

Appendice A

Progetto di Dismissione e Ripristino

Doc. No. P008509-1-H1 Rev.0 - Luglio 2019





**Istanza di Concessione di Coltivazione
VALLE DEL MEZZANO**

Progetto di dismissione e ripristino dei siti utilizzati
per la coltivazione del giacimento a gas naturale
"TRAVA"

Maggio 2019

INTRODUZIONE

Il presente documento contiene il programma di dismissione e di ripristino ambientale dei siti interessati dalla coltivazione del giacimento di produzione di gas naturale denominato TRAVA, valutato, sulla base dei modelli di giacimento forniti da Aleanna Resources, in circa 8 anni. Al contempo viene fornito anche il programma di dismissione e di ripristino ambientale delle due postazioni sonda dei pozzi TRAVA NE 1 Dir e TRAVA NW 1 Dir, la cui perforazione è prevista nel programma lavori dopo la messa in produzione dei pozzi TRAVA 2 Dir e TRAVA 3 Dir.

Le aree minerarie coinvolte dagli interventi sono quindi:

AREA POZZI TRAVA 2 DIR – TRAVA 3 DIR (NEL SEGUITO AREA CENTRALE TRAVA)

Area centrale di TRAVA, dove saranno presenti i due pozzi TRAVA 2 Dir e TRAVA 3 Dir e gli impianti di trattamento del gas naturale prodotto dai pozzi tramite disidratazione, allo scopo di renderlo commerciabile.

METANODOTTO DI COLLEGAMENTO ED AREA DI MISURA FISCALE A S.R.G

Tubazione che collega l'area della centrale TRAVA alla rete di Trasporto Gas Nazionale gestita da Snam Rete Gas (SRG); in corrispondenza della tubazione di SRG è presente un'area di modeste dimensioni destinata alla misura fiscale del gas che vi sarà immesso.

AREA TRAVA NE1 DIR E TRAVA NW 1 DIR

Questi due pozzi saranno messi in produzione, o chiusi minerariamente, a seguito dell'esito dei logs o al termine della prova di produzione, in funzione dei volumi di gas che andranno eventualmente a identificare. Detti pozzi saranno perforati dopo la messa in produzione dei pozzi TRAVA 2 Dir e TRAVA 3 Dir.

Le attività da eseguire nelle aree sopra indicate sono elencate di seguito contestualmente ai paragrafi di riferimento:

Interventi nell' area pozzi TRAVA 2 Dir – TRAVA 3 Dir (nel seguito area CENTRALE TRAVA)

- Chiusura mineraria dei pozzi TRAVA 2 Dir – TRAVA 3 Dir (paragrafo 1).
- Smontaggio dell'impianto di trattamento gas presente nell'area, delle tubazioni e dei cavi interrati, prevalentemente opere meccaniche (paragrafo 2).
- Rimozione delle strutture in calcestruzzo, della massicciata, del tessuto non tessuto e di tutte le opere accessorie (recinzioni, cancelli, ecc.) presenti dell'area mineraria, prevalentemente lavori civili (paragrafo 4).

Interventi su METANODOTTO DI COLLEGAMENTO E AREA DI MISURA FISCALE A S.R.G.

- Inertizzazione e messa in sicurezza del metanodotto (paragrafo 3).
- Rimozione delle opere meccaniche (linea di misura, ecc.) e civili (massicciate, recinzione, ecc.) presenti (paragrafo 3).

- Rimozione del Punto di Intercettazione (PIL)

Interventi in Area TRAVA NE 1 Dir e TRAVA NW 1 Dir

- Chiusura mineraria dei pozzi TRAVA NE 1 Dir e TRAVA NW 1 Dir (paragrafo 5).
- Rimozione delle strutture in calcestruzzo, della massicciata, del tessuto non tessuto e di tutte le opere accessorie (recinzioni, cancelli, ecc.) presenti dell’area mineraria (paragrafo 4).

01 CHIUSURA MINERARIA DEI POZZI TRAVA 2 Dir e TRAVA 3 Dir IN AREA CENTRALE TRAVA

La chiusura mineraria al termine della coltivazione del giacimento di produzione di gas naturale dei due pozzi, aventi caratteristiche del tutto simili, come evidenziato dagli schemi in figura, si otterrà con l’uso combinato di tappi di cemento e di tappi metallici (bridge pugs), al fine di impedire la migrazione dei fluidi presenti tra i diversi livelli posti in profondità ed al contempo la migrazione dai livelli in profondità verso che la superficie.

L’intervento richiederà l’utilizzo di un’unità coiled cubing, predisposta per discendere una tubazione di diametro ridotto all’interno del pozzo, con lo scopo di collocare la malta di cemento confezionato dall’unità di cementazione in corrispondenza delle quote selezionate; entrambe le unità sono trasportate su camion. I livelli depletati dopo la coltivazione saranno isolati dalla superficie con tre tappi di cemento, ciascuno della lunghezza di circa 150 – 200 m: il primo, e più profondo, sarà posizionato da fondo pozzo fino a coprire la quota dei livelli produttivi, il secondo sarà posizionato a coprire la scarpa del CSG 9 5/8”; questo tappo di cemento sarà sovrastato da un bridge plug metallico a garanzia della tenuta idraulica, il terzo ed ultimo sarà posizionato da quota - 150 m fino alla superficie.

Gli schemi di chiusura mineraria sono riportati nelle figure 1 e 2.

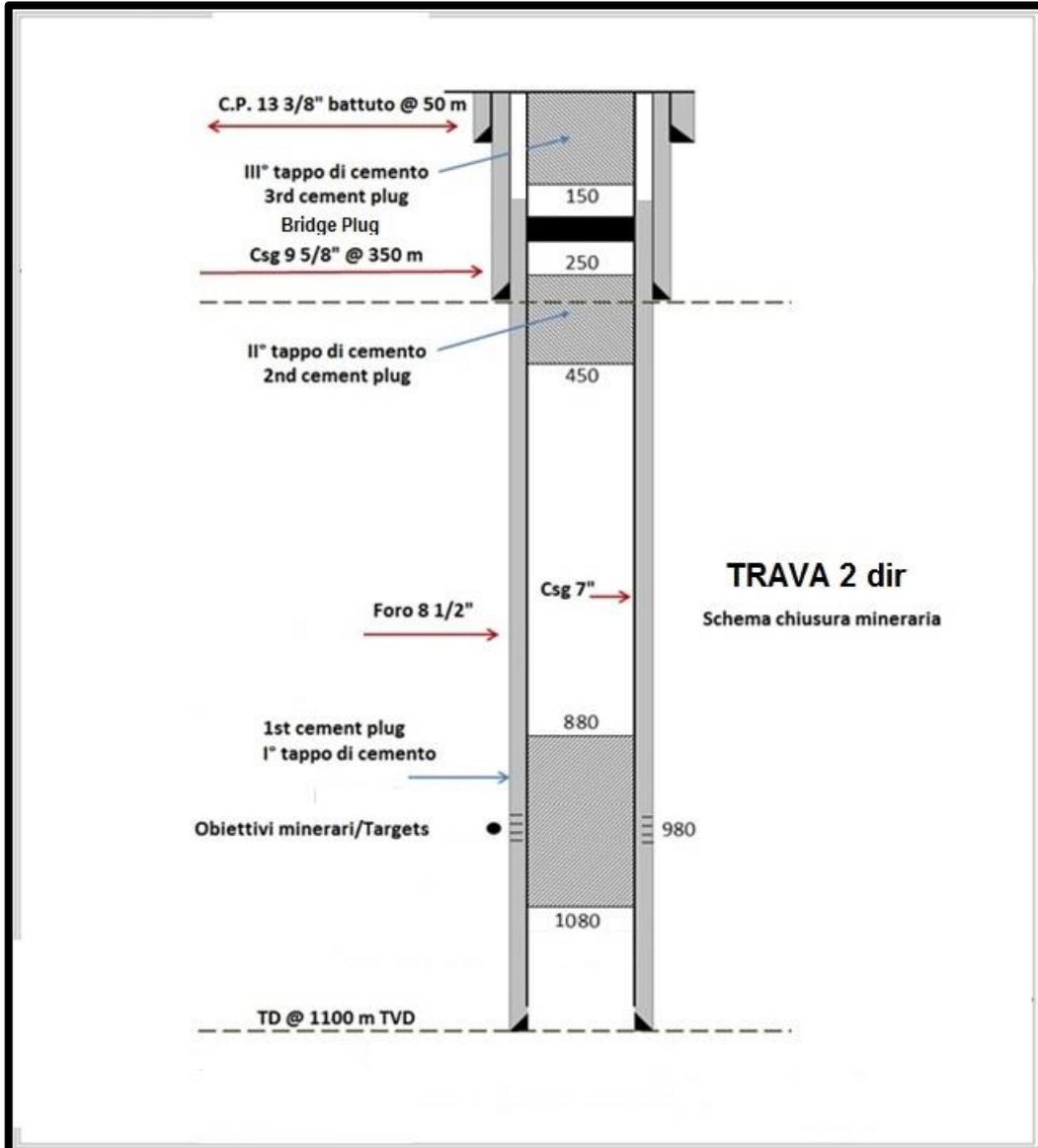


Figura 1 - Schema chiusura mineraria Trava 2 dir

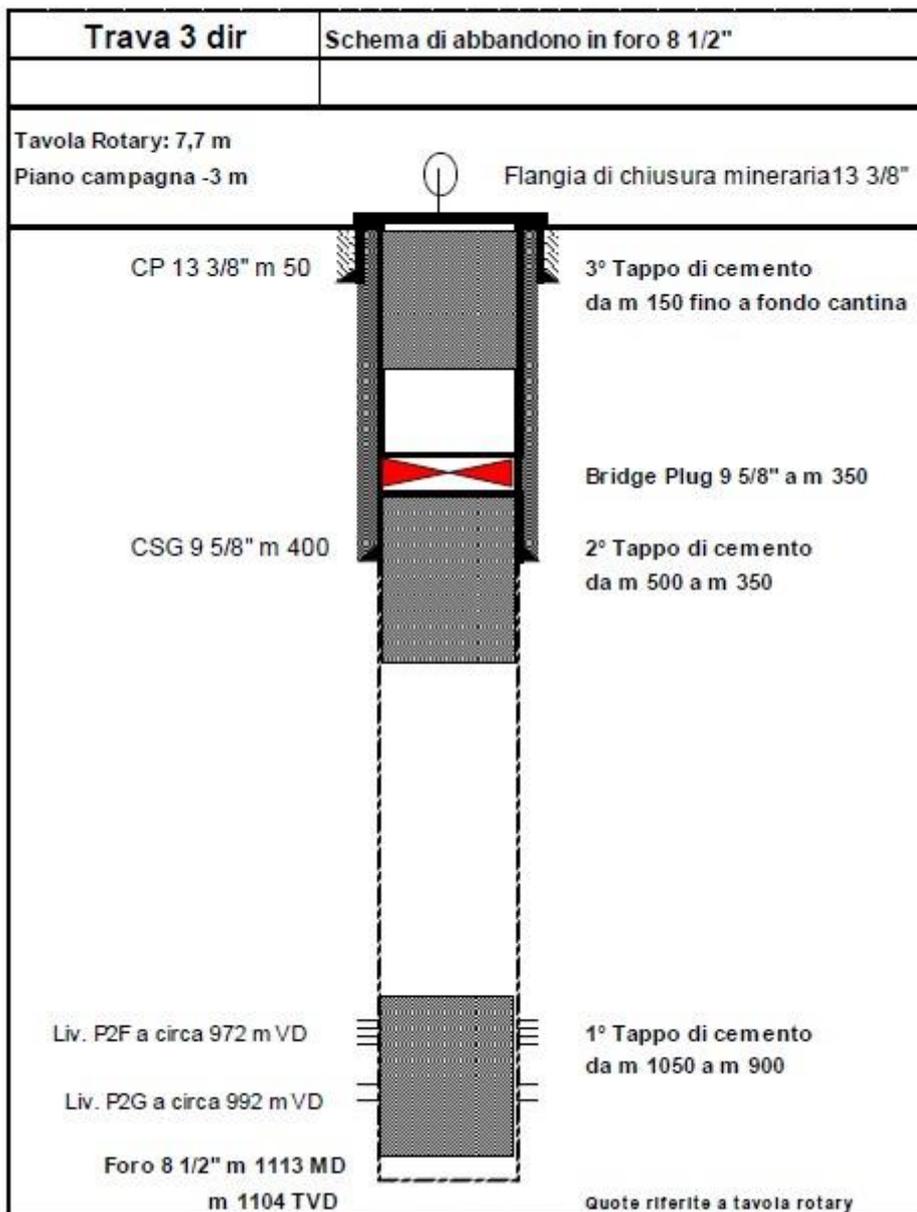


Figura 2- Schema di chiusura mineraria Trava 3 dir

Una volta collocati i tappi verrà poi rimossa la testa pozzo tagliando i casing a fondo cantina, fino alla profondità di circa -2,50 m, per consentire ogni operazione di aratura, anche profonda, e di coltivazione agricola senza interferenze.

Il pozzo verrà chiuso con un'apposita flangia cieca da saldare sul CP 13" 3/8 munita di presa di pressione.

Il programma definitivo di chiusura mineraria verrà predisposto in ogni dettaglio all'approssimarsi della fine della vita produttiva del pozzo, tenendo in considerazione i dati nel frattempo acquisiti nella fase di produzione del giacimento, e sottoposto ad una specifica autorizzazione dell'Ufficio Minerario (UNMIG) del Ministero dello Sviluppo Economico.

02 SMONTAGGIO IMPIANTO DI TRATTAMENTO GAS IN AREA CENTRALE TRAVA

Terminate le attività relative alla chiusura mineraria dei pozzi si procederà alle attività di decommissioning e smontaggio dell'impianto di trattamento gas.

Le attività di decommissioning verranno effettuate a seguito di bonifica e messa in sicurezza dell'impianto e consisteranno nella rimozione di tutti i liquidi presenti negli impianti (prevalentemente acque di strato salmastre) che saranno conferite a centro di trattamento e smaltimento autorizzato.

Verranno poi effettuate le attività relative agli scollegamenti elettrici e strumentali, lo smontaggio dei quadri di controllo degli impianti, a cui seguiranno gli scollegamenti meccanici di tutti gli skid di produzione e delle diverse componenti che costituiscono l'impianto, in previsione di un riutilizzo futuro. Le tubazioni, i supporti metallici, le valvole manuali e le valvole di controllo attuate, verranno smontate, catalogate e stoccate su bancali in legno od in contenitori metallici. Gli skid che costituiscono gli impianti aventi dimensioni trasportabili saranno caricati interamente, diversamente si procederà a disassemblarle. Le tubazioni di interconnessione tra i vari skid di produzione verranno scollegate e sezionate, mediante sfrangiatura o taglio a freddo, con lunghezza massima di 12 metri per consentirne la trasportabilità. Lo stesso verrà effettuato per le canaline elettriche. Il tutto verrà caricato su autoarticolati e trasportato a nuova destinazione per revisione in vista del loro riutilizzo.

03 INERTIZZAZIONE DEL METANODOTTO E RIPRISTINO AREA DI MISURA FISCALE

La condotta, avente diametro di 11,4 cm, DN 100, ($\varnothing 4''$) pari a circa ml. 9.850 m, riguardante l'allacciamento con Snam Rete Gas, verrà posta fuori servizio, bonificata ed inertizzata.

L'operazione comporterà le seguenti fasi operative:

- Bonifica della condotta, con lavaggio dei tubi con acqua e pigs; l'acqua di risulta sarà recuperata e portata a discarica per smaltimento in centri autorizzati;
- Inertizzazione della condotta pompando azoto ad alla fine di questa fase procedendo con la saldatura di apposite flange alle sue estremità per segregarvi l'azoto.
- Rimozione del punto di intercettazione linea (PIL), asportando la recinzione, la valvola di intercettazione, il tratto verticale di tubazione e provvedendo a fondellare il tubo da 4'',

L'area di misura fiscale, di modesta superficie, collocata al termine del metanodotto in prossimità del metanodotto di consegna di Snam Rete Gas, sarà ripristinata con i seguenti interventi:

- Smontaggio del sistema di misura, costituito da uno skid preassemblato e del container che ospita il calcolatore di misura, dei cavi e del sistema di messa a terra;
- Rimozione della recinzione e del cancello di accesso;
- Rimozione della soletta leggera di cemento posta al di sotto dello skid di misura;
- Rimozione della massicciata ed asportazione del tessuto non tessuto sottostante;
- Formazione delle eventuali canalette di scolo delle acque;
- Aratura dell’area.

04 RIPRISTINO DEI PIAZZALI AREA CENTRALE TRAVA, DELLE AREE POZZO DI TRAVA NE 1 Dir E TRAVA NW 1 Dir

04.01 CICLO PRODUTTIVO

Le aree in questione presentano caratteristiche costruttive del tutto simili fra loro e le procedure di ripristino possono quindi essere considerate comuni.

Al termine dello smontaggio degli impianti di superficie si procederà ad effettuare la caratterizzazione dei siti per evidenziare eventuali presenze di criticità.

Si procederà nel seguito con la rimozione delle solette e del rivestimento della cantina in calcestruzzo, dei pozzetti, e di tutti i manufatti accessori, in calcestruzzo e non; successivamente si procederà con la rimozione della ghiaia che costituisce il corpo prevalente del piazzale e del tessuto non tessuto sottostante che aveva lo scopo di evitare il mescolarsi della ghiaia con il terreno. L’intervento di rimozione riguarderà tutto il piazzale appartenente all’area mineraria, di qualsiasi forma o spessore, con idonei mezzi d’opera adeguati alla mole delle strutture da demolire e con l’adozione di tutti gli accorgimenti atti a tutelare l’incolumità degli operatori e dell’ambiente.

La cantina verrà riempita con terreno di riporto. Tutto il materiale rimosso (calcestruzzi, ghiaia, ecc.) sarà trasportato a discariche autorizzate. Qualora nel corso della caratterizzazione venissero identificate delle aree con presenza di criticità costituite da valori superiori a quelli ammessi, si procederà al ripristino delle stesse in accordo alla normativa vigente conferendo il terreno coinvolto a discariche autorizzate al trattamento.

Saranno rimosse verso la fine dei lavori anche le recinzioni ed i cancelli pedonali e carrabili per un successivo riutilizzo.

Al termine dei lavori di rimozione dei manufatti si procederà alla formazione delle canalette di scolo delle acque ed alla aratura dei terreni, da effettuarsi in accordo con i proprietari delle aree interessate.

04.02 GESTIONE DEI RIFIUTI

I rifiuti saranno gestiti come per legge: nell’articolo n.190 del d. Lgs. 152/2006 si prescrive che i produttori di rifiuti hanno l’obbligo di tenere un registro di carico e scarico dove annotare tutte le informazioni sui rifiuti, tanto a livello quantitativo (ossia il volume di rifiuti prodotti) quanto a livello qualitativo (riguardante cioè la tipologia di rifiuti prodotti). Tali informazioni devono essere annotate sul registro entro 10 giorni lavorativi dalla

produzione del rifiuto e dal suo scarico. Un apposito piano di gestione dei rifiuti prodotti sarà predisposto prima dell’inizio dei lavori e sottoposto all’approvazione dell’UNMIG.

04.03 CARATTERIZZAZIONE DEI RIFIUTI

Nella fase iniziale, tramite la caratterizzazione del rifiuto prodotto verrà definita la non pericolosità o la pericolosità dello stesso e, in questo secondo caso, il tipo di pericolosità, permettendo così un’efficace gestione e un adeguato smaltimento. La caratterizzazione sarà effettuata ai sensi della normativa vigente all’epoca in cui si effettueranno i lavori di demolizione e ripristino ambientale.

04.04 DEPOSITO TEMPORANEO

Nel caso dei rifiuti pericolosi, l’attenzione sarà massima poiché il deposito temporaneo dovrà avvenire nel rispetto della normativa vigente che dispone in merito a stoccaggio, imballaggio ed etichettatura delle sostanze pericolose.

La scelta delle aree dedicate al deposito temporaneo sarà determinata preventivamente in sede di redazione del piano di gestione dei rifiuti e le stesse saranno adeguatamente contrassegnate e delimitate, al fine di evitare ogni possibile dispersione di sostanze pericolose e non pericolose. Sui contenitori dei rifiuti saranno apposte le necessarie etichette informative, tra cui in primis il codice C.E.R.

04.05 TRASPORTO

Il trasporto dei rifiuti avverrà all’interno di appositi colli (cassoni o big bag). Saranno distinti quelli i rifiuti pericolosi secondo la normativa dei rifiuti e quelli ritenuti tali secondo il trasporto di merci pericolose ADR, e che saranno quindi assegnati ad un numero ONU. In tal caso, partendo dal numero ONU e dal quantitativo di merce da spedire verrà identificato l’imballaggio appropriato e, in seguito, i colli saranno contrassegnati con le dovute etichette di pericolo ed eventuali marchi (ad esempio “Pericoloso per l’ambiente”), numero ONU, codice CER, etichetta con informazioni di pericolo, ecc.

04.06 SMALTIMENTO

Tutti i rifiuti prodotti nel corso del ripristino saranno smaltiti inviandoli negli appositi impianti di recupero o smaltimento, previa opportuna verifica che i soggetti assegnatari del servizio di trasporto e smaltimento siano autorizzati.

Con lo smaltimento, che avviene in appositi impianti a seconda della natura e della pericolosità del rifiuto, si conclude l’attività di salvaguardia ambientale da porre in essere.

04.07 OPERAZIONI FINALI E CARATTERIZZAZIONE

Ad avvenuta demolizione e recupero di tutte le opere civili, meccaniche ed elettro-strumentali, quali basamenti, pavimentazioni, rete di canalette, tubazioni interrato, possibili impermeabilizzazioni del terreno, recinzioni, cancelli, rete di messa a terra, servizi interrati, massicciate ecc. si procederà alla restituzione del terreno originario ad uso agricolo mediante aratura della superficie, che sarà eseguita in accordo con la proprietà dei terreni, per formalizzarne la restituzione.

Al termine delle operazioni di ripristino del sito verranno comunque prelevati campioni di terreno per procedere con le analisi di caratterizzazione dei suoli al fine di attestare il completo

ripristino e la possibilità di riutilizzo in ambito agricolo.

05 CHIUSURA MINERARIA DEI POZZI TRAVA NE 1 Dir E TRAVA NW 1 Dir

La chiusura mineraria dei due pozzi TRAVA NE 1 dir e TRAVA NW 1 dir, aventi caratteristiche del tutto simili tra loro, come evidenziato negli schemi di chiusura mineraria in figura 3 e figura 4, si ottiene con l'uso combinato di tappi di cemento e di tappi metallici (bridge pugs), al fine di impedire la migrazione dei fluidi presenti tra i diversi livelli posti in profondità ed al contempo la migrazione dai livelli in profondità verso che la superficie.

L'intervento richiede l'utilizzo di un'unità coiled tubing, predisposta per discendere una tubazione di diametro ridotto all'interno del pozzo, con lo scopo di collocare il cemento pompato in corrispondenza delle quote selezionate; la malta di cemento viene confezionata da un'unità di cementazione; entrambe le unità sono trasportate su camion.

I livelli permeabili individuati dai logs od i livelli interessati dalle eventuali prove di produzione, saranno isolati dalla superficie con tre tappi di cemento, ciascuno della lunghezza di circa 150 m : il primo e più profondo, sarà posizionato da fondo pozzo fino a coprire la quota dei livelli interessati, il secondo posto in corrispondenza della scarpa del CSG 9 5/8" e sovrastato da un bridge plug metallico a ulteriore garanzia della tenuta idraulica, il terzo ed ultimo sarà posizionato da quota - 150 m fino alla superficie.

Verrà poi rimossa la testa pozzo tagliando i casing a fondo cantina, fino alla profondità di circa - 2,50 m, per consentire ogni operazione di aratura, anche profonda, e di coltivazione agricola senza interferenze.

Il pozzo verrà chiuso con un'apposita flangia cieca da saldare sul CP 13" 3/8 munita di presa di pressione.

Il programma definitivo di chiusura mineraria verrà predisposto in ogni dettaglio a seguito dell'esito negativo evidenziato dal programma dei logs al termine del sondaggio, o a seguito dei risultati acquisiti nel corso delle prove di produzione.

Si precisa che la chiusura mineraria dei pozzi, coinvolgendo volumi di gas naturale di proprietà dello Stato Italiano, viene eseguita previa specifica autorizzazione dell'Ufficio Minerario (UNMIG) del Ministero dello Sviluppo Economico, che ne autorizza anche il programma esecutivo di dettaglio.

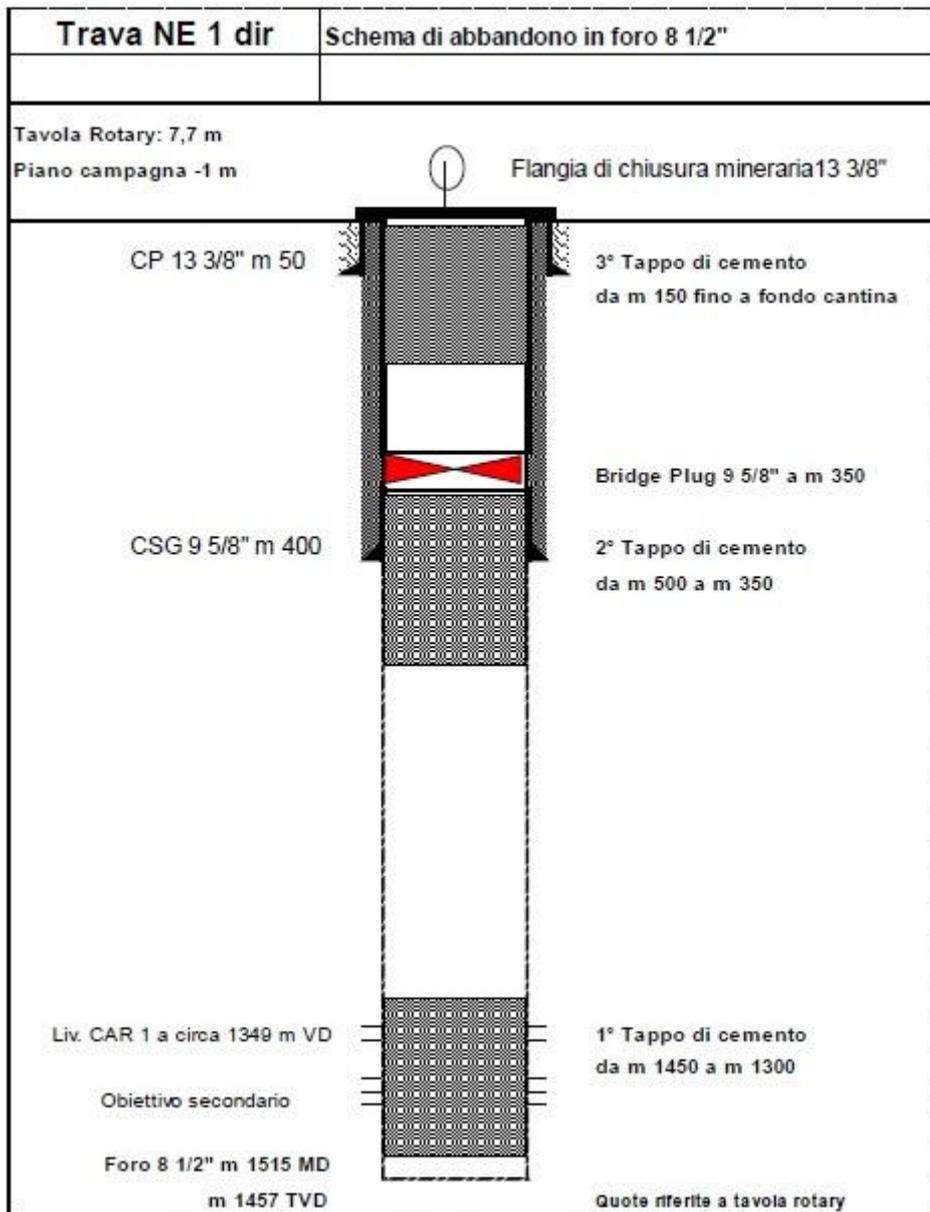


Figura 3- Schema chiusura mineraria Trava NE 1 dir

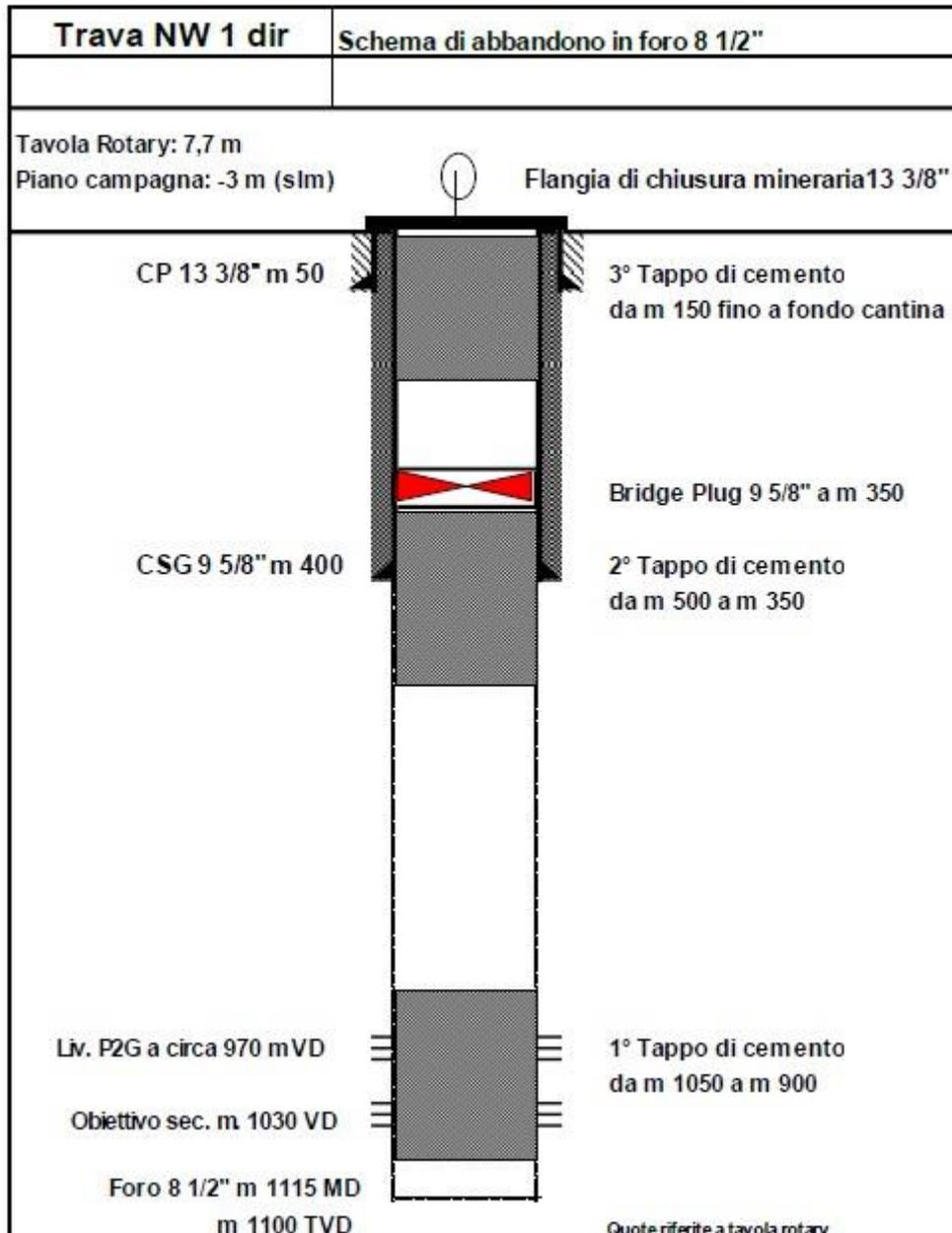


Figura 4- Schema chiusura mineraria Trava NW 1 dir

06 MEZZI E TEMPISTICHE

Ad oggi, per le attività di progetto di dismissione degli impianti e ripristino del sito si prevedono le tempistiche e le attrezzature di seguito indicate.

06.01 CHIUSURA MINERARIA DEI POZZI TRAVA 2dir e TRAVA 3 dir IN AREA CENTRALE TRAVA E DEI POZZI TRAVA NE1 dir E TRAVA NW1 dir

Considerata la similitudine dei pozzi in termini di profondità, formazioni produttive e profili di tubaggio adottati, le operazioni di chiusura minerarie avranno caratteristiche e procedure simili, fermo restando che, come già anticipato, le stesse saranno comunque singolarmente soggette alla approvazione del progetto di chiusura mineraria da parte dell’Organo Competente UNMIG.

Per la chiusura mineraria di ciascun pozzo (paragrafo 01 e 05) saranno coinvolti i seguenti mezzi:

- N° 01 Coiled Tubing montato su autoarticolato 300 hp (6 gg.)
- N° 01 Unità di cementazione (autobetoniera) con pompe su rimorchio 400 kW (6 gg.)
- N° 01 Autogrù con portata complessiva 30 ton. (6 gg.)
- N° 01 Saldatrice 15 kW (1 gg.)
- N° 01 Gruppo di taglio ossiacetilenico (1 gg.)
- N° 01 Autocarro 35 qli con gruetta (10 gg.)

La tempistica per lo svolgimento delle attività sarà di circa 10 giorni solari per ciascun pozzo.

06.02 SMONTAGGIO IMPIANTI DI TRATTAMENTO DEL GAS IN AREA CENTRALE TRAVA

Per lo smantellamento di tutte le opere meccaniche ed elettro-strumentali all’interno dell’area pozzo (paragrafo 02) saranno coinvolti i seguenti mezzi:

- N° 01 Escavatore e/o terna gommata 250 kW (25 gg.)
- N° 01 Autogrù con portata complessiva 30 ton. (5 gg.)
- N° 02 Autoarticolati con portata complessiva 30 ton. (5 gg.)
- N° 01 Motocompressore 60 kW. (15 gg.)
- N° 01 Saldatrice 15 kW
- No. 1 Gruppo elettrogeno 20 kW (20 gg.)
- N° 01 Autocarri 35 qli con gruetta (25 gg.)
- Casse attrezzi ed utensileria varia (25 gg.)

La tempistica per lo svolgimento delle attività sarà di circa 25 giorni lavorativi.

06.03 INERTIZZAZIONE DEL METANODOTTO

Per l’inertizzazione del metanodotto (paragrafo 03) saranno coinvolti i seguenti mezzi:

N° 01 Escavatore 110 kW (5 gg.)
N° 01 Pompa acqua con vasca di immissione e recupero acqua di lavaggio (2 gg.)
N° 01 Autoarticolato 190 kW con portata complessiva 30 ton. (2 gg.)
N° 01 Motocompressore 30 kW 3000 lt.
Pacco bombole azoto (2 gg.)
N° 01 Saldatrice 15 kW
No. 1 Gruppo elettrogeno 20 kW (20 gg.)
N° 01 Autocarro 35 qli con gruetta (5gg.)
Casse attrezzi ed utensileria varia (6 gg.)

La tempistica per lo svolgimento delle attività sarà di circa 6 giorni lavorativi.

06.04 RIPRISTINO AREA DI MISURA FISCALE

Per il ripristino del sito (paragrafo 03) saranno coinvolti i seguenti mezzi:

N° 01 Escavatore 110 kW dotato di benna e martello demolitore (5 gg.)
N° 01 Escavatore 110 kW dotato di benna (1 gg.)
N° 01 Autocarro da cantiere (5 gg.)
N° 01 Motocompressore 30 kW. e martello demolitore (5 gg.)

La tempistica per lo svolgimento delle attività sarà di circa 5 giorni lavorativi.

06.05 RIPRISTINO DEI PIAZZALI

Per il ripristino dei piazzali (paragrafo 04) saranno coinvolti i seguenti mezzi:

N° 01 Escavatore 250 kW dotato di benna e martello demolitore (30 gg.)
N° 01 Escavatore 250 kW dotato di benna, martello demolitore e cesoie (10 gg.)
N° 01 Autocarro da cantiere 350 kW00 hp (30 gg.)
N° 01 Motocompressore 60 kW (10 gg.)
N° 01 Saldatrice 15 kW
No. 1 Gruppo elettrogeno 20 kW (5 gg.)
N° 01 Autogru 200 kW (10 gg.)
N° 01 Escavatore 250 kW (30 gg.)
Casse attrezzi ed utensileria varia (40 gg.)

La tempistica per lo svolgimento delle attività sarà di circa 45 giorni lavorativi per ciascuno dei piazzali interessato.

Note:

- Durante tutte le attività sarà impedito il transito nelle zone di lavoro a tutti gli estranei e saranno predisposti gli opportuni cartelli di pericolo e recinzioni.
- Saranno osservate le ore di silenzio a seconda delle stagioni e delle disposizioni locali.
- Con riferimento alle polveri, l'attività di ripristino non presenta particolari criticità in quanto è assimilabile ad un comune cantiere di lavori civili minori, in ogni caso, soprattutto durante le fasi di demolizioni si provvederà alla riduzione di sollevamento della polvere irrorando con acqua i materiali di risulta.
- I lavoratori addetti utilizzeranno tutti i DPI necessari a venti marcatura “CE”.
- Tutte le fasi delle lavorazioni si svolgeranno nel rispetto delle leggi vigenti.

