anidride carbonica libera.

Quale riferimento di valutazione dei dati di laboratorio, ci si riferirà ai limiti di legge di cui alla Tabella 2, allegato 5, Titolo V, parte IV, D. Lgs 152/06.

Eventuali modifiche allo scenario prospettato potranno essere valutate a seguito della esecuzione delle analisi “ante operam” laddove dovessero emergere situazioni di anomalie naturali oggi non prevedibili (presenza di valori di fondo giustificativi).

6.3.6 Monitoraggio idrochimico – sonda multiparametrica

Oltre alle campionature dirette, in ogni piezometro è prevista la installazione di una sonda multiparametrica che misuri in continuo i valori di conducibilità e temperatura.

Come per le misure piezometriche, il dato sarà rilevato con cadenza oraria e registrato sulla memoria interna del sensore.

La profondità di installazione delle sonde multiparametriche dovrà essere per quanto possibile corrispondente alla profondità intermedia del tratto filtrante presente in ciascun piezometro.

I valori di temperatura saranno acquisiti con una risoluzione di almeno un decimo di grado centigrado, quelli di conducibilità con una risoluzione di almeno i 10 microS/cm.

I valori rilevati nel piezometro superficiale saranno comparati agli analoghi valori rilevati nel piezometro profondo, poiché la falda profonda è ritenuta essere chimicamente più stabile e nel complesso di più elevata qualità.

Quale soglia di riferimento saranno pertanto assunti i valori medi calcolati sulla sequenza storica disponibile, segnalando come significativi gli scostamenti che presentano incrementi superiori al 30% rispetto alla media calcolata sulla sequenza storica rilevata nei piezometri presso il pozzo Podere Maiar 1 dir.

Il dato, rilevato con frequenza oraria, sarà registrato sulla memoria interna del sensore, con possibilità di scarico, sia direttamente su computer portatile con cadenza periodica (semestrale) nel corso delle visite finalizzate al campionamento diretto delle

acque per il controllo stagionale dei parametri idrochimici, sia attraverso sistema di teletrasmissione a mezzo di connessione dati tramite SIM dedicata utile a garantire, da remoto ed in qualsiasi momento, la possibilità di interrogazione della strumentazione e di scarico dei dati.

6.3.7 Archiviazione dei dati e trasmissione report periodici

I dati raccolti saranno:

- archiviati presso server scelto dall'Azienda;
- consegnati con cadenza semestrale (autunnale-primaverile) ad ARPAE-Regione-Comune fornendo, oltre ai raw data, anche una elaborazione complessiva in formato excel/dat, possibilmente diagrammata unitamente a rapporto di sintesi delle attività svolte.

6.4 CONTROLLO DELLA SUBSIDENZA - ASSESTIMETRI

Vedi Prescrizione n. 3

6.4.1 Monitoraggio degli spostamenti verticali

Gli estensimetri da foro sono usati per la misurazione di movimenti del terreno. Allo scopo viene utilizzato un sistema di ancoraggio fissato nel terreno, all'interno di foro trivellato, connesso tramite un'asta di acciaio INOX e/o lega INVAR, ad elemento fisso di testa installato in superficie.

Le aste di acciaio/invar sono protette da una guaina in PVC o da tubi in PVC che ne consente il libero scorrimento rispetto al materiale esterno di riempimento del foro.

Dalla piastra di testa dello strumento, che protegge l'arrivo dell'asta in superficie, sarà quindi possibile misurare i movimenti relativi tra questa e l'elemento di ancoraggio innestato nel terreno a fondo foro.

Nel caso specifico, il monitoraggio della subsidenza ha come obiettivo quello di consentire la identificazione degli spostamenti verticali della superficie topografica attribuibili agli strati superficiali di terreno (correlabili con le variazioni climatiche stagionali e con le variazioni di pressione delle falde monitorate).

Tale subsidenza dovrà essere sottratta dalla subsidenza totale misurata tramite altre metodologie (InSAR e GNSS) al fine di determinare gli spostamenti verticali profondi riferibili all'assestamento naturale, tuttora in atto, negli strati profondi e ad eventuali effetti indotti dalla attività di coltivazione del giacimento.

Allo scopo, si prevede la posa di n. 2 assestimetri "a punto singolo" con installazione in foro di perforazione (assestimetro tipo tell-tale).

In considerazione della tipologia di strumentazioni assestimetriche fino ad oggi installate in Emilia Romagna, si è ritenuto di prevedere la installazione di "assestimetri a barre". Quanto sopra, al fine di garantire una maggiore omogeneità e comparabilità tra i dati ricavati sui diversi giacimenti monitorati, anche in ottica di migliore rappresentatività di eventuali elaborazioni di modellizzazioni o studi comparativi.

La strumentazione installata pertanto costituita all'interno di fori di sondaggio mediante la messa in opera di aste, inserite entro una guaina protettiva in materiale plastico atta a garantire la assenza di attriti diretti con il terreno circostante.

Le aste saranno costituite in lega INVAR da p.c. fino a 10 metri di profondità e in acciaio inox oltre tale profondità. L'utilizzo nella parte superficiale di aste INVAR, caratterizzate da ridotto tasso di risposta agli sbalzi termici, è stato indicato in considerazione della necessità di minimizzare i possibili errori riferibili a variazioni della temperatura indotte dalle escursioni giornaliere e stagionali nel primo sottosuolo.

La parte terminale profonda dell'asta è ancorata al terreno mediante iniezione di miscela di acqua-bentonite-cemento.

In superficie, la testa dell'asta è invece lasciata libera e, pertanto in condizioni tali da rilevare eventuali spostamenti relativi tra il caposaldo di superficie rappresentativo della quota di terreno e la quota di ancoraggio a fondo foro dell'asta.

Tenuto conto della necessità di garantire la verticalità dell'asta e la assenza di possibili attriti con la guaina/rivestimento protettivo esterno, si prevede la posa in corrispondenza di ogni spezzone di asta (2 metri) di un elemento distanziatore mobile (Ball Bushing) atto a consentire piene condizioni di distribuzione dei pesi propri e di scorrimento del sistema di aste.

L'utilizzo di questa tipologia di correzione e di controllo della verticalità del "sistema aste" permette di evitare il posizionamento in superficie di bilancia di tesatura, rendendo viceversa strutturale il sostegno applicato. In questo senso, risulta possibile eliminare la necessità di controlli e taratura periodica del sistema di "bilanciatura", evitare qualsiasi possibilità di accidentale rottura del filo di trazione, nonché ridurre gli ingombri di superficie anche a vantaggio di un maggiore agio di controllo e taratura dei sistemi di misura di testa asta.

6.4.2 Struttura del sistema di monitoraggio assestimetrico

Ai fini di discretizzare la entità dei movimenti riconoscibili nei terreni superficiali rispetto a quelli dei livelli più profondi, si prevede la posa di n. 2 assestimetri così strutturati:

- Posa di n. 1 assestimetro superficiale – profondità 10 metri – finalizzata al monitoraggio sia dei cedimenti naturali indotti sugli orizzonti più superficiali e meno compattati, sia dei movimenti indotti dalle variazioni termiche sia giornaliere che stagionali.
- Posa di n. 1 assestimetro profondo – profondità 140 metri – finalizzata al monitoraggio dei cedimenti naturali interessanti gli strati superficiali compresi tra p.c. e la base del Complesso Acquifero A2, identificato a partire dai dati stratigrafici desunti dalla perforazione del pozzo Podere Maiar 1dir.

Eventuali scostamenti dalle profondità indicate potranno essere definite in considerazione dei dati stratigrafici conseguiti a seguito della realizzazione del sondaggio esplorativo utilizzato per la posa dell'assestimetro profondo (vedi paragrafo 6.2).

La posizione degli assestimetri è riportata in planimetria di Appendice 1.

6.4.3 Perforazione e posa assestometro superficiale – profondità 10 metri

Si procederà secondo le seguenti modalità operative.

