

Accordo Quadro 2017-2022

MiSE, Regione Basilicata, INGV, ENI

Report Finale

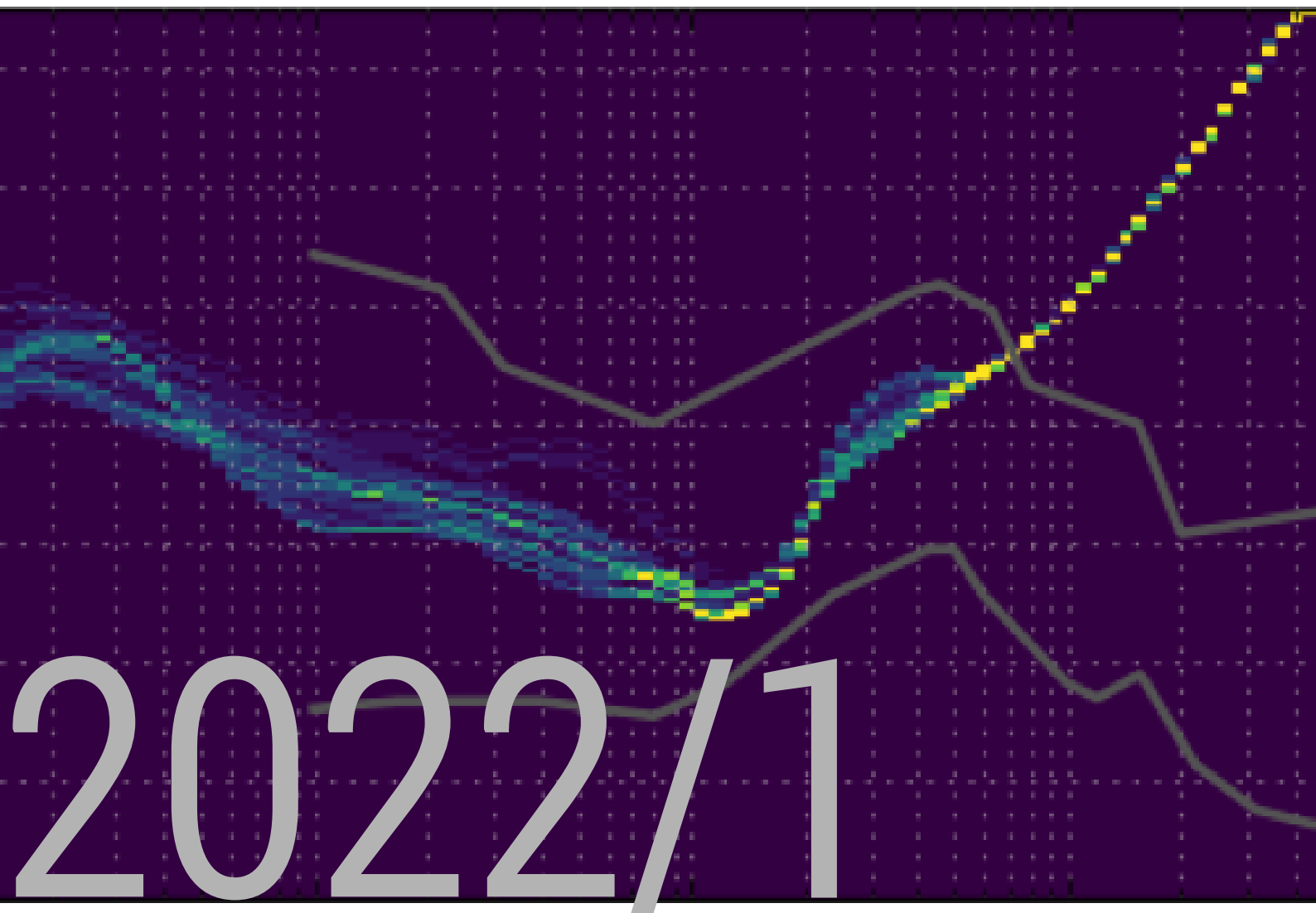
PROGETTO DI MONITORAGGIO CONCESSIONE VAL D'AGRI

Responsabili di Progetto: Thomas Braun e Stefania Danesi

Autori: T. Braun, S. Danesi, L. Anderlini, M. Buttinelli, M. Caciagli, M. Errico, D. Famiani, M. Polcari,

M. Vassallo e G. Zerbinato

Redazione: M. Errico



2022/1



1	PREMESSA: IL PROGETTO DI MONITORAGGIO DELLA CONCESSIONE VAL D'AGRI: CRONOLOGIA E CONTESTO DI RELAZIONE TRA SOGGETTI COINVOLTI	5
2	REPORT DI ATTIVITÀ	8
2.1	TRASFERIMENTO DATI PREGRESSI DA ENI A INGV	8
2.2	TRASFERIMENTO DATI PREGRESSI DA INGV A DGISSEG	9
2.3	ACQUISIZIONE E ARCHIVIAZIONE DATI	9
2.4	MIGLIORAMENTO DELLE PERFORMANCE DEL SISTEMA DI ACQUISIZIONE CMS	9
3	VALIDAZIONE RETE SISMICA	13
3.1	SOGLIE DI DETEZIONE DALLO STUDIO DEL RUMORE SISMICO AMBIENTALE	13
3.2	SOGLIE DI DETEZIONE DALL'ANALISI DI EVENTI SISMICI	20
4	VALIDAZIONE RETE GPS	27
5	ANALISI DATI SISMICI	32
5.1	Log Book	32
5.2	ANALISI DELLA SISMICITÀ LOCALIZZATA DALLA SPM	32
5.2.1	Domini Interno ed Estesio: 01 Settembre 2021 - 15 Marzo 2022	32
5.2.2	Dominio di riferimento intorno al pozzo di reiniezione CM2	35
5.2.3	Sequenza nei Comuni di Villa d'Agri-Marsicovetere	37
5.3	COMMENTI SUL CALCOLO DELLA PROFONDITÀ IPOCENTRALE	39
5.4	COMMENTI SULL'IMPLEMENTAZIONE DI NonLinLoc NEL MONITORAGGIO SISMICO	41
6	ANALISI DATI DEFORMAZIONE DEL SUOLO	45
6.1	ANALISI DATI GPS	45
6.1.1	Analisi della qualità del dato	45
6.1.2	Elaborazione del dato	48
6.1.3	Serie temporali di spostamento	50
6.1.4	Campo di velocità	53
6.1.5	Considerazioni finali	57
6.2	DATI INSAR	59
6.2.1	Introduzione	59
6.2.2	Dati e Metodi	59
6.2.3	Risultati	60
6.3	CONFRONTO INSAR-GPS	61
7	ANALISI DATI DI PRESSIONE E PORTATA	64
7.1	COMMENTI SU CORRELAZIONI TRA SISMICITÀ E REINIEZIONE DI ACQUE DI STRATO	64
7.2	COMMENTI SULLA SISMICITÀ REGISTRATA IN VAL D'AGRI	65
7.3	PORTATA DI VOLUME/PRESSIONI DEI FLUIDI REINIETTATI – SAMPLING RATE	67
7.4	PORTATA DI VOLUME/PRESSIONI DEI FLUIDI RE-INIETTATI DAL 2006 AD OGGI	71
7.5	PORTATA DI VOLUME/PRESSIONI DEI FLUIDI RE-INIETTATI A PARTIRE DAL 01/10/2018	74
8	ATTIVITÀ DI RICERCA FINALIZZATA AL MONITORAGGIO	77
8.1	RISULTATI PRELIMINARI	79
8.2	PROBLEMI APERTI E SVILUPPI FUTURI DELLE ATTIVITÀ	83
9	COMUNICAZIONE E DISSEMINAZIONE	85
10	CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	87
	APPENDICE A	90
	APPENDICE B	94
	GLOSSARIO	131
	BIBLIOGRAFIA	133

ELENCO DELLE FIGURE	136
ELENCO DELLE TABELLE	141

Accordo Quadro 2017-2022
MiSE, Regione Basilicata, INGV, ENI

PROGETTO DI MONITORAGGIO CONCESSIONE
VAL D'AGRI
Report finale

Thomas Braun^{2,3}, Stefania Danesi¹, Letizia Anderlini¹, Mauro Buttinelli³,
Marco Caciagli^{1,2}, Maddalena Errico¹, Daniela Famiani³, Maurizio
Vassallo³, Giampaolo Zerbinato¹

¹ INGV, Sezione di Bologna, Italia; ² INGV, Osservatorio Sismologico Arezzo Italia;

³ INGV, Sezione di Roma 1, Italia.

05/04/2022

1 Premessa: Il Progetto di Monitoraggio della Concessione Val d'Agri: cronologia e contesto di relazione tra soggetti coinvolti

La presente relazione intende descrivere le attività di avanzamento del Progetto di Monitoraggio che l'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) è designato a svolgere in conformità agli Indirizzi e Linee Guida per il Monitoraggio della sismicità delle deformazioni del Suolo e delle pressioni di poro nell'ambito delle attività antropiche (ILG) nell'area di concessione della Val d'Agri.

Per completezza si ripercorre la cronologia essenziale:

- In data 25/01/2017 è stato sottoscritto l'Accordo Quadro (AQ Rep n. 28) tra il Ministero dello Sviluppo Economico (MiSE), Regione Basilicata (RB) e INGV nel quale INGV viene nominato Struttura Preposta al Monitoraggio (SPM) da intendersi come da ILG. Il suddetto AQ veniva firmato da ENI S.p.A. per accettazione.

- In data 26/05/2017 si è tenuta la riunione di insediamento del Comitato presso il MiSE, presenti i rappresentanti di MiSE, RB, INGV ed ENI.
- In data 16/06/2017 INGV ha trasmesso ai membri del Comitato il Documento Tecnico Allegato 1 (Allegato_DTA1 PGU n. 7696) che definisce le modalità di esecuzione del Progetto di Monitoraggio e sulla base del quale viene definita una valutazione economica.
- In data 29/11/2017 la Commissione per gli Idrocarburi e le Risorse Minerarie (CIRM) del MiSE ha approvato la valutazione economica redatta da INGV in qualità di SPM (prot. MISE 0030381 del 22/12/2017).
- In data 06/12/2017, con DGR n. 1330, RB ha approvato l'Addendum al suddetto AQ di cui diventa parte integrante.
- In data 27/06/2018 il Comitato ha approvato e sottoscritto il Regolamento di Funzionamento del Comitato e il Protocollo di Trasmissione Dati.
- In data 8/11/2018 la RB ha trasmesso il Protocollo d'Intesa che regola i rapporti tra RB e INGV in relazione al trasferimento di risorse finanziarie previste per l'attuazione dell'AQ, sottoscritto e repertoriato al n. REP. 886.
- In data 26/04/2019, in concomitanza con la data del primo trasferimento di fondi da RB a INGV, in accordo con quanto concordato in seno al Comitato in data 27/06/2018, ha formalmente inizio la sperimentazione.
- In data 30/01/2020 con nota di Prot. n. U0002136 il MiSE ha espresso parere favorevole alla proroga dell'Accordo Quadro, ritenendo altresì opportuno estenderla fino al 25/04/2022 per assicurare continuità alle necessarie attività di monitoraggio.
- In data 30/03/2020 con nota di Prot. n. INGV 0003997, INGV ha recepito la proroga dell'Accordo Quadro fino al 25/04/2022.
- In data 19/03/2021 con nota di Prot. ATIM prot.12/MM Eni SpA ha presentato richiesta di proroga del termine di adeguamento e implementazione delle reti di monitoraggio, per ragioni documentate e cause di forza maggiore.
- In data 16/03/2021 con nota Prot. n. 4285 il MiTE ha richiesto a INGV la documentazione per la valutazione economica relativa al terzo anno di sperimentazione dei monitoraggi della sismicità, delle deformazioni del suolo e delle pressioni di poro nella concessione di coltivazione Val d'Agri.
- In data 29/03/2021 con nota di Prot. n. 5297/2021 INGV ha trasmesso la documentazione richiesta per la valutazione economica relativa al terzo anno di sperimentazione
- In data 29/03/2021 sono formalmente iniziati i turni di reperibilità presso la Sala di Monitoraggio del CMS per la sorveglianza sismica delle aree di concessione.

- In data 26/04/2021 scade il termine dei primi 24 mesi di sperimentazione; Regione Basilicata recepisce la richiesta Eni (RU 9751.U.26-04-2021.13:06.23AB)
- In data 14/07/2021, nell'ambito della Riunione del Comitato, si concorda per la proroga della sperimentazione fino al 25/04/2022 (come l'AQ) e si dà mandato a Regione Basilicata, Eni, INGV per la definizione degli accordi.
- In data 16/02/2022, nell'ambito della riunione di Comitato, il MITE propone l'unificazione dei Comitati per il monitoraggio delle concessioni attigue Val d'Agri e Gorgoglione, e la stipula di un Accordo Quadro congiunto. Le parti presenti confermano la propria disponibilità.
- In data 05/04/2022 con nota di Protocollo PGU n. 0007840 viene trasmessa la DELIBERA N. 59/2022 del CdA INGV avente come oggetto PROTOCOLLO D'INTESA ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA E REGIONE BASILICATA.

2 Report di attività

2.1 Trasferimento dati pregressi da ENI a INGV

Come stabilito nel Protocollo di Trasmissione Dati, il volume completo di informazioni viene regolarmente trasmesso da ENI a INGV e i gruppi di analisi lavorano in modo collaborativo.

Data	Evento
14 Giugno 2019	Consegna Hard Disk dati Eni Val d'Agri Gen-Mag 2019
20 Giugno 2019	Restituzione Hard Disk dati Eni Gen-Mag 2019
11 Settembre 2019	Richiesta INGV a Solgeo di aprire l'accesso ai dati anche all'IP della macchina Spok (193.204.89.188) per acquisizione ridondante
26 Settembre 2019	Richiesta INGV a Solgeo di intervento per problemi tecnici di acquisizione: da questa data entrambe le macchine (Spok e Startrek) acquisiscono regolarmente
11 Ottobre 2019	Consegna Hard Disk dati Eni Val d'Agri Giu-Ago 2019
16 Ottobre 2019	Consegna dei dati 2019 di pressioni di testa pozzo e di portata del Costa Molina 2
13 Novembre 2019	Consegna Hard Disk dati Eni Val d'Agri Sett-Ott 2019
14 Febbraio 2020	Consegna dati sismici, GPS, InSar Nov-Dic 2019 durante incontro presso ENI
29 Giugno 2020	Trasmissione dati di produzione per pozzo
4 Febbraio 2021	Trasmissione dati RINEX stazioni CGPS Lug - Dic 2020
5 Febbraio 2021	Trasmissione dati SAR da Radarsat 1-2 e Sentinel 1
26 Febbraio 2021	Trasmissione dati ingegneria di dettaglio delle stazioni CGPS in esercizio; Trasmissione dati livelli piezometrici e freaticometrici disponibili nell'area COVA. Trasmissione dati parametri della reiniezione del pozzo Costa Molina 2 (2018-2021)
18 Gennaio 2022	Trasmissione dati CGPS aggiornati al 31/12/2021
Febbraio 2022	Trasmissione stratigrafie piezometri Trasmissione dati LIDAR Trasmissione velocità sismiche per pozzo

	Trasmissione dati geotecnici, stratigrafie, well-logs
10 Marzo 2022	Trasmissione dati InSAR da Radarsat 1-2 e Sentinel 1 fino al 2021
17 Marzo 2022	Trasmissione dati di pressione e portata fino a 15/03/2022
25 Marzo 2022	Trasmissione Linee sismiche 2D (13 stack e 13 migrate)

2.2 Trasferimento dati pregressi da INGV a DGISSEG

In data 04/04/2022, in ottemperanza a quanto previsto all'Art. 7, comma 1 del Protocollo di Trasmissione Dati, INGV ha trasmesso copia dei dati di monitoraggio in formato *raw*.

In particolare sono stati trasmessi:

- Dati sismici, formato standard internazionale *mseed*, delle stazioni della rete VA fino alla data del 15/03/2022.

Al presente Report si allega un foglio di *Transmittal* per il trasferimento dei dati sismici, formato *mseed*, che si chiede gentilmente di restituire firmato.

2.3 Acquisizione e archiviazione dati

L'acquisizione in continuo dei dati sismici procede regolarmente dal 04/03/2020 sul sistema di acquisizione ed elaborazione realizzato presso il Centro di Acquisizione Dati CAD-BO della sede INGV di Bologna.

Dal mese di febbraio 2021, inoltre, è stato realizzato un punto di acquisizione dati parallelo presso la sede INGV di Roma che garantisce il *backup* di un segmento semestrale acquisito in modo completamente indipendente come sistema di *Disaster Recovery*.

Anche in questo caso i dati sono protetti da vincoli di confidenzialità e non vengono archiviati (se non per il periodo di 6 mesi) né elaborati in locale.

2.4 Miglioramento delle performance del sistema di acquisizione CMS

Ai fini del monitoraggio della microsismicità nelle aree di sfruttamento geo-minerario, il CMS ha strutturato una rete sismica integrata costituita da stazioni appartenenti a diverse reti sismiche localizzate nel territorio della Basilicata e Regioni limitrofe. La

rete così costituita ha estensione tale da includere diverse tipologie di ambienti: sono incluse aree a carattere prettamente abitativo, altre lontane da centri urbani, e aree essenzialmente industriali. A titolo di esempio, le stazioni della Rete Sismica Nazionale (RSN), permanenti, e destinate al monitoraggio a scopi di Protezione Civile, sono generalmente installate in contesti tranquilli caratterizzati da basso rumore ambientale; le stazioni delle reti votate al monitoraggio della microsismicità locale, che devono soddisfare requisiti geometrici di interdistanza dettati *a priori* dagli ILG, possono trovarsi invece in contesti urbani o industriali, il che rende il segnale sismico generalmente più rumoroso.

Partendo da questo assunto, è stato necessario calibrare le impostazioni del sistema automatico di acquisizione e *processing* della rete integrata CMS legate alla identificazione degli eventi sismici (*detection*) per migliorare la capacità di detezione della rete e aumentare il rapporto giornaliero tra eventi reali e falsi positivi tra quelli automaticamente identificati dal sistema. Il CMS si serve dei moduli *scautopick* e *scanloc* inclusi nel pacchetto SeisComP, distribuito da GEMPA, per la *detection* e localizzazione automatica degli eventi in *real-time*. Tutti gli eventi così identificati vengono manualmente rivisti da un operatore.

I parametri più significativi per la calibrazione del sistema controllano l'identificazione di arrivi di onde sismiche e, successivamente, il riconoscimento degli stessi arrivi su diverse stazioni, con conseguente definizione di un evento a cui vengono associate tutte le fasi riconosciute.

E' evidente che il processo di ottimizzazione di questi algoritmi dipende strettamente da (i) le caratteristiche strumentali di ogni rete sismica e (ii) le caratteristiche della sismicità locale. Inizialmente si è scelto di procedere ad una analisi *off-line* su uno specifico *dataset* che includesse eventi rappresentativi dei target del monitoraggio. I principali risultati dell'analisi *off-line* hanno consentito di appurare quali fossero i parametri più sensibili del sistema di *detection* e di trovare i valori migliori da attribuire a ciascuno di essi per migliorare la capacità di detezione della micro-sismicità dell'area oggetto del monitoraggio CMS.

Il miglioramento dei parametri di *detection* legati all'*auto-picking* delle fasi P ed S di eventi locali ha infatti consentito di aumentare il numero di *picks* associati a ciascun evento abbassando la soglia di magnitudo di detezione e migliorando la copertura delle aree ai bordi del dominio di monitoraggio (e.g. sequenza localizzata vicino al lago Pertusillo). Aumentando il numero di *picks* per ogni evento è stato possibile regolare anche il valore dello *score* che definisce il numero minimo di *picks* richiesti per riconoscere un evento.

Questo processo di calibrazione, molto complesso, ha permesso di arricchire il database di eventi sismici giornalieri, anche di difficile individuazione perché piccoli o periferici, nonché di scartare numerosi falsi eventi.

Un'altra importante problematica è legata alla temporizzazione delle tracce in ingresso nel sistema di acquisizione ed al metodo utilizzato per il processo di creazione di un'*origine*. Infatti la rete integrata CMS acquisisce segnali sismici da diversi *provider* attraverso canali di trasmissione differenti. Sono tutt'altro che rare le possibilità di ritardi nella trasmissione dei dati che vanno dai secondi (sistematici e più frequenti) ai giorni (meno frequenti) per diverse ragioni e questo incide negativamente sull'efficienza del sistema automatico di *detection*. Il metodo su cui si basa il sistema per la creazione automatica di un evento sismico è fondato sul principio di *clustering* spaziale (DBSCAN – Ester et al., 1996) che analizza finestre comuni di segnale ricevuto in *real-time* per tutte le stazioni della rete. Durante l'esecuzione, l'algoritmo considera solo i segnali provenienti da stazioni che nell'arco di un *buffer* temporale contengono un *pick*, effettuando conseguentemente un'operazione di *clustering* spaziale che permette di valutare se generare una origine che sarà eventualmente convertita in evento. Qualora ci fossero segnali ricevuti con ritardi superiori al *buffer* temporale utilizzato dall'algoritmo, il contributo di tali segnali ai fini della *detection* sarebbe nullo causando un peggioramento delle *performance* della rete. L'individuazione del problema da parte degli operatori del CMS è stata possibile attraverso una comparazione tra l'analisi *real-time* e vari test *off-line* eseguiti a posteriori. Una volta compresa l'origine del problema, l'algoritmo di *clustering* è stato opportunamente modificato, svincolando il sistema dalla dipendenza temporale per la creazione di *cluster* di eventi nell'analisi *real-time*.

In conclusione, il sistema di monitoraggio del CMS ha registrato un significativo miglioramento in seguito alle modifiche apportate conseguentemente ad una fase di revisione delle *performance* della rete, che si è concretizzato nell'abbassamento della soglia di detezione della rete e la sensibile riduzione del numero di falsi eventi (Tabella *Detection*).

Su un totale di 277 eventi reali individuati nell'arco dei quattro mesi considerati è possibile fare le seguenti osservazioni: considerata una media di quasi 3 eventi giornalieri identificati, il 37,5% appartiene ai due mesi precedenti e il 62,5% ai due mesi successivi l'ottimizzazione dei parametri di *detection*. Per quanto riguarda invece le *detection* automatiche, si passa dal 63% al 37% del totale.

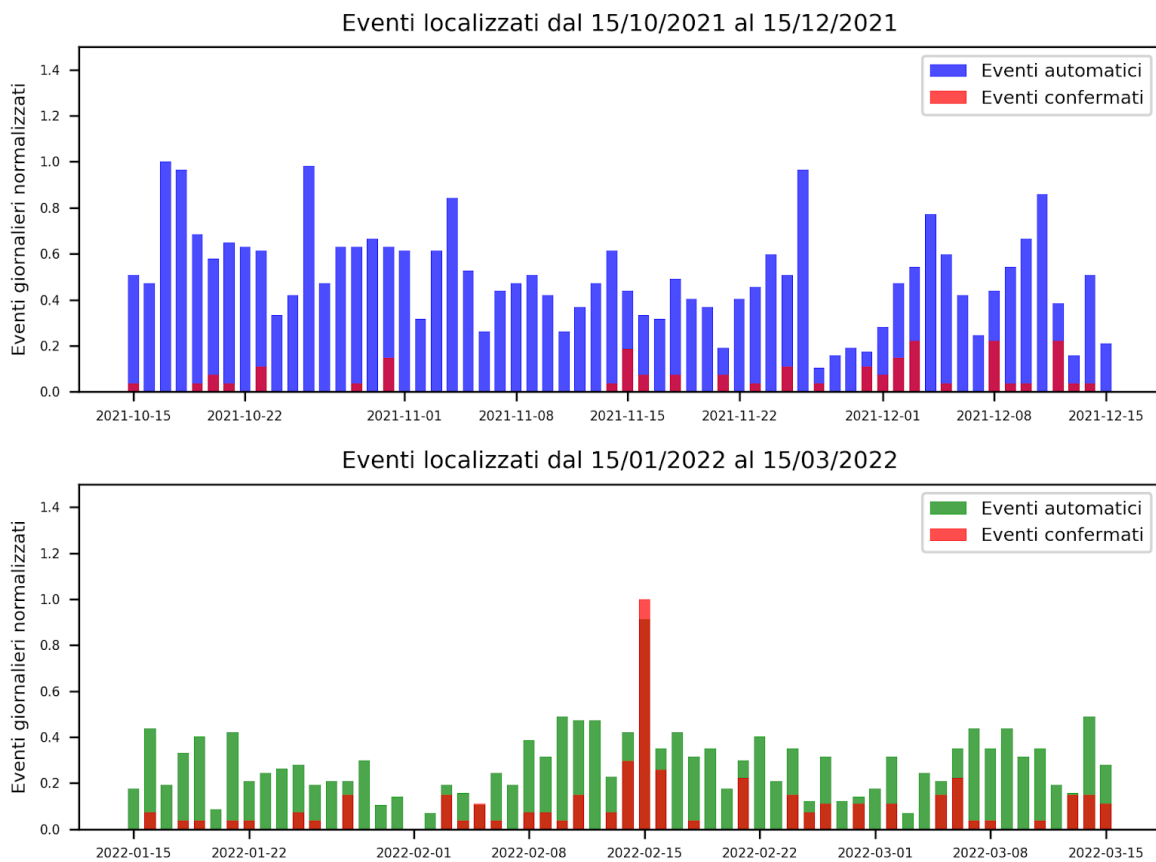


Figura 2.1. Istogrammi raffiguranti il confronto tra il numero di *detection* giornaliere identificate automaticamente dal sistema (barre blu nel riquadro in alto e verdi in basso) e di quelle considerate dall'operatore CMS come eventi reali (barre rosse). I riquadri in alto ed in basso mostrano rispettivamente le statistiche normalizzate (min-max) calcolate per un intervallo di due mesi prima e due mesi dopo che venissero apportate le migliorie al sistema automatico di *detection*. Si osserva una conseguente significativa diminuzione delle *detection* automatiche e un sensibile aumento degli eventi individuati.

3 Validazione rete sismica

3.1 Soglie di detezione dallo studio del rumore sismico ambientale

Il rumore sismico registrato dalle differenti stazioni operanti in Sud Italia nell'area della Val d'Agri, fornisce uno strumento utile per ricavare informazioni sullo stato di salute delle stazioni stesse e sulle loro prestazioni in termini di rilevabilità di eventi sismici di piccola magnitudo. Il livello di rumore registrato ad una stazione viene quantificato dalla densità spettrale di potenza del segnale sismico *Power Spectral Density* (PSD). A partire dalle stime di PSD calcolate su molte finestre temporali, come accade per le stazioni relative a reti sismiche permanenti, vengono effettuate analisi statistiche volte alla definizione della funzione densità di probabilità *Probability Density Function* (PDF) dalla quale è possibile ricavare livelli di rumore spettrali caratteristici (percentili, modali) per la stazione.

I dati acquisiti in modalità continua dalle stazioni utilizzate dal CMS in Val d'Agri vengono analizzati attraverso una procedura automatica che calcola le curve di PSD sui dati acquisiti nel giorno precedente e ricava, da tutte le curve spettrali disponibili, le relative PDF. L'analisi è estesa a tutte le stazioni operanti nell'area e a tutte le componenti. I *software* che effettuano queste analisi automatiche utilizzano le routine Obspy (Krischer et al., 2015) basate sul metodo di Cooley e Tukey (1965) per la stima delle PSD e sul metodo proposto da McNamara e Buland (2004) per la stima delle PDF.

Abbiamo utilizzato le PDF relative alle diverse stazioni operanti in Val d'Agri e Tempa Rossa per valutare le prestazioni dell'intera rete sismica in termini di soglie di detezione, cioè in termini di magnitudo minima che un terremoto deve avere affinché possa essere rilevato e ben localizzato sfruttando i dati acquisiti dalle stazioni della rete.

Per stimare le soglie di detezione abbiamo seguito un approccio indiretto basato sul confronto del livello di rumore registrato alle stazioni sismiche con gli spettri teorici associati a modelli di rottura per piccoli terremoti (Vassallo et al., 2012; McNamara et al., 2004; Marzorati e Bindi, 2006). E' stato utilizzato il modello di sorgente di Brune (Brune, 1970) in un mezzo omogeneo per rappresentare gli spettri di ampiezza delle fasi P e S per terremoti di momento sismico fissato e posizionati ad una fissata distanza ipocentrale dalle stazioni. Lo spettro di Brune viene calcolato dopo aver definito i parametri che caratterizzano la sorgente sismica e il mezzo di propagazione come lo *stress-drop*, la densità, le velocità delle onde P e S, l'attenuazione anelastica. In accordo con la letteratura scientifica disponibile e relativa all'area indagata, sono stati adottati i seguenti parametri: stress-drop $\Delta\sigma = 2.0$ MPa (Margheriti e Zollo, 2010; Vassallo et al., 2012), attenuazione $Q = 60$ (Wcislo et al., 2017), $V_p = 5.700$ m/s, $V_s =$

3.000 m/s, densità $\rho = 2.6 \text{ g/cm}^3$ (Improta et al., 2017). Adottando tali parametri, l'ampiezza teorica delle onde P e S dipenderà dalla distanza ipocentrale sorgente-ricevitore, cioè dalla posizione del terremoto rispetto alle stazioni, oltre che dal livello di rumore che caratterizza le stazioni della rete.

Al fine di indagare la dipendenza areale della soglia di deteazione, è stato discretizzato il volume dell'area monitorata ed è stato calcolato il segnale prodotto dalle sorgenti sismiche esplorando diverse posizioni ipocentrali selezionate ai nodi di una griglia cubica regolare di dimensioni $1 \times 1 \times 1 \text{ km}^3$. Per ogni nodo, è stato calcolato la più piccola magnitudo momento che un evento sismico deve avere per essere registrato da almeno cinque stazioni con un rapporto segnale-rumore (SNR) superiore a 5. Il SNR è stato calcolato comparando gli spettri di sorgente con i livelli di rumore nella banda 1-40 Hz relativi al 90° percentile ottenuti dall'analisi statistica delle PSD sia per le componenti verticali che per le componenti orizzontali. Dalle componenti verticali sono state ricavate le soglie di deteazione per le fasi P mentre dall'analisi condotta sulle componenti orizzontali sono state calcolate le soglie di deteazione per le fasi S. I livelli di 90° percentile adottati per la stima del SNR e il numero di stazioni minimo assunto per stimare la rilevabilità di un evento (pari a 5) fornisce una stima robusta della soglia di deteazione che dovrebbe ben approssimare la magnitudo di completezza dell'area (Vassallo et al., 2012).

Nella Figura 3.1 i pannelli a e b, mostrano le mappe delle soglie di deteazione determinate per l'area della Val D'Agri, per le onde P e S rispettivamente. Le mappe si riferiscono alla profondità ipocentrale di 6 km. Le più piccole magnitudo momento rilevabili in qualsiasi punto del DI e del DE della rete VA sono comprese tra $0.8 \div 0.9$ per le onde P e fra $0.4 \div 0.5$ per le onde S. Tuttavia, le mappe mostrano significative variazioni spaziali nei domini VA di circa 0.2 - 0.3 unità in Mw che sono attribuibili alla geometria della rete e ai differenti livelli di rumore registrati dalle stazioni. Nel dettaglio, l'area della concessione VA con la magnitudo di deteazione più bassa corrisponde alla parte sud della DI e DE dove è operativo il maggior numero di stazioni, molte delle quali (quelle più a ovest come MCEL, MARCO, MOLE, SIRI, SARSB, SARCL, SPINS e SPIE) sono caratterizzate da bassi livelli di rumore sia sulla componente verticale che orizzontale.

Per enfatizzare l'effetto della variazione areale del rumore sismico sulla capacità di deteazione della rete, sono state calcolate le soglie di deteazione per le onde P e S che avremmo, se i livelli di rumore per tutte le stazioni fossero uguali a quelli misurati a MONTM (Figura 3.1 c e d, rispettivamente), una stazione caratterizzata da bassi livelli di rumore, e la soglie di deteazione ottenute estendendo il livello di rumore di TR01 (caratterizzata da un livello di rumore elevato) a tutte le stazioni operative nell'area

monitorata (Figura 3.1 e, f). Nel caso delle soglie di detezione con i livelli di rumore di MONTM (Figura 3.1 c,d), la più piccola magnitudo rilevabile è $0.4 \div 0.5$ e $0.5 \div 0.6$ per le onde P all'interno di DI e DE (rispettivamente) e 0 per le onde S all'interno di DI e DE per la concessione VA. Analizzando il rumore di TR01, invece, la magnitudo di soglia minima è pari a $1.0 \div 1.1$ e $0.8 \div 0.9$ per le onde P e S, rispettivamente, all'interno del DI e DE della concessione VA.

Infine, un ulteriore test è stato effettuato cercando di enfatizzare l'importanza di monitorare l'area utilizzando tutte le stazioni operanti (sia pubbliche che proprietarie). In questo ultimo test sono state ricavate le soglie di detezione che avremmo avuto se avessimo utilizzato per il monitoraggio solo le stazioni proprietarie, senza integrare i diversi dati provenienti dalle diverse reti operanti nell'area. I risultati sono mostrati in Figura 3.2. Utilizzando le sole stazioni proprietarie operanti della rete VA nelle diverse concessioni osserviamo un aumento significativo della magnitudo di detezione. Rispetto alle mappe ottenute integrando le diverse stazioni, l'aumento maggiore, in termini di soglie di detezione, raggiunge valori pari a 0.2 per le fasi P e 0.3-0.4 per le fasi S (Figura 3.2 c, d, e, f). Gli aumenti maggiori per la concessione VA vengono osservati nelle aree dove la densità delle stazioni (sia pubbliche che proprietarie) è maggiore (Figura 3.2 c, d).

Figura 3.1. Mappe relative alle soglie di *detection* calcolate per la Val D'Agri: in a) e b) vengono riportate le soglie di detezione per le onde P e per le onde S, rispettivamente, utilizzando i livelli di rumore sismico misurati alle differenti stazioni delle reti utilizzate per il monitoraggio sismico. In c) e d) le soglie di detezione si riferiscono al caso ipotetico in cui è stato esteso a tutte le stazioni lo stesso livello di rumore relativo alla stazione MONTM, una stazione nell'area monitorata caratterizzata da un basso livello di rumore. In e) ed f) le mappe sono state ottenute estendendo i livelli di rumore di TR01 (una stazione particolarmente rumorosa) a tutte le stazioni utilizzate per il monitoraggio sismico dell'area.

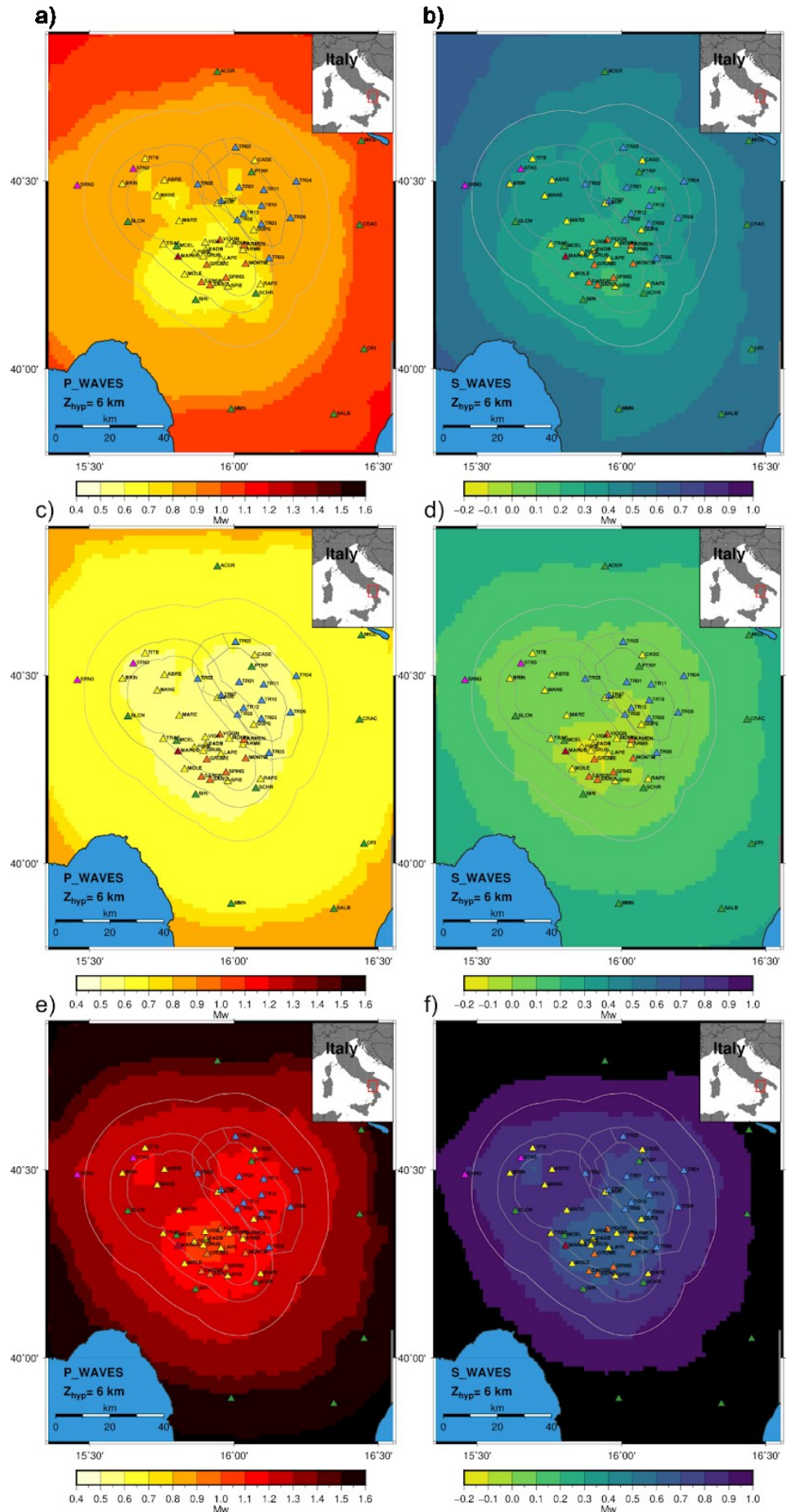


Figura 3.2. Confronto tra le soglie di detezione delle onde P e S ottenute integrando tutte le stazioni presenti nell'area monitorata (a, b) con le soglie ottenute considerando solo le stazioni della rete VA (c, d) e solo le stazioni della rete TP (e, f).

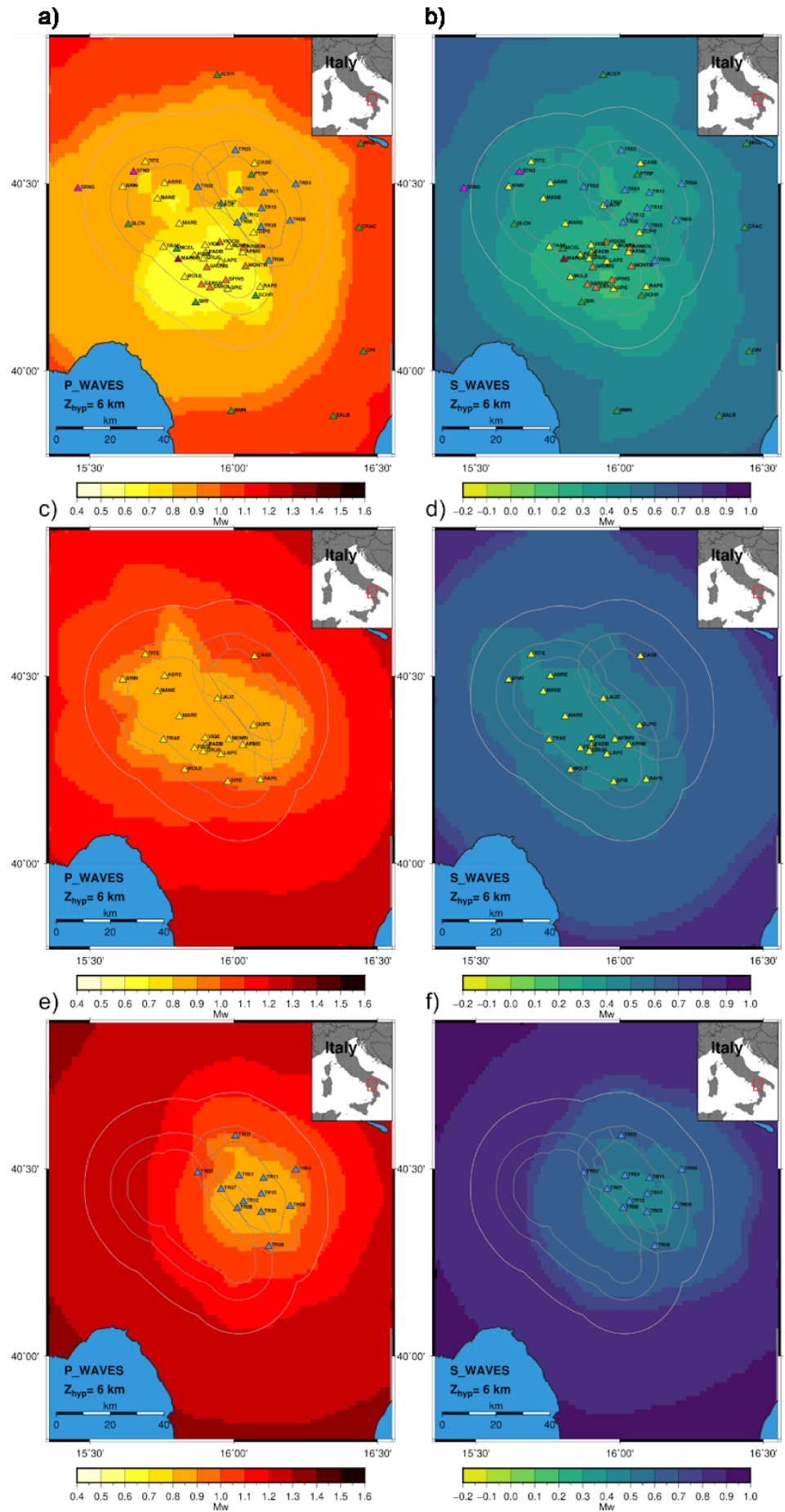
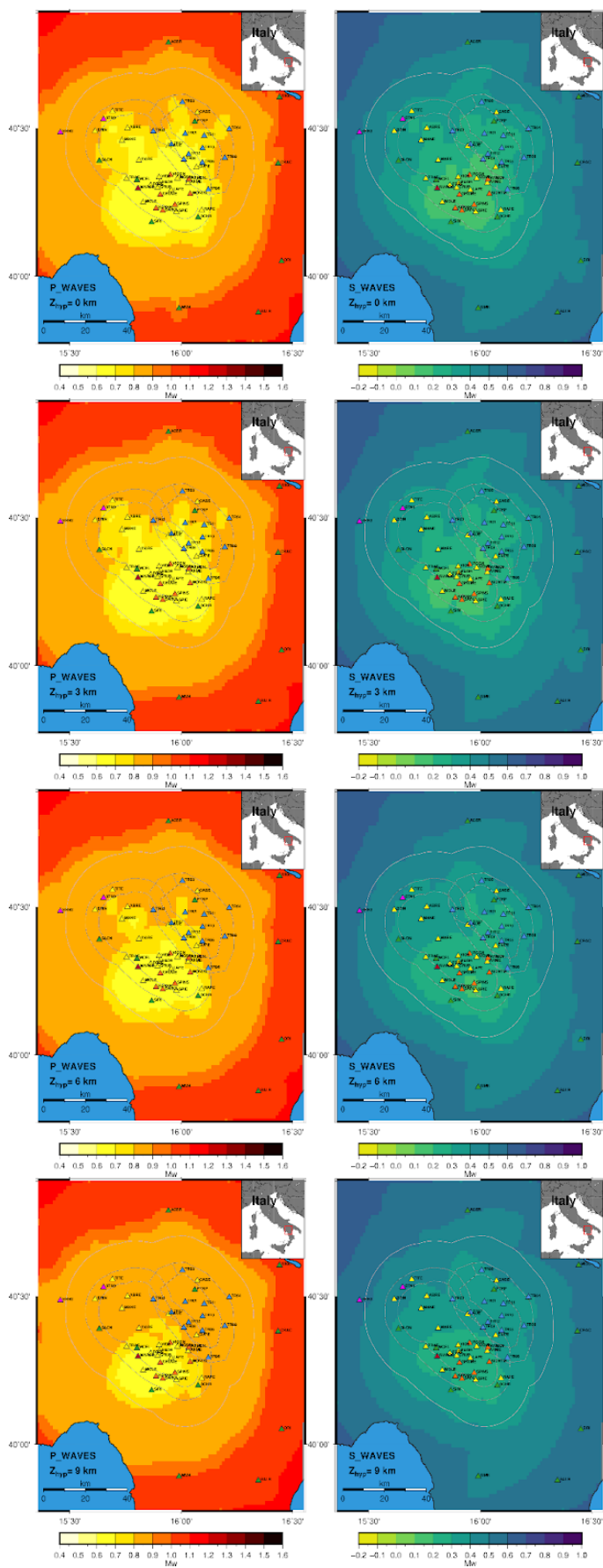


Figura 3.3. Mappe relative alle soglie di detezione delle onde P (a sinistra) e onde S (a destra) ricavate per diverse profondità ipocentrali (riportate in basso a sinistra in ogni sotto-figura).



Tutti i risultati sulle soglie di detezione fin qui discussi sono stati ottenuti utilizzando la profondità ipocentrale di 6 km, ma le conclusioni sono generalizzabili a diverse profondità di interesse in quanto le soglie di detezione non sono molto influenzate dalla profondità ipocentrale (Figura 3.3). Infatti, nell'intervallo di profondità in cui si concentra la sismicità dell'area (nei primi 12 km di profondità, Improta 2017), si osservano variazioni dell'ordine di 0.1 in termini di magnitudo di detezione sia per le fasi P che per le fasi S.

Occorre ribadire che le stime di detezione ottenute con queste analisi sono in termini di magnitudo momento M_w che rappresenta l'energia associata ai terremoti di piccola magnitudo modellati attraverso lo spettro di sorgente nell'analisi proposta. Per poter confrontare le soglie di detezione con le magnitudo di completezza dei cataloghi dei terremoti fino ad ora individuati e localizzati nei domini DI e DE della concessione VA, è necessario convertire in magnitudo momento le stime di magnitudo di completezza ricavate in termini di ML. Poiché in letteratura non sono disponibili relazioni che collegano M_w con ML per l'area di indagine, per una conversione di questo tipo si può sfruttare la legge M_w vs ML proposta nel lavoro Zollo et al. (2014) che è stata ricavata per micro-terremoti relativi all'Appennino Campano-Lucano e rilevati/localizzati utilizzando i dati provenienti dalla rete sismica ISNet (Irpinia Seismic Network). Gli autori ricavano la seguente relazione fra M_w e ML:

$$M_w = 0.74 (\pm 0.01) ML_{INGV} + 0.66 (\pm 0.02).$$

valida per terremoti caratterizzati da ML compresa tra 0.1 e 3.4. Utilizzando tale relazione si ricava che per eventi con $ML < 2.5$, la magnitudo locale sottostima la magnitudo momento con differenze che aumentano al diminuire dell'energia del terremoto. Considerando che

$$ML_{ISNet} = 0.92 ML_{INGV} + 0.28$$

(Bobbio et al., 2009) è possibile ricavare i valori di M_w corrispondenti alle magnitudo di completezza ricavate per il DI e per il DE della concessione VA. Apportando le conversioni sopra riportate, si ricava che al valore $M_c=0.1$ relativo al DI di VA corrisponde un valore di M_w pari a 0.9 ($ML_{ISNet}=0.37$) e al valore di $M_c=0.2$ per il DE corrisponde un valore di M_w pari a 1.0 ($ML_{ISNet}=0.47$), valori in buon accordo con le soglie di detezione calcolate che forniscono una stima di M_w compresa fra 0.8÷0.9 sia per il DI che il DE della rete VA.

3.2 Soglie di detezione dall'analisi di eventi sismici

All'art. 5.3 gli ILG prevedono che "Dopo due anni consecutivi di attività, la SPM valuterà le prestazioni della rete di monitoraggio ed eventuali criticità del sistema di analisi ed elaborazione dei dati adottato".

In particolare:

- "1. nel dominio interno di rilevazione, rilevare e localizzare i terremoti a partire da magnitudo locale $0 \leq ML \leq 1$ e con incertezza nella localizzazione dell'ipocentro di alcune centinaia di metri;
2. nel dominio esteso di rilevazione, migliorare di circa 1 unità il livello di magnitudo di completezza delle rilevazioni effettuate dalle reti nazionali o regionali che svolgono servizio di monitoraggio sismico per finalità di protezione civile a livello nazionale o regionale, con incertezza nella localizzazione dell'ipocentro contenuta entro circa 1 km;
3. determinare l'accelerazione e la velocità del moto del suolo provocata da eventuali terremoti (deboli e forti) presso i punti di misurazione;
4. integrarsi opportunamente con le reti di monitoraggio esistenti (ovvero: rete nazionale, reti regionali e ulteriori eventuali reti locali) al fine di migliorare l'accuratezza e la completezza della rilevazione della sismicità."

In primo luogo si sottolinea che, in accordo con quanto disposto all'art 5.3 punto 4 degli ILG, la SPM acquisisce in tempo reale presso la Sala di Monitoraggio del CMS i dati in continuo di tutte le reti pubbliche e proprietarie presenti nell'area.

Il monitoraggio sismico può contare su una rete integrata che vede alla data attuale 20 stazioni della rete VA (di cui una, PADH, in pozzo) a cui si aggiungono 37 stazioni di altre reti (pubbliche e private) per un totale di 57 siti i cui dati vengono regolarmente acquisiti in *real time* presso il CAD-BO (Appendice B).

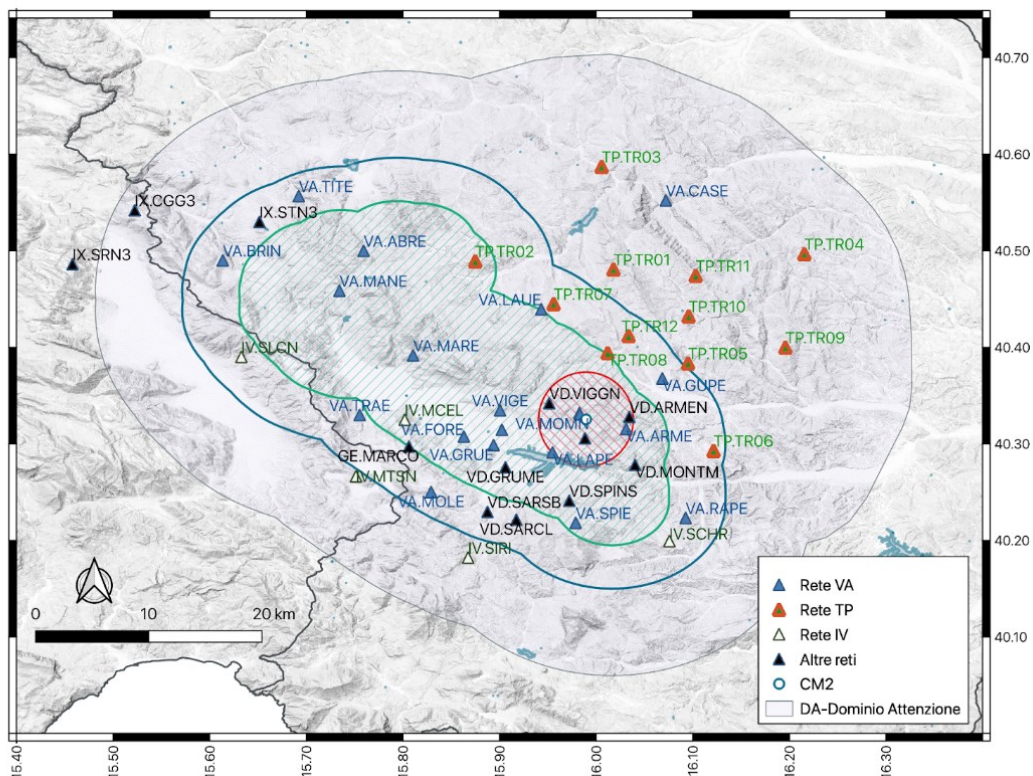


Figura 3.4. Mappa delle stazioni sismiche attive nell'area in esame, i cui dati sono acquisiti in *real-time* presso il Centro Acquisizione Dati di Bologna. In blu le stazioni della rete VA (Eni spa); in rosso/verde le stazioni della rete TP, (Total spa); in bianco/nero le stazioni della Rete Sismica nazionale IV (INGV); in nero le stazioni di altre reti pubbliche (GFZ, CNR, ISNet). I perimetri dei Domini Interno, Esteso, di Attenzione e di Riferimento intorno al pozzo di reiniezione Costa Molina 2 (CM2) sono delimitati rispettivamente in verde, blu, grigio e rosso.

In riferimento all'art. 5.3, punti 1 e 2, in Figura 3.5 sono mostrate le curve di distribuzione Gutenberg-Richter relative agli eventi localizzati dalla Sala di Monitoraggio CMS dal 01/04/2020 al 15/03/2022.

Il bollettino completo/semestrale degli eventi (fino al 15/03/2022) è riportato in Appendice B.

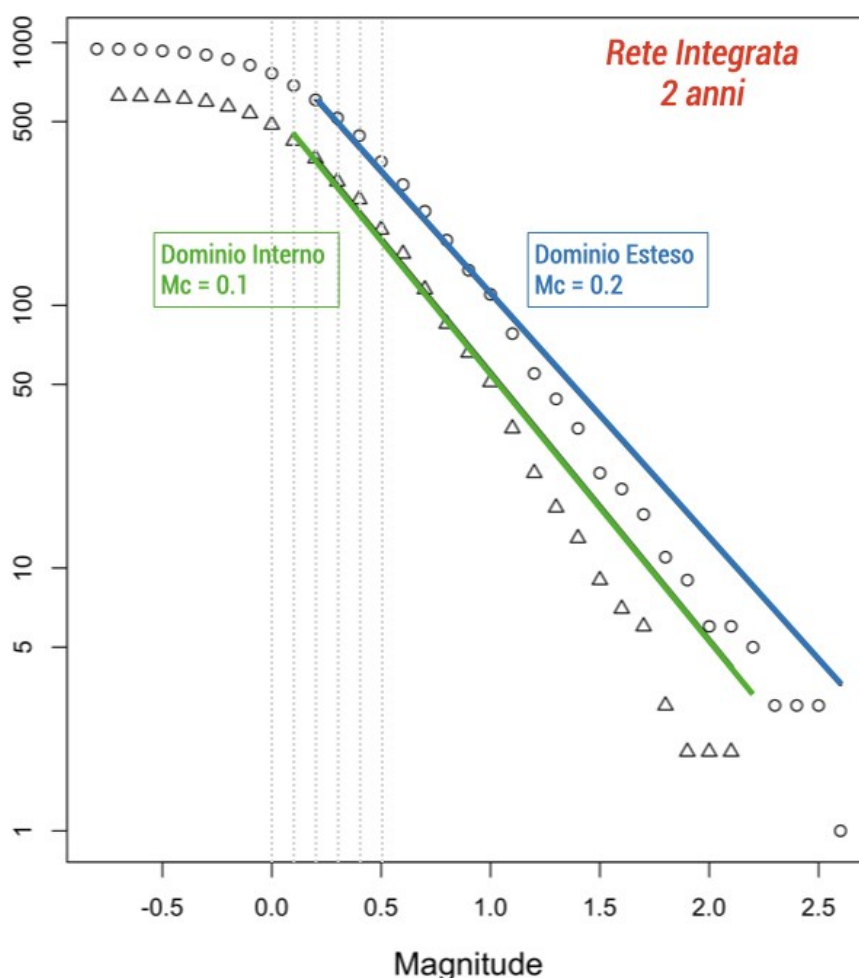
Secondo la legge di Gutenberg-Richter (GR), la magnitudo di eventi che avvengono in un certo intervallo di tempo, in una certa area, segue una distribuzione (Gutenberg e Richter, 1944) che approssima la nota relazione logaritmica

$$\text{Log } N(m) = a - bm$$

dove $N(m)$ è il numero di terremoti di magnitudo $M \geq m$, b è un parametro di scala e a è una costante.

Distribuzione Gutenberg-Richter
eventi localizzati dal 01/04/2020 al 15/03/2022

Figura 3.5. La figura rappresenta la distribuzione GR per gli eventi localizzati dai dati della rete integrata, nell'area della Val d'Agri per il periodo 01/04/2020 - 15/03/2022. In ascissa è riportato l'intervallo di magnitudo analizzato e in ordinata il logaritmo della cumulativa $\text{Log } N(m)$ degli eventi di magnitudo $M > m$. Le distribuzioni degli eventi localizzati all'interno del DI e del DE sono rappresentate rispettivamente con triangoli e cerchi. Le linee verde (DI) e blu (DE) indicano le rette che meglio approssimano le rispettive distribuzioni nell'intervallo di magnitudo $0 \leq ML \leq 1$.



Si noti che, in accordo con quanto previsto dagli ILG art 5.4 - "Configurazione 0", la Sala Sismica del CMS calcola la magnitudo locale secondo la relazione di Bakun e Joyner (1984), in questo Report contrassegnata con la notazione $MLbj$

$$MLbj = \log A + 1.00 \log(R/100) + 0.00301(R - 100) + 3.0$$

A = massima semi-ampiezza della traccia in mm, misurata sulle componenti orizzontali, dopo simulazione di un sismografo Wood-Anderson sintetico

R = distanza ipocentrale in km.

Per il Dominio Interno si ottiene una magnitudo locale di completezza $Mc = 0.1$; per il Dominio Esteso la magnitudo di completezza è $Mc = 0.2$.

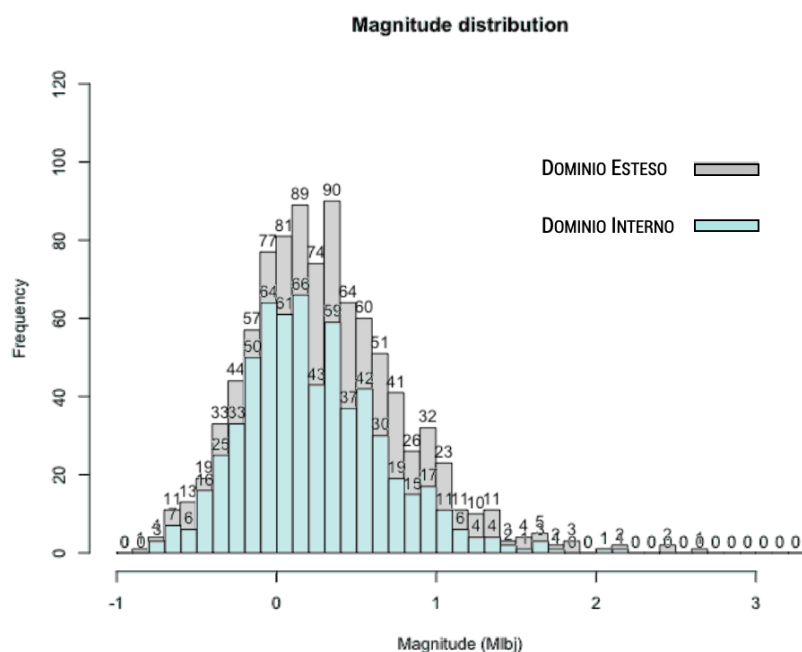
Relativamente alla magnitudo di completezza, la rete integrata così distribuita consente di raggiungere allo stato attuale i requisiti prestazionali previsti dagli ILG §5.3 punti 1 e 2.

