



Stogit S.p.A.

**TIPO DOCUMENTO:**

Relazione tecnica (Allegato al Rapporto di Sicurezza)

**TITOLO:**

Campo di Fiume Treste  
"Relazione di inquadramento dei rischi connessi al  
giacimento di stoccaggio di gas naturale"

**NOTE:**

**DATA EMISSIONE:** 11.12.2009

Rev.

Redatto da:

Verificato da:

Approvato da:

00

GIAC  
Enrico CAIRO

GIAC  
Daniele MARZORATI

ATOP/Gestore  
Renato MAROLI

## INDICE

1. PREMESSA .....	3
2. I GIACIMENTI DI STOCCAGGIO IN CAMPI A GAS IN FASE DI ESAURIMENTO.....	4
3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO.....	7
4. CARATTERISTICHE DEL GIACIMENTO .....	9
5. POTENZIALI FATTORI DI RISCHIO E ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO E PREVENZIONE .....	10
5.1 FUGHE DI GAS VERSO LA SUPERFICIE .....	10
5.2 SISMICITA' NATURALE .....	11
5.3. PRESENZA DI “SOSTANZE PERICOLOSE” IN GIACIMENTO .....	14



Stogit S.p.A.

## Campo di Fiume Treste – “Relazione di inquadramento dei rischi connessi al giacimento di stoccaggio di gas naturale”

### 1. PREMESSA

Stogit, partendo dall'esperienza maturata nell'ambito dell'Eni in oltre 40 anni di attività, si caratterizza per la competenza tecnica, la qualità del servizio e la ricerca continua dell'efficienza nella gestione dei propri 8 campi di stoccaggio distribuiti sul territorio nazionale con più di 400 pozzi. Le conoscenze geologiche, di valutazione del rischio minerario e le competenze maturate nella gestione sinergica dell'insieme delle prestazioni dei singoli giacimenti, sono un punto di forza nel garantire i livelli di sicurezza richiesti dalle Direttive Europee nell'ambito della prevenzione dei rischi di incidente rilevante.

Alla luce delle recenti disposizioni di Legge dettate dalla Circolare interministeriale MSE-MATTM-MI “Seveso-ter per stoccaggi” (“Indirizzi per l'applicazione del decreto legislativo 17 agosto 1999, n.334, in materia di controllo dei pericoli di incidenti rilevanti, agli stoccaggi sotterranei di gas naturale in giacimenti o unità geologiche profonde”), nell'ambito della valutazione dei potenziali rischi connessi al giacimento e al suo esercizio la presente relazione allegata al Rapporto di Sicurezza ai sensi del D.Lgs. 334/99 e s.m.i. è stata redatta per inquadrare i rischi connessi al giacimento di gas naturale derivanti dall'esercizio della Centrale di Fiume Treste nell'ambito delle attività di stoccaggio sotterraneo di gas naturale in giacimento.

Dopo una parte introduttiva, che presenta le caratteristiche generali dei giacimenti di stoccaggio utilizzati da Stogit, segue una descrizione specifica del giacimento di Fiume Treste, comprensiva di un inquadramento geologico dell'area e di note che illustrano le principali caratteristiche geologico-minerarie e la storia produttiva del giacimento.

Il capitolo conclusivo è dedicato a considerazioni riguardanti i potenziali fattori di rischio individuati per il giacimento (fughe di gas verso la superficie, sismicità naturale, presenza di “sostanze pericolose”), alla loro valutazione e alle azioni di controllo e prevenzione messe in atto.

## 2. I GIACIMENTI DI STOCCAGGIO IN CAMPI A GAS IN FASE DI ESAURIMENTO

Il giacimento di Fiume Treste, al pari degli altri gestiti da Stogit, rientra nella tipologia dei giacimenti di idrocarburi in fase di esaurimento (Depleted Field). Questi giacimenti, ubicati nel sottosuolo a profondità di 1000-1500 metri, sono naturali e costituiti da un sistema geologico in cui si individuano:

- livelli porosi e permeabili adibiti, grazie a queste proprietà petrofisiche, a reservoir per lo stoccaggio del gas naturale
- una soprastante formazione impermeabile di natura argillosa, che garantisce la tenuta idraulica del sistema verso la superficie
- una conformazione geologica degli strati “a trappola”, tale cioè da assicurare la chiusura del giacimento anche in senso laterale e da impedire quindi eventuali fughe di gas in ogni altra direzione.

