TOTAL E&P ITALIA S.P.A.

Rete di monitoraggio microsismico installata presso la

concessione Gorgoglione

Rapporto periodico di monitoraggio

aprile – giugno 2019

Oggetto: Rete microsismica Tempa Rossa - Report aprile – giugno 2019

Cliente: TOTAL E&P Italia S.p.A.	ref
	S18MN04-1
Autore	Date
Chiara Cocorullo	30 July 2019
Checked By	date
Filippo Di Fronzo – Stefano Limonta	30 July 2019
Cod.	Version
S18MN04-1	Rev. 0 - 30 July 2019
Solgeo S.r.l.	
via Pastrengo 9	
24068 Seriate (BG)- Italy	
Tel. +39035 4520075	
www.solgeo.it e_mail info@solgeo.it	

Versione

Сор	Νοτε
Rev. 00 – Luglio 2019	1ª Emissione

Indice

1.	Intro	duzione	. 6
2.	Desc	rizione della rete	. 6
3.	Ope	ratività della rete di monitoraggio – interventi e/o sostituzioni	. 8
3	.1.	Copertura dei dati	. 8
3	.2.	Sostituzioni	10
4.	Proc	edura di elaborazione dati	11
4	.1.	Modello di velocità	12
5.	Met	odo di localizzazione degli eventi sismici	14
6.	Even	ti sismici	18
6	.1.	Evento 1: 08/04/2019 21:34:34 UTC	24
6	.2.	Evento 2: 13/04/2019 00:13:21 UTC	26
6	.3.	Evento 3: 17/04/2019 03:06:01 UTC	30
6	.4.	Evento 4: 23/04/2019 11:24:06 UTC	32
6	.5.	Evento 5: 07/05/2019 07:20:05 UTC	36
6	.6.	Evento 6: 18/05/2019 01:13:29 UTC	38
6	.7.	Evento 7: 18/05/2019 02:17:55 UTC	40
6	.8.	Evento 8: 18/05/2019 02:42:37 UTC	44
6	.9.	Evento 9: 18/05/2019 02:43:51 UTC	46
6	.10.	Evento 10: 19/05/2019 11:23:17 UTC	50
6	.11.	Evento 11: 23/05/2019 13:14:51 UTC	52
6	.12.	Evento 12: 25/05/2019 09:16:32 UTC	56
6	.13.	Evento 13: 25/05/2019 16:59:11 UTC	58
6	.14.	Evento 14: 30/05/2019 09:44:33 UTC	62
6	.15.	Evento 15: 05/06/2019 21:03:25 UTC	66
6	.16.	Evento 16: 30/06/2019 05:58:52 UTC	70
Оре	ere ci	tate	72

Tabella 1: coordinate delle stazioni microsismiche (WGS84) e strumentazione installata.	7
Tabella 2: percentuale di funzionamento delle stazioni nel periodo aprile-giugno 2019	
Tabella 3: interventi di manutenzione e/o riparazione nel periodo aprile-giugno 2019	10
Tabella 4: parametri del trigger STA/LTA	11
Tabella 5: modello 1D ottenuto dal modello 3D fornito da INGV	13
Tabella 6: stazioni INGV presenti nell'area racchiusa dalla griglia utilizzata.	17
Tabella 7: numero di eventi localizzati e distribuzione spaziale	18
Tabella 8: eventi sismici localizzati nella grigli.	19

Figura 1: rete microsismica. Proiezioni in superficie dei Domini di rilevazione e, in nero, i limiti della Concessione	7
Figura 2: percentuale di funzionamento per singola stazione nei mesi oggetto del report	9
Figura 3: percentuale di funzionamento della rete nel periodo aprile - giugno 2019	. 10
Figura 4: modello di velocità	. 14
Figura 5: metodo di localizzazione tramite stacking della forma d'onda per differenti localizzazioni della sorgente	(in
giallo nella colonna <i>a</i>) e tempi origine (colonne <i>b, c</i> e <i>d</i>)	. 16
Figura 6: matrici di coerenza per differenti Δt : la massima coerenza si ha al tempo origine t ₀	. 16
Figura 7: griglia utilizzata per la localizzazione e stazioni (INGV e TOTAL) al suo interno	. 17
Figura 8: eventi sismici localizzati	. 21
Figura 9: numero di eventi per magnitudo locale nel periodo aprile-giugno 2019	. 22

Figura 10: distribuzione di magnitudo locale nel periodo aprile-giugno 2019, degli eventi sismici localizzati nella griglia: in rosso gli eventi il cui epicentro ricade nei Domini di Rilevazione	ا 22
Figura 11: distribuzione delle profondità degli eventi sismici localizzati nella griglia: in rosso gli eventi il cui	
Eigure 12 stationi utilizzate per la legalizzazione, enigentre dell'evente del 08/04/2010 21/24/24 UTC verificate	25
profondità 7.60 km	sra 24
Figura 13: forme d'onda (segnale raw filtrato) delll'evento 1, registrate dalle stazioni utilizzate per la localizzazio Dall'alto, componenti E, N, Z	one. 25
Figura 14: stazioni utilizzate per la localizzazione, epicentro dell'evento del 13/04/2019 00:13:21 UTC verificatos profondità 11.95 km	si a 26
Figura 15: forme d'onda (segnale raw filtrato) delll'evento 2. registrate dalle stazioni utilizzate per la localizzazio	one.
Dall'alto, componenti F. N. 7.	
Figura 16: matrice di coerenza, piano X-Y. Lo zero degli assi è lo spigolo a sud-ovest della griglia	28
Figura 17: matrice di coerenza, piano X-7. Asse delle ordinate positivo verso il basso.	
Figura 18: matrice di coerenza, piano Y-7. Asse delle ordinate positivo verso il basso.	
Figura 19: stazioni utilizzate per la localizzazione epicentro dell'evento del 17/04/2019 03:06:01 UTC verificator	si a
profondità 23.60 km	30
Figura 20: forme d'onda (segnale raw filtrato) dell'evento 3, registrate dalle stazioni utilizzate per la localizzazio Dall'alto, componenti E, N, Z	one. 31
Figura 21: stazioni utilizzate per la localizzazione, epicentro dell'evento del 23/04/2019 11:24:06 UTC verificato	si a
profondità 17.22 km	32
Figura 22: forme d'onda (segnale raw filtrato) delll'evento 4, registrate dalle stazioni utilizzate per la localizzazio Dall'alto, componenti E, N, Z	one. 33
Figura 23: matrice di coerenza, piano X-Y. Lo zero degli assi è lo spigolo a sud-ovest della griglia	34
Figura 24: matrice di coerenza, piano X-Z. Asse delle ordinate positivo verso il basso.	34
Figura 25: matrice di coerenza, piano Y-Z. Asse delle ordinate positivo verso il basso.	35
Figura 26: stazioni utilizzate per la localizzazione, epicentro dell'evento del 07/05/2019 07:20:05 UTC verificator	si a 36
Figura 27: forme d'onda (segnale raw filtrato) delll'evento 5, registrate dalle stazioni utilizzate per la localizzazio Dall'alto, componenti F. N. 7	30 me. 37
Figura 28: stazioni utilizzate per la localizzazione epicentro dell'evento del 18/05/2019 01:13:29 UTC verificatori	si a
profondità 16.96 km	38
Figura 29: forme d'onda (segnale raw filtrato) delll'evento 6, registrate dalle stazioni utilizzate per la localizzazio Dall'alto, componenti E, N, Z,	one. 39
Figura 30: stazioni utilizzate per la localizzazione, epicentro dell'evento del 18/05/2019 02:17:55 UTC verificato	si a
profondità 14.54 km	40
Figura 31: forme d'onda (segnale raw filtrato) delll'evento 7, registrate dalle stazioni utilizzate per la localizzazio	one.
Dall'alto, componenti E, N, Z	41
Figura 32: matrice di coerenza, piano X-Y. Lo zero degli assi è lo spigolo a sud-ovest della griglia	42
Figura 33: matrice di coerenza, piano X-Z. Asse delle ordinate positivo verso il basso.	42
Figura 34: matrice di coerenza, piano Y-Z. Asse delle ordinate positivo verso il basso.	43
Figura 35: stazioni utilizzate per la localizzazione, epicentro dell'evento del 18/05/2019 02:42:37 UTC verificato	si a
profondità 13.85 km	44
Figura 36: forme d'onda (segnale raw filtrato) delll'evento 8, registrate dalle stazioni utilizzate per la localizzazio Dall'alto, componenti F. N. 7.	one. 45
Figura 37: stazioni utilizzate per la localizzazione, epicentro dell'evento del 18/05/2019 02:43:51 UTC verificato profondità 15.50 km	si a 46
Figura 38: forme d'onda (segnale raw filtrato) delll'evento 9, registrate dalle stazioni utilizzate per la localizzazio	one.
Eigura 20: matrice di cooronza, piano V.V.Le zero degli assi è le spigale a sud avest della griglia	4/ 10
Figura 33. matrice di coeronza, piano X-7. Lo zero degli assi e io spigolo a sud-ovest della griglia	40 رر
Figura 40. matrice di coeronza, piano X-Z. Asse delle ordinate positivo verso il basso.	48
Figura 41. matrice di coerenza, piano 1-2. Asse delle ordinate positivo verso il basso.	49 ci o
profondità 11.84 km	si a 50
Figura 43: forme d'onda (segnale raw filtrato) delll'evento 10, registrate dalle stazioni utilizzate per la localizzazi Dall'alto, componenti E, N, Z	ione. 51

