

Il protocollo sottoscritto da MiSE, RER e Concessionario (RER, 2016a) si propone di:

- 1) applicare in via sperimentale gli ILG alla concessione “Minerbio stoccaggio”, quale caso pilota, al fine della loro prova in campo, regolando l’adeguamento e l’eventuale potenziamento della rete di monitoraggio esistente e disciplinando la conduzione dei monitoraggi;
- 2) condurre per almeno un anno il monitoraggio con la rete rispondente ai criteri indicati nelle linee guida allo scopo di definire le caratteristiche sismo-tettoniche dell’area;
- 3) fornire gli elementi necessari per un eventuale aggiornamento degli ILG in base all’esperienza acquisita, così come previsto dagli ILG stessi (RER, 2016b).

Le fasi della sperimentazione prevedono:

- a) la verifica delle reti di monitoraggio esistenti;
- b) la programmazione dell’eventuale implementazione e potenziamento progressivo delle reti di monitoraggio, in base ai criteri degli ILG, con un approccio graduale e sulla base dei risultati sperimentali che verranno acquisiti;
- c) la trasmissione diretta dei dati rilevati dalle reti di monitoraggio;
- d) l’elaborazione ed interpretazione dei dati acquisiti durante il monitoraggio e l’utilizzo dei dati di produzione e stoccaggio, geologici e di sottosuolo forniti dal Concessionario, unitamente ai risultati dei monitoraggi fin qui condotti dal Concessionario stesso.

1.2 Inquadramento geologico strutturale e definizione dei domini di rilevazione

Il campo di Minerbio si colloca all’interno del sistema di pieghe romagnole dell’Appennino Emiliano-Romagnolo, nella parte meridionale della Pianura Padana centro-orientale. In quest’area, attraverso una serie di fasi tettoniche successive, la collisione tra la placca Europea e la microplacca Adria e la conseguente evoluzione del bacino di avanfossa (*Foreland basin*) dell’Appennino settentrionale, hanno portato ad una graduale migrazione verso l’esterno della catena Appenninica a "pieghe e faglie" e allo sviluppo di depositi di accrezione asimmetrici. Dal Messiniano fino ad oggi, l’avanfossa appenninica può essere divisa in grandi e indipendenti depocentri strutturali, in corrispondenza dei quali la sedimentazione delle unità terrigene plio-quadernarie può raggiungere spessori rilevanti (fino a diverse migliaia di metri). Il depocentro della Pianura Padana - Avanfossa Adriatica, al quale appartiene l’area del serbatoio di Minerbio, è caratterizzato da spesse successioni di depositi torbiditici del Messiniano, Pliocene e Pleistocene (Ghielmi et al., 2013).

Questa regione ha subito una forte attività tettonica che, durante gran parte del Pliocene e nel Pleistocene Inferiore, ha portato alla deformazione, sollevamento, inclinazione e fagliazione dell’area che ospita il reservoir. Tale deformazione è cominciata nel tardo Pliocene inferiore, mentre nell’avanfossa si stavano depositando dei sedimenti torbiditici (sintettonici), che hanno portato alla genesi delle formazioni di Porto Corsini e Porto Garibaldi. Successivamente, durante il Pliocene superiore – Pleistocene inferiore, un altro evento tettonico ha portato alla completa strutturazione della dorsale sepolta a "pieghe e faglie" di Ferrara e al sollevamento e al tilt dell’attuale zona di Bologna (Ghielmi et al., 2013).

La Fig. 2, estratta dalla Carta Sismotettonica della Regione Emilia-Romagna, mostra lo schema tettonico dell’area mentre in Fig. 3 viene illustrata la sezione C-C’ che affianca il lato ovest della concessione (Boccaletti et al., 2004).

La struttura che ospita il giacimento rappresenta la parte nord-occidentale di un’anticlinale fortemente asimmetrica allungata in direzione NW-SE, delimitata a NE da faglie inverse nord-vergenti (thrust di Selva-Minerbio) con dimensioni più o meno rilevanti, che creano notevoli

dislocamenti verticali (fino a centinaia di metri) degli strati più profondi, probabilmente a seguito dell'evento tettonico del Pliocene superiore - Pleistocene.

