



Stogit

CONCESSIONE
RIPALTA STOCCAGGIO

0

CONCESSIONE RIPALTA STOCCAGGIO

Relazione tecnica relativa alla sperimentazione in sovrapressione e risultati del monitoraggio

Cicli di stoccaggio 2009-2010 e 2010-2011

Data di emissione: Marzo 2011

		E. Cairo		
		R. Cicilloni		D. Marzorati
	AGGIORNAMENTI	PREPARATO DA		IL RESPONSABILE



Stogit

**CONCESSIONE
RIPALTA STOCCAGGIO**

0

SOMMARIO

1 – PREMESSA

2 – RISULTATI

Monitoraggio del giacimento

Monitoraggio dei movimenti del suolo

3 - CONCLUSIONI



Stogit

**CONCESSIONE
RIPALTA STOCCAGGIO**

0

1 - PREMESSA

Questa nota illustra i risultati del piano di monitoraggio eseguito nel campo di Ripalta in relazione all'esercizio sperimentale in regime di sovrappressione condotto durante i cicli di iniezione 2009/2010 e 2010/2011, a seguito delle rispettive autorizzazioni rilasciate dal Ministero dello Sviluppo Economico (14 luglio 2009 prot. n°0082166 e 22 marzo 2010 prot. n° 0002652) ad effettuare prove di iniezione fino ad una pressione massima del 110%.

In particolare la relazione è stata predisposta in riferimento alle prescrizioni contenute nelle citate comunicazioni, consistenti in:

- rilevazione in continuo dei movimenti del suolo attraverso l'interpretazione di immagini satellitari
- esercizio delle flow-lines a pressioni comunque inferiori a 178,6 barsa, corrispondenti a 199,3 barsa in giacimento (110% della pressione statica originaria)

Le analisi dei dati rilevati nei due cicli indicano che le operazioni di stoccaggio non hanno comportato criticità nella gestione del campo di Ripalta e che tali operazioni si sono svolte nel rispetto delle prescrizioni indicate da MSE.

A seguito di questa verifica di campo, Stogit richiede, con apposita istanza ai sensi del D.M. 4 febbraio 2011, l'autorizzazione all'ampliamento della capacità di stoccaggio del giacimento di Ripalta, realizzata mediante incremento della pressione di esercizio fino a valori massimi pari al 110% della pressione statica di fondo originaria pari a 199,3 barsa, cui corrispondono valori massimi di pressione dinamica nelle flow-lines di superficie prossimi ma comunque inferiori al valore limite prescritto di 178,6 barsa.



Stogit

CONCESSIONE RIPALTA STOCCAGGIO

0

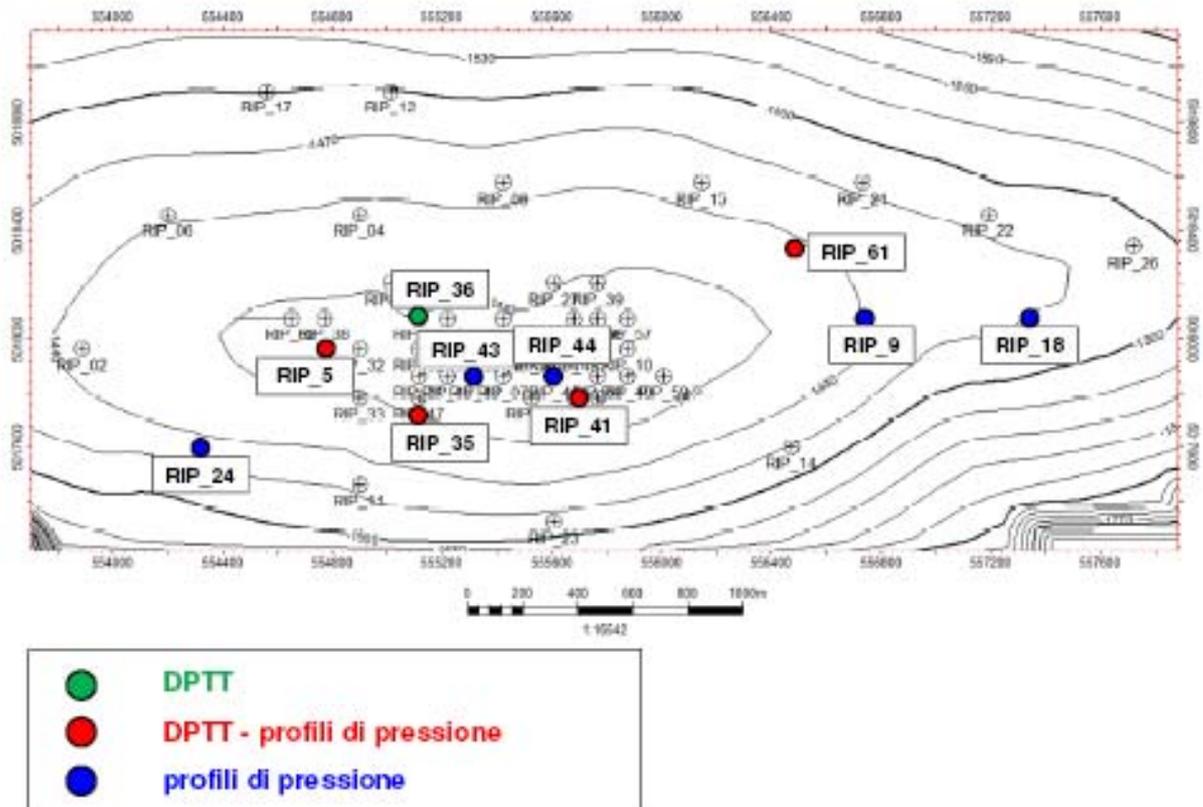
2 - RISULTATI

Nel corso dei due cicli sperimentali 2009/2010 e 2010/2011, in condizioni di pressione uguale e superiore alla pressione originaria di scoperta pari a 181,22 barsa il monitoraggio della pressione è stato effettuato mediante:

- acquisizione in continuo di dati di pressione di testa e fondo pozzo in corrispondenza dei pozzi Ripalta 5, 35, 36, 41 e 61 Or e delle pressioni nelle flow-line
- campagne di acquisizione di profili statici di pressione e temperatura in corrispondenza dei pozzi citati e dei pozzi Ripalta 18, 24 e 43

In corrispondenza del pozzo Ripalta 6 dir A, dedicato alla reiniezione dei fluidi derivanti dal processo di disidratazione del gas di stoccaggio, sono stati inoltre acquisiti profili RST al fine di monitorare i movimenti dei fluidi in giacimento ed eventuali spostamenti della tavola d'acqua.

Nella figura sottostante è riportata la mappa strutturale del top del giacimento con evidenza dell'ubicazione dei pozzi utilizzati per il monitoraggio.





Stogit

CONCESSIONE RIPALTA STOCCAGGIO

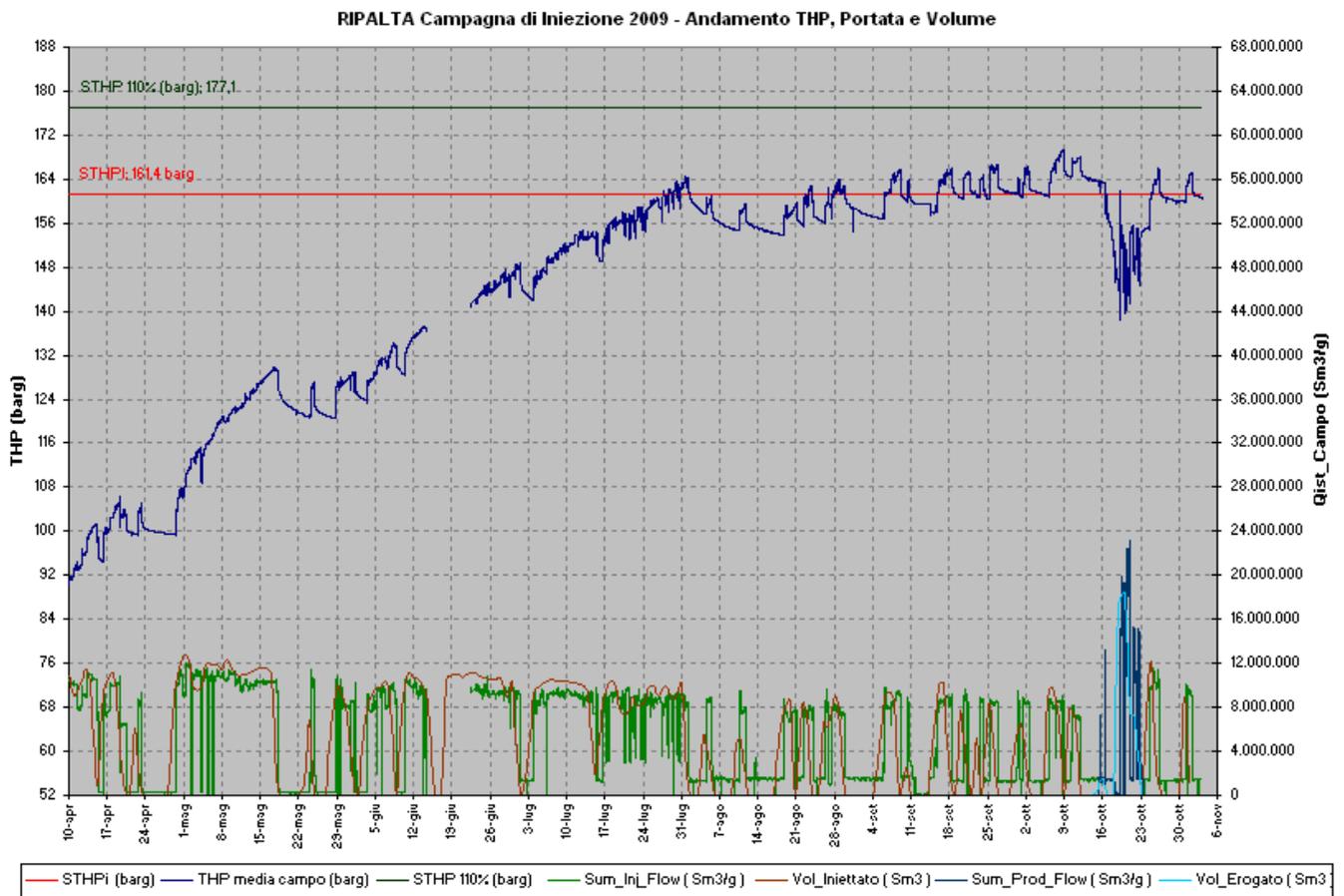
0

Monitoraggio del giacimento - Ciclo di stoccaggio 2009/2010

La fase di iniezione del ciclo di stoccaggio 2009/2010, iniziata in aprile e terminata a fine ottobre 2009, ha portato in giacimento un volume di 1076,3 MSmc. A fine campagna di iniezione, nella zona di culmine del giacimento, è stata raggiunta una pressione statica media pari a circa il 101% della pressione originaria.

