

Comune di Trecastagni Prot. n. 0029004 del 12-12-2025 arrivo

**STUDIO DI GEOFISICA E GEOLOGIA**

**DOTT. GEOL. GREGORIO SGARLATO**

Vicolo Billotta, n° 1 - 95039 Trecastagni (CT)

Email gregorio.sgarlato@gmail.com

Cell. +39 340 16 40 144

**COMUNE DI TRECASTAGNI**

(CITTA' METROPOLITANA DI CATANIA)



**ENTE  
APPALTANTE:**

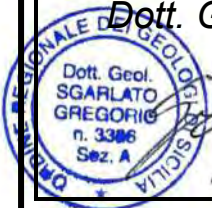
*Comune di Trecastagni*

**RESPONSABILE UNICO  
DEL PRODEDIMENTO:**

*Ing. La Mastra  
Salvo Flavio*

**TECNICO GEOLOGO  
INCARICATO:**

*Dott. Gregorio Sgarlato*



**PROGETTO ESECUTIVO**

*C.I.G.: B947DAC180*


*SERVIZIO DI REDAZIONE DELLO STUDIO GEOLOGICO ED  
ESECUZIONE DI PROSPEZIONI GEOFISICHE  
A SUPPORTO DEL PROGETTO*

***Intervento di adeguamento sismico mediante  
demolizione e ricostruzione della palestra  
con "funzione strategica" di ricovero  
sita nel campo sportivo La Carlina***




**RELAZIONE GEOLOGICA**

0	<u>Emissione per Enti</u>	SGARLATO G.	SGARLATO G.	DICEMBRE 2025
Rev.	Descrizione	Elaborato	Verificato e Approvato	Data

	<b>TECNICO INCARICATO</b> <i>Dott. Geol. Gregorio Sgarlato</i>	<b>ENTE APPALTANTE</b> Comune di Trecastagni	
	<b>LOCALITA'</b> <b>COMUNE DI TRECASTAGNI (CT)</b>	<b>DATA</b> Dicembre 2025	<b>REV.</b> 0
	<b>OGGETTO</b> <i>PROGETTO ESECUTIVO</i> - Intervento di adeguamento sismico mediante demolizione e ricostruzione della palestra con "funzione strategica" di ricovero sita nel campo sportivo <i>La Carlina</i> .	<b>CODICE LAVORO</b> GS_TRC_09/321	<b>C.I.G.</b> <i>B947DAC180</i>

## INDICE

1	PREMESSA .....	3
1.1	Normativa di riferimento .....	3
2	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO .....	4
3	INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO .....	5
3.1	Contesto geomorfologico locale .....	5
3.2	Pericolosità Geomorfologica .....	6
3.3	Pericolosità Idraulica .....	7
4	INQUADRAMENTO GEOLOGICO .....	8
4.1	Contesto geodinamico regionale .....	8
4.2	Contesto geologico locale .....	9
5	INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO .....	11
6	INQUADRAMENTO SISMICO .....	13
6.1	Contesto sismotettonico regionale e locale .....	13
6.2	Sismicità locale .....	14
6.3	Pericolosità Sismica .....	16
6.3.1	Pericolosità sismica di base .....	16
6.3.2	Spettri di risposta elastici .....	17
6.3.3	Valori Magnitudo / Distanza .....	19
6.4	Risposta Sismica Locale (RSL) .....	20
6.4.1	Categorie di sottosuolo .....	21
6.4.2	Categorie topografiche .....	22
7	MODELLO GEOFISICO .....	23
7.1	Indagini eseguite .....	23
7.2	Prospezione sismica attiva del tipo MASW .....	24
7.2.1	Teoria del metodo MASW .....	25
7.2.2	Array dei geofoni .....	26
7.2.3	Caratteristiche del segnale .....	26
7.2.4	Elaborazione dei dati e descrizione dei risultati .....	27
7.2.5	Descrizione modello di velocità .....	28
7.3	Sismica a Rifrazione con interpretazione Tomografica 2D .....	30
7.3.1	Descrizione delle indagini di sismica a rifrazione .....	30
7.3.2	Acquisizione dei dati .....	30
7.3.3	Elaborazione dei dati .....	31
7.3.4	Descrizione dei risultati e del modello di velocità .....	32

	<b>TECNICO INCARICATO</b> <i>Dott. Geol. Gregorio Sgarlato</i>	<b>ENTE APPALTANTE</b> Comune di Trecastagni	
	<b>LOCALITA'</b> <b>COMUNE DI TRECASTAGNI (CT)</b>	<b>DATA</b> Dicembre 2025	<b>REV.</b> 0
	<b>OGGETTO</b> <i>PROGETTO ESECUTIVO</i> - Intervento di adeguamento sismico mediante demolizione e ricostruzione della palestra con "funzione strategica" di ricovero sita nel campo sportivo <i>La Carlina</i> .	<b>CODICE LAVORO</b> GS_TRC_09/321	<b>C.I.G.</b> <i>B947DAC180</i>

7.4	Indagini Pregresse.....	33
7.5	Modello Geofisico di Sito .....	35
8	MODELLO GEOLOGICO .....	37
8.1	Descrizione del modello geologico di riferimento .....	37
8.1.1	Individuazione delle pericolosità geologiche .....	37
8.1.2	Assetto Sismostratigrafico .....	38
8.1.3	Considerazioni sull'interazione terreno-opera in progetto .....	38
8.1.4	Valutazioni e indicazioni finali.....	39
8.2	Caratterizzazione geo-meccanica del terreno .....	40
9	CONCLUSIONI .....	41

## ALLEGATI

*Allegato 1 – Corografia / Aerofotogrammetria - Scala 1:25.000 / 1:10.000*


*Allegato 2 – Carta Geologica - Scala 1:10.000*

*Allegato 3 – Planimetria Generale con Ubicazione Indagini - Scala 1:200*

*Allegato 4 – Sezione Sismostratigrafica – AA' - Scala 1:200*

*Allegato 5 – Report Campagna Indagini Geofisiche*

*Allegato 6 – Report Indagine Geofisica Pregressa*

	<b>TECNICO INCARICATO</b> <i>Dott. Geol. Gregorio Sgarlato</i>	<b>ENTE APPALTANTE</b> Comune di Trecastagni	
	<b>LOCALITA'</b> <b>COMUNE DI TRECASTAGNI (CT)</b>	<b>DATA</b> Dicembre 2025	<b>REV.</b> 0
	<b>OGGETTO</b> <i>PROGETTO ESECUTIVO</i> - Intervento di adeguamento sismico mediante demolizione e ricostruzione della palestra con "funzione strategica" di ricovero sita nel campo sportivo <i>La Carlina</i> .	<b>CODICE LAVORO</b> GS_TRC_09/321	<b>C.I.G.</b> <i>B947DAC180</i>

## 1 PREMESSA

Per conto dell'Amministrazione Comunale di Trecastagni è stato eseguito il presente studio geologico, che riguarda il terreno su cui è edificata la palestra del campo sportivo denominato "La Carlina" che sarà interessata da lavori di demolizione e ricostruzione di una nuova struttura antisismica con funzione strategica di accoglienza in emergenza.

Scopo del presente studio è quello, a seguito dello *Studio Geologico* realizzato in fase di Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica, approvato con deliberazione della giunta comunale n. 114 del 10/09/2025, di implementare il "*modello geologico*" risultante dal PFTE, individuando le condizioni geologiche non del tutto prive di criticità attraverso l'approfondimento dei caratteri litologici, strutturali, stratigrafici, idrogeologici e geomorfologici dei terreni circostanti l'area in esame e che rappresenti un necessario riferimento al progettista in *fase esecutiva* per l'inquadramento e la risoluzione dei problemi inerenti l'interazione del sistema terreno-struttura.


### 1.1 Normativa di riferimento

Lo studio è stato eseguito in ottemperanza a quanto disposto dalle seguenti normative nazionali di riferimento:

- Decreto Legislativo 31 marzo 2023, n.36 – "Codice dei Contratti Pubblici" in attuazione dell'articolo 1 della legge del 21 giugno 2022, n. 78, recante delega al Governo in materia di contratti pubblici come integrato e modificato dal decreto legislativo 31 dicembre 2024, n. 209 e s.m.i.;
- Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 17/01/2018 recante «*Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"*» [NTC 18];
- Circolare Esplicativa del C.S.L.L.P.P. n. 7 del 21/01/2019 recante "*Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"*» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018".

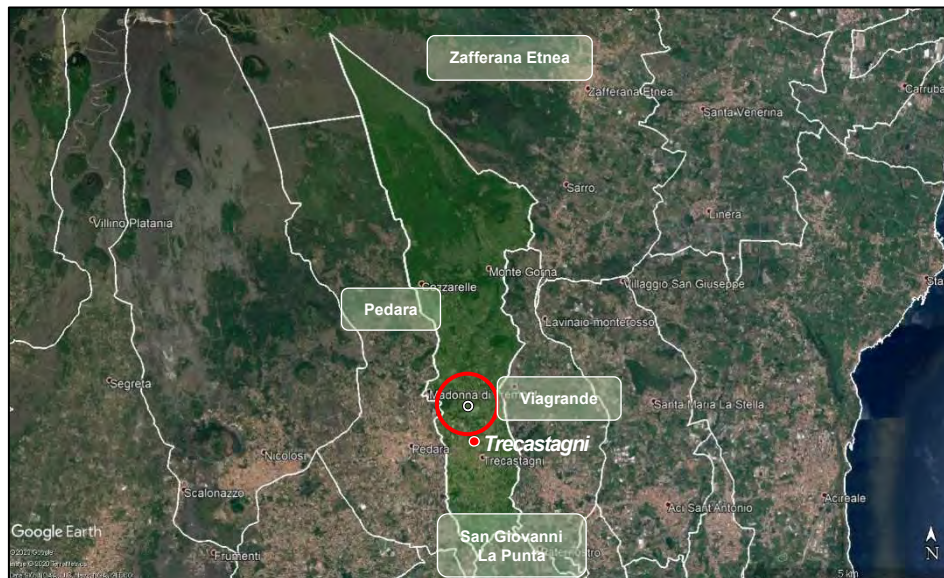
In particolare si fa riferimento al Cap. 6 recante "*Progettazione Geotecnica*" l'individuazione delle finalità e dei contenuti della presente *Relazione Geologica*, al paragrafo:

- 6.2.1. "*Caratterizzazione e modellazione geologica del sito*".

	<b>TECNICO INCARICATO</b> <i>Dott. Geol. Gregorio Sgarlato</i>	<b>ENTE APPALTANTE</b> Comune di Trecastagni	
	<b>LOCALITA'</b> <b>COMUNE DI TRECASTAGNI (CT)</b>	<b>DATA</b> Dicembre 2025	<b>REV.</b> 0
	<b>OGGETTO</b> <i>PROGETTO ESECUTIVO</i> - Intervento di adeguamento sismico mediante demolizione e ricostruzione della palestra con "funzione strategica" di ricovero sita nel campo sportivo <i>La Carlina</i> .	<b>CODICE LAVORO</b> GS_TRC_09/321	<b>C.I.G.</b> <i>B947DAC180</i>

## 2 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'area in studio ricade nel medio versante meridionale dell'edificio vulcanico etneo, nella parte centro-meridionale del territorio del Comune di Trecastagni a circa 1,5 km a nord del centro abitato (Figura 2.1).



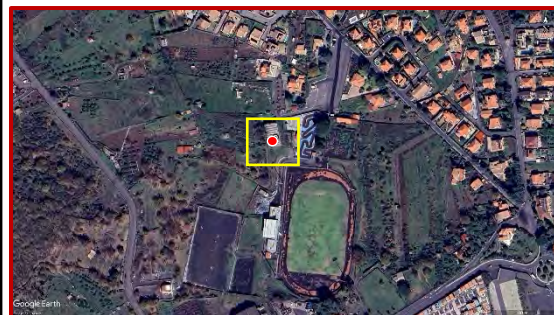
**Figura 2.1:** Inquadramento territoriale

*In verde il territorio comunale di Trecastagni; nei riquadri i Comuni confinanti.*

Il sito è censito al catasto della Provincia di Catania al Foglio 15, Particella 57 ed è individuabile nella sua parte centrale dalle coordinate geografiche indicate nella seguente tabella ed espresse secondo i sistemi geodetici ED50 e WGS84; in *Figura 2.2* è identificabile la sua posizione geografica.

Cartograficamente ricade nella Carta Tecnica Regionale in scala 1:10.000 alla Sezione *Nicolosi* - 625130 e nella "Carta Topografica D'Italia" in scala 1:25.000 edita dall'I.G.M.I. alla Tavoletta *Belpasso* - 270 IV NO (§ All. 1).

DATUM	Latitudine [°]	Longitudine [°]
WGS84	37.628220	15.073858
ED50	37.629277	15.074674



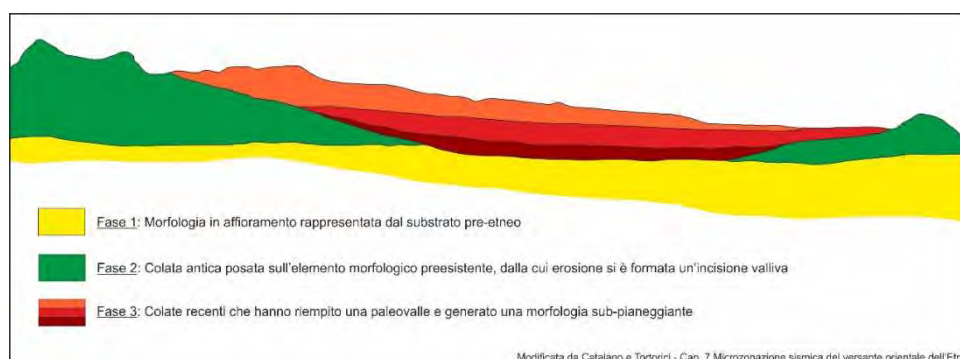
**Figura 2.2:** Individuazione geografica del sito in studio.



	<b>TECNICO INCARICATO</b> <i>Dott. Geol. Gregorio Sgarlato</i>	<b>ENTE APPALTANTE</b> Comune di Trecastagni	
	<b>LOCALITA'</b> <b>COMUNE DI TRECASTAGNI (CT)</b>	<b>DATA</b> Dicembre 2025	<b>REV.</b> 0
	<b>OGGETTO</b> <i>PROGETTO ESECUTIVO</i> - Intervento di adeguamento sismico mediante demolizione e ricostruzione della palestra con "funzione strategica" di ricovero sita nel campo sportivo <i>La Carlina</i> .	<b>CODICE LAVORO</b> GS_TRC_09/321	<b>C.I.G.</b> <i>B947DAC180</i>

### 3 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

Dal punto di vista geomorfologico l'area, nella sua globalità, risulta condizionata dalla natura eruttiva dei litotipi affioranti e dalle vicende vulcano-tettoniche che hanno interessato l'intero edificio vulcanico durante la sua continua evoluzione e dall'interazione con le attività antropiche. In generale la morfologia dell'area etnea e in particolare della fascia pedemontana è spesso caratterizzata da zone sub-pianeggianti costituite da pianori, con pendenze che difficilmente superano i 10°. Questi pianori possono formarsi quando flussi lavici, sia dello stesso evento eruttivo sia di eventi eruttivi di età diversa, si accostano tra di loro sugli elementi morfologici preesistenti o ancora quando le colate si incanalano all'interno di incisioni vallive, formando delle paleovalli sepolte (Figura 3.1).




**Figura 3.1:** Profilo geologico rappresentante la possibile evoluzione geomorfologica di un versante etneo.

Le aree sub-pianeggianti sono spesso interrotte da modeste rotture di pendenza con pareti moderatamente acclivi rappresentate da scarpate, coincidenti con i fronti lavici o con strutture tettoniche. Altre morfologie che interrompono in maniera brusca l'andamento sub-pianeggiante del paesaggio pedemontano sono i conetti avventizi distribuiti sui versanti dell'edificio vulcanico etneo lungo antiche linee preferenziali di risalita del magma. Questi accumuli di scorie si mostrano come rilievi isolati di forma solitamente conica e sono caratterizzati da fianchi piuttosto ripidi con pendenze che mediamente si attestano sui 35°- 40°. Solitamente presentano una buona stabilità, comprovata anche dalla quasi totale assenza di dissesti e di aree a pericolosità geomorfologica evidenziate nelle cartografie del P.A.I. lungo i loro pendii. Nell'area cartografata sono stati osservati i conetti *Tre Monti* e il cono avventizio *Blandano* che presentano tali caratteristiche (§ All. 2).

#### 3.1 Contesto geomorfologico locale

Il sito su cui è edificata la palestra esistente è individuabile a una quota di circa 586 m s.l.m. e l'area ad esso circostante presenta una morfologia caratterizzata da un andamento sub-pianeggiante che degrada in direzione sud-est con pendenze che mediamente si attestano sui 3°-5°. Inoltre, è possibile osservare modeste rotture di pendenza che danno luogo a piccoli salti morfologici che successivamente sono stati sottoposti a opere antropiche di stabilizzazione con la costruzione di muretti in pietrame a secco e talvolta in cemento armato, con la conseguente realizzazione di aree terrazzate. La realizzazione dei suddetti sistemi di contenimento ha prodotto sul territorio e nella zona di stretto interesse la formazione di numerose aree terrazzate, più o meno ampie, che sono state sfruttate sia per scopi agricoli che per edificare le attuali abitazioni, andando a migliorare anche la stabilità generale dell'area. Infatti bisogna notare come l'attività antropica degli ultimi decenni ha fortemente inciso sulla morfologia preesistente, modellandola e modificandola in maniera evidente.

	<b>TECNICO INCARICATO</b> <i>Dott. Geol. Gregorio Sgarlato</i>	<b>ENTE APPALTANTE</b> Comune di Trecastagni	
	<b>LOCALITA'</b> <b>COMUNE DI TRECASTAGNI (CT)</b>	<b>DATA</b> Dicembre 2025	<b>REV.</b> 0
	<b>OGGETTO</b> <i>PROGETTO ESECUTIVO</i> - Intervento di adeguamento sismico mediante demolizione e ricostruzione della palestra con "funzione strategica" di ricovero sita nel campo sportivo <i>La Carlina</i> .	<b>CODICE LAVORO</b> GS_TRC_09/321	<b>C.I.G.</b> B947DAC180

Il sito è delimitato da due livelli topografici, il primo coincidente con la quota su cui poggia la struttura esistente da demolire (*area verde*), rispetto al secondo livello che si sviluppa ad est dell'area di intervento. Questi due terrazzamenti sono separati da un salto morfologico di circa 3 m, (segnalato con la *linea rossa* in Figura 3.2), la cui scarpata è composta da materiale di natura vulcanoclastica, materiale antropico e blocchi ciclopici vulcanici. Quest'ultimo livello coincide con l'accesso principale all'impianto sportivo (*freccia verde*) e all'accesso al circuito di automodellismo (*freccia arancione*) dall'area a parcheggio, che delimita l'impianto sul lato settentrionale.




**Figura 3.2:** Vista dall'alto dell'area di intervento. Zona nord del centro sportivo "La Carlina".

In generale la morfologia osservata nell'area circostante il sito in studio è dovuta all'interazione delle attività antropiche di tipo edile ed agricolo con l'attività vulcanico-tettonica etnea, ovvero al sovrapporsi delle varie unità di flusso lavico che hanno formato l'esteso campo lavico denominato *P.zza S. Alfio* e della sovrapposizione delle successioni di livelli piroclastici del *Membro Cubania*.

### 3.2 Pericolosità Geomorfologica

Alla luce delle condizioni morfologiche sopradescritte, osservate durante il rilievo geomorfologico, e dalle favorevoli caratteristiche litologiche dei terreni rilevati (§ Cap. 0), si evince come il sito e l'area ad esso circostante presentino delle buone condizioni di stabilità, infatti non è stata individuata alcuna forma di dissesto che interessa l'area in studio, né esistono situazioni di equilibrio precario in atto e/o potenziali. Questo è anche confermato dalla "*Carta dei Dissesti*" e dalla "*Carta della Pericolosità e del Rischio Geomorfologico*" n. 18 del Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) - Area Territoriale tra i Bacini Idrografici del F. Simeto e del F. Alcantara (095). *Da queste risulta che il sito in esame non è interessato dalla presenza di dissesti nelle immediate vicinanze (Figura 3.3) e che le condizioni geomorfologiche al contorno non presentano pericolosità rilevanti per l'opera in progetto.*



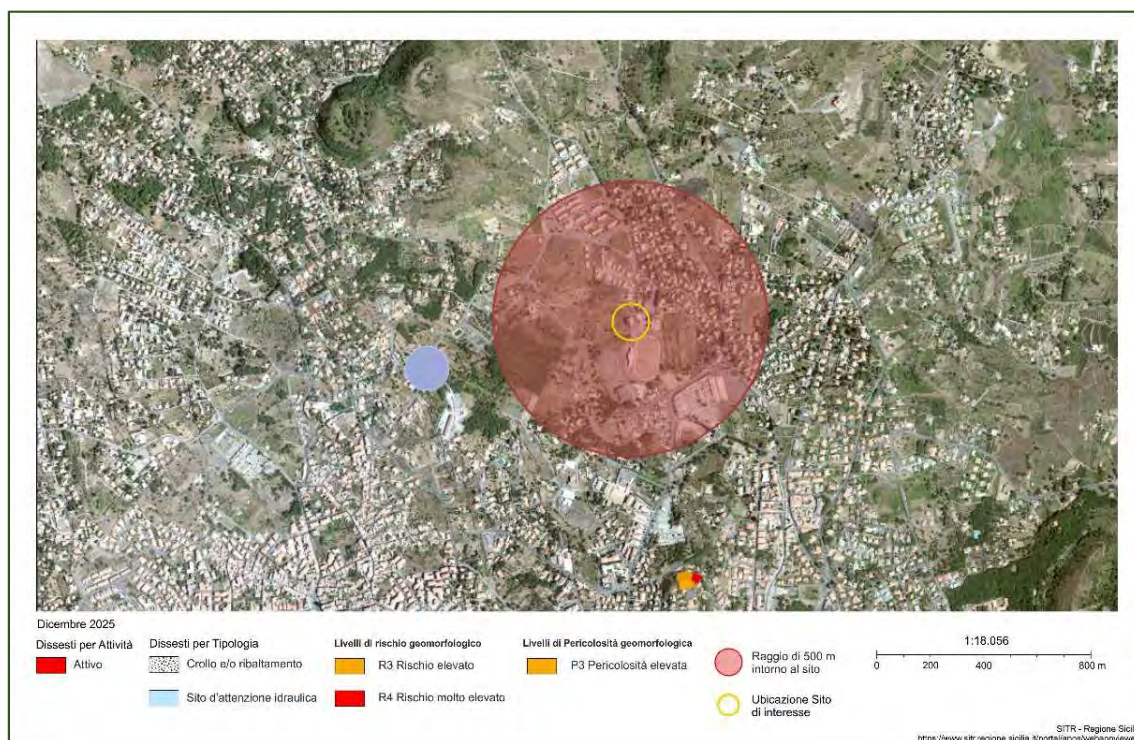
	<b>TECNICO INCARICATO</b> <i>Dott. Geol. Gregorio Sgarlato</i>	<b>ENTE APPALTANTE</b> Comune di Trecastagni	
	<b>LOCALITA'</b> <b>COMUNE DI TRECASTAGNI (CT)</b>	<b>DATA</b> Dicembre 2025	<b>REV.</b> 0
	<b>OGGETTO</b> <i>PROGETTO ESECUTIVO</i> - Intervento di adeguamento sismico mediante demolizione e ricostruzione della palestra con "funzione strategica" di ricovero sita nel campo sportivo <i>La Carlina</i> .	<b>CODICE LAVORO</b> GS_TRC_09/321	<b>C.I.G.</b> <i>B947DAC180</i>

### 3.3 Pericolosità Idraulica

Per quanto riguarda problematiche connesse con fattori di pericolosità idraulica, dal rilevamento effettuato non sembra che l'area sia caratterizzata da un'idrografia superficiale ben organizzata, facendo supporre che la permeabilità si mantenga su valori generalmente medio-alti con deflussi superficiali abbastanza ridotti. L'area etnea proprio a causa dell'elevata permeabilità dei suoi terreni può ritenersi priva di reticolo idrografico di interesse, mancando non solo di veri e propri corsi d'acqua ma anche d'incisioni torrentizie con deflussi limitati a brevi periodi dell'anno. Deflussi superficiali si verificano solo occasionalmente in relazione a rovesci di forte intensità o a piogge di lunga durata, che consentono ad una certa percentuale delle acque di precipitazione di incanalarsi lungo linee di deflusso preferenziali, generando nel tempo delle modeste incisioni, denominate localmente "*canaloni*", caratterizzate da deflussi idrici piuttosto ridotti se non del tutto assenti.

In definitiva il rilievo effettuato nell'area di interesse, viste le condizioni idrauliche favorevoli e l'assenza di un reticolo idrografico degno di nota, ha permesso di escludere la presenza di zone interessate da elevati valori di *pericolosità idraulica* che possano influenzare negativamente il sistema terreno-struttura così come emerge dall'osservazione della "*Carta della pericolosità idraulica per fenomeni di esondazione*" n. 18 del P.A.I. - Area Territoriale 095.

In conclusione vengono mostrate le aree di pericolosità P.A.I. che caratterizzano il territorio circostante il sito in studio, estrapolate dalla piattaforma Regionale SITR<sup>1</sup>. Nello specifico all'interno di un'area di 500 m di raggio intorno al sito (Figura 3.3), come già evidenziato precedentemente, non si osservano né aree a *pericolosità geomorfologica* né *idraulica*.




**Figura 3.3:** Aree di dissesto e pericolosità geomorfologica e idraulica P.A.I.

Riferimenti: SITR – Regione Sicilia - <https://www.sitr.regione.sicilia.it/portal/apps/webappviewer>

<sup>1</sup> SITR – Regione Sicilia - <https://www.sitr.regione.sicilia.it/portal/apps/webappviewer>.

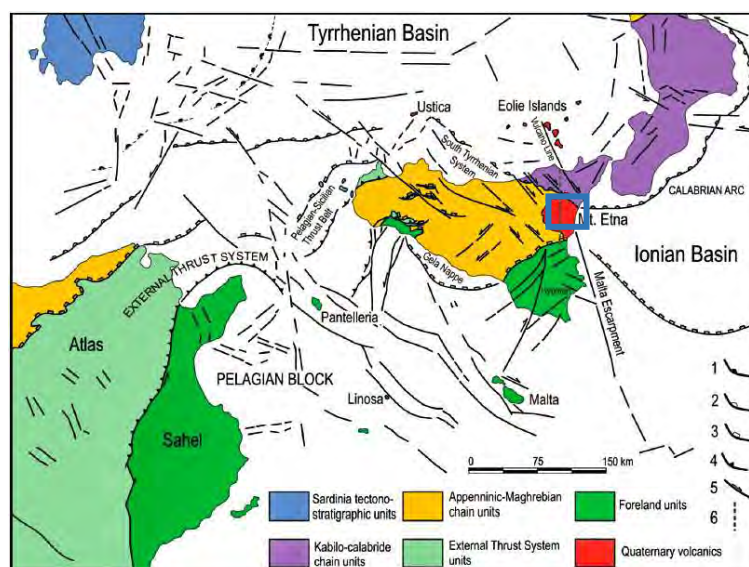


	<b>TECNICO INCARICATO</b> <i>Dott. Geol. Gregorio Sgarlato</i>	<b>ENTE APPALTANTE</b> Comune di Trecastagni	
	<b>LOCALITA'</b> <b>COMUNE DI TRECASTAGNI (CT)</b>	<b>DATA</b> Dicembre 2025	<b>REV.</b> 0
	<b>OGGETTO</b> <i>PROGETTO ESECUTIVO</i> - Intervento di adeguamento sismico mediante demolizione e ricostruzione della palestra con "funzione strategica" di ricovero sita nel campo sportivo <i>La Carlina</i> .	<b>CODICE LAVORO</b> GS_TRC_09/321	<b>C.I.G.</b> <i>B947DAC180</i>

## 4 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

### 4.1 Contesto geodinamico regionale


Dal punto di vista geologico il territorio in studio risulta fortemente influenzato dall'attività vulcano-tettonica del Monte Etna, localizzato in corrispondenza di una zona di collisione continentale tra due placche, quella Europea a nord (*Sistema a Thrust Esterno, Catena Appenninico-Maghrebide e Catena kabilo-Calabride*) e quella Africana a sud (*Avampaese Ibleo*). Lo sviluppo di un vulcanismo di tipo basico in questa zona di collisione continentale è legato alla presenza di una tettonica distensiva che interessa il margine orientale della Sicilia permettendo la risalita del magma dal mantello terrestre. Dal punto di vista strutturale questo campo di stress distensivo è rappresentato dal sistema di faglie normali della "Scarpata Ibleo-Maltese", un fascio strutturale che si estende per circa 300 km dall'isola di Malta fino ad intercettare il basso versante sud-orientale dell'Etna (Figura 4.1).



**Figura 4.1:** Schema Strutturale del Mediterraneo Centrale (Branca et al., 2011).  
Il riquadro blu individua la macro-area su cui è individuabile il territorio di *Trecastagni*.

Recenti studi stratigrafici e geocronologici finalizzati alla realizzazione della nuova carta geologica del vulcano Etna (Branca et al. 2011 a, b; De Beni et al. 2011) hanno permesso di ricostruire l'evoluzione del vulcanismo, evidenziando come la struttura del Monte Etna è il risultato di una lunga e complessa storia eruttiva, in cui è stato possibile distinguere quattro diverse fasi di attività:

1. Fase delle Tholeithi Basali;
2. Fase delle Timpe;
3. Fase dei Centri Eruttivi della Valle del Bove;
4. Fase dello Stratovulcano.

	<b>TECNICO INCARICATO</b> <i>Dott. Geol. Gregorio Sgarlato</i>	<b>ENTE APPALTANTE</b> Comune di Trecastagni	
	<b>LOCALITA'</b> <b>COMUNE DI TRECASTAGNI (CT)</b>	<b>DATA</b> Dicembre 2025	<b>REV.</b> 0
	<b>OGGETTO</b> <i>PROGETTO ESECUTIVO</i> - Intervento di adeguamento sismico mediante demolizione e ricostruzione della palestra con "funzione strategica" di ricovero sita nel campo sportivo <i>La Carlina</i> .	<b>CODICE LAVORO</b> GS_TRC_09/321	<b>C.I.G.</b> <i>B947DAC180</i>

Le informazioni sulla geologia e sulle caratteristiche litostratigrafiche dell'area che comprende e circoscrive la zona in questione sono state desunte da un rilievo di superficie coadiuvato dallo studio della "*Carta Geologica del Vulcano Etna*" edita dall'INGV nel 2011.

Da tale *carta* si evince che i prodotti vulcanici presenti nel territorio di Trecastagni sono riferibili all'ultima fase evolutiva del Monte Etna e cioè alla *Fase dello Stratovulcano*, i cui prodotti vulcanici costituiscono oltre il 95% delle vulcaniti affioranti nel *Distretto Vulcanico del Monte Etna*.


## 4.2 Contesto geologico locale

Nell'area cartografata (§ All. 2) affiorano terreni che, sotto il profilo geologico-strutturale, rientrano tutti nel complesso vulcano-stratigrafico etneo, costituito da lave e materiali vulcanoclastici che si alternano a prodotti piroclastici appartenenti alla *Formazione Torre del Filosofo* e alla *Formazione Pietracannone* comprendendo il *Membro Superiore* (u), il *Membro Inferiore* (l) e il *Membro Cubania*. Le suddette formazioni sono sovrapposte ad un basamento sedimentario preetneo di età *infra-medio pleistocenica* rappresentato da sedimenti argillosi di avanfossa (*Formazione delle Argille Grigio-Azzurre*) affioranti laddove non sono stati oblitterati dalla successiva messa in posto delle colate laviche avvenuta in epoche comprese tra il *Pleistocene Superiore* e l'*Attuale* e che in loco si trova a profondità superiori ai 250 m dal piano campagna (Monaco C., 2008 - *Carta Morfotettonica del Monte Etna*). Questo substrato pre-vulcanico affiora estesamente lungo tutto il basso versante meridionale dell'Etna, costituendo numerose dagale nell'area urbana di Catania (Monaco et al., 2000) e lungo il bordo orientale dell'edificio etneo (Di Stefano e Branca, 2002), dalla collina di Acitrezza fino agli abitati di Vena e Presa.