La distribuzione dei dati di magnitudo superiore a $ML = 1$ si discosta dalla linearità in modo significativo, perché il periodo in esame è relativamente breve. Maggiore rappresentatività della completezza del catalogo per magnitudo $MLbj > 1$ potrà essere raggiunta quando saranno disponibili pluriennali serie temporali di dati.

La distribuzione statistica delle magnitudo $MLbj$ calcolate è rappresentata in Figura 3.6, per entrambi i Domini Interno (azzurro) ed Esteso (grigio).

In ascissa è riportato l'intervallo di magnitudo $-1.0 \leq MLbj \leq 3.0$, in ordinata il numero di eventi di magnitudo corrispondente (ogni *bin* indica un intervallo di magnitudo di 0.1).

Figura 3.6. Numerosità degli eventi per ogni intervallo 0.1 di magnitudo nell'intervallo $-1.0 \leq MLbj \leq 3.0$. L'istogramma si riferisce agli eventi localizzati nei Domini DI e DE per il periodo 01/04/2020 - 15/03/2022.



Per l'intervallo di tempo in esame (01/04/2020 - 15/03/2022), sono stati complessivamente localizzati 627 eventi nel DI e 945 eventi nel DE; limitatamente al DI, 191 eventi hanno magnitudo $-0.1 \leq MLbj \leq 0.2$; oltre la metà degli eventi (343) hanno magnitudo $-0.2 \leq MLbj \leq 0.4$. In tabella sono elencati alcuni valori statistici significativi per i due domini di monitoraggio:

	Dominio Interno	Dominio Esteso
ML minima	-0.7	-0.8
ML massima	2.2	2.7
ML media	0.28	0.36
ML mediana	0.20	0.30
Standard deviation (della distribuzione)	0.44	0.49

In Figura 3.7 sono confrontate le distribuzioni GR per gli eventi localizzati dalla Sala di Monitoraggio del CMS e dalla Sala di Monitoraggio INGV (in blu e verde rispettivamente) per il periodo 01/04/2020 - 15/03/2022, ricordando che il CMS acquisisce dati dalla rete integrata, INGV solo dalla RSN. Limitatamente al DI, la magnitudo di completezza per il CMS è pari a $Mc=0.1$, per INGV è $Mc=1.3$. Analogamente, considerando il DE, per gli eventi localizzati dal CMS riportiamo $Mc=0.2$, e $Mc=0.9$ per INGV.

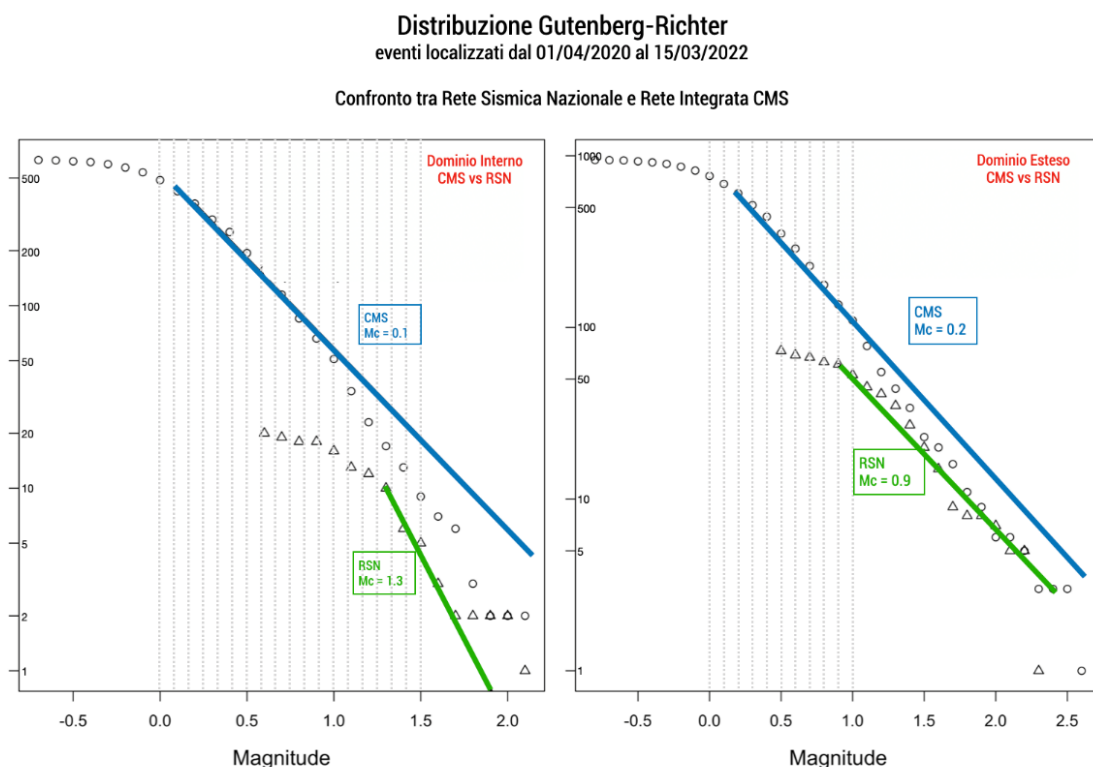


Figura 3.7. La figura rappresenta il confronto tra la distribuzione GR per gli eventi localizzati nei due domini dalla Sala di Monitoraggio CMS con i dati della rete integrata CMS rispetto a quelli localizzati con la sola Rete Sismica Nazionale dalla Sala di Monitoraggio INGV, nell'area della Val d'Agri per il periodo 01/04/2020 - 15/03/2022. In ascissa è riportato l'intervallo di magnitudo analizzato e in ordinata il numero cumulativo in scala logaritmica $\text{Log } N(m)$ degli eventi di magnitudo $M > m$. Le distribuzioni degli eventi localizzati con dati RSN e CMS sono rappresentati con triangoli e cerchi rispettivamente. Le linee verde (RSN) e blu (RSN) indicano le rette che meglio approssimano le rispettive distribuzioni.

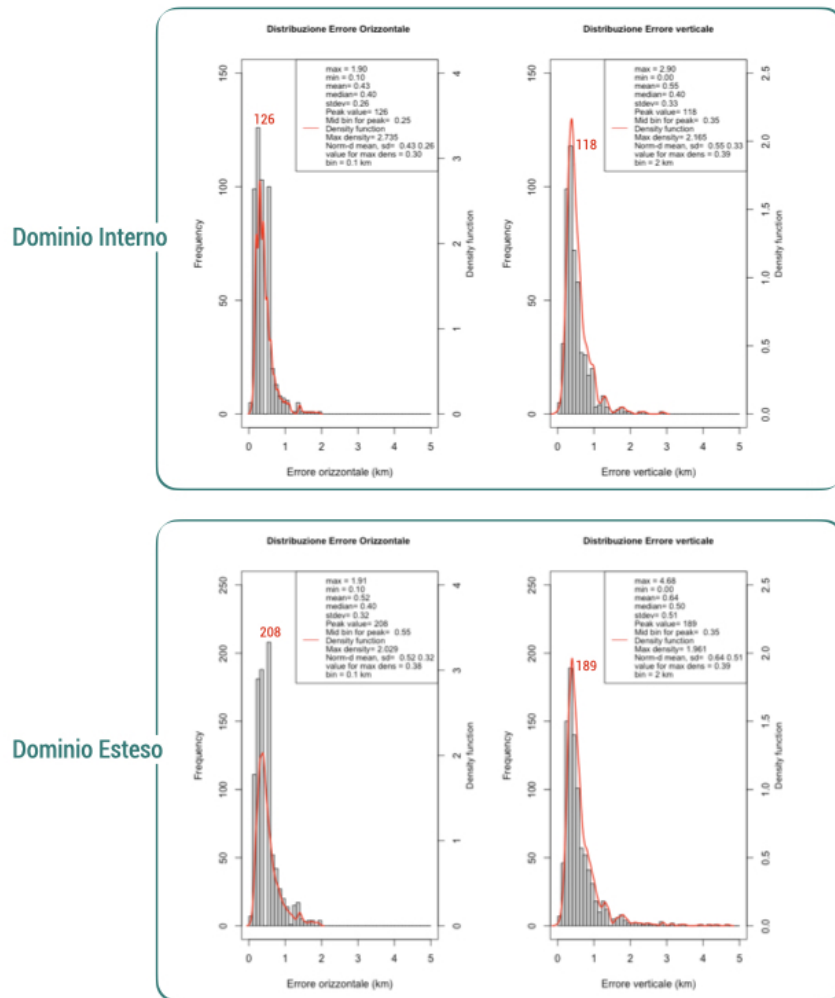
Vale la pena notare che il numero di eventi localizzato dalle due Sale di monitoraggio sismico differisce per oltre un ordine di grandezza, come riportato in Tabella 3.1.

	#eventi localizzati nel DI	#eventi localizzati nel DE	ML minima DI/DE	ML massima DI/DE	Mc
Sala CMS	627	945	-0.7 / -0.8	2.2 / 2.7	0.1 / 0.2
Sala INGV	28	74	0.6 / 0.5	2.2 / 2.4	0.9 / 1.3

Tabella 3.1. Tabella eventi localizzati.

Per quanto concerne la richiesta degli ILG relativamente all'incertezza delle localizzazioni (§5.3 punti 1 e 2), si riporta in figura una rappresentazione della distribuzione degli errori di localizzazione ipocentrale sia per gli eventi localizzati nel DI che per quelli localizzati nel DE.

Figura 3.8. Distribuzione degli errori di localizzazione, orizzontali e verticali, relativamente agli eventi localizzati nel periodo 01/04/2020 - 15/03/2022. Vengono rappresentati gli istogrammi che indicano la frequenza di occorrenza di ogni valore dell'intervallo di errore e le funzioni densità di probabilità in rosso per ogni distribuzione.



Per ciò che concerne gli errori orizzontali di localizzazione, si noti che solo un numero molto esiguo di eventi viene localizzato con un'incertezza orizzontale superiore a 1 km. La funzione di densità di probabilità è centrata intorno al valore di incertezza orizzontale 0.30 per il DI e 0.38 km per il DE con rispettive deviazioni standard di 0.26 km e 0.32 km. La media e la mediana della distribuzione sono rispettivamente 0.43 e 0.40 per il DI e 0.52 km e 0.40 km per il DE.

L'incertezza sulla definizione della profondità dell'ipocentro è distribuita nell'intervallo 0 - 2 km per entrambi i Domini. La funzione di densità di probabilità è centrata intorno al valore di errore verticale di 0.39 km per DI e DE; le rispettive deviazioni standard

sono calcolate in 0.33 km e 0.51 km. La media e la mediana della distribuzione sono rispettivamente 0.55 km e 0.40 km per il DI, 0.64 km e 0.50 km per il DE.

Il calcolo della profondità di un evento sismico è in generale affetto da errori più alti rispetto agli errori orizzontali sull'epicentro a causa di una serie di fattori che non dipendono solo e strettamente dalle caratteristiche geometriche e prestazionali della rete sismica, ma coinvolgono più direttamente la definizione del modello di velocità di propagazione dell'onda sismica, l'algoritmo di inversione, il numero e il peso di fasi S utilizzate nella localizzazione e i relativi errori epistemici.

Rispetto alle analisi riportate nel Report 2021/1, possiamo affermare che è stato ottenuto un miglioramento significativo nella precisione della localizzazione ipocentrale, in particolare per la coordinata verticale, grazie all'utilizzo più accurato del modello teorico di propagazione di velocità.

Allo stato attuale della sperimentazione, si possono ritenere raggiunti i requisiti all'art. 5.3 degli ILG:

Requisito 1 - adeguatamente e provatamente raggiunto,

Requisito 2 - adeguatamente e provatamente raggiunto,

Requisito 3 - adeguatamente e provatamente raggiunto,

Requisito 4 - adeguatamente e provatamente raggiunto.

4 Validazione rete GPS

Al paragrafo 6.2, gli ILG indicano le caratteristiche tecniche del monitoraggio delle deformazioni del suolo, raccomandando che questo riguardi *“la porzione superficiale dei domini di rilevazione (interno ed esteso)”* e che rispetti certe caratteristiche sia per le misure GPS che InSAR. Se da un lato per il secondo tipo di misure non è necessaria un’infrastruttura fissa per ottenere le osservazioni necessarie per eseguire il monitoraggio richiesto, per quanto attiene invece le misure GPS è raccomandata la presenza di *“una rete GPS in continuo, preesistente o di nuova realizzazione”*, composta *“di stazioni permanenti di precisione (di tipo geodetico), distribuite opportunamente in funzione dell’estensione e delle caratteristiche dell’area da monitorare ed installate con una adeguata monumentazione adatta a scopi geofisici (ad esempio UNAVCO). In particolare, si richiede che le stazioni abbiano interdistanze inferiori a 10-15 km e che una di esse sia co-locata con la stazione a banda larga della rete di monitoraggio sismico”*.

Allo stato attuale la rete GPS installata da ENI presso la concessione Val d’Agri è composta da 8 stazioni GPS permanenti (CGPS) poste all’interno del DI, di cui 3 di recentissima installazione e per le quali abbiamo a disposizione solo le caratteristiche tecniche riportate in Tabella 4.1.

Nome sito ENI	Nome sito INGV	Lon. (°E)	Lat. (°N)	Quota (m)	Data installazione	Antenna	Ricevitore
CGPS2	AGRI1	15.7482	40.4282	899	26/11/2021	LEIAR 20 LEIM	LEICA GR30
CGPS10	COST	15.9833	40.3307	1218	26/11/2021	LEIAR 20 LEIM	LEICA GR30
CGPS11	GRUM	15.9207	40.2755	660	25/11/2021	LEIAR 20 LEIM	LEICA GR30
CGPS7	INN2	15.7848	40.3626	647	19/06/2018	LEIAR 20 LEIM	LEICA GR10
					16/05/2019		LEICA GR30
CGPS9	MAE1	15.9583	40.3067	653	06/04/2016	LEIAR 20 LEIM	LEICA GR10
					25/10/2016		LEICA GR10
CGPS11	TEVE	16.0313	40.3153	1036	03/10/2019	LEIAR 20 LEIM	LEICA GR30
CGPS5	TLMA	15.9789	40.3981	1132	18/12/2018	LEIAR 20 LEIM	LEICA GR30
CGPS8	VIG3	15.8874	40.3132	633	14/12/2016	TPSCR4 TPSH	LEICA GR10
					14/10/2020		LEICA GR30

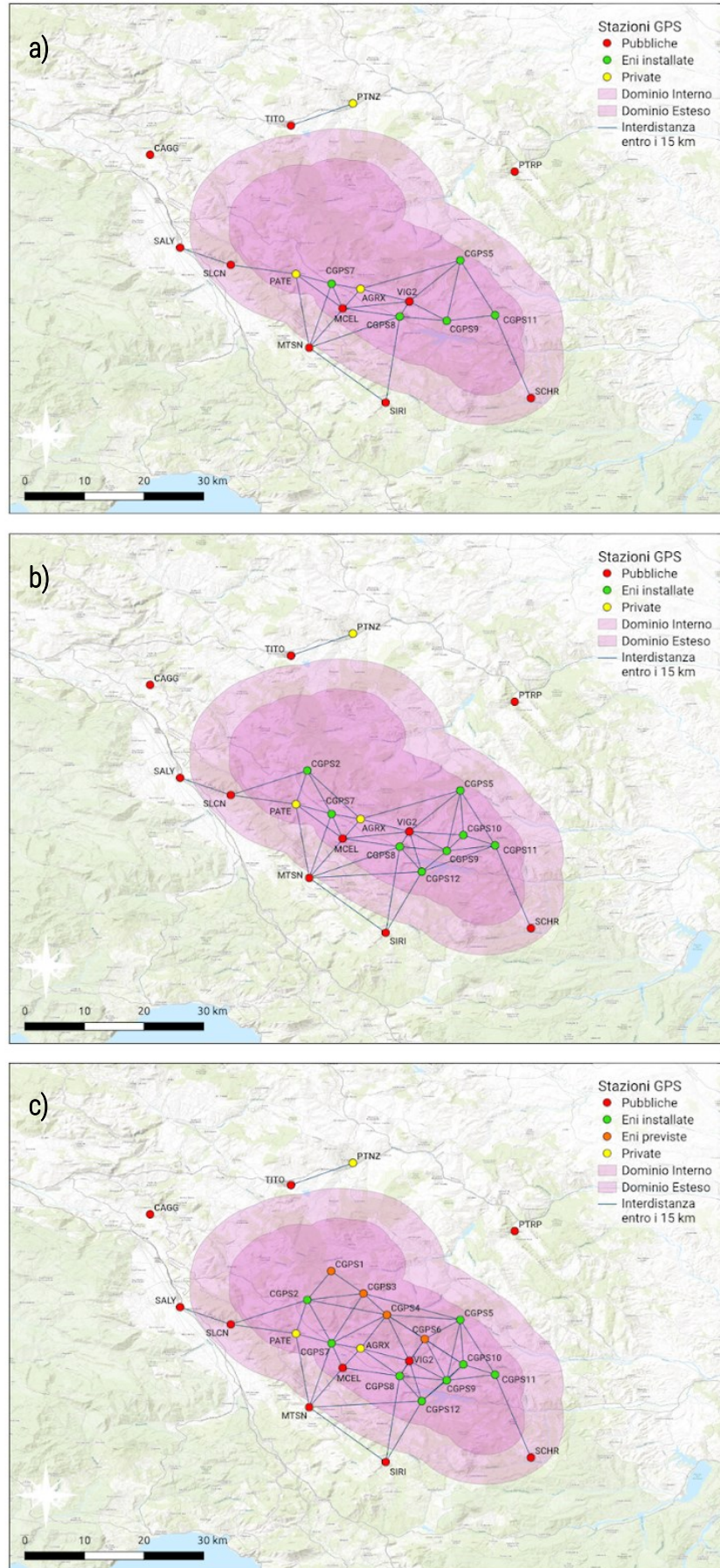
Tabella 4.1. Elenco delle stazioni GPS attualmente installate, coordinate e data di installazione corrispondente alla strumentazione in uso

Il progetto proposto dalla concessionaria è composto da 12 stazioni permanenti. Per le restanti 4 la concessionaria è in attesa delle necessarie autorizzazioni da parte degli enti amministrativi competenti.

Come già espresso nel precedente report, la rete GPS per la Val d'Agri rispetta la maggior parte delle indicazioni riportate dagli ILG, ossia:

- Utilizzo di stazioni permanenti di precisione, in quanto tutti i siti sono equipaggiati di antenna *choke ring* di tipo geodetico e di ricevitore a doppia frequenza, con alimentazione tramite pannelli fotovoltaici o rete elettrica dove disponibile
- Presenza di una stazione CGPS co-locata con una stazione sismica a banda larga, come è per la stazione TEVE (co-locata con la stazione ARME)
- Distribuzione opportuna in funzione dell'area da monitorare e interdistanza delle stazioni inferiori di 10-15 km, che sarà ottenuto a completamento della realizzazione della rete.

Figura 4.1. Interdistanze entro i 15 km tra le stazioni GPS. a) tra le sole stazioni GPS precedentemente attive; b) tra le stazioni GPS attualmente attive alla luce delle recenti installazioni; c) tra tutte le stazioni attive e previste dalla concessionaria. ENI (verdi), pubbliche (rosse), private (gialle).



A quest'ultimo proposito e tenendo conto del "*principio di valorizzazione dell'esistente*" (come più volte indicato negli ILG), la SPM ha nuovamente valutato se l'inter-distanza tra le stazioni CGPS già presenti sul territorio allo stato attuale possa fornire una copertura adeguata o meno al monitoraggio dell'area, considerando anche quelle appartenenti non solo a reti pubbliche (come la RING), ma a reti geodetiche o topografiche private (tipo Italpos e Netgeo), integrate con quelle ENI, Appendice A. La Figura 4.1 mostra che con l'installazione delle 3 nuove stazioni di cui abbiamo le coordinate precise (Tabella 4.1), la copertura per il monitoraggio dell'area migliora parzialmente (pannello b) rispetto alla precedente configurazione (pannello a). La copertura finale più probabile dovrebbe essere simile a quella mostrata nel pannello c, migliorando ulteriormente la capacità di monitoraggio dell'area - ci si riserva comunque una validazione conclusiva una volta ricevute le informazioni tecniche di tutte le stazioni installate.

Come già espresso nei precedenti report, auspicando il completamento della rete GPS secondo il progetto della Concessionaria (Figura 4.1c), la distribuzione totale delle stazioni non permetterebbe un monitoraggio completo di tutta l'area interessata, lasciando scoperto gran parte del settore settentrionale e in parte quello meridionale. Ribadiamo pertanto che, per poter rispettare le indicazioni riportate negli ILG, sarebbe opportuna l'installazione di ulteriori stazioni GNSS che permetta una copertura ottimale della superficie da monitorare rispettando allo stesso tempo i criteri di interdistanza tra le stazioni. A questo scopo si ribadisce l'importanza di tenere conto in fase di progettazione delle reti già esistenti nell'area di monitoraggio sempre in virtù del "*principio di valorizzazione dell'esistente*".

L'ultimo aspetto da valutare riguardo la validazione della rete si riferisce alla tipologia di monumentazione effettuata per le stazioni installate che, secondo gli ILG, devono essere "adatte a scopi geofisici". Come già ribadito nei precedenti report, purtroppo alla luce del sopralluogo effettuato e delle informazioni tecniche a nostra disposizione, alcune delle stazioni installate dalla concessionaria potrebbero non garantire la qualità richiesta dagli ILG. Infatti la maggior parte delle installazioni eseguite non è ancorata al substrato roccioso (eccetto MAE1) risultando perciò vincolata alla parte superficiale del terreno, condizione che potrebbe rischiare di risentire di instabilità locali (dovute sia al terreno che all'assestamento della monumentazione stessa) che possono coprire fortemente il segnale di deformazione da monitorare. Questo fenomeno purtroppo sembra essere presente per alcune stazioni, come sarà mostrato in dettaglio nel paragrafo § 6.1.3 dove sono presentati i risultati delle analisi dei dati geodetici.

Rimaniamo in attesa delle informazioni tecniche relative alle nuove installazioni eseguite di recente auspicando che siano state eseguite secondo le indicazioni riportate nei precedenti report, secondo cui risulta necessario eseguire una monumentazione ancorata al substrato roccioso, in modo che le misure registrate di spostamento del suolo siano prevalentemente dovute a fenomeni naturali e/o alle attività antropiche, oggetto di monitoraggio di questo tipo di reti.

5 Analisi dati sismici

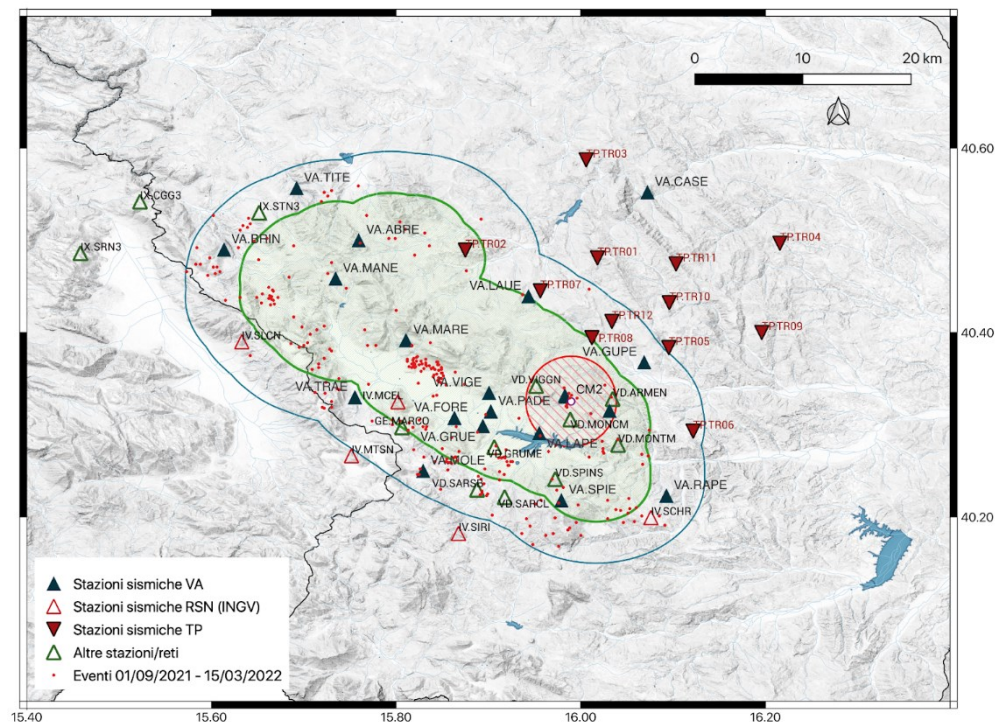
5.1 Log Book

Data	Evento
7 Giugno 2019	Test di acquisizione di dati sismici in tempo reale sulla macchina INGV Startrek (193.204.89.170) direttamente dai seguenti server di SOLGEO:
11 Settembre 2019	Richiesta INGV a Solgeo di aprire l'accesso ai dati anche all'IP della macchina Spok (193.204.89.188) per acquisizione ridondante
26 Settembre 2019	Richiesta INGV a Solgeo di intervento per problemi tecnici di acquisizione: da questa data entrambe le macchine (Spok e Startrek) acquisiscono regolarmente
4 Marzo 2020	Inizio acquisizione dati sismici continui <i>real-time</i> per tutte le stazioni VA
4 Marzo 2020	Inizio monitoraggio sismico pre-operativo (test turnazione giornaliera)
29 marzo 2021	Inizio formale turni di reperibilità e monitoraggio sismico operativo

5.2 Analisi della sismicità localizzata dalla SPM

5.2.1 Domini Interno ed Esteso: 01 Settembre 2021 - 15 Marzo 2022

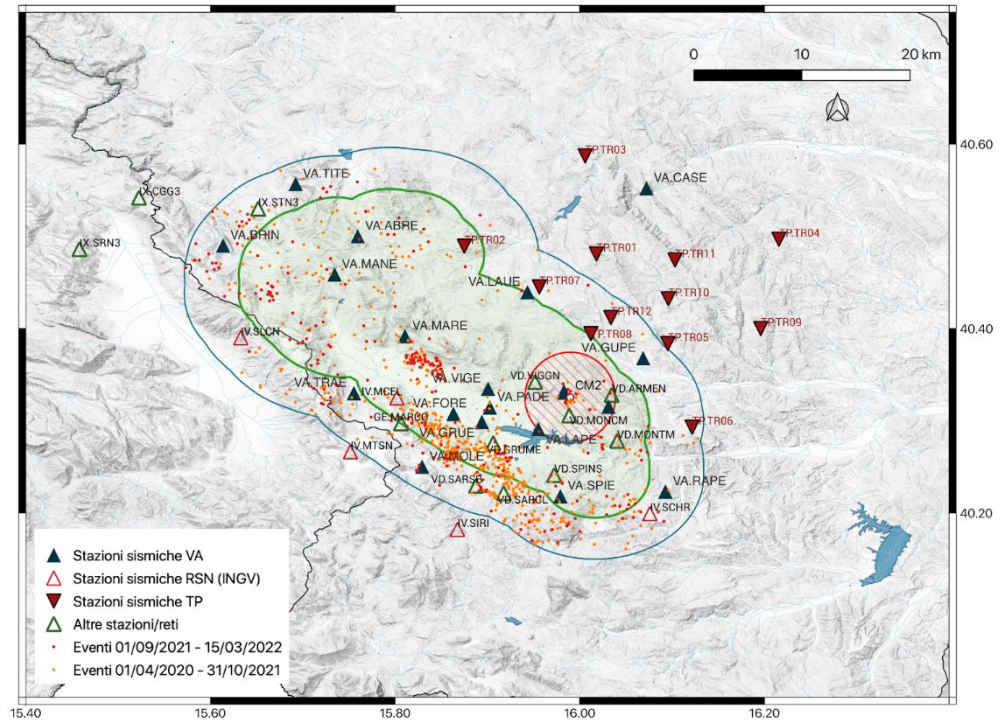
Figura 5.1. Mappa degli epicentri (rossi) degli eventi sismici localizzati dalla SPM nel periodo 1/09/2021 - 15/03/2022. I perimetri dei Domini Interno ed Esteso sono disegnati in verde e blu rispettivamente. Il Dominio di Riferimento di raggio 5 km attorno alla postazione del CM2 (cerchietto blu) è segnalato con il *pattern* rigato rosso.



Il Bollettino completo degli eventi localizzati dalla SPM per il periodo 01/04/2020 - 15/03/2022 è allegato in Appendice B.

Per confronto, in Figura 5.2, si mostra la sismicità dell'ultimo semestre (simboli rossi) nel contesto della sismicità localizzata dall'inizio del monitoraggio (simboli arancioni), ossia dal 01/04/2020.

Figura 5.2. Mappa degli epicentri (rossi) degli eventi sismici localizzati dalla SPM nel periodo 1/09/2021-15/03/2022 nel contesto dei due anni di monitoraggio 01/04/2020-15/03/2022 (arancione). I perimetri dei Domini Interno ed Esteso sono disegnati in verde e blu rispettivamente. Il Dominio di Riferimento di raggio 5 km attorno alla postazione del CM2 (cerchietto blu) è segnalato con il pattern rigato rosso.



Nel periodo in esame (1/09/2021 - 15/03/2022) la Sala di Sorveglianza del CMS ha localizzato una sismicità di bassa magnitudo generalmente diffusa nel Dominio Esteso. Si mantiene attiva la tipica sismicità regionale della catena dei Monti della Maddalena, che interessa prevalentemente la porzione SW dei Domini Interno ed Esteso.

Le localizzazioni sono state calcolate nel sistema di acquisizione ed elaborazione SeisComP4, con algoritmo di inversione Hypo71 e modello di velocità 1D in Tabella_abc, come da Improta et al. (2017):

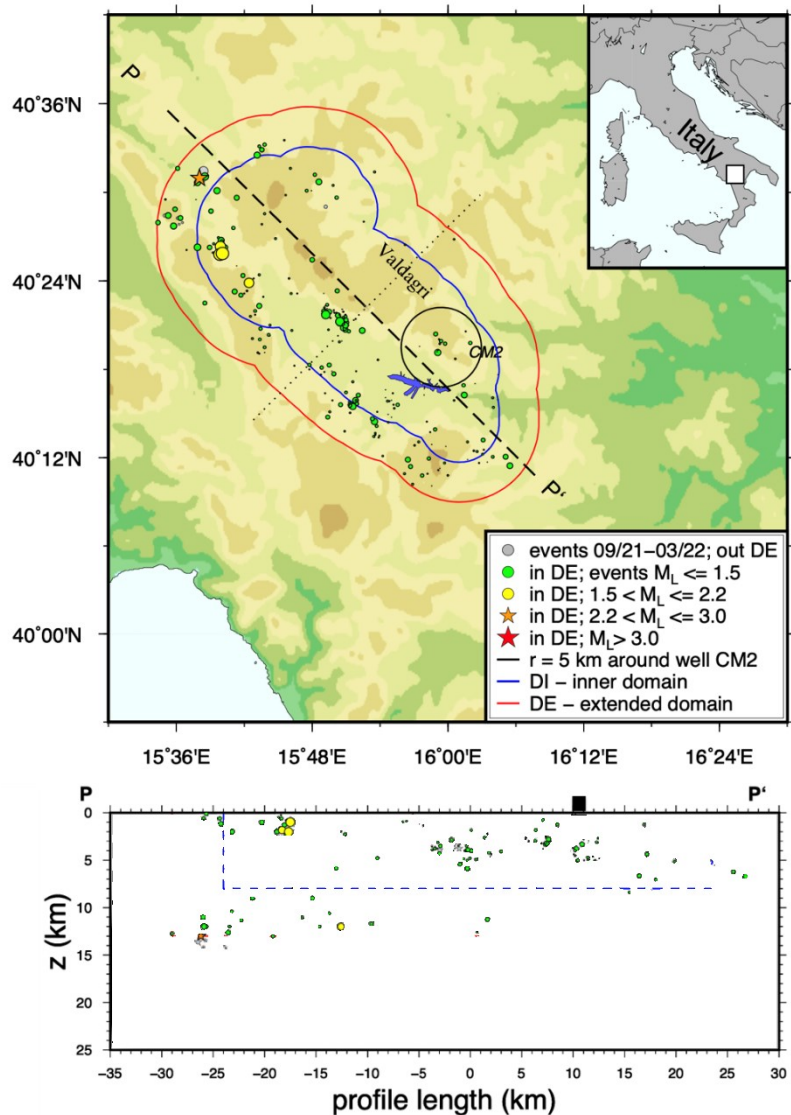
Profondità strato (top) [km]	0.0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	12.0	15.0	25.0
Vp [km/s]	4.2	4.8	5.2	5.6	6.0	6.1	6.2	6.25	6.3	6.48	6.9	7.12	7.5

Tabella 5.1. Modello 1D a strati su semispazio per la velocità Vp utilizzato presso la Sala di monitoraggio CMS per l'elaborazione dei dati di sismicità nell'area della Val d'Agri. Si riporta il valore Vp in km/s corrispondente al top di ogni strato e del semispazio. Il rapporto Vp/Vs è fissato a 1.9.

La magnitudo M_{Lbj} è stata calcolata secondo la relazione Bakun e Joyner (1984) già definita al § 3.2.

La figura seguente mostra la distribuzione degli ipocentri proiettati sul profilo verticale PP' che seziona longitudinalmente i Domini. Il rettangolo nero sul profilo indica la posizione del CM2. Come in mappa, anche in sezione la sismicità risulta piuttosto clusterizzata e generalmente distribuita nei primi 8 km crostali, fatta eccezione per gli eventi localizzati nell'area nord-occidentale del Dominio Esteso

Figura 5.3. Mappa e profilo in profondità della sismicità localizzata dalla SPM nel periodo 01/09/2020 - 15/04/2021. Nel riquadro in basso sono riportati gli eventi proiettati lungo il profilo PP' disegnato in mappa, nonché i perimetri dei domini DI e DE in blu e rosso rispettivamente. Il rettangolo nero segna la posizione del CM2 sul profilo. Epicentri ed ipocentri sono rappresentati con dimensioni e colori variabili secondo le magnitudo, in accordo con la legenda. Si sottolinea che la scala di colore – che corrisponde al semaforo ILG – non implica l'attivazione del semaforo in tutto il dominio, ma solo nel Dominio di Riferimento.



Si è registrata una sequenza sismica ridotta nella porzione centrale del DI (Comuni di Villa d'Agri, Marsicovetere) caratterizzata da 55 eventi a partire dal 02/09/2021 con magnitudo $M_L < 1.5$ e profondità mediamente inferiore a 5 km.

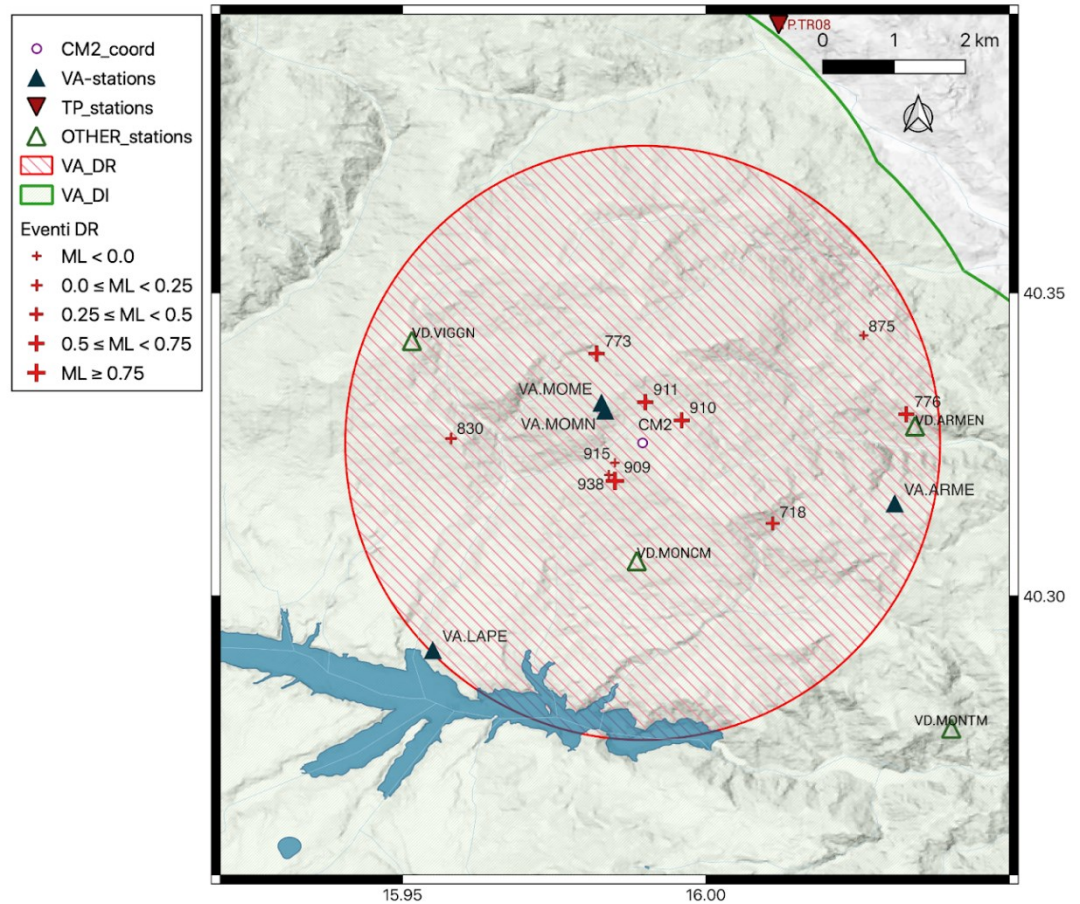
Si riportano di seguito osservazioni di dettaglio sulla sismicità registrata nel periodo 01/09/2021 - 15/03/2022:

- Eventi localizzati nel Dominio di riferimento intorno al pozzo di reiniezione CM2
- Eventi della sequenza nei Comuni di Villa d'Agri e Marsicovetere

5.2.2 Dominio di riferimento intorno al pozzo di reiniezione CM2

Nel periodo 01/09/2021 - 15/03/2022 in esame, la Sala di Monitoraggio del CMS ha registrato e localizzato 11 eventi (Tabella 5.2) all'interno del Dominio di Riferimento DR di raggio 5 km attorno al pozzo CM2. Da notare che l'evento identificato dall'ID 830 del 25/12/2021 ricade nel DR come epicentro, ma risulta esterno per profondità stimata superiore a 8 km.

Figura 5.4. Localizzazioni epicentrali degli eventi registrati entro il Dominio di Riferimento nel periodo in esame (crocette rosse). I codici accanto ai simboli corrispondono al numero identificativo ID in Tabella 5.2.



ID	Data	Ora (UTC)	Lat (°)	Lon (°)	Prof (km)	ML	Err Oriz (km)	Err Prof (km)	Err ML	RMS (s)	Dist oriz da CM2 (km)
718	2021-10-09	12:56:08	40.312	16.011	2.72	0.3	0.400	0.40	0.2	0.28	2.3
773	2021-12-01	20:03:59	40.340	15.982	1.26	0.2	0.700	0.40	0.3	0.14	1.7
774	2021-12-01	20:05:12	40.334	15.987	2.55	0.2	0.600	0.40	0.5	0.04	1.7
830	2021-12-25	15:44:59	40.326	15.958	9.56	0.1	1.300	1.00	0.2	0.12	2.7
875	2022-02-10	17:47:40	40.343	16.026	1.17	-0.2	0.199	0.40	0.3	0.04	3.6
909	2022-02-22	20:03:06	40.319	15.985	3.78	1.1	0.400	0.40	0.3	0.24	0.8
910	2022-02-23	01:16:24	40.329	15.996	4.00	0.6	0.700	0.60	0.3	0.15	0.7
911	2022-02-24	09:17:16	40.332	15.990	5.36	0.6	1.100	0.80	0.4	0.18	0.7
914	2022-02-24	17:53:09	40.329	15.988	4.65	-0.3	0.199	0.10	0.2	0.00	0.5
915	2022-02-24	17:53:10	40.322	15.985	4.36	-0.2	0.899	0.40	0.1	0.04	0.5
938	2022-03-11	21:48:33	40.320	15.984	3.29	-0.1	0.600	0.60	0.1	0.12	0.75

Tabella 5.2. Parametri ipocentrali degli eventi localizzati nel periodo in esame internamente al Dominio di Riferimento di raggio 5 km intorno al pozzo di reiniezione.

La magnitudo ML_{bj} calcolata per gli eventi in questione varia nell'intervallo $-0.3 \div 1.1$ mantenendosi comunque sotto la soglia di attenzione del sistema a semaforo.

La distanza epicentrale dal pozzo CM2 calcolata per l'evento di più alta magnitudo ($ML_{bj} = 1.1 \pm 0.3$) è a circa 0.8 km; la distanza ipocentrale dalla superficie del pozzo CM2 è pari a 3.9 km.

La Sala di Sorveglianza INGV non ha rilevato tali eventi né sono pervenute evidenze di risentimento. Il gruppo Mbx microsismica GEOM di Eni ha rilevato e localizzato autonomamente gli eventi.

Considerati i valori di magnitudo, i protocolli di monitoraggio previsti negli ILG per la SPM sono sempre rimasti in regime di ordinarietà.

5.2.3 Sequenza nei Comuni di Villa d'Agri-Marsicovetere

A iniziare dal giorno 02/09/2021, si è registrata una sequenza sismica modesta nella porzione centrale del DI (Comuni di Villa d'Agri, Marsicovetere) caratterizzata da 55 eventi con magnitudo inferiore a 1.5 e profondità mediamente inferiore a 5 km.

La sequenza si inserisce nel contesto tettonico distensivo dell'area e non può essere direttamente correlata con le attività industriali.

Gli epicentri degli eventi, mostrati in Figura 5.5, sono prevalentemente allineati lungo la direzione NW-SE parallela alla Val d'Agri.

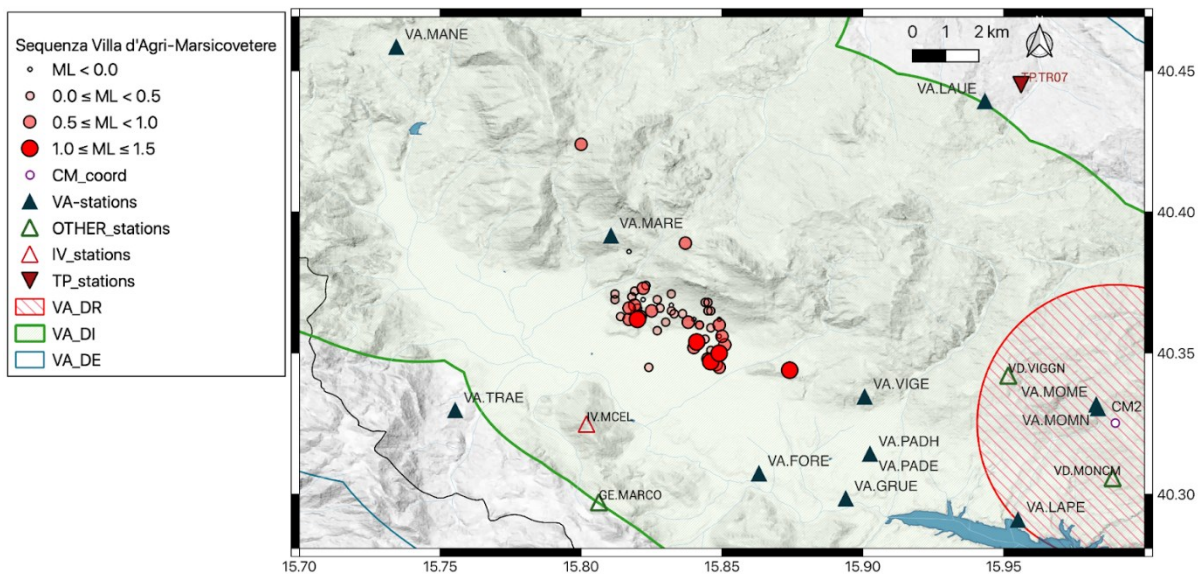


Figura 5.5. Localizzazioni epicentrali degli eventi registrati nei comuni di Villa d'Agri-Marsicovetere. La scala di colore (rossi) e la dimensione dei simboli sono proporzionali alla magnitudo ML come definito in legenda.

La profondità degli eventi è generalmente inferiore a 5 km come illustrato in Figura 5.6, con valore mediano di 3.8 km.

Tutti gli eventi hanno magnitudo $ML < 1.0$, eccetto due.

Maggiori riferimenti riguardanti la fagliazione attiva e il contesto strutturale dell'area di Viggiano-Marsico Vetere sono discussi al capitolo 8 Attività di Ricerca finalizzata al monitoraggio.

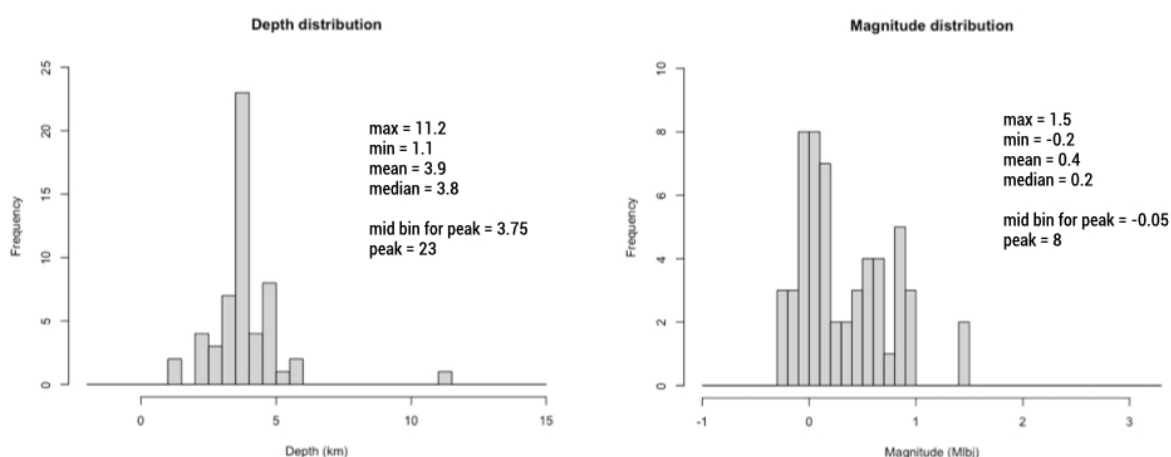


Figura 5.6. Distribuzione dei valori di profondità e magnitudo ML calcolati per gli eventi della sequenza Villa d'Agri-Marsicovetere. Le legende riportano i valori medi, mediani e di picco per entrambe le grandezze.

In tabella sono riportati i valori ipocentrali degli eventi della sequenza.

Data	Ora (UTC)	Lat (°)	Lon (°)	Prof (km)	Errore Orizz (km)	Errore Vert (km)	MLbj	RMS (s)	Dominio	Comune
2021-09-02	11:27:26	40.389	15.837	5.0	0.501	0.7	0.7	0.19	DI	Marsicovetere (PZ)
2021-09-03	22:14:52	40.365	15.832	2.24	1.1	1.8	0.1	0.22	DI	Villa d'Agri (PZ)
2021-09-03	22:09:14	40.373	15.822	3.94	0.501	0.5	0.5	0.16	DI	Villa d'Agri (PZ)
2021-09-07	11:11:59	40.362	15.817	3.13	0.501	0.7	0.6	0.21	DI	Villa d'Agri (PZ)
2021-09-14	06:35:05	40.367	15.819	3.71	0.3	0.3	0.5	0.15	DI	Villa d'Agri (PZ)
2021-09-25	19:08:28	40.372	15.819	3.27	0.4	0.5	0.1	0.15	DI	Marsicovetere (PZ)
2021-09-29	16:50:54	40.369	15.812	4.26	0.6	0.7	0	0.12	DI	Villa d'Agri (PZ)
2021-10-01	16:32:18	40.371	15.832	2.84	1.0	1.0	0	0.21	DI	Villa d'Agri (PZ)
2021-10-01	06:18:45	40.365	15.825	3.51	0.501	0.6	0.9	0.23	DI	Villa d'Agri (PZ)
2021-10-01	06:28:06	40.366	15.817	3.79	0.899	0.8	0.7	0.28	DI	Villa d'Agri (PZ)
2021-10-02	00:45:27	40.365	15.846	4.0	0.4	1.0	0.2	0.07	DI	Villa d'Agri (PZ)
2021-10-10	21:49:28	40.35	15.849	5.0	0.3	0.6	0.6	0.12	DI	Villa d'Agri (PZ)
2021-10-22	19:58:24	40.374	15.823	3.63	0.4	0.4	0	0.09	DI	Marsicovetere (PZ)
2021-10-23	21:26:23	40.364	15.819	3.77	0.501	0.5	0.2	0.13	DI	Villa d'Agri (PZ)
2021-10-23	22:46:42	40.386	15.817	4.36	0.501	0.6	-0.1	0.14	DI	Marsicovetere (PZ)
2021-10-29	02:42:12	40.355	15.844	3.32	0.4	0.6	0.2	0.22	DI	Villa d'Agri (PZ)
2021-11-15	06:30:01	40.369	15.827	3.44	0.501	0.6	0	0.13	DI	Villa d'Agri (PZ)
2021-11-15	07:08:50	40.363	15.821	4.29	0.4	0.9	0.9	0.18	DI	Villa d'Agri (PZ)
2021-11-15	08:44:51	40.366	15.82	4.97	0.501	0.8	0.2	0.14	DI	Villa d'Agri (PZ)
2021-11-16	00:39:27	40.369	15.822	3.61	0.6	0.6	-0.1	0.17	DI	Villa d'Agri (PZ)
2021-11-16	23:01:03	40.358	15.827	3.88	0.501	0.5	0.2	0.15	DI	Villa d'Agri (PZ)
2021-11-19	05:33:21	40.424	15.8	4.8	0.3	0.5	0.8	0.17	DI	Marsicovetere (PZ)
2021-11-21	10:45:08	40.366	15.828	3.04	0.6	0.9	0	0.22	DI	Villa d'Agri (PZ)

2021-11-21	02:51:31	40.37	15.818	3.57	0.3	0.4	0.3	0.15	DI	Marsicovetere (PZ)
2021-11-23	07:58:33	40.362	15.82	3.95	0.3	0.4	1.5	0.23	DI	Villa d'Agri (PZ)
2021-11-25	11:56:37	40.367	15.832	1.06	0.4	1.3	-0.2	0.12	DI	Villa d'Agri (PZ)
2021-12-02	05:21:55	40.361	15.838	2.84	0.8	1.0	0.9	0.17	DI	Villa d'Agri (PZ)
2021-12-03	11:31:00	40.361	15.83	2.47	0.501	0.9	0	0.13	DI	Villa d'Agri (PZ)
2021-12-08	18:21:21	40.356	15.849	1.47	0.4	0.7	-0.1	0.2	DI	Villa d'Agri (PZ)
2021-12-08	19:46:36	40.359	15.846	3.49	0.3	0.6	0.4	0.16	DI	Marsicovetere (PZ)
2021-12-08	11:00:45	40.348	15.845	3.53	0.3	0.4	0.6	0.19	DI	Villa d'Agri (PZ)
2021-12-08	19:01:01	40.353	15.851	3.98	0.3	0.4	0.7	0.2	DI	Villa d'Agri (PZ)
2021-12-08	11:06:50	40.345	15.849	4.0	0.199	0.7	0.9	0.2	DI	Villa d'Agri (PZ)
2021-12-10	17:55:32	40.36	15.842	3.0	0.3	125.7	0	0.11	DE	Villa d'Agri (PZ)
2021-12-11	04:54:46	40.347	15.846	3.9	0.3	0.3	1	0.2	DI	Villa d'Agri (PZ)
2021-12-12	16:11:39	40.346	15.848	4.79	0.3	0.5	0.6	0.09	DI	Villa d'Agri (PZ)
2021-12-12	13:34:03	40.356	15.85	4.86	0.4	0.5	0.7	0.1	DI	Villa d'Agri (PZ)
2021-12-17	02:04:59	40.368	15.844	3.82	0.7	1.0	0.1	0.02	DI	Villa d'Agri (PZ)
2021-12-21	21:51:01	40.362	15.84	2.39	0.4	1.2	-0.2	0.07	DI	Villa d'Agri (PZ)
2021-12-24	19:42:06	40.35	15.849	5.88	0.3	0.5	1	0.13	DI	Villa d'Agri (PZ)
2021-12-26	06:52:01	40.36	15.849	6,0	0.3	0.4	0.5	0.11	DI	Marsicovetere (PZ)
2022-01-05	22:16:38	40.352	15.84	5.43	0.3	0.4	0.9	0.13	DI	Villa d'Agri (PZ)
2022-01-13	00:17:19	40.354	15.841	3.79	0.4	0.4	1.5	0.24	DI	Villa d'Agri (PZ)
2022-01-19	14:58:00	40.36	15.842	3.51	0.3	0.4	0.1	0.12	DI	Villa d'Agri (PZ)
2022-01-20	05:16:43	40.363	15.814	3.92	0.3	0.3	0.1	0.14	DI	Villa d'Agri (PZ)
2022-01-26	03:45:37	40.344	15.874	11.24	0.501	0.6	1	0.25	DE	Viggiano (PZ)
2022-01-27	06:55:41	40.351	15.846	4.0	0.199	0.8	0.4	0.14	DI	Villa d'Agri (PZ)
2022-02-06	14:25:43	40.345	15.824	4.61	0.199	0.4	0.3	0.14	DI	Villa d'Agri (PZ)
2022-02-10	17:02:59	40.371	15.812	3.74	0.4	0.4	0	0.2	DI	Marsicovetere (PZ)
2022-02-11	10:37:44	40.36	15.842	3.79	0.4	0.4	0.1	0.15	DI	Villa d'Agri (PZ)
2022-02-13	18:49:56	40.362	15.849	2.34	0.4	0.6	-0.2	0.11	DI	Marsicovetere (PZ)
2022-02-16	07:22:13	40.364	15.836	3.85	0.501	0.5	0.2	0.08	DI	Villa d'Agri (PZ)
2022-02-18	06:33:39	40.368	15.845	3.16	0.4	0.8	0.1	0.08	DI	Villa d'Agri (PZ)
2022-02-21	04:24:03	40.364	15.833	5.0	0.8	0.9	0.2	0.17	DI	Villa d'Agri (PZ)
2022-03-05	07:48:41	40.365	15.845	4.4	0.3	0.7	0.1	0.12	DI	Villa d'Agri (PZ)

Tabella 5.3. Parametri ipocentrali degli eventi della sequenza Villa d'Agri - Marsicovetere. Oltre alle coordinate sono riportati gli errori di localizzazione, orizzontale e verticale, la magnitudo ML calcolata, il tempo residuo della localizzazione in secondi (RMS), il Dominio e il Comune in cui l'evento è stato localizzato.

5.3 Commenti sul calcolo della profondità ipocentrale

Gli ILG (Dialuce et al., 2014) definiscono i domini di monitoraggio, le soglie del sistema a semaforo e le misure da adottare in caso di superamento di esse, sulla base dei parametri sismici (coordinate ipocentrali, ML, PGV, PGA):

· §5.3: La rete di monitoraggio sismico dovrà soddisfare provatamente i seguenti requisiti: nel dominio interno di rilevazione, rilevare e localizzare i terremoti a partire da

magnitudo locale ML compresa tra 0 e 1 ($0 \leq ML \leq 1$) e con incertezza nella localizzazione dell'ipocentro di alcune centinaia di metri;

- §9.4: In prima applicazione, si propone di sperimentare l'adozione di un sistema a semaforo nel dominio di rilevazione per i pozzi di reiniezione.

- §9.4: Per le attività di reiniezione dei fluidi nel sottosuolo, il sistema a semaforo sarà applicato ai parametri monitorati nel Dominio interno di rilevazione (DI), relativo ai pozzi di reiniezione, come definiti nel Capitolo 5.

- §5.1c: Nel caso di reiniezione di fluidi all'esterno del giacimento, è il volume, che si estende fino alla superficie, definito dall'involuppo costruito tracciando sfere centrate al fondo dei pozzi di reiniezione aventi raggio pari alla profondità del pozzo e comunque non inferiore a 8 km.

- §10: È stata poi suggerita l'adozione, in via sperimentale, di un sistema a semaforo solo per le attività in cui è prevista la reiniezione di fluidi nel sottosuolo.

In sintesi, per valutare se i parametri sismici di un evento siano tali da prevedere l'attivazione di misure di mitigazione previste dal protocollo del sistema a semaforo, è previsto che la SPM applichi le seguenti procedure:

- localizzazione dell'evento sismico
- collocazione dell'ipocentro nel dominio di riferimento

Eventualmente:

- stima della magnitudo, misura di PGV e PGA e verifica dell'eventuale superamento delle soglie definite nel §9.4 (Tab. 4) degli ILG
- rafforzamento del monitoraggio secondo le misure previste dal protocollo.

Mentre la determinazione dei parametri PGV e PGA si basa su una misura fisica, le procedure per il calcolo delle coordinate ipocentrali e della magnitudo sono affette da errori epistemici (Garcia-Aristizabal et al., 2020; Roy et al., 2021), quindi non forniscono una soluzione univoca. Nell'applicazione del sistema a semaforo, gli ILG (Dialuce et al., 2014) richiedono il calcolo di tali parametri ai fini di classificare il livello di allerta, senza particolare attenzione rispetto alla valutazione degli errori (Braun et al., 2020), benché la classificazione influisca sulla scelta delle eventuali azioni da intraprendere.

Un parametro di particolare criticità è la profondità ipocentrale. Poiché l'epicentro di un evento locale è per definizione "circondato" da stazioni sismiche, tutte le stesse stazioni, installate in superficie, "vedono" l'ipocentro da un unico lato (dall'alto in profondità), senza aver a disposizione osservazioni dal lato opposto. Tale distribuzione

spaziale unilaterale di “osservatori” ha l’effetto di generare una maggiore incertezza in profondità rispetto all’errore orizzontale.