La figura sotto riportata rappresenta, in veste grafica, il concetto di giacimento idoneo allo stoccaggio di gas naturale.

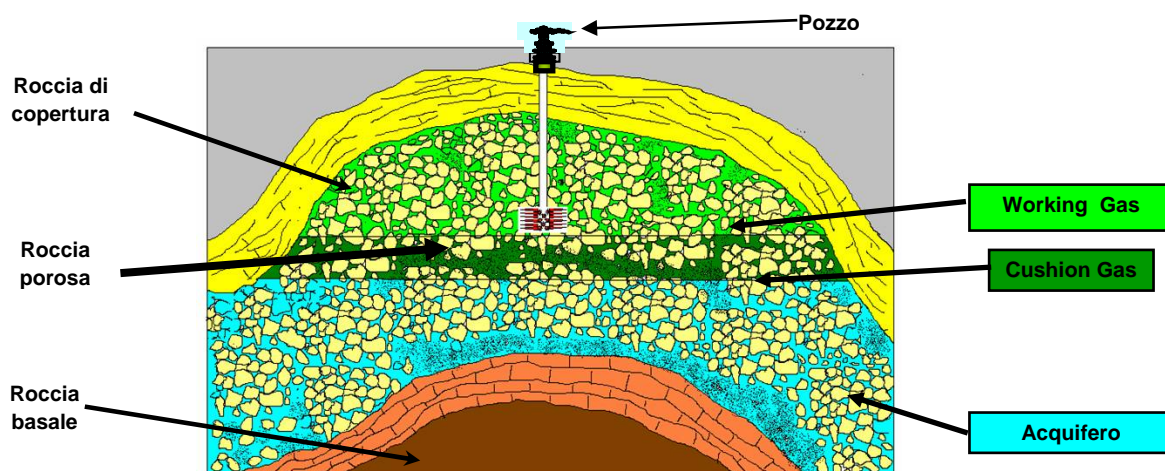


Figura 1

Sulla base di questi requisiti geologici si può pertanto definire il giacimento come un accumulo naturale di idrocarburi in rocce porose e permeabili, propiziato dalla concomitanza di una serie di condizioni stratigrafiche e strutturali favorevoli.

I giacimenti descritti sono pertanto il risultato di una complessa evoluzione geologica e strutturale dei bacini sedimentari in cui sono inseriti, che ha permesso la formazione e la preservazione di accumuli di idrocarburi gassosi di interesse economico, rimasti intrappolati nel sottosuolo per tempi dell'ordine di milioni di anni.



Con particolare riferimento ad alcuni aspetti in grado di influenzare le condizioni di sicurezza nell'esercizio dell'attività di stoccaggio, si evidenziano i seguenti elementi propri dei giacimenti di idrocarburi depletati, che li differenziano in modo significativo da altre tipologie di serbatoi utilizzati per il medesimo scopo in alcuni paesi dell'UE (acquiferi, salt caverns, LNG):

- natura del serbatoio: gli spazi porosi sono rappresentati da vuoti “naturali” di piccolissime dimensioni (dai micron al millimetro), interconnessi fra loro e legati alla disposizione dei granuli che costituiscono i sedimenti (si veda Figura n. 2)
- regime di pressione: nei giacimenti, costituiti da corpi sedimentari a tessitura granulare, la pressione si distribuisce in modo conforme alle caratteristiche petrofisiche proprie dei sedimenti (porosità, permeabilità); l'attuale regime di pressione del giacimento riflette la condizione originaria, frutto ed eredità dell'evoluzione geologica del bacino, ed è il risultato di un equilibrio geodinamico e idraulico tra il peso dei sedimenti soprastanti e la pressione dei fluidi contenuti nei pori. L'attività di stoccaggio prevede un accurato controllo delle pressioni di giacimento in appositi pozzi dedicati (pozzi di monitoraggio). Tali operazioni sono finalizzate a verificare il corretto esercizio dell'attività attraverso una valutazione del bilancio volumetrico dei fluidi in giacimento al termine di ogni ciclo di stoccaggio
- roccia di copertura: i giacimenti, originariamente sede di accumuli naturali di idrocarburi, sono caratterizzati dalla presenza al di sopra del reservoir di una formazione di copertura impermeabile, prevalentemente di natura argillosa, che presenta solitamente spessori elevati ed è dotata di proprietà geomeccaniche che assicurano un comportamento di tipo elastico, inibendo l'innescò di fenomeni di microfratturazione e precludendo eventuali fughe di gas all'esterno del giacimento; studi geomeccanici e idraulici della roccia di copertura dimostrano che la tenuta del serbatoio con esercizio dello stoccaggio in regime di sovrappressione ( $P > P_i$ ) viene garantita con condizioni di sicurezza fino a valori almeno nell'ordine del 130–140% della pressione originaria
- attività dell'acquifero: i giacimenti sono caratterizzati dalla presenza di un acquifero che esercita una pressione di fondo e/o laterale, che contribuisce a mantenere un equilibrio nel volume dei fluidi presenti in giacimento e nel regime idrodinamico complessivo, costituendo una barriera dinamica naturale che limita la dimensione areale e volumetrica del giacimento; periodiche operazioni in appositi pozzi di monitoraggio prevedono la registrazione di log elettrici finalizzati alla verifica degli spostamenti della tavola d'acqua e delle modalità di movimentazione dei fluidi all'interno del giacimento.