La sequenza eruttiva etnea che ha generato gli estesi campi lavici individuati durante il rilievo e presenti in tutta l'area cartografata (§ All. 2) vede come termini lavici più antichi le scorie del cono avventizio identificato come *Generico* (gs<sup>1</sup>) e le colate denominate *Monaci* (mk<sup>1</sup>), appartenenti al *Membro Inferiore* della *F.ne Pietracannone*. Questo campo lavico è stato in parte ricoperto dalle colate del *Membro Superiore* denominate *Blandano* (bl<sup>1</sup>) con il corrispettivo cono di scorie e dai livelli piroclastici del *Membro Cubania* (26a). Successivamente si sono messe in posto anche le colate di *S. Alfio e Cirino* (ac<sup>u</sup>) e *Casa Gangemi* (cg<sup>u</sup>) anch'esse appartenenti al *Membro Inferiore*. Tutti questi prodotti vulcanici occupano la quasi totalità della parte centro-settentrionale della carta geologica allegata. Infine, le ultime colate messe in posto nell'area cartografata sono rappresentate da quelle appartenenti al *primo intervallo temporale* della *F.ne Torre del Filosofo*, comprendendo cronologicamente le colate di *P.zza S. Alfio* (io<sup>1</sup>), che caratterizzano il sito in studio, le colate *Montarello* (lq<sup>1</sup>) e il campo lavico del 1408, che rappresentano le colate più superficiali e recenti.

Come detto precedentemente le colate affioranti nell'area di stretto interesse fanno parte della *F.ne Torre del Filosofo*, una complessa successione vulcanica la cui sequenza eruttiva iniziò a manifestarsi dopo la genesi della caldera del Piano (122. a.C.). Le vulcaniti di questa formazione sono suddivise in tre intervalli temporali: (1) post-eruzione Pliniana del 122 a.C. – eruzione del 1669 d.C.; (2) post-eruzione del 1669 d.C. - pre-eruzione del 1971; (3) eruzione del 1971 – attuale. Nello specifico le vulcaniti affioranti in situ appartengono al *primo intervallo temporale* e sono genericamente formate da colate, coni e bastioni di scorie e depositi da caduta relativi a eruzioni laterali e sommitali avvenute dopo il 122 a.C. e l'eruzione del 1669.

Da quanto esposto è possibile affermare, considerando le conoscenze delle caratteristiche litologiche delle vulcaniti dell'area etnea, che il sito sia verosimilmente caratterizzato da colate costituite

	<b>TECNICO INCARICATO</b> <i>Dott. Geol. Gregorio Sgarlato</i>	<b>ENTE APPALTANTE</b> Comune di Trecastagni	
	<b>LOCALITA'</b> <b>COMUNE DI TRECASTAGNI (CT)</b>	<b>DATA</b> Dicembre 2025	<b>REV.</b> 0
	<b>OGGETTO</b> <i>PROGETTO ESECUTIVO</i> - Intervento di adeguamento sismico mediante demolizione e ricostruzione della palestra con "funzione strategica" di ricovero sita nel campo sportivo <i>La Carlina</i> .	<b>CODICE LAVORO</b> GS_TRC_09/321	<b>C.I.G.</b> <i>B947DAC180</i>

da prodotti scoriacei autobrecciati ad andamento irregolare e banconi lavici più o meno fratturati e fessurati, che si alternano a lenti vulcanoclastiche variamente addensate (piroclastiti e/o refusa lavica). Questi prodotti vulcanici si possono assimilare a un unico litotipo formato dalla sovrapposizione di diverse colate laviche alternatesi nell'arco dei secoli e dei millenni che, nonostante facciano riferimento a eventi eruttivi diversi, mantengono delle caratteristiche geolitologiche del tutto simili.

Nella carta geologica (§ All. 2), dal più recente al più antico, si possono distinguere i seguenti terreni lavici che caratterizzano l'hinterland dell'area in studio:

1. Colate laviche della F.ne Torre del Filosofo, 1° intervallo (1408);
2. Colate laviche della F.ne Torre del Filosofo, 1° intervallo (Montarello – lq<sup>1</sup>);
3. Colate laviche della F.ne Torre del Filosofo, 1° intervallo (P.zza Sant'Alfio – io<sup>1</sup>);
4. Colate laviche della F.ne Pietracannone, Membro Superiore (S. Alfio e Cirino – ac<sup>u</sup>);
5. Colate laviche della F.ne Pietracannone, Membro Superiore (Casa Gangemi – cg<sup>u</sup>);
6. Successione piroclastica della F.ne Pietracannone, Membro Cubania (26a);
7. Colate laviche e cono di scorie della F.ne Pietracannone, Membro Superiore (Blandano – bl<sup>u</sup>);
8. Colate laviche della F.ne Pietracannone, Membro Inferiore (Monaci – mk<sup>l</sup>);
9. Cono di scorie della F.ne Pietracannone, Membro Inferiore (Generico – gs<sup>l</sup>).



	<b>TECNICO INCARICATO</b> <i>Dott. Geol. Gregorio Sgarlato</i>	<b>ENTE APPALTANTE</b> Comune di Trecastagni	
	<b>LOCALITA'</b> <b>COMUNE DI TRECASTAGNI (CT)</b>	<b>DATA</b> Dicembre 2025	<b>REV.</b> 0
	<b>OGGETTO</b> <i>PROGETTO ESECUTIVO</i> - Intervento di adeguamento sismico mediante demolizione e ricostruzione della palestra con "funzione strategica" di ricovero sita nel campo sportivo <i>La Carlina</i> .	<b>CODICE LAVORO</b> GS_TRC_09/321	<b>C.I.G.</b> <i>B947DAC180</i>

## 5 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

Genericamente le acque nel sottosuolo si raccolgono all'interno di bacini la cui forma dimensione ed orientazione dipende da cause geologiche e strutturali. Il contesto geologico-strutturale caratterizza notevolmente gli acquiferi di una determinata area, questi possono presentare gradi di potenzialità diversi in funzione della permeabilità dei terreni e/o delle rocce attraversate dalla falda acquifera e quindi differenziarsi in funzione della quantità d'acqua che riescono ad immagazzinare. L'acquifero deve essere delimitato alla base da un substrato impermeabile e deve avere una zona di deflusso sotterraneo delle acque costituita da terreni più o meno permeabili (roccia serbatoio).

Fattori geologici e strutturali permettono l'accumulo delle acque e il loro scorrimento profondo in funzione delle caratteristiche litologiche e stratigrafiche delle *formazioni geologiche* attraversate che si riflette strettamente con la *permeabilità* degli acquiferi.


Nell'area in studio l'acquifero è costituito dalle vulcaniti etnee che sono delimitate alla base dal substrato sedimentario dell'area (F.ne delle Argille Grigio-Azzurre) che presenta un comportamento impermeabile.

Nello specifico la permeabilità dei terreni in situ è legata alla natura delle successioni vulcaniche affioranti; è possibile distinguere due tipi litologici dotati entrambi di permeabilità primaria:

- Terreni permeabili per porosità (sacche e livelli scoriacei, sabbie e ghiaie vulcanoclastiche e materiale di autoclastesi lavica derivanti da un rapido raffreddamento delle lave);
- Terreni permeabili per fessurazione/fratturazione (banchi lavici).

Dallo studio geologico effettuato si evince come le vulcaniti che caratterizzano il sito in oggetto siano costituite da materiale scoriaceo facente parte della classe dei terreni permeabili per porosità. In questo caso la maggiore permeabilità dei terreni dipende dall'aumentare del grado di alterazione dei prodotti scoriacei. Inoltre i livelli scoriacei giocano un ruolo abbastanza importante quando separano i diversi banconi lavici, aumentandone localmente la permeabilità. I prodotti vulcanici presenti al di sotto delle colate scoriacee, invece, sono costituiti da banconi di colate laviche, dove la permeabilità primaria per porosità si può considerare molto scarsa o addirittura nulla, a causa della struttura cristallina molto compatta e sono quindi assimilabili alla classe dei terreni permeabili per fessurazione/fratturazione. Proprio a quest'ultima classe vanno essenzialmente assimilate le colate laviche etnee, che costituiscono la gran parte della copertura vulcanica dell'edificio vulcanico. La permeabilità dipenderà dalla frequenza, posizione spaziale e persistenza delle discontinuità strutturali presenti negli ammassi rocciosi lavici. Le vulcaniti mostrano, inoltre, una certa percentuale di vuoti, rappresentati principalmente da bolle e vacuoli e da caverne di svuotamento che contribuiscono localmente a rendere ancora più permeabile la massa lavica, laddove presenti. Alla classe dei terreni permeabili per porosità fanno parte anche le coperture e le stratificazioni più o meno potenti di prodotti piroclastici o di materiale vulcanoclastico rimaneggiato prevalentemente sabbioso (refusa). In questo caso la permeabilità dipende dalla granulometria dei terreni e tende a diminuire con l'aumentare delle percentuali di materiale fine. Il materiale più fine si addensa maggiormente rispetto a quello più grossolano, e quindi crea vuoti più piccoli dove l'acqua tende ad infiltrarsi con più difficoltà.

Entrambi i tipi di vulcaniti garantiscono una buona permeabilità. I banchi lavici fratturati e le lave scoriacee hanno entrambi una permeabilità medio-alta ( $K = 10^{-1} \div 10^{-3}$  m/sec), rispettivamente in


	<b>TECNICO INCARICATO</b> <i>Dott. Geol. Gregorio Sgarlato</i>	<b>ENTE APPALTANTE</b> Comune di Trecastagni	
	<b>LOCALITA'</b> <b>COMUNE DI TRECASTAGNI (CT)</b>	<b>DATA</b> Dicembre 2025	<b>REV.</b> 0
	<b>OGGETTO</b> <i>PROGETTO ESECUTIVO</i> - Intervento di adeguamento sismico mediante demolizione e ricostruzione della palestra con "funzione strategica" di ricovero sita nel campo sportivo <i>La Carlina</i> .	<b>CODICE LAVORO</b> GS_TRC_09/321	<b>C.I.G.</b> <i>B947DAC180</i>

relazione al grado di fessurazione/fratturazione e allo stato di addensamento, mentre i depositi piroclastici sono caratterizzati da una permeabilità da media a medio-bassa ( $10^{-3} \div 10^{-6}$  m/sec) a seconda che prevalga la porzione grossolana o la porzione fine.

Nel caso in studio, vista la prevalenza di materiale scoriaceo e/o massivo fratturato, la permeabilità risulterà medio-alta ( $K = 10^{-1} \div 10^{-3}$  m/sec). Queste caratteristiche di permeabilità dei terreni in studio produrranno un veloce assorbimento delle acque d'infiltrazione superficiale in corrispondenza del volume significativo, senza che le acque si organizzino in un reticolo idrografico di rilievo.

Da quanto esposto precedentemente e dalla conoscenza dei dati di bibliografia si può evincere come la circolazione idrica sotterranea nell'area risulta notevole e gli acquiferi, costituiti da terreni della serie vulcanica, hanno una superficie piezometrica che si colloca, in ogni caso, *nelle condizioni di non poter interferire con l'opera in oggetto*. La falda di base, di tipo freatico, defluisce infatti ad una quota di circa 350 m s.l.m. (Ferrara V., 2001)<sup>2</sup>, ovvero ad una profondità dal piano campagna di circa 250 m, con direzione di deflusso verso sud-est, non escludendo, in concomitanza di eventi pluviometrici eccezionalmente copiosi e/o concentrati in brevi spazi temporali, la possibilità dell'esistenza di falde sospese di minore potenzialità o a carattere temporaneo, in corrispondenza di orizzonti più impermeabili.

<sup>2</sup> Ferrara V. (2001) – Carta idrogeologica del massiccio vulcanico dell'Etna. C.N.R. – GNDCI, S.EL.CA., Firenze.

	<b>TECNICO INCARICATO</b> <i>Dott. Geol. Gregorio Sgarlato</i>	<b>ENTE APPALTANTE</b> Comune di Trecastagni	
	<b>LOCALITA'</b> <b>COMUNE DI TRECASTAGNI (CT)</b>	<b>DATA</b> Dicembre 2025	<b>REV.</b> 0
	<b>OGGETTO</b> <i>PROGETTO ESECUTIVO</i> - Intervento di adeguamento sismico mediante demolizione e ricostruzione della palestra con "funzione strategica" di ricovero sita nel campo sportivo <i>La Carlina</i> .	<b>CODICE LAVORO</b> GS_TRC_09/321	<b>C.I.G.</b> <i>B947DAC180</i>

## 6 INQUADRAMENTO SISMICO

L'area in questione si trova in una zona caratterizzata da una sismicità locale relativamente frequente e inoltre si inserisce in un contesto sismico regionale piuttosto significativo. Risulta quindi necessario inquadrare preliminarmente la sismicità di massima dell'area, in modo da poter giungere a una valutazione più attendibile della *Pericolosità Sismica* e della *Risposta Sismica Locale* del sito, al fine di fornire al *calcolista* quei parametri sismici necessari per la determinazione dell'azione sismica di progetto, nei modi previsti dalle NTC 18.

### 6.1 Contesto sismotettonico regionale e locale

In linea generale la sismicità che caratterizza il territorio comunale di Trecastagni può essere argomentata analizzando le informazioni reperibili dalla *Zonazione Sismica Nazionale ZS9* che rappresenta, a grande scala, il modello sismotettonico del territorio italiano. Tale zonazione è il risultato dei più recenti e aggiornati studi di sismologia che si avvalgono delle conoscenze acquisite negli ultimi decenni, riguardanti le geometrie e i cinematismi delle strutture sismogenetiche, la loro attività e il comportamento atteso.


Più nello specifico l'area in studio ricade nella zona sismogenetica ZS 936 che comprende buona parte dell'apparato vulcanico etneo (Figura 6.1). Questa zona è caratterizzata da sismicità, fagliazione superficiale e attenuazione del moto del suolo del tutto peculiari, in quanto area vulcanica. Infatti, la sismicità locale etnea è contraddistinta da terremoti di magnitudo moderata ( $< 5,5$  M) ma con ipocentri poco profondi (inferiori ai 5 km) che ne aggravano sensibilmente gli effetti al suolo, amplificando di fatto il rischio sismico nelle aree fortemente urbanizzate. Oltre alla sismicità locale di magnitudo moderata, il territorio comunale di Trecastagni è soggetto anche alla scuotibilità generata dalle aree sismogenetiche adiacenti, risentendo della sismicità regionale di elevata magnitudo. In particolare, risente principalmente dei terremoti della ZS 935, legati all'attività della *Scarpata Ibleo-Maltese* e della *Faglia Scicli-Ragusa* (terremoti del 1693 - 1818).



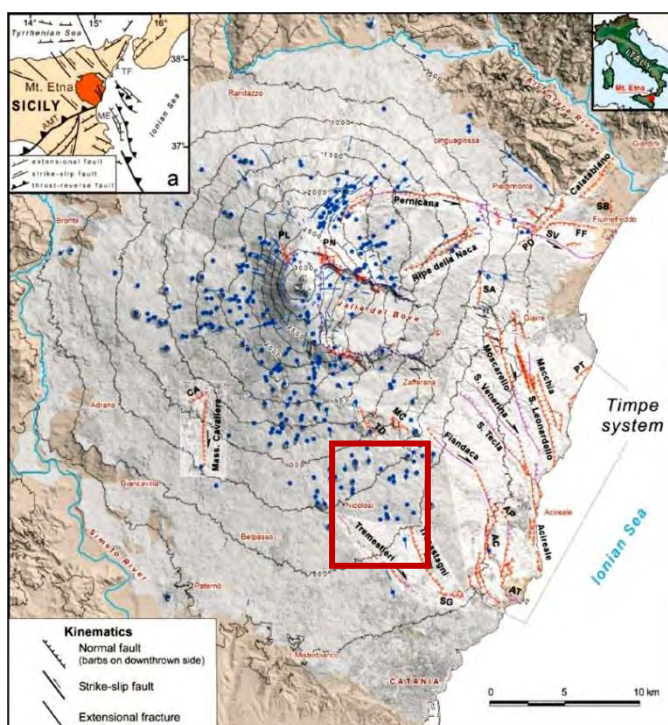
**Figura 6.1:** Zonazione sismogenetica ZS9.

Giungendo a una scala più locale si possono distinguere diverse strutture sismogenetiche sparse nell'area etnea (Figura 6.2), riconoscibili soprattutto dalle evidenze della fratturazione cosmica superficiale. Tra queste è possibile annoverare: nel settore settentrionale la faglia *Pernicana* e *Ripe della Naca*; nel settore orientale il "*Sistema delle Timpe*" con la *Faglia di San Leonardello*, la *Faglia di Moscarello*, ecc.; nel settore meridionale il sistema tettonico *Tremestieri-Trecastagni*; infine nel settore occidentale il sistema tettonico ad *horst* delle faglie antitetiche "*Masseria Cavaliere*" e "*Calcerana*", la *Faglia di Ragalna*, la *Faglia di Biancavilla*, ecc.



	<b>TECNICO INCARICATO</b> <i>Dott. Geol. Gregorio Sgarlato</i>	<b>ENTE APPALTANTE</b> Comune di Trecastagni	
	<b>LOCALITA'</b> <b>COMUNE DI TRECASTAGNI (CT)</b>	<b>DATA</b> Dicembre 2025	<b>REV.</b> 0
	<b>OGGETTO</b> <i>PROGETTO ESECUTIVO</i> - Intervento di adeguamento sismico mediante demolizione e ricostruzione della palestra con "funzione strategica" di ricovero sita nel campo sportivo <i>La Carlina</i> .	<b>CODICE LAVORO</b> GS_TRC_09/321	<b>C.I.G.</b> <i>B947DAC180</i>

Allo stato attuale, dalla consultazione del catalogo nazionale delle faglie capaci (*ITHACA*<sup>3</sup> – *ITaly HAZards from CApable faults*), non risultano faglie attive e capaci individuabili nelle immediate vicinanze sia dell'abitato di Trecastagni che dell'area in studio (Figura 6.3).



**Figura 6.2:** Carta delle principali strutture tettoniche dell'Etna (Modificata da: Azzaro et al., 2012).



**Figura 6.3:** Carta delle Faglie Attive e Capaci (Modificata da: *ITHACA – Map Viewer*)

In definitiva l'area etnea risulta integrata all'interno di un contesto sismotettonico caratterizzato da sistemi tettonici regionali formatisi dalla interazione tra le macroplacche individuabili nel Mediterraneo Centrale e nella Sicilia Centro-Orientale che si interconnettono con quelle locali dovute allo sviluppo del *vulcanismo etneo*. Di fatto la presenza di queste strutture sismogenetiche, sia regionali che locali, crea i presupposti per una sismicità frequente e talvolta di forte intensità. Infatti, secondo la *Classificazione Sismica Regionale*, il Comune di Trecastagni viene inserito in *Zona Sismica 2*, contraddistinta da valori di *accelerazione al suolo* o *PGA (Peak Ground Acceleration)* compresi tra 0,15 e 0,25 *ag*.

## 6.2 Sismicità locale

Vista l'evidente sismicità è stata eseguita una ricerca sul *Database Macrosismico Italiano - DBMI15*<sup>4</sup> volta a individuare i terremoti i cui effetti sono stati risentiti nel territorio comunale di Trecastagni, riportando un catalogo sismico con i terremoti di *Intensità Macrosismica (Is)* maggiore di 4-5°, tralasciando quelli che non hanno evidenziato effetti degni di nota (Tabella 6.1 – Figura 6.4).

<sup>3</sup> ITHACA Working Group (2019). ITHACA (ITaly HAZard from CApable faulting), A database of active capable faults of the Italian territory. Version December 2019. ISPRA Geological Survey of Italy. Web Portal <http://sgi2.isprambiente.it/ithacaweb/Mappatura.aspx>.

<sup>4</sup> Locati M., Camassi R., Rovida A., Ercolani E., Bernardini F., Castelli V., Caracciolo C.H., Tertulliani A., Rossi A., Azzaro R., D'Amico S., Antonucci A. (2022). Database Macrosismico Italiano (DBMI15), versione 4.0. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV). <https://doi.org/10.13127/DBMI/DBMI15.4>

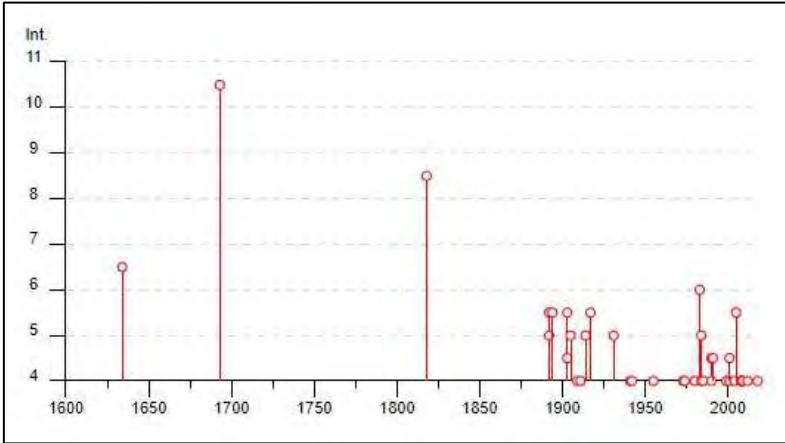
	<b>TECNICO INCARICATO</b> <i>Dott. Geol. Gregorio Sgarlato</i>	<b>ENTE APPALTANTE</b> Comune di Trecastagni	
	<b>LOCALITA'</b> <b>COMUNE DI TRECASTAGNI (CT)</b>	<b>DATA</b> Dicembre 2025	<b>REV.</b> 0
	<b>OGGETTO</b> <i>PROGETTO ESECUTIVO</i> - Intervento di adeguamento sismico mediante demolizione e ricostruzione della palestra con "funzione strategica" di ricovero sita nel campo sportivo <i>La Carlina</i> .	<b>CODICE LAVORO</b> GS_TRC_09/321	<b>C.I.G.</b> <i>B947DAC180</i>

Infine, sono stati evidenziati in rosso i terremoti i cui effetti si sono maggiormente risentiti nell'abitato di Trecastagni, ovvero quelli che hanno generato effetti macrosismici più rilevanti a parità di magnitudo ( $I_s \geq 5-6^\circ$ ).


A conferma di quanto esposto precedentemente si può notare come i terremoti più forti risentiti siano sia locali che regionali, con forte prevalenza dei primi.

**Tabella 6.1:** Catalogo sismico per Trecastagni ( $I_s \geq 4-5^\circ$ ).

	Anno	Mese	Giorno	Area Epicentrale	$I_s$	$M_w$	ZS
Terremoti Regionali	<u>1693</u>	<u>1</u>	<u>11</u>	<u>Sicilia sud-orientale</u>	<u>10-11</u>	<u>7.32</u>	<u>935</u>
	<u>1818</u>	<u>2</u>	<u>20</u>	<u>Catanese</u>	<u>8-9</u>	<u>6.28</u>	<u>935</u>
	1905	9	8	Calabria centrale	5	6.95	929
	1990	12	13	Sicilia sud-orientale	4-5	5.61	935
Terremoti Locali	<u>1634</u>	<u>12</u>	<u>21</u>	<u>Etna - Versante Meridionale</u>	<u>6-7</u>	<u>3.47</u>	<u>936</u>
	<u>1892</u>	<u>7</u>	<u>8</u>	<u>Etna - Versante meridionale</u>	<u>5-6</u>	<u>4.03</u>	<u>936</u>
	1892	7	9	Etna - Versante orientale	5	3.19	936
	<u>1894</u>	<u>8</u>	<u>8</u>	<u>Etna - Mazzasette (Acireale)</u>	<u>5-6</u>	<u>4.59</u>	<u>936</u>
	<u>1903</u>	<u>5</u>	<u>26</u>	<u>Etna - Trecastagni</u>	<u>5-6</u>	<u>2.91</u>	<u>936</u>
	1903	11	20	Etna - Viagrande	4-5	3.47	936
	1914	5	8	Etna - Linera (S. Venerina)	5	5.15	936
	<u>1917</u>	<u>7</u>	<u>20</u>	<u>Etna - Trecastagni</u>	<u>5-6</u>	<u>2.91</u>	<u>936</u>
	1931	8	3	Etna - Fiandaca (Acireale)	5	3.47	936
	<u>1983</u>	<u>7</u>	<u>20</u>	<u>Etna - Viagrande</u>	<u>6</u>	<u>4.30</u>	<u>936</u>
	1984	11	07	Etna - Pedara	5	3.73	936
	1991	12	15	Etna - Versante meridionale	4-5	4.30	936
	2001	7	13	Etna - Versante meridionale	4-5	4.00	936
	<u>2005</u>	<u>10</u>	<u>31</u>	<u>Etna - Trecastagni</u>	<u>5-6</u>	<u>3.80</u>	<u>936</u>



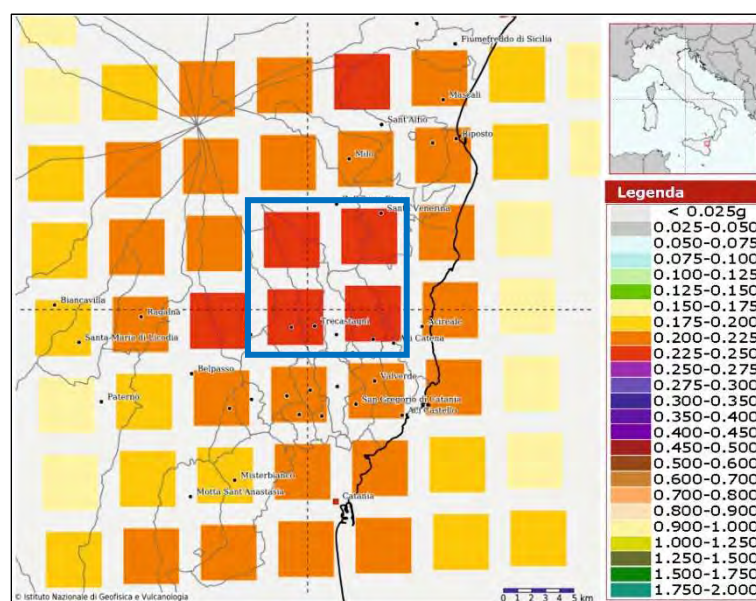
**Figura 6.4:** Storia sismica di Trecastagni.

	<b>TECNICO INCARICATO</b> <i>Dott. Geol. Gregorio Sgarlato</i>	<b>ENTE APPALTANTE</b> Comune di Trecastagni	
	<b>LOCALITA'</b> <b>COMUNE DI TRECASTAGNI (CT)</b>	<b>DATA</b> Dicembre 2025	<b>REV.</b> 0
	<b>OGGETTO</b> <i>PROGETTO ESECUTIVO</i> - Intervento di adeguamento sismico mediante demolizione e ricostruzione della palestra con "funzione strategica" di ricovero sita nel campo sportivo <i>La Carlina</i> .	<b>CODICE LAVORO</b> GS_TRC_09/321	<b>C.I.G.</b> B947DAC180

### 6.3 Pericolosità Sismica

Dall'entrata in vigore del *D.M. 14.01.2008* fino alle attuali "*Norme Tecniche per le Costruzioni*" (*NTC 18*), la stima della *pericolosità sismica di base* viene definita mediante un approccio "*sito-dipendente*" e non più tramite un criterio "*zona-dipendente*". L'azione sismica di progetto in base alla quale valutare il rispetto dei diversi *stati limite* presi in considerazione dalle *norme tecniche*, viene definita a partire dalla *pericolosità di base* del sito, che risulta essere l'elemento essenziale di conoscenza per la determinazione dell'*azione sismica di progetto*.

Allo stato attuale, la pericolosità sismica del territorio nazionale, espressa in termini di accelerazione massima del suolo, con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, riferita a suoli rigidi con topografia pianeggiante, è individuabile dai dati pubblicati sul sito dell'*Istituto di Nazionale di Geofisica e Vulcanologia* di Milano (<http://esse1.mi.ingv.it/>). Nello specifico l'area in studio si trova all'interno del quadrilatero della *Mappa di Pericolosità Sismica* che indica valori compresi tra 0.225 g e 0.250 g (Figura 6.5).



**Figura 6.5:** Mappa di pericolosità sismica dell'area

L'intersezione dei tratteggi indica l'ubicazione del sito.


#### 6.3.1 Pericolosità sismica di base

La *Pericolosità Sismica di Base* è definita dalle *NTC 2018* in termini di accelerazione orizzontale massima attesa  $a_g$  in condizione di campo libero su sito di riferimento rigido (cat. A) con superficie topografica orizzontale (cat. T1) nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente  $S_e(T)$ . Le forme spettrali previste sono definite in funzione di tre parametri:

- $a_g$  accelerazione orizzontale massima al sito;
- $F_o$  valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- $T^*_c$  valore di riferimento per la determinazione del periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

I valori di  $a_g$ ,  $F_o$ ,  $T^*_c$  relativi alla pericolosità sismica su reticolo di riferimento nell'intervallo di riferimento sono riportate nelle tabelle dell'*Allegato B 'Tabelle dei parametri che definiscono l'azione*



	<b>TECNICO INCARICATO</b> <i>Dott. Geol. Gregorio Sgarlato</i>	<b>ENTE APPALTANTE</b> Comune di Trecastagni	
	<b>LOCALITA'</b> <b>COMUNE DI TRECASTAGNI (CT)</b>	<b>DATA</b> Dicembre 2025	<b>REV.</b> 0
	<b>OGGETTO</b> <i>PROGETTO ESECUTIVO</i> - Intervento di adeguamento sismico mediante demolizione e ricostruzione della palestra con "funzione strategica" di ricovero sita nel campo sportivo <i>La Carlina</i> .	<b>CODICE LAVORO</b> GS_TRC_09/321	<b>C.I.G.</b> <i>B947DAC180</i>

sismica' del D.M. 14/01/2008. Questi tre parametri sono tabulati per nove diversi periodi ritorno  $T_R$  e definiti su reticolo di riferimento nazionale costituito da più di 10.000 nodi che distano tra di loro non più di 10 km. I nodi del reticolo sono definiti in termini di latitudine e longitudine ed ordinati in modo crescente, facendo variare prima la longitudine e poi la latitudine.

Per un qualunque punto del territorio non ricadente nei nodi del reticolo di riferimento, i valori dei parametri  $p$  ( $a_g$ ,  $F_0$ ,  $T^*_c$ ) di interesse per la definizione dell'azione sismica di progetto possono essere calcolati come media pesata dei valori assunti da tali parametri nei quattro vertici della maglia elementare del reticolo di riferimento contenente il punto in esame, utilizzando come pesi gli inversi delle distanze tra il punto in questione ed i quattro vertici, attraverso la seguente espressione:

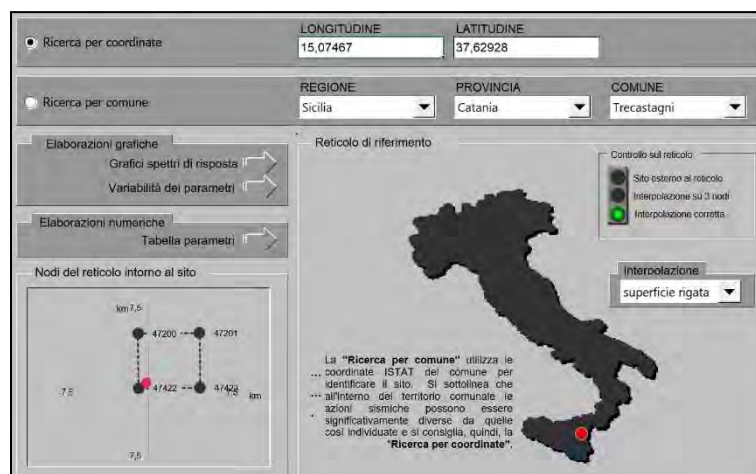
$$p = \frac{\sum_{i=1}^4 \frac{p_i}{d_i}}{\sum_{i=1}^4 \frac{1}{d_i}}$$

nella quale:

- $p$  è il valore del parametro di interesse nel punto in esame;
- $p_i$  è il valore del parametro di interesse nell' $i$ -esimo punto della maglia elementare contenente il punto in esame;
- $d_i$  è la distanza del punto in esame dall' $i$ -esimo punto della maglia suddetta.