Figura 44: stazioni utilizzate per la localizzazione, epicentro dell'evento del 23/05/2019 13:14:51 UTC verificatosi a profondità 28.29 km	2
Figura 45: forme d'onda (segnale raw filtrato) delll'evento 11, registrate dalle stazioni utilizzate per la localizzazione Dall'alto, componenti E, N, Z,	:. 3
Figura 46: matrice di coerenza, piano X-Y. Lo zero degli assi è lo spigolo a sud-ovest della griglia	4
Figura 47: matrice di coerenza, piano X-Z. Asse delle ordinate positivo verso il basso.	4
Figura 48: matrice di coerenza, piano Y-Z. Asse delle ordinate positivo verso il basso.	5
Figura 49: stazioni utilizzate per la localizzazione, epicentro dell'evento del 25/05/2019 09:16:32 UTC verificatosi a profondità 21.52 km	6
Figura 50: forme d'onda (segnale raw filtrato) delll'evento 12, registrate dalle stazioni utilizzate per la localizzazione Dall'alto, componenti E, N, Z	7
Figura 51: stazioni utilizzate per la localizzazione, epicentro dell'evento del 25/05/2019 16:59:11 UTC verificatosi a profondità 18.07 km	8
Figura 52: forme d'onda (segnale raw filtrato) delll'evento 13, registrate dalle stazioni utilizzate per la localizzazione Dall'alto, componenti E, N, Z	9
Figura 53: matrice di coerenza, piano X-Y. Lo zero degli assi è lo spigolo a sud-ovest della griglia	C
Figura 54: matrice di coerenza, piano X-Z. Asse delle ordinate positivo verso il basso	D
Figura 55: matrice di coerenza, piano Y-Z. Asse delle ordinate positivo verso il basso	1
Figura 56: stazioni utilizzate per la localizzazione, epicentro dell'evento del 30/05/2019 09:44:33 UTC verificatosi a profondità 19.51 km	2
Figura 57: forme d'onda (segnale raw filtrato) delll'evento 14, registrate dalle stazioni utilizzate per la localizzazione Dall'alto, componenti E, N, Z	3
Figura 58: matrice di coerenza, piano X-Y. Lo zero degli assi è lo spigolo a sud-ovest della griglia64	4
Figura 59: matrice di coerenza, piano X-Z. Asse delle ordinate positivo verso il basso.	4
Figura 60: matrice di coerenza, piano Y-Z. Asse delle ordinate positivo verso il basso	5
Figura 61: stazioni utilizzate per la localizzazione, epicentro dell'evento del 05/06/2019 21:03:25 UTC verificatosi a profondità 19.13 km	6
Figura 62: forme d'onda (segnale raw filtrato) delll'evento 15, registrate dalle stazioni utilizzate per la localizzazione Dall'alto, componenti E, N, Z	7
Figura 63: matrice di coerenza, piano X-Y. Lo zero degli assi è lo spigolo a sud-ovest della griglia	8
Figura 64: matrice di coerenza, piano X-Z. Asse delle ordinate positivo verso il basso	8
Figura 65: matrice di coerenza, piano Y-Z. Asse delle ordinate positivo verso il basso	Э
Figura 66: stazioni utilizzate per la localizzazione, epicentro dell'evento del 30/06/2019 05:58:52 UTC verificatosi a profondità 1.97 km	0
Figura 67: forme d'onda (segnale raw filtrato) delll'evento 16, registrate dalle stazioni utilizzate per la localizzazione	:.
Dall'alto, componenti E, N, Z	1

1. Introduzione

La rete microsismica denominata Tempa Rossa è stata installata presso la Concessione Gorgoglione, su richiesta di TOTAL E&P Italia Spa, ed è sita in Basilicata, nelle province di Potenza e Matera.

Lo scopo della rete è il monitoraggio sismico del volume individuato dai Domini di Rilevazione, in accordo con il documento *"Indirizzi e linee guida per il monitoraggio della sismicità, delle deformazioni del suolo e delle pressioni di poro nell'ambito delle attività antropiche"* (Dialuce, et al., 2014), redatto nel 2014 dal Gruppo di Lavoro istituito dalla Commissione per gli Idrocarburi e le Risorse Minerarie (CIRM) del MISE (Ministero dello Sviluppo Economico) e in accordo al Rapporto di Monitoraggio Sismico di Baseline redatto da INGV (Piccinini, et al., 2016).

Gli Indirizzi e le Linee Guida (da qui in avanti ILG) prevedono il monitoraggio del sito al fine di misurare in continuo l'eventuale sismicità indotta, e forniscono riferimenti tecnici per la progettazione della rete di monitoraggio, in termini di volumi dell'area da monitorare e di caratteristiche della strumentazione.

Per l'inquadramento geologico si rimanda al Rapporto di Monitoraggio Sismico di Baseline redatto da INGV (Piccinini, et al., 2016), per la descrizione della strumentazione, gli schemi d'impianto, i collegamenti elettrici e le schede monografiche si rimanda al Manuale HW (Solgeo srl, 2018).

In questo report, che riguarda il periodo aprile-giugno 2019, vengono descritti:

- lo stato di funzionamento della rete;
- la procedura di elaborazione dati;
- gli eventi sismici localizzati nell'area di interesse.

2. Descrizione della rete

La rete di monitoraggio è costituita da 12 stazioni a sei canali, la cui installazione è stata completata il 20/09/2018.



In Figura 1 sono mostrati i siti in cui sono installate le stazioni di monitoraggio; in Tabella 1 è riportata la strumentazione per ogni stazione sismica.

Figura 1: rete microsismica. Proiezioni in superficie dei Domini di rilevazione e, in nero, i limiti della Concessione.

ID	Comune	Lat. [°]	Long. [°]	Data di installazione	Sensore 1	Sensore 2
TR01	Laurenzana	40.48	16.02	05/09/18	Sism. SARA SS02	Acc. SARA SA10
TR02	Calvello	40.49	15.87	20/09/18	Sism. SARA SS02	Acc. SARA SA10
TR03	Albano di Lucania	40.59	16.01	05/09/18	Sism. SARA SS02	Acc. SARA SA10
TR04	San Mauro Forte	40.50	16.22	07/08/18	Sism. SARA SS02	Acc. SARA SA10
TR05	Guardia Perticara	40.38	16.10	03/09/18	Sism. SARA SS08 (BB)	Acc. SARA SA10
TR06	Gallicchio	40.29	16.12	09/08/18	Sism. SARA SS02	Acc. SARA SA10
TR07	Laurenzana	40.45	15.96	18/09/18	Sism. SARA SS02	Acc. SARA SA10
TR08	Corleto Perticara	40.39	16.01	31/08/18	Sism. SARA SS02	Acc. SARA SA10
TR09	Stigliano	40.40	16.21	19/09/18	Sism. SARA SS02	Acc. SARA SA10
TR10	Corleto Perticara	40.43	16.10	30/08/18	Sism. SARA SS02	Acc. SARA SA10
TR11	Pietrapertosa	40.47	16.10	19/09/18	Sism. SARA SS02	Acc. SARA SA10
TR12	Corleto Perticara	40.41	16.03	03/09/18	Sism. SARA SS02	Acc. SARA SA10

Tabella 1: coordinate delle stazioni microsismiche (WGS84) e strumentazione installata.

3. Operatività della rete di monitoraggio – interventi e/o sostituzioni

Nei paragrafi seguenti viene riportata la copertura dei dati acquisiti dalla rete nel periodo esaminato e sono elencati gli interventi di manutenzione. Lo stato delle stazioni, in particolare la tensione delle batterie, è monitorato in tempo reale dal software SEISMOSTRU.

3.1.Copertura dei dati

Nel periodo di riferimento (01/04/2019 – 30/06/2019), la rete nel suo complesso ha garantito una copertura dei dati pari a 96.3%.

La copertura della rete è stata calcolata con il software SEISMOSCAN (appartenente alla suite SEISMOWIN), che fornisce il totale dei secondi di dato mancante per singolo canale in un periodo a scelta dell'utente (singolo giorno, un mese intero, ecc...).

In Tabella 2 sono elencate le percentuali di funzionamento delle singole stazioni, durante i mesi oggetto del report. Si segnalano:

- parziale mancanza dei dati delle stazioni TR05 e TR11 nel mese di aprile;
- parziale mancanza dei dati delle stazioni TR01 e TR12 nel mese di maggio;

Queste interruzioni nell'acquisizione sono state causate da un guasto degli acquisitori

	Percentuale di funzionamento			
Stazione	Aprile Maggio Giugno			
TR01	100.0	68.1	100.0	
TR02	100.0	99.9	100.0	
TR03	99.9	99.9	100.0	
TR04	100.0	99.9	100.0	
TR05	76.9	100.0	100.0	
TR06	100.0	99.9	100.0	
TR07	100.0	99.9	100.0	
TR08	100.0	99.9	100.0	
TR09	99.3	99.9	100.0	
TR10	100.0	99.9	95.7	
TR11	53.5	99.9	100.0	
TR12	99.7	74.2	100.0	
Rete	94.1	95.1	99.6	

Tabella 2: percentuale di funzionamento delle stazioni nel periodo aprile-giugno 2019

In Figura 2 sono riportate, per ogni mese, le percentuali di funzionamento delle singole stazioni; in Figura 3 la percentuale di funzionamento dell'intera rete per ogni mese.



Figura 2: percentuale di funzionamento per singola stazione nei mesi oggetto del report.



Figura 3: percentuale di funzionamento della rete nel periodo aprile - giugno 2019

3.2.Sostituzioni

A metà maggio è stata effettuata una manutenzione ordinaria su tutte le stazioni.

In Tabella 3 sono elencati gli interventi di manutenzione eseguiti nel periodo aprile-giugno 2019.