## Il giacimento: come è costituito

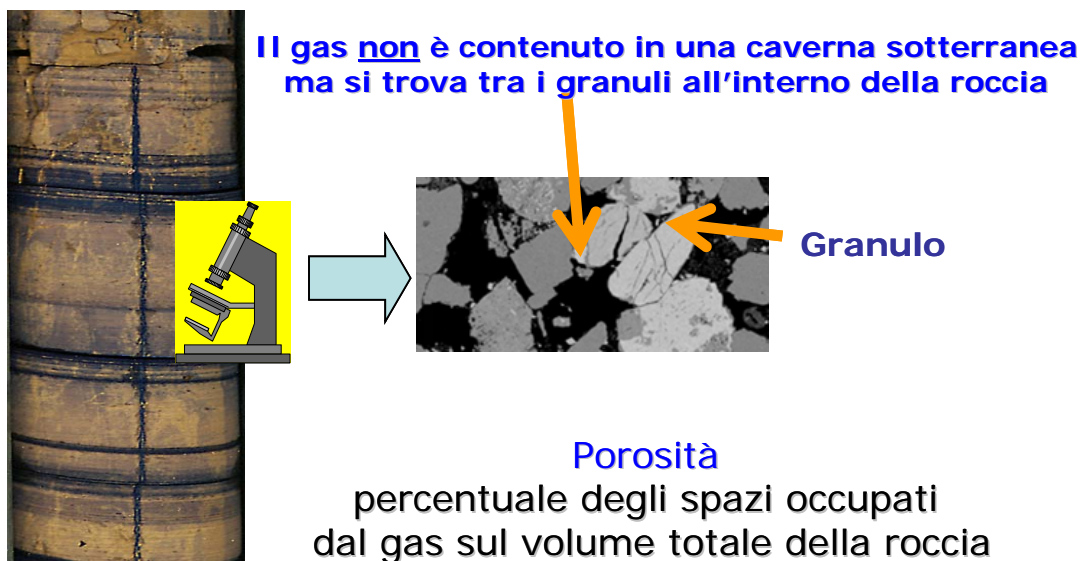


Figura 2

Per quanto riguarda in particolare i giacimenti attualmente gestiti da Stogit, originariamente scoperti e messi in produzione nel corso della seconda metà del '900, occorre inoltre far presente che essi sono conosciuti in modo molto approfondito sia dal punto di vista geologico che dinamico, essendo stati oggetto fin dalla loro scoperta di numerosi studi multidisciplinari, grazie dapprima alla notevole mole di informazioni acquisite durante la fase di coltivazione, e successivamente alle conoscenze relative all'attività di stoccaggio, che per alcuni di essi si protrae ininterrottamente da oltre 40 anni.



### 3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Il giacimento di Fiume Treste, ubicato al confine tra le province di Chieti e Campobasso, ricade nell'ambito del "Bacino Molisano", appartenente all'unità geologica 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, denominate Formazione Palino e Formazione Candela-Torrente Tona, a loro volta ricoperte dal cosiddetto Alloctono.

La Formazione Palino è composta da argille e marne bacinali del Pliocene inferiore e medio.

