

**Unione Europea
REPUBBLICA ITALIANA**



Regione Siciliana

**Assessorato delle Infrastrutture e della Mobilità
Dipartimento Regionale Tecnico**

*Servizio 5 - Espletamento di servizi di ingegneria di competenza
regionale e/o per conto di enti locali
(per le Province di Palermo, Caltanissetta, Agrigento, Trapani)*

**INTERVENTO DI SISTEMAZIONE DEL PIANO VIARIO DELLE STRADE SAN MAURO
CASTELVERDE - GANGI SP 52 ED SP 60**

IMPORTO COMPLESSIVO LAVORI € **13.500.000,00**- CUP D97H21001660002

RIFERIMENTO ELABORATO

N. 2

DATA: 14/07/2021

SCALA:

**RELAZIONE GEOLOGICA E INDAGINI
PARTE PRIMA**

I PROGETTISTI
p.p.v.

F.to Arch. Vincenzo Viscardi

F.to Arch. Giuseppe Pedone

F.to Geom. Paolo Franzone

F.to Geom. Francesco Carollo

COLLABORATORI TECNICI

Arch. Fabiola Fucile

Ing. Piero Fabio

COORDINATORE DELLA
SICUREZZA IN FASE DI
PROGETTAZIONE
(Geom. Francesco Carollo)

Visto: Il Dirigente
Servizio 5 -D.R.T
Ing. Giuseppe Pirrello

IL SUPPORTO AL R.U.P.
F.to Fabrizio Pirrone

IL R.U.P.
F.to Ing. Giuseppe Pirrello

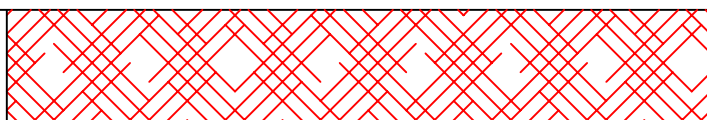
COMUNE DI GERACI SICULO
PROVINCIA DI PALERMO

STUDIO GEOLOGICO – TECNICO

OGGETTO:
"INTERVENTO DI SISTEMAZIONE DEL PIANO VIARIO
DELLE STRADE SAN MAURO CASTELVERDE–GANGI
S. P. N° 52 E N° 60"

Committente: Comune di Geraci Siculo

Data
Aprile 2021



TAV. 1

Elaborato:
Relazione Geologica–Tecnica

Visti

I Geologi
Dott. Francesco Munafò

Dott. Alberto Fortunato De Salvatore

1. PREMESSA

Nella presente relazione, sollecitata dal comune di Geraci Siculo con Determina Dirigenziale n° 415 del 31/12/2020 e successiva integrazione vengono esposti i risultati di uno studio geomorfologico e geologico-tecnico eseguito sui terreni interessati dal progetto: "INTERVENTO DI SISTEMAZIONE DEL PIANO VIARIO DELLE STRADE SAN MAURO CASTELVERDE – GANGI, S.P. N° 52 E S.P. N° 60.

L'indagine svolta ha avuto lo scopo di accertare le condizioni morfologiche, litologiche, idrogeologiche, di stabilità dell'area e di definire i parametri geotecnici dei terreni interessati dai fenomeni franosi su citati e dalle future opere di contenimento in progetto.

Pertanto è stato eseguito un accurato lavoro di rilevamento geologico e geomorfologico esteso ad un ampio intorno dell'area di progetto prestando particolare attenzione alla geometria delle eventuali superfici di discontinuità, alla presenza di eventuali corpi idrici superficiali ed ai rapporti litostratigrafici tra le varie formazioni affioranti.

Le strade oggetto di intervento, cioè la S.P. 52 e la S.P. 60, realizzate e/o allargate a cavallo degli anni 80÷90, sono caratterizzate dalla presenza di centinaia dissesti di dimensione variabile.

La committenza, in considerazione di un progetto generale di sistemazione delle suddette Strade Provinciali, ha deciso di approfondire lo studio geologico solo in alcuni punti cioè quelli in cui i smottamenti interessano porzioni maggiori di sede stradale.

In data 20/01/2021 è stato effettuato un sopralluogo congiunto assieme al progettista e R.U.P dei lavori, nella persona dell'Ing. Giuseppe Pirrello.

In tale occasione l'Ing. Pirrello mi ha indicato i siti puntuali di intervento lungo le SP. 52 e S.P. 60.

Mi sono stati indicati in totale n° 13 dissesti su cui bisogna intervenire.

N° 8 dissesti sono posti lungo la S.P. n° 52 e n° 5 dissesti sono posti lungo la S.P n° 60.

Successivamente in data 17/02/2021 in un incontro tenutasi presso l'ufficio dell'ing. Pirrello, su segnalazione dello scrivente, è stato indentificato un altro dissesto lungo la S.P. 52, non attenzionato in fase di sopralluogo.

Quindi i siti di intervento sono in tutto 14, qui di seguito vengono correttamente posizionati, la posizione, la quota e le coordinate geografiche si riferiscono al punto centrale del dissesto lungo la strada:

SITO	S.P.	QUOTA (Metri)	LATIDUDINE	LONGITUDINE
N°1	52	885	37° 54' 15,30" N	14° 12' 46,23" E
N°2	52	733	37° 53' 34,09" N	14° 13' 59,00" E
N°3	52	703	37° 53' 20,26" N	14° 13' 52,00" E
N°4	52	612	37° 52' 59,05" N	14° 13' 17,95" E
N°5	52	597	37° 52' 55,30" N	14° 13' 12,11" E
N°6	52	566	37° 52' 46,35" N	14° 13' 02,79" E
N°7	52	557	37° 52' 42,52" N	14° 13' 00,35" E
N°8	52	547	37° 52' 40,00" N	14° 12' 56,70" E
N°9	60	585	37° 51' 30,64" N	14° 14' 30,65" E
N°10	60	730	37° 50' 47,90" N	14° 13' 52,33" E
N°11	60	788	37° 50' 16,56" N	14° 13' 41,02" E
N°12	60	474	37° 52' 58,41" N	14° 12' 48,13" E
N°13	60	488	37° 52' 42,82" N	14° 12' 23,04" E
N°14	52	59	38° 00' 13,91" N	14° 10' 51,96" E

N° 12 punti di intervento ricadono nel comune di San Mauro Castelverde, e solo n° 2 punti, e precisamente i dissesti n° 10 e 11, ricadono nel territorio comunale di Geraci Siculo.

Per quantificare i rapporti tra i vari litotipi interessati dalle opere in progetto e quindi determinare le caratteristiche geomeccaniche dei terreni e quindi i parametri geotecnici indispensabili per una corretta progettazione alla luce della vigente legislazione, è stata effettuata, data la vasta estensione degli interventi, una corposa campagna di indagini, così articolata:

- Sito n° 1, ricadente nel comune di San Mauro Castelverde:
 - ✓ Una prova sismica a rifrazione.
 - ✓ Una prova sismica MASW.
 - ✓ Una prova penetrometrica leggera.
- Sito n° 2, ricadente nel comune di San Mauro Castelverde:

- ✓ Una prova sismica a rifrazione.
- ✓ Una prova sismica MASW.
- ✓ Una prova penetrometrica leggera.
- Sito n° 3, ricadente nel comune di San Mauro Castelverde.
 - ✓ Una prova sismica a rifrazione.
 - ✓ Una prova sismica MASW.
 - ✓ Una prova penetrometrica leggera.
- Sito n° 4, ricadente nel comune di San Mauro Castelverde.
 - Una prova sismica a rifrazione.
 - Una prova sismica MASW.
 - Una prova penetrometrica leggera.
- Sito n° 5, ricadente nel comune di San Mauro Castelverde.
 - ✓ Una prova sismica a rifrazione.
 - ✓ Una prova sismica MASW.
 - ✓ Una prova penetrometrica leggera.
- Sito n° 6, ricadente nel comune di San Mauro Castelverde.
 - ✓ Una prova sismica a rifrazione.
 - ✓ Una prova sismica MASW.
 - ✓ Un carotaggio geognostico spinto fino alla profondità di 10 metri con esecuzione di n° 3 SPT in foro.
- Sito n° 7, ricadente nel comune di San Mauro Castelverde.
 - ✓ Una prova sismica a rifrazione.
 - ✓ Una prova sismica MASW.
 - Una prova penetrometrica leggera.
- Sito n° 8, ricadente nel comune di San Mauro Castelverde.
 - ✓ Una prova sismica a rifrazione.
 - ✓ Una prova sismica MASW.
 - ✓ Una prova penetrometrica leggera.
- Sito n° 9, ricadente nel comune di San Mauro Castelverde.
 - ✓ Una prova sismica a rifrazione.
 - ✓ Una prova sismica MASW.
 - ✓ Una prova penetrometrica leggera.
- Sito n° 10, ricadente nel comune di Geraci Siculo.

- ✓ Una prova sismica a rifrazione.
- ✓ Una prova simica MASW.
- ✓ Una prova penetrometrica leggera.
- Sito n° 11, ricadente nel comune di Geraci Siculo.
 - ✓ Una prova sismica a rifrazione.
 - ✓ Una prova simica MASW.
 - ✓ Un carotaggio geognostico spinto fino alla profondità di 10 metri con esecuzione di n° 3 SPT in foro.
- Sito n° 12, ricadente nel comune di San Mauro Castelverde.
 - ✓ Una prova sismica a rifrazione.
 - ✓ Una prova simica MASW.
 - ✓ Una prova penetrometrica leggera.
- Sito n° 13, ricadente nel comune di San Mauro Castelverde.
 - ✓ Una prova sismica a rifrazione.
 - ✓ Una prova simica MASW.
 - ✓ Una prova penetrometrica leggera.
- Sito n° 14, ricadente nel comune di San Mauro Castelverde.
 - ✓ Una prova sismica a rifrazione.
 - ✓ Una prova simica MASW.
 - ✓ Un carotaggio geognostico spinto fino alla profondità di 12 metri con esecuzione di n° 3 SPT in foro.

È stato, altresì, eseguito un accurato studio bibliografico sui terreni di fondazione, per avere un quadro completo ed esaustivo della litologia locale.

Ed ancora, al fine di determinare in maniera oggettiva la fattibilità dell'intervento si sono consultate le carte del Piano per Assetto Idrogeologico (P.A.I.) sovrapponendole ai siti oggetto di studio per verificare, in maniera certa ed oggettiva, l'assenza di fenomeni di dissesto e di esondazione che possano influire negativamente sulle opere in progetto.

