

**Concessione**

***“SAN POTITO & COTIGNOLA STOCCAGGIO”***

**PROVE DI STOCCAGGIO IN SOVRAPPRESSIONE NEL**  
**GIACIMENTO DI SAN POTITO**

**Programma delle Prove e  
Rendicontazione dei Risultati**

**Milano – 20 marzo 2019**

## **Sommario**

1	Contesto di riferimento.....	5
2	Introduzione.....	8
3	Obiettivo delle Prove.....	9
4	Attività propedeutiche alla prima fase di prove.....	10
5	Programma del Primo Anno di Prove.....	10
6	Programma dei Monitoraggi.....	13
6.1	Monitoraggio delle emissioni dal suolo.....	13
6.2	Monitoraggio delle deformazioni del suolo.....	15
6.3	Monitoraggio microsismico.....	16
6.4	Monitoraggio delle pressioni di poro.....	18
6.5	Cronoprogramma delle attività di controllo.....	20
7	Procedure di Controllo in Fase di Prova.....	21
8	Rendicontazione dei risultati delle prove.....	23

## **ALLEGATI**

Allegato 1: Pressioni Statiche Originarie e Quote di Misura.....	26
Allegato 2: Calcolo delle Pressioni Statiche al Datum.....	27
Allegato 3: Previsione degli Spostamenti al Suolo Durante le Prove.....	28
Allegato 4: Elenco degli Enti Interessati alla Rendicontazione dei Risultati delle Prove.....	35

## Indice delle Figure

Figura 1:	Posizione dei pozzi al tetto del giacimento BB1 di stoccaggio.....	8
Figura 2:	Posizione dei punti di misura delle pressioni statiche di giacimento .....	9
Figura 3:	Pressioni statiche al datum nel corso del primo anno di prove in sovrappressione nel BB1 Upper (punti: pressione media sull'intero BB1 Upper; linea rossa: media delle pressione ai pozzi spia SP-6D e SP-3d) .....	12
Figura 4:	Pressioni statiche al datum nel corso del primo anno di prove in sovrappressione nel BB1 Lower (punti: pressione media sull'intero BB1 Lower; linea rossa: media delle pressione ai pozzi spia SP-6D e SP-4d) .....	12
Figura 5:	Ubicazione delle misure di flusso di CO2 e CH4 eseguite presso l'area di San Potito (ott-nov 2018).....	14
Figura 6:	Permanent Scatter selezionati per il monitoraggio delle deformazioni su base mensile ...	16
Figura 7:	Stazioni della rete di monitoraggio microsismico di San Potito e Cotignola .....	17
Figura 8:	Incremento di pressione statica media in funzione del volume di gas iniettato nel BB1 Upper .....	22
Figura 9:	Incremento di pressione statica media in funzione del volume di gas iniettato nel BB1 Lower .....	22
Figura 10:	Pressioni statiche originarie e quote top spari nei pozzi di controllo delle pressioni .....	26
Figura 11:	Traccia del giacimento di San Potito e bersagli fissi (PS) i cui movimenti verranno monitorati mediante immagini satellitari (tecnica InSAR) .....	28
Figura 12:	Spostamento Verticale [cm] in corrispondenza del PS1 (in alto) e del PS2 (in basso) durante il ciclo di stoccaggio a P <sub>MAX</sub> =107%P <sub>i</sub> , cioè P <sub>MAX</sub> =214 bar.....	29
Figura 13:	Spostamento Verticale [cm] in corrispondenza del PS3 (in alto) e del PS4 (in basso) durante il ciclo di stoccaggio a P <sub>MAX</sub> =107%P <sub>i</sub> , cioè P <sub>MAX</sub> =214 bar.....	30
Figura 14:	Spostamento Verticale [cm] in corrispondenza del PS5 (in alto) e del PS6 (in basso) durante il ciclo di stoccaggio a P <sub>MAX</sub> =107%P <sub>i</sub> , cioè P <sub>MAX</sub> =214 bar.....	31
Figura 15:	Spostamento Verticale [cm] in corrispondenza del PS7 (in alto) e del PS8 (in basso) durante il ciclo di stoccaggio a P <sub>MAX</sub> =107%P <sub>i</sub> , cioè P <sub>MAX</sub> =214 bar.....	32
Figura 16:	Spostamento Verticale [cm] in corrispondenza del PS9 (in alto) e del PS10 (in basso) durante il ciclo di stoccaggio a P <sub>MAX</sub> =107%P <sub>i</sub> , cioè P <sub>MAX</sub> =214 bar.....	33
Figura 17:	Spostamento Verticale [cm] in corrispondenza del PS11 (in alto) e del PS12 (in basso) durante il ciclo di stoccaggio a P <sub>MAX</sub> =107%P <sub>i</sub> , cioè P <sub>MAX</sub> =214 bar.....	34

## **Indice delle Tabelle**

Tabella 1: Quote di riferimento per le misure di pressione di giacimento. ....	19
Tabella 2: Cronoprogramma attività di monitoraggio ambientale e rendicontazione risultati nell'ambito del primo anno di prove di sovrappressione sul giacimento di San Potito .....	20

## Acronimi e Definizioni

<b>ARPAE</b>	Agenzia Regionale per la Prevenzione, l’Ambiente e l’energia dell’Emilia-Romagna
<b>Barsa</b>	Bar assoluti (unità di misura delle pressioni nel sistema CGS (1 Bar è equivalente a 0.9869 atm, 10 <sup>5</sup> Pa, 1.01972 kg/cm <sup>2</sup> , 14.5038 psi)
<b>Datum</b>	Profondità a cui vengono riferite le pressioni di giacimento, solitamente nella mezzeria della zona a gas (per San Potito il datum è a 1833 m s.l.m.)
<b>GWC<sub>i</sub></b>	Gas Water Contact initial - contatto gas-acqua originario
<b>InSAR</b>	Interferometric Syntetic-Aperture Radar – tecnica che utilizza più immagini satellitari per generare mappe di deformazione del suolo o spostamenti nel tempo di specifici bersagli (Permanent Scatter) posti sulla superficie terrestre.
<b>m MDRT</b>	metri misurati lungo la traiettoria del pozzo a partire dalla Tavola Rotary
<b>m s.l.m.</b>	metri sotto il livello del mare
<b>MATTM</b>	Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare
<b>MiSE</b>	Ministero dello Sviluppo Economico
<b>Pi</b>	Pressione originaria del giacimento - antecedente alla produzione primaria
<b>RER</b>	Regione Emilia Romagna
<b>RT</b>	Rotary Table - piano di lavoro durante la perforazione dei pozzi - di solito elevato rispetto al piano campagna
<b>Top Spari</b>	Punto più alto (a minor profondità rispetto al suolo) dell’intervallo in profondità che mette in comunicazione idraulica il pozzo con il giacimento.

# 1 Contesto di riferimento

Le attività di conversione a stoccaggio del giacimento BB1 di San Potito hanno avuto inizio nell'aprile 2011 con la perforazione del pozzo "SPT A1dir" (SP-A1d) che ha incontrato il livello BB1 in posizione strutturalmente più alta (+15 metri) rispetto a quella accertata dai pozzi di sviluppo. Il livello di stoccaggio è risultato composto da due sequenze sabbiose, denominate BB1 Upper e BB1 Lower (con spessori a gas rispettivamente di 18 e 53 metri), separate da uno strato argilloso di circa 9 metri.

I due intervalli sabbiosi sono stati rinvenuti a pressioni statiche di 193.2 Barsa<sup>1</sup> (BB1 Upper) e 198.1 Barsa (BB1 Lower), molto prossime alla pressione statica originaria, pari a 199.7 Barsa (203.6 kg/cm<sup>2</sup>a), al datum di 1833 m s.l.m.

Durante la perforazione del pozzo SP-A1d sono stati prelevati 29 metri di carote (nell'argilla di copertura e nel serbatoio di stoccaggio) e registrati i logs per la caratterizzazione geologica e la definizione delle pressioni di strato. Il pozzo è stato tubato con casing da 7" e completato, provvisoriamente, in singolo selettivo, con tubino da 3"1/2, sui due intervalli del livello BB1. Il pozzo è stato equipaggiato con fibra ottica per il monitoraggio delle pressioni e temperature di fondo.

Preso atto delle reali condizioni di pressione del giacimento di San Potito, diverse da quelle desunte dai dati disponibili nella data room del 2002, il 24 luglio 2012 Edison Stoccaggio ha presentato al MiSE istanza di differimento del termine di conclusione dei lavori di conversione a stoccaggio per consentire l'esecuzione di ulteriori indagini volte a migliorare il livello di conoscenza del giacimento e ottimizzare le modalità di completamento dei lavori.

Con comunicazione del 9 novembre 2012, il MiSE ha autorizzato il differimento dei termini di conclusione dei lavori dal 11 maggio 2013 al 31 dicembre 2015.

Nel 2013 sono state eseguite delle prove di estrazione di gas dal pozzo SP-A1d. Nello stesso periodo ha avuto inizio il monitoraggio delle deformazioni del suolo mediante immagini satellitari ed è stato acquisito un rilievo sismico 3D su una superficie di oltre 100 km<sup>2</sup>, al di sopra dei giacimenti di stoccaggio dell'intera concessione.

L'acquisizione sismica 3D ha consentito un deciso miglioramento della caratterizzazione geologico-strutturale del giacimento, consentendo una più chiara definizione dei corpi sabbiosi, della geometria del tetto e della base del giacimento. Le prove di estrazione sono invece risultate insufficienti per fornire i dati necessari alla formulazione di uno scenario previsionale di lungo termine.

Nel dicembre 2014 è stata presentata al MiSE un'istanza per la conduzione di prove di stoccaggio (iniezione ed erogazione) finalizzate a raccogliere ulteriori informazioni sul comportamento fluido-dinamico del giacimento e ridurre i livelli di aleatorietà ancora presenti nella definizione del progetto esecutivo.

Le prove di stoccaggio, condotte nel periodo 18/11/2015 - 30/09/2016, hanno dimostrato che con il solo pozzo SP-A1d sarebbe stato possibile realizzare un working gas di circa 60 MSm<sup>3</sup> dopo aver

---

<sup>1</sup> Barsa: Bar assoluti (1 Barsa = 1.01972 kg/cm<sup>2</sup>a)

rimosso un ugual quantitativo di gas endogeno presente nel giacimento e che la realizzazione del secondo nuovo pozzo “SPT A2dir” (SP-A2d) avrebbe inoltre consentito di aumentare il working gas sino ad un massimo 80-100 MSm<sup>3</sup>, sempre a fronte dell'estrazione di un pari quantitativo di gas endogeno.

Nell'anno termico 2017-2018 sono proseguite le prove di stoccaggio che, grazie al contributo del nuovo pozzo SP-A2d (realizzato nel secondo semestre del 2017), hanno consentito di raggiungere un working gas fisico di circa 75 MSm<sup>3</sup>. Tale quantitativo è risultato sostanzialmente in linea con le previsioni di 80-100 MSm<sup>3</sup>, se si considera che sia la fase di iniezione che di estrazione sono state temporalmente limitate per consentire le attività di realizzazione del nuovo pozzo.

Nel corso del 2017, Edison Stoccaggio ha quindi provvisoriamente confermato il programma lavori approvato con il decreto di concessione e, al fine di verificare la fattibilità dell'ampliamento della capacità di stoccaggio, ha chiesto al MiSE l'autorizzazione a condurre delle prove di iniezione sui pozzi SP-A1d e SP-A2d in condizioni di pressione dinamica massima di fondo pozzo non superiore a 120% della originaria pressione statica di fondo del giacimento ( $P_{max}=1.20 P_i$ ) a partire dall'anno termico 2018-2019 e per una durata complessiva di due anni.

A corredo dell'istanza per le prove in sovrappressione, Edison Stoccaggio ha presentato una serie di elaborati tecnici volti a dimostrare la possibilità di condurre la sperimentazione in modo sicuro e compatibile con le caratteristiche geomeccaniche del giacimento nonché la validità dei risultati attesi dalle prove - il tutto in presenza di adeguati sistemi di monitoraggio della microsismicità, delle deformazioni del suolo e delle pressioni poro, realizzati in conformità a quanto stabilito dalle “Linee Guida” ministeriale del 2014.

La richiesta di autorizzazione per le prove in sovrappressione statica è stata sottoposta all'approvazione alla Commissione per gli Idrocarburi e le Risorse Minerarie che, in data 22 novembre 2017, ha espresso parere favorevole a condurre le prove a partire dall'anno termico 2019-2020, previa verifica di assoggettabilità a VIA da espletare presso il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM).

Edison Stoccaggio ha pertanto provveduto ad avviare il 13 marzo 2018, presso il MATTM (Direzione Generale per le Valutazioni e le Autorizzazioni Ambientali), la procedura di verifica di assoggettabilità a VIA per le prove in oggetto. Il 22 ottobre 2018, a seguito della richiesta di integrazioni da parte della Direzione Generale DVA, la Società ha trasmesso la seguente documentazione:

- Integrazioni richieste dalla CTVA
- Controdeduzioni alle osservazioni e richieste della Regione Emilia Romagna
- Piano di Monitoraggio Ambientale

In aggiunta, Edison Stoccaggio – preso atto delle osservazioni ricevute dagli Enti competenti (in particolare quelle relative alla sostenibilità ambientale e territoriale dell'intervento proposto) nonché alla luce di quanto emerso nel dialogo con il Gruppo Istruttore VIA - ha depositato presso il MATTM una “integrazione volontaria” con la quale si è dichiarata disponibile a **strutturare le prove in due distinte fasi**, come di seguito specificato:

- **primo anno di prova (2019):** si propone il raggiungimento di una sovrappressione statica massima in giacimento del 7% ( $P_{\max}=1.07P_i$ ) pari a 213.6 Barsa;
- **secondo anno di prova (2020):** l'obiettivo di sovrappressione verrà stabilito, di comune accordo con gli Enti preposti, in funzione dei risultati del primo anno di prova (esito dei monitoraggi, conformità dei risultati con le previsioni da modello).

La procedura si è conclusa in data 13 marzo 2019 con la decisione da parte della Direzione Generale per le Valutazioni e le Autorizzazioni Ambientali del MATTM di escludere dalla procedura di valutazione di impatto ambientale le prove in oggetto, da condurre secondo quanto proposto nell'integrazione volontaria presentata da Edison Stoccaggio e subordinatamente al rispetto delle seguenti condizioni ambientali:

1. Presentare, almeno 60 giorni prima dell'avvio delle prove di superamento delle pressioni statiche, un elaborato dettagliato, comprensivo di cronoprogramma, del piano di prove di sovrappressioni Il Piano preveda che nella prima fase si assicuri il raggiungimento di una sovrappressione statica massima del 7% (214 bar).

L'elaborato deve contenere la proposta di modalità di rendicontazione dei risultati e gli obiettivi attesi per quanto concerne gli aspetti legati alle componenti della microsismica e della subsidenza, essenziali anche allo scopo della definizione delle modalità di svolgimento della seconda fase di prove.

*Ambito di applicazione:* Altri aspetti

*Termine per l'avvio della Verifica di Ottemperanza:* ANTE OPERAM (progettazione esecutiva);

*Soggetto individuato per la verifica di ottemperanza:* Regione Emilia Romagna.

2. Inviare, almeno 90 giorni prima del periodo in cui si intenda effettuare la seconda fase, un elaborato con i risultati dei monitoraggi della prima fase, nonché una relazione della conformità dei risultati con le previsioni da modello.