Stazione	Data	Intervento	
TR05	18/04/2019	Sostituzione acquisitore. Aggiunto stabilizzatore	
TR11	19/04/2019	Sostituzione acquisitore. Aggiunto stabilizzatore	
Tutte le stazioni tranne TR05 e TR11	13-17/05/2019	Aggiunto stabilizzatore	
TR12	14/05/2019	Sostituzione acquisitore	
TR01	16/05/2019	Sostituzione acquisitore	

Tabella 3: interventi di manutenzione e/o riparazione nel periodo aprile-giugno 2019

4. Procedura di elaborazione dati

I dati sono stati acquisiti in tempo reale tramite il software SEISMOLOG, che esegue, durante la stessa fase di acquisizione, una pre-elaborazione dei segnali costituita da filtraggio e triggering con algoritmo STA/LTA (Short Term Average/Long Term Average) (Trnkoczy, 1999;2002); in Tabella 4 i parametri utilizzati per il triggering STA/LTA.

Filtro		Frequenza [Hz]	Ordine
	Passa-alto	1	2
	Passa-basso	20	2
STA/LTA			
	Lunghezza STA [s]	0.5	
	Lunghezza LTA [s]	5	
	Soglia di trigger	3	
	Soglia di de-trigger	2	
	Pre-event (PEM) [s]	10	
	Post event (PET) [s]	30	

Tabella 4: parametri del trigger STA/LTA

I segnali così selezionati vengono inviati al software SEISMODESK, che esegue il picking e la localizzazione automatica degli eventi sismici, se rilevati da almeno 3 stazioni: per questa prima localizzazione SEISMODESK implementa Hypo71 (Lee & Lahr, 1975).

Le localizzazioni automatiche sono state riviste dall'operatore, che:

- ha corretto, laddove necessario, i picking manuali;
- ha estratto una porzione di segnale più lunga, laddove il Post-event risultava troppo breve;
- ha estratto il segnale di tutti i velocimetri, laddove l'evento automatico era stato localizzato utilizzando poche stazioni;
- ha localizzato l'evento con HypoEllipse (Lahr, 2002), implementato all'interno di SEISMODESK.

Inoltre, è stata eseguita anche un'elaborazione offline costituita da:

- triggering STA/LTA dei segnali acquisiti dai velocimetri, utilizzando il software SEISMOSCAN;
- estrazione dei tag su tutti i segnali (acquisiti da velocimetri e accelerometri), utilizzando il software SEISMOSCAN per rilevare le coincidenze (trigger presente in almeno 4 stazioni entro un range di 4 s);

- visualizzazione dei segnali così ottenuti con il software Snuffler, un modulo della libreria python Pyrocko (Heimann, et al., 2017), sviluppato dai ricercatori del GFZ – German Research Centre for Geosciences;
- picking manuale dei primi arrivi delle onde P e S, così da individuare gli eventi più prossimi alla rete caratterizzati da una differenza tra il tempo d'arrivo dell'onda P e quello dell'onda S non superiore a 5-6 s.

Gli eventi sono stati localizzati utilizzando una nuova metodologia di localizzazione, basata sulla coerenza delle forme d'onda, che permette di ottenere una buona localizzazione anche in casi di rapporto S/N basso o di eventi con tempo origine molto ravvicinati. Questa metodologia è implementata nel software LOKI (earthquake Location by waveform staCKing) (Grigoli, et al., 2014). In alcuni casi, in particolare per gli eventi fuori rete, si è utilizzata la tecnica classica di picking dei primi arrivi e localizzazione con HypoEllipse (Lahr, 2002), poiché il metodo della coerenza delle forme d'onda non ha dato risultati soddisfacenti, proprio per la lontananza dell'evento dalla rete. In alcuni casi si sono utilizzati i dati delle vicine stazioni INGV.

4.1. Modello di velocità

Per elaborare i dati del periodo in oggetto (01/04/2019-30/06/2019) si è prodotto un nuovo modello crostale, basandosi sul modello 3D ottenuto da INGV, descritto nel Rapporto di Monitoraggio Sismico di Baseline redatto da INGV (Piccinini, et al., 2016), e gentilmente fornitoci da INGV dopo richiesta da parte di TOTAL E&P Italia.

Anche se il software LOKI consente di utilizzare un modello crostale tridimensionale, si è ritenuto opportuno non fare uso del modello ottenuto da INGV, per due motivi:

- per avere omogeneità tra gli eventi sismici localizzati con i due localizzatori (HypoEllipse e LOKI), poiché HypoEllipse (Lahr, 2002) non può usare modelli 3D;
- 2) perché il modello 3D è discretizzato con passo 4 km in tutte e tre le direzioni, mentre la griglia utilizzata in LOKI è discretizzata con passo 250 m e la rete si estende per circa 30x30 km: utilizzandolo non avremmo ottenuto delle migliorie nelle localizzazioni tali da giustificare l'aumento di risorse computazionali che il processo di localizzazione avrebbe richiesto.

Si è invece utilizzato il modello 3D di INGV per produrre un nuovo modello 1D mediando, per ogni strato (profondità del top dello strato pari a 0, 4, 8, 12, 16, 20, 24, 34, 44 km), i valori di Vp e di Vp/Vs per i soli punti interni alla griglia utilizzata per le localizzazioni con Loki.

Profondità [km]	Vp [km/s]	Vs [km/s]	Vp/Vs
0 - 4	3.99	2.12	1.88
4 – 8	6.07	3.23	1.88
8 – 12	6.45	3.43	1.88
12 – 16	6.50	3.46	1.88
16 – 20	6.50	3.49	1.86
20 - 44	6.51	3.50	1.86
44 -	7.31	3.93	1.86

Il modello è descritto in Tabella 5 e mostrato in Figura 4.

Tabella 5: modello 1D ottenuto dal modello 3D fornito da INGV



Figura 4: modello di velocità

5. Metodo di localizzazione degli eventi sismici

Come già accennato, alcuni eventi sono stati localizzati con un metodo che fa parte delle cosiddette tecniche avanzate di localizzazione, che non si basa sul picking dei primi arrivi ma sulla coerenza della forma d'onda: questi metodi consentono una buona localizzazione anche nel caso di eventi molto ravvicinati nei tempi o addirittura sovrapposti (caso tipico quando si parla di sismicità indotta da operazioni antropiche quali quelle sotto monitoraggio), per i quali l'operazione di picking, automatica o manuale, potrebbe portare ad eventi "persi" oppure a un picking incorretto e quindi a errate stime della magnitudo.

La zona di interesse viene discretizzata in una griglia 3D. Per ogni forma d'onda relativa a ogni stazione, viene calcolato il rapporto STA/LTA di due funzioni caratteristiche: l'energia della componente verticale, per l'onda P; una funzione ottenuta attraverso la tecnica PCA (principal component analysis), per l'onda S. Le tracce STA/LTA delle funzioni caratteristiche per tutte le stazioni della rete vengono utilizzate come input al processo di localizzazione basato sulla coerenza delle forme d'onda.

Per ogni nodo della griglia, che rappresenta una potenziale localizzazione dell'evento, vengono calcolati i tempi di arrivo teorici, a tutte le stazioni della rete, delle onde P ed S di eventi sismici con tempi origine diversi, e viene calcolata la funzione di coerenza corrispondente.

Si ottiene una matrice multidimensionale il cui massimo assoluto corrisponde alle coordinate spaziali dell'evento sismico: la coerenza assume valori compresi tra 0 e 1 (valori prossimi a 1 indicano una localizzazione molto buona).

L'incertezza nella localizzazione è calcolata iterando il processo di localizzazione al variare dei parametri per il calcolo del rapporto STA/LTA: dalla distribuzione delle localizzazioni ottenute viene calcolata una media pesata, utilizzando il valore di coerenza come peso, e una matrice pesata di covarianza: la media pesata è la migliore stima della localizzazione dell'ipocentro, mentre l'informazione sull'incertezza viene estratta dalla matrice di covarianza (Grigoli, et al., 2014). In Figura 5 e Figura 6 è mostrato il processo di localizzazione.



Figura 5: metodo di localizzazione tramite stacking della forma d'onda per differenti localizzazioni della sorgente (in giallo nella colonna a) e tempi origine (colonne b, $c \in d$) (Cesca & Grigoli, 2015).



Figura 6: matrici di coerenza per differenti Δt : la massima coerenza si ha al tempo origine t₀. (Cesca & Grigoli, 2015)

Vengono di seguito riportati gli eventi occorsi nella zona di interesse, che si estende in superficie per circa 41x43 km e in profondità per 50 km, e che racchiude i Domini di Rilevazione. Questo volume è di seguito indicato come *Griglia locale*.

Essa è discretizzata con passo 250 m in tutte e tre le direzioni e le uniche stazioni della Rete Sismica Nazionale presenti nella zona sono MCEL e PTRP. In Tabella 6 le informazioni sulle stazioni INGV.

Per ogni evento viene indicato se le stazioni sono state utilizzate.

Nome Rete	ID Stazione	Lat. [°]	Long. [°]	Quota [Km]	Canali
11.7	MCEL	40.32	15.80	0.96	HH*
IV	PTRP	40.52	16.06	1.08	HH*

Tabella 6: stazioni INGV presenti nell'area racchiusa dalla griglia utilizzata.

Sono indicati i canali eventualmente utilizzati (l'asterisco al posto del terzo carattere, che si riferisce alla componente E, N, o Z, significa che sono stati considerati tutti e tre i canali del sensore); il primo carattere indica il tipo di sensore (H significa velocimetro High Broad Band), da nomenclatura standard del formato SEED¹.