### 6.3.2 Spettri di risposta elastici

Per la determinazione degli spettri di risposta elastici per i periodi di ritorno  $T_R$  previsti dalle *NTC18* è stato utilizzato il software "*Spettri-NTC – Vers. 1.0.3*", scaricabile dal sito del *Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici* (Figura 6.6). Utilizzando questo software sono stati estrapolati gli spettri di risposta elastici (Figura 6.7), i parametri che li definiscono e la loro rappresentazione grafica.

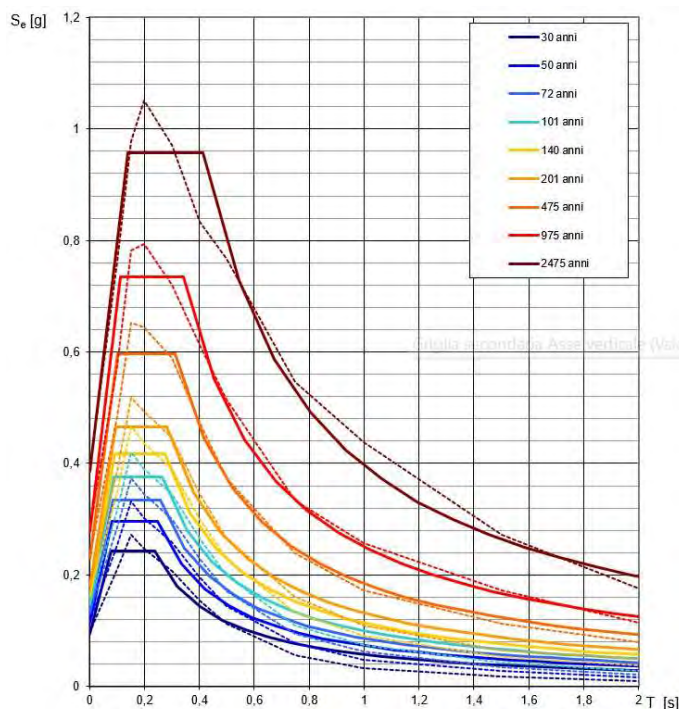


**Figura 6.6:** Software "*Spettri-NTC*" con evidenza delle coordinate geografiche del sito in esame.

Poiché le coordinate rappresentative del sito sono state individuate mediante il software *Google Earth* che utilizza il *DATUM WGS84 (World Geodetic System 1984)* mentre il sistema di coordinate del reticolo sismico di riferimento è l'*European Datum 1950 (ED50)*, prima di determinare gli spettri di risposta elastici, le coordinate sono state convertite dal sistema *WGS84* a quello in coordinate ellissoidiche *ED50*.

	<b>TECNICO INCARICATO</b> <b>Dott. Geol. Gregorio Sgarlato</b>		<b>ENTE APPALTANTE</b> Comune di Trecastagni	
	<b>LOCALITA'</b> <b>COMUNE DI TRECASTAGNI (CT)</b>		<b>DATA</b> Dicembre 2025	<b>REV.</b> 0
	<b>OGGETTO</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b> - Intervento di adeguamento sismico mediante demolizione e ricostruzione della palestra con "funzione strategica" di ricovero sita nel campo sportivo <i>La Carlina</i> .		<b>CODICE LAVORO</b> GS_TRC_09/321	<b>C.I.G.</b> B947DAC180

DATUM	Longitudine [°]	Latitudine [°]
WGS84	15,073858	37,628220
ED50	15,074674	37,629277




**Figura 6.7:** Spettri di risposta in accelerazione per i diversi periodi di ritorno  $T_R$ .

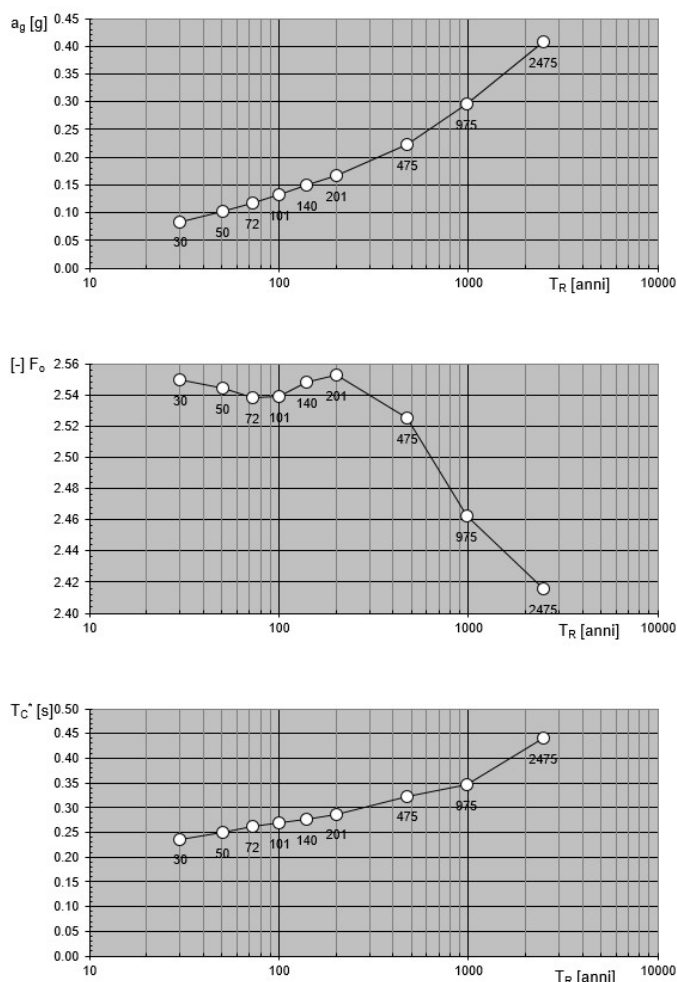
Con la linea continua si rappresentano gli spettri di Normativa,  
con linea tratteggiata gli spettri del progetto S1-INGV da cui sono derivati

I valori dei parametri d'interesse per la definizione dell'azione sismica di progetto ( $a_g$ ,  $F_o$ ,  $T^*_c$ ) che individuano la *Pericolosità Sismica di Base* per il sito in esame, sono elencati in *Tabella 6.2* e illustrati in *Figura 6.8*.

**Tabella 6.2:** Valori dei *parametri* ( $a_g$ ,  $F_o$  e  $T^*_c$ ) al variare di  $T_R$  per diverse probabilità di superamento in 50 anni.

Probabilità di eccedenza in 50 anni	Periodo di ritorno $T_R$ in anni	Frequenza annuale di superamento	Coordinate del sito: Lat: 37,629277°; Lon: 15,074674°		
			$a(g)$	$F_o$	$T^*_c$
81%	30	0.0333	0,095	2,551	0,236
63%	50	0.0200	0,116	2,554	0,248
50%	72	0.0139	0,131	2,549	0,258
39%	101	0.0099	0,146	2,565	0,265
30%	140	0.0071	0,162	2,581	0,273
22%	201	0.0050	0,180	2,591	0,282
10%	475	0.0021	0,229	2,605	0,310
5%	975	0.0010	0,278	2,644	0,341
2%	2475	0.0004	0,386	2,481	0,413

	<b>TECNICO INCARICATO</b> <b>Dott. Geol. Gregorio Sgarlato</b>		<b>ENTE APPALTANTE</b> Comune di Trecastagni	
	<b>LOCALITA'</b> <b>COMUNE DI TRECASTAGNI (CT)</b>		<b>DATA</b> Dicembre 2025	<b>REV.</b> 0
	<b>OGGETTO</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b> - Intervento di adeguamento sismico mediante demolizione e ricostruzione della palestra con "funzione strategica" di ricovero sita nel campo sportivo <i>La Carlina</i> .		<b>CODICE LAVORO</b> GS_TRC_09/321	<b>C.I.G.</b> B947DAC180



**Figura 6.8:** Rappresentazione grafica dei valori dei *parametri* ( $a_g$ ,  $F_o$  e  $T_c^*$ ) al variare di  $T_R$ .

### 6.3.3 Valori Magnitudo / Distanza

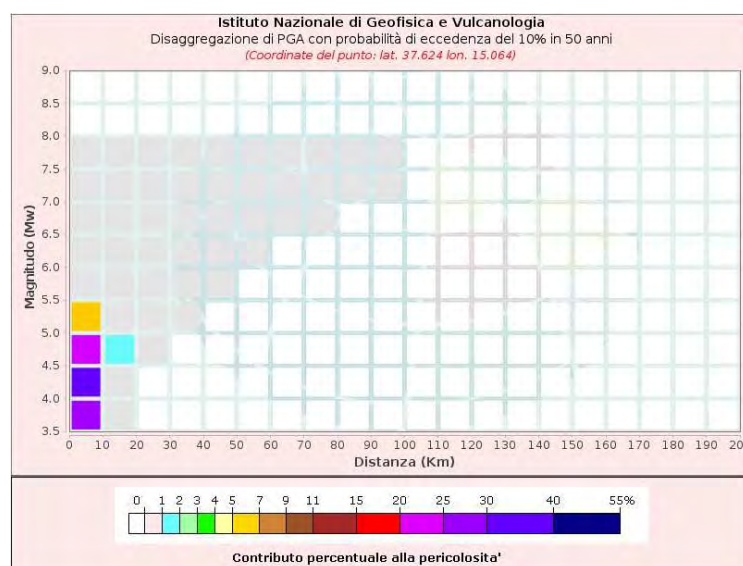
Utilizzando nuovamente i dati presenti sul sito <http://esse1.mi.ingv.it/> è possibile ottenere un grafico di disaggregazione del valore di  $a(g)$  con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, in riferimento al periodo di ritorno del terremoto di progetto per lo *stato limite di salvaguardia della vita* - SLV (475 anni) che permette di individuare il nodo che presenta tali caratteristiche con l'Id numero 47422, identificato secondo le NTC 2018 nell'allegato B del Decreto del Ministro delle Infrastrutture del 14 gennaio 2008. Dal grafico di disaggregazione del suddetto nodo (Figura 6.9) e dalla relativa tabella (Tabella 6.3) si può evincere come il terremoto che si possa verificare con più probabilità (36,5%), presenta magnitudo compresa tra 4 e 4,5 (valore medio 4,43 Mw) e una distanza variabile tra 0 e 10 km (valore medio 4,85 km). Inoltre, il riquadro rosso caratterizzato da magnitudo comprese tra 3.5-4.0 e 4.5-5.0 Mw a una distanza inferiore ai 10 km, racchiude al suo interno valori di probabilità di accadimento di un ipotetico terremoto che raggiungono l'86,3%. Tutto questo a conferma di quanto detto sulla sismicità dell'area caratterizzata prevalentemente da terremoti locali con modesta magnitudo e profondità dell'ipocentro inferiore ai 5 km.



	<b>TECNICO INCARICATO</b> <i>Dott. Geol. Gregorio Sgarlato</i>	<b>ENTE APPALTANTE</b> Comune di Trecastagni	
	<b>LOCALITA'</b> <b>COMUNE DI TRECASTAGNI (CT)</b>	<b>DATA</b> Dicembre 2025	<b>REV.</b> 0
	<b>OGGETTO</b> <i>PROGETTO ESECUTIVO</i> - Intervento di adeguamento sismico mediante demolizione e ricostruzione della palestra con "funzione strategica" di ricovero sita nel campo sportivo <i>La Carlina</i> .	<b>CODICE LAVORO</b> GS_TRC_09/321	<b>C.I.G.</b> <i>B947DAC180</i>

**Tabella 6.3:** Tabella grafico di disaggregazione per il nodo con ID 47422, con valori espressi in percentuale.

<b><u>Distanza</u></b> <b><u>in km</u></b>	<b><u>Magnitudo</u></b>								
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0
<b>0-10</b>	26.3000	<u>36.5000</u>	23.5000	6.1700	0.1370	0.1370	0.1120	0.0773	0.0115
<b>10-20</b>	0.0024	0.5700	1.6100	0.9510	0.3980	0.5290	0.5640	0.4920	0.0836




**Figura 6.9:** Grafico di disaggregazione del valore di  $a(g)$  per il nodo con ID 47422

#### 6.4 Risposta Sismica Locale (RSL)

Le condizioni del sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale in generale non corrispondono a quelle effettive, pertanto, la definizione delle azioni sismiche, che in caso di terremoto andrebbero ad agire su un qualsiasi manufatto, presuppone, secondo le più recenti normative europee e italiane, l'identificazione del valore di una particolare accelerazione massima attesa al suolo, che è funzione della successione stratigrafica presente in sito e quindi della natura e del comportamento meccanico dei terreni presenti (*effetti stratigrafici*) e delle condizioni topografiche dell'area legate alla configurazione morfologica del piano campagna (*effetti topografici*). In tal caso, i diversi tipi di sottosuolo e le diverse condizioni topografiche inducono modifiche sul segnale sismico che consistono non solo nella variazione dell'accelerazione di picco, ma altresì nella variazione della lunghezza temporale e del contenuto in frequenza del segnale stesso. Tali modifiche, in ampiezza, durata e contenuto in frequenza, generano la *risposta sismica locale*.

Generalmente le proprietà elastiche dei litotipi condizionano sia il modo di propagazione sia la trasformazione in frequenza e ampiezza del segnale delle onde sismiche nel mezzo. Gli ammassi rocciosi poco fratturati (litotipi lavici, carbonatici, ecc.), in quando caratterizzati da un'elevata rigidità meccanica, non producono grosse variazioni di amplificazione del fronte d'onda nell'attraversare gli ultimi 30 m di suolo, dal bedrock fino alla superficie. Comportamento diametralmente opposto hanno i terreni sciolti che invece possono produrre significativi cambiamenti del contenuto in frequenza e dell'ampiezza del segnale sismico rispetto a quello riscontrabile al basamento geologico e/o geofisico dell'area.

	<b>TECNICO INCARICATO</b> <i>Dott. Geol. Gregorio Sgarlato</i>	<b>ENTE APPALTANTE</b> Comune di Trecastagni	
	<b>LOCALITA'</b> <b>COMUNE DI TRECASTAGNI (CT)</b>	<b>DATA</b> Dicembre 2025	<b>REV.</b> 0
	<b>OGGETTO</b> <i>PROGETTO ESECUTIVO</i> - Intervento di adeguamento sismico mediante demolizione e ricostruzione della palestra con "funzione strategica" di ricovero sita nel campo sportivo <i>La Carlina</i> .	<b>CODICE LAVORO</b> GS_TRC_09/321	<b>C.I.G.</b> <i>B947DAC180</i>

Per quanto riguarda gli effetti di amplificazione dovuti alle condizioni morfologiche e topografiche si può affermare che non sussistono casi di particolare rilevanza, essendo la zona priva di creste rocciose, dorsali, scarpate e altre morfologie simili di altezza superiore ai 30 m, mantenendo una topografia prevalentemente sub-pianeggiante.

Non vi sono quindi problemi di instabilità dovuti a riattivazione di frane potenziali o quiescenti e/o fenomeni di crollo da pareti rocciose che possano interagire con il sito in studio.

Infine, si possono escludere fenomeni di liquefazione del suolo a seguito di terremoti di una certa intensità, in quanto i terreni intorno l'area in studio non sono costituiti in maniera preponderante da depositi sabbiosi di origine vulcanica. Inoltre, non è presente una falda superficiale che possa far verificare tale fenomeno di instabilità, e qualora presente, per le generalizzate caratteristiche idrogeologiche dell'area etnea, la falda potrà solo essere di modesta entità e comunque a carattere prettamente temporaneo, quindi non valutabile come problematica che possa aumentare il rischio sismico dell'area.

#### 6.4.1 Categorie di sottosuolo


La classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della *velocità equivalente* di propagazione delle onde di taglio,  $V_{s,eq}$  (in m/s), definita dall'espressione:

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_i}}$$

dove  $h_i$  e  $V_i$  indicano lo spessore in metri e la velocità delle onde di taglio dello strato  $i$ -esimo, per un totale di  $N$  strati fino alla profondità  $H$ , la quale rappresenta la profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da  $V_s$  non inferiore a 800 m/s. Per depositi con profondità  $H$  del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio  $V_{s,eq}$  è definita dal parametro  $V_{s,30}$ , ottenuto ponendo  $H = 30$  m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

**Tabella 6.4:** Categorie di sottosuolo di riferimento.

CAT.	$V_s$ (m/s)	DESCRIZIONE
A	> 800	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3m.
<u>B</u>	<u>360-800</u>	<u>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 e 800 m/s.</u>
C	180-360	Depositi di terreni grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 e 360 m/s.
D	100-180	Depositi di terreni grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
E	/	Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

	<b>TECNICO INCARICATO</b> <i>Dott. Geol. Gregorio Sgarlato</i>	<b>ENTE APPALTANTE</b> Comune di Trecastagni	
	<b>LOCALITA'</b> <b>COMUNE DI TRECASTAGNI (CT)</b>	<b>DATA</b> Dicembre 2025	<b>REV.</b> 0
	<b>OGGETTO</b> <i>PROGETTO ESECUTIVO</i> - Intervento di adeguamento sismico mediante demolizione e ricostruzione della palestra con "funzione strategica" di ricovero sita nel campo sportivo <i>La Carlina</i> .	<b>CODICE LAVORO</b> GS_TRC_09/321	<b>C.I.G.</b> <i>B947DAC180</i>

Nel livello di progettazione antecedente a quello attuale, ovvero il Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica (PFTE) è stata valutata la *Categoria di Sottosuolo* mediante l'acquisizione del parametro  $V_{seq}$ , eseguendo una prospezione geofisica tramite tecnica di sismica attiva del tipo MASW attraverso la realizzazione di n. 1 stendimento sismico. Le risultanze dell'indagine hanno permesso di individuare un valore di  $V_{seq}$  di 384,33 m/s (§ All. 6) pertanto in fase di *PTFE* è stata definita come categoria di sottosuolo a cui appartengono i terreni interessati dall'opera da realizzare, la **Cat. B** (*Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 e 800 m/s*).

Nel presente studio è stato realizzato uno stendimento sismico con tecnica attiva del tipo MASW allo scopo di ottenere un confronto sismostratigrafico con i risultati ottenuti nel PFTE al fine di migliorare la lettura del *modello geologico finale*. Nel caso specifico i risultati dell'indagine (§ Par. 7.2) oltre a migliorare il dettaglio con cui è stato desunto il *modello geologico di riferimento* (§ Cap. 8) hanno permesso di confermare la *Categoria di Sottosuolo B* individuata precedentemente, riscontrando una  $V_{seq}$  di 433,5 m/s.

La maggiore velocità riscontrata rispetto alla precedente indagine indica una possibile condizione di miglioramento delle caratteristiche sismiche del sito e tale discrepanza può essere giustificata dalla possibilità di avere realizzato uno stendimento più esteso (48 m) che ha permesso di raggiungere profondità di indagine maggiori e di determinare un aumento delle velocità più accentuato con la profondità.


#### 6.4.2 Categorie topografiche

Come ampiamente dimostrato nella letteratura scientifica, le caratteristiche della superficie topografica possono influenzare la propagazione delle onde sismiche. Nel caso in esame le condizioni topografiche presentano una configurazione superficiale semplice, per cui si può adottare la classificazione definita nella *tabella 3.2.III* delle *NTC18* (§ Tabella 6.5). Il sito infatti si trova su un versante che può essere inserito tra le configurazioni semplici esplicitate nelle norme tecniche: "*configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate che devono essere considerate nella definizione dell'azione sismica se di altezza maggiore di 30 m*".

Tenendo presente che la superficie topografica del sito in studio ha andamento sub-pianeggiante (mediamente di circa  $3^\circ \div 5^\circ$ ) e in ogni caso inferiore ai  $15^\circ$ , la *Categoria Topografica* attribuita al sito in studio, riferita a configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, risulta essere la **Cat. T1**, come evidenziato nella seguente tabella.

**Tabella 6.5:** Categorie topografiche.

CAT	UBICAZIONE DELL'OPERA
<u>T1</u>	<u>Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media <math>i \leq 15^\circ</math></u>
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

	<b>TECNICO INCARICATO</b> <i>Dott. Geol. Gregorio Sgarlato</i>	<b>ENTE APPALTANTE</b> Comune di Trecastagni	
	<b>LOCALITA'</b> <b>COMUNE DI TRECASTAGNI (CT)</b>	<b>DATA</b> Dicembre 2025	<b>REV.</b> 0
	<b>OGGETTO</b> <i>PROGETTO ESECUTIVO</i> - Intervento di adeguamento sismico mediante demolizione e ricostruzione della palestra con "funzione strategica" di ricovero sita nel campo sportivo <i>La Carlina</i> .	<b>CODICE LAVORO</b> GS_TRC_09/321	<b>C.I.G.</b> <i>B947DAC180</i>

## 7 MODELLO GEOFISICO

Al fine di giungere alla definizione di un *modello geofisico* che presenti il miglior grado di attendibilità e che possa essere un utile riferimento per la ricostruzione del *modello geologico di riferimento*, è stata effettuata una campagna di prospezioni geofisiche che permetta di ottenere un quadro conoscitivo sufficiente per implementare le conoscenze sulle peculiarità geologiche del sito in esame e identificare, qualora presenti, le situazioni locali che mostrino livelli di pericolosità geologica e sismica tali da poter influenzare, in modo significativo, l'opera da realizzare. Di seguito verranno descritte le indagini effettuate e i relativi risultati per poi giungere alla definizione e descrizione del *modello geofisico*.

### 7.1 Indagini eseguite

Oltre all'indagine pregressa MASW, effettuata in fase PFTE (§ All. 6) è stata effettuata una campagna di indagini indirette che chiariscono e definiscono con ulteriore precisione la successione litostratigrafica del sito.

Considerando la tipologia di terreni presente nell'area in studio, descritta nel *Capitolo 4*, si è ritenuto necessario eseguire una campagna di indagini geofisiche, caratterizzata dall'esecuzione di, n. 2 tomografie sismiche, n. 1 prospezione sismica attiva del tipo MASW (Tabella 7.1 - Figura 7.1).

Queste indagini permetteranno di caratterizzare il terreno di indagine, le sue stratificazioni e il loro andamento nel sottosuolo e di verificare inoltre la presenza di particolari situazioni anomale che possano interagire negativamente con la struttura in oggetto, più nello specifico:

- la *tomografia sismica* consente di ricavare le velocità di percorrenza delle *Onde P* nel terreno di indagine attraverso l'analisi dei primi arrivi delle onde sismiche, al fine di individuare i passaggi sismostratigrafici più significativi dei litotipi presenti nel sottosuolo;
- l'indagine *MASW* permetterà l'individuazione della categoria di sottosuolo e potrà fornire ulteriori indicazioni sulle caratteristiche sismostratigrafiche del terreno.

**Tabella 7.1:** Descrizione della campagna di indagini.

Descrizione dei lavori	Quantità (n.)
INDAGINI PREGRESSE	
Prospezione sismica attiva del tipo MASW (PFTE)	1
INDAGINI EX-NOVO	
Prospezione sismica attiva del tipo MASW per la determinazione del profilo di velocità delle onde di taglio	1
Sismica a rifrazione con interpretazione tomografica 2D	2

Considerando la posizione della stesa sismica MASW pregressa allineata lungo il prospetto ovest (MW<sub>PFTE</sub>) della struttura esistente, gli stendimenti realizzati in questa *fase esecutiva*, sono stati allineati all'interno dell'edificio in oggetto (TMS-2) e lungo il prospetto est della struttura esistente (TMS-1 e MW-1), in modo da ottenere il maggiore dettaglio areale sul terreno di fondazione e indagare il sistema terreno-struttura in questione (§ All. 5 – All. TMS). In particolare l'indagine principale

	<b>TECNICO INCARICATO</b> <b>Dott. Geol. Gregorio Sgarlato</b>	<b>ENTE APPALTANTE</b> Comune di Trecastagni	
	<b>LOCALITA'</b> <b>COMUNE DI TRECASTAGNI (CT)</b>	<b>DATA</b> Dicembre 2025	<b>REV.</b> 0
	<b>OGGETTO</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b> - Intervento di adeguamento sismico mediante demolizione e ricostruzione della palestra con "funzione strategica" di ricovero sita nel campo sportivo <i>La Carlina</i> .	<b>CODICE LAVORO</b> GS_TRC_09/321	<b>C.I.G.</b> B947DAC180

della campagna attuale è la TMS-1, in quanto stesa in modo da indagare la zona più critica riguardante l'interazione terreno-struttura rispetto alle condizioni geologiche attuali, ovvero la presenza di un salto morfologico di 3 m nella zona nord-est della struttura in progetto (cerchio verde) e terreno probabilmente più alterato e areato di quello circostante, come solitamente si osserva nelle vicinanze di salti morfologici superiori ai 2 m.



**Figura 7.1:** Ubicazione delle indagini geofisiche ex-novo (linee rosse) e pregressa (linea giallo) c/o il sito in studio. In *blu* l'area interessata dall'opera in oggetto. Il cerchio verde indica la zona di criticità indagare con maggior dettaglio.

## 7.2 Prospezione sismica attiva del tipo MASW

Ai fini della corretta determinazione della categoria del sottosuolo di fondazione mediante l'individuazione del parametro  $V_{Seq}$  è stata eseguita una prospezione geofisica di tipo MASW, articolata nell'esecuzione di un'analisi multi-canale delle onde superficiali, i cui dati tecnici generali si riportano nella successiva tabella.

**Tabella 7.2:** Dati tecnici generali della prova MASW

<b>AMBITO INDAGINI:</b>	Prospezioni Geofisiche
<b>TIPO DI INDAGINI:</b>	Indagine sismica attiva del tipo MASW
<b>LOCALITÀ:</b>	Trecastagni (CT) – Centro Sportivo “La Carlina”
<b>STRUMENTAZIONE:</b>	Acquisitore digitale multicanale
<b>RICEVITORI:</b>	12 geofoni a 4,5 Hz (campo di moto in direzione verticale)
<b>SORGENTE SISMICA:</b>	Mazza Battente (peso 5 Kg)
<b>SEGNALE:</b>	Tempo di acquisizione: 2,0 sec Frequenza di campionamento: 1000 Hz Periodo di campionamento: 1,0 ms



	<b>TECNICO INCARICATO</b> <i>Dott. Geol. Gregorio Sgarlato</i>	<b>ENTE APPALTANTE</b> Comune di Trecastagni	
	<b>LOCALITA'</b> <b>COMUNE DI TRECASTAGNI (CT)</b>	<b>DATA</b> Dicembre 2025	<b>REV.</b> 0
	<b>OGGETTO</b> <i>PROGETTO ESECUTIVO</i> - Intervento di adeguamento sismico mediante demolizione e ricostruzione della palestra con "funzione strategica" di ricovero sita nel campo sportivo <i>La Carlina</i> .	<b>CODICE LAVORO</b> GS_TRC_09/321	<b>C.I.G.</b> <i>B947DAC180</i>

<b>DESCRIZIONE PROVA:</b>	Distanza intergeofonica: 4 m Lunghezza array dei geofoni: 44 m Offset del punto di energizzazione: 4 m Lunghezza totale stendimento: 48 m Direzione stendimento: N-S
---------------------------	--

### 7.2.1 Teoria del metodo MASW

Il metodo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) è una tecnica geofisica definita attiva, in quanto occorre che l'operatore sia munito di una sorgente artificiale per energizzare il sistema (masse battenti, scoppi, ecc.) e ha lo scopo di determinare il profilo di velocità delle onde di taglio a partire dall'acquisizione di *onde superficiali*, dette anche "*Onde di Rayleigh*". Partendo dall'energizzazione del terreno viene esaminata la componente verticale delle onde superficiali, assumendo che il moto sismico si propaghi in un piano verticale dal basso verso l'alto all'interno di un semispazio stratificato e che la maggior parte dell'energia totale generata (circa i due terzi) si propaghi come onde superficiali. Queste onde sono il risultato della combinazione costruttiva (rifrazione e riflessione) di onde P e SV. Se si ipotizza una variazione di velocità dei terreni in senso verticale, ciascuna componente in frequenza di queste onde verrà caratterizzata da una diversa velocità di propagazione (velocità di fase) e quindi da una diversa lunghezza d'onda. Sfruttando questa proprietà, detta *dispersione*, è possibile ricostruire il profilo di velocità delle onde di taglio. Il metodo assimila le onde superficiali alle onde di taglio, in quanto la velocità con cui si propagano le onde di Rayleigh è simile alla velocità delle onde di taglio S (85% ÷ 95% delle S).

L'acquisizione del segnale sismico avviene nel dominio del tempo e la perturbazione generata dall'energizzazione contiene al suo interno tutti i diversi modi di propagazione o modi di Rayleigh. Questi modi formano un unico treno d'onda che successivamente propagandosi lungo lo stendimento inizia a disperdersi in più fasi e/o separarsi a seconda della lunghezza d'onda o frequenza dei modi. Applicando la trasformata di Fourier (analisi spettrale FFT) e quindi analizzando il segnale nel dominio delle frequenze, sarà possibile identificare, in modo abbastanza agevole, il segnale relativo alle onde di superficie. Si potrà così individuare in uno *spettro di dispersione* la cosiddetta *curva di dispersione sperimentale* che rappresenta per varie frequenze, e quindi per varie profondità, la velocità apparente delle onde di taglio.

Come detto precedentemente la curva di dispersione sperimentale è data dall'interazione dei diversi modi di Rayleigh. In funzione delle caratteristiche geometriche (spessori) e meccaniche ( $V_s$ ,  $V_p$ , densità) degli strati di terreno, alcuni modi di Rayleigh, in certi intervalli di frequenza, possono risultare predominanti rispetto ad altri. Generalmente quando la rigidezza degli strati aumenta gradualmente con la profondità il modo fondamentale risulta predominante a tutte le frequenze. Tuttavia esistono diverse stratigrafie, con strati rigidi compresi tra strati soffici e viceversa o stratigrafie caratterizzate da brusche variazioni di rigidezza, in cui i modi di Rayleigh superiori al primo diventano predominanti in determinati intervalli di frequenza.

In fase di acquisizione la registrazione simultanea di 12 o più canali fornisce una ridondanza statistica delle misure di velocità di fase e ne avvalorata la veridicità. Il salvataggio delle tracce nel dominio temporale, previsto dal metodo, permette inoltre di distinguere ed evidenziare, durante l'analisi, le onde di Rayleigh presenti nel record che, normalmente, sono caratterizzate da un'elevata ampiezza di segnale, infatti circa il 60-70% dell'energia prodotta dalla sorgente artificiale si distribuisce in onde di superficie.