Il presente studio geologico è composto nel suo insieme dai seguenti elaborati:

- ❖ Tav.1- RELAZIONE GEOLOGICA TECNICA.
- ❖ Tav.2- ELABORATI GRAFICI:
 - Corografia in scala 1:50.000 con ubicazione dissesti; **(All. 1)**
 - Stralci Carte Geolitologiche siti di studio, in scala 1:10.000; **(All. 2÷6)**
 - Stralci carta PAI con ubicazione siti di studio, in scala 1:10.000; **(All. 7÷11)**
 - Allegati grafici dissesto n° 1; **(All. 12÷17)**
 - Allegati grafici dissesto n° 2; **(All. 18÷21)**
 - Allegati grafici dissesto n° 3; **(All. 22÷25)**
 - Allegati grafici dissesto n° 4; **(All. 26÷29)**
 - Allegati grafici dissesto n° 5; **(All. 30÷33)**
 - Allegati grafici dissesto n° 6; **(All. 34÷38)**
 - Allegati grafici dissesto n° 7; **(All. 39÷42)**
 - Allegati grafici dissesto n° 8; **(All. 43÷46)**
 - Allegati grafici dissesto n° 9; **(All. 47÷50)**
 - Allegati grafici dissesto n° 10; **(All. 51÷54)**
 - Allegati grafici dissesto n° 11; **(All. 55÷59)**
 - Allegati grafici dissesto n° 12; **(All. 60÷63)**
 - Allegati grafici dissesto n° 13; **(All. 64÷67)**
 - Allegati grafici dissesto n° 14; **(All. 68÷73)**
- ❖ Tav.3- INDAGINI GEOFISICHE.
- ❖ Tav.4- COMPUTO METRICO INDAGINI GEOGNOSTICHE

2. GEOLOGIA LOCALE

Il presente paragrafo viene redatto prendendo spunto da vari studi bibliografici consultati.

I siti di studio sono posti tutti sulla destra idrografica del torrente Pollina, tale area della Sicilia centro settentrionale, si trova al limite occidentale della catena dei Monti Madonie.

I Nebrodi prima e le Madonie dopo rappresentano la prosecuzione della catena sud-appenninica in Sicilia.

Localmente, vedi **All.2÷All.6**, è stata riscontrata la seguente successione stratigrafica, partendo dal basso verso l'alto:

- Marne di Castelbuono, età Miocene Inferiore.
- Formazione Polizzi, età Eocene Superiore ÷ Oligocene Inferiore
- Flysch Numidico, età Miocene Inferiore.
- Argille Varicolori Superiori, età Eocene ÷ Oligocene
- Tufiti di Tusa, età Oligocene Superiore ÷ Miocene Inferiore

Come si evince dagli stralci delle carte geolitologiche i siti di studio ricadono essenzialmente in due litotipi: Marne di Castelbuono e Flysch Numidico.

Di seguito per brevità vengono descritte solo tali formazioni.

✓ MARNE DI CASTELBUONO.

Trattasi di Argille Marnose grigio scure e quarzoareniti micacee in strati sottili, con frequenti stratificazioni di megastrati di marne da giallastre a grigio-chiaro con lamine molto sottili di areniti glauconitiche.

L'alternanza di cui sopra garantisce nel suo insieme delle ottime capacità portanti alla profondità di 1÷2 metri da p.c..

In superficie, data la presenza di argille, la formazione risente in maniera negativa della presenza dell'acqua piovana.

Localmente, in occasione dei dissesti, la formazione è ricoperta da uno spesso strato di rilevato di origine antropica frammisto a detrito naturale.

Rappresenta la formazione basale su cui si instaurano i seguenti dissesti: n° 1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 12, 13.

✓ FLYSCH NUMIDICO.

Trattasi di Argille brune silicifere, argille rosse in intervalli da metrici a decametrici con lenti di areniti silicoclastiche gialle o bianco grigiastre in strati da spessi a megastrati (5÷7 metri). Nelle peliti basali scarse microfaune.

L'alternanza di cui sopra garantisce nel suo insieme delle ottime capacità portanti alla profondità di 1÷2 metri da p.c..

In superficie, data la presenza di argille, la formazione risente in maniera negativa della presenza dell'acqua piovana.

Localmente, in occasione dei dissesti, la formazione è ricoperta da uno spesso strato di rilevato di origine antropica frammisto a detrito naturale.

Rappresenta la formazione basale su cui si instaurano i seguenti dissesti: n° 7, 8, 10, 11, 14.

3. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI.

Come si evince dagli stralci delle carte geolitologiche, e in maniera ancora più chiara dai profili geolitologici allegati, i dissesti interessano essenzialmente il rilevato stradale di origine antropica poggiante talora sui litotipi appartenenti alle Marne di Castelbuono e talora sui litotipi appartenenti al Flysch Numidico.

Solo in 2 occasioni, dissesto n° 11 e dissesto n° 14, il movimento franoso coinvolge spessori importanti della formazione basale.

Per l'acquisizione delle principali caratteristiche geomeccaniche delle suddette formazioni e per la conoscenza di una corretta litostratigrafia dei terreni di fondazione, oltre ad una visione diretta dei litotipi affioranti in zona sono stati effettuati diverse prove geognostiche e precisamente:

- N° 11 sondaggi penetrometrici dinamici.

Si è utilizzato a tale scopo il penetrometro leggero di tipo italiano **"PENNI 30"**.

Queste le caratteristiche del penetrometro:

- massa battente (maglio): 30 Kg
- altezza di caduta del maglio: 20 cm
- sezione punta conica: 10 cm ²
- peso delle aste: 2,4 Kg/ml

La prova penetrometrica consiste nel misurare il numero di colpi necessari per l'avanzamento nel terreno, per tratti di 10 cm, della punta conica collegata ad una batteria di aste, sotto la spinta di una massa battente di 30 Kg con volata costante di 20 cm.

- N° 3 sondaggi geognostici a carotaggio continuo.

Tale perforazione è stata quindi eseguita con un avanzamento a rotazione a carotaggio continuo (conservazione del nucleo) per tutta la lunghezza del perforo. Per la stabilizzazione del foro, ove necessaria, si è fatto uso di bentonite e di tubi di rivestimento provvisori con un diametro Ø di 127 mm.

Per la perforazione sono stati impiegati sia carotieri semplici che speciali.

L'avanzamento è stato effettuato sia a secco che con la circolazione di acqua, ciò in dipendenza dei terreni attraversati.

Le carote ed i campioni estratti sono stati sistemati in apposite cassette catalogatrici in legno.

Inoltre, nei fori di sondaggio sono state eseguite, a diverse profondità e per i diversi terreni attraversati, delle prove penetrometriche (SPT) in foro per la determinazione dei valori di N_{spt} che hanno consentito la determinazione di alcuni parametri geotecnici importanti (angolo di attrito interno, peso di volume, modulo di compressibilità).

Nell'esecuzione di tali prove si è fatto uso di un'attrezzatura standard, munita di dispositivo per lo sganciamento automatico della massa battente e recante all'estremità una punta di dimensioni standard.

La prova consiste nell'infiggere sul fondo foro del sondaggio, la punta dell'attrezzatura mediante i colpi di una massa battente del peso di 63,5 Kg fatta cadere da una altezza pari a 76 cm; la punta di cui sopra viene infisso per cm 45 misurando separatamente il numero di colpi (N) necessario alla penetrazione di ciascuno dei tre tratti di cm 15; il valore N_{spt} è dato dalla somma dei colpi ottenuti per il 2° e 3° tratto.

Un numero di colpi superiori ai 50 per l'infissione di uno dei tratti di cm 15, testimonia l'avvenuto rifiuto e quindi la fine della prova.

Tali prove sono state effettuate di tanto in tanto, lungo le perforazioni per un numero totale di 9, n° 3 per ogni sondaggio.

Dai valori ricavati in situ di N_{spt} da entrambi il tipo di prove penetrometriche si possono ricavare i parametri geotecnici necessari ad una corretta progettazione. Infatti misurando il numero di colpi (N_{spt}) è possibile mediante formule empiriche risalire all'angolo d'attrito interno (ϕ) che rappresenta uno dei parametri geotecnici più importanti, inoltre è possibile ricavare anche il valore del peso di volume (γ), e il modulo di compressibilità (E').

-Angolo d'attrito (ϕ)

Il valore dell'angolo d'attrito interno in situ (ϕ), in termini di sforzi efficaci, viene ricavato secondo la seguente formula:

$$\phi = 15 + \sqrt{15 N_{spt}} \quad (\text{Yukitake Shioi e Jiro Fukuni, 1982})$$

-Modulo di compressibilità (E')

Il valore del modulo di compressibilità densità relativa viene calcolato secondo la seguente la formula:

seguente formula:

$$E' = S1 \times N_{spt} + S2 \quad (\text{Denver, 1982})$$

dove per sabbie e ghiaie: (D'Appolonia et al., 1970)

$$S1 = 7,71 \text{ Kg /cm}^2 \text{ ed } S2 = 191,11 \text{ Kg / cm}^2.$$

e per sabbie con limo: (Webb, 1970)

$$S1 = 3,22 \text{ Kg /cm}^2 \text{ ed } S2 = 16,11 \text{ Kg / cm}^2$$

Nell'esecuzione delle prove geognostiche di cui sopra sono stati distinti i seguenti litotipi la cui distribuzione spaziale è chiarificata nei profili geolitologici allegati.

1. Rilevato stradale

In questo litotipo il valore di N_{spt} medio tenendo conto delle opportune correzioni ed interpolazioni, risulta $N=5$ con detto valore in base alle formule sopra menzionate si ricavano i seguenti parametri:

Angolo d'attrito interno	$\phi = 23^\circ$
Peso umido di volume	$\gamma = 1,900 \text{ g/c}^3$
Modulo elastico	$E' = 30 \div 40 \text{ Kg/cm}^2$
Coesione drenata	$C' = 0,10 \text{ Kg/cm}^2$
Coesione non drenata	$C_u = 0,15 \text{ Kg/cm}^2$

La presenza di argille e limi garantisce una buona coesione

2. Marne di Castelbuono e Flysch Numidico

Per caratterizzare meccanicamente i litotipi appartenenti a tali litotipi si è fatto ricorso a ricerche bibliografiche in quanto le prove penetrometriche, sia quelle leggere che quelle in foro, sono andate tutte a rifiuto o fuori scala.