In Figura 7 la griglia utilizzata per la localizzazione con LOKI, i limiti dei Domini di rilevazione e le stazioni in essa contenute.



Figura 7: griglia utilizzata per la localizzazione e stazioni (INGV e TOTAL) al suo interno.

¹ v. il manuale di riferimento per il formato SEED: <u>http://www.fdsn.org/seed_manual/SEEDManual_V2.4_Appendix-A.pdf</u>

6. Eventi sismici

Nel periodo 01/04/2019 – 30/06/2019 sono stati localizzati 16 eventi sismici: di questi, 8 hanno l'epicentro nei Domini di Rilevazione (2 nel Dominio Interno, a profondità maggiori di 7 km).

In Tabella 7 il numero di eventi localizzati il cui epicentro ricade nelle aree di interesse.

Eventi con epicentro nella griglia:		16
	Eventi con epicentro:	
nei Domini di Rilevazione	nel Dominio Interno	entro i limiti della Concessione
8	2	0

Tabella 7: numero di eventi localizzati e distribuzione spaziale

In Tabella 8 il dettaglio degli eventi sismici localizzati nella griglia.





Id	Tempo Origine [gg/mm/aaaa hh:mm:ss UTC]	Lat. [°]	Long. [°]	Profondità [km]	Incertezza sulla localizzazione ² [km]	Mı	Incertezza sulla magnitudo	Dist. epicentrale dalla stazione più vicina [km]	Localizzatore	Stazioni INGV usate
1	08/04/2019 21:34:34	40.50	16.10	7.60	0.40	0.7	0.2	7.34 ³	Desk - HypoEllipse	-
2	13/04/2019 00:13:21	40.40	15.94	11.95	0.36	2.0	0.2	5.10	LOKI	-
3	17/04/2019 03:06:01	40.59	16.06	23.60	0.50	0.4	0.3	4.21	Desk - HypoEllipse	-
4	23/04/2019 11:24:06	40.54	16.01	17.22	1.24	1.0	0.3	5.05	LOKI	PTRP
5	07/05/2019 07:20:05	40.56	16.19	15.12	0.50	0.9	0.2	7.59	Desk - HypoEllipse	-
6	18/05/2019 01:13:29	40.97	16.16	16.96	0.60	0.3	0.3	5.04	Desk - HypoEllipse	-
7	18/05/2019 02:17:55	40.46	16.19	14.54	1.15	0.9	0.3	4.77	LOKI	-
8	18/05/2019 02:42:37	40.46	16.24	13.85	1.00	0.2	0.2	5.02	Desk - HypoEllipse	-
9	18/05/2019 02:43:51	40.45	16.17	15.50	0.25	0.8	0.3	5.98	LOKI	-
10	19/05/2019 11:23:17	40.46	16.21	11.84	0.40	0.9	0.3	3.75	Desk - HypoEllipse	-
11	23/05/2019 13:14:51	40.62	12.27	28.29	2.37	1.5	0.2	14.31	LOKI	-
12	25/05/2019 09:16:32	40.52	15.80	21.52	0.60	0.6	0.1	7.07	Desk - HypoEllipse	-
13	25/05/2019 16:59:11	40.53	15.83	18.07	2.41	1.3	0.2	6.54	LOKI	-
14	30/05/2019 09:44:33	40.52	15.81	19.51	2.42	0.9	0.1	6.47	LOKI	-
15	05/06/2019 21:03:25	40.52	15.81	19.13	1.84	0.7	0.2	6.73	LOKI	-
16	30/06/2019 05:58:52	40.39	15.92	1.97	0.30	0.3	0.3	7.37	Desk - HypoEllipse	-

Tabella 8: eventi sismici localizzati nella griglia.

 ² Raggio della sfera centrata sull'ipocentro
³ Dati della stazione TR11, distante 2.86 km, non disponibili





Gli eventi per i quali il Localizzatore indicato è DESK - HypoEllipse, sono stati localizzati con la tecnica classica del picking dei primi arrivi.

Gli eventi con sfondo verde hanno epicentro nei Domini di Rilevazione (quelli in blu in grassetto hanno epicentro nel Dominio Interno); non ci sono eventi con epicentro nella Concessione.

La magnitudo locale è stata calcolata con il software SEISMODESK, applicando la legge di attenuazione di (Bakun & Joyner, 1984) al segnale convertito per la risposta del sismografo Wood-Anderson.

In Figura 8 gli epicentri degli eventi sismici.







Figura 8: eventi sismici localizzati

SOLGEO - Report Gorgoglione aprile - giugno 2019





In Figura 9 il numero di eventi sismici raggruppati per magnitudo locale, localizzati

nella griglia.





In Figura 10 la distribuzione di magnitudo locale degli eventi localizzati.



Figura 10: distribuzione di magnitudo locale nel periodo aprile-giugno 2019, degli eventi sismici localizzati nella griglia: in rosso gli eventi il cui epicentro ricade nei Domini di Rilevazione.





In Figura 11 la distribuzione delle profondità degli eventi sismici localizzati nella

griglia.









6.1.Evento 1: 08/04/2019 21:34:34 UTC

Id	Tempo Origine [gg/mm/aaaa hh:mm:ss UTC]	Lat. [°]	Long. [°]	Profondità [km]	Incertezza sulla localizzazione [km]	Mı
1	08/04/2019 21:34:34	40.50	16.10	7.60	0.40	0.7 ± 0.2

In Figura 12 sono mostrate le stazioni utilizzate per la localizzazione dell'evento sismico, l'epicentro e i limiti dei Domini di rilevazione e della Concessione.



Figura 12: stazioni utilizzate per la localizzazione, epicentro dell'evento del 08/04/2019 21:34:34 UTC verificatosi a profondità 7.60 km

In Figura 13 sono mostrati i segnali acquisiti dalle stazioni usate per la localizzazione dell'evento 1: dall'alto verso il basso, componente E, N, Z.





TR TR01 00 EHE	าสมุญรารปฏิการการประการสารางการสารประการปฏิบัตร์ การปรับปฏิบัตรายการการประการประการประการประการประการประการปรับ		MMMMMM	Magalangalangkan san san san san san san san san san s	ng manados na prantes n
TR TR02 00 EHE		~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~	www.www.	www.www.	jangen Manan
TR TR04 00 EHE			MMMMmmmmmmmmmmmmmmmmmmmmmmmmmmmmmmmmmm	lan management and the second s	
TR TR05 00 HHE	Man War and Market Market	~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~	hallalana		mannun
TR TR06 00 EHE	สมาในประวัติหมือนารักษณ์ที่อยู่มีสารประสารประสารประสารประสารประสารประสารประสารประสารประสารประสารประสารประสารปร	^{an} ayarawan serangken di ana ana kadalan sa kadalari yakalari katikati yaka	ospectul printed with a section of the printed sector	helpythyrana halfrondinaaraad	nill ^{ak} ahlisid ^{ak} lahadh
TR TR07 00 EHE			MMMMMMmmmmm	manna an	~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~
TR TR08 00 EHE		wew/1/1/14/1	MMM Mar Mar Mar Mar Mar Mar Mar Mar Mar	Martine Martine Martine Martine Martine Martine Martine Martine Martine Martine Martine Martine Martine Martine Martine Martine	
TR TR10 00 EHE	\$6,5%.4%.1%.2%.2%.2%.2%.2%.2%.2%.2%.2%.2%.2%.2%.2%		MMMM	www	and a subscription of the
TR TR12 00 EHE		walatwijw/Marv	hymheren		
21:3	34:25 21:34:30	21:34:35 21:34:40	21:34:45	21.34.50	21:34:55
apr 08, 2019				Enbrido	
apr 08, 2019					
apr 08, 2019 TR TR01 00 EHN			M.M.M.		
apr 08, 2019 TR TR01 00 EHN TR TR02 00 EHN			www.www.www.www.www.www.www.www.www.ww	www.www.	
apr 08, 2019 TR TR01 00 EHN TR TR02 00 EHN TR TR04 00 EHN			NANNANANANANANANANANANANANANANANANANAN	www.www.www.www.www.www.www.www.www.ww	
apr 08, 2019 TR TR01 00 EHN TR TR02 00 EHN TR TR04 00 EHN TR TR05 00 HHN			MM-MMMmmmmmm MMMMMMMMmmmmmm MM-MMMMMMMMmmmmmmmm		han ha
apr 08, 2019 TR TR01 00 EHN TR TR02 00 EHN TR TR04 00 EHN TR TR05 00 HHN TR TR06 00 EHN			manificial manifications and the second s manuficial second seco	Marken and a second and a secon	when the
apr 08, 2019 TR TR01 00 EHN TR TR02 00 EHN TR TR04 00 EHN TR TR05 00 EHN TR TR06 00 EHN TR TR07 00 EHN		verifier of the second se	annannannannannan Mhallanannannan Mhallanannannannan Mhallanannannannannannannan		100 m
apr 08, 2019 TR TR01 00 EHN TR TR02 00 EHN TR TR04 00 EHN TR TR05 00 EHN TR TR06 00 EHN TR TR07 00 EHN		24////////////////////////////////////	annon an annon a Annon annon anno		
TR TR01 00 EHN TR TR02 00 EHN TR TR04 00 EHN TR TR05 00 HHN TR TR06 00 EHN TR TR07 00 EHN TR TR08 00 EHN		v.) .) v.v.). v.v.v.v.v. h v.v.v. .) v.v.v.v.v. h v.v.v. .)	annannannanna Minimunannan Minimunannan Minimunannan Minimunannan Minimunannan Minimunannan Minimunannannan Minimunannannannan Minimunannannan		



21:34:40

21:34:45

21:34:50

21:34:55

21:34:30

21:34:25

арг 08, 2019

21:34:35







6.2. Evento 2: 13/04/2019 00:13:21 UTC

Id	Tempo Origine [gg/mm/aaaa hh:mm:ss UTC]	Lat. [°]	Long. [°]	Profondità [km]	Incertezza sulla localizzazione [km]	Mı
2	13/04/2019 00:13:21	40.40	15.94	11.95	0.36	2.0 ± 0.2

In Figura 14 sono mostrate le stazioni utilizzate per la localizzazione dell'evento sismico, l'epicentro e i limiti dei Domini di rilevazione e della Concessione.