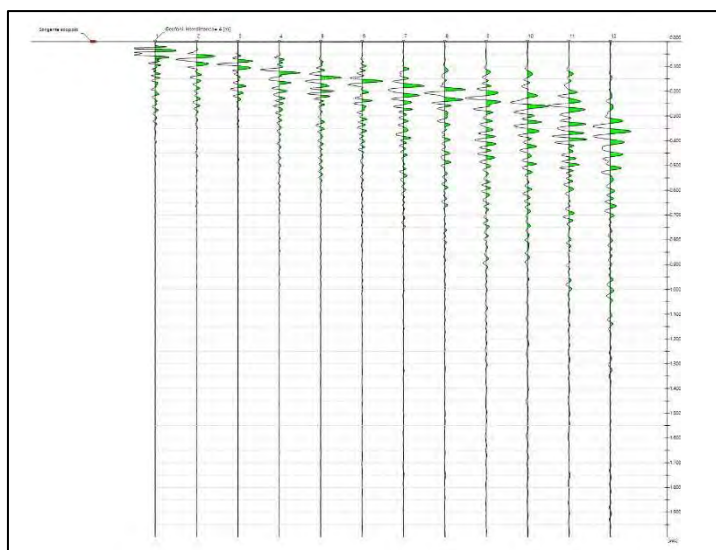
	<b>TECNICO INCARICATO</b> <b>Dott. Geol. Gregorio Sgarlato</b>		<b>ENTE APPALTANTE</b> Comune di Trecastagni	
	<b>LOCALITA'</b> <b>COMUNE DI TRECASTAGNI (CT)</b>		<b>DATA</b> Dicembre 2025	<b>REV.</b> 0
	<b>OGGETTO</b> <i>PROGETTO ESECUTIVO</i> - Intervento di adeguamento sismico mediante demolizione e ricostruzione della palestra con "funzione strategica" di ricovero sita nel campo sportivo <i>La Carlina</i> .		<b>CODICE LAVORO</b> GS_TRC_09/321	<b>C.I.G.</b> B947DAC180

### 7.2.2 Array dei geofoni


Per l'esecuzione dell'indagine è stato utilizzato il sistema multicanale "*Doremi*" della *Sara Electronic Instruments*. I geofoni utilizzati, con frequenza propria di 4.5 Hz ad asse verticale, sono stati distribuiti in modo da comporre un array di tipo lineare a 12 canali. Il sismografo è stato tarato per attribuire lo stesso guadagno (*gain*) ad ogni geofono, in modo da non modificare le caratteristiche di dispersione del segnale. L'energizzazione avviene in un punto esterno allo stendimento (*offset*) e viene realizzata con martello pesante, sommando n. 5 acquisizioni per aumentare il rapporto segnale/rumore di fondo. La spaziatura tra i geofoni viene scelta tenendo conto dello spazio disponibile in situ e dei valori di velocità medi delle onde S, caratteristici dei litotipi presenti nel sito. Nel caso specifico, considerando la velocità dei litotipi vulcanici studiati e la superficie disponibile in situ, è stata scelta una distanza intergeofonica di 4,0 m. Lo stendimento, coincidente con quello della tomografia sismica, è stato disposto lungo il prospetto est della palestra esistente. Infine durante la fase di inversione, il modello del terreno considerato è a strati piani e paralleli di estensione infinita, infatti la teoria da cui nasce la metodologia MASW impone che il sito investigato non abbia variazione stratigrafica lungo l'array sismico.

### 7.2.3 Caratteristiche del segnale

La frequenza di campionamento (1000 Hz) è stata scelta in modo da ottenere un elevato dettaglio del segnale. La lunghezza temporale del segnale registrato deve essere sufficiente per consentire all'impulso emesso dalla sorgente, di propagarsi da un estremo all'altro dell'array e tale da consentire la naturale attenuazione del segnale su tutti i ricevitori. Nel caso in questione, dopo aver osservato i sismogrammi della prima acquisizione, è stato deciso di assumere una lunghezza temporale di 2 secondi, più che sufficiente per lo scopo (Figura 7.2). Inoltre per raggiungere una migliore qualità nell'acquisizione del segnale è stata variata più volte la distanza dell'energizzazione (*offset*); nello specifico sono stati eseguiti vari scoppi a distanze crescenti dal primo geofono (2,0 m ÷ 4,0 m ÷ 6,0 m). La curva sperimentale che ha presentato le migliori caratteristiche di dettaglio in frequenza e che è stata scelta per la successiva elaborazione è stata quella ottenuta ponendo la battuta a 4,0 m dal primo geofono.



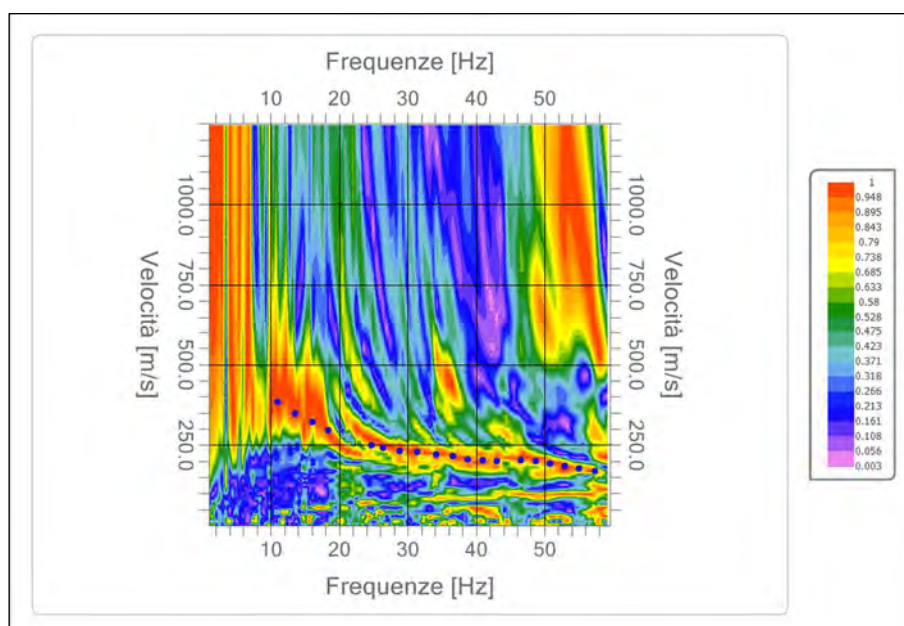
**Figura 7.2:** Segnali acquisiti.

	<b>TECNICO INCARICATO</b> <i>Dott. Geol. Gregorio Sgarlato</i>	<b>ENTE APPALTANTE</b> Comune di Trecastagni	
	<b>LOCALITA'</b> <b>COMUNE DI TRECASTAGNI (CT)</b>	<b>DATA</b> Dicembre 2025	<b>REV.</b> 0
	<b>OGGETTO</b> <i>PROGETTO ESECUTIVO</i> - Intervento di adeguamento sismico mediante demolizione e ricostruzione della palestra con "funzione strategica" di ricovero sita nel campo sportivo <i>La Carlina</i> .	<b>CODICE LAVORO</b> GS_TRC_09/321	<b>C.I.G.</b> B947DAC180


#### 7.2.4 Elaborazione dei dati e descrizione dei risultati

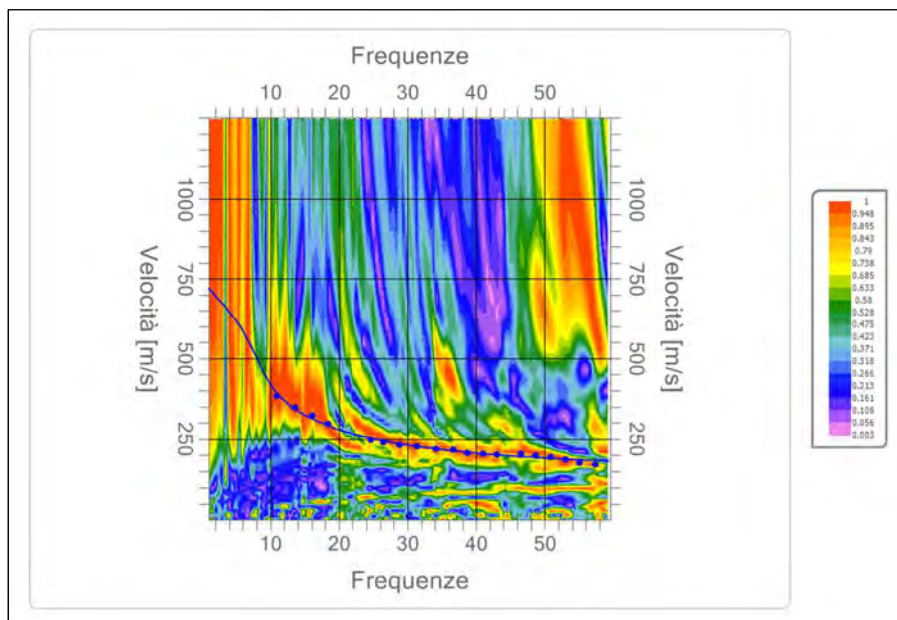
I sismogrammi registrati durante la prova di sismica attiva sono stati elaborati utilizzando il programma di elaborazione "Easy Masw" della *GeoStru Software*.

- La prima fase dell'elaborazione consiste nell'*analisi spettrale* dei sismogrammi e quindi nell'ottenimento dello spettro "velocità di fase – frequenza" e in particolare nell'individuazione del modo fondamentale di Rayleigh e dei modi superiori, se presenti, e successivamente nel picking dei valori massimi dello spettro che permetterà di individuare la curva di dispersione sperimentale (Figura 7.3).
- Nella seconda fase si esegue l'*inversione* della curva sperimentale individuando la curva teorica che minimizza maggiormente il *fattore di disadattamento* e la *percentuale di errore* con la curva sperimentale e che quindi permette di definire il profilo di velocità delle Vs. Nel caso specifico la *curva teorica* ottenuta (Figura 7.4) mostra un andamento piuttosto confrontabile con quella sperimentale, presenta infatti un *fattore di disadattamento* dello 0,028 e una *percentuale di errore* dello 0,061%. Il profilo di velocità delle Vs associato a tale curva teorica, tracciato in nero in *Figura 7.5*, è quello che fitta meglio l'involuppo dei profili raffigurati con la colorazione rossa che presentano il minor *grado di disadattamento*, a differenza dei profili raffigurati in blu che mostrano invece il *grado di disadattamento* più elevato e che risultano essere individuabili in percentuale piuttosto bassa, ovvero quasi assenti, a testimonianza della ottima attendibilità del modello di velocità delle Vs individuato (Figura 7.5).
- Infine l'ultima fase consiste nell'*individuazione della categoria di sottosuolo*. Considerando un piano di posa delle fondazioni coincidente con la quota del piano campagna dove è stata eseguita la prova sismica, e che nel sito in studio il substrato geofisico ( $V_s > 800$  m/s) si trova a profondità superiori ai 30 m, allora la velocità equivalente delle onde di taglio ( $V_{seq}$  con  $H=30$  m) è di 433,5 m/s.

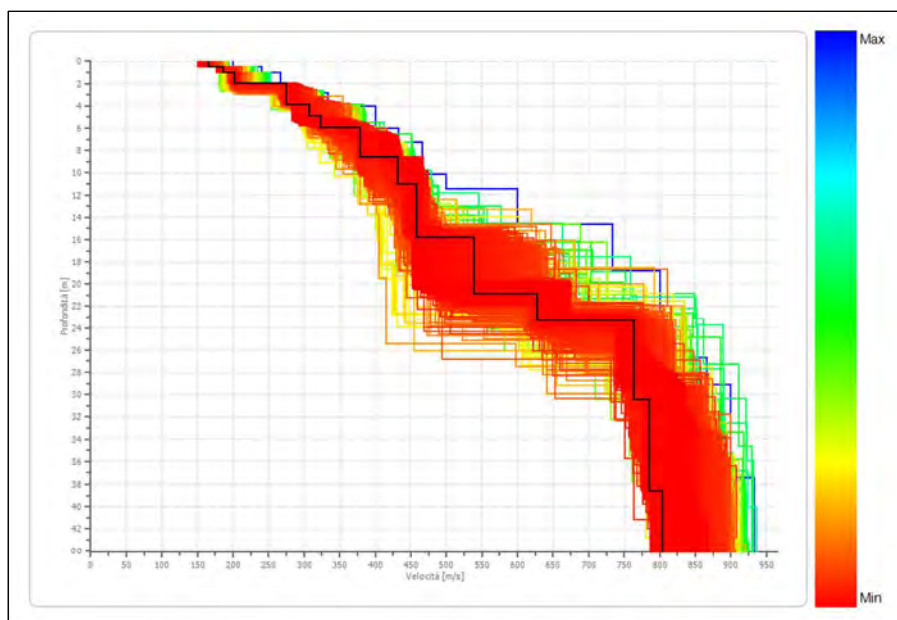


**Figura 7.3:** Spettro Velocità di Fase – Frequenza, con picking della curva di dispersione sperimentale.

	<b>TECNICO INCARICATO</b> <b>Dott. Geol. Gregorio Sgarlato</b>		<b>ENTE APPALTANTE</b> Comune di Trecastagni	
	<b>LOCALITA'</b> <b>COMUNE DI TRECASTAGNI (CT)</b>		<b>DATA</b> Dicembre 2025	<b>REV.</b> 0
	<b>OGGETTO</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b> - Intervento di adeguamento sismico mediante demolizione e ricostruzione della palestra con "funzione strategica" di ricovero sita nel campo sportivo <i>La Carlina</i> .		<b>CODICE LAVORO</b> GS_TRC_09/321	<b>C.I.G.</b> B947DAC180



**Figura 7.4:** Fitting tra curva teorica (*linea blu*) e sperimentale (*punti blu*).




**Figura 7.5:** Profilo di velocità.

### 7.2.5 Descrizione modello di velocità

Come è possibile osservare dal profilo sismostratigrafico rappresentato in *Figura 7.5* e nella *Tabella 7.3*, si tratta di un caso studio riconducibile a un modello di velocità delle *Onde S* caratteristico dell'eterogeneità dei valori di  $V_s$  che contraddistinguono le successioni vulcaniche, con i passaggi evidenti passaggi di velocità tra le porzioni massive e le intercalazioni di materiale vulcanoclastico sciolto come i prodotti scoriacei disarticolati e i terreni di refusa lavica.



	<b>TECNICO INCARICATO</b> <i>Dott. Geol. Gregorio Sgarlato</i>	<b>ENTE APPALTANTE</b> Comune di Trecastagni	
	<b>LOCALITA'</b> <b>COMUNE DI TRECASTAGNI (CT)</b>	<b>DATA</b> Dicembre 2025	<b>REV.</b> 0
	<b>OGGETTO</b> <i>PROGETTO ESECUTIVO</i> - Intervento di adeguamento sismico mediante demolizione e ricostruzione della palestra con "funzione strategica" di ricovero sita nel campo sportivo <i>La Carlina</i> .	<b>CODICE LAVORO</b> GS_TRC_09/321	<b>C.I.G.</b> B947DAC180

Nella porzione più superficiale del terreno, per uno spessore di circa 4 m, i valori delle Vs si attestano a velocità comprese tra i 165 e 275 m/s. Le velocità calcolate possono essere assimilate alla presenza in situ di materiale vulcanoclastico sabbioso-ghiaioso prevalentemente sciolto misto a scorie decimetriche autobrecciate (Strati 1-4).


Alla profondità di 4 m fino alla profondità di circa 8,5 m le velocità aumentano mantenendosi su valori variabili tra 307 e 378 m/s, questa alternanza di velocità può essere dovuta alla presenza di prodotti scoriacei rinsaldati con intercalazioni di blocchi lavici massivi (Strati 5-7).

Al di sotto di questo sismostrato, le velocità raggiungono valori che possono essere associati alla presenza di prodotti lavici massivi caratterizzati dalle tipiche variazioni di velocità dovute alla presenza di sistemi di fratture più o meno importanti (Strati 8-15: 431÷803 m/s).

Infine i valori di velocità che, nel caso in studio, aumentano gradualmente con la profondità indicano complessivamente un miglioramento delle caratteristiche geomeccaniche dei prodotti vulcanici, non evidenziando forti contrasti di impedenza, né inversioni di velocità.

**Tabella 7.3:** Modello sismostratigrafico utilizzato per l'inversione della curva di dispersione.

n.	Descrizione Litologica	Profondità [m]	Spessore [m]	Vs [m/sec]
1	Materiale vulcanoclastico sabbioso-ghiaioso prevalentemente sciolto misto a scorie decimetriche autobrecciate	0.50	0.50	165.75
2		1.00	0.50	186.63
3		2.01	1.01	202.54
4		3.92	1.90	275.11
5	Prodotti scoriacei rinsaldati con intercalazioni di blocchi lavici massivi	4.94	1.02	307.73
6		5.97	1.03	323.18
7		8.63	2.66	378.50
8	Lave basaltiche massive caratterizzate da vari gradi di fratturazione	11.03	2.39	431.52
9		15.85	4.83	458.54
10		20.87	5.02	538.56
11		23.32	2.44	627.29
12		26.27	2.95	763.30
13		30.48	4.21	763.52
14		38.62	8.15	785.64
15		∞	∞	803.75

	<b>TECNICO INCARICATO</b> <i>Dott. Geol. Gregorio Sgarlato</i>	<b>ENTE APPALTANTE</b> Comune di Trecastagni	
	<b>LOCALITA'</b> <b>COMUNE DI TRECASTAGNI (CT)</b>	<b>DATA</b> Dicembre 2025	<b>REV.</b> 0
	<b>OGGETTO</b> <i>PROGETTO ESECUTIVO</i> - Intervento di adeguamento sismico mediante demolizione e ricostruzione della palestra con "funzione strategica" di ricovero sita nel campo sportivo <i>La Carlina</i> .	<b>CODICE LAVORO</b> GS_TRC_09/321	<b>C.I.G.</b> <i>B947DAC180</i>

### 7.3 Sismica a Rifrazione con interpretazione Tomografica 2D

Per l'individuazione di due sezioni di velocità  $V_p$  del terreno utile a determinare variazioni sismostratigrafiche del terreno lungo gli allineamenti di indagine sono state eseguite n. 2 prospezioni geofisiche di sismica a rifrazione con interpretazione tomografica, i cui dati tecnici generali si riportano nella successiva tabella.

**Tabella 7.4:** Dati tecnici delle prove.


<b>AMBITO INDAGINI</b>	Prospezioni Geofisiche
<b>TIPO DI INDAGINI</b>	Indagini Sismiche a Rifrazione
<b>STRUMENTAZIONE</b>	Acquisitore Digitale Multicanale a 12 canali a 4,5 Hz
<b>SORGENTE SISMICA</b>	Mazza Battente (peso 5 Kg)
<b>SEGNALE</b>	Tempo di acquisizione: 0,25 sec Frequenza di campionamento: 5000 Hz Periodo di campionamento: 0,20 ms
<b>STENDIMENTO TMS-1</b>	N. ricevitori: 12 geofoni N. scoppi: 7 (5 interni + 2 esterni) Distanza intergeofonica: 4,0 m Lunghezza array dei geofoni: 44 m Lunghezza totale stendimento: 52 m Direzione stendimento: N-S
<b>STENDIMENTI TMS-2</b>	N. ricevitori: 12 geofoni N. scoppi: 7 (5 interni + 2 esterni) Distanza intergeofonica: 3,0 m Lunghezza array dei geofoni: 33 m Lunghezza totale stendimento: 39 m Direzione stendimento: N-S

#### 7.3.1 Descrizione delle indagini di sismica a rifrazione

Questo tipo d'indagine fornisce sezioni "*tomografiche*" bidimensionale (2D), ovvero grafici in cui, ad ogni coppia distanza/profondità, corrisponde un valore di velocità sismica delle *Onde P*. Tale campo di velocità sismiche  $[V=(x,z)]$ , rappresentato mediante una gamma di falsi colori, viene associato alle caratteristiche litostratigrafiche del sottosuolo indagato in relazione alle informazioni geologiche, geomorfologiche e idrogeologiche ricavate durante l'inquadrimento del sito in studio. Per l'esecuzione della tomografia sismica si possono distinguere due fasi, ovvero l'acquisizione dei dati sul terreno e la successiva elaborazione degli stessi.

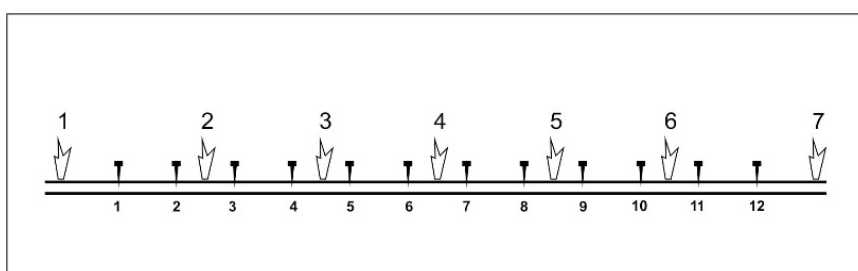
#### 7.3.2 Acquisizione dei dati

L'apparecchiatura utilizzata per l'esecuzione delle indagini sismiche è composta dal sismografo multicanale "*Dorem*" della *Sara Electronic Instruments*, in grado di registrare contemporaneamente dati provenienti da 12 sensori (*geofoni*) infissi sulla superficie del terreno lungo un allineamento e comunicanti con un registratore (*sismometro*) a sua volta interfacciato ad un PC portatile che permette tramite un software dedicato la gestione del sistema di acquisizione. Il *sismometro* registra le

	<b>TECNICO INCARICATO</b> <i>Dott. Geol. Gregorio Sgarlato</i>	<b>ENTE APPALTANTE</b> Comune di Trecastagni	
	<b>LOCALITA'</b> <b>COMUNE DI TRECASTAGNI (CT)</b>	<b>DATA</b> Dicembre 2025	<b>REV.</b> 0
	<b>OGGETTO</b> <i>PROGETTO ESECUTIVO</i> - Intervento di adeguamento sismico mediante demolizione e ricostruzione della palestra con "funzione strategica" di ricovero sita nel campo sportivo <i>La Carlina</i> .	<b>CODICE LAVORO</b> GS_TRC_09/321	<b>C.I.G.</b> <i>B947DAC180</i>

onde elastiche generate mediante un'energizzazione impulsiva del terreno, ripetuta più volte all'interno e all'esterno dell'*array dei geofoni*, tali punti vengono denominati "*shot point*". La posizione nello spazio dei *geofoni* e degli *shot point* costituiscono la "*geometria di acquisizione*" (Figura 7.6).

Per evidenziare il segnale rispetto al rumore di fondo è possibile sommare tra loro più tracce acquisite energizzando più volte nello stesso *punto di scoppio*. Questo procedimento di sommatoria dei segnali è possibile utilizzarlo tenendo presenti la variazione casuale delle caratteristiche di ampiezza e frequenza del rumore nel tempo, a differenza del segnale sismico, generato dall'operatore attraverso una sorgente sismica (*mazza battente*), che invece risulta tendenzialmente più costante nel tempo. Tale sommatoria mette in evidenza il segnale generato rispetto al rumore di fondo.



**Figura 7.6:** Stendimento sismico schematico, con scoppi esterni (1 e 7) ed interni (da 2 a 6).

### 7.3.3 Elaborazione dei dati

L'elaborazione si svolge secondo i seguenti passi:

- trasformazione della geometria di acquisizione in un profilo topografico;
- lettura dei tempi di arrivo delle onde sismiche (dati reali);
- costruzione di un "*modello di velocità*";
- impostazione dei parametri per l'esecuzione della procedura d'inversione;
- esecuzione iterativa della procedura d'inversione.

Per l'elaborazione e l'interpretazione tomografica è stato utilizzato il software d'inversione "*SeisOpt Pro*" della *Optim* che ha permesso di elaborare le sezioni tomografiche riportate in allegato (§ All. 5 – All. TMS). Esso si basa su una delle tecniche attualmente ritenute maggiormente affidabili e sperimentate ovvero di suddividere, in celle quadrate o rettangolari, l'area coincidente con il percorso effettuato nel sottosuolo dai raggi sismici, a partire dai punti di scoppio, fino a raggiungere i sensori distribuiti in maniera geometrica lungo lo stendimento. Successivamente il software esegue, a partire da un modello con velocità continuo per ciascuna cella, un processo analitico iterativo d'inversione delle velocità lungo ciascun tracciato. Il metodo prende in considerazione tutti i tragitti delle onde sismiche e di conseguenza l'elaborazione si basa sulla risoluzione di un sistema di equazioni che corrisponde al totale delle traiettorie d'irraggiamento del fronte d'onda degli impulsi sismici (*Ray Trace*). Ad ogni iterazione i valori di velocità delle onde P vengono aggiornati in ogni cella fino a ottenere un errore caratterizzato da scarto minimo.

Una volta ottenuta la migliore composizione delle velocità sismiche all'interno delle celle analizzate, il software consente la restituzione di una sezione bidimensionale con zonature caratterizzate da colore e tonalità diverse che si modificano in maniera graduale in funzione dei valori di velocità delle Onde P computate all'interno di ogni cella analizzata.

	<b>TECNICO INCARICATO</b> <i>Dott. Geol. Gregorio Sgarlato</i>	<b>ENTE APPALTANTE</b> Comune di Trecastagni	
	<b>LOCALITA'</b> <b>COMUNE DI TRECASTAGNI (CT)</b>	<b>DATA</b> Dicembre 2025	<b>REV.</b> 0
	<b>OGGETTO</b> <i>PROGETTO ESECUTIVO</i> - Intervento di adeguamento sismico mediante demolizione e ricostruzione della palestra con "funzione strategica" di ricovero sita nel campo sportivo <i>La Carlina</i> .	<b>CODICE LAVORO</b> GS_TRC_09/321	<b>C.I.G.</b> <i>B947DAC180</i>

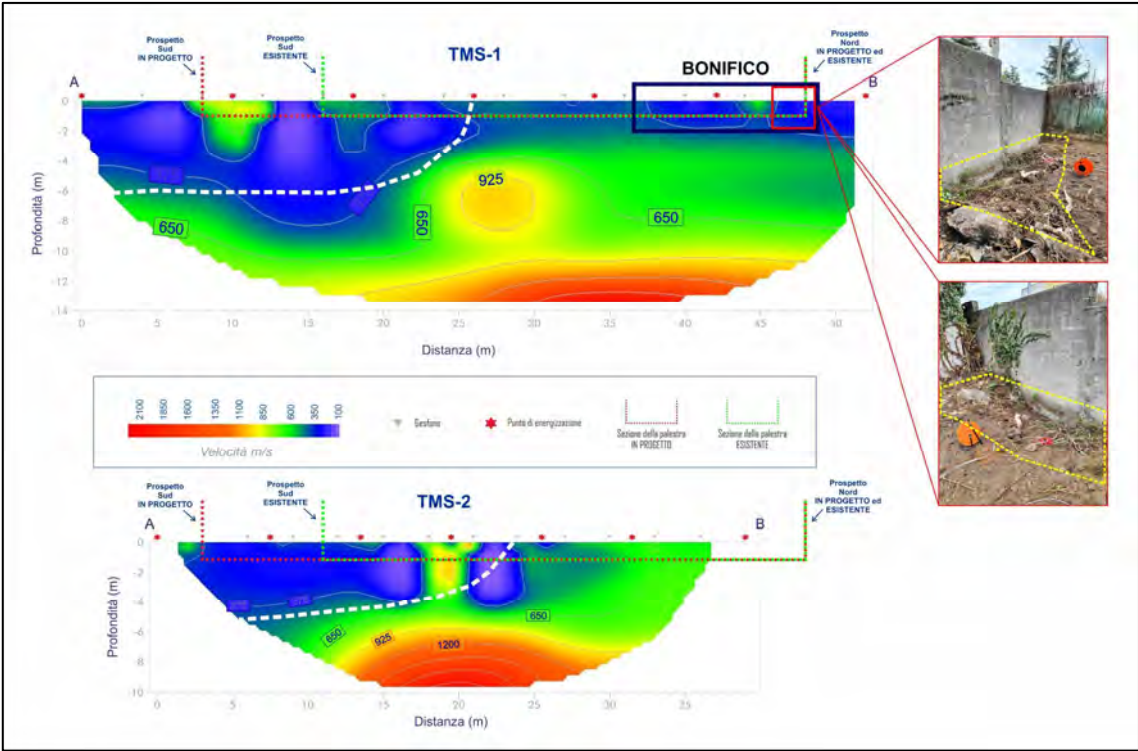
7.3.4 Descrizione dei risultati e del modello di velocità

Delle due sezioni tomografiche ottenute, la TMS-1, disposta lungo il margine est della struttura, presenta lunghezza di 52 m e profondità massima indagata di 13 m, mentre la TMS-2 presenta una lunghezza di 39 m e profondità indagata di 9 m. Dall'esame delle due tomografie si individuano tre sismostrati principali (Tabella 7.5), un primo sismostrato (SS-1) caratterizzato da valori di velocità delle  $V_p$  inferiori ai 450 m/s, assimilabili a materiale vulcanoclastico sabbioso-ghiaioso prevalentemente sciolto misto a scorie decimetriche autobrecciate, un secondo sismostrato (SS-2) con velocità comprese tra 650 e 950 m/s, assimilabile alla porzione scoriacea rinsaldata della colata lavica e infine un terzo (SS-3) con  $V_p$  maggiore di 1100 m/s, i cui valori di velocità possono essere dovuti alla presenza di prodotti lavici massivi caratterizzati da vari gradi di fratturazione.

I limiti dei vari passaggi sismostratigrafici vengono di seguito descritti e riportati in *Figura 7.7* e nel relativo allegato (§ All. 5 - All. TMS).

**Tabella 7.5:** Sismostrati principali.

<i>Sismostrato</i>	<i>Velocità Onde Sismiche</i>	<i>Descrizione Litologica</i>
SS-1	$V_p < 450$ m/s	Materiale vulcanoclastico sabbioso-ghiaioso prevalentemente sciolto misto a scorie decimetriche autobrecciate
SS-2	$650 \text{ m/s} < V_p < 950$ m/s	Prodotti scoriacei rinsaldati con intercalazioni di blocchi lavici massivi
SS-3	$V_p > 1100$ m/s	Lave basaltiche massive caratterizzate da vari gradi di fratturazione



**Figura 7.7:** Profili di velocità  $V_p$  delle due sezioni tomografiche.



	<b>TECNICO INCARICATO</b> <i>Dott. Geol. Gregorio Sgarlato</i>	<b>ENTE APPALTANTE</b> Comune di Trecastagni	
	<b>LOCALITA'</b> <b>COMUNE DI TRECASTAGNI (CT)</b>	<b>DATA</b> Dicembre 2025	<b>REV.</b> 0
	<b>OGGETTO</b> <i>PROGETTO ESECUTIVO</i> - Intervento di adeguamento sismico mediante demolizione e ricostruzione della palestra con "funzione strategica" di ricovero sita nel campo sportivo <i>La Carlina</i> .	<b>CODICE LAVORO</b> GS_TRC_09/321	<b>C.I.G.</b> B947DAC180

Le due sezioni tomografiche ottenute sono descritte, per una migliore lettura, dalla sezione posta sul lato est dell'area di intervento (TMS-1) a quella ubicata all'interno della palestra (TMS-2), così da ottenere una visione d'insieme del sottosuolo indagato al di sotto della sia della struttura esistente da demolire che del terreno che verrà interessato dalla nuova costruzione. Inoltre ogni tomografia sarà descritta a partire dal lato sud della palestra procedendo verso nord ovvero dal punto iniziale dello stendimento (A) verso il punto finale (B), descrivendo i passaggi sismostratigrafici intermedi attraverso le *progressive metriche*.

La descrizione di dettaglio è riportata nel *Report della Campagna di Indagini* (§ All. 5).

Lungo la sezione TMS-1, il sismostrato SS-1 rappresentato da materiale vulcanoclastico sabbioso-ghiaioso prevalentemente sciolto è osservabile in particolare sul *lato iniziale A*, tra la progressiva "0" e la "25", dove raggiunge spessori medi di circa 5-6 m. Dalla progressiva "25" tende ad assottigliarsi fino a spessori di circa 2 m, con valori più bassi soprattutto nella parte finale della sezione tomografica (punto B).

Al di sotto di SS-1 è individuabile il sismostrato SS-2, assimilabile a scorie rinsaldate, il cui tetto ricalca il letto del primo sismostrato. Questo sismostrato si attesta a profondità di circa 10-12 metri con un andamento abbastanza regolare. Inoltre è osservabile un'area tra la progressiva "25" e "30", a profondità comprese tra i 5 e gli 8 metri circa, caratterizzata da valori più elevati di Vp (950 m/s) che può essere dovuta all'intercalazione di blocchi lavici massivi, condizione di eterogeneità tipica delle colate laviche.