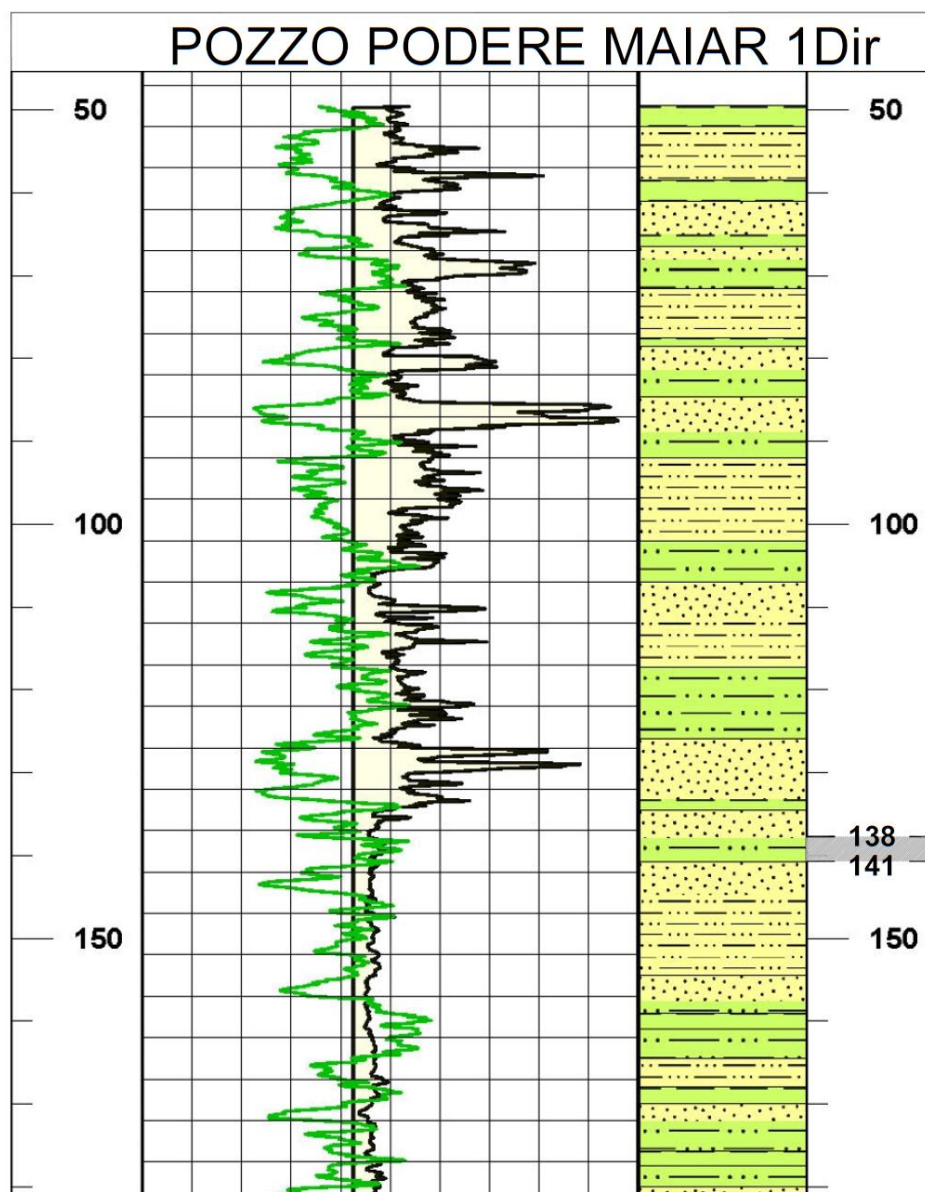
- Perforazione ad andamento verticale eseguita a distruzione di nucleo, di diametro massimo 101 mm, con posa rivestimento.
- Verifica con scandaglio della profondità finale di fondo foro e definizione esecutiva della quota di fondo in relazione ai risultati desunti dalla perforazione a carotaggio continuo del sondaggio pilota (vedi paragrafo 6.2). Eventuale ricostituzione in quota del fondo mediante riempimento con miscela di acqua-cemento-bentonite recuperando i rivestimenti di perforazione. Interruzione delle operazioni fino a avvenuta presa della miscela.
- Fissaggio dell'elemento di ancoraggio di fondo alla prima asta in INVAR, diam. 8 mm, lunghezza 2 metri, mediante manicotto. Inserimento sull'asta di elemento di scorrimento-guida asta (Bull Bushing). Infilaggio dell'anello portaguaina sull'asta spingendolo fino contro al manicotto. Inserimento sull'asta di spezzone di elemento tubolare esterno in PVC rigido da ½", lunghezza 2 metri e fissaggio sull'anello scorrevole portaguaina inferiore.
- Inserimento in foro dell'unità di base così costituita procedendo poi ad aggiungere progressivamente ulteriori spezzoni (Asta INVAR, Bull Bushing, Rivestimento) fino ad appoggio del terminale di base sul fondo foro.
- Previa estrazione del rivestimento per una altezza di 1,5 metri, immissione in foro di intercapedine esterno di miscela di acqua-cemento-bentonite per una altezza di almeno 1 metro. Successivamente l'operazione viene ripetuta con impiego di ghiaietto fino a raggiungimento di 3 metri dalla superficie. Contestualmente alla esecuzione delle operazioni di riempimento, si procedere alla progressiva estrazione dei rivestimenti, al fine di evitare la formazione di tappi di franamento del terreno esterno.
- In superficie, la testa di rivestimento è bloccata mediante inserimento nell'anello porta guaina superiore e cementazione di blocco del tratto superficiale.

6.4.4 Perforazione assestimetro profondo – profondità 140 metri

La posa di assestimetro profondo interesserà il livello identificato in via preliminare a partire dai dati di inquadramento preliminare e, in particolare, considerati i dati stratigrafici e di log desunti dal profilo di perforazione del pozzo Podere Maiar 1dir.

In sede operativa, i dati sopra richiamati potranno essere affinati a seguito della avvenuta perforazione a carotaggio continuo del sondaggio di posa dell'assestimetro profondo in esame.

In relazione ai dati attualmente disponibili, si presume che il possibile orizzonte di appoggio dell'assestimetro profondo sia localizzabile in corrispondenza dell'intervallo riconosciuto a profondità comprese tra 138 e 141 metri da p.c., come meglio identificato nella successiva figura 33.



Strato consolidato di imposta assestimetro

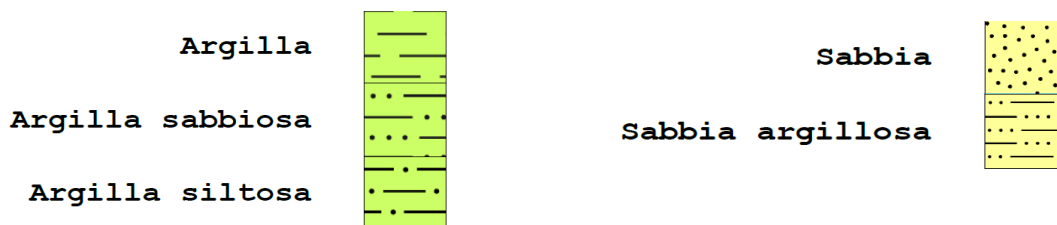


Fig. 31: Estratto profilo di perforazione pozzo Podere Maiar 1Dir

Individuazione intervallo di posizionamento assestimetro profondo

A conclusione delle attività di carotaggio continuo descritte in paragrafo 6.2, con diametro massimo 101 mm, e posa di rivestimento ed avvenuta identificazione della esatta profondità di appoggio, si prevede di procedere secondo le seguenti modalità operative.

- Verifica con scandaglio della profondità finale di fondo foro e definizione esecutiva della quota di fondo identificata seguito dell'esame delle carote estratte. Eventuale ricostituzione in quota del fondo mediante riempimento con miscela di acqua-cemento-bentonite recuperando i rivestimenti di perforazione. Interruzione delle operazioni fino ad avvenuta presa della miscela.
- Fissaggio dell'elemento di ancoraggio di fondo alla prima asta in acciaio Inox, diam. 8 mm, lunghezza 2 metri, mediante manicotto. Inserimento sull'asta di elemento di scorrimento-guida asta (Bull Bushing). Infilaggio dell'anello portaguaina sull'asta spingendolo fino contro al manicotto. Inserimento sull'asta di spezzone di elemento tubolare esterno in PVC rigido da ½", lunghezza 2 metri e fissaggio sull'anello scorrevole portaguaina inferiore.
- Inserimento in foro dell'unità di base così costituita procedendo poi ad aggiungere progressivamente ulteriori spezzoni, fino ad appoggio del terminale di base, sul fondo foro, come segue:
da fondo foro fino a quota equivalente – 10 metri da p.c.: Asta acciaio INOX, Bull Bushing, Rivestimento;
da quota equivalente – 10 metri fino a superficie: Asta lega INVAR INOX, Bull Bushing, Rivestimento.
- Previa estrazione del rivestimento per una altezza di 1,5 metri, immissione in foro di intercapedine esterna di miscela di acqua-cemento-bentonite per una altezza di almeno 1 metro e successivamente con ghiaietto a riempimento fino a 3 metri da superficie. L'estrazione del rivestimento esterno è prevista avvenire in progressione, a seguire le fasi di riempimento con ghiaietto, al fine di evitare la formazione di tappi di franamento del terreno esterno.
- In superficie, la testa di rivestimento è bloccata mediante inserimento nell'anello porta guaina superiore e cementazione di blocco del tratto superficiale.

Le fasi di perforazione e posa della strumentazione di misura saranno eseguite e dirette da ditte specializzate.

6.4.5 Acquisizione dei dati – Lettura degli spostamenti

I dati di spostamento verranno acquisiti tramite trasduttori elettrici (potenziometrici) e registrati in continuo da uno specifico sistema di acquisizione.

Per la esecuzione delle misure è pertanto necessario implementare il sistema “assestimetro” con un comparatore o calibro analogico o digitale o con sensori automatizzati per eventuale centralizzazione delle letture a postazione remota; in questa seconda ipotesi resta comunque possibile eseguire misure manuali di verifica senza dover rimuovere i sensori installati.

Nel caso specifico, la strumentazione assestimetrica messa in opera prevede la lettura delle misure di spostamento mediante installazione di Sensori di Spostamento Lineari LVDT (Linear Variable Differential Transformer).

Tali sensori sono progettati per essere usati con la stessa facilità di un comune potenziometro lineare, ma con vantaggi non indifferenti in termini di:

- precisione (anche in situazioni ambientali difficili);
- basso attrito del sensore;
- risoluzione elevatissima;
- possibilità di operare in zone caratterizzate da temperature elevate.

Un LVDT consiste in un avvolgimento principale, due avvolgimenti secondari ed un nucleo. Gli avvolgimenti principali e secondari sono alloggiati in un cilindro di metallo, con un’asta, corredata di un nucleo magnetico semovibile che può scorrere dentro il cilindro. La strumentazione è dotata di finitura esterna che fornisce protezione ed un buona resistenza meccanica a fronte di superfici di scorrimento a bassissimo attrito.