Figura 14: stazioni utilizzate per la localizzazione, epicentro dell'evento del 13/04/2019 00:13:21 UTC verificatosi a profondità 11.95 km

In Figura 15 sono mostrati i segnali acquisiti dalle stazioni usate per la localizzazione dell'evento 2: dall'alto verso il basso, componente E, N, Z.



Γ



EHE TR TR01 00	
EHE TR TR02 00	
EHE TR TR03 00	we used as a computer for a first stratification of the second strategy and the se
EHE TR TR04 00	Harbalt Les and Let R. and Market
EHE TR TR06 00	
EHE TR TR07 00	
EHE TR TR08 00	
EHE TR TR09 00	
EHE TR TR10 00	
EHE TR TR12 00	
00:1 apr 13, 2019	13:20 00:13:25 00:13:30 00:13:35 00:13:40
EHN TR TR01 00	White the second s
EHN TR TR02 00	
EHN TR TR03 00	www.www.www.www.www.www.www.www.www.ww
EHN TR TR04 00	a man make a base of the full the second of the second second second second second second second second second
	and have a second s
	and the same constitution of a first state of a first sta
EHN TR TR08 00	
EHN TR TR09 00	
EHN TR TR10 00	
EHN TR TR12 00	
apr 13, 2019	0,15,20 00,15,20 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,15,40 00,100,100,100,100,100,100,100,100,100
EHZ TR TR01 00	
EHZ TR TR02 00	
EHZ TR TR03 00	
EHZ TR TR04 00	
EHZ TR TR06 00	Mannandamanan
EHZ TR TR07 00	
EHZ TR TR08 00	
EHZ TR TR09 00	
EHZ TR TR10 00	Malan Marin Marin Marin Marine Ma Ana ana ana ana ana ana ana ana ana ana
EHZ TR TR12 00	
00:1	13:20 00:13:25 00:13:30 00:13:35 00:13:40

Figura 15: forme d'onda (segnale raw filtrato) delll'evento 2, registrate dalle stazioni utilizzate per la localizzazione. Dall'alto, componenti E, N, Z.







Figura 16: matrice di coerenza, piano X-Y. Lo zero degli assi è lo spigolo a sud-ovest della griglia.



Figura 17: matrice di coerenza, piano X-Z. Asse delle ordinate positivo verso il basso.







Figura 18: matrice di coerenza, piano Y-Z. Asse delle ordinate positivo verso il basso.





6.3. Evento 3: 17/04/2019 03:06:01 UTC

Id	Tempo Origine [gg/mm/aaaa hh:mm:ss UTC]	Lat. [°]	Long. [°]	Profondità [km]	Incertezza sulla localizzazione [km]	Mı
3	17/04/2019 03:06:01	40.59	16.06	23.60	0.50	0.4 ± 0.3

In Figura 19 sono mostrate le stazioni utilizzate per la localizzazione dell'evento sismico, l'epicentro e i limiti dei Domini di rilevazione e della Concessione.



Figura 19: stazioni utilizzate per la localizzazione, epicentro dell'evento del 17/04/2019 03:06:01 UTC verificatosi a profondità 23.60 km

In Figura 20 sono mostrati i segnali acquisiti dalle stazioni usate per la localizzazione dell'evento 3: dall'alto verso il basso, componente E, N, Z.





EHE TR TR01 00	,	
EHE TR TR02 00		
EHE TR TR03 00		
EHE TR TR04 00	o	,
EHE TR TR06 00	and a second and the first the first the second and the first the second and the	
EHE TR TR07 00		
EHE TR TR08 00)	
EHE TR TR10 00	, manual and a second warder and the second	,
EHE TR TR12 00	> https://www.www.www.www.www.www.www.www.www.w	
03: apr 17, 2019	3:06:00 03:06:05 03:06:10 03:06:15 03:06:20 03:06:25 03:0)6:30
	hitting a start of the start of the	
EHN TR TR01 00	,	~
EHN TR TR02 00	, manana manana ang ang ang ang ang ang ang ang an	**./
EHN TR TR03 00		~
EHN TR TR04 00	,	~~
EHN TR TR06 00	,	
EHN TR TR07 00	,	nΛ
EHN TR TR08 00	, warman warman and a second warman and a second a second and a second and a second a s	ner
EHN TR TR10 00	, warman warm	~
EHN TR TR12 00	. man	um.
03:0 apr 17, 2019	:06:00 03:06:05 03:06:10 03:06:15 03:06:20 03:06:25 03	1:06:30
	Must be according to the state state of the	1
EHZ TR TR01 00		
EHZ TR TR02 00		
EHZ TR TR03 00		
EHZ TR TR04 00		
EHZ TR TR06 00	and the second	
EHZ TR TRO7 00	ware and a second of the second of the second of the second filler and the second of the	
EHZ TR TROS 00	a a a a a a a a a a a a a a a a a a a	
EHZ TR TR10 00	alle aller and and all all all all all all all all all al	
EHZ TR TR12 00	прантациянного учанана и и и и и и и и и и и и и и и и и	6:30
apr 17, 2019		







6.4. Evento 4: 23/04/2019 11:24:06 UTC

ld	Tempo Origine [gg/mm/aaaa hh:mm:ss UTC]	Lat. [°]	Long. [°]	Profondità [km]	Incertezza sulla localizzazione [km]	Mı	Stazioni INGV
4	23/04/2019 11:24:06	40.54	16.01	17.22	1.24	1.0 ± 0.3	PTRP

In Figura 21 sono mostrate le stazioni utilizzate per la localizzazione dell'evento sismico, l'epicentro e i limiti dei Domini di rilevazione e della Concessione.



Figura 21: stazioni utilizzate per la localizzazione, epicentro dell'evento del 23/04/2019 11:24:06 UTC verificatosi a profondità 17.22 km

In Figura 22 sono mostrati i segnali acquisiti dalle stazioni usate per la localizzazione dell'evento 4: dall'alto verso il basso, componente E, N, Z.





IV PTRP HHE		www.www.WWWWwww	MMMMMMM	~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~	~~~~~
TR TR01 00 EHE			··//·····	·····	
TR TR02 00 EHE			MMM	M	
TR TR03 00 EHE	and a second a se	m.m.m.m.h.m.h.m.m.m.m.m.m.m.m.m.m.m.m.m	have have have a have been a second where the second secon	Mound-manage	en
TR TR04 00 EHE	(MMM/MM)/putternal-second second performance-stranssec-		UMMANNMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMM	adalan da faabaalaan ah	Norman and
TR TR07 00 EHE		MWW		~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~	
TR TR08 00 EHE	~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~		MMM Mary Mary mary	My Marine Ma	
TR TR09 00 EHE			man MMMMMM	Mummu	~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~
TR TR10 00 EHE		MMM Marine and MMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMM	MMM	Mummun	·····
TR TR11 00 EHE	and the second second and the second s		MMMMmmmmmm		
TR TR12 00 EHE		May man	MMMM	Multim	······
11:2 apr 23, 2019	24:05 11:24:10	11:24:15	11:24:20	11:24:25	11:24:30



IV PTRP HHZ	
TR TR01 00 EHZ	
TR TR02 00 EHZ	
TR TR03 00 EHZ	
TR TR04 00 EHZ	warmen war
TR TR07 00 EHZ	
TR TR08 00 EHZ	
TR TR09 00 EHZ	~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~
TR TR10 00 EHZ	
TR TR11 00 EHZ	
TR TR12 00 EHZ	······································
11:2 apr 23, 2019	44:05 11:24:10 11:24:15 11:24:20 11:24:25 11:24:

Figura 22: forme d'onda (segnale raw filtrato) delll'evento 4, registrate dalle stazioni utilizzate per la localizzazione. Dall'alto, componenti E, N, Z.

SOLGEO - Report Gorgoglione aprile - giugno 2019







Figura 23: matrice di coerenza, piano X-Y. Lo zero degli assi è lo spigolo a sud-ovest della griglia.



Figura 24: matrice di coerenza, piano X-Z. Asse delle ordinate positivo verso il basso.







Figura 25: matrice di coerenza, piano Y-Z. Asse delle ordinate positivo verso il basso.





6.5. Evento 5: 07/05/2019 07:20:05 UT

Id	Tempo Origine [gg/mm/aaaa hh:mm:ss UTC]	Lat. [°]	Long. [°]	Profondità [km]	Incertezza sulla localizzazione [km]	Mı
5	07/05/2019 07:20:05	40.56	16.19	15.12	0.50	0.9 ± 0.2

In Figura 26 sono mostrate le stazioni utilizzate per la localizzazione dell'evento sismico, l'epicentro e i limiti dei Domini di rilevazione e della Concessione.



Figura 26: stazioni utilizzate per la localizzazione, epicentro dell'evento del 07/05/2019 07:20:05 UTC verificatosi a profondità 15.12 km

In Figura 27 sono mostrati i segnali acquisiti dalle stazioni usate per la localizzazione dell'evento 5: dall'alto verso il basso, componente E, N, Z.






Figura 27: forme d'onda (segnale raw filtrato) delll'evento 5, registrate dalle stazioni utilizzate per la localizzazione. Dall'alto, componenti E, N, Z.

