


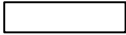
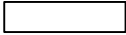
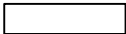
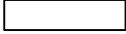
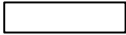


Comune di Viggiano (PZ)

Responsabile del procedimento: IL SINDACO
Dott. Arch. Antonella AMELINA Avv. Amedeo CICALA

**"Regolamento Urbanistico
comunale"
L.R. n° 23 del 1999 art. 16**

ELABORATI GEOLOGICI

-  Relazione Geologica
- Allegati:**
-  Relazione Idraulica
-  All. 1 - Indagini geognostiche
-  TAV 1 - Carta Geolitologica scala 1:2.000
-  TAV 2 - Sezioni Geolitologiche scala 1:2000
-  TAV 3 - Carta geomorfologica e della stabilità dei versanti scala 1:2000
-  TAV 4 - Carta delle Pendenze scala 1:2000
-  TAV 5 - Carta di Microzonazione sismica scala 1:2000
-  TAV 6 - Carta di sintesi della pericolosità e criticità geologica e geomorfologica scala 1:2000
-  TAV 7 - Carta dei sondaggi geognostici scala 1:2000

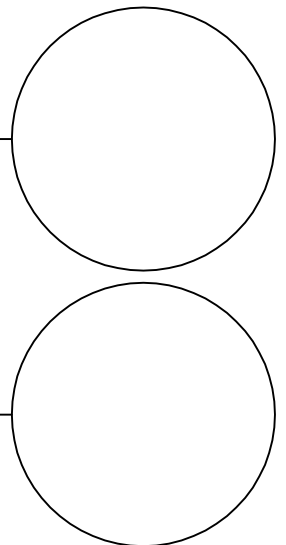
Viggiano,
Luglio 2015

I GEOLOGI

Dott. Roberto LANEVE

Dott. Antonio PRIORE

Collaboratore - relazione idraulica
Ing. Giuseppe Carmignano



1.0 PREMESSA	4
2.0 UBICAZIONE	5
3.0 CARTA STRALCIO AUTORITY DI BACINO (TAV. n. 6).....	5
4.0 RILEVAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO ...	6
4.1. <i>Rilevamento Geologico e Carta Geologica (TAV. n° 1)</i>	6
4.1.1. Scisti Silicei (Unità di Lagonegro)	6
4.1.2. Flysch Galestrino (Unità di Lagonegro)	7
4.1.3. Calcari fratturati (Unità di Piattaforma Campano-Lucana)	7
4.1.4. Flysch arenaceo – marnoso (Formazione di Albidona)	8
4.1.5. Breccie calcaree cementate	8
4.1.6. Depositi di versante	9
4.1.7. Depositi fluviali	9
4.1.8. Accumuli eluvio - colluviali	9
4.1.9. Depositi antropici	9
4.2. <i>Rilevamento geomorfologico e carta morfologica (TAV. n° 03)</i>	9
4.3. <i>Sezione geologica (TAV. n° 2)</i>	10
5.0 CARATTERISTICHE IDROGRAFICHE, IDROGEOLOGICHE E ASPETTI METEO-CLIMATICI.....	11
5.1 <i>Caratteristiche meteo-climatiche</i>	12
6.0 RISULTANZE INDAGINI GEOGNOSTICHE	13
6.1. <i>Sondaggi e saggi meccanici realizzati per il Regolamento Urbanistico</i>	14
6.1.1. Sondaggio meccanico nell'area in località Piazzetta Immacolata.....	16
6.1.2. Sondaggio meccanico nell'area in località Maiorana - Piazzetta Immacolata	16
6.1.3. Sondaggio meccanico nell'area in località Maiorana - Piazzetta Immacolata	16
6.1.4. Sondaggio meccanico nell'area in località Viale della Rinascita.....	17
6.1.5. Sondaggio meccanico nell'area in località Mercato	17
6.1.6. Sondaggio meccanico nell'area in località Paschiere	18
6.1.7. Saggio meccanico nell'area in località Viale della Rinascita – Valle distributore.....	18
6.1.8. Saggio meccanico nell'area in località Viale della Rinascita Centro Caritas	18
6.1.9. Saggio meccanico nell'area in località Santa Caterina	18
6.1.10. Saggio meccanico nell'area in località Corso Guglielmo Marconi.....	19
6.1.11. Saggio meccanico nell'area in località Prima discesa Sant' Angelo.....	19
6.1.12. Saggio meccanico nell'area CD 1	19
6.1.12. Saggio meccanico nell'area in località Cicala a monte Ostello Teotokos.....	19
6.1.13. Saggio meccanico nell'area in località Cicala	20
6.2. <i>Indagini geofisiche condotte per il Regolamento Urbanistico</i>	20
6.2.1. Indagine geofisica MASW	20
6.2.1.1. Indagine geofisica MASW01.....	20
6.2.1.2. Indagine geofisica MASW02.....	20
6.2.1.3. Indagine geofisica MASW03.....	20
6.2.1.4. Indagine geofisica MASW04.....	21
6.2.1.5. Indagine geofisica MASW05.....	21
6.2.1.6. Indagine geofisica MASW06.....	21
6.2.1.7. Indagine geofisica MASW08.....	21
6.2.1.8. Indagine geofisica MASW09.....	21
6.2.1.9. Indagine geofisica MASW10.....	22
6.2.1.10. Indagine geofisica MASW11.....	22
6.2.1.11. Indagine geofisica MASW12.....	22
6.2.2. Indagine geofisica profili a rifrazione SR.....	22
6.2.2.1. Sondaggio sismici a rifrazione SR01	22
6.2.2.2. Sondaggio sismici a rifrazione SR02	23
6.2.2.3. Sondaggio sismici a rifrazione SR03	23
6.2.2.4. Sondaggio sismici a rifrazione SR04	24
6.2.2.5. Sondaggio sismici a rifrazione SR05	24
6.3. <i>Indagini geognostiche condotte per altri studi geologici</i>	25
6.3.1. Sondaggi meccanici	25

6.3.1.1. Indagini area sud dell'abitato località Santa Caterina e località Convento	25
6.3.1.1.1. Sondaggi ed analisi di laboratorio	25
6.3.1.1.2. Sondaggio ed analisi di laboratorio.....	26
6.3.1.1.3. Sondaggi ed analisi di laboratorio	27
6.3.1.1.4. Sondaggi ed analisi di laboratorio.....	27
6.3.1.2. Indagini area centrale dell'abitato località Streppalda	27
6.3.1.2.1. Sondaggi ed analisi di laboratorio.....	27
6.3.1.3. Indagini area nord dell'abitato località Cicala	28
6.3.1.3.1. Sondaggio ed analisi di laboratorio.....	28
6.3.1.3.2. Sondaggio ed analisi di laboratorio.....	28
6.3.1.3.3. Sondaggio ed analisi di laboratorio.....	29
6.3.1.3.4. Sondaggio	29
6.3.1.3.5. Sondaggi (Lottizzazione De Maio).....	29
6.3.1.3.6. Sondaggi (Piano Regolatore Generale)	30
6.3.1.3.7. Sondaggi (Ex clinica Pellettieri)	30
6.3.1.3.8. Sondaggio ed indagini di laboratorio.....	30
6.3.1.3.9. Sondaggio ed indagini di laboratorio.....	31
6.3.2. Prospezioni sismiche a rifrazione e MASW	31
6.3.2.1. Indagini area Villa del Marchese	31
6.3.2.1.1. Sondaggi sismici SM1 e SM2.....	31
6.3.2.2. Indagini area PIP località S. Oronzio.....	32
6.3.2.2.1. Sondaggi sismici SM3, SM4, SM5 e SM6	32
6.3.2.3. Indagini area PIP costruzione autorimessa	34
6.3.2.3.1. Sondaggio sismico SM7	34
6.3.2.4. Sondaggio sismico località Mandorleto SM8	35
6.3.2.5. Sondaggi sismici località Maiorana SM 9/10 e 11	36
6.3.2.6. Sondaggio sismico località Cicala - Monte Ostello Teotokos SM12.....	39
6.3.2.7. Indagini MASW località Mercato.....	40
6.3.2.7.1. Sondaggio sismico MASV01.....	41
6.3.2.8. Indagini sismica in Via Giacomo Puccini MASW02	41
6.3.2.9. Indagini sismica in Via Sinisgalli MASW03.....	42
6.3.2.10. Indagini sismica in discesa Sant'Angelo MASW04	42
6.3.2.11. Indagini sismica in Corso Umberto MASW 05	43
6.3.2.12. Indagini sismica in Vico Castello IV° MASW06	43
6.3.2.13. Indagini sismica in Via Comunale Pisciole MASW07.....	44
6.3.2.14. Indagini sismica in Località Cicala MASW08	44
6.3.2.15. Indagini sismica in Piazza Papa Giovanni MASW09.....	45
7. CARATTERIZZAZIONE SISMICA DELLE AREE.....	46
7.1. Determinazione delle VS30 (O.P.C.M. n. 3274 del 20 Marzo 2003)	46
7.2. Accelerazione sismica e Carta della Microzonazione Sismica (Tav. n. 5)	51
8.0 DATI GEOLOGICI E GEOTECNICI CONCESSIONI	
DIRETTE E LOCALITA' MAIORANA.....	52
8.1. Area CD1- Sinistra orografica Viale della Rinascita	52
8.2. Area CD2 e CD3 – Località Pisciole	52
8.3. Area CD4- Via Gaetano Argentieri.....	53
8.4. Area CD5 – Località le Croci versante est collina Le Croci	53
8.5. Area CD6 e CD7 – Zona mercato	53
8.6. Area CD8 – Discesa Sant'Angelo	54
8.7. Area CD9 – Viale Marconi	54
8.8. Area CD10 – Via Ciro Menotti	54
8.9. Area CD11 – Località Santa Caterina	55
8.10. Area CD12 – Località Santa Caterina	55
8.11. Area CD13 – Piazza Papa Giovanni.....	55
8.12. Area CD14- Località Cicala a monte Piazza Papa Giovanni.....	56
8.13. Località Maiorana.....	56
8.13.1. Caratterizzazione geotecnica dei terreni	56
8.13.2. Relazione idraulica fino a 200 anni	57

8.13.2.1 Premesse	57
8.13.2.2 Interventi di progetto	57
8.13.3. Saggi meccanici	62
8.13.3.1. Saggio n° S1	62
8.13.3.2. Saggio n° S2	62
8.13.3.3. Saggio n° S3	63
8.13.3.4. Saggio n° S4	63
8.13.3.5. Saggio n° S5	63
8.13.4. Caratterizzazione sismica del sito	63
8.13.4.1. Determinazione delle VS30 (O.P.C.M. n. 3274 del 20 Marzo 2003)	63
8.13.4.2. Accelerazione sismica e Carta della Microzonazione Sismica (Tav. n. 5)	64
8.13.5. Risultati di calcolo verifiche di stabilità R2 art. 18 – Regolamento PAI	65
9.0 PROPRIETA' GEOTECNICHE DEI TERRENI	66
9.1 Risultati indagini geomeccaniche in aree di affioramento dei terreni carbonatici	66
9.1.1 Rilievo geomeccanico S1	66
9.1.2 Rilievo geomeccanico S2	67
10.0 VERIFICHE DI STABILITA' DEI VERSANTI.....	68
10.1 Normativa di riferimento.....	68
10.2. Introduzione all'analisi di stabilità.....	68
10.3. Metodo equilibrio limite (LEM)	69
10.4. Metodo di Jambu (1967)	69
10.5. Ricerca della superficie di scorrimento critica.....	70
10.6. Risultati di calcolo.....	71
10.6.1. Verifica di stabilità sezione 2 – 2'	71
10.6.2. Verifica di stabilità sezione 4 – 4'	74
10.6.3. Verifica di stabilità sezione 5 – 5'	77
10.6.4. Verifica di stabilità sezione 6 – 6' (CD 14)	80
10.6.5. Verifica di stabilità sezione 7 – 7' (CD1)	86
10.6.6. Verifica di stabilità sezione 8 – 8'	92
10.6.7 Verifica di stabilità sezione 9 – 9'	95
10.6.8 Verifica di stabilità sezione 10 – 10' (CD 12)	97
10.6.9 Verifica di stabilità sezione 11 – 11' (CD 2 e CD3).....	104
10.6.10 Verifica di stabilità sezione 12 – 12' (CD 4)	111
10.6.11 Verifica di stabilità sezione 13 – 13' (CD 5)	115
10.6.12 Verifica di stabilità sezione 14 – 14' (CD 10)	121
10.6.13 Verifica di stabilità sezione 15 – 15' (CD 8)	127
10.6.14 Verifica di stabilità sezione 16 – 16' (CD 16)	134
10.6.15 Verifica di stabilità sezione 17 – 17' (CD 9)	140
11.0 CARTA DELLE PENDENZE (TAV. 4)	147
12.0 CARTA DI MICROZONAZIONE SISMICA (TAV. 5).....	148
13.0 CARTA DI SINTESI DELLA PERICOLOSITA' E	
CRITICITA' GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA (TAV. 6)	150
14.0 TESSUTO URBANO – CENTRO STORICO	152
15.0 CONCLUSIONI	153
BIBLIOGRAFIA	155

1.0 PREMESSA

Il Comune di Viggiano (PZ) ha incaricato gli scriventi geologi Dott. Roberto LANEVE ed Dott. Antonio PRIORE di redigere lo studio geologico relativo al Regolamento Urbanistico riguardante le aree urbane e periurbane in ottemperanza ai disposti della Legge Regionale n. 23 del 1999 art. 6 e successive modificazioni.

L'indagine geologica è consistita, oltre che nelle opportune ricerche bibliografiche, nella esecuzione di una campagna di rilevamento di superficie delle aree rientranti nel perimetro urbano e delle aree ad esso limitrofe in modo da avere un migliore quadro generale di assieme dei rapporti intercorrenti tra le varie formazioni affioranti e, quindi, del loro assetto strutturale.

Le osservazioni di campagna hanno trovato un momento di verifica e di integrazione nella realizzazione di una puntuale campagna d'indagine geognostica realizzata per conto del Comune di Viggiano dalla società KREADE INNO srl.

Tale indagine è consistita nella esecuzione di n. 16 sondaggi sismici di cui 11 sviluppati con tecnica MASW e 5 a rifrazione che hanno permesso la determinazione della velocità delle onde trasversali Vs fino alla profondità di 30 metri dal p.c. e la costruzione della Carta della Microzonazione Sismica, così come espressamente previsto dall'O.P.C.M. n.3274 / 2003 e dalla L.R. n.23/1999.

Sono stati inoltre realizzati n° 6 sondaggi a carotaggio continuo con relativi prelievi di campioni che hanno permesso di caratterizzare i siti da un punto di vista geotecnico e n° 8 saggi meccanici durante i quali sono stati prelevati n° 9 campioni indisturbati.

Nelle aree interessate da affioramenti rocciosi sono stati effettuati dei rilievi geomeccanici con l'utilizzo dello sclerometro che ha permesso di verificare i valori di compressione e la loro classificazione RQD.

Le ricerche bibliografiche hanno permesso la consultazione di una serie di studi geologici condotti nell'ambito del perimetro urbano e la relativa utilizzazione di informazioni e dati rivenienti dalle indagini geognostiche condotte in tali contesti.

Il presente studio riporta, altresì, tutte le integrazioni che si sono rese necessarie a seguito sia degli incontri e dei sopralluoghi svolti con i rappresentati dei vari Enti interessati all'approvazione del Regolamento Urbanistico sia in ottemperanza alle note che gli stessi Enti hanno fatto pervenire al Comune di Viggiano in occasione delle trasmissioni degli elaborati ed in ultimo in sede di Conferenza di Servizio tenutasi in data 25 giugno 2015.

Nell'insieme lo studio geologico comprende:

Comune di Viggiano – Studio Geologico Regolamento Urbanistico

- Relazione geologica
- Verifica idraulica Fosso Località Maiorana
- Indagini geognostiche
- Carta Geolitogica
- Sezione Geolitologica
- Carta Geomorfologica e della stabilità dei versanti
- Carta delle Pendenze
- Carta di Microzonazione Sismica
- Verifiche di stabilità del versante
- Carta di sintesi della pericolosità e criticità geologica e geomorfologica
- Carta dei sondaggi geognostici
- Verifiche di stabilità
- Verifiche geomeccaniche degli ammassi rocciosi

2.0 UBICAZIONE

Il perimetro urbano del Comune di Viggiano è integralmente compreso nel Foglio della Carta d'Italia n° 505 sez. I "VIGGIANO" dell'IGM e sulla tavoletta II S.E. (Viggiano) del Foglio n. 199 (Potenza) della Carta Geologica d'Italia .

3.0 CARTA STRALCIO AUTORITA' DI BACINO (TAV. n. 6)

Come rilevabile dalla carta di sintesi della pericolosità, sulla quale vengono riportate le aree a rischio del Piano Stralcio dell'Autorità di Bacino della Regione Basilicata (aggiornamento 2014), varie porzioni di aree del perimetro urbano di Viggiano o ad esse limitrofe rientrano tra le aree a rischio idrogeologico, in particolare vanno evidenziate le aree classificate R2, R3 ed R4 presenti lungo i versanti in destra e sinistra del Viale della Rinascita, le fasce classificate R2 presenti a contorno dei rilievi calcarei del Castello e delle Croci, le aree R2 ed R3 che ritroviamo in località S. Oronzio, le aree R3 ed R4 ubicate ad ovest e nord – ovest del Cimitero , ancora l'area R1 che abbraccia parte della località Paschiere, la zona del campo Sportivo e quella immediatamente a valle ed infine l'area R3 che ritroviamo a sud del centro urbano in località San Caterina.

Ovviamente, su tutte queste aree menzionate vige il regolamento del Piano Stralcio dell'Autorità di Bacino che di anno in anno viene aggiornato.

R4 – RISCHIO IDROGEOLOGICO MOLTO ELEVATO E PERICOLOSITA' MOLTO ELEVATA - sono classificate come aree a rischio idrogeologico molto elevato ed a pericolosità molto elevata quelle aree in cui è possibile l'instaurarsi di fenomeni tali da provocare la perdita di

vite umane e/o lesioni gravi alle persone, danni gravi agli edifici ed alle infrastrutture, danni al patrimonio ambientale e culturale, la distruzione di attività socio-economiche;

R3 – AREE A RISCHIO IDROGEOLOGICO ELEVATO ED A PERICOLOSITÀ ELEVATA - sono classificate come aree a rischio idrogeologico elevato ed a pericolosità elevata quelle aree in cui è possibile l'instaurarsi di fenomeni comportanti rischi per l'incolumità delle persone, danni funzionali agli edifici ed alle Infrastrutture con conseguente inagibilità degli stessi, l'interruzione delle attività socio-economiche, danni al patrimonio ambientale e culturale.

R2 – AREE A RISCHIO IDROGEOLOGICO MEDIO ED A PERICOLOSITÀ MEDIA - sono classificate come aree a rischio idrogeologico medio ed a pericolosità media quelle aree in cui è possibile l'instaurarsi di fenomeni comportanti danni minori agli edifici, alle infrastrutture ed al patrimonio ambientale, che non pregiudicano le attività economiche e l'agibilità degli edifici.

4.0 RILEVAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

I rilievi geologici di campagna integrati e verificati dalle informazioni rivenienti dalla campagna d'indagine geognostica e dalla consultazione bibliografica, hanno consentito di individuare e cartografare nella carta geologica le unità geolitologiche affioranti nell'area di Piano e nelle aree ad essa limitrofe.

4.1. Rilevamento Geologico e Carta Geologica (TAV. n° 1)

Di seguito tutte le unità geolitologiche individuate durante il rilevamento verranno descritte in ordine cronologico partendo da quelle più antiche a quelle più recenti.

Depositi marini

4.1.1. Scisti Silicei (Unità di Lagonegro)

Si tratta di depositi di origine marina rappresentati da diaspri radiolaritici di colore verde e rosso, in strati di da 2 a 30 cm, ed argilliti silicee rossastre con rare intercalazioni di brecciole gradate silicizzate a foraminiferi arenacei e radioli di echinidi.

Tale formazione di età Giurassica è riconducibile alla Unità di Lagonegro e la si trova in affioramento a sud ed ad est del centro abitato di Viggiano e solo in una limitata porzione di area in località Santa Lucia affiora all'interno del perimetro urbano.

I versanti costituiti da tale successione presentano pendenze anche notevoli.

I terreni appartenenti a tale formazione sono caratterizzati da parametri meccanici buoni.

4.1.2. Flysch Galestrino (Unità di Lagonegro)

Tale formazione di età Cretaceo ed inquadrabile nell'ambito dell'Unità di Lagonegro è costituita da una alternanza di argilliti fogliettate grigio – brune e calcilutiti silicifere grigie o bruno rosate all'alterazione, con intercalazioni di marne siltose grigio biancastre e di brecciole calcaree.

Le calcilutiti, in strati spessi da qualche centimetro al metro, mostrano la tipica fratturazione della “pietra paesina”.

Generalmente le caratteristiche meccaniche di tali terreni sono mediocri e, comunque, esse sono funzione di vari fattori tra cui il contenuto d'acqua, la percentuale di argilla ed il grado di alterazione e di fratturazione, la permeabilità è quasi nulla ed il grado di erodibilità piuttosto elevato.

Tali terreni si ritrovano in estesi affioramenti nella porzione nord del perimetro urbano alle località Papa Giovanni, Cicala e Maiorana e nella porzione sud – ovest nell'intorno del Cimitero, La Monaca e Santa Caterina

I versanti costituiti da tale formazione hanno acclività molto variabili in funzione del tipo litologico prevalente ed in funzione di tale diverso valore di pendenza ne deriva una variabile scala di stabilità.

4.1.3. Calcari fratturati (Unità di Piattaforma Campano-Lucana)

Si tratta di depositi di origine marina in facies neritica e di scogliera, noti in letteratura come terreni calcareo dolomitici della Piattaforma Campano – Lucana e rappresentati da calcareniti e calciruditi fratturati di colore grigiastro dalla grana fine a struttura cristallina.

Tali litotipi, che tra l'altro costituiscono le due colline su cui sorge gran parte del centro abitato di Viggiano, in un contesto strutturale, poggiano per contatto tettonico sulla Formazione prima descritta del Flysch Galestrino e/o sugli Scisti Silicei e sempre con prevalente contatto tettonico anche con il flysch arenaceo-marnoso affiorante a nord e ad ovest del centro abitato.

Detti calcari si presentano sempre piuttosto fratturati e carsificati e sono caratterizzati da un alto grado di permeabilità per fratturazione, da una scarsa erodibilità e da buone caratteristiche meccaniche.

Come già si accennava, i calcari costituiscono le due collinette su cui sorge il centro antico di Viggiano e si ritrovano in affioramento a sud del centro abitato in località Santa Lucia e Santa Caterina a sud del presente centro sportivo.

4.1.4. Flysch arenaceo – marnoso (Formazione di Albidona)

Buona parte della porzione centrale dell'area urbana di Viggiano è costituita da una formazione flyscioide arenaceo – marnosa nella quale ritroviamo una alternanza di agilliti grigio-brune in strati sottili, cui si intercalano banchi di calcari marnosi di potenza fino a 20 metri.

Le arenarie hanno composizione litarenitica con abbondante frazione quarzosa mentre alla base della formazione è spesso presente un intervallo caotico costituito da un conglomerato a matrice argillosa prevalente, ad elementi metrici di rocce cristalline, arenarie a blocchi di dimensione anche notevole di calcare.

L'età della formazione è Miocene inferiore - medio.

L'alternanza, nell'ambito di tale formazione, di diversi tipi litologici determina una variazione delle caratteristiche meccaniche in funzione del contenuto percentuale in argilla ed acqua e del grado di fratturazione; generalmente tali terreni assumono caratteristiche classificabili da discrete a buone, inoltre si evidenzia un elevato grado di erodibilità ed una permeabilità quasi nulla.

Tali terreni affiorano nella parte centrale dell'agglomerato urbano lungo i due versanti che da Viale della Rinascita degradano verso est ed ovest, in corrispondenza dell'Area PIP in località S. Oronzio e nella zona del Mattatoio.

Depositi continentali

4.1.5. Breccie calcaree cementate

Le breccie calcaree di età pleistocenica che ritroviamo in affioramento tutt'intorno alle due colline calcaree su cui insiste la parte antica di Viggiano ed in modo particolare lungo il versante più meridionale della collina del Castello in località Paschiere, hanno avuto origine dall'azione di disfacimento chimico-fisico che ha interessato nel tempo i terreni calcarei presenti a monte e risultano costituite da elementi calcarei e calcareo dolomitici a spigoli vivi ed a cemento calcitico.

Posseggono un alto grado di cementazione, da cui derivano ottime caratteristiche meccaniche, ed un alto grado di permeabilità per fessurazione e/o per porosità.

Lo spessore detritico delle breccie calcaree cementate varia dal metro ad una decina di metri nella porzione più bassa della collina su cui sorge il centro abitato. Spesso all'interno della formazione detritica si rinvencono cavità naturali di tipo ipogeo il cui sviluppo è piuttosto moderato (solo alcuni metri), e uno stato di fratturazione da medio ad alto.