Per esaminare questo aspetto, Garcia-Aristizabal et al. (2020) calcolano l’ipocentro di un evento variando quattro parametri utilizzati nella localizzazione (2 set di tempi d’arrivo, 4 algoritmi per il calcolo ipocentrale, 4 modelli di velocità e 3 rapporti V_p/V_s); si ottiene così una nuvola di 96 possibili soluzioni dello stesso ipocentro e si stima l’errore epistemico sulla localizzazione. Benché tale procedura possa costituire un valido supporto nella stima più vincolata delle soluzioni verosimili, essa richiede l’esecuzione di una serie di routine di calcolo esterne, che attualmente non sono implementate all’interno delle analisi standard di SeisComp4 (SC4).

Per questo motivo, e per non trascurare le incertezze epistemiche correlate alle localizzazioni sismiche, è stato implementato in SC4 (attualmente in fase di test sperimentale) il codice NonLinLoc di Lomax et al. (2000) che risolve il problema della localizzazione con un approccio probabilistico, piuttosto che deterministico.

5.4 Commenti sull’implementazione di NonLinLoc nel monitoraggio sismico

In un caso idealistico, la procedura di localizzazione ipocentrale determina la funzione di densità di probabilità (*location-PDF*) di tutte le possibili soluzioni non linearizzate. Tale *location-PDF* quantifica l’omologia tra i tempi d’arrivo teorici e osservati, in relazione alle incertezze, e formula una soluzione completa e probabilistica.

L’implementazione di NonLinLoc (NLL) in SC4 prevede:

- 1) la definizione dell’area del modello di velocità per la configurazione di una griglia 3D (grid) del volume crostale (Figura 5.7).
- 2) Vel2Grid: assegnazione delle velocità ai vari elementi del grid 1D o 3D (Figura 5.8).
- 3) Grid2Time: calcolo delle traveltimes per ogni coppia “stazione-gridpoint” (Figura 5.9).
- 4) Inversione NLL: vedi esempio (Figure 5.10, 5.11, 5.12).

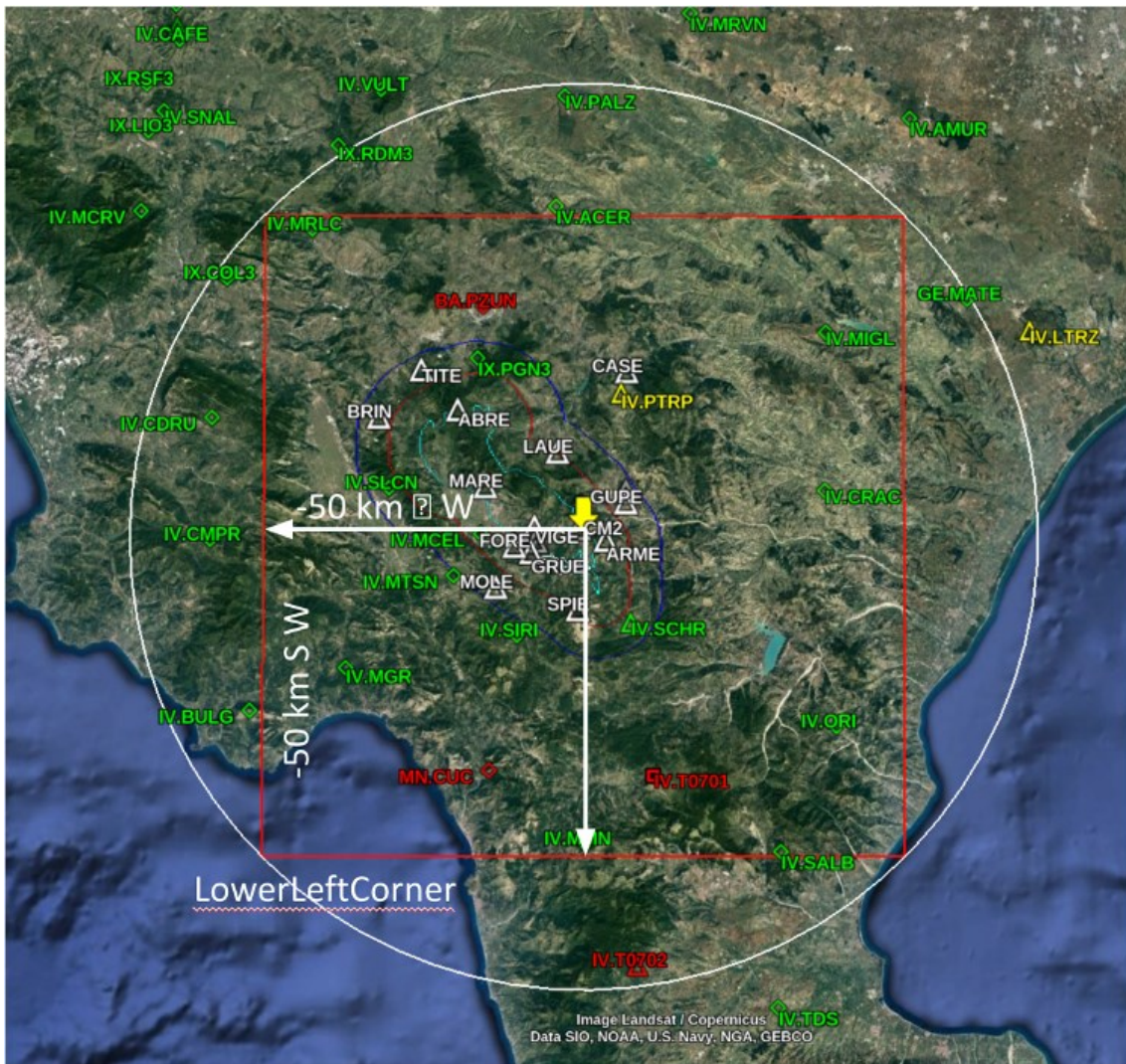


Figura 5.7. Definizione dell'area del modello con un raggio di 75 km intorno al centro dell'area di interesse, sito a CM2). Per il processo di *gridding* il *Lower Left Corner* è stato definito a 75 km a SW.

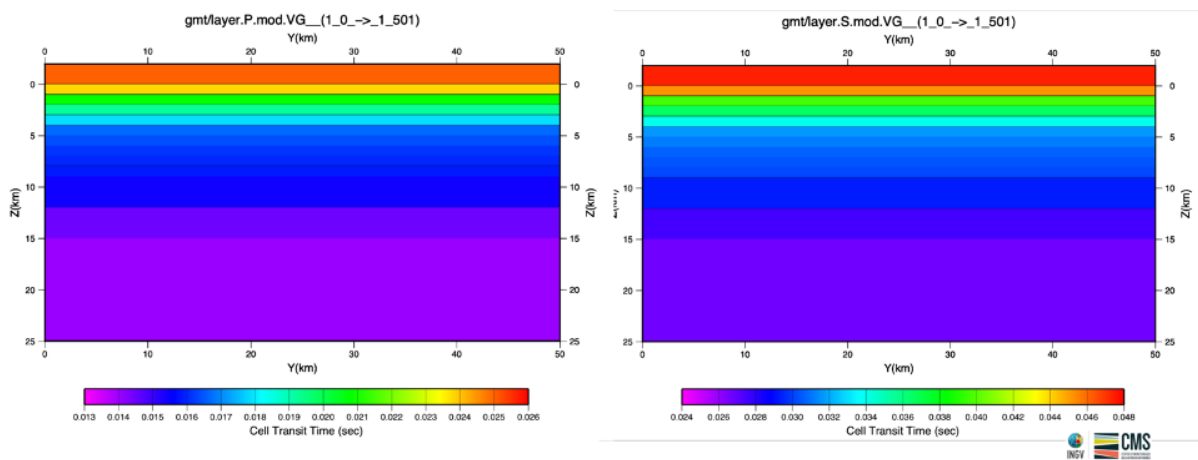
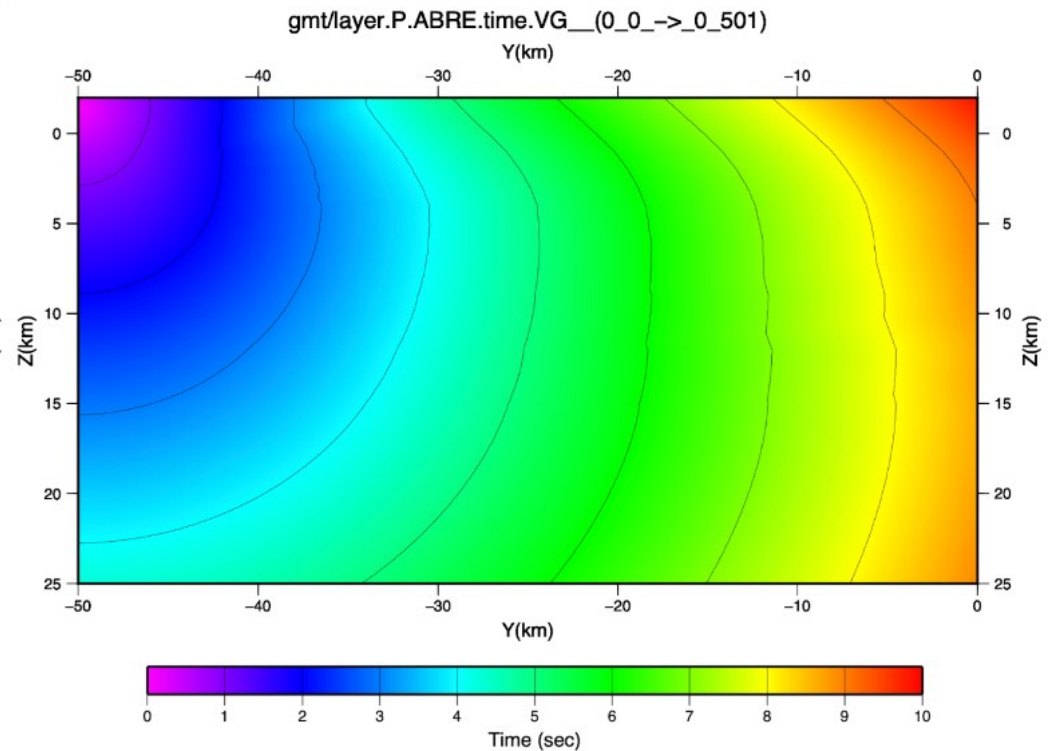


Figura 5.8. Risultato dell'applicazione del codice Vel2Grid – Definizione dei modelli di velocità 1D per P (sinistra) e S (destra), secondo il modello di velocità di Improta et al. (2017).

Figura 5.9. Risultato dell'applicazione del codice Grid2Time – Trasformazione del modello di velocità (Improta et al., 2017) in isocrone, sulla base del modello di velocità di cui Figura 5.8. Esempio per la stazione ABRE.



Per mostrare le prestazioni di NonLinLoc rispetto a codici di localizzazione classici si illustra un confronto dei risultati del confronto tra Hypo71 e NLL per l'evento di magnitudo ML=1.9, avvenuto in data 22/07/2019 (ore 00:48 UTC), con epicentro nelle vicinanze del pozzo di reiniezione CM2, all'interno del DI (n° 132, Tabella 9 in Braun et al., 2019). La particolarità dell'evento sta nella stima della profondità ipocentrale che determinerebbe un passaggio di livello nel colore del semaforo, avendo come discriminante il dominio di monitoraggio assegnato.

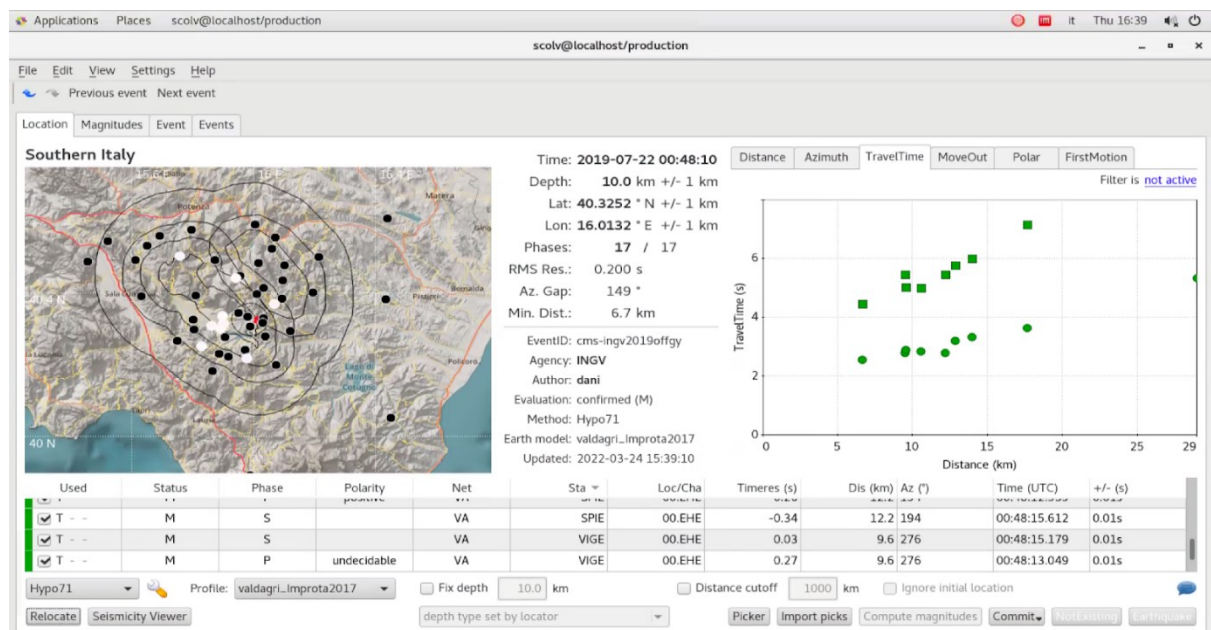


Figura 5.10. Localizzazione dell'evento M1.9 del 22/07/2019 (ore 00:48 UTC) realizzato con Hypo71.

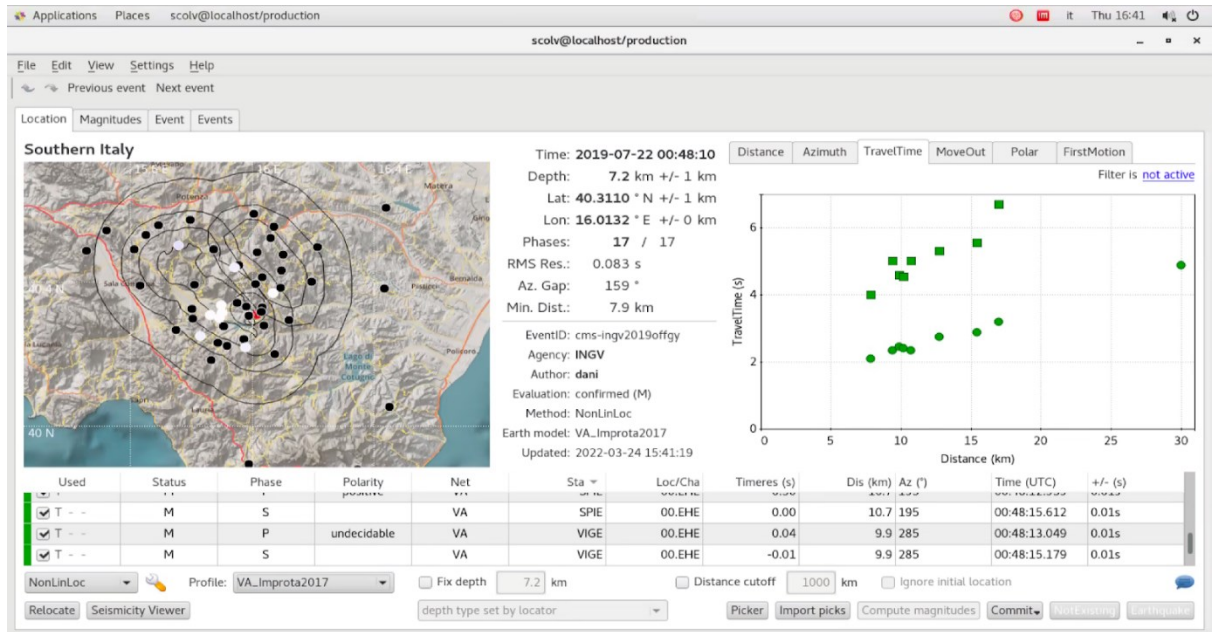


Figura 5.11. Localizzazione dell'evento di Figura 5.10 realizzato con NonLinLoc.

La Figura 5.10 mostra il risultato di Hypo71, con una profondità di 10 km +/- 1 km e un RMS di 0.27 s, mentre il massimo della *location-PDF* calcolato con NLL risulta ad una profondità ipocentrale di 7.2 km +/- 1 km. La visione 3D (Figura 5.12) della *location-PDF* mostra l'insieme di tutte le soluzioni calcolate.

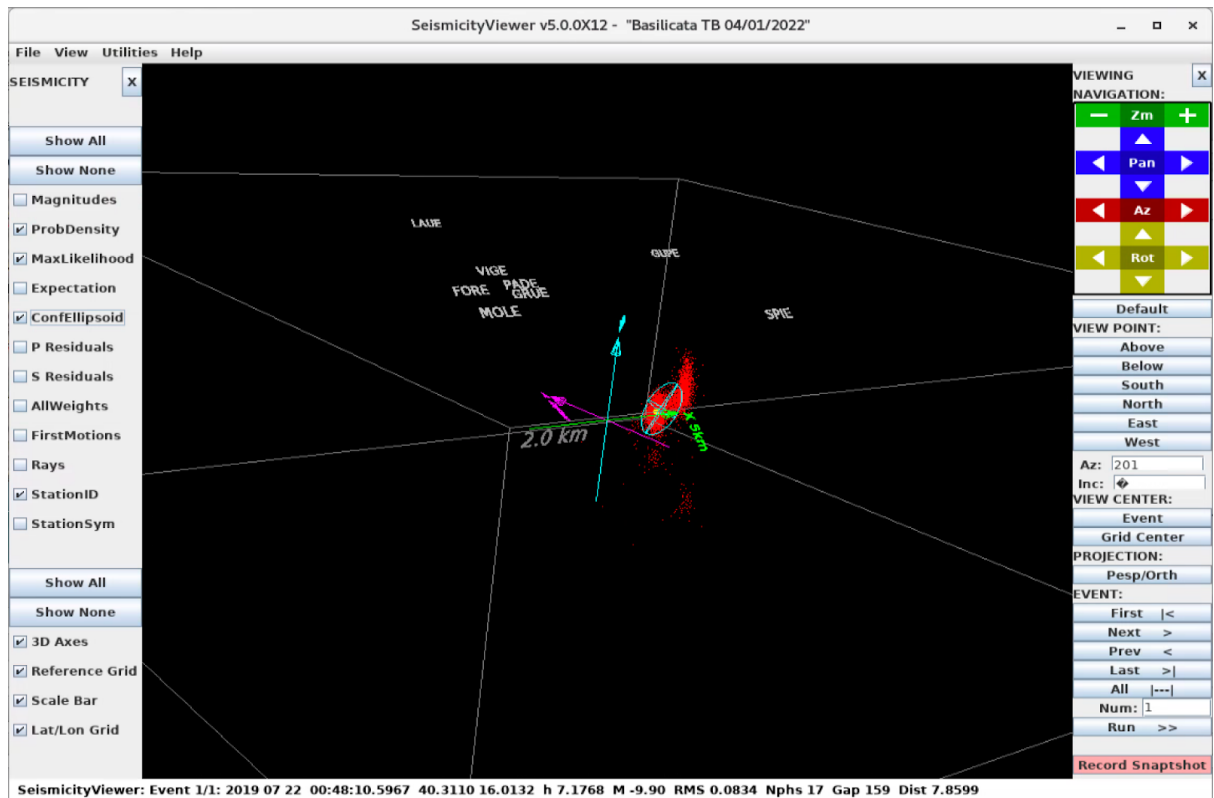


Figura 5.12. Rappresentazione 3D della location-PDF (Seismicity viewer). L'ellissoide di tutte le possibili soluzioni (location-PDF pdf) in proiezione pseudo-3D.

6 Analisi dati deformazione del suolo

6.1 Analisi dati GPS

6.1.1 Analisi della qualità del dato

Coerentemente con quanto già operato in precedenza, i dati RINEX giornalieri delle 5 stazioni CGPS ENI in Val d'Agri, disponibili dalla data di installazione fino al 31/12/2021, sono stati analizzati con il software TEQC (<http://facility.unavco.org/software/teqc>), ampiamente utilizzato per il trattamento standard di dati GNSS durante la fase di pre-processamento, per valutare la qualità delle acquisizioni geodetiche. In particolare è stato eseguito un aggiornamento delle seguenti analisi:

1. percentuale dei RINEX giornalieri disponibili per ciascun mese di acquisizione per ogni stazione analizzata (Figura 6.1) e il valore medio su tutto l'intervallo di acquisizione (Tabella 6.1)
2. valori medi giornalieri di multipath (ossia l'interferenza tra segnali satellitari diretti e riflessi) registrato per ciascuna portante del segnale satellitare (L1 e L2), in termini di MP1 e MP2 (Figura 6.2), ossia la radice quadratica media, RMS, del multipath su ciascuna portante. In Tabella 6.1 sono riportati i valori medi per l'ultimo anno di acquisizione.
3. percentuale di osservazioni satellitari (o epoche) presenti nei RINEX rispetto alle osservazioni attese nello stesso intervallo di tempo giornaliero durante il quale la stazione è stata funzionante (Figura 6.3) e valore medio per l'ultimo anno di acquisizione (Tabella 6.1)

Figura 6.1. Percentuale di RINEX giornalieri disponibili per ciascun mese di acquisizione per ogni stazione analizzata

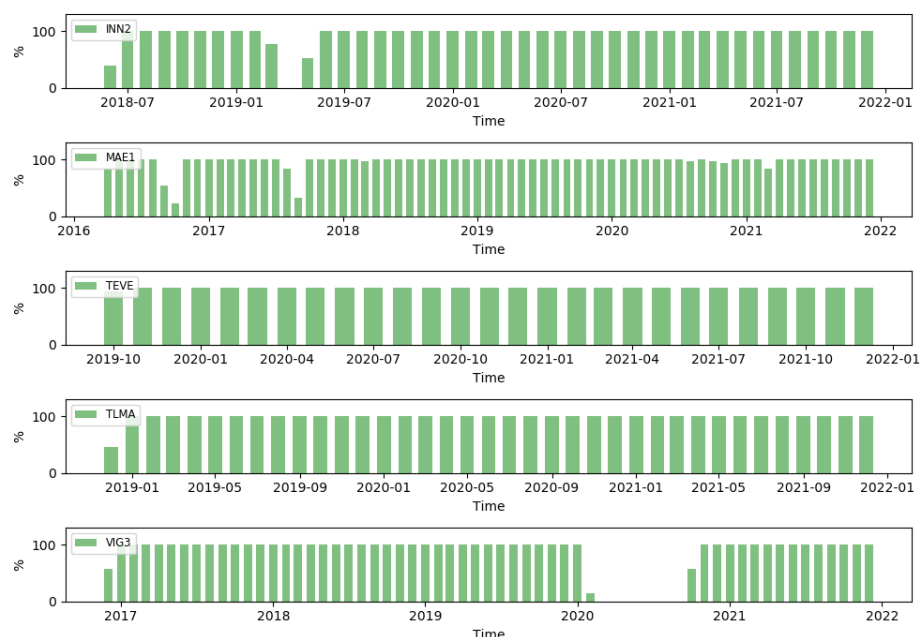


Figura 6.2. Andamento dei valori di MP1 (in nero) e MP2 (in rosso) per ciascuna misura giornaliera ottenuti dall'analisi dei dati RINEX delle 5 stazioni GPS ENI con il software TEQC.

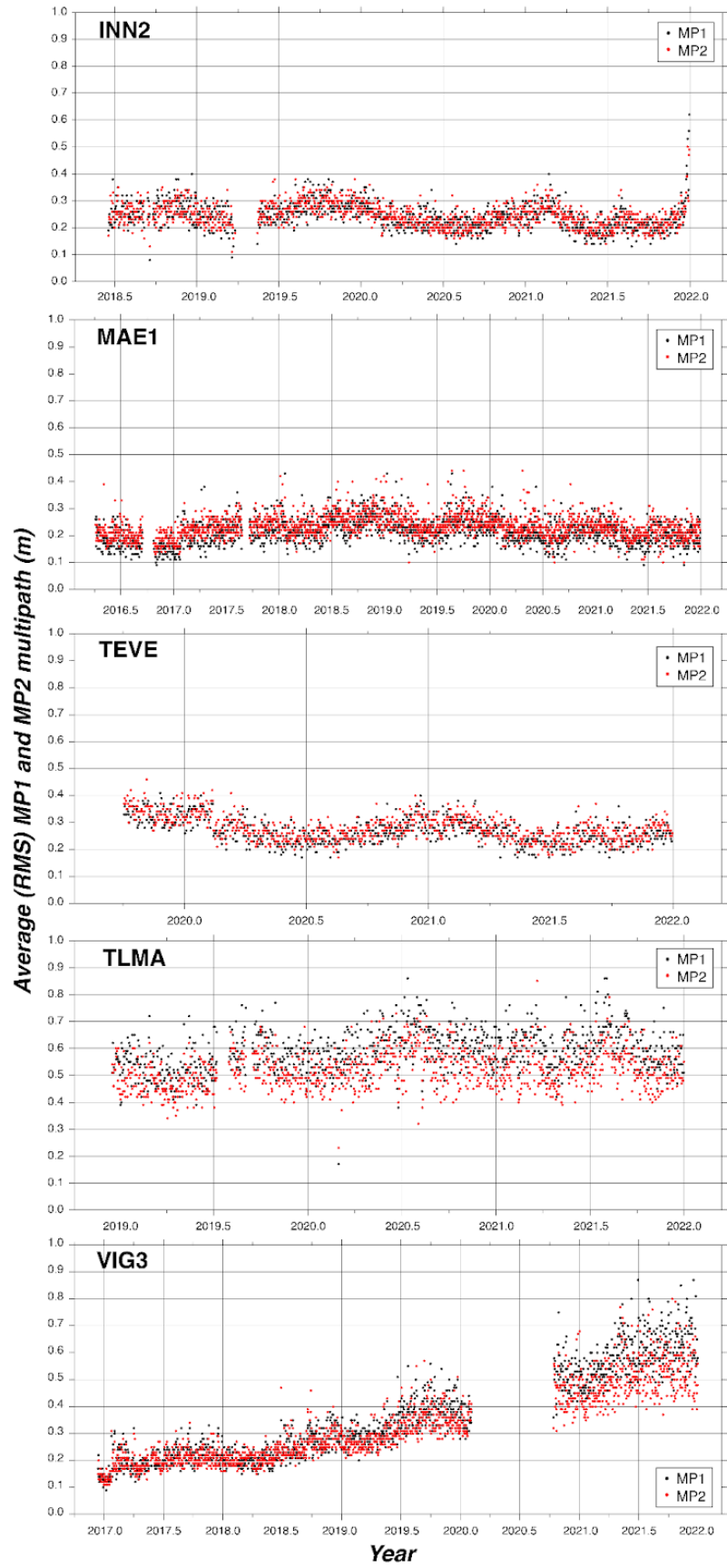
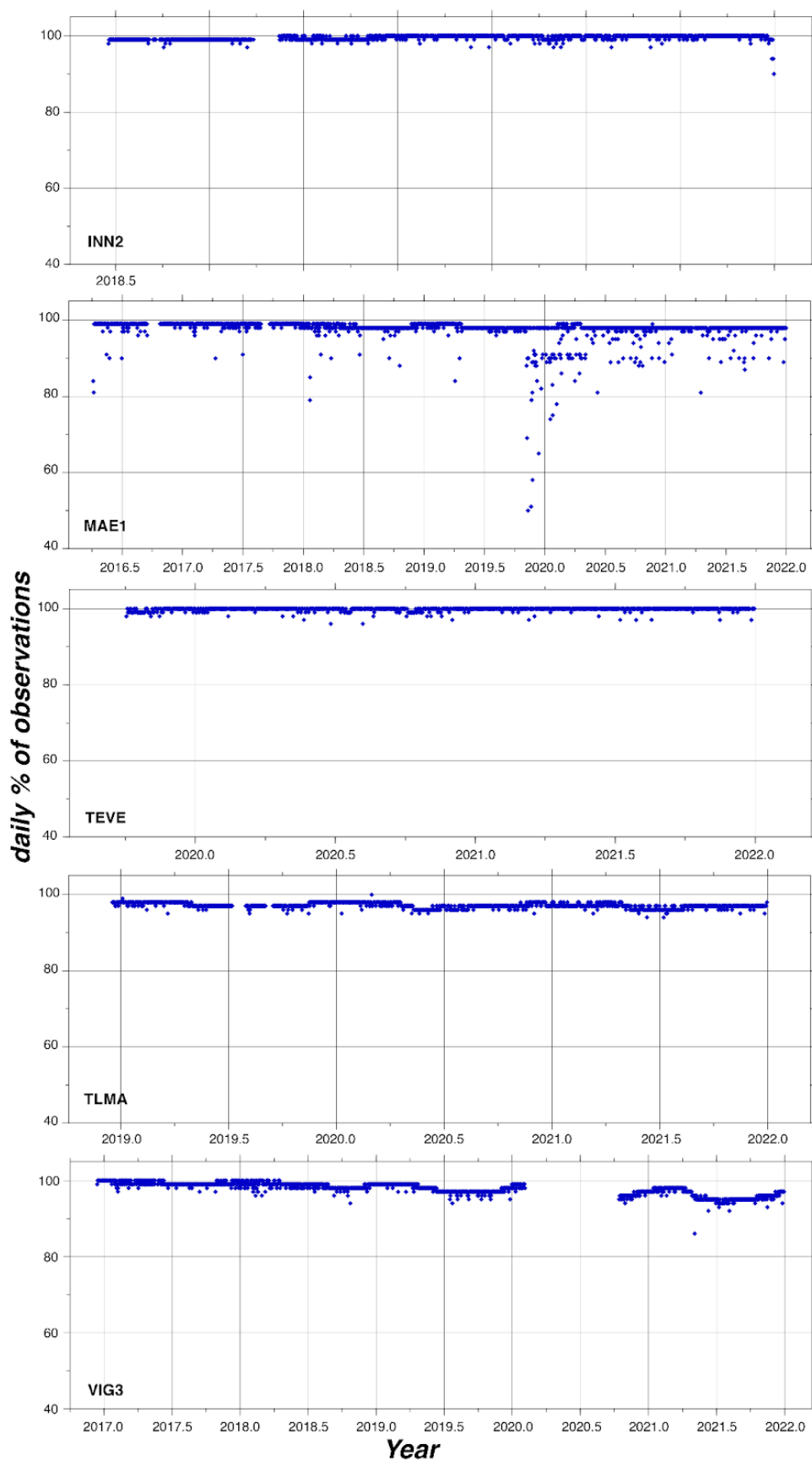


Figura 6.3. Percentuale di osservazioni presenti nei RINEX giornalieri rispetto alle osservazioni attese nell'intervallo di tempo durante il quale la stazione è stata funzionante per le 5 stazioni GPS della rete ENI.



Nome sito INGV	Intervallo temporale (anni)	% RINEX giornalieri disponibili	Valore medio di MP1 (metri) Anno 2021	Valore medio di MP2 (metri) Anno 2021	% media di osservazioni presenti Anno 2021
INN2	3.53	95.98%	0.23	0.23	99.8%
MAE1	5.74	96.52%	0.20	0.22	97.5%
TEVE	2.24	100%	0.25	0.27	99.9%
TLMA	3.04	100%	0.60	0.53	96.8%
VIG3	5.05	86.33%	0.59	0.51	95.9%

Tabella 6.1. Tabella riassuntiva dei parametri di qualità (mediati su l'ultimo anno di dati) per le acquisizioni disponibili delle stazioni ENI analizzate.

Per quanto riguarda il punto 1, a parte due interruzioni di acquisizione per INN2 e VIG3 dovute a cambi strumentali (Tabella 4.1), tutte le stazioni continuano a mostrare un'ottima continuità del dato.

Per quanto concerne il punto 2, ricordiamo che per stazioni di buona qualità i valori di MP1 e MP2 dovrebbero variare rispettivamente tra 0.1 - 0.4 m e 0.1 - 0.6 m. Dalla Figura 6.2 si osserva come per la maggior parte delle stazioni i valori nel tempo di MP1 e MP2 rientrano negli intervalli su menzionati e sono costanti nel tempo, mentre per TLMA e l'ultimo periodo di VIG3 (Tabella 6.1) le stime soprattutto di MP1 sono superiori ai valori di riferimento. Queste evidenze continuano a confermare che le stazioni TLMA e VIG3 sono posizionate in siti con diversi fattori ambientali di disturbo che ne inficiano la qualità. Anche l'analisi delle percentuali di acquisizioni satellitari (Figura 6.3) conferma questa evidenza, ottenendo per queste due stazioni valori medi nell'ultimo anno che si avvicinano al valore soglia del 95% (Tabella 6.1).

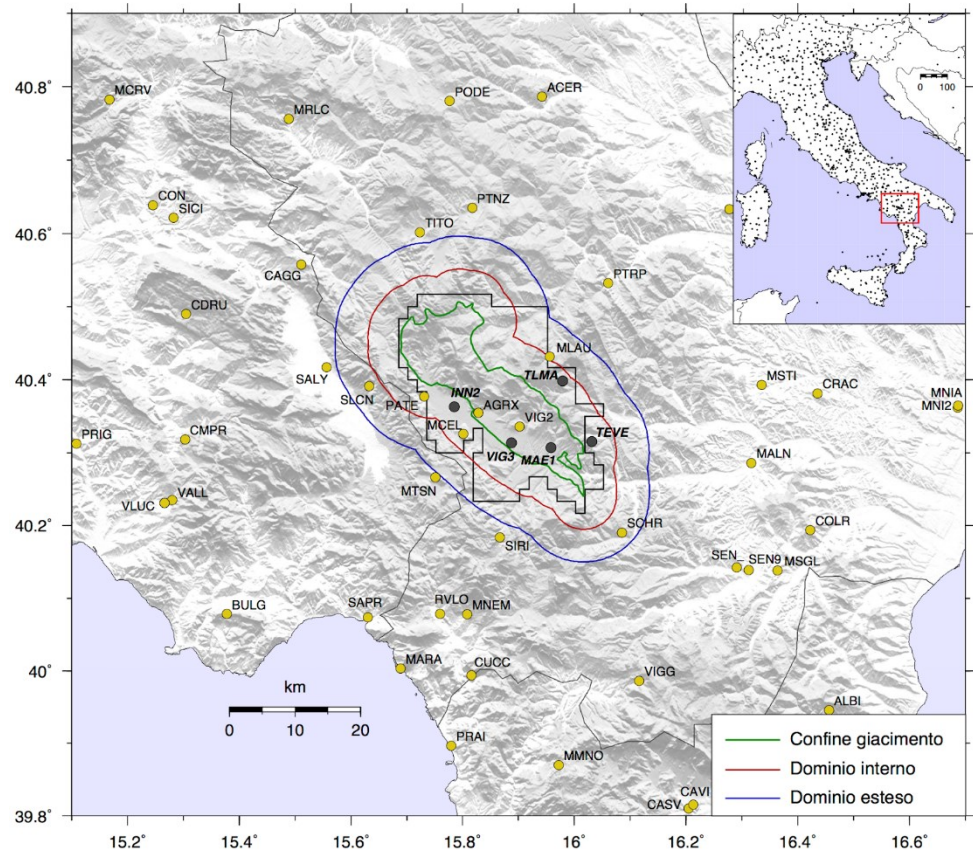
L'aggiornamento di analisi di qualità del dato GPS pertanto conferma che le stazioni TLMA e VIG3 abbiano parametri di qualità al limite dei requisiti richiesti dovuti alla presenza di elementi fissi e vegetativi che disturbano il segnale. In particolare per VIG3 l'evidente progressivo peggioramento dei parametri di qualità suggerisce la presenza di una vegetazione eccessivamente rigogliosa nei pressi di essa, raccomandando di eseguirne quanto prima la manutenzione, come già sollecitato nei precedenti report.

6.1.2 Elaborazione del dato

I dati giornalieri in formato *RINEX* delle stazioni in Val d'Agri fornite da ENI sono stati elaborati, come nei precedenti report, all'interno di una soluzione geodetica più ampia a scala euro-Mediterranea, utilizzando i dati provenienti da più di 4000 stazioni GPS/GNSS attive, presenti sul territorio italiano ed europeo e gestite da enti di ricerca

pubblici (es., INGV, Università), enti locali (es. regioni) e privati (es., Leica-Geosystem, GeoTop), sempre in virtù del “*principio di valorizzazione dell'esistente*” (ILG) e per massimizzare la copertura dell'area da monitorare. In Figura 6.4 viene mostrata la posizione della rete di stazioni ENI in Val d'Agri rispetto alle altre stazioni a nostra disposizione analizzate congiuntamente.

Figura 6.4. Posizione della rete di stazioni GPS installate da ENI (cerchi neri) all'interno e in prossimità della concessione di coltivazione Val d'Agri (poligono nero). I cerchi gialli indicano le stazioni GNSS attive nella regione ed afferenti a diverse tipologie di reti (Devoti et al., 2017).



La procedura di analisi eseguita è suddivisa in tre passaggi, come indicato in Serpelloni et al. (2006, 2013, 2018), che sono:

1. Analisi delle osservazioni registrate (ossia le fasi dei segnali satellitari) dalle stazioni GPS di una sotto-rete che include le stazioni ENI in Val d'Agri più altre stazioni GPS permanenti della rete IGS e realizzazione di una soluzione di rete debolmente vincolata (posizioni, orbite, ecc...), utilizzando il pacchetto GAMIT del software per analisi dati GPS GAMIT/GLOBK (<http://geoweb.mit.edu/gg>, versione 10.71).
2. Combinazione delle soluzioni giornaliere ottenute per tutte le sotto-reti processate dalla SPM e allineamento delle soluzioni al sistema di riferimento IGS14, utilizzando il pacchetto GLOBK del software GAMIT/GLOBK.

3. Analisi delle serie temporali di spostamento (nelle tre componenti Est, Nord e verticale) per la stima delle velocità di spostamento e le loro incertezze, realizzate nel sistema di riferimento IGS14, con un modello "classico" di traiettoria lineare più componenti stagionali e possibili salti di posizione (Bevis e Brown, 2014). L'analisi è stata eseguita per tutte le stazioni fornite che vanno da un intervallo minimo di poco più di due anni di acquisizioni fino a quasi 6 anni di dati (Tabella 6.1).

6.1.3 Serie temporali di spostamento

Dalla Figura 6.5 alla Figura 6.9 sono mostrate le serie temporali di spostamento per le cinque stazioni GPS ENI ottenute dall'analisi descritta nel precedente paragrafo, per le componenti Est, Nord e verticale, nel sistema di riferimento globale IGS14. In ogni immagine è riportato lo spostamento giornaliero (punti blu) con incertezza corrispondente ad una deviazione standard (1σ) ed il modello funzionale atteso (linea rossa). Per ciascuna componente est, nord e verticale viene riportata la velocità media di spostamento, '*Slope*', rispetto il sistema di riferimento globale IGS14 con le incertezze formali associate, e i residui rispetto il modello in termini di WRMS (*Weighted Root Mean Square*) e NRMS (*Normalized Root Mean Square*).

L'aggiornamento di questa elaborazione mostra in generale che per tutte le stazioni GPS c'è un buon accordo tra serie temporale di spostamento e modello, dal momento che i valori di NRMS, che danno un'indicazione della dispersione dei residui rispetto il modello considerato, sono minori di uno per la maggior parte delle serie. Possiamo osservare che solo in pochi casi, come INN2 (Figura 6.5) questi valori siano appena maggiori di uno. La serie sembra essere caratterizzata da brevi transienti di spostamento, soprattutto per le componenti planari, dell'ordine di una decina di mm in pochi mesi con cadenza apparentemente annuale. A questo proposito è stato richiesto alla concessionaria se ci fossero possibili attività industriali che potessero generare possibili deformazioni ma non sono state segnalate attività particolari.

E' bene evidenziare che per serie temporali brevi di 2-3 anni (come nel caso di TLMA, INN2 e TEVE) questo tipo di analisi fornisce solo una prima indicazione della capacità di misura delle stazioni, permettendo di evidenziare in via preliminare i principali segnali di deformazione che agiscono in corrispondenza delle stazioni. Ad ogni modo solo un lungo monitoraggio nel tempo delle serie temporali di spostamento permettono di fare una valutazione più accurata della stabilità e della capacità di misura di queste stazioni.

Figura 6.5. Serie temporale di spostamento (punti blu) della stazione INN2 nel sistema di riferimento globale IGS14 per le tre componenti Est, Nord e verticale. Le linee grigie indicano le barre d'errore (1σ) per gli spostamenti e la linea rossa rappresenta il modello analitico atteso. La barra celeste indica l'epoca in cui è avvenuto un cambio strumentale.

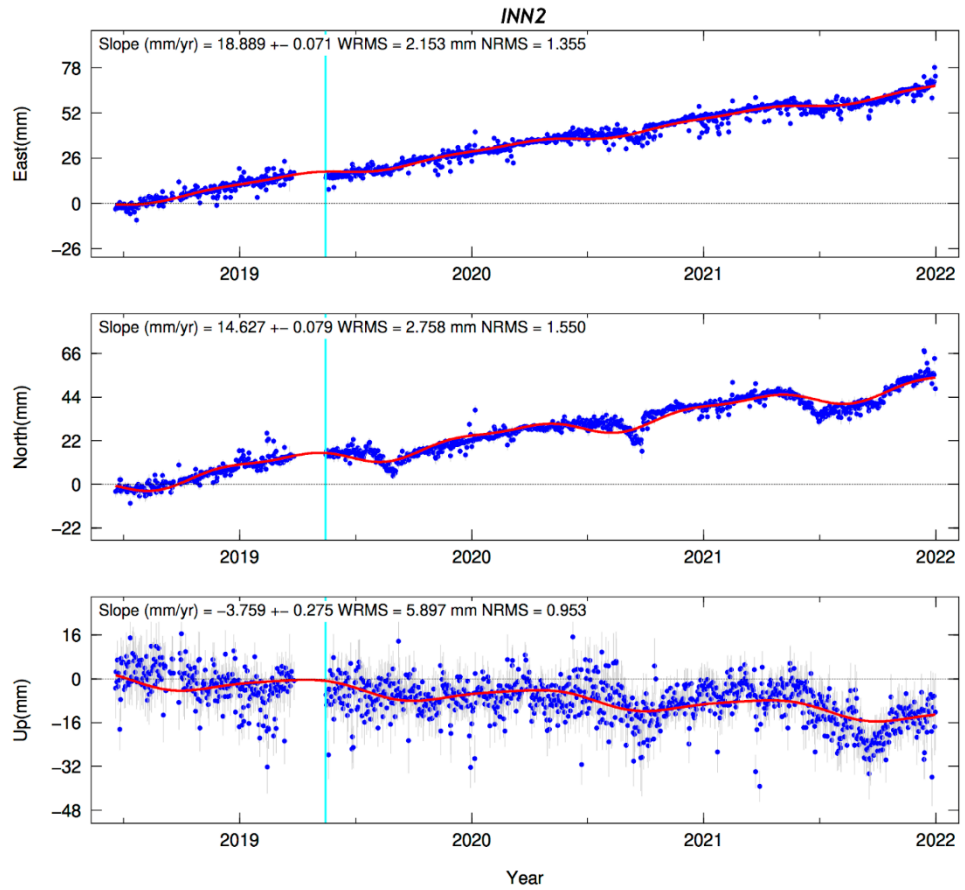


Figura 6.6. Serie temporale di spostamento (punti blu) della stazione MAE1 nel sistema di riferimento globale IGS14 per le tre componenti Est, Nord e verticale. Le linee grigie indicano le barre d'errore (1σ) per gli spostamenti e la linea rossa rappresenta il modello analitico atteso.

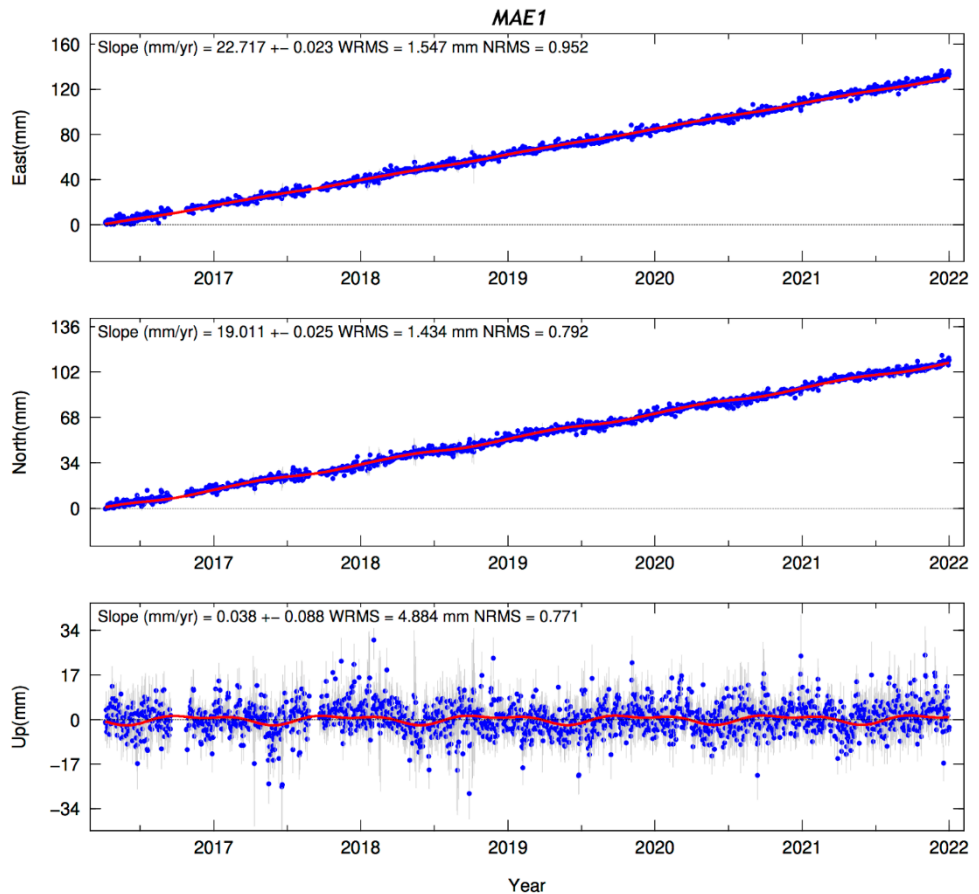


Figura 6.7. Serie temporale di spostamento (punti blu) della stazione TEVE nel sistema di riferimento globale IGS14 per le tre componenti Est, Nord e verticale. Le linee grigie indicano le barre d'errore (1σ) per gli spostamenti e la linea rossa rappresenta il modello analitico atteso.

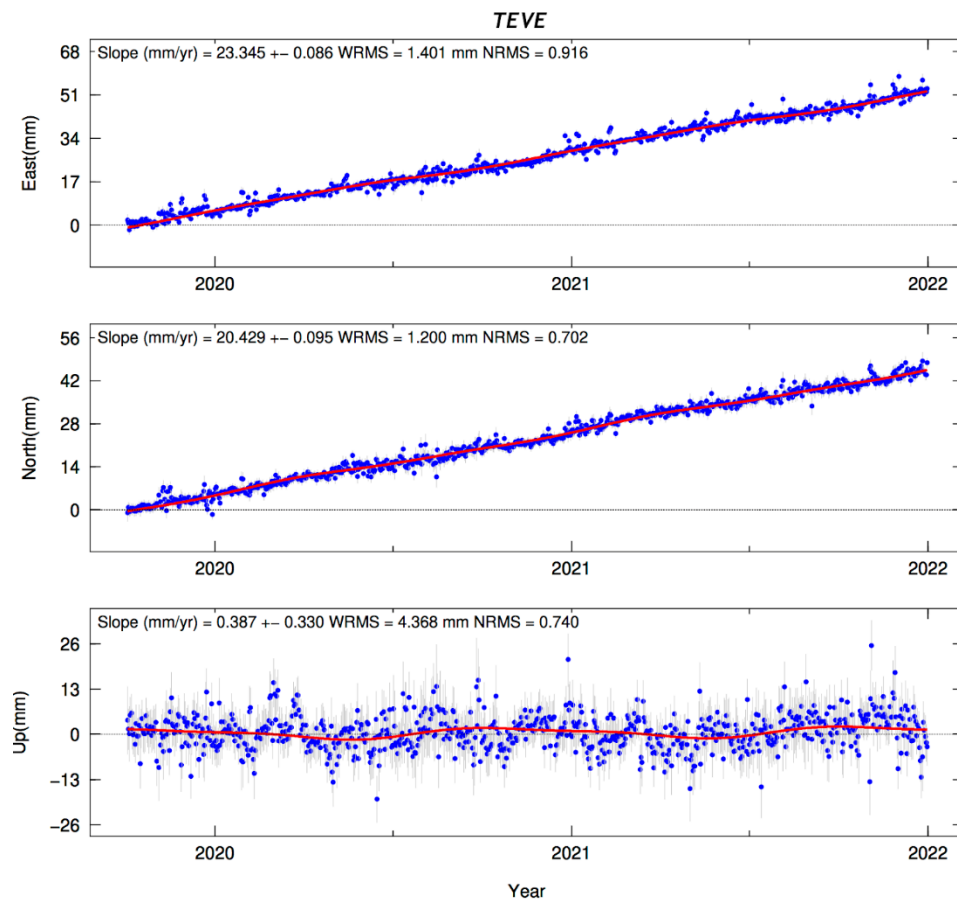


Figura 6.8. Serie temporale di spostamento (punti blu) della stazione TLMA nel sistema di riferimento globale IGS14 per le tre componenti Est, Nord e verticale. Le linee grigie indicano le barre d'errore (1σ) per gli spostamenti e la linea rossa rappresenta il modello analitico atteso.

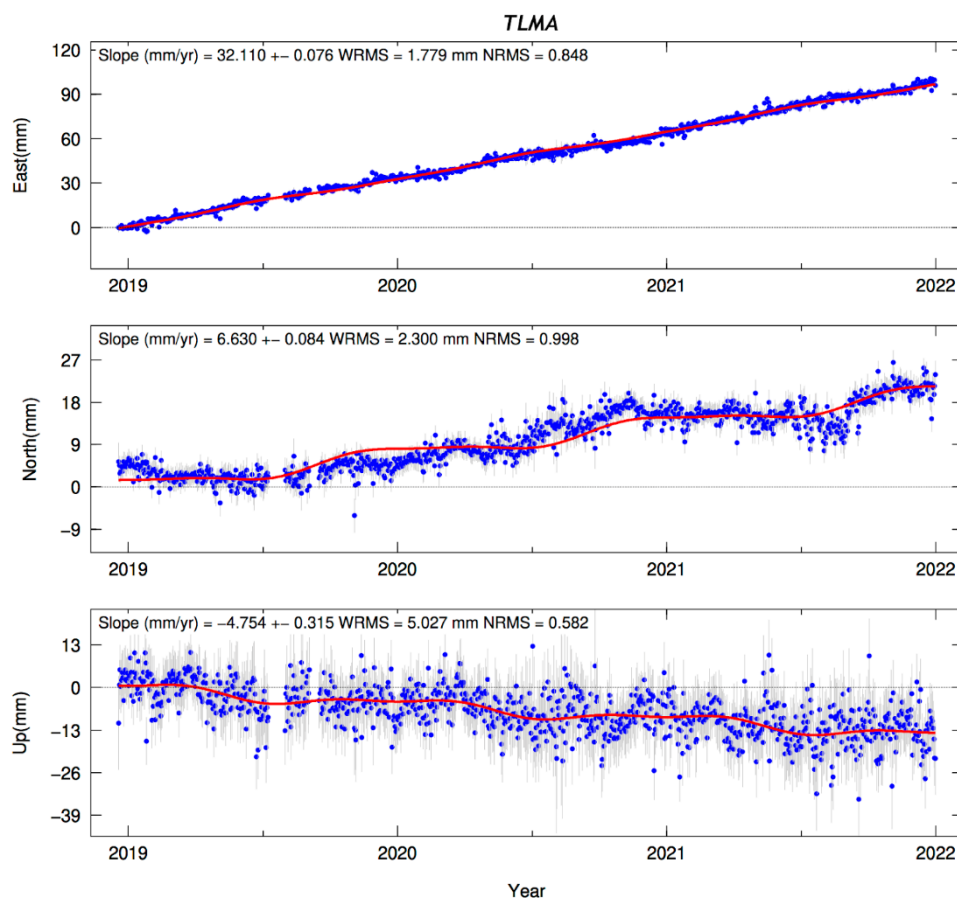
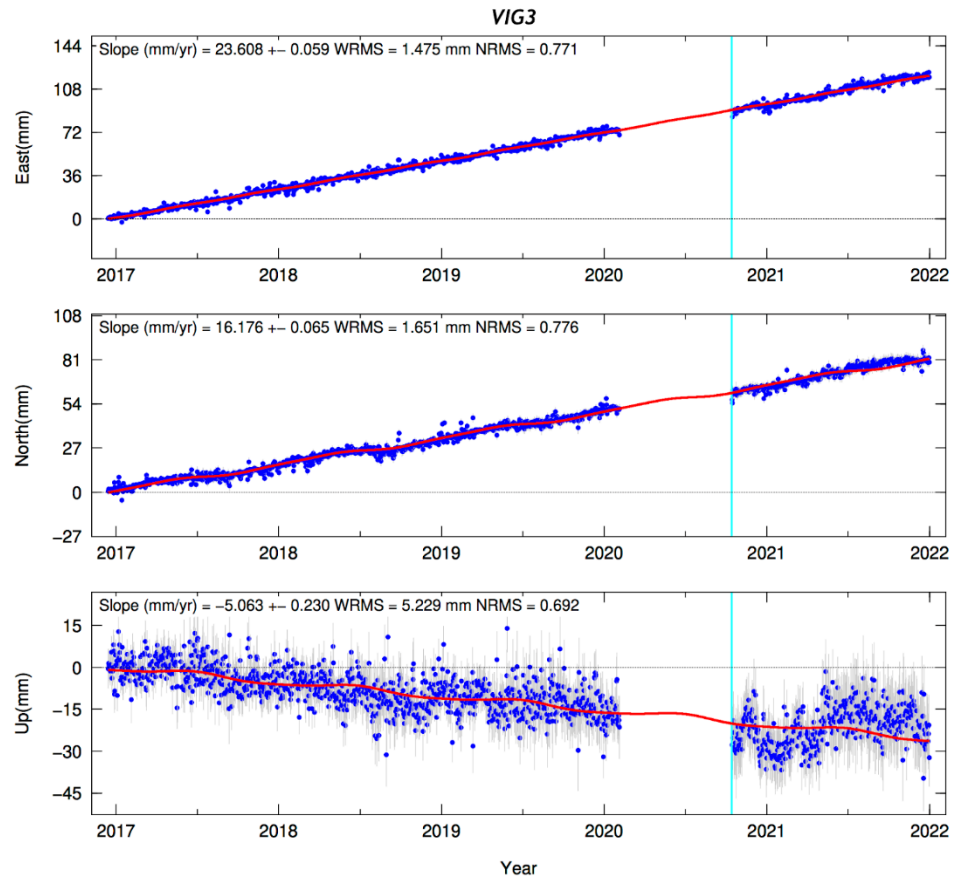


Figura 6.9. Serie temporale di spostamento (punti blu) della stazione VIG3 nel sistema di riferimento globale IGS14 per le tre componenti Est, Nord e verticale. Le linee grigie indicano le barre d'errore (1σ) per gli spostamenti e la linea rossa rappresenta il modello analitico atteso. La barra celeste indica l'epoca in cui è avvenuto un cambio strumentale.



6.1.4 Campo di velocità

Dall'analisi delle serie temporali di spostamento appena esposta è possibile estrarre e studiare il campo di velocità a lungo termine misurato da tutte le stazioni GNSS disponibili per l'area di monitoraggio (Figura 6.4). Le incertezze per le stime di velocità sono state ri-calcolate considerando che il rumore nelle serie temporali GPS non è Gaussiano (e.g., Williams et al., 2004), ma assumendo un modello di tipo *White+Flicker noise*, come descritto in Serpelloni et al. (2013).

E' noto che l'accuratezza e la precisione della stima delle velocità dipendono fortemente dalla lunghezza delle serie temporali di spostamento e si considera un intervallo di 2.5 anni come lunghezza minima necessaria per questo tipo di analisi (Blewitt e Lavallee, 2002). Dalla Tabella 6.1 si osserva come quasi tutte le stazioni ENI in Val d'Agri abbiano superato la soglia minima, eccetto TEVE che ha poco meno di 2.5 anni di dati. All'interno dell'analisi che è stata eseguita tuttavia saranno prese in considerazione tutte e cinque le stazioni ENI, per fare comunque un primo confronto delle velocità stimate dalle stazioni ENI con tutte le altre presenti nell'area di studio.

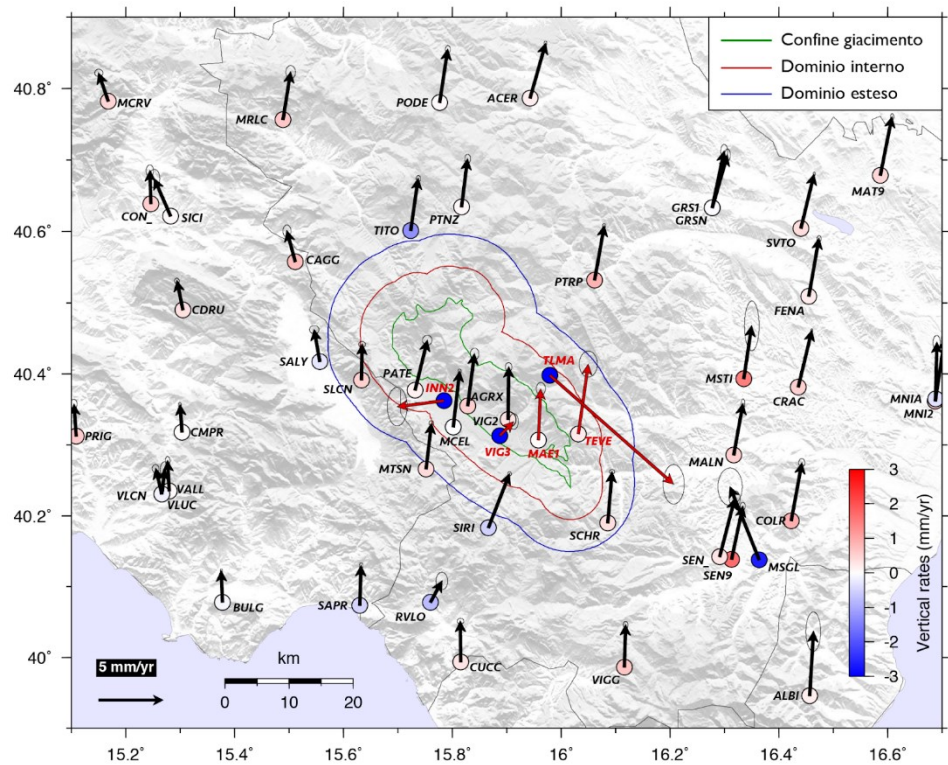
Le velocità stimate durante il processamento dei dati (come descritto nei precedenti paragrafi) sono riferite rispetto il sistema di riferimento globale IGS14 che non ci permette però di apprezzare le deformazioni a scala del giacimento. Per evidenziare meglio i gradienti di velocità dell'ordine del mm/anno o inferiori, che sono tipici sia della tettonica attiva (che è presente, essendo un'area ad alta pericolosità sismica) sia delle deformazioni locali di tipo naturale o antropico, risulta necessario ruotare e riferire il campo di velocità rispetto un sistema di riferimento locale, ossia rispetto ad un blocco tettonico o una placca tettonica vicina assunta come rigida e fissa (*plate-fixed*).