L'elaborato dovrà inoltre contenere i criteri, le motivazioni ed il cronoprogramma della proposta di prove per la seconda fase con incremento della pressione, rimarcando fin d'ora che la sovrappressione non potrà in ogni caso superare il 20%, (240 bar) della pressione statica.

*Ambito di applicazione:* Altri aspetti

*Termine per l'avvio della Verifica di Ottemperanza:* ANTE OPERAM (prima dell'avvio della 2a fase di prove);

*Soggetto individuato per la verifica di ottemperanza:* Regione Emilia Romagna.

3. La Società dovrà assicurare l'attuazione del piano di monitoraggio di cui all'integrazione "INT-005 ottobre 2018" avendo cura di ottenere preventivamente la condivisione dei preposti Uffici della Regione Emilia Romagna.

*Ambito di applicazione:* Monitoraggio

*Termine per l'avvio della Verifica di Ottemperanza:* IN CORSO D'OPERA (prima dell'avvio dei lavori);

*Soggetto individuato per la verifica di ottemperanza:* Regione Emilia Romagna.

In data 20 marzo 2019, la proponente Edison Stoccaggio ha inviato **richiesta formale al MiSE per l'autorizzazione finale delle prove in sovrappressione statica** sul giacimento di San Potito,

conformemente alla determinazione del MATTM del 13 marzo 2019. **Tale autorizzazione è auspicabilmente attesa a breve.**

## 2 Introduzione

Il presente documento illustra il programma dettagliato delle attività previste nell'ambito del **primo anno di prove in sovrappressione**, che verranno condotte nel giacimento BB1 di San Potito a partire dalla prossima campagna di iniezione.

Lo stoccaggio nel giacimento di San Potito viene esercito mediante due pozzi per la movimentazione del gas (SP-A1d e SP-A2d) e tre pozzi di monitoraggio delle pressioni di poro (SP-6d, SP-4d e SP-3d), la cui ubicazione in corrispondenza del tetto del serbatoio di stoccaggio è rappresentata in **Figura 1**.

Il pozzo di stoccaggio SP-A1d è completato in singolo selettivo con tubino da 3"1/2 sugli intervalli BB1 Upper e BB1 Lower (1 singolo tubino per entrambi gli intervalli), mentre il SP-A2d presenta un completamento doppio con 2 tubini da 3"1/2 (1 per il BB1 Upper e per il BB1 Lower).

Il pozzo di monitoraggio SP-6d consente il controllo delle pressioni nel settore occidentale del giacimento, mentre i pozzi SP-4d e SP-3d controllano le pressioni nel settore orientale dello stesso. I punti di misura delle pressioni sono rappresentati nella sezione di **Figura 2**.

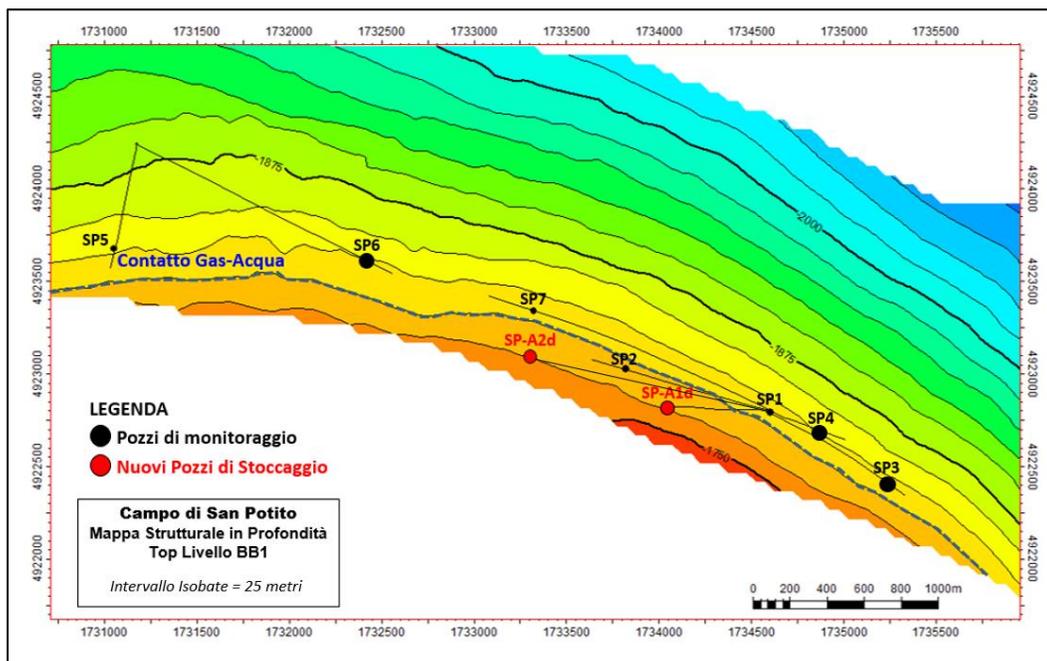


Figura 1: Posizione dei pozzi al tetto del giacimento BB1 di stoccaggio

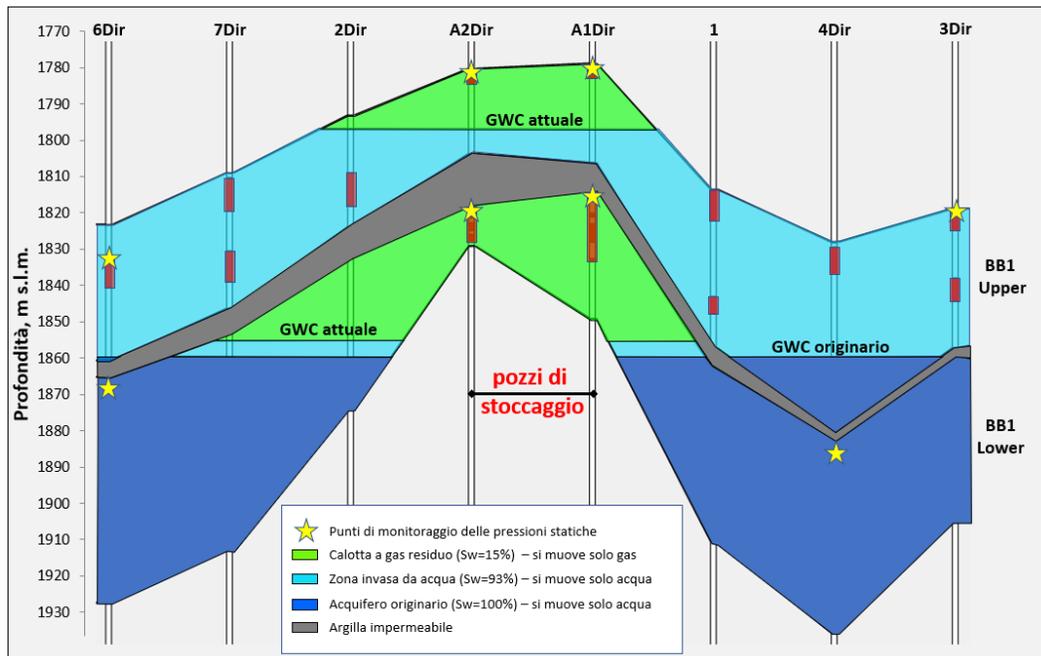


Figura 2: Posizione dei punti di misura delle pressioni statiche di giacimento

Nell'anno termico in corso (1° aprile 2018 – 31 marzo 2019) sono stati iniettati (fase di invaso) 77.9 MSm<sup>3</sup> di gas in 161 giorni, nel periodo 24 aprile – 1 ottobre 2018, con una portata media di circa 485 KSm<sup>3</sup>/g ed una punta massima di circa 1.2 MSm<sup>3</sup>/g.

La fase di estrazione ha avuto inizio il 7 novembre 2018 e alla data del 19 marzo 2019 (dopo 133 giorni di erogazione), sono stati estratti 83.7 MSm<sup>3</sup>, con una portata media di circa 630 KSm<sup>3</sup>/g ed una punta massima di circa 1.1 MSm<sup>3</sup>/g.

La fase di erogazione tuttora in corso verrà completata il 15 aprile 2019, con una previsione attuale di svasso a finire di circa 90 MSm<sup>3</sup>.

### 3 Obiettivo delle Prove

L'obiettivo principale delle prove di iniezione in sovrappressione statica è, in linea con quanto stabilito nell' Art. 13, comma 2 del D.D. 4 febbraio 2011 (Disciplinare Tipo), quello di **accertare la fattibilità dell'ampliamento della capacità di stoccaggio, in modo sicuro e compatibile con le caratteristiche geomeccaniche del giacimento e le diverse componenti ambientali impattate dalla sperimentazione.**

Nel caso specifico di San Potito, tale accertamento verrà realizzato su di un arco temporale di due anni (2019-2020) prevedendo di raggiungere nel 2019 un primo livello di sovrappressione pari al +7% della pressione statica originaria, mentre per il 2020 il livello di sovrappressione sarà definito, di comune accordo con gli Enti preposti, sulla base dei risultati del primo anno di sperimentazione.

## 4 Attività propedeutiche alla prima fase di prove

Per il periodo che precede l'inizio del primo anno di prove di iniezione in sovrappressione sono già state pianificate e in parte già realizzate le seguenti attività, propedeutiche al miglior svolgimento delle prove:

- a) aggiornamento del modello 3D di giacimento e simulazione dello scenario  $P_{max}=1.07P_i$ ;
- b) selezione di un numero discreto di bersagli superficiali (Permanent Scatter) posti in corrispondenza del campo di San Potito, da utilizzare per il monitoraggio dei movimenti del suolo con tecniche InSAR;
- c) simulazione geomeccanica degli spostamenti previsti al suolo nello scenario  $P_{max}=1.07P_i$ , con specifico riferimento ai movimenti previsti nei punti bersaglio selezionati per il monitoraggio satellitare;
- d) installazione dei sensori di fondo nei pozzi SP-4d e SP-3d per il monitoraggio continuo ed in tempo reale delle pressioni di poro e delle temperature nel settore orientale del giacimento;
- e) registrazione del gradiente statico nel pozzo di monitoraggio SP-6d per misurare il gradiente dei fluidi presenti tra la quota sensore e la quota del giacimento (top spari);
- f) registrazione dei gradienti statici nei pozzi di stoccaggio SP-A1d e SP-A2d a fine campagna di estrazione.

Le attività di cui ai punti a), b) e c) sono state completate nel primo bimestre del 2019, mentre le restanti attività saranno realizzate entro il 21 aprile 2019, prima dell'avvio della campagna di iniezione.

## 5 Programma del Primo Anno di Prove

Le prove in sovrappressione verranno eseguite a partire dalla campagna di iniezione 2019, che avrà avvio nel mese di aprile 2019 e durerà sino al mese di ottobre 2019 a cui farà seguito, a partire da novembre 2019, la campagna di erogazione che durerà sino ad aprile 2020.

Il programma è stato redatto eseguendo la simulazione, mediante modello numerico di giacimento (ECLIPSE), dello scenario che a fine iniezione (15 ottobre 2019) porta a raggiungere una pressione statica massima in giacimento di circa 214 Barsa, pari al 7% in più della pressione statica originaria ( $P_{max}=1.07 \times 199.7= 213.6$  Barsa – **Allegato 1**), con un volume complessivamente iniettato di gas stimato in circa 140 MSm<sup>3</sup>.

**Quanto sopra nell'ipotesi di ricevere l'autorizzazione finale del MiSE e poter avviare le prove il 1° maggio 2019. Laddove l'inizio delle prove avvenisse successivamente, le previsioni da modello presentate qui di seguito dovranno essere aggiornate di conseguenza.**

La successiva fase di estrazione prenderà il via al 1° novembre 2019 e si concluderà il 15 aprile 2020, dopo aver completamente estratto tutto il volume di gas precedentemente iniettato.

Le principali ipotesi utilizzate per la simulazione delle prove mediante il modello 3D di giacimento sono riassunte qui di seguito:

<b>Pozzi utilizzati per l'iniezione</b>	<b>SP-A1d</b> - iniezione su entrambi gli intervalli BB1 Upper e BB1 Lower in simultanea attraverso l'unico tubino (commingle) <b>SP-A2d</b> - iniezione su entrambi gli intervalli BB1 Upper e BB1 Lower attraverso i 2 tubini dedicati
<b>Inizio campagna di iniezione</b>	21 aprile 2019
<b>Fine campagna di iniezione 2019</b>	15 ottobre 2019
<b>Inizio campagna di estrazione</b>	1° novembre 2019
<b>Fine campagna di estrazione</b>	15 aprile 2020
<b>Conduzione pozzi di iniezione</b>	<b>dal 21 aprile</b> - pressione dinamica a fondo pozzo non superiore alla pressione statica originaria (ca. 200 Barsa) <b>dal 1° maggio (sub. autorizzazione MiSE) al 15 ottobre 2019</b> - pressione dinamica a fondo pozzo pari al 10-15% in più della statica originaria (ca. 220-230 Barsa), fermo restando che la pressione statica in giacimento non supererà mai +7% (214 Barsa)
<b>Massima pressione statica media in giacimento</b>	7% in più della pressione statica originaria

La modellazione è stata realizzata con step di calcolo giornalieri. Per ogni step di calcolo, il modello applica ai pozzi iniettori le pressioni dinamiche ipotizzate (ca 200 Barsa prima dell'iniziazione delle prove e ca. 220 Barsa nel corso delle prove) quindi, a seconda delle caratteristiche geo-dinamiche della formazione, valuta la portata iniettabile in ogni pozzo e il conseguente incremento di pressione statica in tutti i punti del giacimento. Tale processo di calcolo si ripete iterativamente per ogni giorno dal 22 aprile 2019 (T=1 day) sino al 15 ottobre 2019 (T=177 days) quando ai pozzi iniettori viene imposto il comando di chiusura.

Dalle modellazioni eseguite si stima che il raggiungimento della pressione statica originaria avverrà dopo aver iniettato circa 65 MSm<sup>3</sup> nel BB1 Upper e circa 10 MSm<sup>3</sup> nel BB1 Lower. Di conseguenza, le date di superamento della pressione statica originaria, nei due intervalli BB1 Upper e BB1 Lower, **potranno essere definite solo in corso d'opera** in funzione:

- della data di inizio della sperimentazione (subordinata al rilascio dell'autorizzazione finale da parte del MiSE), al momento ipotizzata essere il 1° maggio 2019;
- dalle prestazioni dei pozzi in fase di iniezione in sovrappressione;
- dalle portate giornaliere di gas che verranno rese disponibili dagli utenti dello stoccaggio durante la campagna di iniezione (nomine giornaliere).

La pressione statica media calcolata sull'intero volume dei due serbatoi di stoccaggio durante la fase di iniezione (punti asterisco) è riportata in **Figura 3** (BB1 Upper) e **Figura 4** (BB1 Lower), insieme all'andamento della media aritmetica delle pressione statica calcolate in corrispondenza dei pozzi spia (linea rossa), nell'ipotesi di avvio delle prove al 1° maggio 2019.