4.1.6. Depositi di versante

Tali depositi (Olocene) sono rappresentati da detrito di versante sciolto costituito prevalentemente da brecce e blocchi carbonatici pseudo arrotondati in matrice terrosa, intervallati a livelli terrosi con rari clasti calcarei all'interno, sono rinvenibili in affioramento alla località S. Oronzio nell'intorno dell'ex campo sportivo.

4.1.7. Depositi fluviali

Sono costituiti principalmente da sabbie, ghiaie e conglomerati sciolti in prevalenza di natura calcarea ed arenacea e si trovano lungo le incisioni torrentizie (Attaule).

4.1.8. Accumuli eluvio - colluviali

Nella località S. Oronzio, nei pressi del campo sportivo e lungo il versante sud della collinetta delle Croci affiorano tali depositi eluvio - colluviali che si sono formati a spese del substrato di base ad opera dei processi di alterazione fisica e chimica che li hanno interessati (Attuale); si tratta, generalmente, di elementi calcarei ed arenacei immersi in abbondante matrice terrosa presenti in depressioni morfologiche, tettoniche e nelle incisioni idriche.

4.1.9. Depositi antropici

Si tratta di materiale di origine antropica di natura varia solitamente sciolto e mal cementato, tali depositi si ritrovano in località S. Oronzio in corrispondenza dell'ex campo sportivo, nella zona di Papa Giovanni sulla strada che va verso Laurenzana, nella zona del campo sportivo ed infine nella cava nella zona di Santa Lucia.

4.2. Rilevamento geomorfologico e carta morfologica (TAV. n° 03)

Le varie aree rilevate facenti parte del perimetro urbano di Viggiano sono caratterizzate da una estrema variabilità morfologica così come si differenziano per le forme di evoluzione che ne hanno condizionato nel corso degli anni la naturale trasformazione ed evoluzione morfologica.

In tale contesto si passa da zone caratterizzate da pendenze accentuate come il caso delle due collinette su cui sorge il centro antico di Viggiano ove affiorano i calcari, ad aree meno acclivi, in corrispondenza dell'affioramento di terreni flyschiodi, coincidenti con tutta la porzione più centrale e settentrionale dell'abitato quale Viale della Rinascita, zona Papa Giovanni, località Cicala ed infine aree sub pianeggianti ove a prevalere sono gli affioramenti colluviali o i depositi di versante più o meno cementati.

Gli elementi di trasformazione che maggiormente hanno determinato l'attuale assetto morfologico sono da ricercare in primo luogo alle vicende tettoniche che mediante una serie di

faglie e sovrascorrimenti hanno dislocate le varie formazioni affioranti determinandone l'attuale assetto strutturale oltre che tutti i vari fenomeni di erosione e di alterazione chimica e fisica che in modo significativamente diverso hanno inciso a secondo delle peculiari caratteristiche meccaniche delle formazioni affioranti.

I rilievi morfologici hanno altresì consentito di evidenziare in particolare una serie di movimenti gravitativi che interessano direttamente le aree del perimetro urbano o ne sono ubicate al limite; in particolare vanno rilevati i movimenti franosi presenti in sinistra orografica del Viale della Rinascita che lambiscono il perimetro urbano e la frana che interessa la estrema porzione sud del perimetro urbano in località Santa Caterina.

In genere tali frane, secondo la classificazione di Varnes, sono della tipologia a scorrimento rotazionale ed interessano solitamente lo strato più alterato del substrato e i terreni di copertura il cui spessore è variabile tra i 4.00 e 6.00 mt., caratterizzate da una velocità di evoluzione estremamente lenta.

Immediatamente a nord del rilievo su cui sorgono i resti del Castello, lungo il versante sono stati evidenziati alcuni fronti rocciosi che saltuariamente rilasciano frammenti di roccia dalle dimensioni centimetriche.

4.3. Sezione geologica (TAV. n° 2)

Sono state realizzate n. 2 sezioni geologiche coincidenti con il profilo A-B che interseca tutto il centro abitato di Viggiano da Nord a Sud e ricostruisce il sistema geologico in profondità ed il profilo C-D che attraversa il centro abitato da ovest ad est.

Le sezioni in scala 1:2.000 mettono in evidenza i rapporti stratigrafico-strutturale delle principali Formazioni Geologiche che costituiscono il territorio del Centro abitato di Viggiano.

Dalle sezioni, infatti si evidenzia, come il controllo strutturale dell'intera morfologia sia dato da faglie presunte che dislocano in vari frammenti le sequenze stratigrafiche principali dell'Unità di Lagonegro sottostate alle Unità Carbonatiche di piattaforma Campano-Lucana, presente prevalentemente in prossimità dei due rilievi.

Le coperture sedimentarie di origine continentale ricoprono un ruolo importante soprattutto sulle pendici della collina e soprattutto sul versante meridionale.

Inoltre, è possibile osservare la sequenza stratigrafica relativa al Flysch di età miocenica che affiora a nord del centro abitato in discordanza stratigrafica con le Unità geologiche più antiche della Lagonegro e della Piattaforma carbonatica.

5.0 CARATTERISTICHE IDROGRAFICHE, IDROGEOLOGICHE E ASPETTI METEO-CLIMATICI

L'area del Comune di Viggiano è caratterizzata da diverse proprietà idrogeologiche collegate alle peculiarità litostratigrafiche presenti in loco, il rilevamento geologico ha permesso la individuazione delle seguenti diverse unità idrogeologiche:

- ✓ PERMEABILITA' PRINCIPALE PER FESSURAZIONE (Medio - Alta): Calcari fratturati, e scisti silicei.
- ✓ PERMEABILITA' MISTA PER POROSITA' E FESSURAZIONE (MEDIO-ALTA): brecce cementate.
- ✓ PERMEABILITA' PRINCIPALE PER POROSITA' (BASSA): Depositi superficiali incoerenti, detriti di falda, depositi eluvio-colluviali

Dall'attività di rilevamento e dall'analisi dei sondaggi meccanici non si evince una vera e propria falda principale, ma piccole falde irregolari sospese e piuttosto superficiali, impostatesi tra i 5.00 e i 10.00 metri di profondità soprattutto nelle litologie di natura flyscioide.

Il bacino di alimentazione di tutte le piccole sorgenti presenti sul territorio del centro urbano sono alimentate direttamente dall'acquifero presente nei carbonati (Complesso idrogeologico permeabile) che costituiscono le due colline su cui sorge l'abitato di Viggiano.

La falda è tamponata alla base dai depositi argillitici dei Galestri e da porzioni flyscioidi (Complesso idrogeologico impermeabile) coinvolte dal contatto tettonico (sovrascorrimento), impostando così sorgenti a soglia di permeabilità sottoposta (Santa Caterina, Convento).

Dal punto di vista idrografico si evidenzia la presenza di alcuni fossi naturali caratterizzati, in genere, da un modesto grado di incisione legato sia alle caratteristiche dei litotipi affioranti, abbastanza resistenti alle fasi erosive, sia alla non eccessiva quantità di acque che vi scorre in relazione alle modeste dimensioni dei bacini di alimentazione.

Un primo fosso di cui v'è rilevata la presenza è quello chiamato fosso Vallone presente nella parte nord – est delle aeree indagate, tale fosso si snoda lungo il versante sud - ovest del Monte Sant'Enoc, attraversa prima la zona di Piano di Lepre quindi insieme a dei piccoli affluenti interessa la zona dell'aerea PIP in corrispondenza della SP Viggiano – Laurenzana e sempre mantenendosi in sinistra orografica di Piazza Papa Giovanni prosegue fino ad immergersi nel Torrente Casale.

Allo stato attuale tale fosso non pare creare problematiche particolari non essendovi grosse evidenze di fasi erosive laterali o lungo l'asta, ma considerato che in corrispondenza dell'area PIP esso corre in parte entro un area considerata a rischio idrogeologico elevato (R3) è consigliabile ipotizzare e progettare delle opere di salvaguardia idrogeologica tese ad evitare in futuro possibili problematiche in relazione a periodi di eccezionali apporti pluviometrici.

Un altro fosso di cui v'è rilevata la presenza è quello presente nella porzione ovest del territorio comunale in località Cicala e Maiorana.

L'osservazione attuale del fosso non evidenzia problematiche erosive particolari ma il fatto che esso attraversi aree definite a medio rischio idrogeologico (R2) e che nella zona di attraversamento della strada Viggiano – Montagna Grande risulti in parte ostruito da opere andropiche appare necessario programmare delle opere di ripristino del naturale corso e degli interventi di protezione e difesa idrogeologica.

Relativamente a tale fosso si è provveduto alla elaborazione dello studio idraulico così come richiesto dalle Norme Tecniche di attuazione del Piano Stralcio dell'Autorità di Bacino.

Le risultanze di tale studio sono riportate a parte nella relativa relazione idraulica.

Si osserva infine la presenza del fosso in località Streppalda all'altezza ad ovest del centro urbano, anche in questo caso allo stato attuale non si evidenziano problematiche erosive particolare ma il fatto che esso scorra entro aree definite ad alto rischio idrogeologico ne consiglia una possibile sistemazione e difesa idrogeologica.

I fossi descritti rappresentano le principali vie di smaltimento delle acque meteoriche del territorio comunale, altrimenti le acque percorrono vie sotterranee nei carbonati alimentando sorgenti situate a sud del centro abitato (S. Caterina, Convento e S. Giovanni in località Le Vigne)

5.1 Caratteristiche meteo-climatiche

Per il presente lavoro, sono stati considerati i dati pluviometrici relativi all'area del bacino del Fiume Agri e dei dati provenienti da alcune stazioni meteorologiche situate sul territorio.

Il territorio regionale della Basilicata è caratterizzato prevalentemente da un clima tipicamente mediterraneo con estati calde e siccitose e con inverni miti sul versante ionico e più ricchi di precipitazioni nelle zone più interne del versante tirrenico.

Sono stati diversi gli studi relativi alle serie storiche di pioggia in Basilicata al fine di valutare le caratteristiche pluviometriche della Regione.

In particolare si sono presi in considerazione le Analisi dei Dati Pluviometrici in Basilicata (Conoscere la Basilicata) di A. De Stefano – M. Lo Russo (Tab.1) e gli annali idrologici dell'Ufficio Idrografico e Mareografico di Catanzaro pubblicati nel febbraio 2002 (Tab.2).

NOME STAZIONE	BACINO	QUOTA (m.s.l.m.)	MEDIA PRECIPITAZIONE ANNUA 1991-2000 [mm]	MEDIA PRECIPITAZIONE ANNUA 1921-2000 [mm]	RAPPORTO [A/B]
Viggiano	Agri	830	850	961.37	0.87

Tab.01 – dalla tabella di Confronto tra le precipitazioni medie annue in Basilicata nel periodo 1991-2000 e 1921-2000 (SIMN - Sezione di Potenza).

6.0 RISULTANZE INDAGINI GEOGNOSTICHE

Come si accennava in premessa a supporto ed integrazione delle indagini di superficie sono stati realizzati, su commissione del Comune di Viggiano (delibera 212 del 12-05-2010), dalla Società KREADE INNO srl n. 16 profili sismici di cui 11 sviluppati con tecnica MASW e n. 5 a rifrazione.

Inoltre, sono stati effettuati n° 6 sondaggi a carotaggio continuo e n° 8 saggi mediante escavatore con il prelievo di n° 9 campioni indisturbati con relative analisi di laboratorio e sono stati consultati i dati di indagini geognostiche effettuate in occasione di una serie di studi svolti nell'ambito del perimetro urbano.

Nella tabella n. 1 sottostante sono elencati, indicandone la zona ove effettuati, i sondaggi meccanici realizzati nel corso di studi geologici condotti negli anni nelle aree rientranti nel piano.

TABELLA N. 1 - SONDAGGI MECCANICI STUDI GEOLOGICI VARI				
Sondaggio n.	Profondità	Data	Tipo studio	Località
S01	13,00	11-07-1989	Lottizzazione	Santa Caterina
S02	13,00	07-07-1989		Santa Caterina
S03	16,00	05-07-1989		Santa Caterina
S04	14,50		Lot. Innamorato L	Santa Caterina
S05	15,00	05-04-1988	Chiesa di S. Antonio	Loc. Convento
S06	16,60	07-04-1988	“	“
S07	14,80	11-04-1988	“	“
S08	15,00		Lot “Streppalda”	Loc “Streppalda”
S09	18,00		Lot “Le Villette”	Località CICALA”
S10	15,00	01-03-1996	Lot “Le Villette”	Località CICALA”
S11			Lot Torzillo	Località CICALA
S12	16,00	08-09-2006	PIP	San Oronzio
S13	20,00	03-05-2007	Lott DE MAIO	Località CICALA
S14	20,00	06-1985	PRG 1	Località Santa Lucia
S15	15,00	06-1985	PRG 2	Località Santa Lucia
S16	15,00	06-1985	PRG 3	Valle Campo Sportivo
S17	10,00	06-1985	PRG 4	Sinistra orografica Viale della Rinascita
S18	20,00	06-1985	PRG 5	Sinistra orografica Viale della Rinascita
S19	10,00		Ex Clinica Pellettieri	Via Marconi
S20	10,00		Ex Clinica Pellettieri	Via Marconi
S21	15			Loc. Maiorana
S22	20	2013		Mercato
S23	20	2013		C.da S. Caterina
S24	20	2013		C.da S. caterina

Nella tabella n. 2 vengono indicati i sondaggi sismici a rifrazione, i sondaggi con tecnica Masw e i saggi meccanici realizzati in occasione di altri lavori geologici i cui dati sono stati utilizzati nel presente studio, a tal fine si indicano le aree ove tali indagini sono state eseguite.






TABELLA N. 2 – SONDAGGI SISMICI E SAGGI MECCANICI STUDI GEOLOGICI VARI					
Area	Località	Sondaggio sismico a rifrazione → SM00	Sondaggio sismico Masw → MASW00	Saggio meccanico S00	
CD 1	Sinistra orografica Viale della Rinascita				
CD 2	Piazzetta Pisciole	SM08	Masw 07		
CD 3	Via Pisciole	SM08	Masw 07		
CD 4	Via Gaetano Argentieri		Masw 01		
CD 5	Via Le Croci				
CD 6	Via Mercato				
CD 7	Via Gaetano Argentieri		Masw 01		
CD 8	Discesa S. Angelo		Masw 04		
CD 9	Corso G. Marconi				
CD 10	Via Ciro Menotti				
CD 11	Località S. Caterina		Masw 02 e 03		
CD 12	Località S. Caterina				
CD 13	Piazza Papa Giovanni		Masw 09		
CD 14	C.da Cicala	SM 11 e SM12	Masw 08		
D.P. 1a	Piazza Immacolata	SM 09 e SM10		S1,2,3,4 e 5	
D.P. 1b	Piazza Immacolata	SM 09 e SM10		S1,2,3,4 e 5	
D.P. 2	Via Comunale Madonna di Viggiano				
D.P. 3	Via Comunale Madonna di Viggiano				
D.P. 4	Via Comunale Madonna di Viggiano al di sotto del Tetto Lucano				
D.P. 5	Via Comunale Madonna di Viggiano – altezza Piazza Immacolata				
AF2	Sinistra orografica Viale della Rinascita				
D.P. 7	Destra orografica Viale della Rinascita				
	Corso Umberto		Masw 05		
	Via S. Pietro		Masw 06		
	Località S. Oronzio	SM03,04,05,06 e 07			
	Discesa M. di Savoia				
Art. 34	Zona Cicala a monte Hotel Teotokos	SM 07			
	Località Paschiere	SM01 E SM02			
Art. 35-2 Art. 17 – LR – 23 lott	Via S. Leonardo				
CD – Concessione Diretta D.P. – Distretto Perequativo - Nuovo Impianto Art. 35-2 art.17 – L.R. – 23 lott – Piani di Lottizzazione					

6.1. Sondaggi (S01) e saggi meccanici (SM01) realizzati per il Regolamento Urbanistico

Nella sottostante tabella n. 3 vengono indicate, definendone la zona ove ubicate, le indagini geognostiche condotte per il seguente studio.

Poiché nel presente piano vengono individuate aree con concessione diretta, aree di nuovo impianto, aree di lottizzazione ed aree di interesse pubblico, molte delle indagini geognostiche sono state ubicate proprio in queste aree in modo da approfondirne la conoscenza geologica e geotecnica.

TABELLA N. 3 – INDAGINI GEOGNOSTICHE CONDOTTE NEL CORSO DEL PRESENTE STUDIO

Area	Località	Sondaggio geofisico	Sondaggio geomeccanico	Saggio meccanico	Rilievo geomeccanico
		 SR00  MASW00	 S00	 SM00	 S00
CD 1	Sinistra orografica Viale della Rinascita			SM01 - SM06	
CD 2	Piazzetta Pisciole				
CD 3	Via Pisciole				
CD 4	Via Gaetano Argentieri		S05		
CD 5	Via Le Croci		S05		
CD 6	Via Mercato		S05		
CD 7	Via Gaetano Argentieri		S05		
CD 8	Discesa S. Angelo			SM05	S02
CD 9	Corso G. Marconi			SM04	
CD 10	Via Ciro Menotti	MASW 09			
CD 11	Località S. Caterina			SM03	
CD 12	Località S. Caterina			SM03	
CD 13	Piazza Papa Giovanni				
CD 14	C.da Cicala			SM07	
D.P. 1a	Piazza Immacolata	MASW 01/03/04	S01		
D.P. 1b	Piazza Immacolata	MASW 01/03/04	S03		
D.P. 2	Via Comunale Madonna di Viggiano			SM08	
D.P. 3	Via Comunale Madonna di Viggiano			SM08	
D.P. 4	Via Comunale Madonna di Viggiano al di sotto del Tetto Lucano			SM08	
D.P. 5	Via Comunale Madonna di Viggiano – altezza Piazza Immacolata	MASW 02	S02		
AF 2	Sinistra orografica Viale della Rinascita	MASW 05	S04		
D.P. 7	Destra orografica Viale della Rinascita	SR01 MASW 06		SM02	
	Rione S. Angelo	SR04			
	Località S. Oronzio	SR05			
	Zona Cimitero	SR02			
	Discesa M. di Savoia	MASW 08			
	Località Paschiere	SR03 MASW 10/11/12	S06		
Art. 35-2 Art. 17 – LR – 23 lott	Via S. Leonardo				S01
CD – Concessione Diretta D.P. – Distretto Perequativo - Nuovo Impianto Art. 35-2 art.17 – L.R. – 23 lott – Piani di Lottizzazione					

6.1.1. Sondaggio meccanico (S01) nell'area in località Piazzetta Immacolata

Il sondaggio a carotaggio continuo effettuato in località Maiorana-Piazzetta Immacolata è arrivato alla profondità di 20,00 metri dal p.c., durante la perforazione sono state effettuate due prove SPT, i cui risultati sono sintetizzati nella seguente tabella e si è desunta una stratigrafia caratterizzata da una successione flyscioide costituita da alternanze arenaceo-limoso-argillosa con livelli calcarenitici e calculititici, con un sovrastante spessore detritico argilloso-limoso-sabbioso alterato dallo spessore di circa 2,50 - 3,00 m., i valori geotecnici ricavati dalle analisi di laboratorio del campione 1 rimaneggiato evidenziano valori del peso di volume pari a 1.9 g/cmc, con una coesione pari 0,073 Kg/cm² ed un angolo d'attrito di 38,0°:

Sondaggio S1 - SPT	15 cm	30 cm	45 cm
-5,00	11	16	18
-11,00	18	22	R

6.1.2. Sondaggio meccanico (S02) nell'area in località Maiorana - Piazzetta Immacolata

Il sondaggio a carotaggio continuo S02 è stato realizzato in località Maiorana-Piazzetta Immacolata ed è stato spinto fino alla profondità di 20,00 metri dal p.c., nel corso della perforazione è stata effettuata una prova SPT, i cui risultati sono sintetizzati nella seguente tabella, e la stratigrafia ha evidenziato una successione flyscioide costituita da alternanze arenaceo-limoso-argillosa con livelli calcarenitici e calculititici, con sovrastante spessore detritico alterato argilloso-limoso-sabbioso e con breccie silicoclastiche eterometriche dallo spessore di circa 2,00 m., i valori geotecnici ricavati dalle analisi di laboratorio del campione n° 2 rimaneggiato prelevato alla profondità di 6,60 m. dal paino campagna, evidenziano valori del peso di volume pari a 2.01 g/cmc, con una coesione pari 0,22 Kg/cm² ed un angolo d'attrito di 23,0°:

Sondaggio S2 - SPT	15 cm	30 cm	45 cm
-8,50	9	18	32
-	-	-	-

6.1.3. Sondaggio meccanico (S03) nell'area in località Maiorana - Piazzetta Immacolata

Il sondaggio a carotaggio continuo S03 ubicato a monte della Piazzetta Immacolata ha raggiunto la profondità di 20,00 metri dal p.c., sono state effettuate due prove SPT, i cui risultati sono sintetizzati nella seguente tabella, ed è stata rilevata una stratigrafia rappresentata da materiale flyscioide costituita da alternanze arenaceo-limoso-argillosa con livelli calcarenitici e calculititici, con uno spessore superiore di circa 2,00-3,00 m, detritico e alterato argilloso-limoso-sabbioso e con breccie silicoclastiche eterometriche, i valori geotecnici ricavati dalle analisi di

laboratorio del campione n.1 rimaneggiato prelevato alla profondità di 6,00 m. dal piano campagna evidenziano valori del peso di volume pari a 1.91 g/cmc, con una coesione pari 0,035 Kg/cm² ed un angolo d'attrito di 33,9°:

Sondaggio S3 - SPT	15 cm	30 cm	45 cm
-6,50	20	22	R
-10,45	10	21	38

6.1.4. Sondaggio meccanico ^{S04} nell'area in località Viale della Rinascita

Il sondaggio a carotaggio continuo S04 è stato realizzato ad ovest del Viale della Rinascita, ha raggiunto la profondità di 19,00 metri dal p.c. e nel corso della perforazione sono state effettuate due prove SPT i cui risultati sono sintetizzati nella seguente tabella, la sequenza mette in evidenza una successione flyscioide costituita da alternanze arenaceo-limoso-argillosa con livelli calcarenitici e calculitici, con sovrastante strato detritico alterato argilloso-limoso-sabbioso dello spessore di circa 2,00 m., i valori geotecnici ricavati dalle analisi di laboratorio del campione n.1 rimaneggiato prelevato alla profondità di 8,00 m. dal piano campagna evidenziano valori del peso di volume pari a 1.85 g/cmc, con una coesione pari 0,093 Kg/cm² ed un angolo d'attrito di 31,5°:

Sondaggio S4 - SPT	15 cm	30 cm	45 cm
-8,50	15	18	20
-13,00	15	R	-

6.1.5. Sondaggio meccanico ^{S05} nell'area in località Mercato

Il sondaggio a carotaggio continuo S05 effettuato alla località Mercato ed è stato spinto fino alla profondità di 20,00 metri dal p.c., durante la perforazione sono state effettuate due prove SPT, i cui risultati sono sintetizzati nella seguente tabella, ed è stata desunta una successione flyscioide costituita da alternanze arenaceo-limoso-argillosa con livelli calcarenitici e calculitici, con un sovrastante strato detritico alterato argilloso-limoso-sabbioso e con breccie silicoclastiche eterometriche dallo spessore di circa 2,00 m., i valori geotecnici ricavati dalle analisi di laboratorio del campione n.1 rimaneggiato prelevato alla profondità di 5,30 m. dal piano campagna evidenziano valori del peso di volume pari a 1.74 g/cmc, con una coesione pari 0,21 Kg/cm² ed un angolo d'attrito di 16,3°:

Sondaggio S5 - SPT	15 cm	30 cm	45 cm
-5,00	17	19	24
-9,00	16	21	R

6.1.6. Sondaggio meccanico S06 nell'area in località Paschiere

Il sondaggio a carotaggio continuo S06 effettuato in località Paschiere ha raggiunto la profondità di 20,00 metri dal p.c., durante il sondaggio sono state effettuate due prove SPT, i cui risultati sono sintetizzati nella seguente tabella, la stratigrafia evidenzia un strato detritico alterato argilloso-sabbioso includente ciottoli e ghiaietto dello spessore di circa 3.0 metri a cui fanno seguito, prima uno strato di circa 4.0 metri di spessore di breccie eterometriche immerse in una matrice argillosa e poi una e poi una sequenza di breccie silicoclastiche eterometriche più o meno cementate. I valori geotecnici ricavati dalle analisi di laboratorio del campione n. 1 rimaneggiato prelevato alla profondità di 2,50 m. dal piano campagna evidenziano valori del peso di volume pari a 1.88 g/cmc, con una coesione pari 0,19 Kg/cm^q ed un angolo d'attrito di 21,1°:

Sondaggio S6 - SPT	15 cm	30 cm	45 cm
-4,30	9	14	18
-12,00	8	22	30

6.1.7. Saggio meccanico SM01 nell'area in località Viale della Rinascita – Valle distributore

Il saggio meccanico effettuato nell'area denominata CD1 ha raggiunto la profondità di circa 4 m. dal piano campagna, durante il saggio è stato prelevato un campione rimaneggiato alla profondità di 3,30 m. e la stratigrafia mette in evidenza i primi metri relativi alla porzione più alterata della successione flyscioide costituente il substrato che risulta costituita da limi-sabbioso-ghiaiosi con lenti argillose di colore grigio, i valori geotecnici ricavati dalle analisi di laboratorio evidenziano valori del peso di volume pari a 1,8 g/cmc, con una coesione pari 0,053 Kg/cm^q ed un angolo d'attrito di 23,1°.

