



stogit

CONCESSIONE FIUME TRESTE STOCCAGGIO
Nota tecnica

PAG 0 DI 16
AGGIORNAMENTI:

0

CONCESSIONE FIUME TRESTE STOCCAGGIO

NOTA TECNICA

Data di emissione: Gennaio 2011

		E. Cairo		D. Marzorati
	Aggiornamenti	Preparato da	Controllato da	Il responsabile

1 DESCRIZIONE DEL GIACIMENTO

Il giacimento di Fiume Treste è ubicato al confine tra Abruzzo e Molise, nell'omonima concessione di stoccaggio, estesa su 76,79 km² (fig. 1-2). I livelli autorizzati per l'attività di stoccaggio sono il Pool C2, adibito a tale attività dal 1982, il Pool B,C,C1, in esercizio dal 1991, e il Pool D,E,Eo.

Dal punto di vista geologico l'area ricade nell'ambito del "Bacino Molisano", appartenente alla più ampia unità nota come "Avanfossa Bradanica". Con questo termine viene designata un'ampia fascia estesa tra la catena appenninica e il bacino adriatico, caratterizzata nelle fasi più recenti dell'evoluzione geologica e strutturale (Pliocene e Pleistocene) da un consistente apporto di sedimenti di natura prevalentemente sabbiosa e argillosa.

La successione stratigrafica, che comprende nella parte inferiore calcari di piattaforma carbonatica di età cretacea appartenenti all'avampaese apulo, è composta da due principali unità litostratigrafiche, denominate Formazione Palino e Formazione Candela-Torrente Tona, a loro volta ricoperte dal cosiddetto Alloctono.

La Formazione Palino, la cui dinamica deposizionale è condizionata dall'andamento strutturale del sottostante substrato carbonatico tettonizzato, consiste di argille e marne bacinali del Pliocene inferiore e medio.

La soprastante Formazione Candela-Torrente Tona è composta da un'alternanza di livelli argillosi e di corpi sabbiosi, talora anche conglomeratici, depositi in corrispondenza del passaggio tra ambienti di scarpata e di piana di bacino durante il Pliocene medio e superiore. Questa formazione comprende i livelli sabbiosi interessati dall'attività di stoccaggio del gas naturale.

L'Alloctono comprende litologie prevalentemente argilloso-marnose fortemente caoticizzate e litologie argilloso-gessose di età messiniana e pliocenica, affioranti nella parte più interna del bacino. Lo smantellamento della parte emersa dell'Alloctono rappresenta la sorgente principale di apporti sedimentari che alimentano i sistemi bacinali profondi.

I Pool di stoccaggio B,C,C1 - C2 e D,E,Eo (fig. 3-4-5) sono racchiusi nella successione terrigena pliocenica costituente parte del riempimento del Bacino Molisano.

Pool B,C ,C1

I livelli del Pool B,C,C1 sono costituiti da bancate sabbiose con geometria deposizionale di tipo pinch-out. Gli studi sedimentologici e l'interpretazione sismica evidenziano una distribuzione di facies irregolare, probabilmente connessa a fasi di attività tettonica compressiva a carattere locale. Il meccanismo deposizionale è legato a flussi torbiditici sabbiosi ad alta concentrazione; si riconoscono inoltre zone a deposizione prevalentemente argillosa.

Il Pool B,C,C1 è caratterizzato, dal punto di vista geologico-strutturale, dalla presenza di due distinte culminazioni, denominate rispettivamente Cupello e La Coccetta, poste fra loro in comunicazione idraulica.

Il Livello B è costituito da una bancata sabbiosa caratterizzata da rapide variazioni laterali di spessore legate alla localizzazione delle sorgenti degli apporti poste lungo il margine interno del bacino. Lo spessore del livello raggiunge valori massimi di circa 70 m.

Il soprastante Livello C, costituito da unità sabbiose lenticolari che rappresentano il riempimento di zone depocentrali, mostra uno spessore mediamente inferiore (non oltre 50 m). Localmente il Livello C, che presenta due aree a prevalente deposizione argillosa (C1), è in contatto erosivo con il livello B.

Il GWC (gas-water contact) originario di questi livelli, la cui pressione statica iniziale (SBHP) era pari a 134,2 kg/cm² ass. (13,16 MPa) è stato determinato alla quota di m 1120 l.m sulla base dei dati rilevati nei pozzi verticali perforati prima della messa in produzione del giacimento.

Il meccanismo di produzione del Pool B,C,C1 si basa su una debole spinta dell'acquifero ed è utilizzato come Campo di Base.

Pool C2

Il Pool C2 è rappresentato dal livello superiore tra quelli attualmente in esercizio allo stoccaggio nella concessione. Esso è costituito da una bancata sabbiosa con geometria deposizionale di tipo pinch-out. Lo spessore delle sabbie, in genere esiguo (pochi metri), raggiunge valori massimi di 25-35 m nella parte sud-orientale del giacimento, in corrispondenza delle culminazioni strutturali denominate La Coccetta e Trigno.

Nel Livello C2, la cui copertura è costituita da depositi argillosi appartenenti alla stessa Formazione Candela-Torrente Tona, la mineralizzazione primaria a gas è stata individuata alla profondità di 1067 m l.m., con una pressione statica iniziale (SBHP) di 131,5 kg/cm² ass. (12,89 MPa).

Il livello, che risulta separato idraulicamente dal sottostante Pool B,C,C1 è mineralizzato in una fascia orientata NW-SE, con un GWC originario collocato a -1127 m l.m.. Il meccanismo di produzione è associato a spinta dell'acquifero.

Il Pool C2 è caratterizzato da una media spinta dell'acquifero ed è utilizzato come Campo di Punta.

Pool D,E,Eo

Il Pool D,E,Eo è costituito da tre livelli sabbiosi posizionati superiormente, dal punto di vista stratigrafico, rispetto a quelli finora descritti. La maggiore sabbiosità si evidenzia in posizione distale, mentre verso il margine del bacino i livelli porosi si assottigliano e si intercalano a litotipi argillosi. La distribuzione dei reservoir risulta piuttosto articolata; gli spessori dei singoli livelli, che chiudono in onlap verso SW, raggiungono valori massimi di 25-30 m nelle zone depocentrali.