La chiusura mineraria della struttura è legata ad una trappola di tipo misto (stratigrafico-strutturale), nella quale gli elementi stratigrafici (geometrie lenticolari dei livelli sabbiosi con progressiva chiusura stratigrafica) si combinano alle strutture tettoniche plastiche (anticlinali asimmetriche) e rigide (faglie marginali nord-orientali) di cui sopra (POLITO-DITAG, 2011). In particolare, la copertura del giacimento è garantita dalla facies argilloso-siltosa del membro superiore della Formazione (F.ne) Argille del Santerno, che è presente sull'intera area del giacimento con uno spessore medio di circa 120 m e che costituisce una sigillatura continua.

Il giacimento, mineralizzato a gas, è composto da diversi livelli sabbiosi isolati compresi nella F.ne di Porto Garibaldi (livelli C, D ed E) e nelle Argille del Santerno inferiore (livello F), interposte tra la F.ne di Porto Garibaldi e la F.ne Porto Corsini. Nelle coperture sono presenti altri corpi sabbiosi mineralizzati a gas, noti come livelli PLQ1, A1, A2 e B. In Tab.1 viene riportata schematicamente la successione stratigrafica attraversata dai pozzi del campo (POLITO-DITAG, 2011).

Il reservoir principale del campo di Minerbio è rappresentato dal Pool C, un corpo sedimentario composto da più sequenze sabbiose di genesi torbidityca, caratterizzate dalla presenza di livelli argillosi di spessori variabili (F.ne Porto Garibaldi) che si sedimentarono tra il Pliocene medio ed il Pliocene superiore su un alto strutturale (Argille del Santerno inferiore).

Il Pool C comprende 4 corpi sabbiosi principali, indicati come livelli C1, C2, C3, C3-1. Un quinto livello poroso (C3-2) è presente nella zona basale del pool, ma risulta saturo in acqua. Interposti ai livelli principali vi sono 3 layers argillosi, correlabili su tutto il campo.

L'acquifero che delimita il Pool C agisce soprattutto da nord-est e da sud e l'originale contatto gas-acqua (GWC) è stato riconosciuto ad una profondità di 1370 m.

Il Pool C è anche l'intervallo stratigrafico attualmente adibito all'attività di stoccaggio, realizzato interno di livelli sabbiosi di origine torbidityca che raggiungono uno spessore complessivo di circa 80 m (POLITO-DITAG, 2012).

In Fig. 4 vengono mostrate la topografia del livello sommitale del Pool C (F.ne Porto Garibaldi – top strutturale) e una sezione in direzione EW del giacimento (STOGIT, 2012).