6.1.8. Saggio meccanico SM02 nell'area in località Viale della Rinascita Centro Caritas

Il saggio meccanico SM02 effettuato nell'area D.P.7 ha raggiunto la profondità di 3,00 m. dal p.c. ed ha messo in evidenza lo strato superficiale costituito da sabbie limoso-ghiaiose con trovanti carbonatici provenienti dai versanti calcarei limitrofi.

Durante l'esecuzione del saggio geognostico non è stato prelevato nessun campione da poter analizzare.

6.1.9. Saggio meccanico SM03 nell'area in località Santa Caterina

Il saggio meccanico SM03 effettuato nell'area CD 12 ha raggiunto la profondità di 4,80 m. dal p.c., ha messo in evidenza lo strato superficiale di sottosuolo costituito da sabbie limoso-ghiaiose con trovanti carbonatici provenienti dai versanti calcarei limitrofi.

Durante l'esecuzione del saggio geognostico è stato prelevato alla profondità di 4,40 m. dal piano campagna un campione rimaneggiato, le cui analisi hanno dato i seguenti risultati:

SM3-C1: Peso di volume – 19,4 KN/m³, Coesione – 6,9 KPa, Angolo d'attrito – 33,0°

6.1.10. Saggio meccanico SM04 nell'area in località Corso Guglielmo Marconi

Il saggio meccanico SM04 effettuato nell'area CD 9 ha raggiunto la profondità di 3,00 m. dal p.c., ha messo in evidenza lo strato superficiale di sottosuolo costituito da terreno vegetale di circa mezzo metro e un substrato litoide composto da breccie calcaree cementate molto compatto.

Durante l'esecuzione del saggio geognostico non è stato possibile prelevare alcun campione.

6.1.11. Saggio meccanico SM05 nell'area in località Prima discesa Sant'Angelo

Il saggio meccanico SM05 effettuato lungo la discesa Sant' Angelo ha raggiunto la profondità di 3,90 m. dal p.c., ha messo in evidenza lo strato superficiale di sottosuolo costituito da terreno vegetale di circa ottanta centimetri e un substrato litoide composto da breccie calcaree cementate molto compatto ad una profondità di 2,30 m. dal piano campagna.

Durante l'esecuzione del saggio geognostico non è stato possibile prelevare alcun campione.

6.1.12. Saggio meccanico SM06 nell'area CD 1

Il saggio meccanico SM06 effettuato nei pressi dell'area CD 1 ha raggiunto la profondità di 4,00 m. dal p.c.. Esso ha messo in evidenza lo strato superficiale di sottosuolo costituito da terreno vegetale di circa mezzo metro e un substrato composto argille sabbioso-limose di colore marrone scuro contenenti elementi litoidi .

Durante l'esecuzione del saggio geognostico è stato possibile prelevare un campione rimaneggiato alla profondità di 3,70 m. dal p.c., le cui analisi hanno dato i seguenti risultati:

SM6-C1: Peso di volume – 18,6 KN/m³, Coesione – 7,7 KPa, Angolo d'attrito – 23,0°

6.1.12. Saggio meccanico SM07 nell'area in località Cicala a monte Ostello Teotokos

Il saggio meccanico SM07 effettuato nell'area CD 14 ha raggiunto la profondità di 2,88 m. dal p.c., tale saggio ha messo in evidenza lo strato superficiale di sottosuolo costituito da terreno vegetale di circa quaranta centimetri e un substrato litoide composto da livelli argilloso-sabbiosi di colore marrone scuro intervallati da strati marnosi e calcareo-marnosi.

Durante l'esecuzione del saggio geognostico non è stato possibile prelevare alcun campione.

6.1.13. Saggio meccanico SM08 nell'area in località Cicala

Il saggio meccanico SM08 effettuato nell'area D.P.3. ha raggiunto la profondità di 2,70 m. dal p.c. ed ha messo in evidenza lo strato superficiale di sottosuolo costituito da terreno vegetale di circa sessanta centimetri e un substrato litoide composto da livelli argilloso-sabbiosi di colore marrone scuro intervallati da strati marnosi e calcareo-marnosi.

Durante l'esecuzione del saggio geognostico non è stato possibile prelevare alcun campione.

6.2. Indagini geofisiche condotte per il Regolamento Urbanistico

Come già detto per il presente piano sono state effettuate 16 stendimenti geofisici di cui 11 con tecnica MASW e N. 5 stendimenti a rifrazione.

Le indagini geofisiche, come per le indagini geomeccaniche, sono state ubicate nei siti di principale interesse urbanistico ed hanno permesso di verificare i valori delle Vs30 dei siti in modo tale da attribuire le categorie di suolo di appartenenza.

6.2.1. Indagine geofisica MASW

Come accennato sono state effettuati 11 stendimenti geofisici con tecnica MASW.

6.2.1.1. Indagine geofisica MASW01

Dall'indagine MASW 01, effettuata a monte della Piazzetta Immacolata in prossimità del sondaggio meccanico S01, si evidenziano almeno due sismostrati di cui il primo con velocità delle onde S pari a 585 m/s ed un secondo più profondo con velocità medie di circa 925 m/s con un valore delle Vs30 pari a 765, 15 m/s attribuibile alla **categoria di suolo B**.

6.2.1.2. Indagine geofisica MASW02

Dall'indagine MASW 02, effettuata a valle della Piazzetta Immacolata in prossimità del sondaggio meccanico S02, si evidenziano almeno quattro sismostrati di cui il primo con velocità delle onde S pari a 518 m/s fino alla profondità di 11 m., un secondo compreso tra gli 11 e i 18 m. con velocità medie di circa 910 m/s, un terzo sismo strato con velocità di 540 m/s circa compreso tra i 18 e i 25 m. ed un quarto con velocità delle onde S di circa 858 m/s, con un valore delle Vs30 pari a 593,07 m/s attribuibile alla **categoria di suolo B**.

6.2.1.3. Indagine geofisica MASW03

Dall'indagine MASW 03, effettuata a monte della Piazzetta Immacolata in prossimità del sondaggio meccanico S03, si evidenziano almeno tre sismostrati di cui il primo con velocità delle

onde S pari a circa 430 m/s fino alla profondità di 11 m., un secondo compreso tra gli 11 e i 25 m. con velocità medie di circa 717 m/s ed un terzo sismo strato con velocità di 1491 m/s, con un valore delle Vs30 pari a 617,71 m/s attribuibile alla **categoria di suolo B**.

6.2.1.4. Indagine geofisica MASW04

Dall'indagine MASW 04, effettuata a monte della Piazzetta Immacolata in prossimità del sondaggio meccanico S03, si evidenziano almeno due sismostrati di cui il primo con velocità delle onde S pari a circa 400 m/s fino alla profondità di 8 m., un secondo compreso tra gli 11 e i 30 m. con velocità medie di circa 880 m/s, con un valore delle Vs30 pari a 651,72 m/s attribuibile alla **categoria di suolo B**.

6.2.1.5. Indagine geofisica MASW05

Dall'indagine MASW 05, effettuata in sinistra orografica del Viale della Rinascita in prossimità del sondaggio meccanico S04, si evidenziano almeno tre sismostrati di cui il primo con velocità delle onde S pari a circa 300 m/s fino alla profondità di 5 m., un secondo sismostrato con un graduale aumento delle velocità comprese tra i circa 630 m/s agli 886 m/s alla profondità di 28,00 m. dal p.c. ed un terzo sismo strato con velocità di 1358 m/s, con un valore delle Vs30 pari a 624,86 m/s attribuibile alla **categoria di suolo B**.

6.2.1.6. Indagine geofisica MASW06

Dall'indagine MASW 06, effettuata in destra orografica del Viale della Rinascita in prossimità del saggio meccanico S02, si evidenziano almeno due sismostrati di cui il primo con velocità delle onde S pari a circa 437 m/s fino alla profondità di 9 m., un secondo sismostrato con delle velocità comprese tra i circa 770 m/s agli 840 m/s, con un valore delle Vs30 pari a 656,42 m/s attribuibile alla **categoria di suolo B**.

6.2.1.7. Indagine geofisica MASW08

Dall'indagine MASW 08, effettuata nella parte terminale della Discesa Margherita di Savoia, si evidenziano almeno tre sismostrati di cui il primo con velocità comprese tra 280 e 340 m/s delle onde S fino alla profondità di 7 m., un secondo sismostrato con velocità pari a 543 m/s ed un terzo sismostrato compreso tra i 400 m/s, con un valore delle Vs30 pari a 421,78 m/s attribuibile alla **categoria di suolo B**.

6.2.1.8. Indagine geofisica MASW09

Dall'indagine MASW 09, effettuata in località Via Ciro Menotti, si evidenziano almeno tre sismostrati di cui il primo con velocità comprese tra 290 e 380 m/s delle onde S fino alla profondità di 9 m., un secondo sismostrato con velocità pari a 857 m/s, un terzo sismostrato con

velocità pari a 300 m/s registrante un'inversione di velocità ed un quarto sismostrato con velocità pari a 615 m/s, con un valore delle Vs30 pari a 431,90 m/s attribuibile alla **categoria di suolo B**.

6.2.1.9. Indagine geofisica MASW10

Dall'indagine MASW 10, effettuata in località Paschiere, si evidenziano almeno due sismostrati di cui il primo con velocità comprese tra 411 e 551 m/s delle onde S fino alla profondità di 25 m. ed un secondo sismostrato con velocità pari a 1364,00 m/s, con un valore delle Vs30 pari a 486,46 m/s attribuibile alla **categoria di suolo B**.

6.2.1.10. Indagine geofisica MASW11

Dall'indagine MASW 11, effettuata in località Paschiere, si evidenziano almeno tre sismostrati di cui il primo con velocità pari a circa 300,00 m/s delle onde S fino alla profondità di 6 m., un secondo sismostrato con velocità crescenti da 633 a 886 m/s ed un terzo sismostrato con velocità pari a 1358 m/s e con un valore delle Vs30 pari a 651,95 m/s attribuibile alla **categoria di suolo B**.

6.2.1.11. Indagine geofisica MASW12

Dall'indagine MASW 12, effettuata in località Campo sportivo ex piscina, si evidenziano almeno tre sismostrati di cui il primo con velocità abbastanza elevate variabili tra i seguenti valori di 1150,00 e 1689 m/s delle onde S fino alla profondità di 5 m., un secondo sismostrato con velocità decrescenti da 904 a 563 m/s ed un terzo sismostrato con velocità comprese tra 1398 e 1676 m/s ed un quarto sismostrato con velocità decisamente basse pari a 481 m/s e con un valore delle Vs30 pari a 874,76 m/s attribuibile alla **categoria di suolo A**.

6.2.2. Indagine geofisica profili a rifrazione SR.

Durante il corso della campagna d'indagine sono state effettuati n. 5 stendimenti geofisici con tecnica della rifrazione che integrati dai dati delle prospezioni esplicitate nei capitoli hanno permesso il calcolo dei moduli elastici e delle VS30, quest'ultimo previsto dall' O.P.C.M. n. 3274 del 20 marzo 2003.

6.2.2.1. Sondaggio sismici a rifrazione SR01

Il sondaggio sismico **SR01** è stato eseguito ad una quota di circa 900 metri s.l.m. in prossimità del Centro Caritas ubicato in destra orografica del Viale della Rinascita.

L'analisi della sismosezione SR1 ha consentito di effettuare una ricostruzione sismostratigrafica costituita essenzialmente da tre strati:

- *Strato 1*: tale strato più superficiale è caratterizzato da una velocità delle onde di compressione (V_p) che si attesta intorno ai 300 m/sec ed ha uno spessore massimo di 1.50 mt. Le velocità sono tali da fare assimilare questo strato ad un livello costituito da una coltre di alterazione o comunque da terreni che hanno un grado di addensamento basso e quindi scarse proprietà meccaniche.
- *Strato 2* : il secondo strato posto immediatamente al di sotto del precedente ha uno spessore di 5 – 9 metri ed una velocità delle onde P di circa 1000 m/s, le velocità rilevate consentono di assimilare questo livello a terreni con discrete caratteristiche meccaniche
- *Strato 3* : il terzo strato più profondo è riscontrabile alla profondità di circa 10 metri dal p.c.. Tale livello risulta costituito da terreni molto compatti che avendo velocità delle onde di volume pari a 2300 m/s possono essere assimilati a rocce del substrato rigido scarsamente fratturato.

6.2.2.2. Sondaggio sismici a rifrazione **SR02**

La sismosezione **SR02** è stata ubicata nei pressi del cimitero e i dati desunti consentono una ricostruzione sismostratigrafica costituita essenzialmente da tre strati:

- *Strato 1*: tale strato più superficiale è caratterizzato da una velocità delle onde di compressione (V_p) che si attesta intorno ai 300 m/sec ed ha uno spessore di circa 2.00 mt. Le velocità sono tali da fare assimilare questo strato ad un livello costituito da una coltre di alterazione o comunque da terreni che hanno un grado di addensamento basso e quindi scarse proprietà meccaniche.
- *Strato 2* : il secondo strato posto immediatamente al di sotto del precedente ha uno spessore medio di 8 metri ed una velocità delle onde P di circa 1500 m/s, le velocità rilevate consentono di assimilare questo livello a terreni con buone caratteristiche meccaniche.
- *Strato 3* : il terzo strato più profondo è riscontrabile alla profondità di circa 10 – 11 metri dal p.c.. Tale livello risulta costituito da terreni molto compatti che avendo velocità delle onde di volume pari a 2500 m/s possono essere assimilati a rocce del substrato rigido scarsamente fratturato.

6.2.2.3. Sondaggio sismici a rifrazione **SR03**

L'analisi della sismosezione **SR03** ubicata nei pressi del campo sportivo consente una ricostruzione sismostratigrafica costituita da tre strati:

- *Strato 1*: tale strato più superficiale è caratterizzato da una velocità delle onde di compressione (V_p) che si attesta intorno ai 300 m/sec ed ha uno spessore variabile, compreso tra 2.00 e 2.50 mt. Le velocità sono tali da fare assimilare questo strato ad un livello costituito da una coltre di alterazione o comunque da terreni che hanno un grado di addensamento basso e quindi scarse proprietà meccaniche.
- *Strato 2* : il secondo strato posto immediatamente al di sotto del precedente ha uno spessore di 10 metri ed una velocità delle onde P di circa 1600 m/s, le velocità rilevate consentono di assimilare questo livello a terreni con buone caratteristiche meccaniche.
- *Strato 3* : il terzo strato più profondo è ben delimitato da un riflettore che ha un andamento posto ad una profondità di circa 12.0 metri per poi risalire a circa 6.50 metri, tale livello risulta avere velocità delle onde di volume pari a 3000 m/s e può essere assimilato a rocce del substrato rigido scarsamente fratturato.

6.2.2.4. Sondaggio sismici a rifrazione SR04

Il profilo SR04 è stato condotto nella zona del Paschiere dove erano ubicati i prefabbricati post terremoto, l'analisi di tale sismosezione consente una ricostruzione sismostratigrafica costituita da tre strati:

- *Strato 1*: tale strato più superficiale è caratterizzato da una velocità delle onde di compressione (V_p) che si attesta intorno ai 300 m/sec ed ha uno spessore variabile, compreso tra 2.00 e 4.00 mt. Le velocità sono tali da fare assimilare questo strato ad un livello costituito da rocce mediamente addensate con caratteristiche geomeccaniche medio basse.
- *Strato 2* : il secondo strato posto immediatamente al di sotto del precedente ha uno spessore variabile di 6 - 20 metri ed una velocità delle onde P di circa 1300 m/s, le velocità rilevate consentono di assimilare questo livello a terreni con buone caratteristiche meccaniche.
- *Strato 3* : il terzo strato più profondo risulta posto ad una profondità di circa 6.0 – 20.0 metri dal piano di campagna, tale livello risulta avere velocità delle onde di volume pari a 2800 m/s e può essere assimilato a rocce del substrato rigido scarsamente fratturato.

6.2.2.5. Sondaggio sismici a rifrazione SR05

Il profilo SR05 è stato realizzato nell'area PIP lungo il versante a monte dell'Area e l'analisi di tale sismosezione consente una ricostruzione sismostratigrafica costituita da tre strati:

- *Strato 1*: tale strato più superficiale è caratterizzato da una velocità delle onde di compressione (V_p) che si attesta intorno ai 300 m/sec ed ha uno spessore di 2.50 mt. Le velocità sono tali da fare assimilare questo strato ad un livello costituito da rocce mediamente addensate con caratteristiche geomeccaniche medio basse.
- *Strato 2* : il secondo strato posto immediatamente al di sotto del precedente ha uno spessore costante di circa 11 metri ed una velocità delle onde P di circa 1000 m/s, le velocità rilevate consentono di assimilare questo livello a terreni con buone caratteristiche meccaniche.
- *Strato 3* : il terzo strato più profondo risulta posto ad una profondità di circa 14.0 metri dal piano di campagna, tale livello risulta avere velocità delle onde di volume pari a 2900 m/s e può essere assimilato a rocce del substrato rigido.

6.3. Indagini geognostiche condotte per altri studi geologici

Nell'ambito del perimetro urbano di Viggiano sono state nel tempo realizzate una serie di campagne geognostiche sia da parte dell'Amministrazione Comunale sia da parte di privati cittadini soprattutto in concomitanza di progetti di lottizzazione.

Nel seguito vengono riportate le risultanze di dette indagini poiché i dati e le informazioni desunte nell'insieme risultano utili agli scopi del presente lavoro.

6.3.1. Sondaggi meccanici (S...)

6.3.1.1. Indagini area sud dell'abitato località Santa Caterina e località Convento

Alla località Santa Caterina sono state eseguite dagli scriventi delle perforazioni meccaniche con relativo prelievo di campioni sottoposti ad analisi di laboratorio in occasione della predisposizione di Piani di Lottizzazione e nel contempo sono state realizzate a cura dell'Amministrazione delle indagini geognostiche per la riparazione della Chiesa di San Antonio:

6.3.1.1.1. Sondaggi (S01) (S02) (S03) ed analisi di laboratorio

In occasione della lottizzazione Fabiani/Di Pierri/Mazza sono stati eseguiti n. 3 sondaggi a carotaggio continuo che indicheremo con le sigle S01, S02 ed S03.

Nel sondaggio S01 dopo circa 50 cm di suolo agrario sono presenti in successione, uno strato di circa un metro di terreno argilloso di colore bruno con presenza di materiali ciottolosi di natura in prevalenza calcarea, quindi una alternanza di strati di vario spessore costituiti da arenarie ed argilliti stratificate di colore rossastro.

Dalla profondità di 4.40 mt fino al fondo foro si riscontra una continua alternanza di arenarie stratificate e sottili livelli argillosi.

Nel sondaggio S2 dopo un limitato strato di suolo agrario sono presenti due strati di argilla alterata giallastra con inclusi ciottoli di varia grandezza e dello spessore rispettivo di 3.50 e 4.00 mt intervallati e delimitati alla base da due strati di arenarie stratificate.

La successione continua con una alternanza di strati di argilla grigio – verdastra ed argilliti stratificate compatte.

Nel sondaggio S3 l'esame dei materiali ha evidenziato al di sotto di uno spessore di 0.50 mt di materiale detritico di natura calcarenitica e marnosa in abbondante matrice argillo-limosa, un primo strato costituito da argilliti di colore giallastro con ciottoli e da un secondo strato sempre di argilliti e marne in cui però è assente l'alterazione che nello strato superiore ha dato luogo alla colorazione giallastra.

In ognuna delle perforazioni ed alle rispettive profondità di 1.60, 3.40 e 2.80 dal p.c. sono stati prelevati dei campioni di terreno le cui successive analisi di laboratorio ne hanno evidenziato un peso di volume variabile tra 1.90 e 1.99 g/cmc, un contenuto percentuale naturale in acqua compreso tra il 12 ed il 27% ed un elevato tenore in fino che non scende al di sotto del 40%

Le prove di taglio hanno fornito un valore della coesione variabile tra 0.16 e 0.20 Kg/cm² ed un angolo di attrito variabile tra 21.0 e 23.16 gradi.

6.3.1.1.2. Sondaggio S04 ed analisi di laboratorio

In occasione della lottizzazione Innamorato Luigi, ubicata nella parte alta della località Santa Caterina, è stato eseguito n. 1 sondaggio a carotaggio continuo che indicheremo con la sigla S4, dall'analisi di tale sondaggio si desume che al di sotto di circa 50 cm di suolo agrario e detrito sciolto sono presenti delle argilliti giallastre a cui si alternano prima delle marne e poi delle calcareniti con rari livelli marnosi.

Fanno seguito delle argilliti siltose e poi alternanza di calcareniti con livelli marnosi ed argillosi ed infine argilliti e trovanti calcarei.

Le analisi di laboratorio condotte sul campione prelevato alla profondità di 1.60 mt hanno evidenziato un peso di volume pari a 1.91 g/cmc ed un peso specifico dei grani di 2.82 g/cmc, un contenuto in acqua del 24% ed un tenore di fino superiore al 70%.

La prova di taglio hanno fornito un valore della coesione pari a 0.15 Kg/cm² ed un angolo di attrito di 19 gradi.

6.3.1.1.3. Sondaggi S05 S06 S07 ed analisi di laboratorio

Nella fase di progettazione dei lavori consolidamento e riparazione della Chiesa di San Antonio sono stati eseguiti n. 3 sondaggi a carotaggio continuo che indicheremo con la sigle S5, S6 ed S7.

Nel sondaggio S5 si evidenzia al di sotto di circa 1.20 mt di terreno di riporto prima delle siltiti argillose giallognole con sabbia e ciottoli sparsi quindi degli strati di materiale lapideo di natura calcarea.

La serie continua con una alternanza di strati siltosi ed argillitici, di argilla limo-sabbiosa o marnosa e materiale lapideo calcareo.

Nel sondaggio S6 dopo uno spessore complessivo di circa 3.00 di terreno di riporto e siltiti argillose con ciottoli sparsi si riscontra una continua alternanza di livelli lapidei calcarei con argilla marnosa e siltiti argillose.

Nel sondaggio S7 dopo circa 2.0 mt di terreno agrario con ciottolame calcareo si trova prima uno strato potente 2.30 mt di brecce calcaree e poi una alternanza di argille marnose, siltiti argillose e materiale lapideo calcareo.

Durante le perforazioni sono stati prelevati n. 5 campioni di terreno che sottoposti ad analisi di laboratorio hanno fornito un valore di peso di volume variabile tra 1,810 e 1,891 g/cmc, un contenuto in acqua compreso tra 18.24 e 23,45%, un angolo di attrito ed una coesione variabili rispettivamente tra 18 e 21 gradi e 0.15 e 0.20 Kg/cmq.

6.3.1.1.4. Sondaggi S23 S24 ed analisi di laboratorio

Durante il corso dello studio geologico per la lottizzazione Fabiani ubicata a sud dell'ex carcere sono stati eseguiti i sondaggi a carotaggio S23 ed S 24.

In entrambi i sondaggi si assiste ad una continua alternanza prima di argille sabbio – limose e poi di calcilutiti, marne ed argilliti piuttosto compatte.

6.3.1.2. Indagini area centrale dell'abitato località Streppalda

In occasione del Piano di lottizzazione Streppalda gli scriventi hanno realizzato una perforazione meccanica con relativo prelievo di campioni sottoposti ad analisi di laboratorio:

6.3.1.2.1. Sondaggi S08 ed analisi di laboratorio

L'esame dei materiali prelevati durante la perforazione S8 ha premesso di rilevare che al di sotto di una copertura detritica di circa 0.70 cm sono presenti delle argilliti prima alterate e poi compatte a cui fanno seguito degli strati di marne, arenarie ed argilla.

Quindi ricompaiono le argilliti che si vanno ad alternare con strati di marne ed arenarie.

I campioni prelevati alle rispettive profondità di 1.00 e 8.60 evidenziano valori di peso di volume di 1.98 e 2.02 g/cmc, un contenuto d'acqua variabile percentualmente tra 18.3 e 21.5, un angolo di attrito e di coesione rispettivi di 19,2 e 20.10 gradi e 0.26 e 0.15 Kg/cm^q.

Nel sondaggio S22 si rileva un primo strato di terreno vegetale dello spessore di circa un metro, quindi uno spessore di materiale detritico arenaceo a cui segue un livello argillitico e quindi ancora uno strato detritico arenaceo.

La sequenza si chiude con una alternanza di livelli calcarenitici e marnosi piuttosto compatti.