A tali formazioni, possono essere attribuiti tali valori cautelativi, in quanto la presenza di argille non permette l'associazione di valori geotecnici più alti. Valgono quindi i seguenti valori:

Angolo d'attrito interno	$\phi = 26^\circ$
Peso umido di volume	$\gamma = 2,00 \text{ g/c}^3$
Modulo elastico	$E' = 70 \div 80 \text{ Kg/cm}^2$
Coesione drenata	$C' = 0,15 \text{ Kg/cm}^2$

Coesione non drenata	Cu = 0,20 Kg/ cm²
----------------------	-------------------------------------

4. CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE E DESCRIZIONE DEI DISSESTI

Come già indicato nella premessa oggetto del seguente studio trattasi di n° 14 smottamenti verificatesi nel territorio della provincia di Palermo, e precisamente nei comuni di San Marco Castelveverde e Geraci Siculo lungo le S.P. 52 e 60, la posizione di massima è chiara negli elaborati grafici **(All.1)**.

Di seguito viene fatta una descrizione dei luoghi per ogni smottamento.

- **DISSESTO n° 1**

Lo smottamento in oggetto è posto in C/da Canalicchio, del comune di San Mauro Castelveverde area posta a Sud-Est del centro abitato, ad una quota di circa 885 metri.

Sono presenti due smottamenti che interessano solo in maniera parziale la sede stradale. Il primo ha una lunghezza superiore ai 50 metri mentre il secondo più piccolo, posto in prossimità ad un viadotto, ha una lunghezza di circa 23 metri, (vedi **All. 12**).

I dissesti hanno causato il crollo di una parte della sede stradale, causando un forte restringimento della stessa.

I dissesti sono in continuo evolversi verso una situazione peggiorativa.

Tutta la sede stradale nel suo insieme è percorsa da lesioni del manto stradale, segno questo che è presente una certa instabilità del rilevato stradale che tende ad assestarsi ed a muoversi verso valle.

La formazione geologica basale è rappresentata dalle Marne di Castelbuono, formazione geolitologica ampiamente già descritta.

Come si evince dai profili geolitologici **(All.15÷17)**, il movimento traslativo verso valle coinvolge esclusivamente il rilevato di formazione antropica.

Durante l'esecuzione della prova penetrometrica leggera non è stata rilevata la presenza di alcuna falda acquifera.

Non di meno la presenza idrica è sicuramente certa in occasione di forti eventi pluviometrici.

Lo smottamento è dovuto essenzialmente a diversi fattori:

- Cattiva regimentazione delle acque piovane.

- Pessime caratteristiche geolitologiche del rilevato antropico.
- Elevato spessore del rilevato stradale antropico.
- Elevata pendenza del pendio a valle della sede stradale.

La stratigrafia locale e le dinamiche dei dissesti sono chiare nei profili geolitologici allegati.

- DISSESTO n° 2

Lo smottamento in oggetto è posto in C/da Colombo, del comune di San Mauro Castelverde area posta a Sud-Est del centro abitato, ad una quota di circa 733 metri.

E' presente uno smottamento che interessa tutta la sede stradale. Esso ha una lunghezza superiore ai 40 metri (vedi **All. 18**).

Il dissesto ha causato un forte abbassamento del piano viario.

Come detto prima interessando tutta la sede stradale, il dissesto ha portato alla rovina totale del muretto di contenimento e della canaletta raccolta acque bianche entrambi poste a monte dell'arteria stradale

Esso è in continuo evolversi verso una situazione peggiorativa.

Tutta la sede stradale nel suo insieme è percorsa da lesioni del manto stradale, segno questo che è presente una certa instabilità del rilevato stradale che tende ad assestarsi ed a muoversi verso valle.

La formazione geologica basale è rappresentata dalle Marne di Castelbuono, formazione geolitologica ampiamente già descritta.

Come si evince dal profilo geolitologico (**All.21**), il movimento traslativo verso valle coinvolge essenzialmente il rilevato di formazione antropica ed in maniera secondariamente la formazione geolitologica basale.

Durante l'esecuzione della prova penetrometrica non è stata rilevata la presenza di alcuna falda acquifera.

Non di meno la presenza idrica è sicuramente certa in occasione di forti eventi pluviometrici.

Lo smottamento è dovuto essenzialmente a diversi fattori:

- Cattiva regimentazione delle acque piovane.
- Pessime caratteristiche geolitologiche del rilevato antropico.
- Elevato spessore del rilevato stradale antropico.

- Elevata pendenza del pendio a valle della sede stradale.

La stratigrafia locale e le dinamiche dei dissesti è chiara nel profilo geolitologico allegato.

- DISSESTO n° 3

Lo smottamento in oggetto è posto in C/da Colombo, del comune di San Mauro Castelverde area posta a Sud-Est del centro abitato, ad una quota di circa 703 metri.

Lo smottamento che interessa in maniera parziale la sede stradale. Esso ha una lunghezza superiore ai 60 metri (vedi **All. 22**).

Una parte del dissesto, posto in prossimità di un ponte su un piccolo ruscello è abbastanza pronunciato, mentre un'altra parte interessa in maniera marginale la sede stradale.

L'area è interessata da una paleo-frana che allo stato attuale appare quiescente, infatti le opere di contenimento, realizzate dopo l'evento franoso, e poste a monte della sede stradale sono del tutto integre.

Il ponte presente sul ruscello è invece percorso da lesioni abbastanza evidenti, tali da minarne la stabilità.

Il dissesto ha causato un lieve abbassamento della sede stradale.

Esso è in continuo evolversi verso una situazione peggiorativa.

Tutta la sede stradale nel suo insieme è percorsa da lesioni del manto stradale, segno questo che è presente una certa instabilità del rilevato stradale che tende ad assestarsi ed a muoversi verso valle.

La formazione geologica basale è rappresentata dalle Marne di Castelbuono, formazione geolitologica ampiamente già descritta.

Come si evince dal profilo geolitologico (**All.25**), il movimento traslativo verso valle coinvolge essenzialmente il rilevato di formazione antropica ed in maniera secondariamente la formazione geolitologica basale.

Durante l'esecuzione della prova penetrometrica non è stata rilevata la presenza di alcuna falda acquifera.

Non di meno la presenza idrica è sicuramente certa in occasione di forti eventi pluviometrici.

Lo smottamento è dovuto essenzialmente a diversi fattori:

- Cattiva regimentazione delle acque piovane.
- Pessime caratteristiche geolitologiche del rilevato antropico.
- Elevato spessore del rilevato stradale antropico.
- Elevata pendenza del pendio a valle della sede stradale.

La stratigrafia locale e le dinamiche dei dissesti è chiara nel profilo geolitologico allegato.

- DISSESTO n° 4

Lo smottamento in oggetto è posto in C/da Colombo, del comune di San Mauro Castelverde area posta a Sud-Est del centro abitato, ad una quota di circa 612 metri.

Lungo la strada è presente un smottamento che interessa parzialmente la sede stradale. Esso ha una lunghezza superiore ai 30 metri (vedi **All. 26**).

Il dissesto ha causato il crollo verso valle di una porzione di strada compresa la banchina in terra posta a valle della stessa.

Il muro di contenimento e la canaletta raccolta acqua, poste a monte sono perfettamente integre.

Il dissesto è in continuo evolversi verso una situazione peggiorativa.

Tutta la sede stradale nel suo insieme è percorsa da lesioni del manto stradale, segno questo che è presente una certa instabilità del rilevato stradale che tende ad assestarsi ed a muoversi verso valle.

La formazione geologica basale è rappresentata dalle Marne di Castelbuono, formazione geolitologica ampiamente già descritta.

Come si evince dal profilo geolitologico (**All.29**), il movimento traslativo verso valle coinvolge essenzialmente il rilevato di formazione antropica ed in maniera secondariamente la formazione geolitologica basale.

Durante l'esecuzione della prova penetrometrica non è stata rilevata la presenza di alcuna falda acquifera.

Non di meno la presenza idrica è sicuramente certa in occasione di forti eventi pluviometrici.

Lo smottamento è dovuto essenzialmente a diversi fattori:

- Cattiva regimentazione delle acque piovane.
- Pessime caratteristiche geolitologiche del rilevato antropico.

- Elevato spessore del rilevato stradale antropico.
- Elevata pendenza del pendio a valle della sede stradale.

La stratigrafia locale e le dinamiche dei dissesti è chiara nel profilo geolitologico allegato.

- DISSESTO n° 5

Lo smottamento in oggetto è posto in C/da Colombo, del comune di San Mauro Castelverde area posta a Sud-Est del centro abitato, ad una quota di circa 597 metri.

Lo smottamento in oggetto interessa tutta la sede stradale. Esso ha una lunghezza superiore ai 30 metri (vedi **AII. 30**).

Il dissesto ha causato un forte abbassamento della strada.

Come detto prima interessando tutta la sede stradale ha portato alla rovina totale del muretto di contenimento e della canaletta raccolta acque piovane entrambi poste a monte dell'arteria stradale

Esso è in continuo evolversi verso una situazione peggiorativa.

Tutta la sede stradale nel suo insieme è percorsa da lesioni del manto stradale, segno questo che è presente una certa instabilità del rilevato stradale che tende ad assestarsi ed a muoversi verso valle.

La formazione geologica basale è rappresentata dalle Marne di Castelbuono, formazione geolitologica ampiamente già descritta.

Come si evince dal profilo geolitologico (**AII.33**), il movimento traslativo verso valle coinvolge essenzialmente il rilevato di formazione antropica ed in maniera secondariamente la formazione geolitologica basale.

Durante l'esecuzione della prova penetrometrica non è stata rilevata la presenza di alcuna falda acquifera.

Non di meno la presenza idrica è sicuramente certa in occasione di forti eventi pluviometrici.

Lo smottamento è dovuto essenzialmente a diversi fattori:

- Cattiva regimentazione delle acque piovane.
- Pessime caratteristiche geolitologiche del rilevato antropico.
- Elevato spessore del rilevato stradale antropico.
- Elevata pendenza del pendio a valle della sede stradale.

La stratigrafia locale e le dinamiche dei dissesti è chiara nel profilo geolitologico allegato.

- DISSESTO n° 6

Lo smottamento in oggetto è posto in C/da Casa Caputo, del comune di San Mauro Castelverde area posta a Sud-Est del centro abitato, ad una quota di circa 566 metri.

Il movimento franoso interessa tutta la sede stradale e parte di terreno posto a monte di essa. Esso ha una lunghezza di circa 50 metri (vedi **AII.34**).

Il dissesto ha causato un forte abbassamento del piano viario.

Come detto prima, interessando tutta la sede stradale ha portato alla rovina totale del muretto di contenimento e della canaletta raccolta acque bianche entrambi posti a monte dell'arteria stradale.

Esso è in continuo evolversi verso una situazione peggiorativa.