Nel nostro caso le velocità orizzontali GPS (quelle verticali rimangono riferite al sistema di riferimento IGS14) sono state poste rispetto alla placca Eurasia-fissa, utilizzando come polo di rotazione quello riportato da Altamimi et al. (2017). Per fare ciò viene rimosso dalle velocità assolute in IGS14 le velocità attese dal polo di rotazione scelto, rimanendo con un campo di velocità residuo rappresentativo del campo di deformazione a scala regionale per l'area di studio. La Figura 6.10 mostra il campo di velocità nel sistema di riferimento locale Eurasia- fissa tramite delle frecce con ellisse di errore al 95%, e la componente verticale tramite dei cerchi colorati dove i valori positivi in rosso indicano sollevamento e quelli in blu negativi subsidenza. I valori di velocità in questo sistema di riferimento sono riportati in Tabella 6.2.

Tabella 6.2. Velocità di spostamento nelle componenti Est (VE), Nord (VN), e verticale (VU) e relative incertezze (S_VE, S_VN e S_VU) in mm/anno per le stazioni ENI nel sistema di riferimento locale Eurasia-fissa.

Stazione	VE (mm/anno)	VN (mm/anno)	VU (mm/anno)	S_VE (mm/anno)	S_VN (mm/anno)	S_VU (mm/anno)
INN2	-3.620	-0.467	-3.716	0.314	0.610	1.806
MAE1	0.173	3.974	0.032	0.145	0.200	1.043
TEVE	0.768	5.409	0.235	0.284	0.411	2.567
TLMA	9.558	-8.420	-4.779	0.334	0.626	2.007
VIG3	1.065	1.092	-5.048	0.144	0.248	1.245

Figura 6.10. Campo di velocità orizzontale (frecce) nel sistema di riferimento locale Eurasia-fissa e verticale (cerchi colorati). Le stazioni ENI sono evidenziate in rosso. Le ellissi d'errore per le componenti orizzontali sono al livello di confidenza del 95%.



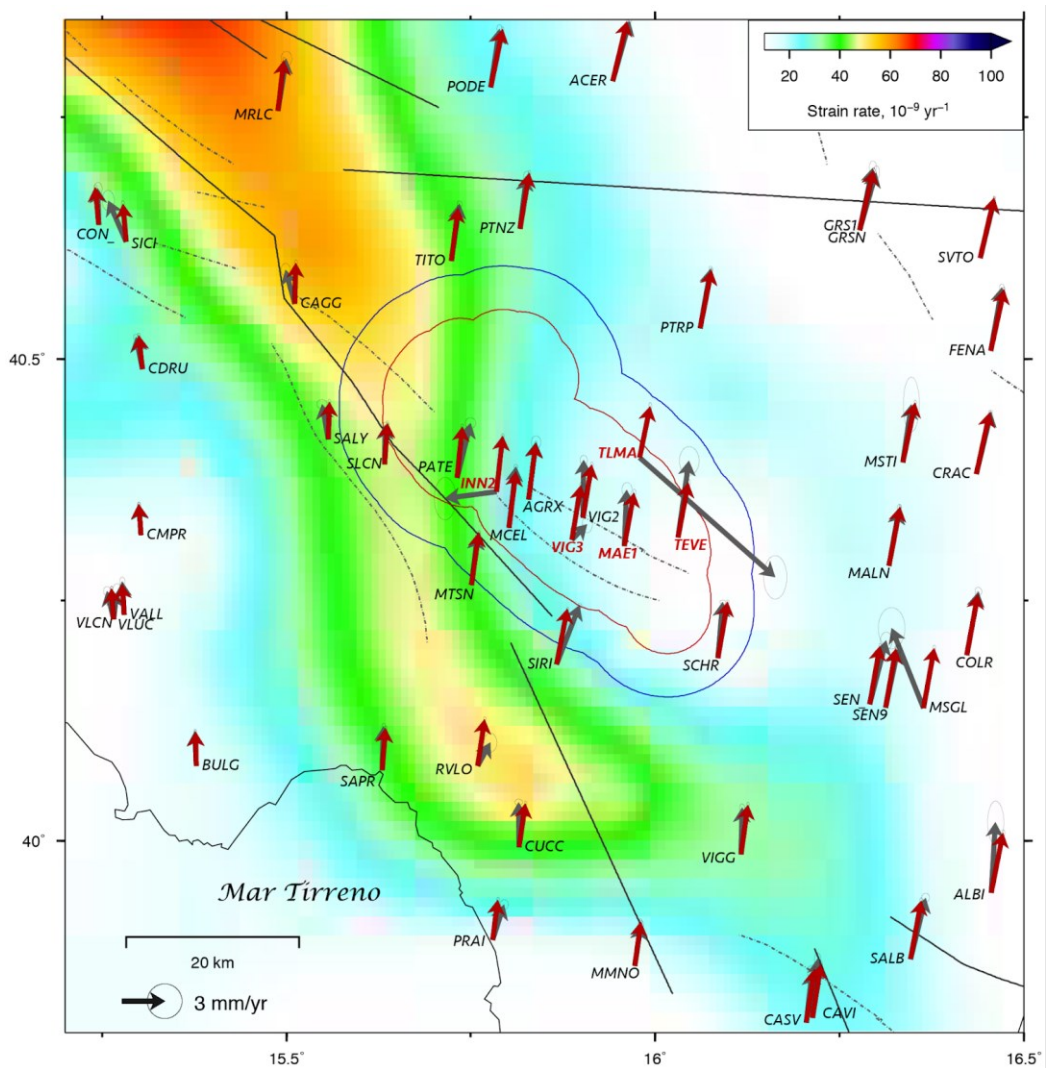
Come già evidenziato in via preliminare nel precedente report 2021/1, le velocità delle stazioni ENI (evidenziate in rosso in Figura 6.10) mostrano tra loro andamenti molto differenti di diversi mm/anno sia in orizzontale che in verticale (v. Tabella 6.2), nonostante siano stazioni con interdistanza minore di 15 km (v. Figura 4.1). Dal campo di velocità orizzontale così ottenuto si può osservare come la maggior parte delle stazioni mostri un graduale aumento di intensità da ovest verso est, che è rappresentativo della tettonica distensiva attiva lungo tutta la dorsale appenninica. Rispetto a questa caratteristica, l'andamento anomalo di tre stazioni ENI (ossia INN2, TLMA e VIG3) risulta particolarmente evidente, mostrando anche intensità e direzioni totalmente diverse. Analogamente, per il campo di velocità verticale, si osserva per la maggior parte delle stazioni un tasso di spostamento verticale variabile tra -1 e 1 mm/anno, mentre le stesse 3 stazioni registrano tassi di subsidenza di diversi mm/anno. Questa ulteriore caratteristica indica che le tre stazioni INN2, TLMA e VIG3 potrebbero essere affette da possibili deformazioni locali del sito.

Per valutare se le velocità a lungo termine registrate dalla rete GPS siano rappresentative di deformazioni dovute a fenomeni naturali e/o antropici che si riflettono su scale spaziali simili alle dimensioni del giacimento (20 - 30 km, valori tipici anche per segnali tettonici), è stato stimato un campo di velocità continuo attraverso un'interpolazione e un conseguente campo di tasso di deformazione (*strain-rate*) che mette in evidenza le aree sottoposte a maggiore deformazione nel tempo. È stato utilizzato un approccio multiscala (descritto in Tape et al., 2009) che utilizza delle

wavelets sferiche a varie lunghezze d'onda in sovrapposizione per identificare i vari processi in gioco a diverse scale spaziali. Questo approccio consente di identificare localmente il più piccolo processo risolto in base alla densità spaziale delle stazioni utilizzate, nonché di rilevare valori anomali nell'insieme delle misurazioni della velocità.

Questa interpolazione è mostrata in Figura 6.11, dove il campo di velocità interpolato è indicato dalle frecce rosse mentre quello registrato è dato dalle frecce grigie. Inoltre viene mostrato anche il campo continuo stimato di strain-rate, che segue una palette colorata e va ad interessare prevalentemente le aree più ad ovest del giacimento dove sono presenti le principali strutture di faglia attive.

Figura 6.11. Campo di velocità GPS interpolato (frecce rosse) utilizzando il metodo di Tape et al. (2009) e campo del tasso di deformazione (*strain-rate*) interpolato su una griglia per tutta l'area. Le stazioni ENI sono indicate con il nome in rosso e le linee nere continue e tratteggiate indicano le principali strutture di faglia attive.



Questa breve analisi fornisce un'ulteriore evidenza di come le stazioni INN2, TLMA e VIG3 mostrino elevati residui rispetto l'interpolazione eseguita per l'area di monitoraggio, identificandole quindi come possibili stazioni anomale, allo stato attuale inadatte a misure di velocità a lungo termine ai fini del monitoraggio geodetico secondo gli scopi degli ILG.

Inoltre il campo di deformazione (*strain-rate*) sembra evidenziare come la tettonica attiva sia il principale processo deformativo in atto e che non si osservano particolari deformazioni dovute al giacimento. E' bene mettere in evidenza inoltre che invece le stazioni MAE1 e TEVE sembrano essere ben riprodotte dal campo interpolato, risultando quindi come possibili stazioni stabili e affidabili ai fini del monitoraggio geodetico.

6.1.5 Considerazioni finali

Alla luce delle analisi eseguite è possibile esprimere alcune considerazioni sulle capacità di misura della rete geodetica GNSS installata dalla concessionaria ai fini di un monitoraggio geodetico "a scopi geofisici". In particolare:

- La geometria della rete geodetica progettata dalla concessionaria che consta di 12 stazioni in continuo non permette una completa copertura dell'area di monitoraggio anche in integrazione con tutte le stazioni GNSS presenti nell'area, lasciando scoperta buona parte del DI e DE a nord e una parte a sud. Sarebbe opportuno valutare un'integrazione del progetto iniziale per avere una copertura delle aree scoperte anche con inter-distanze maggiori di 15 km
- Nonostante le stazioni siano tutte equipaggiate con strumentazione scientifica di alta qualità, purtroppo la maggior parte di queste è stata installata con un tipo di monumentazione che non garantisce l'acquisizione di misure di alta precisione (dal momento che non sono ancorate al substrato roccioso) oppure presso siti di installazione non perfettamente adatti alla registrazione di tassi di spostamento (non influenzati da instabilità locali o da sorgenti di rumore)
- I problemi sopra menzionati si riflettono nell'analisi delle velocità a lungo termine che permettono di identificare il campo di deformazione del suolo per effetto dei possibili fenomeni naturali e antropici più rilevanti. Su 5 stazioni analizzate, ben 3 registrano tassi di spostamento che sembrano essere fortemente influenzati da sorgenti locali di deformazione, presumibilmente a causa di una scelta non idonea del sito di installazione (in mancanza di un pilastro profondo che ancori la stazione al substrato roccioso), risultando pertanto inutilizzabili ai fini del monitoraggio geodetico.
- Le uniche stazioni che sembrano fornire misure di spostamento precise e affidabili sembrano essere MAE1 e TEVE: per MAE1 le analisi sono stabili e confermate nel tempo, per TEVE risulta necessario acquisire ulteriori misure dal momento che la serie temporale è ancora piuttosto breve.

- Partendo dal campo di velocità a nostra disposizione, il campo di deformazione del suolo stimato per l'area di monitoraggio sembra evidenziare soltanto le deformazioni dovute alle principali strutture tettoniche attive, e non al di sopra del giacimento. Questa osservazione risulta però condizionata dal fatto che la copertura geodetica della rete è comunque limitata e sarà necessario uno studio successivo più approfondito, quando sarà a disposizione un maggior numero di stazioni GNSS.

6.2 Dati InSAR

6.2.1 Introduzione

Le attività inerenti l'utilizzo dei dati satellitari per lo studio delle deformazioni nella concessione Val d'Agri si è focalizzata sull'aggiornamento della soluzione InSAR precedentemente calcolata fino a Dicembre 2020. Sono state quindi aggiunte al *dataset* mostrato nel precedente report le immagini acquisite dalle missioni Sentinel-1 dell'Agenzia Spaziale Italiana lungo tutto il 2021, in modo da offrire una visione aggiornata dell'andamento temporale dei target individuati nell'area della concessione. Contestualmente, si è provveduto a confrontare e cross-validare il dato InSAR con le misure a terra della rete GPS presente.

6.2.2 Dati e Metodi

Il *dataset* analizzato è quello acquisito lungo l'orbita ascendente, integrato con tutte le immagini acquisite da gennaio a dicembre dalle missioni Sentinel-1A e Sentinel-1B. Quest'ultimo satellite purtroppo, proprio a dicembre 2021 ha smesso di funzionare a causa di problemi strumentali, per cui a partire dal 2022 e fino alla messa in orbita di nuovi satelliti si avranno esclusivamente a disposizione le immagini acquisite dal satellite Sentinel-1A. Invece, per quanto riguarda le acquisizioni del 2021, il tempo di rivista tra un'immagine e la successiva è di 6 giorni ed i nuovi interferogrammi sono stati ottenuti stimando le coppie interferometriche con il precedente *dataset* in una finestra temporale di 100 giorni mantenendo invece la baseline spaziale fissata ai valori scelti in precedenza. La tecnica InSAR multi-temporale applicata è nota come *Interferometric Point Target Analysis* (IPTA) (Werner et al., 2003) implementata all'interno dei pacchetti software della *GAMMA Remote Sensing and Consulting AG* (<https://www.gamma-rs.ch/>). Sono stati applicati ai nuovi interferogrammi i medesimi parametri di elaborazione utilizzati in precedenza (dimensione del pixel, finestre di filtraggio, soglia di coerenza per lo srotolamento della fase) ed è stato utilizzato il DEM fornito dalla missione SRTM (<https://www2.jpl.nasa.gov/srtm/>) per rimuovere il contributo topografico dalla fase interferometrica. Gli interferogrammi ottenuti con le immagini del 2021 sono stati quindi aggiunti ai precedenti e la soluzione globale è stata stimata mediante *Singular Value Decomposition* (SVD) per stimare trend di deformazione e serie temporali di spostamento aggiornate a fine 2021.

6.2.3 Risultati

L'analisi InSAR aggiornata con le immagini acquisite nel 2021 ha confermato l'assenza di evidenti trend deformativi alla scala della concessione già evidenziati nei precedenti report (Figura 6.12). Questo è osservato sia nei dati prodotti da INGV (Figura 6.12, pannello A) che in quelli elaborati dal Concessionario (Figura 6.12, pannello B).

Rispetto ai precedenti report, il punto di riferimento delle misure InSAR è stato posizionato nel comune di Sapri (SA), nelle immediate vicinanze della stazione GPS SAPR, sulla costa tirrenica. Questa scelta è dettata dalla ricerca di eventuali segnali tettonici di interesse che possano far registrare un gradiente deformativo in direzione SW-NE.

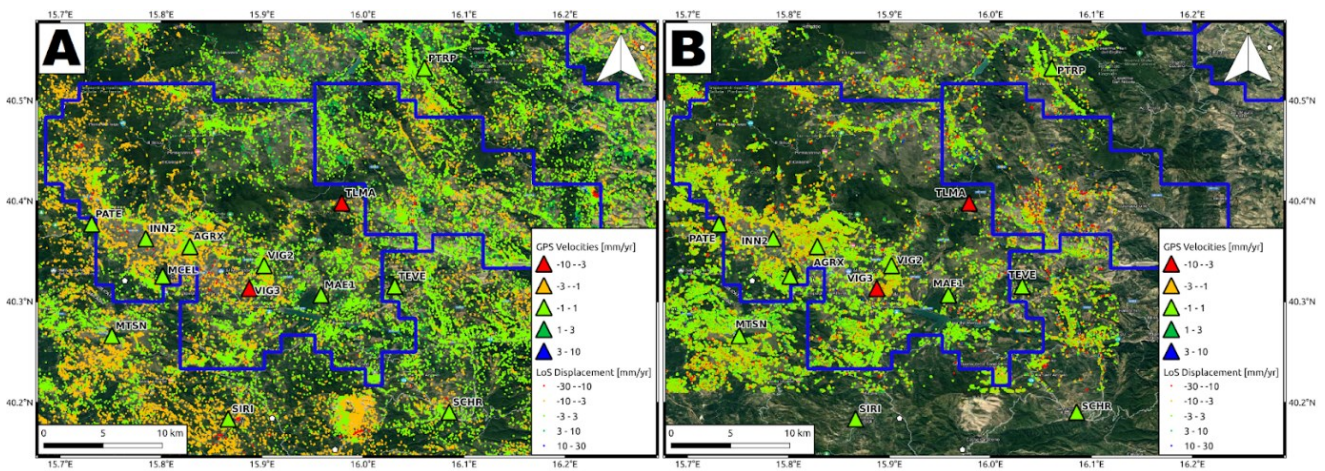


Figura 6.12. Velocità di deformazione InSAR ottenuta con dati Sentinel-1 elaborati da INGV [A] e dal Concessionario [B]. I triangoli indicano le stazioni GPS presenti nell'area della concessione Val d'Agri.

Sono stati rilevati i già noti fenomeni di natura franosa, in particolare nei comuni di Corleto Perticara (PZ) e Stigliano (MT) con evidenti pattern deformativi che interessano parte dei rispettivi territori comunali (Figura 6.13). Le velocità di deformazione stimate sono nell'ordine di circa -15mm/anno per Corleto Perticara e -30 mm/anno con conseguenti spostamenti cumulati nell'intervallo temporale analizzato (2015 - 2021) rispettivamente di circa -100 mm e -200 mm. Come emerge dall'analisi delle serie temporali di spostamento, infatti, i fenomeni presentano un andamento pressoché lineare nel tempo (Figura 6.14).

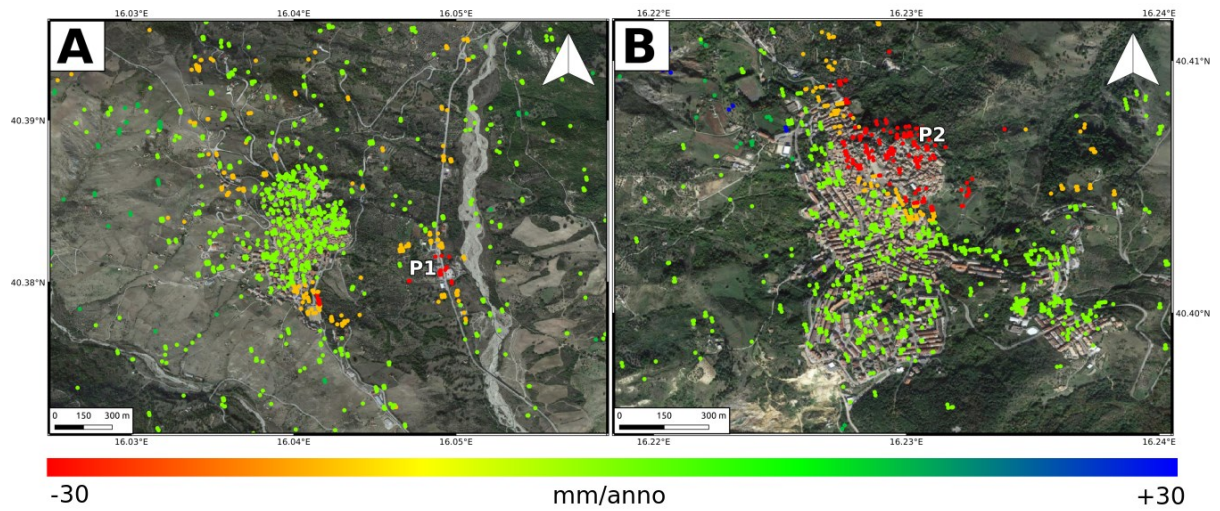
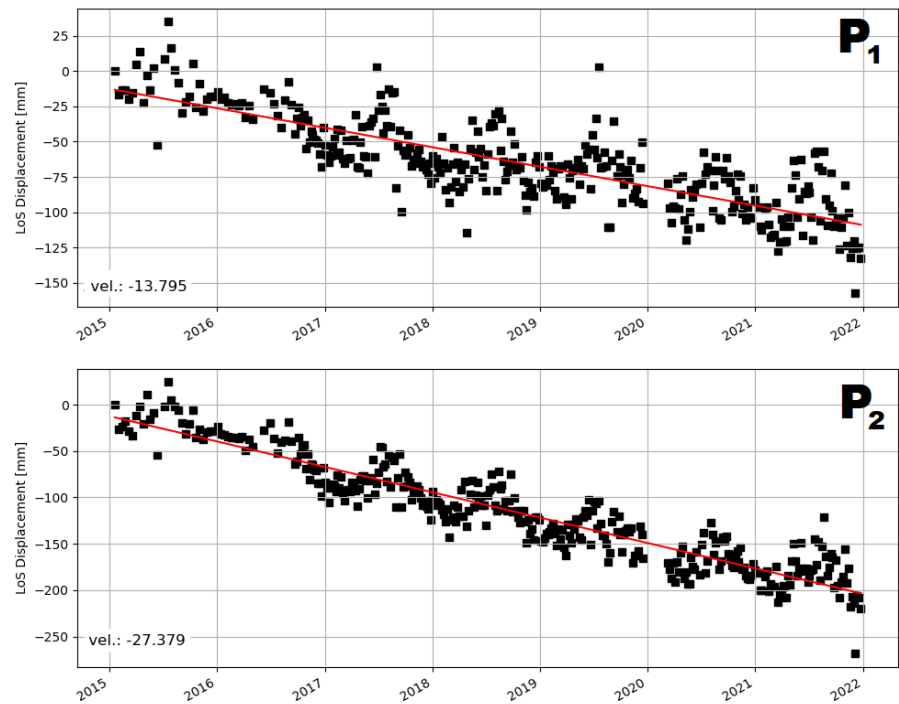


Figura 6.13. Focus sulla deformazione di natura franosa nelle aree di Corleto Perticara [A] e Stigliano [B].

Figura 6.14. Serie temporali di due punti indicati in Figura 6.13 nelle aree di Corleto Perticara [P₁] e Stigliano [P₂].



6.3 Confronto InSAR-GPS

Per il confronto tra le misure InSAR e GPS è stato utilizzato lo stesso sistema di riferimento centrato sulla stazione SAPR, situata nel comune di Sapri (SA).

Il confronto in termini di velocità media di deformazione tra le misure InSAR e GPS mostrato in Figura 6.12 mostra come, per la maggior parte delle stazioni, le velocità stimate con le misure GPS sia compresa nell'intervallo $-1 \div 1$ mm/anno.

Poiché valori di velocità di questo ordine di grandezza sono prossimi ai valori limite rilevabili dalla tecnica InSAR, il confronto tra le due misure potrebbe essere affetto da incertezza e non risultare quindi del tutto affidabile.

Inoltre alcune stazioni, specialmente quelle installate in zone montuose come SIRI, SLCN, MTSN, CAGG e TLMA, risultano non coperte o coperte in modo scadente dal segnale SAR a causa dei fenomeni di de-correlazione temporale per cui in queste aree il confronto potrebbe essere poco attendibile o non possibile.

Tuttavia, un'analisi puntuale sulle 23 stazioni presenti nell'area della concessione e nelle sue immediate vicinanze evidenzia un buon accordo tra le misure ottenute con le due tecniche, con un *Root Mean Square Error* (RMSE) di 2.1 mm/anno (Figura 6.15 e Tabella 6.3).

Figura 6.15. Confronto tra le velocità medie stimate con le misure GPS ed InSAR sulle 23 stazioni presenti nell'area della concessione Val d'Agri e nelle sue immediate vicinanze.

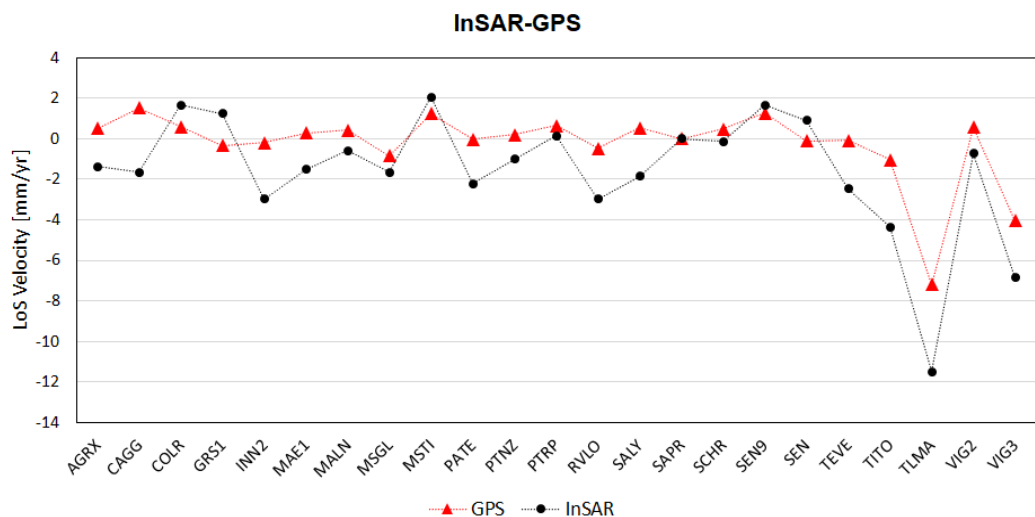


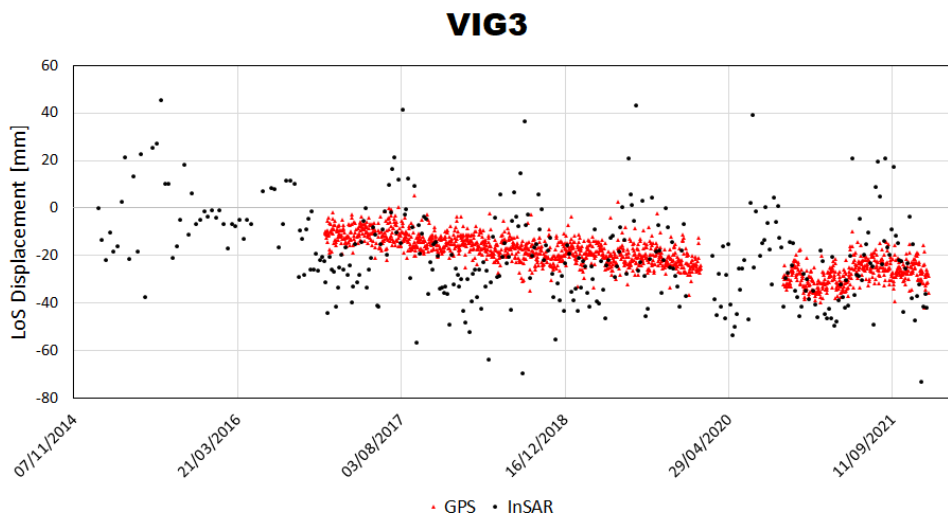
Tabella 6.3. RMSE tra le misure di velocità InSAR e GPS.

Numero stazioni	RMSE [mm/anno]
23	2.1

La stazione VIG3, installata nei pressi di una zona industriale pochi chilometri a sud del comune di Viggiano (PZ), mostra valori di velocità più elevate, nell'ordine di -5 mm/anno, a causa di fenomeni di subsidenza indotti dallo sfruttamento della falda acquifera.

Per questa stazione, quindi, è stato effettuato anche un confronto sulle serie temporali, che, al netto delle forti oscillazioni del SAR, probabilmente dovute ad effetti stagionali, ha mostrato trend deformativi consistenti (Figura 6.16).

Figura 6.16. Confronto tra le serie temporali InSAR e GPS per la stazione VIG3.



L'analisi InSAR effettuata dall'INGV ha mostrato risultati consistenti con quanto evidenziato nell'analisi del concessionario. Non si rilevano deformazioni del suolo su scala della concessione correlate ad attività di sfruttamento del sottosuolo. Alcuni segnali deformativi su scala locale, prevalentemente attribuibili a fenomeni di natura franosa o antropica, sono stati osservati nei pressi dei comuni di Stigliano e Corleto Perticara e nell'area industriale a sud di Viggiano.

Ai fini dell'applicazione degli ILG, 'il sistema di monitoraggio ha l'obiettivo di fornire informazioni sia sull'andamento temporale delle deformazioni del suolo (più precisamente dello strato superficiale del suolo) durante il periodo di osservazione, sia sulla loro distribuzione spaziale nell'area analizzata, evidenziando eventuali variazioni rispetto allo scenario deformativo di background.' (Art 6.1)

A tal fine riteniamo il requisito 6.1 adeguatamente e provatamente raggiunto.

Analogamente, i requisiti delle caratteristiche tecniche del monitoraggio delle deformazioni del suolo come descritti all'Art. 6.2 degli ILG, limitatamente ai segmenti di rete già completati, sono adeguatamente raggiunti.

7 Analisi dati di pressione e portata

7.1 Commenti su correlazioni tra sismicità e reiniezione di acque di strato

Le acque reflue oleose (acque di strato) provenienti dai processi di estrazione e lavorazione del gas e del petrolio sono per la maggior parte composte da acqua intrappolata nelle formazioni sotterranee, portata in superficie insieme al gas o all'olio: in termini di volumi è il principale sottoprodotto associato alla produzione di questi idrocarburi. La gestione delle acque di strato (*wastewater*) presenta notevoli sfide e costi elevati per gli operatori e il loro smaltimento può essere problematico in termini ambientali, a causa della loro natura altamente salina.

Secondo il rapporto tecnico di Dieterich et al. (2018) le acque prodotte in VA durante l'estrazione degli idrocarburi ammontano approssimativamente a 3000 Sm³/d (alla data del 2016). Circa 2/3 di tale volume viene quotidianamente ricondotto nel serbatoio a 3000 m sotto il livello del mare, attraverso il pozzo di reiniezione "Costa Molina 2". Il restante volume delle acque di strato viene trasportato verso apposite centrali di smaltimento.

L'iniezione delle acque di strato nel pozzo CM2 è iniziata nel Giugno del 2006.

La domanda decisiva ai fini del monitoraggio sismico è se esiste una correlazione tra la pressione e/o la portata dei volumi re-iniettati e la presenza di eventi sismici all'interno del volume DR limitrofo al pozzo CM2.

Prima dell'inizio della reiniezione delle acque di scarto in data 01/06/2006 non fu registrata nessuna sismicità significativa. Nel periodo 01/07/2001 – 01/06/2006 il bollettino sismico dell'epoca riporta solamente tre eventi all'interno del DR.

NR.	dd/mo/yy	hh:mm:ss	Prof	Rms	ML	Latitudine	Longitudine
18	06/02/02	04:14:00	5.9	0.22	1.2	40.326500	15.939670
276	29/06/03	05:17:41	2.6	0.18	0.6	40.289000	16.017000
576	02/07/04	04:44:30	3.2	0.13	0.9	40.314670	16.022830

L'immediato verificarsi di microsismicità nelle vicinanze del CM2 a seguito dell'inizio della re-iniezione è stato soggetto di vari studi (come per esempio Improta et al., 2015; Improta et al., 2017; Hager et al., 2021).

I risultati significativi possono essere riassunti come segue:

Improta et al. (2015) riportano che la sismicità è indotta da una comunicazione rapida delle perturbazioni delle pressioni di poro lungo una zona di faglia di alta permeabilità, orientata in maniera favorevole rispetto al campo di stress locale.

Hager et al. (2021) confermano che il tasso di sismicità aumenta in maniera repentina con l'aumentare della pressione e, sulla base di simulazioni numeriche, concludono che soltanto volumi di fluidi iniettati maggiori di 2500 m³/d porterebbero a incrementi significativi del rateo di sismicità. Questo risultato ha motivato il concessionario a stabilire il volume massimo giornaliero di reiniezione ad un valore di sicurezza, attualmente stabilito intorno a 2000 m³/d.

7.2 Commenti sulla sismicità registrata in Val d'Agri

Come descritto in dettaglio nel Report 01/2021 (Danesi et al., 2021), ai fini di riclassificare gli eventi locali e regionali all'interno dei domini di monitoraggio è stata sviluppato un codice che legge i bollettini GEOM degli eventi locali e regionali, e assegna specifici *flag* che indicano l'appartenenza ad un dominio di monitoraggio (Dialuce et al., 2014, vedi Figura 7.1): pannello alto a destra in Figura 7.1, DE (rosso: OWC + 10 km), DI (blu: OWC + 5 km), DR (nero: CM2 + 5 km).

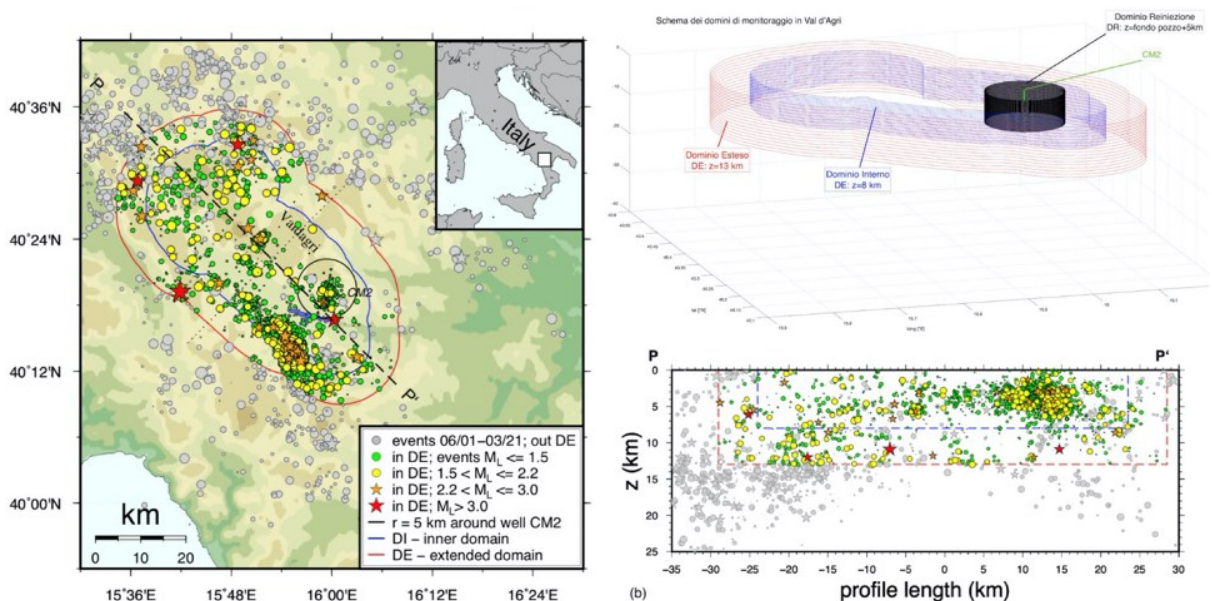
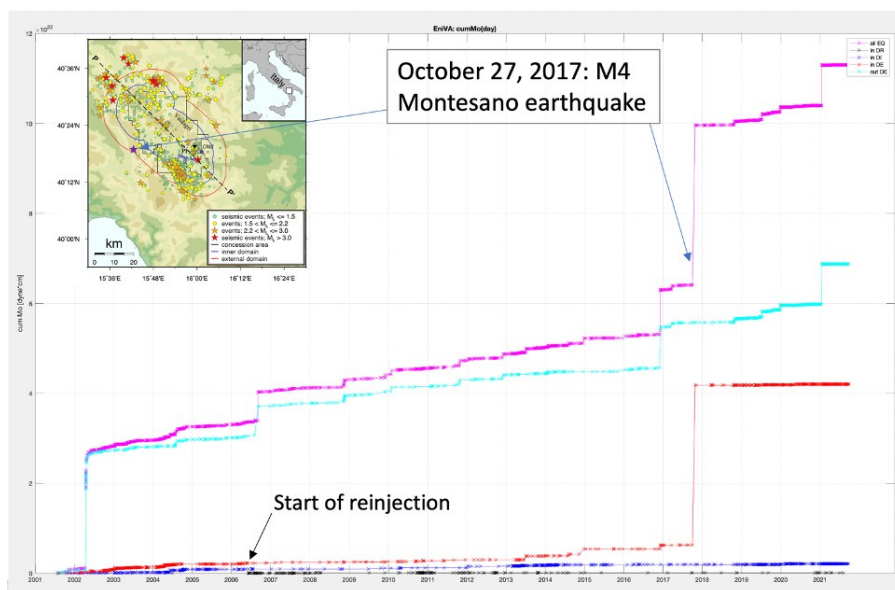


Figura 7.1. Mappa e profilo della sismicità registrata in VA nel periodo (giugno 2001 – marzo 2021) rispetto ai domini di monitoraggio DE, DI, DR (vedi Report2021/1, Danesi et al., 2021).

Figura 7.2. Momento sismico cumulativo assoluto per gli eventi sismici riportati nel bollettino ENI a partire dal 06/2001 (per il significato dei colori vedi testo e Figura 7.3).



Le Figura 7.2 e 7.3 rappresentano i valori cumulativi del momento sismico (M_0 in dyn-cm), rispettivamente assoluti e relativi, per il periodo 06/2001 al 09/2021 per tutti gli eventi registrati da ENI, utilizzando la relazione (Thatcher e Hanks, 1973):

$$M_0 = 10^{(1.5 * ML + 16.1)}$$

Il momento sismico M_0 fornisce, per definizione, una stima dell'energia rilasciata da un evento sismico. L'energia rilasciata da una sequenza di eventi può essere calcolata come somma del momento sismico di ogni evento.

Il significato dei colori nella rappresentazione segue il seguente schema:

- Fucsia: tutti gli eventi sismici locali e regionali del bollettino ENI.
- Nero: eventi sismici all'interno del dominio di rilevazione (DR).
- Blu: eventi sismici all'interno del dominio interno (DI).
- Rosso: eventi sismici nel dominio esteso (DE).
- Azzurro: eventi sismici fuori dal DE.

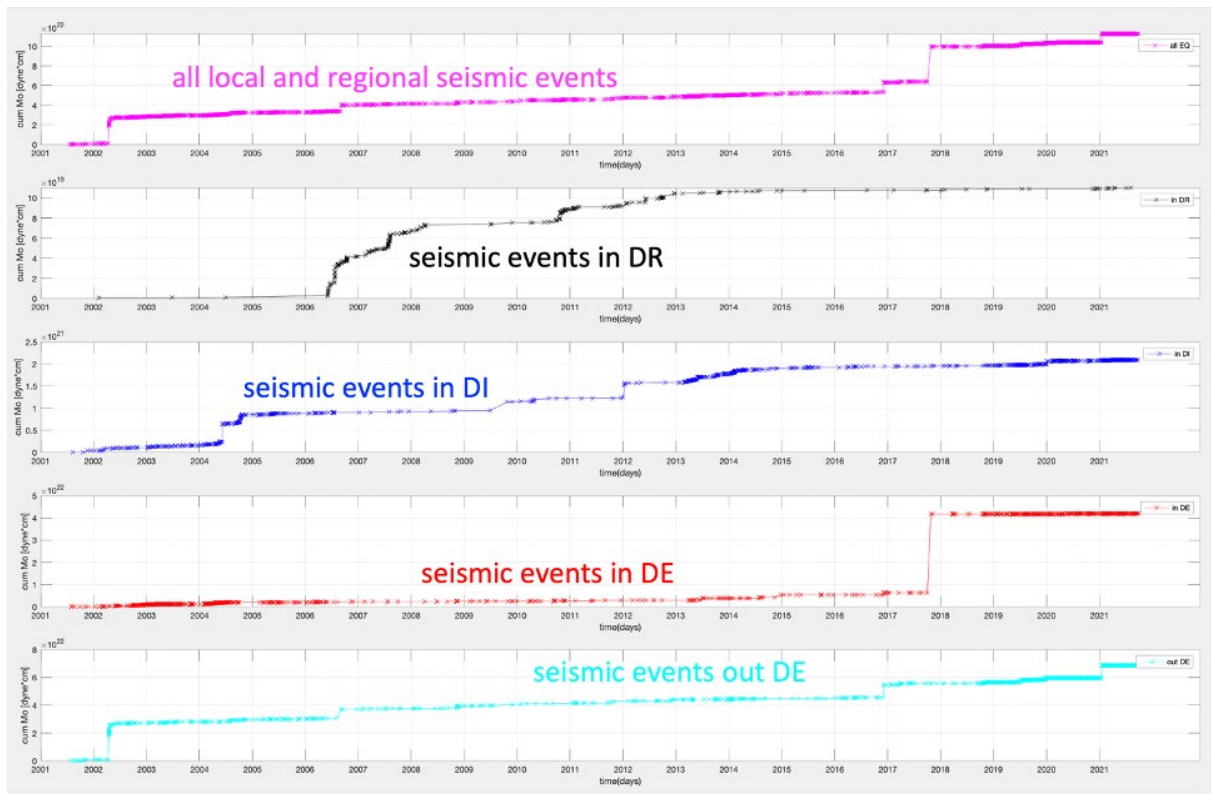


Figura 7.3. Rappresentazione relativa del momento sismico cumulativo (vedi Figura 7.2) suddiviso per aree differenti. Da notare le differenti scale logaritmiche verticali che indicano differenze di vari ordini di grandezza nel rilascio di momento sismico nei diversi domini.

La curva complessiva di tutti gli eventi (fucsia) indica che il contributo maggiore del momento sismico cumulativo è da attribuire all'evento M_w4 avvenuto nel Comune di Montesano sulla Marcellana (López-Comino et al., 2021), con epicentro nel DE (curva rossa in Figura 7.2/Figura 7.3). Gli altri aumenti repentini con *step* maggiori nella curva del MSC sono associabili a terremoti localizzati esterno al DE (curva azzurra).

Ai fini del monitoraggio sismico nell'ambito ILG, interessano esclusivamente gli eventi sismici localizzati all'interno del DR (curva nera in Figura 7.2 e 7.3) che sono gli unici a essere considerati per un confronto con le pressioni e i volumi dei fluidi iniettati a CM2.

7.3 Portata di volume/pressioni dei fluidi reiniettati – sampling rate

Il concessionario trasmette regolarmente alla SPM i dati dei volumi (*VIR - volume injection rate*) e delle pressioni a testa pozzo (*THP - tubing head pressure*) dei fluidi iniettati. I dati a disposizione sono delle medie giornaliere (*DMA - daily moving average*) aggiornate inizialmente con frequenza oraria (2006) fino ad arrivare ad un intervallo di campionamento di 5 min. La Figura 7.4 mostra un esempio delle medie giornaliere dei valori di *VIR* (rosso) e *THP* (blu) illustrato come esempio per il periodo 01/10/2018 – 16/02/2021.

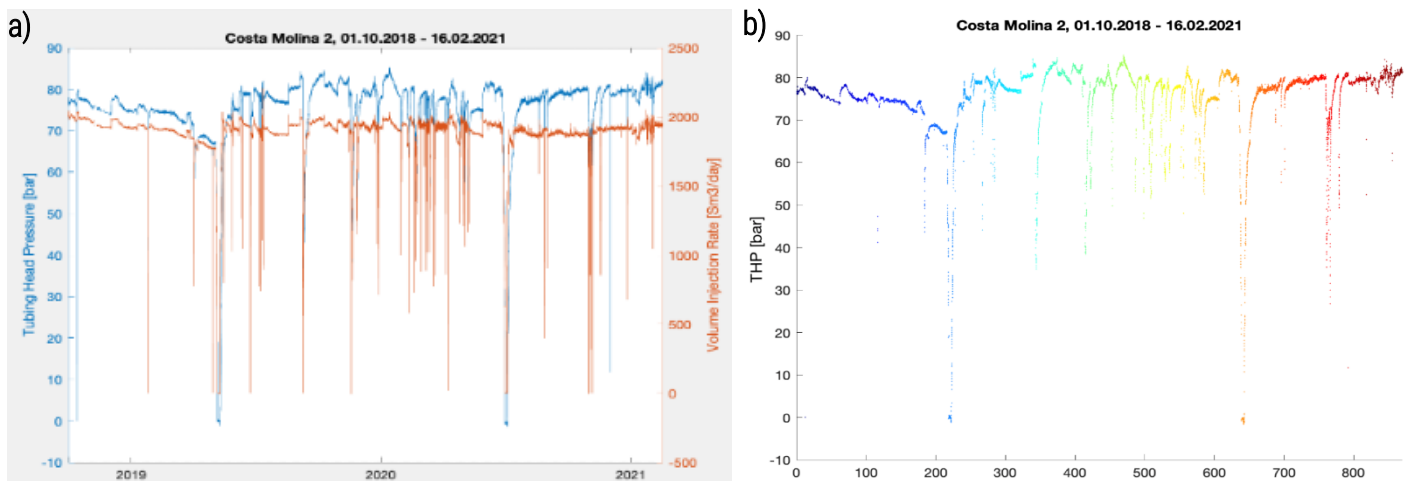


Figura 7.4. (a) Variazioni temporali delle DMA di VIR e THP per il periodo 01/10/2018 – 16/02/2021; (b) variazioni DMA di THP, il tempo [giorni a partire dal 01/10/2018] è codificato con colori arcobaleno, dal passato (blu) al recente (rosso).

L'andamento dei DMA delle pressioni e dei ratei di volume iniettato è caratterizzato da periodi brevi e medi (da ore a decine di giorni) di forte calo/azzeramento. Tali interruzioni di iniezione (fermi generali) sono interventi programmati da parte del concessionario, per motivi di controllo e/o manutenzione (*well integrity*).

Gli effetti di differenti intervalli di tempo (1 giorno/1 ora/5 min) per il calcolo del DMA di VIR e THP sono illustrate rispettivamente nelle Figure 7.5, 7.6, 7.7.

Figura 7.5. VIR in funzione di THP per il periodo 01.01. - 16.10.2019 (media giornaliera).

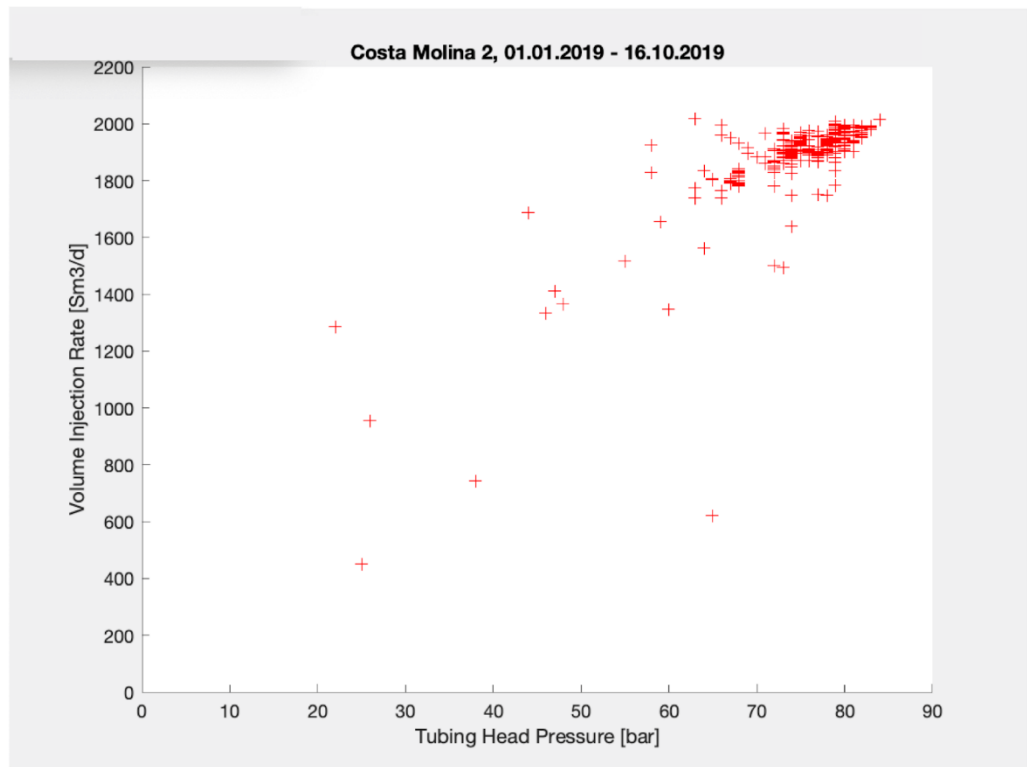


Figura 7.6. VIR in funzione di THP, media giornaliera, su base di calcolo con frequenza oraria (codifica colori vedi Figura 7.4).

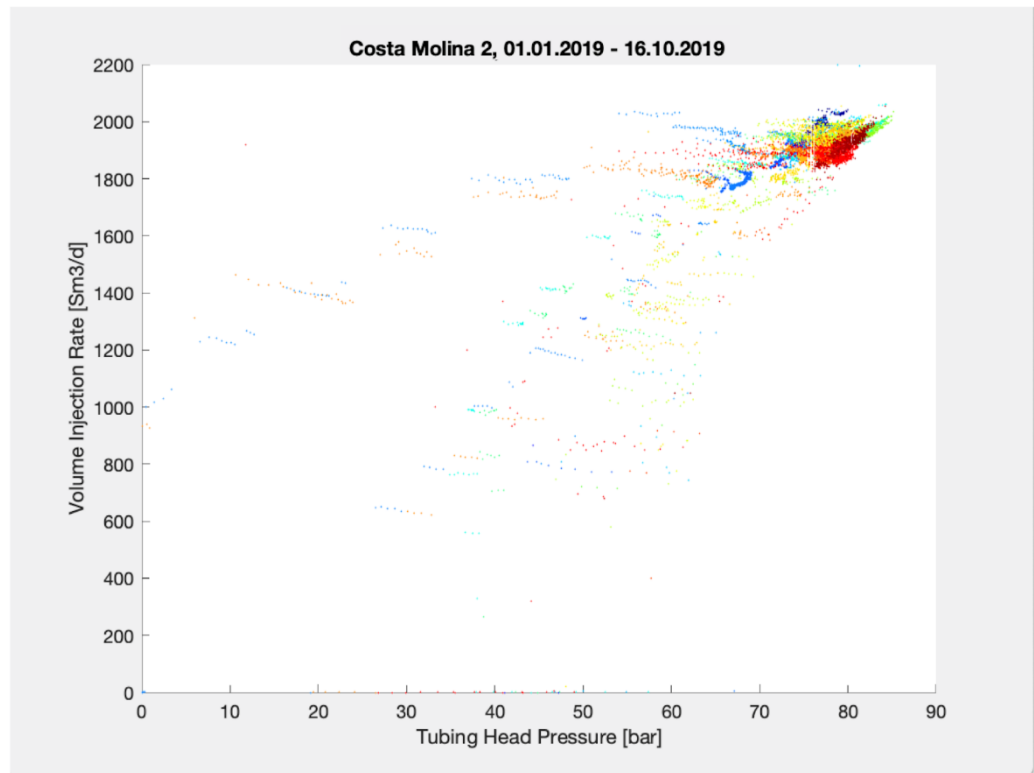
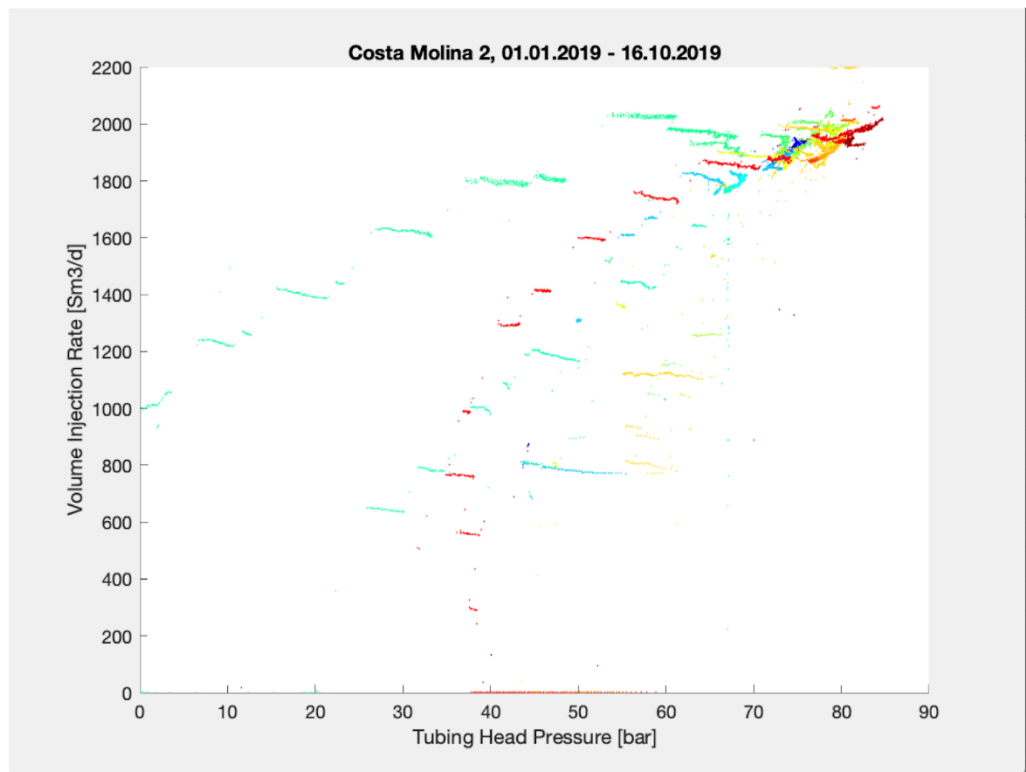
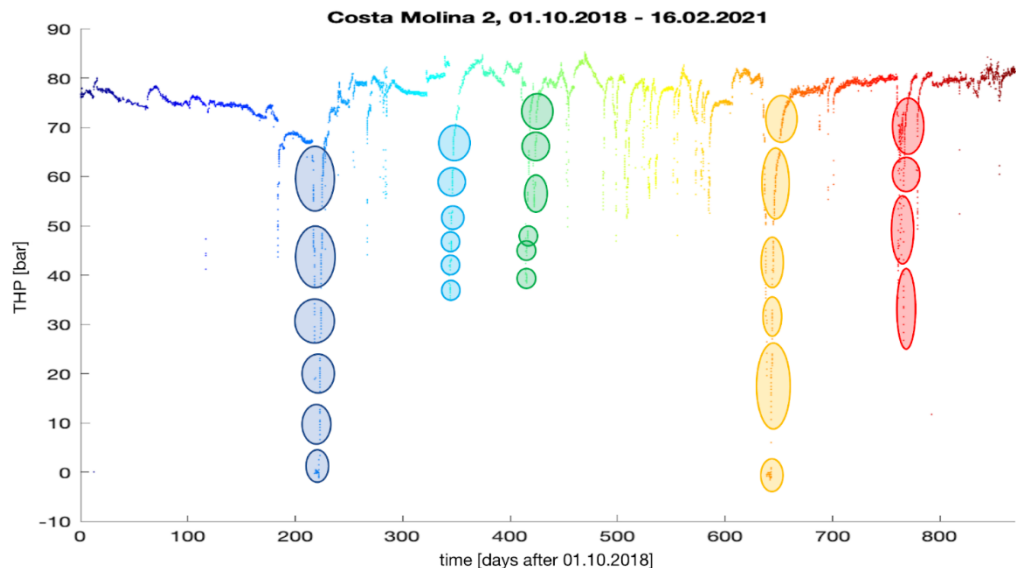


Figura 7.7. VIR in funzione di THP, media giornaliera, intervallo di campionamento 5 min (codifica colori vedi Figura 7.4).



Come evidente dalla Figura 7.4a, le variazioni temporali di VIR e THP sembrano a prima vista abbastanza parallele. Per facilitare un diretto confronto tra i due parametri la Figura 7.5 mostra le variazioni del rateo di volume in funzione della pressione con intervallo di campionamento orario. Si nota che i parametri non superano le condizioni di sicurezza a regime del volume giornalieri iniettato di 2000 m³/d. I valori inferiori indicano i giorni con riduzione/spegnimento programmati dal concessionario.

Figura 7.8. VIR in funzione di THP (media giornaliera, aggiornata ogni 5 min), il tempo [giorni a partire dal 01/10/2018] è codificato con colori arcobaleno, dal passato (blu) al recente (rosso).



Le Figura 7.6 e 7.7 mostrano i valori di VIR in funzione di THP, con un intervallo di campionamento per della DMA di rispettivamente 1 ora (Figura 7.6) e 5 minuti (Figura 7.7). La Figura 7.8 evidenzia in dettaglio i cicli di riduzione/incremento graduale della pressione (*step*) già illustrata in Figura 7.4b durante gli episodi di fermo programmato.

La codifica del tempo a colori, definita nelle Figura 7.4b e 7.8, permette di seguire con maggiore dettaglio le varie fasi dello spegnimento e riaccensione, che potrebbe essere utile e necessaria in caso di un eventuale verificarsi di sismicità nelle vicinanze del CM2.

La tabella con i valori di portata applicati dal concessionario in fase di apertura/chiusura del pozzo CM2 viene riportata in Figura 7.9. La durata e portata di ogni *step* sono stati valutati da parte del concessionario tenendo conto delle esperienze pregresse di arresto e di riapertura dell'iniezione al pozzo CM2.

Figura 7.9. Il programma di chiusura e riapertura del pozzo CM2.