Quando l’avvolgimento primario viene alimentato, negli avvolgimenti secondari viene prodotta una corrente proporzionale alla posizione del nucleo, permettendo di codificare l’informazione sulla posizione in segnale elettrico. La parte elettronica del trasduttore produce pertanto una corrente continua proporzionale alla posizione del

nucleo. Questa caratteristica permette di non dover effettuare delle calibrazioni prima dell'uso (come invece avviene per i potenziometri lineari). Ad una determinata posizione del nucleo posto sullo stantuffo, corrisponde una determinata tensione e, di conseguenza un valore elettrico che verrà interpretato dalla telemetria come un valore di posizione.

Successivamente alla installazione in foro della strumentazione di misura si procederà, a cura di società specializzata, alla installazione e collegamento del trasduttore di spostamento di superficie che terrà conto delle seguenti operazioni specifiche:

- Predisposizione del terminale di superficie e inserimento delle aste di misura;
- Inserimento del raccordo di supporto del rilevatore magnetico e inserimento del trasduttore nel terminale di superficie fino a pervenire all'ingaggio con magnete.
- Posizionamento del trasduttore a quota idonea (non più di 2 cm sopra il terminale di superficie).
- Inserimento e blocco definitivo del trasduttore sul tappo di superficie e successiva chiusura del contenitore di superficie con blocco dei pressacavi di contatto.
- Collegamento di cavi alla centralina di registrazione di contatto

Le misure rilevate mediante installazione di trasduttore elettrico dovranno quindi essere convertite in misura geometrica di spostamento prevedendo, altresì, l'utilizzo dei dati GNSS al fine di verificare la corretta taratura della conversione in termini di quota assoluta.

Si prevede la posa di un sensore di temperatura (termoresistenza), per garantire la compensazione dell'eventuale influenza del gradiente termico sulla struttura in metallo.

La termoresistenza sarà collegata alla unità di acquisizione dati con modalità di acquisizione coerenti con quelle utilizzate per i sensori di spostamento.

6.4.6 Ambito e modalità di posa in opera

I due assestimetri saranno ubicati all'interno della di piazzola, in prossimità dei piezometri al fine di conseguire la installazione di unico ambito operativo di strutture destinate al monitoraggio ambientale (Appendice 1).

Verificata la rispondenza dei fori di sondaggio alle specifiche di progetto, le attività di posa in opera della strumentazione assestometrica saranno eseguite direttamente a cura di società specializzata che provvederà anche alla installazione della unità di acquisizione dati, dei cablaggi, ed alla realizzazione di tutta la parte sensoristica e di trasmissione dati. A cura della medesima società contrattista saranno anche le attività di collaudo e avviamento dell'intero sistema.

6.4.7 Acquisizione e teletrasmissione dati

Lo scaricamento dei dati sarà conseguito sia direttamente su computer portatile con cadenza periodica (semestrale), sia attraverso l'utilizzo di apparecchiatura di acquisizione dati automatica (datalogger) multicanale ed in grado di acquisire segnali di tipo diverso, a cui collegare i sensori elettrici (temperatura, trasduttori di spostamento, sensori di pressione, sensori multiparametrici).

La memorizzazione dei dati sarà effettuata nel datalogger con possibilità di scarico su PC o attraverso sistema di teletrasmissione a mezzo di connessione dati tramite SIM dedicata; tale scelta risulta utile a garantire, da remoto ed in qualsiasi momento, la possibilità di interrogazione della strumentazione e di scarico dei dati.

Si prevede utilizzo di strumentazione di tipo programmabile via software, attraverso programma dedicato, oppure da tastiera; sarà pertanto possibile variare, a seconda delle esigenze, sia la frequenza di acquisizione sia la gestione di eventuali soglie di allarme.

Si propone una frequenza di acquisizione dati dei piezometri e del movimento verticale degli assestimetri su base oraria.

6.4.7 Archiviazione dei dati e trasmissione report periodici

I dati raccolti saranno:

- archiviati presso server scelto dall'Azienda;
- consegnati con cadenza annuale ad ARPAE - Regione - Comune fornendo rapporto di sintesi illustrativo delle attività svolte, delle condizioni di funzionalità di sistema e dei dati rilevati che verranno riportati in forma sia numerica che diagrammata, con comparazione rispetto ai periodi e volumi di produzione effettiva.

6.5 MONITORAGGIO DEFORMAZIONI SUPERFICIALI – INSAR E GNSS

Vedi Prescrizione n. 4

Il monitoraggio dei movimenti superficiali è articolato secondo modalità atte a rilevare gli spostamenti complessivi della superficie topografica mediante impiego di specifiche tecnologie basate su utilizzo di strumentazione GNSS o sulla applicazione di analisi di Interferometria SAR Satellitare Avanzata.

L'impiego di tali tecnologie, correlato alla elaborazione dei dati di movimento verticale di primo sottosuolo desumibili dagli assestimetri in foro, consente una precisa discretizzazione delle possibili entità della subsidenza, naturali attribuibili agli strati superficiali di terreno, non correlati con le attività di coltivazione del giacimento, anche con indicazioni di area vasta.

6.5.1. Monitoraggio deformazioni superficiali – INSAR

Si prevede uno studio delle deformazioni con Interferometria SAR Satellitare Avanzata (A-DInSAR) per la stima degli spostamenti superficiali subiti dal terreno e dalle strutture presenti nell'area di interesse e corrispondente a una superficie pari a circa 160 km².

Lo scopo delle analisi previste è quello di fornire informazioni sulla dinamica deformativa storica fino alla data di messa in produzione del giacimento e, successivamente, un servizio di monitoraggio per la medesima area, in grado di fornire informazioni sull'evoluzione deformativa durante l'esercizio delle attività estrattive.

Il monitoraggio mediante analisi interferometriche con dati SAR satellitari, inoltre, sarà opportunamente integrato con l'acquisizione ed elaborazione di dati della stazione GNSS, ad alta sensibilità e con acquisizione in continuo, attualmente installata e attiva presso il pozzo Podere Maiar 1 dir.

Le analisi interferometriche con dati SAR satellitari saranno ulteriormente ottimizzate della presenza, presso il piazzale pozzo in posizione adiacente al sistema GNSS, di un corner reflector in doppia geometria.

6.5.2 Studio delle deformazioni storiche e attività di monitoraggio con interferometria SAR satellitare

La tecnica nota come interferometria SAR satellitare consente di individuare gli spostamenti di punti e strutture caratterizzati da una buona stabilità nel tempo della riflessione delle onde radar emesse dai sensori satellitari.

Grazie all'uso delle immagini SAR satellitari d'archivio, è possibile ricavare le informazioni legate alle deformazioni storiche che hanno interessato il terreno e/o le strutture nell'intervallo temporale coperto dall'acquisizione di immagini SAR.

In molti casi, inoltre, grazie a specifiche analisi interferometriche avanzate (A-DInSAR), è possibile ricostruire i *trend* deformativi con accuratezza millimetrica e le serie temporali di spostamento di elementi naturali e antropici presenti sul terreno e caratterizzati da alta stabilità alla riflessione delle onde radar (punti di misura).

Va rilevato che tutti i risultati derivanti dalle analisi interferometriche SAR satellitari sono relativi a misure eseguite lungo la linea di vista strumentale (*Line Of Sight – LOS*), ovvero il percorso congiungente il sensore al bersaglio riflettente a terra.

Sarà inoltre possibile eseguire analisi sull'area di interesse con immagini acquisite da diverse geometrie orbitali (orbita "ascendente" e "discendente"), così da osservare il territorio da punti di vista geometrici differenti e complementari, consentendo una più corretta caratterizzazione ed interpretazione dei processi deformativi.

L'analisi storica e i primi due anni di monitoraggio, saranno condotti utilizzando immagini con orbita ascendente e discendente, in doppia geometria orbitale, al fine di poter valutare la rispondenza del sistema e la necessità o meno di proseguire secondo medesime modalità anche negli anni successivi.

6.5.3 Selezione dei dati SAR satellitari

Per le analisi storiche si propone l'utilizzo di tutte le immagini SAR satellitari presenti in archivio già acquisite dalla costellazione COSMO-SkyMed (ASI – Agenzia Spaziale Italiana) acquisiti da sensori in banda X (lunghezza d'onda pari a 3,1 cm) ad alta risoluzione spaziale (~ 3x3 m) in doppia geometria orbitale, ascendente (immagini di repertorio dal 11/11/2008 al 21/04/2021) e discendente (immagini di repertorio dal 31/10/2008 al 25/03/2021).

Nella successiva Figura 34 è illustrata la sequenza disponibile in copertura all'area di studio.

La fase di monitoraggio (a partire dall'avvio della produzione) sarà realizzata continuando nell'utilizzo delle immagini satellitari COSMO-SkyMed per le quali, sulla base delle esperienze già acquisite, è possibile prevedere ottime *performance* in termini di copertura e risoluzione.