Analisi delle pressioni a testa pozzo

La pressione media in giacimento in relazione all'andamento della portata in iniezione non ha mai superato il vincolo di legge imposto da MSE; il valore massimo raggiunto è stato di 169,4 barg il giorno 8 ottobre. Di seguito viene raffigurato l'andamento giornaliero della pressione per tutta la campagna di iniezione.





Stogit

CONCESSIONE
RIPALTA STOCCAGGIO

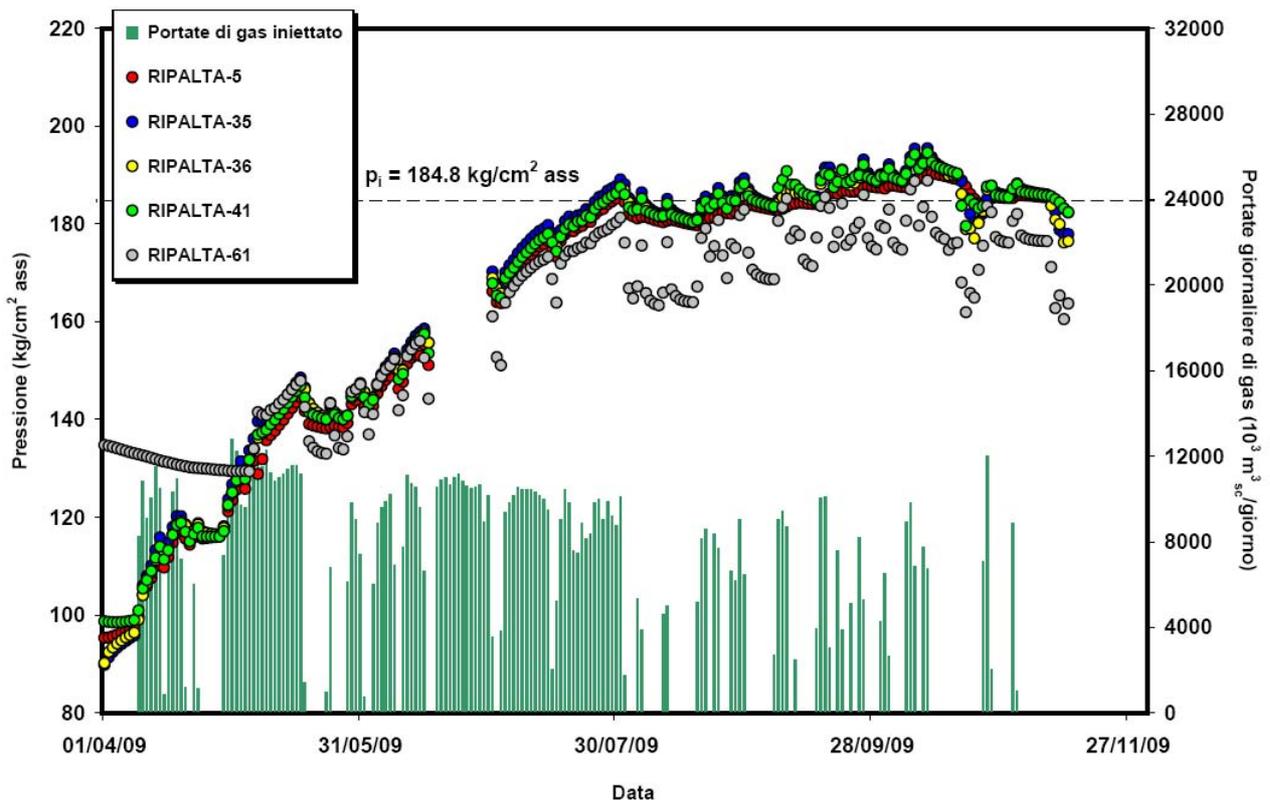
0

La pressione massima nelle flow-lines misurata al collettore di uscita risulta pari a 175,28 barsa.

Analisi delle registrazioni DPTT acquisite con sensore permanente a fondo pozzo

Il monitoraggio in continuo della pressione di giacimento è stato eseguito nei pozzi Ripalta 5, 35, 36, 41 e 61 Or.

La figura sottostante illustra per ciascun pozzo l'andamento della portata di iniezione a livello di campo e le corrispondenti pressioni di giacimento misurate nel periodo considerato, protrattosi dal 1.4 al 13.11.2009.



I valori di pressione registrati ai pozzi 5, 35, 36 e 41, completati sia nel Livello A1 che nel Livello A2, possono essere considerati rappresentativi dell'andamento medio della pressione di campo nella zona di culmine. I valori di pressione registrati al pozzo orizzontale 61 Or si discostano dall'andamento medio della zona principale del giacimento, in quanto il pozzo si trova in posizione marginale, decentrata rispetto all'area di culmine ed è inoltre completato nel solo livello A1.

 Stogit	CONCESSIONE RIPALTA STOCCAGGIO			
		0		

Analisi dei profili statici di pressione

Nel corso della fase di iniezione sono state eseguite tre campagne di registrazione di profili statici di pressione e temperatura, che hanno interessato i pozzi Ripalta 5, 18, 24, 35, 36, 41, 43 e 61 Or. Le operazioni sono state eseguite con la seguente cadenza:

- all'inizio della fase di ricostituzione (7-9 aprile 2009)
- in corrispondenza di valori della pressione di giacimento nell'area di culmine pari a circa 181.03 barsa, prossima alla pressione originaria (2-4 settembre 2009)
- in corrispondenza di valori della pressione di giacimento nell'area di culmine pari a circa 182,79 barsa, equivalente a circa 101% Pi (4-6 novembre 2009)

Si evidenzia che il valore massimo di pressione raggiunto in condizioni dinamiche in giacimento è stato di 191,8 barsa, misurato al pozzo 35 in data 12.10.2009 mentre al pozzo Ripalta 5 la pressione dinamica massima registrata è stata di 187,0 barsa pari al 103 % della Pi. Dal 15 al 22 ottobre il campo di Ripalta ha erogato un volume di gas pari a 52,2 MSmc; in assenza di questa produzione la pressione statica avrebbe verosimilmente raggiunto valori più elevati.