La Formazione Candela-Torrente Tona, che include i livelli sabbiosi interessati dall'attività di stoccaggio del gas naturale, 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 ed il Pliocene superiore.

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

Dal punto di vista geologico-strutturale l'area si presenta estremamente complessa ed articolata, per l'interazione di fattori deposizionali (chiusura dei livelli sabbiosi in direzione SW, presenza di zone di argillificazione) e tettonici (presenza di numerose faglie che comportano talora una parziale compartimentazione del giacimento in blocchi con differente comportamento dinamico). L'estensione dell'area originariamente mineralizzata è pari a circa 75 kmq. L'area attualmente adibita a stoccaggio è posta in corrispondenza di due distinte culminazioni strutturali, denominate "Cupello" e "La Coccetta".

I livelli utilizzati per l'attività di stoccaggio, denominati rispettivamente Pool B+C e Livello C2, sono posti a profondità medie di 1100-1200 m. Attualmente è inoltre in fase di realizzazione il progetto operativo per la conversione allo stoccaggio dei soprastanti livelli D, E e E0, dopo averne valutato in passato le potenzialità con un test di iniezione di lunga durata.

Le formazioni di copertura dei reservoir sono rappresentati da livelli argillosi con spessori di alcune decine di metri e che presentano una continuità laterale su tutto il giacimento, garantendo la separazione fisica ed idraulica tra i vari pool di stoccaggio.

L'area è coperta da un rilievo sismico 3D acquisito negli anni 1998-2000 e oggetto di reprocessing e reinterpretazione nell'ambito di recenti studi geologici. Il rilievo sismico 3D, grazie all'elevato potere di risoluzione, rappresenta infatti uno strumento di indagine particolarmente efficace per valutare correttamente gli aspetti geologici e strutturali, e migliorare di conseguenza il grado di conoscenza complessivo delle caratteristiche del giacimento.



Stogit S.p.A.

## Campo di Fiume Treste – “Relazione di inquadramento dei rischi connessi al giacimento di stoccaggio di gas naturale”

Gli studi più recenti hanno permesso di proporre un nuovo modello strutturale basato sulla presenza di faglie inverse sindeposizionali. Il principale lineamento è impostato in corrispondenza di un significativo elemento distensivo del substrato carbonatico. Questo lineamento è ritenuto responsabile della possibile compartimentazione del campo in corrispondenza del Livello C2. I fattori che contribuiscono alla compartimentazione sono riconducibili a:

- dinamica sindeposizionale che pone a contatto due differenti facies del Livello C2 (sabbioso verso SE, poco spesso e in parte argillificato a NW)
- presenza di un rigetto in grado di contribuire almeno localmente ad una parziale separazione idraulica tra i due culmini strutturali

Nel sottostante livello B+C si osserva per contro un buon grado di comunicazione, in quanto lo spessore più elevato dei livelli sabbiosi e i rigetti contenuti delle faglie che li attraversano assicurano una sostanziale continuità dinamica tra le due principali culminazioni strutturali del giacimento (“Cupello” e “La Coccetta”).

La mappa del top del giacimento è riportata nella figura seguente.





#### 4. CARATTERISTICHE DEL GIACIMENTO

I livelli sabbiosi mineralizzati e attualmente adibiti all'attività di stoccaggio sono compresi nella successione terrigena pliocenica appartenente alla Formazione Candela-Torrente Tona. La loro storia produttiva in fase di produzione primaria si è protratta dal 1963 al 1982.

Il Livello B è costituito da una bancata sabbiosa caratterizzata da rapide variazioni laterali di spessore legate alla localizzazione delle sorgenti degli apporti lungo il margine interno del bacino. Il meccanismo deposizionale è legato a flussi torbiditici sabbiosi ad alta concentrazione. Lo spessore del livello raggiunge valori massimi di circa 70 m. Si evidenziano locali variazioni di facies con parziale argillificazione. Il top del livello B è marcato dalla presenza di un orizzonte argilloso piuttosto continuo, utilizzabile come marker di correlazione stratigrafica.

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, è in contatto erosivo con il sottostante Livello B.

Il GWC originario di questi livelli, determinato sulla base dei dati rilevati nei pozzi verticali perforati prima della messa in produzione del giacimento, era posizionato a m 1120 ssl.. La pressione statica iniziale (SBHP) era pari a 134,2 kg/cm<sup>2</sup> ass.