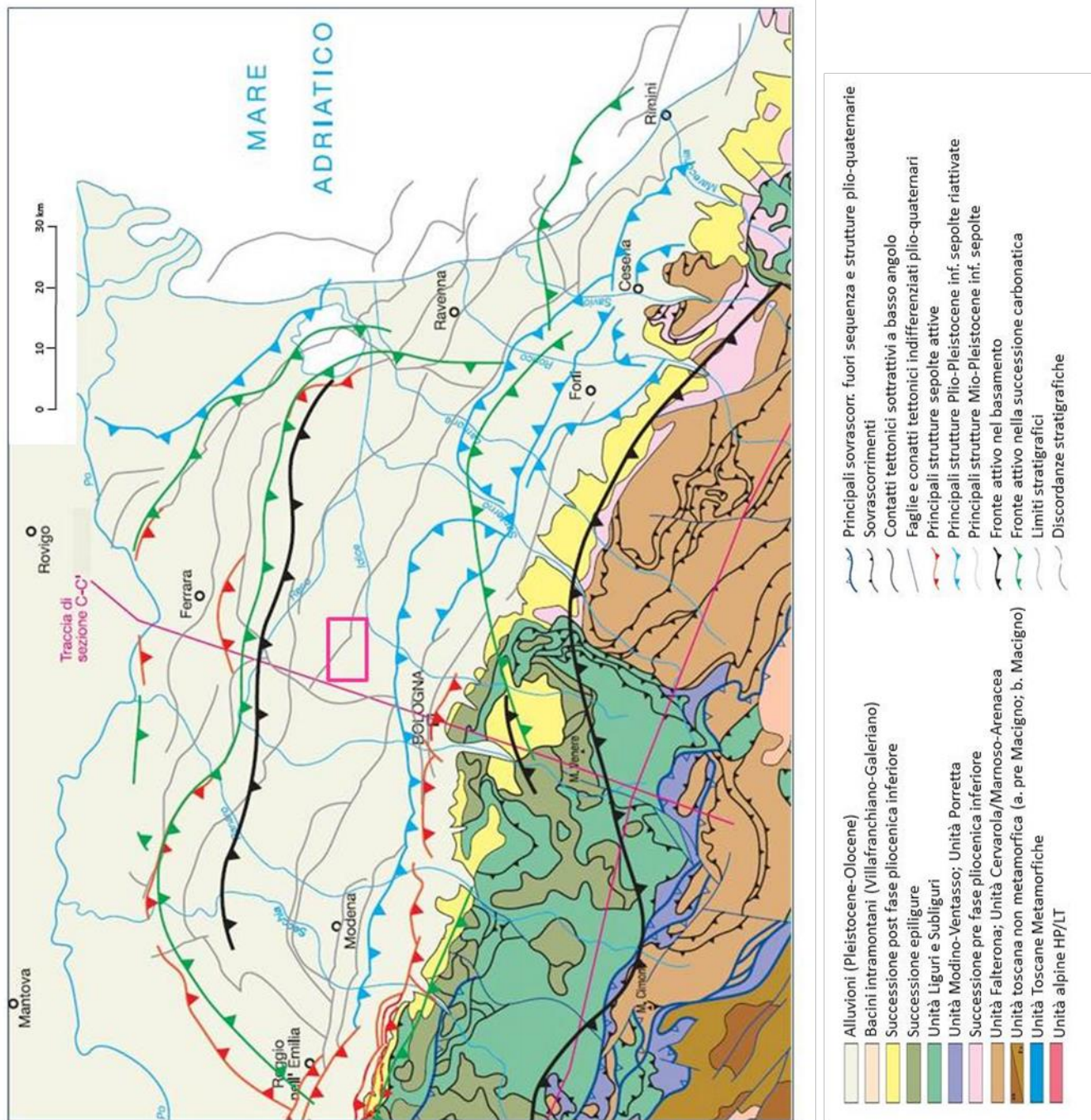


Figura 2. Impostazione strutturale nell'intorno della concessione "Minerbio Stocaggio" (rettangolo viola). Viene indicata la traccia della sezione C-C' mostrata in Fig.3 (modificata da Boccaletti et al., 2004).