Infine nella parte più profonda della sezione, si osserva il sismostrato SS-3 di spessore indefinito, individuabile ad una profondità di circa 11 m dal piano campagna, dalla progressiva "22" alla "45", mostrando un andamento pressoché orizzontale.

Anche nella sezione TMS-2, si osserva la presenza del sismostrato SS-1 sul *lato iniziale A*, fino alla progressiva "17", dove si individuano spessori regolari di circa 4-5 m. Dalla progressiva "17", tende a scomparire, passando di fatto al sismostrato SS-2 che raggiunge la superficie del piano campagna fino alla parte finale della sezione (punto B). Inoltre tra la progressiva "20" e la "25", fino a sfumare verso la "30", è osservabile un'area a velocità più bassa assimilabile a scorie disarticolate (SS-1) che può essere giustificata con le tipiche intercalazioni di materiale sabbioso-ghiaioso all'interno delle lave scoriacee. Il letto del sismostrato SS-2 mostra un profilo tendenzialmente più regolare del suo tetto ed è identificabile a di circa 6-7 m dal piano campagna tra progressiva "15" e "25" e intorno agli 8 m ai suoi margini.

Infine anche in questa sezione tomografica si osserva nella parte più profonda (circa 7-8 m dal p.c.) il sismostrato SS-3 di spessore indefinito, il cui tetto ricalca totalmente il letto del sismostrato SS-2. Questo sismostrato è osservabile tra la progressiva "13" e la "30", dove raggiunge, nella sua zona centrale, gli spessori e le velocità maggiori registrate dalla prova ( $V_p > 1100$  m/s).

#### 7.4 Indagini Pregresse

La raccolta di informazioni e dati geologici inerenti al territorio in esame (piano regolatore, microzonazione sismica, cartografia PAI, ecc.) e l'osservazione delle risultanze di indagini pregresse a supporto della progettazione di opere pubbliche e/o private, ha una notevole importanza per il miglioramento delle conoscenze geologiche generali. In particolare può fornire ulteriori riferimenti e informazioni riguardanti gli spessori delle coltri di terreno superficiale, la profondità del substrato

	<b>TECNICO INCARICATO</b> <b>Dott. Geol. Gregorio Sgarlato</b>		<b>ENTE APPALTANTE</b> Comune di Trecastagni	
	<b>LOCALITA'</b> <b>COMUNE DI TRECASTAGNI (CT)</b>		<b>DATA</b> Dicembre 2025	<b>REV.</b> 0
	<b>OGGETTO</b> <i>PROGETTO ESECUTIVO</i> - Intervento di adeguamento sismico mediante demolizione e ricostruzione della palestra con "funzione strategica" di ricovero sita nel campo sportivo <i>La Carlina</i> .		<b>CODICE LAVORO</b> GS_TRC_09/321	<b>C.I.G.</b> B947DAC180

geologico e le caratteristiche geomeccaniche dei litotipi affioranti, andando di fatto a migliorare il *modello geologico* finale.

Per questi motivi è stata utilizzata l'indagine geofisica MASW (Figura 7.8) effettuata nella fase di progettazione antecedente alla presente (*PFTE*) analizzando in maniera critica i risultati emersi da tale indagine (Tabella 7.6).

**Tabella 7.6:** Modello sismostratigrafico da indagine pregressa.

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Vs [m/sec]
1	1.38	1.38	144.30
2	3.77	2.39	257.45
3	6.31	2.54	353.10
4	8.88	2.57	407.74
5	19.96	11.08	446.48
6	∞	∞	480.33


Le velocità dei primi due strati ( $144 \div 257$  m/s) risultano compatibili con prodotti vulcanoclastici sabbiosi-ghiaiosi prevalentemente sciolti, per uno spessore di circa  $3,5 \div 4$  m; i successivi strati 3 e 4, presentano Vs ( $353 \div 407$  m/s) con valori assimilabili alle lave scoriacee rinsaldate raggiungendo profondità di circa  $8,5 \div 9$  m. Infine gli strati più profondi 5 e 6, raggiungono velocità assimilabili alle colate massive molto fratturate ( $446 \div 480$  m/s).

La sismostratigrafia emersa, risulta compatibile con i risultati delle indagini effettuate ex-novo, e confermano quanto riportato in letteratura e nel presente studio geologico circa il contesto geolitologico dell'area caratterizzato dalla presenza di vulcanoclastiti prevalentemente sciolti passanti a lave scoriacee rinsaldate che caratterizzano il sedime di fondazione.

I risultati delle prove sono riportati nello *studio geologico* e nei relativi allegati datati *31 Luglio 2025* e redatti dal *Dott.ssa Geol. Barbara Forte in fase di PFTE*. Si riporta in *Allegato 6* le parti di interesse del suddetto studio da cui sono state tratte le informazioni sui passaggi sismostratigrafici.



**Figura 7.8:** Ubicazione indagine pregressa eseguita presso l'area in studio.

	<b>TECNICO INCARICATO</b> <b>Dott. Geol. Gregorio Sgarlato</b>		<b>ENTE APPALTANTE</b> Comune di Trecastagni	
	<b>LOCALITA'</b> <b>COMUNE DI TRECASTAGNI (CT)</b>		<b>DATA</b> Dicembre 2025	<b>REV.</b> 0
	<b>OGGETTO</b> <i>PROGETTO ESECUTIVO</i> - Intervento di adeguamento sismico mediante demolizione e ricostruzione della palestra con "funzione strategica" di ricovero sita nel campo sportivo <i>La Carlina</i> .		<b>CODICE LAVORO</b> GS_TRC_09/321	<b>C.I.G.</b> B947DAC180

## 7.5 Modello Geofisico di Sito

Sulla base dei risultati ottenuti dall'interpretazione delle indagini eseguite viene di seguito definito il *modello geofisico* del sito in studio.


Analizzando il profilo di velocità delle *Onde P*, ricavato tramite le due tomografie effettuate (§ All. 5 - All. TMS), si può osservare come su entrambe le sezioni sia presente un passaggio sismostratigrafico tra la porzione sud del terreno indagato (lato A) e la parte nord (lato B), mettendo a contatto terreni vulcanici caratterizzati da uno stato di addensamento diverso. La parte a sud con velocità delle Onde P più basse, è assimilabile a vulcanoclastiti sciolte mentre la parte a nord presenta velocità assimilabili alle colate scoriacee rinsaldate. Risultano presenti delle anomalie di velocità inglobate all'interno di sismostrati ma questo è spiegabile con la tipica eterogeneità delle colate laviche.

Anche l'indagine MW-1 (§ Par. 7.2.4 – All. 5), eseguita sullo stesso stendimento della TMS-1, come l'indagine pregressa MW<sub>PFE</sub>, mostra sia i sismogrammi che lo spettro della curva di dispersione nonché i risultati degli spessori e delle velocità delle *Onde S* che si allineano in maniera quasi completa con quelli ottenuti dalla tomografia sismica. Registrando delle velocità che di fatto possono essere assimilabili anche in questo caso a vulcanoclastiti prevalentemente sciolte per profondità di circa 4 m, al di sotto della quale i valori delle *Onde S* riscontrati possono essere dovuti alla presenza di materiale scoriaceo rinsaldato passante alla profondità di circa 8,5 m alla parte massiva della colata.

Infine la sezione tomografica TMS-1 ha messo in evidenza come al di fuori del sedime di fondazione dell'attuale palestra da demolire si riscontrino valori delle V<sub>p</sub> tendenzialmente più bassi rispetto a quelli circostanti soprattutto nella parte finale della sezione tomografica (punto B), in coincidenza della zona dove è presente la scarpata di 3 m che separa i terrazzamenti del sito (Cap. 3). Queste velocità più basse possono essere dovute alla probabile presenza di terreno di riporto allentato ed areato tipico delle zone dove si hanno salti morfologici, spesso causati dall'esposizione diretta del terreno con gli agenti atmosferici.



**Figura 7.9:** A sinistra salto morfologico presso l'area in studio.  
A destra area sul margine nord-est del sito con terreno di riporto dilavato.

	<b>TECNICO INCARICATO</b> <i>Dott. Geol. Gregorio Sgarlato</i>	<b>ENTE APPALTANTE</b> Comune di Trecastagni	
	<b>LOCALITA'</b> <b>COMUNE DI TRECASTAGNI (CT)</b>	<b>DATA</b> Dicembre 2025	<b>REV.</b> 0
	<b>OGGETTO</b> <i>PROGETTO ESECUTIVO</i> - Intervento di adeguamento sismico mediante demolizione e ricostruzione della palestra con "funzione strategica" di ricovero sita nel campo sportivo <i>La Carlina</i> .	<b>CODICE LAVORO</b> GS_TRC_09/321	<b>C.I.G.</b> B947DAC180

Il *modello geofisico* presenta una buona attendibilità in quanto i risultati individuati mostrano un'ottima compatibilità sia tra risultati dell'indagine Masw pregressa ed ex-novo, sia tra il modello di velocità delle Vp (Tomografie) e delle Vs (MASW); inoltre le due tomografie mostrano il passaggio laterale tra i sismostrati in modo piuttosto allineato, a testimonianza della buona attendibilità delle prove. Tutto ciò a conferma che le prospezioni geofisiche svolte, possono essere considerate sicuramente valide al fine dell'implementazione del modello geologico.

A sintesi di quanto detto, il *modello geofisico* viene descritto nella seguente tabella.

**Tabella 7.7:** Modello geofisico di sito.

Descrizione Litologica	Tomografia TMS-1 Lato sud (A)		Tomografia TMS-1 Lato nord (B)	
	Profondità [m]	Vp [m/sec]	Profondità [m]	Vp [m/sec]
Materiale vulcanoclastico sabbioso-ghiaioso prevalentemente sciolto misto a scorie decimetriche autobrecciate - RIPOORTO	da 0,0 m a 6,0 m	100 ÷ 450	da 0,0 m a 2,0 m	100 ÷ 450
Prodotti scoriacei rinsaldati con intercalazioni di blocchi lavici massivi	da 6,0 m a 10,0 m	650 ÷ 950	da 2,0 m a 11,0 m	650 ÷ 950
Lave basaltiche massive caratterizzate da vari gradi di fratturazione	-	-	da 11,0 m in poi	1100 ÷ 2100

Descrizione Litologica	Tomografia TMS-2 Lato sud (A)		Tomografia TMS-2 Lato nord (B)	
	Profondità [m]	Vp [m/sec]	Profondità [m]	Vp [m/sec]
Materiale vulcanoclastico sabbioso-ghiaioso prevalentemente sciolto misto a scorie decimetriche autobrecciate	da 0,0 m a 5,0 m	100 ÷ 450	-	-
Prodotti scoriacei rinsaldati con intercalazioni di blocchi lavici massivi	da 5,0 m a 8,0 m	650 ÷ 950	da 0,0 m a 8,0 m	650 ÷ 950
Lave basaltiche massive caratterizzate da vari gradi di fratturazione	-	-	da 8,0 m in poi	1100 ÷ 2100

Descrizione Litologica	MASW MW-1		MASW MW <sub>PFTE</sub>	
	Profondità [m]	Vs [m/sec]	Profondità [m]	Vs [m/sec]
Materiale vulcanoclastico sabbioso-ghiaioso prevalentemente sciolto misto a scorie decimetriche autobrecciate	da 0,0 m a 4,0 m	165 ÷ 275	da 0,0 m a 3,77 m	144 ÷ 257
Prodotti scoriacei rinsaldati con intercalazioni di blocchi lavici massivi	da 4,0 m a 8,5 m	307 ÷ 378	da 3,77 m a 8,88 m	353 ÷ 407
Lave basaltiche massive caratterizzate da vari gradi di fratturazione	da 8,5 m in poi	431 ÷ 803	da 8,88 m in poi	446 ÷ 480



	<b>TECNICO INCARICATO</b> <i>Dott. Geol. Gregorio Sgarlato</i>	<b>ENTE APPALTANTE</b> Comune di Trecastagni	
	<b>LOCALITA'</b> <b>COMUNE DI TRECASTAGNI (CT)</b>	<b>DATA</b> Dicembre 2025	<b>REV.</b> 0
	<b>OGGETTO</b> <i>PROGETTO ESECUTIVO</i> - Intervento di adeguamento sismico mediante demolizione e ricostruzione della palestra con "funzione strategica" di ricovero sita nel campo sportivo <i>La Carlina</i> .	<b>CODICE LAVORO</b> GS_TRC_09/321	<b>C.I.G.</b> <i>B947DAC180</i>

## 8 MODELLO GEOLOGICO

Sulla base delle conoscenze apportate e acquisite dal presente studio geologico viene definito il *Modello Geologico di Riferimento* attraverso la ricostruzione dell'assetto litostratigrafico, strutturale, idrogeologico e geomorfologico locale (§ NTC18 – Par. 6.2.1), indicando le pericolosità geologiche dell'area (§ Par. 8.1.1). La campagna di indagini effettuata, consistente nell'esecuzione di prospezioni geofisiche, oltre all'utilizzo dei risultati ricavati da un'indagine sismica del tipo MASW effettuata per la precedente fase di progettazione – "*Progetto di fattibilità tecnico ed economica*" (§ Par. 7.4 – All. 6), ha permesso di affinare il modello geologico di sito, migliorando il dettaglio attraverso il quale viene ricostruito l'assetto litostratigrafico locale con l'individuazione delle superfici di strato significative ai fini della progettazione (§ Par. 8.1.2).

In conformità alla modellazione geologica e geofisica sarà possibile eseguire da parte del progettista una specifica modellazione geotecnica che consentirà la scelta della tipologia d'intervento progettuale più opportuna e degli interventi che interagiscono con il terreno.

Inoltre verranno descritte ed attenzionate le eventuali problematiche progettuali inerenti l'interazione terreno-struttura, in modo da fornire al progettista delle indicazioni e/o prescrizioni da valutare in fase progettuale (§ Par. 8.1.3).

Infine per meglio caratterizzare i litotipi presenti in sito e interagenti con la struttura da realizzare verranno definiti i parametri litotecnici di massima, a cui il calcolista può fare riferimento per il dimensionamento delle opere strutturali e delle fondazioni che interagiscono con il terreno (§ Par. 8.2).


### 8.1 Descrizione del modello geologico di riferimento

Il *modello geologico* individuato, vede un basamento geologico (*F.ne delle Argille Grigio Azzurre – Pleistocene Inferiore Medio*) individuabile a profondità superiori ai 250 m dal piano campagna, che è stato successivamente ricoperto da una potente sequenza di prodotti vulcanici caratterizzati da un'alternanza di banconi lavici più o meno fratturati e fessurati, che verosimilmente si alternano a lave scoriacee, prodotti piroclastici e refusa lavica, frutto dell'evoluzione e crescita del *Vulcano Etna* (§ Cap. 0). Questo modello geologico di massima costituito da un basamento sedimentario ricoperto di prodotti vulcanici, viene confermato dai risultati della campagna di indagini geofisiche effettuate per quanto riguarda le coperture vulcaniche superficiali, con le sue caratteristiche di alternanza di prodotti massivi e scoriacei (§ Cap. 4). Tale ricostruzione viene illustrata più nel dettaglio al *Paragrafo 8.1.2* e relativamente all'opera da realizzare nella *Sezione Sismostratigrafica* rappresentata nell'*Allegato 4*.

#### 8.1.1 Individuazione delle pericolosità geologiche

Non sono state riscontrate, allo stato attuale, condizioni di *pericolosità geomorfologiche, idrogeologiche e idrologiche* tali da presupporre interventi mitigatori specifici (§ Cap. 3 e 5).

La pericolosità geologica che più si manifesta nell'area di interesse è la *pericolosità sismica*. In fase di PFTE lo studio geologico a supporto della progettazione dell'opera in oggetto ha permesso di individuare il valore dell'amplificazione stratigrafica e topografica relativa alle azioni sismiche che interesseranno l'opera in progetto, esplicate nelle NTC-18 alla *Cat. di Sottosuolo B* e alla *Cat. Topografica T1*. Questi risultati sono stati confermati dalle indagini eseguite nel presente studio per la fase esecutiva.

	<b>TECNICO INCARICATO</b> <i>Dott. Geol. Gregorio Sgarlato</i>	<b>ENTE APPALTANTE</b> Comune di Trecastagni	
	<b>LOCALITA'</b> <b>COMUNE DI TRECASTAGNI (CT)</b>	<b>DATA</b> Dicembre 2025	<b>REV.</b> 0
	<b>OGGETTO</b> <i>PROGETTO ESECUTIVO</i> - Intervento di adeguamento sismico mediante demolizione e ricostruzione della palestra con "funzione strategica" di ricovero sita nel campo sportivo <i>La Carlina</i> .	<b>CODICE LAVORO</b> GS_TRC_09/321	<b>C.I.G.</b> B947DAC180

### 8.1.2 Assetto Sismostratigrafico

Sulla base dei risultati ottenuti dall'esecuzione delle prospezioni sismiche, è stata ricostruita la successione sismostratigrafica del sito, che è stata suddivisa in *Unità Sismostratigrafiche (U.S.)* e schematizzata in *Tabella 8.1*. Nella porzione più superficiale, si trova terreno di copertura dato da materiale vulcanoclastico sabbioso-ghiaioso prevalentemente sciolto di colore bruno misto a scorie decimetriche autobrecciate (U.S.1), sovrapposto alla tipica struttura di una colata, con livelli scoriacei al tetto del corpo lavico (U.S.2) e porzioni massive nella sua parte centrale, caratterizzate da vari gradi di fratturazione (U.S.3).


**Tabella 8.1:** Sismostratigrafia del sito.

<b>U. S.</b>	<b>DESCRIZIONE LITOLOGICA</b>	<b>SPESSORE (m)</b>	<b>PROFONDITÀ (m)</b>
1	Materiale vulcanoclastico sabbioso-ghiaioso prevalentemente sciolto misto a scorie decimetriche autobrecciate	4,0	Da 0,0 m fino a 4,0 m
2	Prodotti scoriacei rinsaldati con intercalazioni di blocchi lavici massivi	4,5	Da 4,0 m fino a 8,5 m
3	Lave basaltiche massive caratterizzate da vari gradi di fratturazione	∞	Da 8,5 m fino a prof. indefinita

### 8.1.3 Considerazioni sull'interazione terreno-opera in progetto

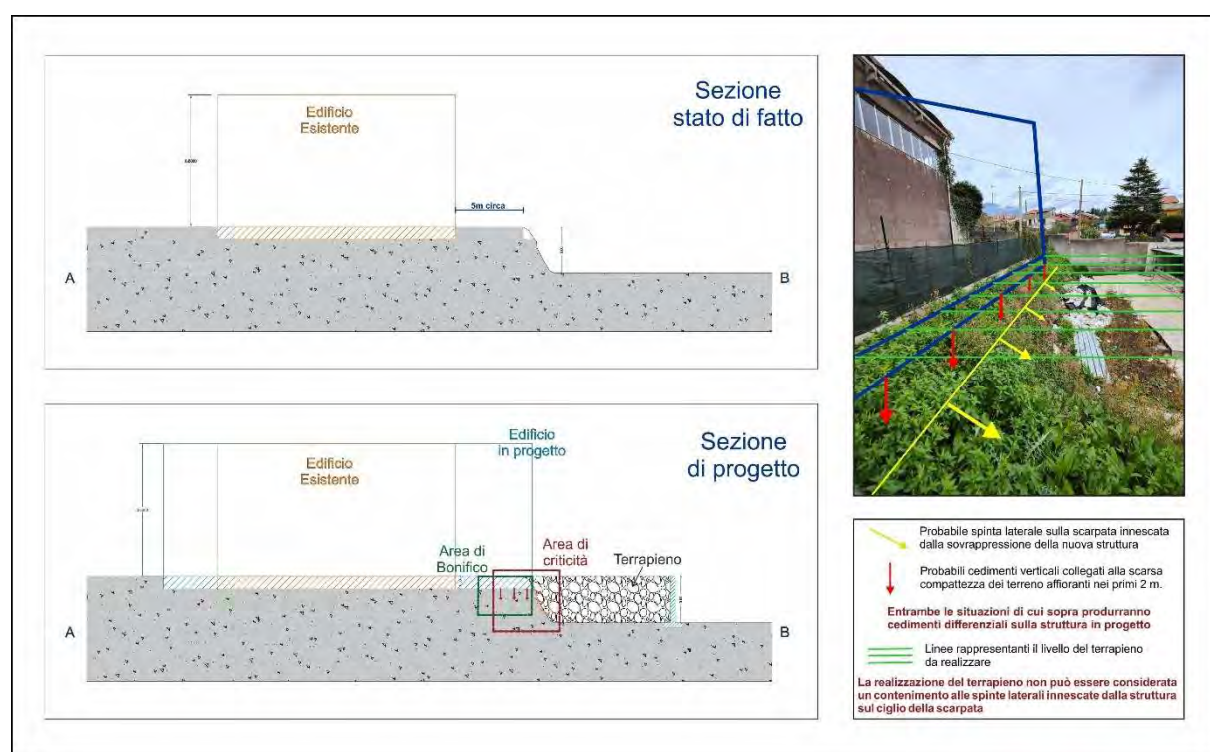
Sulla base dello studio geologico e dei risultati ricavati dalle prove geofisiche sono state elencate le seguenti considerazioni che indirizzano la progettazione, al fine di migliorare l'interazione tra il terreno di fondazione e la struttura da realizzare:

- Vista la presenza sul lato nord-est dell'edificio di terreno di riporto allentato e alterato, dello spessore di circa 2 m, che non presenta caratteristiche meccaniche idonee per essere utilizzato come terreno di fondazione, si prescrive la rimozione del suddetto terreno, individuabile nell'*Allegato 3* e in *Figura 8.1*. Pertanto sarà necessaria la messa in posa, tra quota del piano di fondazione e il tetto dello strato scoriaceo (SS-2), di materiale inerte, quale misto granulometrico (*tout-venant*), in strati di piccolo spessore adeguatamente bagnati e costipati in modo da raggiungere il maggior grado di addensamento possibile. Agendo in tale modo si supereranno le caratteristiche di densità dello strato rimosso, evitando possibili cedimenti differenziali della struttura, qualora si poggiasse su strati di terreno poco consistenti. Inoltre vista la realizzazione di un terrapieno il cui margine ovest si troverà in prossimità delle fondazioni (§ All. 4) si rende necessario realizzare un rilevato, con le stesse modalità del bonifico sul terreno di riporto, considerando un sufficiente allargamento in direzione est verso il terrapieno stesso, in modo da evitare che le fondazioni scarichino il proprio peso su un terrapieno poco addensato.
- Vista la presenza all'interno del sedime di fondazione di un passaggio laterale di velocità assimilabile al passaggio tra vulcanoclastiti prevalentemente sciolte in abbondante matrice sab-

	<b>TECNICO INCARICATO</b> <i>Dott. Geol. Gregorio Sgarlato</i>	<b>ENTE APPALTANTE</b> Comune di Trecastagni	
	<b>LOCALITA'</b> <b>COMUNE DI TRECASTAGNI (CT)</b>	<b>DATA</b> Dicembre 2025	<b>REV.</b> 0
	<b>OGGETTO</b> <i>PROGETTO ESECUTIVO</i> - Intervento di adeguamento sismico mediante demolizione e ricostruzione della palestra con "funzione strategica" di ricovero sita nel campo sportivo <i>La Carlina</i> .	<b>CODICE LAVORO</b> GS_TRC_09/321	<b>C.I.G.</b> <i>B947DAC180</i>

biosa e materiale scoriaceo rinsaldato, si rende necessario valutare la progettazione di fondazioni superficiali a platea, al fine di distribuire in maniera più uniforme i carichi della struttura sul terreno.


- Vista l'eterogeneità areale dei litotipi vulcanici, su cui è possibile passare in pochi metri da corpi lavici massivi a prodotti scoriacei sciolti e la contestuale presenza nell'area esterna alla palestra esistente, su cui si poggerà la nuova struttura, di terreno sabbioso-ghiaioso prevalentemente sciolto, risulta fortemente consigliabile, eseguire attraverso mezzi meccanici una compattazione superficiale del terreno venuto a giorno in modo da aumentarne il suo stato di adensamento, con conseguente riduzione dei cedimenti del terreno causati dal carico della nuova struttura.



**Figura 8.1:** Rappresentazione schematica della sezione EW dello stato di fatto e di progetto, con evidenziati gli elementi di criticità da considerare.

#### 8.1.4 Valutazioni e indicazioni finali

In definitiva il *Modello Geologico di Riferimento* qui descritto, in relazione alla complessità geologica dell'area, della qualità e quantità di indagini eseguite sia ex-novo che pregresse disponibili, può essere in questa sede valutato con un grado di attendibilità *discreto* per i fini progettuali oggetto di questo studio e conferma la fattibilità del progetto in questione già emersa dallo studio geologico eseguito in fase di PFTE a meno di considerazioni superiori che esulano dagli aspetti geologici relazionati in questo studio.

	<b>TECNICO INCARICATO</b> <i>Dott. Geol. Gregorio Sgarlato</i>	<b>ENTE APPALTANTE</b> Comune di Trecastagni	
	<b>LOCALITA'</b> <b>COMUNE DI TRECASTAGNI (CT)</b>	<b>DATA</b> Dicembre 2025	<b>REV.</b> 0
	<b>OGGETTO</b> <i>PROGETTO ESECUTIVO</i> - Intervento di adeguamento sismico mediante demolizione e ricostruzione della palestra con "funzione strategica" di ricovero sita nel campo sportivo <i>La Carlina</i> .	<b>CODICE LAVORO</b> GS_TRC_09/321	<b>C.I.G.</b> <i>B947DAC180</i>

## 8.2 Caratterizzazione geo-meccanica del terreno

Tenendo presente i limiti nella definizione certa dei passaggi stratigrafici ottenuti dalle indagini sismiche vengono di seguito definiti i parametri geo-meccanici principali che caratterizzano il sotto-suolo interagente con la struttura in progetto, facendo riferimento, in caso di incertezze del *Modello Geologico*, ai valori più cautelativi associabili da letteratura geologica alle *Unità Sismostratigrafiche* individuate nel presente studio.

**Tabella 8.2:** Quadro sinottico dei parametri geofisici sperimentali e geo-meccanici di massima.

<b>CARATTERISTICHE LITOTECNICHE</b>		<b>U. S.</b>	<b><u>1</u></b> <b><u>Terreno di</u></b> <b><u>fondazione</u></b>	<b><u>2</u></b>	<b><u>3</u></b>
		da m	0,0	-4,0	-8,5
		a m	-4,0	-8,5	∞
Velocità Onde di Taglio <sup>(1)</sup>	V <sub>S</sub>	[m/s]	165 ÷ 275	307 ÷ 378	431 ÷ 803
Velocità Onde di Volume <sup>(1)</sup>	V <sub>P</sub>	[m/s]	100 ÷ 450	650 ÷ 950	1100 ÷ 2100
Peso di Volume <sup>(2)</sup>	γ'	[kN/m <sup>3</sup> ]	17,0 ÷ 18,0	18,5÷19,5	22,0÷24,0
Angolo d'Attrito Interno <sup>(2)</sup>	φ'	[°]	30 ÷ 33	35 ÷ 38	> 40
Coesione <sup>(2)</sup>	c'	[kPa]	0,00	0,00	0,00

(1) Valori desunti da dati sperimentali – (2) Valori ricavati da letteratura e/o conoscenze dirette.

	<b>TECNICO INCARICATO</b> <b>Dott. Geol. Gregorio Sgarlato</b>	<b>ENTE APPALTANTE</b> Comune di Trecastagni	
	<b>LOCALITA'</b> <b>COMUNE DI TRECASTAGNI (CT)</b>	<b>DATA</b> Dicembre 2025	<b>REV.</b> 0
	<b>OGGETTO</b> <i>PROGETTO ESECUTIVO</i> - Intervento di adeguamento sismico mediante demolizione e ricostruzione della palestra con "funzione strategica" di ricovero sita nel campo sportivo <i>La Carlina</i> .	<b>CODICE LAVORO</b> GS_TRC_09/321	<b>C.I.G.</b> B947DAC180

## 9 CONCLUSIONI

Alla luce del *modello geologico di riferimento* descritto al *Capitolo 8* e dei dati ricavati nel presente studio geologico circa le caratteristiche geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche e idrologiche dei terreni circostanti il sito in questione, l'area risulta globalmente stabile, non ci sono segni di dinamismo morfologico in atto e/o potenziali e non sono presenti fenomeni di interazione tra la falda acquifera e la struttura (§ Cap. 3 – 4 – 5).

Dal punto di vista sismico (§ Cap. 6), l'abitato di Trecastagni risente principalmente della sismicità locale dell'area etnea, caratterizzata da eventi sismici di magnitudo moderata e ipocentri poco profondi (inferiori ai 5 km) che ne aggravano sensibilmente gli effetti al suolo nonostante l'energia modesta generata dai terremoti etnei; inoltre il territorio in questione è soggetto anche a scuotibilità generata da aree adiacenti risentendo della sismicità regionale di elevata magnitudo e, in particolare, dei terremoti della zona sismogenetica 935. Dal rilievo geologico effettuato e dallo studio della cartografia di riferimento si è potuto osservare che risultano assenti discontinuità strutturali e faglie definibili *attive* e *capaci*, che interessano l'area di stretto interesse e non sono pervenute allo stato attuale testimonianze recenti di fagliazione superficiale cosismica. Considerando tali aspetti sismici, nel precedente livello di progettazione (*PFTE*) è stato eseguito uno studio di risposta sismica locale, dal quale si è riscontrato che il sito presenta Categoria B di Sottosuolo e Categoria Topografica T1 (§ Par. 6.4 – All. 6). I risultati sulla *Categoria di Sottosuolo* sono stati confermati dall'indagine Masw effettuata supporto di questa fase progettuale.

Per tutto quanto sopra esposto si escludono vincoli di natura geologica alla realizzazione dell'opera in progetto. Si può inoltre affermare che non sussistono valori di pericolosità geologica che facciano presupporre interventi mitigatori significativi, quindi si ritiene che la struttura in progetto dopo la sua realizzazione non possa apportare modifiche peggiorative al quadro geologico generale.

Agendo in conformità con quanto esposto nella presente relazione, in particolare rispettando quanto definito nel *Modello Geologico di Riferimento* e nelle sue indicazioni e/o prescrizioni (§ Cap. 8), verranno mitigate le possibili problematiche geologiche, idrogeologiche, geomorfologiche e sismiche che si potrebbero presentare, così da indirizzare il progettista nella scelta del miglior approccio progettuale a salvaguardia dell'opera da realizzare.

