



**petroleum  
engineering  
group**

A graphic element consisting of three horizontal red bars stacked vertically, with a black vertical bar extending downwards from the center of the top red bar.

CONTRATTO DI RICERCA TRA IL  
POLITECNICO DI TORINO – DIATI E SNAM-STOGIT

## **CAMPO DI MINERBIO**

***POOL C***

**Relazione tecnica  
in ottemperanza alla Prescrizione A3)  
di cui al D.M. n.0000055 del 14/03/2017**

**Gennaio 2018**



## 1. Premessa

La presente nota è stata predisposta al fine di ottemperare alla prescrizione A.3 di cui al D.M. n.0000055 del 14/03/2017 del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare.

In particolare la prescrizione richiede che il modello geologico sia aggiornato con la realizzazione di un "modello tridimensionale termo-fluido-dinamico del flusso polifasico-policomponente reattivo nelle rocce eterogenee porose, fratturate/fagliate ed elastiche dello stoccaggio di gas sia a pressione originaria che in sovrappressione". Richiede inoltre che il modello sia calibrato in base a tutti i dati originari di campo, ai dati relativi alla fase prima della produzione gas e successivamente a quelli specifici del periodo di stoccaggio in condizioni di pressione originaria. Richiede infine che tale modello sia utilizzato ai fini dell'identificazione e valutazione degli impatti sull'ambiente in conseguenza della gestione a pressione originaria e della gestione in sovrappressione e, in particolare, "per identificare e monitorare le possibili vie di fuga del gas stoccato, incluse quelle per diffusione e dispersione idrodinamica, e particolarmente quelle relative alle cosiddette perdite fisiologiche che possono apparentemente avere valori nell'ordine di grandezza dell'uno per mille, equivalenti quindi ad una consistente quantità di metri cubi di gas persi annualmente."

La relazione predisposta, oltre a illustrare il flusso di lavoro seguito per lo studio del giacimento di stoccaggio Minerbio - Pool C e ad evidenziare come lo studio e l'attività modellistica abbiano preso in considerazione tutti gli aspetti citati nella prescrizione, chiarisce in particolare i seguenti aspetti:

- le rocce serbatoio (Pool C) e le rocce di copertura del giacimento appartengono a sequenze di tipo terrigeno (sabbioso o argilloso), con comportamento deformativo elastico durante i cicli di stoccaggio;
- la risposta tenso-deformativa delle formazioni rocciose al variare delle condizioni di pressione (inclusa la sovrappressione) è stata studiata mediante la realizzazione di un modello geomeccanico 3D;
- i risultati delle simulazioni condotte con il modello geomeccanico 3D non hanno evidenziato alcuna criticità in relazione alla possibilità che l'esercizio allo stoccaggio potesse comportare la riattivazione delle faglie principali esistenti;
- le variazioni plano-altimetriche rilevate alla scala dell'area della concessione che comprende il giacimento hanno effetti del tutto trascurabili sulle strutture antropiche. Inoltre, si ritiene che l'eventuale esercizio futuro del Pool C in



regime di sovrappressione a  $P = 107\% P_i$  non comporti significative variazioni nel *trend* medio di variazioni plano-altimetriche dell'area.

- i giacimenti di idrocarburi sono considerati sistemi isotermi (ad eccezione dei giacimenti ad olio pesante in cui vengono applicati processi termici per Enhanced Oil Recovery). Tuttavia, nel caso dello stoccaggio del gas naturale è possibile che i ripetuti cicli di erogazione/iniezione del gas comportino un raffreddamento dell'ordine di qualche grado centigrado nel corso di una o più decine di anni: il leggero raffreddamento della struttura ha un impatto sul comportamento PVT del gas e questo aspetto viene tenuto in conto modificando opportunamente il fattore di volume del gas;
- la natura poli-componente di qualsiasi miscela di idrocarburi è tenuta in conto mediante l'assegnazione dei parametri PVT al modello fluido-dinamico del giacimento; peraltro nel caso dello stoccaggio del gas naturale si tratta di una miscela con contenuto di metano di gran lunga prevalente rispetto alle altre componenti (etano e propano) e con bassissime percentuali di azoto e anidride carbonica (altre componenti sono presenti in tracce). Tale miscela non è reattiva rispetto alle rocce serbatoio e alle rocce di copertura.
- l'assenza di migrazione del gas verso la superficie è garantita dalla presenza delle argille di copertura, impermeabili al gas e in grado di confinare il gas stesso nel giacimento per milioni di anni alla pressione originaria della formazione. Poiché, inoltre, in nessun caso anche durante i brevi periodi in sovrappressione si prevede di superare la pressione minima di soglia (*threshold pressure*), alla quale il gas inizia a spiazzare l'acqua che satura le argille di copertura – pur senza creare ancora vie di flusso attraverso di essa – di fatto il gas non può defluire verso la superficie. I fenomeni di diffusione, presenti naturalmente, non comportano alcuna migrazione di gas degna di rilievo; infatti i risultati degli scenari analizzati evidenziano come l'entità del volume di gas che potrebbe essere perso in 200 anni risulta inferiore allo 0.00015% del volume di gas inizialmente in posto nel giacimento, ovvero è assolutamente trascurabile.