Tutta la sede stradale nel suo insieme è percorsa da lesioni del manto stradale, segno questo che è presente una certa instabilità del rilevato stradale che tende ad assestarsi ed a muoversi verso valle.

La formazione geologica basale è rappresentata dalle Marne di Castelbuono, formazione geolitologica ampiamente già descritta.

Come si evince dal profilo geolitologico (**AII.38**), il movimento traslativo verso valle coinvolge sia il rilevato di formazione antropica sia la parte superficiale, degradata, della formazione geolitologica basale.

Durante l'esecuzione del carotaggio geognostico è stata rilevata la presenza acqua ad una profondità di circa 6 metri, in occasione dell'attraversamento di uno strato sabbioso sciolto.

Di tale presenza idrica bisogna tenerne conto in fase di progettazione.

Inoltre il livello idrico sarà sicuramente più prossimo al piano campagna in occasione di forti eventi pluviometrici.

Lo smottamento è dovuto essenzialmente a diversi fattori:

- Cattiva regimentazione delle acque piovane.
- Pessime caratteristiche geolitologiche del rilevato antropico.
- Elevato spessore del rilevato stradale antropico.
- Elevata pendenza del pendio a valle della sede stradale.

La stratigrafia locale e le dinamiche dei dissesti è chiara nel profilo geolitologico allegato.

- DISSESTO n° 7

Lo smottamento in oggetto è posto in C/da Casa Caputo, del comune di San Mauro Castelverde, area posta a Sud-Est del centro abitato, ad una quota di circa 557 metri.

Lo smottamento interessa essenzialmente tutta la sede stradale. Esso ha una lunghezza superiore ai 65 metri (vedi **All. 39**).

Il dissesto ha causato un forte abbassamento della strada.

Il dissesto si instaura nelle immediate vicinanze di un viadotto ove il rilevato antropico raggiunge il maggiore spessore.

Esso è in continuo evolversi verso una situazione peggiorativa.

Tutta la sede stradale nel suo insieme è percorsa da lesioni del manto stradale, segno questo che è presente una certa instabilità del rilevato stradale che tende ad assestarsi ed a muoversi verso valle.

La formazione geologica basale è rappresentata dal Flysch Numidico, formazione geolitologica ampiamente già descritta.

Come si evince dal profilo geolitologico (**All.42**), il movimento traslativo verso valle coinvolge essenzialmente il rilevato di formazione antropica ed in maniera secondariamente la formazione geolitologica basale.

Durante l'esecuzione della prova penetrometrica non è stata rilevata la presenza di alcuna falda acquifera.

Non di meno la presenza idrica è sicuramente certa in occasione di forti eventi pluviometrici.

Lo smottamento è dovuto essenzialmente a diversi fattori:

- Cattiva regimentazione delle acque piovane.
- Pessime caratteristiche geolitologiche del rilevato antropico.
- Elevato spessore del rilevato stradale antropico.
- Elevata pendenza del pendio a valle della sede stradale.

La stratigrafia locale e le dinamiche dei dissesti è chiara nel profilo geolitologico allegato.

- DISSESTO n° 8

Lo smottamento in oggetto è posto in C/da Casa Caputo, del comune di San Mauro Castelverde, area posta a Sud-Est del centro abitato, ad una quota di circa 547 metri.

Il dissesto, nel suo insieme, ha una lunghezza superiore ai 100 metri (vedi **All. 43**).

Una parte del dissesto interessa tutta la sede stradale ed ha portato alla rovina totale del muretto di contenimento e della canaletta raccolta acque bianche entrambi posti a monte dell'arteria stradale. In tale zona si è avuto un abbassamento della sede stradale.

Una parte di esso, invece interessa solo parte del piano viario. In questo caso la profondità dello smottamento è abbastanza superficiale, massimo 2÷2,50 metri.

Esso è in continuo evolversi verso una situazione peggiorativa.

Tutta la sede stradale nel suo insieme è percorsa da lesioni del manto stradale, segno questo che è presente una certa instabilità del rilevato stradale che tende ad assestarsi ed a muoversi verso valle.

La formazione geologica basale è rappresentata dal Flysch Numidico, formazione geolitologica ampiamente già descritta.

Come si evince dal profilo geolitologico (**All.47**), il movimento traslativo verso valle coinvolge essenzialmente il rilevato di formazione antropica.

A riprova di ciò basta notare il muro di contenimento posto a valle della strada, esso è integro, segno che il movimento franoso coinvolge porzioni di rilevato poste ad una quota topografica più alta.

Durante l'esecuzione della prova penetrometrica non è stata rilevata la presenza di alcuna falda acquifera.

Non di meno la presenza idrica è sicuramente certa in occasione di forti eventi pluviometrici.

Lo smottamento è dovuto essenzialmente a diversi fattori:

- Cattiva regimentazione delle acque piovane.
- Pessime caratteristiche geolitologiche del rilevato antropico.
- Elevato spessore del rilevato stradale antropico.
- Elevata pendenza del pendio a valle della sede stradale.

La stratigrafia locale e le dinamiche dei dissesti è chiara nel profilo geolitologico allegato.

- DISSESTO n° 9

Lo smottamento in oggetto è posto in C/da Gallina, del comune di San Mauro Castelverde area posta a Sud-Est del centro abitato, ad una quota di circa 585 metri.

Lungo l'arteria stradale si nota la presenza di uno smottamento che interessa solo parte della sede viaria. Esso ha una lunghezza di circa 80 metri (vedi **All. 47**).

Come detto prima interessa solo parte della sede stradale, infatti il muro di contenimento e la canaletta raccolta acque bianche, entrambi posti a monte dell'arteria stradale, sono perfettamente integri.

Il dissesto è in continuo evolversi verso una situazione peggiorativa.

Tutta la sede stradale nel suo insieme è percorsa da lesioni del manto stradale, segno questo che è presente una certa instabilità del rilevato stradale che tende ad assestarsi ed a muoversi verso valle.

La formazione geologica basale è rappresentata dalle Marne di Castelbuono, formazione geolitologica ampiamente già descritta.

Come si evince dal profilo geolitologico (**All.50**), il movimento traslativo verso valle coinvolge essenzialmente il rilevato di formazione antropica ed in maniera secondariamente la parte superficiale degradata della formazione geolitologica basale.

Durante l'esecuzione della prova penetrometrica non è stata rilevata la presenza di alcuna falda acquifera.

Non di meno la presenza idrica è sicuramente certa in occasione di forti eventi pluviometrici.

Lo smottamento è dovuto essenzialmente a diversi fattori:

- Cattiva regimentazione delle acque piovane.
- Pessime caratteristiche geolitologiche del rilevato antropico.
- Elevato spessore del rilevato stradale antropico.
- Elevata pendenza del pendio a valle della sede stradale.

La stratigrafia locale e le dinamiche dei dissesti è chiara nel profilo geolitologico allegato.

- DISSESTO n° 10

Lo smottamento in oggetto è posto in C/da Della Gelsa, del comune di Geraci Siculo, area posta ad Est del suddetto centro abitato, ad una quota di circa 730 metri.

La sede stradale, per una lunghezza di circa 300 metri, è percorsa da una moltitudine di fratture segno questo della presenza di piccoli e grandi smottamenti.

I smottamenti si concentrano nella parte più a valle della sede stradale, infatti i manufatti presenti nella parte più a monte di essa sembrano integri.

I dissesti presenti in tale tratto sono in continuo evolversi verso una situazione peggiorativa

Tutta la sede stradale nel suo insieme è percorsa da lesioni del manto stradale, segno questo che è presente una certa instabilità del rilevato stradale che tende ad assestarsi ed a muoversi verso valle.

La formazione geologica basale è rappresentata dal Flysch Numidico, formazione geolitologica ampiamente già descritta.

Come si evince dal profilo geolitologico, redatto in corrispondenza della prova penetrometrica effettuata **(All.54)**, il movimento traslativo verso valle coinvolge essenzialmente il rilevato di formazione antropica ed in maniera secondariamente la parte superficiale degradata della formazione geolitologica basale.

Durante l'esecuzione della prova penetrometrica non è stata rilevata la presenza di alcuna falda acquifera.

Non di meno la presenza idrica è sicuramente certa in occasione di forti eventi pluviometrici.

Lo smottamento è dovuto essenzialmente a diversi fattori:

- Cattiva regimentazione delle acque piovane.
- Pessime caratteristiche geolitologiche del rilevato antropico.
- Elevato spessore del rilevato stradale antropico.
- Elevata pendenza del pendio a valle della sede stradale.

La stratigrafia locale e le dinamiche dei dissesti è chiara nel profilo geolitologico allegato.

- DISSESTO n° 11

Lo smottamento in oggetto è posto in C/da Mensola, del comune di Geraci Siculo, area posta ad Est del suddetto centro abitato, ad una quota di circa 788 metri.

Il dissesto si instaura in una frana già cartografata nel PAI.

La frana viene classificata come "*colamento lento*" ed è attiva.

Essa interessa solo la sede stradale, non vengono coinvolti abitazioni, e/o edifici in genere.

Allo stato attuale sembra che si sia creata una corona di frana che si estende per circa 15 metri a monte della strada.

Il dissesto nel suo insieme ha una lunghezza di oltre 100 metri.

Una parte coinvolge tutta la sede stradale, mentre una parte solo una parte di essa con profondità di scivolamento massimo di 2÷3 metri.

Dove il dissesto coinvolge tutta la sede stradale, la profondità di scorrimento raggiunge i 5 metri.

Il dissesto in questione è in continuo evolversi verso una situazione peggiorativa

La formazione geologica basale è rappresentata dal Flysch Numidico, formazione geolitologica ampiamente già descritta.

Come si evince dal profilo geolitologico, redatto in corrispondenza del carotaggio geognostico **(All.59)**, il movimento traslativo verso valle coinvolge sia il rilevato di formazione antropica sia la parte superficiale degradata della formazione geolitologica basale.

Si è avuto un forte abbassamento della sede stradale

Durante l'esecuzione del carotaggio geognostico è stata rilevata la presenza idrica abbondante ad una profondità di 5,50 metri dalla sede stradale. Tale ricarica idrica è assicurata dalla presenza di un piccolo ruscello che scorre proprio in corrispondenza del dissesto

Lo smottamento è dovuto essenzialmente a diversi fattori:

- Cattiva regimentazione delle acque piovane.
- Pessime caratteristiche geolitologiche del rilevato antropico e della parte superficiale della formazione basale.
- Elevato spessore del rilevato stradale antropico.

- Elevata pendenza del pendio a valle della sede stradale.

La stratigrafia locale e le dinamiche del dissesto è chiara nel profilo geolitologico allegato.