Appendice B

Monitoraggio Clima Acustico

Doc. No. P008509-1-H1 Rev.0 - Luglio 2019



RILEVAZIONE DEL CLIMA ACUSTICO



PROGETTO DI SVILUPPO DELLA CONCESSIONE DI COLTIVAZIONE VALLE DEL MEZZANO

Rev.	Data	Motivo revisione	Redatto da	Verificato da
0	13/12/2018	EMISSIONE	<p>Ing. Massimo Saviotti</p> <p><i>Tecnico competente in acustica ambientale</i> ENTECA n.5094 - RER/00047</p>  	<p>Ing. Flavio Pinardi</p> <p><i>Tecnico competente in acustica ambientale</i> ENTECA n.5313 - RER/00268</p>  

INDICE

LISTA DELLE TABELLE	2
LISTA DELLE FIGURE	2
1 INTRODUZIONE	3
1.1 OGGETTO	3
1.2 DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO	4
1.3 RIFERIMENTI NORMATIVI	5
1.3.1 Legislazione Comunitaria	5
1.3.2 Legislazione Nazionale	5
1.3.3 Legislazione Regionale e Comunale	5
1.3.4 Normativa Tecnica	6
1.4 INQUADRAMENTO TERRITORIALE	6
2 ANALISI ACUSTICA	10
2.1 CLASSIFICAZIONE ACUSTICA DELL'AREA	10
2.1.1 Classificazione Acustica Ricettori	13
2.1.2 Criterio Differenziale	16
2.2 CLIMA ACUSTICO NELL'AREA	16
3 MISURE DEL CLIMA ACUSTICO	18
3.1 POSIZIONI DI MISURA	18
3.2 RILIEVO FOTOGRAFICO	20
3.2.1 Postazione 1	20
3.2.2 Postazione 2	21
3.2.3 Postazione 3	22
3.2.4 Postazione 4A	23
3.2.5 Postazione 4B	24
3.3 TEMPO DI MISURA	25
3.4 CALIBRAZIONE DEGLI STRUMENTI	25
3.5 CONDIZIONI CLIMATICHE	25
3.6 FATTORI CORRETTIVI	26
4 SINTESI DEI RISULTATI E CONFRONTO CON I LIMITI	27
4.1 STRUMENTAZIONE IMPIEGATA	29
4.2 INCERTEZZA DI MISURA	29
5 CONCLUSIONI	30
6 ALL. 1 - CERTIFICATI DI TARATURA	31
7 ALL. 2 – SCHEDE DI MISURA	37
7.1 POSTAZIONE 1 (24H)	37
7.2 POSTAZIONE 2 (24H)	40
7.3 POSTAZIONE 3 (24H)	43
7.4 POSTAZIONE 4A (SPOT)	46
7.5 POSTAZIONE 4B (SPOT)	47

LISTA DELLE TABELLE

Tabella 2.1:	Classificazione Acustica	10
Tabella 2.2:	Limiti di Emissione e Immissione	11
Tabella 2.3:	Ricettori	15
Tabella 3.1:	Rilevamenti della stazione meteo	26
Tabella 4.1:	Risultati delle Misure e Confronto con i Limiti di Legge – MISURE DI 24H	27
Tabella 4.2:	Risultati delle Misure e Confronto con i Limiti di Legge – MISURE SPOT	28
Tabella 7.1:	Report complessivo della misura – Postazione 1	37
Tabella 7.2:	Report Tempo di Riferimento Diurno – Postazione 1	38
Tabella 7.3:	Report Tempo di Riferimento Notturno – Postazione 1	39
Tabella 7.4:	Report complessivo della misura – Postazione 2	40
Tabella 7.5:	Report Tempo di Riferimento Diurno – Postazione 2	41
Tabella 7.6:	Report Tempo di Riferimento Notturno – Postazione 2	42
Tabella 7.7:	Report complessivo della misura – Postazione 3	43
Tabella 7.8:	Report Tempo di Riferimento Diurno – Postazione 3	44
Tabella 7.9:	Report Tempo di Riferimento Notturno – Postazione 3	45
Tabella 7.10:	Report complessivo della misura – Postazione 4A - DIURNO	46
Tabella 7.11:	Report complessivo della misura – Postazione 4B - DIURNO	47
Tabella 7.12:	Report complessivo della misura – Postazione 4B - NOTTURNO	48

LISTA DELLE FIGURE

Figura 1.a:	Permesso di Ricerca “Corte dei Signori” e Istanza di Concessione “Valle del Mezzano” – Localizzazione Opere a Progetto	4
Figura 1.b:	Inquadramento Territoriale dell’Area di Studio	7
Figura 1.c:	Inquadramento Territoriale dell’Area di Studio su Immagini Satellitari	8
Figura 1.d:	Particolare delle Aree Pozzo e del Tracciato del Metanodotto	9
Figura 1.e:	Particolare del Tracciato del Metanodotto e dell’Area di Consegna alla Rete SNAM	9
Figura 2.a:	Zonizzazione Acustica - Comune di Ostellato	12
Figura 2.b:	Zonizzazione Acustica – Comune di Comacchio	13
Figura 2.c:	Ricettori Acustici	14
Figura 3.a:	Postazioni di Misura del Rumore Residuo	19
Figura 3.b:	Postazione 1 di misura del rumore residuo	20
Figura 3.c:	Postazione 2 di misura del rumore residuo	21
Figura 3.d:	Postazione 3 di misura del rumore residuo	22
Figura 3.e:	Postazione 4A di misura del rumore residuo	23
Figura 3.f:	Postazione 4B di misura del rumore residuo	24
Figura 3.g:	Postazione centralina meteo	25

1 INTRODUZIONE

1.1 OGGETTO

Il presente documento ha come oggetto la rilevazione del clima acustico delle aree (di tipo agricolo) che saranno interessate progetto di sviluppo della Concessione di Coltivazione Valle del Mezzano.

Il progetto in esame è ubicato quasi totalmente nel Comune di Ostellato (Provincia di Ferrara), nell'area dell'istanza di concessione di coltivazione "Valle del Mezzano", la quale costituisce uno stralcio della porzione meridionale del permesso "Corte dei Signori", conferito dal Ministero dello Sviluppo Economico con Decreto Ministeriale del 28 Marzo 2008 e di cui AleAnna Resources LCC è titolare unico ed operatore.

Il progetto proposto prevede la realizzazione degli interventi infrastrutturali ed impiantistici necessari a:

- ✓ messa in produzione del giacimento idrocarburi (gas naturale), mediante:
 - realizzazione del pozzo Trava-3 dir, che sarà perforato dalla postazione esistente del pozzo Trava-2 dir perforato nel 2017;
 - installazione di un impianto di disidratazione per il trattamento del gas naturale prodotto con i pozzi Trava-2 dir e Trava-3 dir,
 - posa di un metanodotto di circa 10 km, dall'area dell'impianto di trattamento gas fino al punto di consegna Snam Rete Gas (SRG);
- ✓ perforazione di ulteriori No. 2 pozzi rappresentati da:
 - pozzo Trava NW-1 dir, localizzato a circa 2.5 km a NW di Trava-2 dir/3 dir,
 - pozzo Trava NE-1 dir, localizzato a circa 3.3 km a NE di Trava-2 dir/3 dir.

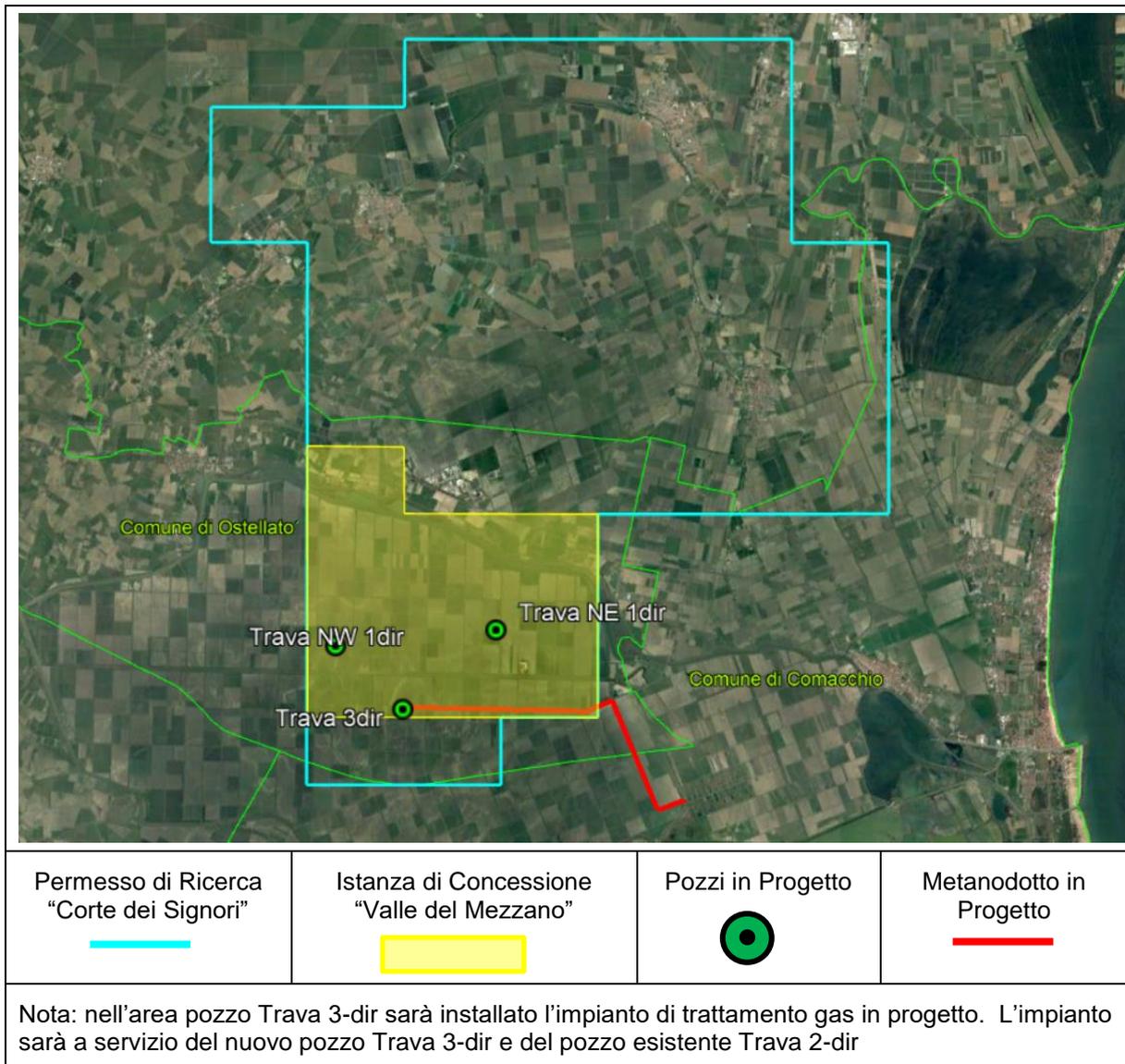


Figura 1.a: Permesso di Ricerca "Corte dei Signori" e Istanza di Concessione "Valle del Mezzano" – Localizzazione Opere a Progetto

L'indagine acustica riportata nel presente documento è stata realizzata nell'ambito dell'attività di predisposizione della documentazione tecnico-ambientale necessaria all'avvio della procedura di VIA statale del progetto sopra descritto.

1.2 DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO

- ✓ Comune di Ostellato (FE) – Zonizzazione acustica Comunale – 2014 – Rev. 2017.
- ✓ Comune di Comacchio (FE) – Piano di Classificazione Acustica – 2017.

1.3 RIFERIMENTI NORMATIVI

L'analisi è stata effettuata in ottemperanza alle seguenti disposizioni legislative integrative ed aggiuntive alla legge quadro n.447/95.

1.3.1 Legislazione Comunitaria

- ✓ Raccomandazione EU 2003/613/CE “linee guida relative ai metodi di calcolo aggiornati per il rumore dell'attività industriale, degli aeromobili, del traffico veicolare e ferroviario e i relativi dati di rumorosità.”

1.3.2 Legislazione Nazionale

- ✓ DL 19 agosto 2005, n 194 (attuazione direttiva 2002/49/CE) limitatamente agli articoli applicabili in attesa dell'emanazione dei decreti di cui al comma 2, Art.5;
- ✓ D.M. 16 marzo 1998 “Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico”;
- ✓ D.P.C.M. 14 novembre 1997 “Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore”;
- ✓ Decreto 11 dicembre 1996 “Applicazione del criterio differenziale per gli impianti a ciclo produttivo continuo”;
- ✓ L. 26 ottobre 1995, n.447 “Legge quadro sull'inquinamento acustico”;
- ✓ D.P.C.M. 1 marzo 1991 “Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno”;
- ✓ D.M. 2 Aprile 1968, N.1444.

1.3.3 Legislazione Regionale e Comunale

- ✓ DGR 673/04 “Criteri tecnici per la redazione della documentazione di previsione di impatto acustico e della valutazione del clima acustico ai sensi della l.r. 9 maggio 2001, n. 15 recante 'disposizioni in materia di inquinamento acustico”;
- ✓ DGR 2001/2053 del 9 ottobre 2001 “Delibera di Giunta N.ro 2001/2053 - del 9/10/2001 criteri e condizioni per la classificazione acustica del territorio ai sensi del comma 3 dell'art. 2 della L.R. 9 MAGGIO 2001 N. 15”;
- ✓ LR 9 maggio 2001, n.15 “Disposizioni in materia di inquinamento acustico”;

- ✓ Deliberazione della Giunta regionale n. 2053 del 09.10.01 “Criteri e condizioni per la classificazione acustica del territorio ai sensi del comma 3 dell'art. 2 della l.r. 9 maggio 2001 n. 15 recante 'disposizione in materia di inquinamento acustico’”;
- ✓ Comune di Ostellato – Zonizzazione Acustica Comunale (ZAC) del comune di Ostellato. Presenta carattere operativo e costituisce parte integrante del POC approvato con delibera di Consiglio Unione n. 5 del 19.03.2014. Sostituisce integralmente la Zonizzazione Acustica Strategica approvata con il PSC. Tavole serie ZA.O1 scala 1:10.000, come sostituite con Variante 2017
- ✓ Comune di Comacchio - Piano di classificazione acustica del territorio comunale - Piano di classificazione acustica del territorio comunale. Approvato con Deliberazione di C.C. n. 110 del 29/11/2017.

1.3.4 Normativa Tecnica

- ✓ UNI EN 9884 “Caratterizzazione acustica del territorio mediante descrizione del rumore ambientale”;
- ✓ UNI EN 11143-1/5/6 “Metodo per la stima dell’impatto e del clima acustico per tipologia di sorgenti”.

1.4 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

L’area di studio è situata nei Comuni di Ostellato e Comacchio, entrambi in Provincia di Ferrara. In particolare, le aree pozzo “Trava” e parte del metanodotto di collegamento rientrano nel Comune di Ostellato, mentre il tratto finale del metanodotto e il punto di consegna alla rete SNAM Rete gas si trovano nel Comune di Comacchio.



Figura 1.b: Inquadramento Territoriale dell'Area di Studio



Figura 1.c: Inquadramento Territoriale dell'Area di Studio su Immagini Satellitari



Figura 1.d: Particolare delle Aree Pozzo e del Tracciato del Metanodotto



Figura 1.e: Particolare del Tracciato del Metanodotto e dell'Area di Consegna alla Rete SNAM

2 ANALISI ACUSTICA

2.1 CLASSIFICAZIONE ACUSTICA DELL'AREA

Ai fini della caratterizzazione acustica dell'area occorre assegnare ad essa la relativa classe di appartenenza.

A tal fine, è stato fatto riferimento alla Zonizzazione acustica Comunale del Comune di Ostellato (FE), approvata nel 2014 e revisionata nel 2017 e al Piano di Classificazione Acustica del Comune di Comacchio (FE), approvato nel 2017.

La tabella seguente indica le diverse classi nelle quali è suddiviso il territorio di entrambi i Comuni.

Classificazione del Territorio Comunale	
CLASSE	Definizione
I Aree particolarmente protette	Rientrano in questa classe le aree nelle quali la quiete rappresenta un elemento di base per la loro utilizzazione: aree ospedaliere, scolastiche, aree destinate al riposo ed allo svago, aree residenziali rurali, aree di particolare interesse urbanistico, parchi pubblici, ecc.
II Aree destinate ad uso prevalentemente residenziale	Rientrano in questa classe le aree urbane interessate prevalentemente da traffico veicolare locale, con bassa densità di popolazione, con limitata presenza di attività commerciali ed assenza di attività industriali e artigianali.
III Aree di tipo misto	Rientrano in questa classe le aree urbane interessate da traffico veicolare locale o di attraversamento, con media densità di popolazione, con presenza di attività commerciali, uffici, con limitata presenza di attività artigianali e con assenza di attività industriali; aree rurali interessate da attività che impiegano macchine operatrici; aree portuali a carattere turistico.
IV Aree di intensa attività umana	Rientrano in questa classe le aree urbane interessate da intenso traffico veicolare, con alta densità di popolazione, con elevata presenza di attività commerciali e uffici, con presenza di attività artigianali; le aree in prossimità di strade di grande comunicazione e di linee ferroviarie; le aree portuali a carattere commerciale-industriale, le aree con limitata presenza di piccole industrie.
V Aree prevalentemente industriali	Rientrano in questa classe le aree interessate da insediamenti industriali e con scarsità di abitazioni.
VI Aree esclusivamente industriali	Rientrano in questa classe le aree esclusivamente interessate da attività industriali e prive di insediamenti abitativi.

Tabella 2.1: Classificazione Acustica

Nella Tabella seguente si riportano i valori limite d'emissione e di immissione per le aree ricadenti nelle classi acustiche sopra identificate.

Classe	Valori Limite di Emissione Leq in dB(A)		Valori Limite di Immissione Leq in dB(A)	
	Diurno (6 – 22)	Notturmo (6 – 22)	Diurno (6 – 22)	Notturmo (6 – 22)
	I	45	35	50
II	50	40	55	45
III	55	45	60	50
IV	60	50	65	55
V	65	55	70	60
VI	65	65	70	70

Tabella 2.2: Limiti di Emissione e Immissione

Nelle seguenti figure è infine riportato uno stralcio per l'area di interesse della zonizzazione acustica dei Comuni interessati dal progetto (Ostellato e Comacchio).

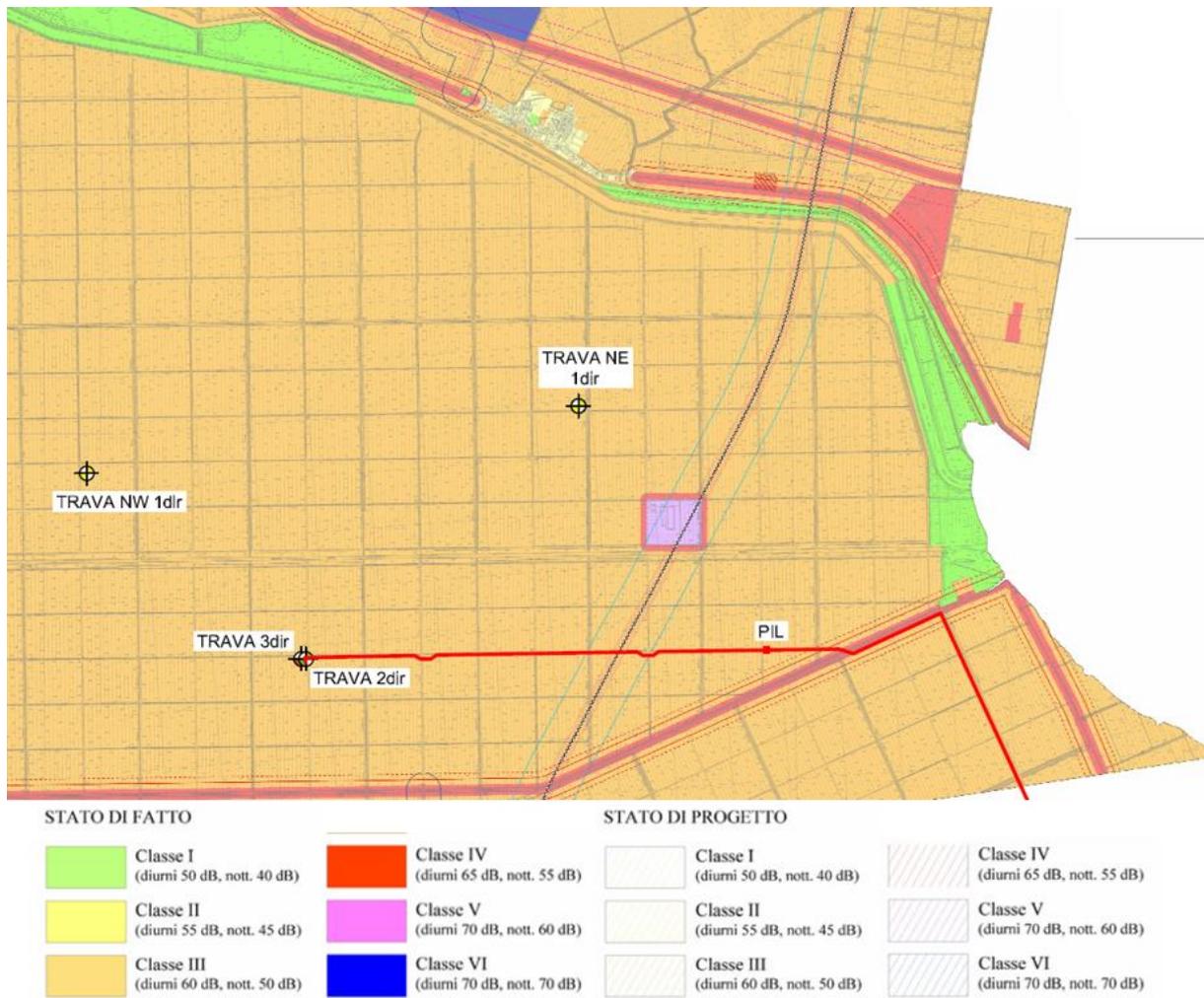
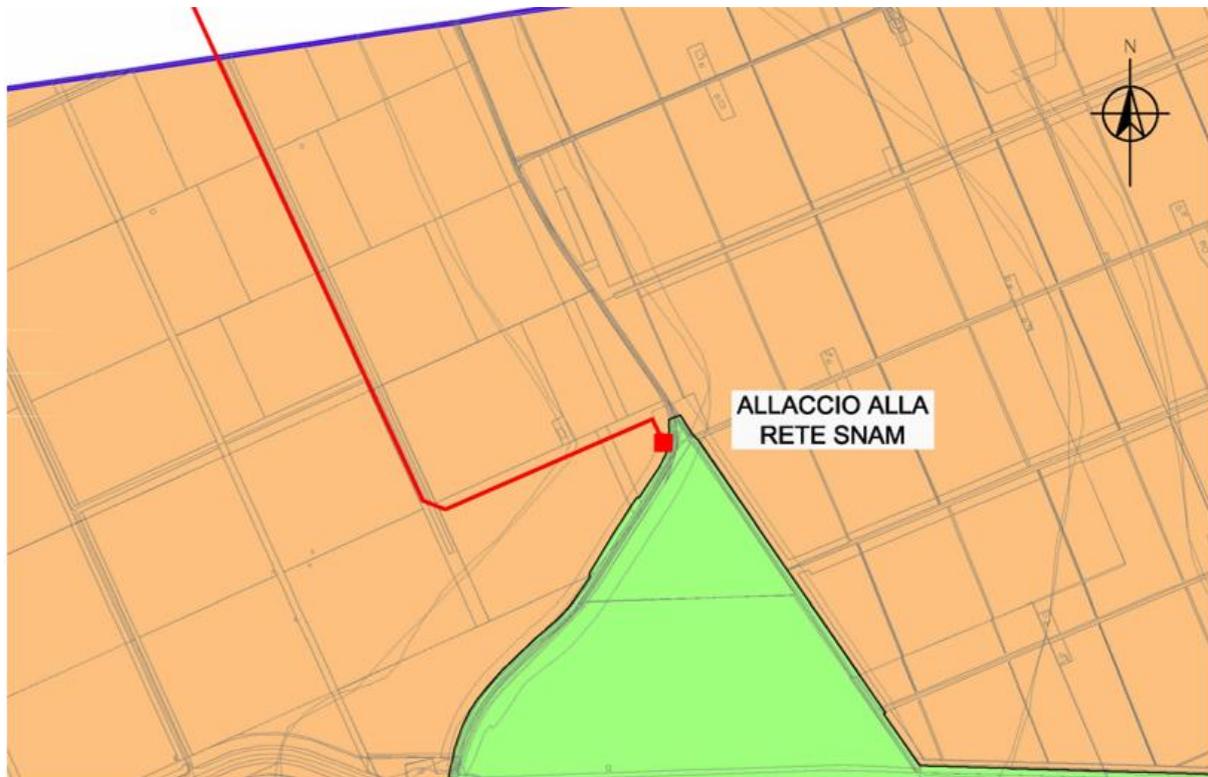


Figura 2.a: Zonizzazione Acustica - Comune di Ostellato



Stato di fatto

Classe	Descrizione	Grafia	Limiti di immissione (dBA)		Limiti di emissione (dBA)	
			notturno (22.00-06.00)	diurno (06.00-22.00)	notturno (22.00-06.00)	diurno (06.00-22.00)
I	aree particolarmente protette		40	50	35	45
II	aree protette		45	55	40	50
III	aree di tipo misto		50	60	45	55
IV	aree di intensa attività umana		55	65	50	60
V	aree prevalentemente industriali		60	70	55	65
VI	aree esclusivamente industriali		70	70	65	65

Stato di progetto

Classe	Descrizione	Grafia	Limiti di immissione (dBA)		Limiti di emissione (dBA)	
			notturno (22.00-06.00)	diurno (06.00-22.00)	notturno (22.00-06.00)	diurno (06.00-22.00)
I	aree particolarmente protette		40	50	35	45
II	aree protette		45	55	40	50
III	aree di tipo misto		50	60	45	55
IV	aree di intensa attività umana		55	65	50	60
V	aree prevalentemente industriali		60	70	55	65
VI	aree esclusivamente industriali		70	70	65	65

Figura 2.b: Zonizzazione Acustica – Comune di Comacchio

2.1.1 Classificazione Acustica Ricettori

Tutte le postazioni di misura, in corrispondenza delle aree pozzo e le aree ad essi circostanti nel raggio di 1 km, sono situate in Classe III.

Fa eccezione il punto di consegna del metanodotto alla rete SNAM, che è situato a circa 100 m dall'area naturalistica Oasi di Fossa di Porto interna al Parco Regionale del Delta del Po (Classe I).

Al fine di caratterizzare l'area di interesse in funzione anche dei ricettori più distanti dalle aree di progetto, sono state identificate tre macrocategorie di ricettori, la cui ubicazione è riportata in Figura 2.c:

- ✓ RA:  Ricettori antropici di natura produttiva/industriale/commerciale/uffici.
- ✓ RB:  Ricettori antropici di tipologia residenziale.
- ✓ RC:  Ricettori antropici e naturali in aree protette e oasi naturalistiche.

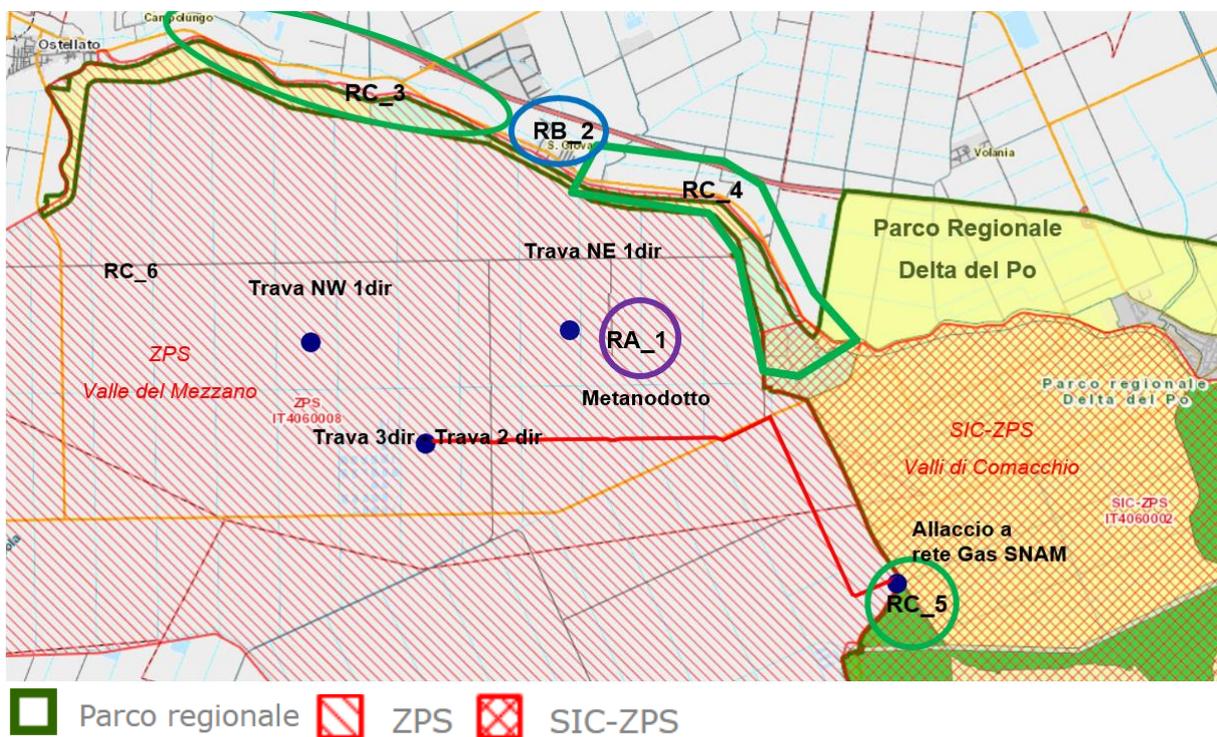


Figura 2.c: Ricettori Acustici

L'intera area a Sud del Canale Circondariale Valle Lepri è totalmente priva di edifici residenziali e di qualunque altra tipologia, eccezion fatta per alcuni edifici adibiti a deposito di attrezzature agricole e per gli uffici annessi all'Impianto di Compostaggio Hera.

Si identificano pertanto i seguenti ricettori:

Tabella 2.3: Ricettori

Ricettore	Denominazione	Comune	Distanza minima da sorgente	Classe	Vista aerea	Foto
RA_1	Impianto di Compostaggi o Hera	Ostellato	1000 m	V		
RB_2	Abitato di San Giovanni	Ostellato	2000 m	II		
RC_3	Parco Regionale Delta del Po IT406002 (Oasi naturale Vasche di Ostellato)	Ostellato	3800 m	I		
RC_4	Parco Regionale Delta del Po IT406002 (Canale circondariale Bando – Valle Lepri)	Ostellato	3000 m	I		

RC_5	Parco Regionale Delta del Po IT406002 (Oasi di Fossa di Porto)	Comacchio	100 m	I		
RC_6	ZPS IT4060008 Valle del Mezzano	Comacchio, Ostellato	Progetto all'interno della ZPS	III		

2.1.2 Criterio Differenziale

In merito all'applicazione del criterio differenziale occorre precisare che relativamente alle singole sorgenti ci si deve confrontare con i valori limite differenziali di immissione previsti dall'art. 4, comma 1 del DPCM 14/11/97 all'interno degli 'ambienti abitativi' (5 dB di giorno e 3 dB di notte). Tali limiti non sono applicabili nei seguenti casi:

- ✓ se il livello del rumore ambientale misurato a finestre aperte risulta inferiore a 50 dB(A) durante il periodo diurno e 40 dB(A) durante il periodo notturno;
- ✓ se il livello del rumore ambientale misurato a finestre chiuse risulta inferiore a 35 dB(A) durante il periodo diurno e 25 dB(A) durante il periodo notturno;
- ✓ se il ricettore è localizzato in Classe VI "Area esclusivamente industriale";
- ✓ per le sorgenti di tipo stradale e ferroviario.

2.2 CLIMA ACUSTICO NELL'AREA

Il clima acustico nell'area è caratterizzato dalle seguenti principali sorgenti di rumore:

- ✓ Attività agricole (periodo DIURNO)
- ✓ Attività industriali nell'area dell'impianto di Compostaggio Hera (periodo DIURNO)
- ✓ Traffico lungo SP72/80 in prossimità di RC_5 (periodo DIURNO e NOTTURNO)
- ✓ Traffico lungo Via Lidi Ferraresi SP1 e RA8 in prossimità dei ricettori RB_2, RC_3 e RC_4 (periodo DIURNO e NOTTURNO)

- ✓ Traffico lungo SP79/80/73 in corrispondenza del ricettore RC_4 (periodo DIURNO e NOTTURNO)
- ✓ Impianto di Compostaggio Hera nei confronti di RC_4 (periodo DIURNO)
- ✓ Zona industriale San Giovanni in prossimità di RB_2 e RC_3 (periodo DIURNO)

3 MISURE DEL CLIMA ACUSTICO

Nel periodo dal 4 al 5 Dicembre 2018 è stata eseguita una campagna di misure volte a caratterizzare il clima acustico ed il livello di rumore residuo nell'area. Le misure effettuate sono state:

- ✓ tre di 24 ore in corrispondenza delle aree di prevista esecuzione dei pozzi Trava-3 dir, Trava NW-1dir e in prossimità del pozzo Trava NE-1dir;
- ✓ tre "spot" (due diurni e uno notturno) lungo il tracciato del metanodotto, in prossimità del punto di allacciamento alla rete SNAM.

Le misure di rumore residuo di 24H sono state cautelativamente eseguite in prossimità delle aree interessate dai sondaggi, ove il rumore residuo è influenzato esclusivamente dall'impianto di Compostaggio e relativo traffico indotto (periodo DIURNO), in particolare lungo Strada Mezzano, e dal rumore da traffico su SP79.

3.1 POSIZIONI DI MISURA

Di seguito si riportano le postazioni di misura:



Figura 3.a: Postazioni di Misura del Rumore Residuo

Tutte le postazioni di misura sono situate in Classe III

3.2 RILIEVO FOTOGRAFICO

3.2.1 Postazione 1



Figura 3.b: Postazione 1 di misura del rumore residuo

3.2.2 Postazione 2



Figura 3.c: Postazione 2 di misura del rumore residuo

3.2.3 Postazione 3



Figura 3.d: Postazione 3 di misura del rumore residuo

3.2.4 Postazione 4A



Figura 3.e: Postazione 4A di misura del rumore residuo

3.2.5 Postazione 4B



Figura 3.f: Postazione 4B di misura del rumore residuo

3.3 TEMPO DI MISURA

Le misure sono state eseguite nelle seguenti giornate:

- ✓ Postazione 1: DA: 04/12/2018 – 22:00 A: 05/12/2018 – 22:00 (24h);
- ✓ Postazione 2: DA: 04/12/2018 – 22:00 A: 05/12/2018 – 22:00 (24h);
- ✓ Postazione 3: DA: 04/12/2018 – 22:00 A: 05/12/2018 – 22:00 (24h);
- ✓ Postazione 4A: DA: 04/12/2018 – 12:00 A: 05/12/2018 – 12:30 (spot);
- ✓ Postazione 4B: DA: 05/12/2018 – 03:30 A: 05/12/2018 – 19:30 (spot);

3.4 CALIBRAZIONE DEGLI STRUMENTI

Per tutte le misure la calibrazione è stata eseguita prima e dopo l'esecuzione delle stesse. Non sono state rilevate differenze nella calibrazione a 94 dB.

3.5 CONDIZIONI CLIMATICHE

Nelle seguenti tabelle sono riportate le rilevazioni meteorologiche condotte con strumento DAVIS Weather Station durante i 2 giorni di misura acustica. Nel dettaglio, le misure sono state condotte in corrispondenza dei punti di rilievo acustico con riferimento a quanto segue:



Figura 3.g: Postazione centralina meteo

Date	Time	Temp	Hi	Low	Out	Wind	Wind	Bar	Rain
		Out	Temp	Temp	Hum	Speed	Dir		
		°C	°C	°C	%	m/s		hPa	mm
04/12/2018	22:00	1.8	2.4	1.8	94	0.0	SE	1024.9	0.00
04/12/2018	23:00	1.2	1.8	1.2	95	0.0	---	1025.6	0.00
05/12/2018	00:00	1.6	1.7	1.1	96	0.0	---	1026.1	0.00
05/12/2018	01:00	1.3	1.7	1.3	96	0.0	---	1026.3	0.00
05/12/2018	02:00	0.5	1.3	0.4	95	0.0	SW	1026.9	0.00
05/12/2018	03:00	1.3	1.3	0.4	96	0.0	WSW	1027.2	0.00
05/12/2018	04:00	1.6	1.7	1.3	96	0.4	SSE	1027.1	0.00
05/12/2018	05:00	1.7	1.8	1.3	96	0.4	SW	1027.6	0.00
05/12/2018	06:00	0.1	1.7	0.1	96	0.0	WNW	1028.2	0.00
05/12/2018	07:00	-0.7	0.1	-0.8	96	0.0	---	1029.0	0.00
05/12/2018	08:00	-0.1	0.1	-0.7	96	0.0	SW	1029.6	0.00
05/12/2018	09:00	1.8	1.8	-0.1	96	0.0	WSW	1030.1	0.00
05/12/2018	10:00	2.8	2.8	1.8	97	0.4	W	1030.4	0.00
05/12/2018	11:00	3.7	3.7	2.8	97	0.9	NW	1030.7	0.00
05/12/2018	12:00	5.4	5.4	3.6	97	0.4	NW	1030.4	0.00
05/12/2018	13:00	7.2	7.2	5.4	97	0.0	NNW	1030.0	0.00
05/12/2018	14:00	7.8	7.8	7.2	96	0.4	NNW	1029.7	0.00
05/12/2018	15:00	8.8	8.8	7.8	96	0.0	NNW	1029.4	0.00
05/12/2018	16:00	8.7	9.0	8.7	96	0.4	WNW	1029.4	0.00
05/12/2018	17:00	8.2	8.7	8.1	96	0.4	W	1029.1	0.00
05/12/2018	18:00	7.4	8.2	7.4	96	0.4	SW	1029.8	0.00
05/12/2018	19:00	5.8	7.4	5.8	95	0.4	SW	1029.5	0.00
05/12/2018	20:00	5.6	5.9	5.5	96	0.0	SW	1029.4	0.00
05/12/2018	21:00	5.0	5.6	4.8	96	0.0	---	1030.1	0.00

Tabella 3.1: Rilevamenti della stazione meteo

Le misure sono state eseguite in condizioni di assenza di precipitazioni e velocità del vento inferiore a 5 m/s.

3.6 FATTORI CORRETTIVI

In nessuna misura sono state rilevate componenti tonali (Kt – Kb) o impulsive (Ki).

4 SINTESI DEI RISULTATI E CONFRONTO CON I LIMITI

Nelle seguenti tabelle sono riportati i risultati delle misure acustiche ed è proposto il confronto con i limiti di legge stabiliti dalla classificazione acustica comunale.

I valori sono arrotondati a 0.5 dB.

POSTAZIONE 1	Giorno	Notte
Fascia oraria	06-22	22-06
Classe	III	III
Limite massimo di immissione [dBA]	60	50
LAeq misurato [dBA]	39.0	27.0
Verifica del limite	RISPETTATO	RISPETTATO
POSTAZIONE 2	Giorno	Notte
Fascia oraria	06-22	22-06
Classe	III	III
Limite massimo di immissione [dBA]	60	50
LAeq misurato [dBA]	36.5	24.0
Verifica del limite	RISPETTATO	RISPETTATO
POSTAZIONE 3	Giorno	Notte
Fascia oraria	06-22	22-06
Classe	III	III
Limite massimo di immissione [dBA]	60	50
LAeq misurato [dBA]	33.0	21.5
Verifica del limite	RISPETTATO	RISPETTATO

Tabella 4.1: Risultati delle Misure e Confronto con i Limiti di Legge – MISURE DI 24H

POSTAZIONE 4A	Giorno
Fascia oraria	12:30 – 13:30
Classe	III
Limite massimo di immissione [dBA]	60
LAeq misurato [dBA]	43.5
Verifica del limite	RISPETTATO
POSTAZIONE 4B	Giorno
Fascia oraria	18:30 – 19:30
Classe	III
Limite massimo di immissione [dBA]	60
LAeq misurato [dBA]	51.5
Verifica del limite	RISPETTATO
POSTAZIONE 4B	Notte
Fascia oraria	03:30 – 04:30
Classe	III
Limite massimo di immissione [dBA]	50
LAeq misurato [dBA]	43.5
Verifica del limite	RISPETTATO

Tabella 4.2: Risultati delle Misure e Confronto con i Limiti di Legge – MISURE SPOT

In dettaglio si evidenzia come nella misura del LAeq possono essere presenti anche fenomeni anomali (già parzialmente mascherati nelle misure, ove riconoscibili come tali, marcati in azzurro nei grafici) in prossimità delle postazioni di misura.

4.1 STRUMENTAZIONE IMPIEGATA

Per le misure è stata impiegata la seguente strumentazione:

- ✓ Fonometro Larson Davis 831 – Matr. 2866
- ✓ Fonometro Larson Davis 824 – Matr. 2749
- ✓ Fonometro Larson Davis 831 – Matr. 4235
- ✓ Fonometro Larson Davis 824 – Matr. 0884
- ✓ Calibratore Larson Davis CAL200 – Matr. 0446
- ✓ Stazione Meteo Davis mod. Vantage Vue (n. di serie M061115060)

Per le operazioni di calibrazione in campo è stato utilizzato il calibratore acustico Larson Davis Cal 200 n° matricola 0446. Le calibrazioni, eseguite all'inizio e alla fine del rilievo, hanno fornito valori conformi (differenza < 0,5 dB). Per la postelaborazione delle misure è stato utilizzato il software Noise&Vibration Works.