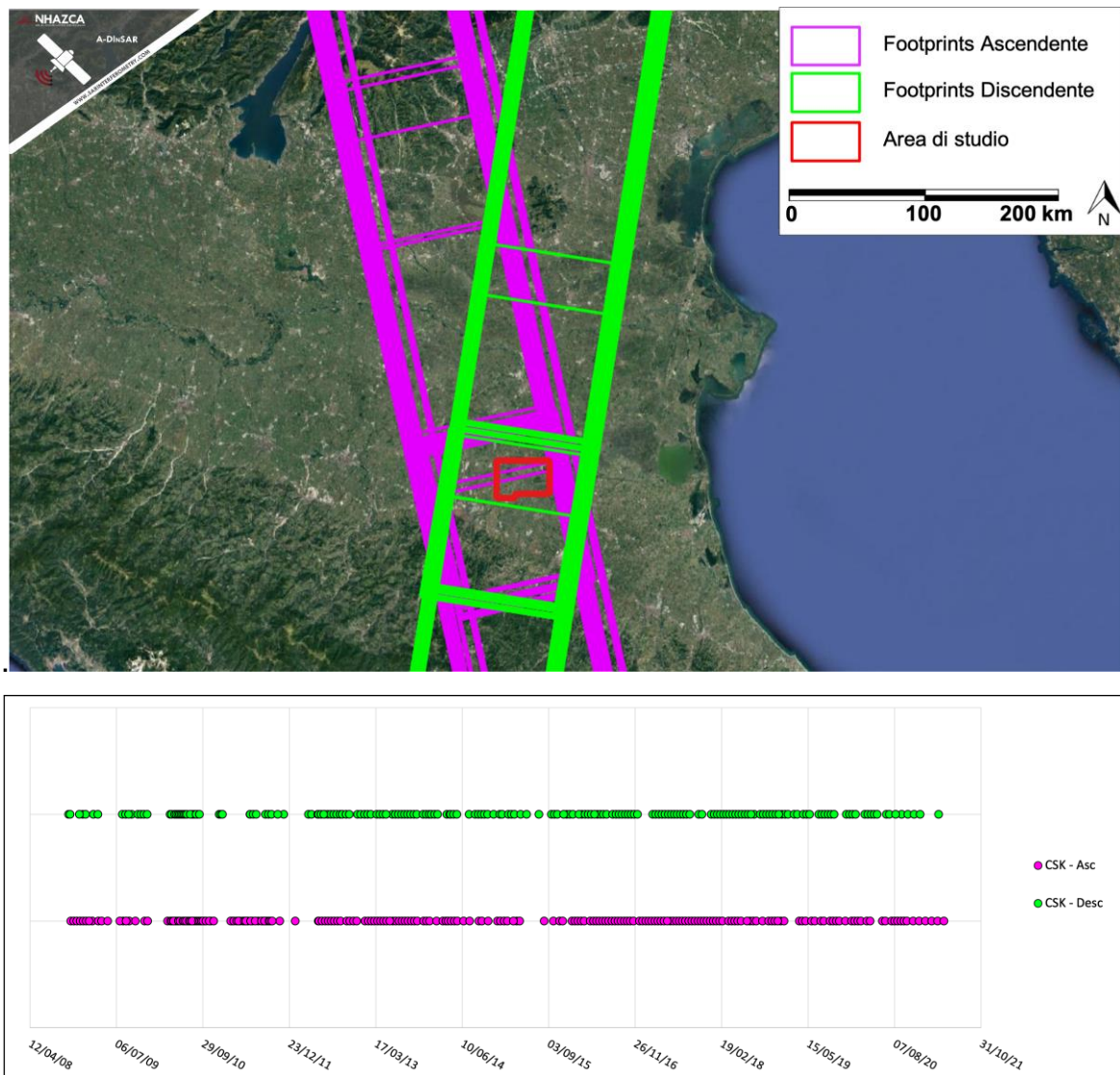


Figura 32: Distribuzione spaziale e temporale di immagini SAR acquisite dal satellite COSMO-SkyMed sull'area di interesse.

6.5.4 Modalità di elaborazione dei dati

Le analisi saranno condotte con metodi A-DInSAR (Advanced Differential SAR Interferometry), basati sulla tecnica Persistent Scatterers Interferometry (PSI) e con tecniche interferometriche differenziali standard DInSAR (Differential SAR Interferometry).

Al fine di ottenere informazioni utili a definire l'eventuale presenza e lo stato di attività dei processi deformativi in atto, saranno adottati specifici protocolli operativi che prevedono la costante supervisione di tecnici specializzati e l'impiego di algoritmi ed elaborazioni sito-specifiche.

Tali protocolli operativi, sviluppati per tutte le fasi di analisi, consentiranno di ottenere un'accurata stima delle deformazioni anche in presenza di processi caratterizzati da un comportamento non lineare nel tempo.

Le tecniche DInSAR standard basate sull'analisi e l'interpretazione di singoli interferogrammi, saranno applicate con lo scopo di identificare fenomeni deformativi con comportamento marcatamente impulsivo e/o intermittente non sempre identificabili mediante le tecniche di analisi multi-immagine.

Attraverso le analisi A-DInSAR sarà invece possibile ottenere informazioni relative agli spostamenti pregressi subiti da terreno e/o strutture nell'area di interesse, derivando i parametri caratteristici dei punti di misura. Più in dettaglio, per ciascun punto di misura sarà possibile ottenere le seguenti informazioni:

- trend deformativo di spostamento (lungo la linea di vista – LOS) in millimetri/anno;
- la serie temporale di spostamento (lungo la LOS) in millimetri;
- la posizione geografica (ovvero, le coordinate in latitudine, longitudine e quota).

Le serie temporali di spostamento ottenute mediante le analisi A-DInSAR saranno quindi analizzate al fine di identificare eventuali variazioni dei trend di deformazione (*Trend Change Detection Analysis*).

I risultati ottenuti mediante le analisi A-DInSAR e DInSAR saranno validati ed interpretati prendendo in considerazione le caratteristiche geologiche e geomorfologiche dell'area e di eventuali fenomeni deformativi già individuati nel precedente studio.

6.5.5 Prodotti Forniti

Al termine delle attività (ovvero alla conclusione delle analisi storiche e al termine di ogni report di monitoraggio a partire dall'inizio delle attività di produzione), sarà trasmessa una relazione tecnica estesa che includerà:

- tipologia e caratteristiche dei dati satellitari e dei dati ausiliari utilizzati;
- tipologie di analisi eseguite;
- risultati derivanti dall'analisi dei dati comprendenti:
 - o localizzazione delle aree soggette ad eventuali spostamenti osservati durante il periodo analizzato, derivanti da analisi interferometriche differenziali standard (interferogrammi);
 - o mappe dei punti di misura caratterizzati da trend deformativi di lungo periodo. I risultati georeferenziati saranno restituiti in formato shape file;
 - o serie temporali di spostamento per i punti più significativi;
- validazione e interpretazione dei risultati, anche mediante l'integrazione con dati derivanti da altre fonti.

La frequenza di realizzazione e produzione dei report delle analisi, è prevista con cadenza annuale.

I risultati delle analisi A-DInSAR (punti di misura) saranno restituiti anche all'interno dell'InSAR Visualization Tool, il portale web-GIS sviluppato da NHAZCA che, grazie ad accessi con utenze riservate, consente di visualizzare ed interrogare online i risultati A-DInSAR e le relative serie temporali di spostamento.

6.5.6 Archiviazione dei dati e trasmissione report periodici

I dati raccolti saranno:

- archiviati presso server scelto dall'Azienda;
- consegnati ad ARPAE-Regione- Comune, secondo tempi coerenti con l'avvenuto svolgimento delle fasi descritte, fornendo rapporto di sintesi illustrativo delle attività svolte, e dei dati rilevati, con comparazione rispetto ai periodi e volumi di produzione effettiva, unitamente agli shape file con tutti i punti del rilievo InSAR.

In particolare saranno evidenziati i seguenti aspetti:

- Tipologia e caratteristiche dei dati satellitari e dei dati ausiliari utilizzati;
- Tipologia di analisi eseguite;
- Localizzazione delle aree soggette e eventuale spostamento durante il periodo analizzato, derivanti da analisi interferometriche standard;
- Mappe dei punti di misura caratterizzati da trend deformativi di lungo periodo;
- Serie temporale di spostamento dei punti più significativi;
- Validazione e interpretazione dei risultati;
- Schede di sintesi contenenti i risultati suddivisi per aree di interesse con localizzazione dei punti di misura, eventuali serie temporali di spostamento e relative note.

6.5.7 Monitoraggio deformazioni superficiali – Sistema GNSS permanente

Quale integrazione del sistema di monitoraggio degli spostamenti del suolo, è prevista la installazione di un sistema di monitoraggio diretto di sito composto da un ricevitore GNSS a doppia frequenza specificamente progettato per applicazioni di monitoraggio.

Allo scopo, in ottemperanza alle prescrizioni riportate nel parere di compatibilità ambientale emesso in data 20/12/2019 relativo alla procedura di VIA per il rilascio della concessione Selva Malvezzi, presso il piazzale del pozzo Podere Maiar 1 dir in data 04/06/2020 è stata installata una stazione GNSS (Global Navigation Satellite System) finalizzata al monitoraggio in continuo degli spostamenti verticali del suolo, accoppiato a un “corner reflector” che verrà utilizzato come punto di riferimento per le immagini satellitare SAR.

Al fine di assicurare la migliore qualità delle misure, le installazioni sono state eseguite sulla preesistente platea di calcestruzzo in un’area che non sarà interessata dalle apparecchiature della futura centrale secondo finalità di garantire il miglior accoppiamento possibile tra terreno e strumenti,

Nella sottostante figura 35 è evidenziato in rosso il punto di posizionamento della stazione GNSS.



Figura 33 – posizione stazione GNSS presso area pozzo

La strumentazione installata è composta da una stazione GNSS costituita dai seguenti componenti:

- Armadio con all'interno: Ricevitore Topcon MR-2, Router 4G, Stabilizzatore di carica, Batteria 100Ah
- 2 Pannelli fotovoltaici 150W
- Antenna GNSS Topcon (doppia frequenza GPS+GLONASS+GALILEO), Flangia con Manicotto per Antenna GNSS e Trasformatori 220AC-12VDC per GPS e router
- Ricevitore installato al disopra di un palo di acciaio di altezza di 2.5 m.

Il sistema è specificamente progettato per applicazioni di monitoraggio ed è in grado di acquisire dati di posizionamento in modo autonomo e continuo e di memorizzarli all'interno di una scheda di memoria in esso alloggiato.