L'analisi dei dati mostra che le pressioni risultano piuttosto uniformi nell'area di culmine del giacimento, mentre i profili statici registrati nei pozzi in posizione marginale (18, 24, 61 Or) presentano un andamento della pressione media inferiore a quella della zona di culmine, fenomeno imputabile alla variazione laterale delle caratteristiche petrofisiche dei livelli.

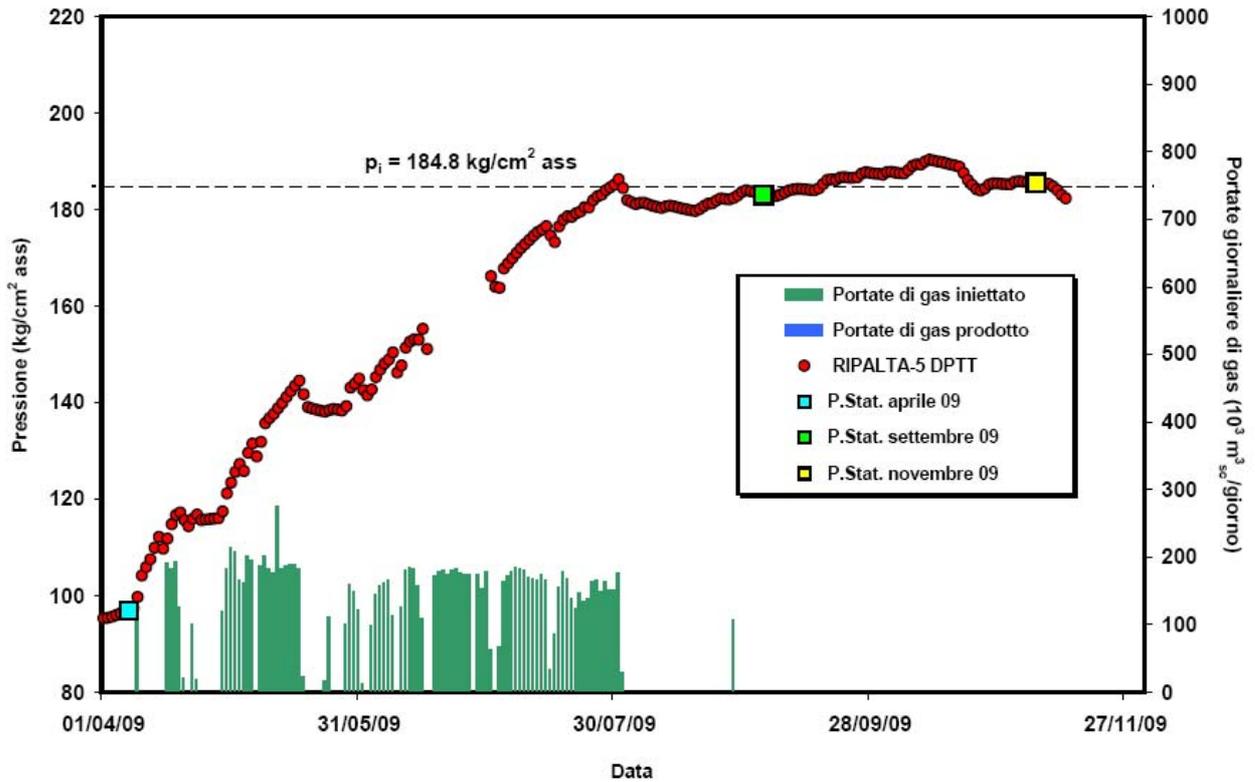
La figura sottostante riporta a titolo esemplificativo il confronto tra le misure di pressione rilevate dai profili statici, riportate al *datum*, e le registrazioni DPTT per il pozzo Ripalta 5. Il grafico riporta inoltre le portate di gas iniettato ed erogato dal pozzo, ed evidenzia che il valore massimo di pressione pseudostatica raggiunta è risultato pari a 187,0 barsa, che corrisponde al 103 % della Pi. Si evidenzia che le registrazioni DPTT e i corrispondenti profili statici risultano in perfetto accordo.



Stogit

CONCESSIONE RIPALTA STOCCAGGIO

0



Monitoraggio del giacimento - Ciclo di stoccaggio 2010/2011

La fase di iniezione del ciclo di stoccaggio 2010/2011, iniziata il 18 marzo e terminata il 27 ottobre 2010, ha portato al raggiungimento della pressione originaria ($P=P_i$) nell'area di culmine all'inizio di settembre, a seguito dell'iniezione di 1074,33 MSmc. A fine campagna di iniezione, nella zona di culmine del giacimento, è stata raggiunta una pressione statica media pari a circa il 110% della pressione originaria. Nel ciclo 2010/2011 sono stati esclusi i pozzi Ripalta 27 e 61 Or, in attesa di autorizzazione UNMIG, a favore del pozzo 62 Or.

Analisi delle pressioni a testa pozzo

La pressione media in giacimento in relazione all'andamento della portata in iniezione non ha mai superato il vincolo di legge imposto da MSE; il valore massimo raggiunto è stato di 176,34 barg il giorno 17 ottobre 2010. Di seguito viene raffigurato l'andamento giornaliero della pressione per tutta la campagna di iniezione.