## 2. Flusso di lavoro

Dal punto di vista del giacimento la procedura per stabilire il valore massimo di sovrappressione applicabile in uno stoccaggio sotterraneo del gas naturale prevede un'accurata fase di analisi mediante:

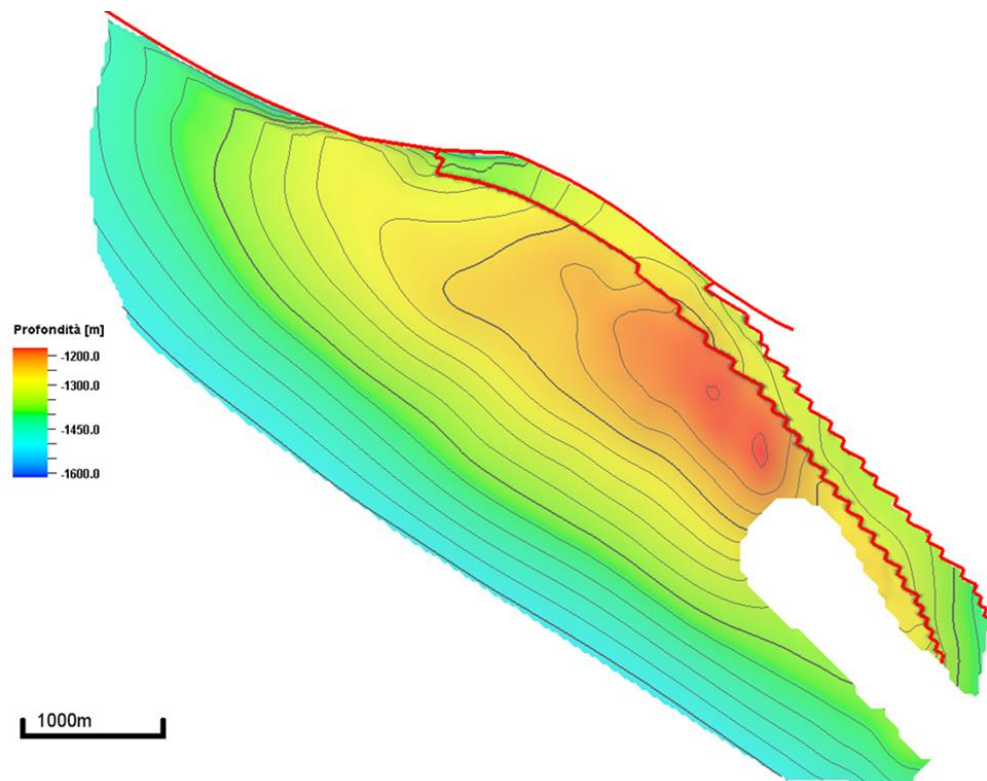
- Studio geologico-strutturale e stratigrafico di giacimento.
- Modellizzazione geologica 3D a grande scala del volume di roccia sotterranea comprendente il giacimento, la sequenza stratigrafica sovrastante e le formazioni attorno e al di sotto del giacimento in base a dati sismici 3D e a dati di pozzo.
- Modellizzazione geologica 3D di dettaglio a scala di giacimento in base a dati sismici 3D e a dati di pozzo.
- Studio del giacimento mediante analisi dei dati di produzione, di stoccaggio e di pressione.
- Modellizzazione fluido-dinamica 3D del giacimento, ed eventualmente dell'acquifero che lo delimita, tramite simulatore numerico.
- Analisi su carote e definizione dei parametri geomeccanici in situ ed in laboratorio durante e dopo la perforazione di un pozzo geognostico (Minerbio 85dir).
- Verifica delle pressioni capillari di soglia (*threshold pressure*) relative alle argille di copertura mediante analisi di laboratorio.
- Studio e modellizzazione geomeccanica 3D per la simulazione del comportamento tenso-deformativo della roccia serbatoio, della roccia di copertura e delle formazioni geologiche nell'intorno del giacimento.

## 3. Modello geologico

Il modello geologico utilizzato è di tipo tridimensionale.

Strutturalmente il giacimento di Minerbio è costituito dalla porzione nord-occidentale di un'anticlinale fagliata NE vergente, estesa sui campi di Minerbio e Selva; su questa anticlinale principale si sovrimpone un'anticlinale minore disassata, costituente il campo propriamente detto. La trappola che caratterizza il giacimento di Minerbio è di tipo misto stratigrafico-strutturale definita dalla combinazione di elementi duttili (anticlinale asimmetrica) e fragili (faglie normali a direzione NE a nord del giacimento), ed elementi stratigrafici (livelli depositi in onlap) (fig. 1). La copertura del giacimento è garantita dalla facies argilloso-siltosa del membro superiore della Formazione Argille

del Santerno, presente sull'intera area del giacimento con uno spessore medio di 130 metri. Il *reservoir* principale del campo di Minerbio è rappresentato dal Pool C; esso comprende 4 corpi sabbiosi principali, indicati come livelli C1, C2, C3, C3-1. Un quinto livello poroso, rilevato nella zona basale del pool e denominato C3-2, risulta mineralizzato ad acqua. Interposti ai livelli principali vi sono 3 *interlayers* argillosi, correlabili su tutto il campo. I livelli principali sono caratterizzati da forti variazioni laterali di spessore; in particolare si evidenzia un *trend* di assottigliamento che riflette la chiusura in *pinch-out* dei livelli in *onlap* sul sottostante membro inferiore delle Argille del Santerno e che definisce una zona di non deposizione nell'area SE del campo. L'età dei depositi è compresa tra il Pliocene medio ed il Pliocene superiore; essi risultano sedimentati in discontinuità su un alto strutturale formato dal membro inferiore delle Argille del Santerno.