L'armadietto tecnologico contiene tutte le componenti necessarie a garantire la funzionalità del sistema secondo gli standard di robustezza e sicurezza: alloggiamenti e connettori, alimentazione (batteria tampone e cavi) e di comunicazione (router).

Per alimentare in maniera indipendente la stazione GNSS sono stati installati due pannelli fotovoltaici

Il sistema è autonomo nell'acquisizione, archiviazione e trasferimento dei dati, mentre l'elaborazione dei dati acquisiti è invece prevista avvenire in modo manuale e periodico, elaborando cioè le informazioni inviate via protocollo ftp con l'utilizzo di un software dedicato ed algoritmi proprietari.

I dati saranno corretti attraverso l'uso delle stazioni della rete EUREF/IGS (<http://www.epncb.oma.be/>, <http://www.igs.org/network>), e il ricevitore sarà configurato per intervalli di misura prolungati in modo da correggere al meglio gli errori di misura.

In prossimità della stazione GNSS è stato inoltre installato un corner reflector, costituito da un triedro metallico in grado di riflettere passivamente il segnale radar in modo ottimale e stabile nel tempo.

In previsione delle future attività di monitoraggio dell'area tramite tecniche di analisi dei dati radar satellitari, il corner reflector in corrispondenza dell'installazione del sistema GNSS sarà un punto di misura caratterizzato da elevato rapporto segnale/rumore (andando a migliorare così la qualità dei futuri risultati A-DInSAR), e associato alla misura GNSS, come taratura e calibrazione per l'analisi delle deformazioni del terreno che verranno eventualmente osservate. Tale dispositivo, di dimensioni pari a circa 100x100x80(h) cm, è stato installato e reso solidale alla medesima superficie di ancoraggio del sistema GNSS (Fig. 36).



Figura 34 – Stazione GNSS e corner reflector installati presso area pozzo

In considerazione della data di avvenuto posizionamento, l'attività di monitoraggio risulta garantita quale approccio ante operam, per un periodo ampiamente superiore ad 1 anno rispetto alla data di messa in produzione del giacimento.

Le successive attività di gestione e controllo dell'impianto e le conseguenti fasi di validazione e conversione in forma numerica dei dati registrati sono affidate a ditta specializzata.

6.5.8 Rapporto monitoraggio GNSS giugno 2020 - maggio 2021 (Appendice 2)

Il primo rapporto di monitoraggio consegnato dalla società NHAZCA è rappresentativo del periodo di acquisizione 05/06/2020 – 28/05/2021 (in allegato).

Le elaborazioni hanno permesso di restituire dati accurati (con accuratezza nell'ordine di alcuni mm), consentendo di ottenere ulteriori informazioni in merito alle variazioni della posizione plano-altimetrica del punto di monitoraggio.

Per quanto il periodo di monitoraggio risulti ancora breve e non consenta quindi di considerare in modo efficace effetti deformativi di medio-lungo termine, ad oggi non si riscontrano anomalie rilevanti in nessuna delle direzioni di misura (Est, Nord e Quota).

Si iniziano ad apprezzare, tuttavia, dei segnali deformativi ciclici, più marcati sulla componente verticale (quota), che potranno essere caratterizzati in maggior dettaglio solo a valle di un periodo di acquisizione di durata maggiore (2-3 anni).

6.5.9 Archiviazione dei dati e trasmissione report periodici

I dati raccolti saranno:

- archiviati presso server scelto dall'Azienda;
- Al termine di ogni anno solare è prevista la redazione di rapporto di sintesi illustrativo dei dati rilevati che verranno riportati anche in forma numerica che diagrammata. Tale rapporto verrà trasmesso con cadenza annuale alle Amministrazioni interessate (ARPAE-Regione, Comune).

6.6 MONITORAGGIO SISMICO

Vedi Prescrizione n. 5

6.6.1 Monitoraggio sismico

Le indicazioni relative alla progettazione delle attività di monitoraggio sismico da condursi in conformità alle prescrizioni dettate dalle "Linee Guida MISE-DGRME 2014" sono state fornite dal rapporto GEAmb srl – Spin Off dell'Università degli Studi di Genova, previa esecuzione di uno specifico studio svolto nel Luglio 2021 (in allegato).

Tale studio è stato condotto a partire dalla verifica dei rumori di fondo presenti in corrispondenza di 6 stazioni superficiali come riportato nel paragrafo: "Risultati campagna di misure rumore sismico (20-21 giugno e 29-30 giugno 2021)".

Sulla base dei risultati delle simulazioni numeriche e dal confronto con lo studio dell'aprile 2019, è possibile concludere che la rete sismica costituita dai nodi denominati MNV05, MNV06, MNV07, MNV08 e MNV09 integrati con FIU della RSN rappresenta la configurazione ottimale per il monitoraggio della sismicità nell'area oggetto di studio ovvero all'interno del DI e del DE di rilevazione per il sito di estrazione Podere Maiar 1dir (vedi figura 35).

Per le ragioni precedentemente esposte, non verrà installata una stazione presso il piazzale del pozzo.

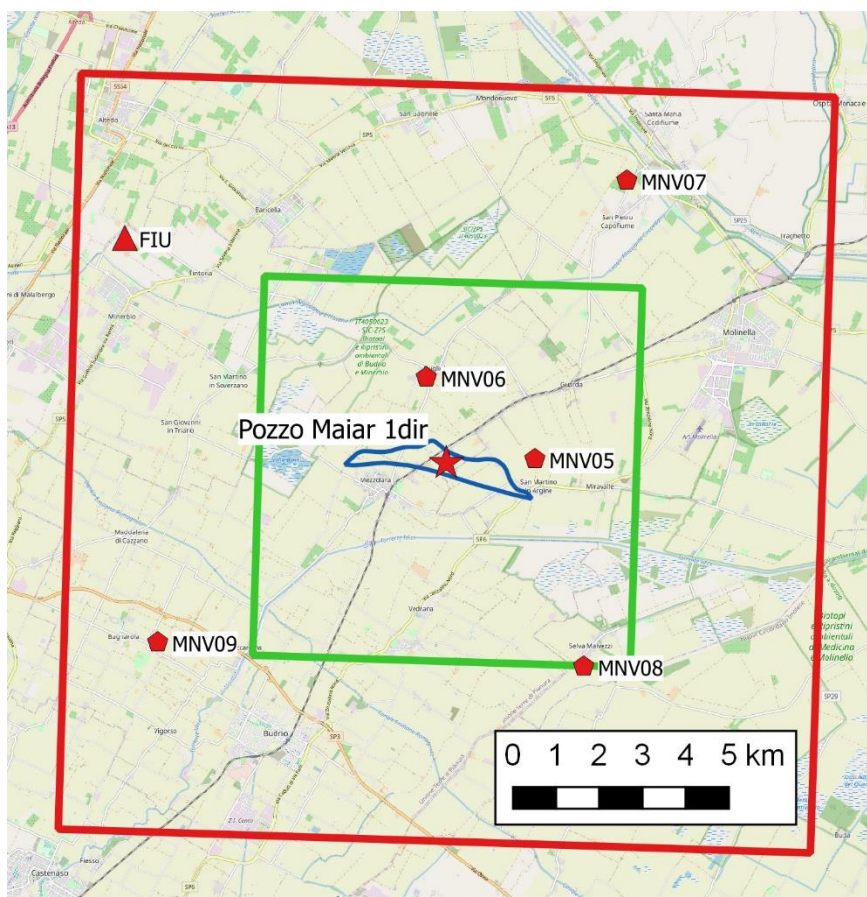


Figura 35 - Configurazione proposta per la futura rete di monitoraggio sismico.

6.6.2 Monitoraggio sismico – Fase operativa di identificazione stazioni di rilevamento

Dopo aver ottenuto le necessarie autorizzazioni per l'installazione delle stazioni presso i siti comunali, senza introdurre alcuna variazione nei livelli di detezione di rete conformi alle prescrizioni delle Linee Guida MISE-DGRME – 2014, in fase di installazione verrà individuata l'esatta posizione della stazione sismica, in modo tale assicurare le migliori condizioni di funzionamento e manutenzione della stazione e allo stesso tempo non interferire con le attività che normalmente si svolgono presso i siti di installazione.

6.6.3 Monitoraggio sismico – Tipologia strumentale

Per quanto riguarda la strumentazione sismica, considerato il contesto geologico e l'elevato livello di antropizzazione dell'area di studio, verranno impiegati sensori sismici a corto periodo. Inoltre, come previsto dalle Linee Guida (MiSE-DGRME, 2014), in una stazione sismica verrà installato un accelerometro, allo scopo di garantire la corretta registrazione di eventuali forti terremoti che dovessero verificarsi nell'area (es. in corrispondenza di MNV05 o MNV06).

Tutte le stazioni dovranno essere munite di acquisitori sismici a 24bit (a 3 o 6 canali a seconda che si preveda l'installazione di un accelerometro oltre al velocimetro).

Al fine di garantire un monitoraggio sismico in linea con quanto previsto dalle suddette Linee Guida, le stazioni sismiche dovranno prevedere un sistema di trasmissione dati (al centro di acquisizione ed elaborazione) in tempo reale, utilizzando una connessione via router UMTS, ovvero utilizzando onde radio.

Considerando che l'installazione avverrà presso siti cimiteriali, tutte le stazioni saranno alimentate tramite collegamento alla linea elettrica, anche se dovrà essere comunque previsto un sistema di alimentazione tampone a batterie.