Il valore massimo misurato al collettore in uscita è stato di 178,2 barsa il giorno 17 ottobre 2010, inferiore al limite di 178,6 barsa prescritto da MSE.

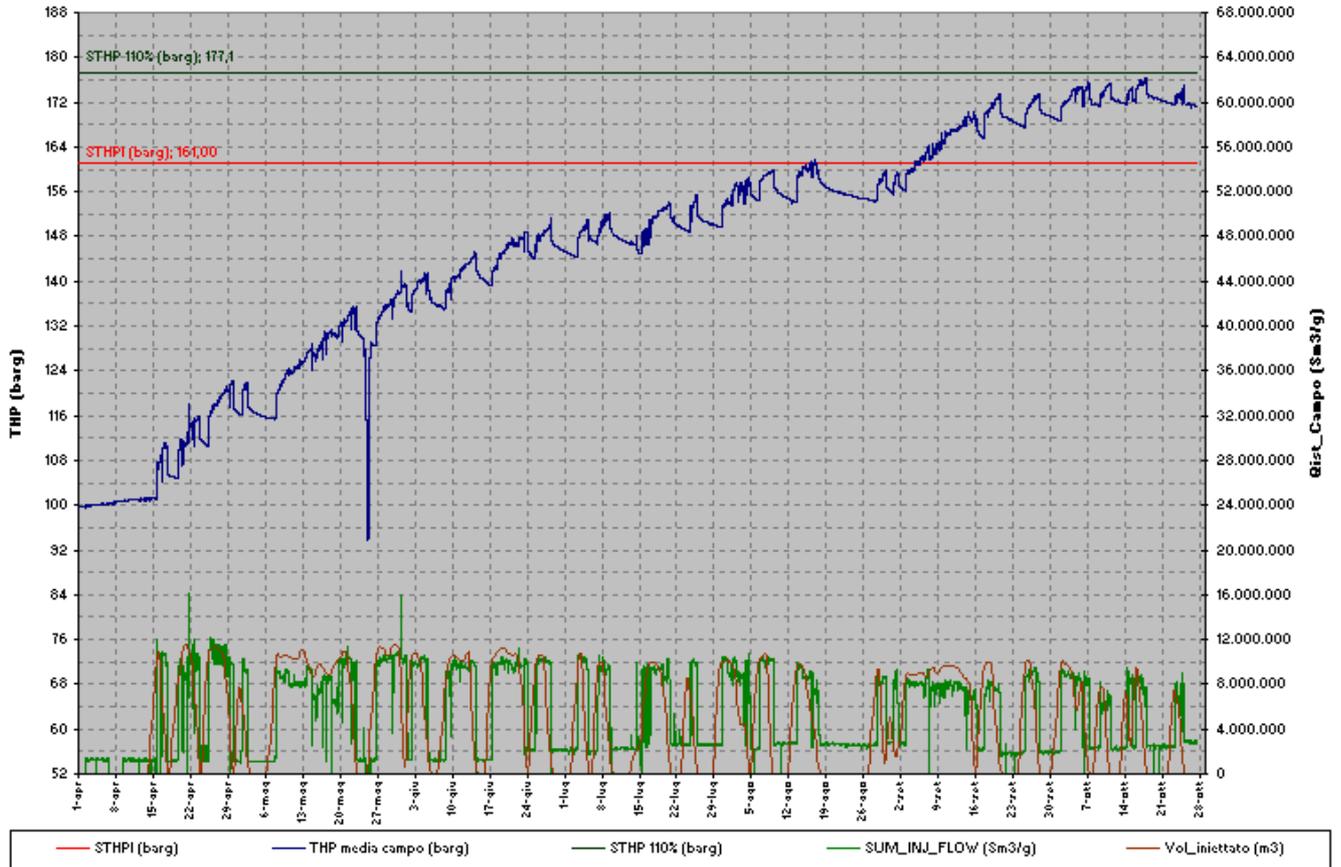


Stogit

CONCESSIONE
RIPALTA STOCCAGGIO

0

RIPALTA Campagna di Iniezione 2010 - Andamento THP, Portata e Volume



Analisi delle registrazioni DPTT acquisite con sensore permanente a fondo pozzo

Il monitoraggio in continuo della pressione di giacimento è stato eseguito nei pozzi Ripalta 5, 35, 36, 41 e 61 Or.