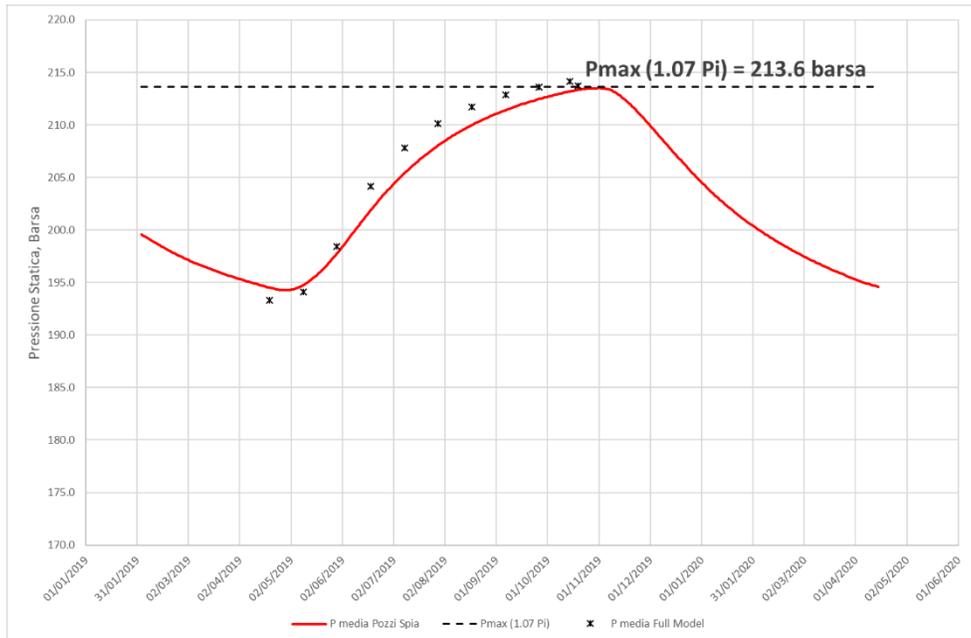


Figura 3: Pressioni statiche al datum nel corso del primo anno di prove in sovrappressione nel BB1 Upper (punti: pressione media sull'intero BB1 Upper; linea rossa: media delle pressione ai pozzi spia SP-6D e SP-3d)

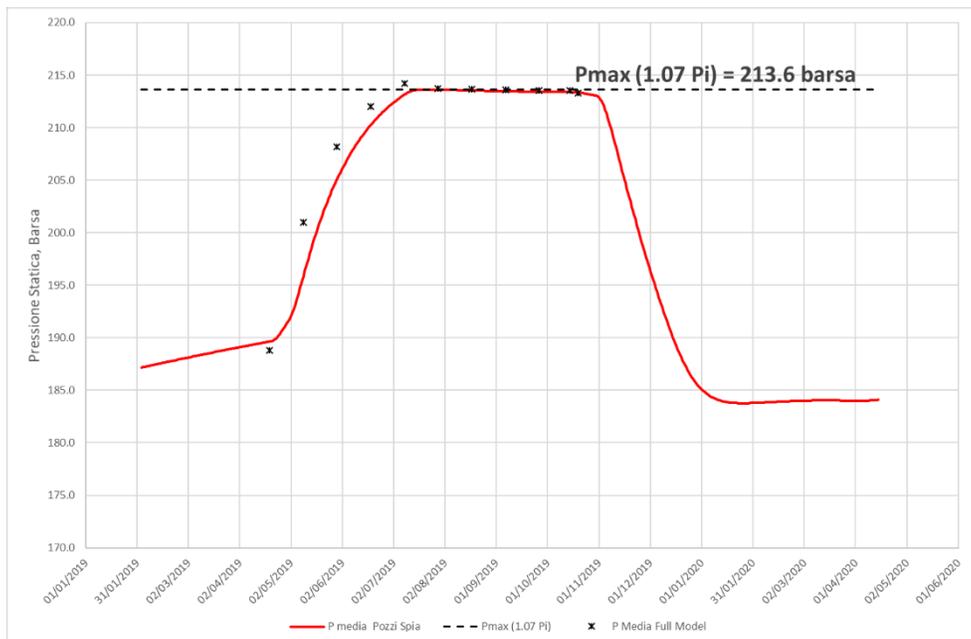


Figura 4: Pressioni statiche al datum nel corso del primo anno di prove in sovrappressione nel BB1 Lower (punti: pressione media sull'intero BB1 Lower; linea rossa: media delle pressione ai pozzi spia SP-6D e SP-4d)

Dalle due figure che precedono, si evince che la media aritmetica delle pressioni calcolate in corrispondenza dei pozzi spia è rappresentativa della pressione statica media sull'intero volume dei due serbatoi BB1 Upper e BB1 Lower.

Da quanto sopra, si propone di utilizzare la media delle pressioni statiche misurate nei pozzi spia, riportate al datum secondo la procedura di calcolo riportata in **Allegato 2**, come valido indicatore della pressione statica media del BB1 Upper e BB1 Lower.

## 6 Programma dei Monitoraggi

Nell'ambito delle prove di stoccaggio in sovrappressione nel giacimento BB1 di San Potito verrà attuato un piano di monitoraggio di tutte le componenti ambientali che si ritiene possano potenzialmente essere impattate dalla sperimentazione.

Le attività di monitoraggio riguarderanno sia il periodo che precede l'inizio delle prove (fase "ante operam") che il periodo stesso di prova.

La descrizione completa di tutte le attività di monitoraggio previste, sia prima che durante le prove, è riportata nel documento di integrazione "INT-005 Ottobre 2018", disponibile sul sito del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare al seguente link: <http://www.va.minambiente.it/it-IT/Oggetti/Documentazione/1753/3104?Testo=&RaggruppamentoID=147#form-cercaDocumentazione>

Di seguito si fornisce il dettaglio delle attività di controllo previste in relazione alle componenti ambientali di maggior rilievo nell'ambito dell'esecuzione delle prove in sovrappressione.

Al fine di discriminare le attività "ante operam" da quelle previste in corso di prova, si è assunto che **l'inizio della sperimentazione avvenga a maggio del 2019.**

### 6.1 Monitoraggio delle emissioni dal suolo

- **Periodo "ante operam"**: a gennaio 2019 è stato completato il lavoro di mappatura – avviato ad ottobre 2018 - delle emissioni di metano e anidride carbonica all'interfaccia suolo-atmosfera su una superficie totale di circa 60 km<sup>2</sup>, soprastante il giacimento BB1 di San Potito. In circa 20 giorni di rilievo, sono state complessivamente effettuate 4023 misure puntuali di flusso di CH<sub>4</sub> e CO<sub>2</sub>, secondo una maglia di 50x50 m nelle aree interne e di 100x100 m e di 200x200 m nelle aree più esterne rispetto alla proiezione in superficie del giacimento (**Figura 5**).

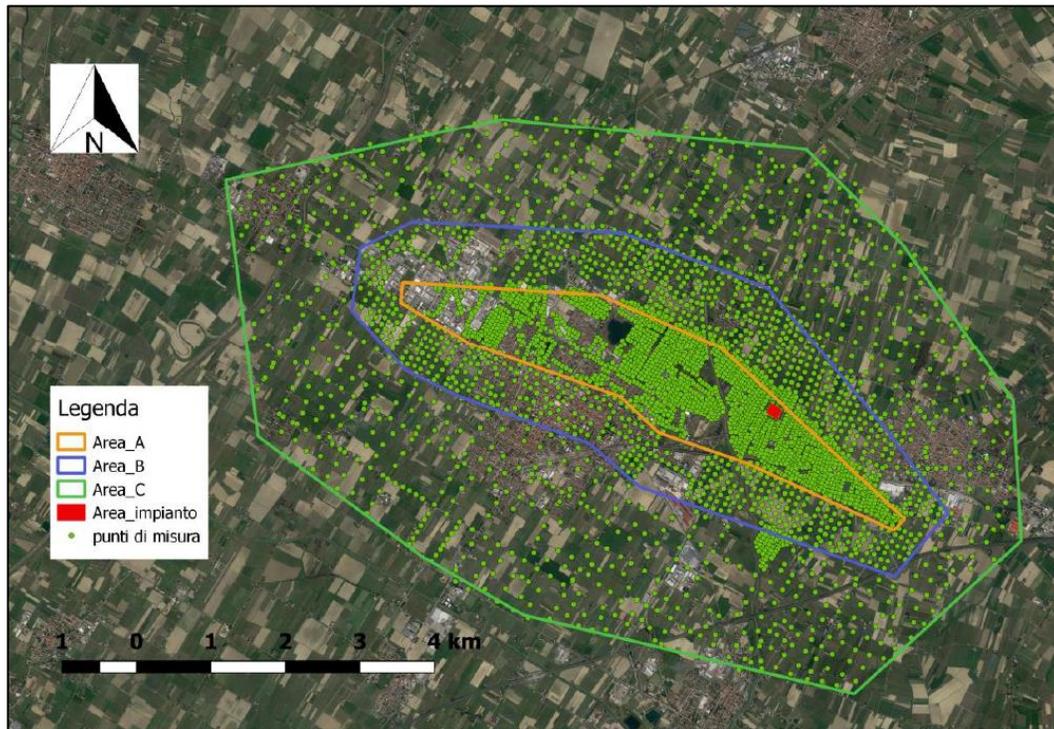


Figura 5: Ubicazione delle misure di flusso di CO<sub>2</sub> e CH<sub>4</sub> eseguite presso l'area di San Potito (ott-nov 2018)

La relazione tecnica relativa al rilievo eseguito è stata inviata nei primi giorni di febbraio 2019 agli uffici competenti della Regione Emilia Romagna per opportuna valutazione.

- **Periodo di prova in sovrappressione:** così come discusso il 15 febbraio 2019 nel corso della riunione svoltasi presso la Regione Emilia Romagna, il monitoraggio delle emissioni dal suolo verrebbe realizzato con campagne di misura analoghe a quella già effettuata nel 2018, ma su un numero di siti più limitato, in corrispondenza del giacimento di stoccaggio, da concordare con gli Enti interessati. Si prevede l'ulteriore acquisizione di tre rilievi: uno ad aprile 2019, uno ad agosto 2019 e uno a novembre 2019 - a serbatoi pieni - alla fine della campagna di iniezione in sovrappressione. I risultati di tali rilievi verranno comunicati nei mesi immediatamente successivi alle campagne di misura.

Sulla base dei risultati dei prossimi rilievi sarà possibile definire l'ubicazione del sito in cui installare una **stazione permanente per il monitoraggio geochimico-ambientale** delle matrici suolo, aria ed acque di falda nell'area dello stoccaggio. Considerati i tempi necessari per finalizzare la gara d'appalto (già avviata) e per le attività realizzative, si prevede che la stazione di monitoraggio permanente sarà operativa a partire da novembre-dicembre 2019.

Con l'attivazione della stazione permanente si disporrà di un sistema di monitoraggio in continuo dei valori di concentrazione del metano in atmosfera e del gas disciolto nelle acque sotterranee (prima falda) nonché della misura del rateo di emissione di gas naturale all'interfaccia suolo atmosfera: in tal modo sarà possibile valutare l'evoluzione temporale di tali parametri, dando quindi la possibilità di discriminare eventuali emissioni nell'ambiente di gas naturale a seguito delle attività di stoccaggio.

I dati rilevati dalla stazione permanente saranno comunicati agli Enti con cadenza trimestrale a partire da febbraio 2020. Si valuterà inoltre, con il fornitore e di concerto con gli Enti, la possibilità di accesso ai attraverso apposito portale web.

## **6.2 Monitoraggio delle deformazioni del suolo**

Il **monitoraggio delle deformazioni del suolo** sul campo di San Potito è stato avviato alla fine del 2013 tramite la misura degli spostamenti verticali e orizzontali del suolo mediante l'analisi InSAR di immagini acquisite dai satelliti TerraSAR-X e Sentinel-1 su orbite ascendenti e discendenti.

Le misure InSAR sono opportunamente integrate con le misure fornite dalla stazione GNSS installata sul sito di Cotignola nel gennaio 2014 e, a partire da novembre 2018, dalla nuova stazione GNSS installata in Località Pozzarda, nel comune di Bagnacavallo (in corrispondenza della stazione microsismica SP12).

Il sistema di monitoraggio si compone inoltre di 2 pozzi piezometrici e 1 pozzo assestometrico – situati all'interno del cluster C di Cotignola - in grado di fornire informazioni circa le variazioni di quota delle falde ed i tenori di compattazione/dilatazione dei primi 300 metri di crosta terrestre.

Dal 2013, i risultati del monitoraggio delle deformazioni del suolo sono comunicati con frequenza semestrale al Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, alla Regione Emilia Romagna e ARPAE.

In relazione alle prove in oggetto si propone quanto segue:

- **Periodo “ante operam”:** nel prossimo mese di aprile 2019 verranno preparate e rese disponibili agli Enti di cui sopra, le relazioni tecniche (Analisi InSAR e Analisi Integrata con i dati GPS, piezometrici ed assestometrici) di aggiornamento sulle deformazioni del suolo alla data del 31 marzo 2019.
- **Periodo di prova in sovrappressione:** le relazioni tecniche sul monitoraggio delle deformazioni del suolo verranno preparate e rese disponibili agli Enti con frequenza trimestrale (a partire da agosto 2019). Resta inteso che ogni relazione conterrà le misure aggiornate all'ultimo giorno del mese che precede l'emissione del report.

In aggiunta alle relazioni trimestrali, sono stati scelti 12 punti bersaglio (Permanent Scatter) posti sulla verticale del giacimento (**Figura 6**) attraverso i quali verranno monitorate le deformazioni verticali tramite tecnica InSAR (grafico spostamento vs. tempo), su base mensile.

Inoltre, qualora nel corso del monitoraggio delle deformazioni del suolo si dovessero registrare **scostamenti significativamente superiori a quelli** previsti (vedi Appendice 3), Edison Stoccaggio provvederà a rendere disponibile in tempi brevi una specifica relazione tecnica.

Tutte le misure InSAR saranno rese disponibili su un portale web dedicato. Gli Enti interessati possono fare richiesta a Edison Stoccaggio per ricevere le credenziali di accesso al sito.