Gli apparati di acquisizione, trasmissione dati e alimentazione tampone verranno installati in un armadio a norma IP66, separato dall'alloggiamento del velocimetro/accelerometro. Questi ultimi dovranno essere collocati all'interno di un pozzetto in mattoni e cemento, possibilmente su di un pilastro in calcestruzzo armato. Il collegamento con l'acquisitore (armadio) avverrà mediante cavidotto interrato. I pozzetti saranno completi di chiusini di accesso a tenuta stagna, così da riparare il

senso sismico dagli agenti atmosferici e dagli sbalzi di temperatura.

A titolo di esempio, in Figura 36 viene mostrata l'installazione di una stazione simile a quelle che potrebbero costituire la rete microsismica.



Figura 36 Esempio di stazione sismica (sinistra: pozzetto con sensore – destra: armadio acquirente).

6.6.4 Monitoraggio e gestione dei dati sismici

Anche in questo caso, la progettazione e la installazione del sistema di monitoraggio, la successiva gestione della fase di acquisizione dei dati e di controllo della funzionalità dell'impianto, nonché le fasi di validazione e conversione dei dati registrati secondo format utilizzabili dall'Ente (SPM) preposto alla elaborazione e sintesi rispetto ai dati di rete Sismica Nazionale, saranno definite e condotte a cura di società specializzata.

L'attività sarà effettuata mediante controllo giornaliero del dato registrato prevedendo la verifica dello stato di funzionamento della rete, la individuazione di

eventuali anomalie, la verifica dello stato on/off quotidiano delle stazioni e del livello del segnale/rumore di fondo con registrazione delle eventuali anomalie rilevate.

In relazione alla tipologia di monitoraggio ed alla utilità di una immediata e completa sintesi dei dati locali con quelli di altre stazioni di vigilanza poste sul territorio di area vasta, è prevista la trasmissione diretta dei dati in modalità “real-time” all’Ente (SPM) preposto alla elaborazione e sintesi rispetto ai dati di rete Sismica Nazionale (come individuato dal Ministero), anche ai fini di adeguata integrazione con le stazioni sismiche già presenti sul territorio in quanto dedicate al monitoraggio nazionale e/o regionale.

6.6.5 Archiviazione dei dati e trasmissione report periodici

I dati raccolti saranno:

- archiviati presso server scelto dall’Azienda;
- Al termine di ogni anno solare è prevista la redazione di rapporto di un rapporto di sintesi illustrativo delle condizioni di funzionalità del sistema di rilevazione e di tabelle relative ai fenomeni sismici rilevati nella zona desumibile dai dati pubblicati da INGV. Tale rapporto verrà trasmesso con cadenza annuale alle Amministrazioni interessate (ARPAE-Regione, Comune).

7. TRASMISSIONE DEI DATI ALLA STRUTTURA PREPOSTA DI MONITORAGGIO

Ad avvenuta identificazione da parte di MiTE (ex MiSE) DG-ISSEG della Struttura Preposta al Monitoraggio (SPM), in conformità alle Linee Guida MISE-DGRME – 2014, si provvederà altresì alla trasmissione di tutta la documentazione prodotta comprensiva dei dati grezzi originali. A riguardo, si precisa che PoValley Operations è in contatto con la DG-ISSEG, la quale in data 14/10/2021 ha comunicato che l’individuazione della SPM avverrà successivamente al rilascio della Concessione di Coltivazione.

8. PREDISPOSIZIONE DI SISTEMA INFORMATIVO PUBBLICO

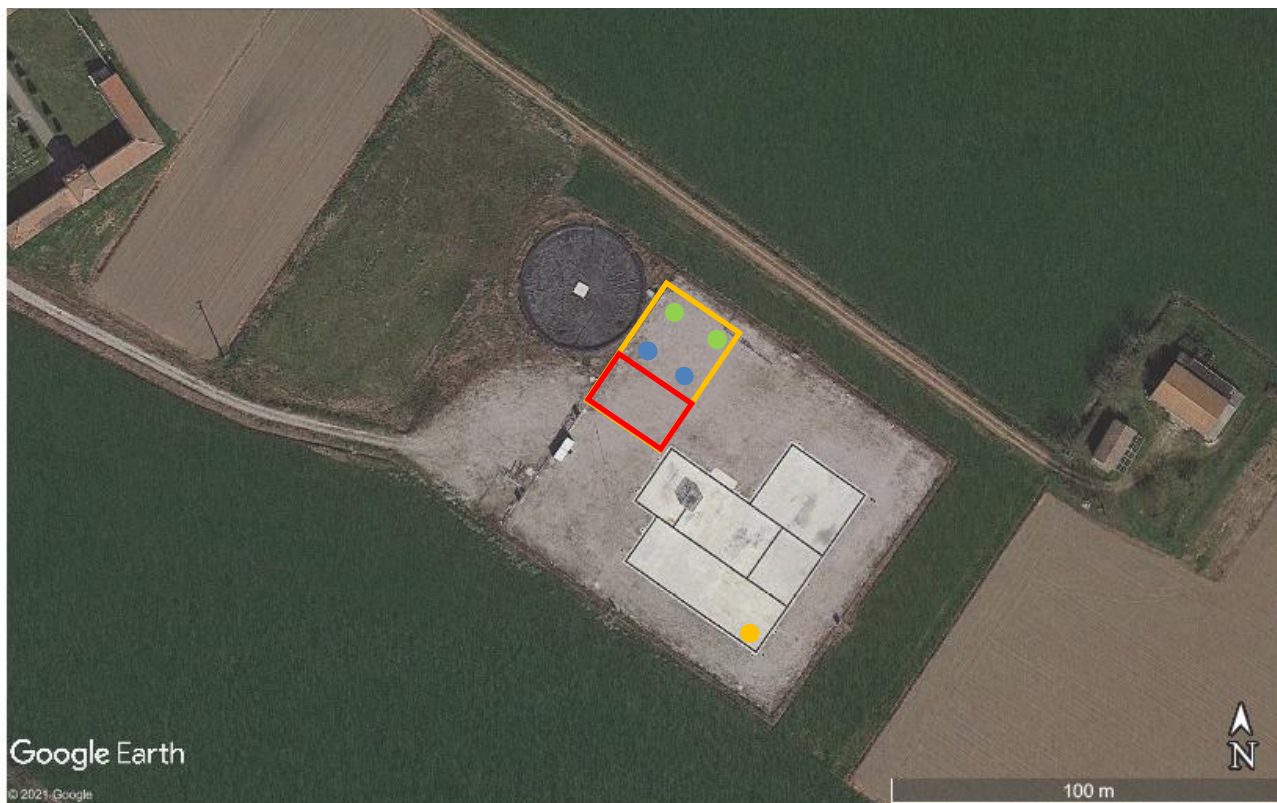
Prescrizione n. 7

Dovrà essere predisposto un adeguato sistema di informazioni al pubblico sui risultati del monitoraggio ambientale.

Verrà creato un sito web dedicato in cui è prevista la predisposizione di pagine web dove verranno periodicamente inserite copie delle relazioni di sintesi prodotte nell'ambito delle diverse tematiche di monitoraggio svolto nell'area e presentate agli Enti competenti (ARPAE, Regione, Comuni).

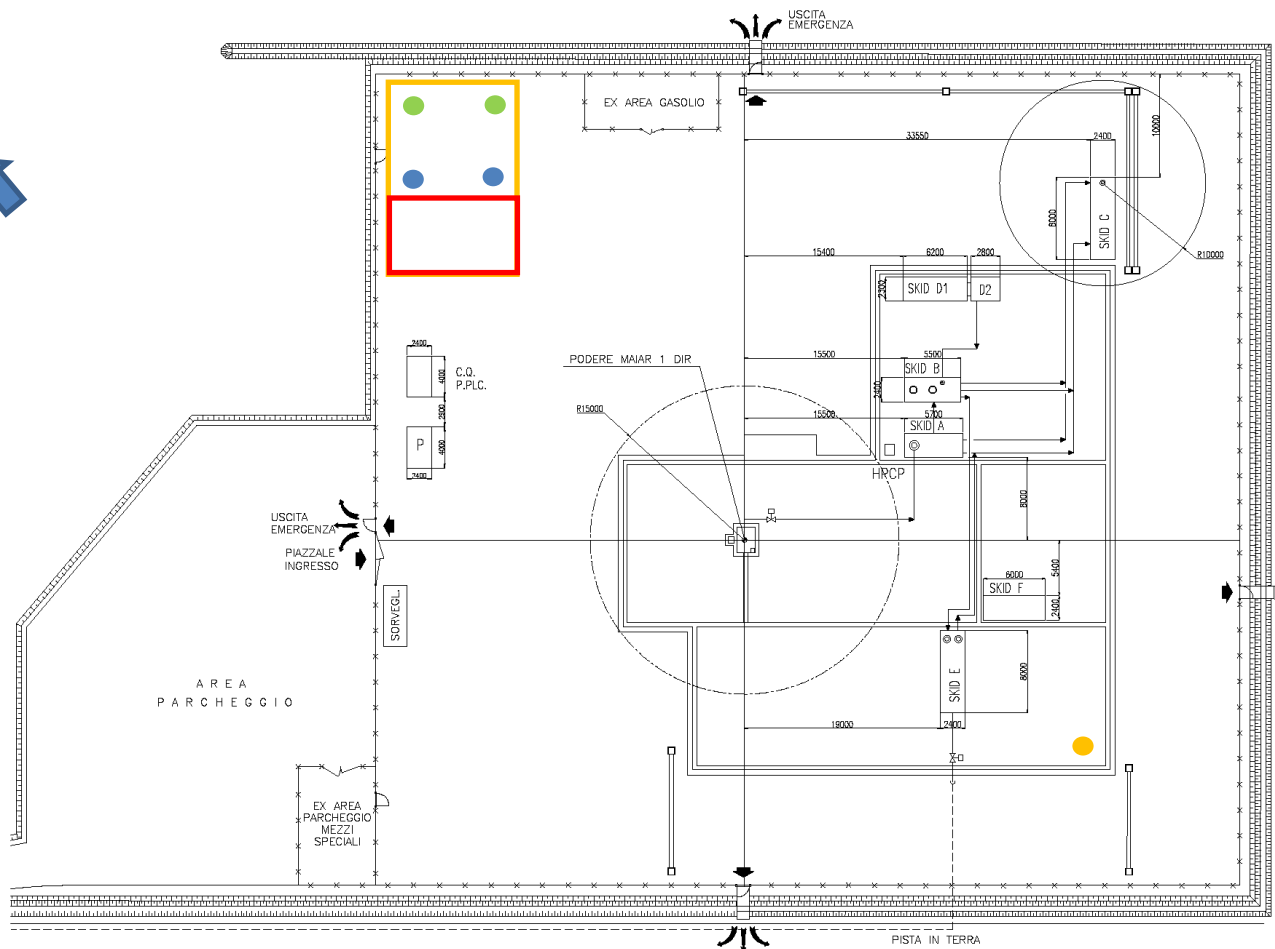
APPENDICE 1

Localizzazione strumentazioni di monitoraggio interne alla piazzola pozzo



Planimetria su stato attuale (Fonte Google Earth)