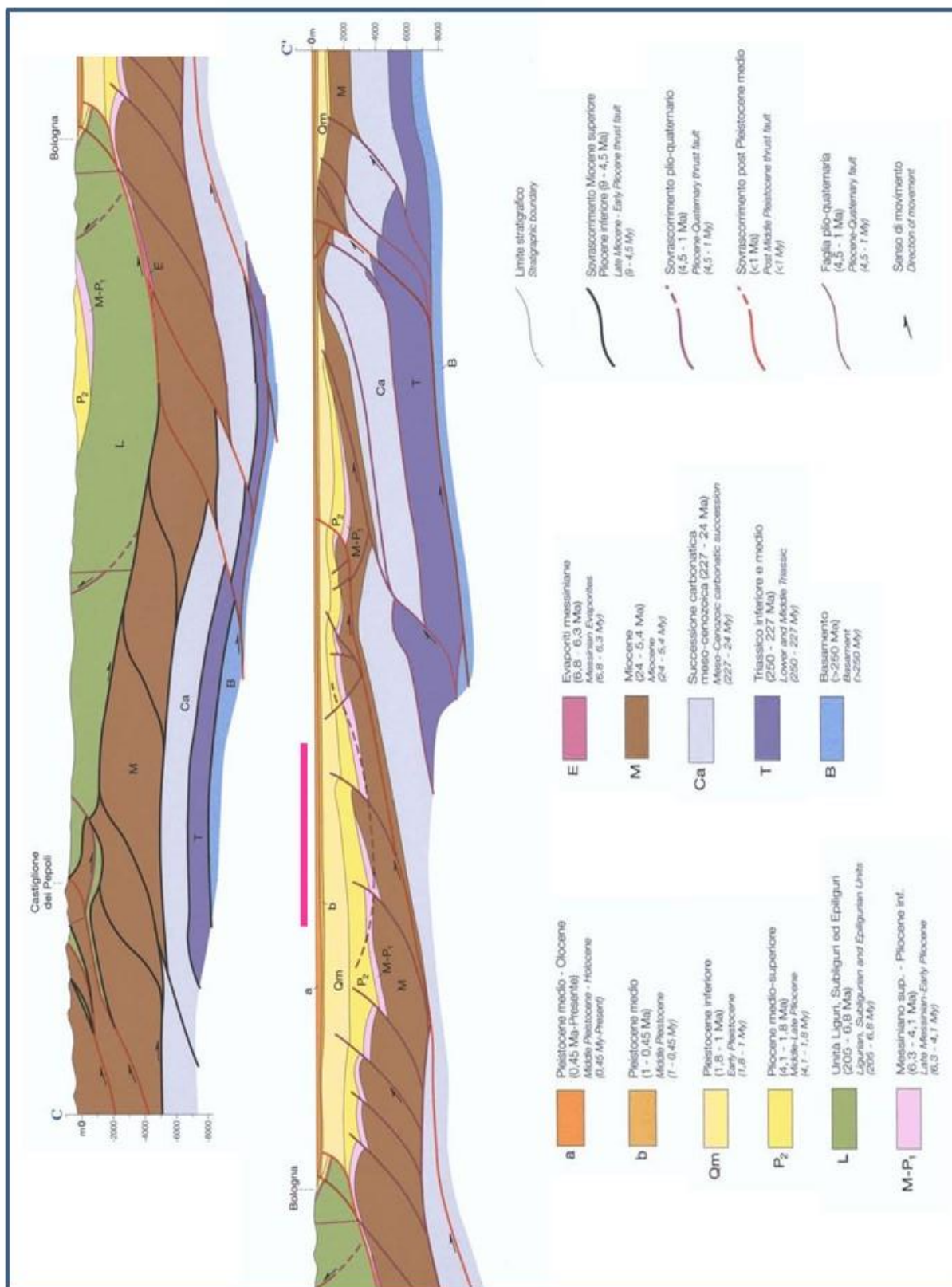


Figura 3. Linea C-C' del lavoro di Boccaletti *et al.* (2004), sulla quale è stata evidenziata la posizione della concessione “Minerbio Stocaggio” (linea viola) (cfr. Fig.2).

ETA'	FORMAZIONE	Spessori (m)	LIVELLO e mineralizzazione	POOL	
Quaternario	Alluvioni recenti e attuali	200			
Pleistocene	Sabbie d'Asti	800			
Pliocene medio - superiore	Argille del Santerno (sup.)	200	gas	PLQ1,A1,A2,B	
	Fm. Porto Garibaldi	300	C1	gas	POOL C
			C2		
			C3		
			C3-1	acqua	
			C3-2	gas	POOL D, E
C3-3					
C3-4					
C3-5					
Pliocene inferiore	Argille del Santerno (inf.)	100	gas	POOL F	
	Fm. Porto Corsini	>150	<i>unconformity</i>		
Messiniano	Fm. Fusignano				

Tabella 1. Schema stratigrafico e nomenclatura dei livelli principali del campo di Minerbio (modificata da POLITO-DITAG, 2011).