6.3.1.3. Indagini area nord dell'abitato località Cicala

Alcune perforazioni meccaniche con relativo prelievo di campioni sottoposti ad analisi di laboratorio sono state effettuate alla località Cicala in occasione di Piani di Lottizzazione e ridefinizione di aree a rischio idrogeologico.

6.3.1.3.1. Sondaggio S09 ed analisi di laboratorio

Il sondaggio S9 è stato realizzato in occasione del Piano di Lottizzazione "Le Villette" ed ha evidenziato una continua alternanza di strati argillitici con livelli più o meno potenti di livelli e strati calcarenitici.

I campioni di terreno prelevati a 2.50 e 11.0 metri dal p.c. presentano un peso di volume compreso tra 1.95 e 2.09 g/cmc, un contenuto naturale d'acqua variabile tra il 15 ed il 25% e un elevato tenore in fino mai inferiore al 60%.

Le prove di taglio hanno desunto valori di angolo di attrito e coesione compresi tra 22 e 25 gradi e tra 0.00 e 0.12 Kg/cm^q.

6.3.1.3.2. Sondaggio S10 ed analisi di laboratorio

In sede di progettazione del Parco Le Villette è stato eseguito il sondaggio S10 durante il quale sono stati prelevati n. 2 campioni di terreno.

La analisi dei terreni di perforazione ha consentito di accertare la presenza di materiale di copertura costituito da detrito in matrice argillosa a cui fanno seguito delle argilliti con intercalazioni marnose e poi una continua sequenza di argilliti più o meno compatte.

I campioni di terreno prelevati a 3.00 e 10.0 metri dal p.c. presentano un peso di volume compreso tra 2.05 e 2.16 g/cmc, un contenuto naturale d'acqua variabile tra il 17 ed il 20%, valori di angolo di attrito e coesione compresi tra 20 e 23.75 gradi e tra 0.21 e 0.38 Kg/cm^q.

6.3.1.3.3. Sondaggio (S11) ed analisi di laboratorio

La perforazione S11 è stata realizzata per lo studio geologico teso alla riclassificazione di un'area sottoposta a vincolo di rischio idrogeologico ubicata alla località Cicala.

L'esame dei materiali prelevati durante la perforazione ha consentito di riconoscere un primo livello di copertura costituito da argilliti alterate miste a suolo agrario dello spessore di circa 1.00 metri passante verso il basso ad un secondo livello dello spessore di 3.60 metri costituito di argilliti mediamente compatte.

L'andamento stratigrafico continua con una continua alternanza di livelli di argilliti compatte nell'ambito delle quali si trovano livelli calcarenitici a luoghi frequenti e prevalenti.

Durante la perforazione meccanica sono stati prelevati alle rispettive profondità di 3.00 e 10.00 metri dal p.c. n. 2 campioni di terreno sottoposti ad analisi di laboratorio.

Le analisi di laboratorio sul campione prelevato alla profondità di 3.00 mt dal p.c. ne evidenziano un peso di volume pari a 1,97 g/cmc, un peso di volume secco pari a 1,55 g/cmc e un contenuto percentuale naturale in acqua del 26,8%; nel contempo la prova di taglio ne ha fornito un valore della coesione pari a 0,24 Kg/cm² ed un angolo di attrito di 23.50 gradi.

Il campione prelevato alla profondità di 10.0 metri dal p.c. si è desunto essere caratterizzato da un peso di volume di volume pari a 1,91 g/cmc, un peso di volume secco pari a 1,64 g/cmc e un contenuto percentuale naturale in acqua del 16,1%; la prova di taglio ne ha fornito un valore della coesione pari a 0,21 Kg/cm² ed un angolo di attrito di 28.30 gradi.

6.3.1.3.4. Sondaggio (S12)

Durante la redazione dello studio geologico relativo all'Area PIP in località S. Oronzio è stato effettuato un sondaggio a carotaggio continuo, l'esame dei materiali prelevati ha consentito di riconoscere un primo livello di copertura costituito da terreno vegetale (0.50 – 0.70 mt. di spessore) passante verso il basso ad un secondo livello di detrito misto ai materiali di alterazione del substrato (3.00 – 3.50 mt. di spessore).

L'andamento stratigrafico continua con un terzo strato costituito da una alternanza di marne argillose e livelli arenacei (spessore di circa 3.0 metri) ed infine con un bedrock piuttosto duro e compatto che prosegue fin a fondo foro con un spessore di circa 10.0 metri.

6.3.1.3.5. Sondaggi (S13) (Lottizzazione De Maio)

La perforazione effettuata per il piano di lottizzazione "De Maio" ha raggiunto la profondità di 20 m. dal p.c., durante la quale è stato prelevato un campione indisturbato alla profondità di 4.00 m..

Il sondaggio ha messo in evidenza una sequenza di argilliti prima di colore marrone fino alla profondità di 7.00 . dal p.c., passanti successivamente ad argilliti di colore grigio-verdastro, sempre intervallate da livelli calcarenitici e calcilutitici.

Il campione prelevato alla profondità di 4.0 metri dal p.c. si è desunto essere caratterizzato da un peso di volume pari a 2,10 g/cmc, un peso di volume secco pari a 1,84 g/cmc e un contenuto percentuale naturale in acqua del 14,19%; la prova di taglio ne ha fornito un valore della coesione pari a 0,08 Kg/cm² ed un angolo di attrito di 19.58 gradi.

6.3.1.3.6. Sondaggi S14 S15 S16 S17 S18 (Piano Regolatore Generale)

In fase di predisposizione del Piano Regolatore Generale vigente nel Comune di Viggiano sono stati predisposti n. 5 sondaggi meccanici.

Il primo sondaggio S14 è stato ubicato alla località Santa Lucia a valle della cabina ENEL ed ha evidenziato la sovrapposizione di un trovante calcareo di circa 5.50 metri di spessore e di un strato di circa 16.00 metri di breccie calcaree su terreni in prevalenza argillosi e marnosi.

Il sondaggio S15 ubicato un po' più a valle del precedente ha evidenziato in sostanza una continua alternanza di argille scagliose e marne con livelli calcilutitici.

Il sondaggio S16 ubicato ad est del campo sportivo ha messo in evidenza fino alla profondità di 15.0 metri breccie calcaree più o meno cementate e costituite da elementi di diametro variabile.

Il sondaggio S17 ubicato in sinistra orografica di Viale della Rinascita, condotto fino alla profondità di 10,00 m. dal p.c. ha messo alla luce una stratigrafia costituita da una sequenza di natura flyscioide

Infine, il sondaggio S18 situato più a valle del sondaggio precedente ha messo in evidenza la stessa sequenza fino a fondo foro (20,00 dal p.c.)

6.3.1.3.7. Sondaggi S19 S20 (Ex clinica Pellettieri)

Dai sondaggi S19 e S20 ubicati a valle dell' "Ex Clinica Pellettieri" si può desumere lo spessore relativo della copertura dei depositi continentali costituiti dalle breccie carbonatiche cementate e della loro distribuzione sul versante meridionale del centro abitato in oggetto.

6.3.1.3.8. Sondaggio S21 ed indagini di laboratorio

Il sondaggio S21 ubicato alla località Maiorana poco a valle della piazzetta della Madonnina ha rilevato al di sotto dello strato di terreno agrario una alternanza di strati argillitici di vario colore e strati calcarenitici e marnosi.

I dati di laboratorio desunti dai campioni prelevati alle profondità di 3.00 e 11.00 metri hanno rilevato rispettivamente pesi di volume di 1,95 e 2,09 g/cm³, coesione di 0,12 e 0 Kg/cm² e, infine, angoli di attrito di 22,32 e 25,52 gradi.

6.3.1.3.9. Sondaggio S22 ed indagini di laboratorio

Il sondaggio S22 è stato realizzato nella zona Mercato, da esso si rileva un primo strato di terreno vegetale dello spessore di circa un metro, quindi uno spessore di materiale detritico arenaceo a cui segue un livello argillitico e quindi ancora uno strato detritico arenaceo

6.3.2. *Prospezioni sismiche a rifrazione* e MASW

Nell'ambito del perimetro urbano di Viggiano oltre che sondaggi meccanici a più riprese sono stati realizzati nel tempo sia dall'Amministrazione Comunale che da privati cittadini una serie di rilievi sismici.

6.3.2.1. Indagini area Villa del Marchese

Durante il progetto di ristrutturazione della Villa del Marchese ubicata a valle della località Paschiere sono stati condotti n. 2 sondaggi sismici a rifrazione.

6.3.2.1.1. Sondaggi sismici SM1 e SM2

Il sondaggio sismico SM1 eseguito con una distanza intergeofonica di mt 7,00 ed una lunghezza totale di 77 metri lineari è stato ubicato a nord del fabbricato

Di seguito vengono descritti i risultati ottenuti:

Stendimento (SM1): ha evidenziato un modello riconducibile a tre sismostrati:

- *Strato 1:* caratterizzato da velocità delle onde di compressione (Vp) pari a 410 m/sec, mostra uno spessore variabile; infatti in corrispondenza dei primi geofoni si sono rilevate profondità dell'ordine dei 1,63 mt dal p.c., mentre nella parte terminale dello stendimento si sono raggiunti valori massimi di circa 2,62 mt dal p.c. Considerando le velocità rilevate, tale sismostrato risulta rappresentativo di materiale detritico mediamente addensato.
- *Strato 2 :* mostra velocità (Vp) dell'ordine dei 1370 m/sec, presenta uno spessore variabile tra i 6,84 mt, in corrispondenza dei primi geofoni, per poi approfondirsi nella parte terminale dello stendimento raggiungendo valori dell'ordine dei 8,72 mt. Tale sismostrato è assimilabile alle brecce calcaree mediamente cementate.
- *Strato 3 :* presenta velocità dell'ordine dei 2590 m/sec e mostra uno spessore indefinito in profondità, esso risulta rappresentativo della formazione calcarea fratturata.

Il sondaggio sismico SM2, anch'esso eseguito con una distanza intergeofonica di mt 7,00 ed una lunghezza totale di 77 metri lineari.

Tale stendimento, ubicato a sud del fabbricato, ha consentito di rilevare i dati di seguito descritti:

Stendimento (SM2): ha evidenziato sempre un modello a tre sismostrati:

- *Strato 1:* costituito da una velocità (V_p) che si attesta intorno ai 380 m/sec, mostra uno spessore, per l'intera lunghezza della stesa, compreso tra i 1,91 e i 3,00 mt circa dal p.c.; Tale strato è assimilabile a materiale detritico poco addensato.
- *Strato 2 :* mostra una velocità media (V_p) pari a 1330 m/sec e presenta uno spessore di 6,52 mt, in corrispondenza dei primi geofoni, per poi aumentare nella parte centro - terminale della stesa raggiungendo valori massimi di circa 9,15 mt. Tale sismostrato risulta rappresentativo delle brecce e blocchi calcarei.
- *Strato 3 :* caratterizzato da velocità (V_p) pari a 2520 m/sec., la sua litologia è attribuibile alla formazione calcarea mediamente fratturata.

6.3.2.2. Indagini area PIP località S. Oronzio

Nel corso della elaborazione del Piano PIP in località S. Oronzio l'Amministrazione di Viggiano ha fatto eseguire n. 4 sondaggi sismici a rifrazione.

6.3.2.2.1. Sondaggi sismici SM3, SM4, SM5 e SM6

Il sondaggio sismico **SM3** è stato eseguito ad una quota di circa 886 metri s.l.m. in direzione perpendicolare a quella che è la naturale inclinazione del versante con una distanza intergeofonica di mt 7,00 ed una lunghezza totale di mt 77.

L'analisi della sismosezione SS1 ha consentito di effettuare una ricostruzione sismostratigrafica costituita essenzialmente da tre strati:

- *Strato 1:* tale strato più superficiale è caratterizzato da una velocità delle onde di compressione (V_p) che si attesta intorno ai 550 m/sec ed ha uno spessore variabile, compreso tra 3.00 e 4.00 mt. Le velocità sono tali da fare assimilare questo strato ad un livello costituito da una coltre di alterazione o comunque da terreni che hanno un grado di addensamento basso e quindi scarse proprietà meccaniche.
- *Strato 2 :* il secondo strato posto immediatamente al di sotto del precedente ha uno spessore di 8 – 10 metri ed una velocità delle onde P di circa 1800 m/s, le velocità rilevate consentono di assimilare questo livello a terreni con buone caratteristiche meccaniche.

Verosimilmente questi terreni sono assimilabili a rocce costituite da una alternanza di calcareniti e marne con grado di fatturazione medio-alto.

- *Strato 3* : il terzo strato più profondo è riscontrabile alla profondità di circa 10 – 15 metri dal p.c.. Tale livello risulta costituito da terreni molto compatti che avendo velocità delle onde di volume pari a 2600 m/s possono essere assimilati a rocce del substrato rigido scarsamente fratturato.

L'analisi della sismosezione **SM4** consente una ricostruzione sismostratigrafica costituita essenzialmente da tre strati:

- *Strato 1*: tale strato più superficiale è caratterizzato da una velocità delle onde di compressione (V_p) che si attesta intorno ai 550 m/sec ed ha uno spessore di circa 4.00 mt. Le velocità sono tali da fare assimilare questo strato ad un livello costituito da una coltre di alterazione o comunque da terreni che hanno un grado di addensamento basso e quindi scarse proprietà meccaniche.
- *Strato 2* : il secondo strato posto immediatamente al di sotto del precedente ha uno spessore di 8 – 12 metri ed una velocità delle onde P di circa 1800 m/s, le velocità rilevate consentono di assimilare questo livello a terreni con buone caratteristiche meccaniche. Verosimilmente questi terreni sono assimilabili a rocce costituite da una alternanza di calcareniti e marne con grado di fatturazione medio-alto.
- *Strato 3* : il terzo strato più profondo è riscontrabile alla profondità di circa 12 – 16 metri dal p.c.. Tale livello risulta costituito da terreni molto compatti che avendo velocità delle onde di volume pari a 2600 m/s possono essere assimilati a rocce del substrato rigido scarsamente fratturato.

L'analisi della sismosezione **SM5** consente una ricostruzione sismostratigrafica costituita da tre strati:

- *Strato 1*: tale strato più superficiale è caratterizzato da una velocità delle onde di compressione (V_p) che si attesta intorno ai 500 m/sec ed ha uno spessore variabile, compreso tra 2.50 e 3.80 mt. Le velocità sono tali da fare assimilare questo strato ad un livello costituito da una coltre di alterazione o comunque da terreni che hanno un grado di addensamento basso e quindi scarse proprietà meccaniche.
- *Strato 2* : il secondo strato posto immediatamente al di sotto del precedente ha uno spessore di 10 metri ed una velocità delle onde P di circa 1700 m/s, le velocità rilevate consentono di assimilare questo livello a terreni con buone caratteristiche meccaniche.

Verosimilmente questi terreni sono assimilabili a rocce costituite da una alternanza di calcareniti e marne con grado di fatturazione medio-alto.

- *Strato 3* : il terzo strato più profondo è ben delimitato da un riflettore che ha un andamento posto ad una profondità di circa 13.0 metri per poi risalire a circa 6.50 metri in corrispondenza degli ultimi due geofoni (circa 70 metri), tale livello risulta avere velocità delle onde di volume pari a 2500 m/s e può essere assimilato a rocce del substrato rigido scarsamente fratturato.

L'analisi della sismosezione **SM6** consente una ricostruzione sismostratigrafica costituita da tre strati:

- *Strato 1*: tale strato più superficiale è caratterizzato da una velocità delle onde di compressione (V_p) che si attesta intorno ai 700 m/sec ed ha uno spessore variabile, compreso tra 2.60 e 4.00 mt. Le velocità sono tali da fare assimilare questo strato ad un livello costituito da rocce mediamente addensate con caratteristiche geomeccaniche medio basse.
- *Strato 2* : il secondo strato posto immediatamente al di sotto del precedente ha uno spessore variabile di 8 - 10 metri ed una velocità delle onde P di circa 1500 m/s, le velocità rilevate consentono di assimilare questo livello a terreni con buone caratteristiche meccaniche. Verosimilmente questi terreni sono assimilabili a rocce costituite da una alternanza di calcareniti e marne con grado di fatturazione medio-alto.
- *Strato 3* : il terzo strato più profondo risulta posto ad una profondità di circa 11.0 – 14.0 metri dal piano di campagna, tale livello risulta avere velocità delle onde di volume pari a 2600 m/s e può essere assimilato a rocce del substrato rigido scarsamente fratturato.

6.3.2.3. Indagini area PIP costruzione autorimessa

Nel corso del progetto per la costruzione dell'autorimessa comunale nell'Area PIP in località S. Oronzio l'Amministrazione di Viggiano ha fatto eseguire n. 1 sondaggio sismico a rifrazione.

6.3.2.3.1. Sondaggio sismico SM7

Dall'analisi della sismosezione SM7 è possibile effettuare una ricostruzione sismostratigrafica costituita essenzialmente da tre strati:

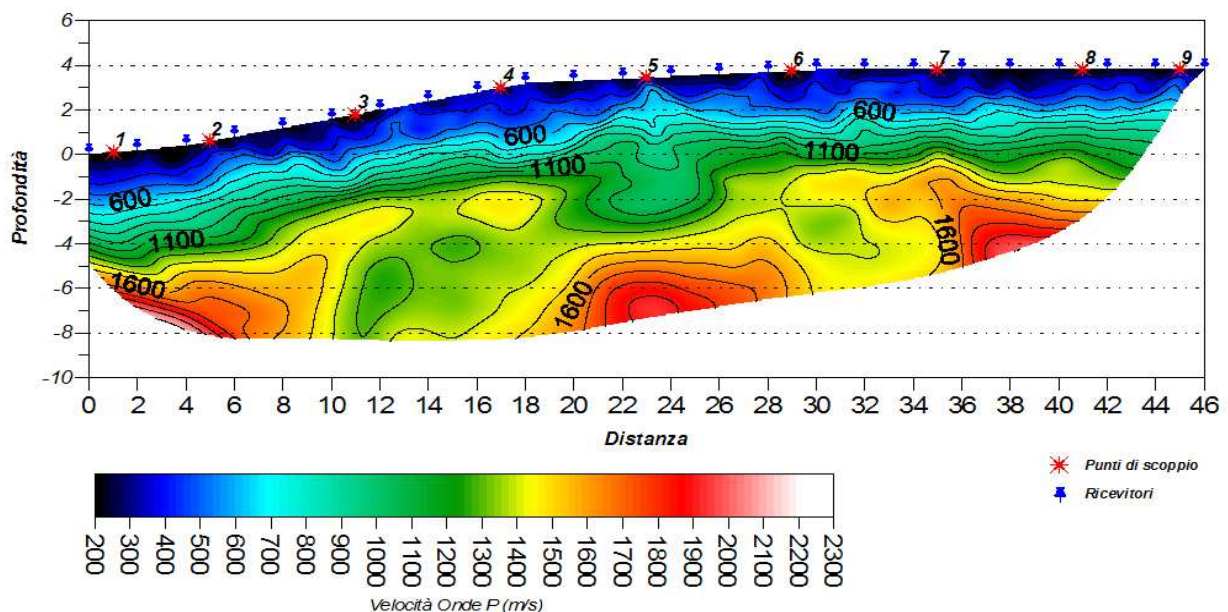
- *Strato 1*: il primo strato quello più superficiale ha uno spessore medio di 3 metri, la velocità delle onde di volume risulta essere di circa 500 m/s. La velocità delle onde è tale

da fare assimilare questo strato di terreno ad un livello costituito da una coltre di alterazione o comunque da terreni che hanno un grado di addensamento basso e quindi scarse proprietà meccaniche.

- *Strato 2*: il secondo strato che ha uno spessore di circa 2 metri, può essere assimilato ad uno strato costituito da terreni mediamente addensati avendo una velocità delle onde di volume di circa 1000 m/s. Tali terreni sono comunque da considerarsi come litologie aventi scarse proprietà meccaniche.
- *Strato 3*: il terzo strato profondo circa 5 - 6 metri dall'attuale piano campagna, ha una velocità delle onde di P di circa 2050 m/s e delle onde S calcolate di circa 830 m/s. Le velocità delle onde sismiche sono tali da far assimilare questi terreni a rocce ben addensate con buone proprietà meccaniche ed assimilabili a terreni del substrato.

6.3.2.4. Sondaggio sismico località Mandorleto SM8

Il sondaggio sismico SM8 è stato realizzato alla località Mandorleto.



La prospezione ha evidenziato la presenza nel sottosuolo di quattro sismostrati:

- il primo di spessore compreso nei primi 2 m. circa e con velocità delle onde P tra 400 m/sec è assimilabile al terreno superficiale breccie carbonatiche poco cementate (materiale di copertura) sciolto ed aerato con mediocri caratteristiche tecniche;
- il secondo strato, possiede la velocità delle onde longitudinali pari a circa 800 m/sec e si riscontra fino alla profondità di 4 – 5 m ed è riferibile alla porzione del substrato costituita in prevalenza dalle breccie carbonatiche molto cementate;

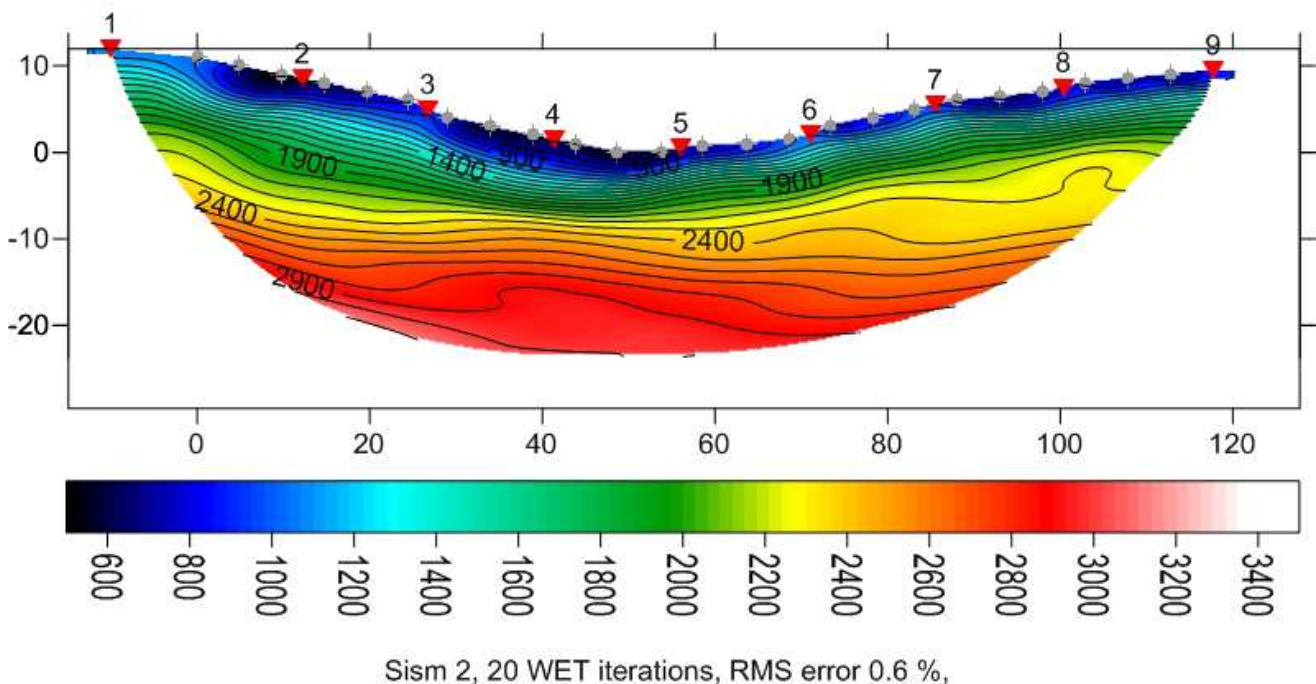
- il terzo e quarto strato possiede la velocità delle onde longitudinali pari a 1.400 – 1.800 m/sec costituisce il bedrock relativo ed è riferibile a materiale a comportamento prevalentemente lapideo.

6.3.2.5. Sondaggi sismici località Maiorana SM 9/10 e 11

Durante la predisposizione dello specifico studio geologico finalizzato alla rideterminazione del livello di rischio idrogeologico alla località Maiorana sono stati realizzati i profili sismici SM9, SM10 ed SM1.