4.2 INCERTEZZA DI MISURA

Nelle misurazioni svolte si è eseguita una misura diretta del livello equivalente per cui alle misure viene associato il livello di incertezza puramente strumentale e di ripetibilità.

Utilizzando cautelativamente un'incertezza strumentale pari a 0,7 dB un'incertezza di ripetibilità che, da dati ottenuti dalla letteratura scientifica per rumore ambientale, assume un valore pari a 0,5 dB. si ottiene il seguente valore globale dell'incertezza:

$$u_c = \sqrt{\sum_t u_t^2} = \sqrt{0,7^2 + 0,5^2} = 0,86 \text{ dB}$$

Utilizzando un fattore di copertura k pari a 2 si ottiene l'incertezza estesa pari 1,72 dB da applicare ai risultati delle misure e calcoli eseguiti, che in via cautelativa viene considerata pari a **+2 dB**

5 CONCLUSIONI

L'indagine ha messo in rilievo che il rumore residuo dell'area circostante le postazioni di misura, si colloca su livelli ampiamente inferiori ai limiti massimi di immissione per le Classi acustiche considerate nel punto di misura (Classe III), sia nel tempo di riferimento diurno che in quello notturno.

6 ALL. 1 - CERTIFICATI DI TARATURA



Sky-lab S.r.l.
Area Laboratori
Via Belvedere, 42 Arcore (MB)
Tel. 039 6133233
skylab.tarature@outlook.it

Centro di Taratura LAT N° 163
Calibration Centre
Laboratorio Accreditato di
Taratura



LAT N° 163

Pagina 1 di 9
Page 1 of 9

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 163 18863-A
Certificate of Calibration LAT 163 18863-A

- data di emissione
date of issue 2018-09-25
- cliente
customer AUSILIO S.P.A.
40026 - IMOLA (BO)
- destinatario
receiver AUSILIO S.P.A.
40026 - IMOLA (BO)
- richiesta
application 542/18
- in data
date 2018-08-31

Si riferisce a

Referring to
- oggetto
item Fonometro
- costruttore
manufacturer Larson & Davis
- modello
model 831
- matricola
serial number 2866
- data di ricevimento oggetto
date of receipt of item 2018-09-17
- data delle misure
date of measurements 2018-09-25
- registro di laboratorio
laboratory reference Reg. 03

Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accreditamento LAT N° 163 rilasciato in accordo ai decreti attuativi della legge n. 273/1991 che ha istituito il Sistema Nazionale di Taratura (SNT). ACCREDIA attesta le capacità di misura e di taratura, le competenze metrologiche del Centro e la riferibilità delle tarature eseguite ai campioni nazionali e internazionali delle unità di misura del Sistema Internazionale delle Unità (SI). Questo certificato non può essere riprodotto in modo parziale, salvo espressa autorizzazione scritta da parte del Centro.

This certificate of calibration is issued in compliance with the accreditation LAT N° 163 granted according to decrees connected with Italian law No. 273/1991 which has established the National Calibration System. ACCREDIA attests the calibration and measurement capability, the metrological competence of the Centre and the traceability of calibration results to the national and international standards of the International System of Units (SI). This certificate may not be partially reproduced, except with the prior written permission of the issuing Centre.

I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando le procedure di taratura citate alla pagina seguente, dove sono specificati anche i campioni o gli strumenti che garantiscono la catena di riferibilità del Centro e i rispettivi certificati di taratura in corso di validità. Essi si riferiscono esclusivamente all'oggetto in taratura e sono validi nel momento e nelle condizioni di taratura, salvo diversamente specificato.

The measurement results reported in this Certificate were obtained following the calibration procedures given in the following page, where the reference standards or instruments are indicated which guarantee the traceability chain of the laboratory, and the related calibration certificates in the course of validity are indicated as well. They relate only to the calibrated item and they are valid for the time and conditions of calibration, unless otherwise specified.

Le incertezze di misura dichiarate in questo documento sono state determinate conformemente alla Guida ISO/IEC 98 e al documento EA-4/02. Solitamente sono espresse come incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo per il fattore di copertura k corrispondente ad un livello di fiducia di circa il 95 %. Normalmente tale fattore k vale 2.

The measurement uncertainties stated in this document have been determined according to the ISO/IEC Guide 98 and to EA-4/02. Usually, they have been estimated as expanded uncertainty obtained multiplying the standard uncertainty by the coverage factor k corresponding to a confidence level of about 95%. Normally, this factor k is 2.

Il Responsabile del Centro
Head of the Centre





Sky-lab S.r.l.

Area Laboratori
Via Belvedere, 42 Arcore (MB)
Tel. 039 6133233
skylab.tarature@outlook.it

Centro di Taratura LAT N° 163
Calibration Centre
Laboratorio Accreditato di
Taratura



LAT N° 163

Pagina 1 di 8
Page 1 of 8

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 163 17142-A
Certificate of Calibration LAT 163 17142-A

- data di emissione
date of issue 2018-01-26
- cliente
customer AUSILIO S.P.A.
40026 - IMOLA (BO)
- destinatario
receiver AUSILIO S.P.A.
40026 - IMOLA (BO)
- richiesta
application F/42 - F/43
- in data
date 2018-01-22

Si riferisce a

Referring to
- oggetto
item Fonometro
- costruttore
manufacturer Larson & Davis
- modello
model 824
- matricola
serial number 2749
- data di ricevimento oggetto
date of receipt of item 2018-01-25
- data delle misure
date of measurements 2018-01-26
- registro di laboratorio
laboratory reference Reg. 03

Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accreditamento LAT N° 163 rilasciato in accordo ai decreti attuativi della legge n. 273/1991 che ha istituito il Sistema Nazionale di Taratura (SNT). ACCREDIA attesta le capacità di misura e di taratura, le competenze metrologiche del Centro e la riferibilità delle tarature eseguite ai campioni nazionali e internazionali delle unità di misura del Sistema Internazionale delle Unità (SI). Questo certificato non può essere riprodotto in modo parziale, salvo espressa autorizzazione scritta da parte del Centro.

This certificate of calibration is issued in compliance with the accreditation LAT N° 163 granted according to decrees connected with Italian law No. 273/1991 which has established the National Calibration System. ACCREDIA attests the calibration and measurement capability, the metrological competence of the Centre and the traceability of calibration results to the national and international standards of the International System of Units (SI). This certificate may not be partially reproduced, except with the prior written permission of the issuing Centre.

I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando le procedure di taratura citate alla pagina seguente, dove sono specificati anche i campioni o gli strumenti che garantiscono la catena di riferibilità del Centro e i rispettivi certificati di taratura in corso di validità. Essi si riferiscono esclusivamente all'oggetto in taratura e sono validi nel momento e nelle condizioni di taratura, salvo diversamente specificato.

The measurement results reported in this Certificate were obtained following the calibration procedures given in the following page, where the reference standards or instruments are indicated which guarantee the traceability chain of the laboratory, and the related calibration certificates in the course of validity are indicated as well. They relate only to the calibrated item and they are valid for the time and conditions of calibration, unless otherwise specified.

Le incertezze di misura dichiarate in questo documento sono state determinate conformemente alla Guida ISO/IEC 98 e al documento EA-4/02. Solitamente sono espresse come incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo per il fattore di copertura k corrispondente ad un livello di fiducia di circa il 95 %. Normalmente tale fattore k vale 2.

The measurement uncertainties stated in this document have been determined according to the ISO/IEC Guide 98 and to EA-4/02. Usually, they have been estimated as expanded uncertainty obtained multiplying the standard uncertainty by the coverage factor k corresponding to a confidence level of about 95%. Normally, this factor k is 2.

Il Responsabile del Centro

Head of the Centre





Sky-lab S.r.l.
Area Laboratori
Via Belvedere, 42 Arcore (MB)
Tel. 039 6133233
skylab.taratura@outlook.it

Centro di Taratura LAT N° 163
Calibration Centre
Laboratorio Accreditato di
Taratura



LAT N° 163

Pagina 1 di 10
Page 1 of 10

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 163 18632-A
Certificate of Calibration LAT 163 18632-A

- data di emissione <i>date of issue</i>	2018-08-30
- cliente <i>customer</i>	AUSILIO S.P.A. 40026 - IMOLA (BO)
- destinatario <i>receiver</i>	AUSILIO S.P.A. 40026 - IMOLA (BO)
- richiesta <i>application</i>	512/18
- in data <i>date</i>	2018-08-02

Si riferisce a

<i>Referring to</i>	
- oggetto <i>item</i>	Fonometro
- costruttore <i>manufacturer</i>	Larson & Davis
- modello <i>model</i>	831
- matricola <i>serial number</i>	4235
- data di ricevimento oggetto <i>date of receipt of item</i>	2018-08-29
- data delle misure <i>date of measurements</i>	2018-08-30
- registro di laboratorio <i>laboratory reference</i>	Reg. 03

Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accREDITAMENTO LAT N° 163 rilasciato in accordo ai decreti attuativi della legge n. 273/1991 che ha istituito il Sistema Nazionale di Taratura (SNT). ACCREDIA attesta le capacità di misura e di taratura, le competenze metrologiche del Centro e la riferibilità delle tarature eseguite ai campioni nazionali e internazionali delle unità di misura del Sistema Internazionale delle Unità (SI).

Questo certificato non può essere riprodotto in modo parziale, salvo espressa autorizzazione scritta da parte del Centro.

This certificate of calibration is issued in compliance with the accreditation LAT N° 163 granted according to decrees connected with Italian law No. 273/1991 which has established the National Calibration System. ACCREDIA attests the calibration and measurement capability, the metrological competence of the Centre and the traceability of calibration results to the national and international standards of the International System of Units (SI). This certificate may not be partially reproduced, except with the prior written permission of the issuing Centre.

I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando le procedure di taratura citate alla pagina seguente, dove sono specificati anche i campioni o gli strumenti che garantiscono la catena di riferibilità del Centro e i rispettivi certificati di taratura in corso di validità. Essi si riferiscono esclusivamente all'oggetto in taratura e sono validi nel momento e nelle condizioni di taratura, salvo diversamente specificato.

The measurement results reported in this Certificate were obtained following the calibration procedures given in the following page, where the reference standards or instruments are indicated which guarantee the traceability chain of the laboratory, and the related calibration certificates in the course of validity are indicated as well. They relate only to the calibrated item and they are valid for the time and conditions of calibration, unless otherwise specified.

Le incertezze di misura dichiarate in questo documento sono state determinate conformemente alla Guida ISO/IEC 98 e al documento EA-4/02. Solitamente sono espresse come incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo per il fattore di copertura k corrispondente ad un livello di fiducia di circa il 95 %. Normalmente tale fattore k vale 2.

The measurement uncertainties stated in this document have been determined according to the ISO/IEC Guide 98 and to EA-4/02. Usually, they have been estimated as expanded uncertainty obtained multiplying the standard uncertainty by the coverage factor k corresponding to a confidence level of about 95%. Normally, this factor k is 2.

Il Responsabile del Centro
Head of the Centre



Sky-lab S.r.l.
 Area Laboratori
 Via Belvedere, 42 Arcore (MB)
 Tel. 039 6133233
 skylab.tarature@outlook.it

Centro di Taratura LAT N° 163
 Calibration Centre
 Laboratorio Accreditato di
 Taratura



LAT N° 163

Pagina 1 di 8
 Page 1 of 8

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 163 17959-A
Certificate of Calibration LAT 163 17959-A

- data di emissione
date of issue 2018-05-11
 - cliente
customer ING. FLAVIO PINARDI
 40062 - MOLINELLA (BO)
 - destinatario
receiver ING. FLAVIO PINARDI
 40062 - MOLINELLA (BO)
 - richiesta
application email del 20/4/18
 - in data
date 2018-04-20

Si riferisce a

Referring to
 - oggetto
item Fonometro
 - costruttore
manufacturer Larson & Davis
 - modello
model 824
 - matricola
serial number 884
 - data di ricevimento oggetto
date of receipt of item 2018-04-23
 - data delle misure
date of measurements 2018-05-11
 - registro di laboratorio
laboratory reference Reg. 03

Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accREDITAMENTO LAT N° 163 rilasciato in accordo ai decreti attuativi della legge n. 273/1991 che ha istituito il Sistema Nazionale di Taratura (SNT). ACCREDIA attesta le capacità di misura e di taratura, le competenze metrologiche del Centro e la riferibilità delle tarature eseguite ai campioni nazionali e internazionali delle unità di misura del Sistema Internazionale delle Unità (SI). Questo certificato non può essere riprodotto in modo parziale, salvo espressa autorizzazione scritta da parte del Centro.

This certificate of calibration is issued in compliance with the accreditation LAT N° 163 granted according to decrees connected with Italian law No. 273/1991 which has established the National Calibration System. ACCREDIA attests the calibration and measurement capability, the metrological competence of the Centre and the traceability of calibration results to the national and international standards of the International System of Units (SI). This certificate may not be partially reproduced, except with the prior written permission of the issuing Centre.

I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando le procedure di taratura citate alla pagina seguente, dove sono specificati anche i campioni o gli strumenti che garantiscono la catena di riferibilità del Centro e i rispettivi certificati di taratura in corso di validità. Essi si riferiscono esclusivamente all'oggetto in taratura e sono validi nel momento e nelle condizioni di taratura, salvo diversamente specificato.

The measurement results reported in this Certificate were obtained following the calibration procedures given in the following page, where the reference standards or instruments are indicated which guarantee the traceability chain of the laboratory, and the related calibration certificates in the course of validity are indicated as well. They relate only to the calibrated item and they are valid for the time and conditions of calibration, unless otherwise specified.

Le incertezze di misura dichiarate in questo documento sono state determinate conformemente alla Guida ISO/IEC 98 e al documento EA-4/02. Solitamente sono espresse come incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo per il fattore di copertura k corrispondente ad un livello di fiducia di circa il 95 %. Normalmente tale fattore k vale 2.

The measurement uncertainties stated in this document have been determined according to the ISO/IEC Guide 98 and to EA-4/02. Usually, they have been estimated as expanded uncertainty obtained multiplying the standard uncertainty by the coverage factor k corresponding to a confidence level of about 95%. Normally, this factor k is 2.

Il Responsabile del Centro

Head of the Centre





Sky-lab S.r.l.
 Area Laboratori
 Via Belvedere, 42 Arcore (MB)
 Tel. 039 6133233
 skylab.taratura@outlook.it

Centro di Taratura LAT N° 163
 Calibration Centre
 Laboratorio Accreditato di
 Taratura



LAT N° 163

Pagina 1 di 4
 Page 1 of 4

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 163 16520-A
Certificate of Calibration LAT 163 16520-A

- data di emissione <i>date of issue</i>	2017-10-05
- cliente <i>customer</i>	AUSILIO S.P.A. A SOCIO UNICO 40026 - IMOLA (BO)
- destinatario <i>receiver</i>	AUSILIO S.P.A. A SOCIO UNICO 40026 - IMOLA (BO)
- richiesta <i>application</i>	646/16
- in data <i>date</i>	2016-12-15
Si riferisce a <i>Referring to</i>	
- oggetto <i>item</i>	Calibratore
- costruttore <i>manufacturer</i>	Larson & Davis
- modello <i>model</i>	CAL200
- matricola <i>serial number</i>	446
- data di ricevimento oggetto <i>date of receipt of item</i>	2017-10-04
- data delle misure <i>date of measurements</i>	2017-10-05
- registro di laboratorio <i>laboratory reference</i>	Reg. 03

Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accREDITAMENTO LAT N° 163 rilasciato in accordo ai decreti attuativi della legge n. 273/1991 che ha istituito il Sistema Nazionale di Taratura (SNT). ACCREDIA attesta le capacità di misura e di taratura, le competenze metrologiche del Centro e la riferibilità delle tarature eseguite ai campioni nazionali e internazionali delle unità di misura del Sistema Internazionale delle Unità (SI). Questo certificato non può essere riprodotto in modo parziale, salvo espressa autorizzazione scritta da parte del Centro.

This certificate of calibration is issued in compliance with the accreditation LAT N° 163 granted according to decrees connected with Italian law No. 273/1991 which has established the National Calibration System. ACCREDIA attests the calibration and measurement capability, the metrological competence of the Centre and the traceability of calibration results to the national and international standards of the International System of Units (SI). This certificate may not be partially reproduced, except with the prior written permission of the issuing Centre.

I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando le procedure di taratura citate alla pagina seguente, dove sono specificati anche i campioni o gli strumenti che garantiscono la catena di riferibilità del Centro e i rispettivi certificati di taratura in corso di validità. Essi si riferiscono esclusivamente all'oggetto in taratura e sono validi nel momento e nelle condizioni di taratura, salvo diversamente specificato.

The measurement results reported in this Certificate were obtained following the calibration procedures given in the following page, where the reference standards or instruments are indicated which guarantee the traceability chain of the laboratory, and the related calibration certificates in the course of validity are indicated as well. They relate only to the calibrated item and they are valid for the time and conditions of calibration, unless otherwise specified.

Le incertezze di misura dichiarate in questo documento sono state determinate conformemente alla Guida ISO/IEC 98 e al documento EA-4/02. Solitamente sono espresse come incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo per il fattore di copertura k corrispondente ad un livello di fiducia di circa il 95 %. Normalmente tale fattore k vale 2.

The measurement uncertainties stated in this document have been determined according to the ISO/IEC Guide 98 and to EA-4/02. Usually, they have been estimated as expanded uncertainty obtained multiplying the standard uncertainty by the coverage factor k corresponding to a confidence level of about 95%. Normally, this factor k is 2.

Il Responsabile del Centro
 Head of the Centre



7 ALL. 2 – SCHEDE DI MISURA

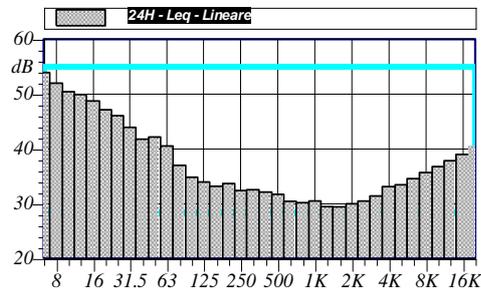
7.1 POSTAZIONE 1 (24H)

Nome misura: 24H
 Località: POST_1
 Strumentazione: 831 0002866
 Durata misura [s]: 86420.0
 Nome operatore: SAVIOTTI
 Data, ora misura: 04/12/2018 22:00:00

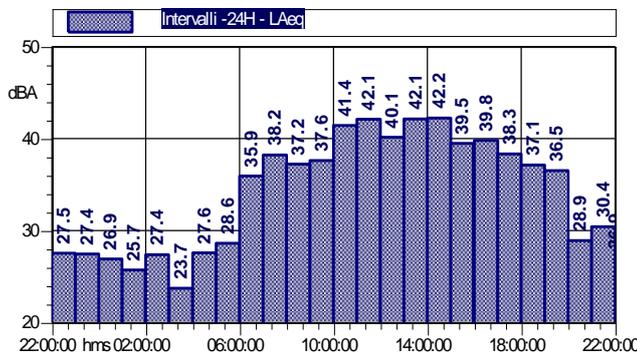
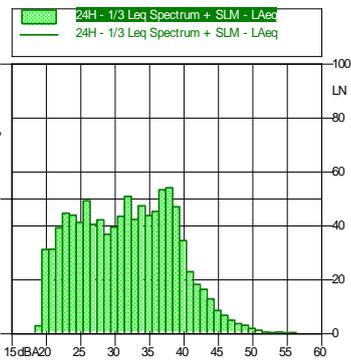
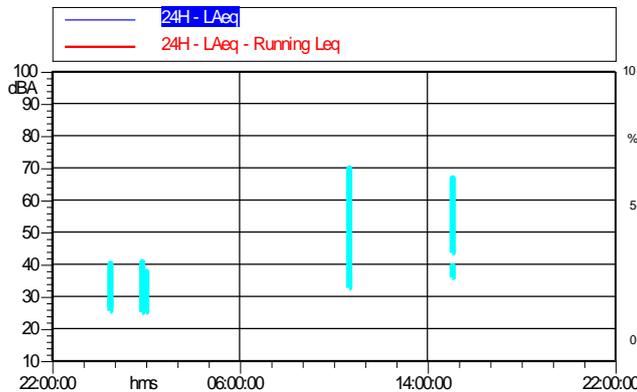
L1: 48.0 dBA L5: 43.4 dBA
 L10: 40.9 dBA L50: 32.3 dBA
 L90: 22.9 dBA L95: 21.5 dBA

$L_{Aeq} = 37.5$ dBA

24H					
Leq - Lineare					
	dB		dB		dB
6.3 Hz	53.9 dB	100 Hz	34.9 dB	1600 Hz	29.4 dB
8 Hz	52.0 dB	125 Hz	34.0 dB	2000 Hz	30.0 dB
10 Hz	50.4 dB	160 Hz	33.2 dB	2500 Hz	30.5 dB
12.5 Hz	49.9 dB	200 Hz	33.7 dB	3150 Hz	31.4 dB
16 Hz	48.7 dB	250 Hz	32.4 dB	4000 Hz	33.1 dB
20 Hz	47.1 dB	315 Hz	32.6 dB	5000 Hz	33.5 dB
25 Hz	46.1 dB	400 Hz	32.1 dB	6300 Hz	34.6 dB
31.5 Hz	43.9 dB	500 Hz	31.7 dB	8000 Hz	35.7 dB
40 Hz	41.8 dB	630 Hz	30.4 dB	10000 Hz	36.8 dB
50 Hz	42.2 dB	800 Hz	30.2 dB	12500 Hz	37.9 dB
63 Hz	40.5 dB	1000 Hz	30.5 dB	16000 Hz	39.0 dB
80 Hz	37.0 dB	1250 Hz	29.5 dB	20000 Hz	40.6 dB



Annotazioni:



Intervalli -24H			
LAeq			
hms	dBA	hms	dBA
22:00:00	27.5 dB	10:00:00	41.4 dB
23:00:00	27.4 dB	11:00:00	42.1 dB
00:00:00	26.9 dB	12:00:00	40.1 dB
01:00:00	25.7 dB	13:00:00	42.1 dB
02:00:00	27.4 dB	14:00:00	42.2 dB
03:00:00	23.7 dB	15:00:00	39.5 dB
04:00:00	27.6 dB	16:00:00	39.8 dB
05:00:00	28.6 dB	17:00:00	38.3 dB
06:00:00	35.9 dB	18:00:00	37.1 dB
07:00:00	38.2 dB	19:00:00	36.5 dB
08:00:00	37.2 dB	20:00:00	28.9 dB
09:00:00	37.6 dB	21:00:00	30.4 dB

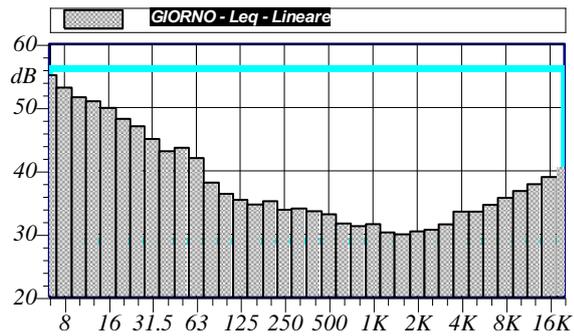
Tabella 7.1: Report complessivo della misura – Postazione 1

Nome misura: **GIORNO**
 Località: **POST_1**
 Strumentazione: **831 0002866**
 Durata misura [s]: **57610.0**
 Nome operatore: **SAVIOTTI**
 Data, ora misura: **05/12/2018 06:00:00**

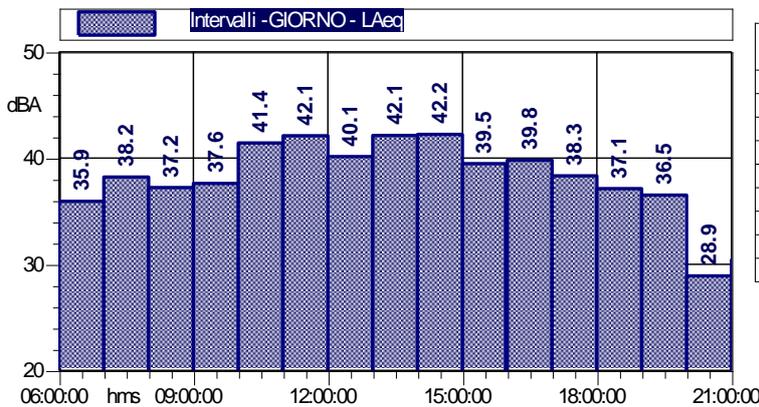
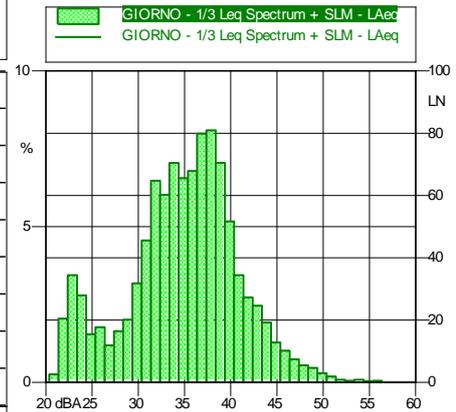
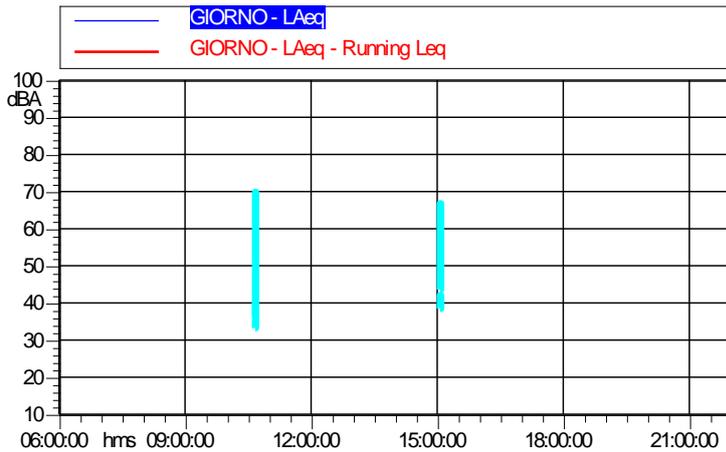
L1: 48.9 dBA L5: 44.7 dBA
 L10: 42.4 dBA L50: 35.9 dBA
 L90: 26.0 dBA L95: 23.8 dBA

$L_{Aeq} = 39.1 \text{ dB}$

GIORNO					
Leq - Lineare					
	dB		dB		dB
6.3 Hz	55.1 dB	100 Hz	36.4 dB	1600 Hz	30.0 dB
8 Hz	53.1 dB	125 Hz	35.4 dB	2000 Hz	30.4 dB
10 Hz	51.6 dB	160 Hz	34.7 dB	2500 Hz	30.7 dB
12.5 Hz	51.0 dB	200 Hz	35.2 dB	3150 Hz	31.6 dB
16 Hz	49.9 dB	250 Hz	33.8 dB	4000 Hz	33.6 dB
20 Hz	48.2 dB	315 Hz	34.0 dB	5000 Hz	33.6 dB
25 Hz	47.0 dB	400 Hz	33.6 dB	6300 Hz	34.6 dB
31.5 Hz	45.0 dB	500 Hz	33.1 dB	8000 Hz	35.7 dB
40 Hz	43.1 dB	630 Hz	31.7 dB	10000 Hz	36.8 dB
50 Hz	43.6 dB	800 Hz	31.2 dB	12500 Hz	37.9 dB
63 Hz	42.0 dB	1000 Hz	31.6 dB	16000 Hz	39.0 dB
80 Hz	38.1 dB	1250 Hz	30.3 dB	20000 Hz	40.6 dB



Annotazioni:



Intervali - GIORNO			
LAeq			
hms	dBA	hms	dBA
06:00:00	35.9 dB	14:00:00	42.2 dB
07:00:00	38.2 dB	15:00:00	39.5 dB
08:00:00	37.2 dB	16:00:00	39.8 dB
09:00:00	37.6 dB	17:00:00	38.3 dB
10:00:00	41.4 dB	18:00:00	37.1 dB
11:00:00	42.1 dB	19:00:00	36.5 dB
12:00:00	40.1 dB	20:00:00	28.9 dB
13:00:00	42.1 dB	21:00:00	30.4 dB

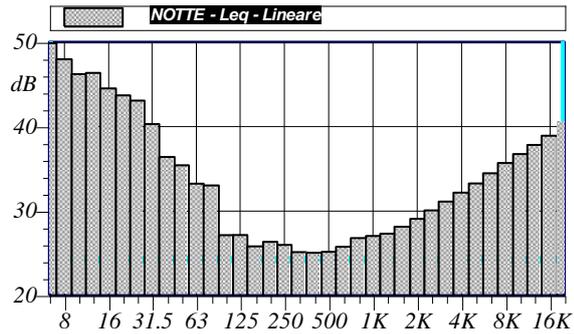
Tabella 7.2: Report Tempo di Riferimento Diurno – Postazione 1

Nome misura: **NOTTE**
 Località: **POST_1**
 Strumentazione: **831 0002866**
 Durata misura [s]: **28810.0**
 Nome operatore: **SAVIOTTI**
 Data, ora misura: **04/12/2018 22:00:00**

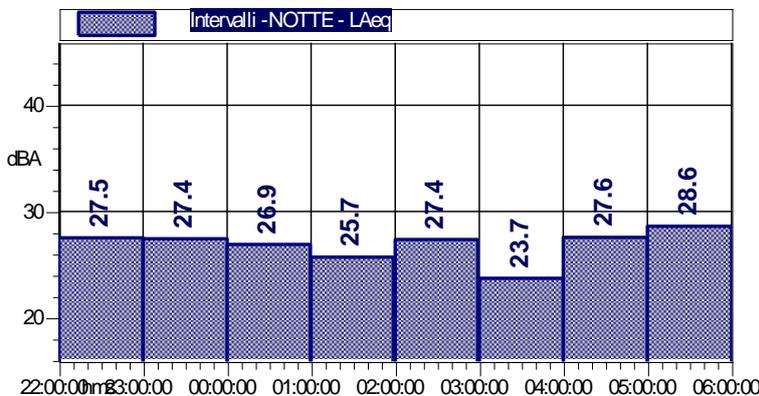
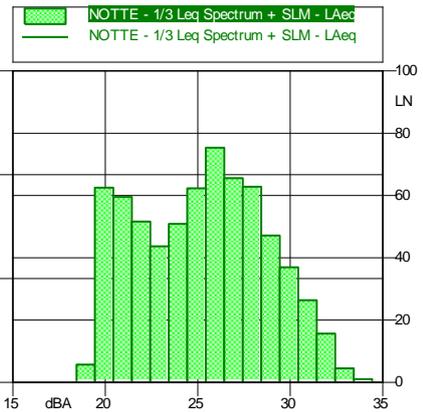
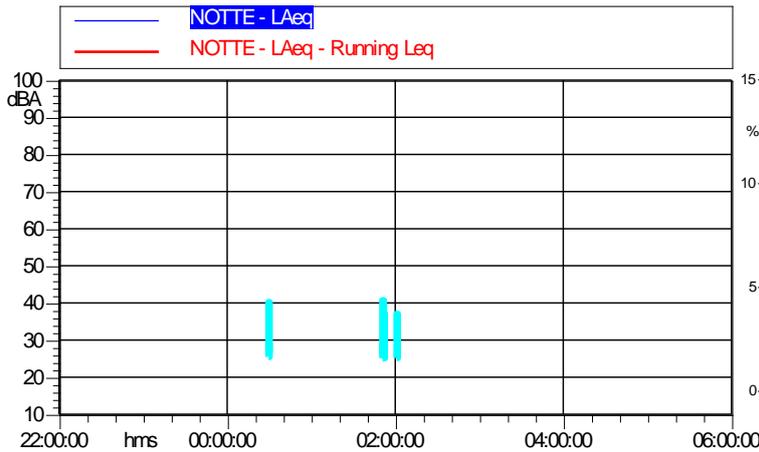
L1: 32.8 dBA	L5: 31.4 dBA
L10: 30.3 dBA	L50: 25.9 dBA
L90: 20.9 dBA	L95: 20.5 dBA

$L_{Aeq} = 27.1 \text{ dB}$

NOTTE Leq - Lineare					
dB		dB		dB	
6.3 Hz	49.9 dB	100 Hz	27.1 dB	1600 Hz	28.1 dB
8 Hz	48.0 dB	125 Hz	27.2 dB	2000 Hz	29.1 dB
10 Hz	46.2 dB	160 Hz	25.8 dB	2500 Hz	30.1 dB
12.5 Hz	46.4 dB	200 Hz	26.4 dB	3150 Hz	31.1 dB
16 Hz	44.5 dB	250 Hz	26.0 dB	4000 Hz	32.2 dB
20 Hz	43.7 dB	315 Hz	25.1 dB	5000 Hz	33.3 dB
25 Hz	43.1 dB	400 Hz	25.1 dB	6300 Hz	34.5 dB
31.5 Hz	40.3 dB	500 Hz	25.2 dB	8000 Hz	35.7 dB
40 Hz	36.4 dB	630 Hz	25.8 dB	10000 Hz	36.7 dB
50 Hz	35.4 dB	800 Hz	26.8 dB	12500 Hz	37.8 dB
63 Hz	33.2 dB	1000 Hz	27.1 dB	16000 Hz	38.9 dB
80 Hz	33.0 dB	1250 Hz	27.3 dB	20000 Hz	40.6 dB



Annotazioni:

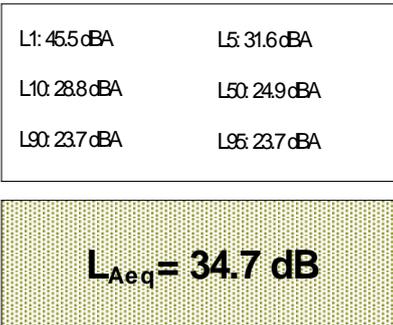


Intervalli -NOTTE LAeq	
hms	dBA
22:00:00	27.5 dB
23:00:00	27.4 dB
00:00:00	26.9 dB
01:00:00	25.7 dB
02:00:00	27.4 dB
03:00:00	23.7 dB
04:00:00	27.6 dB
05:00:00	28.6 dB

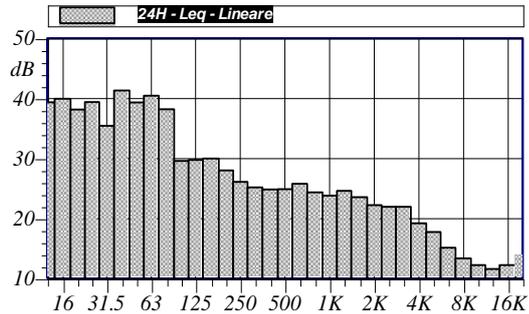
Tabella 7.3: Report Tempo di Riferimento Notturmo – Postazione 1

7.2 POSTAZIONE 2 (24H)

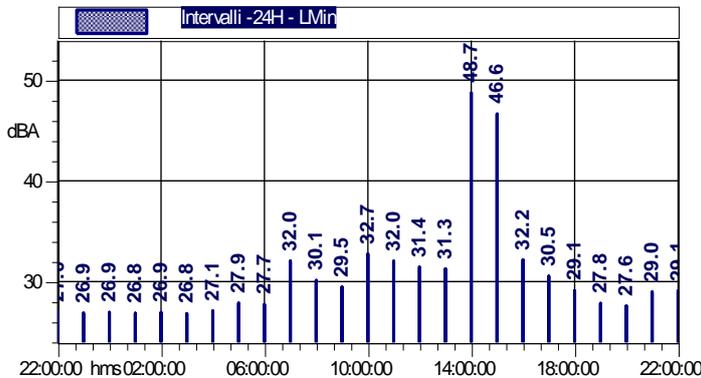
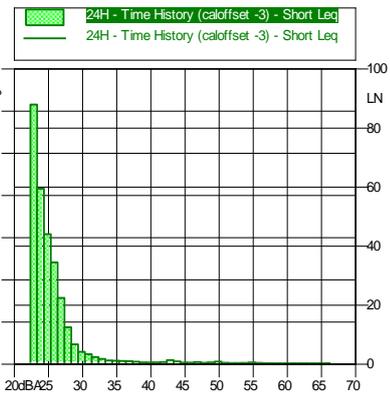
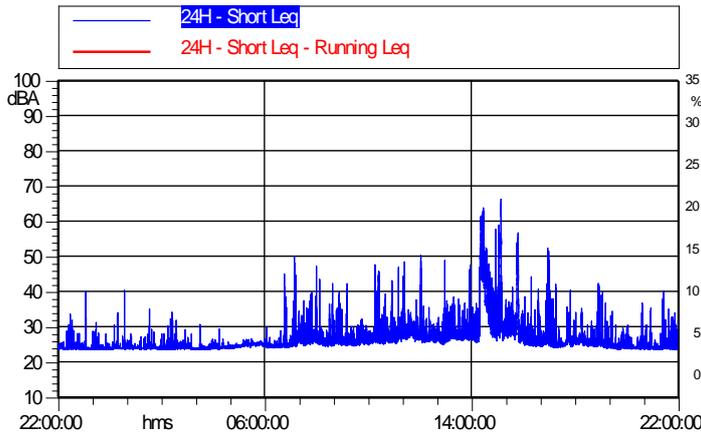
Nome misura: 24H
 Località: POST_2
 Strumentazione: Larson-Davis 824
 Durata misura [s]: 87000.0
 Nome operatore: SAVIOTTI
 Data, ora misura: 04/12/2018 22:00:00



24H					
Leq - Lineare					
dB		dB		dB	
12.5 Hz	39.4 dB	200 Hz	28.0 dB	3150 Hz	22.0 dB
16 Hz	40.0 dB	250 Hz	26.1 dB	4000 Hz	19.2 dB
20 Hz	38.2 dB	315 Hz	25.2 dB	5000 Hz	17.8 dB
25 Hz	39.4 dB	400 Hz	24.9 dB	6300 Hz	15.2 dB
31.5 Hz	35.4 dB	500 Hz	24.9 dB	8000 Hz	13.4 dB
40 Hz	41.3 dB	630 Hz	25.8 dB	10000 Hz	12.3 dB
50 Hz	39.4 dB	800 Hz	24.4 dB	12500 Hz	11.6 dB
63 Hz	40.5 dB	1000 Hz	23.8 dB	16000 Hz	12.3 dB
80 Hz	38.2 dB	1250 Hz	24.6 dB	20000 Hz	13.9 dB
100 Hz	29.6 dB	1600 Hz	23.6 dB		
125 Hz	29.8 dB	2000 Hz	22.2 dB		
160 Hz	30.0 dB	2500 Hz	22.0 dB		



Annotazioni: Notes



Intervallo -24H			
LMin			
hms	dBA	hms	dBA
22:00:00	27.0 dB	10:00:00	32.7 dB
23:00:00	26.9 dB	11:00:00	32.0 dB
00:00:00	26.9 dB	12:00:00	31.4 dB
01:00:00	26.8 dB	13:00:00	31.3 dB
02:00:00	26.9 dB	14:00:00	48.7 dB
03:00:00	26.8 dB	15:00:00	46.6 dB
04:00:00	27.1 dB	16:00:00	32.2 dB
05:00:00	27.9 dB	17:00:00	30.5 dB
06:00:00	27.7 dB	18:00:00	29.1 dB
07:00:00	32.0 dB	19:00:00	27.8 dB
08:00:00	30.1 dB	20:00:00	27.6 dB
09:00:00	29.5 dB	21:00:00	29.0 dB