SOLGEO - Report Gorgoglione aprile - giugno 2019





6.6. Evento 6: 18/05/2019 01:13:29 UTC

Id	Tempo Origine [gg/mm/aaaa hh:mm:ss UTC]	Lat. [°]	Long. [°]	Profondità [km]	Incertezza sulla localizzazione [km]	Mı
6	18/05/2019 01:13:29	40.97	16.16	16.96	0.60	0.3 ± 0.3

In Figura 28 sono mostrate le stazioni utilizzate per la localizzazione dell'evento sismico, l'epicentro e i limiti dei Domini di rilevazione e della Concessione.



Figura 28: stazioni utilizzate per la localizzazione, epicentro dell'evento del 18/05/2019 01:13:29 UTC verificatosi a profondità 16.96 km

In Figura 29 sono mostrati i segnali acquisiti dalle stazioni usate per la localizzazione dell'evento 6: dall'alto verso il basso, componente E, N, Z.







Figura 29: forme d'onda (segnale raw filtrato) delll'evento 6, registrate dalle stazioni utilizzate per la localizzazione. Dall'alto, componenti E, N, Z.





6.7. Evento 7: 18/05/2019 02:17:55 UTC

Id	Tempo Origine [gg/mm/aaaa hh:mm:ss UTC]	Lat. [°]	Long. [°]	Profondità [km]	Incertezza sulla localizzazione [km]	Mı
7	18/05/2019 02:17:55	40.46	16.19	14.54	1.15	0.9 ± 0.3

In Figura 30 sono mostrate le stazioni utilizzate per la localizzazione dell'evento sismico, l'epicentro e i limiti dei Domini di rilevazione e della Concessione.



Figura 30: stazioni utilizzate per la localizzazione, epicentro dell'evento del 18/05/2019 02:17:55 UTC verificatosi a profondità 14.54 km

In Figura 31 sono mostrati i segnali acquisiti dalle stazioni usate per la localizzazione dell'evento 7: dall'alto verso il basso, componente E, N, Z.





TR TR01 00 EHE									
TR TR02 00 EHE									
TR TR04 00 EHE	and the second of the second se								
TR TR05 00 HHE									
TR TR06 00 EHE	All production of the second production of the second								
TR TR07 00 EHE									
TR TR08 00 EHE									
TR TR09 00 EHE	MMMMM								
TR TR10 00 EHE									
TR TR11 00 EHE									
TR TR12 00 EHE	and and the second s								
02:12 mag 18, 2019	7:50 02:18:00 02:18:10 02:18:20								
TR TR01 00 EHN	a								
TR TR02 00 EHN	a management of the second sec								
TR TR04 00 EHN	a manana a filip filip to save stand a second a								
TR TR05 00 HHN	vv								
TR TR06 00 EHN	a der behand variation of the public vision was a second								
TR TR07 00 EHN									
TR TR08 00 EHN	ง								
TR TR09 00 EHN	Mar								
TR TR10 00 EHN									
TR TR11 00 EHN	multiply per fill the per source and and a second and a								
TR TR12 00 EHN									
02: mag 18, 2019	17:50 02:18:00 02:18:10 02:18:20								
TR TR01 00 EHZ	z han yalaka an MMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMM								
TR TR02 00 EHZ	z								
TR TR04 00 EHZ	z								
TR TR05 00 HHZ	z//////////////////////////////								
TR TR06 00 EHZ	e								
TR TR07 00 EHZ									
TR TR08 00 EHZ									
TR TR09 00 EHZ	z								
TR TR10 00 EHZ	z								
TR TR11 00 EHZ	z//////////////////////////////								
TR TR12 00 EHZ	z								
02: mag 18, 2019	17:50 02:18:00 02:18:10 02:18:20								

Figura 31: forme d'onda (segnale raw filtrato) delll'evento 7, registrate dalle stazioni utilizzate per la localizzazione. Dall'alto, componenti E, N, Z.







Figura 32: matrice di coerenza, piano X-Y. Lo zero degli assi è lo spigolo a sud-ovest della griglia.



Figura 33: matrice di coerenza, piano X-Z. Asse delle ordinate positivo verso il basso.







Figura 34: matrice di coerenza, piano Y-Z. Asse delle ordinate positivo verso il basso.





Id	Tempo Origine [gg/mm/aaaa hh:mm:ss UTC]	Lat. [°]	Long. [°]	Profondità [km]	Incertezza sulla localizzazione [km]	Mı
8	18/05/2019 02:42:37	40.46	16.24	13.85	1.00	0.2 ± 0.2

In Figura 35 sono mostrate le stazioni utilizzate per la localizzazione dell'evento sismico, l'epicentro e i limiti dei Domini di rilevazione e della Concessione.



Figura 35: stazioni utilizzate per la localizzazione, epicentro dell'evento del 18/05/2019 02:42:37 UTC verificatosi a profondità 13.85 km

In Figura 36 sono mostrati i segnali acquisiti dalle stazioni usate per la localizzazione dell'evento 8: dall'alto verso il basso, componente E, N, Z.







Figura 36: forme d'onda (segnale raw filtrato) delll'evento 8, registrate dalle stazioni utilizzate per la localizzazione. Dall'alto, componenti E, N, Z.





6.9. Evento 9: 18/05/2019 02:43:51 UTC

Id	Tempo Origine [gg/mm/aaaa hh:mm:ss UTC]	Lat. [°]	Long. [°]	Profondità [km]	Incertezza sulla localizzazione [km]	Mı
9	18/05/2019 02:43:51	40.45	16.17	15.50	0.25	0.8 ± 0.3

In Figura 37 sono mostrate le stazioni utilizzate per la localizzazione dell'evento sismico, l'epicentro e i limiti dei Domini di rilevazione e della Concessione.



Figura 37: stazioni utilizzate per la localizzazione, epicentro dell'evento del 18/05/2019 02:43:51 UTC verificatosi a profondità 15.50 km

In Figura 38 sono mostrati i segnali acquisiti dalle stazioni usate per la localizzazione dell'evento 9: dall'alto verso il basso, componente E, N, Z.







Figura 38: forme d'onda (segnale raw filtrato) delll'evento 9, registrate dalle stazioni utilizzate per la localizzazione. Dall'alto, componenti E, N, Z.







Figura 39: matrice di coerenza, piano X-Y. Lo zero degli assi è lo spigolo a sud-ovest della griglia.



Figura 40: matrice di coerenza, piano X-Z. Asse delle ordinate positivo verso il basso.







Figura 41: matrice di coerenza, piano Y-Z. Asse delle ordinate positivo verso il basso.





6.10. Evento 10: 19/05/2019 11:23:17 UTC

ld	Tempo Origine [gg/mm/aaaa hh:mm:ss UTC]	Lat. [°]	Long. [°]	Profondità [km]	Incertezza sulla localizzazione [km]	Mı
10	19/05/2019 11:23:17	40.46	16.21	11.84	0.40	0.9 ± 0.3

In Figura 42 sono mostrate le stazioni utilizzate per la localizzazione dell'evento sismico, l'epicentro e i limiti dei Domini di rilevazione e della Concessione.



Figura 42: stazioni utilizzate per la localizzazione, epicentro dell'evento del 19/05/2019 11:23:17 UTC verificatosi a profondità 11.84 km

In Figura 43 sono mostrati i segnali acquisiti dalle stazioni usate per la localizzazione dell'evento 10: dall'alto verso il basso, componente E, N, Z.



Γ



TR TR01 00 EHE	
TR TR02 00 EHE	······································
TR TR03 00 EHE	www.www.www.www.www.WWWWWWWWWWWWWWWWWW
TR TR04 00 EHE	
TR TR05 00 HHE	
TR TR06 00 EHE	
TR TR07 00 EHE	~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~
TR TR08 00 EHE	
TR TR09 00 EHE	
TR TR10 00 EHE	
TR TR11 00 EHE	
TR TR12 00 EHE	wartenen and ware and an and and and and and and and and
11:2 mag 19, 2019	23:15 11:23:20 11:23:25 11:23:30 11:23:35 11:23:40

TR TR01 00 EHN							
TR TR02 00 EHN	~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~						
TR TR03 00 EHN	an a						
TR TR04 00 EHN							
TR TR05 00 HHN							
TR TR06 00 EHN	an water and the second state of the second state of the second						
TR TR07 00 EHN	~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~						
TR TR08 00 EHN							
TR TR09 00 EHN							
TR TR10 00 EHN	WWWWWWWWWWWWWWWWWWWWWWWWWWWWWWWW						
TR TR11 00 EHN							
TR TR12 00 EHN	www.www.www.www.www.www.www.www.www.ww						
11:2 mag 19, 2019	3:15 11:23:20 11:23:25 11:23:30 11:23:35 11:23:						

'R TR01 00 EHZ	
R TR02 00 EHZ	
'R TR03 00 EHZ	-m
'R TR04 00 EHZ	
'R TR05 00 HHZ	
'R TR06 00 EHZ	
'R TR07 00 EHZ	
'R TR08 00 EHZ	
'R TR09 00 EHZ	
'R TR10 00 EHZ	
'R TR11 00 EHZ	
R TR12 00 EHZ	. was shill and a second and the shift of the shift of the second of the
11: nag 19, 2019	23:15 11:23:20 11:23:25 11:23:30 11:23:35 11:2

Figura 43: forme d'onda (segnale raw filtrato) delll'evento 10, registrate dalle stazioni utilizzate per la localizzazione. Dall'alto, componenti E, N, Z.