Lo stendimento SM09 è stato effettuato lungo il versante tra le quote 890 e 882 m s.l.m. perpendicolarmente alla massima pendenza. La geometria dell'indagine è stata la seguente:

STENDIMENTO SISMICO	N° Canali	Distanza intergeofonica	N° Shot	Lunghezza base sismica	Tipo Onde Sismiche
SM09	24	5 m	9	125 m	P



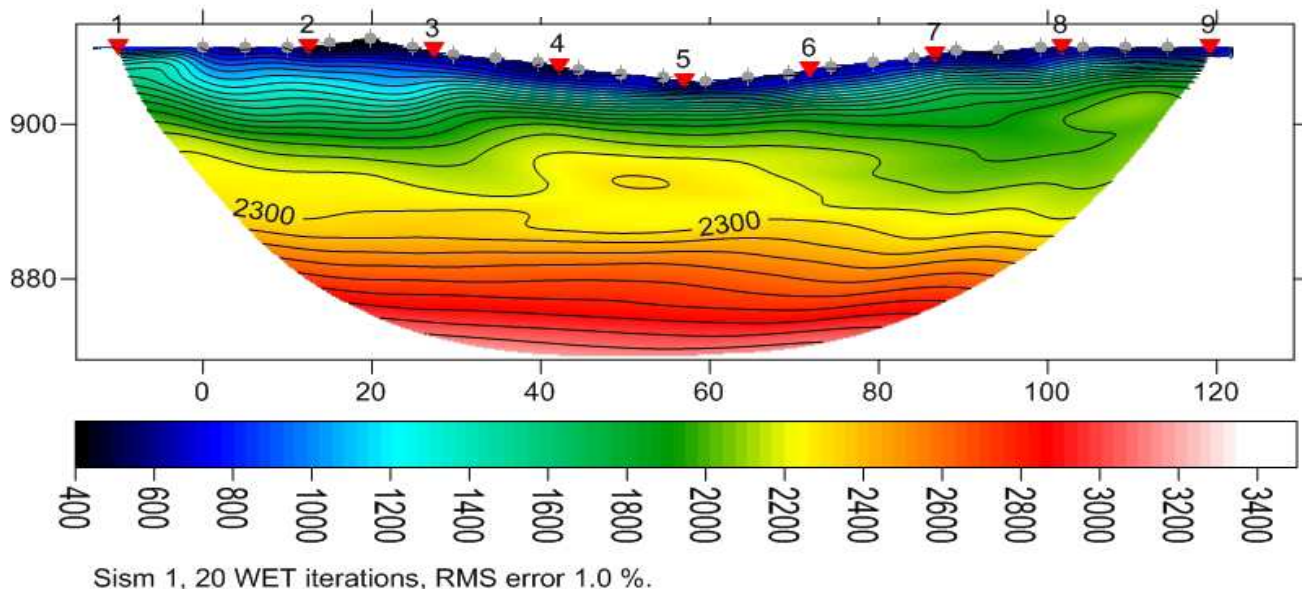
Dall'analisi della sismosezione SM09 è possibile effettuare una ricostruzione sismostratigrafica costituita essenzialmente da quattro strati:

- Il primo strato più superficiale ha uno spessore che varia da 2 a 3 metri, la velocità delle onde P risulta essere di circa 500-600 m/s. La velocità delle onde è tale da fare assimilare questo strato di terreno ad un livello costituito da una coltre di alterazione o comunque da

terreni che hanno un grado di addensamento basso e quindi proprietà meccaniche medio basse presenti prevalentemente al centro della concavità.

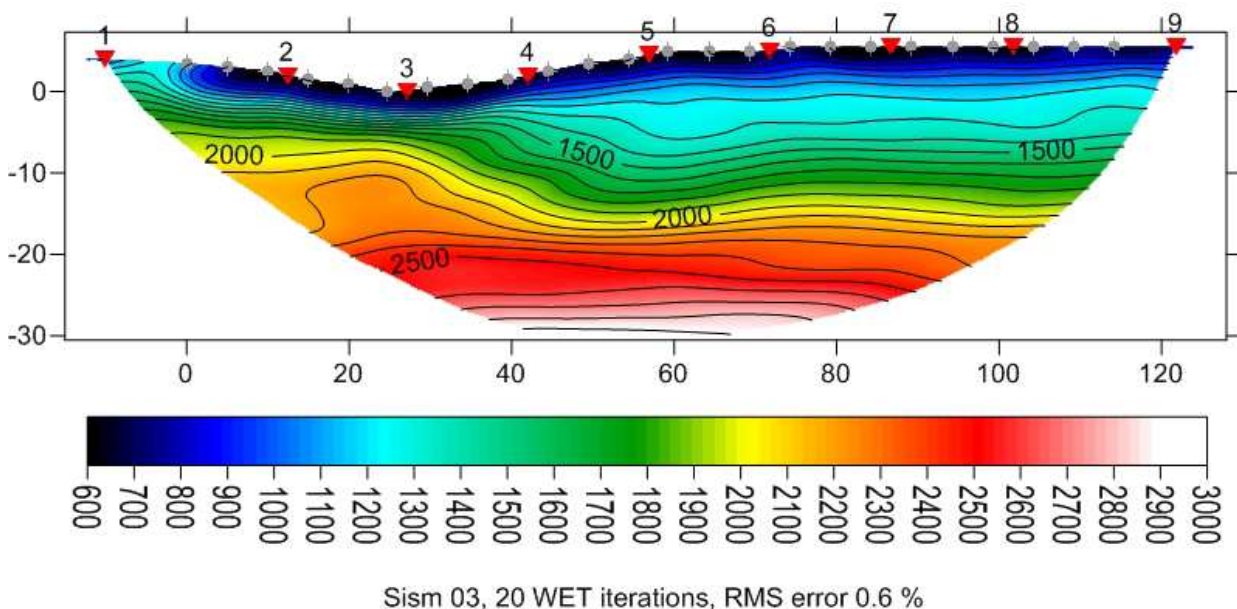
- Il secondo strato che ha uno spessore compreso fra 10 e 12 metri, può essere assimilato ad un livello costituito da terreni ben addensati avendo una velocità delle onde di P di circa 1000-1900 m/s. Tali terreni sono da considerarsi come litologie aventi proprietà meccaniche buone.
- Il terzo strato con uno spessore di circa 10 - 15 metri, ha una velocità delle onde longitudinali intorno a 2400 m/s. Le velocità delle onde sismiche sono tali da far considerare questi terreni a rocce ben addensate con buone proprietà meccaniche ed assimilabili a terreni del substrato lapideo.
- Il quarto ed ultimo strato con uno spessore di circa 10 - 15 metri, ha una velocità delle onde longitudinali intorno a 3000 m/s. Le velocità delle onde sismiche sono tali da far considerare questi terreni a rocce ben addensate con buone proprietà meccaniche ed assimilabili a terreni del substrato lapideo.

STENDIMENTO SISMICO	N° Canali	Distanza intergeofonica	N° Shot	Lunghezza base sismica	Tipo Onde Sismiche
SISM 10	24	5 m	9	125 m	P



Dall'analisi della sismosezione SM10 è possibile effettuare una ricostruzione sismostratigrafica costituita essenzialmente da quattro strati:

- Il primo strato più superficiale ha uno spessore che varia da 1 a 2 metri, la velocità delle onde P risulta essere di circa 400 m/s. La velocità delle onde è tale da fare assimilare questo strato di terreno ad un livello costituito da una coltre di alterazione o comunque da terreni che hanno un grado di addensamento basso e quindi proprietà meccaniche medio basse.
- Il secondo strato che ha uno spessore compreso fra 10 e 12 metri, può essere assimilato ad un livello costituito da terreni ben addensati avendo una velocità delle onde di P di circa 1000-1200 m/s. Tali terreni sono comunque da considerarsi come litologie aventi proprietà meccaniche buone.
- Il terzo strato con uno spessore di circa 15 - 20 metri, ha una velocità delle onde longitudinali intorno a 2300 m/s. Le velocità delle onde sismiche sono tali da far considerare questi terreni a rocce ben addensate con buone proprietà meccaniche ed assimilabili a terreni del substrato lapideo.
- Il quarto ed ultimo strato con uno spessore di circa 10 - 15 metri, ha una velocità delle onde longitudinali intorno a 3000 m/s. Le velocità delle onde sismiche sono tali da far considerare questi terreni a rocce ben addensate con buone proprietà meccaniche ed assimilabili a terreni del substrato lapideo.



Dall'analisi della sismosezione SM11 è possibile effettuare una ricostruzione sismostratigrafica costituita essenzialmente da quattro strati:

- Il primo strato più superficiale ha uno spessore che varia da 2 a 3 metri, la velocità delle onde P risulta essere di circa 500-600 m/s. La velocità delle onde è tale da fare assimilare

questo strato di terreno ad un livello costituito da una coltre di alterazione o comunque da terreni che hanno un grado di addensamento basso e quindi proprietà meccaniche medio basse presenti prevalentemente al centro della concavità.

- Il secondo strato che ha uno spessore variabile da sinistra a destra compreso fra 10 e 12 metri, può essere assimilato ad un livello costituito da terreni ben addensati avendo una velocità delle onde di P di circa 1000-1900 m/s. Tali terreni sono da considerarsi come litologie aventi proprietà meccaniche buone.
- Il terzo strato con uno spessore di circa 10 - 15 metri, ha una velocità delle onde longitudinali intorno a 2400 m/s. Le velocità delle onde sismiche sono tali da far considerare questi terreni a rocce ben addensate con buone proprietà meccaniche ed assimilabili a terreni del substrato lapideo.
- Il quarto ed ultimo strato con uno spessore di circa 10 - 15 metri, ha una velocità delle onde longitudinali intorno a 3000 m/s. Le velocità delle onde sismiche sono tali da far considerare questi terreni a rocce ben addensate con buone proprietà meccaniche ed assimilabili a terreni del substrato lapideo.

6.3.2.6. Sondaggio sismico località Cicala - Monte Ostello Teotokos SM12

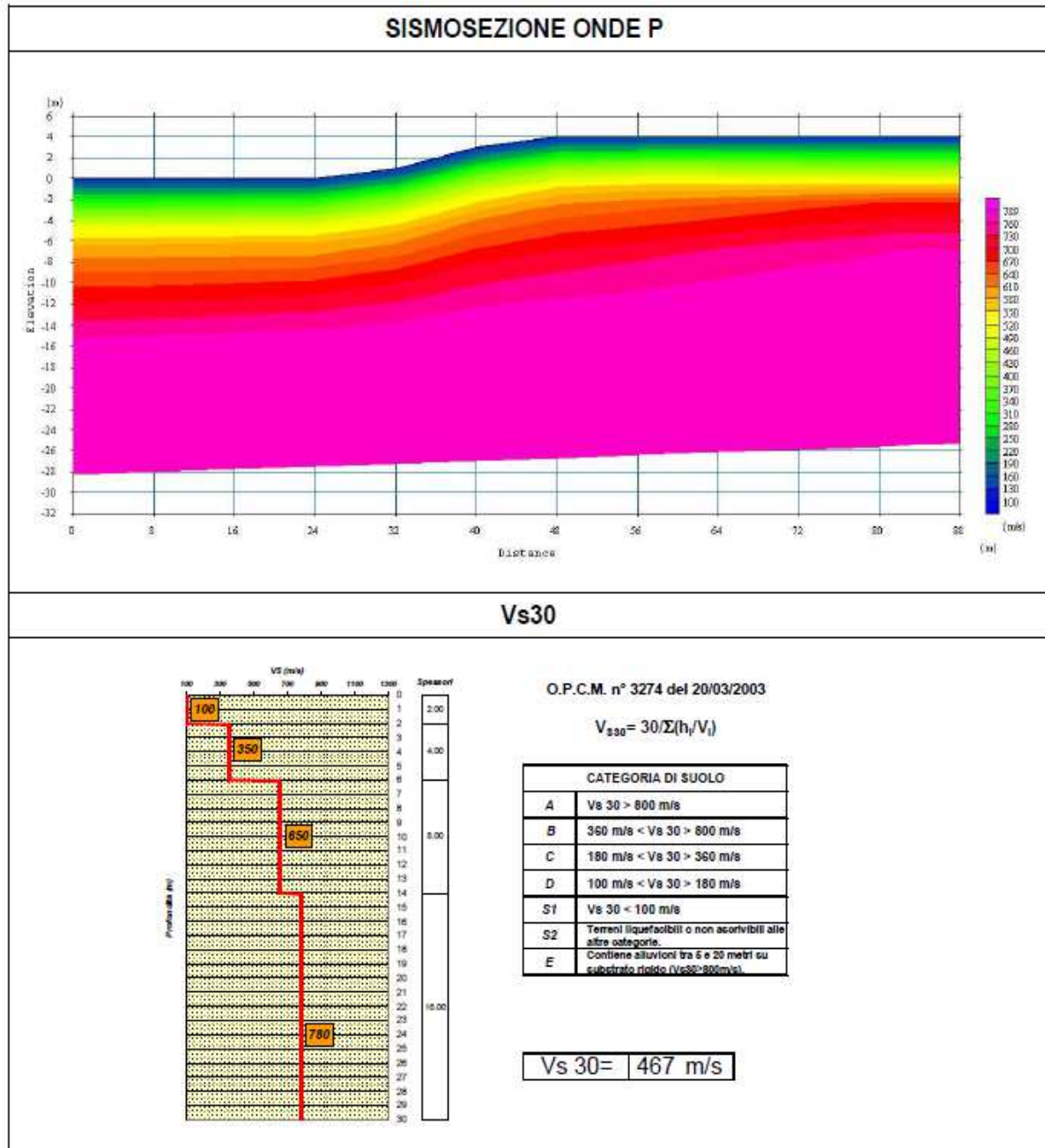
Lo stendimento "SISM 12" è stato effettuato ad una quota di compresa fra 930 e 950 m s.l.m. ed ha seguito la naturale inclinazione del versante. La geometria dell'indagine è stata la seguente:

STENDIMENTO SISMICO	N° Canali	Distanza intergeofonica	N° Shot	Lunghezza base sismica	Tipo Onde Sismiche
<i>SISM 12</i>	<i>24</i>	<i>5 m</i>	<i>7</i>	<i>115 m</i>	<i>P</i>

Dall'analisi della sismosezione "SISM 01" è possibile effettuare una ricostruzione sismostratigrafica costituita essenzialmente da tre strati:

- Il primo strato quello più superficiale ha uno spessore medio di 3.5 metri, la velocità delle onde P risulta essere di circa 350 m/s. La velocità delle onde è tale da fare assimilare questo strato di terreno ad un livello costituito da depositi di copertura o comunque da terreni che hanno un grado di addensamento basso e quindi proprietà meccaniche scadenti.
- Il secondo strato che ha uno spessore di circa 4.0 metri, può essere assimilato ad un livello costituito da terreni discretamente addensati avendo una velocità delle onde di P di circa 1500 m/s. Tali terreni sono da considerarsi come litologie aventi proprietà meccaniche medie.

- Il terzo strato profondo circa 5 - 8 metri dall'attuale piano campagna, ha una velocità delle onde longitudinali di circa 2300 - 2400 m/s. Le velocità 8 delle onde sismiche sono tali da far associare questo livello a terreni ben addensati con buone proprietà meccaniche ed assimilabili a rocce del substrato.



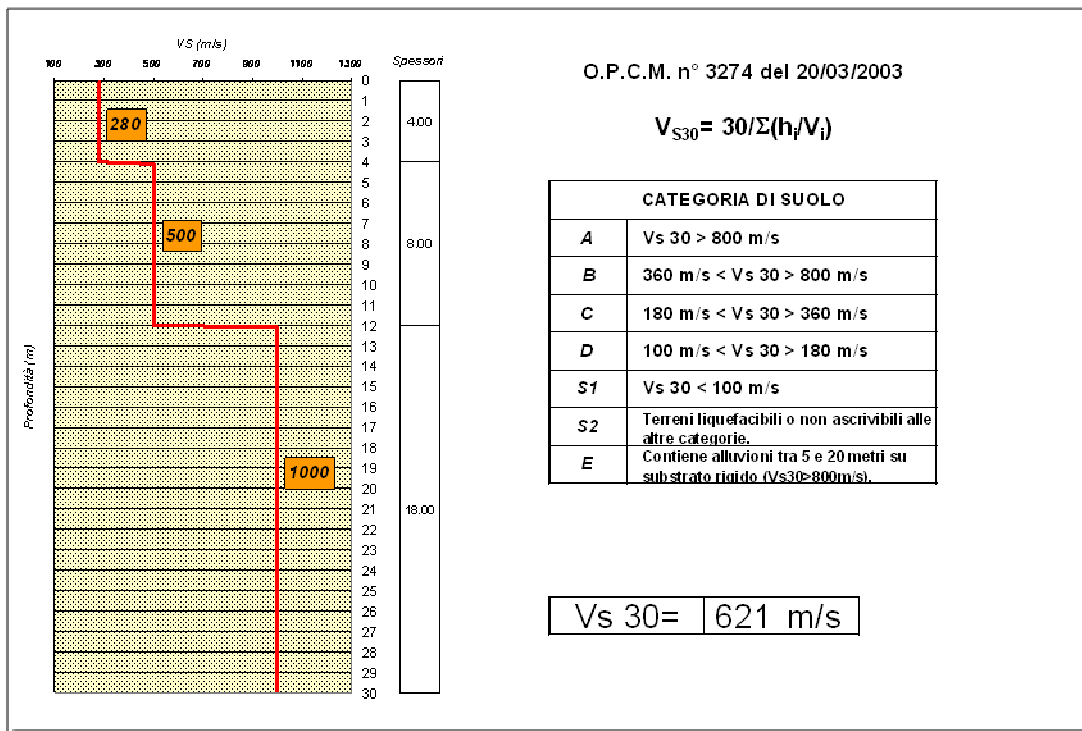
6.3.2.7. Indagini MASW località Mercato

In località Mercato (area a valle del parcheggio) è stata realizzata una indagine con il metodo MASW.

6.3.2.7.1. Sondaggio sismico MASV01 →

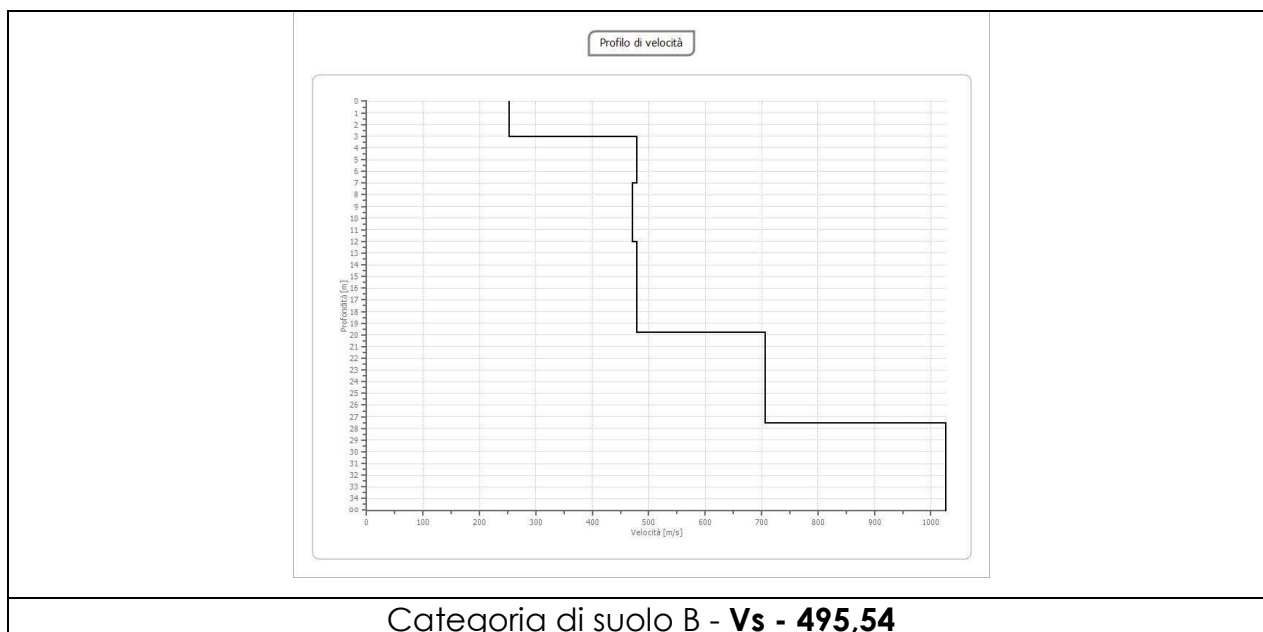
Lo stendimento sviluppato con la registrazione delle onde di taglio effettuato perpendicolarmente alla massima pendenza e centrandolo rispetto all'andamento morfologico dell'area, ha permesso di caratterizzare il sito secondo il D.M. 3274 del 2003.

Le caratteristiche del sito sono state sintetizzate nella tavola allegata



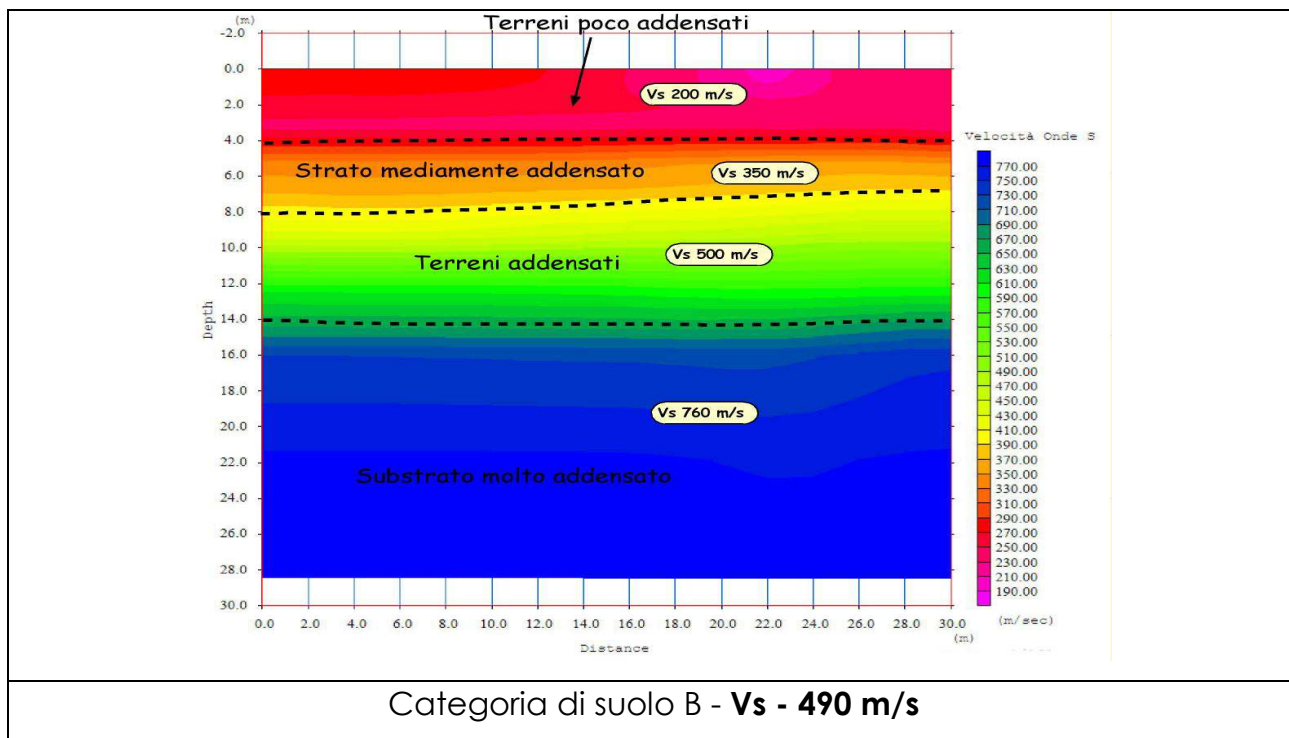
6.3.2.8. Indagini sismica in Via Giacomo Puccini MASW02 →

In località Giacomo Puccini è stato realizzato il profilo sismico MASW02 che ha consentito la determinazione della categoria di suolo come desumibile dalla tavola seguente.



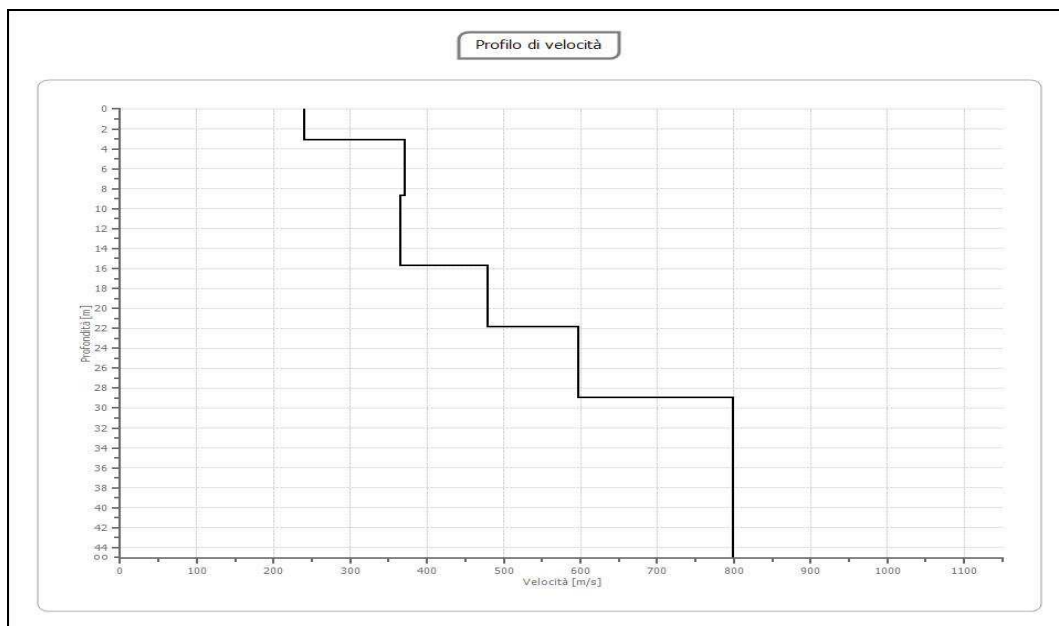
6.3.2.9. Indagini sismica in Via Sinisgalli MASW03

Il profilo sismico MASW03 è stato realizzato in Via Sinisgalli, la interpretazione dei dati ha consentito di desumere la categoria di suolo come rilevabile dalla tavola seguente.