**Fig. 1** Mappa di top del livello C.



#### 4. Modello fluido-dinamico

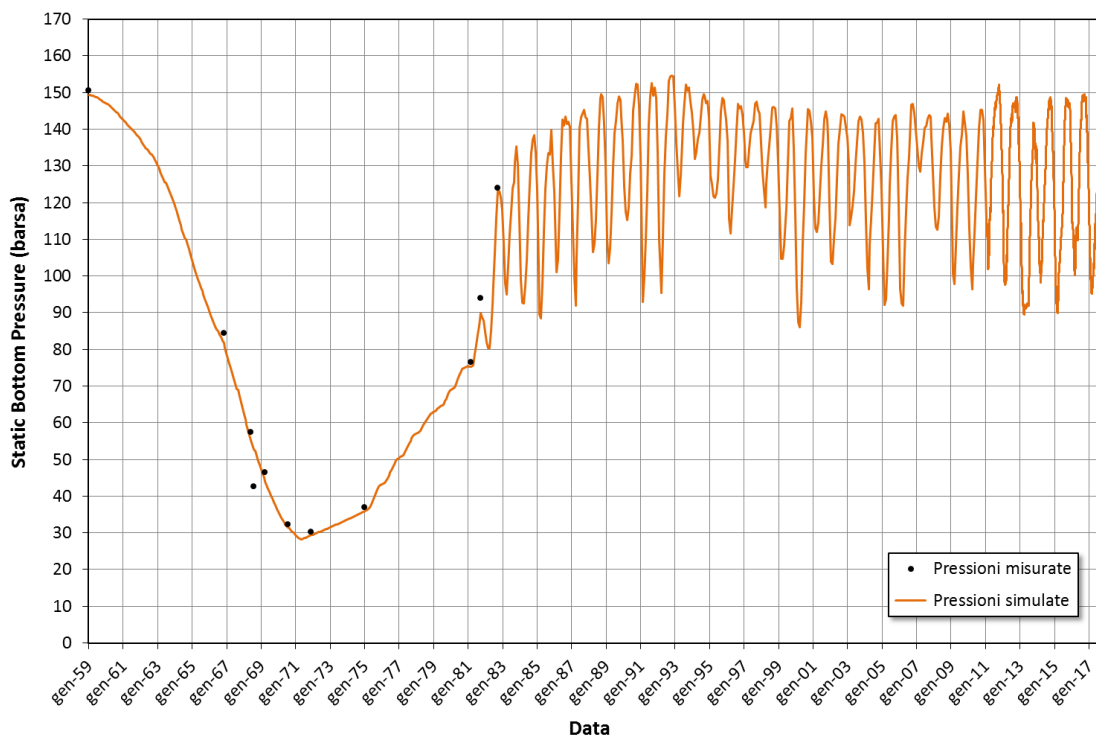
Il modello fluido-dinamico, anch'esso tridimensionale, descrive il flusso multifase gas-acqua nei livelli di stoccaggio, costituiti da rocce porose permeabili con limitato grado di eterogeneità, sia a pressione originaria sia in sovrappressione. Si precisa inoltre che nel caso del Pool C del campo di stoccaggio di Minerbio né le rocce serbatoio né le rocce di copertura sono di tipo fratturato.

Si fa presente che il simulatore numerico utilizzato, commercializzato dalla principale società di servizi per il settore petrolifero al mondo, è in grado di descrivere il movimento dei fluidi e la distribuzione delle pressioni in giacimento in base alle equazioni fluido-dinamiche della letteratura tecnica di riferimento. La natura poli-componente di qualsiasi miscela di idrocarburi è tenuta in conto mediante l'assegnazione dei parametri PVT al modello fluido-dinamico del giacimento; peraltro nel caso dello stoccaggio del gas naturale si tratta di una miscela con contenuto di metano di gran lunga prevalente rispetto alle altre componenti (etano e propano) e con bassissime percentuali di azoto e anidride carbonica (altre componenti sono presenti in tracce). Tale miscela non è reattiva rispetto alle rocce serbatoio e alle rocce di copertura. Inoltre, nel mondo petrolifero i giacimenti in produzione primaria, così come gli stoccaggi sotterranei del gas naturale, sono considerati sistemi isotermi (ad eccezione dei giacimenti ad olio pesante in cui vengono applicati processi termici per Enhanced Oil Recovery). Tuttavia, nel caso dello stoccaggio del gas naturale è possibile che i ripetuti cicli di erogazione/iniezione del gas nel corso di decenni comportino un raffreddamento dell'ordine di qualche grado centigrado: il leggero raffreddamento della struttura ha un impatto sul comportamento PVT del gas e questo aspetto viene tenuto in conto modificando opportunamente il fattore di volume del gas, che dipende dalla temperatura.