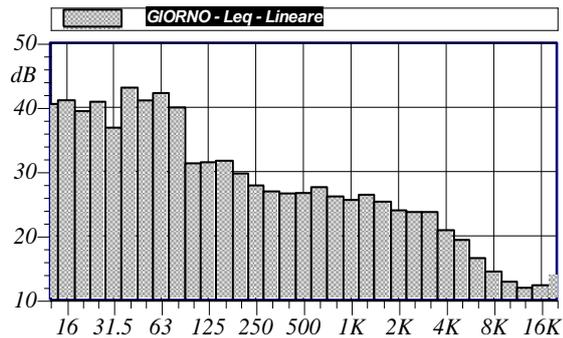
Tabella 7.4: Report complessivo della misura – Postazione 2

Nome misura: **GIORNO**
 Località: **POST_2**
 Strumentazione: **Larson-Davis 824**
 Durata misura [s]: **58200.0**
 Nome operatore: **SAVIOTTI**
 Data, ora misura: **05/12/2018 06:00:00**

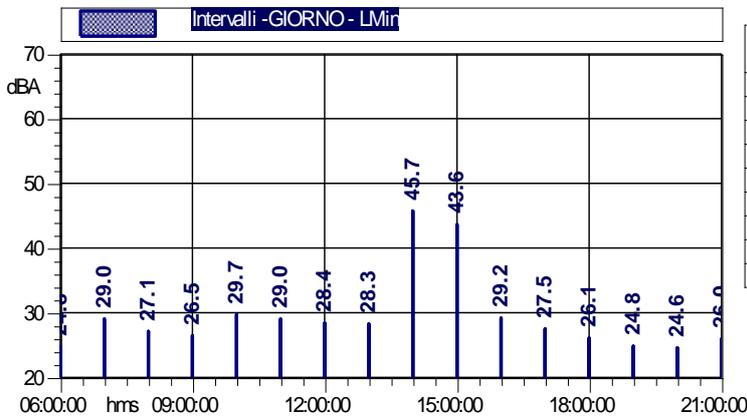
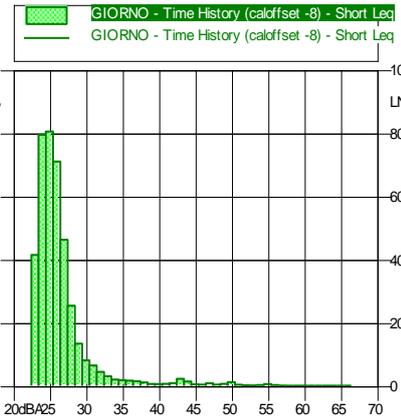
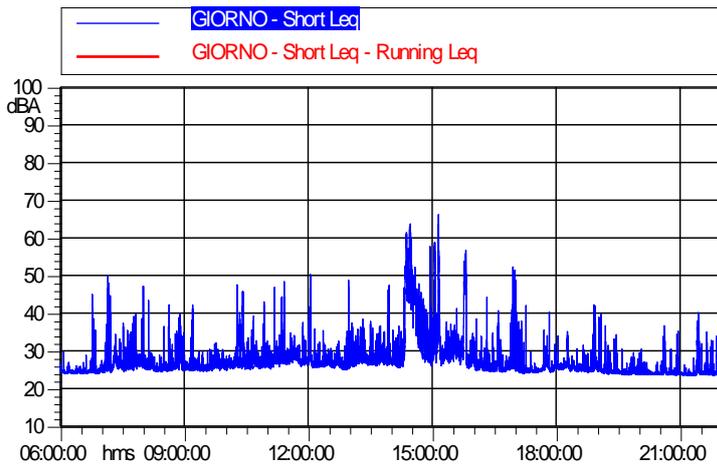
GIORNO					
Leq - Lineare					
dB		dB		dB	
12.5 Hz	40.5 dB	200 Hz	29.7 dB	3150 Hz	23.7 dB
16 Hz	41.1 dB	250 Hz	27.8 dB	4000 Hz	20.9 dB
20 Hz	39.4 dB	315 Hz	26.9 dB	5000 Hz	19.4 dB
25 Hz	40.9 dB	400 Hz	26.6 dB	6300 Hz	16.5 dB
31.5 Hz	36.8 dB	500 Hz	26.7 dB	8000 Hz	14.4 dB
40 Hz	43.0 dB	630 Hz	27.6 dB	10000 Hz	12.9 dB
50 Hz	41.1 dB	800 Hz	26.1 dB	12500 Hz	11.9 dB
63 Hz	42.2 dB	1000 Hz	25.6 dB	16000 Hz	12.3 dB
80 Hz	40.0 dB	1250 Hz	26.4 dB	20000 Hz	13.9 dB
100 Hz	31.3 dB	1600 Hz	25.3 dB		
125 Hz	31.4 dB	2000 Hz	24.0 dB		
160 Hz	31.7 dB	2500 Hz	23.7 dB		

L1: 49.4 dBA L5: 34.3 dBA
 L10: 30.3 dBA L50: 25.9 dBA
 L90: 23.9 dBA L95: 23.8 dBA

L_{Aeq} = 36.3 dB



Annotazioni: Notes



Intervali -GIORNO			
LMin			
hms	dBA	hms	dBA
06:00:00	24.8 dB	14:00:00	45.7 dB
07:00:00	29.0 dB	15:00:00	43.6 dB
08:00:00	27.1 dB	16:00:00	29.2 dB
09:00:00	26.5 dB	17:00:00	27.5 dB
10:00:00	29.7 dB	18:00:00	26.1 dB
11:00:00	29.0 dB	19:00:00	24.8 dB
12:00:00	28.4 dB	20:00:00	24.6 dB
13:00:00	28.3 dB	21:00:00	26.0 dB

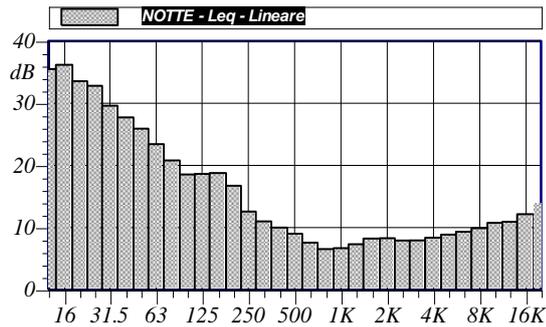
Tabella 7.5: Report Tempo di Riferimento Diurno – Postazione 2

Nome misura: NOTTE
 Località: POST_2
 Strumentazione: Larson-Davis 824
 Durata misura [s]: 29400.0
 Nome operatore: SAVIOTTI
 Data, ora misura: 04/12/2018 22:00:00

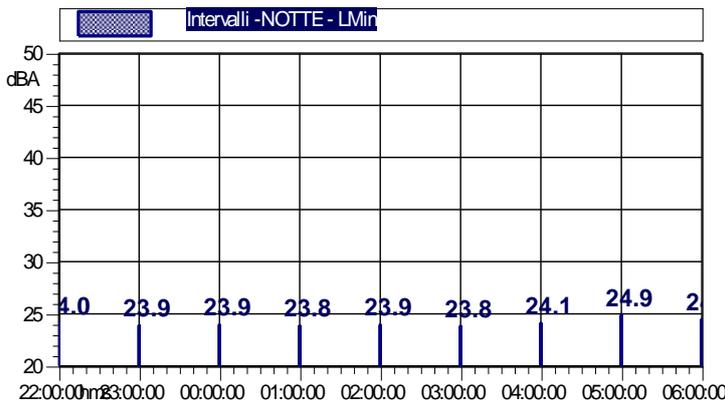
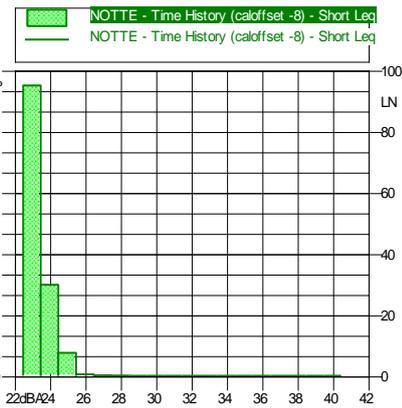
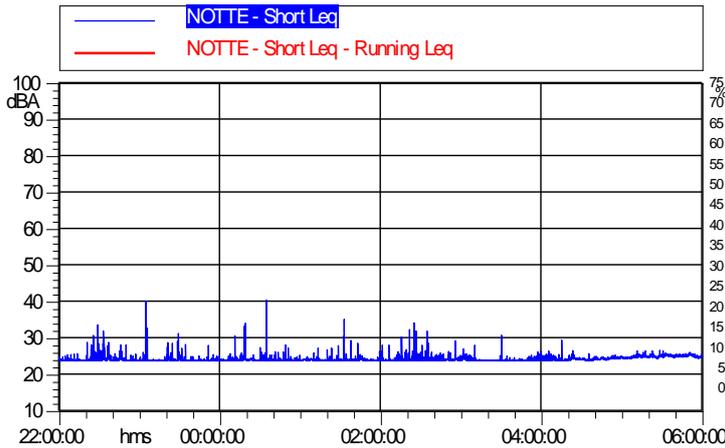
NOTTE Leq - Lineare			
dB		dB	
12.5 Hz	35.5 dB	200 Hz	16.7 dB
16 Hz	36.2 dB	250 Hz	12.6 dB
20 Hz	33.6 dB	315 Hz	11.0 dB
25 Hz	32.8 dB	400 Hz	10.0 dB
31.5 Hz	29.6 dB	500 Hz	9.0 dB
40 Hz	27.7 dB	630 Hz	7.6 dB
50 Hz	25.9 dB	800 Hz	6.5 dB
63 Hz	23.4 dB	1000 Hz	6.7 dB
80 Hz	20.8 dB	1250 Hz	7.3 dB
100 Hz	18.5 dB	1600 Hz	8.2 dB
125 Hz	18.6 dB	2000 Hz	8.3 dB
160 Hz	18.8 dB	2500 Hz	7.9 dB
3150 Hz	7.9 dB	4000 Hz	8.4 dB
5000 Hz	8.9 dB	6300 Hz	9.3 dB
8000 Hz	9.9 dB	10000 Hz	10.8 dB
12500 Hz	10.9 dB	16000 Hz	12.2 dB
20000 Hz	14.0 dB		

L1: 25.6 dBA	L5: 25.0 dBA
L10: 24.8 dBA	L50: 23.8 dBA
L90: 23.7 dBA	L95: 23.6 dBA

$L_{Aeq} = 24.1$ dB



Annotazioni: Notes



Intervalli -NOTTE LMin	
hms	dBA
22:00:00	24.0 dB
23:00:00	23.9 dB
00:00:00	23.9 dB
01:00:00	23.8 dB
02:00:00	23.9 dB
03:00:00	23.8 dB
04:00:00	24.1 dB
05:00:00	24.9 dB

Tabella 7.6: Report Tempo di Riferimento Notturmo – Postazione 2

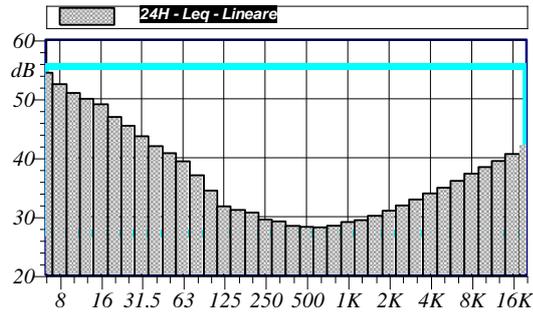
7.3 POSTAZIONE 3 (24H)

Nome misura: 24H
 Località: POST_3
 Strumentazione: 831 0004235
 Durata misura [s]: 86420.0
 Nome operatore: SAVIOTTI
 Data, ora misura: 04/12/2018 22:00:00

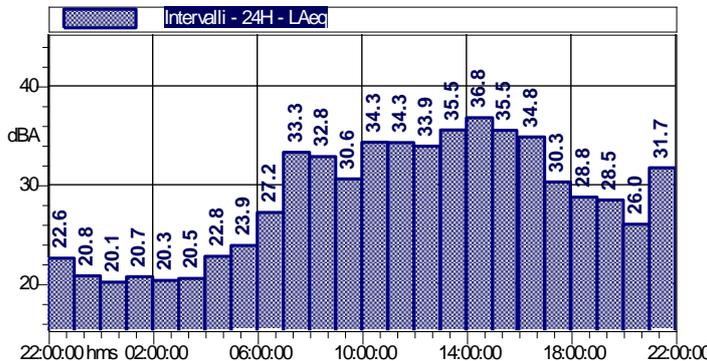
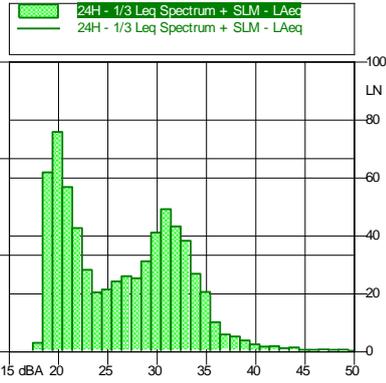
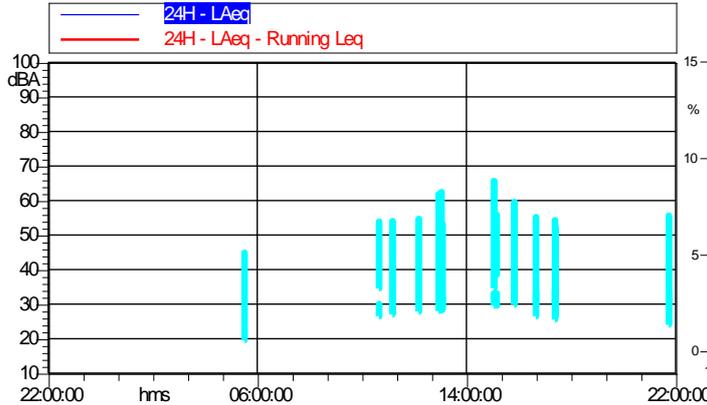
L1: 41.7 dBA L5: 36.0 dBA
 L10: 34.4 dBA L50: 27.0 dBA
 L90: 20.0 dBA L95: 19.6 dBA

L_{Aeq} = 31.5 dB

24H Leq - Lineare					
dB		dB		dB	
6.3 Hz	54.4 dB	100 Hz	34.4 dB	1600 Hz	30.1 dB
8 Hz	52.5 dB	125 Hz	31.7 dB	2000 Hz	31.0 dB
10 Hz	51.0 dB	160 Hz	31.1 dB	2500 Hz	31.9 dB
12.5 Hz	50.0 dB	200 Hz	30.7 dB	3150 Hz	32.9 dB
16 Hz	49.1 dB	250 Hz	29.5 dB	4000 Hz	33.9 dB
20 Hz	46.9 dB	315 Hz	29.2 dB	5000 Hz	34.9 dB
25 Hz	45.4 dB	400 Hz	28.4 dB	6300 Hz	36.1 dB
31.5 Hz	43.6 dB	500 Hz	28.3 dB	8000 Hz	37.3 dB
40 Hz	42.0 dB	630 Hz	28.2 dB	10000 Hz	38.4 dB
50 Hz	40.8 dB	800 Hz	28.4 dB	12500 Hz	39.4 dB
63 Hz	39.4 dB	1000 Hz	29.1 dB	16000 Hz	40.6 dB
80 Hz	37.0 dB	1250 Hz	29.4 dB	20000 Hz	42.1 dB



Annotazioni:



Intervalli - 24H LAeq			
hms	dBA	hms	dBA
22:00:00	22.6 dB	10:00:00	34.3 dB
23:00:00	20.8 dB	11:00:00	34.3 dB
00:00:00	20.1 dB	12:00:00	33.9 dB
01:00:00	20.7 dB	13:00:00	35.5 dB
02:00:00	20.3 dB	14:00:00	36.8 dB
03:00:00	20.5 dB	15:00:00	35.5 dB
04:00:00	22.8 dB	16:00:00	34.8 dB
05:00:00	23.9 dB	17:00:00	30.3 dB
06:00:00	27.2 dB	18:00:00	28.8 dB
07:00:00	33.3 dB	19:00:00	28.5 dB
08:00:00	32.8 dB	20:00:00	26.0 dB
09:00:00	30.6 dB	21:00:00	31.7 dB

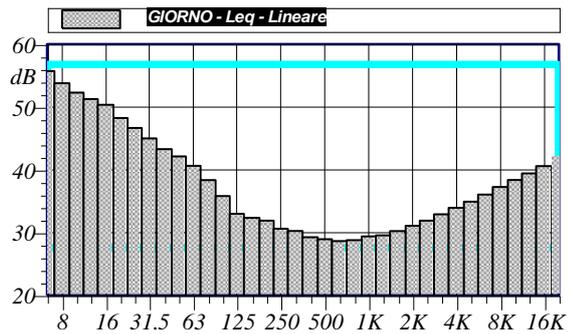
Tabella 7.7: Report complessivo della misura – Postazione 3

Nome misura: **GIORNO**
 Località: **POST_3**
 Strumentazione: **831 0004235**
 Durata misura [s]: **57610.0**
 Nome operatore: **SAVIOTTI**
 Data, ora misura: **05/12/2018 06:00:00**

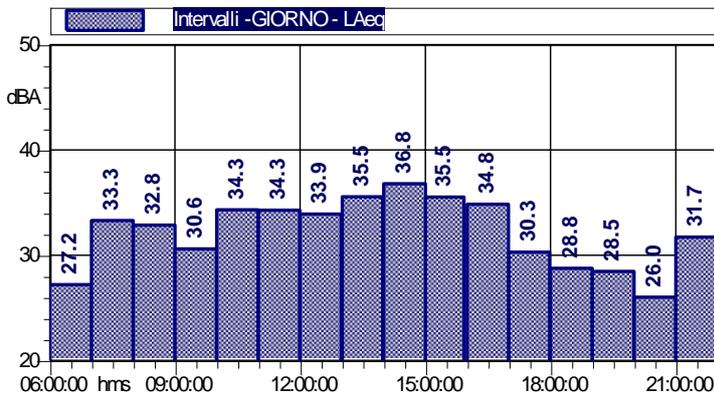
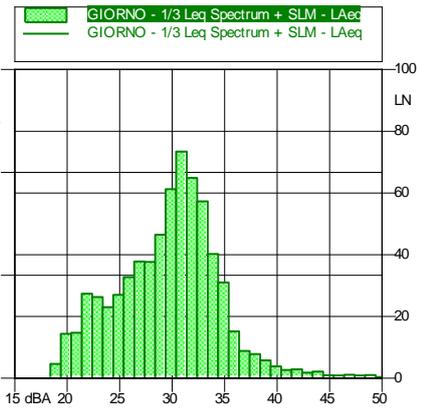
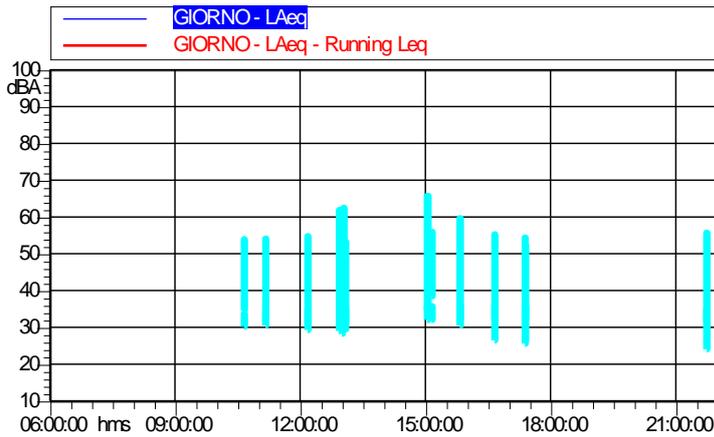
L1: 42.9 dBA L5: 37.3 dBA
 L10: 35.4 dBA L50: 30.7 dBA
 L90: 23.2 dBA L95: 22.0 dBA

$L_{Aeq} = 33.1 \text{ dBA}$

GIORNO Leq - Lineare					
dB		dB		dB	
6.3 Hz	55.7 dB	100 Hz	35.8 dB	1600 Hz	30.3 dB
8 Hz	53.8 dB	125 Hz	33.0 dB	2000 Hz	31.1 dB
10 Hz	52.3 dB	160 Hz	32.4 dB	2500 Hz	31.9 dB
12.5 Hz	51.3 dB	200 Hz	31.9 dB	3150 Hz	32.9 dB
16 Hz	50.4 dB	250 Hz	30.6 dB	4000 Hz	34.0 dB
20 Hz	48.3 dB	315 Hz	30.3 dB	5000 Hz	34.9 dB
25 Hz	46.7 dB	400 Hz	29.3 dB	6300 Hz	36.1 dB
31.5 Hz	45.0 dB	500 Hz	28.9 dB	8000 Hz	37.3 dB
40 Hz	43.3 dB	630 Hz	28.7 dB	10000 Hz	38.4 dB
50 Hz	42.1 dB	800 Hz	28.8 dB	12500 Hz	39.4 dB
63 Hz	40.6 dB	1000 Hz	29.4 dB	16000 Hz	40.6 dB
80 Hz	38.4 dB	1250 Hz	29.6 dB	20000 Hz	42.1 dB



Annotazioni:



Intervalli - GIORNO LAeq			
hms	dBA	hms	dBA
06:00:00	27.2 dB	14:00:00	36.8 dB
07:00:00	33.3 dB	15:00:00	35.5 dB
08:00:00	32.8 dB	16:00:00	34.8 dB
09:00:00	30.6 dB	17:00:00	30.3 dB
10:00:00	34.3 dB	18:00:00	28.8 dB
11:00:00	34.3 dB	19:00:00	28.5 dB
12:00:00	33.9 dB	20:00:00	26.0 dB
13:00:40	35.5 dB	21:00:00	31.7 dB

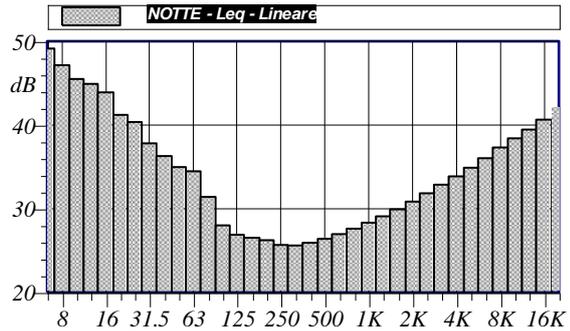
Tabella 7.8: Report Tempo di Riferimento Diurno – Postazione 3

Nome misura: **NOTTE**
 Località: **POST_3**
 Strumentazione: **831 0004235**
 Durata misura [s]: **28810.0**
 Nome operatore: **SAVIOTTI**
 Data, ora misura: **04/12/2018 22:00:00**

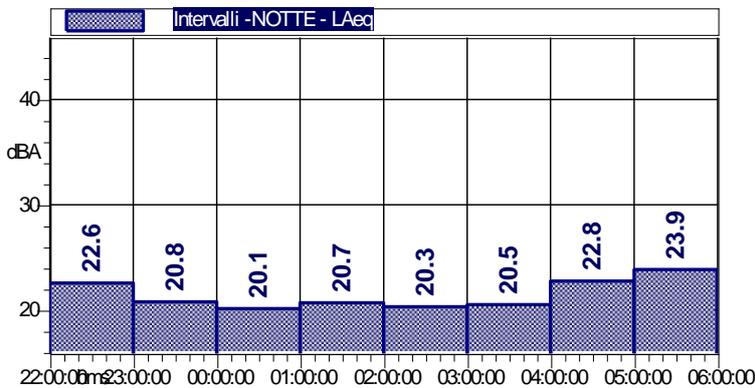
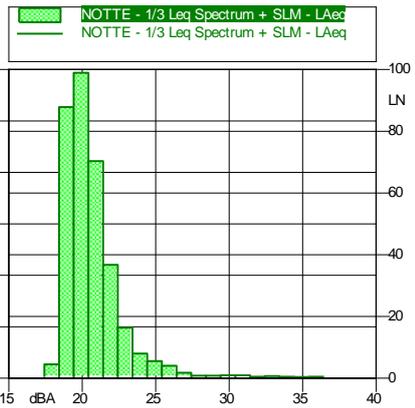
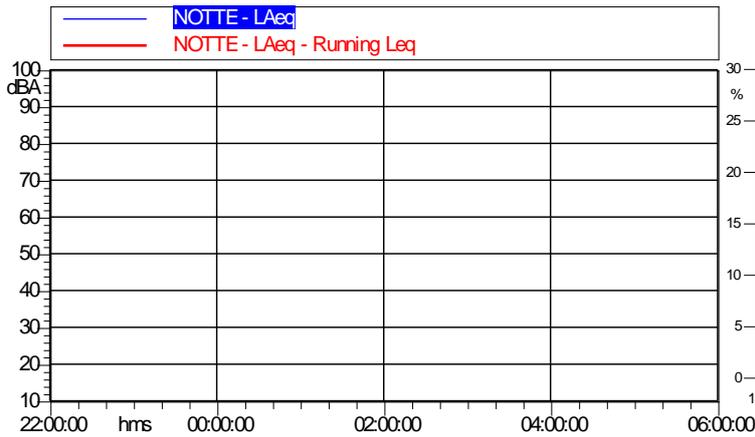
L1: 27.6 dBA	L5: 24.5 dBA
L10: 23.1 dBA	L50: 20.7 dBA
L90: 19.5 dBA	L95: 19.3 dBA

$L_{Aeq} = 21.7 \text{ dB}$

NOTTE Leq - Lineare					
dB		dB		dB	
6.3 Hz	49.1 dB	100 Hz	28.0 dB	1600 Hz	29.9 dB
8 Hz	47.1 dB	125 Hz	26.9 dB	2000 Hz	30.8 dB
10 Hz	45.5 dB	160 Hz	26.5 dB	2500 Hz	31.8 dB
12.5 Hz	44.9 dB	200 Hz	26.2 dB	3150 Hz	32.9 dB
16 Hz	43.9 dB	250 Hz	25.7 dB	4000 Hz	33.9 dB
20 Hz	41.2 dB	315 Hz	25.6 dB	5000 Hz	34.9 dB
25 Hz	40.4 dB	400 Hz	25.9 dB	6300 Hz	36.0 dB
31.5 Hz	37.8 dB	500 Hz	26.4 dB	8000 Hz	37.3 dB
40 Hz	36.3 dB	630 Hz	27.0 dB	10000 Hz	38.4 dB
50 Hz	35.0 dB	800 Hz	27.6 dB	12500 Hz	39.4 dB
63 Hz	34.5 dB	1000 Hz	28.3 dB	16000 Hz	40.6 dB
80 Hz	31.4 dB	1250 Hz	29.1 dB	20000 Hz	42.1 dB



Annotazioni:



Intervalli -NOTTE LAeq	
hms	dBA
22:00:00	22.6 dB
23:00:00	20.8 dB
00:00:00	20.1 dB
01:00:00	20.7 dB
02:00:00	20.3 dB
03:00:00	20.5 dB
04:00:00	22.8 dB
05:00:00	23.9 dB

Tabella 7.9: Report Tempo di Riferimento Notturmo – Postazione 3

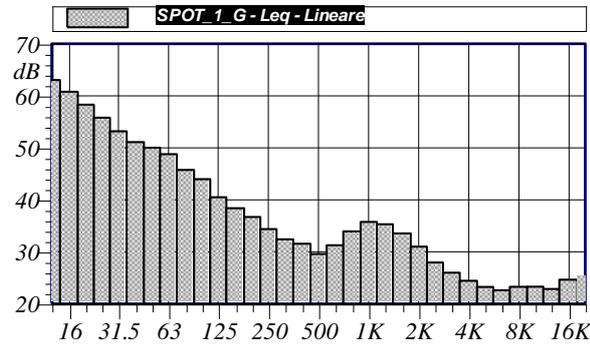
7.4 POSTAZIONE 4A (SPOT)

Nome misura: **SPOT_1_G**
 Località: **POST_4A**
 Strumentazione: **Larson-Davis 824**
 Durata misura [s]: **930.3**
 Nome operatore: **SAVIOTTI**
 Data, ora misura: **04/12/2018 12:07:18**

L1: 49.3 dBA L5: 47.4 dBA
 L10: 46.6 dBA L50: 42.3 dBA
 L90: 37.8 dBA L95: 37.3 dBA

$L_{Aeq} = 43.5 \text{ dB}$

SPOT_1_G Leq - Lineare					
dB		dB		dB	
12.5 Hz	63.1 dB	200 Hz	36.7 dB	3150 Hz	26.0 dB
16 Hz	60.8 dB	250 Hz	34.4 dB	4000 Hz	24.4 dB
20 Hz	58.3 dB	315 Hz	32.4 dB	5000 Hz	23.3 dB
25 Hz	55.8 dB	400 Hz	31.6 dB	6300 Hz	22.6 dB
31.5 Hz	53.2 dB	500 Hz	29.6 dB	8000 Hz	23.3 dB
40 Hz	51.1 dB	630 Hz	31.3 dB	10000 Hz	23.3 dB
50 Hz	50.0 dB	800 Hz	33.9 dB	12500 Hz	22.9 dB
63 Hz	48.8 dB	1000 Hz	35.7 dB	16000 Hz	24.6 dB
80 Hz	45.8 dB	1250 Hz	35.3 dB	20000 Hz	25.3 dB
100 Hz	44.0 dB	1600 Hz	33.5 dB		
125 Hz	40.5 dB	2000 Hz	31.0 dB		
160 Hz	38.4 dB	2500 Hz	28.0 dB		



Annotazioni: Notes

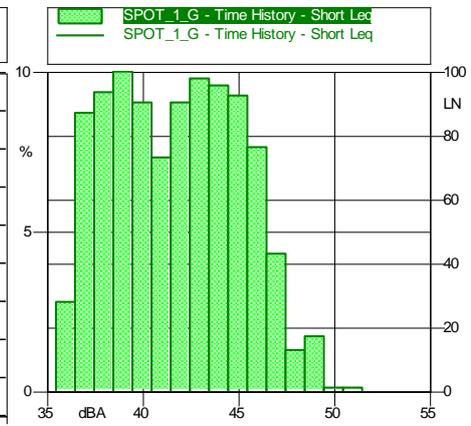
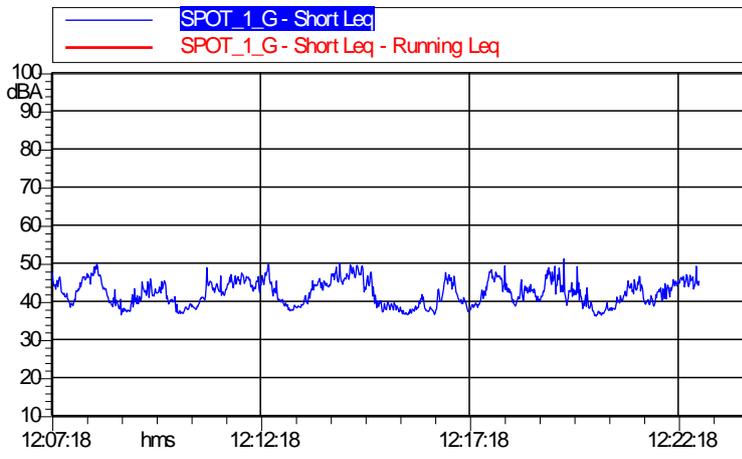


Tabella 7.10: Report complessivo della misura – Postazione 4A - DIURNO

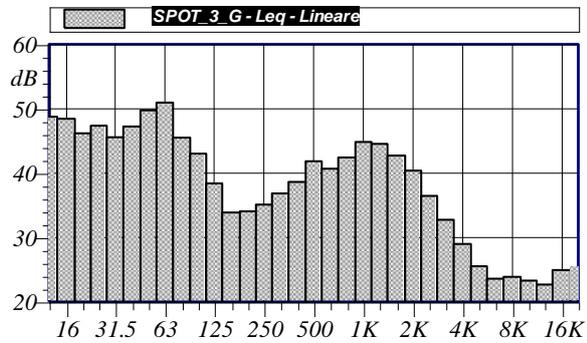
7.5 POSTAZIONE 4B (SPOT)

Nome misura: SPOT_3_G
 Località: POST_4B
 Strumentazione: Larson-Davis 824
 Durata misura [s]: 4201.0
 Nome operatore: SAVIOTTI
 Data, ora misura: 05/12/2018 18:29:00

L1: 59.9 dBA	L5: 57.2 dBA
L10: 55.4 dBA	L50: 48.1 dBA
L90: 38.2 dBA	L95: 36.6 dBA

$L_{Aeq} = 51.6 \text{ dB}$

SPOT_3_G Leq - Lineare					
dB		dB		dB	
12.5 Hz	48.8 dB	200 Hz	34.1 dB	3150 Hz	32.8 dB
16 Hz	48.5 dB	250 Hz	35.1 dB	4000 Hz	29.0 dB
20 Hz	46.2 dB	315 Hz	36.8 dB	5000 Hz	25.5 dB
25 Hz	47.4 dB	400 Hz	38.6 dB	6300 Hz	23.6 dB
31.5 Hz	45.6 dB	500 Hz	41.9 dB	8000 Hz	23.9 dB
40 Hz	47.2 dB	630 Hz	40.7 dB	10000 Hz	23.3 dB
50 Hz	49.8 dB	800 Hz	42.4 dB	12500 Hz	22.7 dB
63 Hz	51.0 dB	1000 Hz	44.8 dB	16000 Hz	24.9 dB
80 Hz	45.5 dB	1250 Hz	44.5 dB	20000 Hz	25.4 dB
100 Hz	43.0 dB	1600 Hz	42.7 dB		
125 Hz	38.4 dB	2000 Hz	40.4 dB		
160 Hz	33.9 dB	2500 Hz	36.5 dB		



Annotazioni: Notes

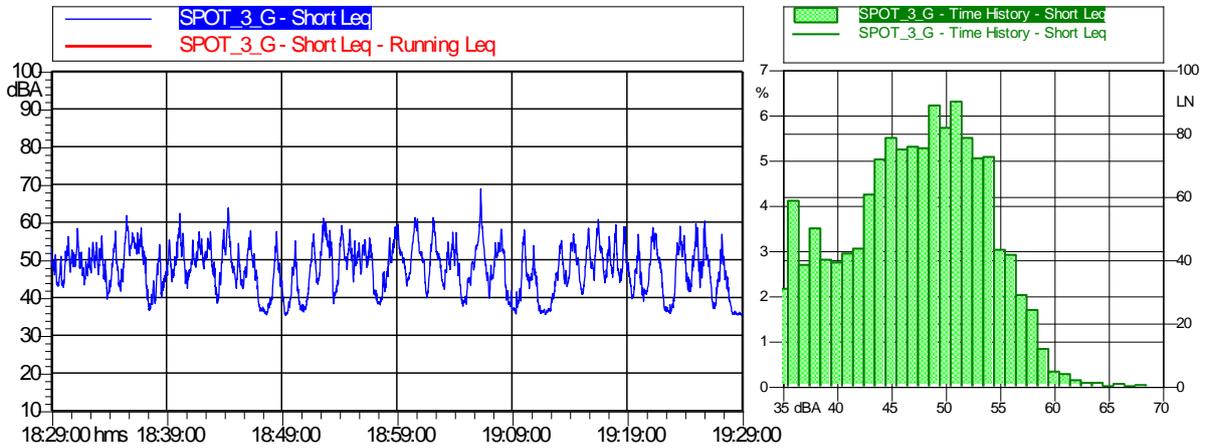


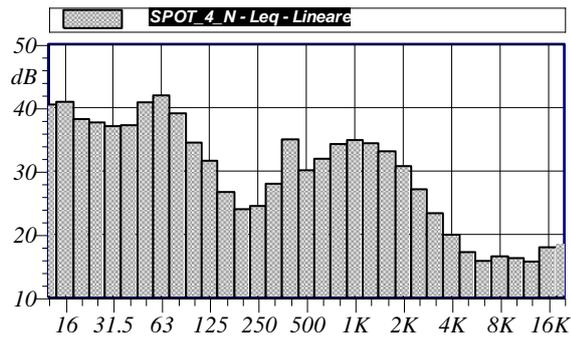
Tabella 7.11: Report complessivo della misura – Postazione 4B - DIURNO

Nome misura: SPOT_4_N
 Località: POST_4B
 Strumentazione: Larson-Davis 824
 Durata misura [s]: 4201.0
 Nome operatore: SAVIOTTI
 Data, ora misura: 05/12/2018 03:31:00

L1: 56.0 dBA	L5: 49.8 dBA
L10: 45.9 dBA	L50: 35.7 dBA
L90: 28.2 dBA	L95: 27.8 dBA

$L_{Aeq} = 43.6 \text{ dB}$

SPOT_4_N Leq - Lineare					
dB		dB		dB	
12.5 Hz	40.5 dB	200 Hz	24.0 dB	3150 Hz	23.3 dB
16 Hz	40.9 dB	250 Hz	24.5 dB	4000 Hz	19.9 dB
20 Hz	38.2 dB	315 Hz	28.0 dB	5000 Hz	17.2 dB
25 Hz	37.7 dB	400 Hz	35.0 dB	6300 Hz	15.8 dB
31.5 Hz	37.1 dB	500 Hz	30.1 dB	8000 Hz	16.5 dB
40 Hz	37.2 dB	630 Hz	31.9 dB	10000 Hz	16.3 dB
50 Hz	40.8 dB	800 Hz	34.3 dB	12500 Hz	15.7 dB
63 Hz	41.9 dB	1000 Hz	34.9 dB	16000 Hz	18.0 dB
80 Hz	39.1 dB	1250 Hz	34.4 dB	20000 Hz	18.4 dB
100 Hz	34.5 dB	1600 Hz	33.1 dB		
125 Hz	31.6 dB	2000 Hz	30.8 dB		
160 Hz	26.7 dB	2500 Hz	27.1 dB		



Annotazioni: Notes

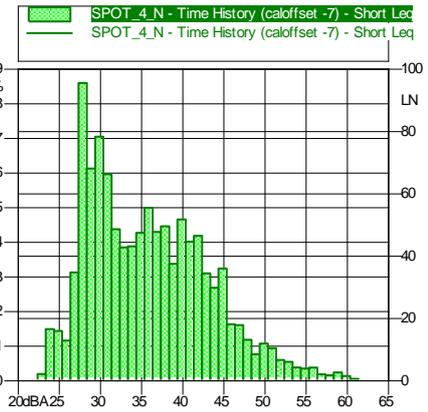
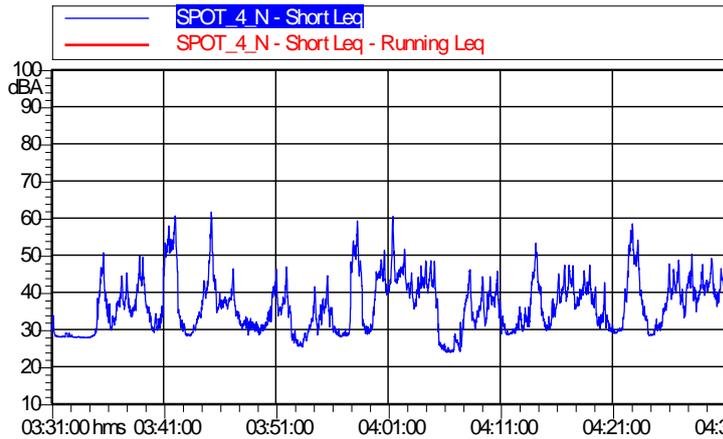