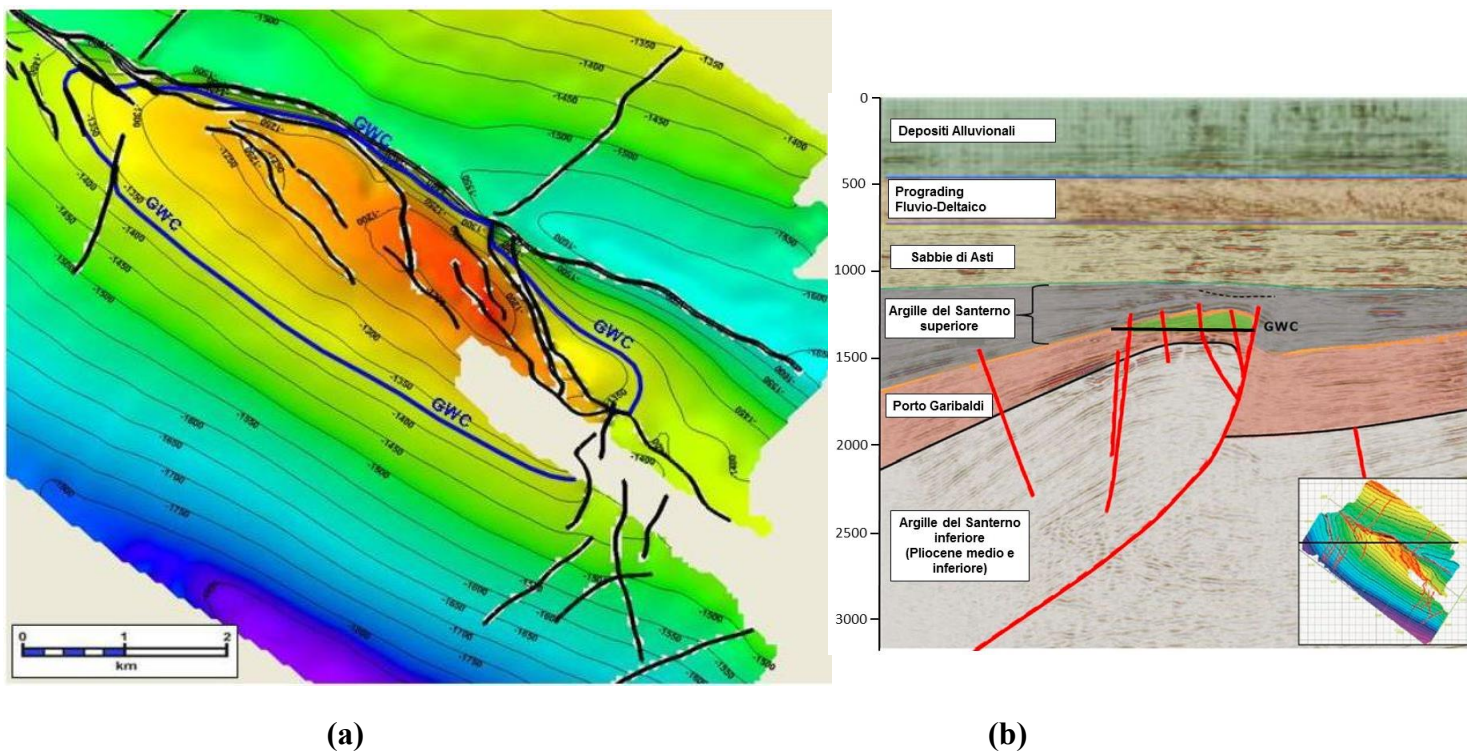


Figura 4. (a) mappa del top strutturale del giacimento di Minerbio; (b) sezione tettono-stratigrafica in direzione EW della struttura che ospita il giacimento (modificate da POLITO-DITAG, 2012).

In accordo con le prescrizioni contenute negli ILG, la definizione dei domini di rilevazione interno ed esteso, DI e DE rispettivamente, è stata stabilita a partire dalla profondità e dall'estensione areale del GWC. Le dimensioni lineari della superficie interna alla linea GWC sono di circa 2 e 6 km nelle direzioni NE-SW e NW-SE, rispettivamente. Di conseguenza, considerata la proiezione in superficie del punto centrale, C, si definisce come DI un volume crostale di $(10 \times 10 \times 5) \text{ km}^3$ la cui proiezione in superficie risulta centrata attorno a C. Il volume DE viene definito estendendo DI in superficie e in profondità di 6 km, per un volume complessivo pari a $(22 \times 22 \times 11) \text{ km}^3$. Nelle Fig. 5 e 6 vengono mostrate la mappa delle proiezioni in superficie dei domini di rilevazione e le proiezioni di tali domini sulla sezione C-C' di Boccaletti et al. (2004).