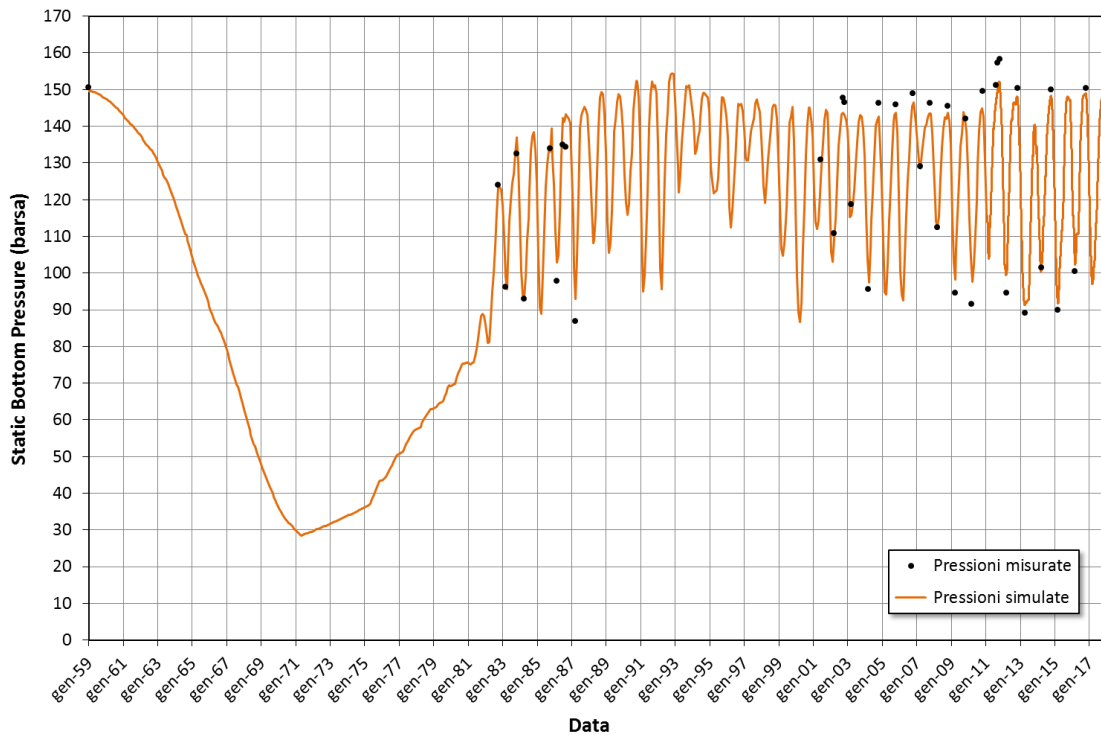
Il modello dinamico viene di prassi calibrato in base ai dati storici di produzione del gas in fase primaria e in base ai dati storici di iniezione ed erogazione del gas in fase di stoccaggio attraverso il confronto tra i dati di pressione statica simulata e i dati di pressione statica misurati in corrispondenza dei pozzi di stoccaggio e, eventualmente, dei pozzi di monitoraggio. La taratura del modello fluido-dinamico del Pool C del campo di Minerbio è ritenuta affidabile in quanto il modello consente di riprodurre con buona approssimazione tutti i dati storici di produzione del giacimento disponibili sin dalla data di scoperta del giacimento. In particolare il modello onora in modo soddisfacente i dati di pressione statica di fondo pozzo misurati durante tutta la vita del campo, i valori di pressione dinamica misurati a testa pozzo, i volumi movimentati e la produzione di

acqua dai singoli pozzi. A titolo di esempio, nelle fig. 2 e 3 si riportano l'andamento della pressione statica simulata e dei dati di pressione statica misurati rispettivamente per i pozzi Minerbio 34dir e Minerbio 53dir. Il buon accordo tra i dati di pressione simulati e i dati storici indica che il modello è stato ben calibrato.

Come da prassi consolidata nel settore petrolifero, il modello calibrato è stato successivamente impiegato per definire in via previsionale i volumi di gas da iniettare ed erogare e le corrispondenti pressioni massime e minime nell'ipotesi che la massima pressione statica raggiungesse rispettivamente la pressione iniziale  $P_i$  e il 107% della pressione iniziale. Nel caso dello scenario di esercizio in sovrappressione al 107% della pressione iniziale la simulazione dinamica 3D ha permesso di valutare un incremento del volume di *Working Gas* superiore a  $400 \cdot 10^6 \text{ m}^3_{sc}$  (Politecnico di Torino-Stogit. "Campo di Minerbio – Studio dinamico del giacimento", luglio 2013).