Il Livello C2 è costituito da una bancata sabbiosa con geometria deposizionale di tipo pinch-out (progressiva chiusura stratigrafica). 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. Nell'area meridionale l'analisi sedimentologica evidenzia una distribuzione di facies irregolare, probabilmente connessa ad una fase di attività tettonica distensiva a carattere locale. Il meccanismo deposizionale è legato a flussi torbiditici sabbiosi; sono presenti inoltre zone a deposizione prevalentemente argillosa.

Nel Livello C2 la mineralizzazione primaria a gas metano è stata individuata alla profondità di 1067 m da l.m (datum), con una pressione statica iniziale (SBHP) di 131,5 kg/cm<sup>2</sup> ass. Il livello, che risulta separato idraulicamente dai sottostanti B e C, è mineralizzato in una fascia diretta NW-SE, con un GWC originario a -1127 m. Il meccanismo di produzione è associato a spinta dell'acquifero.

Nei livelli sabbiosi utilizzati per lo stoccaggio la porosità media varia dal 19% al 29%, mentre la permeabilità varia tra 100 e 500 mD.

La fase di produzione primaria comportò lo sfruttamento ed il graduale esaurimento delle riserve originarie di idrocarburi. A seguito di ciò il giacimento di Fiume Treste è stato poi interessato da operazioni volte alla conversione a campo di stoccaggio del gas naturale.



Le attività di stoccaggio, che interessano due distinti livelli sabbiosi (B+C e C2), sono iniziate nel 1982, a seguito della cessata produzione primaria; fasi di potenziamento furono realizzate in anni successivi fino al 1992, con la perforazione di nuovi pozzi organizzati in una serie di cluster. In tempi recenti Stogit ha intrapreso numerosi progetti di potenziamento e sviluppo, attraverso la realizzazione di pozzi di infilling relativi sia al Pool B+C che al Livello C2; è stata inoltre avviata l'attività operativa per la conversione allo stoccaggio del soprastante Pool DEE0. Oltre ai pozzi utilizzati per lo stoccaggio, nella concessione sono presenti numerosi pozzi di monitoraggio, preposti al monitoraggio del giacimento.

Attualmente sono attivi 28 pozzi asserviti all'esercizio dello stoccaggio e 10 pozzi di monitoraggio nel Pool B+C, mentre per quanto riguarda il Livello C2 sono attivi 26 pozzi di stoccaggio e 14 di monitoraggio; tutti gli altri pozzi perforati nella fase di produzione primaria sono stati chiusi minerariamente.

## **5. POTENZIALI FATTORI DI RISCHIO E ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO E PREVENZIONE**

Le caratteristiche geologico - strutturali proprie dei giacimenti di stoccaggio gestiti da Stogit, precedentemente descritte, nonché l'accurato piano di monitoraggio messo in atto per il loro controllo durante l'esercizio, inducono a ritenere che tale attività non risulti soggetta al rischio di incidenti rilevanti.

Al fine di ottemperare alle disposizioni contenute nella Circolare interministeriale MSE-MATTM-MI “Seveso-ter per stoccaggi”, vengono qui illustrati i potenziali fattori di rischio individuati nell'esercizio allo stoccaggio (in programma) del giacimento di Fiume Treste, con alcune considerazioni relative alla valutazione qualitativa del pericolo effettivo e alle misure di controllo e prevenzione messe in atto per il monitoraggio del rischio stesso.

### **5.1 FUGHE DI GAS VERSO LA SUPERFICIE**

In un giacimento di stoccaggio un fattore potenzialmente in grado di generare fenomeni di cedimento e di microfratturazione nella roccia di copertura è l'effetto meccanico prodotto da elevati differenziali nei valori delle pressioni di esercizio nel corso dei cicli stagionali di iniezione/erogazione del gas. A tal proposito occorre innanzitutto far presente che le formazioni argillose di copertura dei livelli adibiti allo stoccaggio nel giacimento di Fiume Treste mostrano un comportamento reologico di tipo elastico, come documentano numerose analisi di laboratorio condotte su campioni di carote di fondo prelevate nei pozzi. Grazie a queste proprietà, evidenziate in modo particolare in studi di caratterizzazione e di modellizzazione geomeccanica, la roccia di copertura è in grado di assorbire le sollecitazioni prodotte dagli effetti del gas-cycling e di inibire l'insorgere di microfratturazioni e la conseguente creazione di potenziali vie di fuga del gas verso l'esterno del giacimento. Si ricorda anche che la formazione citata presenta un elevato spessore e una continuità laterale estesa a tutta l'area del giacimento.