Chiusura			Apertura				
Step	variazione	portata	Tempo di osservazione prec. Step successivo	Step	variazione	portata	Tempo di osservazione prec. Step successivo
(Iniziale-Finale)				(Iniziale-Finale)			
2.000-1.800 mc/d			24 h	0-600 mc/d			4 h
1.800-1.600 mc/d			12 h	600-800 mc/d			6 h
1.600-1.400 mc/d			12 h	800-1.000 mc/d			8 h
1.400-1.200mc/d			12 h	1.000-1.200mc/d			12 h
1.200-1.000mc/d			8 h	1.200-1.400mc/d			12 h
1.000-800 mc/d			6 h	1.400-1.600 mc/d			12 h
800-600 mc/d			4 h	1.600-1.800 mc/d			24 h
600-0 mc/d				1.800-2.000 mc/d			

7.4 Portata di volume/pressioni dei fluidi re-iniettati dal 2006 ad oggi

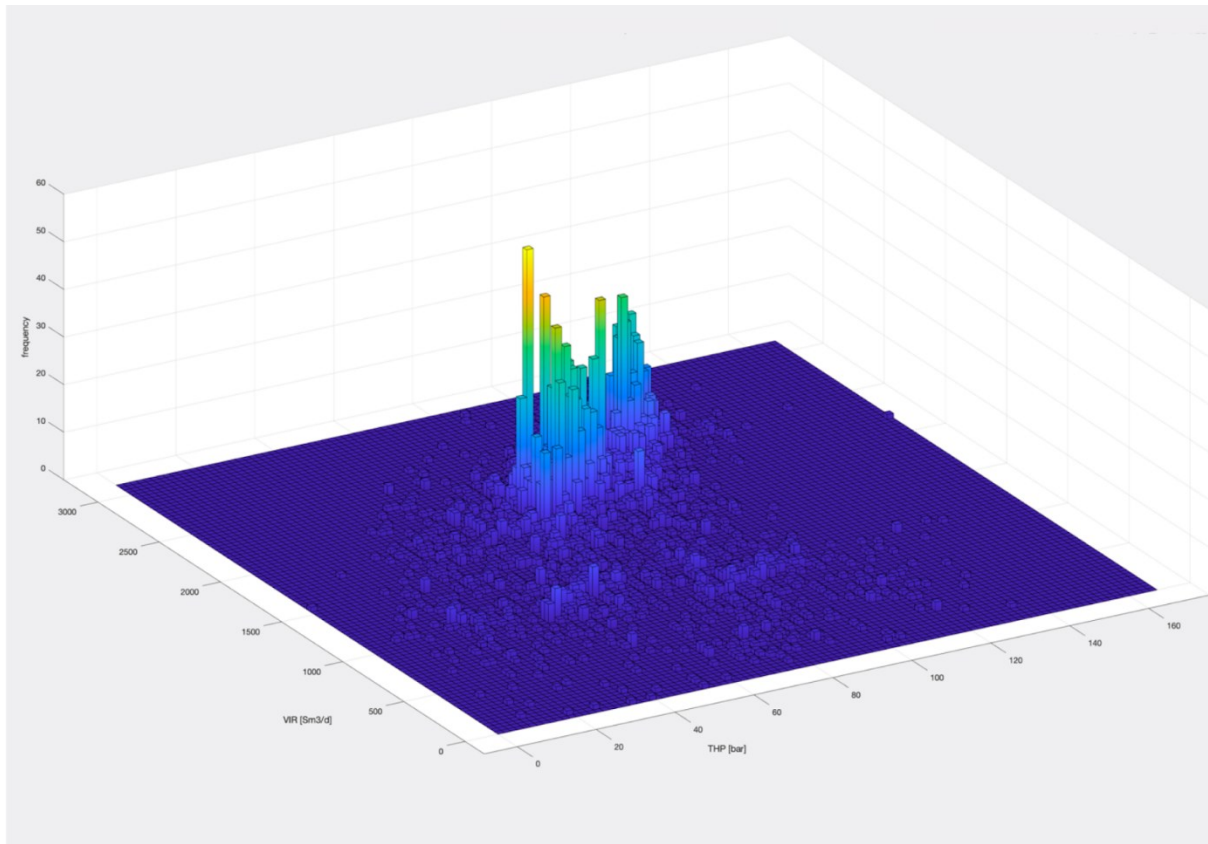


Figura 7.10. Istogramma (binning 100 * 100) della frequenza dell'applicazione dei parametri.

Di seguito si valuta la portata in funzione della pressione per l'intero periodo di iniezione in CM2 a partire dal Giugno 2006 ad oggi. La Figura 7.10 rappresenta in 3D l'istogramma per ogni coppia VIR(THP). Il diagramma a barre rispecchia quindi la frequenza di occorrenza delle combinazioni di parametri di esercizio applicati - o meglio - più alte sono le barre, più frequentemente viene operata l'iniezione con tali parametri (THP, VIR).

La Figura 7.11a mostra le variazioni temporali dei DMA della pressione (THP in blu) e della portata volume (VIR in rosso) per il periodo 01/06/2006 – 30/04/2020 (vedi anche Figura 7.4a) insieme alla curva del momento sismico cumulativo (Figura 7.10c). Anche se, a prima vista, l'andamento temporale di THP e VIR sembra abbastanza parallelo, è importante analizzare alcuni periodi con maggiore dettaglio. A tal proposito è stato calcolato il parametro della iniettività J , che viene definito come rapporto tra la portata e la pressione del fluido iniettato

$$J = \text{moving_average}(VIR/THP)$$

Concettualmente si può constatare che più volume si riesce ad iniettare a parità di pressione, più alta è la permeabilità idraulica del sottosuolo intorno al pozzo di iniezione.

La Figura 7.11b illustra l'andamento temporale dell'iniettività J , che specialmente negli ultimi anni (dal 2012) rimane stabile tra $20 < J < 30$, caratterizzata dall'assenza di sismicità significativa. Viceversa, nei primi anni della attività di reiniezione (2006 – 2012) si notano alcune variazioni repentine, come per esempio nel periodo n°2 (Figura 7.11a,b).

Figura 7.11. (a) Media mobile giornaliera della pressione (blu) e del tasso di volume iniettato (rosso); (b) variazione temporale dell'iniettività (VIR/THP); (c) momento sismico cumulativo per eventi sismici in DR (Figura 7.3).

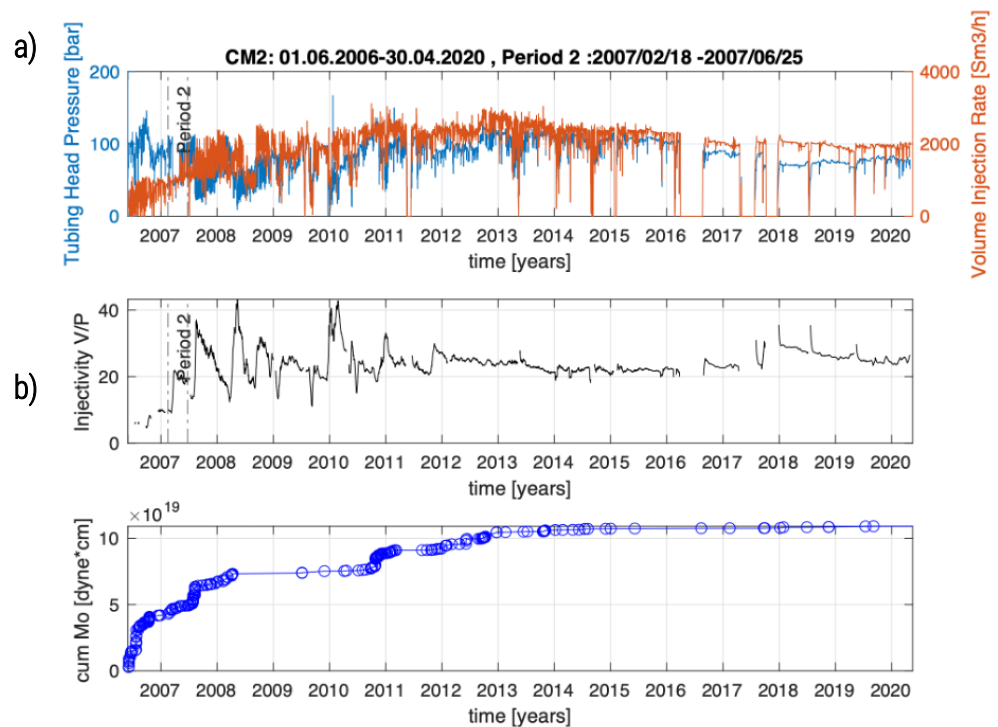
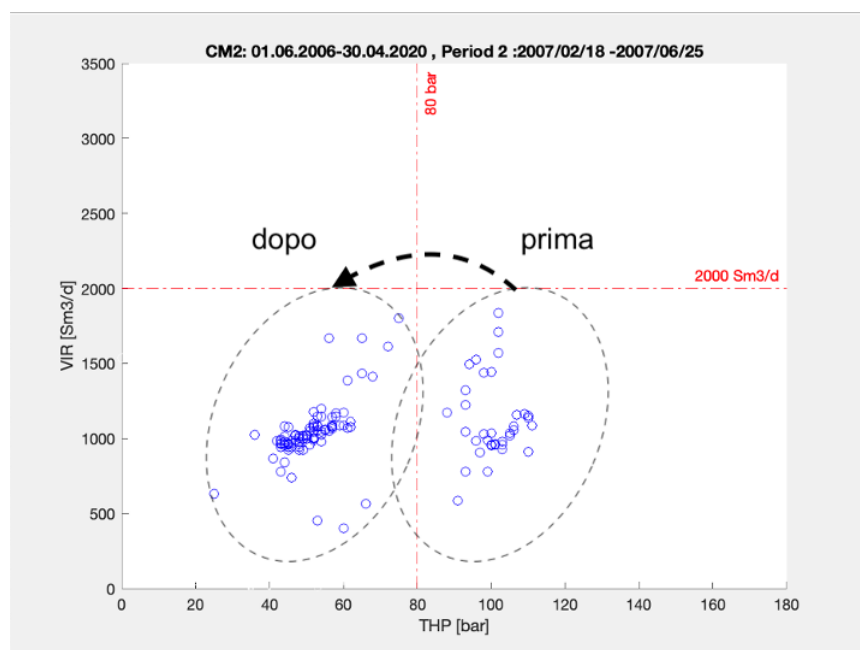


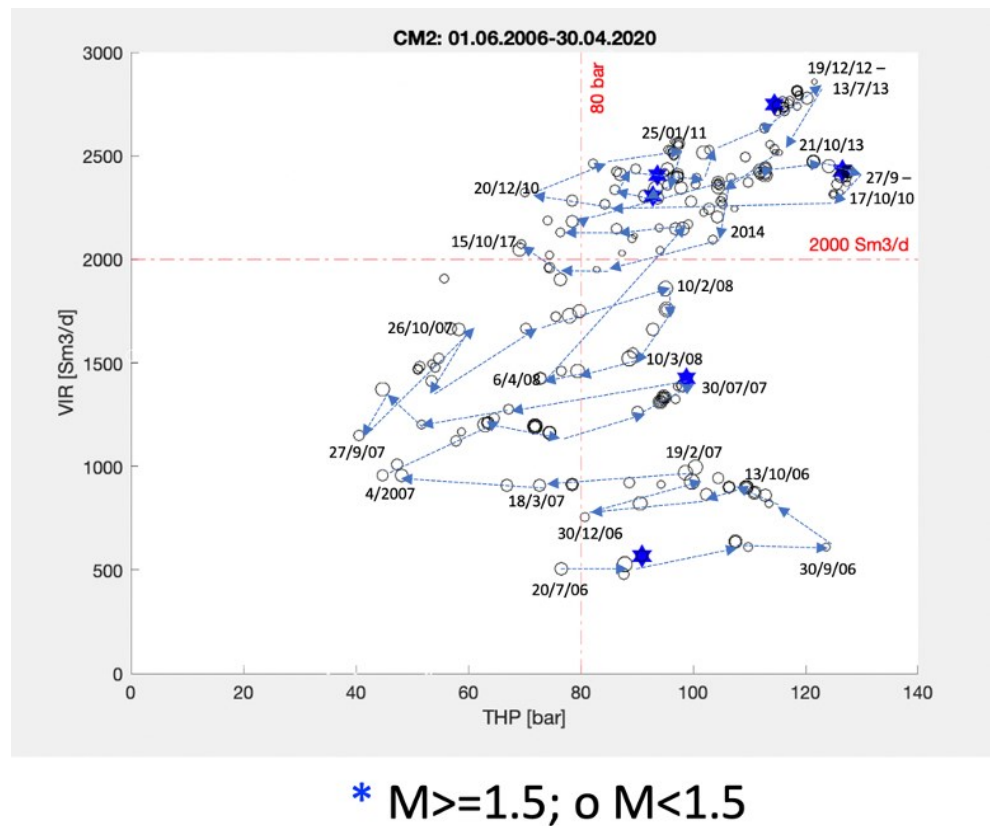
Figura 7.12. Improvviso calo di pressione a parità di volume iniettato nel primo trimestre 2008.



Seguendo la procedura già descritta (vedi Figura 7.5-7.7) e riportando graficamente la portata e la pressione per un confronto diretto VIR(THP), si può osservare in Figura 7.12 che, per esempio, durante il periodo n°2 la pressione a testa-pozzo scende improvvisamente di circa 50 bar a parità di portata di fluidi iniettato. Tali significativi aumenti di permeabilità (brusche variazioni dell'iniettività) avvengono in maniera spontanea, generalmente accompagnato da microsismicità, e comunque spesso imputabili a delle acidificazioni programmate per migliorare l'iniettività del pozzo.

In questo contesto è importante sottolineare che le pressioni operate effettivamente al pozzo CM2 sono almeno un ordine di grandezza inferiore alle pressioni generalmente usate nel *fracking* per la produzione del *shale gas* - attività comunque vietata in Italia e non praticata in alcuna concessione.

Figura 7.13. Proiezione degli eventi localizzati nel DR sui corrispondenti valori di VIR/THP: eventi sismici con $M < 1.5$ (o), $M \geq 1.5$ (*).



La Figura 7.13 illustra l'estensione dell'analisi mostrate in Figura 7.11 e 7.12 a tutto il periodo di osservazione. Gli eventi sismici localizzati all'interno del DR sono stati proiettati sui valori corrispondenti di VIR e THP (analogo a Figura 7.12). La cronologia degli eventi sismici viene indicata con frecce e date. Si nota che:

- per i primi anni (fino al 2013) il volume iniettato nel pozzo CM2 aumenta continuamente, mentre si verificano alcuni episodi di improvviso incremento e

calo di pressione e quindi dell'iniettabilità attribuibili a varie ragioni (perdita di carico, ostruzioni intorno al fondo pozzo, ecc.).

- I valori massimi di portata e pressione vengono raggiunti tra il 2009 e il 2014, arrivando a valori di VIR=quasi 2900 m³/d e THP=125 bar, superando di quasi 50% i limiti di precauzione (2000 m³/d e 80 bar, valori indicativi del "sistema pozzo pulito") che attualmente sono applicati ordinariamente dal concessionario (vedi linee tratteggiate in Figura 7.13). Eventi sismici significativi ($M \geq 1.5$) si verificano a pressioni THP > 90 bar, e più frequentemente a valori di portata VIR > 2200 m³/d.

Allo stato attuale i punti elencati rappresentano la risposta alla domanda iniziale: esiste una correlazione tra la pressione e/o la portata dei volumi iniettati e il verificarsi di eventi sismici all'interno del volume DR.

Sulla base del monitoraggio realizzato durante il triennio 2019 - 2022, si può affermare che la precauzione adottata dal concessionario di rispetto ordinario del limite massimo dei valori di portata di 2500 m³/d è risultata efficace, non generando sismicità significativa all'interno del DR.

7.5 Portata di volume/pressioni dei fluidi re-iniettati a partire dal 01/10/2018

Le Figura 7.14, 7.15 mostrano rispettivamente l'andamento temporale delle pressioni e della portata, che rimangono nei limiti descritti in precedenza (Figura 7.16, 7.17), senza che si verificasse significativa sismicità. Dopo la chiusura del CM2 per la manutenzione del pozzo di reiniezione tra aprile e giugno 2021 si osserva un lieve aumento della pressione (fino a quasi 90 bar) a parità di volume iniettato.

Figura 7.14. (a) Variazioni temporali delle DMA di THP per il periodo 01/10/2018 – 15/03/2022; il tempo [giorni a partire dal 01/10/2018] è codificato con colori arcobaleno, dal passato (blu) al recente (rosso)

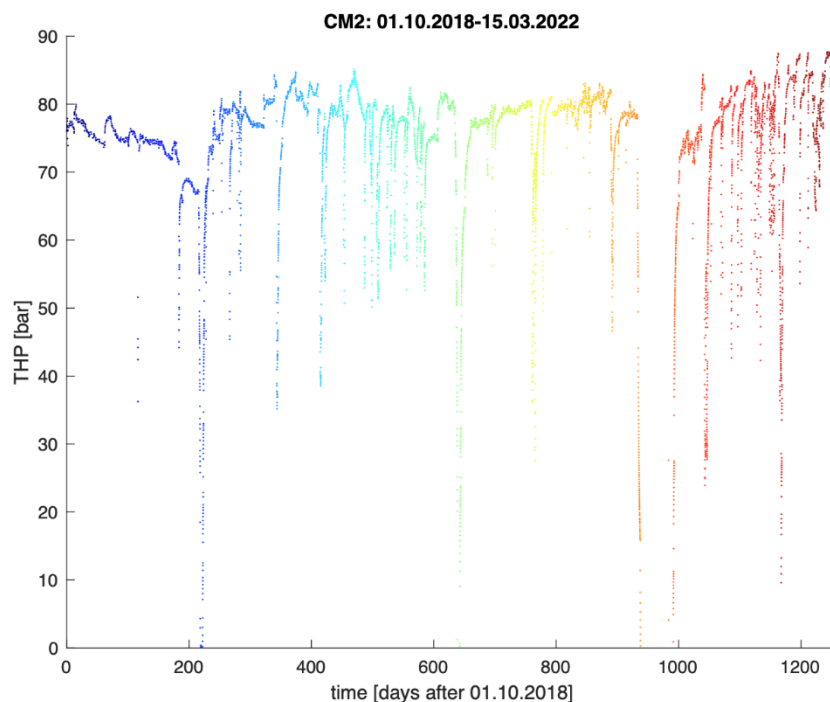


Figura 7.15. (a) Variazioni temporali delle DMA di VIR per il periodo 01/10/2018 – 15/03/2022; il tempo [giorni a partire dal 01/10/2018] è codificato con colori arcobaleno, dal passato (blu) al recente (rosso).

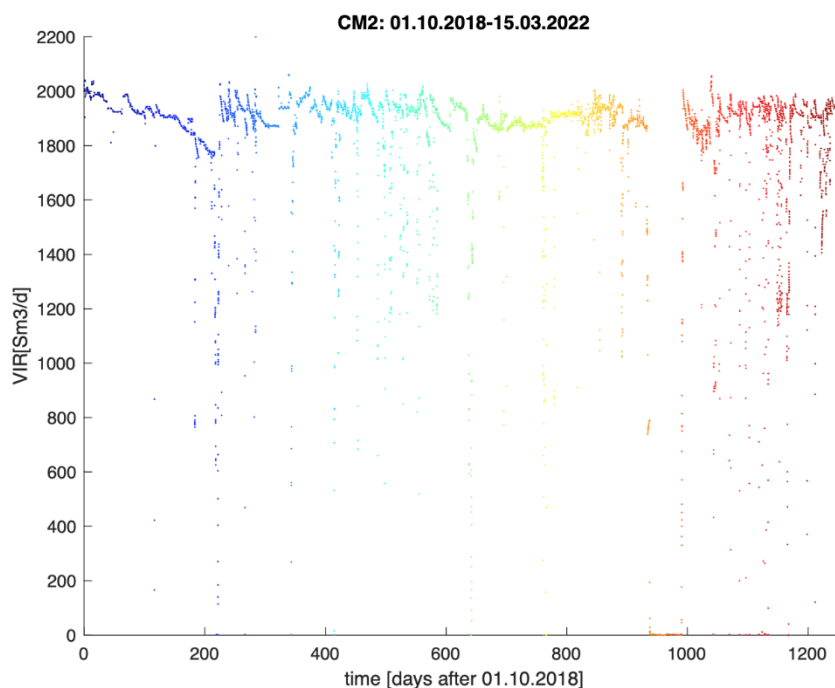


Figura 7.16. VIR in funzione di THP (media giornaliera, su base di calcolo con frequenza oraria). Per la codificazione del tempo a colori vedi Figura 7.14, Figura 7.15.

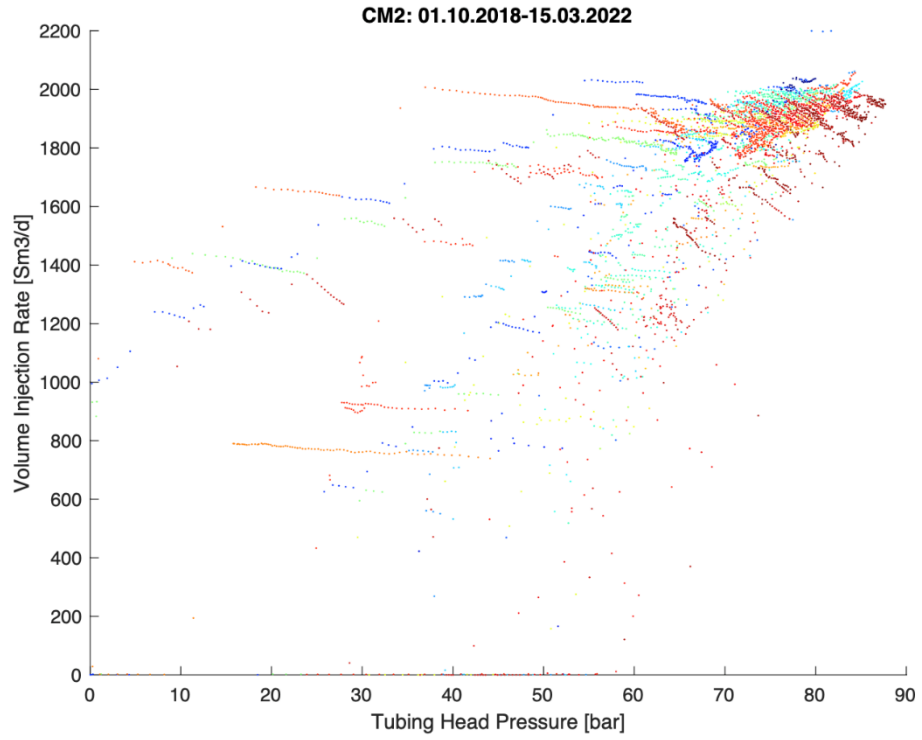
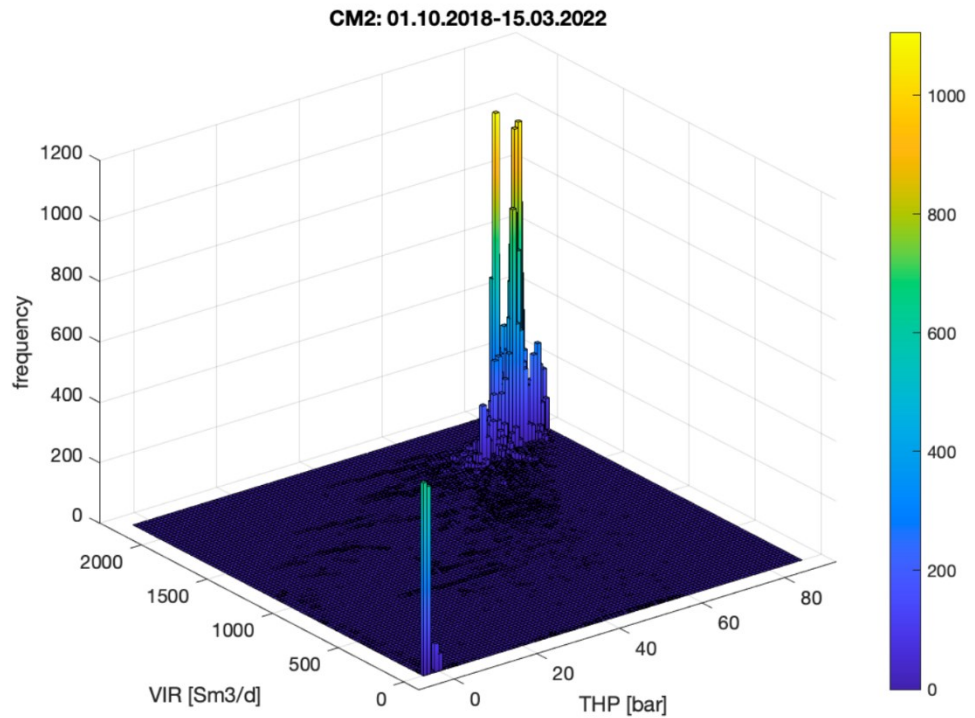


Figura 7.17. Istogramma (binning 100 * 100) della frequenza dell'applicazione dei parametri per il periodo 01/10/2018 - 15/03/2022. La barra all'origine indica periodi di fermo della re-iniezione.



8 Attività di Ricerca finalizzata al monitoraggio

Come già accennato nel precedente Report 2021/2 (paragrafo 6), al fine di migliorare le capacità analitiche di questa SPM, sono state attivate alcune linee di ricerca finalizzate al miglioramento delle conoscenze sia nell'ambito delle potenziali sorgenti sismogenetiche presenti nell'area sottoposta a monitoraggio che del generale assetto strutturale, in particolare della porzione crostale al di sopra delle rocce serbatoio che costituiscono il giacimento. Quest'ultimo punto, ed in particolare la ricostruzione delle relazioni esistenti tra la geologia superficiale, l'assetto strutturale sopracitato e quello del *reservoir* del giacimento, è di fondamentale importanza sia in termini di *hazard* sismico che ai fini della definizione di un modello di velocità 3D utile ad una più accurata stima delle localizzazioni ipocentrali degli eventuali eventi registrati nell'area.

In questa prima fase, l'attività di ricerca si è concentrata lungo il bordo orientale della Val d'Agri dove si osservano, anche in affioramento, una serie di faglie note in letteratura come East Agri Faults System (EAFS - per un quadro geologico generale e le problematiche connesse si veda Report 2021/2 - paragrafo 6).

In particolare, l'attività di campagna si è svolta nel settore compreso tra i comuni di Viggiano e Marsico Vetere dove una serie di *features* geomorfologiche suggeriscono un'attività recente dei segmenti di faglia investigati (Figura 8.1).

Sono state svolte due campagne di ricerca, una dal 13 al 16/12/2021 ed una dal 14 al 17/03/2022. Nella prima di queste missioni, all'attività di rilevamento geologico si è affiancata una campagna geofisica in alcuni luoghi chiave, volta alla caratterizzazione dei primi metri di sottosuolo. Sono stati acquisiti 4 profili di tomografia di resistività elettrica (ERT - *Electrical Resistivity Tomography*) e 14 misure di rumore sismico. I dati acquisiti sono in corso di analisi.

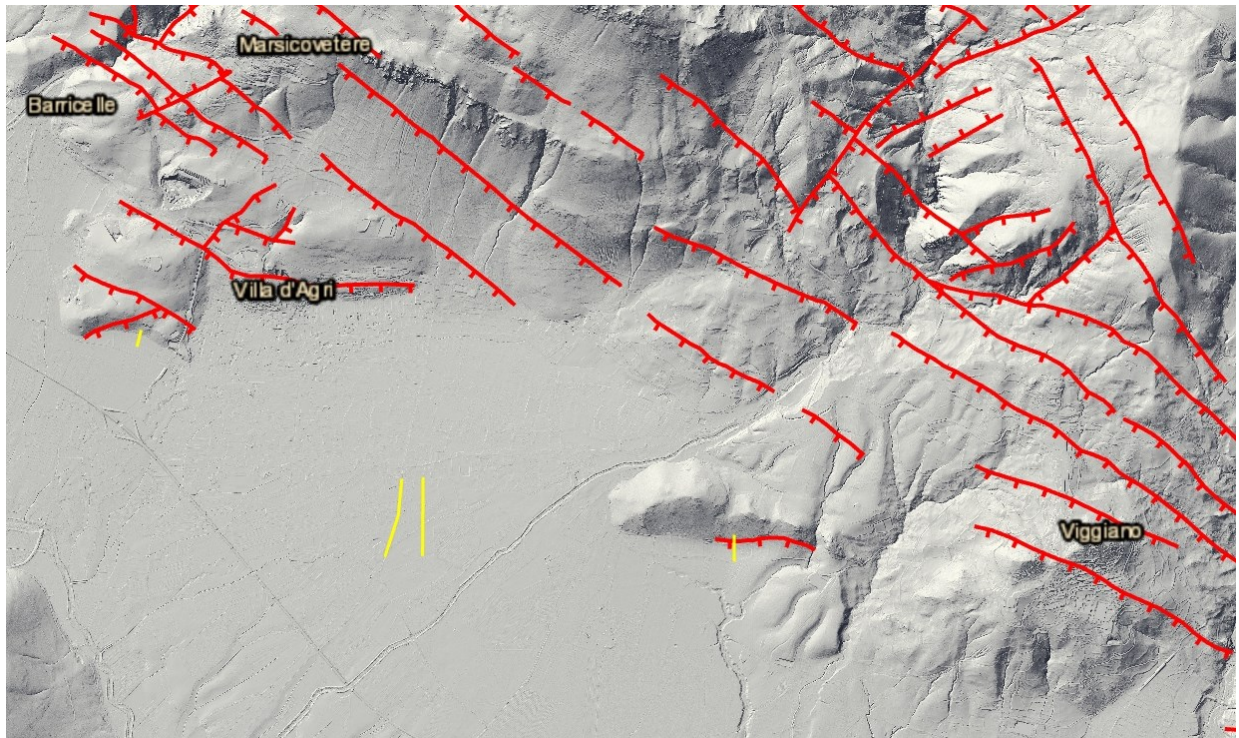


Figura 8.1. Area di indagine in cui si è concentrata questa prima fase dell'attività di ricerca. Le linee rosse rappresentano il sistema di faglie normali, noto in letteratura come East Agri Fault System EAFS, così come riportate dal foglio 505 della Carta geologica d'Italia 1:50000 (Progetto CARG Moliterno – https://www.isprambiente.gov.it/Media/carg/505_MOLITERNO/Foglio.html). Con le linee gialle sono evidenziate le tracce dei profili ERT acquisiti durante la missione del dicembre 2021.

La seconda missione si è concentrata nel rilevamento geologico e geomorfologico di dettaglio, con particolare attenzione alle serie deposizionali quaternarie e al riconoscimento dell'andamento dei principali lineamenti tettonici recenti.

L'analisi in corso del modello digitale del terreno (Lidar) recentemente fornito da ENI (in data 11/02/2022) con una risoluzione di 1 m, potrebbe consentire l'individuazione di ulteriori *features* geomorfologiche utili a questa linea di ricerca.

Parallelamente all'attività di campagna, è in corso un'analisi preliminare dei dati di sottosuolo, basata sulla reinterpretazione dei profili sismici provenienti dal precedente progetto e integrata con l'analisi dei nuovi dati di sottosuolo recentemente forniti da ENI (in data 25/03/2022).

Questa analisi è focalizzata al riconoscimento dell'assetto strutturale generale della Val d'Agri e, in particolare, del rapporto delle strutture dell'EAFS con le unità della Piattaforma Apula Interna che costituiscono il *reservoir* del campo petrolifero della Val d'Agri, ed eventualmente anche con le strutture di faglia del Sistema dei Monti della Maddalena (MMFS) sul fianco occidentale della valle.

Le aree di principale interesse sono, quindi, le stesse oggetto dei rilievi geologici, delle acquisizioni geofisiche di tomografia di resistività elettrica e di rumore sismico, con l'intento di agganciare le evidenze congiunte.

Come accennato, questa analisi sarà anche finalizzata alla ricostruzione di un nuovo modello di velocità 3D, sfruttando le tabelle di comparazione tra velocità e profondità condivise da ENI per quanto riguarda alcuni pozzi nell'area.

8.1 Risultati preliminari

Come descritto precedentemente, l'area in cui è stata focalizzata l'attività è quella del fianco orientale della val D'Agri, compresa tra i comuni di Viggiano e Marsico Vetere (Figura 8.1 e Figura 8.2).

L'attività di campagna sta consentendo di riconoscere i rapporti reciproci tra i principali corpi deposizionali quaternari e l'andamento dei principali lineamenti tettonici recenti che caratterizzano l'area di studio. A conclusione di questa analisi preliminare di campagna si definiranno alcuni siti ove effettuare delle trincee esplorative per effettuare studi paleosismologici utili per una ricostruzione temporale dell'attività sismica delle faglie individuate.

Parallelamente, sono stati rianalizzati profili sismici 2D e *crossline* estratte dal 3D sismico denominato "Cerro Falcone" concessi ad INGV per le finalità di progetto. Si sottolinea che verso NW rispetto alla struttura affiorante del Monte Petrone, in corrispondenza di Villa d'Agri, qualsiasi tipo di interpretazione di dati di sottosuolo si è potuta appoggiare soltanto all'analisi di dati 3D, mancando fino al 25/03/2022 i dati dei profili sismici 2D esistenti nell'area (Figura 8.2).

Nonostante ciò, sono state effettuate delle analisi (che saranno integrate con i 13 nuovi profili sismici 2D recentemente acquisiti e comparati con i risultati provenienti dai rilievi di superficie e dalle altre analisi indipendenti di tipo geofisico) atte a stabilire o meno l'esistenza dell'EAFS nel sottosuolo, la loro eventuale propagazione, le loro gerarchie e il rapporto con le strutture osservate in Apula e con le strutture del sistema di faglie dei Monti della Maddalena (MMFS - si veda Report 2021/2 - paragrafo 6).

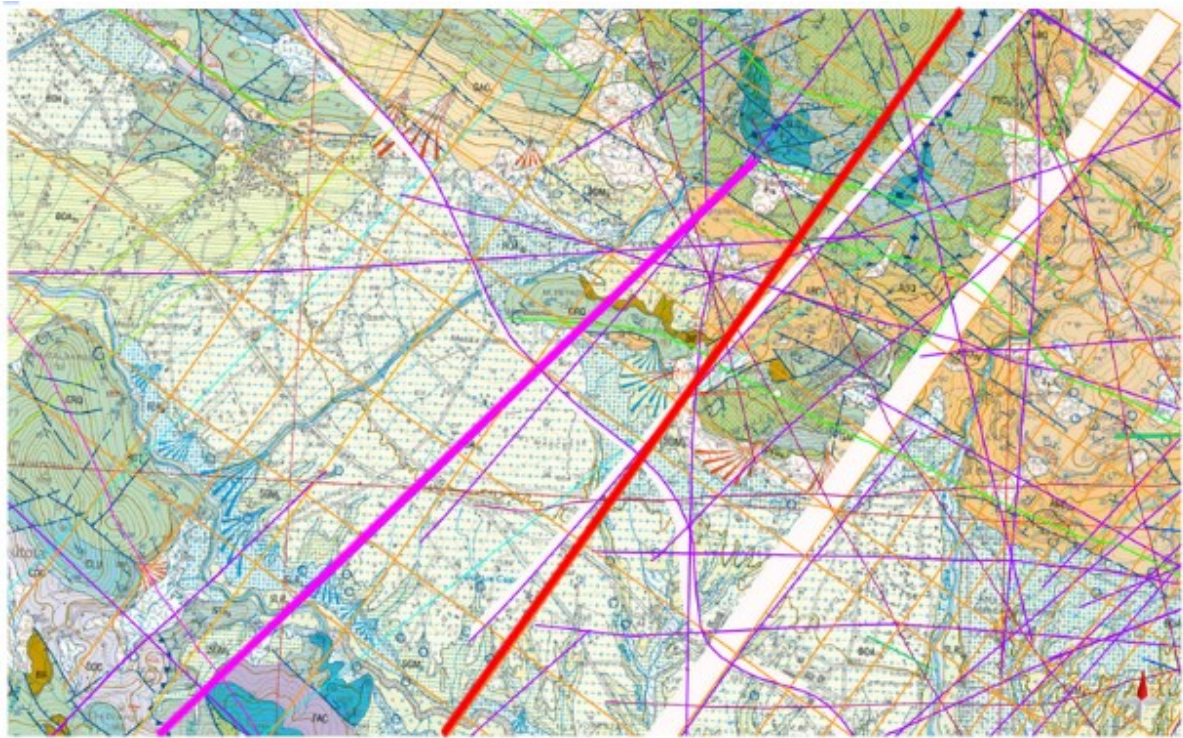


Figura 8.2. Stralcio del foglio 505 della Carta geologica d'Italia 1:50000 (Progetto CARG Moliterno - https://www.isprambiente.gov.it/Media/carg/505_MOLITERNO/Foglio.html) in cui si evidenzia l'area di approfondimento dell'analisi dei dati di sottosuolo. Sono riportate le tracce delle linee sismiche 2D già in possesso di INGV (linee viola), le tracce delle xline e inline estratte dal volume sismico 3D "Cerro Falcone" (linee arancioni) e, sovrassegnate in rosa (Figura 8.3) e rosso (Figura 8.4), i due esempi di interpretazioni di linee 2D e 3D.

L'utilizzo delle linee sismiche 2D e il loro confronto con le sezioni estratte dal volume sismico 3D "Cerro Falcone" consente di compensare, in parte, la mancanza di dati di sottosuolo che facciano vedere l'architettura della base del bacino della Val d'Agri nelle zone prossime al monte Petrone e verso Villa d'Agri a NW (Figura 8.3 e Figura 8.4). In ogni caso, ulteriori approfondimenti sono auspicabili e saranno sviluppati nel prossimo futuro.

E' importante precisare che c'è una differenza sostanziale tra le linee sismiche appartenenti al *dataset* 2D rispetto al *dataset* 3D, principalmente dovuta ai parametri di acquisizione e *processing* dei due *survey* differenti. Per quanto riguarda questa analisi specifica ci si sofferma sul commentare che, a parità di *datum plane* dei due diversi *survey* sismici, le linee sismiche 2D permettono di vedere molto meglio i segnali sismo-stratigrafici più superficiali potenzialmente correlabili alla base del bacino, localizzati tra i 300 e 500 msec TWT circa (Figura 8.3), cosa che non è possibile investigare in generale sulla sismica estratta dal volume 3D. In questo ultimo caso infatti le registrazioni cominciano mediamente al di sotto dei 500-600 msec TWT (Figura 8.4), ovvero quasi sempre al di sotto della potenziale base del bacino.

L'analisi comparata e integrata dei due diversi *dataset* permette comunque di fare delle estrapolazioni su linee vicine per provare a definire le geometrie delle faglie in profondità sul 3D sismico, anche in mancanza della loro chiara interazione con la base del bacino.

Per quanto riguarda l'analisi delle linee sismiche 2D (Figura 8.2 e Figura 8.3) su cui è possibile discutere in modo preliminare l'assetto della base del bacino e la sua eventuale relazione con i principali sistemi di faglia dell'EAFS e del MMFS.

In particolare si può notare che in prossimità della struttura del Monte Petrone in affioramento, nel sottosuolo intorno ai 500 msec TWT si può identificare una serie di riflettori (a relativamente alta frequenza) che sono lateralmente giustapposti ad un segnale più incoerente e muto.

Questa evidenza suggerisce preliminarmente l'interpretazione dell'esistenza di una faglia, relativamente ad alto angolo ed immergente verso S-SW, che potrebbe corrispondere alla prosecuzione in profondità della faglia normale alla base del fianco SW e S del monte Petrone. Questa interpretazione sarebbe anche mutuata dalla presenza in affioramento sul Monte Petrone delle unità carbonatiche della piattaforma interna, che risultano ribassate in prossimità della valle, in corrispondenza del pozzo Monte Enoc 5 (punto nero in Figura 8.4). In quel luogo infatti queste unità non sono affioranti, mentre la stratigrafia del pozzo riporta la presenza delle unità carbonatiche da circa 120 metri di profondità, compatibilmente quindi con la presenza della faglia osservabile in superficie e anche in sismica.

Secondo questa interpretazione preliminare, quindi, sulla sismica 2D si può ragionevolmente delimitare la base del bacino, che muovendosi verso il suo depocentro più a W sembra articolata e dislocata da altre faglie sintetiche e antitetiche a quella osservata in affioramento sul Monte Petrone, che non sono però state oggetto di un'analisi più approfondita allo stato di avanzamento di questo progetto.

Sul fianco più esterno e orientale della valle, inoltre, sembrano essere evidenti altre strutture normali a relativo alto angolo organizzate in *splay* che, in modo preliminare, potrebbero essere associate con le tracce in superficie di faglie normali presenti sia sulla recente cartografia CARG sia su Carboni et al., 1991 (strutture "Marsico Vetere" in Figura 8.3).

E' possibile anche ipotizzare la presenza di una struttura normale sviluppata sul fianco occidentale della valle, appartenente al sistema MMFS. Nonostante l'interpretazione preliminare presentata in questo documento, i rapporti gerarchici specifici tra faglie appartenenti a EAFS e MMFS saranno oggetto di ulteriori approfondimenti di progetto.

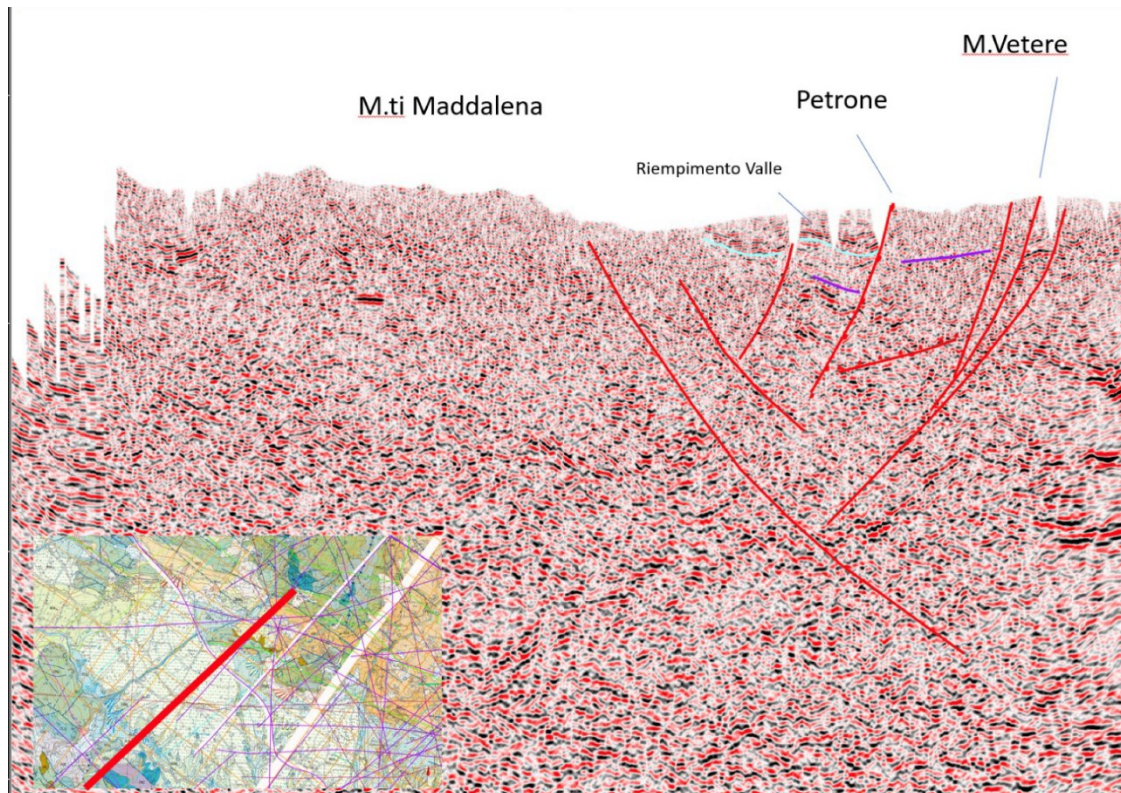


Figura 8.3. Linea 2D con interpretazione preliminare. È riportato il posizionamento. (Esagerazione verticale 3x).

Per quanto riguarda l'analisi delle linee sismiche 3D, la linea è posizionata ad Est (Figura 8.2) rispetto al precedente caso 2D descritto, attraversa la terminazione orientale del monte Petrone, ed è stata proiettata su di essa la posizione (non tarata sulla sismica) del pozzo Monte Enoc 5, in quanto prossimo alla linea stessa.

Come precedentemente discusso, sul *dataset* di sismica 3D è molto più difficile distinguere chiaramente la base del bacino, mentre è più facile riconoscere l'organizzazione strutturale delle unità che competono alla piattaforma Apula, in accordo con i dati di giacimento forniti da Eni e i dati di letteratura dell'area (e.g. Menardi Noguera e Rea, 2000, Fantoni e Franciosi, 2010, Nicolai e Gambini 2007).

L'analisi preliminare comparata con l'interpretazione del network di linee 2D permette comunque di ipotizzare anche in questa zona la presenza di due strutture principali associabili alla traccia in superficie sia della faglia del Monte Petrone, sia delle faglie organizzate in *splay* sul fianco più esterno della valle ("Marsico Vetere"), entrambe appartenenti all'EAFS.

In ogni caso queste evidenze e la modellazione di dettaglio di queste faglie sarà oggetto di ulteriori approfondimenti di progetto in quanto devono essere verificate

queste geometrie anche con l'analisi delle nuove linee 2D verso NW rispetto al Monte Petrone di recente consegna.

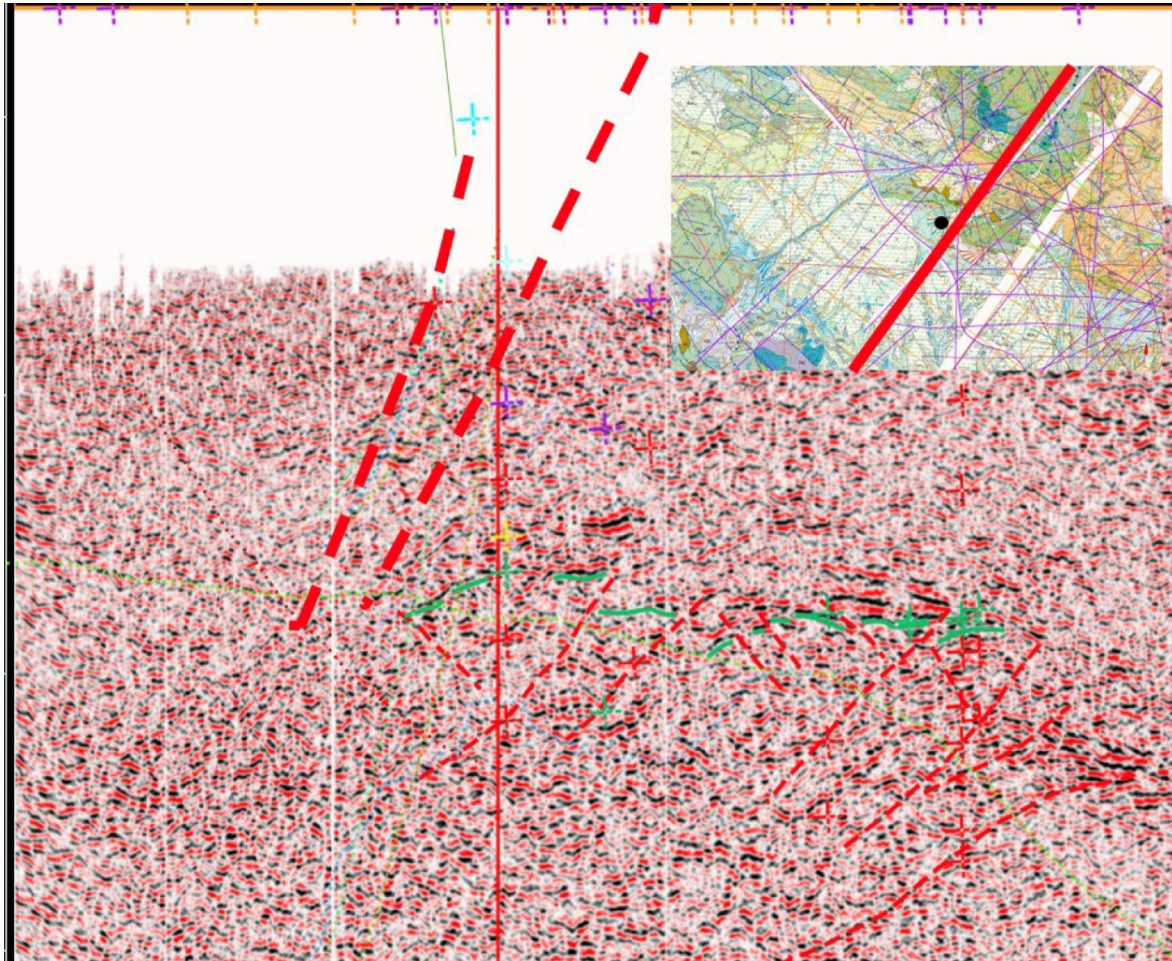


Figura 8.4. Linea 3D sismica "Cerro Falcone" con interpretazione preliminare - Top Apula in verde e principali discontinuità (tratteggiato rosso). È riportato il posizionamento. Esagerazione verticale 3x.

8.2 Problemi aperti e sviluppi futuri delle attività

Per estendere l'analisi verso i settori settentrionali della valle e meglio stabilire le gerarchie delle faglie identificate sarà necessario integrare, con altre linee sismiche 2D che ricoprono quel settore della valle, l'interpretazione delle 13 ulteriori linee 2D appena consegnate ad INGV da parte di ENI.

Il riconoscimento in profondità dell'attività recente delle faglie è sempre funzione della capacità del *dataset* sismico di mostrare la base del bacino (come non è quasi mai

possibile nel 3D sismico) e, sempre in funzione della risoluzione della sismica, di eventuali piccoli offset di orizzonti chiave (minori di circa 50-60 metri).

E' di interesse stabilire se esista un prolungamento verso W e NW delle strutture identificate, ovvero se queste siano o meno in continuità con le strutture normali (sempre appartenenti all'EAFS) mappate in superficie nei pressi di Villa d'Agri, se facciano parte di uno stesso sistema, se eventualmente siano organizzate in "step" e se, anche queste, siano gerarchicamente degli *splay* di una struttura più grande.

È altresì di interesse del progetto, definire meglio se e come esista una connessione in profondità tra le strutture dell'EAFS (e anche del MMFS) con le strutture di *thrust* molto più evidenti in apula, per eventualmente costruire uno schema robusto di rapporti strutturali dell'area.

L'integrazione multidisciplinare delle tecniche di investigazione geologica, geocronologica, paleosismologica e di geofisica superficiale e profonda, permetterà di chiarire meglio l'assetto strutturale e stabilire l'eventuale attività sismogenetica quaternaria dei segmenti di faglia riconosciuti. Inoltre, sulla base dei nuovi dati forniti da Eni, saranno sviluppate altre attività, ovvero, un tentativo di *depth conversion* con nuovi modelli di velocità basati sulle *time-depth chart* dei pozzi e *checkshot* della sismica di recente consegna da parte di Eni nonché una modellazione 3D delle faglie nelle aree di approfondimento.

9 Comunicazione e Disseminazione

Il Centro di Monitoraggio per le attività del Sottosuolo CMS ha attivato un sito web dedicato per la disseminazione delle informazioni relative alle attività di monitoraggio nelle aree di concessione per le quali sia stato nominato SPM.

Il sito <http://cms.ingv.it> è raggiungibile altresì dal portale istituzionale INGV.

Figura 9.1. Home page del sito <http://cms.ingv.it>.




Il sito riporta informazioni di inquadramento generale, informazioni specifiche sulle singole sperimentazioni, la documentazione e i report periodici trasmessi.

Oltre ai Report periodici semestrali, il CMS produce, da aprile 2021, bollettini a cadenza giornaliera e mensile, riassuntivi della sismicità delle aree interessate dal monitoraggio, della disponibilità dei dati delle stazioni, di eventuali manutenzioni a strumenti hardware e software e di tutte le attività inerenti al monitoraggio.

I bollettini giornalieri e mensili sono pubblicati su una pagina internet interna, destinata alla raccolta di informazioni e strumenti a sostegno delle attività del CMS.

Lista degli eventi



bollettino	ID evento	Zona	Ors UTC	Lat(°)	Lon(°)	Err. Ortz.(km)	Profondità(km)	ML	Fasi	RMS	Dominio	Comune
2022-04-02 MC	cms-ingv2022g4ks	VA	14:35:25	40.262	15.864	0.300	-4.08+0.5	0.4+0.3	25	0.150	DI	Moliterno (PZ)
2022-04-01 MC	cms-ingv2022gcvn	VA	08:24:10	40.454	15.585	0.600	0.11+0.6	1.0+0.3	21	0.320	DE	Brienza (PZ)
2022-03-31 MC	cms-ingv2022gshet	VA	21:49:39	40.266	15.858	0.300	-4.31+0.5	0.7+0.3	23	0.150	DI	Moliterno (PZ)
2022-03-30 MC	cms-ingv2022gambly	VA	21:40:25	40.347	15.709	0.501	3.84+0.4	0.8+0.3	37	0.210	DE	Palermo (PZ)
2022-03-29 MC	cms-ingv2022gqsn	VA	04:37:57	40.318	15.863	0.300	3.69+0.3	0.4+0.3	28	0.240	DI	Moltenuro (PZ)
2022-03-29 MC	cms-ingv2022gqsk	VA	21:35:55	40.538	15.818	0.700	7.35+1.3	-0.1+0.6	15	0.200	DI	Azcola (PZ)
2022-03-29 MC	cms-ingv2022gqsk	VA	09:52:52	40.398	15.701	0.800	5.0+1.8	0.6+0.2	19	0.240	DI	(PZ)
2022-03-29 MC	cms-ingv2022gqsk	VA	05:39:56	40.540	15.777	0.700	13.0+0.8	0.9+0.2	40	0.250	DE	Tiniera (PZ)
2022-03-28 MC	cms-ingv2022gskke	VA	22:21:08	40.330	15.897	0.699	4.41+0.3	-1.1+0.3	11	0.200	DI	Moltenuro (PZ)
2022-03-28 MC	cms-ingv2022gskke	VA	11:08:17	40.280	15.891	0.400	4.73+0.5	-0.3+0.4	17	0.100	DI	Gurmetta Nova
2022-03-28 MC	cms-ingv2022gskke	VA	10:15:03	40.387	15.687	0.400	-4.89+0.9	0.4+0.2	15	0.110	DI	Padula (SA)
2022-03-27 MC	cms-ingv2022gshll	VA	23:48:02	40.387	15.791	0.501	8.86+0.8	-0.1+0.1	25	0.200	DE	Marsicovetere (PZ)
2022-03-27 MC	cms-ingv2022gshll	VA	22:47:39	40.364	15.711	0.300	2.6+0.6	0.4+0.5	46	0.200	DI	Palermo (PZ)
2022-03-27 MC	cms-ingv2022gshll	VA	18:04:41	40.343	15.709	0.400	1.81+0.5	0.1+0.2	13	0.110	DE	Palermo (PZ)
2022-03-27 MC	cms-ingv2022gshll	VA	06:39:22	40.281	15.859	0.501	5.66+0.8	0.3+0.3	29	0.220	DE	Moltenuro (PZ)
2022-03-27 MC	cms-ingv2022gshll	VO	03:05:44	44.877	10.993	0.899	8.6+0.6	2.2+0.6	23	0.310	DE	Beliterra (MC)
2022-03-26 MA	cms-ingv2022gshll	VA	20:30:58	40.430	15.758	0.501	4.81+0.9	1.7+0.5	66	0.280	DI	(PZ)
2022-03-26 MA	cms-ingv2022gshll	VA	17:10:03	40.260	15.855	0.300	3.04+0.5	0.2+0.3	23	0.140	DE	Moltenuro (PZ)
2022-03-26 MA	cms-ingv2022gshll	VA	15:49:00	40.370	15.815	0.600	3.94+0.5	0.3+0.2	28	0.210	DI	Marsicovetere (PZ)
2022-03-25 MA	cms-ingv2022gshll	VA	16:32:05	40.567	15.771	0.700	13.0+0.7	1.1+0.8	45	0.240	DE	Tiniera (PZ)
2022-03-24 MA	cms-ingv2022gshll	VA	23:12:26	40.198	15.957	1.000	7.93+0.7	-0.0+0.2	19	0.180	DE	Castellarsano (PZ)
2022-03-24 MA	cms-ingv2022gshll	VA	08:24:08	40.480	15.695	0.501	9.11+0.8	1.4+0.6	61	0.240	DE	Saiano di
2022-03-24 MA	cms-ingv2022gshll	VA	04:18:54	40.364	15.709	0.600	3.02+1.5	0.8+0.5	33	0.310	DI	Palermo (PZ)
2022-03-24 MA	cms-ingv2022gshll	VA	03:08:24	40.388	15.705	1.100	0.69+1.5	0.5+0.1	17	0.340	DI	Palermo (PZ)
2022-03-23 MA												
2022-03-22 MA												
2022-03-21 MA	cms-ingv2022gshll	VA	03:42:40	40.463	15.832	0.600	8.83+0.9	0.4+0.2	17	0.150	DE	Calvello (PZ)
2022-03-20 ME	cms-ingv2022gshll	TP	22:04:54	40.485	16.148	2.700	13.0+2.6	0.7+0.2	13	0.150	DE	Azzurra (MT)
2022-03-19 MV												



ISTITUTO NAZIONALE DI GEOPISICA E VOLCANOLOGIA

Bollettino sismico del Centro di Monitoraggio del Sottosuolo

N.02/22 Febbraio 2022

SEZIONE DI BOLLETTINI | Via Dimentico Cervi, 02 140128 Bollogno (Italia) tel. +39 0514101411
www.bollettini@ingv.it www.bollettini@cms.ingv.it

Figura 9.2. Schermata della pagina intranet nella quale vengono riportati i parametri ipocentrali degli eventi localizzati durante i turni giornalieri (sx). Copertina bollettino mensile febbraio 2022 (dx).

10 Considerazioni Conclusive

A conclusione dei primi 36 mesi di sperimentazione degli ILG in Val d'Agri, sulla base dei dati e delle elaborazioni fin qui condotte, si possono trarre alcune considerazioni relativamente ai traguardi già raggiunti e alle azioni che ci auspichiamo si possano intraprendere nel prossimo futuro.

La duplice finalità che sottende agli ILG riguarda in primo luogo la definizione di sistemi di monitoraggio opportunamente calibrati per la sorveglianza degli effetti delle attività antropiche legate a operazioni industriali e, in secondo luogo, la trasparenza e le modalità di divulgazione dei risultati del monitoraggio.

La sperimentazione in Val d'Agri ha consentito di realizzare un sistema di sorveglianza sismica pienamente operativo, che attualmente permette di acquisire in tempo reale i dati di una rete sismica integrata di 57 stazioni pubbliche e private che insistono nell'area. Dal 2021, inoltre, la SPM ha istituito un sistema di sorveglianza con turni di reperibilità di un sismologo addestrato all'elaborazione quotidiana dei dati acquisiti e alla compilazione di un bollettino giornaliero della sismicità registrata nel Dominio Interno ed Esteso.