- piezometro superficiale/profondo
- assestmetro superficiale/profondo
- stazione GNSS
- unità di alloggiamento apparecchiature acquisizione/registrazione/trasmissione dati
- piattaforma in cls alloggiamento strumentazioni di monitoraggio



Planimetria di progetto layout di produzione

- piezometro superficiale/profondo
- assestimetro superficiale/profondo
- stazione GNSS
- unità di alloggiamento apparecchiature acquisizione/registrazione/trasmissione dati
- piattaforma in cls alloggiamento strumentazioni di monitoraggio

APPENDICE 2

Report di monitoraggio GNSS Primo anno di attività

Istanza di Concessione di Coltivazione denominata “Selva Malvezzi”, derivante dal Permesso di Ricerca “Podere Gallina” –

PIANO DI MONITORAGGIO – Aggiornamento Novembre 2021 – Recepimento prescrizioni VIA

Riferimento incarico:

***Monitoraggio degli spostamenti superficiali del suolo,
tramite sistema GNSS, in prossimità del piazzale del pozzo Podere Maiar 1,
Concessione Selva Malvezzi (Comune di Budrio-Bo).***

REPORT DI MONITORAGGIO GNSS

TIPOLOGIA: Report periodico		N. REPORT: 1			
					
CODICE COMMESSA: C063		PROTOCOLLO: NZ1859-U_090721		DATA: 09/07/2021	
				REVISIONE: A	
NOME FILE: NZ1859-U_090721.pdf					
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
A	Prima emissione	09/07/2021	Geol. Baleani M.	Ing. Galeandro A.	Geol. Lipparini L.

Sommario

1. Premessa	3
2. Attività svolte e dati acquisiti	4
3. Risultati ottenuti	6
4. Discussioni e considerazioni conclusive	9
5. Sitografia	10

1. PREMESSA

In riferimento all'incarico riguardante il "Monitoraggio degli spostamenti superficiali del suolo, tramite sistema GNSS, in prossimità del piazzale del pozzo Podere Maiar 1, Concessione Selva Malvezzi (Rif ODS: PVO 03/20 MMpp)", NHAZCA S.r.l. nel periodo compreso tra il 04/06/2020 e il 28/05/2021 ha eseguito le seguenti attività:

- i) Installazione del sistema di monitoraggio GNSS nell'area Pozzo "Podere Maiar 1" (Concessione Selva Malvezzi) nei giorni 04/06/2020 e 05/06/2020 e avvio del monitoraggio.
- ii) Manutenzione ordinaria del sistema di monitoraggio GNSS installato al fine di garantirne il corretto ed ottimale funzionamento.
- iii) Acquisizione e trasmissione dati GNSS al Centro di Elaborazione remoto di NHAZCA S.r.l.
- iv) Controllo quotidiano della funzionalità del sistema GNSS.
- v) Elaborazione e validazione dati GNSS con cadenza trimestrale.
- vi) Redazione e trasmissione di una relazione tecnica annuale (rappresentata dal presente elaborato) con i risultati del monitoraggio relativi al periodo 05/06/2020 - 28/05/2021.

Si riporta, di seguito, la descrizione dei dati GNSS acquisiti, delle modalità di elaborazione e dei risultati ottenuti, aggiornati al giorno 28 maggio 2021.

2. ATTIVITÀ SVOLTE E DATI ACQUISITI

I dati elaborati, riportati e descritti nel presente documento, corrispondono a quelli acquisiti dalla stazione GNSS (modello Topcon GNSS Monitoring MR-2), installata nei giorni 04/06/2020 e 05/06/2020 all'interno dell'area Pozzo "Podere Maiar 1" (Concessione Selva Malvezzi, Figura 1), nel punto avente le coordinate riportate in Tabella 1.

Lat	Lon
44°35'36.29	11°35'07.35

Tabella 1: coordinate WGS84 della stazione di monitoraggio GNSS.

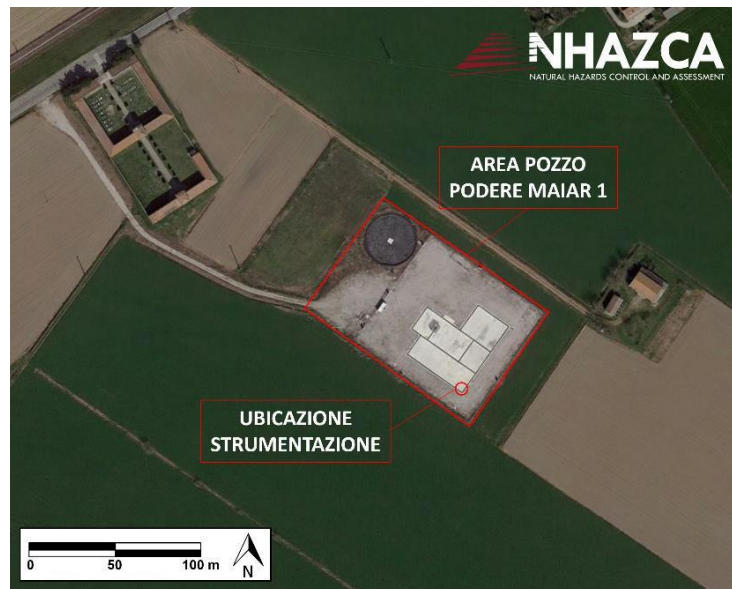


Figura 1: ubicazione della strumentazione GNSS su immagine ottica satellitare (Google Earth).

Il ricevitore GNSS Topcon MR-2, installato su un pilastrino in acciaio, di altezza pari a circa 2,5 m, solidale ad un basamento in cemento armato, ha acquisito dati in doppia frequenza dalle costellazioni GPS e GLONASS, registrandoli ad intervalli di 15 s, in file che coprono una durata

temporale di 24 h (dalle 00.00 alle 23.59.45), a partire dalla data di installazione. I dati acquisiti, registrati sul ricevitore, sono stati trasferiti in automatico al Centro di Elaborazione Dati di NHAZCA S.r.l. mediante protocollo FTP, grazie al sistema di collegamento remoto con il quale è stata equipaggiata la stazione GNSS.

Nella Figura 2 si riporta il calendario delle acquisizioni GNSS nel periodo di riferimento del presente report (le acquisizioni sono tutte avvenute regolarmente).

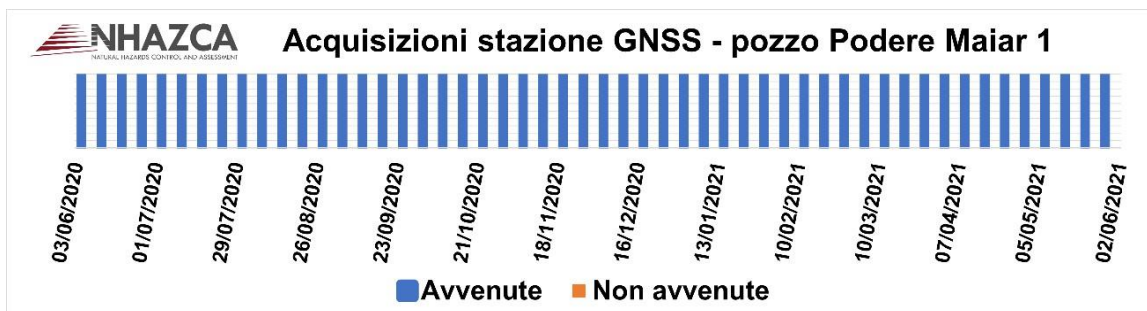


Figura 2: calendario delle acquisizioni settimanali della stazione GNSS installata presso l'area di concessione Selva Malvezzi. In ascissa sono indicate le date delle settimane a partire dall'inizio del monitoraggio. In blu si evidenziano le settimane di regolare acquisizione (tutte le acquisizioni sono avvenute regolarmente).