**Fig. 2 Confronto tra l'andamento della pressione statica simulata e i dati di pressione statica misurati per il pozzo Minerbio 34dir.**



**Fig. 3 Confronto tra l'andamento della pressione statica simulata e i dati di pressione statica misurati per il pozzo Minerbio 53dir.**

L'assenza di migrazione del gas verso la superficie è garantita dalla presenza delle argille di copertura, di fatto impermeabili al gas e in grado di confinare il gas stesso nel giacimento per milioni di anni alla pressione originaria della formazione. Poiché, inoltre, anche durante i brevi periodi in sovrappressione in nessun caso si prevede di superare la pressione minima di soglia (*threshold pressure*), alla quale il gas inizia a spiazzare l'acqua che satura le argille di copertura – pur senza creare ancora vie di flusso attraverso di essa – di fatto il gas non può defluire verso la superficie. Infine i fenomeni di diffusione, presenti naturalmente, non comportano alcuna migrazione di gas degna di rilievo.



## 5. Perdite fisiologiche di gas attraverso la copertura

La dispersione idrodinamica, che determina la propagazione di una portata di massa di soluto per unità di superficie sia nella direzione del flusso sia nelle direzioni ad esso trasversali, comprende i fenomeni di dispersione cinematica e quelli di diffusione molecolare.

In considerazione dei bassissimi valori di permeabilità che tipicamente competono alle argille di copertura dei giacimenti (dell'ordine di  $10^{-6}$  mD o inferiori) e inoltre della presenza di una pressione capillare di soglia (in base a misure di laboratorio su campioni delle Argille del Santerno generalmente compresa tra 45 e 70 bar), al di sotto della quale il gas non può infiltrarsi nelle argille già sature di acqua, attraverso la roccia di copertura non si verifica flusso di gas. Di conseguenza, la dispersione cinematica, dovuta alla tortuosità del percorso del liquido attraverso il mezzo poroso, è nulla. Per la valutazione dei fenomeni diffusivi che potrebbero eventualmente causare perdite di gas dal giacimento attraverso la roccia di copertura è stato invece sviluppato uno studio apposito.

Lo studio è stato eseguito attraverso la generazione di un modello numerico fluidodinamico sintetico, comprendente un livello poroso saturo in gas (giacimento), un livello impermeabile di natura argillosa saturo in acqua sovrastante il giacimento (roccia di copertura) e un ulteriore livello poroso saturo in acqua al di sopra della roccia di copertura (livello di monitoraggio), che ha consentito di simulare i fenomeni di diffusione molecolare del gas. Il modello numerico è stato impiegato per effettuare simulazioni ad una scala temporale geologica (circa 2.5 milioni di anni) in modo da valutare l'evoluzione dei fenomeni diffusivi su un arco temporale compatibile con la formazione dei giacimenti, mentre i risultati di dettaglio in termini di potenziali migrazioni di gas attraverso la roccia di copertura sono stati valutati per un intervallo temporale molto più limitato (200 anni), confrontabile con la scala temporale delle attività antropiche anche future di sfruttamento dei giacimenti di idrocarburi ad uso stoccaggio sotterraneo del gas naturale. Oltre a variare lo spessore e la porosità della roccia di copertura (la permeabilità – coerentemente con quanto precedentemente riportato - è stata posta pari a zero) le simulazioni sono state condotte adottando un coefficiente di diffusione molecolare compreso tra  $10^{-9}$  e  $10^{-5}$  m<sup>2</sup>/giorno.

I risultati delle simulazioni mostrano che un coefficiente di diffusione molecolare del gas dell'ordine di  $10^{-5}$  m<sup>2</sup>/giorno non può essere considerato realistico in quanto le simulazioni a scala temporale geologica evidenziano che una diffusione di tale entità provocherebbe una riduzione importante della pressione originaria del giacimento,



ovvero la pressione scenderebbe al di sotto del valore idrostatico a cui invece tipicamente è rinvenuto il gas. Sulla base di tali considerazioni si ritiene che valori ragionevoli del coefficiente di diffusione debbano essere pari o inferiore a  $10^{-6}$  m<sup>2</sup>/giorno. In questo caso, anche nell'ipotesi conservativa di spessore della roccia di copertura pari a un solo metro, l'entità del volume di gas che potrebbe essere perso in 200 anni risulta inferiore allo 0.00015% del volume di gas inizialmente in posto nel giacimento ovvero assolutamente trascurabile.