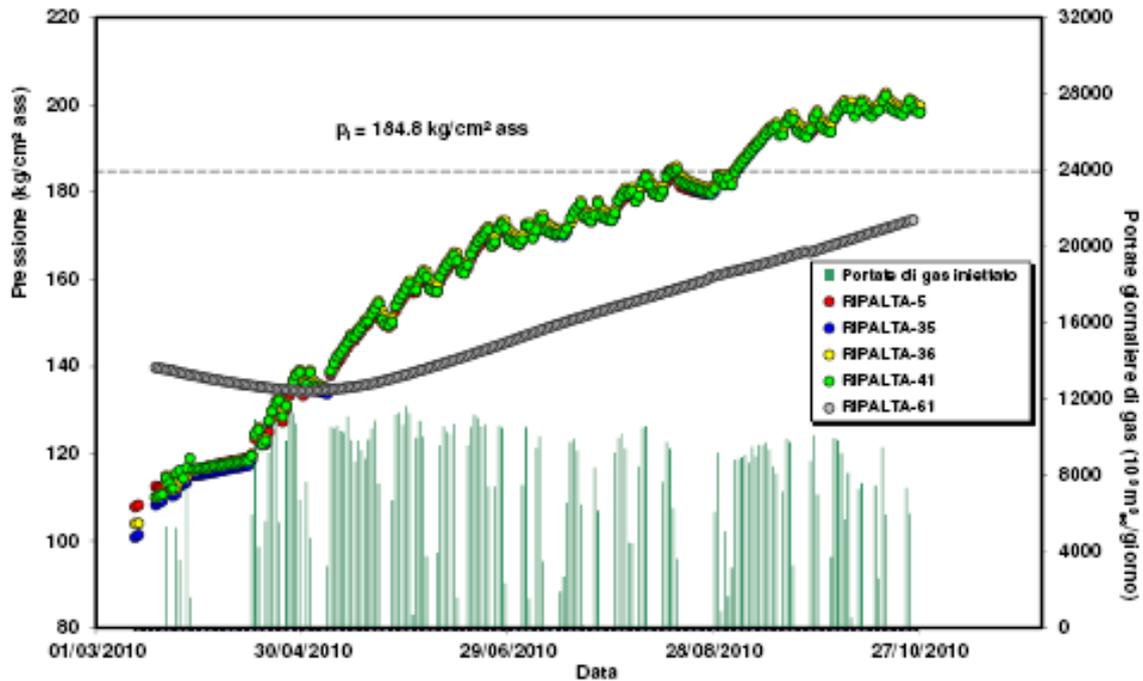
La figura sottostante illustra per ciascun pozzo l'andamento della portata di iniezione a livello di campo e le corrispondenti pressioni di giacimento misurate nel periodo marzo-ottobre 2010.



Stogit

CONCESSIONE RIPALTA STOCCAGGIO

0



I valori di pressione acquisiti nei pozzi 5, 35, 36 e 41 possono essere considerati rappresentativi dell'andamento medio della pressione di campo nella zona di culmine. I valori registrati al pozzo 61 Or si discostano dall'andamento medio della zona principale del giacimento in quanto il pozzo, oltre ad essere stato escluso dalla campagna di iniezione 2010, si trova in posizione marginale rispetto all'area di culmine ed è inoltre completato nel solo livello A1 con comunicazione idraulica limitata con il livello A2 sottostante.

Analisi dei profili statici di pressione

Nel corso della fase di iniezione sono state eseguite quattro campagne di registrazione di profili statici di pressione e temperatura, che hanno interessato i pozzi Ripalta 5, 18, 24, 35, 36, 41, 43 e 61 Or. Le operazioni sono state eseguite con la seguente cadenza:

- all'inizio della fase di iniezione (fine marzo 2010)
- in corrispondenza di valori della pressione di giacimento nell'area prossima alla pressione originaria (fine agosto 2010)
- in corrispondenza di valori della pressione di giacimento equivalente a circa il 105% P_i (fine settembre 2010)
- al termine della fase di iniezione, in corrispondenza di valori della pressione di giacimento equivalente a circa il 110% P_i (fine ottobre 2010)



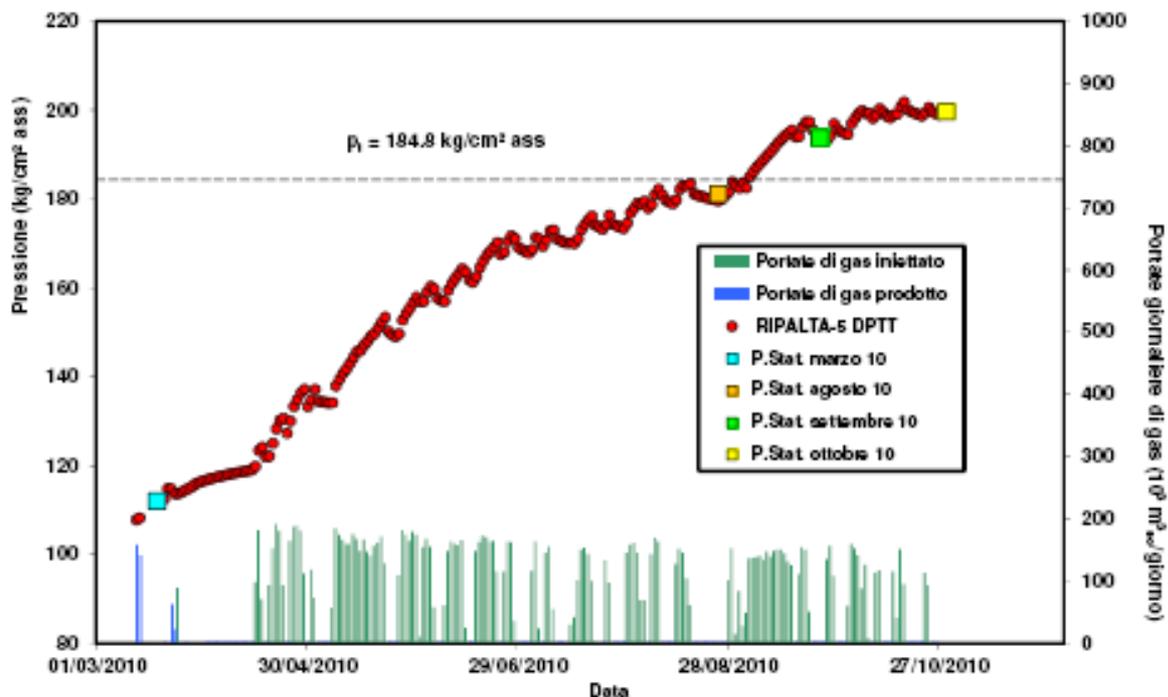
Stogit

CONCESSIONE
RIPALTA STOCCAGGIO

0

L'analisi dei dati mostra che le pressioni risultano piuttosto uniformi e leggermente più alte nei pozzi dell'area di culmine del giacimento, dove sono interessati entrambi i livelli A1 e A2, mentre i profili statici registrati nei pozzi in posizione marginale (9, 18, 24, 61 Or) aperti nel livello A1, presentano un andamento della pressione media inferiore, fenomeno imputabile alla variazione verticale e laterale delle caratteristiche petrolifisiche dei livelli coinvolti.