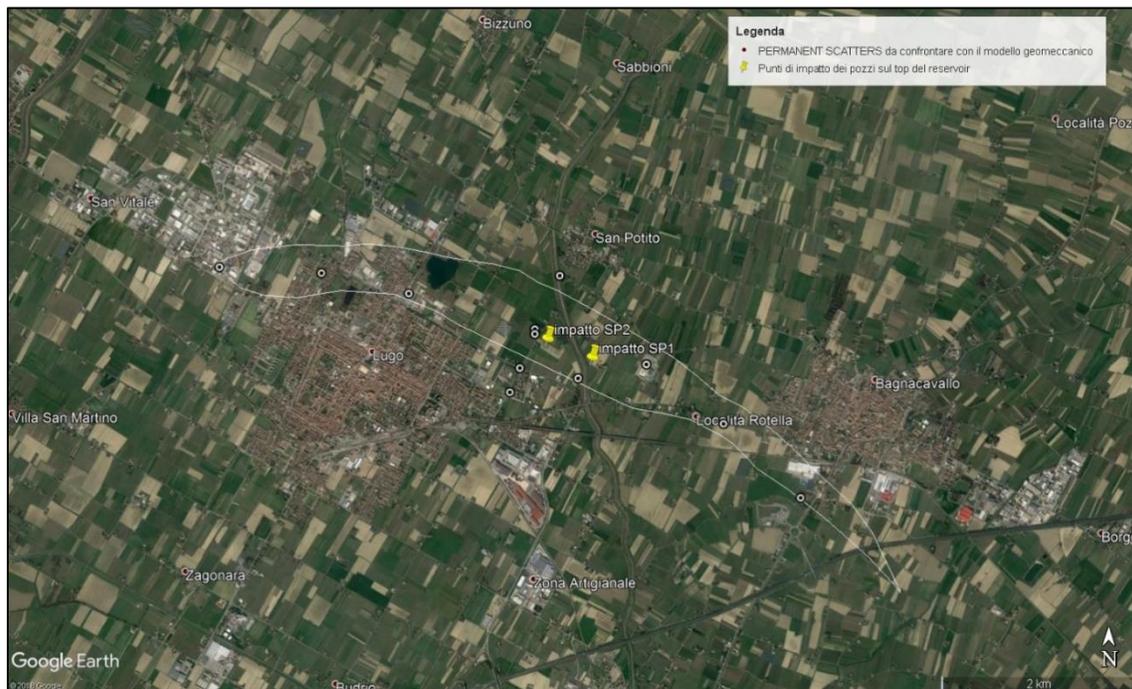


Figura 6: Permanent Scatter selezionati per il monitoraggio delle deformazioni su base mensile

### 6.3 Monitoraggio microsismico

Il **monitoraggio microsismico** sul campo di San Potito è stato avviato a luglio 2017 con 6 stazioni superficiali, diventate 11 superficiali + 1 in pozzo da gennaio 2018.

Da novembre 2018 è in esercizio la rete di monitoraggio sismico **permanente** (Figura 7), che consta di 15 stazioni sismiche (8 in pozzo + 7 superficiali) distribuite sul territorio ed equipaggiate con adeguata strumentazione in conformità con quanto stabilito nel documento “Indirizzi e linee guida per il monitoraggio della sismicità, delle deformazioni del suolo e delle pressioni di poro nell’ambito delle attività antropiche” (ILG), redatto nel 2014 dal Gruppo di Lavoro istituito dalla Commissione per gli Idrocarburi e le Risorse Minerarie del Ministero dello Sviluppo Economico (MSE).

In 11 delle 15 stazioni sismiche sono state inoltre installate delle antenne GPS che andranno a raffittire la rete di monitoraggio geodetico già esistente.

In relazione alle prove in oggetto si propone quanto segue:

- **Periodo “ante operam”**: le misure della sismicità naturale di fondo in condizioni “non perturbate”, sono in essere da luglio 2017. Le relazioni tecniche sul monitoraggio sismico nel periodo **luglio - novembre 2017 e dicembre 2017 - giugno 2018** sono disponibili come allegati nel documento di integrazione “INT-002 Ottobre 2018”, scaricabile dal sito del Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare al seguente link: <http://www.va.minambiente.it/it-IT/Oggetti/Documentazione/1753/3104?Testo=&RaggruppamentoID=147#form-cercaDocumentazione>

Prima dell'inizio delle prove in sovrappressione, ad aprile 2019 verrà emessa la terza relazione tecnica sugli esiti del monitoraggio microsismico nel periodo luglio 2018 – marzo 2019. Il documento verrà inviato a tutti gli Enti interessati.

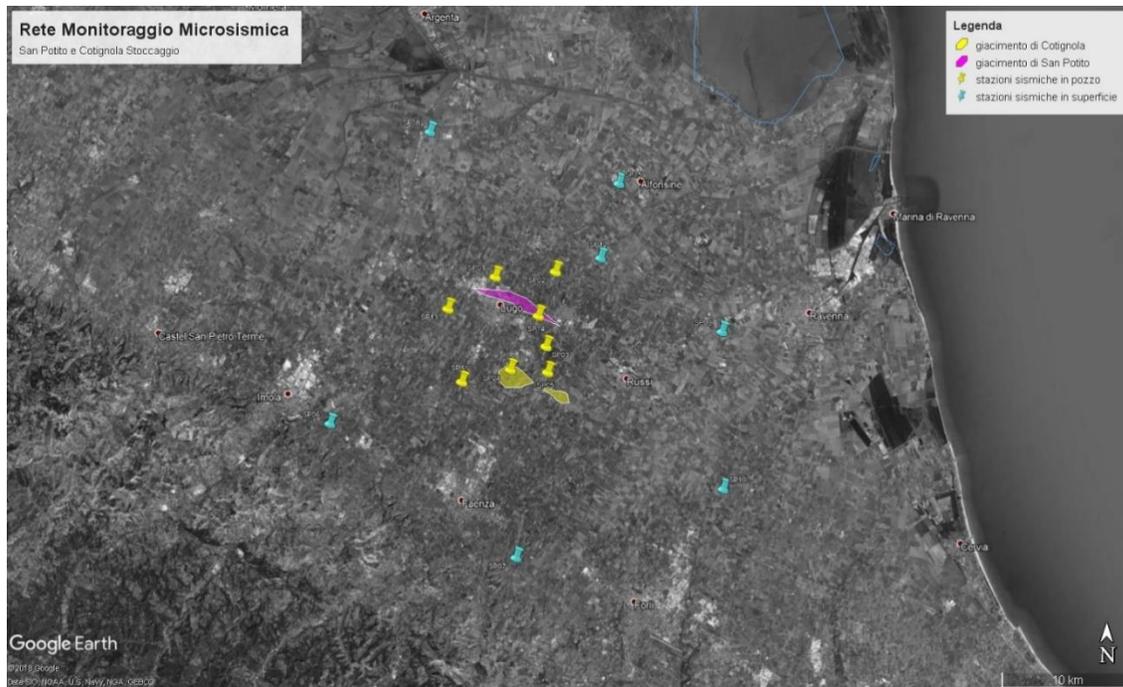


Figura 7: Stazioni della rete di monitoraggio microsismico di San Potito e Cotignola

- **Periodo di prova in sovrappressione:** il monitoraggio microsismico verrà garantito dalle 15 stazioni definitive della rete. Si prevede l'emissione di una relazione tecnica sugli esiti del monitoraggio con frequenza trimestrale a partire da agosto 2019.

**I dati di monitoraggio saranno condivisi con gli Enti interessati entro due settimane dall'acquisizione.** L'accesso ai dati avverrà tramite **protocollo ftp**, digitando **“nome utente”** e **“password”** che Edison Stoccaggio provvederà ad assegnare agli interessati. I dati saranno in formato **“miniseed”** (un file per ogni canale). In genere si tratterà di file giornalieri, ma nel caso in cui manchi anche solo un campione, il file verrà interrotto e ne verrà creato uno nuovo. Si potranno quindi avere anche più di un file per canale per giorno. L'utente accederà con un qualunque client ftp e vedrà una struttura ad albero del tipo: anno/mese/rete/stazione/location.

Inoltre, qualora nel corso del monitoraggio sismico si registrassero eventi di particolare rilievo per il territorio, Edison Stoccaggio provvederà a rendere disponibile in tempi brevi una specifica relazione tecnica, come già sperimentato, ad esempio, con la sequenza sismica nel ravennate del gennaio 2019.

## **6.4 Monitoraggio delle pressioni di poro**

Il monitoraggio delle pressioni statiche nel livello di stoccaggio viene realizzato nei pozzi spia SP-6d, SP-4d, SP-3d ed ovviamente nei pozzi di stoccaggio SP-A1d e SP-A2d durante i periodi di chiusura degli stessi. La posizione dei pozzi di monitoraggio in corrispondenza del tetto del giacimento BB1 e le profondità di monitoraggio delle pressioni in ogni pozzo, sono riportate in **Figura 1** e **Figura 2**, rispettivamente.

**Nel pozzo SP-6d** si esegue un monitoraggio in continuo ed in tempo reale delle pressioni statiche di fondo nel settore occidentale del giacimento, mediante due sensori permanenti. I due sensori sono installati a 1827.5 m s.l.m. e consentono di ricavare le pressioni al top spari (profondità in cui il pozzo comunica con il giacimento) del BB1 Upper a 1830.6 m s.l.m. e del BB1 Lower a 1868.2 m s.l.m.

**Nel pozzo SP-4d** si eseguirà un monitoraggio in continuo ed in tempo reale delle pressioni statiche di fondo nell'intervallo BB1 Lower, nel settore orientale del giacimento. L'installazione del sensore permanente è prevista per fine marzo 2019. Il sensore verrà installato a 1839.3 m s.l.m. e consentirà di ricavare le pressioni al top spari (profondità in cui il pozzo comunica con il giacimento) del BB1 Lower a 1902.9 m s.l.m.

**Nel pozzo SP-3d** si eseguirà un monitoraggio in continuo ed in tempo reale delle pressioni statiche di fondo nell'intervallo BB1 Upper, nel settore orientale del giacimento. L'installazione del sensore permanente è prevista per fine marzo 2019. Il sensore verrà installato a 1748.0 m s.l.m. e consentirà di ricavare le pressioni al top spari (profondità in cui il pozzo comunica con il giacimento) del BB1 Upper a 1817.4 m s.l.m.

**Nel pozzo "SPT A1dir"** la pressione di fondo viene monitorata in continuo ed in tempo reale mediante un unico sensore a fibra ottica installato permanentemente a fondo pozzo e verificata con misure "spot" mediante gradienti statici in pozzo. Il pozzo è completato per lo stoccaggio selettivo nel BB1 Upper o nel BB1 Lower oppure in simultanea su entrambi gli intervalli. L'unico sensore installato a 1737.8 m s.l.m. consente quindi di ricavare le pressioni al top spari del BB1 Upper a 1778.5 m s.l.m. o al top spari del BB1 Lower a 1813.5 m s.l.m., oppure le pressioni ad una quota media tra i due livelli a seconda della configurazione di stoccaggio utilizzata.

**Nel pozzo "SPT A2dir"** la pressione di fondo viene monitorata di continuo ed in tempo reale mediante due sensori a cavo elettrico installati permanentemente a fondo pozzo sia nella string corta che nella string lunga. Le misure di pressione sono verificate con misure "spot" mediante gradienti statici in pozzo. I due sensori sono installati a 1730.3 m s.l.m. e consentono di ricavare le pressioni al top spari (profondità in cui il pozzo comunica con il giacimento) del BB1 Upper a 1778.6 m s.l.m. e del BB1 Lower a 1817.1 m s.l.m.

In relazione alle prove in oggetto si propone quanto segue:

- **Periodo "ante operam"**: i dati di pressione verranno comunicati agli Enti ad aprile 2019 mediante grafici che riportano gli andamenti delle pressioni statiche nel tempo registrate sui pozzi spia e sui pozzi di stoccaggio. I dati sono acquisiti con frequenza oraria.

- **Periodo di prova** in sovrappressione: è prevista una comunicazione con frequenza trimestrale a partire dal quarto mese dall'inizio delle prove. Nell'ipotesi che le prove possano avere inizio a maggio del 2019, la prima comunicazione in corso di prova sarà effettuata ad agosto 2019, quindi a novembre 2019 e a seguire con frequenza trimestrale. L'andamento delle pressioni saranno sempre presentati su base oraria. Si prevede inoltre di rendere disponibili, agli Enti interessati, gli andamenti grafici delle pressioni su apposito **portale, con aggiornamenti bi-settimanali**.

Il riepilogo delle quote di misura delle pressione e delle profondità del top spari degli intervalli BB1 Upper e BB1 Lower nei pozzi di monitoraggio e di stoccaggio è riportato in **Tabella 1**. Poiché i pozzi non sono verticali, le profondità riportate in tabella sono espresse sia in metri misurati lungo la traiettoria del pozzo (m MDRT), sia in metri misurati sulla verticale rispetto al livello del mare (m s.l.m.).

Pozzo	Tipologia	Livello	Quota Sensori		Top Spari	
			m MDRT	m s.l.m.	m MDRT	m s.l.m.
SP-A1d	stoccaggio	Upper	1901.5	1737.8	1942.2	1778.5
		Lower			1977.2	1813.5
SP-A2d	stoccaggio	Upper	2222.2	1730.3	2270.5	1778.6
		Lower			2309.0	1817.1
SP-3d	monitoraggio	Upper	1940.0	1748.0	2017.5	1817.4
SP-4d	monitoraggio	Lower	1935.0	1839.3	2010.0	1902.9
SP-6d	monitoraggio	Upper	2385.0	1827.5	2389.0	1830.6
		Lower			2437.5	1868.2

**Legenda**

top spari ubicato al di sotto il contatto gas-acqua originario (GWCi = 1858 m s.l.m.)

profondità prevista installazione sensore

Tabella 1: Quote di riferimento per le misure di pressione di giacimento.

## 6.5 Cronoprogramma delle attività di controllo

Relativamente al primo anno di prove, in **Tabella 2** è riportato il cronoprogramma della attività di monitoraggio su tutte le componenti ambientali con le relative tempistiche di comunicazione dei risultati ai vari Enti interessati, nell'ipotesi la sperimentazione possa essere avviata a maggio del 2019, previa autorizzazione MiSE.

		1° ANNO di PROVA																			
		nov-18	dic-18	gen-19	feb-19	mar-19	apr-19	mag-19	giu-19	lug-19	ago-19	set-19	ott-19	nov-19	dic-19	gen-20	feb-20	mar-20	apr-20	mag-20	
<b>Emissioni in Atmosfera</b>																					
convogliate				R	C										R	C	R	C			
dal suolo		R		C		R	C			R	C			R	C			C			
eccezionali	ogni occorrenza eccezionale verrà registrata e tenuta a disposizione degli organi di controllo																				
<b>Suolo e Sottosuolo</b>																					
deformazioni del suolo						C				C				C				C			
microsismica						C				C				C				C			
pressioni di poro						C				C				C				C			
<b>Ambiente Idrico</b>																					
acque prima pioggi in centrale			R	C											R	C					
acque reflue domestiche	la documentaz. dello smaltimento verrà registrata e tenuta a disposizione degli organi di controllo																				
<b>Reflui e Rifiuti Solidi</b>																					
acque di strato	la documentaz. dello smaltimento verrà registrata e tenuta a disposizione degli organi di controllo																				
da manutenzioni ord. e straord.	la documentaz. dello smaltimento verrà registrata e tenuta a disposizione degli organi di controllo																				
<b>Rumore</b>																					
rilievo sui 4 ricettori concordati					R	C							R	C					R	C	
<b>Consumo di Risorse e Materiali</b>																					
oli, ris. idriche, glicol, aria strum.	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	
<b>Bilancio Energetico</b>																					
consumi energia elettrica e gas	registrazione in tabelle di sintesi e comunicazione annuale																				
<b>Manutenzione Impiantistica</b>																					
ordinaria e straordinaria	ogni attività verrà registrata e comunicata con cadenza semestrale agli organi di controllo																				
<b>LEGENDA</b>																					
	R	rilevamento																			
	C	comunicazione agli enti																			
		monitoraggio in continuo																			
		monitoraggio continuo con comunicazione secondo prescrizione																			

Tabella 2: Cronoprogramma attività di monitoraggio ambientale e rendicontazione risultati nell'ambito del primo anno di prove di sovrappressione sul giacimento di San Potito

## 7 Procedure di Controllo in Fase di Prova

Nel corso delle prove in sovrappressione verranno eseguiti i controlli sull'andamento dei movimenti del suolo e della pressione statica in giacimento, **mettendo a confronto i risultati dei monitoraggio con le previsioni da modello.**

Non essendo nota a priori l'evoluzione temporale dei volumi iniettabili – principalmente a causa delle incertezze relative (1) alle prestazioni dei pozzi in sovrappressione e (2) alla disponibilità di gas per l'iniezione (nomine degli utenti) - i grafici utilizzati per le verifiche in corso di prova prevederanno l'utilizzo di variabili che non fanno riferimento diretto al tempo.