Il Pool D,E,Eo è in realtà costituito da due distinti corpi sedimentari, ben separati sia dal punto di vista areale che stratigrafico (fig. 4-5). Si individuano infatti i seguenti livelli sabbiosi:

- Eo: posto in posizione stratigrafica superiore e ben sviluppato nel comparto occidentale dell'area
- D, E: posti in posizione stratigrafica inferiore e ben sviluppati nel comparto orientale dell'area

La copertura del pool è rappresentata dalle argille della stessa F.ne Candela, entro cui si intercalano altri livelli porosi riferiti a sistemi di lobo torbiditico di piccole dimensioni e rappresentativi delle ultime fasi di sedimentazione prima dell'arrivo dell'Alloctono (Pliocene superiore). In particolare tra il top del livello Eo e il soprastante Livello F sono interposti circa 100 m di peliti argilloso-siltose.

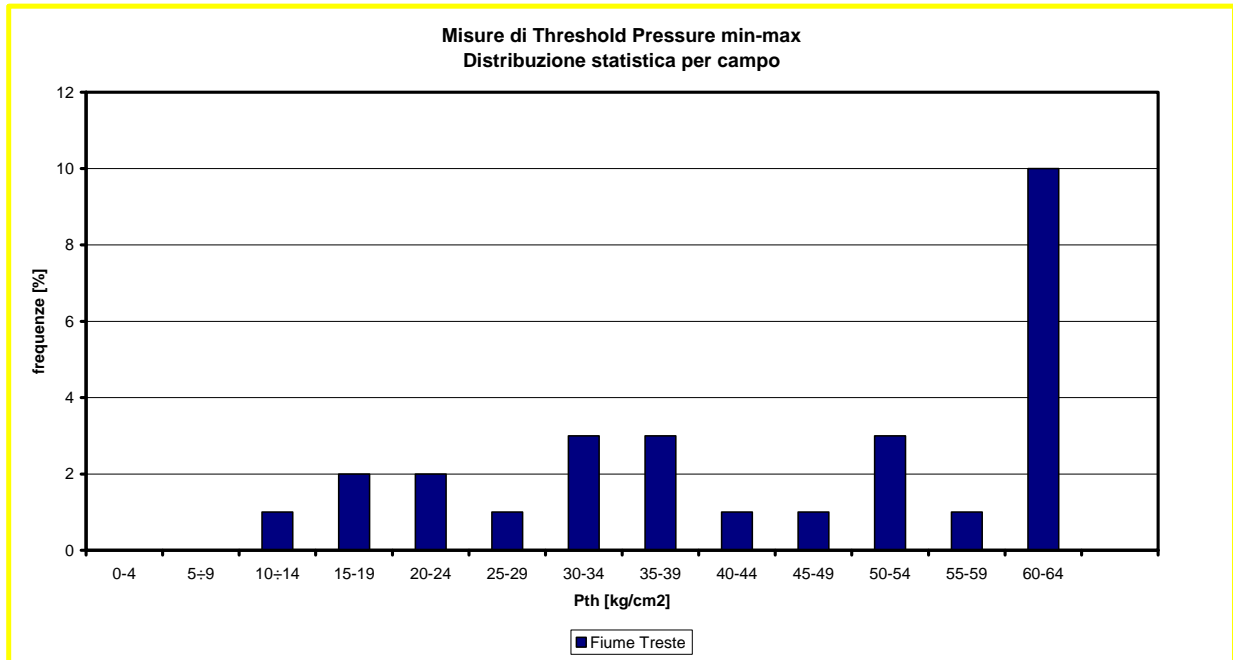
La mineralizzazione primaria a gas metano è stata individuata in una trappola di tipo stratigrafico-strutturale a profondità media di circa m 1050 l.m., con una pressione statica iniziale (SBHP) di 130,7 kg/cm² ass (12,81 MPa). Il GWC originario, determinato sulla base dei dati dei pozzi verticali perforati prima della messa in produzione, è stato identificato a m 1102 l.m.

2 CARATTERIZZAZIONE DELLA FORMAZIONE ARGILLOSA DI COPERTURA

La caratterizzazione geodinamica della formazione argillosa di copertura del giacimento è stata definita attraverso l'esecuzione di varie analisi eseguite in laboratorio su campioni di carote di fondo prelevate nel pozzo geognostico S. Salvo 81 dir. In particolare sono state eseguite prove triassiali, per verifica del carico di rottura del sistema reservoir-copertura, prove di pressione di soglia (Threshold Pressure), per determinazione della tenuta idraulica, e analisi petrofisiche (porosità, permeabilità).

Gli esiti di queste indagini hanno permesso di caratterizzare le proprietà petrofisiche geomeccaniche e idrauliche dei litotipi argillosi di copertura soprastanti ai livelli attualmente in stoccaggio (B,C,C1 e C2), che sono risultate quelle tipiche di materiali poco permeabili, con tipico comportamento di barriera.

Per quanto riguarda le analisi di Threshold Pressure sono state effettuate complessivamente 28 prove su campioni di carote di fondo prelevate in quattro differenti pozzi. I risultati delle analisi eseguite nei litotipi più francamente argillosi indicano una prevalenza di valori superiori a 50 kg/cm². L'istogramma seguente sintetizza i dati acquisiti.