Tabella 7.12: Report complessivo della misura – Postazione 4B - NOTTURNO

Appendice C

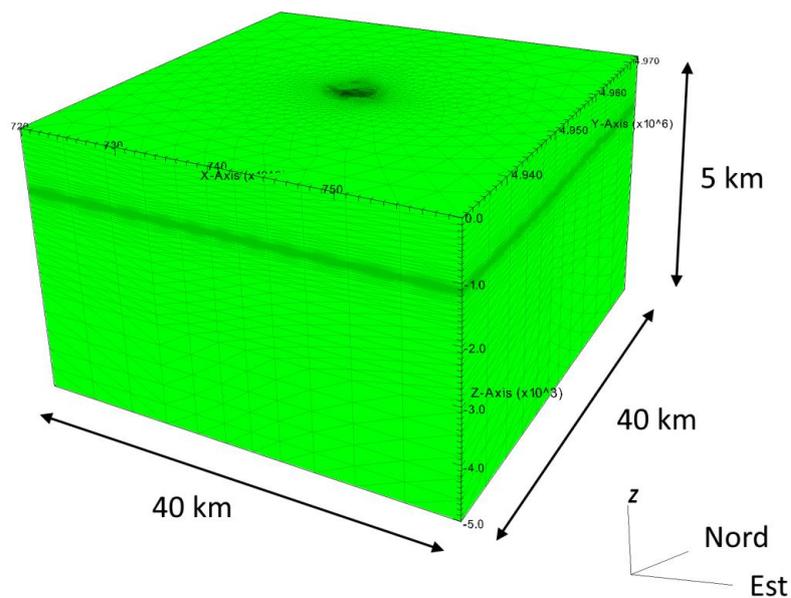
Modellazione della Subsidenza Indotta

Doc. No. P008509-1-H1 Rev.0 - Luglio 2019



Commessa: M3E I8/I6

Modellazione della subsidenza indotta dalla coltivazione del giacimento multi-layer Trava



Committente: Rina Consulting (per conto di Aleanna Resources LLC)

Elaborato: Relazione Tecnica

Data: Gennaio 2019

INDICE

1	INTRODUZIONE.....	1
2	MODELLO DI PRODUZIONE	2
3	MODELLO GEOMECCANICO.....	8
3.1	Griglia 3D.....	8
3.2	Caratterizzazione geomeccanica.....	11
4	PREVISIONE MODELLISTICA DELLA SUBSIDENZA.....	16
4.1	Spostamenti della superficie del terreno	16
4.2	Gradiente dello spostamento	20
5	CONCLUSIONI.....	23
6	REFERENZE.....	25
	Allegato A: mappe isobate e isopache locali	27

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1: Ubicazione e limiti del permesso di ricerca “Corte dei Signori”.....	2
Figura 2: Ubicazione del giacimento Trava. In rosso è evidenziata la traccia del modello Eclipse.....	3
Figura 3: Andamento nel tempo della produzione di gas.	4
Figura 4: Andamento nel tempo della variazione di pressione media nei livelli produttivi.....	4
Figura 5: Modello ECLIPSE, livello PL2: (a) saturazione in acqua iniziale; (b) Variazione di pressione a fine produzione.	5
Figura 6: Modello ECLIPSE, livello PL2-F: (a) saturazione in acqua iniziale; (b) Variazione di pressione a fine produzione.	6
Figura 7: Modello ECLIPSE, livello PL2-G: (a) saturazione in acqua iniziale; (b) Variazione di pressione a fine produzione.	7
Figura 8: Triangolazione in pianta del modello geomeccanico. In rosso è evidenziata la traccia del modello ECLIPSE. In blu è segnata la sezione verticale A-A di Figura 10.....	8
Figura 9: Vista assonometrica della griglia tridimensionale FEM. La scala verticale è amplificata 5 volte rispetto a quella orizzontale.....	9
Figura 10: Sezione verticale A-A del modello geomeccanico (Figura 8). La scala verticale è amplificata di un fattore 10.	10
Figura 11: Mappa del bacino sedimentario padano con evidenziati i maggiori giacimenti di gas e le posizioni dei pozzi in cui sono effettuate le misure di compattazione profonde con la tecnica dei marker (anno 2000).	11
Figura 12: Grafico doppio logaritmico che riporta l’andamento medio della c_M in l ciclo di carico in funzione della σ_z efficace secondo la legge dell’Adriatico settentrionale [Baù <i>et al.</i> , 2002; Ferronato <i>et al.</i> , 2013].....	13
Figura 13: Rappresentazione grafica della variazione di c_M con σ_z	13
Figura 14: Andamento nel tempo dello spostamento verticale [cm] nel punto di massima subsidenza.	16
Figura 15: Mappa della subsidenza prevista [cm] nello scenario CM_MIN: (a) a fine produzione (8° anno); (b) 12 anni dopo il termine della produzione (20°). In rosso è evidenziata la traccia del modello ECLIPSE. Con il simbolo + è segnato il punto di massima subsidenza.	17

Figura 16: Mappa della subsidenza prevista [cm] nello scenario atteso CM_MED: (a) a fine produzione (8° anno); (b) 12 anni dopo il termine della produzione (20°). In rosso è evidenziata la traccia del modello ECLIPSE. Con il simbolo + è segnato il punto di massima subsidenza..... 18

Figura 17: Mappa della subsidenza prevista [cm] nello scenario conservativo CM_MAX: (a) a fine produzione (8° anno); (b) 12 anni dopo il termine della produzione (20°). In rosso è evidenziata la traccia del modello ECLIPSE. Con il simbolo + è segnato il punto di massima subsidenza..... 19

Figura 18: Mappa del gradiente dello spostamento verticale [mm/m] nello scenario ottimistico CM_MIN. In rosso è evidenziata la traccia del modello ECLIPSE.....21

Figura 19: Mappa del gradiente dello spostamento verticale [mm/m] nello scenario atteso CM_MED. In rosso è evidenziata la traccia del modello ECLIPSE.....21

Figura 20: Mappa del gradiente dello spostamento verticale [mm/m] nello scenario conservativo CM_MAX. In rosso è evidenziata la traccia del modello ECLIPSE.22

I INTRODUZIONE

Il presente rapporto tecnico ha come oggetto lo sviluppo di un modello geomeccanico FEM per la previsione della subsidenza antropica prodotta dalla coltivazione del giacimento di Trava.

Il rapporto è strutturato come segue. Nel capitolo 2 sono riportati i dati forniti da Rina Consulting (per conto di Aleanna Resources LLC) con riferimento alla geologia dell'area e al modello fluidodinamico di giacimento. Il capitolo 3 descrive la metodologia applicata per la generazione del modello geomeccanico statico a partire dagli orizzonti geologici e dalle mappe delle isobate e isopache dei pool mineralizzati. I risultati del modello geomeccanico ottenuti dalla simulazione con modello FEM per lo scenario di coltivazione previsto sono riportati nel capitolo 4. Nello specifico, sono stati analizzati tre scenari con diversa caratterizzazione geomeccanica: in mancanza di informazione connesse alla produzione del campo, si sono considerati in via cautelativa i valori estremi nell'intervallo di variabilità della compressibilità verticale della roccia serbatoio. Le considerazioni conclusive sono presentate nel capitolo 5.

2 MODELLO DI PRODUZIONE

Il giacimento di Trava è ubicato in Emilia Romagna, all'interno del permesso di ricerca "Corte dei Signori", a una profondità di circa 1000 m TVDss (Figura 1). Il giacimento non è ancora stato prodotto e si trova quindi alle condizioni di scoperta. I livelli oggetto dell'attività mineraria sono PL2, PL2-F e PL2-G: le mappe delle isobate e delle isopache sono riportate nell'Allegato A.

Per il giacimento di Trava è stato indagato un unico scenario di coltivazione. Rina Consulting (per conto di Aleanna Resources LLC) ha fornito il modello fluidodinamico di giacimento [Dream, 2017], sviluppato mediante il software Eclipse, utilizzato per la simulazione del comportamento futuro del giacimento durante la coltivazione. In particolare, il piano di coltivazione prevede la messa in produzione del pozzo esistente Trava 2dir dai livelli PL2 e PL2-F e la perforazione e messa in produzione del pozzo Trava 3dir con obiettivo minerario il livello PL2-G.

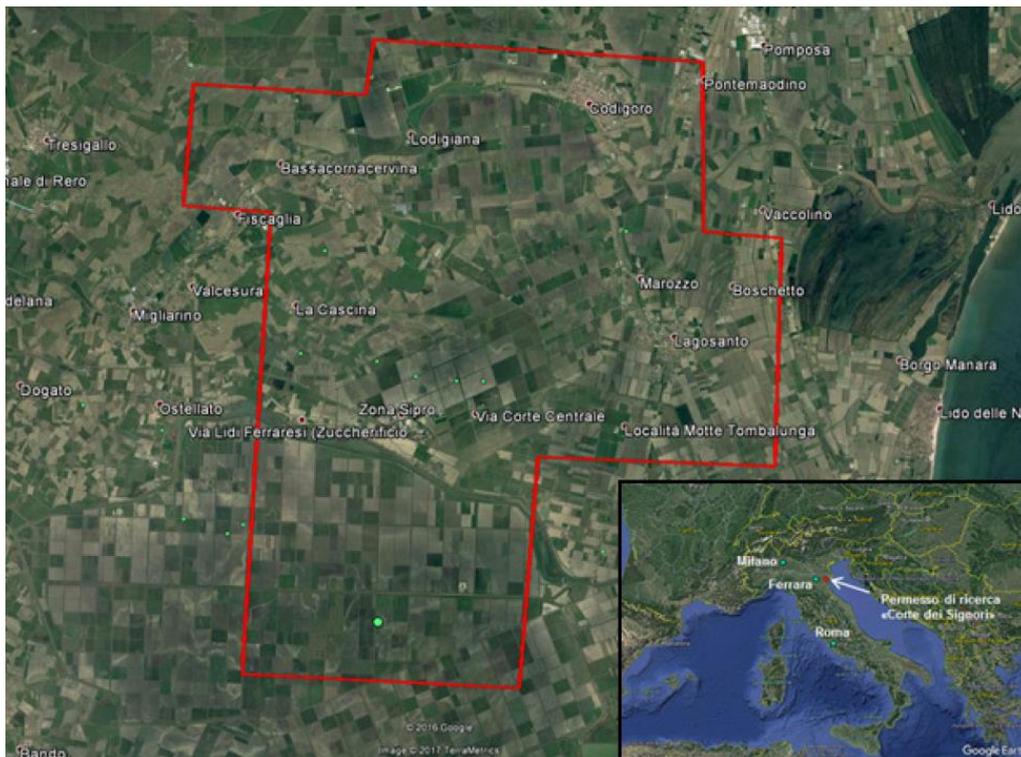


Figura 1: Ubicazione e limiti del permesso di ricerca "Corte dei Signori".

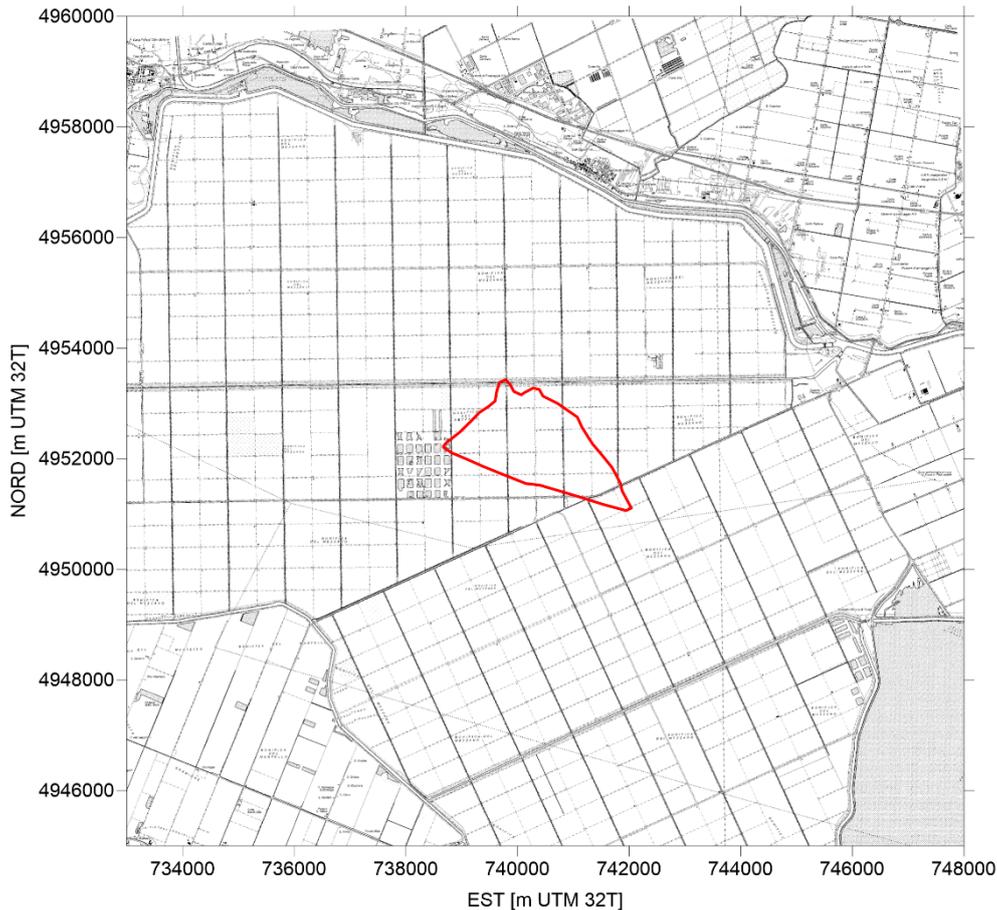


Figura 2: Ubicazione del giacimento Trava. In rosso è evidenziata la traccia del modello Eclipse.

Da modello Eclipse è stato estratto l'andamento spazio-temporale della variazione di pressione media nei pool mineralizzati e nell'acquifero connesso idraulicamente al campo per lo scenario forecast di coltivazione: oltre al ruolo esercitato dal giacimento, i processi geomeccanici connessi alla coltivazione di gas naturale sono attivati anche dalla variazione di pressione nell'acquifero connesso idraulicamente al campo [Baù *et al.*, 2000; Ferronato *et al.*, 2004]. In Figura 3 e Figura 4 sono riportati l'andamento nel tempo della produzione di gas e la variazione di pressione, rispettivamente. L'acquifero connesso al campo ha un'estensione limitata (Figura 5-a, Figura 6-a e Figura 7-a) e nella fase di post-produzione non contribuisce alla ripressurizzazione del campo: la variazione di pressione rimane costante a circa -70 bar.

Per ogni livello, in Figura 5-b, Figura 6-b e Figura 7-b sono riportate le mappe di variazione di pressione a fine produzione: la variazione di pressione si propaga in modo uniforme in tutto l'acquifero.

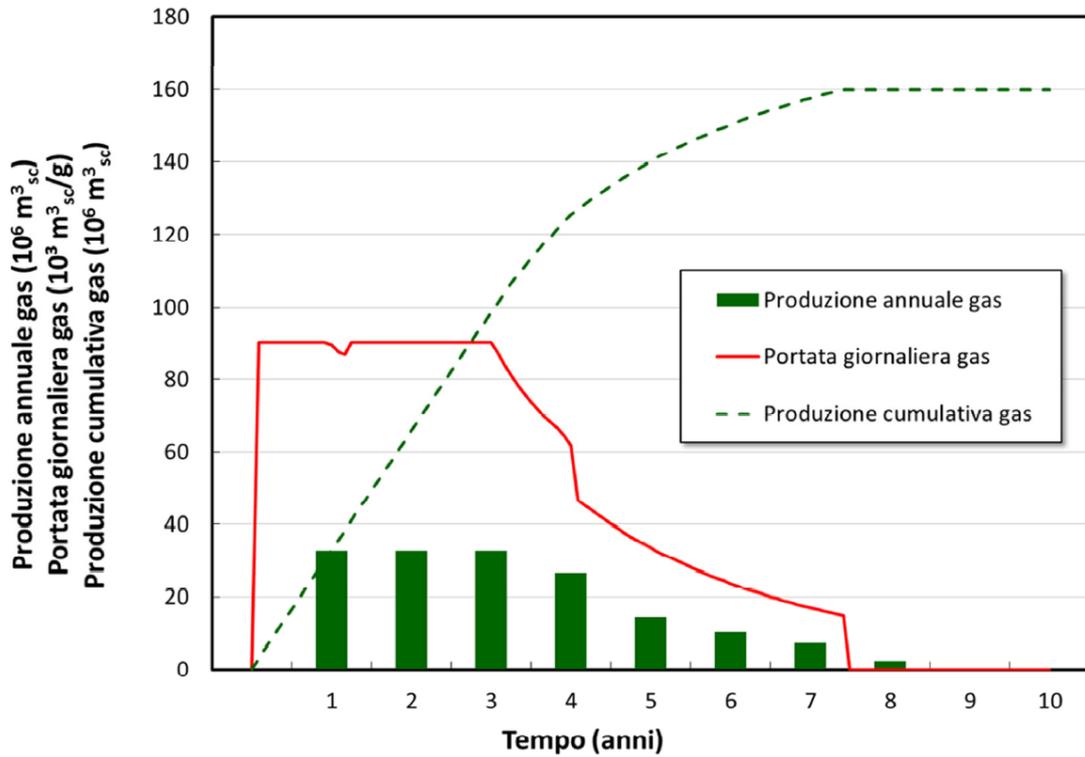


Figura 3: Andamento nel tempo della produzione di gas.

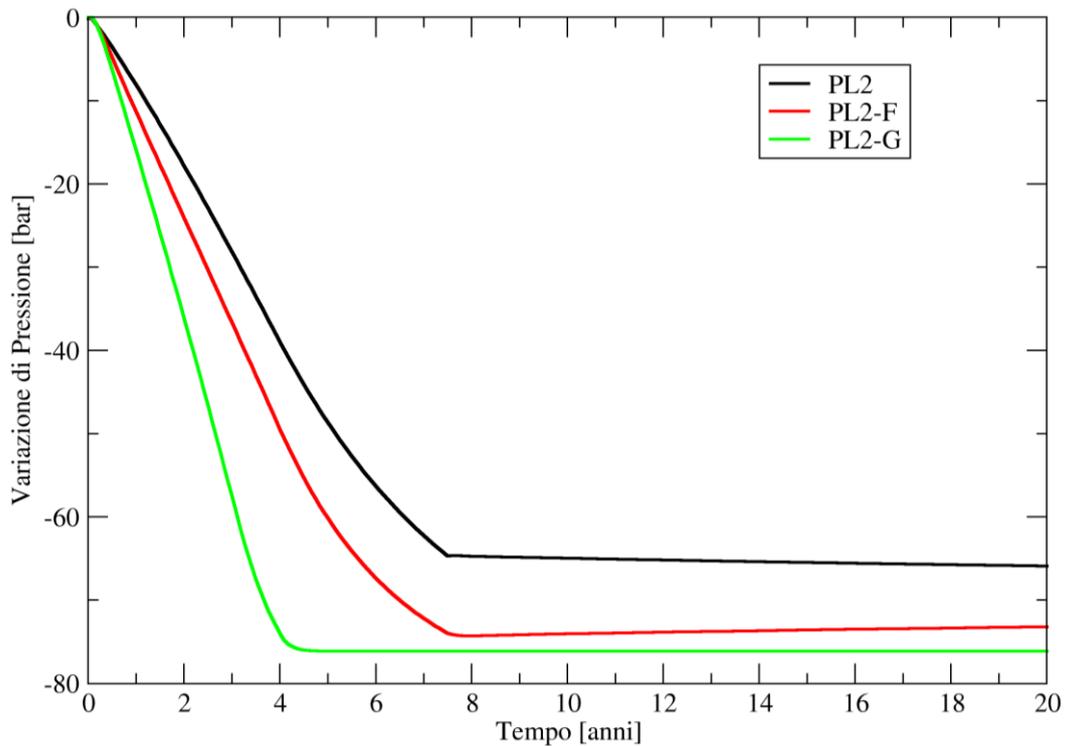


Figura 4: Andamento nel tempo della variazione di pressione media nei livelli produttivi.

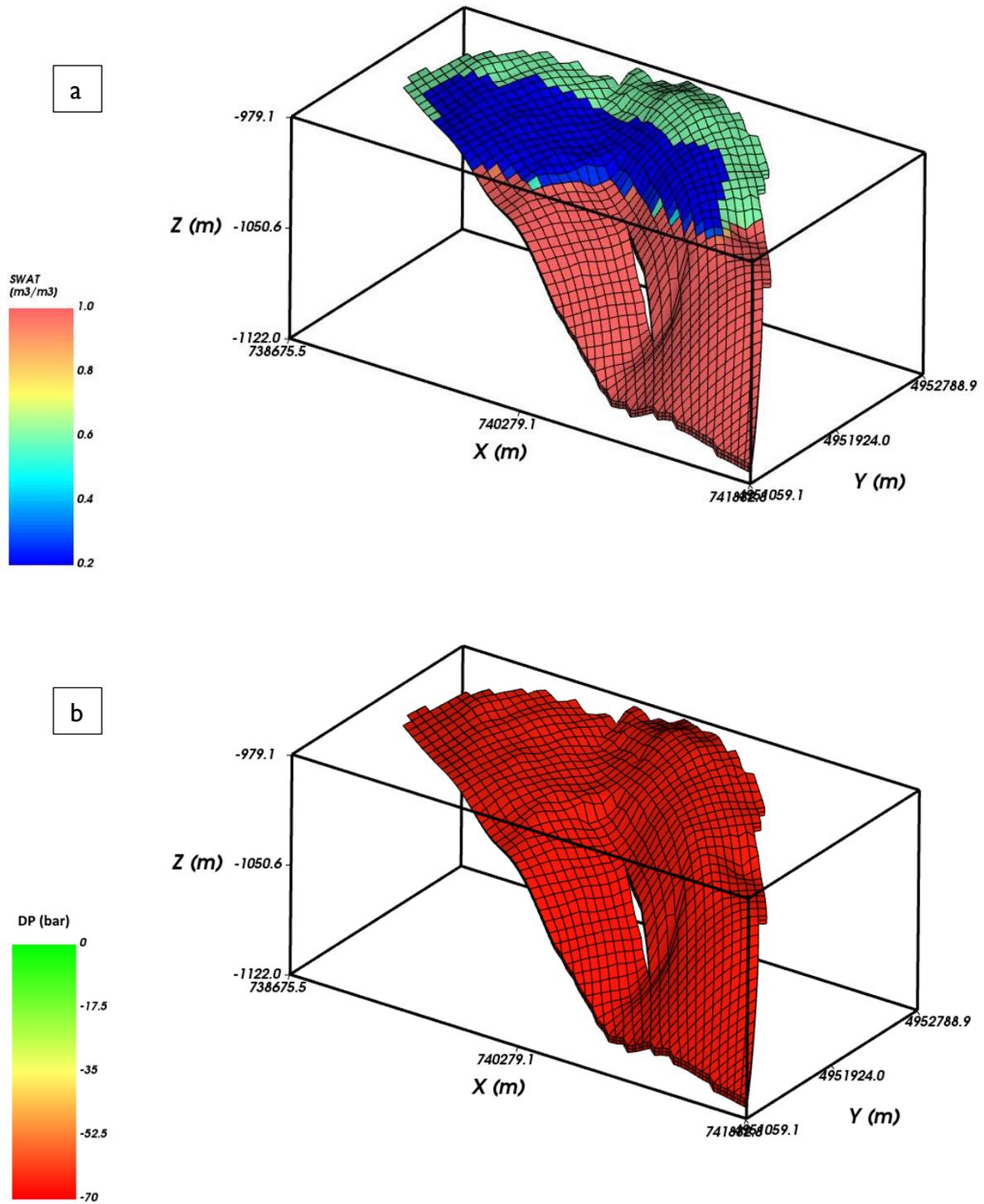


Figura 5: Modello ECLIPSE, livello PL2: (a) saturazione in acqua iniziale; (b) Variazione di pressione a fine produzione.

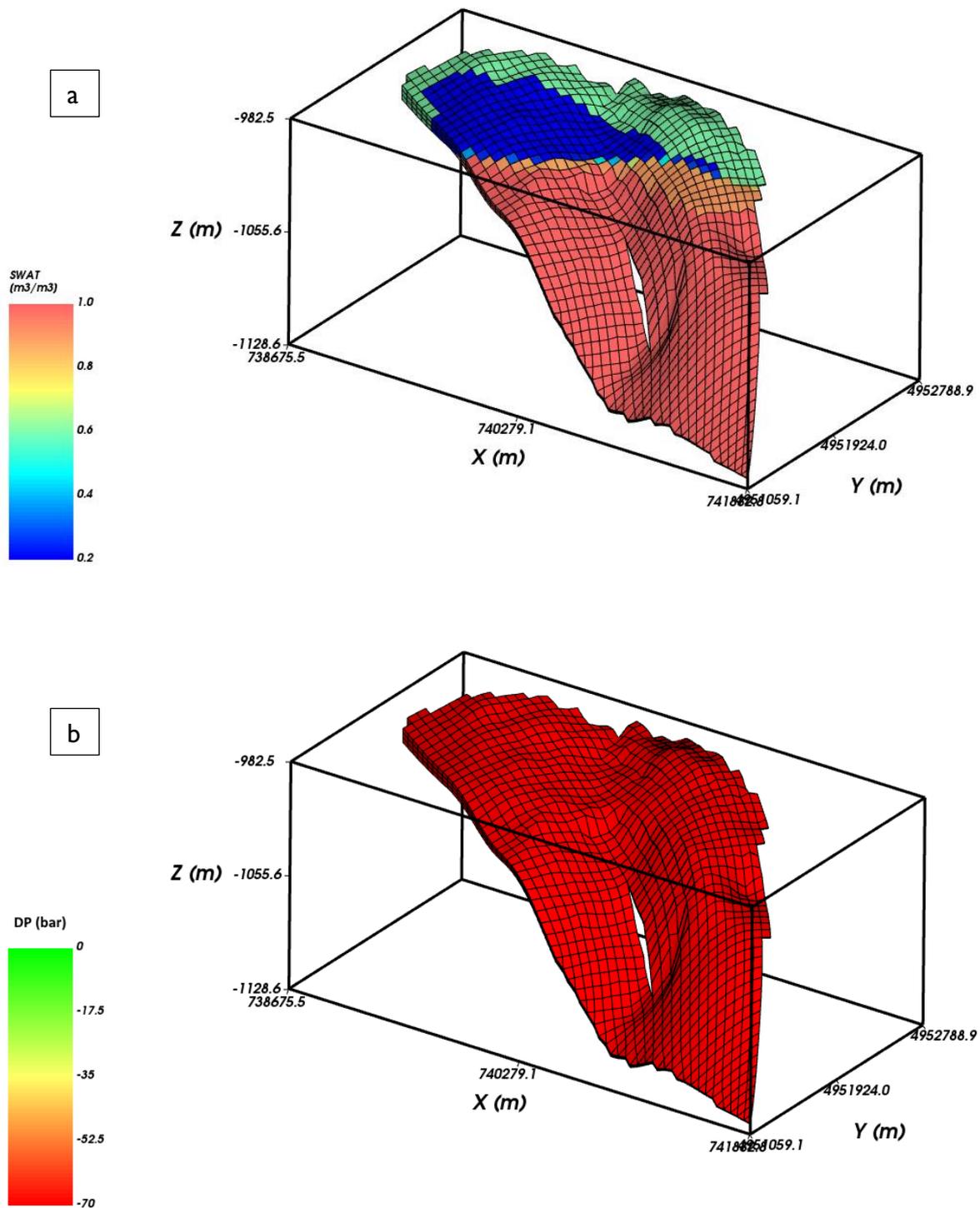


Figura 6: Modello ECLIPSE, livello PL2-F: (a) saturazione in acqua iniziale; (b) Variazione di pressione a fine produzione.

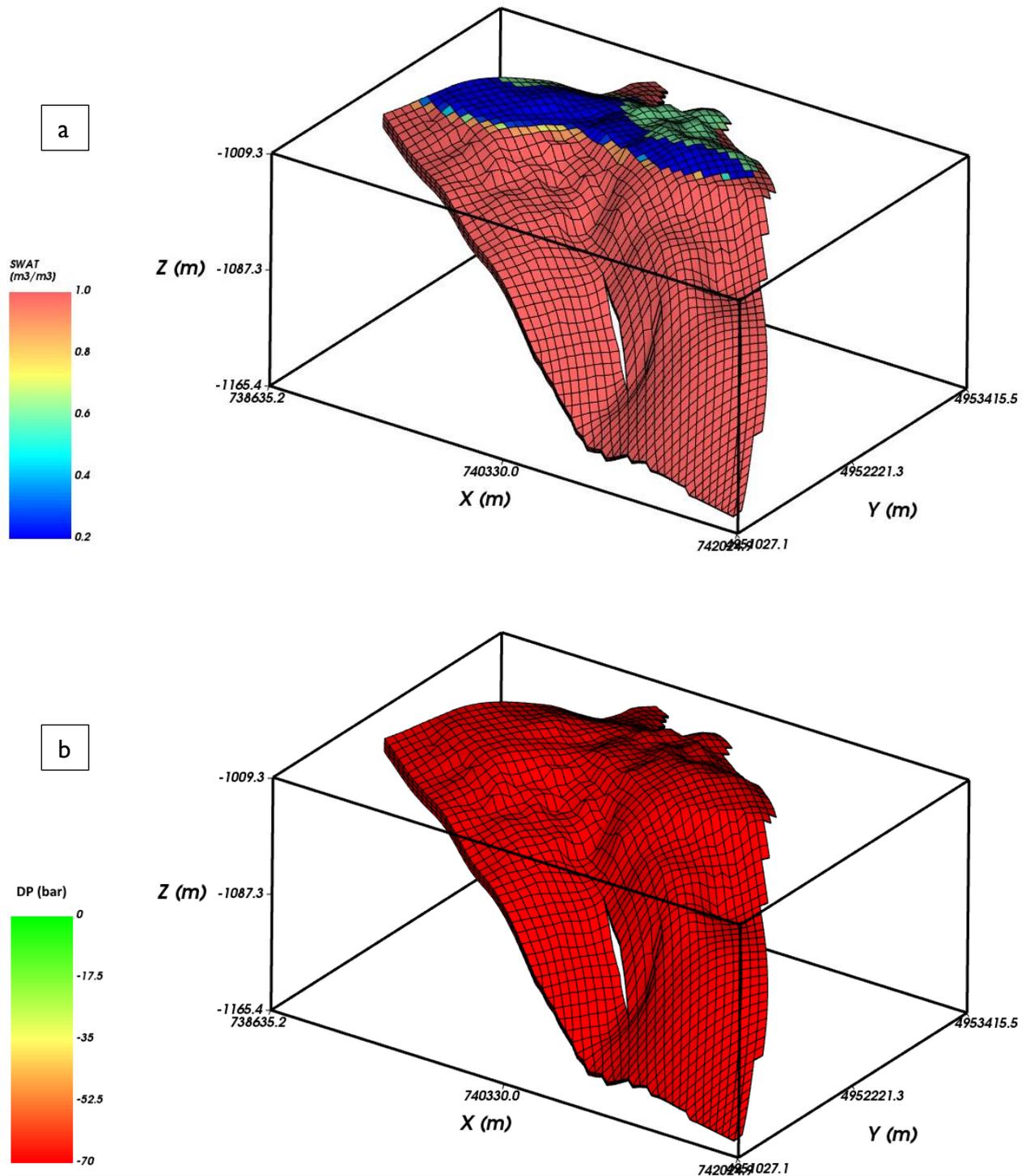


Figura 7: Modello ECLIPSE, livello PL2-G: (a) saturazione in acqua iniziale; (b) Variazione di pressione a fine produzione.

3 MODELLO GEOMECCANICO

3.1 Griglia 3D

La generazione di una griglia di calcolo in grado di riprodurre accuratamente i volumi depletati costituisce un elemento di fondamentale importanza per garantire l'attendibilità delle previsioni modellistiche. Si è scelto di simulare un dominio di estensione areale 40 x 40 km, limitato superiormente dal DEM e inferiormente da un basamento posto a 5 km di profondità. La scelta dell'estensione areale del dominio è stata effettuata in modo da ubicare il campo in posizione baricentrica, collocando la frontiera del modello sufficientemente lontano dal volume che si depleta, così da poter ragionevolmente assumere spostamenti nulli su di essa.

In Figura 8 è riportata la vista in pianta della griglia di calcolo. Nella zona del giacimento la dimensione caratteristica degli elementi triangolari è pari a 50 m, coerentemente con il modello ECLIPSE di giacimento. Complessivamente, la triangolazione in pianta è costituita da 7'477 nodi e 14'908 elementi.

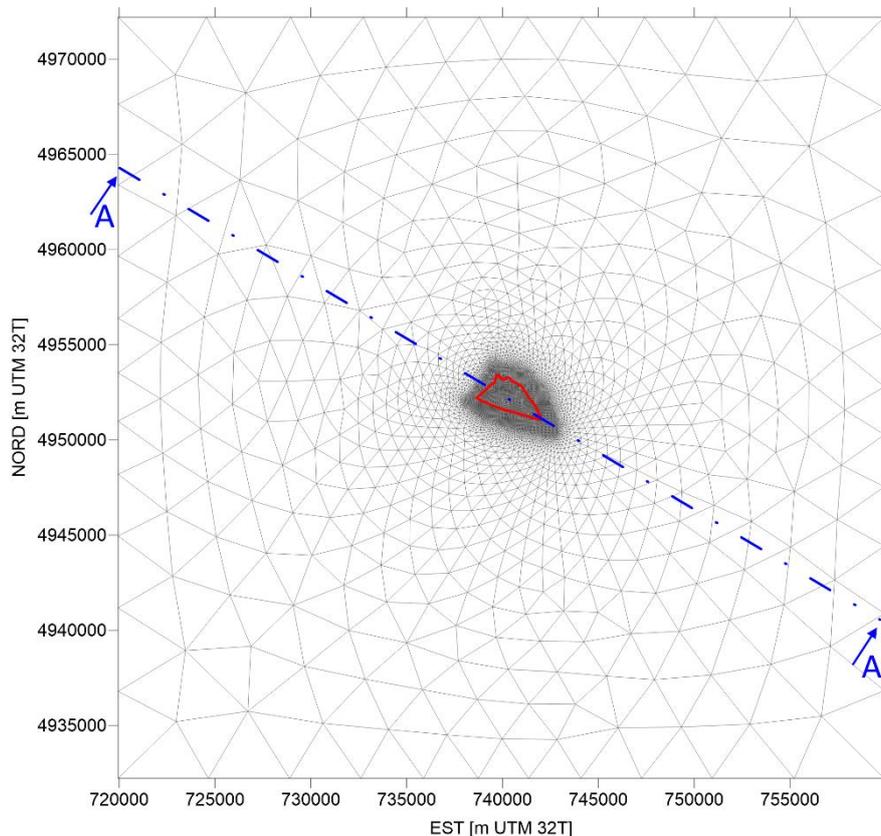


Figura 8: Triangolazione in pianta del modello geomeccanico. In rosso è evidenziata la traccia del modello ECLIPSE. In blu è segnata la sezione verticale A-A di Figura 10.

La griglia di calcolo tridimensionale è stata ottenuta utilizzando un generatore automatico di mesh sviluppato da M³E S.r.l. che proietta lungo la direzione verticale i nodi della griglia 2D e adatta la posizione dei vari layer di elementi finiti alla geometria degli orizzonti geologici. In questo modo è stato generato un dominio pressoché parallelepipedo discretizzato con elementi tetraedrici i cui vertici giacciono sul top e bottom dei livelli geologici in modo tale da riprodurre con accuratezza le chiusure a pinch-out, i volumi dei pool mineralizzati, e le geometrie dell'acquifero connesso idraulicamente al giacimento, nonché dei livelli argillosi che costituiscono gli interlayer, l'overburden e l'underburden. La proiezione della griglia 2D sulle superfici degli orizzonti geologici e la successiva eliminazione degli elementi degeneri o eccessivamente distorti ha condotto alla generazione di una discretizzazione FEM con 485'898 nodi e 2'8617'00 tetraedri.

In Figura 9 e Figura 10 sono riportate una vista assonometrica complessiva del volume poroso considerato nel modello geomeccanico e una sezione verticale, rispettivamente.

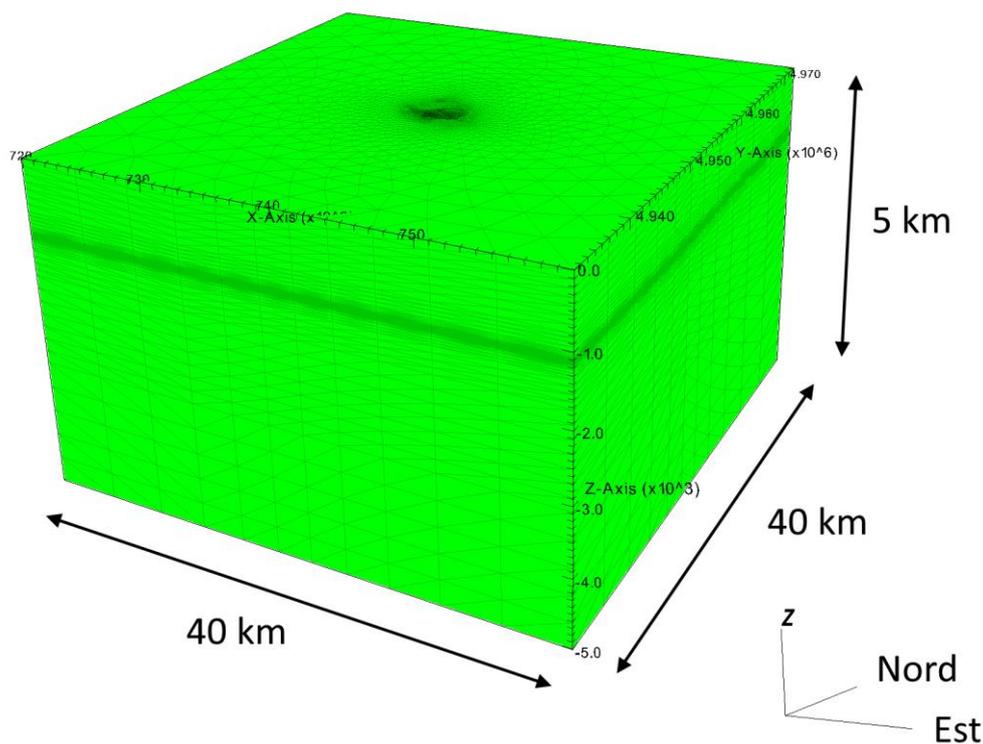


Figura 9: Vista assonometrica della griglia tridimensionale FEM. La scala verticale è amplificata 5 volte rispetto a quella orizzontale.