3. RISULTATI OTTENUTI

L'elaborazione si è articolata nelle seguenti fasi principali:

- i) acquisizione dei dati orbitali precisi (IGS <ftp://cddis.gsfc.nasa.gov/gnss/products>), al fine di ottimizzare la sensibilità e l'accuratezza dei risultati, sfruttando i dati e le informazioni ausiliarie disponibili;
- ii) elaborazione dei dati nel sistema di riferimento ITRF2014 - *International Terrestrial Reference Frame 2014* (http://itrf.ign.fr/ITRF_solutions/2014/);
- iii) successiva conversione delle coordinate nel sistema di riferimento ETRF2014 - *European Terrestrial Reference Frame 2014* (<https://epsg.io/8401>; http://www.epncb.oma.be/products_services/coord_trans/), attraverso l'impiego di *software* proprietari di NHAZCA S.r.l. al fine di epurare le serie temporali dai movimenti tettonici della placca euroasiatica e ricavare, così, valori di spostamento che non risentano di movimenti a scala regionale.
- iv) Rimozione degli *outlier* dalle serie temporali risultanti dalla precedente fase attraverso l'impiego di *software* proprietari di NHAZCA S.r.l.

I risultati ottenuti sono riportati nelle Figura 3, 4 e 5 secondo la seguente convenzione:

- i) Nord-Sud: valori positivi corrispondono a spostamenti verso Nord – valori negativi corrispondono a spostamenti verso Sud;
- ii) Est-Ovest: valori positivi corrispondono a spostamenti verso Est – valori negativi corrispondono a spostamenti verso Ovest;
- iii) Quota: valori positivi corrispondono a spostamenti verso l'alto – valori negativi corrispondono a spostamenti verso il basso.

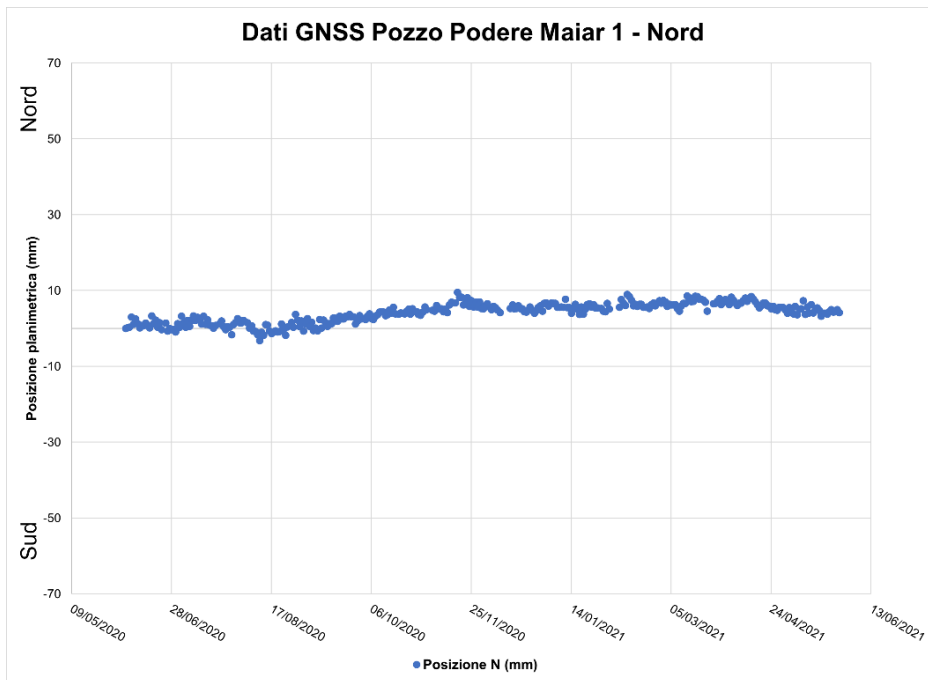


Figura 3: stazione GNSS presso pozzo Podere Maiar 1 – serie temporale delle posizioni planimetriche locali, componente Nord-Sud, nel sistema di riferimento ETRF2014.

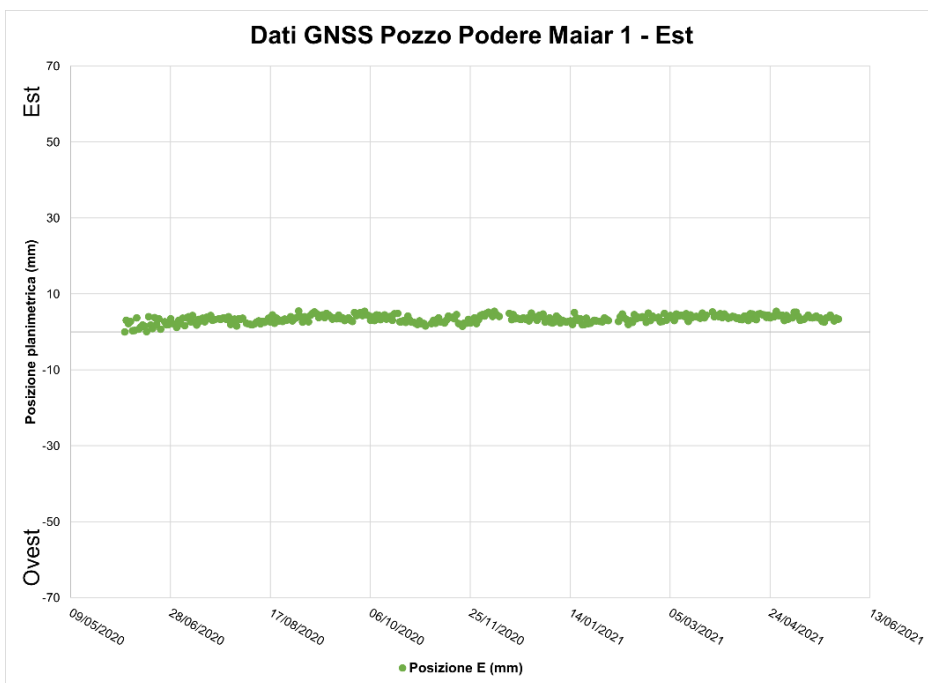


Figura 4: stazione GNSS presso pozzo Podere Maiar 1 – serie temporale delle posizioni planimetriche locali, componente Est-Ovest, nel sistema di riferimento ETRF2014.

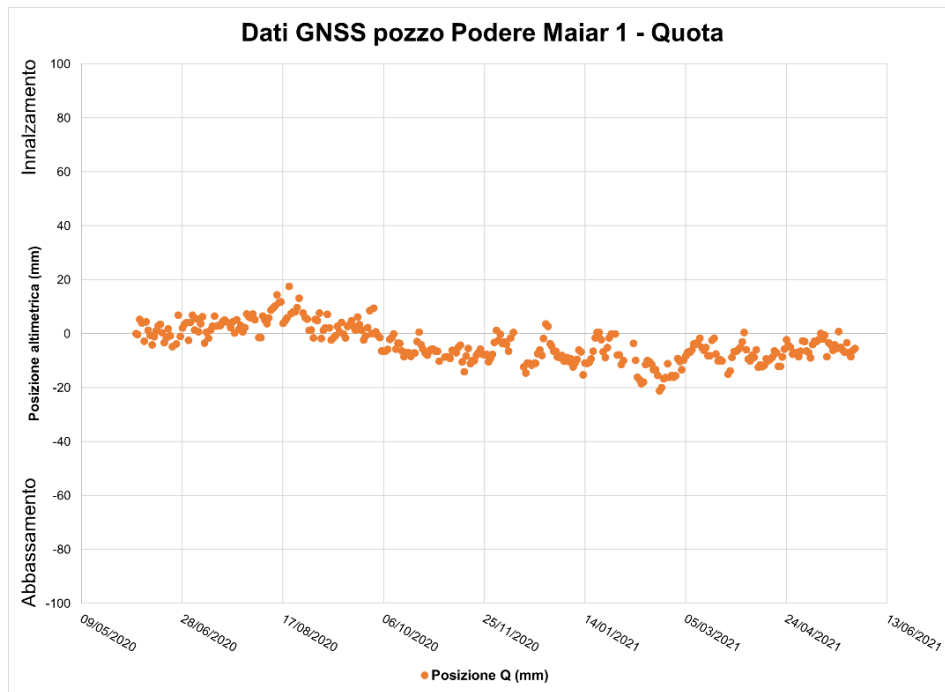


Figura 5: stazione GNSS presso pozzo Podere Maiar 1 – serie temporale delle posizioni altimetriche locali (quota), nel sistema di riferimento ETRF2014.

4. DISCUSSIONI E CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Le elaborazioni condotte sui dati di monitoraggio acquisiti dalla stazione GNSS in prossimità del piazzale del pozzo Podere Maiar 1 hanno permesso di restituire dati accurati (con accuratezza nell'ordine di alcuni mm), consentendo di ottenere ulteriori informazioni in merito alle variazioni della posizione plano-altimetrica del punto di monitoraggio.

I dati acquisiti, a seguito dell'elaborazione e della conversione nel sistema di riferimento ETRF2014, sono stati epurati dei movimenti tettonici imputabili alla Placca Euroasitica.

Per quanto il periodo di monitoraggio risulti ancora breve e non consenta quindi di considerare in modo efficace effetti deformativi di medio-lungo termine, ad oggi non si riscontrano anomalie rilevanti in nessuna delle direzioni di misura (Est, Nord e Quota).

Si iniziano ad apprezzare, tuttavia, dei segnali deformativi ciclici, più marcati sulla componente verticale (quota), che potranno essere caratterizzati in maggior dettaglio solo a valle di un periodo di acquisizione di durata maggiore (2-3 anni).

5. SITOGRAFIA

- [European Terrestrial Reference Frame 2014:](https://epsg.io/8401)
<https://epsg.io/8401>;
[http://www.epncb.oma.be/_productsservices/coord
_trans/](http://www.epncb.oma.be/_productsservices/coord_trans/)
- International Terrestrial Reference Frame 2014: http://itrf.ign.fr/ITRF_solutions/2014/
- NASA, Directory FTP: <ftp://cddis.gsfc.nasa.gov/gnss/products>