I dati acquisiti indicherebbero un valore di soglia di pressione di circa 180 kg/cm² (17,7 MPa) per consentire al gas di giacimento di diffondersi nella roccia di copertura soprastante; tale valore di pressione non viene mai raggiunto nell'esercizio dello stoccaggio in Fiume Treste, che è gestito con pressioni massime pari a quelle originarie di scoperta:

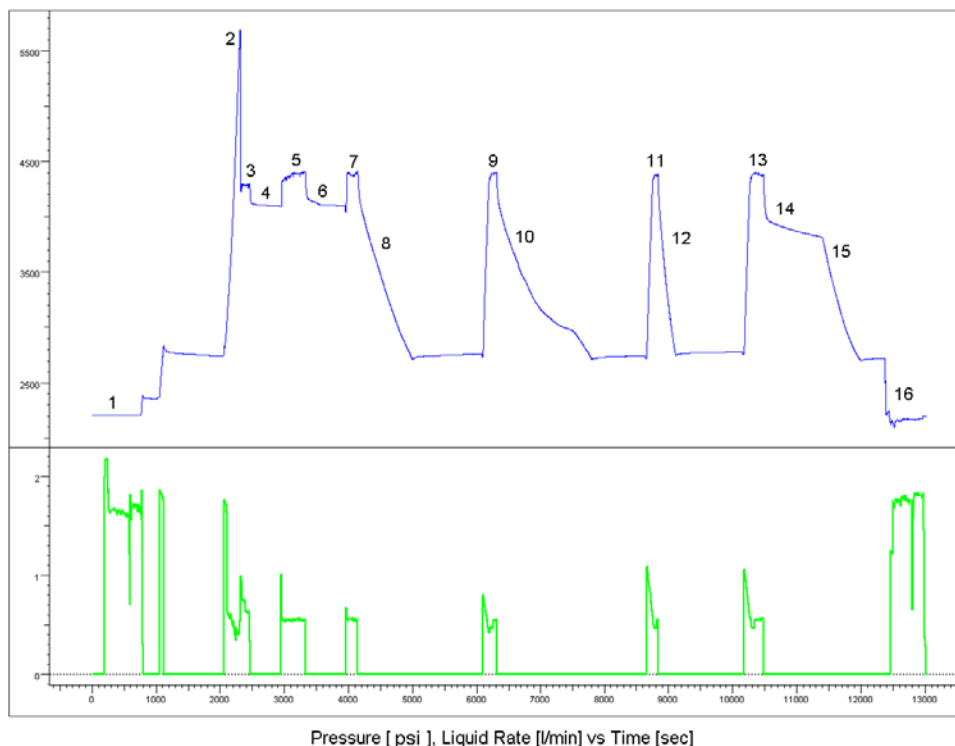
- Livello D,E,Eo : SBHP di 130,7 kg/cm² ass. (12,81 MPa)
- Pool C2 : SBHP di 131,5 kg/cm² ass. (12,89 MPa)
- Pool B,C,C1 : SBHP di 134,2 kg/cm² ass. (13,16 MPa).

Nel pozzo geognostico S. Salvo 81 dir inoltre sono state eseguite prove in situ finalizzate alla valutazione della pressione di fratturazione e del relativo gradiente, oltre che dello sforzo orizzontale in situ nella roccia di copertura. L'acquisizione dei dati è stata eseguita con attrezzature MDT Schlumberger, con il posizionamento del tool in intervalli argillosi individuati sulla base dei log elettrici precedentemente registrati.

I risultati più rappresentativi nei litotipi schiettamente argillosi di copertura del livello C2 (profondità misurata m 1152,6) indicano un valore di minimum stress di 4105 psi (288,61 kg/cm² o 28,30 MPa), che denotano un elevato gradiente di fratturazione, prossimo ad un ipotetico gradiente di overburden.

Tale situazione di stress orizzontale molto elevato risulta coerente con il contesto tettonico individuato dallo studio di interpretazione sismica, che rivela la presenza di faglie inverse associate ad un regime di tipo compressivo. I dati sono ritenuti congruenti con la distribuzione della pressione dei fluidi nei reservoir, e in particolare con la presenza di un reservoir inferiore depletato.

Nella figura seguente è riportato il diagramma pressioni-portate relativo al test di fatturazione citato (m 1152,6).



Modellizzazione geomeccanica

Nell'ambito del progetto è stato inoltre eseguito un apposito studio di modellazione del giacimento mirato al Pool intermedio C2, finalizzato alla modellazione geomeccanica della formazione di copertura, per opportuna verifica delle tensioni e delle sollecitazioni indotte dai cicli di iniezione/erogazione del gas in relazione all'ipotesi di un'esercizio allo stoccaggio in sovrappressione.

La modellazione ha considerato i principali fattori in grado di influenzare l'esercizio del giacimento anche a pressioni di esercizio superiori a quella iniziale di scoperta fino ad un massimo del 120% della P_i , quali le caratteristiche geomeccaniche del reservoir e della copertura, il loro stato tensionale litostatico e le variazioni delle condizioni tensionali nel giacimento e al contorno di esso durante i cicli di iniezione ed erogazione.

L'analisi eseguita ha consentito di simulare la risposta deformativa e tensionale del giacimento in relazione a quattro scenari di esercizio che consentono di ripercorrere temporalmente l'evoluzione del campo durante la sua vita operativa:

- pressione iniziale di scoperta (13 MPa, ovvero 131,5 kg/cm_{ass}²), corrispondente alle condizioni naturali
- pressione minima (3.7 MPa, ovvero 37,4 kg/cm_{ass}²), corrispondente alla fine della fase di produzione primaria
- pressione massima di esercizio in sovrappressione pari al 110% della p_i (14.2 MPa, ovvero 144,64 kg/cm_{ass}²)
- pressione massima di esercizio in sovrappressione pari al 120% della p_i (15.5 MPa, ovvero 157,8 kg/cm_{ass}²)

Le tensioni efficaci sono sempre di compressione nella cap-rock. Quelle orizzontali raggiungono un valore minimo di 5,2 MPa in corrispondenza di un incremento del 20% della pressione del gas, quelle verticali un valore massimo di 9,4 MPa.

Le deformazioni orizzontali medie nella cap-rock sono di 3,1 mm/100 m (distensione) in relazione ad una pressione di stoccaggio pari a 110% p_i , e di 5,5 mm/100 m (distensione) nel caso in cui venga raggiunta una pressione di esercizio pari a 120% p_i . Tali valori sono da ritenersi sicuramente accettabili. Relativamente più elevate sono le deformazioni verticali medie nella roccia serbatoio, le quali non destano comunque preoccupazioni sia perché non interessano rocce che svolgono funzioni statiche sul confinamento del gas sia perché non sono grandi in termini assoluti.

L'analisi accoppiata ha permesso di valutare più nel dettaglio gli effetti del flusso dei fluidi sul comportamento meccanico dei terreni ed in particolare sulle condizioni tensionali e deformative della porzione corticale di cap rock a contatto con la roccia-serbatoio. Dalle analisi condotte si evince che lo stato tensionale efficace risulta tale da incrementare notevolmente il fattore di sicurezza della roccia nella zona di contatto tra cap rock e roccia serbatoio.