In particolare, l'andamento delle pressioni statiche di giacimento verrà controllato con riferimento al **volume cumulativo di gas iniettato**, mentre gli spostamenti del suolo verranno controllati, sui 12 bersagli selezionati, in relazione alla **variazione di pressione statica di giacimento.**

Ad ogni modo, le previsioni da modello sono comunque condizionate dalla data di inizio delle prove (post autorizzazione MiSE), in quanto il raggiungimento dell'obiettivo del +7% è legato alla necessità di iniettare un certo volume di gas entro e non oltre il 15 ottobre 2019. E' evidente che se le prove dovessero iniziare troppo tardi l'obiettivo del +7% potrebbe essere mancato.

Le previsioni da modello, che ad oggi prevedono l'inizio delle prove al 1° maggio 2019, verranno aggiornate in funzione dell'effettiva data di inizio prove.

### *Pressioni statiche di giacimento*

Con riferimento alla **pressione statica di giacimento**, si prevede il monitoraggio dei sottolivelli BB1 Upper e BB1 Lower mediante misure di fondo nei pozzi spia SP-6d, SP-4d e SP-3d, nonché nei pozzi di stoccaggio SP-A1d e SP-A2d durante i periodi di chiusura.

Riprendendo quanto esposto nel Capitolo 5, la **media delle pressioni statiche misurate nei pozzi spia** nel corso delle prove è rappresentativa della pressione statica media sull'intero volume dei due sottolivelli BB1 Upper e BB1 Lower. La pressione statica media del giacimento ( $P_s$ ) verrà quindi calcolata a partire dalle pressioni misurate nei 3 pozzi spia SP-6d, SP-4d e SP-3d, che verranno in prima istanza estrapolate alla quota di riferimento di 1833 m s.l.m. (vedi procedura in **Allegato 2**), poi mediate aritmeticamente per fornire il valore di  $P_s$ .

La pressione statica media così misurata verrà comparata con i valori previsti dal modello di giacimento, utilizzando dei grafici in cui viene riportato l'incremento di pressione indotto dal progressivo aumento dei volumi di gas iniettato (**Figura 8** e **Figura 9**, nell'ipotesi di inizio prove al 1° maggio 2019). Analoga procedura verrà adottata durante la fase di estrazione, utilizzando dei grafici che mostrano il calo della pressione con il procedere dell'estrazione di gas. I grafici di riferimento per la fase di estrazione verranno messi a disposizione su portate web entro ottobre 2019, prima dell'inizio dell'erogazione.

Il grado di scostamento tra previsioni da modello e dati misurati fornirà un indice di affidabilità del modello 3D in relazione alla rappresentazione delle pressioni statiche del giacimento.

- Nell'ipotesi di poter iniettare un volume di gas di circa 140 MSm<sup>3</sup>, gli studi effettuati tramite il modello di giacimento indicano che, a fine iniezione (15 ottobre 2019) la pressione statica media in giacimento sarà di 214 Barsa, pari al +7% della pressione statica originaria P<sub>i</sub> (con P<sub>i</sub> = 200 Barsa).

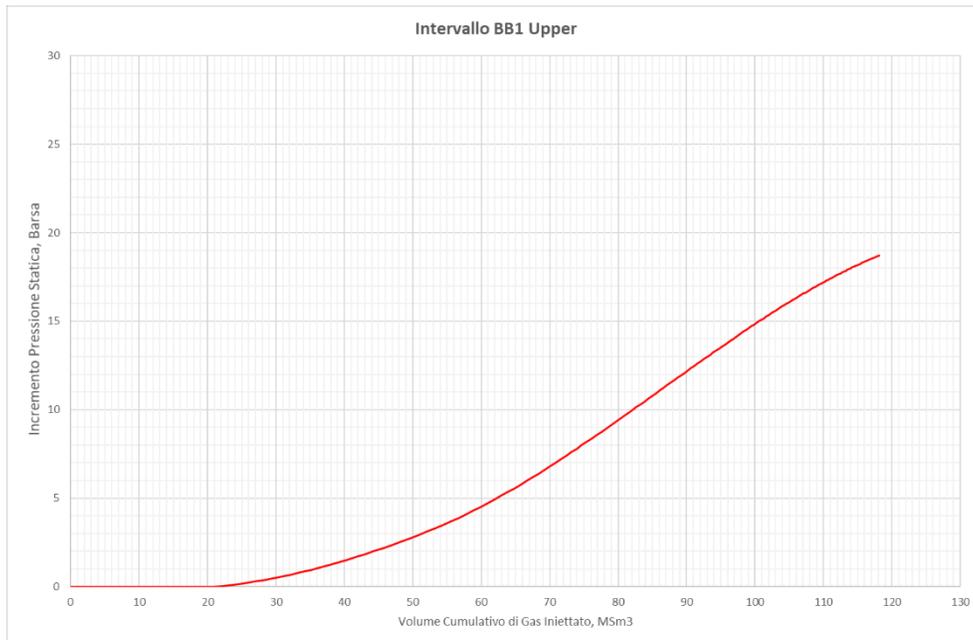


Figura 8: Incremento di pressione statica media in funzione del volume di gas iniettato nel BB1 Upper

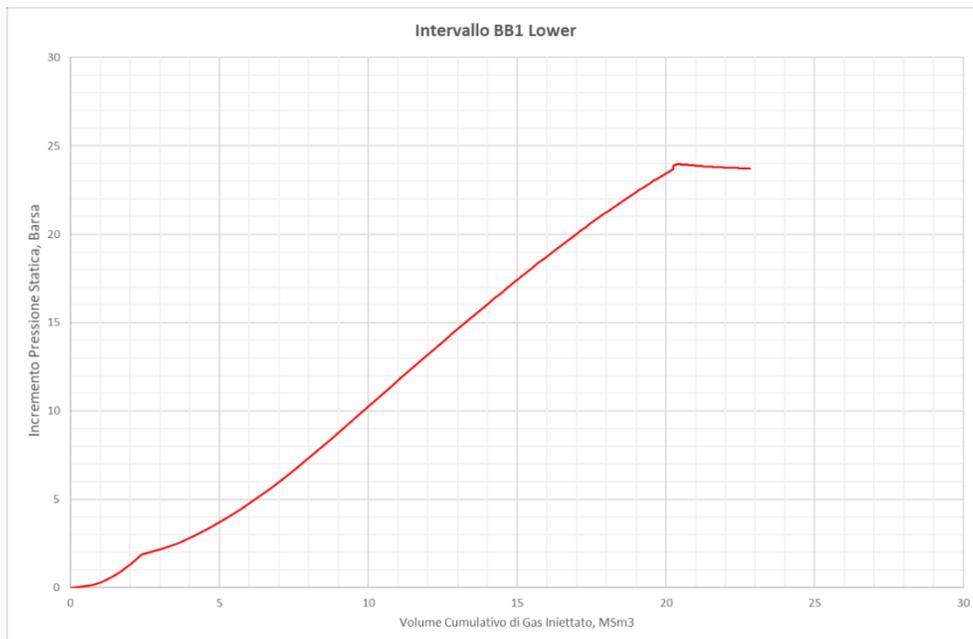


Figura 9: Incremento di pressione statica media in funzione del volume di gas iniettato nel BB1 Lower

### *Movimenti del suolo*

Con riferimento ai **movimenti del suolo**, si prevede il monitoraggio mediante elaborazione di immagini satellitari (tecnica InSAR) di 12 bersagli fissi (Permanent Scatter) situati in superficie in corrispondenza del giacimento di San Potito.

I movimenti rilevati dal satellite sui 12 bersagli verranno confrontati con i movimenti previsti sugli stessi bersagli dal modello geomeccanico 3D, nello scenario di iniezione sino ad una pressione massima pari al +7% (ca. 214 Barsa) della pressione statica originaria.

Il confronto verrà eseguito utilizzando i grafici riportati in **Allegato 3** (da **Figura 12** a **Figura 17**) dove verrà riportato lo spostamento misurato tramite immagini da satellite per ogni singolo bersaglio in funzione della pressione statica media raggiunta dal giacimento durante la fase di iniezione. Analoga procedura verrà adottata durante la fase di estrazione, utilizzando dei grafici che mostrano l'abbassamento dei singoli bersagli in relazione al calo di pressione statica in giacimento. I grafici di riferimento per la fase di estrazione verranno messi a disposizione su portate web entro ottobre 2019, prima dell'inizio dell'erogazione.

Il grado di scostamento tra previsioni da modello e dati misurati fornirà un indice di affidabilità del modello geomeccanico 3D, in relazione alla rappresentazione dei movimenti del suolo nei dintorni del giacimento.

- Nell'ipotesi che la pressione statica a fine prove raggiunga i 214 Barsa, pari al +7% della pressione statica originaria  $P_i$  (con  $P_i = 200$  Barsa), gli studi effettuati tramite il modello geomeccanico indicano che, a fine iniezione (15 ottobre 2019) gli spostamenti verticali in superficie dei 12 bersagli fissi selezionati per il monitoraggio delle deformazioni del suolo (vedi **Allegato 3**) saranno contenuti entro il centimetro.

## **8 Rendicontazione dei risultati delle prove**

Una prima valutazione dell'esito delle prove in sovrappressione sarà possibile verso la fine del 2019 e sarà oggetto di una relazione tecnica a inizio 2020 i cui contenuti verranno condivisi con gli Enti preposti al fine anche di valutare le modalità di esecuzione del secondo anno di prove.

La rendicontazione dei risultati dei monitoraggi nel primo anno di prove in sovrappressione, avverrà mediante elaborati tecnici (relazioni e grafici) nei tempi indicati nel documento di integrazione "INT-005 Ottobre 2018", disponibile sul sito del MATTM al seguente link: <http://www.va.minambiente.it/it-IT/Oggetti/Documentazione/1753/3104?Testo=&RaggruppamentoID=147#form-cercaDocumentazione>

Nell'ipotesi che le prove possano avere inizio nel mese di maggio 2019, il calendario delle comunicazioni verso gli Enti interessati è presentato nel cronoprogramma di dettaglio riportato nel paragrafo 6.5.

Per quanto riguarda le componenti di microsismicità, deformazioni del suolo e pressioni di poro, è prevista una prima rendicontazione sullo stato dei monitoraggi "ante operam", **nel mese che precede**

**l'inizio delle prove (aprile 2019)**, mentre nel corso delle prove è prevista una **rendicontazione con frequenza trimestrale** a partire dal quarto mese dall'inizio delle prove (agosto 2019).

Qualora si registrassero delle situazioni anomale sui trend di deformazione, sull'andamento delle pressioni di giacimento o derivanti da eventuali eventi sismici nell'area di interesse, Edison Stoccaggio provvederà a **rendere disponibile in tempi brevi una specifica relazione tecnica con l'indicazione delle eventuali azioni correttive che verranno adottate.**

A titolo di consultazione, i dati del monitoraggio microsismico, delle deformazioni del suolo e delle pressioni di poro verranno resi disponibili su un portale web dedicato a cui gli Enti interessati potranno accedere, in sola visualizzazione, mediante credenziali di accesso fornite da Edison Stoccaggio.

Tutto gli elaborati tecnici di rendicontazione verranno inviati per **posta elettronica certificata** agli enti interessati riportati in **Allegato 4.**

## **ALLEGATI**

## Allegato 1: Pressioni Statiche Originarie e Quote di Misura

La pressione statica all'interno di un fluido (P) varia in funzione del suo peso specifico ( $\gamma$ ) e della profondità (H), come descritto dalla legge di Bernoulli ( $P = \gamma H$ ). Nel giacimento BB1 di San Potito, l'andamento delle pressioni statiche originarie in funzione della profondità è rappresentato in **Figura 10**. La pressione statica iniziale è pari 199.7 Barga al datum di 1833 m s.l.m.. Il contatto iniziale gas-acqua è stato individuato a 1858 m s.l.m.. Nella figura sono riportate le profondità del top spari dei pozzi dove si esegue il monitoraggio in profondità delle pressioni.