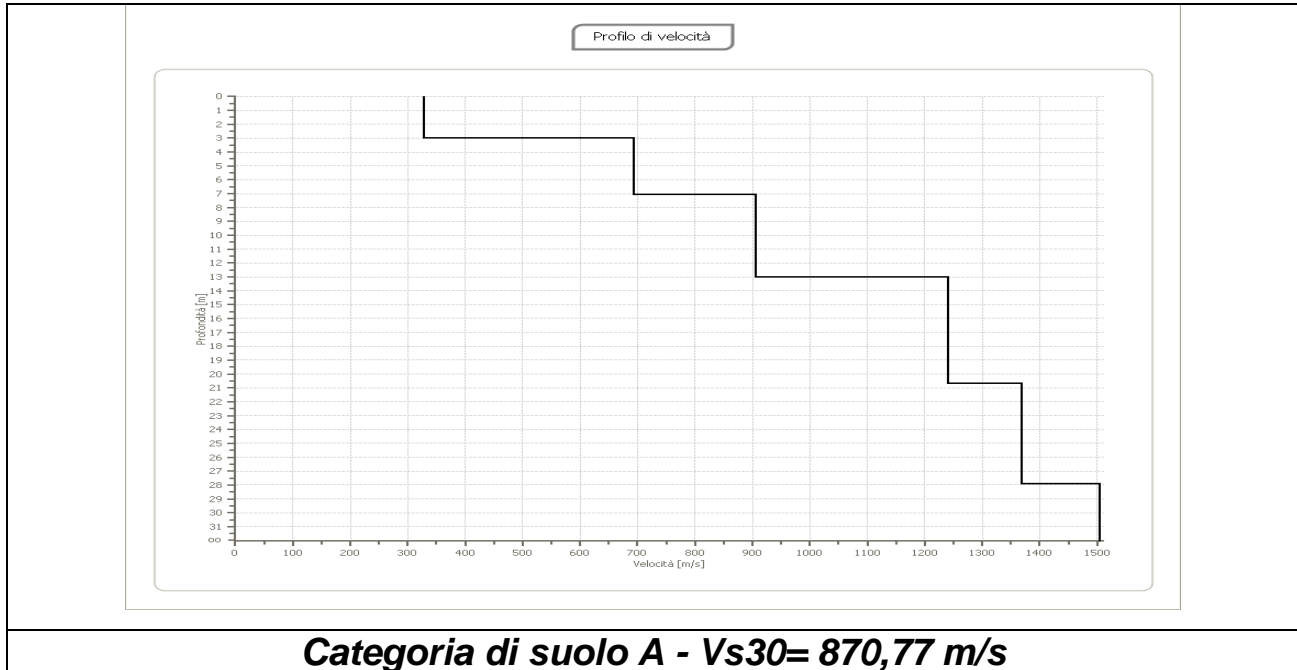
6.3.2.10. Indagini sismica in discesa Sant'Angelo MASW04

Il profilo sismico MASW03 è stato realizzato alla discesa Sant'Angelo, la interpretazione dei dati ha permesso di ricavare la determinazione della categoria di suolo come desumibile dalla tavola seguente.



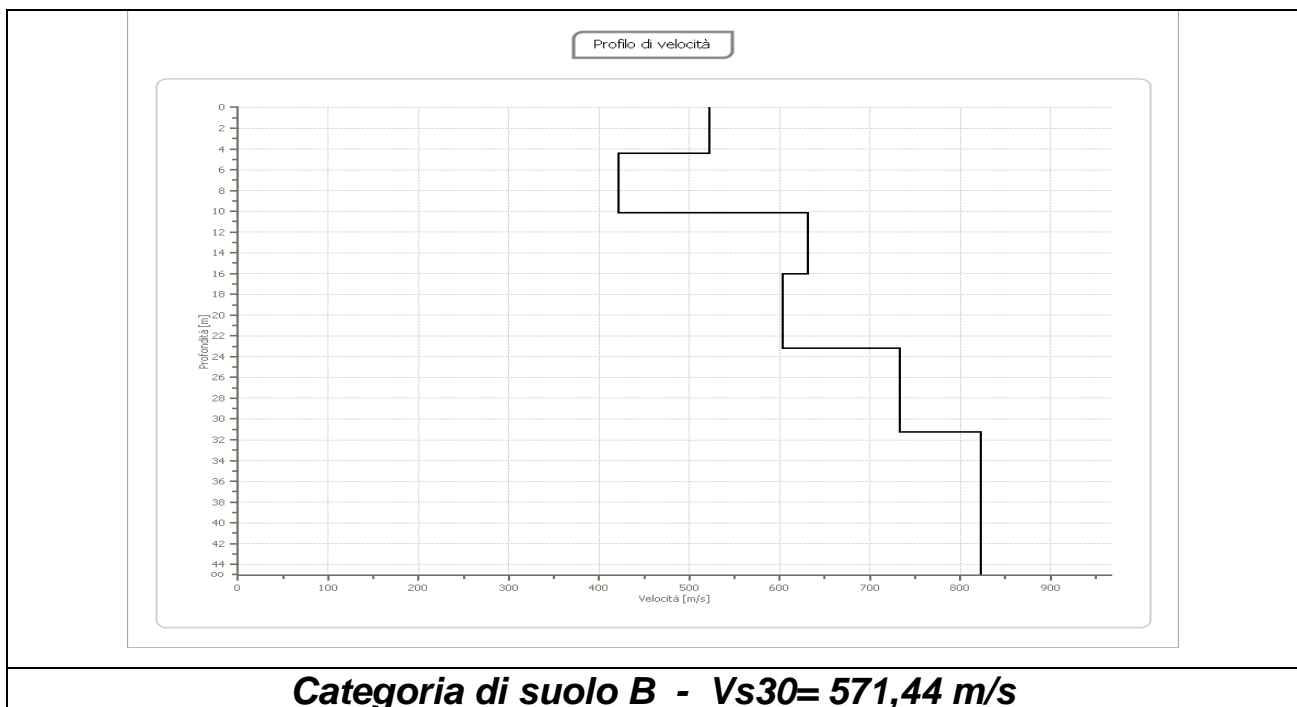
6.3.2.11. Indagini sismica in Corso Umberto MASW 05

Il profilo sismico MASW 05 è stato realizzato alla discesa Sant'Angelo, la interpretazione dei dati ha consentito la determinazione della categoria di suolo come desumibile dalla tavola seguente.



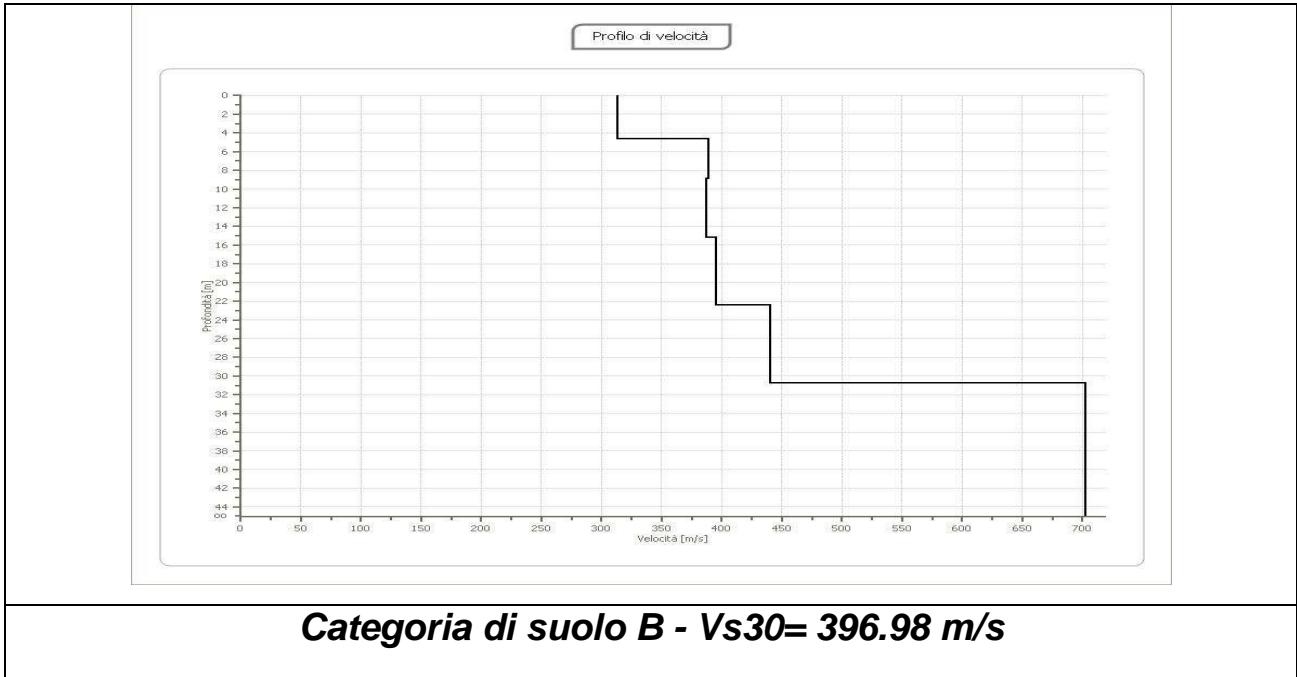
6.3.2.12. Indagini sismica in Vico Castello IV° MASW06

Il profilo sismico MASW 06 è stato realizzato in Vico Castello IV°, la interpretazione dei dati ha consentito la determinazione della categoria di suolo come desumibile dalla tavola seguente.



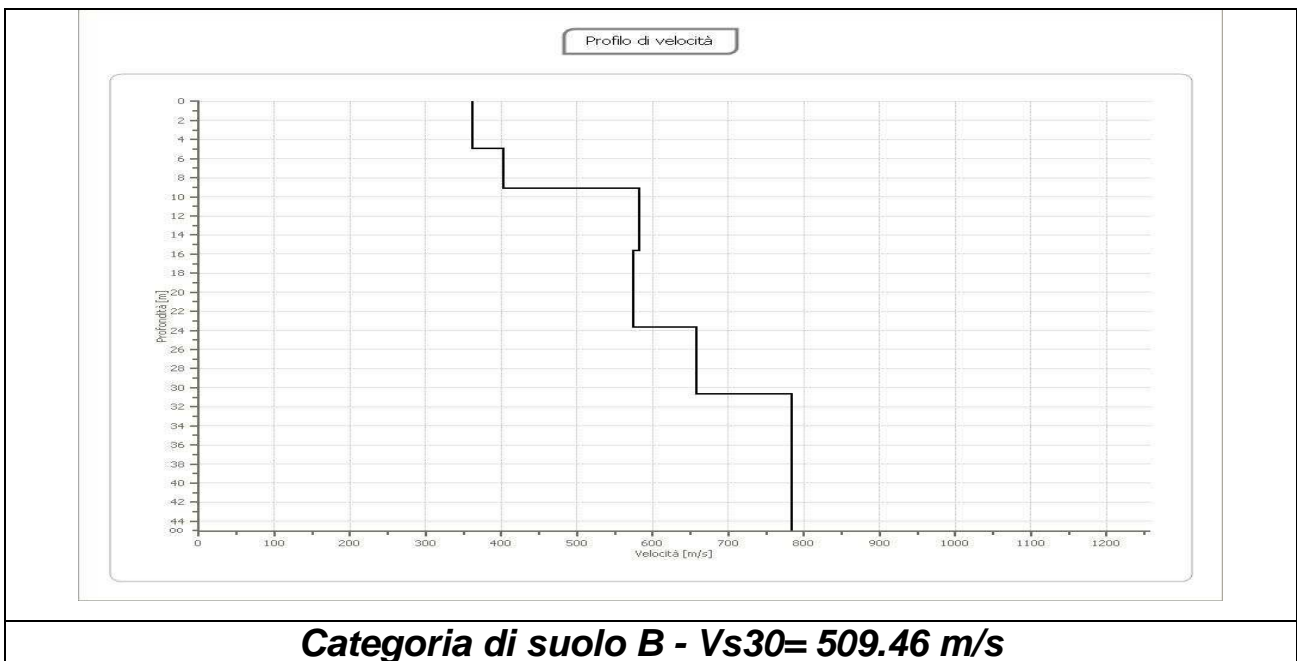
6.3.2.13. Indagini sismica in Via Comunale Pisciola MASW07 

Il profilo sismico MASW07 è stato realizzato in Via Comunale Pisciola, la interpretazione dei dati ha consentito la determinazione della categoria di suolo come desumibile dalla tavola seguente.



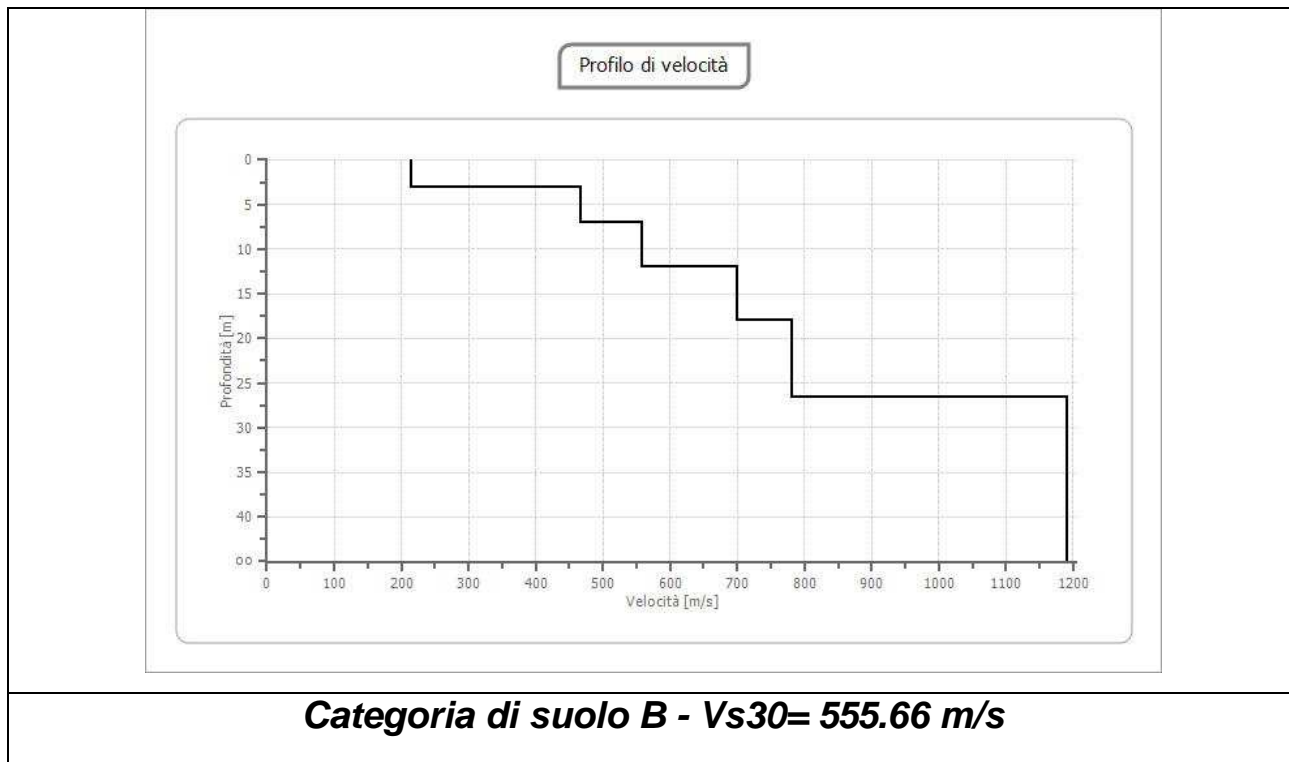
6.3.2.14. Indagini sismica in Località Cicala MASW08 

Il profilo sismico MASW08 è stato realizzato in Via Località Cicala, la interpretazione dei dati ha consentito la determinazione della categoria di suolo come desumibile dalla tavola seguente.



6.3.2.15. Indagini sismica in Piazza Papa Giovanni MASW09

Il profilo sismico MASW09 è stato realizzato in Piazza Papa Giovanni, la interpretazione dei dati ha consentito la determinazione della categoria di suolo come desumibile dalla tavola seguente.



7. CARATTERIZZAZIONE SISMICA DELLE AREE

7.1. Determinazione delle VS30 (O.P.C.M. n. 3274 del 20 Marzo 2003)

Sulla base delle velocità delle onde longitudinali (V_p) e sui valori dei moduli di Poisson relativi ad ogni sismostrato individuato, si è desunto il valore delle VS30 che risulta essere la velocità media di propagazione delle onde di taglio entro 30 mt di profondità; tale determinazione ci consente di definire la categoria del suolo di fondazione relativa all'area in esame.

Di seguito vengono riportate le tabelle di calcolo da cui si evince a quale categoria possono essere assimilati i suoli indagati.

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_i}}$$

h_i = Spessore in metri dello strato i-esimo

V_i = Velocità dell'onda di taglio i-esima

N = Numero di strati

Categorie suolo di fondazione	
A	$V_{s30} > 800$ m/sec
B	360 m/sec $< V_{s30} < 800$ m/sec
C	180 m/sec $< V_{s30} < 360$ m/sec
D	100 m/sec $< V_{s30} < 180$ m/sec
S1	$1 V_{s30} < 100$ m/sec
S2	Terreni liquefacibili o non ascrivibili alle altre categorie
E	Alluvioni tra 5 e 20 mt su substrato rigido ($V_{s30} > 800$ m/s)

Stendimento SM01 – Villa del Marchese						
Strati	Spessore strato in metri	Velocità onda P (m/s)	Coeff. Poisson (λ)	Velocità onda S (m/s)	Rapporto spessore velocità	Tempi parziali in secondi onda S
h_1	2,00	410	0,38	180,38	h_1/V_1	0,011
h_2	7,50	1370	0,28	757,30	h_2/V_2	0,010
h_3	20,50	2590	0,25	1495,34	h_2/V_3	0,014
h_{totale}	30,00				h_i/V_i	0,035
$V_{s30} = =$		$30 / 0,035 = 857,14$ m/sec				
CATEGORIA DI SUOLO O.P.C.M. n. 3274 del 20/03/2003					A	

Stendimento SM02 – Villa del Marchese						
Strati	Spessore strato in metri	Velocità onda P (m/s)	Coeff. Poisson (λ)	Velocità onda S (m/s)	Rapporto spessore velocità	Tempi parziali in secondi onda S
h_1	2,00	380	0,38	167,18	h_1/V_1	0,012
h_2	8,00	1330	0,28	735,19	h_2/V_2	0,011
h_3	20,00	2520	0,25	1454,92	h_3/V_3	0,014
h_{totale}	30,00				$\Sigma h_i/V_i$	0,037
$V_{S30} = = 30 / 0,037 = 810,81 \text{ m/sec}$						
CATEGORIA DI SUOLO O.P.C.M. n. 3274 del 20/03/2003				A		

Stendimento SM03 – Area PIP S. Oronzio						
Strati	Spessore strato in metri	Velocità onda P (m/s)	Coeff. Poisson (λ)	Velocità onda S (m/s)	Rapporto spessore velocità	Tempi parziali in secondi onda S
h_1	3.60	500	0,40	204	h_1/V_1	0.017636
h_2	7.00	1820	0,38	801	h_2/V_2	0.008742
h_3	19.40	2630	0,30	1406	h_3/V_3	0.0138
h_{totale}	30,00				$\Sigma h_i/V_i$	0.0402
$V_{S30} = = 30 / 0,0402 = 747,00 \text{ m/sec}$						
CATEGORIA DI SUOLO O.P.C.M. n. 3274 del 20/03/2003				B		

Stendimento SM04 – Area PIP S. Oronzio						
Strati	Spessore strato in metri	Velocità onda P (m/s)	Coeff. Poisson (λ)	Velocità onda S (m/s)	Rapporto spessore velocità	Tempi parziali in secondi onda S
h_1	4.20	560	0,40	229	h_1/V_1	0.018371
h_2	7.00	1820	0,38	801	h_2/V_2	0.008742
h_3	18.80	2650	0,30	1416	h_3/V_3	0.013272
h_{totale}	30,00				$\Sigma h_i/V_i$	0.0404
$V_{S30} = = 30 / 0,035 = 857,14 \text{ m/sec}$						
CATEGORIA DI SUOLO O.P.C.M. n. 3274 del 20/03/2003				B		

Stendimento SM05 – Area PIP S. Oronzio						
Strati	Spessore strato in metri	Velocità onda P (m/s)	Coeff. Poisson (λ)	Velocità onda S (m/s)	Rapporto spessore velocità	Tempi parziali in secondi onda S
h_1	2.80	510	0,40	208	h_1/V_1	0.013448
h_2	10.20	1710	0,38	752	h_2/V_2	0.013558
h_3	17.00	2510	0,30	1342	h_3/V_3	0.012671
h_{totale}	30,00				$\Sigma h_i/V_i$	0.0397
$V_{S30} = = 30 / 0,0397 = 756,00 \text{ m/sec}$						
CATEGORIA DI SUOLO O.P.C.M. n. 3274 del 20/03/2003				B		

Stendimento SM06 – Area PIP S. Oronzio						
Strati	Spessore strato in metri	Velocità onda P (m/s)	Coeff. Poisson (λ)	Velocità onda S (m/s)	Rapporto spessore velocità	Tempi parziali in secondi onda S
h_1	3.00	720	0,40	294	h_1/V_1	0.010206
h_2	9.20	1500	0,38	660	h_2/V_2	0.013941
h_3	17.80	2610	0,30	1395	h_3/V_3	0.012759
h_{totale}	30,00				$\Sigma h_i/V_i$	0.0369
$V_{S30} = = 30 / 0,0369 = 813,00 \text{ m/sec}$						
CATEGORIA DI SUOLO O.P.C.M. n. 3274 del 20/03/2003				A		

Stendimento SM07 – Area PIP Costruzione Autorimessa						
Strati	Spessore strato in metri	Velocità onda P (m/s)	Coeff. Poisson (λ)	Velocità onda S (m/s)	Rapporto spessore velocità	Tempi parziali in secondi onda S
h_1	4.00	500	0.45	151	h_1/V_1	0.026533
h_2	6.00	1400	0.40	572	h_2/V_2	0.010498
h_3	20.00	2400	0.38	1056	h_2/V_3	0.018942
h_{totale}	30				$\Sigma h_i/V_i$	0.0560
$V_{S30} = = 30 / 0.0560 = 536 \text{ m/s}$						
CATEGORIA DI SUOLO O.P.C.M. n. 3274 del 20/03/2003				B		

Stendimento SR 01 – Area Caritas Viale della Rinascita						
Strati	Spessore strato in metri	Velocità onda P (m/s)	Coeff. Poisson (λ)	Velocità onda S (m/s)	Rapporto spessore velocità	Tempi parziali in secondi onda S
h ₁	1.50	300	0.41	117	h ₁ /V ₁	0.012802
h ₂	5.00	1000	0.42	371	h ₂ /V ₂	0.013463
h ₃	23.50	2300	0.38	1012	h ₂ /V ₃	0.023224
h _{totale}	30				Σ hi/Vi	0.0495
$V_{S30} = 30 / 0.0495 = 606 \text{ m/s}$						
CATEGORIA DI SUOLO O.P.C.M. n. 3274 del 20/03/2003				B		

Stendimento SR 02 – Zona cimitero						
Strati	Spessore strato in metri	Velocità onda P (m/s)	Coeff. Poisson (λ)	Velocità onda S (m/s)	Rapporto spessore velocità	Tempi parziali in secondi onda S
h ₁	2.00	300	0.41	117	h ₁ /V ₁	0.017069
h ₂	8.00	1500	0.42	557	h ₂ /V ₂	0.01436
h ₃	20.00	2500	0.38	1100	h ₂ /V ₃	0.018184
h _{totale}	30				Σ hi/Vi	0.0496
$V_{S30} = 30 / 0.0496 = 605 \text{ m/s}$						
CATEGORIA DI SUOLO O.P.C.M. n. 3274 del 20/03/2003				B		

Stendimento SR 03 – Zona Campo Sportivo						
Strati	Spessore strato in metri	Velocità onda P (m/s)	Coeff. Poisson (λ)	Velocità onda S (m/s)	Rapporto spessore velocità	Tempi parziali in secondi onda S
h ₁	2.50	300	0.41	117	h ₁ /V ₁	0.021337
h ₂	8.00	1600	0.42	594	h ₂ /V ₂	0.013463
h ₃	19.50	3000	0.38	1320	h ₂ /V ₃	0.014775
h _{totale}	30				Σ h _i /V _i	0.0496
V_{S30} = 30 / 0.0496 = 605 m/s						
CATEGORIA DI SUOLO O.P.C.M. n. 3274 del 20/03/2003				B		

Stendimento SR 04 – Zona Paschiere						
Strati	Spessore strato in metri	Velocità onda P (m/s)	Coeff. Poisson (λ)	Velocità onda S (m/s)	Rapporto spessore velocità	Tempi parziali in secondi onda S
h ₁	3.00	300	0.41	117	h ₁ /V ₁	0.025604
h ₂	15.00	1300	0.42	483	h ₂ /V ₂	0.031068
h ₃	12.00	2800	0.38	1232	h ₂ /V ₃	0.009742
h _{totale}	30				Σ h _i /V _i	0.0664
V_{S30} = 30 / 0.0664 = 452 m/s						
CATEGORIA DI SUOLO O.P.C.M. n. 3274 del 20/03/2003				B		

Stendimento SR 05 – Zona a monte Area PIP s. Oronzio						
Strati	Spessore strato in metri	Velocità onda P (m/s)	Coeff. Poisson (λ)	Velocità onda S (m/s)	Rapporto spessore velocità	Tempi parziali in secondi onda S
h ₁	2.50	300	0.41	117	h ₁ /V ₁	0.021337
h ₂	11.00	1000	0.42	371	h ₂ /V ₂	0.029618
h ₃	16.50	2900	0.38	1276	h ₂ /V ₃	0.012933
h _{totale}	30				Σ h _i /V _i	0.0639
V_{S30} = 30 / 0.0639 = 470 m/s						
CATEGORIA DI SUOLO O.P.C.M. n. 3274 del 20/03/2003				B		

7.2. Accelerazione sismica e Carta della Microzonazione Sismica (Tav. n. 5)

Poichè il territorio Comunale di Viggiano rientra in zona sismica di **I categoria** (ordinanza n° 3274 del 20/03/2003), il valore di accelerazione massima da considerare, così come si desume dalla L.R. n. 9 dello 07 giugno 2011 è pari a **0.275g, la magnitudo di 5,8 e la distanza 5,0 Km**; mentre, data la categoria di suolo, il “fattore moltiplicatore S dell’accelerazione a_g ” risulta pari a 1.25 e i periodi “Tb, Tc, Td”, che individuano la forma dello spettro di risposta elastico della componente orizzontale dell’azione sismica, sono rispettivamente pari a 0.15, 0.50 e 0.20 secondi.