## **6. Sperimentazione a $P > P_i$**

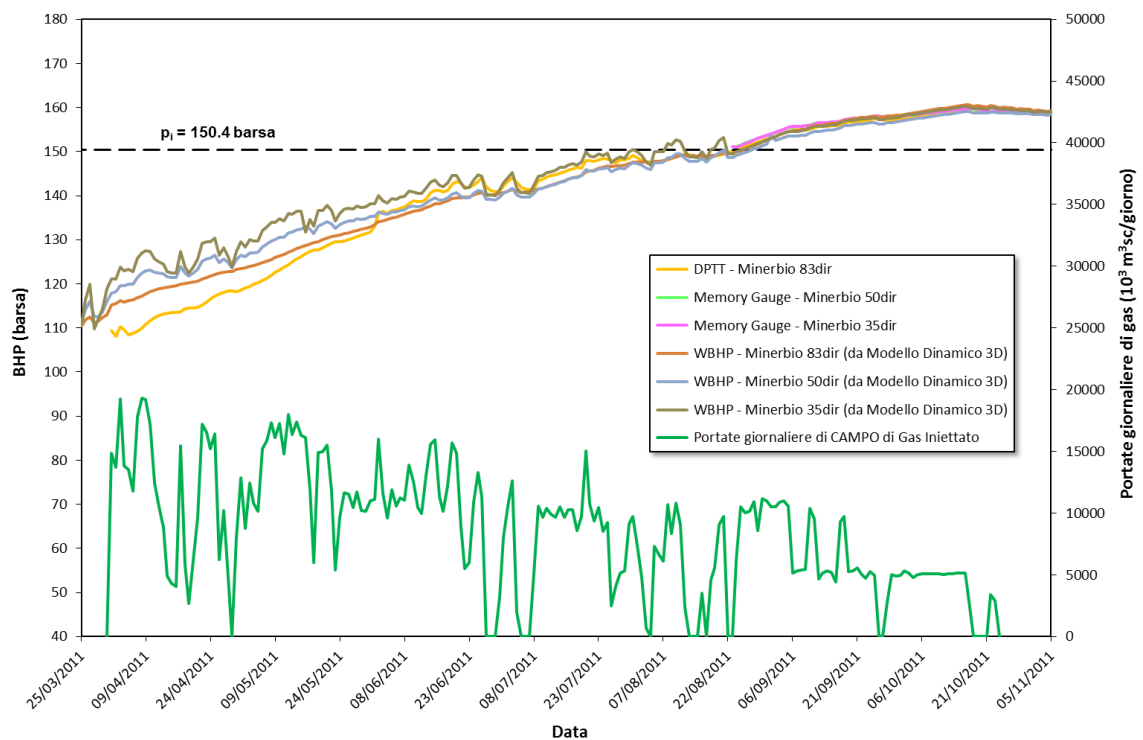
Per confermare l'attendibilità del modello in fase previsionale è buona norma procedere ad una prova sperimentale sino al valore di pressione autorizzato. Una volta eseguita la prova sperimentale, si procede ad un'accurata analisi dei risultati della sperimentazione stessa. In particolare si analizzano i monitoraggi eseguiti durante e dopo la sperimentazione, ovvero l'andamento della pressione di fondo pozzo (registrato in continuo in corrispondenza di alcuni pozzi chiave), l'andamento della pressione di testa pozzo registrato in continuo in corrispondenza di tutti i pozzi dello stoccaggio e le variazioni di saturazione in gas mediante log RST in corrispondenza di alcuni pozzi chiave. Si procede poi alla verifica della corrispondenza tra il comportamento dinamico atteso in base alla modellizzazione dinamica 3D dello stoccaggio (risultati delle simulazioni previsionali effettuate prima della sperimentazione) e il comportamento realmente osservato in termini di pressione e di volumi.

Durante la sperimentazione in regime di sovrappressione, condotta durante il ciclo di stoccaggio 2010/2011, si è raggiunto un valore di pressione statica in giacimento a fine campagna di iniezione di 158.4 barsa, corrispondente a circa il 105% della pressione originaria, a fronte di un volume iniettato addizionale (in condizioni di sovrappressione) pari a  $356.4 \cdot 10^6$  m<sup>3</sup><sub>sc</sub>. Il valore massimo di pressione raggiunto in condizioni dinamiche in giacimento è stato di 159.8 barsa, misurato al pozzo Minerbio 35 in data 17 ottobre 2011. L'analisi dei dati di pressione, registrati in continuo in punti di controllo opportunamente distribuiti per monitorare l'intero volume del giacimento, mostra che le pressioni risultano sostanzialmente uniformi in tutto il livello.