I risultati forniti dalla modellizzazione sono stati valutati in termini di fattori di sicurezza ottenuti valutando lo stato tensionale determinato in campo elastico rispetto all'involuppo a rottura secondo il criterio di Mohr-Coulomb (definito sulla base della coesione, dell'angolo d'attrito e della resistenza a trazione).

Per fattore di sicurezza in un punto della roccia si intende il minimo valore del rapporto tra la tensione di taglio limite a rottura e la tensione di taglio agente su una superficie passante per quel punto.

Tale fattore fornisce un'indicazione in termini tensionali del margine di sicurezza esistente in ciascun punto dell'ammasso roccioso ed è espresso dalla seguente formula:

$$F_s = \min \left[\frac{\tau_{\min}}{\tau_{ag}} \right] = \min \left[\frac{c + \sigma_n \tan \varphi}{\tau_{ag}} \right]$$

c = coesione;

φ = angolo d'attrito;

σ_n = tensione normale alla superficie sulla quale agisce la tensione di taglio;

τ_{lim} = tensione di taglio limite a rottura;

τ_{ag} = tensione di taglio.

Fattori di sicurezza prossimi a 1 segnalano una possibile evoluzione verso la rottura del materiale e un comportamento tenso-deformativo in campo plastico. Fattori di sicurezza inferiori a 3 non sono ritenuti accettabili, anche in virtù di eventuali eterogeneità della roccia.

I risultati dello studio mostrano che il fattore di sicurezza minimo raggiunto nella formazione di copertura, in corrispondenza di un valore massimo di pressione del gas pari alla pressione originale di scoperta è pari a 7, e che nelle condizioni estreme in sovrappressione al 120% della pressione di scoperta il valore si ridurrebbe a 5,4 comunque superiore ai valori minimi ammissibili.

Nella tabella seguente sono riepilogati i principali risultati dello studio di modellizzazione geomeccanica distinti nei vari scenari operativi, di pressioni in giacimento.

	Condizione iniziale [$p_i = 13$ MPa]	Fine produzione primaria [$p_{min} = 3.7$ MPa]	Pressione esercizio= $110\%p_i$ [$p = 14.2$ MPa]	Pressione esercizio= $120\%p_i$ [$p = 15.5$ MPa]
Deformazione verticale media in roccia serbatoio	-	112 mm/100 m (compressione)	27,8 mm/100 m (distensione)	55,5 mm/100 m (distensione)
Deformazione verticale media in cap-rock	-	0,5 mm/100 m (distensione)	trascurabile	trascurabile
Deformazione orizzontale media in cap-rock	-	6,7 mm/100 m (compressione)	3,1 mm/100 m (distensione)	5,55 mm/100 m (distensione)
Fattore di sicurezza minimo nella cap- rock e roccia serbatoio	7,0	11,5	6,2	5,4
Tensione orizzontale efficace minima nella cap- rock	6-7 MPa (compressione)	6-7 MPa (compressione)	5,5 MPa (compressione)	5,2 MPa (compressione)
Tensione verticale efficace massima nella cap-rock	9-10 MPa (compressione)	9-10 MPa (compressione)	9,3 MPa (compressione)	9,4 MPa (compressione)

3 SISMICITA' NATURALE DELL'AREA

Le informazioni sulla sismicità naturale sono state desunte da uno studio sismotettonico, finalizzato ad acquisire le conoscenze disponibili sulle caratteristiche tettoniche e sismologiche dell'area in esame.

Sismicità storica

Per "sismicità storica" si intende l'insieme degli eventi sismici noti per il passato sulla base di ricerche documentali e storiografiche o di registrazioni strumentali. La ricerca sulla sismicità storica dell'area è stata effettuata consultando il Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (GdL CPTI, 2004), che contiene le informazioni su quasi 2000 terremoti storici verificatisi in Italia dall'Età Antica fino a tutto il 2002.

Dall'analisi dei dati raccolti si osserva come nella zona compresa nella Concessione Fiume Treste Stoccaggio vi sia una totale assenza di epicentri di terremoti storici documentati. Gli epicentri di terremoti medi e forti più vicini si ritrovano ad oltre 30 km di distanza (ad esempio l'epicentro del sisma molisano del 2002 dista circa 35 km verso SE).

L'area della concessione e le zone circostanti sono pertanto caratterizzate da una bassa sismicità naturale, ovvero dalla quasi totale assenza di eventi sismici significativi in questo periodo storico.

Sismicità recente

Per "sismicità recente" si intende l'insieme degli eventi sismici documentati con tecniche di registrazione ed analisi strumentale, ovvero attraverso l'utilizzo di reti di monitoraggio sismometrico. Si tratta in genere di molte migliaia di terremoti di piccola, media e grande magnitudo registrati nell'arco degli ultimi decenni.

La ricerca sulla sismicità recente dell'area in esame è stata effettuata consultando il Bollettino della Sismicità Strumentale compilato dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia. Questo catalogo ingloba le informazioni parametrizzate di oltre 50.000 terremoti italiani verificatisi tra il 1983 e il 2005.

Questi dati confermano il quadro già evidenziato dalla sismicità storica, in quanto si rileva che la zona è quasi totalmente priva di epicentri di terremoti. Nell'arco di tempo indicato sono infatti registrati 11 terremoti, i cui epicentri sono peraltro posti esternamente alla concessione, ad una distanza compresa entro 15 km dai limiti della concessione stessa.

Sulla base di queste informazioni si rileva che:

- gli 11 terremoti registrati ricadono ad almeno 1 km all'esterno dei limiti della concessione
- la magnitudo di questi eventi è comunque sempre molto piccola, essendo compresa tra 1.6 e 3.1
- gli epicentri si collocano ad almeno 5 km di profondità e spesso oltre 10 km
- in concomitanza alla crisi sismica molisana del 2002, la cui area-sorgente si colloca ad almeno 30 km a SE della concessione, è stato registrato un solo evento in prossimità della stessa (precisamente in data 31.10.2002, alla profondità di 10 km e con magnitudo pari a 2.5).