**Il Tecnico**

Dott. Geol. Gregorio Sgarlato






# ALLEGATI

*Allegato 1 – Corografia / Aerofotogrammetria - Scala 1:25.000 / 1:10.000*

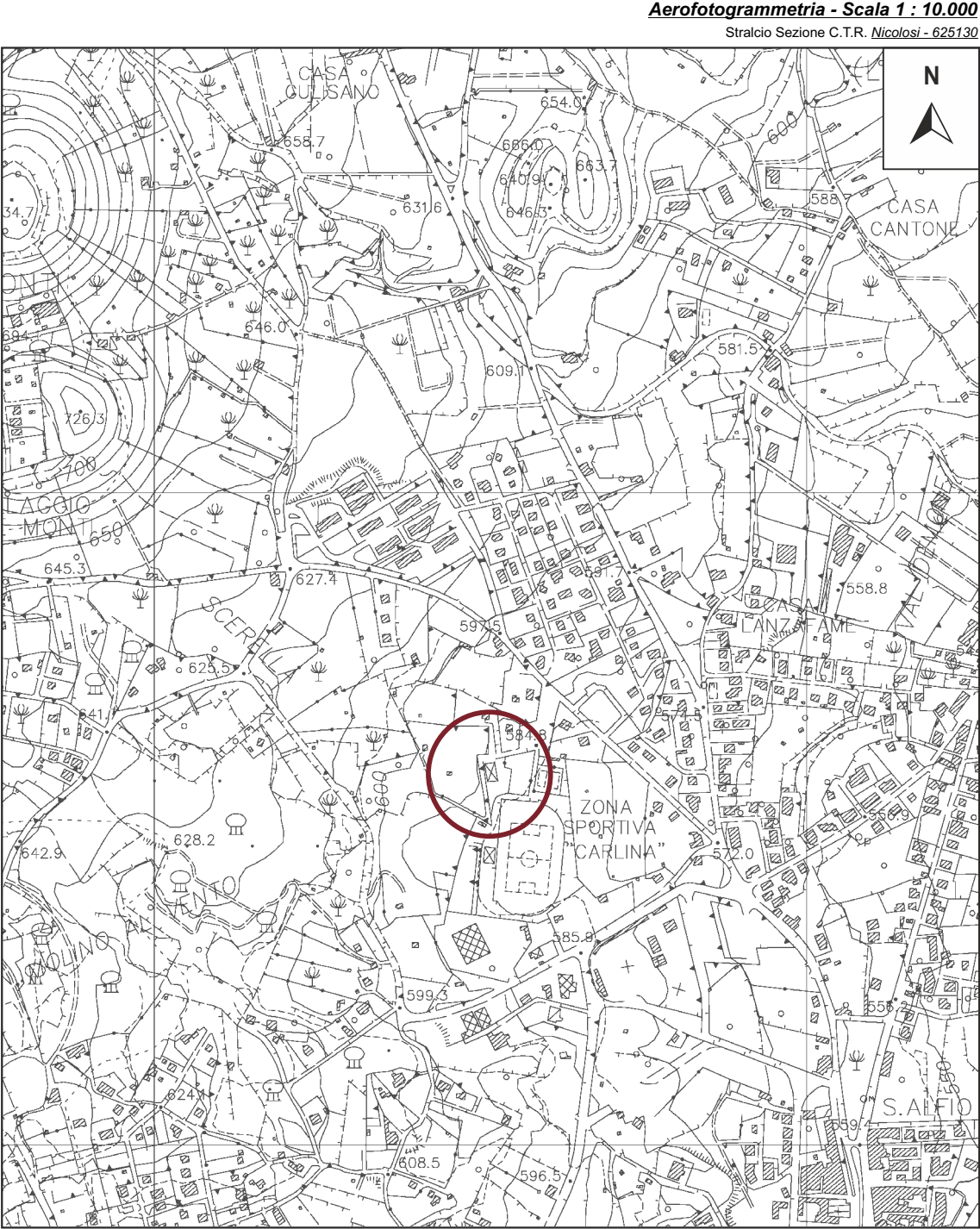
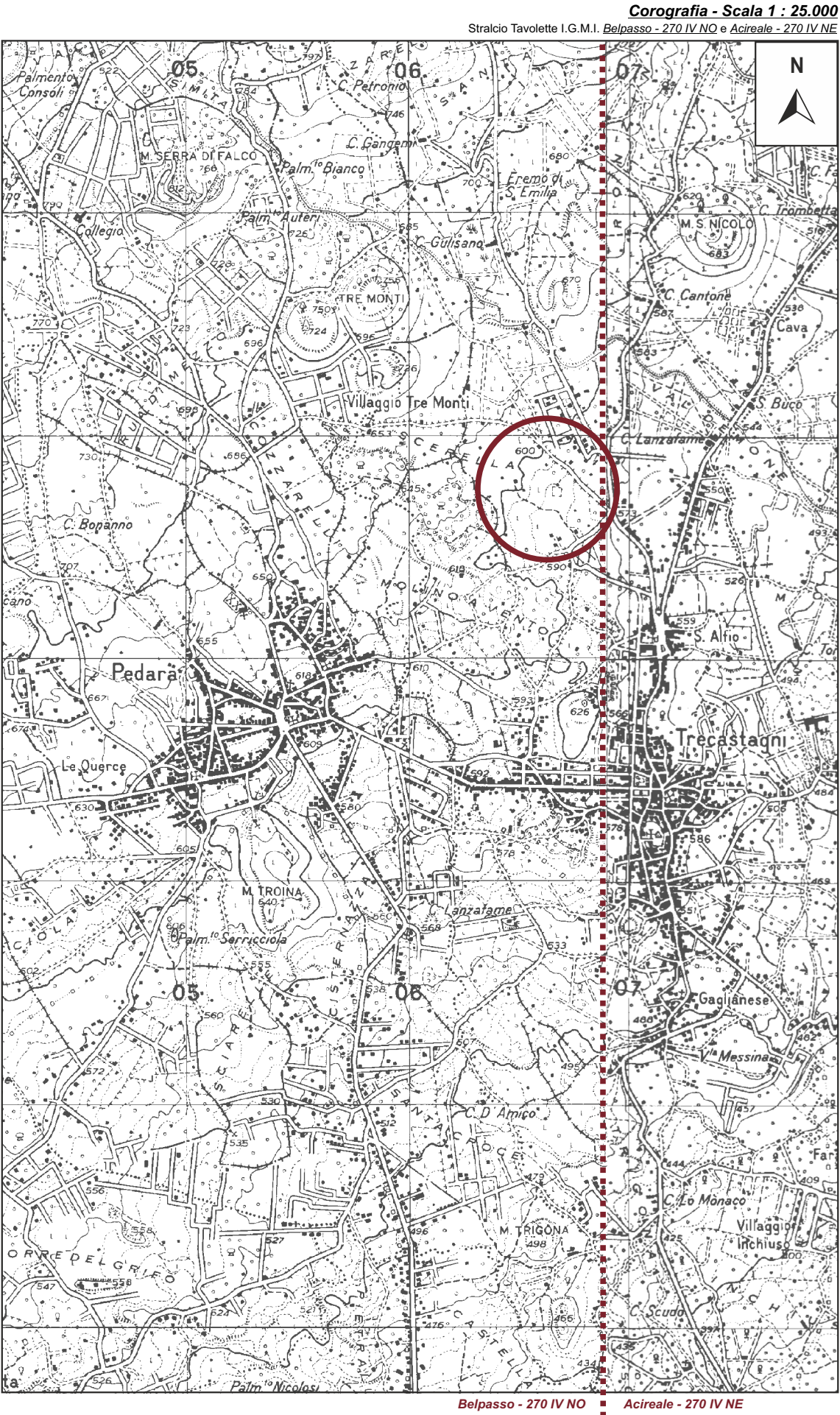
*Allegato 2 – Carta Geologica - Scala 1:10.000*

*Allegato 3 – Planimetria Generale con Ubicazione Indagini - Scala 1:200*

*Allegato 4 – Sezione Sismostratigrafica – AA' - Scala 1:200*

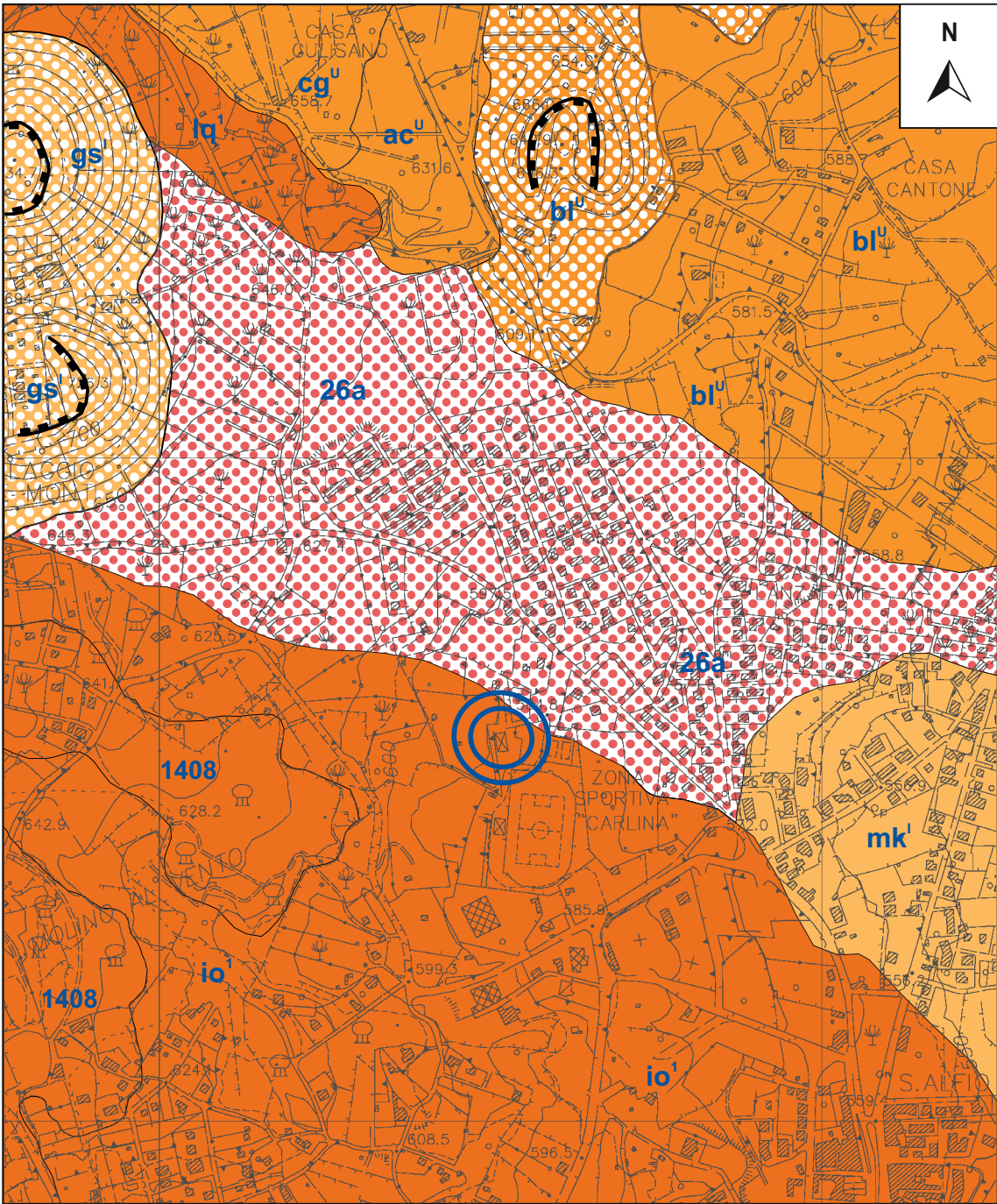
*Allegato 5 – Report Campagna Indagini Geofisiche*

*Allegato 6 – Report Indagine Geofisica Pregressa*



Ente Appaltante Comune di Trecastagni		Tecnico Incaricato Dott. Geol. Gregorio Sgarlato			
		<div>Oggetto</div> <div><u>PROGETTO ESECUTIVO</u></div> <div>Adeguamento sismico mediante demolizione e ricostruzione della palestra con “funzione strategica” di ricovero, sita nel campo sportivo La Carlina</div>			
ALLEGATO 1 - COROGRAFIA / AEROFOTOGRAMMETRIA					
0	DICEMBRE 2025	<u>EMISSIONE PER ENTI</u>	SGARLATO G.	SGARLATO G.	B947DAC180
REV	DATA	DESCRIZIONE	ELABORATO	VERIFICATO E APPROVATO	C.I.G.





LEGENDA

Formazione Torre del Filosofo



1° Intervallo temporale (post 122 a.C. - 1669)  
Colate Laviche: 1408  
Montarello (lq') (1270±20 d.C.)  
Pzza S. Alfio (io') (450±40 d.C.)



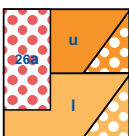
Orlo di Cratere



Limite di Facies

Formazione Pietracannone

Membro Cubania  
(26a)  
Successione di  
livelli piroclastici



Membro Superiore (u) (3960±60 a - 122 a.C.)  
Colate Laviche: S. Alfio e Cirino (ac^u)  
Casa Gangemi (cg^u) - Blandano (bl^u)  
Cono di scorie: Blandano (bl^u)  
Membro Inferiore (l) (15 ka - 3960±60 a)  
Colate Laviche: Monaci (mk^u)  
Cono di scorie: generico (gs')



Limite Stratigrafico

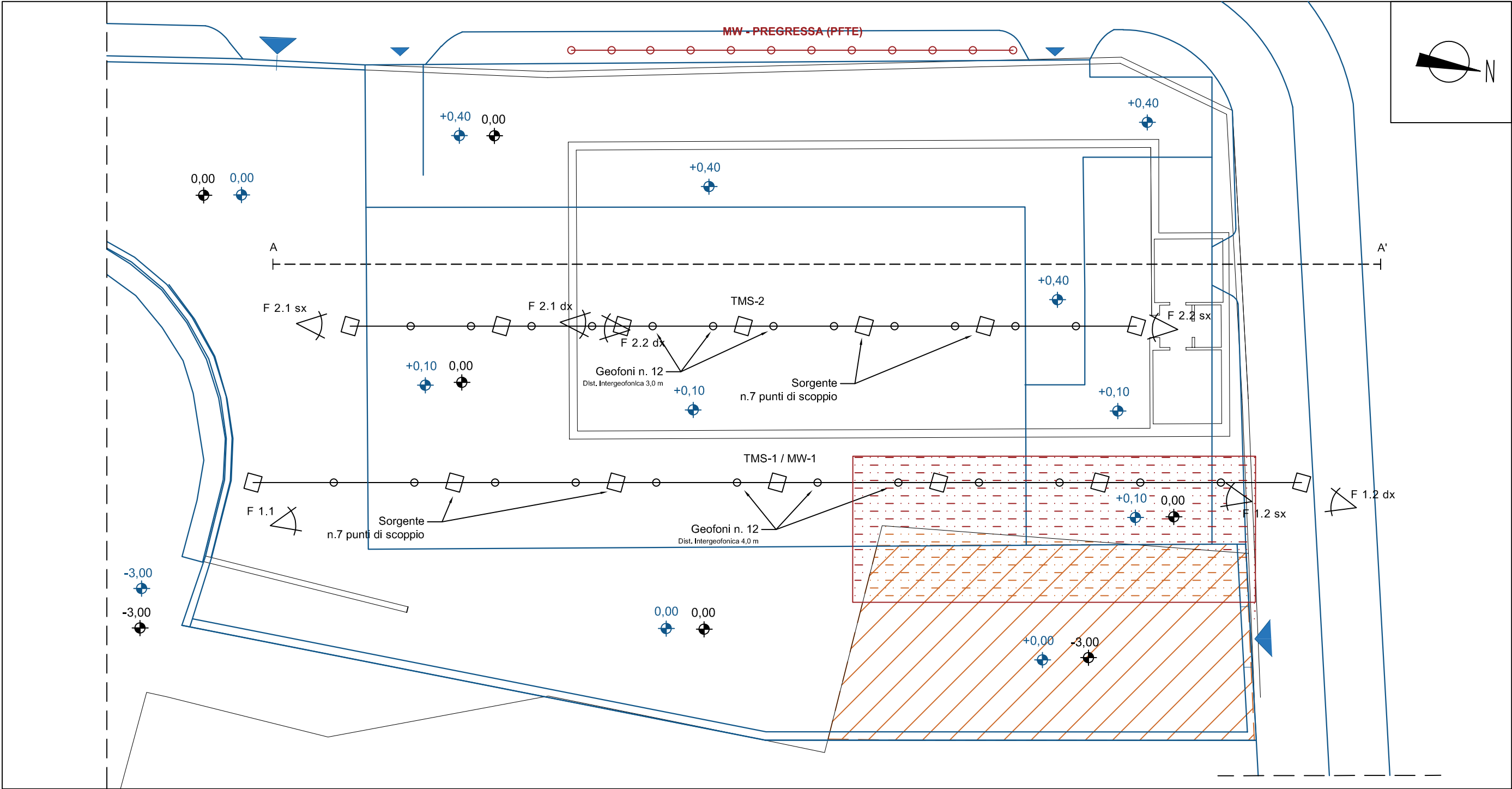


Ubicazione Area  
in Studio

Modificata da: Carta Geologica del Vulcano Etna 2011 - INGV

ALLEGATO 2 - CARTA GEOLOGICA

0	DICEMBRE 2025	EMISSIONE PER ENTI	SGARLATO G.	SGARLATO G.
REV	DATA	DESCRIZIONE	ELABORATO	VERIFICATO e APPROVATO




LEGENDA

-  **Stendimento Sismico**  
MW: Masw ; TMS: Tomografia  
In "rosso" sigla identificativa Indagini Pregarre  
In "nero" sigla identificativa Indagini Ex-Novo


 **Traccia di sezione sismostratigrafica**

 **Immagine Documentazione Fotografica**  
(§ All. DF - Report Campagna Indagini Geofisiche)
-  **Stato di fatto**

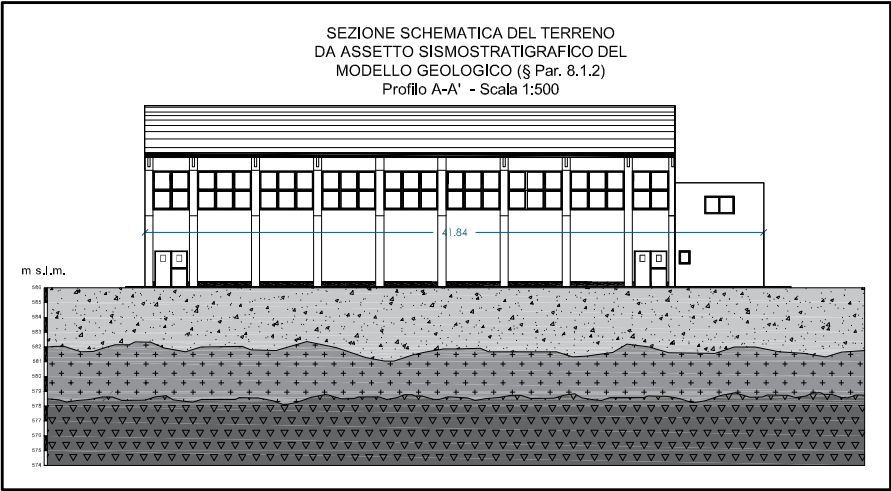
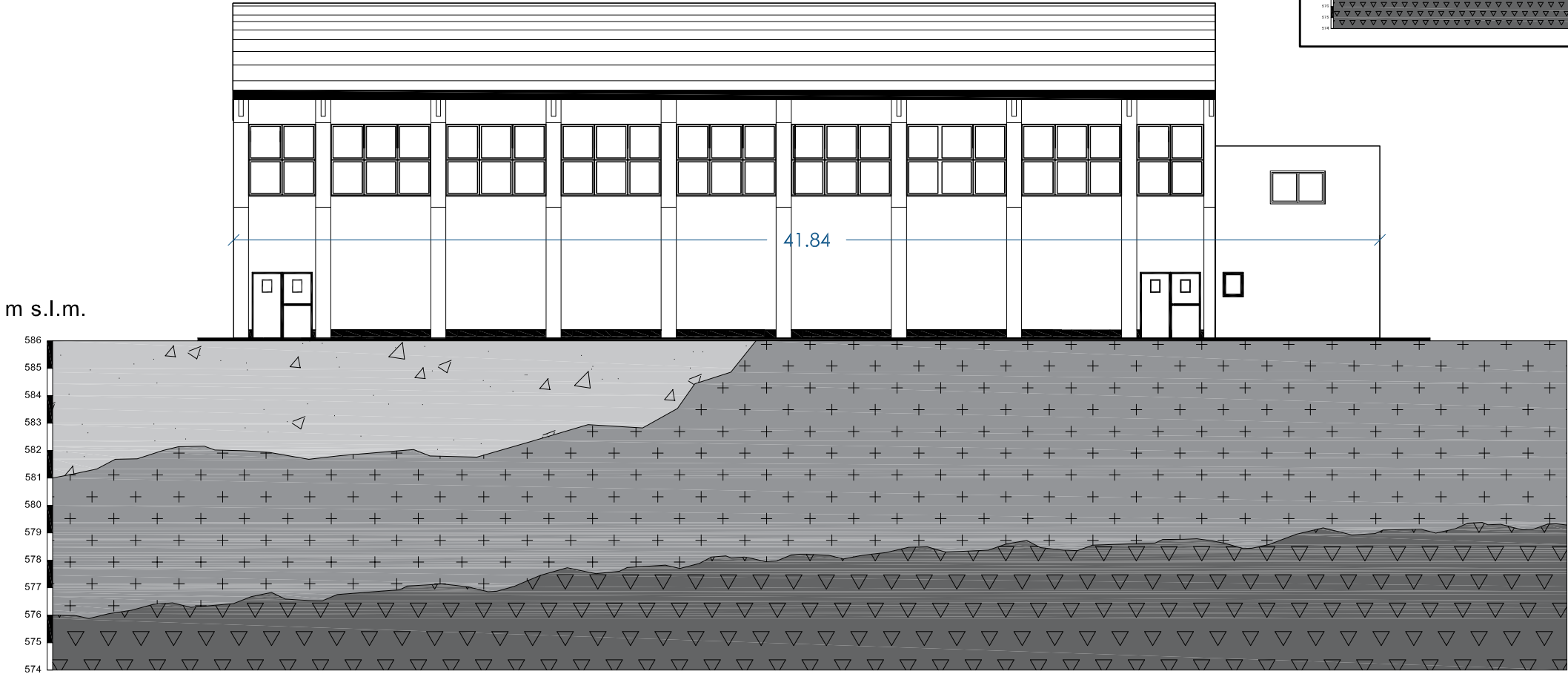
 **Stato di progetto**

 **Area su cui è prevista la realizzazione di un terrapieno**

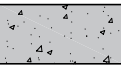
 **Area di criticità:**  
In "rosso" area caratterizzata da un sedime di fondazione di scarsa qualità, da bonificare. In "arancione" indicazione area di massima dove realizzare un rilevato vista l'interazione diretta della struttura con il terrapieno

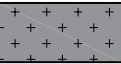
Ente Appaltante Comune di Trecastagni		Tecnico Dott. Geol. Gregorio Sgarlato				
		Oggetto <div>PROGETTO ESECUTIVO</div> <div>Intervento di adeguamento sismico mediante demolizione e ricostruzione della palestra con "funzione strategica" di ricovero sita nel campo sportivo La Carlina</div>				
ALLEGATO 3 - PLANIMETRIA GENERALE STATO DI FATTO E DI PROGETTO CON UBICAZIONE INDAGINI GEOFISICHE						
0	DICEMBRE 2025	EMISSIONE PER ENTI		SGARLATO G.	1:200	B947DAC180
REV	DATA	DESCRIZIONE		ELABORATO - VERIFICATO APPROVATO	SCALA	C.I.G.

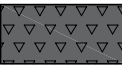
SEZIONE DA MODELLO GEOFISICO (Par. 7.3.4 - Par. 7.5)  
Profilo Sismostratigrafico A-A'



LEGENDA

- 

**Unità Sismostratigrafica 1**  
(Vs: 165+275 m/s ; Vp: 100+450 m/s)  
Materiale vulcanoclastico sabbioso-ghiaioso prevalentemente sciolto misto a scorie decimetriche autobrecciate  
 $\gamma$ : 17,0 + 18,0 kN/m<sup>3</sup> ;  $\phi$ : 30 + 33° ; c: 0,0 kPA
- 

**Unità Sismostratigrafica 2**  
(Vs: 307+378 m/s ; Vp: 650+950 m/s)  
Prodotti scoriacei rinsaldati con intercalazioni di blocchi lavici massivi  
 $\gamma$ : 18,5 + 19,5 kN/m<sup>3</sup> ;  $\phi$ : 35 + 38° ; c: 0,0 kPA
- 

**Unità Sismostratigrafica 3**  
(Vs: 431+803 m/s ; Vp: 1100+2100 m/s)  
Lave basaltiche massive caratterizzate da vari gradi di fratturazione  
 $\gamma$ : 22,0 + 24,0 kN/m<sup>3</sup> ;  $\phi$ : > 40° ; c: 0,0 kPA

Ente Appaltante Comune di Trecastagni		Tecnico Dott. Geol. Gregorio Sgarlato			
		Oggetto <div>PROGETTO ESECUTIVO</div> <div>Intervento di adeguamento sismico mediante demolizione e ricostruzione della palestra con "funzione strategica" di ricovero sita nel campo sportivo La Carlina</div>			
ALLEGATO 4 - SEZIONE SISMOSTRATIGRAFICA					
0	DICEMBRE 2025	EMISSIONE PER ENTI		SGARLATO G.	1:200 B947DAC180
REV	DATA	DESCRIZIONE		ELABORATO - VERIFICATO APPROVATO	SCALA C.I.G.



Comune di Trecastagni Prot. n. 0029004 del 12-12-2025 arrivo

**STUDIO DI GEOFISICA E GEOLOGIA**

**DOTT. GEOL. GREGORIO SGARLATO**

Vicolo Billotta, n° 1 - 95039 Trecastagni (CT)

Email gregorio.sgarlato@gmail.com

Cell. +39 340 16 40 144

**COMUNE DI TRECASTAGNI**

(CITTA' METROPOLITANA DI CATANIA)



**ENTE  
APPALTANTE:**

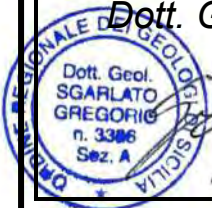
*Comune di Trecastagni*

**RESPONSABILIE UNICO  
DEL PRODEDIMENTO:**

*Ing. La Mastra  
Salvo Flavio*

**TECNICO GEOLOGO  
INCARICATO:**

*Dott. Gregorio Sgarlato*



**PROGETTO ESECUTIVO**

*C.I.G.: B947DAC180*

*SERVIZIO DI REDAZIONE DELLO STUDIO GEOLOGICO ED  
ESECUZIONE DI PROSPEZIONI GEOFISICHE  
A SUPPORTO DEL PROGETTO*

***Intervento di adeguamento sismico mediante  
demolizione e ricostruzione della palestra  
con "funzione strategica" di ricovero  
sita nel campo sportivo La Carlina***



**ALLEGATO 5 - REPORT CAMPAGNA INDAGINI GEOFISICHE**

0	<i>Emissione per Enti</i>	SGARLATO G.	SGARLATO G.	DICEMBRE 2025
Rev.	Descrizione	Elaborato	Verificato e Approvato	Data

	<b>TECNICO GEOFISICO INCARICATO</b> <i>Dott. Geol. Gregorio Sgarlato</i>	<b>ENTE APPALTANTE</b> Comune di Trecastagni	
	<b>LOCALITA'</b> <b>COMUNE DI TRECASTAGNI (CT)</b>	<b>DATA</b> Dicembre 2025	<b>REV.</b> 0
	<b>OGGETTO</b> <i>PROGETTO ESECUTIVO</i> - Intervento di adeguamento sismico mediante demolizione e ricostruzione della palestra con "funzione strategica" di ricovero sita nel campo sportivo La Carlina.	<b>CODICE LAVORO</b> GS_TRC_09/321	<b>C.I.G.</b> B947DAC180

## INDICE

1	PREMESSA .....	2
2	UBICAZIONE DELLE INDAGINI .....	3
3	TOMOGRAFIA SISMICA .....	3
3.1	Metodologia, strumentazione e procedure di campagna .....	3
3.2	Descrizione dei risultati .....	4
3.2.1	Tomografia Sismica TMS-1 .....	5
3.2.2	Tomografia Sismica TMS-2 .....	6
4	INDAGINE SISMICA MASW .....	7
4.1	Metodologia del metodo MASW.....	7
4.2	Strumentazione e procedure di campagna.....	7
4.3	Interpretazione e risultati.....	8

## ALLEGATI

*Allegato TMS – Sezioni Tomografiche e Ubicazione*

*Allegato DF – Documentazione Fotografica*

	<b>TECNICO GEOFISICO INCARICATO</b> <b>Dott. Geol. Gregorio Sgarlato</b>	<b>ENTE APPALTANTE</b> Comune di Trecastagni	
	<b>LOCALITA'</b> <b>COMUNE DI TRECASTAGNI (CT)</b>	<b>DATA</b> Dicembre 2025	<b>REV.</b> 0
	<b>OGGETTO</b> <u>PROGETTO ESECUTIVO</u> - Intervento di adeguamento sismico mediante demolizione e ricostruzione della palestra con "funzione strategica" di ricovero sita nel campo sportivo La Carlina.	<b>CODICE LAVORO</b> GS_TRC_09/321	<b>C.I.G.</b> B947DAC180

## 1 PREMESSA

Nel presente report vengono esposti i risultati delle indagini geofisiche eseguite su incarico dell'Amministrazione Comunale di Trecastagni, in relazione all'*Intervento di adeguamento sismico mediante demolizione e ricostruzione della palestra con "funzione strategica" di ricovero sita nel campo sportivo La Carlina*. La campagna geognostica prevedeva l'esecuzione di indagini di tipo indiretto, consistite in n. 2 rilievi sismici di superficie, eseguiti con tecnica tomografica 2D e in n. 1 prova sismica attiva del tipo M.A.S.W. (Multichannel Analysis Surface Waves).

La geofisica osserva il comportamento delle onde che si propagano all'interno dei materiali. Un segnale sismico, infatti, si modifica in funzione delle caratteristiche del mezzo che attraversa. Le onde possono essere generate in modo artificiale attraverso l'uso di mazze battenti, di scoppi, etc.

Il segnale sismico può essere scomposto in più fasi ognuna delle quali identifica il movimento delle particelle investite dalle onde sismiche. Le fasi possono essere:

- **P**-Longitudinale: onda profonda di compressione;
- **S**-Trasversale: onda profonda di taglio;
- **L**-Love: onda di superficie, composta da onde P e S;
- **R**-Rayleigh: onda di superficie composta da un movimento ellittico e retrogrado.

Le tomografie sismiche si basano su un'analisi dei primi arrivi delle *Onde P*, utili a determinare variazioni sismostratigrafiche del terreno lungo allineamenti di indagine mentre con l'esecuzione dell'indagine sismica MASW si aggiungeranno informazioni sismostratigrafiche connesse con la registrazione delle *Onde di Rayleigh* implementando il modello geofisico risultante, inoltre si potrà determinare la categoria di sottosuolo caratteristica del sito in questione.

Nei paragrafi che seguono vengono illustrate le modalità esecutive delle indagini, riportando negli allegati le schede e le tabelle dei risultati ottenuti dalle singole tipologie di indagine. Di seguito vengono elencate le quantità dei lavori eseguiti.

	<b>TECNICO GEOFISICO INCARICATO</b> <i>Dott. Geol. Gregorio Sgarlato</i>	<b>ENTE APPALTANTE</b> Comune di Trecastagni	
	<b>LOCALITA'</b> <b>COMUNE DI TRECASTAGNI (CT)</b>	<b>DATA</b> Dicembre 2025	<b>REV.</b> 0
	<b>OGGETTO</b> <i>PROGETTO ESECUTIVO</i> - Intervento di adeguamento sismico mediante demolizione e ricostruzione della palestra con "funzione strategica" di ricovero sita nel campo sportivo La Carlina.	<b>CODICE LAVORO</b> GS_TRC_09/321	<b>C.I.G.</b> B947DAC180

## 2 UBICAZIONE DELLE INDAGINI

L'area di indagine ricade all'interno del campo sportivo "La Carlina" di Trecastagni, ad una quota di circa 586 m s.l.m., con ingresso da via Madonna dei Tre Monti. Gli stendimenti sono stati ubicati (Figura 2.1 – § All. TMS) lungo il prospetto est della struttura (TMS-1 e MW-1) e all'interno dell'edificio in oggetto (TMS-2), entrambe sviluppate lungo la direzione N-S.



**Figura 2.1:** Ubicazione indagini geofisiche c/o il sito in studio (*segmenti rossi*).  
In *blu* l'area interessata dalla realizzazione dell'opera in progetto.