- DISSESTO n° 12

Lo smottamento in oggetto è posto in località Casa Caputo, del comune di San Mauro Castelverde area posta a Sud-Est del centro abitato, ad una quota di circa 474 metri.

E' presente uno smottamento che interessa solo parte della sede stradale. Esso ha una lunghezza superiore agli 80 metri (vedi **All. 60**).

Come detto prima interessa solo parte della sede stradale, infatti il muro di contenimento e la canaletta raccolta acque bianche entrambi posti a monte dell'arteria stradale sono perfettamente integri.

Il dissesto è in continuo evolversi verso una situazione peggiorativa.

Tutta la sede stradale nel suo insieme è percorsa da lesioni del manto stradale, segno questo che è presente una certa instabilità del rilevato stradale che tende ad assestarsi ed a muoversi verso valle.

La formazione geologica basale è rappresentata dalle Marne di Castelbuono, formazione geolitologica ampiamente già descritta.

Come si evince dal profilo geolitologico (**All.63**), il movimento traslativo verso valle coinvolge essenzialmente il rilevato di formazione antropica.

A testimonianza della superficialità del dissesto, basta notare l'integrità del muro di contenimento realizzato a valle dell'arteria stradale.

Durante l'esecuzione della prova penetrometrica non è stata rilevata la presenza di alcuna falda acquifera.

Non di meno la presenza idrica è sicuramente certa in occasione di forti eventi pluviometrici.

Lo smottamento è dovuto essenzialmente a diversi fattori:

- Cattiva regimentazione delle acque piovane.
- Pessime caratteristiche geolitologiche del rilevato antropico.
- Elevato spessore del rilevato stradale antropico.
- Elevata pendenza del pendio a valle della sede stradale.

La stratigrafia locale e le dinamiche dei dissesti è chiara nel profilo geolitologico allegato.

- DISSESTO n° 13

Lo smottamento in oggetto è posto in località Casa Malia, del comune di San Mauro Castelverde area posta a Sud-Est del centro abitato, ad una quota di circa 488 metri.

E' presente uno smottamento che interessa solo parte della sede stradale. Esso ha una lunghezza superiore agli 60 metri (vedi **All. 64**).

Come detto prima interessa solo parte della sede stradale, infatti il muro di contenimento e la canaletta raccolta acque bianche entrambi posti a monte dell'arteria stradale sono perfettamente integri.

Il dissesto è in continuo evolversi verso una situazione peggiorativa.

Tutta la sede stradale, nel suo insieme, è percorsa da lesioni del manto stradale, segno questo che è presente una certa instabilità del rilevato stradale che tende ad assestarsi ed a muoversi verso valle.

La formazione geologica basale è rappresentata dalle Marne di Castelbuono, formazione geolitologica ampiamente già descritta.

Come si evince dal profilo geolitologico (**All.67**), il movimento traslativo verso valle coinvolge sia il rilevato di formazione antropica sia la parte superficiale degradata della formazione basale.

Durante l'esecuzione della prova penetrometrica non è stata rilevata la presenza di alcuna falda acquifera.

Non di meno la presenza idrica è sicuramente certa in occasione di forti eventi pluviometrici.

Lo smottamento è dovuto essenzialmente a diversi fattori:

- Cattiva regimentazione delle acque piovane.
- Pessime caratteristiche geolitologiche del rilevato antropico.
- Elevato spessore del rilevato stradale antropico.
- Elevata pendenza del pendio a valle della sede stradale.

La stratigrafia locale e le dinamiche dei dissesti è chiara nel profilo geolitologico allegato.

- DISSESTO n° 14

Lo smottamento in oggetto è posto in C/da Altopiano, del comune di San Mauro Castelverde, area posta a Nord del suddetto centro abitato, ad una quota di circa 59 metri, in prossimità della S.S. 113.

Il dissesto si instaura in un'ampia frana, che stranamente non è cartografata nel PAI, anche se nel 2010 era sicuramente già attiva.

La frana, come si evince dagli elaborati grafici **(All.69)** è di notevoli dimensioni, ed è sicuramente attiva. Essa interessa un'ampia porzione di versante collinare a monte della Strada provinciale coinvolta, non vengono coinvolti abitazioni, e/o edifici in genere.

Allo stato attuale non sembra che si sia creata una corona di frana proprio a ridosso della sede stradale, segno che è in movimento l'intero corpo di frana.

Il dissesto coinvolge la strada per una lunghezza di oltre 70 metri.

La sede stradale è coinvolta per tutta la sua larghezza e di conseguenza anche i muretti di contenimento e le opere di raccolta acque, posizionate a monte di essa sono del tutto in rovina.

La profondità di scorrimento raggiunge quasi i 6 metri.

Il dissesto in questione è in continuo evolversi verso una situazione peggiorativa

La formazione geologica basale è rappresentata dal Flysch Numidico, formazione geolitologica ampiamente già descritta.

Come si evince dal profilo geolitologico **(All.73)**, redatto in corrispondenza del carotaggio geognostico C3, il movimento traslativo verso valle coinvolge sia il rilevato di formazione antropica sia la parte superficiale degradata della formazione geolitologica basale.

Si è avuto un forte abbassamento della sede stradale

Durante l'esecuzione del carotaggio geognostico è stata rilevata la presenza idrica abbondante ad una profondità di 5,20 metri dalla sede stradale. Tale ricarica idrica è assicurata dalla presenza di un piccolo impluvio che scorre proprio in corrispondenza del dissesto

Lo smottamento è dovuto essenzialmente a diversi fattori:

- Cattiva regimentazione delle acque piovane.

- Pessime caratteristiche geolitologiche del rilevato antropico e della parte superficiale della formazione basale.
- Elevato spessore del rilevato stradale antropico.
- Elevata pendenza del pendio a valle ed a monte della sede stradale.

La stratigrafia locale e le dinamiche del dissesto è chiara nel profilo geolitologico allegato.

5. IDROGEOLOGIA

La morfologia e la litologia locale fanno sì che si può escludere a priori la presenza di una falda idrica perenne di buona consistenza a bassa profondità.

Si ha la presenza idrica a bassa profondità nei periodi invernali piovosi, mentre nei periodi secchi essa scompare.

Infatti la bassa permeabilità delle rocce affioranti nei siti di interesse, non permette una buona infiltrazione delle acque piovane, che scorrono in maniera selvaggia e velocemente verso i fondovali.

L'elevata impermeabilità facilita l'instaurarsi di un reticolo idrografico molto fitto ed estremamente ramificato.

Non di meno, essendo la presenza idrica una concausa degli smottamenti si presume che nei periodi piovosi la piezometria sia prossima al piano campagna. Di tale dato di fatto si deve tenere conto in fase di progettazione esecutiva delle opere di contenimento

6. SISMICITA' DELL'AREA

Zonazione sismogenetica

L'OPCM n. 3274 del 20/03/2003 ha dato attuazione ai contenuti del D.Lgs. 112/1998, Art. 93 e Art. 94, che determinano la ripartizione tra Stato e Regioni delle competenze in materia di riduzione del rischio sismico, recependo i risultati del Gruppo di Lavoro Istituito dal Sottosegretario alla Presidenza del Consiglio dei Ministri nel dicembre 2002 (Decreto n. 4485 del 04/12/2002).

L'Ordinanza, allineando la normativa per le costruzioni in zona sismica al sistema dei codici europei (EC8), ha consentito una significativa razionalizzazione del processo

di individuazione delle Zone sismiche. L'Allegato 1 dell'Ordinanza stabilisce che le zone sismiche sono individuate da 4 classi di accelerazione massima del suolo (a_{max}) con probabilità di superamento del 10% in 50 anni.

Stabilisce altresì che la competenza delle Regioni in materia di individuazione delle zone sismiche, si eserciti a partire da una mappa di riferimento (mappa di a_{max}), da elaborarsi in modo omogeneo a scala nazionale, secondo i criteri previsti dal citato All.1.

Al fine di soddisfare l'esigenza di realizzare una mappa di pericolosità sismica di riferimento per le ragioni sopra citate, l'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia – INGV ha promosso nel luglio 2003 la redazione della mappa in questione, coinvolgendo nella sua redazione esperti del mondo scientifico oltre che propri ricercatori.

Tra i risultati conseguiti da tale ricerca vi è l'elaborazione di una nuova Zonazione sismogenetica ZS9. Infatti, la pericolosità sismica del territorio della Regione Sicilia è connessa alla presenza di diverse aree sismogenetiche che interessano sia la porzione emersa del territorio regionale che le parti sommerse. La Zonazione sismogenetica ZS9 delimita all'interno del territorio della Sicilia le seguenti aree sismogenetiche:

- ZS929 Zona sorgente della Calabria fino allo Stretto di Messina;
- ZS932 Faglie legate allo "svincolo" che consente l'arretramento dell'arco calabro e le strutture "sintetiche" che segmentano il Golfo di Patti;
- ZS933 Area compresa tra il Monte Etna e i Monti di Palermo;
- ZS934 Area del Belice;
- ZS935 Fronte dell'Avampese Ibleo sull'Avanfossa e Scarpata Ibleo Maltese;
- ZS936 Area Etna.

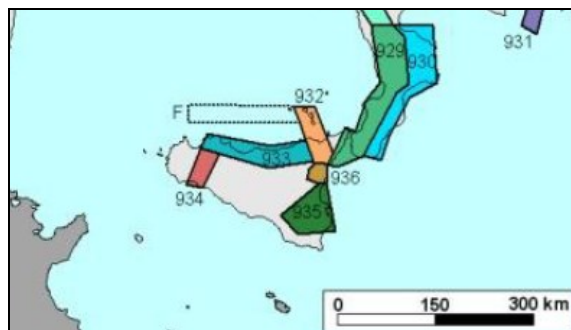


Figura 1: Zonazione sismogenetica ZS9

L'area in esame ricade nella Zona Sismogenetica ZS933. Ogni zonazione sismogenetica è caratterizzata da un definito modello cinematico il quale sfrutta una serie di relazioni di attenuazione stimate sulla base di misurazioni accelerometriche effettuate sia sul territorio nazionale che europeo. Sulla base di tali zone, per tutto il territorio nazionale sono state sviluppate le carte della pericolosità sismica.

Sulla base dei meccanismi focali nella Zona Sismogenetica ZS933 sono previsti valori di magnitudo massima attesa pari a 5.91 (secondo il "Rapporto conclusivo" del 2004 dell'INGV).