In definitiva la registrazione di 11 piccoli eventi sismici nell'arco di 22 anni nella zona a ridosso della concessione può essere considerata equivalente alla "sismicità di fondo" che caratterizza l'intero territorio nazionale.

L'attività sismogenetica locale è quindi da ritenersi pressoché nulla, o comunque talmente bassa da non poter provocare riattivazioni o movimenti di faglia sensibili. Si esclude pertanto la possibilità che negli ultimi decenni, neppure a seguito della crisi sismica molisana del 2002, si siano verificate, all'interno della Concessione di Fiume Treste e nel territorio circostante, riattivazioni di faglie esistenti o neoformazione di faglie. Anche per il futuro si ritiene altamente improbabile tale possibilità, data l'assenza in zona di strutture sismogenetiche significative.

4 MONITORAGGIO DEL GIACIMENTO

L'esercizio dello stoccaggio del gas naturale prevede secondo il DM del 25 agosto 2005 al termine delle fasi di iniezione e di erogazione di ogni ciclo annuale un'attività di monitoraggio delle pressioni di giacimento attraverso pozzi appositamente attrezzati per lo scopo ("pozzi-spia"). In aggiunta Stogit nelle proprie concessioni effettua di norma anche il controllo dei movimenti del suolo attraverso l'interpretazione di immagini radar satellitari.

Nella concessione Fiume Treste, caratterizzata da una complessità geostrutturale, dalla presenza di più livelli di stoccaggio e da attività di coltivazione di idrocarburi, Stogit ha messo in atto un programma di monitoraggio aggiuntivo finalizzato al controllo geochimico-ambientale e microsismico.

Sono qui descritte le principali tecniche di monitoraggio utilizzate da Stogit per il controllo del giacimento di stoccaggio.

MONITORAGGIO DI BASE

Misure di pressione

L'attività di monitoraggio della pressione consiste nella regolare acquisizione, con cadenza periodica (almeno in corrispondenza del termine del periodo di iniezione e del periodo di erogazione) di una serie di profili statici, con misurazione della pressione in pozzo, avendo cura di aver preventivamente raggiunto condizioni stabilizzate.

Misurazioni in continuo vengono inoltre eseguite in alcuni pozzi campione equipaggiati con apposita strumentazione per il monitoraggio in tempo reale dei valori di pressione di fondo-pozzo (DPTT wireline).

Monitoraggio dei movimenti del suolo con immagini da satellite

Obiettivo di questo monitoraggio è la misura diretta delle deformazioni del terreno, operata attraverso i movimenti dei Permanent Scatterers (PS), utilizzando dati satellitari Radar ad Apertura Sintetica (SAR).

La Tecnica dei Diffusori Permanenti (Permanent Scatterers, PS) è uno strumento estremamente efficace per il monitoraggio con accuratezza millimetrica di fenomeni di deformazione della superficie terrestre, basato sull'impiego di serie temporali di immagini radar satellitari.

I PS sono "bersagli radar" privilegiati, che l'occhio del satellite identifica sul territorio, e hanno caratteristiche tali da permettere misure accurate della loro distanza dal sensore, con la possibilità di apprezzare spostamenti di frazioni di centimetro. I Permanent Scatterers sono parti di edifici, strutture metalliche, rocce esposte, in generale elementi già presenti al suolo, le cui caratteristiche elettromagnetiche non variano sensibilmente di acquisizione in acquisizione; questo non accade invece per la vegetazione, il cui aspetto muta di continuo.

Per ogni singolo PS si ricavano la posizione (le sue coordinate geografiche: latitudine, longitudine, altezza), il trend medio di deformazione (calcolato come l'interpolazione lineare dello spostamento misurato nell'intero periodo di monitoraggio) e l'intera serie temporale di deformazione. I valori di velocità media sono di tipo differenziale, ottenuti dopo avere determinato uno o più punti di riferimento a terra (reference point), di coordinate note e supposti fermi (indicati come tali ad esempio da misure GPS o di livellazione ottica). Tutte le misure inoltre sono rilevate lungo la congiungente sensore-bersaglio, cioè lungo la direttrice di registrazione dei satelliti (LOS), i quali acquisiscono una stessa area in geometria ascendente e discendente. Per ricavare i tassi di deformazione media verticale vengono utilizzate le informazioni relative alle due geometrie di acquisizione, in modo da ottenere su una griglia regolare valori di velocità media verticale ed orizzontale.

Tale metodologia è consigliabile soprattutto per giacimenti di stoccaggio di gas naturale interessati da sovrappressioni, ubicati in strutture poco profonde e con caratteristiche

geodinamiche complesse. Il programma di monitoraggio dei movimenti del terreno prevede un aggiornamento dei dati con cadenza mensile, attraverso l'acquisizione e l'interpretazione delle immagini satellitari disponibili.

I parametri relativi ai PS, in formato digitale, possono essere sovrapposti ad un qualsiasi layer geografico all'interno dei Sistemi Informatici Territoriali (GIS), per agevolare la consultazione e l'interpretazione dei risultati dell'indagine.

MONITORAGGIO AGGIUNTIVO

Monitoraggio geochimico-ambientale

Per i giacimenti eserciti in regime di sovrappressione si rende opportuno provvedere anche ad un monitoraggio di superficie, finalizzato al controllo delle dinamiche di diffusione/migrazione del gas nel giacimento e alla verifica dell'assenza di diffusione di gas nelle falde, nei suoli e in aria.

Il monitoraggio geochimico-ambientale si effettua mediante un sistema integrato di controllo con rilievi fissi e mobili, acquisiti in continuo, e con campagne periodiche con tecniche di remote sensing, puntuali e areali, con campionamenti di falde, suoli ed aria, discriminando tra le componenti "naturale locale" ed "indotta dal sito".

Lo scopo del sistema nel suo complesso è quello di studiare i pattern di migrazione del gas naturale nei vari mezzi, la loro evoluzione nel tempo e la loro associabilità alle fonti di origine.

L'eventuale migrazione di gas naturale dal giacimento verso la superficie, oltre le formazioni di copertura, sia che avvenga attraverso le formazioni geologiche sovrastanti sia lungo pozzi con problemi di tenuta, interesserà gli acquiferi presenti negli strati permeabili sovrastanti il giacimento e gli strati di suolo in superficie, oppure potrà diffondersi in atmosfera.