La figura sottostante riporta a titolo esemplificativo il confronto tra le misure di pressione rilevate dai profili statici, riportate al *datum*, e le registrazioni DPTT per il pozzo Ripalta 5. Il grafico riporta inoltre le portate di gas iniettato ed erogato dal pozzo. Si evidenzia che le registrazioni DPTT e i corrispondenti profili statici risultano in perfetto accordo.



Monitoraggio della saturazione in gas in prossimità del limite nord-occidentale del campo

Al fine di verificare le variazioni della saturazione in gas in corrispondenza del pozzo Ripalta 6 dir A, collocato nel settore marginale nord-occidentale del giacimento, autorizzato per la re-iniezione dei fluidi derivanti dalla separazione dei liquidi di strato e dal processo di disidratazione del gas stoccato, sono stati acquisiti, durante entrambi i cicli sperimentali di iniezione, due log RST, rispettivamente a $P=P_i$ e in corrispondenza del massimo invasivo.



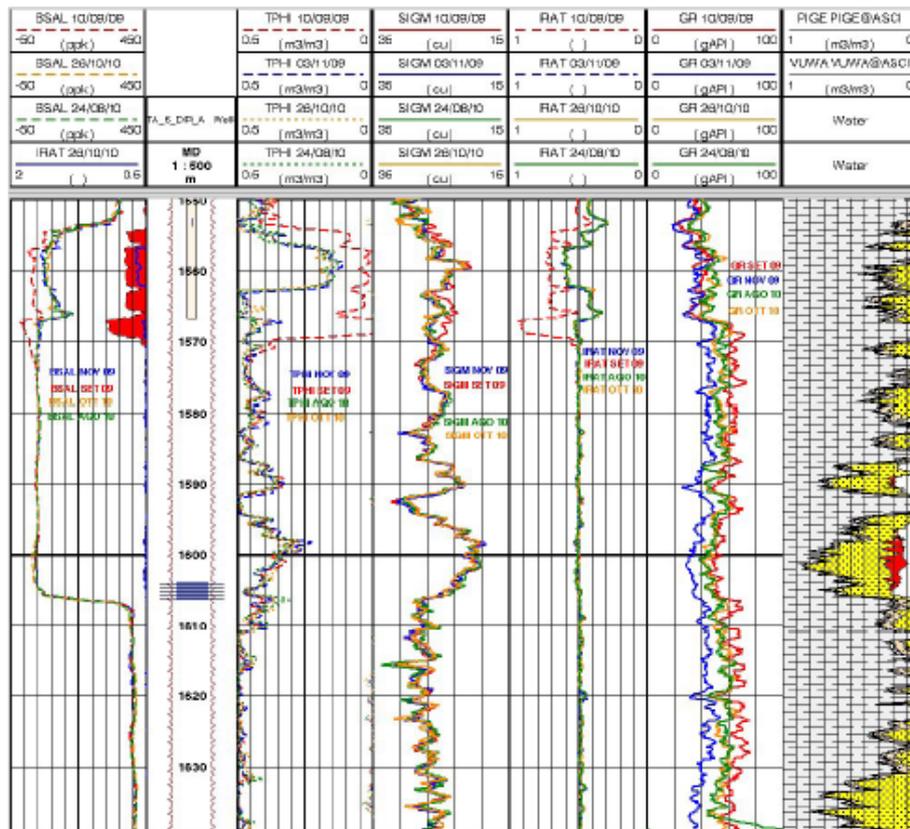
Stogit

CONCESSIONE RIPALTA STOCCAGGIO

0

L'interpretazione eseguita è stata unicamente di tipo qualitativo, poiché in presenza di acqua con valori di salinità molto bassa (1000 e 6000 ppm), i dati di Sigma non forniscono valori attendibili di saturazione.

Il confronto fra le due curve Sigma registrate nel ciclo 2009/2010 mostra una notevole analogia reciproca, mentre quelle del ciclo 2010/2011 evidenziano variazioni minime, indicative di un panorama in termini di giacitura di fluidi alle spalle del casing praticamente immutato. Dal confronto completo tra le curve Sigma acquisite nei due cicli, riportato nella figura seguente, appare una sostanziale stabilità delle condizioni di saturazione nel pozzo Ripalta 6 dir A.