Classificazione sismica regionale

La Delibera di Giunta Regionale n. 408 del 19 dicembre 2003 ed il successivo D.D.G. n. 3 del 15 gennaio 2004, tra l'altro, hanno reso esecutiva la nuova classificazione sismica dei Comuni della Regione Siciliana, distinguendo il territorio in quattro aree a diversa pericolosità sismica oltre ad un'area a pericolosità sismica speciale ricadente tra le provincie di Messina, Catania, Ragusa e Siracusa. Per tale area a vincolo di Zona 2, le verifiche tecniche di sicurezza sismica di strutture strategiche e rilevanti, da effettuare obbligatoriamente da parte degli Enti proprietari, ai sensi dell'OPCM n. 3274/2003, dovranno essere eseguite con vincolo di pericolosità di Zona 1 (*Figura 2*).

Categorie di rischio e accelerazioni previste dalla normativa sismica dell'OPCM, n° 3519/2006

Zona Sismica	Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni (ag/g)	Accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (norme tecniche)
1	Maggiore di 0,25	0,35
2	0,15 - 0,25	0,25
3	0,05 - 0,15	0,15
4	Minore di 0,05	0,05

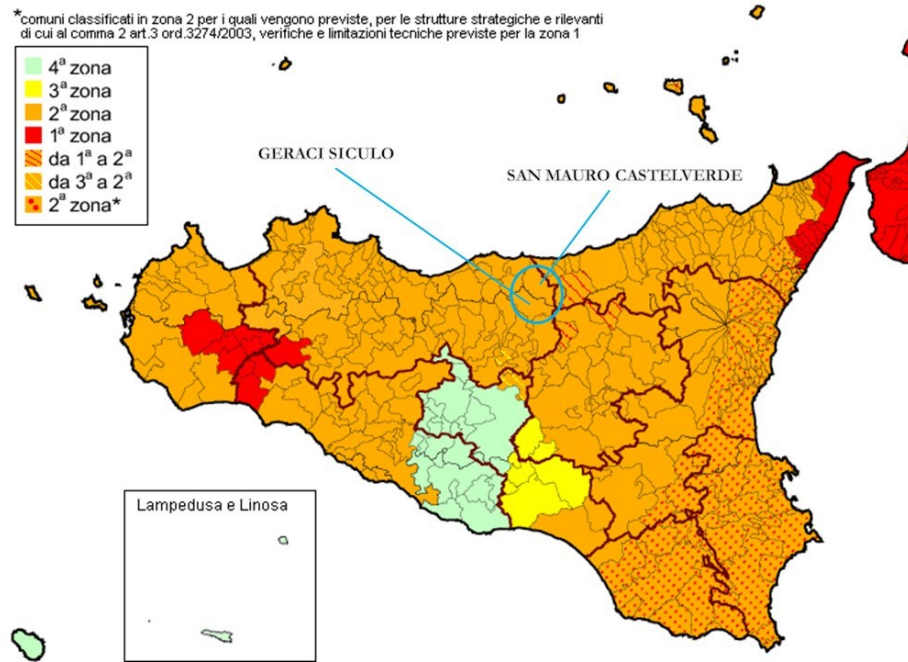


Figura 2: Classificazione sismica dei Comuni della Regione Sicilia (Anno 2004)

Tale classificazione sismica del territorio, attuata dall'Amministrazione Regionale ai sensi dell'Art. 2 dell'OPCM n. 3274/2003 e dell'Art. 94 del D.L.vo n. 112/1998, ha permesso una maggiore omogeneità territoriale del vincolo, introducendo altresì l'obbligo della progettazione antisismica anche per i Comuni classificati sismicamente in Zona 4.

La classificazione sismica, inoltre, ha consentito l'adozione degli elenchi non esaustivi delle Categorie tipologiche di edifici di interesse strategico e rilevante, individuando anche i criteri di priorità per la programmazione delle verifiche tecniche delle strutture strategiche e rilevanti.

Sulla base dell'OPCM 3274/2003, i Comuni di San Mauro Castelverde e Geraci Siculo sono classificati in Zona Sismica 2 (valore di $a_g=0.25g$).

Pericolosità sismica: D.M. 17 Gennaio 2018

Le nuove "Norme tecniche per le costruzioni" (D.M. 17 gennaio 2018) hanno confermato quanto precedentemente introdotto dalle NTC08: **la pericolosità sismica viene definita in funzione delle coordinate del sito e non più in relazione alla zona sismica del Comune cui appartiene l'area oggetto dell'intervento.**

Le azioni di progetto si ricavano dalle accelerazioni a_g e dai parametri che permettono di definire gli spettri di risposta ai sensi delle "Norme tecniche per le costruzioni" e dalle relative forme spettrali.

Le forme spettrali previste sono definite, su sito di riferimento rigido orizzontale, in funzione di tre parametri:

a_g accelerazione orizzontale massima del terreno;

F_0 valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

T^*_c periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

La terna di valori è definita in corrispondenza dei 10751 punti del reticolo di riferimento (che ha una maglia di circa 10 Km di lato) e per nove valori di T_R (espressi in anni) considerati nella pericolosità sismica di base (30, 50, 72, 101, 140, 202, 475, 975, 2475). Allo stato attuale, la pericolosità sismica su reticolo di riferimento nell'intervallo di riferimento è fornita dai dati pubblicati sul sito dell'INGV.

Dalla consultazione della mappa dei "Valori di pericolosità sismica del territorio nazionale", sviluppata nell'ambito del progetto sismologico S1 (DNPC-INGV), si evince come i Comuni di San Mauro Castelverde e Geraci Siculo risultano compresi in una delle zone sismiche d'Italia in cui l'accelerazione massima del suolo (a_g = frazione dell'accelerazione di gravità) risulta compresa tra $0.150g \div 0.200g$ con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (*Figura 3*).

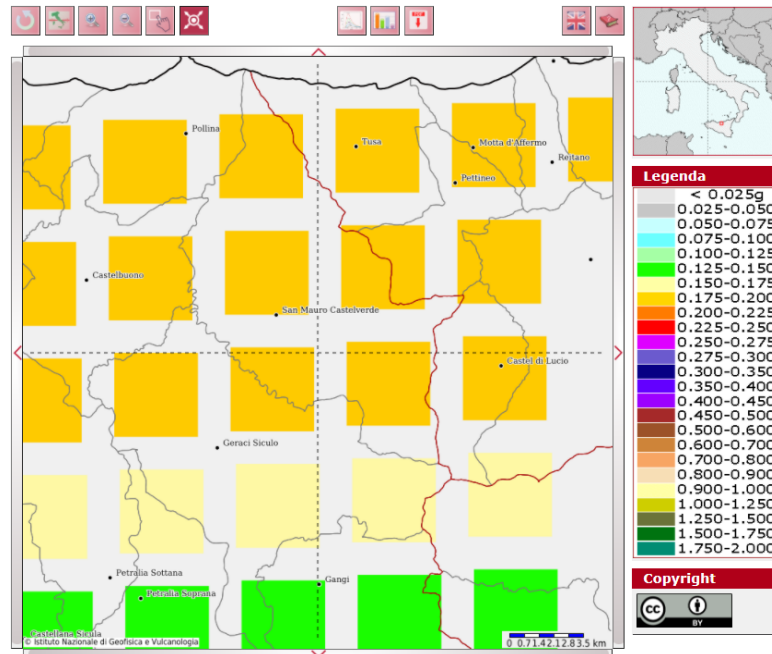


Figura 3: Mappa di pericolosità sismica secondo le N.T.C.

Stabilità nei confronti della liquefazione

Le NTC2018 prevedono che il sito deve essere stabile nei confronti della liquefazione, ovvero di quei fenomeni associati alla perdita di resistenza al taglio o ad accumulo di deformazioni plastiche in terreni saturi prevalentemente sabbiosi, sollecitati da azioni cicliche e dinamiche che agiscono in condizioni non drenate.

La liquefazione consiste quindi in una diminuzione della resistenza del terreno a seguito del raggiungimento della condizione di fluidità. La perdita totale della resistenza viene raggiunta quando la pressione dell'acqua, che riempie gli interstizi, arriva ad uguagliare la pressione di confinamento, rendendo nulle le tensioni efficaci trasmesse attraverso le particelle solide. La suscettibilità di un deposito sciolto al fenomeno della liquefazione dipende dalla granulometria, dalla profondità del livello potenzialmente liquefacibile e dal suo grado di addensamento. Con l'aumentare della profondità del deposito diminuisce la probabilità di liquefazione dello stesso durante l'evento sismico, perché sono richiesti valori di pressione dell'acqua sempre più elevati per annullare la pressione litostatica crescente. Se il sito dovesse risultare suscettibile di liquefazione si dovrà procedere ad interventi di consolidamento del terreno e/o a trasferire il carico a strati dello stesso non suscettibili di liquefazione.

Secondo le NTC 2018 la verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

-Accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1 g; ($a_{max} = S a_g < 0,1 g$)

-Profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali (misura riferita al valore medio stagionale. Nell'EC 8, invece, si fa riferimento alle condizioni prevalenti durante il periodo di vita dell'opera);

-Depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N_1)_{60} > 30$ oppure $q_{c1N} > 180$ dove $(N_1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e q_{c1N} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;

-Distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella *Figura 5 (a)* nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c^* < 3,5$ ed in *Figura 5 (b)* nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$.

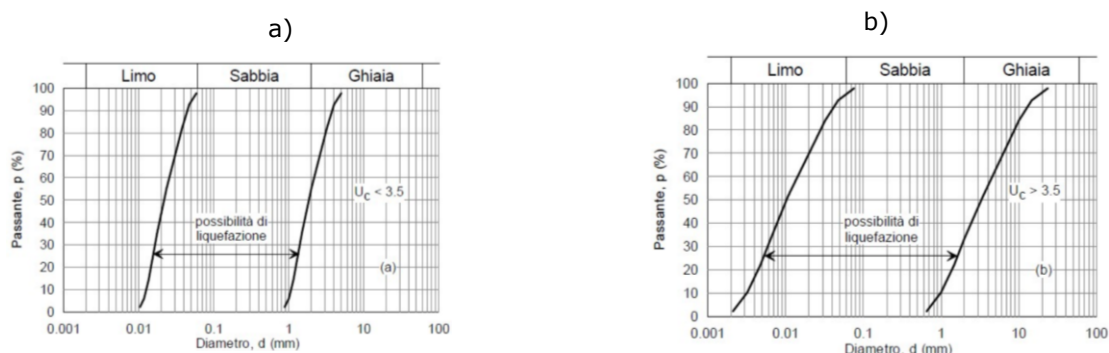


Figura 4: Fusi granulometrici di terreni suscettibili di liquefazione

Per l'area di interesse progettuale, le caratteristiche litologiche e idrogeologiche descritte ai punti precedenti permettono di escludere la verifica a liquefazione in quanto la suscettibilità alla liquefazione è nulla.