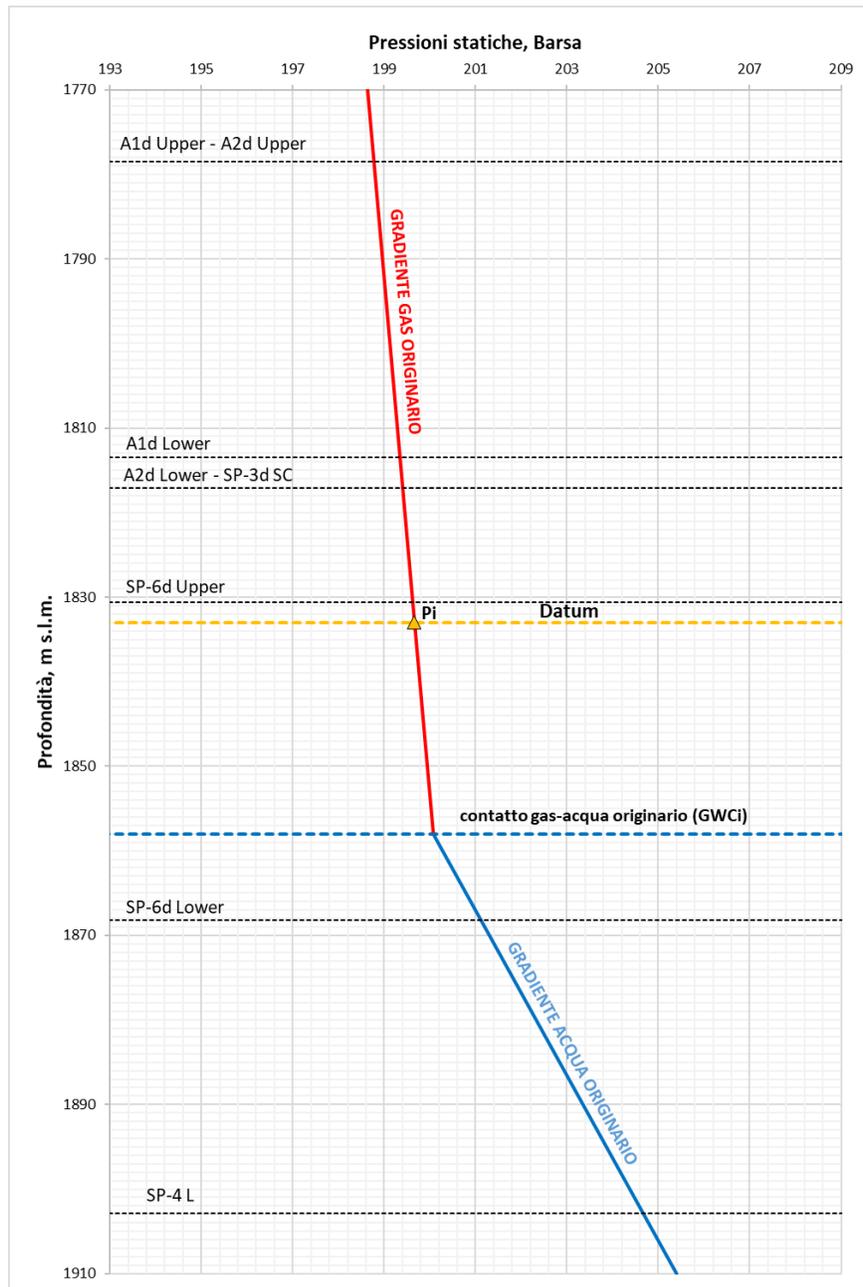
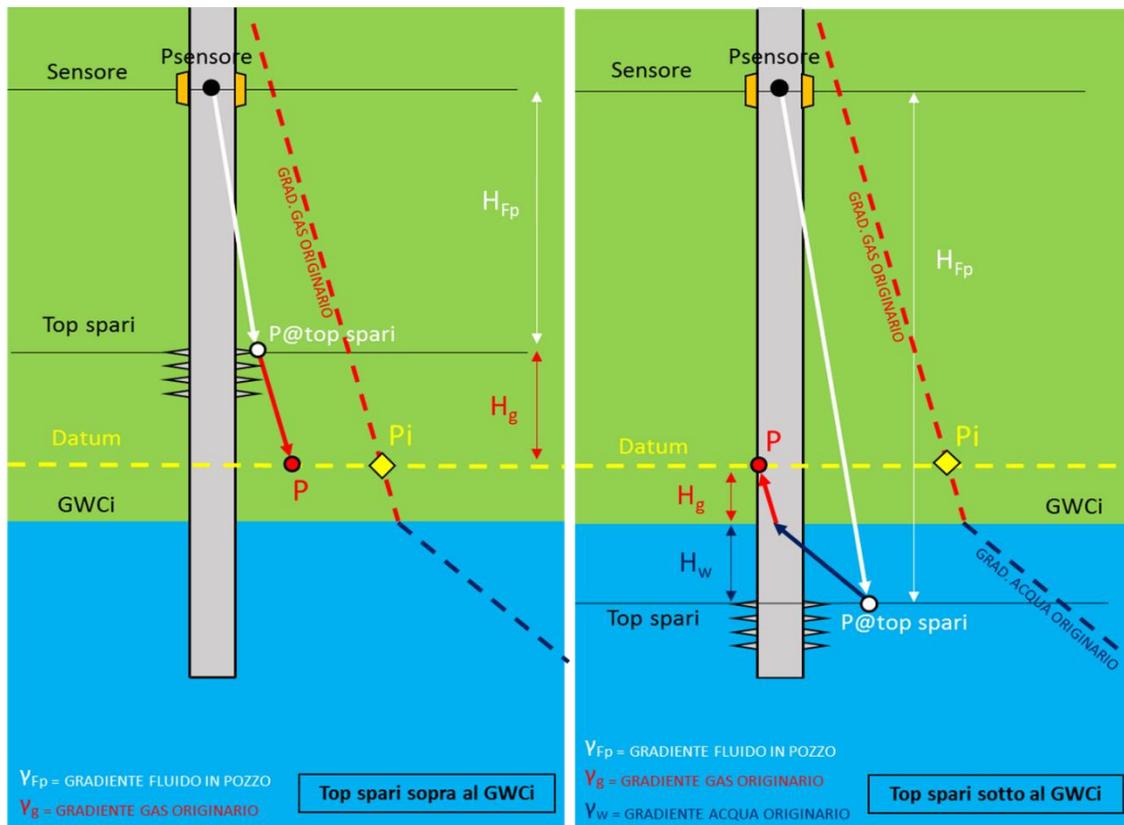


Figura 10: Pressioni statiche originarie e quote top spari nei pozzi di controllo delle pressioni

## Allegato 2: Calcolo delle Pressioni Statiche al Datum

Per eseguire la comparazione delle misura effettuate a diverse profondità e diverse zone del giacimento è necessario che le pressioni statiche siano riportate alla stessa profondità di riferimento (c.d. datum). Nel giacimento di San Potito, il datum è fissato alla profondità di 1833 m s.l.m., dove la pressione statica originaria è pari a 199.7 Barsa (203.6 kg/cm<sup>2</sup>a). Le misure di pressione vengono effettuate a fondo pozzo, ma a quote generalmente differenti dal datum, per cui sorge la necessità di estrapolare la misura fatta alla profondità di riferimento. Le procedure di estrapolazione al datum differiscono in relazione alla profondità del top spari rispetto alla quota del contatto gas-acqua originario.

- **Top spari al di sopra del contatto GWCI:** le pressioni rilevate dal sensore sono riportate al top spari utilizzando il gradiente idrostatico del fluido presente nel pozzo ( $\gamma_{Fp}$ ), che viene misurato con specifiche misure di pressione a diverse profondità (c.d. gradienti statici). Successivamente le pressioni sono riportate dal top spari al datum utilizzando gradiente idrostatico del gas originariamente in posto ( $\gamma_g = 0.01667 \text{ kg/cm}^2/\text{m}$ ).
- **Top spari al di sotto del contatto GWCI** (pozzi SP-6d Lower e SP-4L): in maniera analoga al caso precedente le pressioni rilevate dal sensore sono riportate al top spari utilizzando il gradiente idrostatico del fluido presente nel pozzo. Per riportare il valore di pressione dal top spari al datum si utilizza il gradiente idrostatico originario dell'acqua ( $\gamma_w = 0.10450 \text{ kg/cm}^2/\text{m}$ ) fino al contatto gas-acqua originario e quindi il gradiente idrostatico originario del gas ( $\gamma_g$ ) dal contatto al datum.



$$P_{datum} = P_{sensore} + \gamma_{Fp} * H_{Fp} + \gamma_g * H_g$$

$$P_{datum} = P_{sensore} + \gamma_{Fp} * H_{Fp} - \gamma_w * H_w - \gamma_g * H_g$$

### Allegato 3: Previsione degli Spostamenti al Suolo Durante le Prove

Gli spostamenti previsto al suolo nel corso delle prove a  $P_{\max}=1.07P_i$  sono stati valutati mediante modello geomeccanico 3D, imponendo l'andamento delle pressioni statiche ricavato dal modello 3D di giacimento durante la fase storica di produzione primaria e stoccaggio fino al febbraio 2019 e la prevista fase di prove in sovrappressione da maggio 2019 ad aprile 2020. La variazione di pressione in giacimento durante ciascun ciclo di stoccaggio/erogazione è pari a 25-30 bar.

Al fine del confronto tra spostamenti previsti e spostamenti misurati tramite immagini satellitari, sono stati selezionati 12 bersagli fissi (PS: *Permanent Scatter*) situati in superficie in corrispondenza del giacimento di San Potito (**Figura 11**). Per ogni PS è stato calcolato lo spostamento verticale previsto durante la fase di iniezione in sovrappressione (maggio-ottobre 2019) e la successiva fase di svaso (novembre 2019 – aprile 2020).

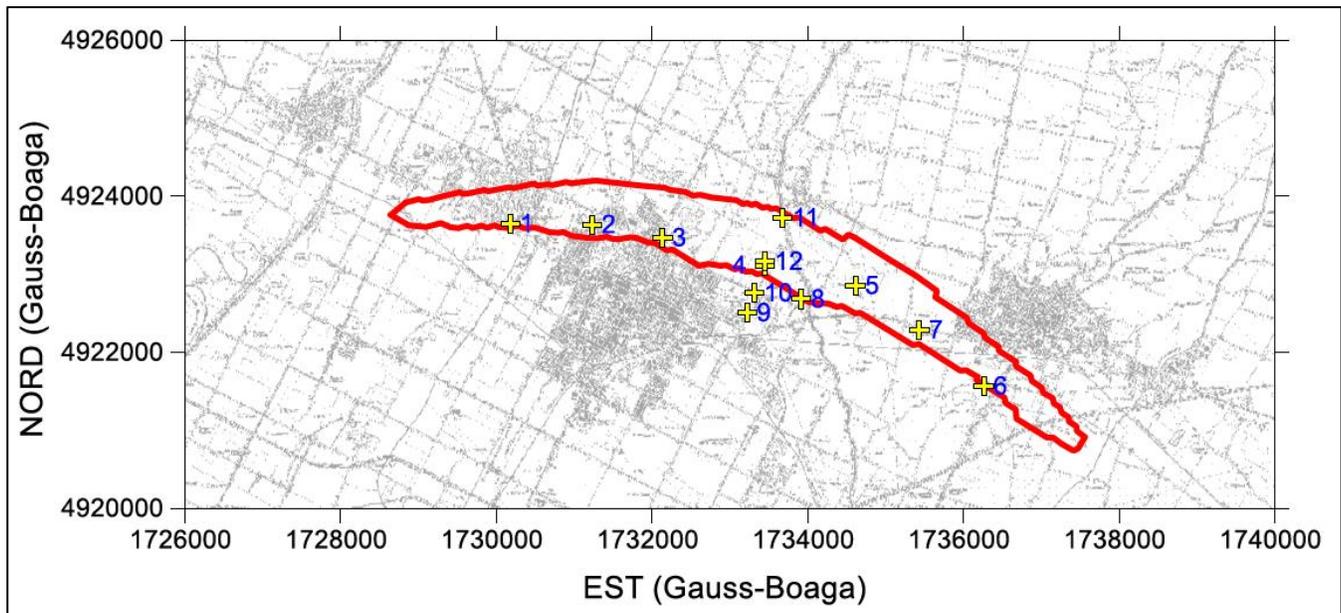


Figura 11: Traccia del giacimento di San Potito e bersagli fissi (PS) i cui movimenti verranno monitorati mediante immagini satellitari (tecnica InSAR)

Gli spostamenti previsti in superficie sono correlati alla pressione presente in giacimento, la quale - a sua volta - è funzione del volume cumulato di gas iniettato. Non potendo stabilire a priori l'evoluzione temporale dei volumi iniettati (incertezze sulle prestazioni del giacimento in iniezione e sulla data di inizio delle prove), gli **spostamenti previsti** durante la fase di iniezione in sovrappressione per i 12 PS sono forniti nelle figure che seguono direttamente in funzione dell'incremento di pressione statica di giacimento (**quasi tutti ampiamente sotto il centimetro**). I grafici relativi ai movimenti dei PS durante la fase di estrazione saranno forniti su portale web nel mese di ottobre 2019, prima dell'inizio dell'erogazione.

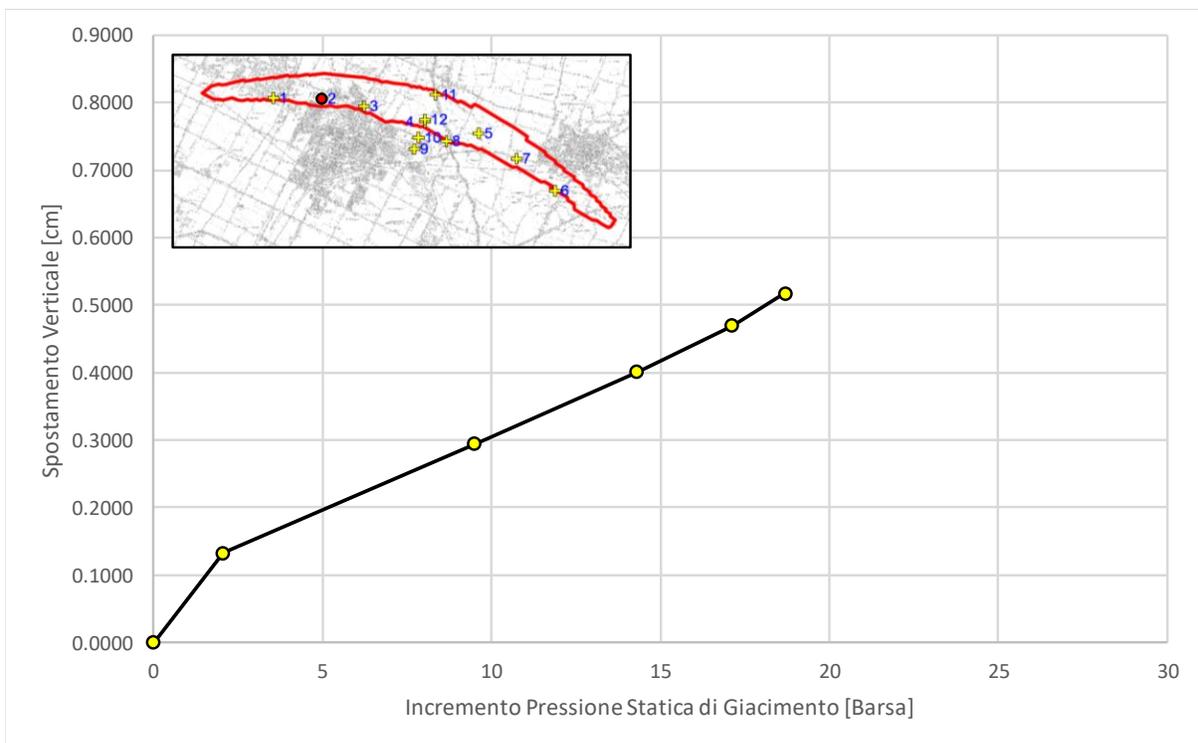
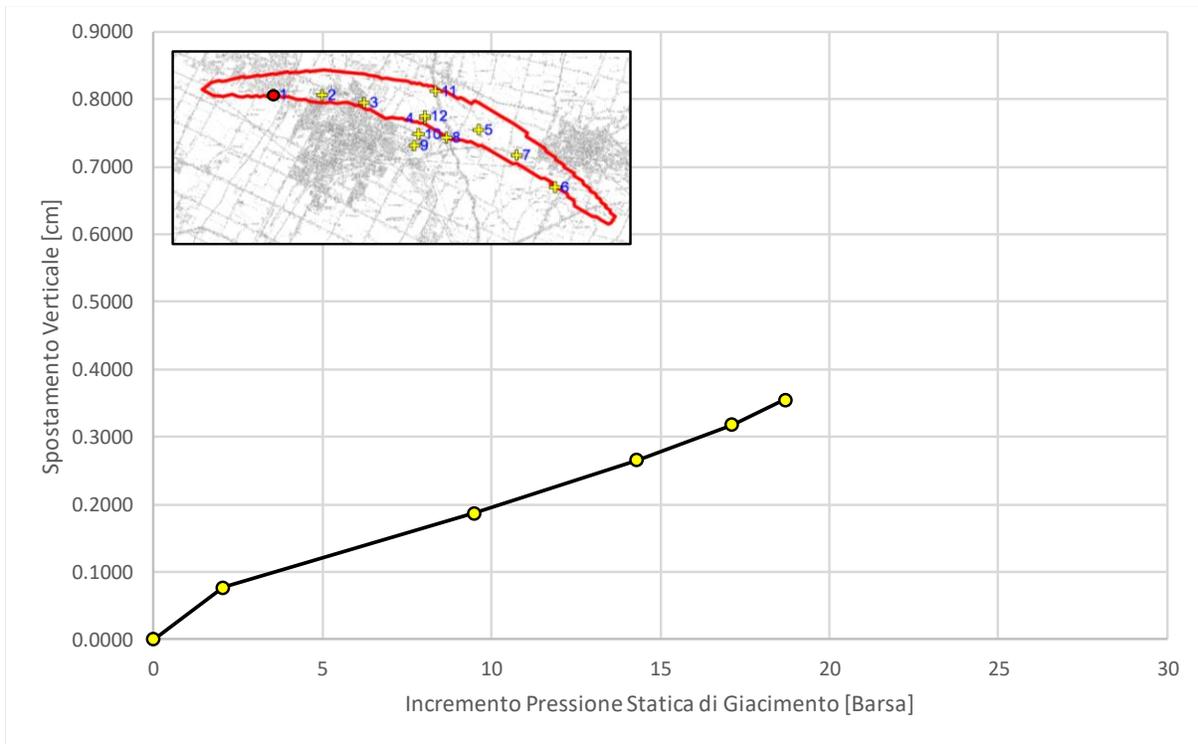


Figura 12: Spostamento Verticale [cm] in corrispondenza del PS1 (in alto) e del PS2 (in basso) durante il ciclo di stoccaggio a  $P_{MAX}=107\%P_i$ , cioè  $P_{MAX}=214$  bar.