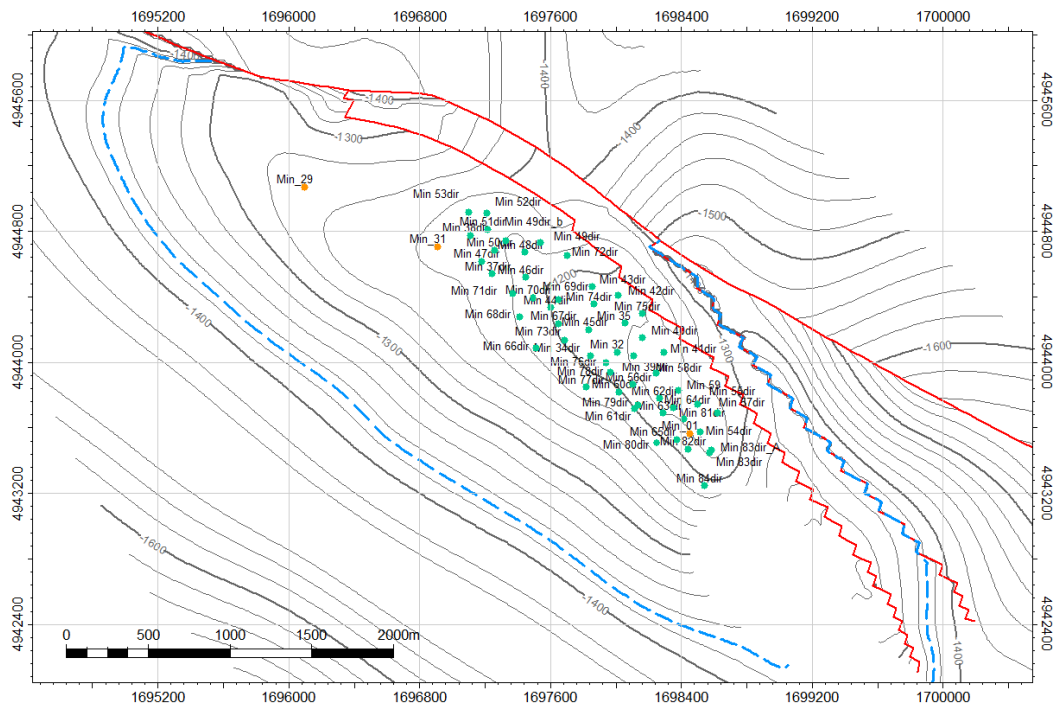
I risultati del test realizzato confermano l'andamento previsionale antecedente la sperimentazione e dunque consentono di confermare la fattibilità dei volumi previsionali del progetto alla pressione del 107% della  $P_i$ .



In merito all'affidabilità dei risultati ottenuti dalla sperimentazione, nella fig. 4 si riporta il confronto tra l'andamento dei valori di pressione al fondo misurati in corrispondenza dei pozzi chiave di monitoraggio (la cui ubicazione è riportata nella fig. 5) con i dati ottenuti dal modello dinamico in fase previsionale. Il grafico evidenzia una buona sovrapposizione tra i dati misurati e quelli da modello, a conferma della validità dei dati simulati. Pertanto sulla base dei riscontri ottenuti a valle della sperimentazione non si ravvisano criticità del modello dinamico tali da metterne in discussione la capacità previsionale e dunque la possibilità di impiegarlo come strumento attendibile per la simulazione del comportamento dinamico dello stoccaggio anche a pressioni pari al 107% della  $P_i$ .



**Fig. 4** Andamento dei valori di pressione al fondo misurati e simulati in corrispondenza dei pozzi utilizzati per il monitoraggio in continuo.

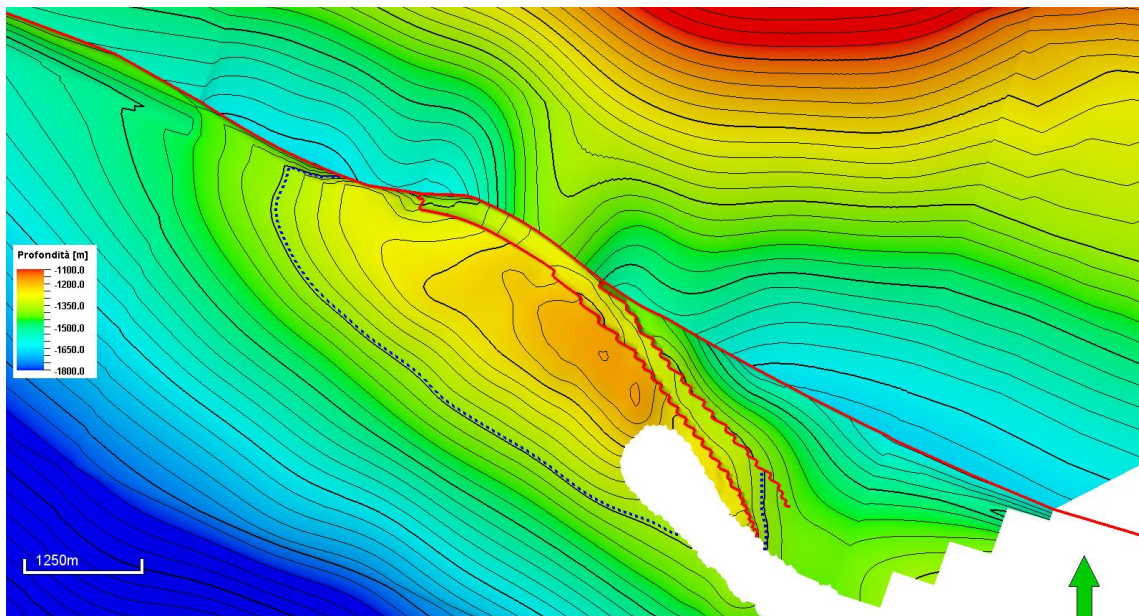


**Fig. 5 Ubicazione dei pozzi di stoccaggio e di monitoraggio (in verde) e dei pozzi spia (in arancione).**

## 7. Modello geomeccanico

Un ulteriore aspetto da tenere in considerazione è lo studio e la modellizzazione geomeccanica del comportamento tenso-deformativo della roccia serbatoio, della roccia di copertura e delle formazioni geologiche nell'intorno del giacimento a scala regionale nonché la valutazione delle eventuali variazioni tensionali prodotte dall'attività di stoccaggio sulle faglie.