Sismicità dell'area di interesse

La storia sismica dei Comuni di San Mauro Castelverde e Geraci Siculo è stata desunta dal DBMI15 (Database Macrosismico Italiano dell'INGV), che contiene 122701 dati di intensità relativi a 3212 terremoti.

Tale storia è riassunta nelle seguenti tabelle, le quali elencano le osservazioni, aventi la maggiore intensità al sito, disponibili per le località in esame. In esse sono indicate oltre all'intensità al sito in scala MCS (**Int.**), la denominazione dell'area epicentrale, il numero di dati di intensità macrosismica del terremoto (**NMDP**), l'intensità massima in scala MCS (**Io**) e la magnitudo momento

San Mauro Castelverde

PlaceID IT_66612
 Coordinate (lat, lon) 37.914, 14.190
 Comune (ISTAT 2015) San Mauro Castelverde
 Provincia Palermo
 Regione Sicilia
 Numero di eventi riportati 24

Effetti	In occasione del terremoto del												
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw			
7	1693	01	11	13	30		Sicilia sud-orientale	179	11	7.32			
6	1818	09	08	09	50		Monti Madonie	24	7-8	5.34			
7	1819	02	24	23	20		Monti Madonie	24	7-8	5.37			
7	1823	03	05	16	37		Sicilia settentrionale	107	8	5.81			
4	1892	03	16	12	38		Alicudi	28	7	5.24			
NF	1897	05	15	13	42	30	Tirreno meridionale	85	5	4.52			
5	1906	04	22	23	12		Monti Madonie ?	24	5	4.18			
5-6	1908	08	15	09	40		Monti Nebrodi	16	7	5.08			
3-4	1926	08	17	01	42		Isole Eolie	35	7-8	5.28			
NF	1940	01	15	13	19	24	Tirreno meridionale	60	7-8	5.29			
7	1967	10	31	21	08	07	Monti Nebrodi	60	8	5.33			
6	1968	01	15	02	01	09	Valle del Belice	162	10	6.41			
4-5	1977	06	05	13	59		Monti Nebrodi	108	6-7	4.61			
4-5	1978	08	26	18	43	39	Tirreno meridionale	17	4-5	4.35			
NF	1990	12	13	00	24	2	Sicilia sud-orientale	304		5.61			
4-5	1991	01	07	11	42	5	Monti Madonie	26	4-5	3.79			
3-4	1992	04	06	13	08	3	Monti Nebrodi	23	5	4.73			
5	1993	06	26	17	47	5	Monti Madonie ?	47	6-7	4.92			
3-4	1994	05	06	19	09	4	Sicilia centrale	68	5	4.36			
NF	1996	12	14	00	18	4	Monti Madonie	45	5	4.27			
NF	2004	05	05	13	39	4	Isole Eolie	641		5.42			
3-4	2005	11	03	09	19	0	Costa siciliana settentrionale	61	4-5	3.30			
NF	2005	11	21	10	57	4	Sicilia centrale	255		4.56			
3-4	2011	06	23	22	02	4	Monti Nebrodi	54	5-6	4.70			

(Mw).

Geraci Siculo

PlaceID IT_66463
 Coordinate (lat, lon) 37.857, 14.154
 Comune (ISTAT 2015) Geraci Siculo
 Provincia Palermo
 Regione Sicilia
 Numero di eventi riportati 26

Effetti	In occasione del terremoto del									
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
7-8	1693	01	11	13	30		Sicilia sud-orientale	179	11	7.32
7	1818	09	08	09	50		Monti Madonie	24	7-8	5.34
7-8	1819	02	24	23	20		Monti Madonie	24	7-8	5.37
7	1823	03	05	16	37		Sicilia settentrionale	107	8	5.81
4	1906	04	22	23	12		Monti Madonie ?	24	5	4.18
5	1908	08	15	09	40		Monti Nebrodi	16	7	5.08
5	1910	06	08	11	49		Monti Madonie ?	13	4-5	3.90
7	1967	10	31	21	08	07	Monti Nebrodi	60	8	5.33
6	1968	01	15	02	01	09	Valle del Belice	162	10	6.41
5	1976	09	17	01	23	55	Monti Nebrodi	40	5-6	4.55
5	1977	06	05	13	59		Monti Nebrodi	108	6-7	4.61
4	1978	04	15	23	33	4	Golfo di Patti	330	8	6.03
4-5	1978	08	26	18	43	39	Tirreno meridionale	17	4-5	4.35
NF	1980	11	23	18	34	52	Irpinia-Basilicata	1394	10	6.81
2	1990	12	13	00	24	2	Sicilia sud-orientale	304		5.61
3-4	1991	01	07	11	42	5	Monti Madonie	26	4-5	3.79
4-5	1992	04	06	13	08	3	Monti Nebrodi	23	5	4.73
4-5	1993	06	26	17	47	5	Monti Madonie ?	47	6-7	4.92
4	1994	05	06	19	09	4	Sicilia centrale	68	5	4.36
3	1995	07	23	18	44	2	Isole Eolie	58	6	4.63
NF	1996	12	14	00	18	4	Monti Madonie	45	5	4.27
4	2001	11	25	19	34	1	Monti Madonie	25	4-5	4.69
NF	2004	05	05	13	39	4	Isole Eolie	641		5.42
NF	2005	11	03	09	19	0	Costa siciliana settentrionale	61	4-5	3.30
NF	2005	11	21	10	57	4	Sicilia centrale	255		4.56
4	2009	11	08	06	51	1	Monti Nebrodi	28	5	4.52

7. CLASSIFICAZIONE SISMICA DEI SITI.

Dalle risultanze delle indagini geofisiche effettuate (MASW) nei siti di progetto emergono i seguenti dati di fatto:

- Sito n° 1.

Dalla indagine MASW è risultato un valore di V_{seq} pari a 328,37 m/s, sub-strato con $V_{seq} > 800$ m/s posto ad una profondità minore di 30 metri, quindi Categoria del Sottosuolo "E".

Categoria Topografica "T2", cioè pendio con inclinazione versante $>15^\circ$.

- Sito n° 2.

Dalla indagine MASW è risultato un valore di V_{seq} pari a 260,52 m/s, sub-strato con $V_{seq} > 800$ m/s posto ad una profondità minore di 30 metri, quindi Categoria del Sottosuolo "E".

Categoria Topografica "T2", cioè pendio con inclinazione versante $>15^\circ$.

- Sito n° 3.

Dalla indagine MASW è risultato un valore di V_{seq} pari a 278,81 m/s, sub-strato con $V_{seq} > 800$ m/s posto ad una profondità minore di 30 metri, quindi Categoria del Sottosuolo "E".

Categoria Topografica "T2", cioè pendio con inclinazione versante $>15^\circ$.

- Sito n° 4.

Dalla indagine MASW è risultato un valore di V_{seq} pari a 391,61 m/s quindi Categoria del Sottosuolo "B".

Categoria Topografica "T2", cioè pendio con inclinazione versante $>15^\circ$.

- Sito n° 5.

Dalla indagine MASW è risultato un valore di V_{seq} pari a 475,54 m/s quindi Categoria del Sottosuolo "B".

Categoria Topografica "T2", cioè pendio con inclinazione versante $>15^\circ$.

- Sito n° 6.

Dalla indagine MASW è risultato un valore di V_{seq} pari a 280,27 m/s, sub-strato con $V_{seq} > 800$ m/s posto ad una profondità minore di 30 metri, quindi Categoria del Sottosuolo "E".

Categoria Topografica "T2", cioè pendio con inclinazione versante $>15^\circ$.

- Sito n° 7.

Dalla indagine MASW è risultato un valore di V_{seq} pari a 322,09 m/s, sub-strato con $V_{seq} > 800$ m/s posto ad una profondità minore di 30 metri, quindi Categoria del Sottosuolo "E".

Categoria Topografica "T2", cioè pendio con inclinazione versante $>15^\circ$.

- Sito n° 8.

Dalla indagine MASW è risultato un valore di V_{seq} pari a 251,97 m/s, sub-strato con $V_{seq} > 800$ m/s posto ad una profondità minore di 30 metri, quindi Categoria del Sottosuolo "E".

Categoria Topografica "T2", cioè pendio con inclinazione versante $>15^\circ$.

- Sito n° 9.

Dalla indagine MASW è risultato un valore di V_{seq} pari a 358,52 m/s, sub-strato con $V_{seq} > 800$ m/s posto ad una profondità minore di 30 metri, quindi Categoria del Sottosuolo "E".

Categoria Topografica "T2", cioè pendio con inclinazione versante $>15^\circ$.

- Sito n° 10.

Dalla indagine MASW è risultato un valore di V_{seq} pari a 204,79 m/s, sub-strato con $V_{seq} > 800$ m/s posto ad una profondità minore di 30 metri, quindi Categoria del Sottosuolo "E".

Categoria Topografica "T2", cioè pendio con inclinazione versante $>15^\circ$.

- Sito n° 11.

Dalla indagine MASW è risultato un valore di V_{seq} pari a 198,56 m/s, sub-strato con $V_{seq} > 800$ m/s posto ad una profondità minore di 30 metri, quindi Categoria del Sottosuolo "E".

Categoria Topografica "T2", cioè pendio con inclinazione versante $>15^\circ$.

- Sito n° 12.

Dalla indagine MASW è risultato un valore di V_{seq} pari a 374,14 m/s quindi Categoria del Sottosuolo "B".

Categoria Topografica "T2", cioè pendio con inclinazione versante $>15^\circ$.

- Sito n° 13.

Dalla indagine MASW è risultato un valore di V_{seq} pari a 431,01 m/s quindi Categoria del Sottosuolo "B".

Categoria Topografica "T2", cioè pendio con inclinazione versante $>15^\circ$.

- Sito n° 14.

Dalla indagine MASW è risultato un valore di V_{seq} pari a 277,14 m/s, sub-strato con $V_{seq} > 800$ m/s posto ad una profondità minore di 30 metri, quindi Categoria del Sottosuolo "E".

Categoria Topografica "T2", cioè pendio con inclinazione versante $>15^\circ$.

Per la lettura puntuale dei dati si rimanda alla consultazione della **TAV.3**.

8. RISULTANZE PROVE SIMICHE A RIFRAZIONE.

Dalle risultanze delle prove sismiche a rifrazione geofisiche effettuate nei siti di progetto emergono i seguenti dati di fatto:

- Sito n° 1.