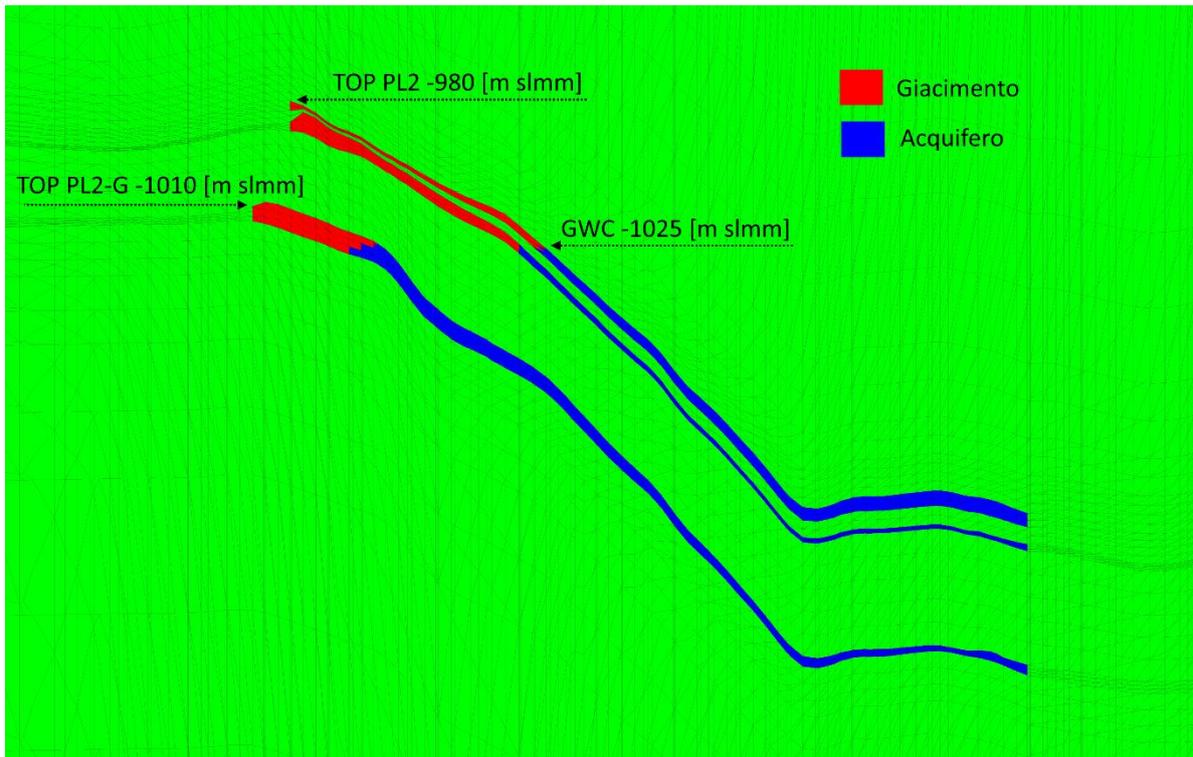


Figura 10: Sezione verticale A-A del modello geomeccanico (Figura 8). La scala verticale è amplificata di un fattore 10.

3.2 Caratterizzazione geomeccanica

Il modello geomeccanico utilizza una legge costitutiva della compressibilità verticale edometrica c_M del mezzo poroso in funzione della tensione verticale efficace σ_z . Nel caso in esame, in analogia a quanto già fatto per altri campi appartenenti al bacino sedimentario padano, si è utilizzata la legge costitutiva ricavata dall'analisi statistica delle misure di deformazione profonda ottenute con la tecnica dei marker radioattivi [Baù *et al.*, 2002]. ENI ha utilizzato questa tecnica dai primi anni '90 installando la strumentazione con marker radioattivi in diversi pozzi localizzati nell'Adriatico settentrionale (Figura 11): Amelia-21, Barbara-101 e Angela-14.

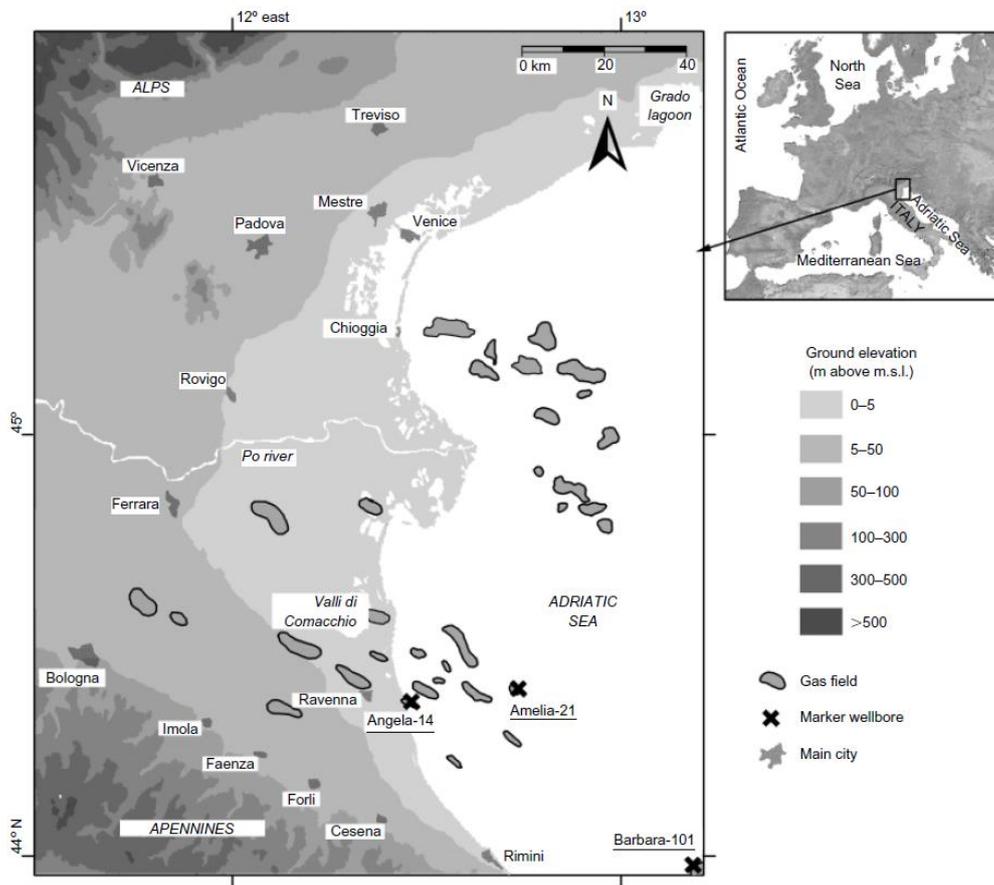


Figura 11: Mappa del bacino sedimentario padano con evidenziati i maggiori giacimenti di gas e le posizioni dei pozzi in cui sono effettuate le misure di compattazione profonda con la tecnica dei marker (anno 2000).

Per una corretta valutazione della relazione tra c_M e σ_z è necessaria una stima precisa della variazione di pressione nei pori ΔP connessa alla compattazione misurata Δh e dello stato tensionale efficace. In particolare, la ΔP è stata assunta uguale alla pressione statica di giacimento fornita da ENI. Lo stato tensionale efficace è stato dedotto per mezzo del principio di Terzaghi [Terzaghi & Peck, 1967]:

$$\sigma_z = z \times \text{obg}(z) - P_0 - \Delta P \quad (1)$$

dove P_0 è la pressione iniziale del reservoir e obg è il gradiente di overburden ottenuto dal density log del pozzo Amelia-21:

$$\text{obg}(z) = 10^{-6} \times (3270.8771 + 2415.588 \times \ln z) \quad (2)$$

con obg espresso in MPa/m e la profondità z in m.

Tenuto conto che la compattazione ed espansione profonda è prevalentemente verticale con deformazioni laterali trascurabili [Martin & Serdengecti, 1984; van Hasselet, 1992; Gambolati et al., 1999], e quindi $\Delta P \approx \Delta \sigma_z$, la compressibilità verticale edometrica è stata calcolata come:

$$c_M = \Delta h / (h \times \Delta P) \quad (3)$$

dove h è la distanza iniziale tra due marker.

Dall'analisi statistica, la relazione tra c_M in I ciclo di carico (espressa in MPa^{-1}) e σ_z (espressa in MPa) risulta in media:

$$c_M^I = 0.01004 \times \sigma_z^{-1.1347} \quad (4)$$

con andamento lineare in un grafico bi-logaritmico (Figura 12).

Durante la fase di post-produzione la deformazione del mezzo poroso è governata dalla compressibilità verticale c_M in II ciclo di carico. Per determinarne il valore, è necessario conoscere il rapporto s tra la compressibilità verticale in I e in II ciclo al momento dell'inversione del carico. La compressibilità media in II ciclo può ancora essere descritta da una funzione esponenziale di σ_z utilizzando la procedura riportata in Baù et al. [2000]:

$$c_M^{II} = 0.00029 \times \sigma_z^{-0.4315}$$

Per s si è utilizzato un valore pari a 3 come adottato per altri campi del bacino padano [Teatini et al., 2011; Janna et al., 2012; Ferronato et al., 2013]. Una rappresentazione grafica di c_M in primo e secondo ciclo è riportata in Figura 13.

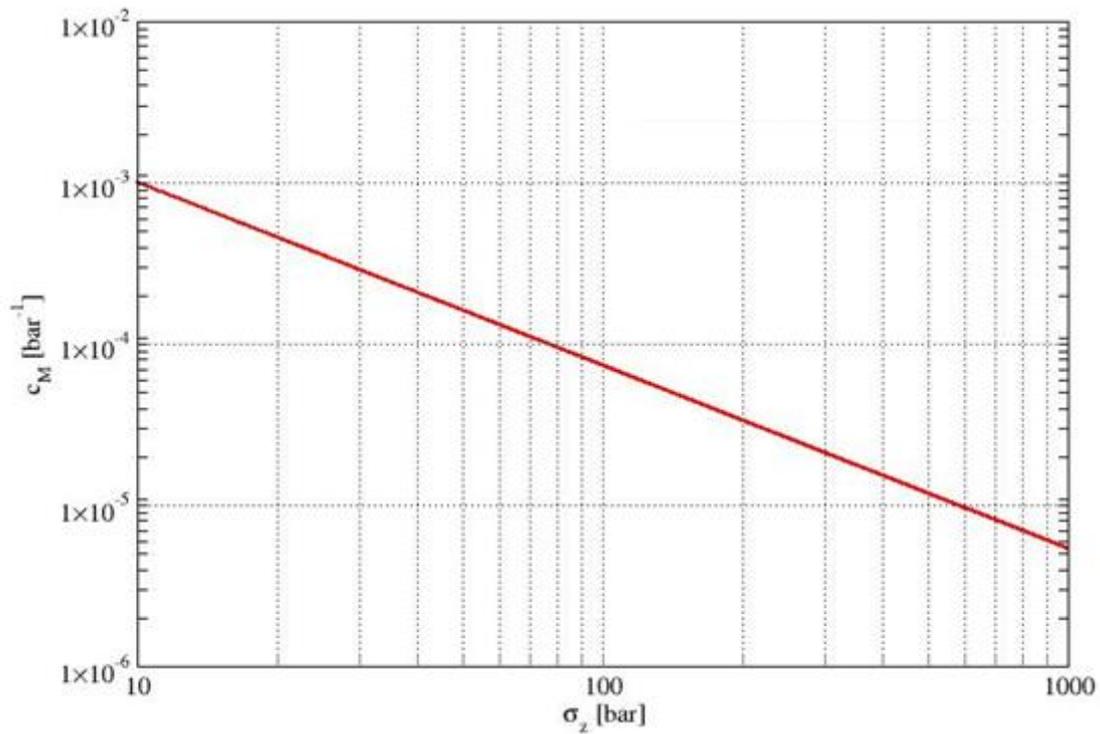


Figura 12: Grafico doppio logaritmico che riporta l'andamento medio della c_M in I ciclo di carico in funzione della σ_z efficace secondo la legge dell'Adriatico settentrionale [Baù et al., 2002; Ferronato et al., 2013].

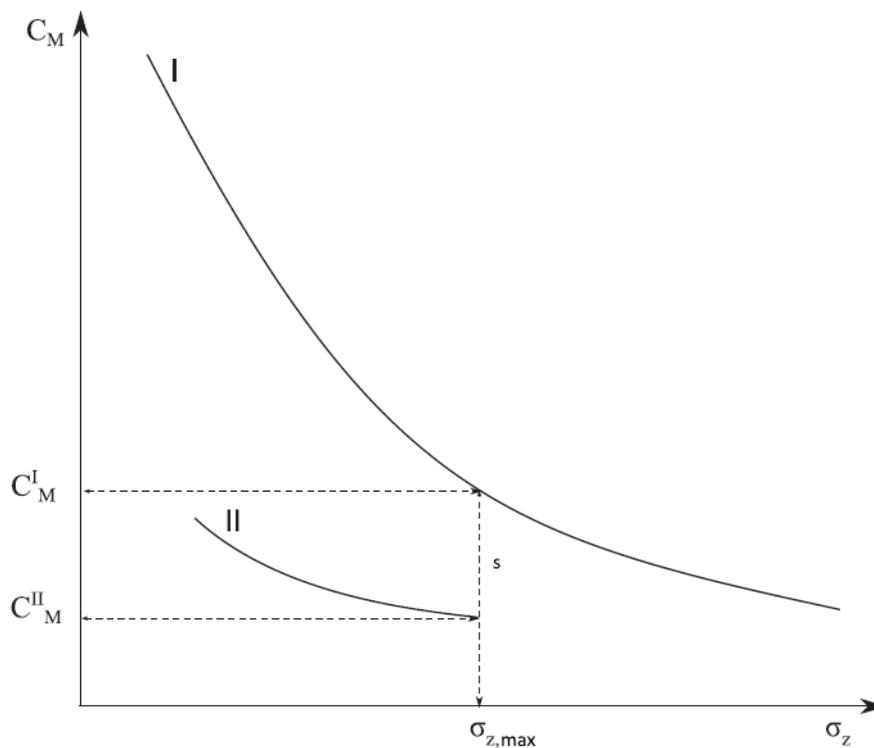


Figura 13: Rappresentazione grafica della variazione di c_M con σ_z .

In via cautelativa, si sono considerati anche i valori estremi nell'intervallo di variabilità della compressibilità verticale della roccia serbatoio [Baù *et al.*, 2002]. Nello specifico, sono stati indagati tre scenari (Tabella 1):

- CM_MIN: scenario ottimistico con compressibilità verticale pari al limite inferiore dell'intervallo di confidenza al 95%.
- CM_MED: scenario atteso con compressibilità verticale media;
- CM_MAX: scenario conservativo con compressibilità verticale pari al limite superiore dell'intervallo di confidenza al 95%.

Una volta disponibili misure di spostamento correlabili alle attività minerarie, sarà possibile calibrare il modello e ridurre l'intervallo di incertezza.

Scenario	Nome	Compressibilità verticale [MPa ⁻¹]
ottimistico	CM_MIN	$0.00516 \times \sigma_z^{-1.1347}$
atteso	CM_MED	$0.01004 \times \sigma_z^{-1.1347}$
conservativo	CM_MAX	$0.01955 \times \sigma_z^{-1.1347}$

Tabella 1: Compressibilità verticale adottata per ogni scenario investigato.

Il modello numerico implementato è di tipo ipo-plastico isotropo. Scrivendo i tensori di stress e di deformazione con la consueta notazione vettoriale, il collegamento tensioni-deformazioni $\sigma = C\varepsilon$ per un modello isotropo è dato dalla matrice:

$$C = \begin{bmatrix} \frac{1}{E} & -\frac{\nu}{E} & -\frac{\nu}{E} & 0 & 0 & 0 \\ -\frac{\nu}{E} & \frac{1}{E} & -\frac{\nu}{E} & 0 & 0 & 0 \\ -\frac{\nu}{E} & -\frac{\nu}{E} & \frac{1}{E} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \frac{1}{G} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \frac{1}{G} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \frac{1}{G} \end{bmatrix}$$

Escluso il modulo di taglio G , pari a $E/[2(1+\nu)]$, la matrice C dipende da 2 parametri indipendenti, ovvero E e ν , rispettivamente modulo di elasticità normale o di Young e modulo di contrazione laterale o di Poisson. Per il modulo di Poisson è stato utilizzato il valore $\nu = 0.3$ sulla base dei dati di bibliografia. La compressibilità verticale è legata ai parametri E e ν dalla relazione:

$$c_M = \frac{1}{E} \left(1 - \frac{2\nu^2}{1-\nu} \right) = \frac{1}{E} \frac{(1+\nu)(1-2\nu)}{1-\nu}$$

Da un punto di vista operativo, lo stato tensionale efficace e la compressibilità edometrica verticale sono stati inizializzati a livello di elemento secondo la profondità z . Successivamente, gli spostamenti \mathbf{u} su tutti i nodi del dominio Ω (Figura 9) sono calcolati ad ogni istante di calcolo t risolvendo il sistema di equazioni non lineari:

$$\mathbf{R}(\mathbf{u}, t) = \int_{\Omega} \mathbf{B}^T \boldsymbol{\sigma} d\Omega + \mathbf{f} = 0$$

Le forzanti esterne del sistema \mathbf{f} sono date dall'integrale:

$$\mathbf{f} = \int_{\Omega} \mathbf{B}^T \alpha p d\Omega$$

dove \mathbf{B} è la matrice delle derivate delle funzioni di forma, α è il coefficiente di Biot assunto pari a 1 e p è la variazione di pressione media.

Applicando lo schema iterativo di Newton-Raphson, all' i -esima iterazione lo spostamento all'istante $t+\Delta t$ risulta:

$$\mathbf{u}_{t+\Delta t}^i = \mathbf{u}_{t+\Delta t}^{i-1} - \delta \mathbf{u}_{t+\Delta t}^i$$

con l'incremento di spostamento:

$$\delta \mathbf{u}_{t+\Delta t}^i = \left[\int_{\Omega} \mathbf{B}^T \frac{\partial \boldsymbol{\sigma}}{\partial \boldsymbol{\varepsilon}} \Big|_{t+\Delta t}^{i-1} \mathbf{B} d\Omega \right]^{-1} \mathbf{R}_{t+\Delta t}^{i-1}$$

e l'operatore tangente:

$$\mathbf{K}_{t+\Delta t}^i = \int_{\Omega} \mathbf{B}^T \frac{\partial \boldsymbol{\sigma}}{\partial \boldsymbol{\varepsilon}} \Big|_{t+\Delta t}^{i-1} \mathbf{B} d\Omega$$

Assumendo $\frac{\partial \boldsymbol{\sigma}}{\partial \boldsymbol{\varepsilon}} = \mathbf{C}$, l'operatore tangente diventa simmetrico definito positivo e il sistema algebrico può essere risolto con tecniche iterative efficienti come il Gradiente Coniugato Precondizionato.

4 PREVISIONE MODELLISTICA DELLA SUBSIDENZA

Il modello geomeccanico FEM è stato quindi utilizzato per la previsione della subsidenza antropica dovuta alla produzione di gas dal giacimento di Trava.

4.1 Spostamenti della superficie del terreno

In Figura 14 è mostrato l'andamento nel tempo della subsidenza massima. In particolare, la subsidenza massima prevista risulta pari a 0.7 cm, 1.3 cm e 2.6 cm per lo scenario ottimistico, atteso e conservativo, rispettivamente.

Per tutti gli scenari investigati, in Figura 15, Figura 16 e Figura 17 sono riportati i risultati numerici in termini di subsidenza a fine produzione (8° anno della simulazione) e 12 anni dopo il termine della produzione (20° anno della simulazione). Il cono di subsidenza è leggermente allungato in direzione NO-SE secondo l'asse principale del giacimento. La subsidenza a fine produzione rimane costante nella fase di post-produzione perché non c'è recupero di pressione in giacimento (Figura 4). Anche nel caso più gravoso (Figura 17), l'estensione del fenomeno è limitata: l'isocinetica -0.5 cm dista a 1 km dalla traccia del campo.

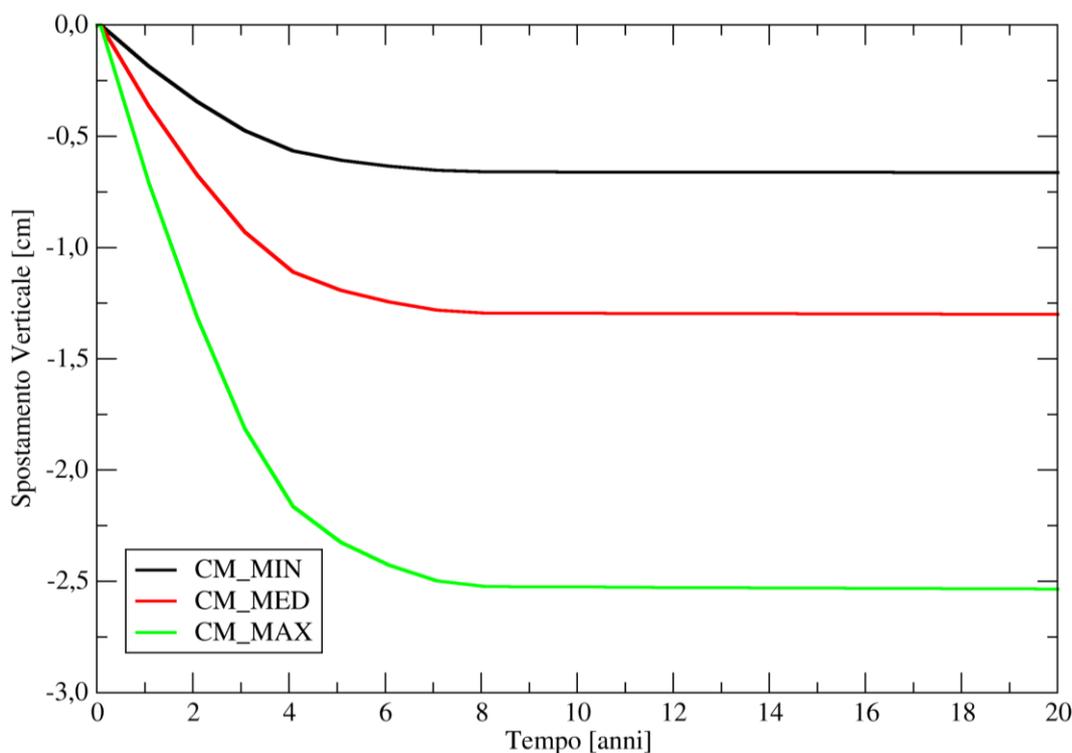


Figura 14: Andamento nel tempo dello spostamento verticale [cm] nel punto di massima subsidenza.

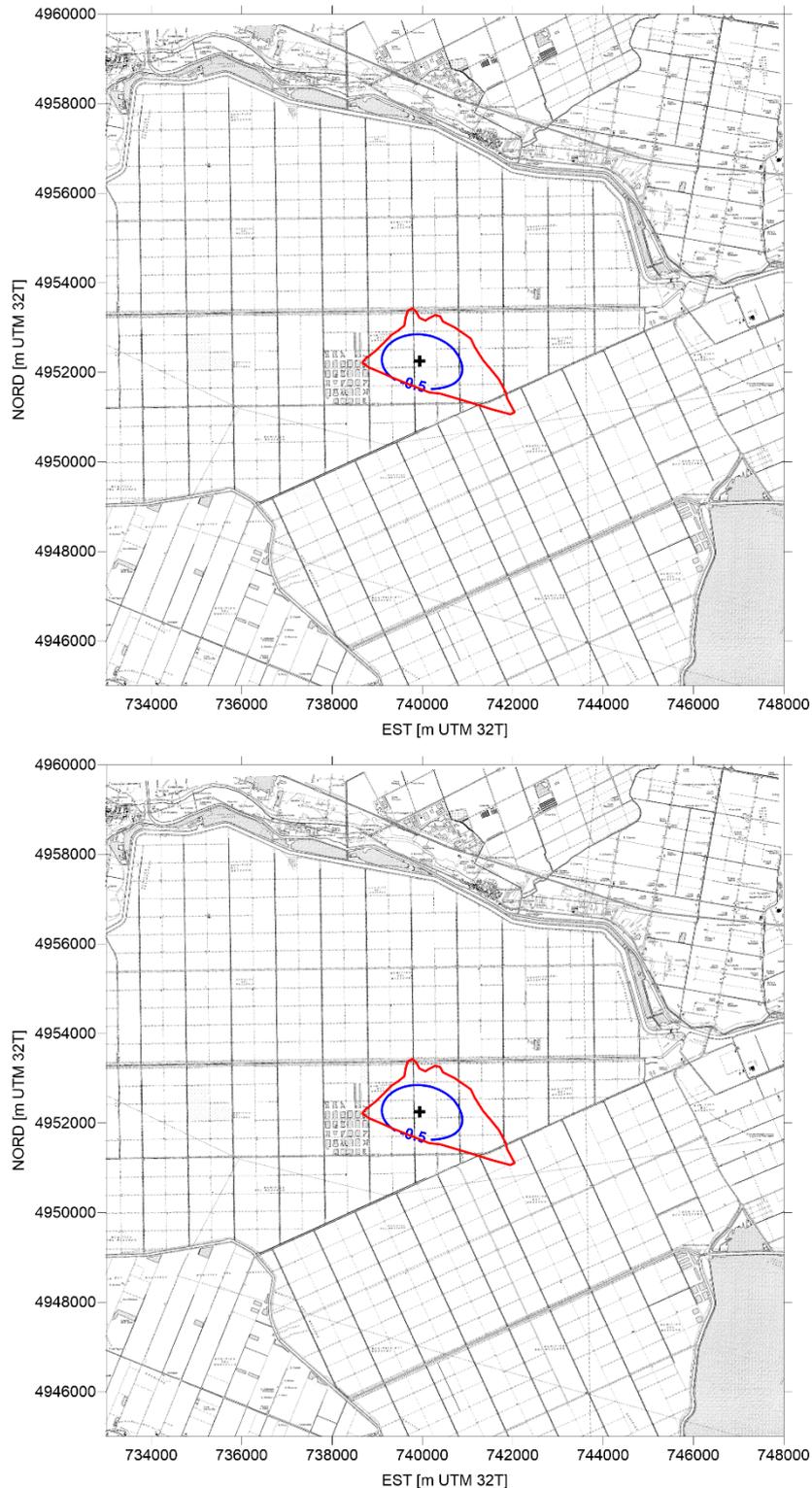


Figura 15: Mappa della subsidenza prevista [cm] nello scenario CM_MIN: (a) a fine produzione (8° anno); (b) 12 anni dopo il termine della produzione (20°). In rosso è evidenziata la traccia del modello ECLIPSE. Con il simbolo + è segnato il punto di massima subsidenza.

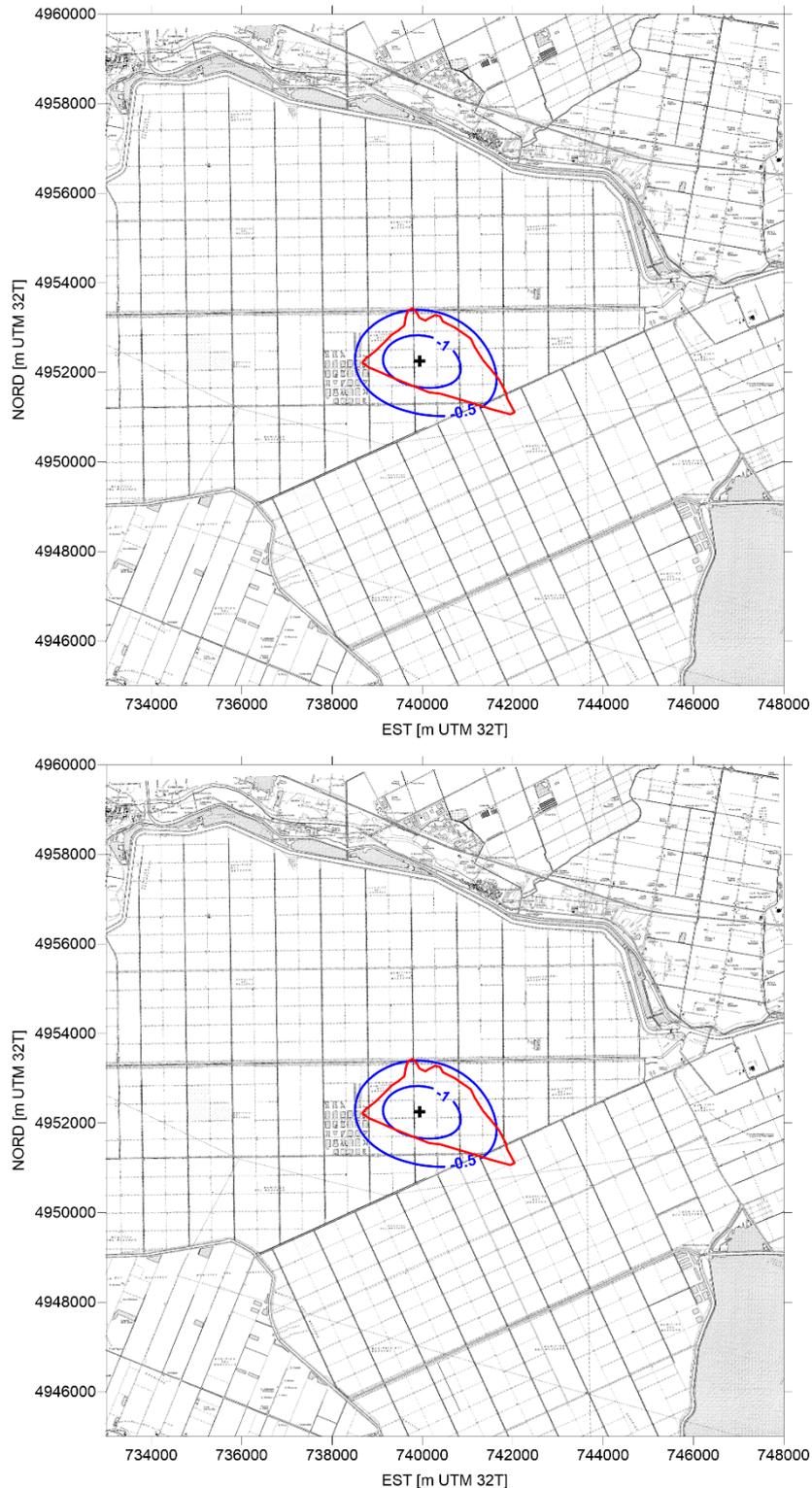


Figura 16: Mappa della subsidenza prevista [cm] nello scenario atteso CM_MED: (a) a fine produzione (8° anno); (b) 12 anni dopo il termine della produzione (20°). In rosso è evidenziata la traccia del modello ECLIPSE. Con il simbolo + è segnato il punto di massima subsidenza.

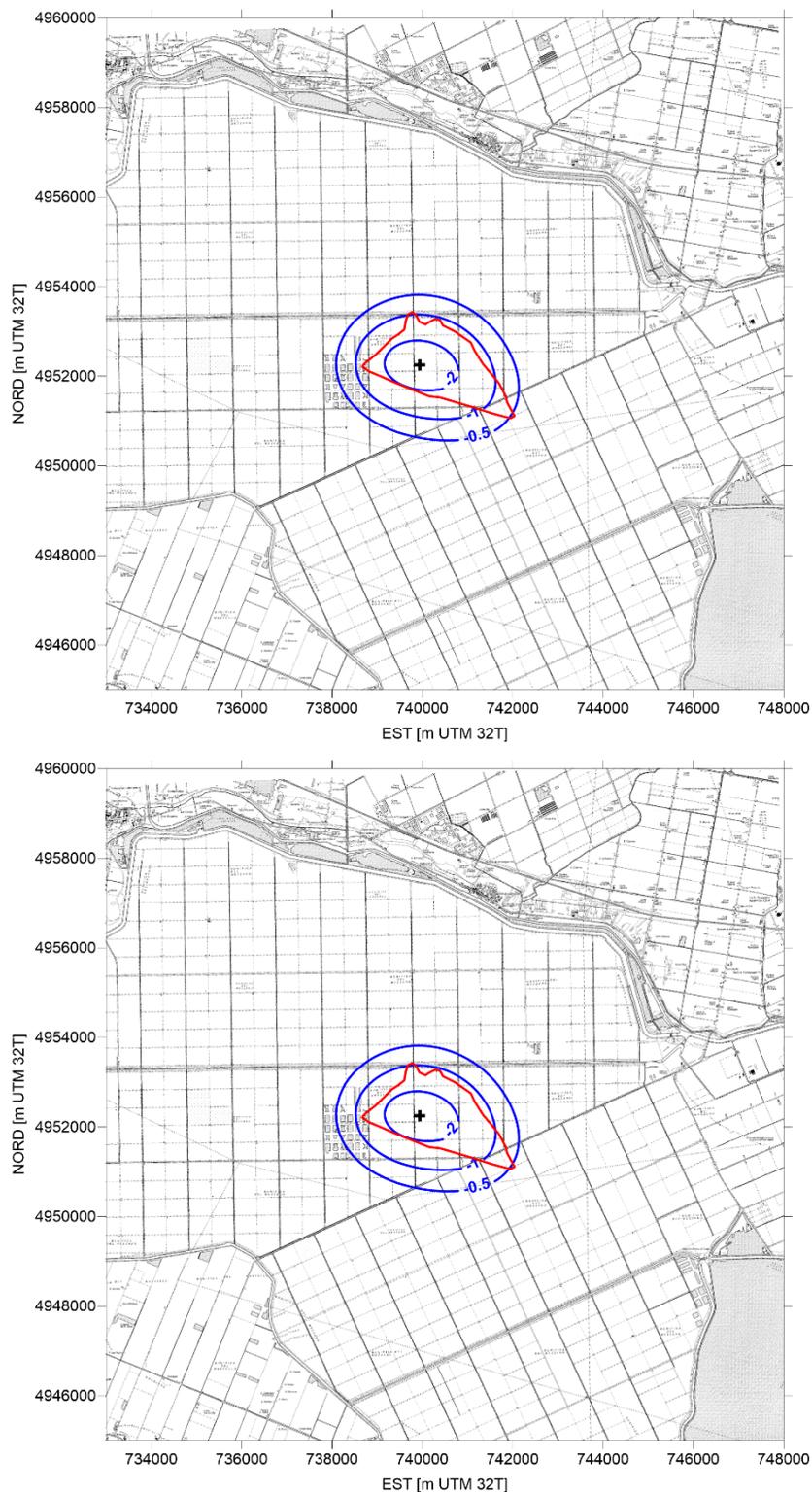


Figura 17: Mappa della subsidenza prevista [cm] nello scenario conservativo CM_MAX: (a) a fine produzione (8° anno); (b) 12 anni dopo il termine della produzione (20°). In rosso è evidenziata la traccia del modello ECLIPSE. Con il simbolo + è segnato il punto di massima subsidenza.

4.2 Gradiente dello spostamento

L'impatto della subsidenza su un territorio, ovvero la sua sostenibilità in relazione alla coltivazione di un giacimento di idrocarburi, non può essere quantificato in termini assoluti, ma va valutato in rapporto alle specificità ambientali, sociali ed economiche della realtà territoriale coinvolta che ne definiscono la vulnerabilità rispetto al possibile abbassamento. L'area soggetta allo spostamento connesso con la coltivazione del campo di Trava non possiede caratteristiche tali da risultare vulnerabile a spostamenti inferiori a 3 cm (Figura 14).

Pertanto, risulta di maggiore interesse la valutazione delle possibili conseguenze dei cedimenti differenziali. In linea di principio la generazione di cedimenti e/o spostamenti differenziali può indebolire la capacità portante dei manufatti interessati, causando l'innescò di fessurazioni o deformazioni inaccettabili in relazione all'integrità della struttura. Tale eventualità va indagata con particolare attenzione nel caso in cui sul territorio siano presenti infrastrutture di elevata importanza sociale e/o storico-culturale per evitare un eventuale danneggiamento. I cedimenti differenziali si misurano come variazione dell'abbassamento per metro di lunghezza ed i manufatti più sensibili sotto questo aspetto sono gli edifici multipiano in laterizio. A partire dalle mappe di spostamento ottenute dal modello, il calcolo del degli spostamenti differenziali si esegue con una semplice operazione "gradiente". Per tutti gli scenari analizzati, in Figura 18, Figura 19 e Figura 20 sono riportati i risultati ottenuti a fine produzione (8° anno della simulazione). I risultati a fine simulazione coincidono con quelli a fine produzione, gli spostamenti verticali non identici (Figura 15, Figura 16 e Figura 17), e pertanto non sono riportati. Il massimo gradiente di spostamento verticale si registra nella zona esterna della traccia del giacimento, nel caso più gravoso è pari a 0.019 mm/m, cioè 1.9×10^{-5} . Le strutture multipiano in muratura sono le più sensibili agli spostamenti differenziali, con il limite più cautelativo per i gradienti di deformazione verticale fissato in 50×10^{-5} , vale a dire 5 cm su 100 m [Viggiani, 2003]. I limiti ammissibili consigliati per tutti gli altri tipi di struttura sono superiori a quest'ultimo [Simeoni et al., 2017], anche di 100 volte per fabbricati flessibili come quelli realizzati in acciaio. I risultati delle simulazioni indicano gli spostamenti differenziali previsti sono ampiamente al di sotto del limite di sicurezza.

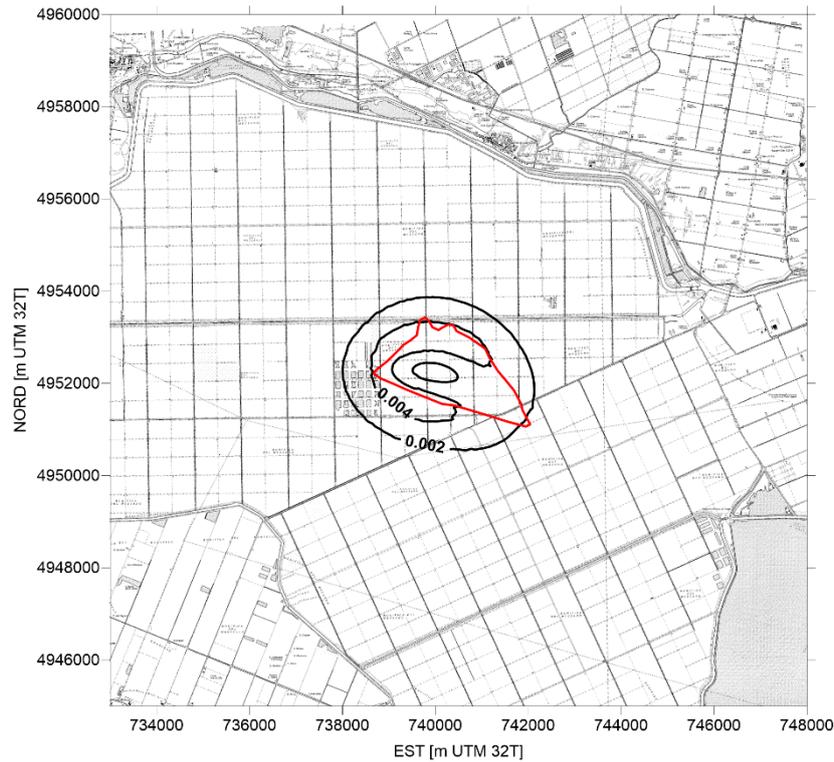


Figura 18: Mappa del gradiente dello spostamento verticale [mm/m] nello scenario ottimistico CM_MIN. In rosso è evidenziata la traccia del modello ECLIPSE.