Per tenere sotto controllo questi aspetti occorre:

- monitorare in continuo i principali parametri chimico-fisici dell'acqua prelevata, nonché qualitativamente e quantitativamente i gas disciolti nell'acquifero o presenti nel suolo a piccola profondità e nell'aria immediatamente sopra la superficie del suolo
- analizzare i pattern di concentrazione di questi gas e la loro evoluzione areale nel tempo, al fine di riconoscere diffusioni anomale.

Monitoraggio microsismico

Nello stoccaggio in regime di sovrappressione l'acquisizione di una sismica passiva trova applicazioni in presenza di aree caratterizzate da sismicità locale naturale o in zone ad elevata complessità tettonica e con elevate variazioni di pressione nel gas cycling.

La sorveglianza microsismica può essere attuata sia arealmente in superficie che localmente in pozzi geognostici dedicati.

La rete microsismica di superficie consiste nell'installazione di una serie di stazioni fisse opportunamente dislocate. Circa la migliore ubicazione, ci sono alcune regole pratiche che suggeriscono di:

- posizionare le stazioni al contorno dell'area da investigare, ponendone una al centro di essa
- posizionare le stazioni esterne alla regione da investigare a una distanza dal bordo pari a 2-3 volte la profondità a cui si presume possano originarsi gli eventi
- dimensionare la rete in modo che la distanza media tra le stazioni non superi il doppio della profondità di interesse
- evitare configurazioni orientate essenzialmente lungo una direzione definita.

Attualmente l'unico campo di stoccaggio monitorato con rete microsismica di tipo areale è quello di Minerbio (BO). L'installazione di un'analogica rete è in fase di progettazione avanzata anche nel campo di Fiume Treste.

Il monitoraggio microsismico di pozzo prevede invece l'installazione in un pozzo dedicato di una speciale attrezzatura dotata di una stringa di sismometri e geofoni triassiali, distanziati di alcune decine di metri, che possono essere integrati anche da una rete di inclinometri per il controllo geodetico della variazione di inclinazione della formazione in esame.

L'acquisizione dei dati ha come scopo indagini geofisiche che permettano di studiare il comportamento del giacimento durante le attività di stoccaggio. La metodologia di monitoraggio si basa sulla rilevazione di eventuali modifiche allo stato di stress causate dalla diminuzione (attività di erogazione) o dall'aumento (attività di iniezione) della pressione dei pori.

Nella Concessione di Fiume Treste è stata da poco attivata nel pozzo S. Salvo 81 dir, nell'ambito di un progetto-pilota realizzato per la prima volta in un campo di stoccaggio in Italia, una stazione microsismica di pozzo finalizzata al monitoraggio del Pool C2, di cui è previsto in futuro l'esercizio in regime di sovrappressione.