6.11. Evento 11: 23/05/2019 13:14:51 UTC

Id	Tempo Origine [gg/mm/aaaa hh:mm:ss UTC]	Lat. [°]	Long. [°]	Profondità [km]	Incertezza sulla localizzazione [km]	Mı
11	23/05/2019 13:14:51	40.62	12.27	28.29	2.37	1.5 ± 0.2

In Figura 44 sono mostrate le stazioni utilizzate per la localizzazione dell'evento sismico, l'epicentro e i limiti dei Domini di rilevazione e della Concessione.



Figura 44: stazioni utilizzate per la localizzazione, epicentro dell'evento del 23/05/2019 13:14:51 UTC verificatosi a profondità 28.29 km

In Figura 45 sono mostrati i segnali acquisiti dalle stazioni usate per la localizzazione dell'evento 11: dall'alto verso il basso, componente E, N, Z.







Figura 45: forme d'onda (segnale raw filtrato) delll'evento 11, registrate dalle stazioni utilizzate per la localizzazione. Dall'alto, componenti E, N, Z.







Figura 46: matrice di coerenza, piano X-Y. Lo zero degli assi è lo spigolo a sud-ovest della griglia.



Figura 47: matrice di coerenza, piano X-Z. Asse delle ordinate positivo verso il basso.







Figura 48: matrice di coerenza, piano Y-Z. Asse delle ordinate positivo verso il basso.





Id	Tempo Origine [gg/mm/aaaa hh:mm:ss UTC]	Lat. [°]	Long. [°]	Profondità [km]	Incertezza sulla localizzazione [km]	Mı
12	25/05/2019 09:16:32	40.52	15.80	21.52	0.60	0.6 ± 0.1

In Figura 49 sono mostrate le stazioni utilizzate per la localizzazione dell'evento sismico, l'epicentro e i limiti dei Domini di rilevazione e della Concessione.



Figura 49: stazioni utilizzate per la localizzazione, epicentro dell'evento del 25/05/2019 09:16:32 UTC verificatosi a profondità 21.52 km

In Figura 50 sono mostrati i segnali acquisiti dalle stazioni usate per la localizzazione dell'evento 12: dall'alto verso il basso, componente E, N, Z.





EHE TR TR01 00	han har and a second second	mannannannan	Maranan	www.www.www.www.www.www.www.www.www.ww	mann
EHE TR TR02 00	~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~	umundamen MphAlan	MMMMMMM	Mummun	mm
EHE TR TR03 00	how www.		Murrandan	www.manaman	~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~
EHE TR TR07 00	~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~	manner warman followy	Man Jaran Marana Ma	MMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMM	
EHE TR TR08 00	~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~		MMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMM	MM Mar Mar Mar Mar Mar Mar Mar Mar Mar M	Murran
EHE TR TR10 00	Mana Marana M Marana Marana M	~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~	www.Manawara	n white many white the second second	www.w
mag 25, 2019	09:16:35	09:16:40	09:16:45	09:16:50	09:16:55
EHN TR TR01 00	www.www.www.www.www.www.		MMMMMMM	MMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMM	MMM
EHN TR TR02 00	www.www.www.www.	maninality	m MMM	MMMMM	durant and
EHN TR TR03 00	~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~	mountainman	Mammum	Mmmm Mmmmmm	M~~~~~~
EHN TR TR07 00			Mar		~~~~~~
EHN TR TR08 00	wan waaraa ahaa waaraa waaraa waa waa waa waa waa waa	an and the second s	MMMMMMMMM	www.weithers.com	www.analyshawd
EHN TR TR10 00	Ann Mannann	www.www.www.www.www.www.www.www.www.ww	aminan MMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMM	Mr. Markan M Markan Markan M	www.w
mag 25, 2019	09:16:35	09:16:40	09:16:45	09:16:50	09:16:55
EHZ TR TR01 00	manana ang ang ang ang ang ang ang ang an	www.www.ang.php.ang.php.ang.php.ang.php.ang.php.ang.php.ang.php.ang.php.ang.php.ang.php.ang.php.ang.php.ang.php	NMMMMM MM	hydynyy han wy han	Manana
EHZ TR TR02 00		http://www.longlanglanglanglanglanglanglanglanglangla		MAMMANY	when have been a second
EHZ TR TR03 00	-www.www.www.www	Approximation of the second se	MMMMMMM		www.
EHZ TR TR07 00	~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~	mmmmullippellen	Aparte Manager and Manager	MMMMMMM	Martin
EHZ TR TR08 00	www.and.man.	who was a second where the	haddlandd Angelen Maralan	w/ry/www.www.www.www.www.www.	MANNANA
EHZ TR TR10 00	~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~	un har	white a particular where w	MMMWWMMMM	hummen hu
mag 25, 2019	09:16:35	09:16:40	09:16:45	09:16:50	09:16:55

Figura 50: forme d'onda (segnale raw filtrato) delll'evento 12, registrate dalle stazioni utilizzate per la localizzazione. Dall'alto, componenti E, N, Z.





J_1J_2 = $L_1C_1I_1O_1O_1O_2O_1O_1O_2O_1O_1O_1O_1O_1O_1O_1O_1O_1O_1O_1O_1O_1O$	5.13.	Evento 13: 25/05/2019 16:59:11 UTC	2
----------------------------------------------------------------------------------	-------	------------------------------------	---

Id	Tempo Origine [gg/mm/aaaa hh:mm:ss UTC]	Lat. [°]	Long. [°]	Profondità [km]	Incertezza sulla localizzazione [km]	Mı
13	25/05/2019 16:59:11	40.53	15.83	18.07	2.41	1.3 ± 0.2

In Figura 51 sono mostrate le stazioni utilizzate per la localizzazione dell'evento sismico, l'epicentro e i limiti dei Domini di rilevazione e della Concessione.



Figura 51: stazioni utilizzate per la localizzazione, epicentro dell'evento del 25/05/2019 16:59:11 UTC verificatosi a profondità 18.07 km

In Figura 52 sono mostrati i segnali acquisiti dalle stazioni usate per la localizzazione dell'evento 13: dall'alto verso il basso, componente E, N, Z.





TR TR01 00 EHE		Mannan	~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~	
TR TR02 00 EHE	WWW/WWW/WMW/WW/WW/	MANNAM		
TR TR03 00 EHE		MALMAN	Manadana and an and a second and	
TR TR04 00 EHE	~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~	under Maller Markaman and	MMMary and	manafan-ana
TR TR05 00 HHE	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	mmmmmmm	hand	~~~~~
TR TR06 00 EHE	and a second	wardaninghallylange hall rapidly arters	Mar Washington market	www.w
TR TR07 00 EHE		~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~	~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~	
TR TR08 00 EHE		Mundulan	~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~	~~~~~
TR TR09 00 EHE		man water and the second	MMMMM	~~~~~~
TR TR10 00 EHE		Mannen	······································	~~~~~
TR TR11 00 EHE		Mphmmmmmmmmmmmmmmmmmmmmmmmmmmmmmmmmmmmm	Muran	~~~~
TR TR12 00 EHE	1	Manhaman	www.www.www.www.	~~~~~~
16:5	59:15 16:59:20 16:59:25	16:59:30	16:59:35	16:59:40
mag 25, 2019				
		I what with a star of a matrice	1	0.0.0.0.
TR TROZ OU EHN	With A Min	where we are a second on the second		Automatic Automatics
	within an	under all for the full and produced as the second	Maria Contra Contr	duraballan.co-
		Mah Manaha manaha Ma Maha	Manhanana	AAnna aan C
		anne ann ann ann ann ann ann ann ann ann	MIL MARKA MARKAN	Martin Martin
TR TROZ OD EHN	- Walker war	e is a sum the day is dealed that is the easy		
TR TR08 00 FHN	MMM-ALAN			
TR TR09 00 EHN			Ammun	-www.
TR TR10 00 EHN		MMMMMMMMMM	Mar Martin Marti	
TR TR11 00 EHN	The second s	WARMANAMANA	Muhan	m
TR TR12 00 EHN		My man		
16:	:59:15 16:59:20 16:59:25	16:59:30	16:59:35	16:59:40
mag 25, 2019				
TR TR01 00 EHZ	www.www.www.www.	Mamman	~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~	~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~
TR TR02 00 EHZ ~		www.www.	~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~	
TR TR03 00 EHZ	un was a support the support of the	~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~	~~^~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~	that that man the same the same
TR TR04 00 EHZ		unand many many many	May way was a second	margeth chamber on the
TR TR05 00 HHZ		MpmMMmmmm	www.www.	~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~
TR TR06 00 EHZ ~		www.hulldhamman.hullan.hu	www.hwww.white	
TR TR07 00 EHZ	www.www.	~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~	~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~	~~~~~
TR TR08 00 EHZ	M. M. M. M. M. Marken and M	Manan	~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~	
TR TR09 00 EHZ	NAMARANANAMARANAN	man Management Markey	har war war war war war war war war war w	and the second s
TR TR10 00 EHZ		MMMMMMMMMMMM	Maran Marana	
TR TR11 00 EHZ	www.www.www.www.htmlwww.html	MAMMANNAM	www.www.	m
TR TR12 00 EHZ		MMMM	~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~	~~~~~
16:59 mag 25, 2019	9:15 16:59:20 16:59:25	16:59:30	16:59:35	16:59:40
1109 20, 2015				

Figura 52: forme d'onda (segnale raw filtrato) delll'evento 13, registrate dalle stazioni utilizzate per la localizzazione. Dall'alto, componenti E, N, Z.







Figura 53: matrice di coerenza, piano X-Y. Lo zero degli assi è lo spigolo a sud-ovest della griglia.



Figura 54: matrice di coerenza, piano X-Z. Asse delle ordinate positivo verso il basso.