## 3 TOMOGRAFIA SISMICA

### 3.1 Metodologia, strumentazione e procedure di campagna

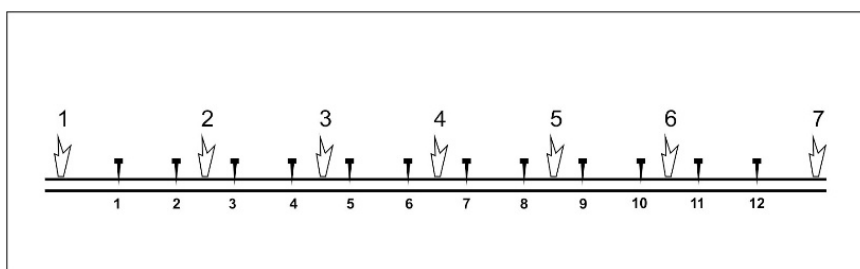
La metodologia sismica tomografica permette l'individuazione dei valori di velocità di propagazione delle onde sismiche nei terreni attraversati con un elevato potere risolutivo. Poiché la determinazione di tali valori è ottenuta dalla misura dei tempi di percorso delle onde sismiche (P) è indispensabile garantire elevata qualità di registrazione degli impulsi sismici generati, per poter individuare con precisione l'istante di arrivo del primo impulso per ogni sismogramma ottenuto. La tecnica tomografica, inoltre, necessita di elevate quantità di dati, anche ridondanti, per ottenere un elevato grado di precisione. Risulta quindi necessario ottenere numerose tracce sismiche, riferite a diversi punti di energizzazione.

La metodologia adottata si basa sulla caratteristica dei terreni di reagire elasticamente alle sollecitazioni ondulatorie provocate da esplosioni o impatti sul terreno. Così sollecitate essi diventano sede di propagazione di onde di deformazione, dette anche elastiche, che si propagano a diversa velocità in funzione dei terreni attraversati. Nell'ambito, però, di uno stesso litotipo la velocità varia in funzione del grado di alterazione, fratturazione, addensamento e cementazione. In particolare, l'attraversamento da parte delle onde sismiche di zone molto alterate e fratturate determina un sensibile decremento della velocità di propagazione delle stesse.

L'apparecchiatura utilizzata per l'esecuzione delle indagini sismiche è consistita in un sismografo multicanale "DOREMI" della *Sara Electronic Instruments*, a incremento di segnale, in grado di registrare contemporaneamente dati provenienti da un massimo di 12 sensori, interfacciato ad un

	<b>TECNICO GEOFISICO INCARICATO</b> <b>Dott. Geol. Gregorio Sgarlato</b>		<b>ENTE APPALTANTE</b> Comune di Trecastagni	
	<b>LOCALITA'</b> <b>COMUNE DI TRECASTAGNI (CT)</b>		<b>DATA</b> Dicembre 2025	<b>REV.</b> 0
	<b>OGGETTO</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b> - Intervento di adeguamento sismico mediante demolizione e ricostruzione della palestra con "funzione strategica" di ricovero sita nel campo sportivo La Carlina.		<b>CODICE LAVORO</b> GS_TRC_09/321	<b>C.I.G.</b> B947DAC180

PC portatile per la gestione software del sistema di acquisizione. Il sistema di rilevazione del segnale è costituito da un array di 12 geofoni verticali con frequenza propria di oscillazione pari a 4.5 Hz. Il sismometro registra le onde elastiche generate mediante un'energizzazione impulsiva del terreno, tramite l'utilizzo di una massa battente del peso di 5 Kg, ripetuta più volte all'interno dell'allineamento dei geofoni, tali punti vengono denominati "*shot point*" (Figura 3.1). La posizione nello spazio dei geofoni e degli *shot point* costituiscono la "*geometria di acquisizione*".



**Figura 3.1:** Stendimento sismico schematico, con scoppi esterni (1 e 7) ed interni (da 2 a 6).

Il sismografo consente l'amplificazione sia statica che dinamica del segnale; quella *dinamica* (regolazione del *guadagno*), permette di amplificare il segnale nel suo insieme, compreso il rumore di fondo; quella *statica* può essere utilizzata dopo l'acquisizione del segnale per evidenziare maggiormente l'inizio della perturbazione, in quanto opera una variazione di scala delle ordinate esclusivamente in fase di visualizzazione. Per esaltare il segnale rispetto al rumore di fondo è possibile inoltre sommare in memoria più tracce riferite alla stessa coppia energizzatore-geofono (*stacking*). Poiché il rumore è casuale mentre il segnale è costante, tale sommatoria finisce per esaltare quest'ultimo a scapito del disturbo. Inoltre, al fine di ottenere il migliore segnale possibile, lo strumento è dotato di opportuni filtri passa banda. L'inizio della registrazione viene comandato al sismografo dalla ricezione di un impulso elettrico generato da un sensore piezoelettrico collocato nella massa battente, con ritardo zero.

### 3.2 Descrizione dei risultati

L'interpretazione dei dati acquisiti è stata effettuata mediante il software di inversione "*SeisOpt Pro*" della Optim che ha consentito di elaborare le sezioni tomografiche. Esso si basa sulla tecnica, ritenuta attualmente maggiormente affidabile e sperimentata, di suddividere l'area compresa tra l'allineamento dei punti di energizzazione e dei geofoni, in celle quadrate o rettangolari, ed eseguire un processo analitico iterativo di inversione delle velocità lungo ciascun tracciato, partendo da un modello con velocità costante per ciascuna cella. Il procedimento tiene conto di tutti i tragitti e pertanto l'elaborazione consiste nella risoluzione di un sistema di equazioni corrispondente al numero delle traiettorie d'irraggiamento del fronte d'onda degli impulsi sismici. I valori di velocità sono aggiornati in ciascuna cella ad ogni iterazione fino al raggiungimento di un errore con scarto minimo.

L'elaborazione consente la restituzione di un'immagine con zonature caratterizzate da tonalità di colore diverso e gradualità in funzioni delle velocità delle onde sismiche risultati dalla composizione delle celle analizzate.

Delle due sezioni tomografiche ottenute, la TMS-1, disposta lungo il margine est della struttura, presenta lunghezza di 52 m e profondità massima indagata di 13 m, mentre la TMS-2 presenta una lunghezza di 39 m e profondità indagata di 9 m.



	<b>TECNICO GEOFISICO INCARICATO</b> <i>Dott. Geol. Gregorio Sgarlato</i>		<b>ENTE APPALTANTE</b> Comune di Trecastagni	
	<b>LOCALITA'</b> <b>COMUNE DI TRECASTAGNI (CT)</b>		<b>DATA</b> Dicembre 2025	<b>REV.</b> 0
	<b>OGGETTO</b> <i>PROGETTO ESECUTIVO</i> - Intervento di adeguamento sismico mediante demolizione e ricostruzione della palestra con "funzione strategica" di ricovero sita nel campo sportivo La Carlina.		<b>CODICE LAVORO</b> GS_TRC_09/321	<b>C.I.G.</b> B947DAC180

Dall'esame delle due tomografie si individuano tre sismostrati principali: un primo sismostrato (SS-1) caratterizzato da valori di velocità delle Vp inferiori ai 450 m/s, un secondo sismostrato (SS-2) con velocità comprese tra 650 e 950 m/s, e infine un terzo (SS-3) con Vp maggiore di 1100 m/s.

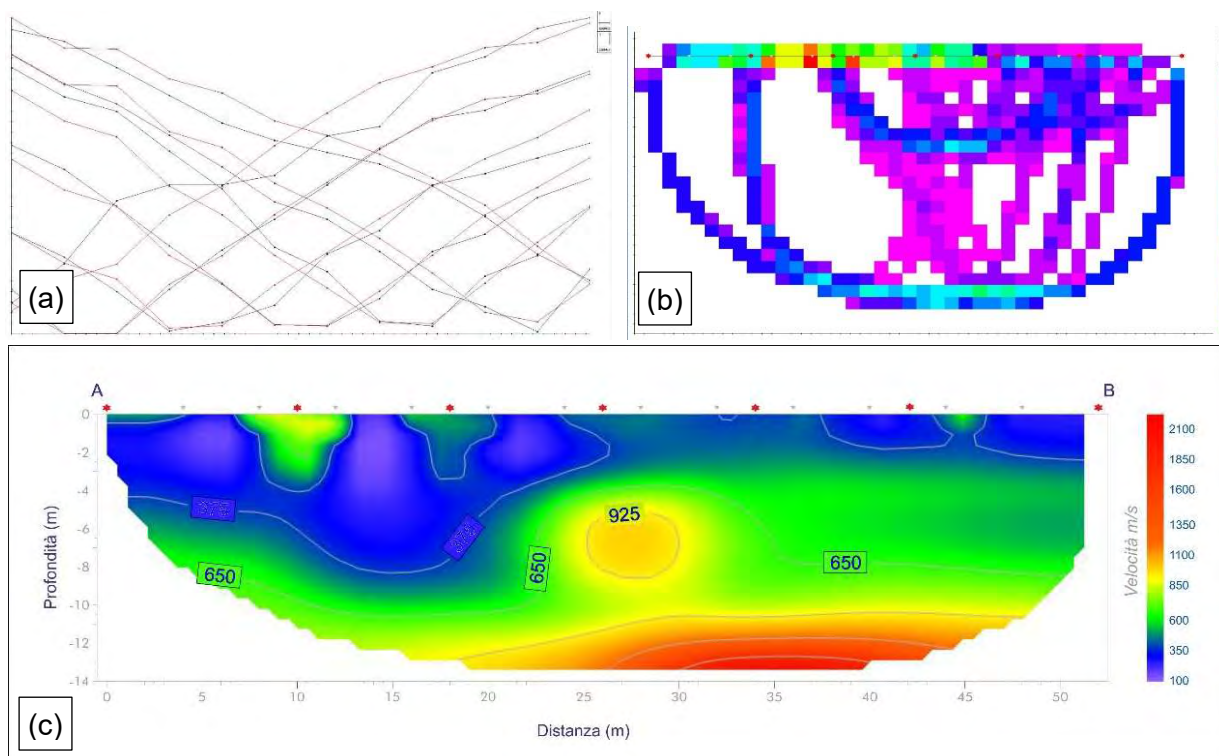
Di seguito verranno descritti i risultati delle tomografie eseguite mentre nell'*Allegato TMS* verranno visualizzate nell'insieme le due sezioni tomografiche ottenute e la loro ubicazione.

### 3.2.1 Tomografia Sismica TMS-1

Nella sezione TMS-1 (§ Figura 3.2), eseguita lungo il margine est della struttura, il sismostrato SS-1 è osservabile nei primi 2 m per tutta la lunghezza dello stendimento, inoltre lo spessore di tale sismostrato risulta maggiore tra la progressiva "0" e "25" dove raggiunge la profondità dal piano campagna di circa 5-6 m, con una depressione tra la progressiva "12" e la "18", che porta il suo letto alla profondità di circa 8-9 m.

Il secondo sismostrato (SS-2) ricalca il letto del primo sismostrato, nello specifico si può notare come tra la progressiva "20" e la "25" vi sia una risalita del tetto del sismostrato da circa 6 m di profondità fino a 2 m dal piano campagna, mantenendosi tale fino alla parte finale della sezione (punto B). Inoltre tra la progressiva "25" e "30", ad una profondità compresa tra i 5 e gli 8 metri, è identificabile una zona a maggiore velocità che raggiunge i massimi valori di Vp del sismostrato SS-2 (950 m/s).

Infine nella parte più profonda della sezione, si osserva il sismostrato SS-3 di spessore indefinito, individuabile ad una profondità di circa 11 m dal piano campagna, dalla progressiva "22" alla "45", mostrando un andamento pressoché orizzontale.



**Figura 3.2:** a) dromocrone; b) tragitto raggi sismici; c) sezione tomografica.

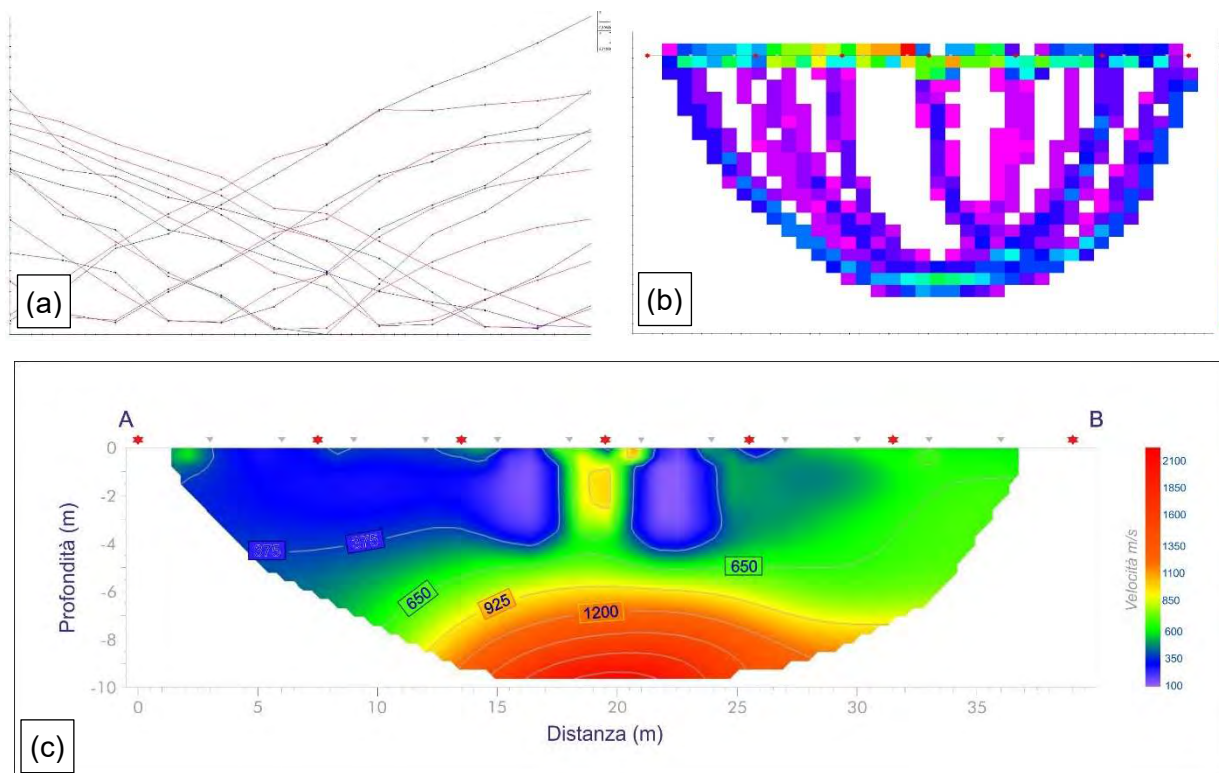
	<b>TECNICO GEOFISICO INCARICATO</b> <i>Dott. Geol. Gregorio Sgarlato</i>	<b>ENTE APPALTANTE</b> Comune di Trecastagni	
	<b>LOCALITA'</b> <b>COMUNE DI TRECASTAGNI (CT)</b>	<b>DATA</b> Dicembre 2025	<b>REV.</b> 0
	<b>OGGETTO</b> <i>PROGETTO ESECUTIVO</i> - Intervento di adeguamento sismico mediante demolizione e ricostruzione della palestra con "funzione strategica" di ricovero sita nel campo sportivo La Carlina.	<b>CODICE LAVORO</b> GS_TRC_09/321	<b>C.I.G.</b> B947DAC180

### 3.2.2 Tomografia Sismica TMS-2

Nella sezione TMS-2 (§ Figura 3.3), eseguita lungo un allineamento N-S interno alla struttura, il sismostrato più superficiale (SS-1) si osserva nella parte sinistra della sezione (lato A) fino alla progressiva "17". Il letto del sismostrato mantiene un andamento pressoché orizzontale e regolare con spessore di circa 4-5 m. Inoltre è osservabile un'area tra le progressive "21" e "24", inglobata all'interno del sismostrato SS-2, che raggiunge le stesse profondità, ovvero di circa 4-5 m dal piano campagna.

Il secondo sismostrato (SS-2) ricalca il letto del primo sismostrato fino alla progressiva "24" dove si osserva una risalita da circa 4-5 m di profondità fino alla quota del piano campagna, per poi mantenersi in superficie fino alla parte finale della sezione (punto B). Inoltre una porzione del sismostrato SS-2 è osservabile anche tra la progressiva "18" e la "21", dove raggiunge il piano campagna inserendosi all'interno del sismostrato SS-1. Il letto del sismostrato SS-2 mostra un profilo tendenzialmente più regolare del suo tetto ed è individuabile a circa 6-7 m dal piano campagna, tra la progressiva "15" e la "25" mentre ai suoi margini si osserva intorno agli 8 m.

Infine anche in questa sezione tomografica si osserva nella parte più profonda (circa 7-8 m dal p.c.) il sismostrato di spessore indefinito SS-3, il cui tetto ricalca totalmente il letto del sismostrato SS-2. Questo sismostrato è osservabile tra la progressiva "13" e la "30", dove raggiunge, nella sua zona centrale, gli spessori e i valori di velocità maggiori registrati dalla prova.



**Figura 3.3:** a) dromocrone; b) tragitto raggi sismici; c) sezione tomografica.

	<b>TECNICO GEOFISICO INCARICATO</b> <i>Dott. Geol. Gregorio Sgarlato</i>	<b>ENTE APPALTANTE</b> Comune di Trecastagni	
	<b>LOCALITA'</b> <b>COMUNE DI TRECASTAGNI (CT)</b>	<b>DATA</b> Dicembre 2025	<b>REV.</b> 0
	<b>OGGETTO</b> <i>PROGETTO ESECUTIVO</i> - Intervento di adeguamento sismico mediante demolizione e ricostruzione della palestra con "funzione strategica" di ricovero sita nel campo sportivo La Carlina.	<b>CODICE LAVORO</b> GS_TRC_09/321	<b>C.I.G.</b> B947DAC180

## 4 INDAGINE SISMICA MASW

### 4.1 Metodologia del metodo MASW

L'analisi delle onde di Rayleigh, mediante tecnica MASW, viene eseguita con la trattazione spettrale del segnale nel dominio delle frequenze attraverso l'analisi spettrale FFT (*analisi di Fourier*). Sarà così possibile identificare, in modo abbastanza agevole, il segnale relativo alle onde di Rayleigh rispetto ad altri tipi di segnali, osservando, inoltre, che le onde di Rayleigh si propagano con velocità che è funzione della frequenza. Il legame velocità frequenza è detto spettro di dispersione. La curva di dispersione individuata nel dominio f-k è detta curva di dispersione sperimentale, e rappresenta in tale dominio le massime ampiezze dello spettro.

È possibile simulare, a partire da un modello di velocità e spessori, la curva di dispersione teorica la quale lega velocità e lunghezza d'onda secondo la relazione:

$$v = \lambda \times \nu$$

Modificando velocità e spessori dei sismostrati si può ottenere una sovrapposizione della curva di dispersione teorica con quella sperimentale: questa fase è detta di inversione e consente di determinare il profilo delle velocità in mezzi a differente rigidezza.

Sia nella curva di inversione teorica che in quella sperimentale è possibile individuare le diverse configurazioni di vibrazione del terreno. I modi per le onde di Rayleigh possono essere: deformazioni a contatto con l'aria, deformazioni quasi nulle a metà della lunghezza d'onda e deformazioni nulle a profondità elevate.

Le onde di Rayleigh decadono a profondità circa uguali alla lunghezza d'onda. Piccole lunghezze d'onda (alte frequenze) consentono di indagare zone superficiali mentre grandi lunghezze d'onda (basse frequenze) consentono indagini a maggiore profondità.

### 4.2 Strumentazione e procedure di campagna

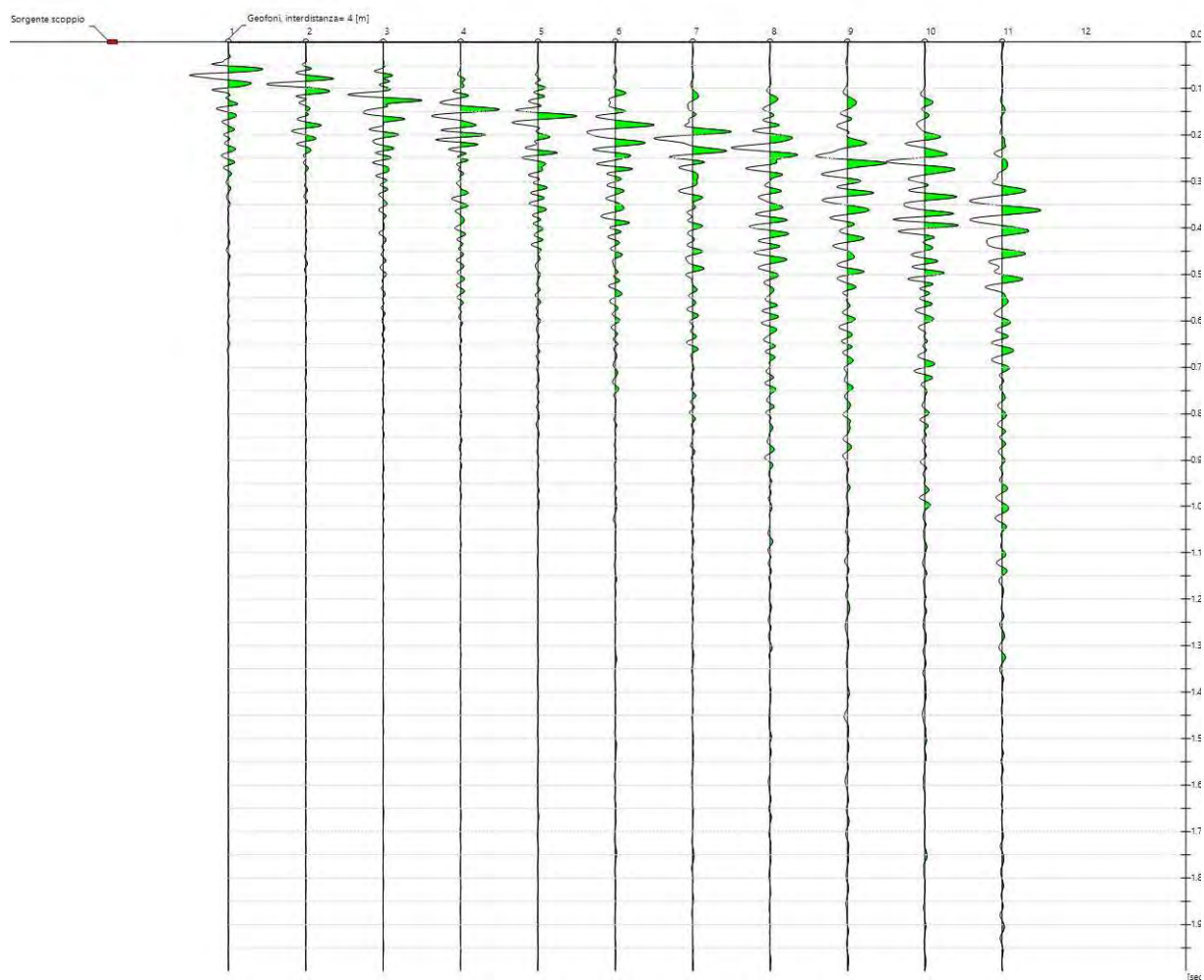
Per l'esecuzione dell'indagine è stato utilizzato il sismografo multicanale "DOREMI" della *Sara Electronic Instruments*, a incremento di segnale, in grado di registrare contemporaneamente dati provenienti da un massimo di 12 sensori, interfacciato ad un PC portatile per la gestione software del sistema di acquisizione. I geofoni utilizzati, con frequenza propria di 4.5 Hz ad asse verticale, sono stati distribuiti in modo da comporre un array di tipo lineare. Il sismografo è stato tarato per attribuire lo stesso guadagno (gain) ad ogni geofono, in modo da non modificare le caratteristiche di dispersione del segnale. L'energizzazione avviene in un punto esterno allo stendimento (offset) e viene realizzata con martello pesante sommando n. 5 acquisizioni per aumentare il rapporto segnale/rumore di fondo. La spaziatura tra i geofoni viene scelta tenendo conto dello spazio disponibile in situ e dei valori di velocità medi delle *Onde S*, caratteristici dei litotipi presenti nel sito. Nel caso specifico, considerando la velocità dei litotipi vulcanici studiati e la superficie disponibile in situ, è stata scelta una distanza intergeofonica di 4 m. Infine durante la fase di inversione, il modello del terreno considerato è a strati piani e paralleli di estensione infinita, infatti la teoria da cui nasce la metodologia MASW impone che lungo l'array sismico non si abbiano variazioni laterali della stratigrafia.

	<b>TECNICO GEOFISICO INCARICATO</b> <i>Dott. Geol. Gregorio Sgarlato</i>		<b>ENTE APPALTANTE</b> Comune di Trecastagni	
	<b>LOCALITA'</b> <b>COMUNE DI TRECASTAGNI (CT)</b>		<b>DATA</b> Dicembre 2025	<b>REV.</b> 0
	<b>OGGETTO</b> <i>PROGETTO ESECUTIVO</i> - Intervento di adeguamento sismico mediante demolizione e ricostruzione della palestra con "funzione strategica" di ricovero sita nel campo sportivo La Carlina.		<b>CODICE LAVORO</b> GS_TRC_09/321	<b>C.I.G.</b> B947DAC180

### 4.3 Interpretazione e risultati

#### Tracce

<i>N. tracce</i>	12
<i>Durata acquisizione [msec]</i>	2000.0
<i>Interdistanza geofoni [m]</i>	4.0
<i>Periodo di campionamento [msec]</i>	1.0

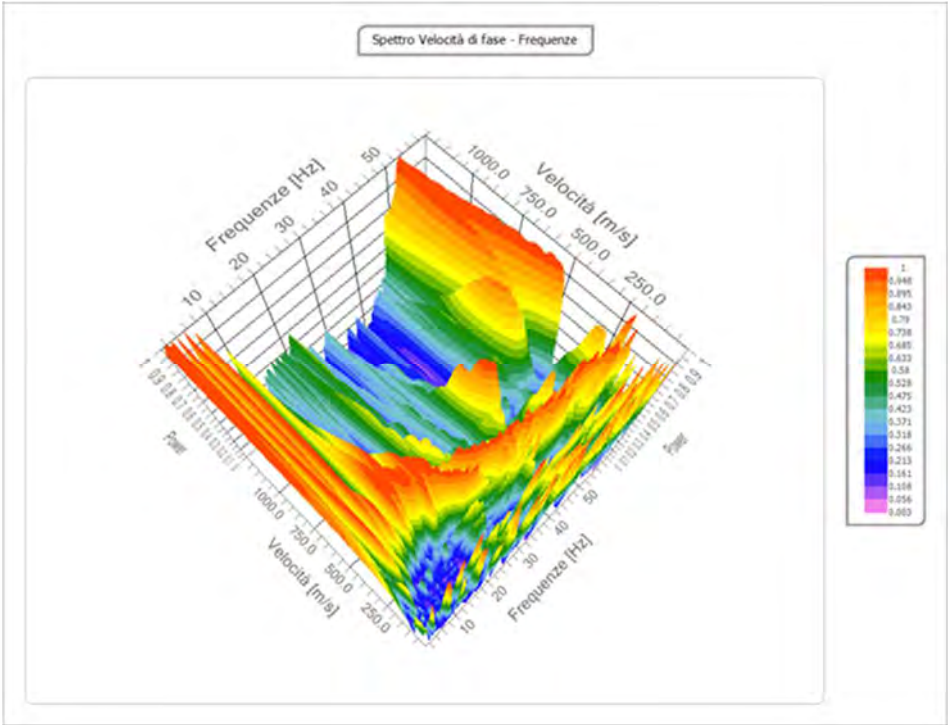




	<b>TECNICO GEOFISICO INCARICATO</b> <i>Dott. Geol. Gregorio Sgarlato</i>	<b>ENTE APPALTANTE</b> Comune di Trecastagni	
	<b>LOCALITA'</b> <b>COMUNE DI TRECASTAGNI (CT)</b>	<b>DATA</b> Dicembre 2025	<b>REV.</b> 0
	<b>OGGETTO</b> <i>PROGETTO ESECUTIVO</i> - Intervento di adeguamento sismico mediante demolizione e ricostruzione della palestra con "funzione strategica" di ricovero sita nel campo sportivo La Carlina.	<b>CODICE LAVORO</b> GS_TRC_09/321	<b>C.I.G.</b> B947DAC180

Analisi spettrale

<i>Frequenza minima di elaborazione [Hz]</i>	1
<i>Frequenza massima di elaborazione [Hz]</i>	60
<i>Velocità minima di elaborazione [m/sec]</i>	1
<i>Velocità massima di elaborazione [m/sec]</i>	1250
<i>Intervallo velocità [m/sec]</i>	1

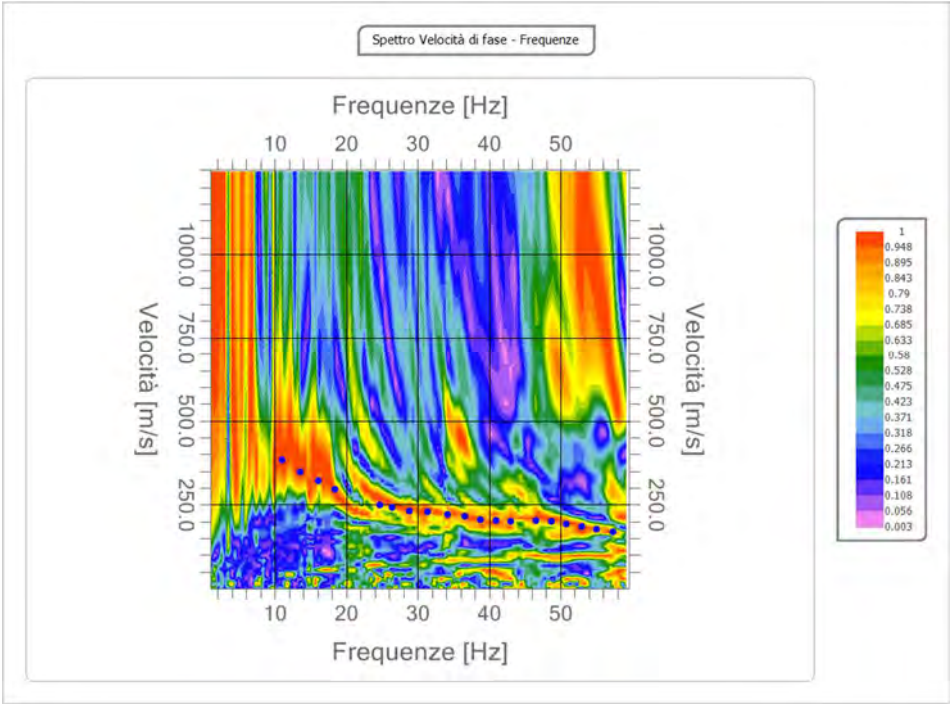




	<b>TECNICO GEOFISICO INCARICATO</b> <b>Dott. Geol. Gregorio Sgarlato</b>		<b>ENTE APPALTANTE</b> Comune di Trecastagni	
	<b>LOCALITA'</b> <b>COMUNE DI TRECASTAGNI (CT)</b>		<b>DATA</b> Dicembre 2025	<b>REV.</b> 0
	<b>OGGETTO</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b> - Intervento di adeguamento sismico mediante demolizione e ricostruzione della palestra con "funzione strategica" di ricovero sita nel campo sportivo La Carlina.		<b>CODICE LAVORO</b> GS_TRC_09/321	<b>C.I.G.</b> B947DAC180

Curva di dispersione

n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	11.0	382.8	0
2	13.6	347.7	0
3	16.1	322.9	0
4	18.4	296.1	0
5	24.7	248.6	0
6	26.5	240.4	0
7	28.9	232.1	0
8	31.4	228.0	0
9	34.1	220.5	0
10	36.6	215.6	0
11	38.8	205.3	0
12	41.0	203.2	0
13	43.1	200.5	0
14	46.5	203.2	0
15	48.7	199.1	0
16	50.8	192.8	0
17	53.0	185.9	0
18	55.0	176.8	0
19	57.4	170.2	0