Sono stati distinti essenzialmente due strati:

- Strato 1 per uno spessore medio di 6,50 metri $V_p = 616,68$ m/s
- Strato 2 per uno spessore indefinito $V_p = 1.919,43$ m/s

- Sito n° 2.

Sono stati distinti essenzialmente due strati:

- Strato 1 per uno spessore medio di 9,00 metri $V_p = 556,20$ m/s
- Strato 2 per uno spessore indefinito $V_p = 2.613,39$ m/s

- Sito n° 3.

Sono stati distinti essenzialmente tre strati:

- Strato 1 per uno spessore medio di 2,00 metri $V_p = 535,41$ m/s
- Strato 2 per uno spessore medio di 8,00 metri $V_p = 905,95$ m/s
- Strato 3 per uno spessore indefinito $V_p = 2.636,23$ m/s

- Sito n° 4.

Sono stati distinti essenzialmente tre strati:

- Strato 1 per uno spessore medio di 2,00 metri $V_p = 494,54$ m/s
- Strato 2 per uno spessore medio di 6,00 metri $V_p = 967,13$ m/s
- Strato 3 per uno spessore indefinito $V_p = 3.120,33$ m/s

- Sito n° 5.

Sono stati distinti essenzialmente due strati:

- Strato 1 per uno spessore medio di 10,50 metri $V_p = 533,06$ m/s
- Strato 2 per uno spessore indefinito $V_p = 2.517,41$ m/s

- Sito n° 6.

Sono stati distinti essenzialmente due strati:

- Strato 1 per uno spessore medio di 6,00 metri $V_p = 487,37$ m/s
- Strato 2 per uno spessore indefinito $V_p = 2.022,07$ m/s

- Sito n° 7.

Sono stati distinti essenzialmente due strati:

- Strato 1 per uno spessore medio di 8,00 metri $V_p = 567,07$ m/s
- Strato 2 per uno spessore indefinito $V_p = 2.082,40$ m/s

- Sito n° 8.

Sono stati distinti essenzialmente due strati:

- Strato 1 per uno spessore medio di 6,50 metri $V_p = 565,41$ m/s
- Strato 2 per uno spessore indefinito $V_p = 2.187,03$ m/s

- Sito n° 9.

Sono stati distinti essenzialmente tre strati:

- Strato 1 per uno spessore medio di 2,00 metri $V_p = 554,30$ m/s
- Strato 2 per uno spessore medio di 8,00 metri $V_p = 881,25$ m/s
- Strato 3 per uno spessore indefinito $V_p = 2.583,10$ m/s

- Sito n° 10.

Sono stati distinti essenzialmente due strati:

- Strato 1 per uno spessore medio di 4,00 metri $V_p = 844,52$ m/s
- Strato 2 per uno spessore indefinito $V_p = 1.806,30$ m/s

- Sito n° 11.

Sono stati distinti essenzialmente due strati:

- Strato 1 per uno spessore medio di 8,00 metri $V_p = 696,97$ m/s
- Strato 2 per uno spessore indefinito $V_p = 2.108,98$ m/s

- Sito n° 12.

Sono stati distinti essenzialmente due strati:

- Strato 1 per uno spessore medio di 10,00 metri $V_p = 680,59$ m/s
- Strato 2 per uno spessore indefinito $V_p = 1.983,50$ m/s

- Sito n° 13.

Sono stati distinti essenzialmente due strati:

- Strato 1 per uno spessore medio di 6,50 metri $V_p = 673,03$ m/s
- Strato 2 per uno spessore indefinito $V_p = 2.214,77$ m/s

- Sito n° 14.

Sono stati distinti essenzialmente tre strati:

- Strato 1 per uno spessore medio di 3,00 metri $V_p = 457,11$ m/s
- Strato 2 per uno spessore medio di 6,00 metri $V_p = 743,82$ m/s
- Strato 3 per uno spessore indefinito $V_p = 2.543,77$ m/s

I terreni appartenenti agli strati superficiali (strato n° 1), sembrano includere il rilevato stradale e la parte degradata superficiale della formazione di base. La velocità delle onde P del suddetto strato varia tra i 457,11 m/s ed i 844,52 m/s, I terreni appartenenti allo strato più profondo, sembrano includere la parte integra e più profonda della formazione di base. La velocità delle onde P del suddetto strato varia tra i 1.806,30 m/s ed i 3.120,33 m/s, quindi ci troviamo di fronte a terreni poco comprensibili e con ottime capacità portanti.

Tali risultanze sono sovrapponibili a quanto riscontrato con l'esecuzione delle prove penetrometriche SPT1÷11 ed i carotaggi geognostici eseguiti.

Per la lettura puntuale dei dati si rimanda alla consultazione della **TAV.3.**

10. INQUADRAMENTO PAI.

Come si evince dagli elaborati PAI allegati (**All.7÷All.11**) solo i siti n° 3 e n° 11 sono interessati da un dissesto cartografato nel PAI.

Entrambi i siti ricadono frane denominate "*colamento lento*" ed entrambi sono attivi.

Entrambi i siti non coinvolgono abitazioni e/o edifici ad altro uso.

Gli unici manufatti coinvolti dai suddetti dissesti sono le arterie stradali e le loro opere di contorno. La natura dei dissesti è legata alla formazione litologica formante il versante collinare in oggetto e cioè: Argille ed argille marnose, di colore grigio o grigio-azzurro, massive o laminate, con intercalazioni di lamine e straterelli sabbiosi e sabbioso-limosi.

Tale litologia risente in maniera molto negativa della presenza delle acque piovane e di infiltrazione.

Il movimento franoso coinvolge essenzialmente la parte superficiale del versante con uno spessore del pendio in movimento abbastanza contenuto (2÷3 metri), ciò

porta alla rovina parziale delle opere antropiche poco ammortate in profondità, in questo caso muri di contenimento con fondazioni superficiali e sedi stradali in genere.

In concomitanza delle arterie stradali oggetto di studio lo spessore in movimento raggiunge i 5÷6, in quanto il rilevato stradale si aggiunge al livello topografico in origine. I movimenti traslativi sono a scatti, si ha un maggiore instaurarsi degli stessi nei periodi invernali piovosi, mentre nelle estati secche i movimenti sembrano stabilizzarsi.

Data la natura di tutti i dissesti oggetto del presente studio, per una risoluzione permanente nel tempo dello smottamento, è bene intervenire con opere ben ammortate in profondità.

Per tutti i siti oggetto di studio, invece, non vi è nessuna Pericolosità o Rischio Idraulico per fenomeni di esondazione così come verificato dalla consultazione della cartografia del PAI.

11. CONCLUSIONI.

I risultati dello studio geologico eseguito sui terreni interessati dal progetto: "INTERVENTO DI SISTEMAZIONE DEL PIANO VIARIO DELLE STRADE SAN MAURO CASTELVERDE – GANGI, S.P. N° 52 E S.P. N° 60, possono essere così sintetizzati:

- Le S.P. oggetto di interventi sono disseminati da una miriade di piccoli e grandi smottamenti.
- Si è deciso di indagare dal punto di vista geologico e geotecnico solo n° 14 dissesti sparsi lungo la S.P. 52 e lungo la S.P.60. n°12 posti nel comune di San Mauro Casterverde e n° 2 ricadono ne comune di Geraci Siculo.
- Tutti i movimenti franosi oggetto si sviluppano sul sistema collinare montuoso posto alla destra idrografica del Fiume Pollina.
- La vastità dell'area di studio è enorme, basti pensare che in linea d'area tra il dissesto n° 11 ed il dissesto n° 14, i più distanti tra di loro, vi è una distanza pari a circa 20 km.
- Le S.P. 52 e S.P. 60 sono state oggetto di lavori di ampliamento e variazioni al tracciato, svoltosi tra gli anni 80 e 90.
- Una non precisa progettazione e/o una cattiva realizzazione di quanto progettato ha portato alla rovina totale di alcuni viadotti ed alla rovina parziale e/o totale di alcuni tratti stradali.

- La litologia delle formazioni affioranti, presenza di argille che al contatto con l'acqua acquisiscono un comportamento plastico, non ha aiutato la salvaguardia dell'integrità del piano viario.
- Altro fattore negativo ci è dato dalla topografia. Le S.P. 52 e 60 si sviluppano a mezzo costa con pendenze dei versanti talora elevata, fattori che sicuramente facilitano l'innescò di movimenti franosi del rilevato stradale di nuova formazione.
- Nella stesura del seguente studio si è cercato di dare tutte le indicazioni possibili al progettista al fine di prevedere valide soluzioni atte alla risoluzione definitiva nei punti in cui si deciderà di intervenire.
- Il sunto dello studio in oggetto è chiarificato nella redazione dei profili geolitologici, in tali elaborati vi sono tutte quelle indicazioni necessari per una corretta progettazione. Sono validi e certi gli spessori dei litotipi interessati, così come la superficie di scorrimento, ipotizzata dallo scrivente. Sono invece, da verificare da parte del progettista, le pendenze dei versanti a valle dei dissesti in quanto questi variano lungo lo stesso dissesto con il variare della topografia locale. Inoltre le stesse sono state ricavate dalla consultazione della cartografia di base, non avendo a disposizione un rilievo strumentale dettagliato.
- Anche se la presenza di acqua è stata rilevata solo in occasione dei carotaggi geognostici i quali hanno raggiunto profondità maggiore, di tale presenza idrica a bassa profondità bisogna sempre tenerne conto in fase di progettazione.
 - Si consiglia di ammorsare, in tutti i siti di progetto, in maniera adeguata le opere di contenimento nella parte integra e profonda della formazione basale, nel nostro caso Marne di Castelbuono e Flysch Numidico.

In conclusione alla luce dello studio geologico effettuato non si evidenziano fattori di carattere geologico o idrogeologico che possano costituire pregiudizio alla stabilità delle opere in progetto, e si dà quindi parere di fattibilità positivo.

Avendo come scopo la buona riuscita del progetto lo scrivente rimane a disposizione per ogni chiarimento e/o integrazione a quanto già prodotto.

Qualora in corso d'opera la D. L. dovesse rilevare difformità con la caratterizzazione geologica e geotecnica assunta in fase di progetto, dovuta soprattutto alla evoluzione dei dissesti, si renderanno necessari ulteriori sopralluoghi volti a risolvere problematiche scaturibili da eventuali "imprevisti" di natura geologica e non rilevati in questa sede.

Barcellona Pozzo di Gotto, Aprile 2021

I Geologi

Dott. Francesco Munafò

Geol. Alberto Fortunato De Salvatore