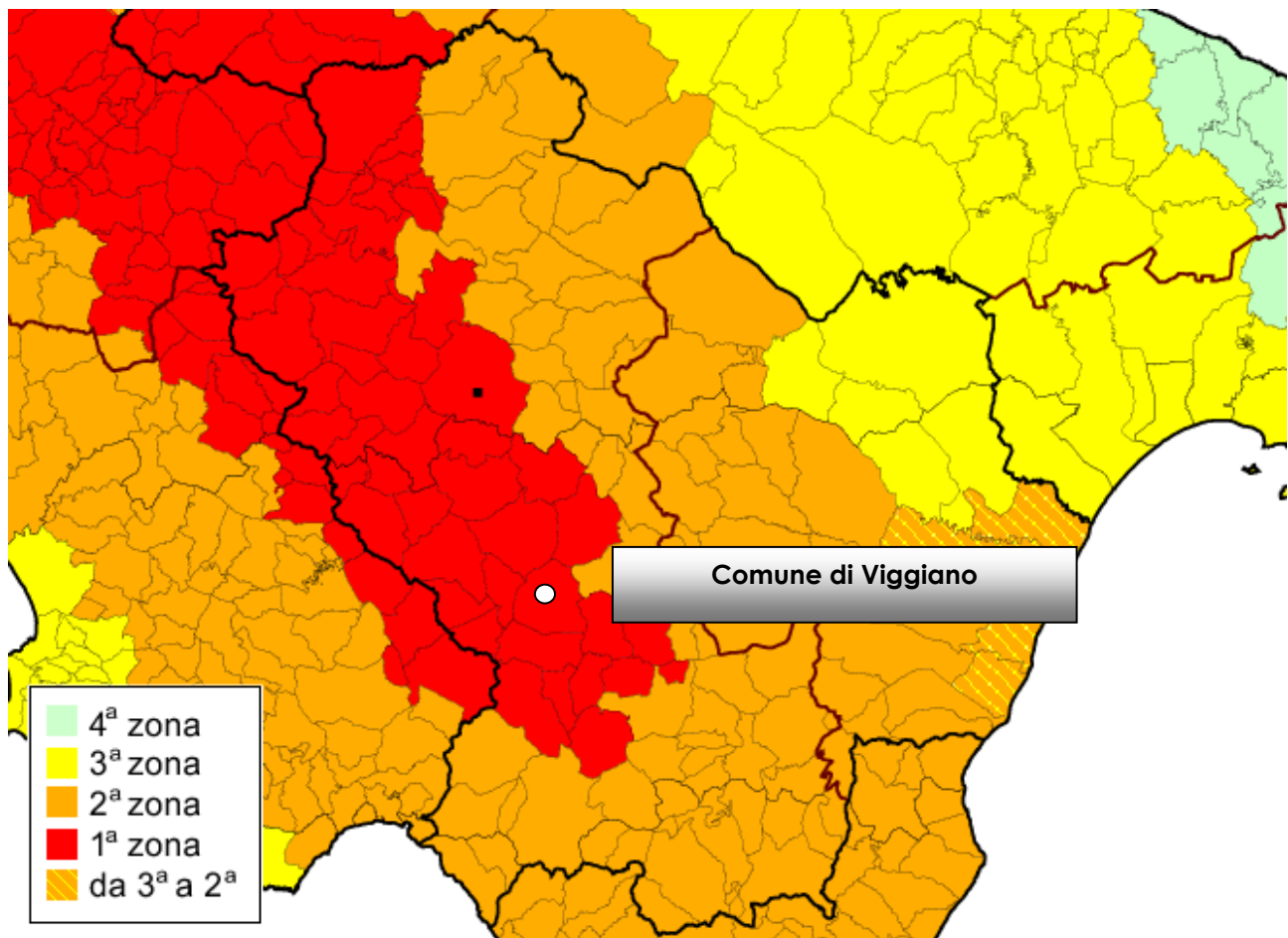


Fig.1 – Nuova classificazione sismica con modifiche apportate dalla Regione Basilicata (Delibera del Consiglio Regionale n° 724 11/11/2003).

Di seguito vengono riportate alcune tabelle relative a quanto sopra esposto:

TABELLA 1: Valori di a_g da adottare in ciascuna delle zone simiche del territorio nazionale

Comune	Zona Sismica OPCM 3274	Nuova Zona Sismica	PGA subzona (g)	Magnitudo	Distanza (Km)
Viggiano	1	1b	0.275	5.8	5

8.0 DATI GEOLOGICI E GEOTECNICI CONCESSIONI DIRETTE E LOCALITA' MAIORANA

Considerato che il Regolamento Urbanistico prevede una serie di concessioni dirette nel seguito per ognuna di esse vengono riportate in modo riepilogativo e schematico le caratteristiche geologiche, i parametri geotecnici e sismici, i coefficienti delle verifiche di stabili e gli eventuali problematiche per l'utilizzo urbanistico delle aree.

Per quando attiene l'area in località Maiorana vengono riportati tutti i dati desunti dalle indagine eseguite per la richiesta di ripermimetrazione rispetto alla sua classificazione nella carta di vincolo idrogeologico del Piano Stralcio dell'Autorita' di Bacino della Regione Basilicata e la richiesta di compatibilità idrogeologica secondo quanto previsto dall'art. n. 18 delle norme di attuazione del PAI

8.1. Area CD1- Sinistra orografica Viale della Rinascita

Litologia	Flysch arenaceo - marnoso		
Caratteristiche geomeccaniche	Peso di volume (g/cm ³)	Coesione (Kg/cm ²)	Angolo di attrito (gradi)
	2,16	0,80	19,58°
Caratteristiche sismiche	Zona sismica	V30	Categoria suolo
	1b Ag = 0,275	600 – 650 m/s	B
Verifica di stabilità sezione 7 -7'	Fs - stato attuale	Fs - post opera	
	1,70	1,12	
Pericolosità e criticità	1b _0		
Problematiche costruttive	Non si evidenziano problematiche particolari anche in relazione alle modeste pendenze che caratterizzano l'area		

8.2. Area CD2 e CD3 – Località Pisciole

Litologia	Calcari fratturati		
Caratteristiche geomeccaniche	Peso di volume (g/cm ³)	Coesione (Kg/cm ²)	Angolo di attrito (gradi)
	1,9 – 2,5		45° - 60°
Caratteristiche sismiche	Zona sismica	V30	Categoria suolo
	1b Ag = 0,275	800 m/s	A
Verifica di stabilità sezione 11 -11'	Fs - stato attuale	Fs - post opera	
	1,01	1,01	
Pericolosità e criticità	1b _0		
Problematiche costruttive	L'affioramento di calcari seppure fratturati e brecce calcaree cementate conferisce all'area delle buone condizioni costruttive seppure è conveniente prestare attenzione in occasione di scavi di sbancamento al fine di evitare possibili crolli di blocchi rocciosi in relazione alla fatturazione dei calcari ed alle rilevanti pendenze del declivio		

8.3. Area CD4- Via Gaetano Argentieri

Litologia	Flysch arenaceo - marnoso		
Caratteristiche geomeccaniche	Peso di volume (g/cm ³)	Coesione (Kg/cm ²)	Angolo di attrito (gradi)
	2,16	0,80	19,58°
Caratteristiche sismiche	Zona sismica	V30	Categoria suolo
	1b Ag = 0,275	600 – 650 m/s	B
Verifica di stabilità sezione 12 -12'	Fs - stato attuale		Fs - post opera
	1,67		Non previste costruzioni
Pericolosità e criticità	1b _0		
Problematiche costruttive	Non sono rilevabili problematiche costruttive particolari considerate anche le modeste pendenze presenti		

8.4. Area CD5 – Località le Croci versante est collina Le Croci

Litologia	Calcari fratturati		
Caratteristiche geomeccaniche	Peso di volume (g/cm ³)	Coesione (Kg/cm ²)	Angolo di attrito (gradi)
	1,9 – 2,5		45° - 60°
Caratteristiche sismiche	Zona sismica	V30	Categoria suolo
	1b Ag = 0,275	800 m/s	A
Verifica di stabilità sezione 13 -13'	Fs - stato attuale		Fs - post opera
	1,02		1,05
Pericolosità e criticità	1b _2		
Problematiche costruttive	L'area non presenta particolari problematiche costruttive dato l'affioramento di calcari e breccie cementate, unica problematica la possibilità di modesti crolli durante scavi di sbancamento di altezza rilevante.		

8.5. Area CD6 e CD7 – Zona mercato

Litologia	Breccie cementate		
Caratteristiche geomeccaniche	Peso di volume (g/cm ³)	Coesione (Kg/cm ²)	Angolo di attrito (gradi)
	1,9 – 2,2		45° - 60°
Caratteristiche sismiche	Zona sismica	V30	Categoria suolo
	1b Ag = 0,275	600 – 650 m/s	B
Verifica di stabilità	Non sono state realizzate le verifiche di stabilità trovandoci in una zona praticamente pianeggiante		
Pericolosità e criticità	1b _0		
Problematiche costruttive	Le problematiche sono legate alla sola necessità che in fase costruttiva si proceda a rimuovere lo spessore di terreno superiore costituito da detrito sciolto flyscioide e calcareo e caratterizzato da scadenti caratteristiche meccaniche e si vada a fondare del bed rock di base caratterizzato dalla presenza del flysch arenaceo – marnoso in posto.		

8.6. Area CD8 – Discesa Sant'Angelo

Litologia	Brecce cementate		
Caratteristiche geomeccaniche	Peso di volume (g/cm ³)	Coesione (Kg/cm ²)	Angolo di attrito (gradi)
	1,9 – 2,2		45° - 60°
Caratteristiche sismiche	Zona sismica	V30	Categoria suolo
	1b Ag = 0,275	600 – 650 m/s	B
Verifica di stabilità sezione 13 -13'	Fs - stato attuale	Fs - post opera	
	1,58	1,58	
Pericolosità e criticità	1b _2		
Problematiche costruttive	L'area non presenta particolari problematiche costruttive dato l'affioramento di calcari e brecce cementate, unica problematica la possibilità di modesti crolli durante scavi di sbancamento di altezza rilevante date le discrete pendenze del pendio.		

8.7. Area CD9 – Viale Marconi

Litologia	Brecce cementate		
Caratteristiche geomeccaniche	Peso di volume (g/cm ³)	Coesione (Kg/cm ²)	Angolo di attrito (gradi)
	1,9 – 2,2		45° - 60°
Caratteristiche sismiche	Zona sismica	V30	Categoria suolo
	1b Ag = 0,275	600 – 650 m/s	B
Verifica di stabilità sezione 17 -17'	Fs - stato attuale	Fs - post opera	
	1,32	1,32	
Pericolosità e criticità	1b _0		
Problematiche costruttive	L'area non presenta nessun problema costruttivo considerate le modeste pendenze del terreno e le buone caratteristiche meccaniche delle brecce calcaree cementate.		

8.8. Area CD10 – Via Ciro Menotti

Litologia	Brecce cementate		
Caratteristiche geomeccaniche	Peso di volume (g/cm ³)	Coesione (Kg/cm ²)	Angolo di attrito (gradi)
	1,9 – 2,2		45° - 60°
Caratteristiche sismiche	Zona sismica	V30	Categoria suolo
	1b Ag = 0,275	600 – 650 m/s	B
Verifica di stabilità sezione 14 -14'	Fs - stato attuale	Fs - post opera	
	1,34	1,35	
Pericolosità e criticità	1b _0		
Problematiche costruttive	L'area non presenta particolari problematiche costruttive dato l'affioramento di calcari e brecce cementate, unica problematica la possibilità di modesti crolli durante scavi di sbancamento di altezza rilevante date le discrete pendenze del pendio.		

8.9. Area CD11 – Località Santa Caterina

Litologia	Flysch Galestrino		
Caratteristiche geomeccaniche	Peso di volume (g/cm ³)	Coesione (Kg/cm ²)	Angolo di attrito (gradi)
	1,95	0,17	21,08°
Caratteristiche sismiche	Zona sismica	V30	Categoria suolo
	1b Ag = 0,275	600 – 650 m/s	B
Verifica di stabilità sezione 10 -10'	Fs - stato attuale		Fs - post opera
	1,87		1,45
Pericolosità e criticità	1b _2		
Problematiche costruttive	La presenza di terreni argillosi rende necessario prestare particolare attenzione durante gli scavi sbancamenti in modo da non innescare possibili fenomeni franosi superficiali, porre attenzione nella ricerca del piano di posa dopo aver asportato lo strato superiore pari a circa 1,0 metri solitamente alterato, predisporre opportune opere di convogliamento e smaltimento delle acque reflue.		

8.10. Area CD12 – Località Santa Caterina

Litologia	Flysch Galestrino		
Caratteristiche geomeccaniche	Peso di volume (g/cm ³)	Coesione (Kg/cm ²)	Angolo di attrito (gradi)
	1,95	0,17	21,08°
Caratteristiche sismiche	Zona sismica	V30	Categoria suolo
	1b Ag = 0,275	600 – 650 m/s	B
Verifica di stabilità sezione 10 -10'	Fs - stato attuale		Fs - post opera
	2,77		2,68
Pericolosità e criticità	1b _2		
Problematiche costruttive	La presenza di terreni argillosi rende necessario prestare particolare attenzione durante gli scavi sbancamenti in modo da non innescare possibili fenomeni franosi superficiali, porre attenzione nella ricerca del piano di posa dopo aver asportato lo strato superiore pari a circa 1,0 metri solitamente alterato, predisporre opportune opere di convogliamento e smaltimento delle acque reflue.		

8.11. Area CD13 – Piazza Papa Giovanni

Litologia	Flysch arenaceo - marnoso		
Caratteristiche geomeccaniche	Peso di volume (g/cm ³)	Coesione (Kg/cm ²)	Angolo di attrito (gradi)
	2,16	0,80	19,58°
Caratteristiche sismiche	Zona sismica	V30	Categoria suolo
	1b Ag = 0,275	600 – 650 m/s	B
Verifica di stabilità	Fs - stato attuale		Fs - post opera
	Non eseguite pendenze irrilevanti		
Pericolosità e criticità	1b _0		
Problematiche costruttive	Problematiche costruttive non rilevabili consideratele modeste pendenze presenti salvo la ricerca del piano di posa dopo aver asportato lo strato superiore caratterizzato da scarse caratteristiche meccaniche.		

8.12. Area CD14- Località Cicala a monte Piazza Papa Giovanni

<i>Litologia</i>	<i>Flysch arenaceo - marnoso</i>		
Caratteristiche geomeccaniche	Peso di volume (g/cm ³)	Coesione (Kg/cm ²)	Angolo di attrito (gradi)
	2,16	0,80	19,58°
Caratteristiche sismiche	Zona sismica	V30	Categoria suolo
	1b Ag = 0,275	600 – 650 m/s	B
Verifica di stabilità sezione 6 - 6'	Fs - stato attuale		Fs - post opera
	2,07		1,77
Pericolosità e criticità	1b_0		
Problematiche costruttive	Date le pendenze e la presenza di terreni flyscioidi si rende necessario prestare attenzione alla ricerca del piano di posa delle fondazioni dopo aver asportato lo strato alterato superiore solitamente dello spessore di circa un metro, bisogna fare attenzione durante gli scavi di sbancamento che vanno sempre protetti in modo da evitare innesco di fenomeni franosi, prevedere opere di raccolta e smaltimento in fossi naturali delle acque meteoriche e reflue.		

8.13. Località Maiorana

L'area in località Maiorana, ubicata a monte della Piazzetta dell'Immacolata, è stata prima interessata dallo studio finalizzato alla richiesta di riclassificazione e ripermetrazione poichè soggetta a vincolo idrogeologico, essendo indicata nel Piano Stralcio dell'Autorità di Bacino della Regione Basilicata come "R3 – Area a rischio idrogeologico elevato" e, in seguito, dallo studio geologico e dalle necessarie indagini geognostiche al fine di richiederne la compatibilità idrogeologica secondo quanto previsto dall'art. n. 18 delle norme di attuazione del PAI.

In relazione a ciò nel seguito vengono riportate le risultanze rivenienti da detti studi.

8.13.1. Caratterizzazione geotecnica dei terreni

Sulla scorta dei dati rivenienti delle indagini geognostiche consultate e realizzate ex-novo è stato possibile caratterizzare geotecnicamente i terreni affioranti sull'area rilevata.

Le neo analisi di laboratorio effettuate su 5 campioni indisturbati hanno considerato anche i parametri residui, andando a considerare delle condizioni litotecniche di maggiore cautela.

A seguito di riconoscimento delle formazioni geologiche affioranti e attraverso la predisposizione delle indagini geognostiche sono stati considerati i principali livelli litotecnici.

In pratica, si è provveduto a desumere le caratteristiche meccaniche dei litotipi sotto elencati analizzando le varie analisi di laboratorio condotte e prendendo in considerazione la media dei valori ottenuti:

LITOLOGIA	Peso di volume (kN/m ³)	Coesione (kN/m ²)	Angolo di attrito (gradi)
Copertura eluvio – colluviale	19.16	14.35	14°
Flysch arenaceo – marnoso	19.55	15.11	25.92°
Flysch di Galestrino	20	5	35°

La copertura eluvio-colluviale presenta uno spessore variabile da area ad area ed in particolar modo gli spessori aumentano verso il centro della depressione.

Il Flysch arenaceo-marnoso composto da un'alternanza litologica piuttosto eterogenea non permette di avere una caratterizzazione geotecnica omogenea, pertanto si è fatto riferimento alle litologie meno competenti della successione stratigrafica.

Il Flysch Galestrino affiorante nella porzione a nord delle aree di riferimento presenta una successione molto più omogenea e continua con successioni calcareo-marnose con intercalazioni di marne argillose con spessore mediamente di circa qualche decimetro.

8.13.2. Relazione idraulica fino a 200 anni

8.13.2.1 Premesse

La presente relazione è necessaria a stabilire le dimensioni idrauliche del tombino stradale posto a valle della lottizzazione Sepe - Giovinazzo e altri e, con maggiore precisione, il tombino stradale che attraversa Piazza Immacolata in località C.da Maiorano del Comune di Viggiano.

La presente, integra quanto presentato ai fini del rilascio del parere idrogeologico richiesto ai sensi dell'art. 18 per le aree a rischio idrogeologico medio e pericolosità media (R2).

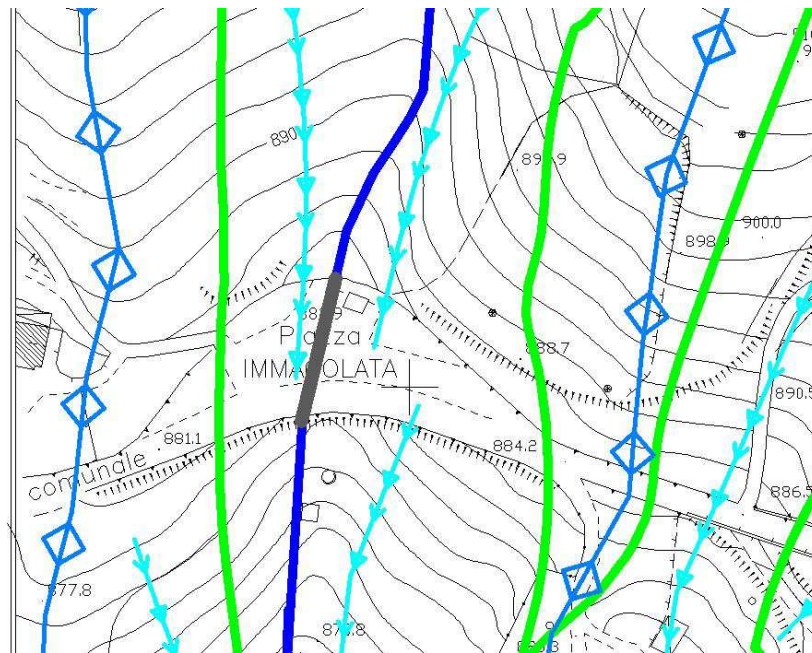
8.13.2.2 Interventi di progetto

Le opere previste con il presente progetto consistono nella realizzazione di alcuni dreni principali posti ad una profondità di circa 3,00 m che attraversano trasversalmente le due lottizzazioni e da una serie di dreni secondari posti a ridosso dei muri di sostegno.

Entrambe le tipologie convogliano verso un canale collocato tra le due lottizzazioni che riverserà le proprie acque nel tombino stradale summenzionato, come per'altro già avviene naturalmente senza opere di sistemazione idraulica e regimentazione delle acque superficiali.

A monte della tubazione in acciaio che costituisce il tombino stradale attualmente è presente un pozzetto di convogliamento di modeste dimensioni che dovrà essere ampliato sia in pianta che in profondità.

Con la presente si è inteso verificare le dimensioni della sezione idraulica necessaria allo smaltimento delle acque che defluiscono attraverso l'asta riportata in grigio nella figura sottostante.



Come riportato nella relazione geologica il modesto bacino idrografico che alimenta la breve asta idrica ha le seguenti caratteristiche:

	Area mq	Lunghezza mt	Dislivello	Altimetria media mt	Angolo pendio
Bacino	31762	350	70	910	10 - 12

Nel dettaglio, è stata condotta una stima della possibile quantità d'acqua che in caso di pioggia può attraversare la sezione oggetto di intercettazione e quindi canalizzazione.

Sono stati oggetto di studio le criticità idrauliche che potrebbero manifestarsi in occasione di precipitazioni di forte intensità e per periodi di riferimento fino a 200 anni.

Infatti, il rischio idraulico associato a fenomeni di esondazione attiene alle portate di piena che possono formarsi in occasione di eventi meteorici di particolare intensità, persistenza ed estensione territoriale.

Le situazioni di rischio sono pertanto riferite ad un concetto di probabilità di accadimento, normalmente misurata in termini di "tempo di ritorno", definito come il numero medio di anni per il quale la variabile considerata è statisticamente uguagliata o superata almeno una volta.

Ai fini dello studio idrologico, le stime effettuate su tali precipitazioni sono relative ad un periodo di ritorno massimo cinquantennale e fanno riferimento ai risultati ottenuti nell'ambito del Progetto VAPI Basilicata;

$$\mathbf{X}(T)=\mathbf{K}_T \mathbf{x} \mathbf{m}(\mathbf{X});$$

i parametri della relazione vengono stimati con analisi regionale.