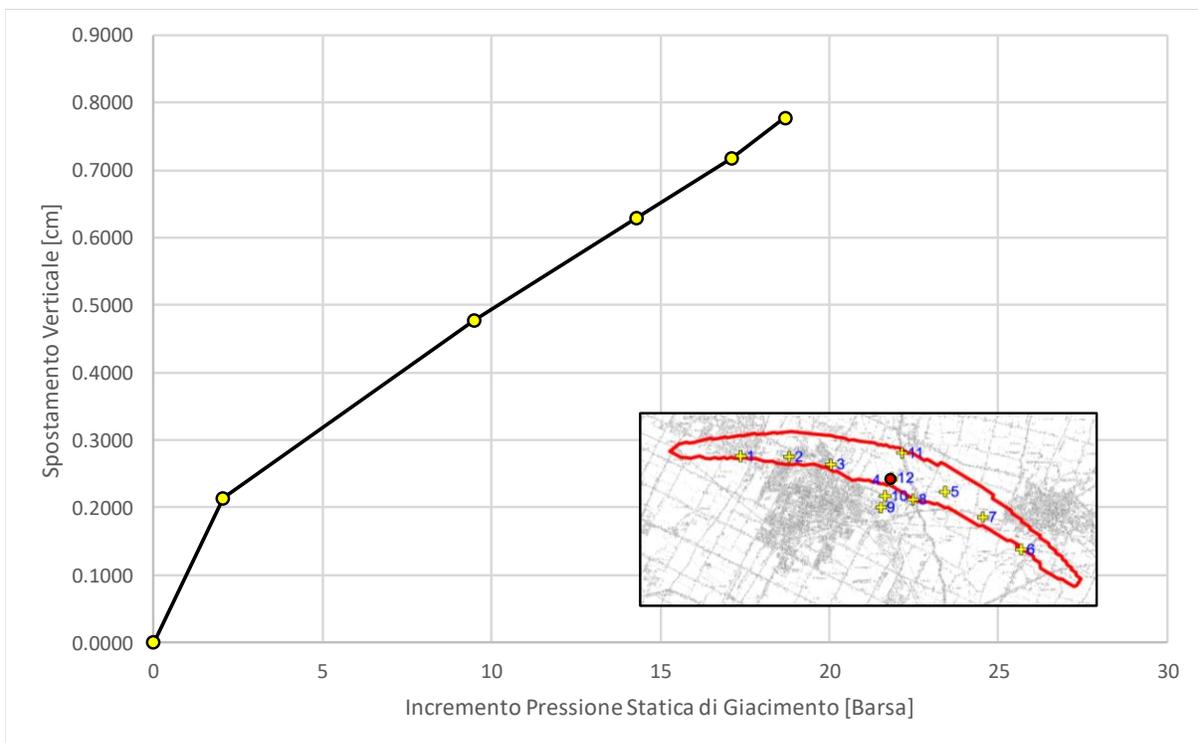
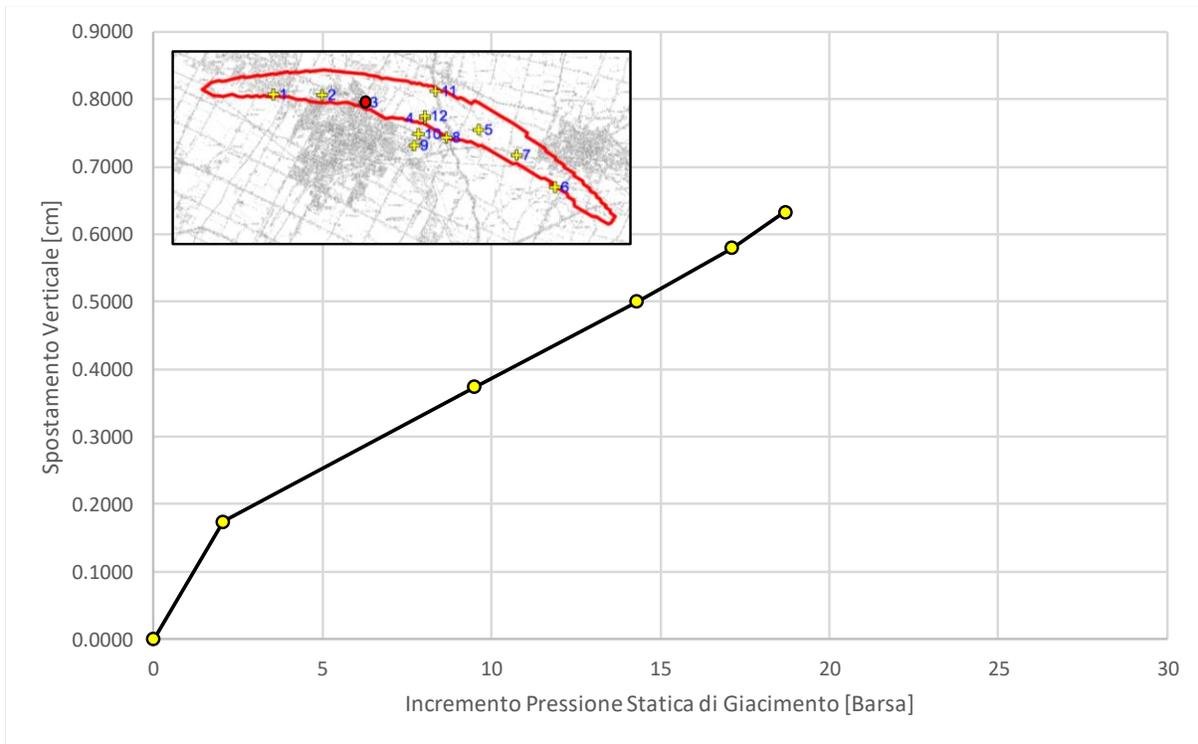


Figura 13: Spostamento Verticale [cm] in corrispondenza del PS3 (in alto) e del PS4 (in basso) durante il ciclo di stoccaggio a  $P_{MAX}=107\%P_i$ , cioè  $P_{MAX}=214$  bar.

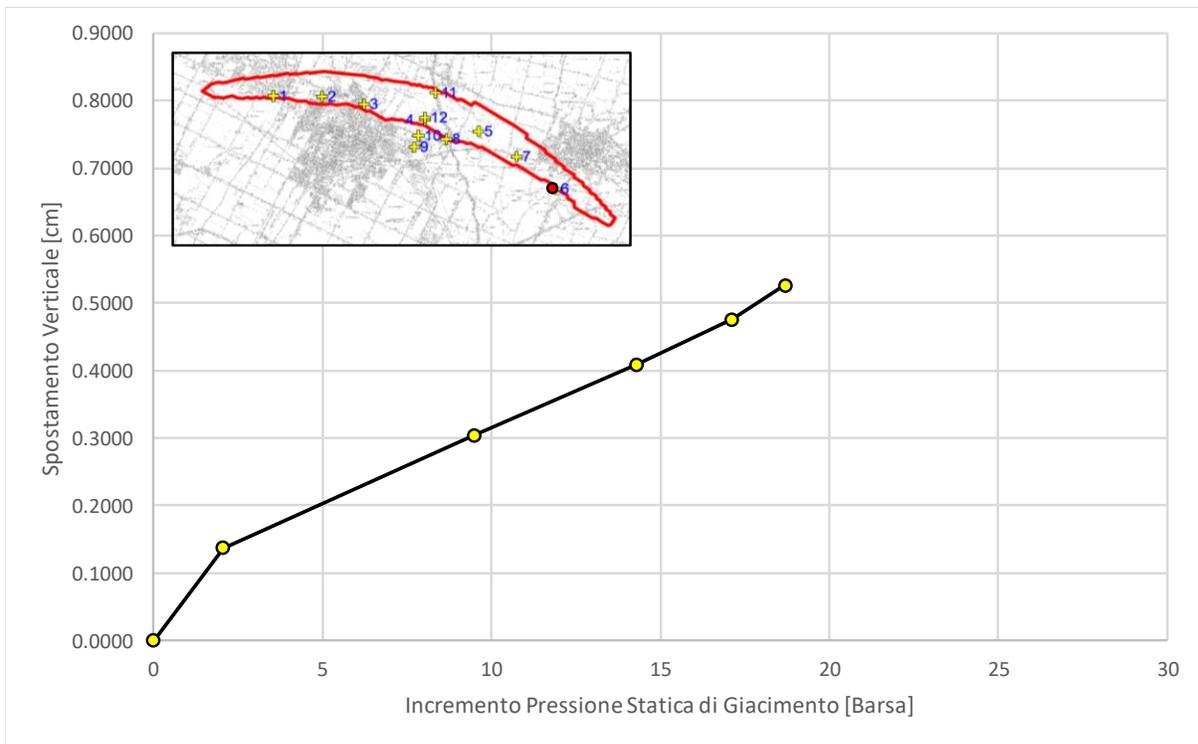
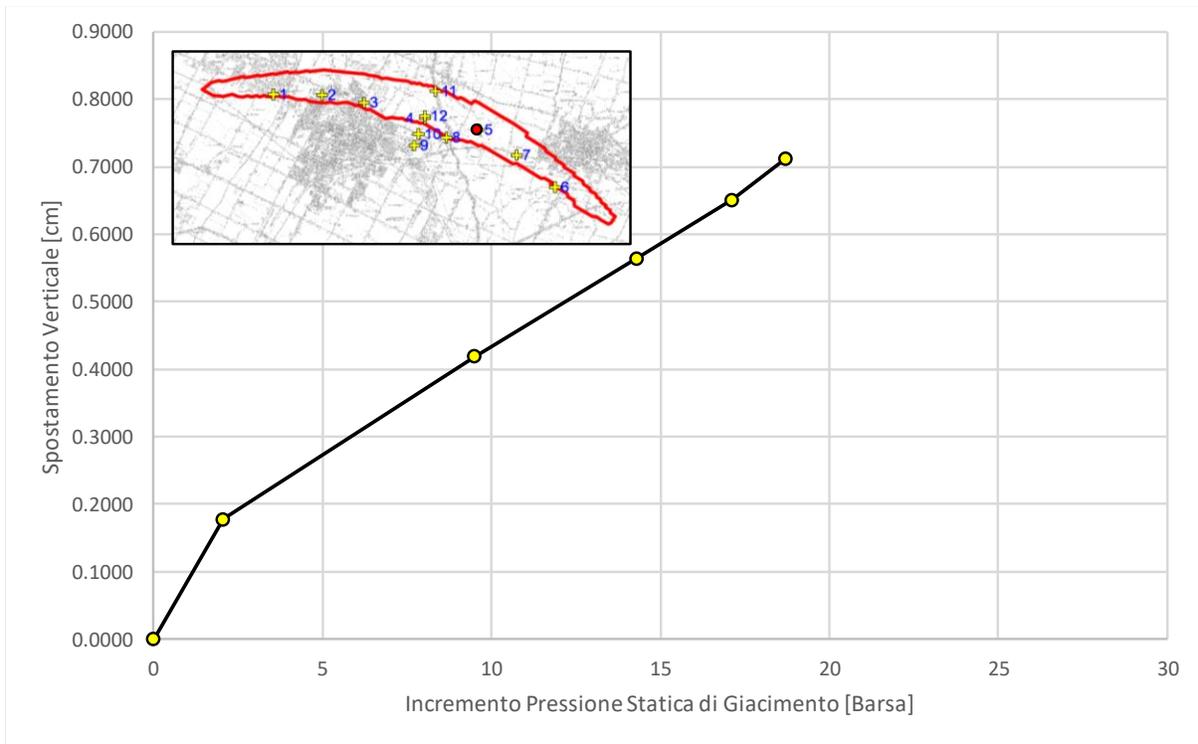


Figura 14: Spostamento Verticale [cm] in corrispondenza del PS5 (in alto) e del PS6 (in basso) durante il ciclo di stoccaggio a  $P_{MAX}=107\%P_i$ , cioè  $P_{MAX}=214$  bar.