Limitatamente alle serie temporali esaminate nel biennio 2020-2022, si può affermare che la sismicità localizzata nel Dominio di Riferimento di raggio 5 km intorno al pozzo di reiniezione ha mantenuto valori di magnitudo $M_l < 1$; la sismicità di fondo dell'area, attivata principalmente dal sistema di faglie MMFS, ha mantenuto caratteristiche coerenti rispetto agli anni precedenti.

Per quanto riguarda la sperimentazione del sistema a semaforo (TLS) proposto dagli ILG (Dialuce et al., 2014), si ritiene opportuno ribadire quanto già espresso nel report semestrale 2021/1 (Danesi et al., 2021): Tale TLS ha l'obiettivo di classificare ogni evento sismico localizzato secondo i seguenti parametri:

- l'ipocentro rispetto ai domini di monitoraggio DR, DI, DE
- la magnitudo locale
- PGV - massima velocità del moto del suolo registrato
- PGA - massima accelerazione del moto del suolo registrato

Mentre PGA e PGV sono misure fisiche, con rispettive unità di misura in %g (9.81 m/s^2) e velocità (m/s), la magnitudo rappresenta un numero senza dimensione ed è soggetto ad una notevole incertezza, che dipende sia dalla formula applicata, sia dal numero e la qualità delle stazioni utilizzate (vedi § "Commenti sul calcolo della profondità ipocentrale").

Per tutti gli eventi sismici considerati, il parametro dirimente per il superamento dei livelli di allerta del sistema a semaforo è la sola magnitudo ML, mai la misura di PGV e PGA.

In altri termini: la calibrazione dei valori di soglia del sistema a semaforo dovrebbe essere rivista congiuntamente per le 3 misure ML, PGA, PGV. La SPM suggerisce di considerare questo importante risultato nella futura edizione degli ILG.

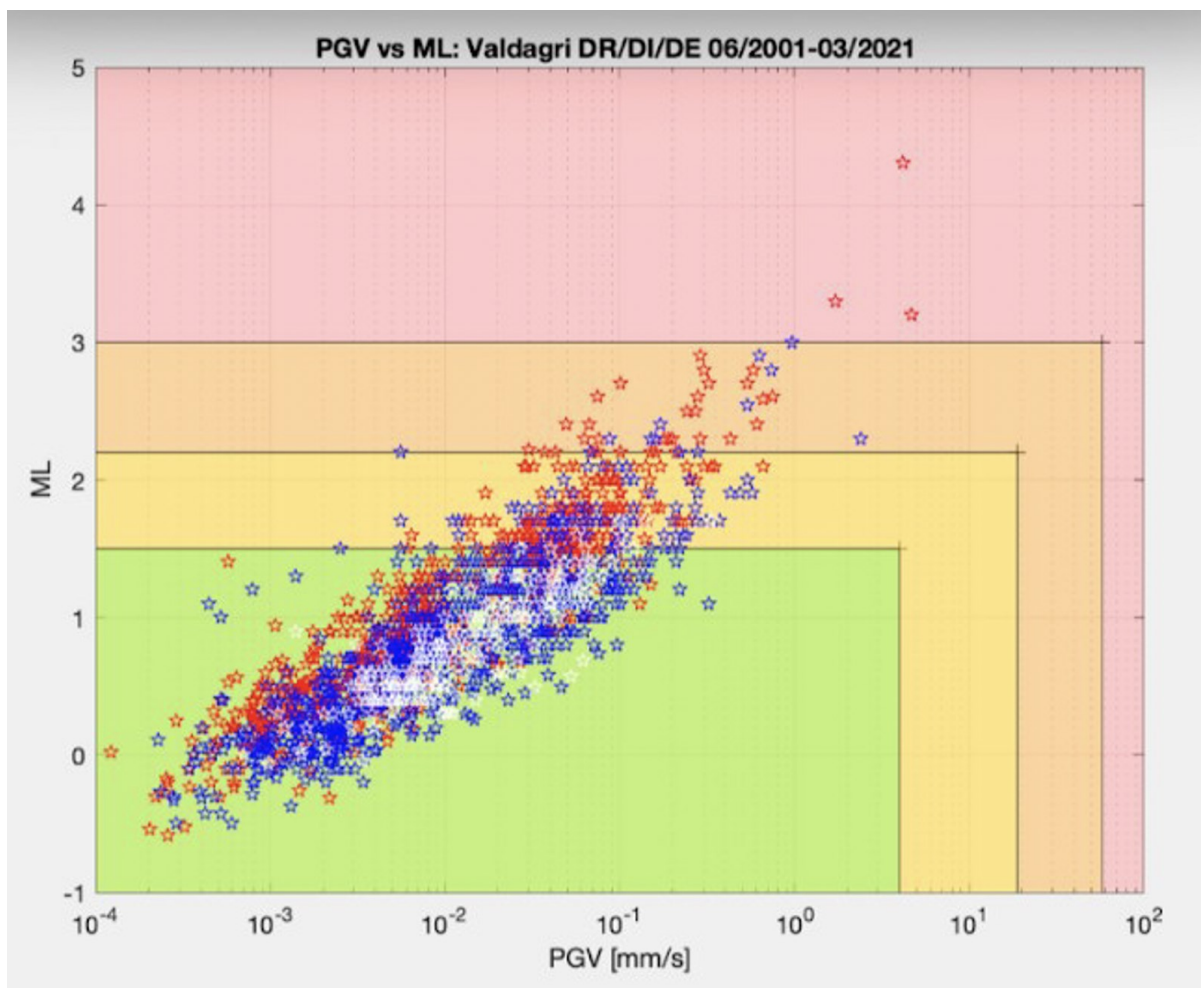


Figura 10.1. La magnitudo locale in funzione della PGV per gli eventi localizzati in VA da ENI all'interno dei domini: DE (* rosso), DI (* blu), DR (* bianco). il parametro dirimente per il superamento dei livelli di allerta del sistema a semaforo è la magnitudo locale ML, mai la misura di PGV e PGA.

Relativamente allo studio delle deformazioni del suolo nel Dominio Interno, le misure geodetiche di precisione fin qui condotte confermano che il campo locale di velocità è generalmente coerente con il campo regionale, rappresentando la distensione tettonica appenninica in atto. Limitatamente alla disponibilità attuale di serie temporali GPS, non si evidenziano deformazioni ascrivibili all'attività estrattiva. Si

auspica che la realizzazione della rete geodetica possa essere realizzata come da pianificazione per procedere al consolidamento dei risultati ottenuti.

I risultati dell'analisi InSAR non hanno mostrato evidenze di deformazioni del suolo indotte dalle attività di sfruttamento del sottosuolo nell'area di concessione Val d'Agri.

Sono stati invece rilevati alcuni pattern deformativi nelle zone montuose circostanti ascrivibili a fenomeni di natura franosa.

Nel periodo del monitoraggio di competenza della SPM, i parametri di iniezione al pozzo Costa Molina 2 si sono mantenuti su livelli di regime, come descritto alla sezione 7.4, in linea con i livelli precauzionali raccomandati da modellazioni teoriche.

Sono state attivate alcune linee di ricerca finalizzate al miglioramento delle conoscenze delle potenziali sorgenti sismogenetiche presenti nell'area sottoposta a monitoraggio e del generale assetto strutturale, in particolare della porzione crostale al di sopra delle rocce serbatoio che costituiscono il giacimento. In particolare, la ricostruzione delle relazioni esistenti tra la geologia superficiale, l'assetto strutturale e quello del *reservoir* del giacimento, è di fondamentale importanza sia in termini di *hazard* sismico che ai fini della definizione di un modello di velocità 3D utile ad una più accurata stima delle localizzazioni ipocentrali degli eventuali eventi registrati nell'area.

E' stato realizzato un sito web dedicato (<http://cms.ingv.it>) raggiungibile anche dal portale nazionale dell'INGV che, in ottemperanza a quanto richiesto all'art. 8 degli ILG, garantisce che siano disseminate al pubblico informazioni generali e di dettaglio sulle attività di monitoraggio presso le singole concessioni.

La SPM si auspica che si rinnovino le condizioni normative e operative affinché il monitoraggio possa essere mantenuto e consolidato, si possa capitalizzare l'esperienza e l'operatività fin qui realizzate, a garanzia della sicurezza e della trasparenza richieste negli ILG.

Appendice A

Elenco stazioni che costituiscono la rete di monitoraggio sismico del CMS.

STAZIONE	LATITUDINE (°)	LONGITUDINE (°)	QUOTA (m)	RETE (*)
ABRE	40,5000	15,7594	1542	VA
ARME	40,3153	16,0311	989	VA
BRIN	40,4900	15,6136	935	VA
CASE	40,5522	16,0722	703	VA
FORE	40,3075	15,8631	570	VA
GRUE	40,2986	15,8939	550	VA
GUPE	40,3678	16,0686	674	VA
LAUE	40,4394	15,9433	1090	VA
LAPE	40,2910	15,9549	568	VA
MANE	40,4586	15,7344	1188	VA
MARE	40,3917	15,8106	1061	VA
MOLE	40,2500	15,8292	1153	VA
MOMN	40,3306	15,9834	1157	VA
PADE	40,3144	15,9025	610	VA
PADH	40,3144	15,9025	470	VA
RAPE	40,2232	16,0923	769	VA
SPIE	40,2181	15,9789	1319	VA
TITE	40,5567	15,6922	676	VA
TRAE	40,3299	15,7553	714	VA
VIGE	40,3347	15,9006	816	VA
CGG3	40,5420	15,5225	1067	IX
PGN3	40,5722	15,7967	882	IX
SRN3	40,4861	15,4580	1067	IX
STN3	40,5300	15,6515	832	IX
MARCO	40,2972	15,8063	890	GE
ARMEN	40,3280	16,0345	880	VD
GRUME	40,2757	15,9062	602	VD
MONCM	40,3058	15,9886	802	VD
MONTM	40,2782	16,0404	652	VD
SARCL	40,2215	15,9175	881	VD
SARSB	40,2296	15,8876	745	VD

SPINS	40,2411	15,9722	882	VD
VIGGN	40,3421	15,9516	1043	VD
TR01	40,4808	16,0180	1200	TP
TR02	40,4893	15,8749	1091	TP
TR03	40,5872	16,0058	511	TP
TR04	40,4968	16,2156	614	TP
TR05	40,3836	16,0953	718	TP
TR06	40,2929	16,1216	829	TP
TR07	40,4451	15,9561	850	TP
TR08	40,3943	16,0120	723	TP
TR09	40,4000	16,1960	735	TP
TR10	40,4323	16,0958	877	TP
TR11	40,4743	16,1032	1212	TP
TR12	40,4119	16,0337	896	TP
ACER	40,7867	15,9427	690	IV
CRAC	40,3814	16,4350	384	IV
MCEL	40,3249	15,8019	960	IV
MIGL	40,6044	16,4410	440	IV
MMN	39,8910	15,9904	921	IV
MTSN	40,2663	15,7515	1056	IV
ORI	40,0510	16,4504	375	IV
PTRP	40,5215	16,0612	1077	IV
SALB	39,8772	16,3459	1200	IV
SCHR	40,1992	16,0759	968	IV
SIRI	40,1821	15,8675	1063	IV
SLCN	40,3900	15,6328	986	IV

(*) Reti: Val d'Agri (VA, <https://www.fdsn.org/networks/detail/VA/>), Irpinia Seismic Network (IX, <https://www.fdsn.org/networks/detail/IX/>), GEOFON (GE, <https://www.fdsn.org/networks/detail/GE/>), High Agri Valley geophysical Observatory (VD, <https://www.fdsn.org/networks/detail/VD/>), Tempa Rossa (TP, <https://www.fdsn.org/networks/detail/TP/>) e Rete Sismica Nazionale (IV, <https://www.fdsn.org/networks/detail/IV/>).

Elenco stazioni e corner reflector che costituiscono la rete di monitoraggio delle deformazioni del suolo del CMS.

STAZIONE	LATITUDINE (°)	LONGITUDINE (°)	QUOTA (m)	RETE (***)
CGPS1 (**)	40,4717	15,7842		Eni (*)
CGPS2	40,4282	15,7482	899	Eni
CGPS3 (**)	40,4378	15,8328		Eni
CGPS4 (**)	40,4056	15,8681		Eni
CGPS5	40,3981	15,9789	1132	Eni
CGPS6 (**)	40,3691	15,9253		Eni
CGPS7	40,3626	15,7848	647	Eni
CGPS8	40,3132	15,8874	633	Eni
CGPS9	40,3067	15,9583	653	Eni
CGPS10	40,3307	15,9833	1218	Eni
CGPS11	40,3153	16,0313	1036	Eni
CGPS12	40,2755	15,9207	660	Eni
AGRX	40,3549	15,8285	599	ItalPos (*)
PTNZ	40,6347	15,8170	681	ItalPos
VIG2	40,3359	15,9020	850	GeoDAF
PATE	40,3772	15,7312	647	NetGEO (*)
SALY	40,4172	15,5566	505	Regione Campania
GNSS01	40,4969	16,2157	614	Total (*)
GNSS02	40,3832	16,0952	718	Total
GNSS03	40,4452	15,9563	850	Total
CAGG	40,5573	15,5114	1177	RING
MCEL	40,3255	15,8015	1059	RING
MTSN	40,2662	15,7512	1132	RING
PTRP	40,5320	16,0608	829	RING
SCHR	40,1902	16,0853	859	RING
SIRI	40,1835	15,8664	1063	RING
SLCN	40,3911	15,6330	1049	RING

TITO	40,6013	15,7237	818	RING
CORNER REFLECTOR				
CR01	40,3067	15,9583	653	Eni (*)
CR02	40,3132	15,8874	633	Eni
CR01	40,4969	16,2157	614	Total (*)
CR02	40,4342	16,0689	983	Total
CR03	40,4209	16,0663	998	Total
CR04	40,4103	16,0548	729	Total
CR05	40,4098	16,0808	989	Total
CR06	40,4452	15,9562	850	Total
CR07	40,4084	16,0875	1064	Total
CR08	40,4104	16,1139	1052	Total
CR09	40,3961	16,0749	1012	Total
CR10	40,3551	16,0793	510	Total
CR11	40,3832	16,0952	718	Total

(*) Reti private.

(**) Stazioni previste.

(***) Le stazioni appartengono alle reti Eni – Rete Val d'Agri, ItalPos (rete nazionale di Stazioni Permanenti GNSS di Leica Geosystems), GeoDAF (Geodetic Data Archiving Facility, ASI/CGS), NatGeo (rete nazionale di Stazioni Permanenti GNSS di Geotop), Regione Campania (rete delle Stazioni Permanenti GPS + GLONASS della Regione Campania), Total – Rete Gorgoglione e RING (Rete Integrata Nazionale GNSS di INGV).

Appendice B

Bollettino sismico CMS dal 01/04/2020 al 15/03/2022 - Concessione Val d'Agri.

<u>Data</u>	<u>Ora UTC</u>	<u>Lat.</u>	<u>Lon.</u>	<u>Err. Orizz.</u>	<u>Profondità</u>	<u>Magnitudo</u>	<u>Fasi</u>	<u>RMS</u>	<u>Dominio</u>
01/04/2020	19:09:31	40.289	15.901	0.127	3.6 +/-0.2	0.6 +/- NaN	12	0.242	DI
03/04/2020	17:18:15	40.512	15.903	1.201	14.0 +/-1.2	0.4 +/- NaN	17	0.200	DE
05/04/2020	06:14:13	40.257	15.912	0.199	4.11 +/-0.5	0.8 +/- NaN	23	0.090	DI
07/04/2020	23:23:52	40.305	15.826	0.300	3.77 +/-0.5	-0.1 +/- 0.2	8	0.020	DI
08/04/2020	22:39:28	40.258	15.906	0.400	5.46 +/-0.4	0.5 +/- 0.2	23	0.130	DI
10/04/2020	04:23:01	40.527	15.771	1.700	12.0 +/-1.3	0.6 +/- NaN	13	0.190	DE
14/04/2020	14:33:31	40.368	15.826	0.400	2.36 +/-0.2	0.2 +/- 0.1	16	0.130	DI
17/04/2020	17:03:54	40.478	15.808	0.120	10.8 +/-0.1	0.2 +/- NaN	18	0.164	DE
19/04/2020	01:26:06	40.470	15.635	1.353	8.52 +/-1.2	0.3 +/- NaN	10	0.274	DE
19/04/2020	01:40:36	40.490	15.635	1.150	5.93 +/-1.9	0.1 +/- NaN	6	0.227	DE
19/04/2020	23:06:10	40.267	16.004	0.501	3.07 +/-11.5	-0.1 +/- 0.2	15	0.160	DE
20/04/2020	22:59:54	40.182	15.954	0.800	9.98 +/-0.8	0.4 +/- NaN	21	0.170	DE
20/04/2020	23:51:45	40.342	15.826	0.501	5.02 +/-0.6	1.2 +/- 0.2	50	0.310	DI
21/04/2020	11:23:34	40.178	15.934	6.039	6.69 +/-6.2	0.2 +/- 0.1	12	0.074	DE
24/04/2020	00:50:23	40.372	15.825	2.517	2.27 +/-2.3	0.5 +/- 0.7	20	0.687	DI
24/04/2020	05:23:38	40.393	15.801	9.154	2.07 +/-11.5	0.1 +/- 0.0	5	0.094	DE
24/04/2020	16:54:04	40.320	15.837	6.018	6.53 +/-5.6	0.1 +/- 0.5	9	0.140	DE
25/04/2020	08:52:48	40.489	15.795	1.201	5.0 +/-1.9	0.5 +/- NaN	16	0.320	DI
25/04/2020	09:13:24	40.515	15.785	1.599	1.66 +/-0.9	0.2 +/- NaN	10	0.220	DI
25/04/2020	19:23:34	40.306	15.835	0.501	4.77 +/-0.5	0.1 +/- 0.3	13	0.080	DI
26/04/2020	05:12:40	40.308	15.843	4.372	4.89 +/-4.7	-0.2 +/- 0.2	11	0.067	DE
26/04/2020	17:08:39	40.285	15.797	2.898	8.05 +/-3.2	0.3 +/- 0.1	27	0.249	DE

29/04/2020	19:44:24	40.379	15.653	0.800	9.01 +/-1.1	0.4 +/- 0.1	15	0.110	DE
01/05/2020	16:55:30	40.451	15.673	0.400	2.95 +/-0.5	1.3 +/- 0.7	33	0.210	DI
04/05/2020	04:36:44	40.316	15.829	0.600	3.12 +/-0.7	-0.3 +/- 0.4	7	0.050	DI
05/05/2020	03:29:21	40.250	15.909	0.400	7.15 +/-0.3	-0.4 +/- 0.3	11	0.050	DI
08/05/2020	14:28:41	40.333	16.085	5.399	5.0 +/-559.3	0.2 +/- 0.1	7	1.630	DE
09/05/2020	22:58:39	40.356	15.677	1.100	9.18 +/-1.6	0.6 +/- 0.2	23	0.240	DE
11/05/2020	00:36:00	40.336	15.654	2.599	13.83 +/-2.1	0.2 +/- 0.2	13	0.080	DE
11/05/2020	01:07:11	40.338	15.654	1.100	12.1 +/-1.3	0.5 +/- 0.2	12	0.110	DE
11/05/2020	01:51:38	40.352	15.634	1.300	12.96 +/-1.0	0.1 +/- 0.2	8	0.060	DE
11/05/2020	17:55:07	40.337	15.724	0.700	2.41 +/-0.7	0.5 +/- 0.2	18	0.170	DE
13/05/2020	20:09:42	40.385	15.804	0.800	13.75 +/-0.9	0.2 +/- 0.1	15	0.110	DE
13/05/2020	22:13:24	40.391	15.804	1.201	12.93 +/-1.8	-0.0 +/- 0.1	14	0.220	DE
17/05/2020	14:44:59	40.253	15.906	0.199	3.93 +/-0.3	-0.1 +/- 0.2	13	0.050	DI
18/05/2020	04:04:15	40.368	15.832	0.800	3.69 +/-0.9	-0.4 +/- 0.1	9	0.060	DI
20/05/2020	04:39:55	40.442	15.621	0.800	1.0 +/-0.8	2.5 +/- 0.5	151	0.300	DE
20/05/2020	06:51:34	40.410	15.777	0.501	11.9 +/-0.7	0.3 +/- 0.1	23	0.160	DE
21/05/2020	04:29:10	40.225	16.096	0.400	6.38 +/-0.5	0.0 +/- 0.1	15	0.070	DE
23/05/2020	01:16:47	40.269	16.054	1.400	14.0 +/-1.1	-0.2 +/- 0.2	16	0.140	DE
23/05/2020	22:11:58	40.191	16.042	0.300	1.27 +/-0.3	0.1 +/- 0.4	23	0.100	DE
24/05/2020	01:04:41	40.338	15.737	0.300	3.09 +/-0.4	0.8 +/- 0.3	39	0.130	DE
24/05/2020	06:01:44	40.482	15.797	0.700	1.06 +/-1.0	0.2 +/- 0.2	9	0.070	DI
24/05/2020	07:46:06	40.329	15.682	0.501	9.54 +/-0.9	1.4 +/- 0.5	124	0.220	DE
24/05/2020	08:40:51	40.320	15.692	0.800	7.0 +/-1.0	0.5 +/- 0.3	22	0.150	DE
27/05/2020	01:11:10	40.449	15.627	0.700	0.5 +/-0.5	0.6 +/- 0.5	20	0.220	DE
28/05/2020	03:25:50	40.294	15.847	0.400	4.12 +/-0.4	-0.1 +/- 0.3	17	0.100	DI
30/05/2020	23:05:06	40.307	15.730	0.700	0.21 +/-0.6	0.8 +/- 0.5	32	0.320	DE

31/05/2020	11:30:35	40.541	15.838	1.100	7.46 +/-1.4	0.3 +/- 0.6	17	0.110	DE
06/06/2020	22:56:00	40.448	15.620	0.600	1.21 +/-0.8	1.4 +/- 0.2	39	0.340	DE
08/06/2020	14:21:32	40.166	16.016	0.899	3.0 +/-197.7	0.3 +/- 0.1	13	0.160	DE
10/06/2020	00:13:34	40.439	15.786	0.400	1.17 +/-0.6	0.7 +/- 0.3	17	0.130	DI
12/06/2020	21:38:24	40.567	15.750	0.800	7.98 +/-0.8	1.2 +/- 0.1	59	0.370	DE
13/06/2020	08:34:43	40.364	15.818	0.400	3.57 +/-0.4	0.6 +/- 0.1	27	0.160	DI
15/06/2020	02:51:09	40.229	15.906	0.700	7.54 +/-0.6	0.2 +/- 0.1	14	0.120	DE
16/06/2020	13:36:38	40.489	15.804	2.100	12.0 +/-1.8	1.0 +/- 0.1	24	0.550	DE
18/06/2020	01:43:11	40.305	15.742	0.600	1.43 +/-0.6	1.9 +/- NaN	51	0.300	DE
18/06/2020	02:16:05	40.306	15.751	0.501	2.25 +/-0.6	1.0 +/- 0.1	34	0.220	DE
18/06/2020	05:24:24	40.296	15.826	1.100	5.0 +/-1.0	0.3 +/- 0.2	10	0.110	DI
18/06/2020	06:47:55	40.535	15.677	1.100	11.0 +/-0.7	1.0 +/- 0.2	10	0.090	DE
19/06/2020	06:18:41	40.312	15.709	0.800	1.43 +/-0.6	0.9 +/- 0.4	11	0.120	DE
20/06/2020	01:32:20	40.189	16.017	19.122	8.04 +/-33.0	0.1 +/- NaN	6	0.413	DE
20/06/2020	22:21:10	40.486	15.828	0.600	8.0 +/-0.7	1.0 +/- NaN	41	0.300	DE
21/06/2020	03:57:56	40.485	15.954	0.800	11.5 +/-0.7	1.0 +/- 0.1	45	0.330	DE
21/06/2020	17:55:02	40.280	15.759	0.899	6.21 +/-0.9	0.5 +/- 0.1	11	0.100	DE
24/06/2020	10:00:32	40.229	15.938	1.400	9.67 +/-0.9	0.4 +/- 0.2	11	0.140	DE
27/06/2020	02:08:23	40.292	15.913	0.300	3.44 +/-0.4	-0.0 +/- NaN	28	0.170	DI
27/06/2020	02:57:54	40.293	15.911	0.400	3.3 +/-0.6	-0.0 +/- 0.2	24	0.210	DI
28/06/2020	00:38:30	40.211	15.933	0.501	3.58 +/-0.5	0.1 +/- 0.0	16	0.110	DE
30/06/2020	20:35:35	40.520	15.603	0.800	12.2 +/-0.7	0.7 +/- 0.1	23	0.180	DE
01/07/2020	18:29:52	40.308	15.841	0.300	6.9 +/-0.3	0.5 +/- 0.2	26	0.090	DI
04/07/2020	02:14:40	40.177	15.944	0.400	7.2 +/-0.4	0.8 +/- 0.2	32	0.140	DE
04/07/2020	19:56:35	40.221	15.944	0.400	5.81 +/-0.4	-0.1 +/- 0.6	17	0.090	DE
04/07/2020	23:16:19	40.527	15.632	0.700	5.49 +/-0.5	0.9 +/- 0.5	26	0.210	DE

06/07/2020	16:02:58	40.405	15.678	0.501	2.2 +/-0.7	0.8 +/- 0.2	24	0.200	DI
06/07/2020	23:13:24	40.180	15.929	0.400	7.78 +/-0.3	0.8 +/- NaN	28	0.110	DE
08/07/2020	14:21:56	40.274	16.026	0.300	5.3 +/-0.3	-0.3 +/- 0.1	15	0.050	DI
09/07/2020	16:01:02	40.208	15.910	0.700	6.97 +/-0.5	-0.2 +/- NaN	13	0.080	DE
10/07/2020	06:15:50	40.269	16.049	0.199	6.83 +/-0.2	0.4 +/- NaN	26	0.050	DI
13/07/2020	03:54:46	40.169	15.950	1.300	6.71 +/-1.2	0.4 +/- 0.1	19	0.646	DE
13/07/2020	04:29:04	40.358	15.790	0.400	10.86 +/-0.5	0.4 +/- 0.1	28	0.110	DE
15/07/2020	19:42:31	40.452	15.750	0.501	8.94 +/-1.1	-0.1 +/- 0.2	11	0.080	DE
18/07/2020	03:41:31	40.385	15.819	0.600	6.68 +/-0.6	0.3 +/- NaN	16	0.090	DI
18/07/2020	17:49:54	40.299	15.819	0.501	5.23 +/-0.5	0.4 +/- NaN	20	0.100	DI
18/07/2020	23:03:41	40.374	15.649	1.400	5.0 +/-1.3	0.3 +/- NaN	10	0.100	DE
26/07/2020	01:37:47	40.321	15.767	0.300	2.1 +/-0.2	0.4 +/- NaN	19	0.090	DE
27/07/2020	09:29:22	40.360	15.734	0.400	4.3 +/-1.8	1.1 +/- 0.2	38	0.180	DI
28/07/2020	08:48:59	40.201	16.011	0.501	3.28 +/-0.5	0.3 +/- 0.1	19	0.090	DI
28/07/2020	13:16:15	40.368	15.825	0.700	2.54 +/-0.4	0.3 +/- 0.1	18	0.230	DI
28/07/2020	13:32:16	40.371	15.814	0.400	3.74 +/-0.3	0.5 +/- 0.2	27	0.150	DI
28/07/2020	17:38:35	40.365	15.817	0.400	2.47 +/-0.3	0.3 +/- 0.1	23	0.130	DI
28/07/2020	18:59:55	40.449	15.934	0.501	11.79 +/-0.5	0.3 +/- 0.1	18	0.100	DE
30/07/2020	02:10:24	40.398	15.705	0.108	3.56 +/-0.2	1.0 +/- 0.2	48	0.234	DI
02/08/2020	15:23:27	40.319	15.902	0.501	8.33 +/-1.0	0.3 +/- 0.1	27	0.190	DE
03/08/2020	01:47:05	40.306	15.844	0.501	2.42 +/-0.5	-0.1 +/- 0.4	9	0.060	DI
05/08/2020	02:22:39	40.459	15.730	0.501	11.0 +/-0.6	0.7 +/- 0.5	24	0.130	DE
07/08/2020	08:52:31	40.197	15.932	0.700	9.15 +/-0.6	1.9 +/- 0.1	141	0.310	DE
07/08/2020	09:00:29	40.192	15.954	0.501	7.63 +/-0.4	1.0 +/- 0.2	21	0.120	DE
07/08/2020	09:03:08	40.194	15.955	0.400	8.48 +/-0.3	0.7 +/- 0.2	25	0.100	DE
07/08/2020	09:04:08	40.192	15.946	0.501	8.49 +/-0.4	0.3 +/- 0.1	17	0.080	DE

07/08/2020	09:08:33	40.192	15.956	0.501	8.45 +/-0.4	0.7 +/- 0.2	23	0.120	DE
07/08/2020	09:09:01	40.197	15.949	0.501	8.2 +/-0.4	0.6 +/- 0.1	32	0.150	DE
07/08/2020	09:12:09	40.199	15.948	0.800	9.11 +/-0.5	0.3 +/- 0.1	20	0.150	DE
07/08/2020	09:16:38	40.192	15.949	0.700	8.38 +/-0.5	0.5 +/- 0.1	14	0.100	DE
07/08/2020	11:40:22	40.199	15.936	0.800	9.0 +/-0.6	0.6 +/- 0.1	21	0.160	DE
07/08/2020	13:34:37	40.192	15.928	0.400	8.62 +/-0.3	2.7 +/- 0.1	148	0.200	DE
07/08/2020	19:05:43	40.215	16.036	0.700	6.46 +/-0.7	0.7 +/- 0.1	23	0.170	DI
07/08/2020	21:36:57	40.207	16.035	0.501	5.85 +/-0.4	0.5 +/- 0.0	25	0.110	DI
08/08/2020	03:23:09	40.190	15.948	0.501	10.0 +/-0.4	0.3 +/- 0.1	25	0.100	DE
08/08/2020	03:53:26	40.189	15.937	0.600	9.5 +/-0.5	1.1 +/- 0.1	115	0.150	DE
08/08/2020	04:00:30	40.194	16.050	0.501	6.19 +/-0.5	0.5 +/- 0.1	26	0.120	DE
08/08/2020	04:53:17	40.198	16.029	0.501	7.95 +/-0.4	1.3 +/- 0.1	143	0.210	DE
08/08/2020	07:10:10	40.184	15.944	0.600	9.59 +/-0.5	1.1 +/- 0.1	125	0.210	DE
08/08/2020	21:40:05	40.187	15.941	0.501	8.95 +/-0.3	1.0 +/- 0.1	128	0.180	DE
09/08/2020	16:25:49	40.309	15.737	0.600	3.42 +/-0.8	0.8 +/- 0.1	20	0.180	DE
10/08/2020	20:26:46	40.451	15.718	0.400	12.0 +/-0.5	1.7 +/- 0.1	145	0.200	DE
11/08/2020	02:33:58	40.478	15.801	0.700	1.59 +/-0.8	0.4 +/- 0.4	11	0.170	DI
11/08/2020	15:11:04	40.285	15.829	0.501	2.99 +/-0.5	0.2 +/- 0.3	20	0.120	DI
15/08/2020	00:27:41	40.244	15.888	0.501	9.22 +/-0.5	1.1 +/- 0.2	125	0.190	DE
21/08/2020	04:05:08	40.338	15.708	0.600	5.0 +/-158.1	0.8 +/- 0.1	27	0.150	DE
21/08/2020	04:05:08	40.334	15.686	0.501	5.0 +/-156.1	0.8 +/- 0.2	29	0.140	DE
21/08/2020	20:08:32	40.391	15.731	0.400	13.0 +/-0.6	0.6 +/- 0.2	119	0.170	DE
24/08/2020	20:45:36	40.325	15.753	0.300	6.45 +/-0.6	1.7 +/- 0.0	141	0.180	DE
27/08/2020	04:57:54	40.366	15.788	0.400	5.31 +/-0.7	0.6 +/- 0.2	31	0.150	DI
28/08/2020	13:31:40	40.194	16.047	0.300	7.4 +/-0.3	0.5 +/- 0.1	23	0.070	DE
31/08/2020	08:33:58	40.449	15.798	0.501	13.4 +/-0.6	1.0 +/- 0.2	125	0.200	DE

31/08/2020	12:18:02	40.326	15.900	0.400	12.17 +/-0.4	1.4 +/- 0.1	138	0.170	DE
03/09/2020	21:02:50	40.482	15.888	0.600	12.37 +/-0.5	0.4 +/- 0.1	27	0.160	DE
04/09/2020	20:49:45	40.482	15.673	0.600	12.0 +/-0.5	0.9 +/- 0.1	21	0.160	DE
07/09/2020	13:28:13	40.354	15.676	1.000	5.0 +/-1.7	0.6 +/- 0.3	15	0.120	DE
15/09/2020	03:41:34	40.365	15.848	0.400	13.45 +/-0.5	0.4 +/- 0.2	19	0.090	DE
15/09/2020	18:46:27	40.478	15.815	1.000	6.74 +/-1.3	0.2 +/- 0.3	13	0.180	DE
22/09/2020	20:34:11	40.510	15.650	0.800	12.15 +/-0.6	1.0 +/- 0.1	26	0.110	DE
23/09/2020	00:15:19	40.460	15.704	0.400	12.37 +/-0.3	0.4 +/- 0.0	9	0.040	DE
24/09/2020	18:12:55	40.360	15.840	0.400	5.24 +/-0.5	0.3 +/- 0.3	16	0.070	DI
27/09/2020	21:14:13	40.468	15.812	0.300	2.08 +/-0.5	0.8 +/- 0.3	21	0.130	DI
29/09/2020	08:05:32	40.516	15.628	0.400	5.21 +/-0.4	1.0 +/- 0.4	11	0.050	DE
01/10/2020	22:03:34	40.562	15.700	1.201	11.0 +/-0.8	0.8 +/- 0.4	17	0.160	DE
03/10/2020	10:51:25	40.257	15.924	0.700	3.85 +/-0.5	0.8 +/- NaN	15	0.190	DI
04/10/2020	21:14:30	40.373	15.967	0.400	6.4 +/-0.3	0.8 +/- 0.1	15	0.070	DI
04/10/2020	21:45:27	40.393	15.756	3.400	10.65 +/-1.7	0.9 +/- 0.1	10	0.080	DE
07/10/2020	21:44:25	40.467	15.684	0.400	8.81 +/-0.4	0.8 +/- 0.2	27	0.130	DE
08/10/2020	22:27:37	40.466	15.677	0.501	11.61 +/-0.5	1.4 +/- 0.1	52	0.170	DE
10/10/2020	01:45:17	40.455	15.692	7.308	4.30 +/-15.5	0.3 +/- 0.3	7	0.150	DE
10/10/2020	20:19:11	40.460	15.714	0.800	13.45 +/-0.8	0.8 +/- NaN	29	0.220	DE
11/10/2020	02:58:36	40.233	15.937	2.999	6.7 +/-0.001	0.0 +/- 0.2	19	0.147	DI
11/10/2020	10:57:30	40.491	15.701	0.899	12.0 +/-0.7	1.0 +/- 0.7	15	0.100	DE
13/10/2020	10:13:59	40.526	15.732	0.501	11.96 +/-0.4	1.6 +/- 0.2	47	0.210	DE
13/10/2020	21:49:38	40.513	15.669	0.700	11.65 +/-0.5	0.5 +/- 0.2	19	0.110	DE
21/10/2020	17:41:53	40.389	15.891	0.199	6.54 +/-0.4	0.7 +/- 0.2	128	0.140	DI
22/10/2020	11:46:55	40.208	15.938	0.600	6.35 +/-0.5	1.0 +/- 0.1	34	0.180	DE
22/10/2020	12:14:35	40.226	15.935	0.600	4.26 +/-0.7	1.2 +/- 0.1	126	0.240	DE

22/10/2020	12:14:42	40.198	15.960	1.000	6.16 +/-0.8	1.4 +/- 0.2	21	0.180	DE
22/10/2020	15:39:16	40.532	15.645	0.800	11.42 +/-0.5	2.2 +/- 0.2	156	0.320	DE
22/10/2020	15:51:03	40.325	15.721	0.600	1.18 +/-0.6	0.8 +/- 0.1	25	0.180	DE
22/10/2020	23:18:12	40.528	15.663	0.899	12.0 +/-0.7	0.9 +/- 0.2	29	0.230	DE
23/10/2020	15:50:50	40.242	15.914	0.199	2.7 +/-0.2	0.6 +/- 0.2	18	0.060	DI
24/10/2020	19:26:23	40.344	15.817	4.338	4.85 +/-9.5	0.8 +/- NaN	11	0.135	DE
25/10/2020	09:10:26	40.516	15.720	0.899	11.58 +/-0.6	1.3 +/- 0.1	41	0.360	DE
25/10/2020	15:20:41	40.363	15.828	0.400	5.23 +/-0.7	0.8 +/- NaN	21	0.090	DI
26/10/2020	08:39:33	40.224	15.945	0.600	6.13 +/-0.4	0.3 +/- 0.2	18	0.080	DE
26/10/2020	23:10:21	40.219	15.903	0.400	7.47 +/-0.4	1.4 +/- 0.1	49	0.180	DE
27/10/2020	15:31:27	40.466	15.655	0.199	5.99 +/-0.7	0.1 +/- 0.1	8	0.010	DI
29/10/2020	17:26:23	40.532	15.670	1.800	8.0 +/-1.3	1.4 +/- 0.8	14	0.250	DE
31/10/2020	12:49:33	40.366	15.817	0.400	3.5 +/-0.5	1.1 +/- NaN	50	0.270	DI
02/11/2020	15:29:20	40.448	15.741	1.201	8.57 +/-1.2	0.3 +/- 0.2	14	0.210	DE
02/11/2020	17:14:29	40.441	15.911	0.700	11.22 +/-0.7	0.5 +/- 0.2	27	0.210	DE
03/11/2020	05:19:18	40.296	15.844	0.400	4.02 +/-0.5	0.0 +/- 0.4	12	0.060	DI
04/11/2020	23:34:24	40.288	15.838	0.199	3.05 +/-0.4	0.4 +/- 0.1	21	0.080	DI
05/11/2020	20:14:14	40.201	16.059	0.501	6.73 +/-0.5	1.7 +/- 0.1	156	0.220	DE
05/11/2020	22:19:12	40.215	16.060	0.300	3.12 +/-0.5	1.2 +/- 0.1	14	0.020	DI
08/11/2020	12:50:15	40.234	15.940	0.501	5.41 +/-0.5	0.1 +/- 0.2	15	0.100	DI
09/11/2020	19:23:50	40.202	15.951	0.501	4.52 +/-0.5	-0.0 +/- 0.1	12	0.060	DE
09/11/2020	23:20:17	40.337	15.834	0.600	8.16 +/-0.6	0.4 +/- 0.1	14	0.110	DE
10/11/2020	20:36:09	40.424	15.774	0.600	8.4 +/-0.5	0.4 +/- 0.1	14	0.090	DE
11/11/2020	11:44:16	40.281	16.128	0.501	12.76 +/-0.5	0.9 +/- 0.2	31	0.140	DE
11/11/2020	11:54:57	40.284	16.112	0.400	11.42 +/-0.5	1.1 +/- 0.2	44	0.180	DE
11/11/2020	11:55:26	40.273	16.116	0.600	11.43 +/-0.6	0.8 +/- 0.1	31	0.180	DE

12/11/2020	01:17:10	40.170	15.955	0.400	6.47 +/-0.4	0.2 +/- 0.1	19	0.090	DE
12/11/2020	02:53:17	40.375	15.829	0.600	4.93 +/-0.8	0.4 +/- 0.2	8	0.060	DI
14/11/2020	14:21:45	40.468	15.664	12.350	17.5 +/-22.5	0.5 +/- 0.3	9	0.147	DE
15/11/2020	07:48:48	40.322	16.004	0.501	6.88 +/-0.6	0.3 +/- 0.2	19	0.150	DI
16/11/2020	18:41:05	40.228	15.940	0.400	6.03 +/-0.4	0.5 +/- 0.1	23	0.120	DE
17/11/2020	10:59:58	40.217	15.930	0.400	9.45 +/-0.3	0.6 +/- 0.2	25	0.080	DE
17/11/2020	18:36:39	40.571	15.676	1.000	4.91 +/-0.9	1.4 +/- 0.1	35	0.220	DE
20/11/2020	09:53:39	40.217	16.001	31.493	35.9 +/-56.3	0.8 +/- 0.5	6	1.316	DE
03/12/2020	17:00:46	40.321	15.993	0.700	3.89 +/-0.5	0.0 +/- 0.4	8	0.050	DI
14/12/2020	14:31:29	40.321	15.988	0.199	4.27 +/-0.3	0.8 +/- 0.3	33	0.110	DI
15/12/2020	13:19:56	40.424	15.761	1.400	13.41 +/-0.8	0.4 +/- 0.2	10	0.050	DE
15/12/2020	17:27:53	40.325	15.996	0.400	4.37 +/-0.3	0.1 +/- 0.4	12	0.050	DI
15/12/2020	21:38:41	40.313	15.806	0.600	3.87 +/-0.4	0.3 +/- 0.1	11	0.080	DI
17/12/2020	23:28:35	40.329	15.998	0.501	4.25 +/-0.4	0.0 +/- 0.3	13	0.060	DI
18/12/2020	08:53:43	40.186	16.066	1.400	11.45 +/-0.8	0.4 +/- 0.2	17	0.200	DE
23/12/2020	01:59:49	40.273	16.042	0.400	8.0 +/-0.4	0.4 +/- 0.1	37	0.130	DE
23/12/2020	03:49:27	40.402	15.806	0.400	8.67 +/-0.6	0.2 +/- 0.1	28	0.130	DE
26/12/2020	06:03:58	40.365	16.028	4.400	5.0 +/-43.2	1.2 +/- 0.5	12	0.680	DE
28/12/2020	06:22:42	40.290	15.840	0.300	3.25 +/-0.4	0.7 +/- 0.3	19	0.080	DI
02/01/2021	10:39:55	40.400	15.708	20.090	12.5 +/-22.9	1.7 +/- 0.1	10	0.135	DE
04/01/2021	01:41:54	40.320	15.994	0.199	4.34 +/-0.3	0.4 +/- 0.1	25	0.100	DI
04/01/2021	01:42:00	40.320	15.994	0.400	4.39 +/-0.3	0.3 +/- 0.2	13	0.070	DI
04/01/2021	02:51:04	40.315	15.987	0.400	2.63 +/-0.4	0.9 +/- 0.2	31	0.200	DI
07/01/2021	10:16:26	40.511	15.635	0.700	10.33 +/-0.6	1.8 +/- 0.3	138	0.230	DE
12/01/2021	00:31:11	40.246	15.934	0.400	4.62 +/-0.4	-0.1 +/- 0.5	10	0.050	DI
12/01/2021	12:54:50	40.183	16.078	1.300	5.64 +/-0.5	0.4 +/- 0.2	11	0.090	DE

14/01/2021	04:23:58	40.243	15.910	0.199	2.3 +/-0.3	0.6 +/- 0.1	26	0.100	DI
17/01/2021	09:24:09	40.355	15.834	0.400	4.66 +/-0.7	0.4 +/- 0.1	29	0.130	DI
19/01/2021	08:02:30	40.322	15.739	1.000	1.68 +/-0.8	0.6 +/- 0.2	9	0.090	DE
21/01/2021	17:05:25	40.284	15.852	0.300	1.94 +/-0.3	0.2 +/- 0.3	15	0.110	DI
22/01/2021	22:57:52	40.211	15.949	0.501	3.8 +/-0.5	0.1 +/- 0.2	15	0.100	DE
24/01/2021	21:07:23	40.276	16.123	1.000	13.7 +/-0.9	1.3 +/- 0.2	28	0.210	DE
27/01/2021	15:26:41	40.223	15.954	0.501	2.97 +/-0.3	-0.2 +/- 0.2	11	0.060	DE
28/01/2021	05:19:10	40.318	15.754	1.400	4.36 +/-1.8	0.6 +/- 0.1	10	0.170	DE
28/01/2021	12:04:24	40.466	15.819	0.400	6.0 +/-0.8	0.6 +/- 0.1	30	0.140	DI
29/01/2021	21:33:06	40.311	15.710	0.700	1.83 +/-1.1	1.6 +/- 0.1	31	0.210	DE
31/01/2021	03:16:25	40.528	15.737	0.700	2.0 +/-0.6	1.3 +/- 0.1	25	0.210	DI
31/01/2021	11:55:16	40.236	15.923	0.400	2.73 +/-0.3	1.0 +/- 0.1	27	0.170	DE
31/01/2021	11:55:56	40.238	15.926	0.300	2.0 +/-0.5	0.3 +/- 0.3	12	0.050	DE
31/01/2021	13:22:35	40.243	15.919	0.600	8.8 +/-0.4	1.1 +/- 0.4	11	0.070	DE
31/01/2021	22:20:41	40.560	15.810	0.700	12.0 +/-0.9	0.4 +/- 0.2	22	0.150	DE
01/02/2021	18:42:26	40.287	15.854	0.199	3.51 +/-0.4	-0.2 +/- 0.1	14	0.070	DI
02/02/2021	18:22:15	40.267	15.900	0.800	4.0 +/-0.7	-0.3 +/- 0.3	11	0.090	DI
02/02/2021	22:57:20	40.288	15.874	0.100	3.13 +/-0.2	-0.3 +/- 0.2	8	0.010	DI
03/02/2021	23:02:01	40.268	15.864	0.199	4.03 +/-0.3	0.2 +/- 0.1	16	0.050	DI
04/02/2021	04:58:40	40.230	15.922	0.300	3.01 +/-0.4	0.7 +/- 0.2	117	0.150	DE
04/02/2021	09:52:30	40.231	15.917	0.300	2.53 +/-0.2	1.0 +/- 0.2	122	0.130	DE
04/02/2021	09:52:58	40.233	15.921	0.300	2.49 +/-0.3	0.7 +/- 0.2	31	0.120	DE
04/02/2021	17:19:04	40.258	15.915	0.199	3.02 +/-0.3	0.2 +/- 0.3	20	0.080	DI
04/02/2021	22:07:55	40.228	15.923	0.400	3.11 +/-0.4	0.3 +/- 0.3	24	0.130	DE
05/02/2021	04:09:30	40.213	16.055	0.199	3.33 +/-0.3	-0.2 +/- 0.2	13	0.040	DI
05/02/2021	06:08:02	40.267	15.889	0.300	3.87 +/-0.4	0.3 +/- 0.4	17	0.090	DI

05/02/2021	10:34:22	40.223	15.938	0.800	4.43 +/-0.4	-0.8 +/- 0.1	7	0.040	DE
05/02/2021	19:42:59	40.319	15.741	0.400	2.14 +/-0.7	0.3 +/- 0.3	15	0.110	DE
06/02/2021	01:07:12	40.296	15.849	0.400	5.53 +/-0.4	-0.1 +/- 0.5	12	0.060	DI
06/02/2021	17:11:27	40.378	15.828	0.501	6.0 +/-0.5	0.1 +/- 0.2	18	0.120	DI
06/02/2021	23:14:56	40.226	15.923	0.600	4.13 +/-0.6	0.4 +/- 0.1	18	0.150	DE
07/02/2021	06:03:56	40.186	15.951	0.400	6.52 +/-0.4	1.6 +/- 0.3	158	0.230	DE
07/02/2021	18:26:48	40.237	15.919	0.300	2.74 +/-0.3	0.5 +/- 0.3	17	0.080	DE
07/02/2021	21:43:54	40.267	15.910	0.501	3.57 +/-0.5	-0.2 +/- 0.3	11	0.080	DI
07/02/2021	22:35:54	40.263	15.908	0.300	4.35 +/-0.6	-0.2 +/- 0.4	14	0.080	DI
07/02/2021	22:40:11	40.267	15.908	0.300	3.69 +/-0.3	-0.2 +/- 0.3	20	0.090	DI
07/02/2021	22:43:58	40.270	15.911	0.300	3.78 +/-0.4	-0.4 +/- 0.4	16	0.080	DI
07/02/2021	22:44:07	40.268	15.908	0.300	3.0 +/-0.4	-0.3 +/- 0.3	15	0.090	DI
08/02/2021	00:25:15	40.192	15.969	0.400	1.7 +/-0.3	1.2 +/- 0.2	46	0.200	DE
09/02/2021	03:13:36	40.223	15.937	0.400	2.55 +/-0.3	0.5 +/- 0.3	18	0.080	DE
10/02/2021	06:58:42	40.270	15.920	0.400	3.72 +/-0.4	0.0 +/- 0.3	12	0.060	DI
10/02/2021	23:12:50	40.271	15.897	0.199	3.19 +/-0.2	0.6 +/- 0.3	16	0.060	DI
11/02/2021	02:27:03	40.258	15.918	0.199	2.49 +/-0.3	0.2 +/- 0.3	16	0.070	DI
12/02/2021	13:37:09	40.260	15.909	0.199	2.71 +/-0.3	0.7 +/- 0.1	28	0.100	DI
12/02/2021	14:07:38	40.262	15.903	0.300	2.17 +/-0.4	0.2 +/- 0.2	25	0.150	DI
12/02/2021	17:48:26	40.252	15.924	0.400	3.8 +/-0.4	-0.0 +/- 0.3	19	0.130	DI
12/02/2021	20:14:49	40.228	15.931	0.300	2.54 +/-0.3	0.5 +/- 0.2	26	0.120	DE
12/02/2021	20:15:02	40.230	15.933	0.300	2.07 +/-0.4	0.3 +/- 0.2	18	0.080	DE
12/02/2021	20:51:45	40.221	15.931	0.400	3.0 +/-0.4	0.9 +/- 0.2	36	0.170	DE
12/02/2021	23:14:13	40.219	15.928	0.400	3.08 +/-0.3	1.2 +/- 0.2	134	0.160	DE
13/02/2021	04:04:29	40.263	15.867	0.199	2.88 +/-0.3	0.0 +/- 0.3	17	0.070	DI
13/02/2021	04:44:43	40.242	15.974	0.800	8.11 +/-0.7	0.1 +/- 0.4	14	0.090	DE

13/02/2021	10:06:09	40.307	15.714	0.700	0.0 +/-0.5	1.5 +/- 0.2	32	0.250	DE
13/02/2021	10:48:15	40.355	15.835	0.300	5.05 +/-0.5	1.1 +/- 0.3	123	0.150	DI
13/02/2021	13:04:37	40.275	15.897	0.501	3.46 +/-0.5	-0.1 +/- 0.5	10	0.060	DI
13/02/2021	16:01:50	40.242	15.928	0.300	2.78 +/-0.2	0.4 +/- 0.1	18	0.080	DI
14/02/2021	23:26:24	40.294	15.873	0.600	3.89 +/-0.6	0.5 +/- 0.4	11	0.080	DI
15/02/2021	06:41:11	40.285	15.855	0.300	5.22 +/-0.4	0.6 +/- 0.1	12	0.050	DI
15/02/2021	15:31:58	40.270	15.899	0.600	4.66 +/-0.7	0.2 +/- 0.5	14	0.110	DI
15/02/2021	20:33:56	40.269	15.880	0.199	1.91 +/-0.3	-0.1 +/- 0.4	17	0.110	DI
16/02/2021	00:53:24	40.239	15.928	0.300	2.88 +/-0.3	0.1 +/- 0.2	17	0.090	DI
16/02/2021	01:13:49	40.268	15.903	0.199	3.25 +/-0.3	-0.1 +/- 0.3	15	0.070	DI
16/02/2021	02:15:05	40.285	15.847	0.300	3.9 +/-0.3	0.5 +/- 0.4	26	0.140	DI
16/02/2021	09:02:39	40.508	15.750	0.501	10.72 +/-0.6	1.1 +/- 0.2	46	0.170	DE
16/02/2021	10:57:24	40.232	15.919	0.300	4.0 +/-0.4	0.7 +/- 0.2	28	0.774	DE
16/02/2021	10:57:46	40.238	15.922	0.300	3.28 +/-0.4	0.4 +/- 0.3	15	0.080	DE
16/02/2021	21:51:09	40.170	15.966	0.400	1.32 +/-0.4	0.7 +/- 0.2	19	0.110	DE
17/02/2021	00:49:15	40.270	15.887	0.300	2.81 +/-0.5	0.2 +/- 0.1	12	0.050	DI
17/02/2021	01:29:04	40.240	15.923	0.300	2.35 +/-0.4	0.2 +/- 0.3	21	0.110	DI
17/02/2021	05:21:53	40.267	15.858	0.199	3.92 +/-0.3	0.5 +/- 0.2	15	0.060	DI
17/02/2021	05:27:35	40.268	15.861	0.300	3.24 +/-0.5	0.2 +/- 0.2	19	0.100	DI
17/02/2021	08:58:36	40.322	15.724	0.400	1.62 +/-0.4	0.9 +/- 0.1	27	0.140	DE
17/02/2021	12:54:05	40.262	15.860	0.199	3.33 +/-0.3	0.5 +/- 0.3	26	0.090	DE
17/02/2021	17:43:46	40.270	15.885	0.199	2.38 +/-0.3	0.3 +/- 0.3	27	0.110	DI
17/02/2021	19:20:45	40.304	15.816	0.501	4.29 +/-0.4	0.1 +/- 0.5	10	0.060	DI
17/02/2021	20:10:32	40.221	15.966	0.300	3.21 +/-0.2	-0.1 +/- 0.3	19	0.090	DI
18/02/2021	00:22:07	40.387	15.814	0.199	5.75 +/-0.3	0.0 +/- 0.3	9	0.010	DI
18/02/2021	00:32:30	40.291	15.848	0.199	4.21 +/-0.3	-0.2 +/- 0.3	11	0.040	DI

18/02/2021	00:33:03	40.291	15.846	0.199	4.4 +/-0.3	-0.3 +/- 0.4	15	0.050	DI
18/02/2021	01:41:42	40.322	15.732	0.300	2.41 +/-0.3	0.3 +/- 0.2	28	0.130	DE
18/02/2021	04:19:22	40.311	15.819	0.600	3.95 +/-0.5	-0.0 +/- 0.4	10	0.090	DI
18/02/2021	18:32:40	40.312	15.817	0.199	4.62 +/-0.2	0.0 +/- 0.2	10	0.040	DI
18/02/2021	20:20:37	40.257	15.864	0.100	2.91 +/-0.1	0.5 +/- 0.3	26	0.060	DE
19/02/2021	02:41:08	40.284	15.859	0.300	4.07 +/-0.5	-0.7 +/- 0.3	9	0.040	DI
19/02/2021	02:42:50	40.278	15.858	0.501	4.89 +/-0.8	-0.5 +/- 0.3	11	0.100	DI
19/02/2021	03:57:39	40.318	15.820	0.600	4.0 +/-0.6	-0.0 +/- 0.4	9	0.050	DI
19/02/2021	12:46:32	40.204	15.964	0.400	1.94 +/-0.2	0.4 +/- 0.1	20	0.110	DE
19/02/2021	19:35:14	40.267	15.890	0.600	4.08 +/-0.9	-0.4 +/- 0.5	12	0.140	DI
19/02/2021	22:10:02	40.445	15.777	0.400	2.95 +/-0.3	-0.1 +/- 0.3	15	0.080	DI
20/02/2021	03:49:49	40.330	15.995	0.501	4.0 +/-0.4	0.0 +/- 0.5	11	0.060	DI
20/02/2021	13:20:35	40.274	15.841	0.501	5.32 +/-0.6	0.2 +/- 0.0	13	0.100	DE
20/02/2021	18:04:27	40.311	15.809	0.501	5.0 +/-0.5	0.0 +/- 0.3	13	0.100	DI
20/02/2021	22:36:09	40.266	15.855	0.199	3.25 +/-0.4	-0.2 +/- 0.3	16	0.080	DI
21/02/2021	05:24:23	40.246	15.919	0.300	2.27 +/-0.4	0.1 +/- 0.1	11	0.060	DI
21/02/2021	06:40:42	40.220	15.929	0.199	2.55 +/-0.3	0.1 +/- 0.2	15	0.080	DE
21/02/2021	11:34:05	40.166	15.952	0.600	2.66 +/-0.5	0.4 +/- 0.1	19	0.160	DE
22/02/2021	02:38:55	40.181	15.969	0.700	2.73 +/-1.2	-0.3 +/- 0.2	9	0.070	DE
22/02/2021	04:32:26	40.239	15.914	0.400	2.72 +/-0.4	0.0 +/- 0.4	14	0.120	DE
22/02/2021	10:15:46	40.259	15.864	0.199	2.81 +/-0.2	0.6 +/- 0.3	20	0.060	DE
22/02/2021	19:45:43	40.169	15.954	0.501	2.0 +/-143.0	0.0 +/- 0.2	16	0.120	DE
22/02/2021	21:15:33	40.276	15.857	0.400	3.83 +/-0.6	-0.5 +/- 0.1	12	0.090	DI
22/02/2021	22:04:56	40.271	15.894	0.300	2.41 +/-0.4	0.1 +/- 0.3	16	0.080	DI
23/02/2021	00:42:15	40.282	15.858	0.199	2.93 +/-0.2	-0.0 +/- 0.4	19	0.070	DI
23/02/2021	03:29:53	40.179	15.957	0.400	1.15 +/-0.7	0.4 +/- 0.2	22	0.140	DE