A questo scopo è stato predisposto un modello geomeccanico, anch'esso 3D, che si basa sul modello geologico esteso. Tale modello comprende tutte le faglie principali individuate dall'interpretazione dei dati acquisiti mediante rilievi geofisici a riflessione ed è stato utilizzato per simulare le condizioni di pressione a fine produzione primaria, di stoccaggio a  $P = P_i$  e di stoccaggio in sovrappressione a  $P = 107\% P_i$  (fig. 6).



**Fig. 6** Traccia delle faglie in corrispondenza del Pool C.

La sperimentazione di laboratorio su campioni di argille prelevati dalla copertura è stata finalizzata alla misura dei parametri di deformabilità (modulo elastico, coefficiente di Poisson) e di resistenza (angolo di attrito e coesione). Inoltre è stato realizzato un MDT *Stress Test* (prova di campo) che ha fornito lo stress principale minimo. I valori ottenuti dalle prove di laboratorio e di campo sono stati utilizzati per caratterizzare le argille di copertura e popolare il modello geomeccanico.

L'analisi tenso-deformativa effettuata con il modello geomeccanico ha dimostrato che, in tutte le condizioni tensionali esaminate, le rocce serbatoio così come le rocce di copertura presentano un comportamento deformativo elastico e che sussistono sempre condizioni di sicurezza evidenziate da valori di *failure* (descrivibile come la minima distanza dalla superficie di plasticità definita con il criterio di Mohr-Coulomb) sempre ampiamente negativi e quindi lontani dalle condizioni di rottura.

Inoltre i risultati delle simulazioni non hanno evidenziato alcuna criticità in relazione alla possibilità che l'esercizio allo stoccaggio potesse comportare la riattivazione delle faglie principali esistenti. Per quanto riguarda le faglie secondarie che non comportano separazione idraulica del giacimento, esse non rappresentano punti di debolezza in quanto non soggette a stress differenziali.

## 8. Monitoraggio dei movimenti del suolo

Tra le varie misure che vengono regolarmente effettuate in base al piano di monitoraggio messo a punto per il controllo del giacimento, è compreso il monitoraggio dei movimenti del suolo (interferometria PS Radar). L'interpretazione dei dati Radarsat con la tecnica dei Permanent Scatterers (PS) consente di ottenere informazioni di estrema precisione sui movimenti piano-altimetrici del suolo. Per ogni singolo PS si ricavano la posizione (coordinate geografiche e altitudine), il *trend* medio di spostamento (calcolato come interpolazione lineare dello spostamento misurato nell'intero periodo di monitoraggio) e l'intera serie temporale di spostamento. Per ricavare i tassi di spostamento medio verticale vengono utilizzate le informazioni relative alle due geometrie di acquisizione (ascendente e discendente). I valori ottenuti sono di tipo differenziale, dopo aver identificato uno o più punti di riferimento (*reference point*), di coordinate note. Infatti la misurazione è di tipo relativo e comparata ad un punto di riferimento con comportamento geodinamico ritenuto stabile nel tempo.

Per quanto riguarda il monitoraggio dei movimenti del suolo effettuato in corrispondenza del campo di Minerbio si esprimono le seguenti considerazioni. Questa indagine viene eseguita con regolarità fin dal 2003 in tutta l'area della concessione di stoccaggio e fornisce un riscontro di grande affidabilità e precisione sui movimenti piano-altimetrici del suolo. La misurazione del piano campagna è di tipo relativo e comparata ad un punto di riferimento con comportamento geodinamico ritenuto stabile nel tempo. I dati finora acquisiti nell'area della concessione indicano variazioni altimetriche molto variabili: i settori a sud-ovest e sud-est del campo sono caratterizzati da valori di velocità negativi (media di -5.8 mm/anno nella zona a sud-ovest), mentre a nord-ovest del campo è presente un'area caratterizzata da valori medi positivi (+2.0 mm/anno).

Gli spostamenti altimetrici dei punti selezionati all'interno della proiezione in superficie del giacimento mostrano una discreta correlazione con la curva dei volumi di gas di stoccaggio complessivamente movimentati, documentando un comportamento reologico di tipo elastico dell'intero sistema.

Si rammenta che, in base all'Eurocodice del 1997, il parametro da valutare ai fini della stabilità degli edifici non è la variazione piano-altimetrica dell'area su cui sorgono gli edifici stessi, ma i cedimenti differenziali alla scala del singolo edificio; il valore ammissibile della rotazione relativa delle strutture in laterizio (che sono le più vulnerabili) è di 1/300. Altri lavori indicano i cedimenti differenziali massimi ammissibili per il singolo edificio in 20-60 mm, in funzione della tipologia delle fondazioni e della



natura dei terreni. Pertanto le variazioni plano-altimetriche rilevate alla scala dell'area della concessione che comprende il giacimento hanno effetti del tutto trascurabili sulle strutture antropiche. Inoltre, si ritiene che l'eventuale esercizio futuro del Pool C in regime di sovrappressione a  $P=107\% P_i$  non comporti significative variazioni nel *trend* medio di variazioni plano-altimetriche dell'area.