Fenomeni analoghi a quelli descritti possono essere teoricamente generati dall'esercizio dell'attività di stoccaggio in regime di sovrappressione ( $P > P_i$ ). Anche in questo caso gli studi condotti in giacimenti Stogit affini per contesto geologico a quello in esame hanno tuttavia



dimostrato, attraverso simulazioni numeriche su modelli geomeccanici, che eventuali fenomeni di leakage nella formazione di copertura risulterebbero del tutto trascurabili, interessando solo una porzione molto limitata di roccia sopra il reservoir (<10 m), anche con pressioni di esercizio superiori del 30% a quella originaria di scoperta del giacimento.

Un potenziale fattore di rischio per il gas proveniente dal giacimento è la migrazione verso livelli più superficiali a causa di anomalie della cementazione dei pozzi che viene effettuata nello spazio racchiuso tra il casing e la formazione rocciosa adiacente. Tali anomalie possono essere rilevate, e di conseguenza gestite e annullate, attraverso un piano di monitoraggio delle pressioni nelle intercapedini dei pozzi.

L'attività di stoccaggio prevede un accurato controllo periodico di legge delle pressioni di giacimento in appositi pozzi chiave, al termine sia della fase di erogazione che di iniezione. Tramite i valori di pressione registrati è possibile verificare il corretto esercizio in sicurezza dell'attività di stoccaggio, attraverso una valutazione del bilancio volumetrico del gas movimentato.

## **5.2 SISMICITA' NATURALE**

L'eventualità legata all'occorrenza di eventi sismici rappresenta un potenziale fattore di rischio, la cui entità è da mettere strettamente in relazione al livello di sismicità naturale della zona interessata dal giacimento. A seguito di specifici provvedimenti legislativi (ordinanza P.C.M. n. 3274 del 20 marzo 2003) il territorio nazionale è stato classificato in quattro categorie a differente rischio sismico, calcolato sia in base alla frequenza degli eventi che alla loro intensità. La zonazione, effettuata su base comunale e in fase di continuo aggiornamento, prevede il seguente schema di classificazione:

- Zona 1: sismicità alta
- Zona 2: sismicità media
- Zona 3: sismicità bassa
- Zona 4: sismicità molto bassa

L'area di occupazione degli impianti di superficie del campo di stoccaggio di Fiume Treste riguarda i territori comunali di Cupello, S. Salvo, Furci, Lentella e Montenero di Bisaccia, classificati nella Zona 3.

Gli eventi sismici rilevati in quest'area presentano solitamente ipocentri a profondità elevata (> 20 km), ben superiore a quella di interesse per il giacimento, che risulta inoltre “isolato” geodinamicamente da consistenti formazioni argillose presenti sia superiormente che alla base dello stesso e che contribuiscono, grazie alle loro proprietà elastiche, ad assorbire la propagazione in sottosuolo delle onde acustiche.



Stogit S.p.A.