23/02/2021	03:41:38	40.244	15.921	0.300	2.72 +/-0.3	0.3 +/- 0.3	14	0.070	DI
23/02/2021	03:42:43	40.245	15.919	0.300	2.65 +/-0.4	-0.0 +/- 0.2	11	0.060	DI
23/02/2021	19:47:56	40.208	16.015	0.199	1.68 +/-0.2	0.6 +/- 0.2	25	0.090	DI
23/02/2021	23:15:49	40.254	15.864	0.300	2.84 +/-0.2	0.8 +/- 0.3	27	0.110	DE
24/02/2021	02:46:27	40.288	15.863	0.400	3.5 +/-0.6	0.2 +/- 0.2	12	0.100	DI
24/02/2021	06:01:27	40.571	15.714	0.700	9.54 +/-0.8	1.9 +/- 0.2	143	0.280	DE
24/02/2021	14:42:46	40.277	15.893	0.300	3.55 +/-0.6	0.5 +/- 0.2	20	0.120	DI
24/02/2021	14:53:14	40.518	15.696	0.700	2.23 +/-0.8	1.2 +/- 0.1	38	0.330	DI
24/02/2021	21:25:52	40.294	15.836	0.300	3.25 +/-0.4	0.1 +/- 0.2	9	0.050	DI
25/02/2021	04:15:02	40.274	15.888	0.501	2.52 +/-0.7	0.1 +/- 0.1	18	0.150	DI
25/02/2021	18:13:35	40.193	15.919	5.200	0.9 +/-3.5	-0.1 +/- 0.1	10	0.860	DE
25/02/2021	18:13:59	40.275	15.849	0.300	2.86 +/-0.4	0.1 +/- 0.1	17	0.090	DI
25/02/2021	21:16:41	40.266	15.912	0.199	3.49 +/-0.3	0.2 +/- 0.1	25	0.080	DI
26/02/2021	08:36:41	40.294	15.856	0.600	5.0 +/-0.5	-0.0 +/- 0.2	9	0.080	DI
26/02/2021	18:40:15	40.223	15.928	0.400	2.71 +/-0.3	0.3 +/- 0.2	17	0.090	DE
26/02/2021	21:40:46	40.260	15.887	0.199	3.0 +/-0.4	0.7 +/- 0.4	35	0.130	DI
27/02/2021	01:58:00	40.531	15.776	0.501	6.65 +/-0.4	0.4 +/- 0.0	7	0.030	DI
27/02/2021	02:54:41	40.190	15.988	0.501	0.09 +/-1.4	-0.5 +/- 0.2	12	0.100	DE
27/02/2021	04:26:48	40.309	15.834	0.501	5.27 +/-0.5	0.0 +/- 0.2	12	0.090	DI
27/02/2021	08:31:42	40.201	15.991	0.600	1.24 +/-0.8	0.0 +/- 0.2	10	0.110	DI
27/02/2021	21:58:41	40.267	15.858	0.300	3.22 +/-0.5	-0.4 +/- 0.2	16	0.090	DI
28/02/2021	00:21:39	40.234	15.910	0.400	2.84 +/-0.3	0.9 +/- 0.3	35	0.150	DE
28/02/2021	01:26:58	40.240	15.923	0.199	2.33 +/-0.3	0.6 +/- 0.1	25	0.110	DI
28/02/2021	17:11:17	40.328	15.764	0.600	2.95 +/-0.4	0.6 +/- 0.1	17	0.100	DE
28/02/2021	18:41:03	40.233	15.926	0.300	3.4 +/-0.3	0.2 +/- 0.1	15	0.070	DE
01/03/2021	03:51:37	40.259	15.913	0.400	2.67 +/-0.4	-0.4 +/- 0.4	13	0.100	DI

01/03/2021	07:20:12	40.168	15.960	0.400	2.92 +/-0.3	0.2 +/- 0.4	14	0.060	DE
01/03/2021	16:57:13	40.284	15.843	0.300	4.27 +/-0.4	-0.1 +/- 0.4	14	0.070	DI
02/03/2021	05:18:11	40.184	15.993	0.300	1.5 +/-0.3	0.3 +/- 0.2	21	0.090	DE
02/03/2021	12:20:57	40.275	15.873	0.199	2.5 +/-0.2	0.4 +/- 0.2	24	0.090	DI
02/03/2021	17:08:11	40.203	15.909	0.400	7.61 +/-0.4	0.6 +/- 0.2	24	0.110	DE
02/03/2021	21:04:50	40.292	15.853	0.199	3.71 +/-0.3	-0.3 +/- 0.5	11	0.040	DI
03/03/2021	05:42:42	40.291	15.835	0.800	4.0 +/-1.3	-0.0 +/- 0.1	8	0.100	DI
03/03/2021	05:58:38	40.242	15.917	0.300	2.26 +/-0.3	1.0 +/- 0.2	49	0.200	DI
03/03/2021	06:54:31	40.454	15.599	0.700	12.0 +/-1.9	1.2 +/- 0.1	37	0.200	DE
04/03/2021	17:25:29	40.285	15.853	0.300	4.99 +/-0.5	0.1 +/- 0.3	14	0.060	DI
04/03/2021	18:05:32	40.191	15.981	0.300	0.1 +/-0.3	0.7 +/- 0.2	18	0.110	DE
05/03/2021	00:26:31	40.264	15.889	0.300	2.42 +/-0.4	-0.1 +/- 0.5	19	0.110	DI
05/03/2021	11:15:31	40.394	16.068	3.500	5.4 +/-4.4	0.5 +/- 0.1	11	0.420	DE
05/03/2021	20:11:48	40.272	15.844	0.400	3.58 +/-0.4	0.5 +/- 0.4	18	0.120	DI
06/03/2021	06:07:29	40.273	15.857	0.600	2.19 +/-1.4	-0.1 +/- 0.2	13	0.170	DI
06/03/2021	11:17:35	40.189	15.985	0.800	2.19 +/-1.0	0.3 +/- 0.1	19	0.230	DE
06/03/2021	13:35:36	40.292	15.880	0.501	3.6 +/-0.4	0.3 +/- 0.2	13	0.070	DI
07/03/2021	03:11:47	40.527	15.836	0.300	10.0 +/-0.5	0.5 +/- 0.2	35	0.130	DE
07/03/2021	10:07:33	40.281	15.879	0.300	2.12 +/-0.3	0.3 +/- 0.3	20	0.090	DI
07/03/2021	10:57:34	40.258	15.881	0.199	4.05 +/-0.3	0.3 +/- 0.1	13	0.050	DI
07/03/2021	19:04:44	40.272	15.898	0.300	3.29 +/-0.4	-0.1 +/- 0.1	16	0.070	DI
07/03/2021	19:35:57	40.240	15.907	0.199	2.28 +/-0.3	0.7 +/- 0.2	32	0.100	DE
08/03/2021	08:00:25	40.372	15.831	0.800	4.92 +/-0.8	0.1 +/- 0.2	17	0.150	DI
08/03/2021	08:28:13	40.329	15.996	0.501	4.62 +/-0.4	0.3 +/- 0.5	13	0.080	DI
08/03/2021	10:24:24	40.326	15.976	0.300	3.6 +/-0.3	0.6 +/- 0.3	37	0.140	DI
08/03/2021	16:15:10	40.268	15.889	0.300	2.89 +/-0.2	0.7 +/- 0.5	29	0.130	DI

08/03/2021	16:16:53	40.268	15.886	0.199	2.19 +/-0.3	0.3 +/- 0.5	19	0.090	DI
08/03/2021	16:19:14	40.270	15.892	0.300	2.99 +/-0.4	0.1 +/- 0.3	10	0.060	DI
09/03/2021	06:33:28	40.211	15.951	0.400	2.4 +/-0.4	0.4 +/- 0.2	14	0.080	DE
09/03/2021	13:04:55	40.393	15.735	0.501	12.5 +/-0.4	1.1 +/- 0.1	20	0.080	DE
09/03/2021	21:39:10	40.191	15.982	0.600	0.92 +/-0.3	-0.1 +/- 0.3	10	0.080	DE
10/03/2021	02:04:29	40.342	15.987	0.199	1.22 +/-0.2	0.2 +/- 0.4	14	0.070	DI
10/03/2021	23:24:58	40.248	15.934	0.199	1.75 +/-0.3	-0.1 +/- 0.1	11	0.060	DI
11/03/2021	02:52:48	40.184	15.979	0.400	0.42 +/-0.3	0.3 +/- 0.2	14	0.080	DE
12/03/2021	00:22:58	40.240	15.922	0.300	3.56 +/-0.3	0.1 +/- 0.2	13	0.070	DI
12/03/2021	13:16:54	40.251	15.858	0.400	4.08 +/-0.6	0.9 +/- 0.4	31	0.160	DE
12/03/2021	13:17:58	40.260	15.863	0.199	2.46 +/-0.2	0.7 +/- 0.4	26	0.080	DE
12/03/2021	13:20:13	40.261	15.859	0.300	3.09 +/-0.4	0.1 +/- 0.3	11	0.060	DE
13/03/2021	03:19:31	40.530	15.607	0.899	11.6 +/-0.5	1.3 +/- 0.2	27	0.230	DE
13/03/2021	04:53:40	40.256	15.856	0.600	2.83 +/-0.5	1.3 +/- 0.2	64	0.400	DE
13/03/2021	05:35:08	40.294	15.839	0.400	4.11 +/-0.6	0.7 +/- 0.1	28	0.140	DI
14/03/2021	00:15:02	40.190	15.971	0.400	1.11 +/-0.4	1.0 +/- 0.2	123	0.180	DE
14/03/2021	05:00:21	40.190	15.979	0.700	0.92 +/-0.4	0.1 +/- 0.3	17	0.130	DE
14/03/2021	09:33:11	40.195	15.982	0.400	0.5 +/-0.3	0.2 +/- 0.2	11	0.060	DE
15/03/2021	13:03:12	40.275	15.813	0.501	9.38 +/-0.4	0.0 +/- 0.2	10	0.040	DE
15/03/2021	15:06:56	40.300	15.848	0.600	5.39 +/-0.4	0.2 +/- 0.3	8	0.040	DI
16/03/2021	01:00:28	40.278	15.850	0.199	2.46 +/-0.4	0.7 +/- 0.2	24	0.090	DI
16/03/2021	01:12:59	40.282	15.856	0.400	3.62 +/-0.6	-0.3 +/- 0.2	10	0.070	DI
16/03/2021	07:02:11	40.193	15.951	0.800	2.82 +/-1.1	-0.6 +/- 0.1	9	0.090	DE
16/03/2021	07:17:26	40.191	15.918	0.300	2.52 +/-0.3	0.4 +/- 0.3	25	0.090	DE
17/03/2021	00:04:14	40.260	15.872	0.199	2.68 +/-0.3	-0.0 +/- 0.2	15	0.060	DI
17/03/2021	13:51:24	40.259	15.866	0.199	1.97 +/-0.2	0.7 +/- 0.3	21	0.100	DI

17/03/2021	23:05:37	40.260	15.869	0.199	1.84 +/-0.3	-0.6 +/- 0.1	11	0.060	DI
18/03/2021	01:28:04	40.293	15.833	0.199	4.65 +/-0.3	-0.3 +/- 0.2	11	0.030	DI
18/03/2021	01:56:34	40.259	15.861	0.300	1.86 +/-0.2	0.4 +/- 0.3	20	0.090	DE
19/03/2021	02:22:35	40.266	15.873	0.300	0.79 +/-0.4	-0.4 +/- 0.3	10	0.070	DI
19/03/2021	06:04:44	40.200	16.014	0.300	1.6 +/-0.5	-0.3 +/- 0.2	13	0.080	DI
19/03/2021	13:26:38	40.427	16.035	0.899	7.49 +/-0.6	0.6 +/- 0.3	12	0.100	DE
20/03/2021	08:53:04	40.248	15.933	0.400	0.25 +/-0.6	0.6 +/- 0.1	25	0.220	DI
20/03/2021	11:20:00	40.276	16.076	3.806	10.1 +/-6.50	1.1 +/- 0.1	21	0.320	DE
20/03/2021	15:25:10	40.302	15.830	0.199	4.55 +/-0.2	0.2 +/- 0.3	13	0.050	DI
20/03/2021	23:30:19	40.301	15.844	0.300	4.61 +/-0.4	0.4 +/- 0.1	13	0.060	DI
21/03/2021	04:32:30	40.248	15.896	0.199	3.11 +/-0.3	-0.4 +/- 0.2	10	0.040	DI
21/03/2021	05:51:26	40.417	15.724	0.501	8.57 +/-0.8	0.5 +/- 0.2	27	0.140	DE
21/03/2021	06:55:05	40.474	15.581	2.300	0.53 +/-1.1	1.1 +/- 0.7	9	0.180	DE
21/03/2021	07:32:21	40.290	15.848	0.700	4.9 +/-0.9	-0.1 +/- 0.2	9	0.080	DI
22/03/2021	15:03:22	40.297	15.838	0.199	4.84 +/-0.2	0.2 +/- 0.4	8	0.020	DI
23/03/2021	04:00:30	40.268	15.866	0.199	3.36 +/-0.5	-0.1 +/- 0.3	13	0.070	DI
23/03/2021	10:11:41	40.232	15.890	0.400	2.56 +/-0.4	0.2 +/- 0.2	12	0.080	DE
23/03/2021	16:25:55	40.304	15.832	0.400	5.01 +/-0.4	0.5 +/- 0.3	14	0.080	DI
23/03/2021	17:06:58	40.248	15.901	0.300	3.06 +/-0.4	0.3 +/- 0.4	13	0.070	DI
24/03/2021	08:07:51	40.288	15.835	0.300	4.14 +/-0.6	0.2 +/- 0.3	18	0.100	DI
24/03/2021	19:29:01	40.226	15.928	0.400	3.0 +/-0.4	-0.5 +/- 0.2	9	0.050	DE
25/03/2021	11:25:08	40.298	15.832	0.199	3.89 +/-0.2	0.6 +/- 0.4	26	0.080	DI
26/03/2021	22:35:58	40.520	15.647	0.600	13.33 +/-0.4	0.8 +/- 0.5	28	0.120	DE
27/03/2021	00:07:26	40.247	15.867	1.000	5.56 +/-1.0	-0.6 +/- 0.3	7	0.090	DE
27/03/2021	01:21:59	40.305	15.834	0.501	4.83 +/-0.5	0.1 +/- 0.1	16	0.100	DI
27/03/2021	16:01:01	40.504	15.828	0.700	13.0 +/-0.9	0.9 +/- 0.1	37	0.210	DE

27/03/2021	20:24:41	40.466	15.795	0.899	4.87 +/-1.2	1.0 +/- 0.7	17	0.260	DI
28/03/2021	07:31:35	40.275	15.874	0.300	2.75 +/-0.4	-0.1 +/- 0.4	16	0.090	DI
28/03/2021	11:19:23	40.218	16.048	0.199	3.23 +/-0.3	0.0 +/- 0.4	9	0.030	DI
28/03/2021	16:21:32	40.232	15.926	0.400	1.04 +/-0.4	-0.3 +/- 0.6	11	0.100	DE
28/03/2021	19:43:42	40.438	15.632	0.400	0.65 +/-0.4	0.5 +/- 0.8	14	0.150	DI
28/03/2021	21:30:13	40.259	15.872	0.400	2.25 +/-0.9	-0.6 +/- 0.0	10	0.100	DI
28/03/2021	22:33:12	40.194	15.980	0.501	0.38 +/-0.4	-0.5 +/- 0.4	12	0.100	DE
29/03/2021	03:09:56	40.445	15.668	0.600	12.44 +/-0.6	1.0 +/- 0.5	129	0.220	DE
29/03/2021	10:03:37	40.340	15.824	0.400	4.16 +/-0.6	0.4 +/- 0.2	24	0.110	DI
29/03/2021	14:22:31	40.294	15.826	0.300	4.98 +/-0.3	0.7 +/- 0.4	122	0.110	DI
29/03/2021	14:35:55	40.272	15.868	0.300	1.84 +/-0.4	-0.1 +/- 0.5	11	0.070	DI
29/03/2021	15:03:44	40.233	15.934	0.400	5.7 +/-0.4	-0.1 +/- 0.3	17	0.110	DE
29/03/2021	22:20:48	40.214	15.957	0.199	2.38 +/-0.2	-0.5 +/- 0.4	9	0.020	DE
30/03/2021	00:49:00	40.244	15.936	0.501	5.83 +/-0.4	-0.5 +/- 0.3	14	0.070	DI
30/03/2021	01:14:09	40.282	15.866	0.300	3.16 +/-0.5	-0.4 +/- 0.3	13	0.070	DI
30/03/2021	01:19:19	40.296	15.833	0.400	4.06 +/-0.4	0.2 +/- 0.4	18	0.100	DI
30/03/2021	19:12:12	40.270	15.865	0.400	4.91 +/-0.6	-0.5 +/- 0.6	11	0.080	DI
30/03/2021	20:02:27	40.355	15.818	0.501	2.74 +/-0.5	0.7 +/- 0.2	33	0.190	DI
01/04/2021	15:55:11	40.302	15.928	0.300	9.62 +/-0.3	1.4 +/- 0.4	151	0.170	DE
01/04/2021	16:18:26	40.212	15.978	0.600	0.0 +/-0.5	-0.3 +/- 0.2	11	0.120	DI
01/04/2021	23:05:12	40.284	15.853	0.199	4.8 +/-0.3	-0.2 +/- 0.4	16	0.060	DI
03/04/2021	22:29:04	40.300	15.823	0.501	5.78 +/-0.5	0.2 +/- 0.3	20	0.130	DI
04/04/2021	11:21:33	40.540	15.694	1.500	11.75 +/-1.4	0.5 +/- 0.7	10	0.170	DE
05/04/2021	22:41:29	40.329	15.738	0.400	1.32 +/-0.4	0.5 +/- 0.2	18	0.090	DE
06/04/2021	04:08:37	40.251	15.893	0.300	2.61 +/-0.3	1.0 +/- 0.4	19	0.090	DI
06/04/2021	15:12:37	40.249	15.892	0.300	2.82 +/-0.3	1.4 +/- 0.4	24	0.120	DI

07/04/2021	08:42:43	40.286	15.910	0.199	6.46 +/-0.3	0.4 +/- 0.3	31	0.110	DI
07/04/2021	08:44:25	40.242	15.886	0.300	4.0 +/-0.3	0.3 +/- 0.3	20	0.090	DE
08/04/2021	08:08:40	40.293	15.848	0.501	5.19 +/-0.5	-0.1 +/- 0.5	9	0.060	DI
08/04/2021	16:14:34	40.304	15.850	0.400	4.79 +/-0.5	-0.3 +/- 0.3	9	0.050	DI
08/04/2021	21:48:28	40.161	16.050	1.400	8.17 +/-1.0	0.0 +/- 0.4	12	0.080	DE
09/04/2021	05:20:07	40.283	16.020	0.800	7.0 +/-1.4	-0.1 +/- 0.4	19	0.210	DE
09/04/2021	13:08:31	40.277	15.878	0.300	3.06 +/-0.3	0.4 +/- 0.5	23	0.110	DI
09/04/2021	21:20:24	40.298	15.825	0.199	6.07 +/-0.2	-0.1 +/- 0.5	16	0.040	DI
10/04/2021	13:56:15	40.326	15.806	0.700	2.54 +/-0.3	0.2 +/- 0.2	14	0.080	DI
11/04/2021	15:28:55	40.251	15.895	0.300	3.07 +/-0.4	0.1 +/- 0.3	14	0.100	DI
11/04/2021	16:12:33	40.254	15.898	0.300	2.88 +/-0.5	0.0 +/- 0.2	10	0.060	DI
11/04/2021	19:43:24	40.274	15.882	0.199	5.0 +/-0.2	0.4 +/- 0.2	36	0.100	DI
14/04/2021	18:56:35	40.474	15.706	0.800	13.0 +/-0.8	0.5 +/- 0.2	20	0.170	DE
14/04/2021	23:36:16	40.488	15.717	1.300	12.61 +/-0.9	0.2 +/- 0.2	11	0.120	DE
15/04/2021	04:59:08	40.319	15.990	0.501	3.63 +/-0.4	-0.3 +/- 0.3	10	0.040	DI
15/04/2021	18:59:33	40.504	15.644	0.899	12.0 +/-0.8	0.7 +/- 0.3	11	0.090	DE
16/04/2021	04:09:18	40.330	15.728	0.400	2.33 +/-0.6	0.4 +/- 0.2	21	0.130	DE
16/04/2021	20:13:57	40.183	15.976	0.400	0.66 +/-0.4	0.3 +/- 0.2	16	0.110	DE
16/04/2021	22:51:34	40.503	15.785	0.400	2.97 +/-0.1	0.2 +/- 0.3	12	0.050	DI
19/04/2021	18:25:23	40.317	15.986	0.300	2.96 +/-0.4	0.2 +/- 0.4	25	0.190	DI
20/04/2021	12:48:45	40.375	15.857	0.501	3.88 +/-0.6	0.4 +/- 0.2	17	0.170	DI
21/04/2021	12:11:58	40.190	15.989	0.400	1.31 +/-0.7	0.1 +/- 0.1	17	0.120	DE
23/04/2021	09:28:46	40.248	15.922	0.199	3.65 +/-0.3	0.1 +/- 0.4	31	0.120	DI
23/04/2021	20:01:48	40.244	15.923	0.501	4.88 +/-0.6	0.2 +/- 0.4	19	0.100	DI
24/04/2021	20:18:17	40.273	15.849	0.501	3.78 +/-0.8	-0.5 +/- 0.1	9	0.090	DI
25/04/2021	22:21:50	40.497	15.641	1.201	10.0 +/-1.4	0.7 +/- 0.9	27	0.370	DE

25/04/2021	23:09:22	40.470	15.611	1.000	8.42 +/-1.1	0.8 +/- 0.7	33	0.380	DE
26/04/2021	00:17:00	40.297	15.818	0.300	4.79 +/-0.3	0.4 +/- 0.3	25	0.120	DI
26/04/2021	07:21:28	40.166	15.976	1.800	5.43 +/-2.6	0.7 +/- 0.2	25	0.570	DE
27/04/2021	04:52:21	40.478	15.860	0.400	12.0 +/-0.5	0.6 +/- 0.2	32	0.160	DE
27/04/2021	17:02:40	40.204	16.014	0.400	1.29 +/-0.6	-0.3 +/- 0.2	8	0.030	DI
28/04/2021	04:39:41	40.231	15.889	2.100	5.0 +/-1.1	-0.0 +/- 0.2	11	0.600	DE
28/04/2021	12:47:12	40.250	15.900	0.300	3.05 +/-0.4	0.4 +/- 0.4	20	0.090	DI
28/04/2021	13:09:09	40.252	15.914	0.300	3.61 +/-0.4	0.1 +/- 0.3	14	0.090	DI
28/04/2021	19:38:57	40.277	15.829	0.300	3.32 +/-0.3	0.4 +/- 0.3	26	0.100	DE
28/04/2021	20:28:12	40.281	15.833	0.400	4.59 +/-0.6	-0.0 +/- 0.2	12	0.080	DI
29/04/2021	04:44:37	40.231	15.941	3.000	9.0 +/-1.4	0.4 +/- 0.1	18	0.400	DE
29/04/2021	17:58:27	40.573	15.778	1.400	14.0 +/-1.9	0.7 +/- 0.0	16	0.190	DE
30/04/2021	04:55:56	40.214	16.054	0.501	4.85 +/-0.5	0.2 +/- 0.1	23	0.130	DI
01/05/2021	17:13:16	40.364	15.832	0.501	4.57 +/-0.8	0.6 +/- 0.1	15	0.120	DI
02/05/2021	13:12:32	40.480	15.856	1.100	13.45 +/-0.9	0.6 +/- 0.2	21	0.210	DE
03/05/2021	10:25:00	40.464	15.743	0.700	12.69 +/-0.7	0.7 +/- 0.3	33	0.190	DE
04/05/2021	11:05:54	40.271	15.857	0.600	3.5 +/-0.6	-0.2 +/- 0.1	8	0.070	DI
04/05/2021	19:52:15	40.234	15.969	0.199	4.79 +/-0.3	0.2 +/- 0.3	27	0.080	DI
06/05/2021	03:39:46	40.210	15.911	1.700	3.48 +/-0.8	-0.2 +/- 0.3	11	0.160	DE
07/05/2021	01:00:55	40.271	15.936	0.899	3.38 +/-0.6	-0.2 +/- 0.3	12	0.080	DI
08/05/2021	01:41:23	40.316	15.910	0.501	2.77 +/-0.3	-0.1 +/- 0.2	10	0.070	DI
08/05/2021	07:47:04	40.268	15.863	0.199	2.92 +/-0.1	-0.0 +/- 0.3	11	0.030	DI
09/05/2021	16:49:46	40.291	15.842	0.800	3.29 +/-1.3	-0.0 +/- 0.7	9	0.140	DI
09/05/2021	16:55:57	40.282	15.850	0.600	3.91 +/-0.4	-0.4 +/- 0.3	11	0.090	DI
09/05/2021	20:36:28	40.362	15.813	0.600	4.87 +/-0.7	0.2 +/- 0.4	25	0.180	DI
10/05/2021	03:29:10	40.269	15.864	0.400	3.44 +/-0.6	-0.1 +/- 0.6	13	0.110	DI

11/05/2021	13:07:25	40.265	15.865	0.300	2.25 +/-0.5	-0.2 +/- 0.3	11	0.060	DI
13/05/2021	13:25:26	40.332	15.789	1.901	2.57 +/-0.8	0.3 +/- 0.3	9	0.170	DI
13/05/2021	22:39:24	40.258	15.861	0.300	2.8 +/-0.3	1.3 +/- 0.4	139	0.230	DE
13/05/2021	22:42:05	40.258	15.858	0.400	3.19 +/-0.4	1.0 +/- 0.4	42	0.170	DE
14/05/2021	01:33:09	40.264	15.858	0.300	3.03 +/-0.6	-0.3 +/- 0.3	11	0.070	DI
14/05/2021	02:18:11	40.325	15.792	0.300	2.21 +/-0.3	0.5 +/- 0.4	29	0.140	DI
14/05/2021	16:27:05	40.269	15.862	0.400	2.48 +/-0.6	-0.4 +/- 0.2	9	0.060	DI
14/05/2021	19:20:21	40.324	15.777	0.300	3.54 +/-0.3	0.7 +/- 0.4	116	0.130	DI
15/05/2021	08:05:16	40.292	15.860	0.300	4.09 +/-0.3	-0.1 +/- 0.5	13	0.060	DI
15/05/2021	13:05:29	40.265	15.859	0.300	3.11 +/-0.5	0.4 +/- 0.3	15	0.080	DI
16/05/2021	01:09:19	40.265	15.864	0.199	2.05 +/-0.5	-0.1 +/- 0.1	12	0.050	DI
16/05/2021	09:37:29	40.454	15.722	0.400	1.24 +/-1.0	0.2 +/- 0.1	8	0.070	DI
16/05/2021	10:09:56	40.262	15.864	0.199	2.37 +/-0.4	0.1 +/- 0.3	19	0.080	DI
16/05/2021	14:18:15	40.201	16.044	0.400	6.2 +/-0.4	1.1 +/- 0.3	49	0.170	DI
16/05/2021	15:53:51	40.266	15.864	0.100	2.3 +/-0.4	0.1 +/- 0.1	9	0.030	DI
16/05/2021	23:46:10	40.262	15.860	0.300	2.89 +/-0.3	0.2 +/- 0.3	17	0.100	DE
17/05/2021	14:44:23	40.259	15.854	0.300	3.09 +/-0.4	0.8 +/- 0.1	30	0.150	DE
17/05/2021	21:03:35	40.271	15.854	1.400	4.0 +/-1.7	0.3 +/- 0.1	14	0.320	DI
18/05/2021	00:11:46	40.384	15.856	0.300	3.84 +/-0.3	0.2 +/- 0.2	19	0.110	DI
18/05/2021	19:24:00	40.261	15.865	0.199	3.53 +/-0.3	0.2 +/- 0.3	19	0.080	DI
19/05/2021	14:25:32	40.265	15.866	0.300	2.59 +/-0.6	0.2 +/- 0.3	13	0.100	DI
19/05/2021	16:43:11	40.208	16.044	0.400	5.72 +/-0.5	0.8 +/- 0.2	31	0.140	DI
19/05/2021	17:16:51	40.257	15.872	0.300	1.24 +/-0.9	-0.3 +/- 0.1	10	0.090	DI
19/05/2021	18:12:14	40.172	16.001	0.300	2.16 +/-0.3	1.0 +/- 0.2	31	0.090	DE
19/05/2021	21:21:59	40.261	15.868	0.199	1.9 +/-0.3	-0.0 +/- 0.2	14	0.070	DI
20/05/2021	02:33:36	40.265	15.862	0.300	3.06 +/-0.6	-0.1 +/- 0.3	15	0.080	DI

20/05/2021	14:20:40	40.263	15.861	0.199	2.98 +/-0.2	0.5 +/- 0.3	24	0.100	DI
20/05/2021	14:22:48	40.266	15.865	0.199	0.77 +/-0.3	0.2 +/- 0.1	11	0.060	DI
20/05/2021	16:48:35	40.265	15.866	0.199	2.93 +/-0.3	0.5 +/- 0.3	13	0.050	DI
20/05/2021	16:48:38	40.261	15.864	0.300	3.09 +/-0.7	0.6 +/- 0.3	15	0.100	DI
20/05/2021	18:11:30	40.350	15.840	0.400	5.01 +/-0.5	0.7 +/- 0.2	28	0.140	DI
20/05/2021	19:27:07	40.264	15.862	0.300	2.93 +/-0.3	0.2 +/- 0.1	17	0.100	DI
20/05/2021	20:26:21	40.264	15.866	0.199	3.17 +/-0.4	0.4 +/- 0.3	16	0.070	DI
21/05/2021	02:17:54	40.266	15.864	0.400	4.19 +/-0.5	0.3 +/- 0.1	17	0.100	DI
21/05/2021	02:18:32	40.264	15.860	0.199	2.45 +/-0.4	0.6 +/- 0.3	21	0.090	DI
21/05/2021	06:58:24	40.262	15.860	0.199	2.8 +/-0.2	0.6 +/- 0.3	28	0.080	DE
21/05/2021	18:21:06	40.214	15.916	1.500	4.0 +/-1.1	-0.4 +/- 0.1	9	0.150	DE
21/05/2021	22:21:42	40.265	15.862	0.300	2.74 +/-0.5	0.2 +/- 0.2	15	0.100	DI
22/05/2021	02:23:23	40.302	15.906	0.300	2.97 +/-0.2	-0.2 +/- 0.2	16	0.080	DI
22/05/2021	15:33:19	40.278	15.840	0.199	3.86 +/-0.2	-0.2 +/- 0.1	10	0.040	DI
22/05/2021	18:35:03	40.299	15.818	0.501	4.0 +/-0.6	0.2 +/- 0.3	16	0.110	DI
22/05/2021	20:23:01	40.282	15.775	0.501	9.05 +/-0.3	-0.0 +/- 0.2	14	0.060	DE
23/05/2021	01:49:32	40.355	15.834	0.300	5.41 +/-0.5	0.3 +/- 0.3	29	0.120	DI
23/05/2021	05:04:39	40.262	15.856	0.400	3.43 +/-0.5	0.2 +/- 0.3	19	0.140	DE
23/05/2021	06:27:03	40.375	15.719	0.600	12.0 +/-0.5	0.9 +/- 0.3	37	0.210	DE
23/05/2021	06:35:59	40.483	15.643	0.501	10.0 +/-0.6	0.3 +/- 0.2	16	0.130	DE
23/05/2021	17:39:10	40.266	15.897	0.400	2.72 +/-0.5	-0.3 +/- 0.4	11	0.070	DI
23/05/2021	21:59:01	40.210	15.992	0.600	4.85 +/-0.6	-0.1 +/- 0.2	20	0.160	DI
24/05/2021	09:20:12	40.260	15.862	0.300	1.84 +/-0.4	0.0 +/- 0.3	13	0.100	DE
24/05/2021	09:20:26	40.259	15.863	0.300	1.16 +/-1.1	-0.0 +/- 0.0	12	0.100	DE
24/05/2021	21:41:11	40.264	15.863	0.199	2.52 +/-0.4	0.1 +/- 0.1	13	0.060	DI
25/05/2021	08:40:20	40.259	15.863	0.199	2.67 +/-0.3	0.3 +/- 0.3	15	0.060	DE

25/05/2021	08:44:00	40.260	15.859	0.300	3.32 +/-0.3	0.7 +/- 0.1	23	0.110	DE
25/05/2021	12:13:25	40.266	15.868	0.300	1.27 +/-1.0	-0.2 +/- 0.1	10	0.080	DI
26/05/2021	01:08:13	40.271	15.894	0.300	2.89 +/-0.3	-0.0 +/- 0.4	25	0.160	DI
26/05/2021	20:36:31	40.287	15.842	0.300	3.86 +/-0.2	0.9 +/- 0.4	54	0.180	DI
27/05/2021	17:11:16	40.262	15.865	0.300	2.91 +/-0.3	0.6 +/- 0.3	41	0.200	DI
27/05/2021	17:15:27	40.267	15.867	0.199	1.48 +/-0.6	-0.2 +/- 0.2	11	0.050	DI
27/05/2021	17:18:14	40.265	15.867	0.100	0.8 +/-0.3	0.0 +/- 0.2	8	0.030	DI
27/05/2021	17:18:32	40.262	15.860	0.400	2.93 +/-0.4	0.2 +/- 0.3	21	0.160	DE
28/05/2021	02:22:18	40.265	15.867	0.400	4.03 +/-0.6	0.7 +/- 0.3	139	0.280	DI
28/05/2021	10:05:25	40.278	15.868	0.199	3.85 +/-0.2	-0.1 +/- 0.2	24	0.070	DI
28/05/2021	17:23:57	40.286	15.792	0.600	1.35 +/-0.6	0.4 +/- 0.3	21	0.220	DE
28/05/2021	21:59:41	40.260	15.864	0.300	1.89 +/-0.3	-0.0 +/- 0.2	21	0.130	DI
29/05/2021	10:59:30	40.433	15.723	0.600	7.8 +/-0.9	0.6 +/- 0.2	36	0.260	DE
29/05/2021	15:40:55	40.251	15.872	0.199	2.63 +/-0.3	-0.2 +/- 0.2	11	0.050	DE
29/05/2021	15:46:11	40.260	15.868	0.300	2.92 +/-0.2	0.4 +/- 0.3	34	0.150	DI
29/05/2021	21:10:04	40.354	15.836	0.400	5.0 +/-0.5	-0.0 +/- 0.3	25	0.120	DI
29/05/2021	22:24:07	40.349	15.834	0.800	3.39 +/-0.9	-0.4 +/- 0.3	13	0.160	DI
29/05/2021	23:31:40	40.269	15.878	0.600	5.44 +/-0.7	-0.1 +/- 0.1	15	0.090	DI
30/05/2021	17:49:23	40.260	15.862	0.400	3.95 +/-0.5	0.4 +/- 0.2	20	0.150	DE
30/05/2021	20:28:38	40.277	15.870	0.300	4.82 +/-0.4	-0.0 +/- 0.1	17	0.090	DI
31/05/2021	16:50:23	40.265	15.896	0.400	3.38 +/-0.5	0.1 +/- 0.1	17	0.120	DI
31/05/2021	21:25:31	40.441	15.782	0.501	5.86 +/-0.6	0.6 +/- 0.5	22	0.150	DI
31/05/2021	22:25:21	40.280	15.833	0.400	3.99 +/-0.6	0.0 +/- 0.1	14	0.110	DI
01/06/2021	09:34:38	40.219	15.909	0.300	4.95 +/-0.4	0.8 +/- 0.2	36	0.150	DE
01/06/2021	11:27:37	40.338	15.723	0.700	3.0 +/-1.6	0.7 +/- 0.2	17	0.190	DE
01/06/2021	11:28:08	40.330	15.724	0.501	0.16 +/-0.5	0.3 +/- 0.2	12	0.140	DE

01/06/2021	17:48:42	40.167	16.052	3.500	7.9 +/-2.9	0.5 +/- 0.4	9	0.180	DE
01/06/2021	18:55:14	40.336	15.720	0.501	1.1 +/-0.6	0.8 +/- 0.5	41	0.240	DE
03/06/2021	00:55:19	40.261	15.862	0.199	2.4 +/-0.3	0.8 +/- 0.2	34	0.130	DI
03/06/2021	05:08:19	40.215	16.058	0.199	5.86 +/-0.3	0.1 +/- 0.2	11	0.040	DI
03/06/2021	10:20:18	40.254	15.853	0.501	3.63 +/-0.5	0.1 +/- 0.2	12	0.100	DE
04/06/2021	06:28:30	40.267	15.881	0.501	4.67 +/-0.5	-0.0 +/- 0.2	14	0.100	DI
04/06/2021	08:03:07	40.258	15.848	0.300	4.25 +/-0.5	0.5 +/- 0.3	31	0.150	DE
05/06/2021	00:58:30	40.270	15.862	0.199	3.18 +/-0.4	-0.0 +/- 0.2	20	0.100	DI
06/06/2021	08:09:16	40.265	15.867	0.100	0.62 +/-0.2	-0.1 +/- 0.3	13	0.040	DI
06/06/2021	14:19:54	40.358	15.829	0.300	5.46 +/-0.4	0.7 +/- 0.3	121	0.150	DI
06/06/2021	17:43:13	40.263	15.862	0.199	2.27 +/-0.4	0.4 +/- 0.3	15	0.070	DI
06/06/2021	18:11:00	40.262	15.862	0.199	2.46 +/-0.3	0.6 +/- 0.4	23	0.080	DI
06/06/2021	23:09:43	40.262	15.860	0.300	2.52 +/-0.4	-0.0 +/- 0.3	14	0.070	DE
06/06/2021	23:18:06	40.277	15.892	1.700	6.0 +/-1.1	-0.3 +/- 0.1	10	0.210	DI
07/06/2021	09:23:33	40.454	15.911	0.899	13.0 +/-1.1	0.5 +/- 0.3	14	0.170	DE
11/06/2021	08:27:48	40.225	15.896	0.600	5.24 +/-0.4	-0.2 +/- 0.1	10	0.060	DE
11/06/2021	17:49:24	40.216	15.908	0.400	4.85 +/-0.4	0.1 +/- 0.2	19	0.120	DE
11/06/2021	17:55:44	40.268	15.908	0.400	2.73 +/-0.4	-0.0 +/- 0.4	11	0.050	DI
11/06/2021	19:02:00	40.364	15.810	0.300	3.72 +/-0.3	0.4 +/- 0.3	24	0.110	DI
11/06/2021	19:04:33	40.368	15.812	0.300	3.89 +/-0.3	0.4 +/- 0.2	26	0.120	DI
12/06/2021	01:19:49	40.347	15.853	0.400	2.78 +/-0.4	0.0 +/- 0.3	22	0.150	DI
13/06/2021	09:17:42	40.218	15.907	0.400	4.74 +/-0.5	0.2 +/- 0.3	25	0.140	DE
13/06/2021	10:04:34	40.247	15.894	0.300	3.17 +/-0.4	0.6 +/- 0.4	31	0.160	DI
13/06/2021	11:57:52	40.291	15.833	0.300	1.69 +/-0.6	-0.5 +/- 0.2	10	0.050	DI
17/06/2021	23:55:28	40.280	15.826	0.400	2.44 +/-0.4	-0.5 +/- 0.2	11	0.050	DE
19/06/2021	13:15:05	40.439	15.799	2.300	3.8 +/-1.8	0.1 +/- 0.5	17	0.350	DI

20/06/2021	11:24:43	40.253	15.918	0.300	4.23 +/-0.4	0.1 +/- 0.3	22	0.110	DI
20/06/2021	11:27:11	40.268	15.865	0.400	3.07 +/-0.9	-0.4 +/- 0.2	7	0.040	DI
20/06/2021	11:27:16	40.277	15.876	0.100	1.35 +/-0.2	-0.3 +/- 0.3	6	0.000	DI
20/06/2021	20:46:33	40.262	15.858	0.199	2.44 +/-0.3	0.2 +/- 0.3	21	0.100	DE
21/06/2021	08:04:18	40.234	15.981	1.100	6.77 +/-0.5	-0.1 +/- 0.3	8	0.050	DI
21/06/2021	08:45:48	40.245	15.985	1.800	6.2 +/-0.8	-0.1 +/- 0.3	8	0.040	DI
21/06/2021	19:40:44	40.252	15.886	0.400	2.57 +/-0.6	0.1 +/- 0.2	12	0.090	DI
22/06/2021	12:50:59	40.222	15.905	0.400	4.75 +/-0.4	0.2 +/- 0.2	18	0.100	DE
22/06/2021	19:42:48	40.218	15.912	0.501	4.33 +/-0.5	-0.0 +/- 0.3	25	0.170	DE
23/06/2021	09:35:39	40.311	15.920	0.400	9.01 +/-0.5	0.7 +/- 0.4	40	0.190	DE
23/06/2021	15:11:07	40.219	15.924	0.800	4.66 +/-0.9	-0.3 +/- 0.2	14	0.160	DE
24/06/2021	13:09:03	40.221	15.905	0.600	4.37 +/-0.7	1.4 +/- 0.2	134	0.310	DE
24/06/2021	22:12:18	40.222	15.901	0.501	4.19 +/-0.6	1.3 +/- 0.3	147	0.270	DE
25/06/2021	00:24:43	40.218	15.910	0.400	5.0 +/-0.4	0.3 +/- 0.1	28	0.140	DE
25/06/2021	02:24:44	40.220	15.908	0.400	4.84 +/-0.4	0.3 +/- 0.2	35	0.140	DE
25/06/2021	23:24:15	40.378	15.817	0.600	3.75 +/-0.5	0.7 +/- 0.2	22	0.190	DI
26/06/2021	00:51:08	40.299	15.870	0.400	12.08 +/-0.5	0.3 +/- 0.2	117	0.130	DE
26/06/2021	12:41:54	40.272	15.919	0.199	4.84 +/-0.3	0.4 +/- 0.2	31	0.090	DI
26/06/2021	16:17:46	40.222	15.906	0.300	4.22 +/-0.3	0.1 +/- 0.1	20	0.090	DE
26/06/2021	22:17:04	40.516	15.760	0.800	10.95 +/-0.8	0.1 +/- 0.2	12	0.100	DE
27/06/2021	06:02:49	40.218	15.930	1.000	3.74 +/-0.8	-0.6 +/- 0.2	12	0.200	DE
27/06/2021	06:49:58	40.222	15.883	0.400	6.0 +/-0.4	0.1 +/- 0.4	32	0.170	DE
28/06/2021	03:08:21	40.222	15.907	0.400	4.0 +/-0.5	0.4 +/- 0.3	37	0.200	DE
28/06/2021	04:37:25	40.333	15.913	0.300	9.68 +/-0.4	0.0 +/- 0.3	27	0.100	DE
28/06/2021	14:50:28	40.249	15.918	0.199	3.26 +/-0.4	0.5 +/- 0.3	30	0.130	DI
30/06/2021	02:58:50	40.490	15.827	0.501	2.94 +/-0.5	-0.3 +/- 0.4	8	0.050	DI

30/06/2021	15:51:33	40.263	15.860	0.199	1.35 +/-0.7	0.2 +/- 0.3	20	0.120	DI
01/07/2021	02:02:39	40.258	15.923	0.300	3.1 +/-0.4	-0.2 +/- 0.2	23	0.120	DI
01/07/2021	03:05:21	40.296	15.841	0.300	3.66 +/-0.3	0.1 +/- 0.4	21	0.100	DI
01/07/2021	03:05:26	40.294	15.842	0.400	4.0 +/-0.3	0.8 +/- 0.2	127	0.210	DI
01/07/2021	03:05:33	40.293	15.836	0.400	1.57 +/-0.7	1.0 +/- 0.4	15	0.150	DI
01/07/2021	11:47:19	40.268	15.919	1.735	7.2 +/-3.1	0.5 +/- 0.3	28	0.169	DE
01/07/2021	20:00:59	40.525	15.757	3.493	16.7 +/-3.9	0.5 +/- 0.2	21	0.332	DE
01/07/2021	22:33:12	40.175	16.057	1.400	5.48 +/-1.4	-0.2 +/- 0.4	14	0.210	DE
02/07/2021	02:15:16	40.460	15.761	0.600	8.0 +/-0.8	0.6 +/- 0.2	20	0.200	DE
02/07/2021	23:22:08	40.446	15.650	1.100	2.5 +/-1.7	-0.0 +/- 0.3	9	0.250	DI
04/07/2021	13:55:07	40.312	16.016	0.300	3.76 +/-0.3	1.0 +/- 0.3	136	0.200	DI
06/07/2021	00:00:03	40.223	15.902	0.300	3.99 +/-0.2	-0.3 +/- 0.2	28	0.090	DE
06/07/2021	04:15:18	40.264	15.865	0.199	1.39 +/-0.4	0.0 +/- 0.2	20	0.090	DI
06/07/2021	10:11:07	40.386	15.785	0.400	3.46 +/-0.3	0.3 +/- 0.2	24	0.130	DI
06/07/2021	17:58:36	40.328	15.789	0.300	5.28 +/-0.4	0.5 +/- 0.3	41	0.150	DI
08/07/2021	15:11:35	40.313	15.902	0.400	13.41 +/-0.5	0.4 +/- 0.2	32	0.140	DE
09/07/2021	12:37:42	40.526	15.615	0.600	13.6 +/-0.6	0.8 +/- 0.3	29	0.160	DE
09/07/2021	21:18:59	40.272	15.867	0.199	2.19 +/-0.3	0.5 +/- 0.4	33	0.140	DI
11/07/2021	03:01:51	40.264	15.870	0.300	2.89 +/-0.3	0.2 +/- 0.3	25	0.140	DI
11/07/2021	03:06:46	40.250	15.918	0.199	4.0 +/-0.3	0.0 +/- 0.3	33	0.100	DI
12/07/2021	00:50:41	40.435	15.637	0.800	5.0 +/-1.6	0.5 +/- 0.0	31	0.390	DI
12/07/2021	14:25:39	40.259	15.864	0.400	3.29 +/-0.5	0.5 +/- NaN	35	0.230	DE
13/07/2021	10:48:02	40.319	15.815	1.100	4.56 +/-1.0	-0.0 +/- 0.4	15	0.230	DI
19/07/2021	03:01:50	40.498	15.641	1.100	13.0 +/-1.1	0.8 +/- 0.2	21	0.290	DE
20/07/2021	16:01:04	40.378	15.768	1.201	12.18 +/-0.9	0.4 +/- 0.1	15	0.150	DE
24/07/2021	05:37:18	40.371	15.831	0.800	4.91 +/-1.0	0.5 +/- NaN	37	0.370	DI

27/07/2021	21:38:41	40.367	15.816	0.300	2.09 +/-0.6	-0.2 +/- 0.3	11	0.070	DI
28/07/2021	23:07:34	40.458	15.711	0.600	6.0 +/-0.4	0.1 +/- 0.0	12	0.080	DI
29/07/2021	22:10:49	40.281	15.846	0.199	4.17 +/-0.4	-0.2 +/- 0.0	8	0.030	DI
02/08/2021	19:10:04	40.366	15.833	0.700	2.52 +/-0.8	0.5 +/- 0.1	23	0.260	DI
05/08/2021	08:21:54	40.265	15.867	0.300	2.97 +/-0.4	0.4 +/- 0.1	14	0.100	DI
07/08/2021	19:45:38	40.261	15.901	0.600	3.43 +/-0.8	-0.1 +/- 0.2	13	0.150	DI
07/08/2021	23:22:50	40.214	16.010	1.400	7.0 +/-1.0	0.2 +/- 0.1	20	0.240	DI
08/08/2021	00:27:51	40.270	15.898	0.199	2.39 +/-0.3	0.1 +/- 0.5	28	0.120	DI
08/08/2021	04:58:01	40.323	15.990	0.300	3.77 +/-0.2	0.1 +/- 0.3	13	0.050	DI
08/08/2021	15:20:16	40.363	15.815	1.000	3.19 +/-1.3	-0.0 +/- 0.1	12	0.150	DI
09/08/2021	16:48:48	40.202	16.064	0.501	2.35 +/-0.3	-0.1 +/- 0.5	11	0.050	DE
10/08/2021	10:17:20	40.240	16.022	0.501	1.64 +/-0.3	-0.2 +/- 0.0	11	0.060	DI
15/08/2021	07:44:21	40.504	15.722	0.700	11.77 +/-0.6	0.8 +/- 0.3	35	0.290	DE
15/08/2021	20:45:29	40.395	15.654	0.800	7.66 +/-0.8	0.4 +/- 0.2	26	0.220	DE
16/08/2021	06:38:25	40.344	15.916	0.300	6.76 +/-0.4	0.4 +/- 0.2	31	0.120	DI
17/08/2021	21:54:32	40.220	15.963	0.700	3.31 +/-0.3	-0.5 +/- 0.2	11	0.070	DE
18/08/2021	02:25:40	40.431	15.894	1.400	0.7 +/-1.4	0.2 +/- 0.1	21	0.290	DI
20/08/2021	19:59:17	40.354	15.846	0.501	6.0 +/-0.7	0.6 +/- 0.2	37	0.170	DI
21/08/2021	00:09:39	40.468	15.720	0.899	13.54 +/-0.7	0.1 +/- 0.3	12	0.120	DE
22/08/2021	02:52:06	40.356	15.844	0.400	5.13 +/-0.6	0.4 +/- 0.2	30	0.130	DI
22/08/2021	07:39:25	40.362	15.837	0.501	3.68 +/-1.0	0.1 +/- 0.3	11	0.070	DI
23/08/2021	22:22:38	40.240	15.951	1.000	5.39 +/-0.8	-0.6 +/- 0.3	10	0.090	DI
24/08/2021	05:14:19	40.441	15.966	3.000	6.0 +/-2.5	0.1 +/- 0.3	12	0.430	DE
25/08/2021	19:17:50	40.269	15.877	0.300	8.39 +/-0.4	0.2 +/- 0.2	23	0.090	DE
27/08/2021	12:35:33	40.309	15.824	1.000	3.93 +/-1.0	-0.3 +/- 0.4	6	0.040	DI
30/08/2021	23:25:33	40.524	15.618	1.000	10.0 +/-0.9	0.5 +/- 0.2	28	0.260	DE

31/08/2021	03:51:32	40.253	15.917	0.300	3.4 +/-0.4	-0.1 +/- 0.7	11	0.070	DI
31/08/2021	19:32:50	40.364	15.835	0.700	2.26 +/-1.3	-0.0 +/- 0.2	20	0.280	DI
31/08/2021	19:52:40	40.262	16.064	1.400	14.0 +/-2.7	-0.1 +/- 0.3	17	0.340	DE
31/08/2021	20:02:52	40.279	16.066	1.599	11.0 +/-1.7	-0.1 +/- 0.3	17	0.250	DE
31/08/2021	20:27:23	40.264	16.060	0.899	10.0 +/-1.1	0.3 +/- 0.2	34	0.360	DE
31/08/2021	22:03:16	40.254	16.051	1.100	8.0 +/-1.4	0.1 +/- 0.3	17	0.240	DE
31/08/2021	23:43:11	40.225	16.071	1.599	11.0 +/-1.3	0.1 +/- 0.4	16	0.230	DE
01/09/2021	03:07:22	40.266	16.073	0.800	10.0 +/-1.0	0.1 +/- 0.3	24	0.250	DE
01/09/2021	08:37:05	40.257	16.067	0.700	10.26 +/-0.8	0.4 +/- 0.3	37	0.260	DE
02/09/2021	10:06:48	40.268	16.066	0.501	12.67 +/-0.7	0.4 +/- 0.2	23	0.120	DE
02/09/2021	11:27:26	40.389	15.837	0.501	5.0 +/-0.7	0.7 +/- 0.2	31	0.190	DI
02/09/2021	16:50:27	40.170	15.948	0.501	4.0 +/-123.6	0.4 +/- 0.2	15	0.100	DE
03/09/2021	22:09:14	40.373	15.822	0.501	3.94 +/-0.5	0.5 +/- 0.2	28	0.160	DI
03/09/2021	22:14:52	40.365	15.832	1.100	2.24 +/-1.8	0.1 +/- 0.5	14	0.220	DI
07/09/2021	07:22:22	40.512	15.810	0.501	9.0 +/-1.0	1.0 +/- 0.2	57	0.260	DE
07/09/2021	11:11:59	40.362	15.817	0.501	3.13 +/-0.7	0.6 +/- 0.2	27	0.210	DI
08/09/2021	08:31:25	40.260	15.926	0.199	4.73 +/-0.4	0.6 +/- 0.3	30	0.110	DI
09/09/2021	03:27:10	40.481	15.598	0.400	12.0 +/-0.5	0.8 +/- 0.2	123	0.130	DE
11/09/2021	03:15:25	40.271	15.868	0.199	0.76 +/-0.3	-0.7 +/- 0.3	13	0.070	DI
11/09/2021	19:35:25	40.449	15.662	0.501	12.0 +/-0.5	0.4 +/- 0.1	36	0.180	DE
12/09/2021	03:28:21	40.552	15.722	0.700	11.26 +/-0.6	0.5 +/- 0.2	31	0.180	DE
12/09/2021	03:28:52	40.559	15.759	0.899	12.27 +/-0.5	0.3 +/- 0.1	12	0.090	DE
12/09/2021	03:48:17	40.554	15.730	0.400	12.01 +/-0.5	0.6 +/- 0.2	28	0.120	DE
13/09/2021	01:14:39	40.335	15.712	0.700	2.25 +/-0.7	0.4 +/- 0.2	25	0.180	DE
14/09/2021	06:35:05	40.367	15.819	0.300	3.71 +/-0.3	0.5 +/- 0.2	29	0.150	DI
16/09/2021	19:06:10	40.252	15.896	0.199	1.93 +/-0.2	-0.2 +/- 0.3	13	0.060	DI

17/09/2021	04:30:39	40.350	15.738	0.400	5.69 +/-0.7	0.4 +/- 0.2	22	0.150	DI
18/09/2021	00:36:48	40.403	15.714	0.400	2.0 +/-1.0	0.2 +/- 0.2	19	0.150	DI
19/09/2021	18:14:57	40.484	15.820	1.901	14.0 +/-1.7	0.6 +/- 0.2	13	0.260	DE
20/09/2021	02:09:31	40.274	15.850	0.400	8.9 +/-0.4	0.5 +/- 0.2	21	0.100	DE
24/09/2021	23:29:10	40.210	16.060	0.400	5.04 +/-0.4	0.1 +/- 0.2	22	0.080	DI
24/09/2021	23:47:35	40.209	16.053	0.899	3.53 +/-0.8	-0.2 +/- 0.2	14	0.120	DI
25/09/2021	19:08:28	40.372	15.819	0.400	3.27 +/-0.5	0.1 +/- 0.2	22	0.150	DI
27/09/2021	17:02:09	40.502	15.792	1.000	10.43 +/-0.9	0.5 +/- 0.2	17	0.200	DE
28/09/2021	20:28:20	40.476	15.730	0.600	8.0 +/-1.3	0.4 +/- 0.2	32	0.200	DE
29/09/2021	16:50:54	40.369	15.812	0.600	4.26 +/-0.7	0.0 +/- 0.1	16	0.120	DI
01/10/2021	06:18:45	40.365	15.825	0.501	3.51 +/-0.6	0.9 +/- 0.1	32	0.230	DI
01/10/2021	06:28:06	40.366	15.817	0.899	3.79 +/-0.8	0.7 +/- 0.1	27	0.280	DI
01/10/2021	16:32:18	40.371	15.832	1.000	2.84 +/-1.0	0.0 +/- 0.2	16	0.210	DI
02/10/2021	00:45:27	40.365	15.846	0.400	4.0 +/-1.0	0.2 +/- 0.3	13	0.070	DI
02/10/2021	02:45:30	40.274	16.024	0.501	8.49 +/-0.7	-0.0 +/- 0.1	23	0.170	DE
03/10/2021	23:14:20	40.265	16.009	0.400	6.0 +/-0.7	0.3 +/- 0.1	35	0.220	DI
04/10/2021	19:58:57	40.304	15.774	0.600	2.46 +/-0.4	0.2 +/- 0.4	21	0.160	DE
05/10/2021	23:17:33	40.311	15.897	0.300	3.0 +/-0.4	0.3 +/- 0.2	35	0.210	DI
07/10/2021	01:29:20	40.294	16.074	1.000	8.16 +/-1.9	0.1 +/- 0.3	27	0.370	DE
09/10/2021	12:56:08	40.312	16.011	0.400	2.72 +/-0.4	0.3 +/- 0.2	42	0.280	DI
10/10/2021	21:49:28	40.350	15.849	0.300	5.0 +/-0.6	0.6 +/- 0.2	31	0.120	DI
11/10/2021	00:34:12	40.215	15.976	0.400	6.86 +/-0.4	0.1 +/- 0.1	24	0.100	DI
11/10/2021	03:08:39	40.246	15.917	0.400	2.58 +/-0.5	0.1 +/- 0.3	19	0.140	DI
14/10/2021	18:21:43	40.182	15.936	0.501	5.0 +/-0.5	0.4 +/- 0.1	20	0.130	DE
15/10/2021	19:41:15	40.441	15.937	1.000	5.24 +/-0.9	0.3 +/- 0.4	19	0.180	DI
19/10/2021	04:37:04	40.494	15.836	0.400	12.29 +/-0.6	0.6 +/- 0.3	33	0.140	DE

19/10/2021	08:32:57	40.241	15.892	0.300	3.33 +/-0.3	1.1 +/- 0.3	124	0.150	DE
20/10/2021	00:24:24	40.207	16.043	0.501	1.19 +/-0.6	-0.4 +/- 0.2	9	0.070	DI
20/10/2021	05:38:18	40.520	15.804	0.501	11.01 +/-0.9	0.6 +/- 0.1	31	0.140	DE
21/10/2021	00:47:48	40.168	15.976	0.600	5.38 +/-0.6	0.1 +/- 0.2	21	0.110	DE
21/10/2021	00:49:15	40.186	15.986	0.899	6.37 +/-0.7	-0.2 +/- 0.1	12	0.100	DE
22/10/2021	19:58:24	40.374	15.823	0.400	3.63 +/-0.4	-0.0 +/- 0.2	18	0.090	DI
23/10/2021	06:41:15	40.273	15.819	0.400	1.81 +/-0.5	0.2 +/- 0.3	14	0.120	DE
23/10/2021	21:26:23	40.364	15.819	0.501	3.77 +/-0.5	0.2 +/- 0.2	23	0.130	DI
23/10/2021	22:46:42	40.386	15.817	0.501	4.36 +/-0.6	-0.1 +/- 0.2	22	0.140	DI
23/10/2021	22:46:52	40.386	15.769	6.100	3.0 +/-6.8	-0.4 +/- 0.0	6	0.190	DE
26/10/2021	00:29:13	40.403	15.766	0.300	9.16 +/-0.4	0.3 +/- 0.2	30	0.130	DE
27/10/2021	23:07:58	40.362	15.716	0.600	3.26 +/-0.7	0.2 +/- 0.2	21	0.230	DI
29/10/2021	02:42:12	40.355	15.844	0.400	3.32 +/-0.6	0.2 +/- 0.2	32	0.220	DI
31/10/2021	01:02:43	40.298	15.833	0.300	3.92 +/-0.3	0.0 +/- 0.3	16	0.070	DI
31/10/2021	20:25:54	40.190	15.945	0.400	7.08 +/-0.5	0.7 +/- 0.3	34	0.140	DE
31/10/2021	21:53:33	40.492	15.584	2.400	3.0 +/-2.5	0.3 +/- 0.2	10	0.390	DE
31/10/2021	22:53:56	40.260	15.924	0.199	4.4 +/-0.3	0.0 +/- 0.6	22	0.090	DI
01/11/2021	04:42:55	40.260	15.920	0.199	5.0 +/-0.3	0.2 +/- 0.2	25	0.080	DI
09/11/2021	04:09:36	40.195	16.058	1.201	2.37 +/-0.9	0.1 +/- 0.1	18	0.270	DE
14/11/2021	12:41:29	40.523	15.892	0.600	10.7 +/-0.9	0.4 +/- 0.2	31	0.180	DE
14/11/2021	23:58:59	40.375	15.642	0.400	12.0 +/-0.5	0.7 +/- 0.2	49	0.190	DE
15/11/2021	01:34:53	40.180	16.000	0.400	5.05 +/-0.4	0.3 +/- 0.2	28	0.110	DE
15/11/2021	01:51:54	40.467	15.876	0.400	10.36 +/-0.5	0.2 +/- 0.2	27	0.140	DE
15/11/2021	06:30:01	40.369	15.827	0.501	3.44 +/-0.6	0.0 +/- 0.2	19	0.130	DI
15/11/2021	07:08:50	40.363	15.821	0.400	4.29 +/-0.9	0.9 +/- 0.2	40	0.180	DI
15/11/2021	08:44:51	40.366	15.820	0.501	4.97 +/-0.8	0.2 +/- 0.2	20	0.140	DI