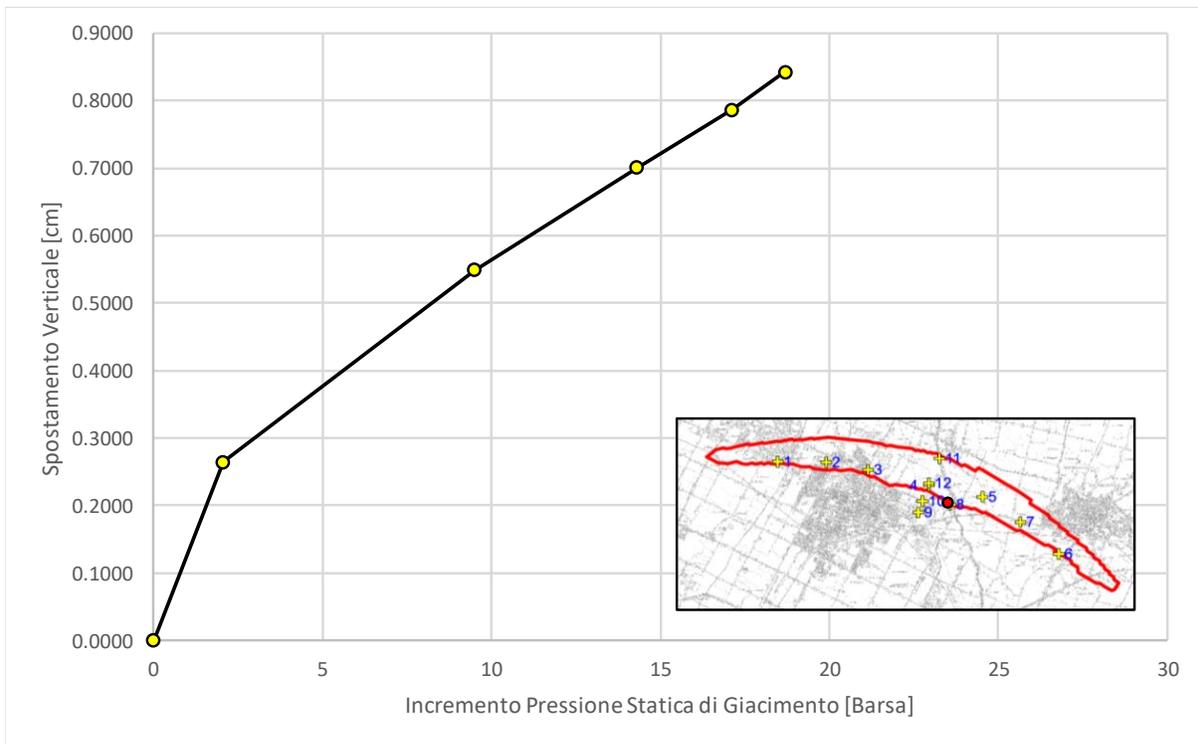
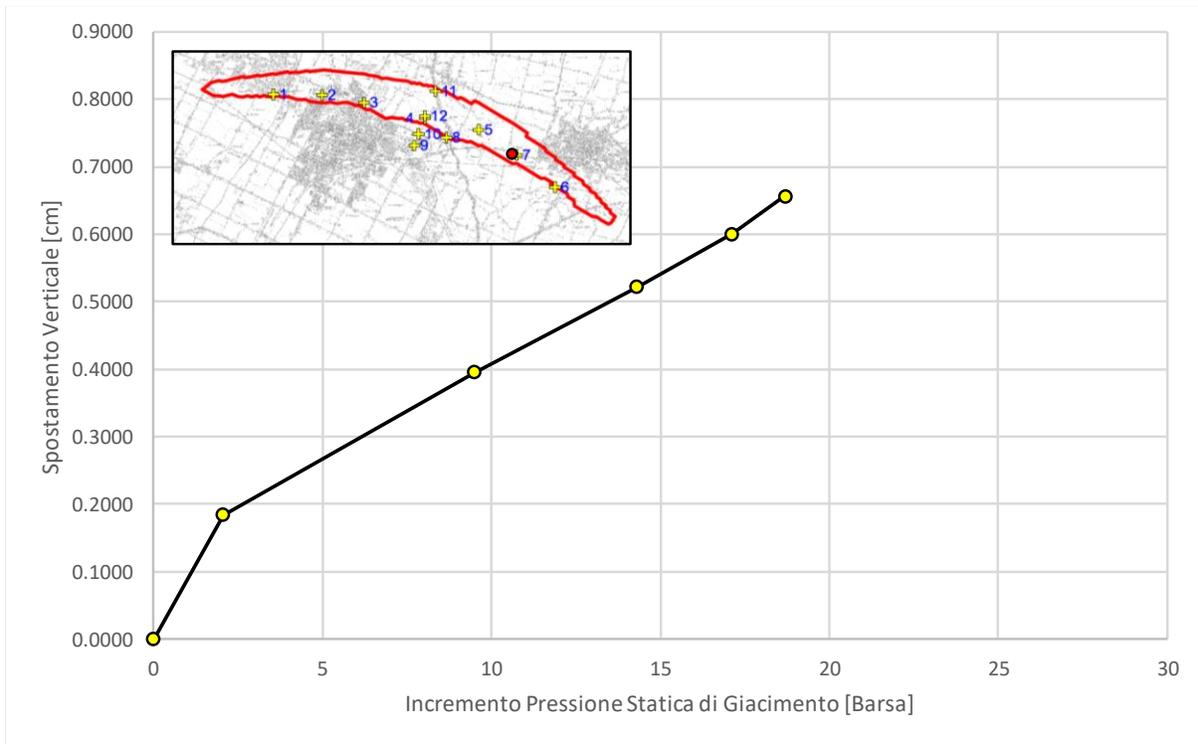


Figura 15: Spostamento Verticale [cm] in corrispondenza del PS7 (in alto) e del PS8 (in basso) durante il ciclo di stoccaggio a  $P_{MAX}=107\%P_i$ , cioè  $P_{MAX}=214$  bar.

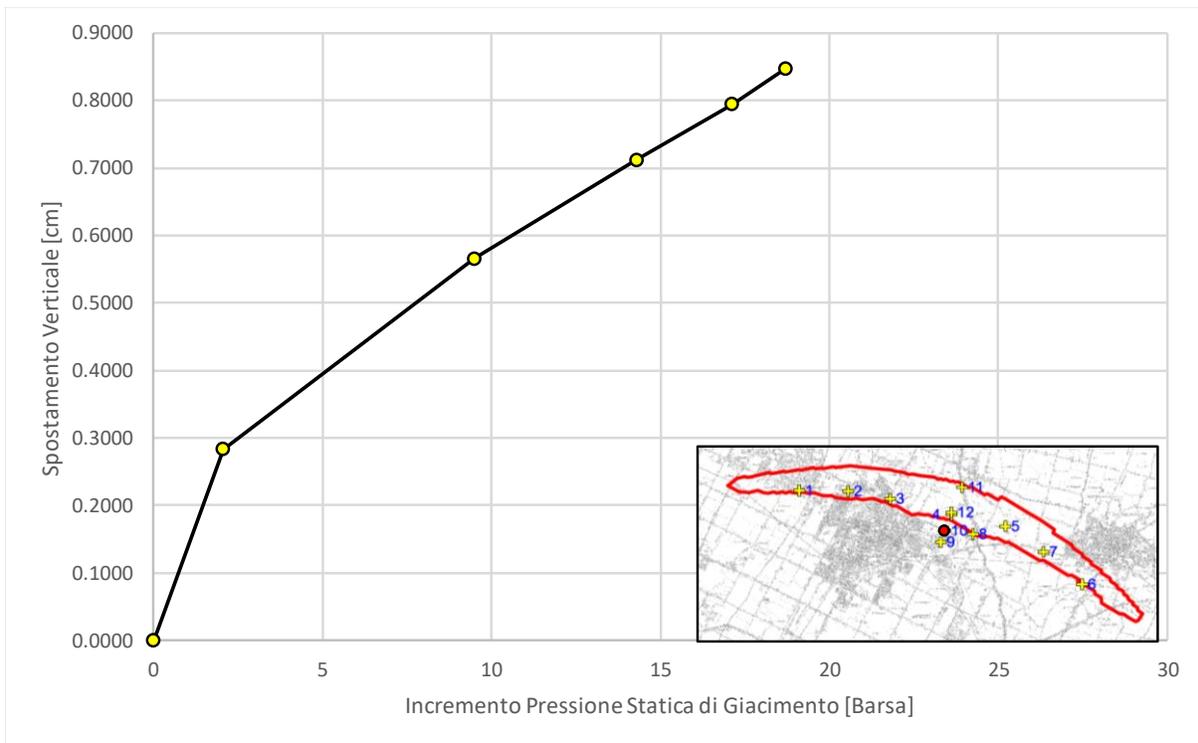
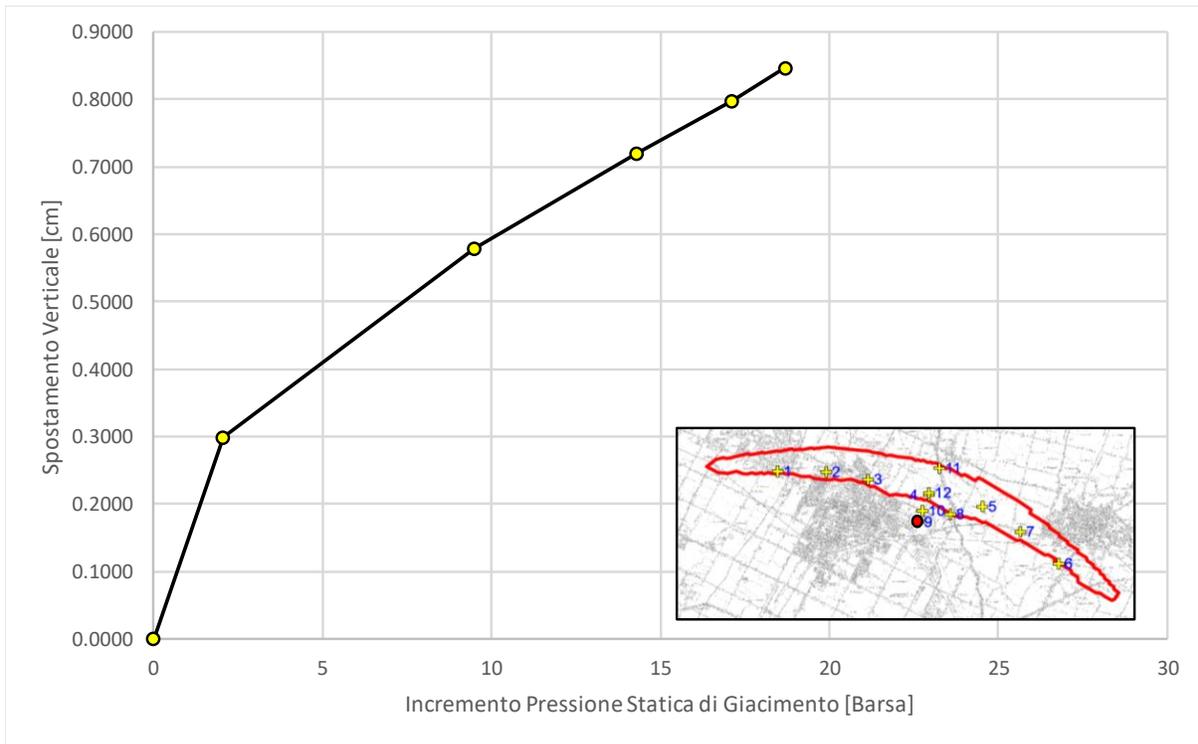


Figura 16: Spostamento Verticale [cm] in corrispondenza del PS9 (in alto) e del PS10 (in basso) durante il ciclo di stoccaggio a  $P_{MAX}=107\%P_i$ , cioè  $P_{MAX}=214$  bar.

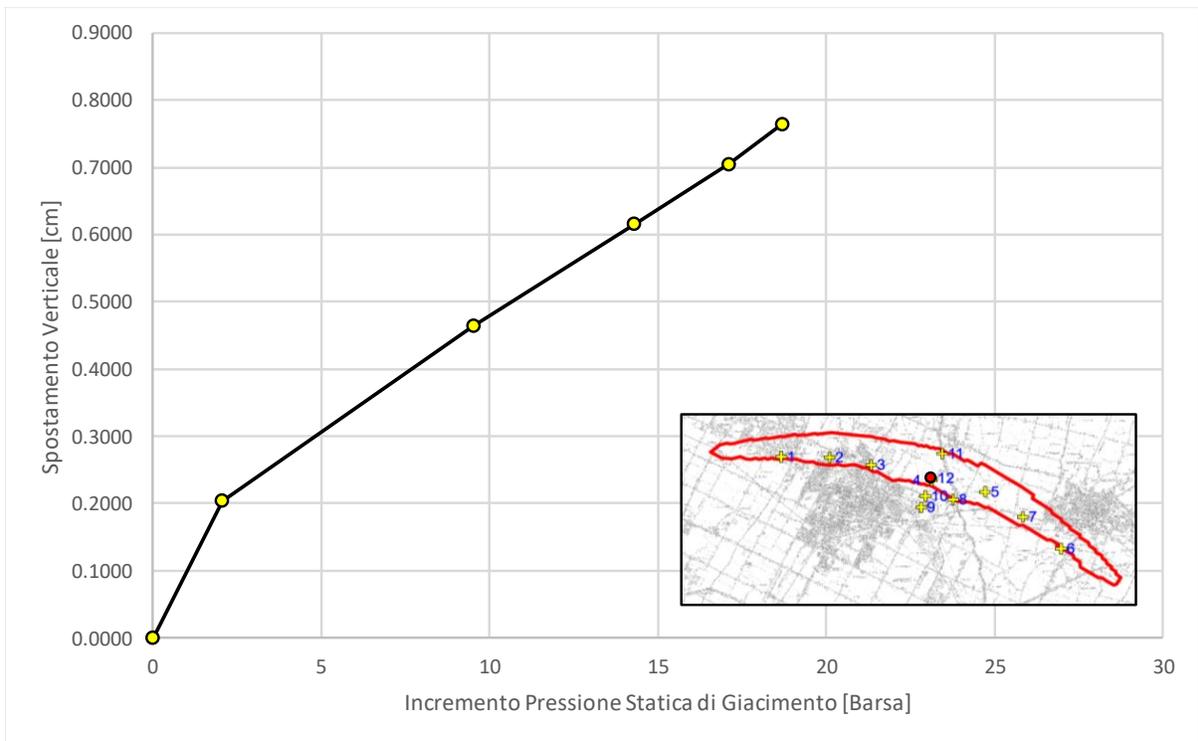
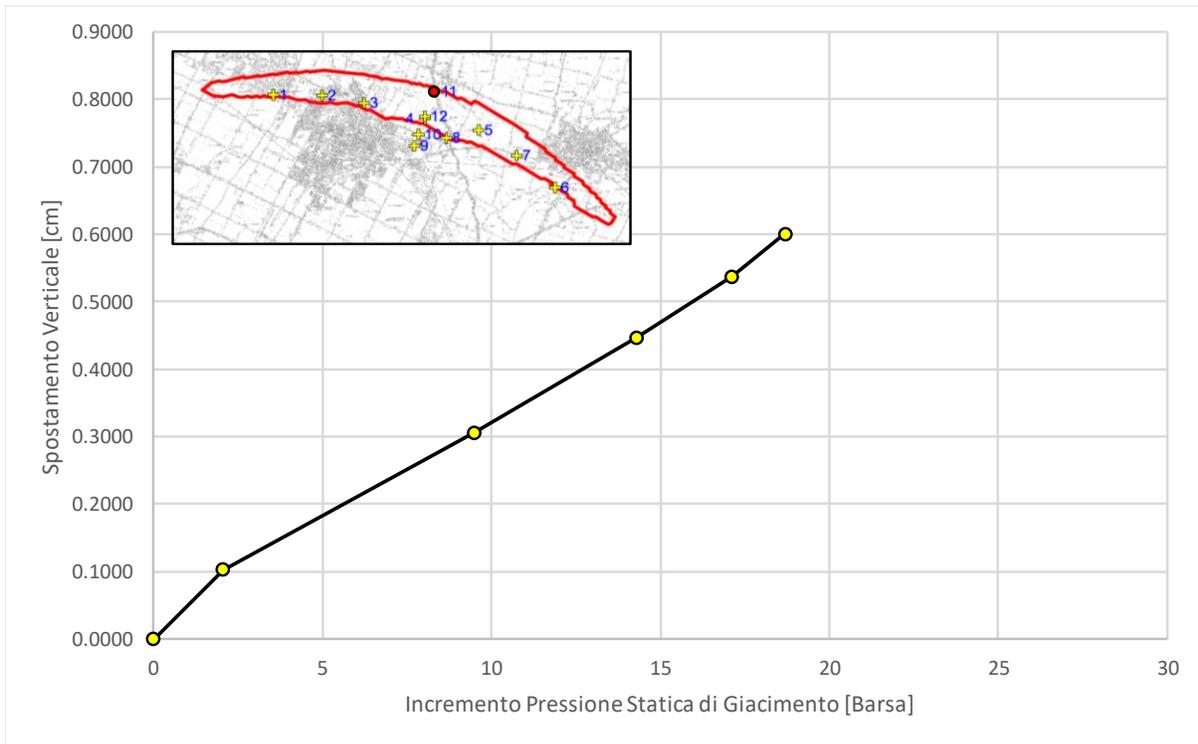


Figura 17: Spostamento Verticale [cm] in corrispondenza del PS11 (in alto) e del PS12 (in basso) durante il ciclo di stoccaggio a  $P_{MAX}=107\%P_i$ , cioè  $P_{MAX}=214$  bar.

**Allegato 4: Elenco degli Enti Interessati alla Rendicontazione dei Risultati delle Prove****Da concordare**

MATTM

CTVA

Regione Emilia Romagna

ARPAE

Unione dei Comuni della Bassa Romagna

.....

.....