Monitoraggio dei movimenti del suolo

L'analisi interferometrica dei dati Radarsat attraverso la tecnica dei Permanent Scatterers sul campo di Ripalta per il periodo ottobre 2003 – ottobre 2010 evidenzia una velocità verticale media all'interno del giacimento coerente con quanto registrato dal CGPS di Crema. Le serie storiche dei punti selezionati all'interno del giacimento presentano un'elevata periodicità, con punti di massimo e minimo correlabili temporalmente con i picchi della curva di stoccaggio tipico di un comportamento elastico dell'intero sistema giacimento e copertura,

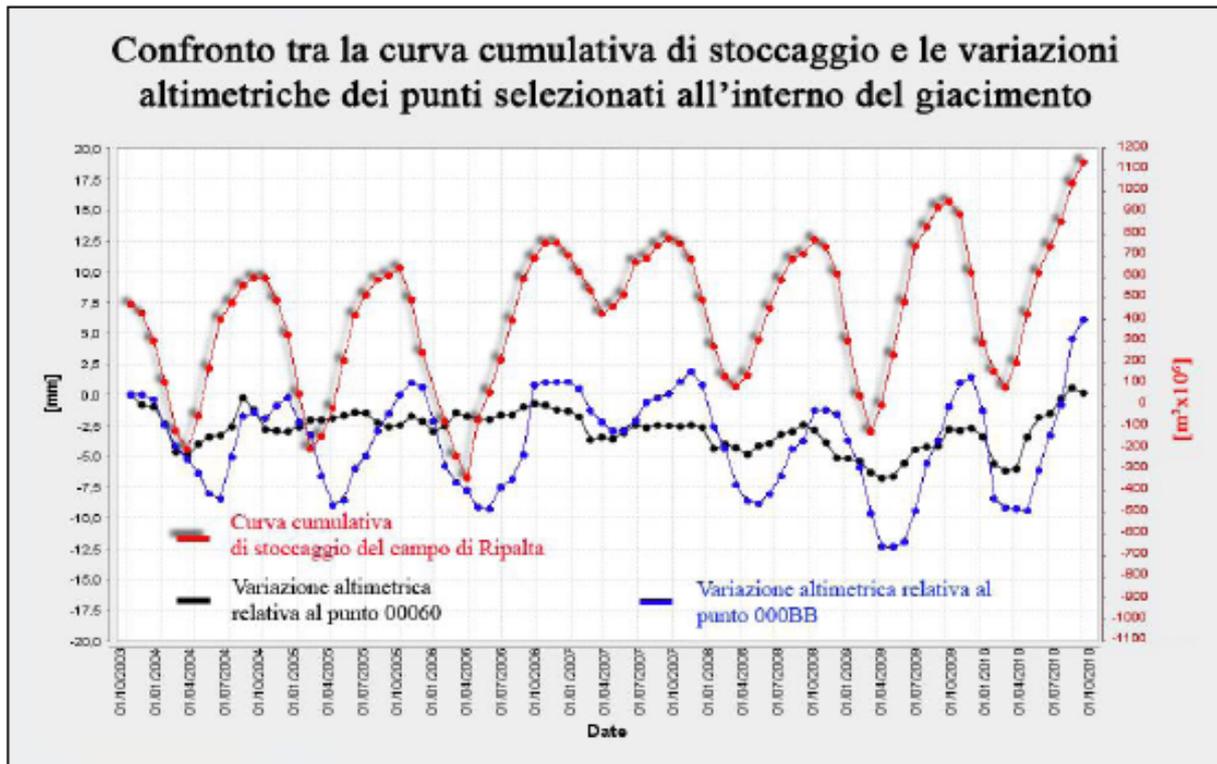


Stogit

CONCESSIONE RIPALTA STOCCAGGIO

0

come evidenziato nella figura sottostante. Tale comportamento non viene per contro riscontrato per i punti esterni ai limiti del campo.



Nel complesso si riscontra, come mostrato nella seguente tabella di sintesi, che le variazioni altimetriche locali rispetto al trend regionale sono contenute in valori nell'ordine di +0,1 mm/anno; tali valori sono indicativi di una sostanziale stabilità dell'area esaminata.

Variazioni Altimetriche +/- (mm/anno)	
Trend regionale (valori CGPS Crema)	Relative rispetto al trend regionale
- 1.15 mm/y	~ (+ 0.1 mm/y)

Correlazione con il ciclo di stoccaggio		
Ampiezza delle curve	SHIFT Temporale	Correlazione (con la curva di stoccaggio)
~ 10 mm	< 30 gg	BUONA



Stogit

**CONCESSIONE
RIPALTA STOCCAGGIO**

0

3 - CONCLUSIONI

Nel corso della fase di sperimentazione in sovrappressione si è raggiunto, durante il ciclo di stoccaggio 2010/2011, un valore di pressione medio in giacimento a fine campagna di 196,23 barsa, corrispondente a circa il 110% della pressione originaria,.

Il valore massimo misurato al collettore in uscita è stato di 178,2 barsa il giorno 17 ottobre 2010, inferiore al limite di 178,6 barsa prescritto da MSE. L'analisi dei monitoraggi eseguiti nella fase di iniezione sperimentale in sovrappressione condotta nei due cicli indica che le operazioni di stoccaggio, durante il superamento della pressione iniziale fino al 110%, non hanno comportato criticità nella gestione del campo di Ripalta, fatto salvo una gestione terminale ad esitazione (un giorno di apertura seguito da tre giorni di chiusura), per consentire di massimizzare i volumi iniettati in sovrappressione mantenendo i valori di pressione sia in giacimento che nelle facilities di superficie entro i limiti prescritti. Anche le analisi relative ai movimenti superficiali del suolo non hanno riscontrato la presenza di situazioni anomale.

Il test ha pertanto verificato l'idoneità del giacimento all'esercizio in sovrappressione fino al 110% Pi.

A seguito di questa verifica di campo, Stogit richiede, con apposita istanza ai sensi del D.M. 4 febbraio 2011, l'autorizzazione all'ampliamento della capacità di stoccaggio del giacimento di Ripalta, realizzata mediante incremento della pressione di esercizio fino a valori massimi pari al 110% della pressione statica di fondo originaria pari a 199,3 barsa, cui corrispondono valori massimi di pressione dinamica nelle flow-lines di superficie prossimi al valore limite prescritto di 178,6 barsa.