Ubicazione Concessione Fiume Treste Stoccaggio



Fig. 1

Concessione Fiume Treste Stoccaggio

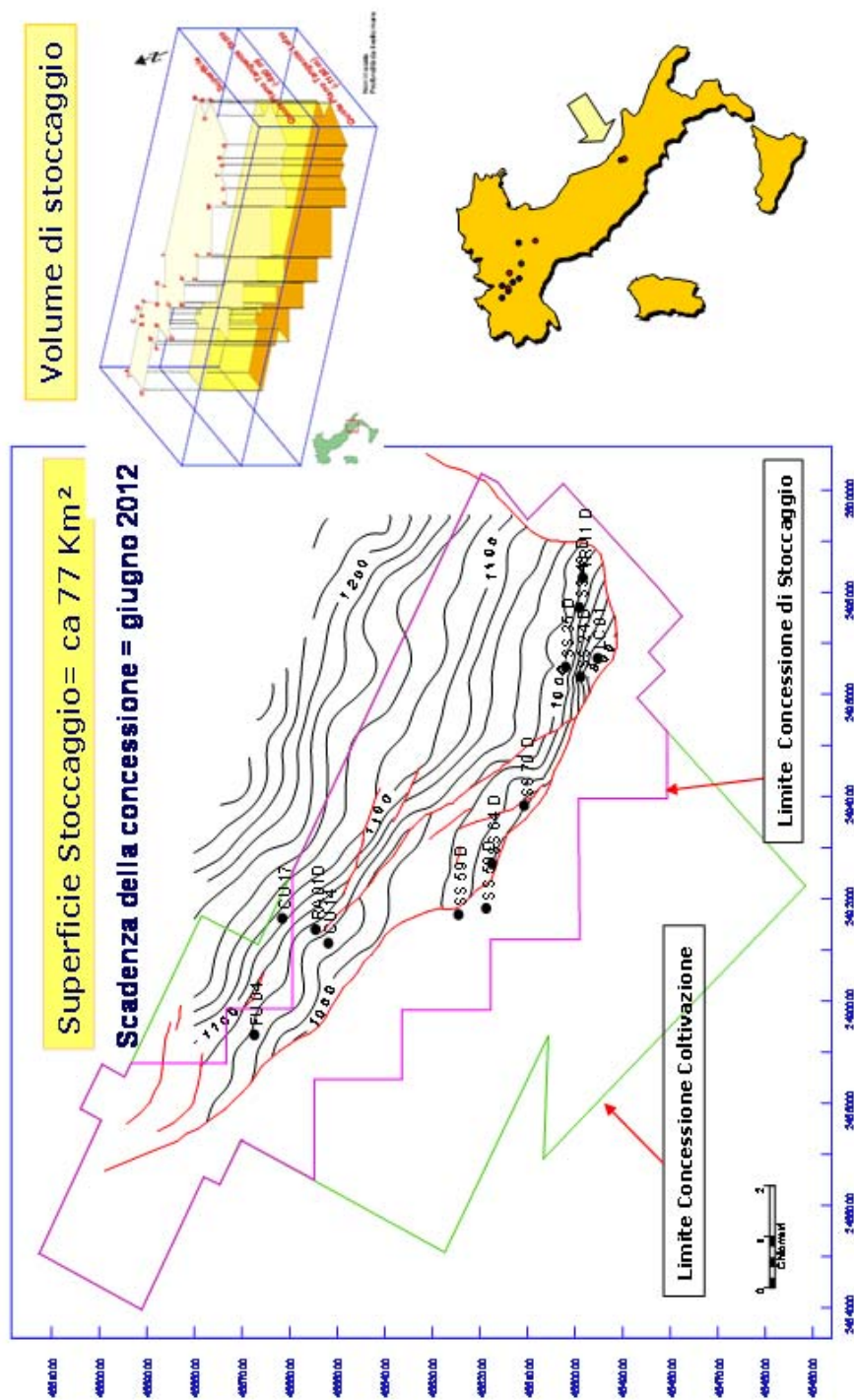


Fig. 2

Successione Concessione Fiume Treste Stocaggio

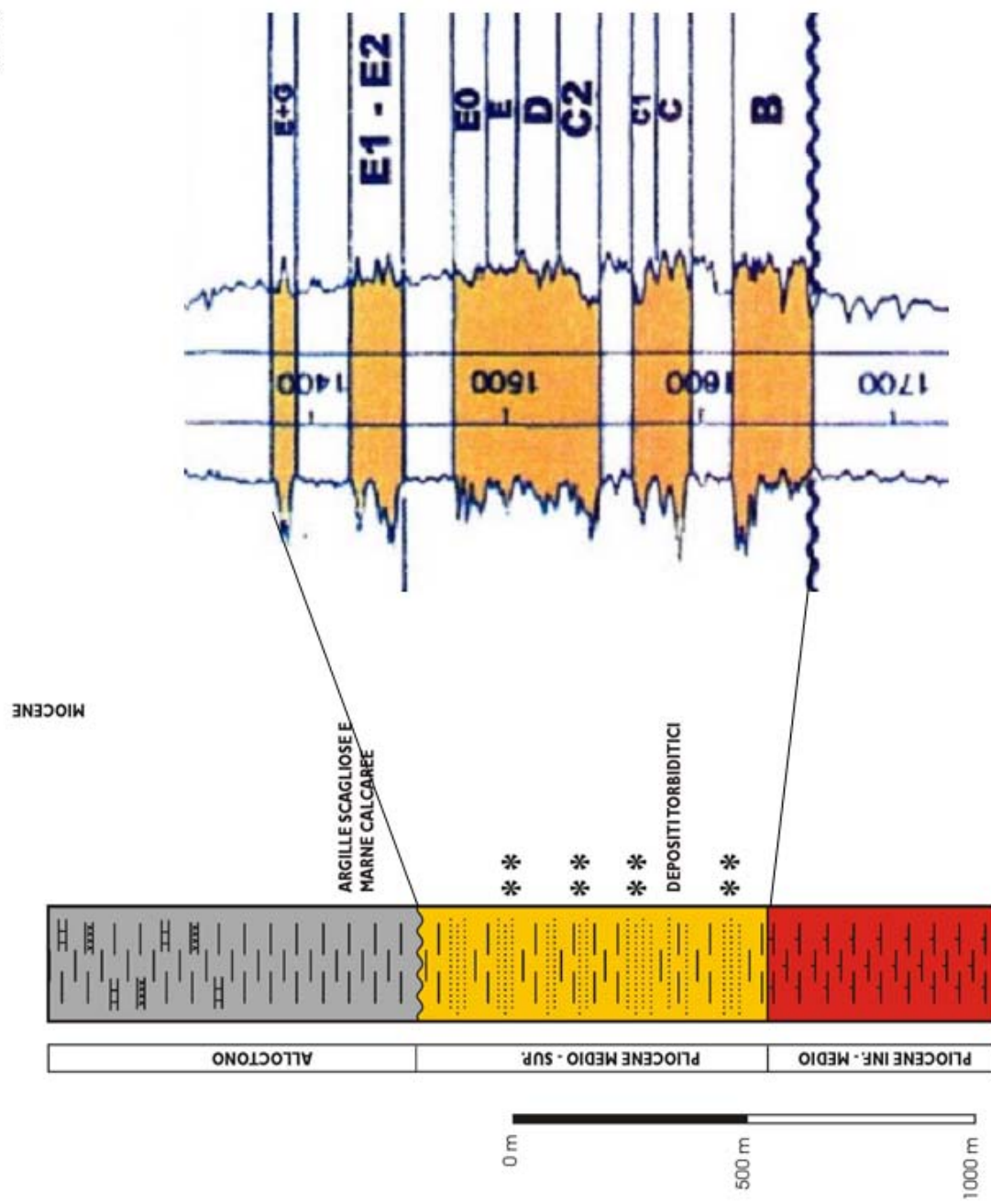