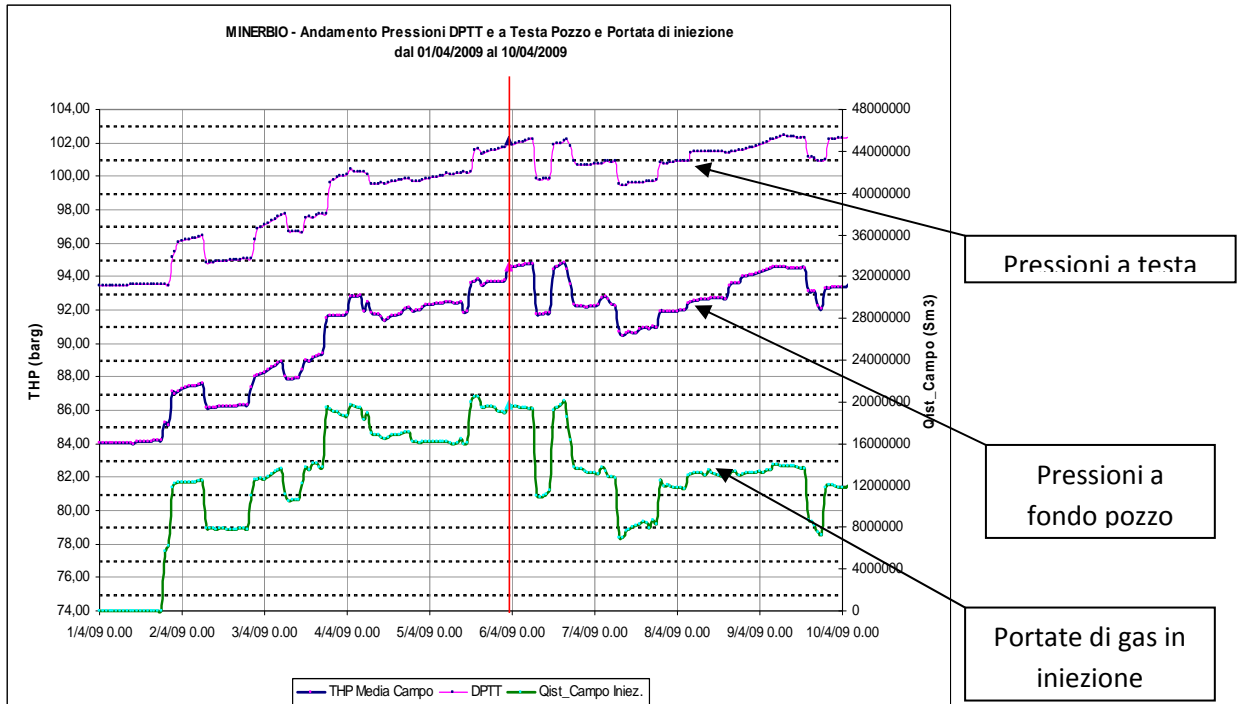
## Campo di Fiume Treste – “Relazione di inquadramento dei rischi connessi al giacimento di stoccaggio di gas naturale”

Il monitoraggio in continuo dei valori di pressione del giacimento in pozzi opportunamente selezionati, con misurazioni effettuate sia a testa-pozzo che al fondo, rappresenta un ulteriore strumento di controllo per valutare eventuali anomalie nel regime idraulico complessivo del giacimento stesso. Si riporta a titolo di esempio (Figura n. 3) il grafico relativo ad un'analisi eseguita nel giacimento di stoccaggio di Minerbio (BO), a seguito di un sisma rilevato nella primavera del 2009 con epicentro nella zona di Forlì. Le curve dell'andamento delle pressioni di giacimento correlate con le portate in iniezione del gas in giacimento (campagna di ricostituzione del gas in giacimento) non evidenziano alcuna anomalia (caduta repentina di pressione), a conferma della tenuta del sistema giacimento e roccia di copertura.



Stogit S.p.A.

# Campo di Fiume Treste – “Relazione di inquadramento dei rischi connessi al giacimento di stoccaggio di gas naturale”



## Magnitudo(MI) 4.6 - EMILIA-ROMAGNA - FORLÌ-CESENA 05/04/2009 22:20:53 (italiana) 05/04/2009 20:20:53 (UTC)



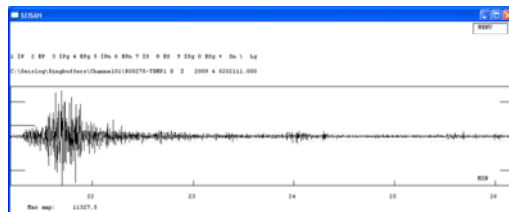
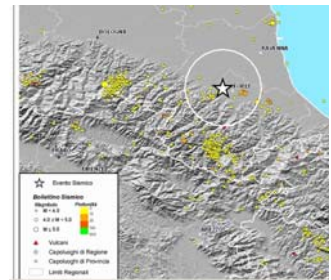
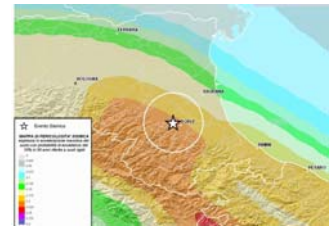
Hai sentito il terremoto? Clicca qui.