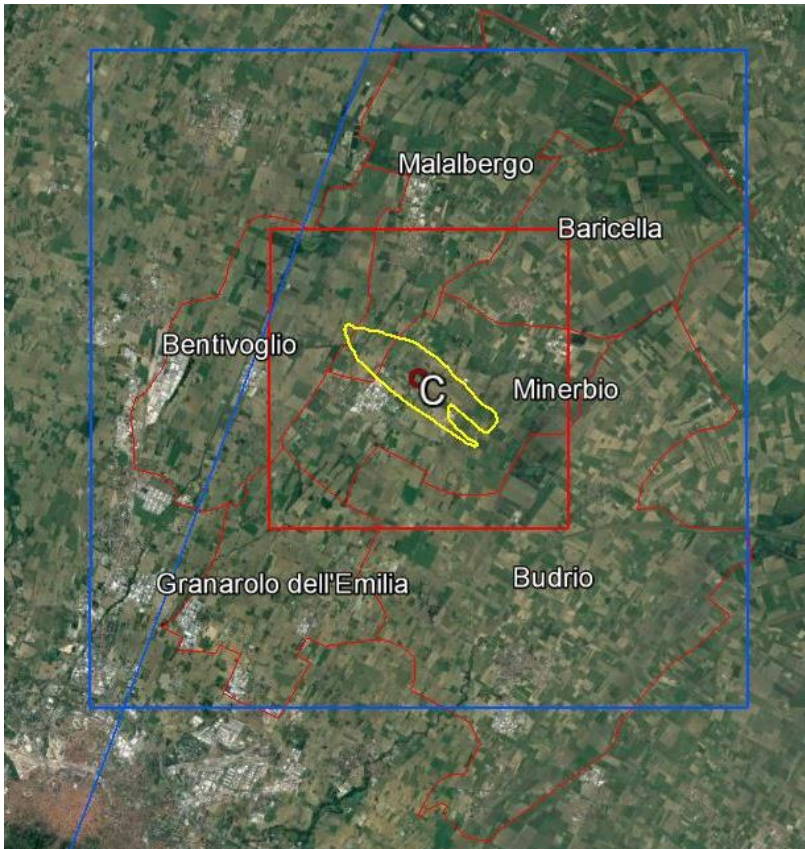


Figura 5. Proiezione in superficie dei domini di rilevazione interno (DI) ed esteso (DE) (box rosso e box blu, rispettivamente). DI e DE hanno dimensioni di $(10 \times 10 \times 5) \text{ km}^3$ e $(22 \times 22 \times 11) \text{ km}^3$ rispettivamente. Vengono mostrati la proiezione in superficie del contatto GWC, i confini dei comuni interessati dalla concessione “Minerbio Stoccaggio” e la posizione di C, il punto centrale delle proiezioni in superficie dei domini di rilevazione, di coordinate: 44.623 N; 11.490 E. La linea blu che affianca il lato ovest del dominio interno corrisponde alla traccia della sezione C-C' di Boccaletti *et al.* (2004).

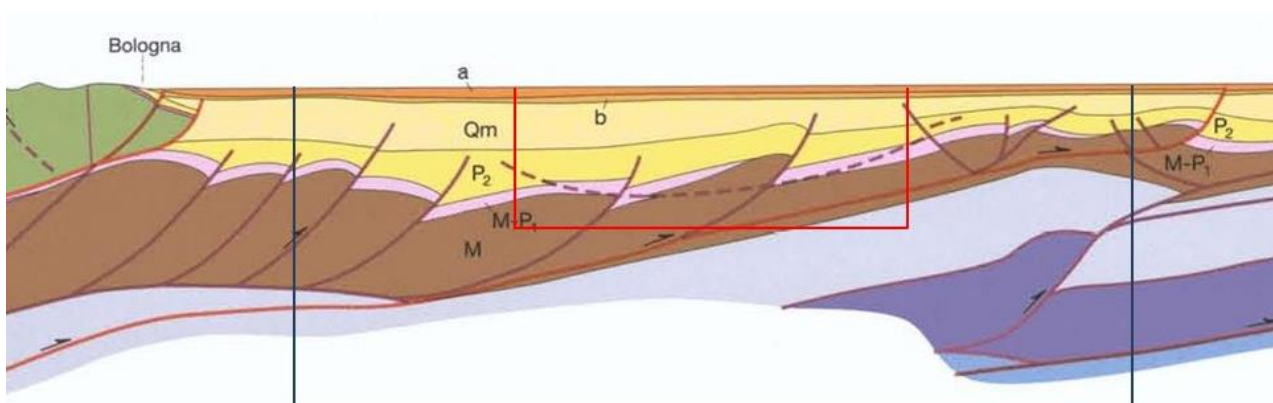


Figura 6. Proiezioni dei domini di rilevazione sulla sezione C-C' di Boccaletti *et al.* (2004). Linea rossa: dominio interno; linea blu: dominio esteso. Le profondità dei domini DI e DE sono di 5 e 11 km, rispettivamente