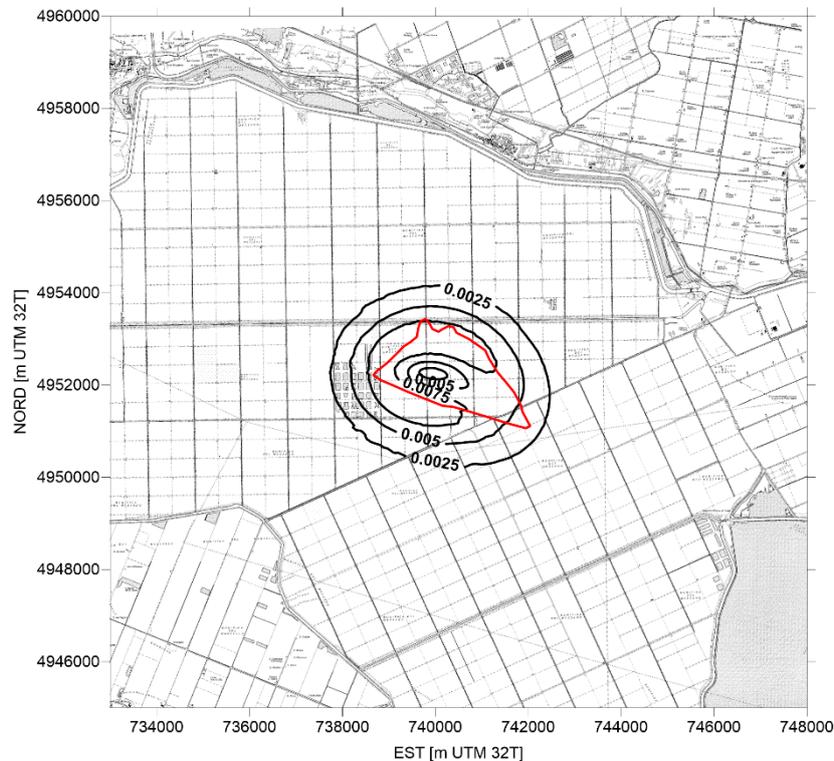


Figura 19: Mappa del gradiente dello spostamento verticale [mm/m] nello scenario atteso CM_MED. In rosso è evidenziata la traccia del modello ECLIPSE.

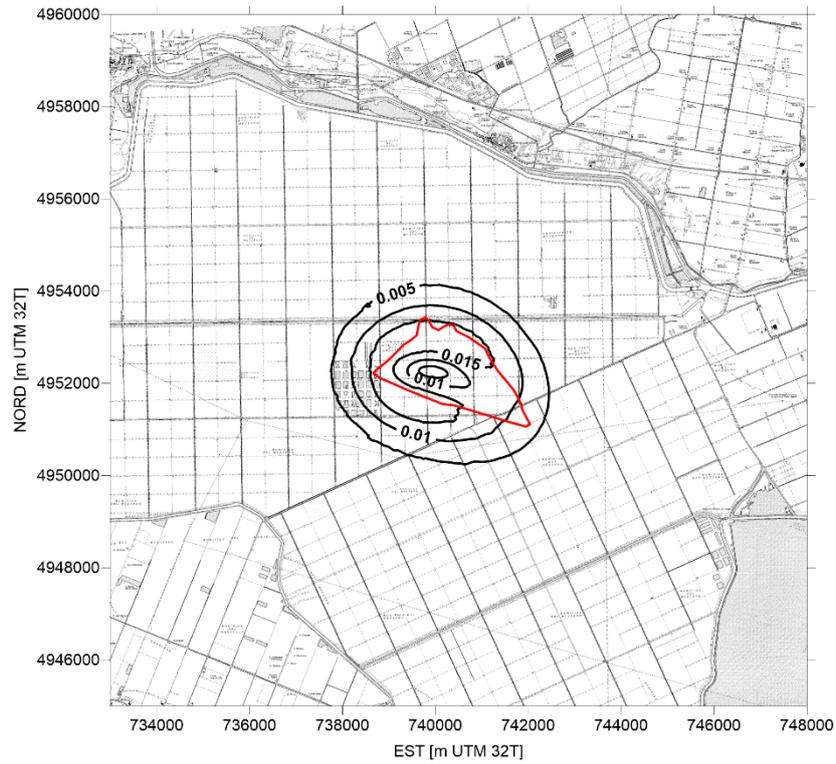


Figura 20: Mappa del gradiente dello spostamento verticale [mm/m] nello scenario conservativo CM_MAX. In rosso è evidenziata la traccia del modello ECLIPSE.

5 CONCLUSIONI

Sono stati analizzati, elaborati e utilizzati i dati forniti da Rina consulting (per conto di Aleanna Resources LLC) per la simulazione previsionale della subsidenza antropica causata dalla coltivazione del giacimento di Trava.

Le informazioni utili per le simulazioni riguardano la geometria del giacimento e dell'acquifero ad esso idraulicamente connesso (waterdrive), le proprietà petrofisiche del giacimento e quelle geomeccaniche del giacimento, dell'overburden, dell'underburden e del sideburden e l'andamento spazio-temporale delle pressioni di strato. Poiché il giacimento non è stato ancora prodotto non è stato possibile calibrare le caratteristiche geomeccaniche: si sono considerati in via cautelativa i valori estremi nell'intervallo di variabilità della compressibilità verticale della roccia serbatoio. Nello specifico, si sono analizzati tre scenari:

- CM_MIN: scenario ottimistico con compressibilità verticale pari al limite inferiore dell'intervallo di confidenza al 95%;
- CM_MED: scenario atteso con compressibilità verticale media;
- CM_MAX: scenario conservativo con compressibilità verticale pari al limite superiore dell'intervallo di confidenza al 95%.

È stato quindi implementato un modello FEM geomeccanico, con legge costitutiva ipo-plastica isotropa, per la previsione della subsidenza a partire dagli abbattimenti di pressione di strato previsti in giacimento e nel waterdrive.

Le simulazioni sono state condotte impiegando le conoscenze allo stato dell'arte.

I risultati ottenuti in fase previsionale sono sintetizzati Tabella 2 e Tabella 3 in termini di subsidenza massima e gradiente di spostamento verticale massimo, rispettivamente.

Nel caso più gravoso, la subsidenza massima è pari a 2.6 cm e il massimo gradiente dello spostamento verticale risulta pari a 1.9 mm/m, cioè 1.9×10^{-5} , circa 25 volte inferiore al limite più restrittivo raccomandato nella letteratura di settore con riferimento alla stabilità strutturale delle opere murarie multipiano

Tempo (anni)	Subsidenza Massima [cm]		
	ottimistico CM_MIN	atteso CM_MED	conservativo CM_MAX
8 (Fine produzione)	0.7	1.3	2.6
20 (Fine simulazione)	0.7	1.3	2.6

Tabella 2: Subsidenza massima[cm] prevista dal modello geomeccanico.

Tempo (anni)	Gradiente Massimo [mm/m]		
	ottimistico CM_MIN	atteso CM_MED	conservativo CM_MAX
8 (Fine produzione)	0.005	0.010	0.019
20 (Fine simulazione)	0.005	0.010	0.019

Tabella 3: Gradiente di spostamento verticale massimo [mm/m] previsto dal modello geomeccanico.

6 REFERENZE

- Baù, D., Gambolati, G., Teatini, P. (1999). Residual land subsidence over depleted gas fields in the Northern Adriatic basin. *Environmental & Engineering Geoscience*, V(4), 389-405.
- Baù, D., Gambolati, G., Teatini, P. (2000). Waterdrive dynamics and enhanced land subsidence over productive gas fields: application to Dosso degli Angeli reservoir, Ravenna, Italy. In: *Theory, Modeling and Field Investigation in Hydrology: A Special Volume in Honor of Shlomo P. Neuman's 60th Birthday*, D. Zhang and C. L. Winter eds., Geological Society of America, Special Paper 348, 129-149.
- Baù, D., Ferronato, M., Gambolati, G., Teatini, P. (2002). Basin-scale compressibility of the Northern Adriatic by the radioactive marker technique. *Geotechnique*, 52(8), 605-616.
- Dream (2017). Giacimento a Gas Trava “Corte dei Signori”: stima delle riserve recuperabili e delle produzioni annuali dei livelli PL2, PL2-F e PL2-G. Relazione tecnica.
- Ferronato, M., Gambolati, G., Teatini, P. (2004). On the role of reservoir geometry in waterdrive hydrodynamics. *J. Pet. Sci. Eng.*, 44(3-4), 205-221.
- Ferronato, M., Castelletto, N., Gambolati, G., Janna C., Teatini, P. (2013). Il cycle compressibility estimate from satellite measurements. *Geotechnique*, doi:10.1680/geot.11.P.149.
- Gambolati, G., Teatini, P., Tomasi, L. (1999). Stress-strain analysis in productive gas/oil reservoirs. *Int. J. Number. Anal. Methods Geomech.* 23, 1495-1519.
- Janna, C., N. Castelletto, M. Ferronato, G. Gambolati and P. Teatini (2012). A geomechanical transversely isotropic model of the Po River basin using PSInSAR derived horizontal displacement, *Int. J. Rock Mech. Mining Sci.*, 51, 105-118.
- Martin, J. C. & Ser Martin, J. C. & Serdengecti, S. (1984). Subsidence over oil and gas fields. In *Man-induced land subsidence* (ed. T. L. Holzer) Rev. Engng Geol., vol. 6, pp. 23–34. Boulder, CO: Geological Society of America.
- Simeoni, U., U. Tessari, C. Corbau, O. Tosatto, P. Polo, P. Teatini (2017). Impact of land subsidence due to residual gas production on surficial infrastructures: the Dosso degli Angeli field study (Ravenna, Northern Italy), *Engineering Geology*, doi:10.1016/j.enggeo.2017.09.008.

- Teatini, P., Baù, D., Gambolati, G. (2000). Water-gas dynamics and coastal land subsidence over Chioggia Mare field, northern Adriatic Sea. *Hydrogeology Journal*, 8(5), 462-479.
- Teatini, P., N. Castelletto, M. Ferronato, G. Gambolati, C. Janna, E. Cairo, D. Marzorati, D. Colombo, A. Ferretti, A. Bagliani and F. Bottazzi (2011). Geomechanical response to seasonal gas storage in depleted reservoirs: A case study in the Po River basin, Italy, *J. Geophys. Res.*, 116, F02002, doi:10.1029/2010JF001793.
- Terzaghi, K. & Peck, R. B. (1967). *Soil mechanics in engineering practice*, 2nd edn. New York: J. Wiley.
- van Hasselt, J. P. (1992). Reservoir compaction and surface subsidence resulting from oil and gas production. *Geol. Mijnbouw*, 71, 107–118.
- Viggiani, C. (2003). *Fondazioni*. Helvelius Edizioni, Benevento, Italy.

Allegato A: mappe isobate e isopache locali

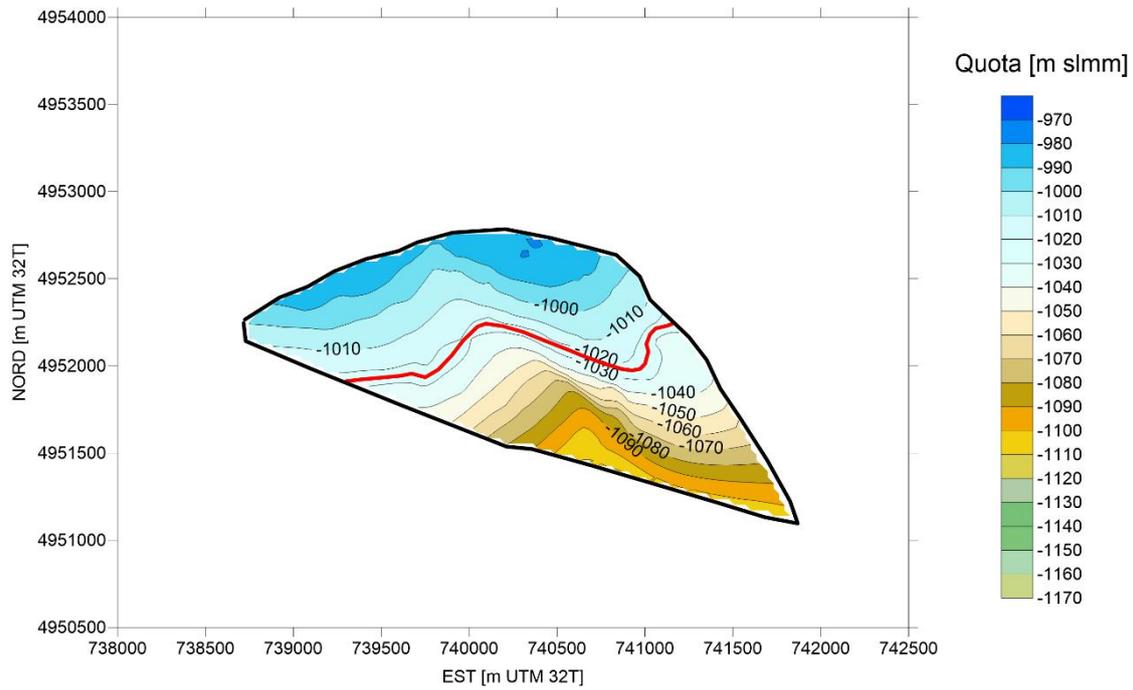


Figura A 1: Isobate [m slmm] del Top del livello PL2. In rosso è evidenziato il GWC.

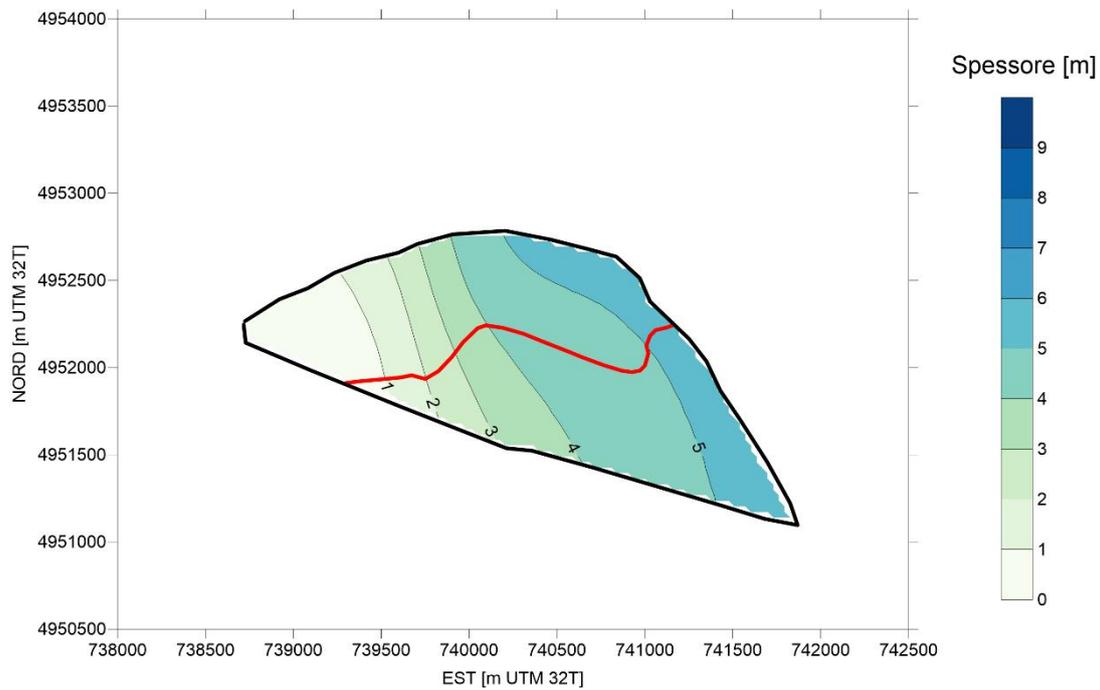


Figura A 2: Isopache [m] del livello PL2. In rosso è evidenziato il GWC.

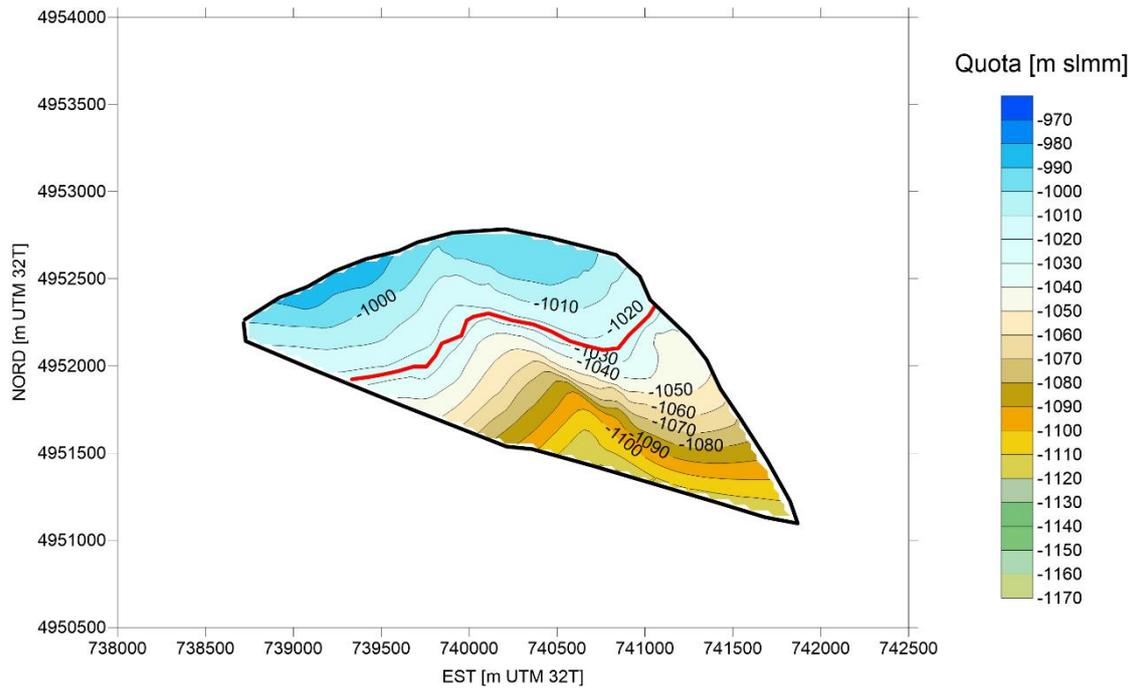


Figura A 3: Isobate [m slmm] del Top del livello PL2-F. In rosso è evidenziato il GWC.

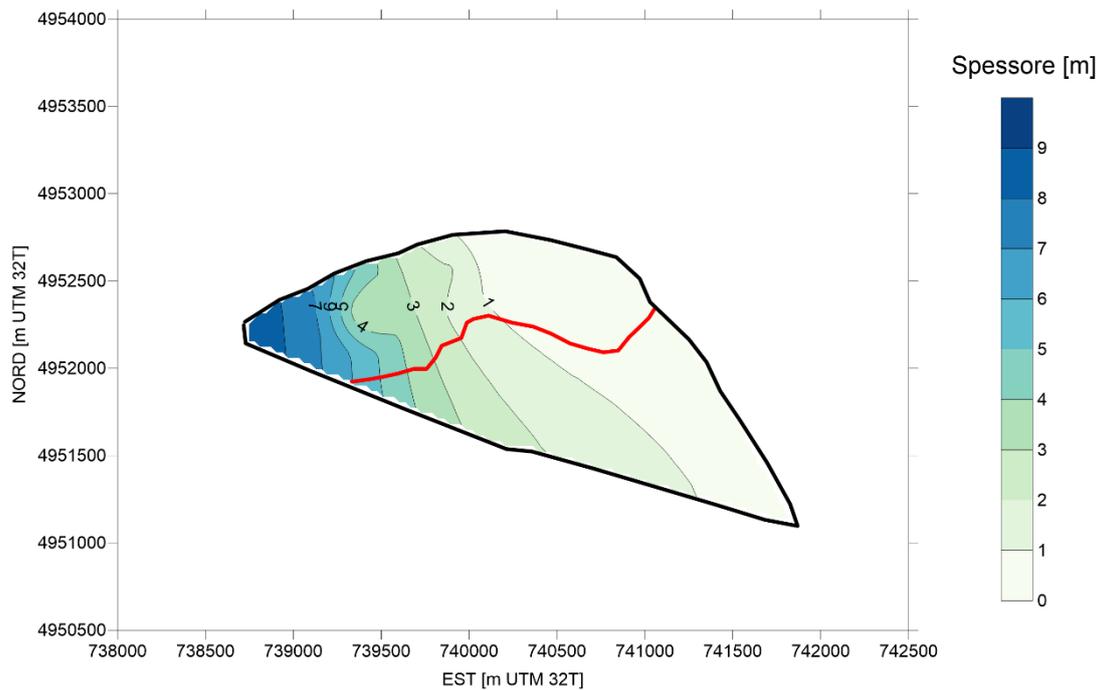


Figura A 4: Isopache [m] del livello PL2-F. In rosso è evidenziato il GWC.

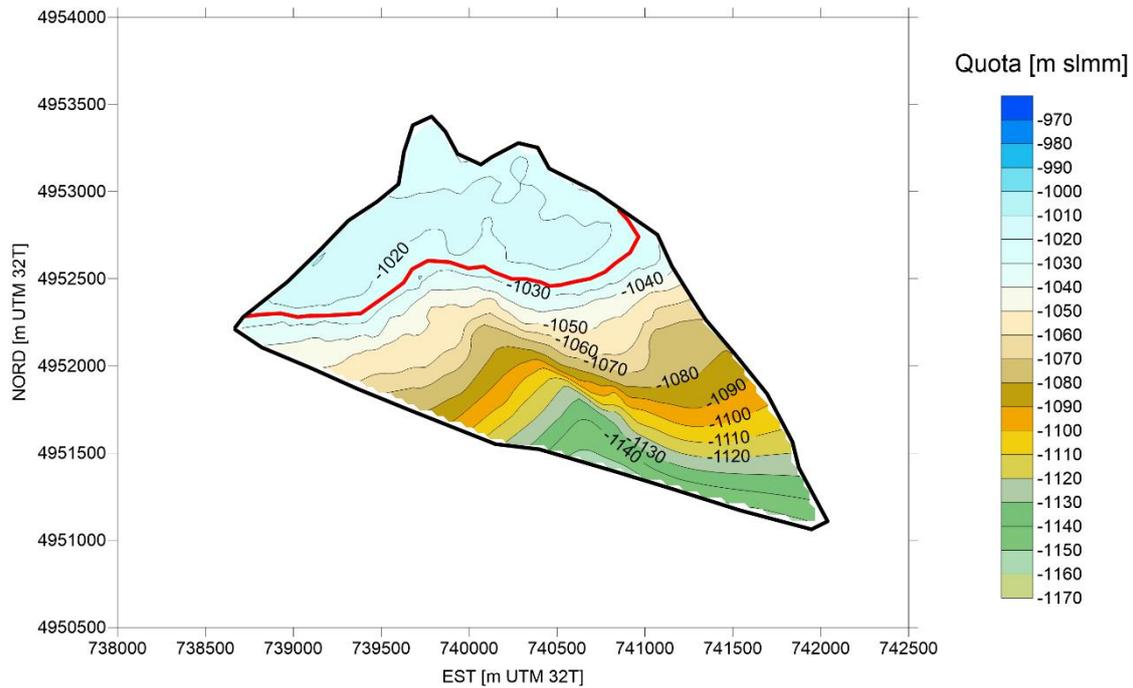


Figura A 5: Isobate [m slmm] del Top del livello PL2-G. In rosso è evidenziato il GWC.

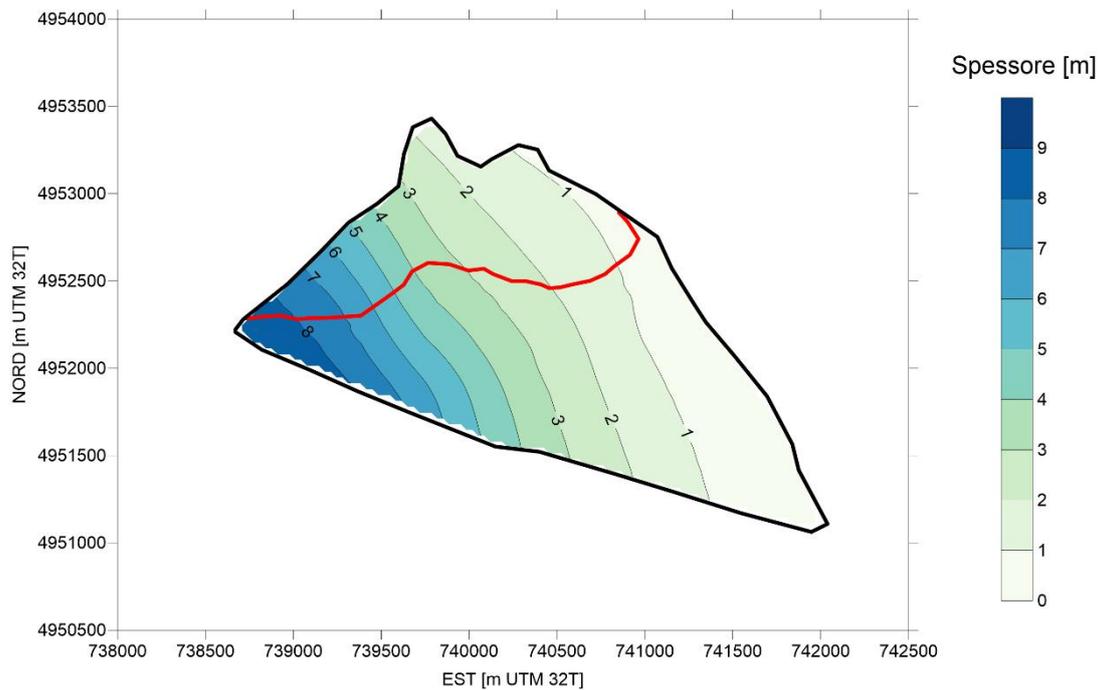


Figura A 6: Isopache [m] del livello PL2-G. In rosso è evidenziato il GWC.

Appendice D

Piano di Monitoraggio Subsidenza

Doc. No. P008509-1-H1 Rev.0 - Luglio 2019



**Alla cortese attenzione di
Dott.ssa Stefania Bruni**

**Aleanna Resources LLC
Viale Manlio Gelsomini, 14
00153 - Roma**

p.c. Dott. Giuseppe Rigo

**Prot. NZ0376-U_170619
Data emissione: 17-06-2019**

Oggetto: Concessione “Valle del Mezzano” - proposta di piano di monitoraggio delle deformazioni del suolo

Il presente documento intende illustrare il piano di monitoraggio proposto per il controllo delle deformazioni superficiali del suolo potenzialmente indotte dalle future attività di coltivazione di idrocarburi del giacimento Trava (area della concessione “Valle del Mezzano”, derivante dal Permesso di Ricerca “Corte dei Signori”).

Tale piano è stato definito sulla base della documentazione bibliografica disponibile per l’area in oggetto e tenendo conto:

- i) del documento MISE “Indirizzi e linee guida per il monitoraggio della sismicità, delle deformazioni del suolo e delle pressioni di poro nell’ambito delle attività antropiche”;
- ii) delle caratteristiche geologiche/geomorfologiche dell’area e delle caratteristiche del giacimento;
- iii) dello studio di modellizzazione della subsidenza indotta dalla coltivazione del giacimento multi-layer Trava (Rina Consulting, 2019);
- iv) degli aspetti logistici sito-specifici;
- v) degli aspetti tecnici relativi alle tecniche di monitoraggio proposte;
- vi) delle valutazioni di natura tecnica ed economica, nell’ottica dell’ottimizzazione del rapporto costi/benefici delle attività proposte.

Nello specifico, il piano di monitoraggio proposto si articola come segue:

FASE 1 – PRIMA DELL’INIZIO DELLA PRODUZIONE

- a) **Analisi delle deformazioni superficiali storiche del suolo nell’area potenzialmente interessata dai processi di subsidenza indotti dalla produzione del giacimento Trava mediante tecniche A-DInSAR** (*Advanced Differential Satellite SAR Interferometry*), al fine di discriminare eventuali fenomeni di subsidenza naturale già presenti nell’area, non legati alle attività estrattive. In particolare, si suggerisce l’utilizzo di dati acquisiti dalla costellazione Sentinel-1, disponibili gratuitamente negli archivi dell’Agenzia Spaziale Europea a partire dal 2014.

Considerando la scarsità, nell’area di interesse, di riflettori naturali visibili con tecniche InSAR e al fine di migliorare l’efficacia di applicazione di tali tecniche, si prevede l’installazione di corner reflector in un numero minimo di 10 punti, adeguatamente distribuiti all’interno e nelle immediate vicinanze dell’area interessata dalle future attività estrattive, almeno un anno prima dell’inizio delle stesse attività.

Tali punti di installazione:

- prevedono l’installazione di n°2 corner reflector per consentirne la visibilità in entrambe le geometrie orbitali di acquisizione del dato satellitare;
- saranno disposti tenendo conto dei coni di influenza che definiscono le aree di subsidenza attesa previste da modello;
- saranno distribuiti in un numero adeguato a costituire punti di monitoraggio affidabili, uno dei quali da materializzare presso il pozzo Trava-2Dir;
- saranno installati con soluzioni a basso impatto e compatibilmente con i vincoli autorizzativi e con le situazioni logistiche sito-specifiche.

L’analisi A-DInSAR storica sarà svolta prima dell’inizio della produzione e prevederà la restituzione di un report tecnico con la descrizione dei risultati ottenuti.

- b) **Allestimento di un sistema di monitoraggio integrato all’interno del piazzale del pozzo Trava-2Dir** (in abbinamento ai corner reflector di cui al punto precedente) da avviarsi almeno un anno prima dell’inizio della produzione e che preveda:

- i) la realizzazione di un pozzetto, profondo 15/20 m, da attrezzare con assestometro multi-base al fine di verificare eventuali processi di consolidamento superficiali del terreno in atto potenzialmente indotti dalle lavorazioni per la realizzazione del piazzale stesso del pozzo Trava-2Dir;
- ii) l'installazione di un sistema di monitoraggio GNSS automatico e in continuo a doppia frequenza, per ottenere informazioni sulle tre componenti degli spostamenti rilevati in corrispondenza della stazione ricevente.

I dati acquisiti dal sistema di monitoraggio integrato saranno analizzati prima dell'inizio della produzione e si prevederà la restituzione di un report tecnico con la descrizione dei risultati ottenuti.

- c) Come ulteriore attività, opzionale e migliorativa, si potrà inoltre prevedere la realizzazione di una rete di monitoraggio topografico di precisione al fine di integrare e rafforzare il piano di monitoraggio nel suo complesso. Tale attività consentirà di ottenere la quota/posizione esatta dei punti di monitoraggio di cui ai punti precedenti (corner reflector, verticale assestimetrica e stazione GNSS) e sarà documentata attraverso un report di installazione e avvio misure, prima dell'inizio della produzione.

FASE 2 – DURANTE E AL TERMINE DELLA PRODUZIONE (per un periodo di almeno tre anni successivi)

- d) **Analisi periodica delle deformazioni superficiali del suolo nell'area potenzialmente interessata dai processi di subsidenza indotti dalla produzione del pozzo mediante monitoraggio con tecniche A-DInSAR**, calibrata in base ai risultati dell'analisi storica precedentemente eseguita. Le analisi, da eseguirsi sempre con dati acquisiti dalla costellazione Sentinel-1, saranno ripetute con una cadenza variabile da 6 a 12 mesi (anche in funzione delle risultanze del monitoraggio). Al termine di ogni analisi sarà redatto un report tecnico con la descrizione dei risultati ottenuti.
- e) **Monitoraggio in continuo con sistema GNSS presso l'area pozzo Trava-2Dir**, con analisi e reportistica periodica a cadenza da 6 a 12 mesi (anche in funzione delle risultanze del monitoraggio).

-
- f) **Rilevamento periodico dei valori registrati dalla verticale assestometrica installata presso l'area pozzo Trava-2Dir** (con cadenza da 6 a 12 mesi) e redazione di un report tecnico con la descrizione dei risultati ottenuti al termine di ogni sessione di misura.
 - g) Eventuale ripetizione periodica (con cadenza da 6 a 12 mesi) di **campagne di monitoraggio topografico di precisione** sulla rete realizzata precedentemente alla data di inizio produzione, utile alla calibrazione di dettaglio dei risultati ottenuti da analisi A-DInSAR e ad integrazione del piano di monitoraggio in essere (ridondanza di informazioni utili a rafforzare l'interpretazione dei dati). Al termine di ciascuna campagna di misura sarà redatto un report tecnico con la descrizione dei risultati ottenuti.

Si riporta, di seguito, una tabella sinottica riassuntiva del piano di monitoraggio proposto.

		Sistema di monitoraggio	Ubicazione	Voce	Previsto/opzionale	Tempistica
FASE 1 PRIMA DELL'INIZIO DELLA PRODUZIONE	A-DInSAR	Analisi storica	Area concessione "Valle del Mezzano"	a	Previsto	Analisi dati e consegna di un report prima dell'inizio della produzione
		Installazione corner reflector	Presso il campo pozzo Trava-2Dir e in altri siti definiti sulla base del campo di subsidenza atteso. Q.tà min. 10+10 (Asc+Desc)	a	Previsto	Installazione prevista almeno un anno prima dell'inizio della produzione
	Assestometro multi-base		Presso il campo pozzo Trava-2Dir	b (i)	Previsto	Installazione e misura di zero prevista almeno un anno prima dell'inizio della produzione. Prima misura prevista all'inizio della produzione
	Sistema GNSS automatico in continuo a doppia frequenza		Presso il campo pozzo Trava-2Dir	b (ii)	Previsto	Installazione e avvio misure prevista almeno un anno prima dell'inizio della produzione. Analisi dati e consegna di un report prima dell'inizio della produzione
	Monitoraggio topografico di precisione		In corrispondenza degli altri sistemi di monitoraggio	c	Opzionale	Installazione e misura di zero almeno un anno prima dell'inizio della produzione. Prima misura prevista prima dell'inizio della produzione
FASE 2 DURANTE E AL TERMINE DELLA PRODUZIONE	A-DInSAR	Monitoraggio	Area concessione "Valle del Mezzano"	d	Previsto	Analisi dati e consegna di un report con cadenza variabile di 6-12 mesi
	Sistema GNSS automatico in continuo a doppia frequenza		Presso il campo pozzo Trava-2Dir	e	Previsto	Analisi dati e consegna di un report con cadenza variabile di 6-12 mesi
	Assestometro multi-base		Presso il campo pozzo Trava-2Dir	f	Previsto	Analisi dati e consegna di un report con cadenza variabile di 6-12 mesi
	Monitoraggio topografico di precisione Campagne di misura		-	g	Opzionale	Campagne di misura e consegna di un report con cadenza variabile di 6-12 mesi

Appendice E

Rete di Monitoraggio Microsismico

Doc. No. P008509-1-H1 Rev.0 - Luglio 2019



Concessione di coltivazione VALLE DEL MEZZANO:
messa in produzione pozzi TRAVA-2 dir e TRAVA-3 dir

Studio preliminare per la realizzazione della rete di monitoraggio microsismico del giacimento di TRAVA (FE)



19 giugno 2019

Studio realizzato da Isamgeo Italia e reallimeseismic

Committente: AleAnna Resources

Ordine di servizio 2019/004/SS del 22/05/2019

INDICE

1. Introduzione	3
2. Breve inquadramento geomorfologico e sismo-tettonico	5
3. Progettazione della rete microsismica.....	6
4. Operazioni di installazione rete ed acquisizione dei dati	11
5. Conclusioni e raccomandazioni	13
6. Riferimenti bibliografici	15

1. Introduzione

La concessione di coltivazione di idrocarburi denominata “VALLE DEL MEZZANO”, in attesa di conferimento alla società AleAnna Resources (r.u.), comprende una superficie di 49 Km² e costituisce uno stralcio della porzione meridionale del permesso di ricerca “Corte dei Signori”, conferito dal Ministero dello Sviluppo Economico con D.M. del 28 Marzo 2008 e ubicato nel settore orientale della Valle Padana, a sud del complesso deltizio del fiume Po, nel comune di Ostellato (Ferrara) (AleAnna Resources, 2017).

L’area del permesso è interessata dalle strutture più marginali prodotte dalla catena appenninica terziaria ed è caratterizzata da pieghe e faglie associate a intense deformazioni delle rocce nel sottosuolo. L’evoluzione strutturale dell’ampio bacino subsidente padano è connessa con la dinamica degli eventi che, in sequenze spazio-temporali diverse, hanno interessato sia il Sudalpino che l’Appennino, ed hanno prodotto una tettonica compressiva con accorciamento crostale per convergenza e collisione. La tettonica compressiva ha portato al suddetto fitto sistema di sovrascorrimenti con direzioni NNO-SSE, ONO-ESE e N-S. Tali sovrascorrimenti sono spesso associati a pieghe (le “pieghe ferraresi”), i cui culmini costituiscono gli obiettivi principali dell’esplorazione petrolifera della regione (Luetti e Veronese, 2006).

L’attività esplorativa condotta da AleAnna Resources nell’area del suddetto permesso di ricerca, ha consentito di individuare un giacimento di gas metano per il quale si è deciso di procedere con la messa in produzione del pozzo denominato “Trava-2dir”. La corrispondente area pozzo è situata nella porzione meridionale del permesso, nel comune di Ostellato, a Sud dell’abitato, nel settore centrale delle Valli del Mezzano. AleAnna Resources ha perforato il pozzo esplorativo Trava-2 dir che ha raggiunto la profondità finale di 1103 m MD (1071 m TVD) ed è risultato mineralizzato a gas nei livelli PL2 e PL2-F della F.ne Porto Garibaldi (Pliocene Superiore). La modellazione e l’interpretazione dei dati tecnici disponibili (geologici, geofisici, statici e dinamici di giacimento) hanno verificato la disponibilità di Riserve Recuperabili (1P) equivalenti a 144,4 milioni di Smc producibili da Trava-2dir in 8 anni (AleAnna Resources, 2017).

Nel quadro della procedura di VIA per la messa in produzione dei pozzi Trava-2dir e Trava-3 dir, AleAnna Resources ha richiesto ad Isamgeo Italia di predisporre un progetto preliminare per la realizzazione di una rete di monitoraggio della sismicità indotta che sia in grado di garantire un adeguato livello di rilevazione di eventi sismici, cioè che soddisfi i requisiti indicati dal documento del Ministero dello Sviluppo Economico “Indirizzi e linee guida per il monitoraggio della sismicità, delle deformazioni del suolo e delle pressioni di poro nell’ambito delle attività antropiche” (MiSE-DGRME, 2014) nei volumi crostali definiti come Dominio Interno di rilevazione (DI) e Dominio Esteso di rilevazione (DE).

Il presente studio fornisce uno scenario di configurazione teorico sulla base di livelli di rumore ipotizzati in funzione del contesto non fortemente antropizzato, attualmente di uso agricolo con presenza di una rete di canali artificiali, rogge con funzione di colatori o adduttori per l'irrigazione e il drenaggio. Trattandosi di uno studio preliminare in cui non ci si avvale di dati certi di rumore sismico ambientale, si elabora questa ipotesi di lavoro che resta comunque in linea con gli intervalli indicati nelle linee guida MiSE-DGRME (2014). Per quanto riguarda la definizione del dominio esteso, considerato che si tratta di giacimenti marginali senza iniezione di fluidi, viene utilizzata la minima estensione possibile nell'intervallo 5-10 km raccomandato in MiSE-DGRME (2014).