### Comunicato

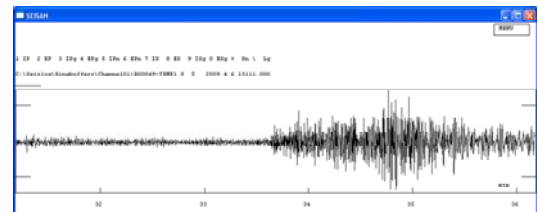
Un terremoto di magnitudo(MI) 4.6 è avvenuto alle ore 22.20.53 italiane del giorno 05/Apr/2009 (20.20.53 05/Apr/2009 - UTC). Il terremoto è stato localizzato dalla Rete Sismica Nazionale dell'INGV nel distretto sismico Zona\_Forli. I valori delle coordinate ipocentrali e della magnitudo rappresentano la migliore stima con i dati a disposizione. Eventuali nuovi dati o analisi potrebbero far variare le stime attuali della localizzazione e della magnitudo.

### Dati evento

Event-ID 2206493790  
 Magnitudo(MI) 4.6  
 Data-Ora 05/04/2009 alle 22:20:53 (italiane)  
 05/04/2009 alle 20:20:53 (UTC)  
 Coordinate 44.236°N, 11.999°E  
 Profondità 28.2 km  
 Distretto sismico Zona\_Forli



Modulo M1 componente Z del 5 aprile 2009 alle 20:21:11 (UTC)



Modulo M1 componente Z del 6 aprile 2009 alle 01:31:11 (UTC)

Figura 3



Il piano di monitoraggio comprende inoltre un accurato controllo dei movimenti del suolo e dei fenomeni di deformazione dei terreni superficiali, attuato attraverso l'interpretazione di immagini radar satellitari, in grado di rilevare misure altimetriche con precisione di ordine millimetrico.

Per quanto riguarda infine le misure di sicurezza dei pozzi, le attrezzature adottate sono rappresentate da un'apposita strumentazione, che consiste in un sistema di valvole di tenuta, sia in superficie che a fondo pozzo, preposto a prevenire il rischio di eventuali incidenti dovuti ad anomalie di pressione.

### **5.3. PRESENZA DI “SOSTANZE PERICOLOSE” IN GIACIMENTO**

Il gas naturale è incluso nella Parte I dell'Allegato I del D. Lgs. 334/99 e s.m.i. sul controllo dei pericoli di incidenti rilevanti.

Per una valutazione del potenziale rischio legato alla presenza in giacimento del gas sono state definite le opportune modalità di computo dei volumi interessati. In riferimento a quanto previsto dal D. Lgs. 334/99 e alla sua applicazione ai giacimenti di stoccaggio, si è valutato di considerare i seguenti volumi di gas:

- Working gas: è il massimo volume erogabile per ogni ciclo di stoccaggio alla massima pressione di esercizio dal giacimento, in modo stabile nel tempo
- Cushion gas: è il volume necessario immobilizzato nel giacimento per contenere la pressione dell'acquifero e fornire energia per la movimentazione del working gas; il cushion si distingue in:
  - a) volume di gas rimanente in giacimento al termine della produzione primaria (escluso dal computo ai fini di questa valutazione)
  - b) volume di gas immesso in giacimento per consentire di raggiungere la quantità necessaria finale per l'esercizio allo stoccaggio.

Sia il Working gas che il Cushion gas totale vengono definiti tramite appositi studi con simulazioni matematiche volumetriche 3D.

In figura 1 del presente documento è evidenziata graficamente la configurazione del cushion e del working gas.

Il rischio di formazione di miscela esplosiva in giacimento è da escludersi a priori poiché, per le condizioni proprie dei giacimenti minerari di sottosuolo, non si riscontra presenza di ossigeno allo stato libero, precludendo in tal modo la formazione di miscele esplosive legate alla combinazione di CH<sub>4</sub> e O<sub>2</sub>.

Nel giacimento di Fiume Treste sono stati computati i seguenti quantitativi di gas:

- |   |           |
|---|-----------|
| - Working gas alla massima pressione di esercizio prevista (B+C): | 2059 MSmc |
| - Cushion gas immesso in giacimento (B+C):                        | 306 MSmc  |
| - Working gas alla massima pressione di esercizio prevista (C2):  | 1470 MSmc |
| - Cushion gas immesso in giacimento (C2):                         | 235 MSmc  |