Figura 55: matrice di coerenza, piano Y-Z. Asse delle ordinate positivo verso il basso.





6.14.	Evento	14:30	/05	/2019	09:44:33	UTC
			, ,			• • •

Id	Tempo Origine [gg/mm/aaaa hh:mm:ss UTC]	Lat. [°]	Long. [°]	Profondità [km]	Incertezza sulla localizzazione [km]	Mı
14	30/05/2019 09:44:33	40.52	15.81	19.51	2.42	0.9 ± 0.1

In Figura 56 sono mostrate le stazioni utilizzate per la localizzazione dell'evento sismico, l'epicentro e i limiti dei Domini di rilevazione e della Concessione.



Figura 56: stazioni utilizzate per la localizzazione, epicentro dell'evento del 30/05/2019 09:44:33 UTC verificatosi a profondità 19.51 km

In Figura 57 sono mostrati i segnali acquisiti dalle stazioni usate per la localizzazione dell'evento 14: dall'alto verso il basso, componente E, N, Z.





EHE TR TR01 00	
EHE TR TR02 00	
EHE TR TR04 00	
EHE TR TR06 00	and a second and the second and the second and the second and the second
EHE TR TR07 00	
EHE TR TR08 00	
EHE TR TR09 00	~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~
EHE TR TR10 00	
EHE TR TR11 00	
09: mag 30, 2019	:44:35 09:44:40 09:44:45 09:44:50 09:44:55 09:45:00
	and a start of the land the land all a second start and a second start and a second start and a second start a
EHN TR TR01 00	
EHN TR TR02 00	
EHN TR TR04 00	
EHN TR TR06 00	Here a second se
EHN TR TR07 00	
EHN TR TR08 00	
EHN TR TR09 00	
EHN TR TR10 00	
EHN TR TR11 00 09:4	44:35 09:44:40 09:44:45 09:44:50 09:44:55 09:44:55
mag 30, 2019	
EHZ TR TR01 00	
EHZ TR TR02 00	
EHZ TR TR04 00	man and the second state of the
EHZ TR TR06 00	and the second of the second o
EHZ TR TR07 00	
EHZ TR TR08 00	~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~
EHZ TR TR09 00	~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~
EHZ TR TR10 00	~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~
EHZ TR TR11 00	man was a second was a second of the second
09:4 mag 30, 2019	44:35 09:44:40 09:44:45 09:44:50 09:44:55 09:45:00

Figura 57: forme d'onda (segnale raw filtrato) delll'evento 14, registrate dalle stazioni utilizzate per la localizzazione. Dall'alto, componenti E, N, Z.







Figura 58: matrice di coerenza, piano X-Y. Lo zero degli assi è lo spigolo a sud-ovest della griglia.



Figura 59: matrice di coerenza, piano X-Z. Asse delle ordinate positivo verso il basso.







Figura 60: matrice di coerenza, piano Y-Z. Asse delle ordinate positivo verso il basso.





6.15. Evento 15: 05/06/2019 21:03:25 UTC

Id	Tempo Origine [gg/mm/aaaa hh:mm:ss UTC]	Lat. [°]	Long. [°]	Profondità [km]	Incertezza sulla localizzazione [km]	Mı
15	05/06/2019 21:03:25	40.52	15.81	19.13	1.84	0.7 ± 0.2

In Figura 61 sono mostrate le stazioni utilizzate per la localizzazione dell'evento sismico, l'epicentro e i limiti dei Domini di rilevazione e della Concessione.



Figura 61: stazioni utilizzate per la localizzazione, epicentro dell'evento del 05/06/2019 21:03:25 UTC verificatosi a profondità 19.13 km

In Figura 62 sono mostrati i segnali acquisiti dalle stazioni usate per la localizzazione dell'evento 15: dall'alto verso il basso, componente E, N, Z.







Figura 62: forme d'onda (segnale raw filtrato) delll'evento 15, registrate dalle stazioni utilizzate per la localizzazione. Dall'alto, componenti E, N, Z.







Figura 63: matrice di coerenza, piano X-Y. Lo zero degli assi è lo spigolo a sud-ovest della griglia.



Figura 64: matrice di coerenza, piano X-Z. Asse delle ordinate positivo verso il basso.







Figura 65: matrice di coerenza, piano Y-Z. Asse delle ordinate positivo verso il basso.





6.16.	Evento	16:30	/06/2019	05:58:52 UTC
0.10.	L • 01100		,	00100102 010

Id	Tempo Origine [gg/mm/aaaa hh:mm:ss UTC]	Lat. [°]	Long. [°]	Profondità [km]	Incertezza sulla localizzazione [km]	Mı
16	30/06/2019 05:58:52	40.39	15.92	1.97	0.30	0.3 ± 0.3

In Figura 66 sono mostrate le stazioni utilizzate per la localizzazione dell'evento sismico, l'epicentro e i limiti dei Domini di rilevazione e della Concessione.



Figura 66: stazioni utilizzate per la localizzazione, epicentro dell'evento del 30/06/2019 05:58:52 UTC verificatosi a profondità 1.97 km

In Figura 67 sono mostrati i segnali acquisiti dalle stazioni usate per la localizzazione dell'evento 16: dall'alto verso il basso, componente E, N, Z.





EHE TR TR01 00	Mannen	www.www.	WWWWWWWWWWWW	www.www
EHE TR TR02 00	Mummun	MAMMAM	ManyManana	mmm
EHE TR TR07 00		«/////////////////////////////////////		
EHE TR TR08 00	www.www.www.	Mr.M.M.	www	~~~~~
EHE TR TR10 00	www.www.www.www.WWW	www.hamaway	www.www.www.	M
EHE TR TR12 00	man	MMMMMMM	m Marken Marken marker	www.
05 giu 30, 2019		05:59:00	05:59:05	05:59:10
		1.		
EHN TR TR01 00	V. www. www. www. www. www. www. www. w	mphallan	www.www.www.	humber
EHN TR TR02 00	M	MMAAnam	Mmw MMW MMW MMW	Mundon
EHN TR TR07 00		~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~		
EHN TR TR08 00	man was a second of the second	Million	~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~	
EHN TR TR10 00	M. M	Nimerhander	www.www.	MMM
EHN TR TR12 00	~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~	MMMmmmm	~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~	mmm
05: giu 30, 2019	58:50 05:58:55	05:59:00	05:59:05	05:59:10
EHZ TR TR01 00	amana and a second and the second an	when have	Mark Market M	~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~
EHZ TR TR02 00	Manananallyakaka	Mananan	mmy mmy man man	mmm
EHZ TR TR07 00		······································		
EHZ TR TR08 00	Maranaparana Maran	1. M. M. Marine Ma Marine Marine Mari	~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~	
EHZ TR TR10 00	manum MMMM	MINAMAMANA	Mr. M.	www
EHZ TR TR12 00		MMMmmmmm	her man her have a second s	www.www.
05:5	8:50 05:58:55	05:59:00	05:59:05	05:59:10



SOLGEO - Report Gorgoglione aprile - giugno 2019





Opere citate

- Bakun, W. H., & Joyner, W. B. (1984). The MI scale in Central California. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 74(5), 1827-1843.
- Cesca, S., & Grigoli, F. (2015). Full Waveform Seismological Advances for Microseismic Monitoring. In *Advances in Geophysics* (Vol. 56, p. 169-228). Elsevier. doi:https://doi.org/10.1016/bs.agph.2014.12.002
- Dialuce, G., Chiarabba, C., Di Bucci, D., Doglioni, C., Gasparini, P., Lanari, R., . . . Zollo, A. (2014). Indirizzi e linee guisa per il monitoraggio della sismicità, delle deformazioni del suolo e delle pressioni di poro nell'ambito delle attività antropiche.
- Grigoli, F., Cesca, S., Amoroso, O., Emolo, A., Zollo, A., & Dahm, T. (2014, Gennaio). Automated seismic event location by waveform coherence analysis. *Geophysical Journal International*, 1742-1753. doi:http://doi.org/10.1093/gji/ggt477
- Heimann, S., Kriegerowski, M., Isken, M., Cesca, S., Daout, S., Grigoli, F., . . . Willey, T. D. (2017).
 Pyrocko An open-source seismology toolbox and library. V. 0.3. GFZ Data Services.
 doi:http://doi.org/10.5880/GFZ.2.1.2017.001
- Lahr, J. (2002). *Hypoellipse: A computer program for determinig local earthquake hypocentral parameters, magnitude, and first motion pattern* (Vol. Open File Report 99-23). United States Geological Survey. Tratto da https://pubs.usgs.gov/of/1999/ofr-99-0023/
- Lee, W., & Lahr, J. (1975). *Hypo71 (Revised): A computer program for determining hypocenter, magnitude, and first motion pattern of local earthquakes* (Vol. Open File Report 75-311). United States Geological Survey.
- Piccinini, D., Improta, L., Anselmi, M., Moretti, M., Fracassi, U., Buttinelli, M., . . . Vallocchia, M. (2016). Monitoraggio sismico di baseline Campagna di sismica passiva per lo studio della sismicità di fondo nell'area della Concessione Gorgoglione.
- Solgeo srl. (2018). Manuale Hw rete microsismica Gorgoglione Descrizione rete Schede stazioni Schemi d'impianto Collegamenti elettrici.
- Trnkoczy, A. (1999;2002). Understanding and parameter setting of STA/LTA trigger algorithm. In
 P. Bormann, New Manual of Seismological Observatory Practice (NMSOP-2) (p. 20).
 Potsdam: IASPEI, GFZ German Research Centre for Geosciences.
 doi:10.2312/GFZ.NMSOP-2_IS8.1