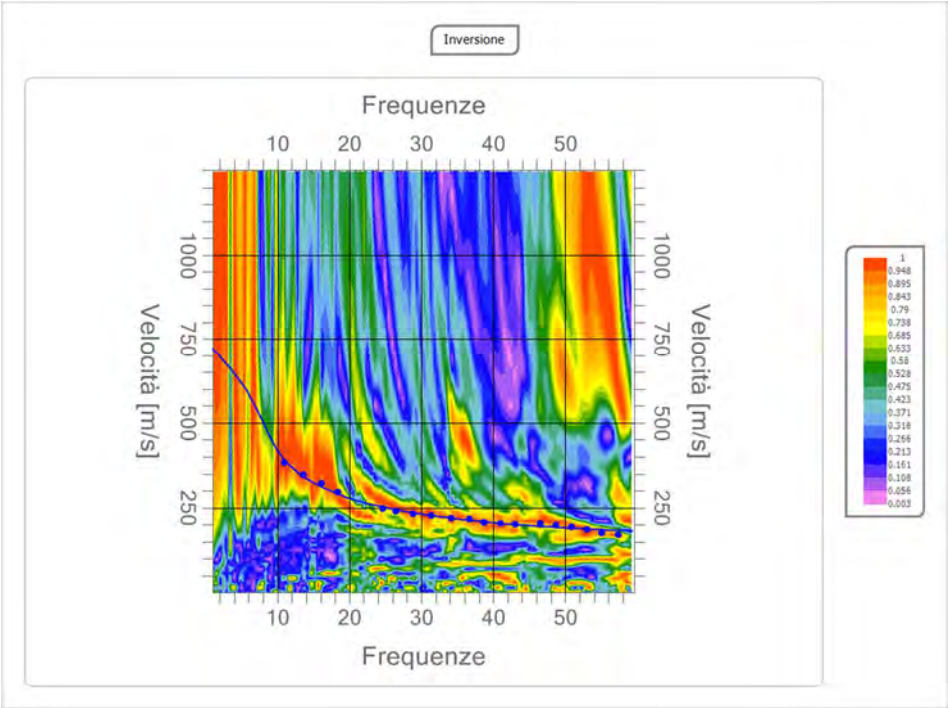


	<b>TECNICO GEOFISICO INCARICATO</b> <i>Dott. Geol. Gregorio Sgarlato</i>		<b>ENTE APPALTANTE</b> Comune di Trecastagni	
	<b>LOCALITA'</b> <b>COMUNE DI TRECASTAGNI (CT)</b>		<b>DATA</b> Dicembre 2025	<b>REV.</b> 0
	<b>OGGETTO</b> <i>PROGETTO ESECUTIVO</i> - Intervento di adeguamento sismico mediante demolizione e ricostruzione della palestra con "funzione strategica" di ricovero sita nel campo sportivo La Carlina.		<b>CODICE LAVORO</b> GS_TRC_09/321	<b>C.I.G.</b> B947DAC180

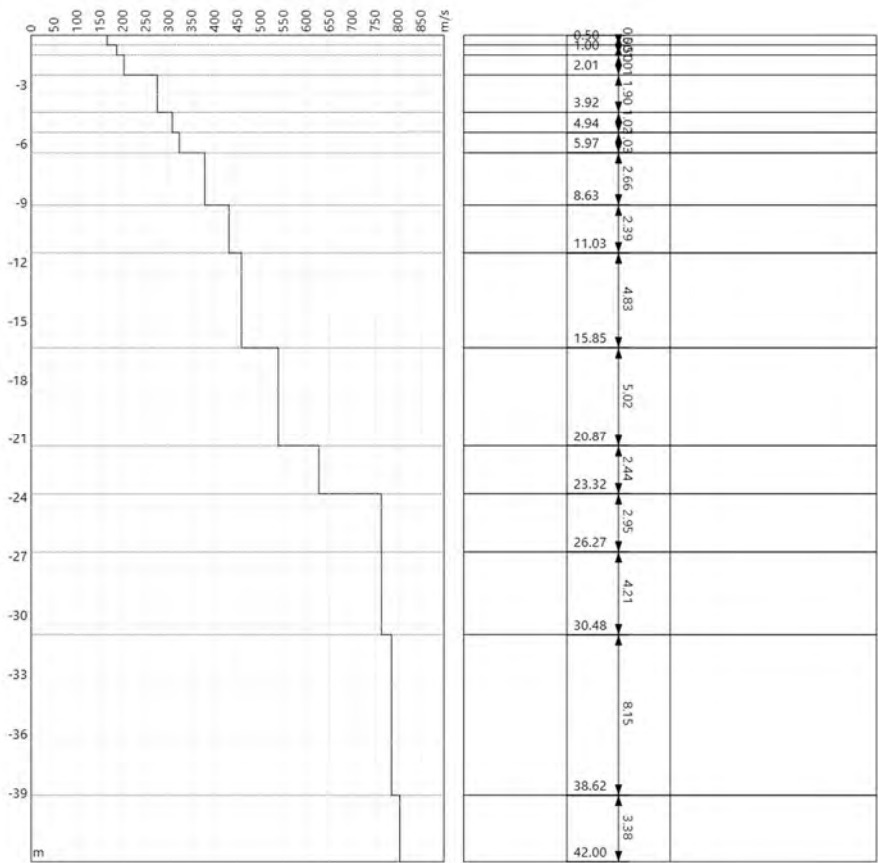
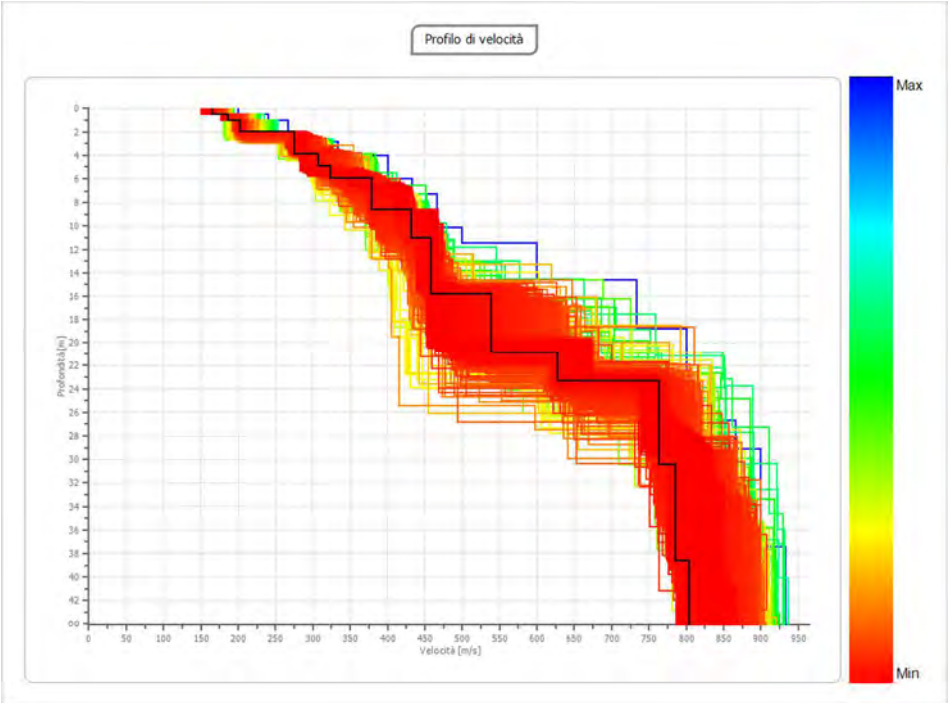
Inversione

<i>n.</i>	<i>Profondità [m]</i>	<i>Spessore [m]</i>	<i>Falda</i>	<i>Vs [m/sec]</i>
1	0.50	0.50	No	165.7
2	1.00	0.50	No	186.6
3	2.01	1.01	No	202.5
4	3.92	1.90	No	275.1
5	4.94	1.02	No	307.7
6	5.97	1.03	No	323.2
7	8.63	2.66	No	378.5
8	11.03	2.39	No	431.5
9	15.85	4.83	No	458.5
10	20.87	5.02	No	538.6
11	23.32	2.44	No	627.3
12	26.27	2.95	No	763.3
13	30.48	4.21	No	763.5
14	38.62	8.15	No	785.6
15	∞	∞	No	803.7

Percentuale di errore 0.061 %  
Fattore di disadattamento della soluzione 0.028



	<b>TECNICO GEOFISICO INCARICATO</b> <i>Dott. Geol. Gregorio Sgarlato</i>		<b>ENTE APPALTANTE</b> Comune di Trecastagni	
	<b>LOCALITA'</b> <b>COMUNE DI TRECASTAGNI (CT)</b>		<b>DATA</b> Dicembre 2025	<b>REV.</b> 0
	<b>OGGETTO</b> <i>PROGETTO ESECUTIVO</i> - Intervento di adeguamento sismico mediante demolizione e ricostruzione della palestra con "funzione strategica" di ricovero sita nel campo sportivo La Carlina.		<b>CODICE LAVORO</b> GS_TRC_09/321	<b>C.I.G.</b> B947DAC180



	TECNICO GEOFISICO INCARICATO <b>Dott. Geol. Gregorio Sgarlato</b>		ENTE APPALTANTE Comune di Trecastagni	
	LOCALITA' <b>COMUNE DI TRECASTAGNI (CT)</b>		DATA Dicembre 2025	REV. 0
	OGGETTO <b>PROGETTO ESECUTIVO</b> - Intervento di adeguamento sismico mediante demolizione e ricostruzione della palestra con "funzione strategica" di ricovero sita nel campo sportivo La Carlina.		CODICE LAVORO GS_TRC_09/321	C.I.G. B947DAC180

### Risultati

Profondità piano di posa [m]	0.00
Vs,eq [m/sec] (H=30.00 m)	433.46
Categoria del suolo	B

**Suolo di tipo B:** Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.

Le associazioni tra i profili bidimensionali della velocità delle onde P e quelli monodimensionali della velocità delle onde S, connesse con particolari condizioni sismostratigrafiche del sottosuolo ed il *modello stratigrafico* del sottosuolo, sono rimandate agli studi geologici supportati dal presente elaborato.

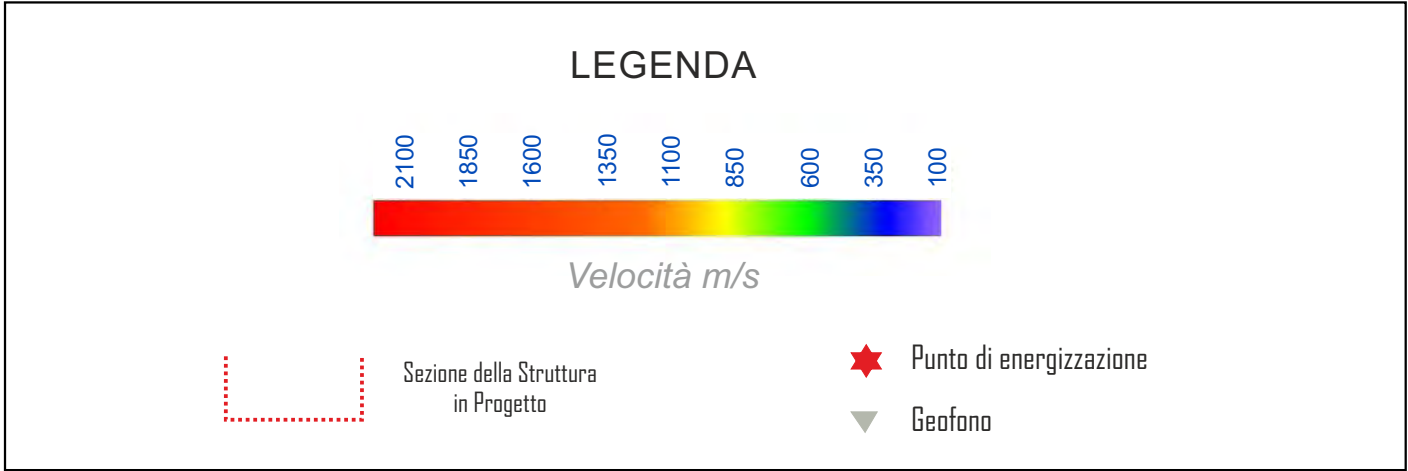
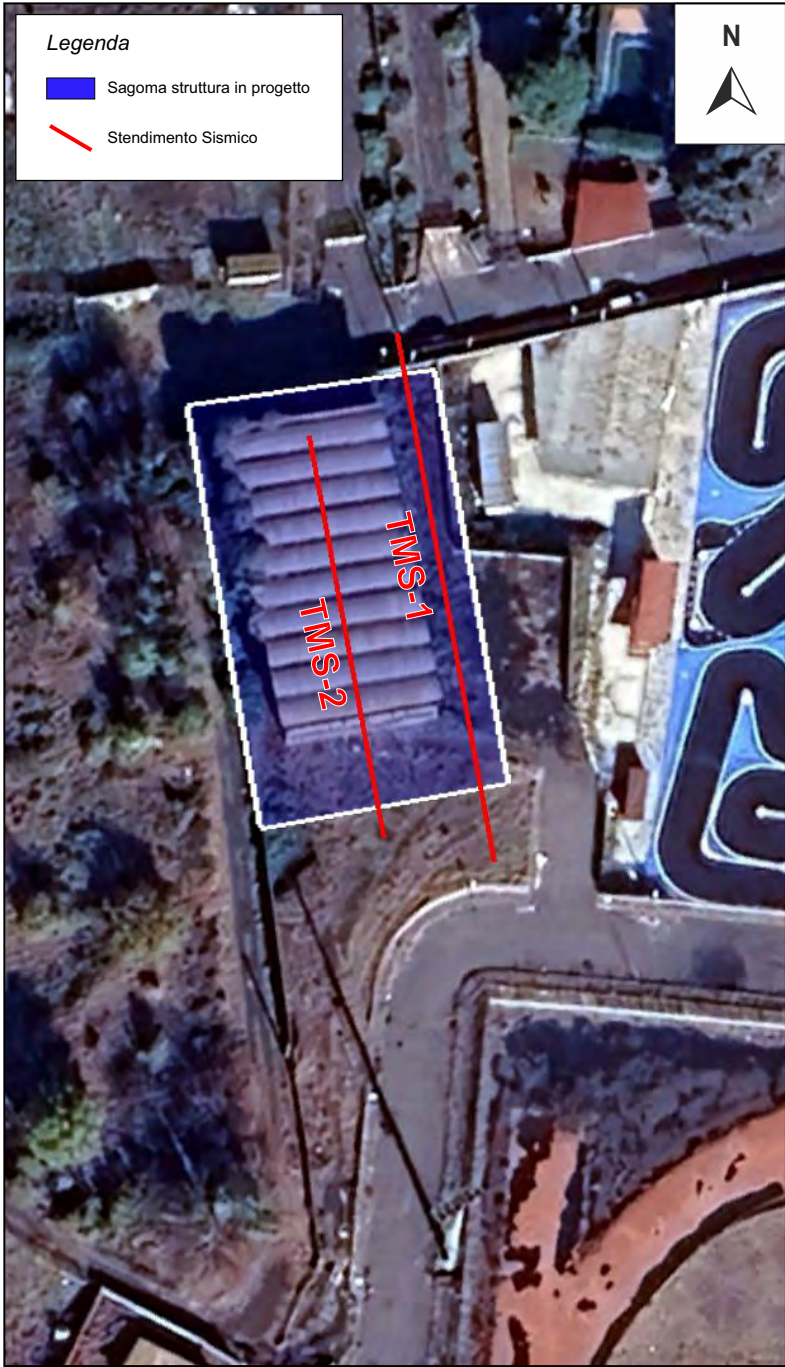
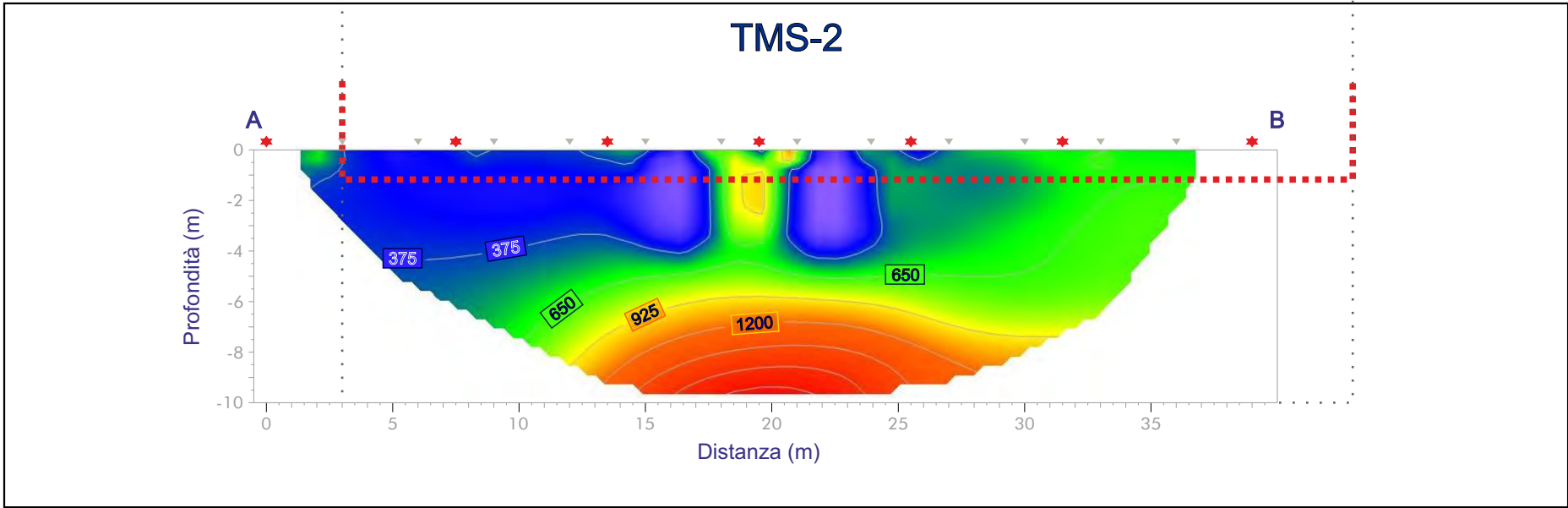
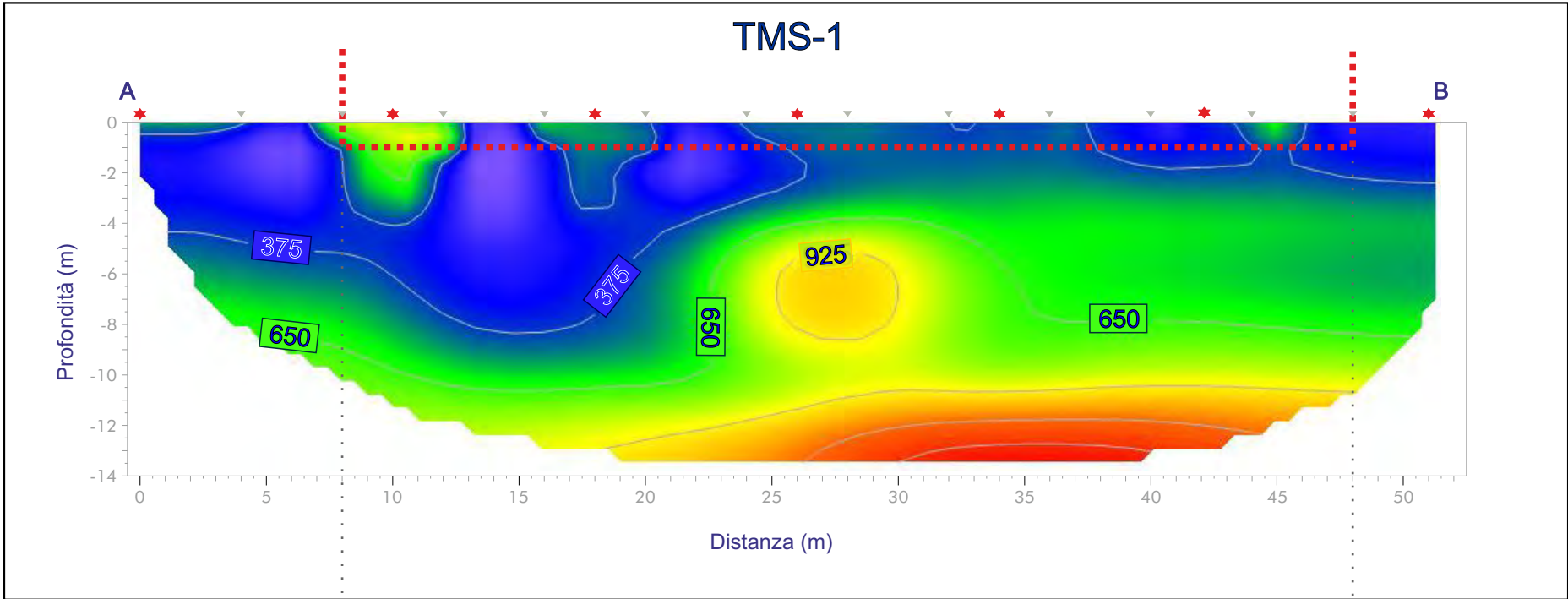
Trecastagni, Dicembre 2025


**Il Tecnico Geofisico**

Dott. Geol. Gregorio Sgarlato





Ente Appaltante Comune di Trecastagni		Tecnico Incaricato Dott. Geol. Gregorio Sgarlato			
		<div>Oggetto</div> <div><u>PROGETTO ESECUTIVO</u></div> <div>Adeguamento sismico demolizione e ricostruzione della palestra con funzione strategica di ricovero sita nel campo sportivo La Carlina</div>			
ALLEGATO TMS - TOMOGRAFIE SISMICHE 2D					
0	DICEMBRE 2025	EMISSIONE PER ENTI	SGARLATO G.	SGARLATO G.	B947DAC180
REV	DATA	DESCRIZIONE	ELABORATO	VERIFICATO E APPROVATO	C.I.G.



**PROGETTO ESECUTIVO**

*“Intervento di adeguamento sismico mediante demolizione e ricostruzione della palestra con "funzione strategica" di ricovero sita nel campo sportivo La Carlina”*



**Figura 1.1:** TMS-1 / MW-1: Array dei geofoni fotografato dal Lato A



**Figura 1.2:** TMS-1 / MW-1: Array dei geofoni fotografato dal Lato B

ALLEGATO DF - DOC. FOTOGRAFICA: TOMOGRAFIA SISMICA 2D - MASW				
0	DICEMBRE 2025	EMISSIONE PER ENTI	SGARLATO G.	SGARLATO G.
REV	DATA	DESCRIZIONE	ELABORATO	VERIFICATO e APPROVATO

**PROGETTO ESECUTIVO**

*“Intervento di adeguamento sismico mediante demolizione e ricostruzione della palestra con "funzione strategica" di ricovero sita nel campo sportivo La Carlina”*



**Figura 1.3:** TMS-1: Scoppio n. 3 - Interno allo stendimento



**Figura 1.4:** TMS-1 / MW-1: Dettaglio Geofono

ALLEGATO DF - DOC. FOTOGRAFICA: TOMOGRAFIA SISMICA 2D - MASW				
0	DICEMBRE 2025	EMISSIONE PER ENTI	SGARLATO G.	SGARLATO G.
REV	DATA	DESCRIZIONE	ELABORATO	VERIFICATO e APPROVATO

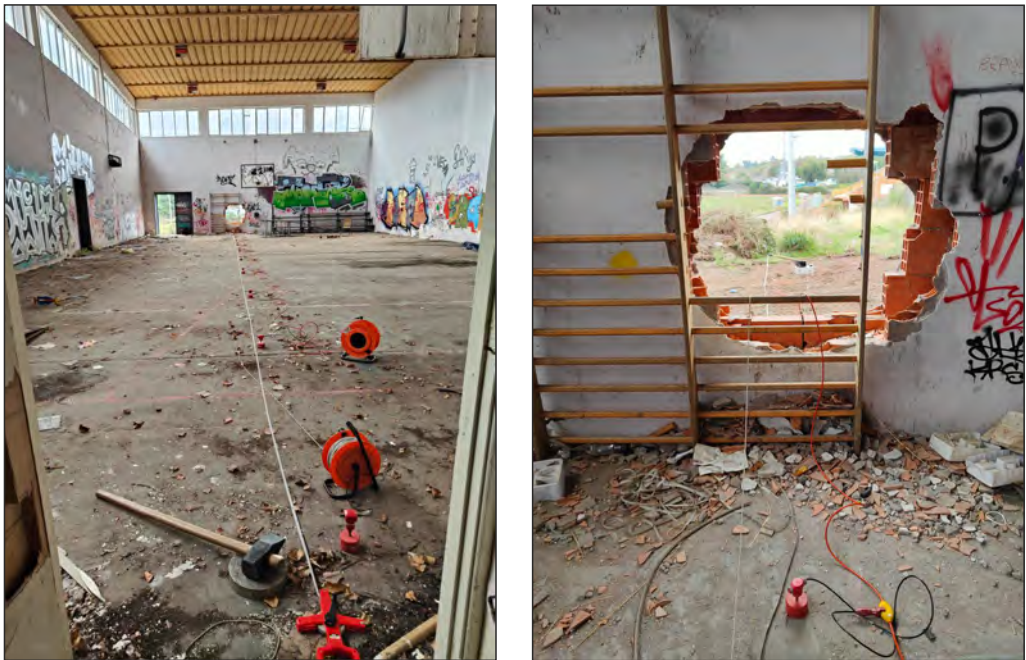


**PROGETTO ESECUTIVO**

*“Intervento di adeguamento sismico mediante demolizione e ricostruzione della palestra con "funzione strategica" di ricovero sita nel campo sportivo La Carlina”*



**Figura 2.1:** TMS-2: Array dei geofoni fotografato dal Lato A



**Figura 2.2:** TMS-2: Array dei geofoni fotografato dal Lato B

ALLEGATO DF - DOC. FOTOGRAFICA: TOMOGRAFIA SISMICA 2D				
0	DICEMBRE 2025	EMISSIONE PER ENTI	SGARLATO G.	SGARLATO G.
REV	DATA	DESCRIZIONE	ELABORATO	VERIFICATO e APPROVATO

**PROGETTO ESECUTIVO**

*“Intervento di adeguamento sismico mediante demolizione e ricostruzione della palestra con "funzione strategica" di ricovero sita nel campo sportivo La Carlina”*



**Figura 2.3:** TMS-2: Scoppio n. 4 - Interno allo stendimento



**Figura 2.4:** TMS-2: Scoppio n. 7 - Esterno allo stendimento

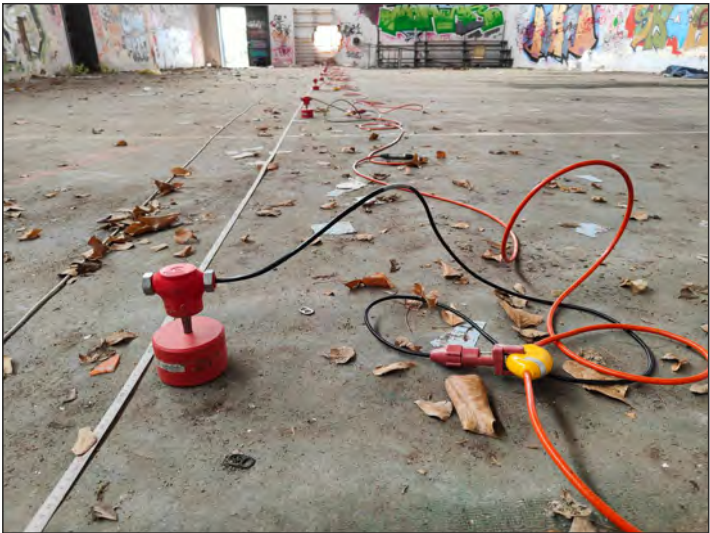
**ALLEGATO DF - DOC. FOTOGRAFICA: TOMOGRAFIA SISMICA 2D**

0	DICEMBRE 2025	EMISSIONE PER ENTI	SGARLATO G.	SGARLATO G.
REV	DATA	DESCRIZIONE	ELABORATO	VERIFICATO e APPROVATO



**PROGETTO ESECUTIVO**

*“Intervento di adeguamento sismico mediante demolizione e ricostruzione della palestra con "funzione strategica" di ricovero sita nel campo sportivo La Carlina”*



**Figura 2.5:** TMS-2: Dettaglio geofono interno alla struttura



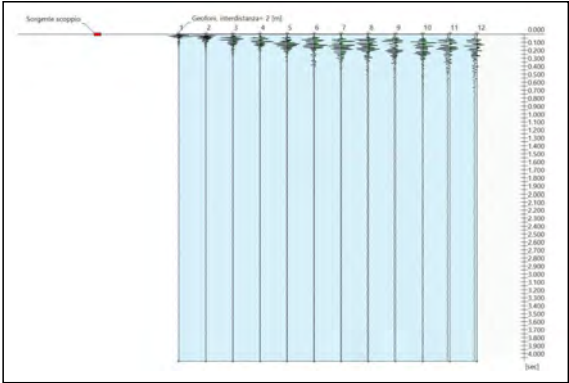
**Figura 2.6:** TMS-2: Dettaglio geofono esterno alla struttura

**ALLEGATO DF - DOC. FOTOGRAFICA: TOMOGRAFIA SISMICA 2D**

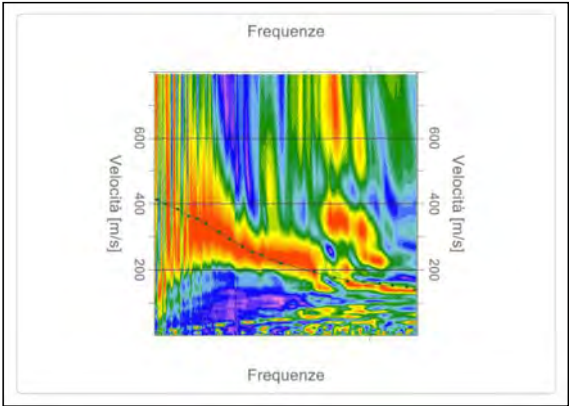
0	DICEMBRE 2025	EMISSIONE PER ENTI	SGARLATO G.	SGARLATO G.
REV	DATA	DESCRIZIONE	ELABORATO	VERIFICATO e APPROVATO



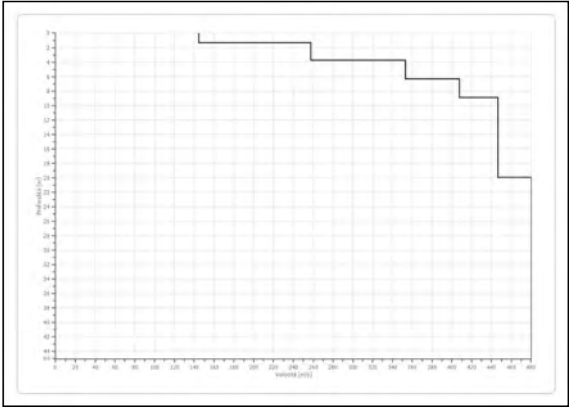
Tracce dei Sismogrammi



Inversione Curva Teorica



Profilo di Velocità



Modello Simostratigrafico

Sismostrato	Profondità (m-)	Spessore30 – h -(m-)	V <sub>s</sub> (m/s)
1	1.38	1.38	144.30
2	3.77	2.39	257.45
3	6.31	2.54	353.10
4	8.88	2.57	407.74
5	19.96	11.08	446.48
6	indefinito	indefinito	480.33

ALLEGATO 6 - INDAGINI PREGRESSE

0	DICEMBRE 2025	EMISSIONE PER ENTI	SGARLATO G.	SGARLATO G.
REV	DATA	DESCRIZIONE	ELABORATO	VERIFICATO e APPROVATO