Fig. 3

Livelli di stoccaggio

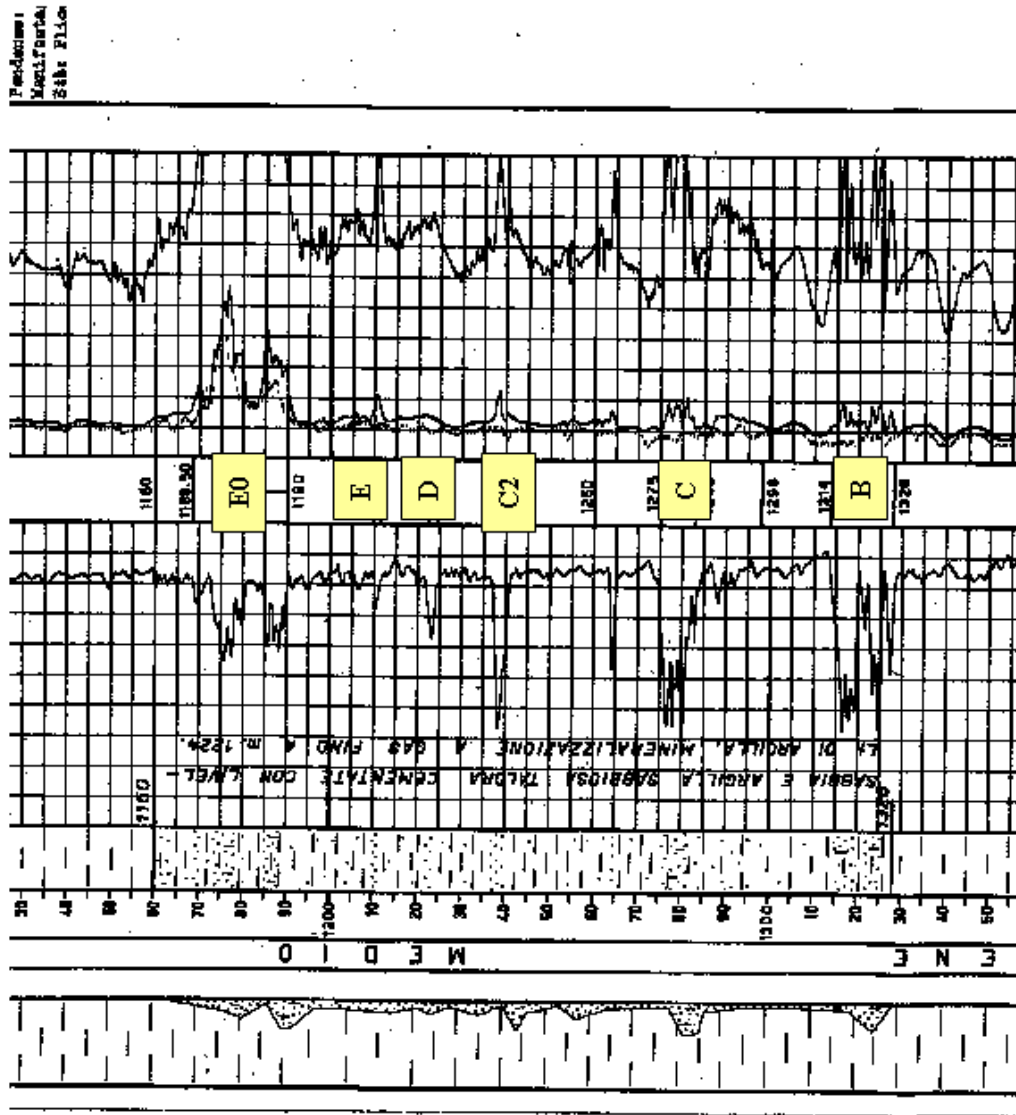


Fig. 4

Log pozzo Furci 4

Il giacimento di stoccaggio di Fiume Treste

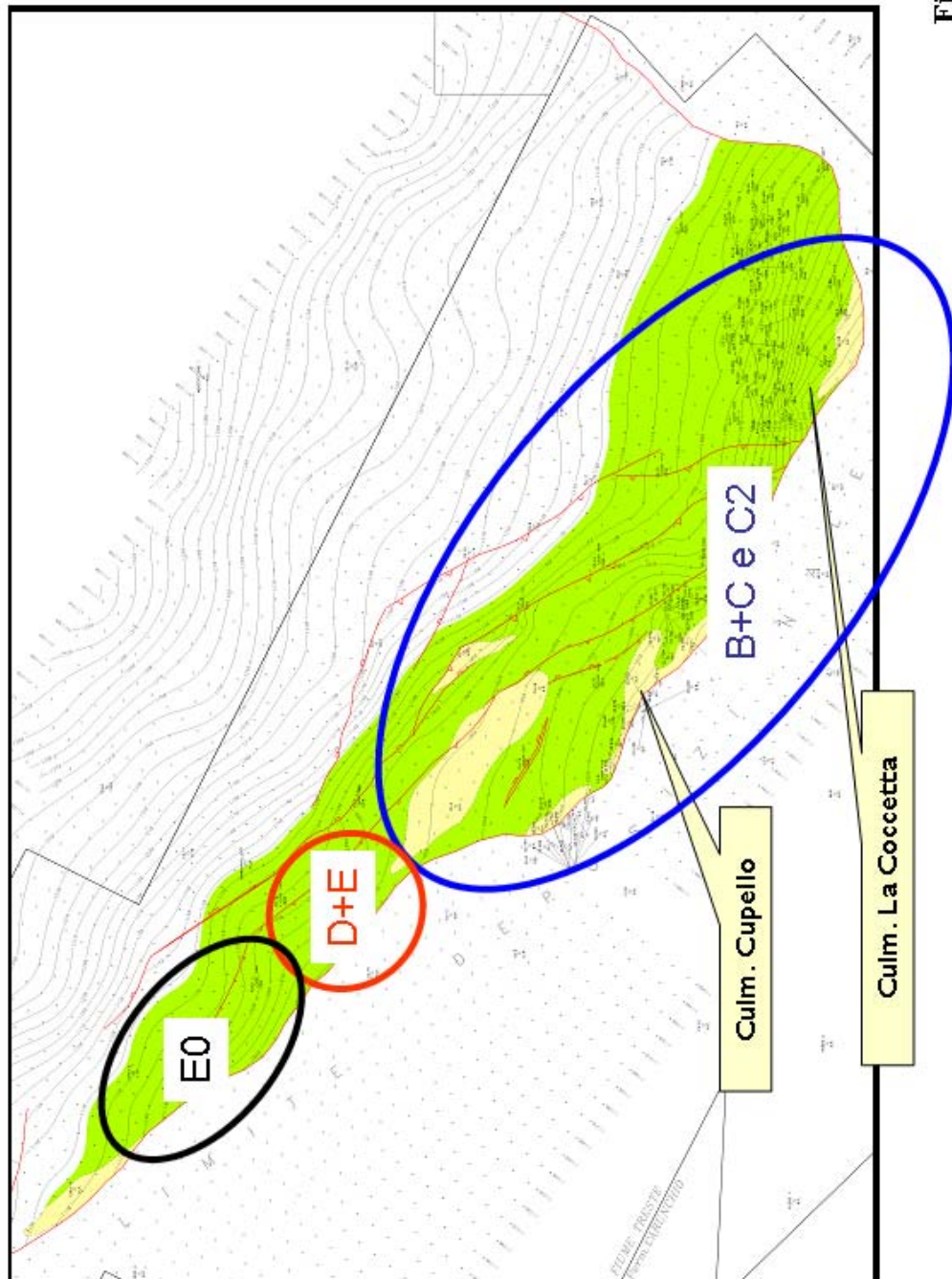


Fig. 5