16/11/2021	00:39:27	40.369	15.822	0.600	3.61 +/-0.6	-0.1 +/- 0.3	19	0.170	DI
16/11/2021	07:22:37	40.464	15.726	0.501	5.97 +/-0.5	0.3 +/- 0.2	24	0.170	DI
16/11/2021	23:01:03	40.358	15.827	0.501	3.88 +/-0.5	0.2 +/- 0.1	26	0.150	DI
18/11/2021	04:25:06	40.288	15.956	0.300	2.81 +/-0.3	-0.3 +/- 0.2	24	0.160	DI
18/11/2021	12:29:05	40.542	15.719	0.899	2.0 +/-1.1	1.1 +/- 0.2	35	0.300	DE
19/11/2021	05:33:21	40.424	15.800	0.300	4.8 +/-0.5	0.8 +/- 0.2	42	0.170	DI
21/11/2021	02:51:31	40.370	15.818	0.300	3.57 +/-0.4	0.3 +/- 0.2	31	0.150	DI
21/11/2021	10:45:08	40.366	15.828	0.600	3.04 +/-0.9	0.0 +/- 0.1	19	0.220	DI
21/11/2021	23:12:22	40.180	15.962	0.800	5.11 +/-1.6	-0.6 +/- 0.2	9	0.080	DE
23/11/2021	07:58:33	40.362	15.820	0.300	3.95 +/-0.4	1.5 +/- 0.2	156	0.230	DI
23/11/2021	13:59:33	40.448	15.746	0.501	9.11 +/-0.6	0.4 +/- 0.2	22	0.140	DE
25/11/2021	04:33:19	40.331	15.840	0.400	12.6 +/-0.5	0.4 +/- 0.2	36	0.150	DE
25/11/2021	11:56:37	40.367	15.832	0.400	1.06 +/-1.3	-0.2 +/- 0.2	14	0.120	DI
25/11/2021	23:38:02	40.346	15.724	0.300	3.52 +/-0.3	0.6 +/- 0.2	33	0.150	DE
26/11/2021	00:27:19	40.295	15.832	0.199	4.07 +/-0.3	0.7 +/- 0.3	120	0.120	DI
27/11/2021	08:01:46	40.201	16.066	0.300	6.36 +/-0.3	0.5 +/- 0.2	14	0.040	DE
29/11/2021	23:37:37	40.218	16.029	0.501	5.39 +/-0.8	0.4 +/- 0.1	22	0.130	DI
30/11/2021	01:36:55	40.259	15.858	0.300	3.24 +/-0.4	1.1 +/- 0.3	39	0.160	DE
30/11/2021	03:01:36	40.265	15.864	0.700	3.32 +/-1.3	1.0 +/- 0.1	10	0.100	DI
30/11/2021	03:23:23	40.258	15.860	0.300	2.79 +/-0.4	1.1 +/- 0.3	32	0.170	DE
30/11/2021	21:06:44	40.471	15.606	1.100	0.61 +/-1.0	0.9 +/- 0.2	17	0.200	DE
01/12/2021	06:28:30	40.302	15.814	0.800	2.58 +/-0.6	0.6 +/- 0.2	19	0.260	DI
01/12/2021	20:03:59	40.340	15.982	0.700	1.26 +/-0.4	0.2 +/- 0.3	13	0.140	DI
01/12/2021	20:05:12	40.334	15.987	0.600	2.55 +/-0.4	0.2 +/- 0.5	8	0.040	DI
02/12/2021	05:21:55	40.361	15.838	0.800	2.84 +/-1.0	0.9 +/- 0.2	16	0.170	DI
02/12/2021	22:51:01	40.439	15.665	0.600	1.83 +/-0.7	1.8 +/- 0.2	40	0.310	DI

02/12/2021	22:52:12	40.435	15.667	0.600	2.24 +/-1.0	1.2 +/- 0.2	24	0.230	DI
02/12/2021	23:07:30	40.430	15.664	0.600	2.0 +/-0.8	2.1 +/- 0.2	68	0.340	DI
03/12/2021	02:41:44	40.438	15.672	0.400	0.84 +/-0.5	0.9 +/- 0.2	17	0.140	DI
03/12/2021	05:24:16	40.437	15.662	0.400	2.0 +/-0.9	0.7 +/- 0.1	21	0.180	DI
03/12/2021	07:06:55	40.442	15.655	0.600	5.12 +/-1.0	0.4 +/- 0.2	13	0.150	DI
03/12/2021	07:07:27	40.417	15.689	0.899	4.71 +/-0.8	-0.1 +/- 0.2	8	0.060	DI
03/12/2021	11:31:00	40.361	15.830	0.501	2.47 +/-0.9	0.0 +/- 0.1	15	0.130	DI
03/12/2021	11:37:55	40.431	15.668	0.400	1.0 +/-0.5	2.2 +/- 0.2	147	0.220	DI
03/12/2021	15:19:13	40.446	15.666	0.501	2.0 +/-0.8	1.1 +/- 0.2	33	0.230	DI
04/12/2021	13:07:18	40.445	15.667	0.400	0.5 +/-0.5	0.5 +/- 0.2	17	0.180	DI
05/12/2021	05:31:45	40.440	15.663	0.400	1.61 +/-0.6	0.6 +/- 0.1	24	0.210	DI
05/12/2021	06:08:28	40.439	15.664	0.400	0.62 +/-0.4	0.8 +/- 0.1	23	0.220	DI
08/12/2021	07:23:29	40.466	15.573	0.700	0.59 +/-0.7	0.8 +/- 0.2	15	0.260	DE
08/12/2021	11:00:45	40.348	15.845	0.300	3.53 +/-0.4	0.6 +/- 0.1	42	0.190	DI
08/12/2021	11:06:50	40.345	15.849	0.199	4.0 +/-0.7	0.9 +/- 0.3	64	0.200	DI
08/12/2021	13:39:36	40.300	15.796	0.600	2.0 +/-0.6	-0.2 +/- 0.3	16	0.190	DE
08/12/2021	18:21:21	40.356	15.849	0.400	1.47 +/-0.7	-0.1 +/- 0.2	21	0.200	DI
08/12/2021	19:01:01	40.353	15.851	0.300	3.98 +/-0.4	0.7 +/- 0.3	46	0.200	DI
08/12/2021	19:46:36	40.359	15.846	0.300	3.49 +/-0.6	0.4 +/- 0.2	27	0.160	DI
09/12/2021	02:48:29	40.202	15.904	1.201	2.18 +/-1.2	0.3 +/- 0.1	14	0.280	DE
09/12/2021	08:17:20	40.304	15.804	0.199	2.44 +/-0.3	0.0 +/- 0.3	13	0.070	DI
10/12/2021	06:57:23	40.264	15.862	0.300	1.72 +/-0.6	0.0 +/- 0.2	15	0.140	DI
10/12/2021	17:55:32	40.360	15.842	0.300	3.0 +/-125.7	0.0 +/- 0.2	17	0.110	DE
11/12/2021	04:54:46	40.347	15.846	0.300	3.9 +/-0.3	1.0 +/- 0.3	57	0.200	DI
12/12/2021	01:30:23	40.264	15.911	0.501	4.53 +/-0.5	0.4 +/- 0.2	10	0.070	DI
12/12/2021	04:36:00	40.436	15.665	0.800	1.29 +/-1.2	1.1 +/- 0.2	28	0.170	DI

12/12/2021	08:58:02	40.251	15.856	0.300	2.0 +/-113.7	0.3 +/- 0.3	14	0.100	DE
12/12/2021	13:34:03	40.356	15.850	0.400	4.86 +/-0.5	0.7 +/- 0.2	22	0.100	DI
12/12/2021	16:11:39	40.346	15.848	0.300	4.79 +/-0.5	0.6 +/- 0.2	26	0.090	DI
13/12/2021	13:11:09	40.298	15.865	1.500	4.0 +/-0.9	0.2 +/- 0.4	7	0.080	DI
14/12/2021	01:30:17	40.286	15.860	0.199	2.69 +/-0.3	0.4 +/- 0.3	17	0.080	DI
14/12/2021	22:06:35	40.464	15.604	1.500	14.0 +/-1.2	0.4 +/- 0.2	9	0.050	DE
16/12/2021	04:19:33	40.298	15.829	0.300	5.65 +/-0.4	0.1 +/- 0.1	14	0.060	DI
17/12/2021	01:36:09	40.438	15.649	0.600	13.0 +/-0.7	0.8 +/- 0.2	40	0.130	DE
17/12/2021	02:04:59	40.368	15.844	0.700	3.82 +/-1.0	0.1 +/- 0.3	6	0.020	DI
17/12/2021	07:25:17	40.343	15.854	0.400	4.91 +/-0.4	0.6 +/- 0.3	29	0.150	DI
18/12/2021	13:07:06	40.380	15.730	0.700	5.0 +/-1.3	0.0 +/- 0.1	7	0.320	DI
18/12/2021	20:33:47	40.548	15.726	0.600	10.42 +/-0.7	0.8 +/- 0.2	22	0.170	DE
19/12/2021	13:20:59	40.229	15.974	5.600	5.0 +/-4.2	-0.2 +/- 0.3	7	0.150	DE
19/12/2021	18:04:33	40.332	15.844	0.199	1.89 +/-0.1	0.1 +/- 0.2	11	0.030	DI
21/12/2021	00:38:27	40.198	16.029	0.600	2.73 +/-0.4	-0.1 +/- 0.2	8	0.040	DI
21/12/2021	11:19:37	40.366	15.716	0.400	1.43 +/-0.5	0.5 +/- 0.2	13	0.090	DI
21/12/2021	21:51:01	40.362	15.840	0.400	2.39 +/-1.2	-0.2 +/- 0.2	10	0.070	DI
22/12/2021	19:57:52	40.256	15.921	1.000	4.0 +/-0.5	-0.3 +/- 0.2	9	0.120	DI
23/12/2021	01:08:27	40.432	15.654	0.300	0.24 +/-0.3	0.3 +/- 0.1	16	0.110	DI
23/12/2021	14:43:48	40.269	16.025	0.899	3.02 +/-1.3	-0.2 +/- 0.1	6	0.030	DI
23/12/2021	21:32:25	40.360	15.709	0.501	4.02 +/-1.0	0.4 +/- 0.3	20	0.140	DI
24/12/2021	19:42:06	40.350	15.849	0.300	5.88 +/-0.5	1.0 +/- 0.5	35	0.130	DI
24/12/2021	20:32:48	40.357	15.864	0.400	1.48 +/-2.9	-0.2 +/- 0.2	11	0.080	DI
24/12/2021	22:35:34	40.497	15.761	1.901	10.0 +/-1.6	0.3 +/- 0.1	10	0.170	DE
24/12/2021	23:15:48	40.264	15.918	0.300	4.53 +/-0.4	-0.0 +/- 0.2	15	0.070	DI
25/12/2021	06:44:07	40.204	16.051	0.600	2.35 +/-0.6	0.4 +/- 0.3	20	0.100	DI

25/12/2021	15:44:59	40.326	15.958	1.300	9.56 +/-1.0	0.1 +/- 0.2	10	0.120	DE
25/12/2021	22:47:17	40.220	16.052	0.501	8.62 +/-0.7	0.7 +/- 0.2	28	0.150	DE
26/12/2021	06:47:57	40.344	15.770	0.600	1.34 +/-0.6	-0.4 +/- 0.5	9	0.090	DI
26/12/2021	06:52:01	40.360	15.849	0.300	6.0 +/-0.4	0.5 +/- 0.3	25	0.110	DI
28/12/2021	16:12:58	40.244	15.889	6.100	5.0 +/-8.2	0.7 +/- 0.2	8	0.350	DE
31/12/2021	18:38:46	40.494	15.689	0.800	9.0 +/-0.8	0.9 +/- 0.2	33	0.320	DE
01/01/2022	07:49:41	40.271	16.024	0.700	6.64 +/-0.9	1.0 +/- 0.3	44	0.310	DI
01/01/2022	10:46:51	40.284	16.040	0.800	6.48 +/-1.2	0.1 +/- 0.1	19	0.210	DI
01/01/2022	21:43:34	40.194	16.046	0.800	5.5 +/-1.0	0.2 +/- 0.3	25	0.210	DE
02/01/2022	15:32:05	40.268	15.908	0.300	4.0 +/-0.3	0.1 +/- 0.4	23	0.120	DI
05/01/2022	22:16:38	40.352	15.840	0.300	5.43 +/-0.4	0.9 +/- 0.3	38	0.130	DI
06/01/2022	12:42:40	40.265	15.865	0.400	2.55 +/-0.8	0.4 +/- 0.3	29	0.240	DI
07/01/2022	06:19:18	40.307	15.933	0.400	7.93 +/-0.4	-0.0 +/- 0.4	20	0.090	DE
12/01/2022	04:05:14	40.294	15.813	0.600	4.61 +/-1.0	0.2 +/- 0.3	17	0.150	DI
12/01/2022	13:55:27	40.297	15.818	0.400	4.38 +/-0.7	0.2 +/- 0.2	14	0.090	DI
13/01/2022	00:17:19	40.354	15.841	0.400	3.79 +/-0.4	1.5 +/- 0.2	131	0.240	DI
15/01/2022	17:51:02	40.194	15.995	2.901	1.0 +/-149.8	-0.4 +/- 0.1	6	0.070	DE
16/01/2022	04:59:26	40.325	15.730	1.909	1.17 +/-2.2	0.5 +/- 0.3	24	0.174	DE
16/01/2022	04:59:30	40.339	15.736	0.600	0.91 +/-0.2	0.5 +/- 0.2	9	0.070	DE
17/01/2022	22:01:54	40.182	15.970	4.847	6.49 +/-5.1	0.2 +/- 0.2	16	0.139	DE
18/01/2022	21:35:00	40.241	15.969	2.000	9.63 +/-0.9	-0.2 +/- 0.2	12	0.110	DE
18/01/2022	21:40:51	40.338	15.738	0.700	5.0 +/-0.8	-0.1 +/- 0.3	13	0.200	DE
19/01/2022	14:58:00	40.360	15.842	0.300	3.51 +/-0.4	0.1 +/- 0.2	22	0.120	DI
20/01/2022	05:16:43	40.363	15.814	0.300	3.92 +/-0.3	0.1 +/- 0.1	28	0.140	DI
21/01/2022	08:33:49	40.208	16.038	5.300	1.8 +/-6.0	-0.3 +/- 0.4	6	0.130	DI
21/01/2022	15:08:22	40.502	15.660	0.300	12.63 +/-0.3	1.1 +/- 0.2	133	0.150	DE

22/01/2022	21:28:33	40.213	15.997	1.400	3.21 +/-2.4	-0.1 +/- 0.2	14	0.230	DI
25/01/2022	08:28:34	40.240	15.912	0.600	3.77 +/-0.6	-0.3 +/- 0.2	10	0.100	DE
26/01/2022	03:45:37	40.344	15.874	0.501	11.24 +/-0.6	1.0 +/- 0.2	53	0.250	DE
26/01/2022	20:18:08	40.249	15.912	0.501	3.25 +/-0.6	0.1 +/- 0.2	11	0.090	DI
27/01/2022	06:55:41	40.351	15.846	0.199	4.0 +/-0.8	0.4 +/- 0.2	38	0.140	DI
28/01/2022	01:51:09	40.438	15.631	0.300	1.0 +/-0.4	1.2 +/- 0.3	129	0.180	DI
28/01/2022	05:19:16	40.318	15.722	0.300	0.75 +/-0.2	0.2 +/- 0.4	20	0.130	DE
30/01/2022	13:01:56	40.198	15.941	1.201	4.36 +/-1.1	0.9 +/- 0.3	15	0.220	DE
03/02/2022	15:28:26	40.511	15.631	1.500	11.0 +/-1.3	1.1 +/- 0.6	23	0.350	DE
03/02/2022	16:14:04	40.516	15.634	0.700	13.0 +/-0.6	2.5 +/- 0.6	75	0.280	DE
03/02/2022	16:25:15	40.524	15.640	0.700	13.62 +/-0.8	1.6 +/- 0.5	45	0.280	DE
03/02/2022	17:00:19	40.518	15.642	0.800	12.0 +/-0.8	1.3 +/- 0.5	36	0.320	DE
03/02/2022	19:20:18	40.514	15.639	0.899	13.44 +/-0.9	0.8 +/- 0.6	27	0.250	DE
04/02/2022	05:10:18	40.236	15.895	0.501	5.0 +/-0.6	0.5 +/- 0.2	31	0.200	DE
05/02/2022	04:15:47	40.199	15.972	1.700	9.1 +/-1.4	0.6 +/- 0.2	19	0.320	DE
06/02/2022	14:25:43	40.345	15.824	0.199	4.61 +/-0.4	0.3 +/- 0.2	44	0.140	DI
08/02/2022	03:42:39	40.277	15.908	3.999	5.0 +/-3.4	-0.1 +/- 0.5	13	0.530	DE
09/02/2022	10:19:53	40.474	15.588	0.600	0.1 +/-0.5	1.0 +/- 0.6	28	0.370	DE
10/02/2022	17:02:59	40.371	15.812	0.400	3.74 +/-0.4	0.0 +/- 0.2	31	0.200	DI
10/02/2022	17:47:40	40.343	16.026	0.199	1.17 +/-0.4	-0.2 +/- 0.3	9	0.040	DI
11/02/2022	01:51:26	40.305	15.825	0.199	4.22 +/-0.4	-0.7 +/- 0.4	11	0.050	DI
11/02/2022	02:21:40	40.499	15.646	0.600	7.53 +/-0.8	-0.0 +/- 0.7	11	0.110	DE
11/02/2022	04:29:26	40.305	15.796	0.400	1.88 +/-0.4	-0.6 +/- 0.1	12	0.120	DI
11/02/2022	10:37:44	40.360	15.842	0.400	3.79 +/-0.4	0.1 +/- 0.3	25	0.150	DI
11/02/2022	18:22:30	40.386	15.778	0.400	5.95 +/-0.4	-0.2 +/- 0.3	11	0.060	DI
12/02/2022	03:48:48	40.246	15.825	0.300	2.58 +/-0.3	0.1 +/- 0.3	29	0.140	DE

13/02/2022	18:49:56	40.362	15.849	0.400	2.34 +/-0.6	-0.2 +/- 0.2	14	0.110	DI
13/02/2022	21:23:20	40.224	15.891	0.300	5.0 +/-0.3	0.4 +/- 0.4	30	0.130	DE
14/02/2022	01:10:15	40.260	15.842	0.100	1.81 +/-0.1	-0.7 +/- 0.1	7	0.010	DE
14/02/2022	04:50:57	40.246	15.823	0.199	2.97 +/-0.2	0.7 +/- 0.3	26	0.090	DE
14/02/2022	22:00:46	40.319	15.720	0.400	0.07 +/-0.4	0.3 +/- 0.4	16	0.120	DE
15/02/2022	00:16:02	40.466	15.609	0.899	14.23 +/-1.8	0.4 +/- 0.2	11	0.100	DE
15/02/2022	00:19:09	40.492	15.629	2.901	5.0 +/-2.3	0.1 +/- 0.3	7	0.510	DE
15/02/2022	00:23:47	40.471	15.602	0.899	14.0 +/-1.3	0.5 +/- 0.6	14	0.140	DE
15/02/2022	07:16:20	40.435	15.615	2.300	5.0 +/-2.9	0.2 +/- 0.1	6	0.310	DE
15/02/2022	07:41:05	40.474	15.583	1.400	14.16 +/-2.1	0.6 +/- 0.2	12	0.230	DE
15/02/2022	16:41:04	40.256	15.922	0.700	2.99 +/-0.4	0.1 +/- 0.3	14	0.110	DI
15/02/2022	18:45:56	40.292	15.888	0.300	4.34 +/-0.2	0.0 +/- 0.7	8	0.020	DI
16/02/2022	00:23:19	40.228	15.893	0.400	4.61 +/-0.4	-0.3 +/- 0.5	16	0.100	DE
16/02/2022	07:22:13	40.364	15.836	0.501	3.85 +/-0.5	0.2 +/- 0.2	13	0.080	DI
16/02/2022	09:11:10	40.462	15.596	0.400	1.15 +/-0.9	1.1 +/- 0.6	15	0.180	DE
16/02/2022	15:48:58	40.223	15.898	0.600	5.36 +/-0.6	0.2 +/- 0.3	21	0.170	DE
16/02/2022	19:07:44	40.406	15.698	0.501	10.58 +/-0.7	0.7 +/- 0.5	118	0.180	DE
16/02/2022	21:29:59	40.319	15.730	1.000	1.2 +/-2.2	0.1 +/- 0.3	8	0.130	DE
16/02/2022	22:35:33	40.527	15.602	0.899	12.75 +/-0.9	0.7 +/- 0.8	16	0.190	DE
17/02/2022	00:05:07	40.508	15.831	0.501	13.0 +/-0.7	0.4 +/- 0.2	26	0.130	DE
18/02/2022	03:05:06	40.460	15.684	0.400	4.45 +/-0.6	0.6 +/- 0.6	26	0.120	DI
18/02/2022	06:33:39	40.368	15.845	0.400	3.16 +/-0.8	0.1 +/- 0.2	12	0.080	DI
20/02/2022	16:59:17	40.225	15.899	0.501	4.83 +/-0.5	-0.2 +/- 0.2	19	0.150	DE
21/02/2022	04:24:03	40.364	15.833	0.800	5.0 +/-0.9	0.2 +/- 0.2	18	0.170	DI
21/02/2022	05:38:29	40.226	15.893	0.300	2.0 +/-0.3	-0.2 +/- 0.2	12	0.080	DE
21/02/2022	18:21:44	40.191	16.091	0.700	6.71 +/-0.4	1.0 +/- 0.4	31	0.160	DE

21/02/2022	20:39:07	40.201	16.085	0.600	6.23 +/-0.5	0.9 +/- 0.4	24	0.150	DE
22/02/2022	20:03:06	40.319	15.985	0.400	3.78 +/-0.4	1.1 +/- 0.3	45	0.240	DI
23/02/2022	01:16:24	40.329	15.996	0.700	4.0 +/-0.6	0.6 +/- 0.3	17	0.150	DI
24/02/2022	09:17:16	40.332	15.990	1.100	5.36 +/-0.8	0.6 +/- 0.4	15	0.180	DI
24/02/2022	12:11:29	40.265	15.830	0.700	7.48 +/-0.9	-0.2 +/- 0.1	14	0.140	DE
24/02/2022	15:16:11	40.214	15.951	0.600	3.56 +/-0.5	-0.3 +/- 0.1	11	0.070	DE
24/02/2022	17:53:09	40.329	15.988	0.199	4.65 +/-0.1	-0.3 +/- 0.2	6	0.000	DI
24/02/2022	17:53:10	40.322	15.985	0.899	4.36 +/-0.4	-0.2 +/- 0.1	8	0.040	DI
25/02/2022	22:53:31	40.264	15.914	0.400	5.16 +/-0.4	0.2 +/- 0.3	24	0.140	DI
26/02/2022	00:14:40	40.218	15.957	0.400	3.0 +/-0.5	0.4 +/- 0.2	26	0.170	DE
26/02/2022	02:13:21	40.232	15.981	0.899	1.26 +/-0.6	-0.6 +/- 0.3	9	0.080	DI
26/02/2022	14:45:08	40.252	15.826	2.500	5.14 +/-5.6	0.4 +/- 0.3	10	0.320	DE
28/02/2022	08:26:20	40.479	15.651	0.501	11.32 +/-0.5	0.8 +/- 0.5	24	0.140	DE
02/03/2022	05:17:15	40.407	15.722	0.600	13.0 +/-0.6	0.4 +/- 0.1	23	0.150	DE
02/03/2022	11:24:50	40.273	15.919	0.300	3.76 +/-0.4	0.2 +/- 0.2	21	0.140	DI
02/03/2022	19:23:00	40.230	15.848	2.201	13.0 +/-1.8	-0.3 +/- 0.2	12	0.220	DE
02/03/2022	21:40:02	40.271	15.965	1.400	0.76 +/-1.0	-0.1 +/- 0.3	10	0.160	DI
03/03/2022	10:57:18	40.278	15.973	1.000	5.0 +/-1.4	0.0 +/- 0.4	15	0.200	DI
05/03/2022	07:13:42	40.188	15.988	0.800	9.28 +/-0.7	-0.1 +/- 0.1	19	0.130	DE
05/03/2022	07:45:04	40.527	15.768	0.400	3.78 +/-0.4	0.4 +/- 0.5	18	0.120	DI
05/03/2022	07:48:41	40.365	15.845	0.300	4.4 +/-0.7	0.1 +/- 0.3	25	0.120	DI
05/03/2022	22:26:12	40.384	15.695	0.501	2.28 +/-0.8	0.7 +/- 0.2	19	0.180	DI
05/03/2022	22:26:56	40.388	15.686	0.600	5.84 +/-1.0	0.9 +/- 0.2	15	0.130	DI
06/03/2022	19:11:25	40.259	15.856	0.300	3.18 +/-0.5	0.6 +/- 0.3	37	0.210	DE
06/03/2022	19:50:14	40.263	15.855	0.400	3.23 +/-0.6	-0.4 +/- 0.2	16	0.130	DE
06/03/2022	19:59:22	40.261	15.866	0.400	2.97 +/-0.4	-0.6 +/- 0.0	12	0.100	DI

07/03/2022	06:09:42	40.447	16.009	0.400	2.21 +/-0.9	0.3 +/- 0.5	12	0.100	DE
08/03/2022	00:40:17	40.398	15.707	0.501	12.0 +/-0.7	1.7 +/- 0.4	158	0.330	DE
08/03/2022	01:36:39	40.382	15.728	0.600	4.78 +/-1.1	0.2 +/- 0.2	18	0.210	DI
09/03/2022	04:27:27	40.265	15.917	0.300	4.84 +/-0.4	0.1 +/- 0.2	27	0.120	DI
11/03/2022	21:48:33	40.320	15.984	0.600	3.29 +/-0.6	-0.1 +/- 0.1	11	0.120	DI
13/03/2022	09:33:41	40.260	15.854	0.300	3.83 +/-0.5	0.3 +/- 0.2	23	0.150	DE
13/03/2022	21:08:34	40.334	15.723	0.501	0.97 +/-0.2	-0.5 +/- 0.4	9	0.060	DE
14/03/2022	02:04:27	40.282	16.023	0.501	8.37 +/-0.5	-0.6 +/- 0.5	17	0.100	DE
14/03/2022	05:49:48	40.372	15.722	0.501	11.69 +/-0.5	0.9 +/- 0.2	130	0.240	DE
14/03/2022	08:57:27	40.389	15.704	0.600	2.47 +/-0.9	0.3 +/- 0.3	14	0.160	DI
14/03/2022	15:52:25	40.386	15.700	0.700	5.0 +/-1.1	0.2 +/- 0.2	12	0.100	DI
15/03/2022	21:39:23	40.502	15.799	0.899	11.0 +/-0.7	-0.1 +/- 0.1	11	0.120	DE

Glossario

AQ:	Accordo Quadro
CAD-BO:	Centro Acquisizione Dati - Bologna
CIRM:	Commissione per gli Idrocarburi e le Risorse Minerarie
CGPS:	<i>Continuous Global Positioning System</i>
CMS:	Centro di Monitoraggio per le attività di Sottosuolo
DE:	Dominio Esteso
DEM:	<i>Digital Elevation Model</i>
DI:	Dominio Interno
DMA:	<i>daily moving average</i>
EAFS:	<i>Eastern Agri Fault System</i>
ERT:	<i>Electrical Resistivity Tomography</i>
GNSS:	<i>Global Navigation Satellite System</i>
GPS:	<i>Global Positioning System</i>
GR:	Gutenberg Richter
IGS:	<i>International GNSS Service</i>
ILG:	Indirizzi e Linee Guida per il Monitoraggio della sismicità delle Deformazioni del Suolo e delle pressioni di poro nell'ambito delle attività antropiche
InSAR:	<i>Interferometric SAR</i>
INGV:	Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia
IPTA:	<i>Interferometric Point Target Analysis</i>
IV:	Sigla rete (NW-Code) RSN (INGV)
LIDAR:	<i>Laser Imaging Detection and Ranging</i>
MiSE:	Ministero dello Sviluppo Economico
MiTE:	Ministero della Transizione Ecologica
MMFS:	Monti della Maddalena <i>Fault System</i>
ML:	Magnitudo Locale
Mlbj:	Magnitudo Locale Bakun e Joyner
NRMS:	<i>Normalized Root Mean Square</i>
NW:	<i>Network</i>
PDF:	<i>Probability Density Function</i>
PGA:	<i>Peak Ground Acceleration</i>
PGV:	<i>Peak Ground Velocity</i>
PSD:	<i>Power Spectral Density</i>
RB:	Regione Basilicata
RING:	Rete Nazionale Integrata GPS
RMSE:	Root Mean Square Error
RSN:	Rete Sismica Nazionale (INGV)
SNR:	<i>Signal-to-Noise Ratio</i>

SAR: *Synthetic Aperture Radar*
SPM: *Struttura Preposta al Monitoraggio*
SVD: *Singular Value Decomposition*
THP: *Tubing Head Pressure* - pressione a testa pozzo
TLS: *Traffic Light System* - sistema a semaforo
TWT: *Two Way Travel Time*
VIR: *Volume Injection Rate* - rata del volume di fluido iniettato (portata)
VA: *Val d'Agri*
WRMS: *Weighted Root Mean Square*

Bibliografia

- Altamimi, Z., Métivier, L., Rebischung, P., Rouby, H., Collilieux, X. (2017). ITRF2014 plate motion model. *Geophys. J. Int.* 209, 1906–1912. doi:10.1093/gji/ggx136.
- Bevis, M., and Brown, A. (2014). Trajectory models and reference frames for crustal motion geodesy. *Journal of Geodesy*, 88(3), 283–311. <https://doi.org/10.1007/s00190-013-0685-5>.
- Geoffrey Blewitt, David Lavallée Effect of annual signals on geodetic velocity (2002). *J. Geophys. Res.*, vol 107, n. B7, <https://doi.org/10.1029/2001JB000570>.
- Bobbio, A., M. Vassallo, and G. Festa (2009): Local Magnitude estimation for the Irpinia Seismic Network, *Bull. Seism. Soc. Am.* 99, 2461-2470, doi:10.1785/0120080364.
- Braun T., S. Danesi, and A. Morelli (2019): Application of monitoring guidelines to induced seismicity in Italy. *J. Seis.* 10.1007/s10950-019-09901-7.
- Braun T., S. Danesi, D. Famiani (2019): Relazione semestrale 2019/I, Progetto di Monitoraggio concessione Val d'Agri. 47 pp.
- Brune, J. N., (1970) Tectonic Stress and the Spectra of Seismic Shear Waves from Earthquakes, *Journal of Geophysical Research*, 75, no. 26. , 4997-5009.
- Carbone S., Catalano S., Lazzari S., Lentini F., Monaco C. (1991). Presentazione della carta geologica del bacino del Fiume Agri (Basilicata). *Mem. Soc. Geol. It.*, 47, 129-143.
- Cooley, J. W. and Tukey J. W.: An algorithm for the machine calculation of complex Fourier series, *Math. Comput.*, 19, 297–301, 1965.
- Danesi S., T. Braun, L. Anderlini, M. Errico, D. Famiani, M. Polcari e G. Zerbinato (2021): Relazione semestrale 2021/I, Progetto di Monitoraggio concessione Val d'Agri. 103 pp.
- Dialuce, G., Chiarabba, C., Di Bucci, D., Doglioni, C., Gasparini, P., Lanari, R., Priolo, E., Zollo, A., (2014): Indirizzi e linee guida per il monitoraggio della sismicità, delle deformazioni del suolo e delle pressioni di poro nell'ambito delle attività antropiche. GdL MISE, Roma. unmig.mise.gov.it/unmig/agenda/upload/85238.pdf. (ultimo accesso Ottobre 2019).
- Dieterich J.H., Frohlich C., Hager B.H., Juanes R., Shaw, J. (2018): Report on the potential for induced seismicity at the Val d'Agri Oilfield. Rapporto finale, 265 pp.
- Fantoni, R., Franciosi, R. (2010) Tectono-sedimentary setting of the Po Plain and Adriatic foreland. *Rend. Fis. Acc. Lincei* 21, 197–209. <https://doi.org/10.1007/s12210-010-0102-4>.
- Garcia-Aristizabal A., S. Danesi, T. Braun, M. Anselmi, L. Zaccarelli, D. Famiani and A. Morelli (2020): Epistemic uncertainties in local earthquake locations and implications for managing induced seismicity. *Bull. Seismol. Soc. Am.*, 110, 2423–2440, doi: 10.1785/0120200100.
- Hager, B.H., Dieterich, J., Frohlich, C. et al. (2021): A process-based approach to understanding and managing triggered seismicity. *Nature* 595, 684–689 (2021). <https://doi.org/10.1038/s41586-021-03668-z>.
- Improta, L., L. Valoroso, D. Piccinini, and C. Chiarabba (2015), A detailed analysis of wastewater-induced seismicity in the Val d'Agri oil field (Italy), *Geophys. Res. Lett.*, 42, 2682–2690, doi:10.1002/2015GL063369.

- Improta L., Bagh S., De Gori P., Valoroso L., Pastori M., Piccinini D., Buttinelli, M. (2017): Reservoir Structure and Wastewater-Induced Seismicity at the Val d'Agri Oilfield (Italy) Shown by Three-Dimensional Vp and Vp/Vs Local Earthquake Tomography. *J. Geophys. Res.: Solid Earth*, 122(11), 9050-9082.
- Krischer, L., Megies, T., Barsch, R., Beyreuther, M., Lecocq, T., Caudron, C., Wassermann, J. (2015). ObsPy: A bridge for seismology into the scientific Python ecosystem. *Computational Science and Discovery*. 8. 014003. [10.1088/1749-4699/8/1/014003](https://doi.org/10.1088/1749-4699/8/1/014003).
- Lomax, A., J. Virieux, P. Volant and C. Berge, 2000. Probabilistic earthquake location in 3D and layered models: Introduction of a Metropolis-Gibbs method and comparison with linear locations, in *Advances in Seismic Event Location* Thurber, C.H., and N. Rabinowitz (eds.), Kluwer, Amsterdam, 101-134.
- López-Comino J.Á, Braun T, Dahm T, Cesca S and Danesi S (2021): On the Source Parameters and Genesis of the 2017, Mw 4 Montesano Earthquake in the Outer Border of the Val d'Agri Oilfield (Italy). *Front. Earth Sci.* 8:617794. doi: [10.3389/feart.2020.617794](https://doi.org/10.3389/feart.2020.617794).
- Margheriti, L., and A. Zollo (2010). High-resolution multi-disciplinary monitoring of active fault test-site areas in Italy, Final Report S5-DPC-INGV Project, <http://dpc-s5.rm.ingv.it/en/S5.html> (last accessed October 2011), 14 pp.
- Martin Ester, Hans-Peter Kriegel, Jörg Sander, and Xiaowei Xu. 1996. A density-based algorithm for discovering clusters in large spatial databases with noise. In *Proceedings of the Second International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining (KDD'96)*. AAAI Press, 226–231.
- Marzorati, S., and Bindi, D. (2006), Ambient noise levels in north central Italy, *Geochem. Geophys. Geosyst.*, 7, Q09010, doi:[10.1029/2006GC001256](https://doi.org/10.1029/2006GC001256).
- McNamara, D. E. and Buland, R. P. (2004) Ambient Noise Levels in the Continental United States, *B. Seism. Soc. Am.*, 94, 1517–1527.
- Menardi Noguera A. and Rea G. (2000) Deep structure of the Campanian–Lucanian Arc (Southern Apennine, Italy), *Tectonophysics*, Volume 324, Issue 4, 2000, Pages 239-265, ISSN 0040-1951, [https://doi.org/10.1016/S0040-1951\(00\)00137-2](https://doi.org/10.1016/S0040-1951(00)00137-2).
- Nicolai, C., and Gambini, R. (2007). Structural architecture of the Adria platform-and-basin system. In A. Mazzotti, E. Patacca, and P. Scandone (Eds.), *Results of the CROP Project, Sub-Project CROP-04 Southern Apennines (Italy)*, *Ital. J. Geosci.* (Vol. 7, pp. 21–37). Rome, Italy: Bollettino della Società Geologica Italiana.
- Roy C, Nowacki A, Zhang X, Curtis A and Baptie B (2021): Accounting for Natural Uncertainty Within Monitoring Systems for Induced Seismicity Based on Earthquake Magnitudes. *Front. Earth Sci.* 9:634688. doi: [10.3389/feart.2021.634688](https://doi.org/10.3389/feart.2021.634688).
- Serpelloni Enrico, Claudio Faccenna, Giorgio Spada, Danan Dong, Simon D. P. Williams Vertical GPS ground motion rates in the Euro-Mediterranean region: New evidence of velocity gradients at different spatial scales along the Nubia-Eurasia plate boundary (2013) vol 118, n. 11, <https://doi.org/10.1002/2013JB010102>.
- Tape, C., Musé, P., Simons, M., Dong, D., and Webb, F. (2009). Multiscale estimation of GPS velocity fields. *Geophys. J. Int.* 179(2), 945–971. <https://doi.org/10.1111/j.1365-246X.2009.04337.x>.
- Thatcher W. and T.C. Hanks (1973): Source parameters of southern California earthquakes, *Journal of Geophysical Research*, 78 (35): 8547–8576, doi:[10.1029/JB078i035p08547](https://doi.org/10.1029/JB078i035p08547).

Vassallo, M., Festa, G. and Bobbio, A. (2012). Seismic Ambient Noise Analysis in Southern Italy. *Bulletin of the Seismological Society of America*; 102 (2): 574–586. doi: <https://doi.org/10.1785/0120110018>

Wcisło, M., Stabile, T. A., Telesca, L. and Eisner, L. (2018), Variations of attenuation and VP/VS ratio in the vicinity of wastewater injection: A case study of Costa Molina 2 well (High Agri Valley, Italy). *GEOPHYSICS* 83: B25-B31. <https://doi.org/10.1190/geo2017-0123.1>.

Werner, C., Wegmuller, U., Strozzi, T., Wiesmann, A., 2003. Interferometric point target analysis for deformation mapping. *IEEE Int. Geosci. Remote Sens.* 7, 4362–4364. <https://doi.org/10.1109/IGARSS.2003.1295516>.

Williams, S. D. P., Y. Bock, P. Fang, P. Jamason, R. M. Nikolaidis, L. Prawirodirdjo, M. Miller, and D. J. Johnson (2004), Error analysis of continuous GPS position time series, *J. Geophys. Res.*, 109, B03412, doi:10.1029/2003JB002741.

Elenco delle figure

- Figura 2.1. Istogrammi raffiguranti il confronto tra il numero di *detection* giornaliere identificate automaticamente dal sistema (barre blu nel riquadro in alto e verdi in basso) e di quelle considerate dall'operatore CMS come eventi reali (barre rosse). I riquadri in alto ed in basso mostrano rispettivamente le statistiche normalizzate (min-max) calcolate per un intervallo di due mesi prima e due mesi dopo che venissero apportate le migliorie al sistema automatico di *detection*. Si osserva una conseguente significativa diminuzione delle *detection* automatiche e un sensibile aumento degli eventi individuati. 12
- Figura 3.1. Mappe relative alle soglie di *detection* calcolate per la Val D'Agri: in a) e b) vengono riportate le soglie di detezione per le onde P e per le onde S, rispettivamente, utilizzando i livelli di rumore sismico misurati alle differenti stazioni delle reti utilizzate per il monitoraggio sismico. In c) e d) le soglie di detezione si riferiscono al caso ipotetico in cui è stato esteso a tutte le stazioni lo stesso livello di rumore relativo alla stazione MONTM, una stazione nell'area monitorata caratterizzata da un basso livello di rumore. In e) ed f) le mappe sono state ottenute estendendo i livelli di rumore di TR01 (una stazione particolarmente rumorosa) a tutte le stazioni utilizzate per il monitoraggio sismico dell'area. 16
- Figura 3.2. Confronto tra le soglie di detezione delle onde P e S ottenute integrando tutte le stazioni presenti nell'area monito-rata (a, b) con le soglie ottenute considerando solo le stazioni della rete VA (c, d) e solo le stazioni della rete TP (e, f). 17
- Figura 3.3. Mappe relative alle soglie di detezione delle onde P (a sinistra) e onde S (a destra) ricavate per diverse profondità ipo-centrali (riportate in basso a sinistra in ogni sotto-figura). 18
- Figura 3.4. Mappa delle stazioni sismiche attive nell'area in esame, i cui dati sono acquisiti in *real-time* presso il Centro Acquisizione Dati di Bologna. In blu le stazioni della rete VA (Eni spa); in rosso/verde le stazioni della rete TP, (Total spa); in bianco/nero le stazioni della Rete Sismica nazionale IV (INGV); in nero le stazioni di altre reti pubbliche (GFZ, CNR, ISNet). I perimetri dei Domini Interno, Esteso, di Attenzione e di Riferimento intorno al pozzo di reiniezione Costa Molina 2 (CM2) sono delimitati rispettivamente in verde, blu, grigio e rosso. 21
- Figura 3.5. La figura rappresenta la distribuzione GR per gli eventi localizzati dai dati della rete integrata, nell'area della Val d'Agri per il periodo 01/04/2020 - 15/03/2022. In ascissa è riportato l'intervallo di magnitudo analizzato e in ordinata il logaritmo della cumulativa $\text{Log } N(m)$ degli eventi di magnitudo $M > m$. Le distribuzioni degli eventi localizzati all'interno del DI e del DE sono rappresentate rispettivamente con trian-goli e cerchi. Le linee verde (DI) e blu (DE) indicano le rette che meglio appros-simano le rispettive distribu-zioni nell'intervallo di magni-tudo $0 \leq ML \leq 1$. 22
- Figura 3.6. Numerosità degli eventi per ogni intervallo 0.1 di magnitudo nell'intervallo $-1.0 \leq MLbj \leq 3.0$. L'isto-gramma si riferisce agli eventi localizzati nei Domini DI e DE per il periodo 01/04/2020 - 15/03/2022. 23
- Figura 3.7. La figura rappresenta il confronto tra la distribuzione GR per gli eventi localizzati nei due domini dalla Sala di Monitoraggio CMS con i dati della rete integrata CMS rispetto a quelli localizzati con la sola Rete Sismica Nazionale dalla Sala di Monitoraggio INGV, nell'area della Val d'Agri per il periodo 01/04/2020 - 15/03/2022. In ascissa è riportato l'intervallo di magnitudo analizzato e in ordinata il numero cumulativo in scala logaritmica $\text{Log } N(m)$

- degli eventi di magnitudo $M > m$. Le distribuzioni degli eventi localizzati con dati RSN e CMS sono rappresentati con triangoli e cerchi rispettivamente. Le linee verde (RSN) e blu (CMS) indicano le rette che meglio approssimano le rispettive distribuzioni. 24
- Figura 3.8. Distribuzione degli errori di localizzazione, orizzontali e verticali, relativamente agli eventi localizzati nel periodo 01/04/2020 - 15/03/2022. Vengono rappresentati gli istogrammi che indicano la frequenza di occorrenza di ogni valore dell'intervallo di errore e le funzioni densità di probabilità in rosso per ogni distribuzione. 25
- Figura 4.1. Interdistanze entro i 15 km tra le stazioni GPS. a) tra le sole stazioni GPS precedentemente attive; b) tra le stazioni GPS attualmente attive alla luce delle recenti installazioni; c) tra tutte le stazioni attive e previste dalla concessoria. ENI (verdi), pubbliche (rosse), private (gialle). 29
- Figura 5.1. Mappa degli epicentri (rossi) degli eventi sismici localizzati dalla SPM nel periodo 1/09/2021 - 15/03/2022. I perimetri dei Domini Interno ed Esteso sono disegnati in verde e blu rispettivamente. Il Dominio di Riferimento di raggio 5 km attorno alla postazione del CM2 (cerchietto blu) è segnalato con il *pattern* rigato rosso. 32
- Figura 5.2. Mappa degli epicentri (rossi) degli eventi sismici localizzati dalla SPM nel periodo 1/09/2021-15/03/2022 nel contesto dei due anni di monitoraggio 01/04/2020-15/03/2022 (arancione). I perimetri dei Domini Interno ed Esteso sono disegnati in verde e blu rispettivamente. Il Dominio di Riferimento di raggio 5 km attorno alla postazione del CM2 (cerchietto blu) è segnalato con il *pattern* rigato rosso. 33
- Figura 5.3. Mappa e profilo in profondità della sismicità localizzata dalla SPM nel periodo 01/09/2020 - 15/04/2021. Nel riquadro in basso sono riportati gli eventi proiettati lungo il profilo PP' disegnato in mappa, nonché i perimetri dei domini DI e DE in blu e rosso rispettivamente. Il rettangolo nero segna la posizione del CM2 sul profilo. Epicentri ed ipocentri sono rappresentati con dimensioni e colori variabili secondo le magnitudo, in accordo con la legenda. Si sottolinea che la scala di colore – che corrisponde al semaforo ILG – non implica l'attivazione del semaforo in tutto il dominio, ma solo nel Dominio di Riferimento. 34
- Figura 5.4. Localizzazioni epicentrali degli eventi registrati entro il Dominio di Riferimento nel periodo in esame (crocette rosse). I codici accanto ai simboli corrispondono al numero identificativo ID in Tabella 5.2. 35
- Figura 5.5. Localizzazioni epicentrali degli eventi registrati nei comuni di Villa d'Agri-Marsicovetere. La scala di colore (rossi) e la dimensione dei simboli sono proporzionali alla magnitudo ML come definito in legenda. 37
- Figura 5.6. Distribuzione dei valori di profondità e magnitudo ML calcolati per gli eventi della sequenza Villa d'Agri-Marsicovetere. Le legende riportano i valori medi, mediani e di picco per entrambe le grandezze. 38
- Figura 5.7. Definizione dell'area del modello con un raggio di 75 km intorno al centro dell'area di interesse, sito a CM2). Per il processo di *gridding* il *Lower Left Corner* è stato definito a 75 km a SW. 42
- Figura 5.8. Risultato dell'applicazione del codice Vel2Grid – Definizione dei modelli di velocità 1D per P (sinistra) e S (destra), secondo il modello di velocità di Improta et al. (2017). 42
- Figura 5.9. Risultato dell'applicazione del codice Grid2Time – Trasformazione del modello di velocità (Improta et al., 2017) in isocrone, sulla base del modello di velocità di cui Figura 5.8. Esempio per la stazione ABRE. 43

Figura 5.10. Localizzazione dell'evento M1.9 del 22/07/2019 (ore 00:48 UTC) realizzato con Hypo71.	43
Figura 5.11. Localizzazione dell'evento di Figura 5.10 realizzato con NonLinLoc.	44
Figura 5.12. Rappresentazione 3D della location-PDF (Seismicity viewer). L'elissoide di tutte le possibili soluzioni (location-PDF pdf) in proiezione pseudo-3D.	44
Figura 6.1. Percentuale di RINEX giornalieri disponibili per ciascun mese di acquisizione per ogni stazione analizzata	45
Figura 6.2. Andamento dei valori di MP1 (in nero) e MP2 (in rosso) per ciascuna misura giornaliera ottenuti dall'analisi dei dati RINEX delle 5 stazioni GPS ENI con il software TEQC.	46
Figura 6.3. Percentuale di osservazioni presenti nei RINEX giornalieri rispetto alle osservazioni attese nell'intervallo di tempo durante il quale la stazione è stata funzionante per le 5 stazioni GPS della rete ENI.	47
Figura 6.4. Posizione della rete di stazioni GPS installate da ENI (cerchi neri) all'interno e in prossimità della concessione di coltivazione Val d'Agri (poligono nero). I cerchi gialli indicano le stazioni GNSS attive nella regione ed afferenti a diverse tipologie di reti (Devoti et al., 2017).	49
Figura 6.5. Serie temporale di spostamento (punti blu) della stazione INN2 nel sistema di riferimento globale IGS14 per le tre componenti Est, Nord e verticale. Le linee grigie indicano le barre d'errore (1σ) per gli spostamenti e la linea rossa rappresenta il modello analitico atteso. La barra celeste indica l'epoca in cui è avvenuto un cambio strumentale.	51
Figura 6.6. Serie temporale di spostamento (punti blu) della stazione MAE1 nel sistema di riferimento globale IGS14 per le tre componenti Est, Nord e verticale. Le linee grigie indicano le barre d'errore (1σ) per gli spostamenti e la linea rossa rappresenta il modello analitico atteso.	51
Figura 6.7. Serie temporale di spostamento (punti blu) della stazione TEVE nel sistema di riferimento globale IGS14 per le tre componenti Est, Nord e verticale. Le linee grigie indicano le barre d'errore (1σ) per gli spostamenti e la linea rossa rappresenta il modello analitico atteso.	52
Figura 6.8. Serie temporale di spostamento (punti blu) della stazione TLMA nel sistema di riferimento globale IGS14 per le tre componenti Est, Nord e verticale. Le linee grigie indicano le barre d'errore (1σ) per gli spostamenti e la linea rossa rappresenta il modello analitico atteso.	52
Figura 6.9. Serie temporale di spostamento (punti blu) della stazione VIG3 nel sistema di riferimento globale IGS14 per le tre componenti Est, Nord e verticale. Le linee grigie indicano le barre d'errore (1σ) per gli spostamenti e la linea rossa rappresenta il modello analitico atteso. La barra celeste indica l'epoca in cui è avvenuto un cambio strumentale.	53
Figura 6.10. Campo di velocità orizzontale (freccette) nel sistema di riferimento locale Eurasia-fissa e verticale (cerchi colorati). Le stazioni ENI sono evidenziate in rosso. Le ellissi d'errore per le componenti orizzontali sono al livello di confidenza del 95%.	55
Figura 6.11. Campo di velocità GPS interpolato (freccette rosse) utilizzando il metodo di Tape et al. (2009) e campo del tasso di deformazione (<i>strain-rate</i>) interpolato su una griglia per tutta l'area. Le stazioni ENI sono indicate con il nome in rosso e le linee nere continue e tratteggiate indicano le principali strutture di faglia attive.	56
Figura 6.12. Velocità di deformazione InSAR ottenuta con dati Sentinel-1 elaborati da INGV [A] e dal Concessionario [B]. I triangoli indicano le stazioni GPS presenti nell'area della concessione Val d'Agri.	60

Figura 6.13. Focus sulla deformazione di natura franosa nelle aree di Corleto Perticara [A] e Stigliano [B].	61
Figura 6.14. Serie temporali di due punti indicati in Figura 6.13 nelle aree di Corleto Perticara [P ₁] e Stigliano [P ₂].	61
Figura 6.15. Confronto tra le velocità medie stimate con le misure GPS ed InSAR sulle 23 stazioni presenti nell'area della concessione Val d'Agri e nelle sue immediate vicinanze.	62
Figura 6.16. Confronto tra le serie temporali InSAR e GPS per la stazione VIG3.	63
Figura 7.1. Mappa e profilo della sismicità registrata in VA nel periodo (giugno 2001 – marzo 2021) rispetto ai domini di monitoraggio DE, DI, DR (vedi Report2021/1, Danesi et al., 2021).	65
Figura 7.2. Momento sismico cumulativo assoluto per gli eventi sismici riportati nel bollettino ENI a partire dal 06/2001 (per il significato dei colori vedi testo e Figura 7.3).	66
Figura 7.3. Rappresentazione relativa del momento sismico cumulativo (vedi Figura 7.2) suddiviso per aree differenti. Da notare le differenti scale logaritmiche verticali che indicano differenze di vari ordini di grandezza nel rilascio di momento sismico nei diversi domini.	67
Figura 7.4. (a) Variazioni temporali delle DMA di VIR e THP per il periodo 01/10/2018 – 16/02/2021; (b) variazioni DMA di THP, il tempo [giorni a partire dal 01/10/2018] è codificato con colori arcobaleno, dal passato (blu) al recente (rosso).	68
Figura 7.5. VIR in funzione di THP per il periodo 01.01. - 16.10.2019 (media giornaliera).	68
Figura 7.6. VIR in funzione di THP, media giornaliera, su base di calcolo con frequenza oraria (codifica colori vedi Figura 7.4).	69
Figura 7.7. VIR in funzione di THP, media giornaliera, intervallo di campionamento 5 min (codifica colori vedi Figura 7.4).	69
Figura 7.8. VIR in funzione di THP (media giornaliera, aggiornata ogni 5 min), il tempo [giorni a partire dal 01/10/2018] è codificato con colori arcobaleno, dal passato (blu) al recente (rosso).	70
Figura 7.9. Il programma di chiusura e riapertura del pozzo CM2.	70
Figura 7.10. Istogramma (binning 100 * 100) della frequenza dell'applicazione dei parametri.	71
Figura 7.11. (a) Media mobile giornaliera della pressione (blu) e del tasso di volume iniettato (rosso); (b) variazione temporale dell'iniettività (VIR/THP); (c) momento sismico cumulativo per eventi sismici in DR (Figura 7.3).	72
Figura 7.12. Improvviso calo di pressione a parità di volume iniettato nel primo trimestre 2008.	72
Figura 7.13. Proiezione degli eventi localizzati nel DR sui corrispondenti valori di VIR/THP: eventi sismici con $M < 1.5$ (o), $M \geq 1.5$ (*).	73
Figura 7.14. (a) Variazioni temporali delle DMA di THP per il periodo 01/10/2018 – 15/03/2022; il tempo [giorni a partire dal 01/10/2018] è codificato con colori arcobaleno, dal passato (blu) al recente (rosso)	75
Figura 7.15. (a) Variazioni temporali delle DMA di VIR per il periodo 01/10/2018 – 15/03/2022; il tempo [giorni a partire dal 01/10/2018] è codificato con colori arcobaleno, dal passato (blu) al recente (rosso).	75
Figura 7.16. VIR in funzione di THP (media giornaliera, su base di calcolo con frequenza oraria). Per la codificazione del tempo a colori vedi Figura 7.14, Figura 7.15.	76
Figura 7.17. Istogramma (binning 100 * 100) della frequenza dell'applicazione dei parametri per il periodo 01/10/2018 - 15/03/2022. La barra all'origine indica periodi di fermo della reiniezione.	76
Figura 8.1. Area di indagine in cui si è concentrata questa prima fase dell'attività di ricerca. Le linee rosse rappresentano il sistema di faglie normali, noto in letteratura come EAsT Agri Fault System EAFS, così come riportate dal foglio 505 della Carta geologica d'Italia 1:50000	

(Progetto	CARG	Moliterno	–
https://www.isprambiente.gov.it/Media/carg/505_MOLITERNO/Foglio.html). Con le linee gialle sono evidenziate le tracce dei profili ERT acquisiti durante la missione del dicembre 2021.			78
Figura 8.2.	Stralcio del foglio 505 della Carta geologica d'Italia 1:50000 (Progetto CARG Moliterno - https://www.isprambiente.gov.it/Media/carg/505_MOLITERNO/Foglio.html) in cui si evidenzia l'area di approfondimento dell'analisi dei dati di sottosuolo. Sono riportate le tracce delle linee sismiche 2D già in possesso di INGV (linee viola), le tracce delle xline e inline estratte dal volume sismico 3D "Cerro Falcone" (linee arancioni) e, sovrassegnate in rosa (Figura 8.3) e rosso (Figura 8.4), i due esempi di interpretazioni di linee 2D e 3D.		80
Figura 8.3.	Linea 2D con interpretazione preliminare. È riportato il posizionamento. (Esagerazione verticale 3x).		82
Figura 8.4.	Linea 3D sismica "Cerro Falcone" con interpretazione preliminare - Top Apula in verde e principali discontinuità (tratteggiato rosso). È riportato il posizionamento. Esagerazione verticale 3x.		83
Figura 9.1.	Home page del sito http://cms.ingv.it .		85
Figura 9.2.	Schermata della pagina intranet nella quale vengono riportati i parametri ipocentrali degli eventi localizzati durante i turni giornalieri (sx). Copertina bollettino mensile febbraio 2022 (dx).		86
Figura 10.1.	La magnitudo locale in funzione della PGV per gli eventi localizzati in VA da ENI all'interno dei domini: DE (* rosso), DI (* blu), DR (* bianco). il parametro dirimente per il superamento dei livelli di allerta del sistema a semaforo è la magnitudo locale ML, mai la misura di PGV e PGA.		88

Elenco delle tabelle

Tabella 3.1. Tabella eventi localizzati.	24
Tabella 4.1. Elenco delle stazioni GPS attualmente installate, coordinate e data di installazione corrispondente alla strumentazione in uso	27
Tabella 5.1. Modello 1D a strati su semispazio per la velocità V_p utilizzato presso la Sala di monitoraggio CMS per l'elaborazione dei dati di sismicità nell'area della Val d'Agri. Si riporta il valore V_p in km/s corrispondente al top di ogni strato e del semispazio. Il rapporto V_p/V_s è fissato a 1.9.	33
Tabella 5.2. Parametri ipocentrali degli eventi localizzati nel periodo in esame internamente al Dominio di Riferimento di raggio 5 km intorno al pozzo di reiniezione.	36
Tabella 5.3. Parametri ipocentrali degli eventi della sequenza Villa d'Agri - Marsicovetere. Oltre alle coordinate sono riportati gli errori di localizzazione, orizzontale e verticale, la magnitudo ML calcolata, il tempo residuo della localizzazione in secondi (RMS), il Dominio e il Comune in cui l'evento è stato localizzato.	39
Tabella 6.1. Tabella riassuntiva dei parametri di qualità (mediati su l'ultimo anno di dati) per le acquisizioni disponibili delle stazioni ENI analizzate.	48
Tabella 6.2. Velocità di spostamento nelle componenti Est (VE), Nord (VN), e verticale (VU) e relative incertezze (S_VE, S_VN e S_VU) in mm/anno per le stazioni ENI nel sistema di riferimento locale Eurasia-fissa.	54
Tabella 6.3. RMSE tra le misure di velocità InSAR e GPS.	62