I dati a disposizione per lo studio sono stati:

1. i dati vettoriali gestiti e utilizzati in ambiente GIS illustrati in Fig.1.
2. la relazione tecnica a cura di AleAnna Resources (AleAnna Resources, 2017).
3. i livelli di rumore teorici ipotizzati per le stazioni della rete (Fig. 4)
4. le banche dati relative agli eventi sismici nella zona in oggetto
5. le banche dati regionali relative alle velocità di propagazione delle onde sismiche

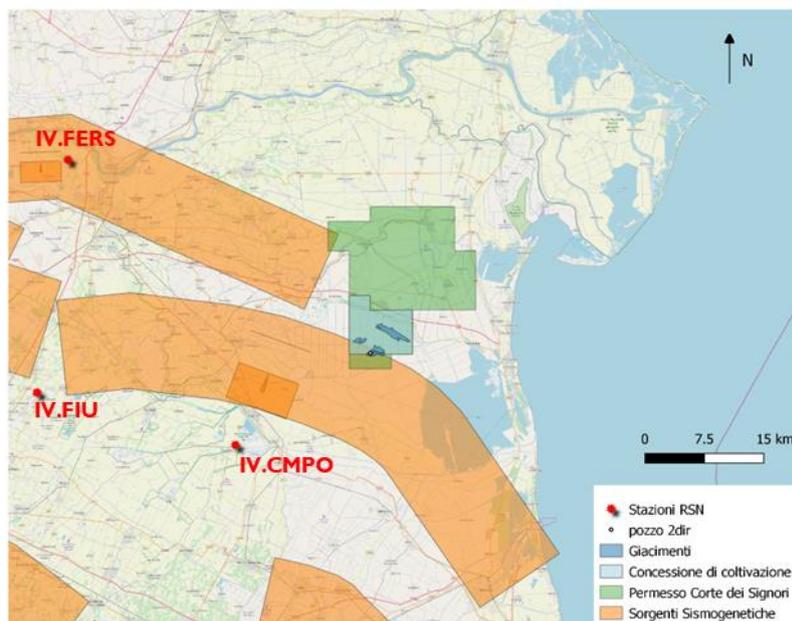


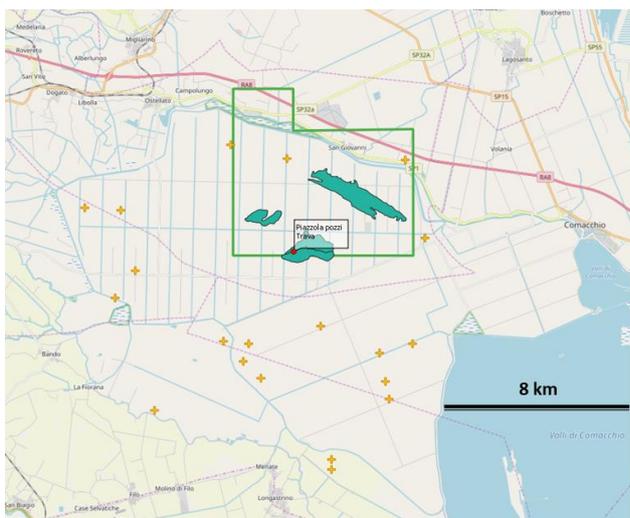
Fig.1: Ubicazione del Permesso Corte dei Signori e della Concessione di Coltivazione con il dettaglio dei giacimenti e del pozzo di sviluppo Trava-2dir. Sono inoltre riportate le zone delle sorgenti sismogenetiche messe a disposizione in formato digitale (DISS ver. 3.2.1, disponibile presso <http://diss.rm.ingv.it/diss/>) e le stazioni RSN prossime all'area del Permesso.

2. Breve inquadramento geomorfologico e sismo-tettonico

Dal punto di vista geomorfologico, la formazione della Valle del Mezzano quale area palustre risale ai millenni successivi l'ultimo importante sollevamento marino avvenuto in epoca olocenica (3500 a.C.). Nel corso di secoli, si alternarono fasi di regressione marina grazie ad opere di regimazione e arginatura dei corsi d'acqua, con fasi di ingressione dovuti alla mancanza di manutenzione delle opere che permettevano di evitare l'alluvionamento dell'area. La bonifica dell'area terminò nel 1964 portando all'utilizzo agricolo 18.000 ettari di terreno. All'interno di questa porzione di laguna bonificata, si hanno valori di micro-rilievo compresi fra -3 e i -2,5 m sotto il livello del mare, con evidenti implicazioni dal punto di vista della gestione delle acque e del controllo dei fenomeni di subsidenza.

Dal punto di vista sismo-tettonico, in riferimento alla zonazione ZS9 (Meletti e Valensise, 2004), la concessione ricade in parte all'interno della zona sismogenetica 912 denominata “Dorsale Ferrarese” che rappresenta l'area più esterna della fascia in compressione dell'arco appenninico settentrionale, con la presenza di alcune importanti linee sismo-tettoniche ed all'interno della quale al di sotto di spesse coltri di sedimenti alluvionali, sono presenti imponenti strutture compressive. La zona 912 è dunque potenzialmente sede epicentrale di eventi sismici con magnitudo attesa massima di 6,14.

Una rapida analisi dei dati sismici INGV (catalogo web <http://cnt.rm.ingv.it/>) relativi ad una zona circolare di circa 315km² e centrata sulla zona del giacimento ha evidenziato la registrazione di una ventina di eventi fra il 1985 ed il 2019 (Fig. 2). Tali eventi mostrano ML comprese fra 1,8 e 3,2 ed allineamenti sulle direttrici tettoniche ONO-ESE evidenziate in Fig. 1. Su scala temporale più estesa, sono noti eventi storici a Sud di S. Giovanni, in particolare gli eventi del 1895, che sono catalogati con Magnitudo Locale intorno ai 4,5.



#EventID	Time	Lat	Long	Depth/Km	Mag Type	Magnitude
35109	08/15/85 04:07	44.722	12.081	10	Md	3,1
220539	12/24/88 20:39	44.649	12.085	10	Md	2,8
259289	08/21/89 09:24	44.642	11.991	10	Md	2,8
640369	11/16/94 04:18	44.703	11.903	5	Md	2,7
657379	02/18/95 03:00	44.702	11.923	5	Md	2,8
768699	09/08/96 01:28	44.678	11.931	5	ML	2,2
1204919	12/06/00 03:49	44.599	12.04	4,7	Md	3,2
1370259	10/11/02 22:34	44.65	11.98	10	Md	2,4
1441519	05/30/03 12:30	44.691	12.092	6	Md	2,7
1504139	02/18/04 23:37	44.634	12.07	5	Md	2,8
1699679	10/17/06 23:32	44.627	12.072	2	ML	2,1
1882029	02/13/09 19:08	44.656	12.034	1	ML	1,8
2100299	09/01/09 22:07	44.603	12.04	31,7	ML	2,6
2164849	03/27/10 19:48	44.649	11.994	1,3	ML	2,6
2486919	02/25/12 01:14	44.728	11.984	2,2	ML	2,6
1842321	04/04/13 20:34	44.725	12.0153	24	ML	2,6
6575151	04/07/16 18:25	44.6453	12.0667	3,3	ML	3,2
11401301	12/11/16 21:54	44.6353	12.0008	8,6	ML	2,2
17010081	09/09/17 18:12	44.6225	11.9417	7,9	ML	3
21422711	01/26/19 15:19	44.6672	11.9198	9,4	ML	2,4

Fig.2: Mappa e listing eventi sismici rilevati in una zona attorno alla piazzola di Trava-2 dir. Analisi post 1985.

3. Progettazione della rete microsismica

L'accuratezza nella stima dei parametri ipocentrali dipende da diversi fattori quali il numero e la distribuzione spaziale delle stazioni sismiche, la precisione nella lettura degli arrivi delle fasi utilizzate, l'affidabilità degli algoritmi di localizzazione e i modelli crostali di velocità delle onde sismiche. La rilevabilità dell'evento dipende dalla distanza tra la stazione e l'ipocentro: un evento sismico di piccola magnitudo potrà essere registrato, localizzato e analizzato soltanto se l'ipocentro dell'evento è prossimo alla stazione, un evento di magnitudo elevata, invece, continua ad essere ben registrato anche quando l'ipocentro è distante dalla stazione stessa. Inoltre, il livello di detezione varia in funzione dei livelli di rumore elettronico e ambientale e, in caso di basso rapporto segnale/disturbo, può condizionare anche notevolmente la precisione e la capacità di lettura dei tempi di arrivo delle fasi sismiche. Per quanto riguarda la scelta della disposizione delle stazioni, è ben noto che per ottenere una buona localizzazione degli eventi sismici occorra una ottimale copertura azimutale nell'area di indagine.

Secondo le indicazioni contenute in MiSE-DGS-UNMIG (2014), il Dominio Interno di rilevazione definisce il volume crostale all'interno del quale si ritiene possano verificarsi fenomeni di sismicità indotta. Esso rappresenta perciò il volume di riferimento per il quale devono essere monitorati e analizzati con la massima sensibilità i fenomeni di sismicità. Per le estrazioni di gas da giacimento senza reiniezione il dominio interno si estende dalla superficie fino alla profondità del giacimento e per una ulteriore fascia che si estende di 3 km sotto il giacimento stesso e ai lati del medesimo. La Fig. 3 mostra la proiezione in superficie del DI, definito nella presente relazione a partire dalla proiezione in superficie del giacimento secondo le suddette indicazioni. Si tratta di un'area di dimensioni 7.40 x 8.35 km², corrispondente ad un volume crostale che si estende fino a 4 km di profondità. In Tab. 1 si riportano le coordinate dei vertici del DI e le coordinate dei vertici dell'area del DE.

Tab. 1: Coordinate GAUSS-BOAGA dei vertici del DI e del DE.

Dominio Interno di rilevazione		Dominio Esteso di rilevazione	
Longitudine (EST)	Latitudine (NORD)	Longitudine (EST)	Latitudine (NORD)
1.735.724	4.956.429	1.729.274	4.962.479
1.744.074	4.956.429	1.749.274	4.962.479
1.735.724	4.949.029	1.729.274	4.942.479
1.744.074	4.949.029	1.749.274	4.942.479

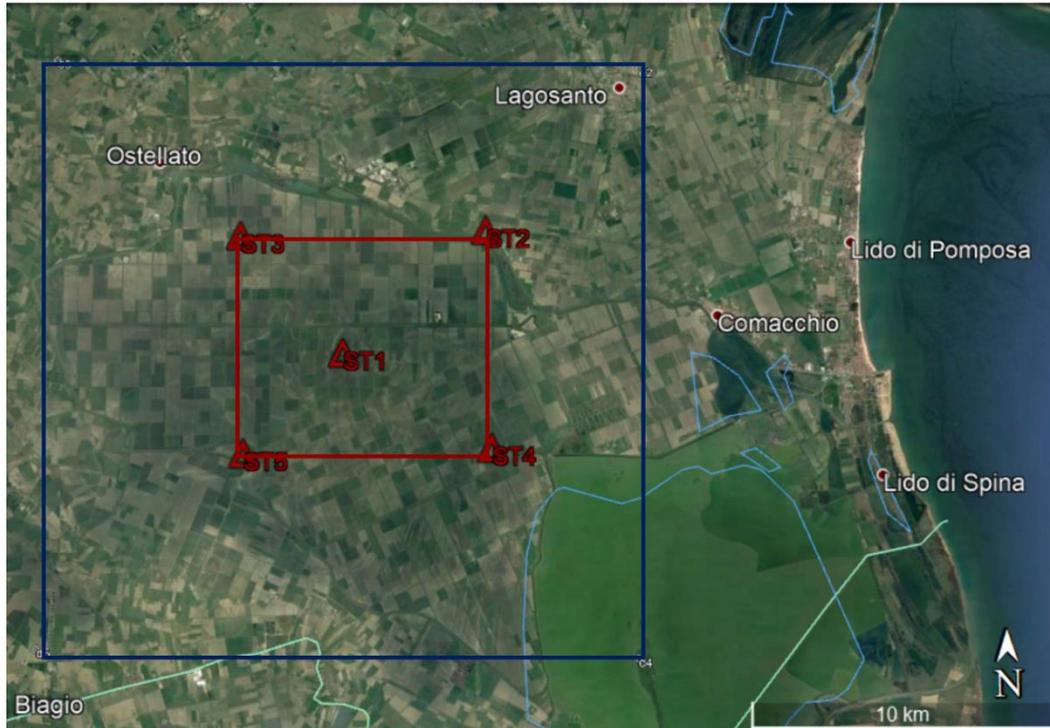


Fig. 3: Proiezione in superficie del Dominio Esteso di rilevazione (linea blu) e proiezione in superficie del Dominio Interno di rilevazione (linea rossa), rispettivamente. Distribuzione delle stazioni della rete microsismica. La Posizione ST1 corrisponde alla piazzola dei pozzi Trava 2 dir e Trava 3 dir.

In questo studio di pre-fattibilità sono stati considerate diverse geometrie della rete di monitoraggio. Le stazioni hanno inter-distanze comprese tra 5 e 6.3 Km. Sebbene tali distanze siano leggermente superiori a quelle suggerite nelle Linee Guida MiSE-DGRME (2014), le analisi che seguiranno sembrano mostrare che tale densità di rilevamento appare sufficiente per il caso considerato. Si sono inoltre testati differenti tipi di rumore ambientale, in accordo con i dati pubblicati in letteratura (Fig. 4).

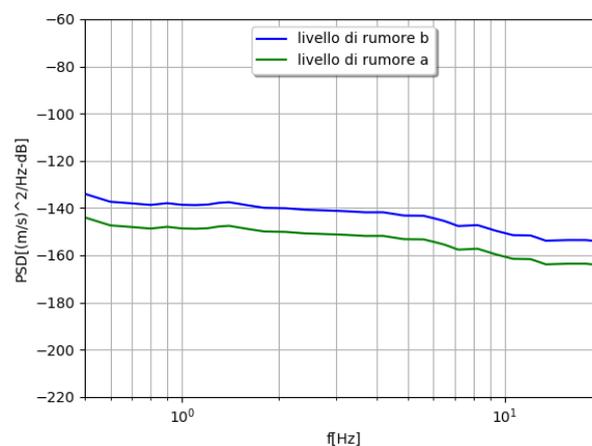


Fig. 4: Curve mediane delle funzioni di densità di probabilità degli spettri di potenza (PSD) ipotizzate per le stazioni della rete (Modificata da: INGV, 2015b, p. 31).

Poiché vengono simulati eventi sismici di magnitudo non particolarmente elevata ($M_L = 0 \div 3$) in cui lunghezza e larghezza della superficie di faglia risultano confrontabili, è stato adottato il modello a sorgente puntiforme di Brune (1970; 1971) per definire lo spettro di Fourier dell’evento. Tale modello di sorgente consiste in una faglia piana circolare di raggio finito sulla quale agisce uno stress di taglio impulsivo applicato all’intera superficie ma in direzione opposta sulle due superfici interne della faglia. Poiché il modello non tiene conto degli effetti di finitezza della faglia e di direttività della rottura, esso risulta completamente definito da due parametri: il momento sismico dell’evento, M_0 , (Hanks and Kanamori, 1979), e la caduta di sforzo, $\Delta\sigma$. Terremoti di moderata magnitudo presentano valori di $\Delta\sigma$ compresi nello stretto range 1-10 MPa (D’Alessandro et al., 2010). Si assume $\Delta\sigma = 1$ MPa come valore rappresentativo della caduta di sforzo di eventi sismici di magnitudo inferiore a 3.0.

L’attenuazione viene parametrizzata utilizzando un fattore di qualità $Q(f)$ dipendente dalla frequenza secondo la relazione $Q(f) = Q_0 f$ (Lay e Wallace 1995) e il parametro k di decadimento spettrale (Anderson e Hough, 1984). Sarà possibile effettuare la stima del suddetto parametro applicando il modello descritto ai dati registrati dalle stazioni della rete. Complessivamente, l’ampiezza dello spettro di Fourier in velocità delle onde S registrate a distanza ipocentrale R dalla sorgente viene calcolata dalla relazione (INGV, 2015a):

$$V(f) = \frac{CM_0}{R} \frac{2\pi f}{1 + \left(\frac{f}{f_c}\right)^2} e^{\left(\frac{-\pi R}{\beta Q}\right)} e^{(-k\pi f)} \quad (1)$$

nella quale β rappresenta la velocità delle onde S e la costante C dipende da β , dalla densità del mezzo, ρ , dal valore quadratico medio della funzione di direttività della sorgente mediata su tutto l’angolo solido, R_p , ($R_p = 0.63$) e dal fattore F_s che rappresenta l’amplificazione di superficie libera ($F_s=2$ per stazioni poste in superficie; $F_s=1$ per stazioni in pozzo). In assenza di informazioni dirette sulle proprietà dei sedimenti nella zona della concessione, in questa fase preliminare di studio i parametri di attenuazione e velocità delle onde sismiche sono stati direttamente mutuati da precedenti studi in diverse zone della pianura Padana orientale (INGV, 2015a,b, che a loro volta fanno riferimento agli studi di Castro et al., 2013 per l’attenuazione e di Carannante et al., 2015 per la velocità) e dunque assunti pari a $k = 0.07s$, $Q_0 = 80$ e $\beta = 2800m/s$. Questi parametri sono generalmente conservativi nell’ottica di progettazione, nel senso che tendono a sottostimare il segnale effettivamente rilevabile.

Per effettuare le simulazioni, le sorgenti sismiche puntiformi sono state poste in corrispondenza a 1681 punti di un grigliato regolare ricoprente l’area superficiale del Dominio Esteso di rilevazione (10.0 x 10.0 km²) e posto alla profondità del giacimento pari a 1.0 km.

Per ogni sorgente e per ogni stazione sono stati simulati gli spettri di potenza prodotti da eventi sismici di magnitudo locale compresa fra 0.0 e 3.0, utilizzando l’eq. (1) per calcolare l’ampiezza dello spettro di Fourier della fase S. Coerentemente con precedenti studi (Carannante et al. 2017), l’evento sismico viene considerato identificabile quando si ottiene un rapporto segnale/rumore uguale o superiore a 5 volte, corrispondente ad una differenza di circa 14 dB fra il valore massimo dello spettro di potenza (PSD) dell’evento e il valor medio

di PSD del rumore per frequenze maggiori di 1 Hz. Il superamento di questa soglia determina la detezione dell’evento da parte della stazione sismica in esame. La soglia di detezione è stata definita quindi come la magnitudo minima affinché un terremoto venga registrato da almeno una stazione della rete. La soglia di localizzazione è definita invece come la magnitudo minima di un terremoto localizzabile, assumendo che la localizzazione possa avvenire in caso di detezione da parte di tre stazioni della rete (Carannante et al., 2017).

Nel quadro dello studio in oggetto, una volta modellizzate diverse opzioni di geometria di rete, associate a differenti tipi di rumore associati, si considera uno scenario di base per la definizione della rete microsismica preliminare. Per questo scenario di base, al fine di estendere l’area caratterizzata da soglia di localizzazione $ML \leq 1.0$ nel DI e aumentare l’accuratezza nella stima dei parametri ipocentrali, è stata considerata una configurazione con tre stazioni di ascolto (ST1, ST2 e ST3) ed includendo livelli di rumore sismico ambientale limitati (rumore a) in Fig. 4). Si ipotizza infatti che, vista la scarsa antropizzazione dell’area e le misure di ottimizzazione nella localizzazione delle stazioni, si potranno mantenere le soglie di rumore al di sotto dei livelli identificati per aree più antropizzate ed interessate da traffico di mezzi e persone. Un’altra misura per raggiungere condizioni di rumore limitato potrà essere quella di posizionare la stazione ST1 in un pozzetto alla profondità di 80-100m.

I risultati della modellizzazione per questo scenario di base (Fig. 5) appaiono favorevoli per la detezione all’interno del DI di eventi almeno di $ML=0,5$ mentre si denotano soglie di localizzazione inferiori a $ML=1$ per eventi alla profondità tipiche di questo giacimento. Si può notare inoltre, dall’analisi dei risultati riportati in ambiente GIS (Fig. 6), che le soglie di rilevabilità e localizzazione risultano idonee nei differenti domini e coprono in maniera soddisfacente le faglie identificate nella zona del giacimento ed in quella circostante, soprattutto nella parte Nord dove la densità dei lineamenti tettonici appare maggiore.

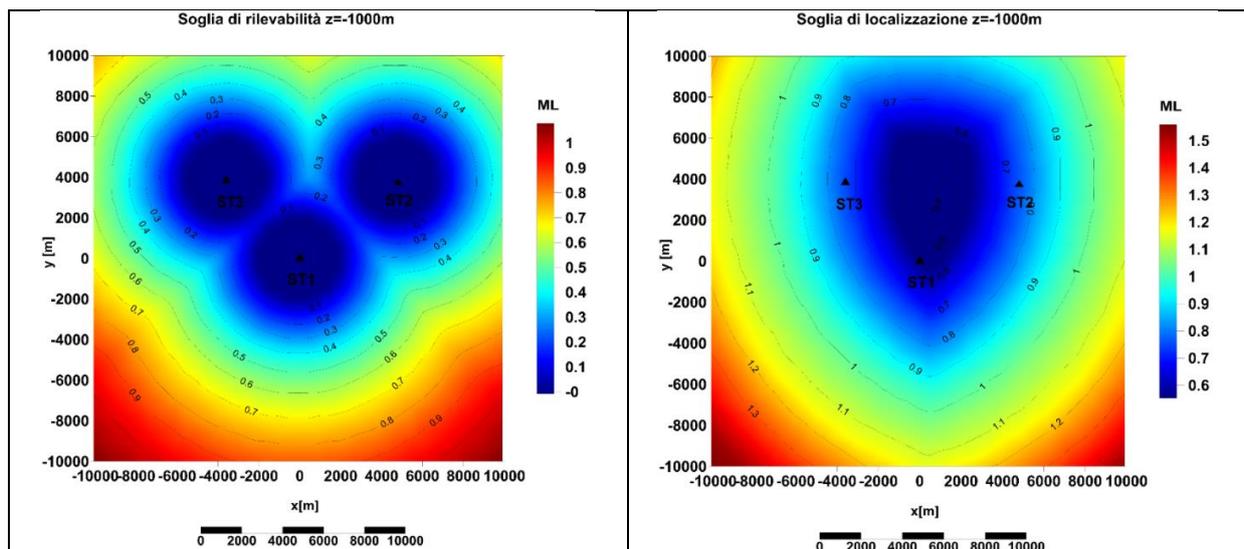


Fig. 5: **A sinistra:** soglia di detezione, espressa in unità di magnitudo ML, per eventi localizzati nel DE, alla profondità di 1.0 Km per una configurazione di rete definita come scenario di base.
A destra: soglia di localizzazione ottenuta richiedendo la detezione di un evento da parte di 3 stazioni della rete.

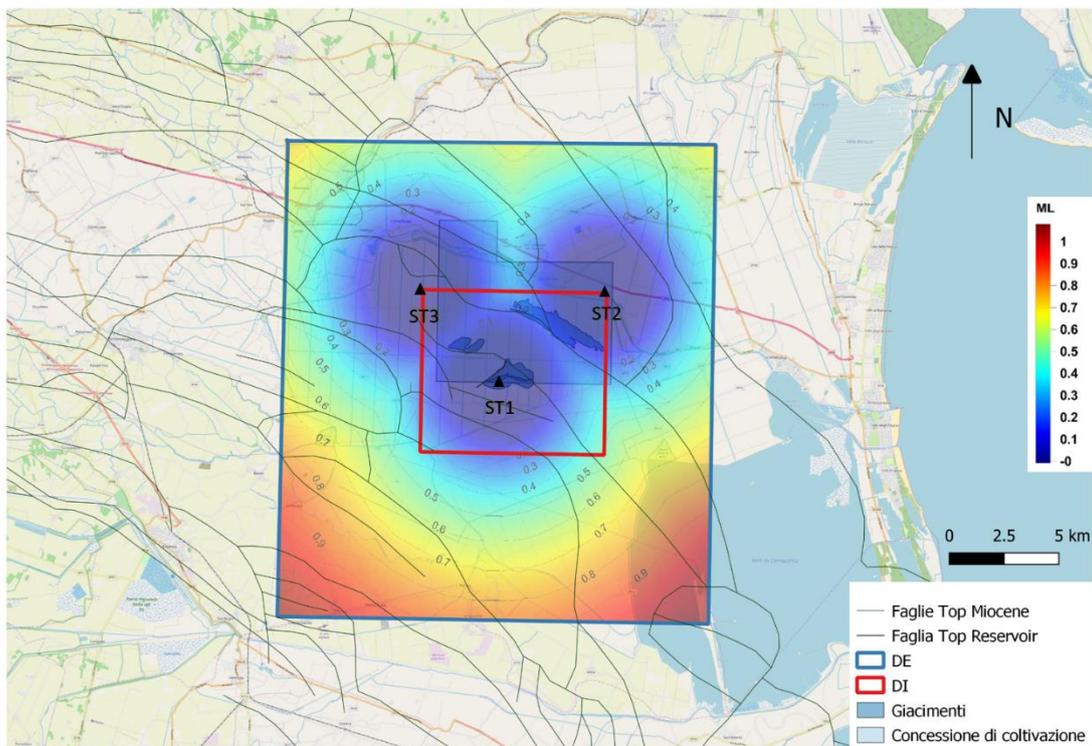
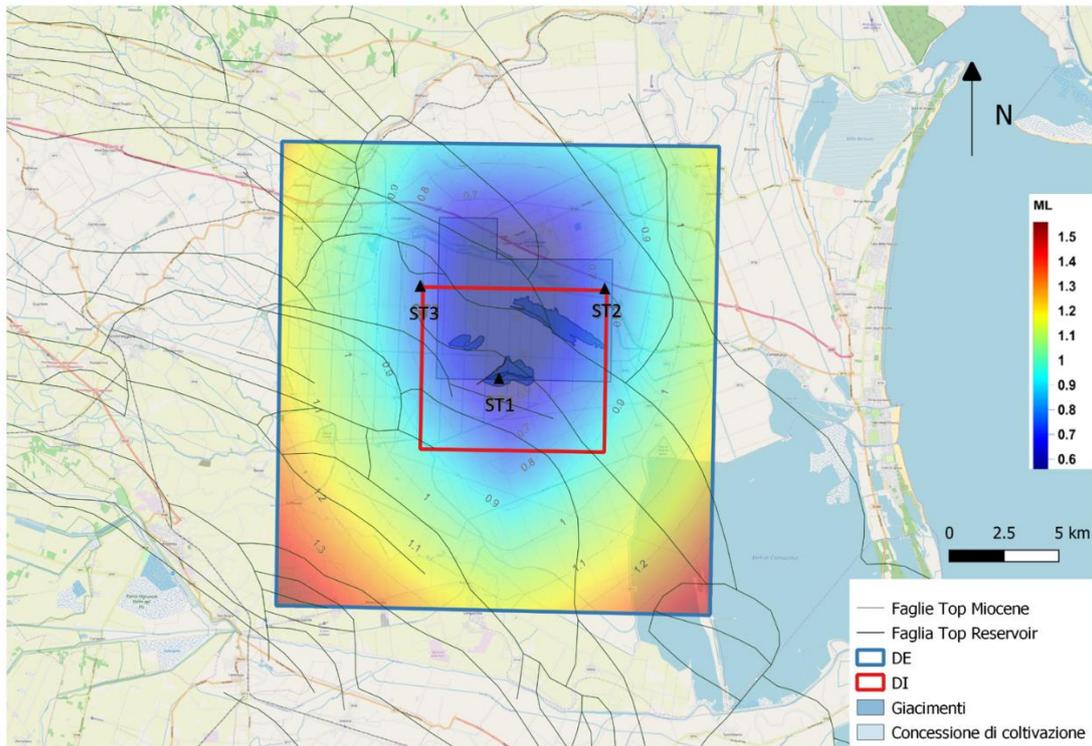


Fig. 6: **Riquadro superiore:** mappa della regione con sovrapposta la soglia di detezione attesa, espressa in unità di magnitudo ML, per eventi localizzati nel DE, alla profondità di 1.0 Km per una rete avente configurazione C. **Riquadro inferiore:** mappa con sovrapposta la soglia di localizzazione attesa per la configurazione C. Sullo sfondo i pattern di faglie regionali al top del Miocene ed al top del reservoir del giacimento Trava.

4. Operazioni di installazione rete ed acquisizione dei dati

Sebbene l'area sia definibile come piana alluvionale e palustre, grazie alle opere di bonifica ed al relativo sistema di canali e rogge, non si prevedono particolari problemi per l'installazione, buon funzionamento e manutenzione delle stazioni microsismiche. Per la progettazione finale della rete di rilevamento, è comunque richiesta l'ottimizzazione delle posizioni delle stazioni di monitoraggio. Uno studio di fattibilità operativo di dettaglio, in cui siano previsti sopralluoghi e misure del rumore ambientale locale (o rumore sismico di fondo), garantirà la migliore scelta nelle posizioni finali e l'ottimizzazione di altri importanti dettagli operativi per un'installazione pienamente soddisfacente.

Tutti gli elementi fondamentali della rete microsismica saranno compatibili con l'approccio suggerito nelle linee guida MiSE-DGS-UNMIG (2014). Le stazioni sismiche saranno equipaggiate con sensori multicomponenti a 1Hz e, laddove necessario, alimentate da pannelli fotovoltaici e relative batterie tampone. L'acquisizione sarà in modalità continua ed un protocollo standard applicato per il recupero remoto e lo stoccaggio in sicurezza di tutti i dati registrati.

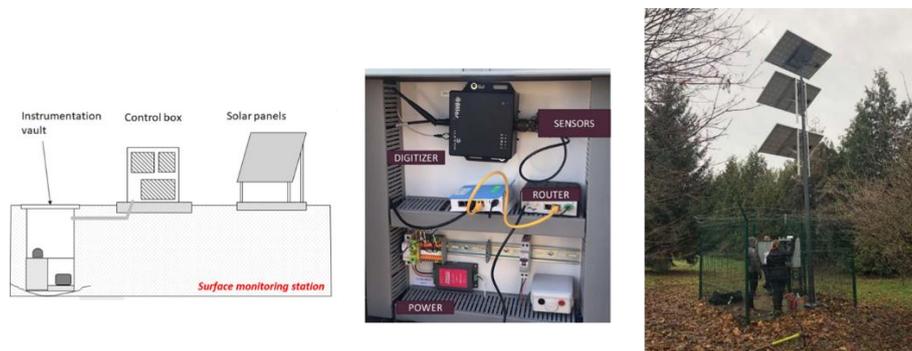


Fig. 8: Esempio schematico e stazione di rilevamento di campagna con relativa cabina di controllo.

Per quanto riguarda l'elaborazione degli eventi di ML compresa fra 0,1 e 2, dalle analisi condotte nel quadro di questo studio, si conclude che sembra molto difficile che le stazioni della rete nazionale (RSN) possano essere utilizzate per migliorare le prestazioni della rete locale. Le 3 stazioni RSN più prossime all'area in oggetto, evidenziate in Fig. 1, hanno infatti distanze comprese tra 22 km e 44 km dalla zona di Trava-2 Dir. Inoltre, tali stazioni sono posizionate in aree di medio-alto rumore antropico e dunque saranno difficilmente in grado di consentire l'identificazione di eventi di intensità bassa o molto bassa e con ipocentro nel DI. Tuttavia, si prevede che il sistema di monitoraggio della sismicità indotta sia comunque collegato a quello della rete nazionale, per verificare il rilevamento di particolari eventi e migliorarne possibilmente la localizzazione ed i relativi margini di errore. L'integrazione sfrutterà i web server della RSN per il recupero dei dati (raw e catalogo eventi) tramite le API pubbliche di cui è disponibile ampia documentazione.

Il monitoraggio avverrà tramite algoritmi automatici basati sul software open-source *Earthworm*. Saranno impostati tre livelli di allerta con invio automatico di segnalazioni e definite di conseguenza apposite procedure di analisi, a seconda dell'intensità degli eventi registrati. Si aggiungerà l'elaborazione manuale degli eventi più significativi identificati con ipocentro automatico nel DI e DE, secondo le tempistiche dettate dalle Linee Guida MiSE.

Una piattaforma di controllo sarà messa a disposizione dell'operatore per l'analisi in tempo reale dei dati e il re-processing manuale, laddove necessario. E' previsto inoltre l'accesso del pubblico ai dati rilevati ed elaborati sarà gestito tramite un portale web dedicato. Sulla base dei dati registrati verranno periodicamente predisposti dei bollettini di reporting e analisi dati, contenenti il dettaglio di funzionamento della rete di monitoraggio, e il catalogo degli eventi rilevati.

5. Conclusioni e raccomandazioni

Ai fini della presentazione della domanda di VIA per la messa in produzione dei pozzi Trava - 2dir e Trava-3 dir e la realizzazione dell'attività di coltivazione del giacimento ad esso connesse, si sono valutati differenti progetti di massima per la realizzazione di una rete di monitoraggio microsismico. Le soluzioni proposte tengono in considerazione i requisiti indicati dal documento del Ministero dello Sviluppo Economico “Indirizzi e linee guida per il monitoraggio della sismicità, delle deformazioni del suolo e delle pressioni di poro nell'ambito delle attività antropiche” (MiSE-DGS-UNMIG, 2014).

Considerato che si tratta di uno studio preliminare in cui non sono state effettuate misure di rumore sismico ambientale e che nella zona in esame non sono presenti stazioni della rete nazionale che possano essere utilizzate per stime affidabili del rumore, le indicazioni ottenute in questo studio saranno da verificare successivamente e forniscono solo una stima approssimata di quelle che potranno essere le performances della rete. La modellazione del segnale di eventi sismici simulati è stata inoltre basata esclusivamente su informazioni di letteratura per quanto riguarda le costanti di attenuazione e di velocità di propagazione delle onde sismiche, ottenute da dati raccolti a scala regionale sull'Italia nord-orientale durante la sequenza sismica in Emilia del 2012. Una valutazione accurata e locale di questi parametri, basata sull'analisi dei rilievi di sismica attiva, sarà necessaria nella progettazione di dettaglio della rete.

Dei differenti scenari di massima valutati in questo studio, variabili per numero di stazioni e livelli di rumore associati, si è scelto come scenario di base quello di una rete microsismica costituita da 3 stazioni, due delle quali (ST2, ST3) collocate ai vertici superiori dell'area superficiale del DI e la restante (ST1) all'interno dell'area pozzo. Per tutte le stazioni sono stati considerati livelli di rumore di tipo a), come definito nello spettro di frequenza in Fig. 4.

Le analisi condotte hanno evidenziato che:

1) i siti di installazione proposti ricadono all'interno o in prossimità di campi coltivati, relativamente distanti da siti produttivi o aree urbanizzate. Si ipotizzano dunque ridotti livelli di disturbo antropico. Per limitare significativi disturbi durante i periodi di aratura, semina e raccolto, è necessario porre particolare attenzione alla scelta dell'ubicazione delle stazioni. In particolare, qualora i livelli di rumore effettivi a seguito della campagna di misura dovessero risultare superiori a quelli qui illustrati e modellizzati. Per una o più stazioni, potrà essere considerato il posizionamento dei sensori in pozzetti a profondità di 80-100 m.

2) Nello scenario di base si ottengono in DI a profondità di 1 Km valori di magnitudo di localizzazione compresi fra $ML = 0.4$ e $ML = 1.0$. Nel Dominio Esteso si ottengono invece valori compresi fra $ML = 0.4$ e $ML = 1.55$. L'installazione di almeno una stazione in pozzo (100 m) possibilmente localizzata in prossimità dell'area pozzo 2dir, e una accurata ricerca di siti caratterizzati da livelli contenuti di rumore ambientale prossimi a quelli ipotizzati, possono migliorare sensibilmente la soglia di localizzazione.

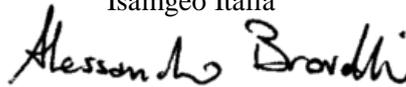
Lo scenario di base considerato rappresenta oggi un'ipotesi di lavoro pur basata su dati ed informazioni di riferimento attendibili. Solo in presenza di informazioni sui reali livelli di rumore potrà essere fatta una scelta ragionata e veramente ottimizzata. Trattandosi però di giacimenti marginali, in cui i volumi prodotti sono modesti e le operazioni si svolgono senza iniezione di fluidi, si può ipotizzare di realizzare una soluzione modulare, basata sull'installazione delle 3 stazioni suggerite in fase iniziale, con la possibilità di aggiungerne ulteriori nel caso durante le operazioni ci fosse una reale evidenza di sismicità indotta. Per questi motivi si suggerisce, nel quadro di un progetto operativo, l'esecuzione di una fattibilità di dettaglio, per acquisire dati certi sul rumore ambientale locale e per verificare inoltre la fattibilità operativa dell'installazione delle cabine di rilevamento in condizioni di completa sicurezza.

Il presente studio è stato realizzato da Isamgeo Italia srl in collaborazione con realltime seismic sas.

Angera, 19 giugno 2019

ISAMGEO ITALIA SRL
Via Arno 1 - 21021 Angera - VA - Italy
Registro Imprese VA
Cod. Fisc. e P.IVA 03170720126
e-mail: isamgeoitalia@legalmail.it

Alessandro Brovelli
Amministratore Unico,
Isamgeo Italia



6. Riferimenti bibliografici

AleAnna Resources (2017). Istanza di Concessione di Coltivazione denominata “TRAVA” derivante dal permesso di ricerca “Corte dei Signori”. Relazione Tecnica. pp 71.

Anderson J.G., Hough S. (1984). A model for the shape of Fourier amplitude spectrum of acceleration at high frequencies, *Bull. seism. Soc. Am.*, 74, 1969-1994.

Brune, J. N. (1970): Tectonic stress and the spectra of seismic shear waves from earthquakes., *J. Geophysical Res.*, 75, 4997-5009.

Brune, J. N. (1971): Correction, *J. Geophysical Res.*, 76, 5002.

Carannante S., Argnani A., Massa M., D'Alema E., Lovati S., Moretti M., Cattaneo M., Augliera P. (2015). The May 20 (MW 6.1) and 29 (MW 6.0), 2012, Emilia (Po Plain, northern Italy) earthquakes: New seismotectonic implications from subsurface geology and high-quality hypocenter location, *Tectonophysics*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.tecto.2015.05.015>

Carannante, S., D'Alema, E., Lovati, S., Massa, M., Augliera, P., Franceschina, Gianlorenzo, G. (2017): Feasibility study for the microseismic monitoring of the natural gas reservoir of “Sant’Alberto” (Po Plain, Italy). *Annals of Geophysics*, 60, 2.

Castro, R. R., Pacor, F., Puglia, R., Ameri, G., Letort, J., Massa, M. & L. Luzi (2013). The 2012 May 20 and 29, Emilia earthquakes (Northern Italy) and the main aftershocks : S-wave attenuation, acceleration source functions and site effects, *Geophys. J. Int.*, 195, 1, 597-611, doi: 10.1093/gji/ggt245

D'Alessandro, A., Luzio, D., D'Anna, G., Mangano G. (2010): Valutazione della performance di localizzazione della RSNC-INGV tramite simulazione numerica. *Quaderni di Geofisica*, 83, 31 pp.

Hanks T.C. e Kanamori H. (1979). A moment magnitude scale, *J. Geophysical Res.*, 84, 2348-2350.

INGV 2015a. Studio di fattibilità per la realizzazione della rete di monitoraggio microsismico del giacimento di Sant’Andrea (TV), 46 pp.

INGV 2015b. Studio di fattibilità per la realizzazione di una rete di monitoraggio microsismico e individuazione di eventuali faglie attive adiacenti o prossime al giacimento di San Pietro in Casale (BO), 49 pp.

Lay, T. e T. C. Wallace (1995). *Modern global seismology*, International Geophysics Series, 58, Academic Press, San Diego (USA), 521 pp.

Luetti, R. e Veronese T. (2006) Piano Strutturale Comunale in Forma Associata Argenta-Migliarino-Ostellato-Portomaggiore-Voghiera, Quadro conoscitivo, Relazione Geologico-Ambientale.

Meletti C. e Valensise G. (2004). Zonazione sismo genetica ZS9 – App.2 al Rapporto Conclusivo.

MiSE-DGS-UNMIG (2014). Ministero dello Sviluppo Economico – Direzione Generale per le Risorse Minerarie ed Energetiche - Gruppo di lavoro CIRM, Indirizzi e linee guida per il monitoraggio della sismicità, delle deformazioni del suolo e delle pressioni di poro nell’ambito delle attività antropiche, Roma, 24/11/2014.