Le “curve di probabilità pluviometrica” sono una famiglia di curve che descrivono la relazione tra altezza di pioggia e la durata, parametrizzate rispetto a T periodo di ritorno pertanto essa è definita mediante la seguente espressione:

$$\mathbf{h}(T,d) = \mathbf{K}_T \mathbf{x} \mathbf{a} d^n;$$

dove:

- \mathbf{K}_T è un fattore di crescita probabilistico;
- \mathbf{a} ed \mathbf{n} : parametri relativi alle curve di probabilità pluviometriche medie areali.

La regione Basilicata è stata suddivisa in due macro aree alle quali sono stati attribuiti valori diversi del coefficiente \mathbf{K}_T in funzione del tempo di ritorno, nel caso specifico il valore di \mathbf{K}_T per $T=200$ è pari a 2,91.

I parametri \mathbf{a} ed \mathbf{n} sono pari rispettivamente a 21.16 e 0.349 riferiti alla stazione pluviometrica più vicina.

Dal punto di vista strettamente idraulico la verifica è stata effettuata attraverso l'applicazione di un modello afflussi-deflussi basato sulla teoria tempo-area e con l'ausilio di un modello idraulico per la soluzione delle equazioni del moto libero in condizioni di moto permanente.

Sulla scorta delle risultanze derivanti dall'applicazione della metodologia VAPI, sono stati determinati i valori di portata al colmo di piena per tempo di ritorno $T_R = 200$ anni nella sezione di interesse.

La portata è stata calcolata con la nota formula:

$$Q_c = A I_c (t, T_R) C_{CN} / 3,6 ;$$

Dove :

- Q_c = portata al colmo (mc/s) ;
- I_c = altezza di pioggia netta (mm/h);
- A = superficie del bacino (kmq);
- C_{CN} = coefficiente di deflusso;
- t = tempo di pioggia;
- T_R = tempo di ritorno (anni).

Il divisore correttivo 3.6 serve a convertire le unità di misura.

In particolare, la formula razionale, nel modo in cui è scritta, fornisce la portata in mc/s, esprimendo l'area del bacino in kmq e l'intensità di pioggia in mm/h.

Il metodo considera il bacino idrografico come una singola unità e stima il valore al colmo della portata con le seguenti assunzioni:

- la precipitazione è uniformemente distribuita sul bacino;
- la portata stimata ha lo stesso tempo di ritorno T_R di quello dell'intensità di pioggia critica I_c ;
- la pioggia ha una durata t pari a quella del tempo di corrivazione t_c .

Dove il tempo di corrivazione rappresenta l'intervallo di tempo, dall'inizio della precipitazione, oltre il quale tutto il bacino contribuisce al deflusso nella sezione terminale.

Con t_c si è indicata, quindi, la durata critica rispetto alla quale calcolare il massimo annuale di pioggia areale.

Il valore di t_c è stato determinato attraverso la formula di Giandotti:

$$t_c = (4A_b^{0.5} + 1.5 L_a) / (0.8 (Z_m - Z_0)^{0.5})$$

dove:

- A_b = area bacino [kmq];
- L_a = lunghezza dell'asta principale del bacino [km];
- Z_m = quota media del bacino [m.s.l.m.];
- Z_0 = quota della sezione di chiusura del bacino [m.s.l.m.];

CALCOLO PORTATA				
A [Kmq]	L [Km]	H [m]	tc [ore]	
0,03	0,35	35	0,26	
T	C100			CT
200	0,55			0,63
a	n	KT	t	h(t,T) (mm)
21,16	0,349	2,91	0,26	38,34
lc	A	CT	Qc (mc/s)	
149,00	0,03	0,63	0,78	

Conosciuta la portata così calcolata è stata verificata la sezione esistente del tubo in acciaio con diametro 1000 mm che attraversa Piazza Immacolata.

Portata di una condotta a pelo libero

Formula di Chezy con coefficiente scabrezza di Gauckler-Strickler

D m

w %

i m/m

k

Q m³s

$$v = k R^{2/3} i^{1/2}$$

Legenda

- D** = Diametro interno del canale circolare - (es. 0.25)
- w** = Livello percentuale di riempimento nel canale - (es. 50)
- i** = Pendenza del canale - (es. 0.005)
- Q** = Portata nella condotta
- k** = Coefficiente di scabrezza - Vedi tabella:

Tabella coefficienti scabrezza di Gauckler-Strickler	
Tubi Pe, PVC, PRFV	k = 120
Tubi nuovi gres o ghisa rivestita	k = 100
Tubi in servizio con lievi incrostazioni o cemento ord.	k = 80
Tubi in servizio corrente con incrostaz. e depositi	k = 60
Canali con ciottoli e ghiaia sul fondo	k = 40

La verifica è stata condotta considerando l'eventuale presenza di ciottoli e ghiaia sul fondo del canale, una percentuale di riempimento del 50 % e una pendenza dell'1 %.

Se la stessa verifica viene condotta considerando le stesse condizioni al contorno ma una percentuale di riempimento del 60%:

Portata di una condotta a pelo libero

Formula di Chezy con coefficiente scabrezza di Gauckler-Strickler

D m

w %

i m/m

k

Q m³s

$$v = k R^{2/3} i^{1/2}$$

Legenda

- D** = Diametro interno del canale circolare - (es. 0.25)
- w** = Livello percentuale di riempimento nel canale - (es. 50)
- i** = Pendenza del canale - (es. 0.005)
- Q** = Portata nella condotta
- k** = Coefficiente di scabrezza - Vedi tabella:

Tabella coefficienti scabrezza di Gauckler-Strickler	
Tubi Pe, PVC, PRFV	k = 120
Tubi nuovi gres o ghisa rivestita	k = 100
Tubi in servizio con lievi incrostazioni o cemento ord.	k = 80
Tubi in servizio corrente con incrostaz. e depositi	k = 60
Canali con ciottoli e ghiaia sul fondo	k = 40

Le cifre decimali devono essere separate dal punto e non dalla virgola.
Prima del punto occorre sempre digitare una cifra (ad es: 0.2).

* I campi contrassegnati dall'asterisco sono obbligatori per il funzionamento del calcolo

Tabella diametri interni tubazioni

Si evince che la tubazione esistente è in grado di garantire una portata a pelo libero, e quindi senza la formazione di eventuali rigurgiti, di 0.83 mc/sec.

Dalla verifica si deduce che la sezione esistente f 1000 è in grado di garantire con un grado di riempimento del 60% la portata di 0.83 mc/s, superiore alla portata di progetto di 0.78 mc/sec determinata con un tempo di ritorno di 200 anni.

8.13.3. Saggi meccanici

I cinque saggi meccanici effettuati mediante escavatore hanno permesso di verificare nel dettaglio la stratigrafia dei primi metri, intercettando direttamente il substrato non alterato. A seguito del riconoscimento del passaggio tra il livello più superficiale e il substrato sono stati prelevati n° 5 campioni su cui sono stati determinati, non solo i parametri geotecnici usuali ma anche i residui.

8.13.3.1. Saggio n° S1 S1

Il saggio S1 ha raggiunto la profondità di 2,50 ed il passaggio tra il primo livello superficiale e le marne calcaree scagliettate è stato rinvenuto ad una profondità media di circa 1,40 m dal p.c..

Saggio	S1	campione
0.00 - 0.20	Terreno vegetale	
0.20 - 1.40	Detrito di marne scagliettate di colore giallo in matrice argilloso-limosa	C1 da 1,20 a 1,40
1.40 - 2.50	Marne calcaree scagliettate	C2 - da 1,50 a 1,80
note	Assenza di acqua	

8.13.3.2. Saggio n° S2 S2

Il saggio S2 ha raggiunto la profondità di 2,20 ed il passaggio tra il primo livello superficiale e le marne calcaree scagliettate è stato rinvenuto ad una profondità media di circa 1,10 m dal p.c..

Saggio	S2	campione
0.00 - 0.20	Terreno vegetale	
0.20 - 1.10	Detrito di marne scagliettate di colore giallo in matrice argilloso-limosa	
1.10 - 2.20	Marne calcaree scagliettate	C1 - da 2.20 a 2.40
note	Assenza di acqua	

8.13.3.3. Saggio n° S3 S3

Il saggio S3 ha raggiunto la profondità di 2,00 ed il passaggio tra il primo livello superficiale e le marne calcaree scagliettate è stato rinvenuto ad una profondità media di circa 1,50 m dal p.c..

Saggio	03	campione
0.00 - 0.20	Terreno vegetale	
0.20 - 1.50	Detrito di marne scagliettate di colore giallo in matrice argilloso-limosa molto scadente	
1.50 - 2.00	Marne calcaree e marne argillose molto fratturate	C1 - da 2.00 a 2.30
note	Livello acqua a 1,50 dal p.c.	

8.13.3.4. Saggio n° S4 S4

Il saggio 4 ha raggiunto la profondità di 0.80 raggiungendo immediatamente il substrato costituito da marne limoso-sabbiose stratificate e compatte in cui non è stato possibile prelevare il campione.

Saggio	S4	campione
0.00 - 0.20	Terreno vegetale	
0.20 - 0,50	Detrito di marne scagliettate di colore giallo in matrice argilloso-limosa	Non è stato prelevato alcun campione, per aver incontrato un substrato compatto che ha limitato l'inserimento della fustella campionatrice a pochi centimetri
0,50 - 0,80	Marne calcaree e marne argillose molto fratturate	
note	Assenza di acqua	

8.13.3.5. Saggio n° S5 S5

Il saggio S5 ha raggiunto la profondità di 2,20 ed il passaggio tra il primo livello superficiale e le marne calcaree scagliettate è stato rinvenuto ad una profondità media di circa 1,50 m dal p.c..

Saggio	S5	campione
0.00 - 0.20	Terreno vegetale	
0.20 - 1.20	Detrito di marne scagliettate di colore giallo in matrice argilloso-limosa	
1.20 - 2.20	Marne calcaree e marne argillose molto fratturate	C1 - da 2.20 a 2.50
note	Livello acqua a 1,20 dal p.c.	

8.13.4. Caratterizzazione sismica del sito

8.13.4.1. Determinazione delle VS30 (O.P.C.M. n. 3274 del 20 Marzo 2003)

Sulla base delle velocità delle onde longitudinali (Vp) e sui valori dei moduli di Poisson

relativi ad ogni sismostrato individuato, si è desunto il valore delle VS30 che risulta essere la velocità media di propagazione delle onde di taglio entro 30 mt di profondità; tale determinazione ci consente di definire la categoria del suolo di fondazione relativa all'area in esame.

Di seguito vengono riportate le tabelle di calcolo da cui si evince a quale categoria possono essere assimilati i suoli indagati.

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_i}}$$

h_i = Spessore in metri dello strato i-esimo

V_i = Velocità dell'onda di taglio i-esima

N = Numero di strati

<i>Categorie suolo di fondazione</i>	
A	$V_{s30} > 800$ m/sec
B	360 m/sec $< V_{s30} < 800$ m/sec
C	180 m/sec $< V_{s30} < 360$ m/sec
D	100 m/sec $< V_{s30} < 180$ m/sec
S1	$1V_{s30} < 100$ m/sec
S2	Terreni liquefacibili o non ascrivibili alle altre
E	categorie Alluvioni tra 5 e 20 mt su substrato rigido ($V_{s30} > 800$ m/s)

<i>Stendimento SM9 E SM10 – Località Maiorana</i>						
Strati	Spessore strato in metri	Velocità onda P (m/s)	Coeff. Poisson (\square)	Velocità onda S (m/s)	Rapporto spessore velocità	Tempi parziali in secondi onda S
h_1	3.00	300	0.41	117	h_1/V_1	0.025604
h_2	10.00	850	0.42	316	h_2/V_2	0.031677
h_3	17.00	2400	0.38	1056	h_2/V_3	0.016101
h_{totale}	30				$\square hi/V_i$	0.0734
$V_{S30} = 30 / 0.0734 = 409$ m/s						
CATEGORIA DI SUOLO O.P.C.M. n. 3274 del 20/03/2003				B		

8.13.4.2. Accelerazione sismica e Carta della Microzonazione Sismica (Tav. n. 5)

Poichè il territorio Comunale di Viggiano rientra in zona sismica di **I categoria** (ordinanza n° 3274 del 20/03/2003), il valore di accelerazione massima da considerare è pari a

0.275g; la Legge Regionale n° 9 del 2011 " Disposizioni urgenti in materia di Microzonazione Sismica" definisce la nuova zonizzazione sismica:

Comune	Zona Sismica OPCM 3274	Nuova Zonazione Sismica	PGA subzona (g)	Magnitudo	Distanza (Km)
VIGGIANO	1	1b	0.275	5.8	5

8.13.5. Risultati di calcolo verifiche di stabilità R2 art. 18 – Regolamento PAI

Per le seguenti verifiche sono stati presi i parametri geotecnici caratteristici risultanti dai numerosi sondaggi effettuati sulle varie aree, considerando zone litologicamente omogenee che permettessero di omogeneizzare i dati.

Inoltre, non avendo dati precisi ed attendibili del livello di falda, per ogni sezione, è stata ipotizzata un livello idrico posizione tra tre i cinque metri dal piano campagna, effettuando successivamente verifiche con i livelli idrici a varie profondità compreso a piano campagna per considerare una situazione estrema.

Per ogni sezione sono state sviluppate le relazioni di calcolo, allegate alla presente.

Inoltre, le verifiche sono state effettuate considerando il DPCM 3274 del 2003 ed è stata inserita la riduzione dei parametri geotecnici, per rendere le stesse più cautelative.

Di seguito si sintetizzano i risultati delle diverse verifiche sulle quattro sezioni in situazioni ante e post operam in modo da considerare i carichi e la morfologia modificata.

Inoltre, sono stati inseriti i muri di contenimento, debitamente calcolati e verificati, che si andranno a realizzare per la stabilizzazione dei diversi interventi proposti per ogni insediamento.

SEZIONE	FS (stato di fatto con falda a -2m dal p.c.)			FS (stato di fatto con falda p.c.)			FS (Stato di progetto con falda a -2m dal p.c.)			FS (Stato di progetto con falda p.c.)		
	Sup1	Sup2	Sup3	Sup1	Sup2	Sup3	Sup1	Sup2	Sup3	Sup1	Sup2	Sup3
A-A	3,60	2,46	-	2,91	1,86	-	2,69	2,93	5,88	2,14	2,62	4,76
B-B	3,63	2,45	-	2,96	1,89	-	3,21	5,03	-	2,57	3,99	-
C-C	3,12	1,69	-	2,41	1,33	-	3,76	1,88	-	3,07	1,53	-
D-D	3,32	2,33		2,54	1,66		2,94	5,25	2,62	2,64	4,63	2,42

SEZIONE	FS (stato di fatto con falda a -2m dal p.c.)	FS (stato di fatto con falda p.c.)	FS (Stato di progetto con falda a -2m dal p.c.)	FS (Stato di progetto con falda p.c.)
A-A	1,41	1,26	1,48	1,28
B-B	1,47	1,30	1,57	1,20
C-C	1,23	1,06	1,47	1,21
D-D	1,59	1,25	2,41	2,22

Dai risultati si evince che i valori di stabilità sono tutti superiori ad 1 ed in alcuni casi, con l'inserimento delle opere, contemporaneamente all'abbassamento della profondità della falda, si registra un netto miglioramento delle condizioni morfologiche su ogni sezione.

9.0 PROPRIETA' GEOTECNICHE DEI TERRENI

Sulla scorta dei dati rivenienti delle indagini geognostiche consultate e realizzate è stato possibile caratterizzare geotecnicamente i terreni affioranti nell'area rilevata.

In pratica si è provveduto a desumere le caratteristiche meccaniche dei litotipi sotto elencati analizzando le varie analisi di laboratorio condotte e prendendo in considerazione la media dei valori ottenuti:

LITOLOGIA	Peso di volume (g/cm ³)	Coesione (Kg/cm ²)	Angolo di attrito (gradi)
Copertura eluvio – colluviale	1,95	0,17	21,15°
Flysch arenaceo – marnoso	2,16	0,80	19,58°
	2,09	0,19	25,52°
Flysch di Galestrino	1,95	0,17	21,08°
Scisti silicei	1,86	0,19	22,84°
Calcari fratturati e breccie calcaree cementate	1,9 – 2,2		45° - 60°

9.1 Risultati indagini geomeccaniche in aree di affioramento dei terreni carbonatici

Relativamente ai terreni calcarei ed alle breccie calcaree cementate al fine di definire le caratteristiche meccaniche è stata condotta una campagna di rilievi geomeccanici, con l'utilizzo anche di sclerometro, che hanno permesso di parametrizzare gli affioramenti.

9.1.1 Rilievo geomeccanico S1

Il rilievo geomeccanico S1 ha riguardato un fronte di scavo situato presso l'area di Lottizzazione art. 34 in località Paschiere.

I risultati del rilievo sono sintetizzati nelle seguenti tabelle e nella relazione di calcolo allegata.

Classificazione corretta dell'ammasso roccioso

SMR	Classe	Descrizione
77,67	Seconda	Buona

Grado di stabilità, tipo di cinematismo di rottura, eventuali interventi di stabilizzazione

Stabilità	Modo di rottura	Stabilizzazione
Stabile	Possibili blocchi	Occasionale

Classificazione dell'ammasso roccioso

RMR base	RMR corretto	Classe	Descrizione
72,61	65,61	Seconda	Buono

Caratterizzazione geomeccanica dell'ammasso roccioso

Modulo di deformazione (GPa)	Geological Strength Index (GSI)	Coesione di picco (kPa)	Angolo di attrito di picco (°)	Coesione residua (kPa)	Angolo di attrito residuo (°)
45,22	67,61	363,05	41,31	290,44	34,04

9.1.2 Rilievo geomeccanico S2

Il rilievo geomeccanico S2 ha riguardato un fronte di scavo situato presso l'area di CD 8 in località Via G. Marconi. I risultati del rilievo sono sintetizzati nelle seguenti tabelle e nella relazione di calcolo allegata.

Classificazione dell'ammasso roccioso

RMRbase	RMRcorretto	Classe	Descrizione
66,15	59,15	Terza	Mediocre

Caratterizzazione geomeccanica dell'ammasso roccioso

Modulo di deformazione (GPa)	Geological Strength Index (GSI)	Coesione di picco (kPa)	Angolo di attrito di picco (°)	Coesione residua (kPa)	Angolo di attrito residuo (°)
32,3	61,15	330,75	38,08	264,6	31,46

Classificazione corretta dell'ammasso roccioso

SMR	Classe	Descrizione
61,9	Seconda	Buona

Grado di stabilità, tipo di cinematismo di rottura, eventuali interventi di stabilizzazione

Stabilità	Modo di rottura	Stabilizzazione
Stabile	Possibili blocchi	Occasionale

10.0 VERIFICHE DI STABILITA' DEI VERSANTI

Al fine di verificare le condizioni di stabilità dei pendii sono state eseguite una serie di verifiche di stabilità delle superfici di scivolamento, in modo particolare dette verifiche sono state realizzate in corrispondenza delle aree ove il piano prevede le concessioni dirette.

Per quanto attiene alle stratigrafie di profondità ed ai dati geomeccanici di volta in volta si è fatto riferimento sia ai dati rivenienti dalla campagna geognostica condotta in sede di stesura del presente studio sia a quelli di studi geologici precedenti condotti nelle zone in esame.

10.1 Normativa di riferimento

D.M. 11/3/88; Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.

Con particolare riferimento a:

- a) Provvedimenti per le costruzioni con prescrizioni per zone sismiche (Legge 2/2/74, D.M. 16/1/96 e D.M. 11/3/1988)
- b) Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche (D.M. 9/1/96)
- c) Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi (D.M. 16/1/96)
- d) Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso, e strutture metalliche (Legge 5/11/71, n.1086 e D.M. 14/2/92)
- e) Ordinanza della presidenza del consiglio dei ministri n° 3274 del 2003.

10.2. Introduzione all'analisi di stabilità

La risoluzione di un problema di stabilità richiede la presa in conto delle equazioni di campo e dei legami costitutivi.

Le prime sono di equilibrio, le seconde descrivono il comportamento del terreno.

Tali equazioni risultano particolarmente complesse in quanto i terreni sono dei sistemi multifase, che possono essere ricondotti a sistemi monofase solo in condizioni di terreno secco, o di analisi in condizioni drenate.

Nella maggior parte dei casi ci si trova a dover trattare un materiale che se saturo è per lo meno bifase, ciò rende la trattazione delle equazioni di equilibrio notevolmente complicata.

Inoltre è praticamente impossibile definire una legge costitutiva di validità generale, in quanto i terreni presentano un comportamento non-lineare già a piccole deformazioni, sono anisotropi ed inoltre il loro comportamento dipende non solo dallo sforzo deviatorico ma anche da quello normale.

A causa delle suddette difficoltà vengono introdotte delle ipotesi semplificative:

(a) Si usano leggi costitutive semplificate: modello rigido perfettamente plastico. Si assume che la resistenza del materiale sia espressa unicamente dai parametri coesione (c) e angolo di resistenza al taglio (ϕ), costanti per il terreno e caratteristici dello stato plastico; quindi si suppone valido il criterio di rottura di Mohr-Coulomb.

(b) In alcuni casi vengono soddisfatte solo in parte le equazioni di equilibrio.

10.3. Metodo equilibrio limite (LEM)

Il metodo dell'equilibrio limite consiste nello studiare l'equilibrio di un corpo rigido, costituito dal pendio e da una superficie di scorrimento di forma qualsiasi (linea retta, arco di cerchio, spirale logaritmica); da tale equilibrio vengono calcolate le tensioni da taglio (τ) e confrontate con la resistenza disponibile (τ_f), valutata secondo il criterio di rottura di *Coulomb*, da tale confronto ne scaturisce la prima indicazione sulla stabilità attraverso il coefficiente di sicurezza $F = \tau_f / \tau$.

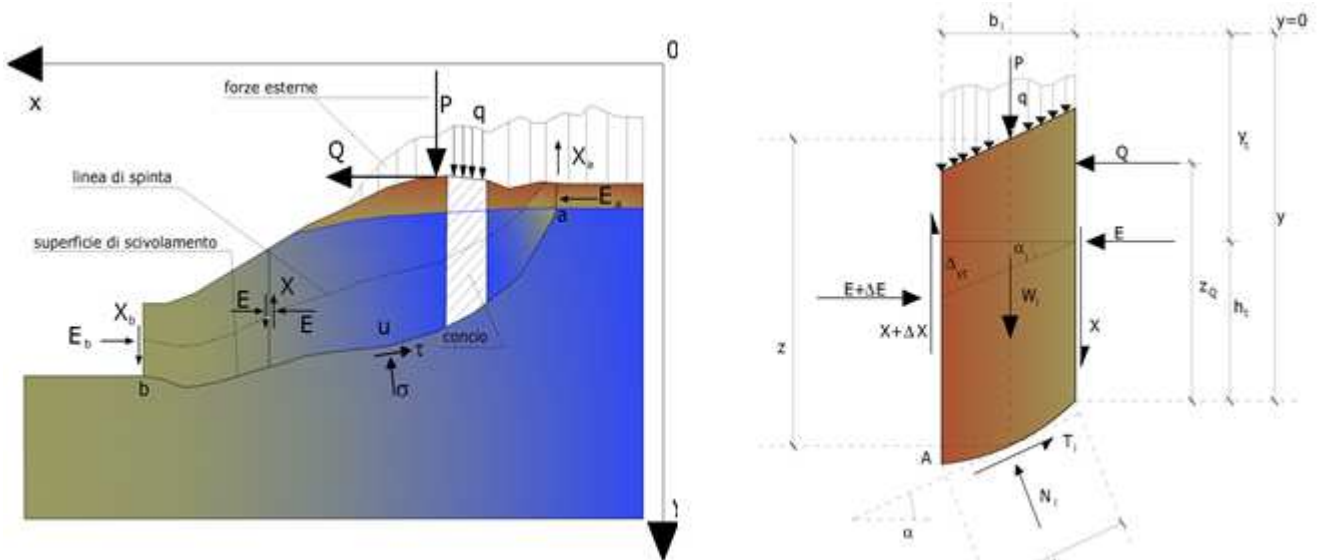
Tra i metodi dell'equilibrio limite alcuni considerano l'equilibrio globale del corpo rigido (*Culman*), altri a causa della non omogeneità dividono il corpo in conci considerando l'equilibrio di ciascuno (*Fellenius, Bishop, Janbu ecc.*).

10.4. Metodo di Janbu (1967)

Janbu estese il metodo di Bishop a superfici di scorrimento di forma qualsiasi.

Quando vengono trattate superfici di scorrimento di forma qualsiasi il braccio delle forze cambia (nel caso delle superfici circolari resta costante e pari al raggio). A tal motivo risulta più conveniente valutare l'equazione del momento rispetto allo spigolo di ogni blocco.

$$F = \frac{\sum \{c_i \times b + (W_i - u_i \times b_i + \Delta X_i) \times \tan \phi_i\} \times \frac{\sec^2 \alpha_i}{1 + \tan \alpha_i \times \tan \phi_i / F}}{\sum W_i \times \tan \alpha_i}$$

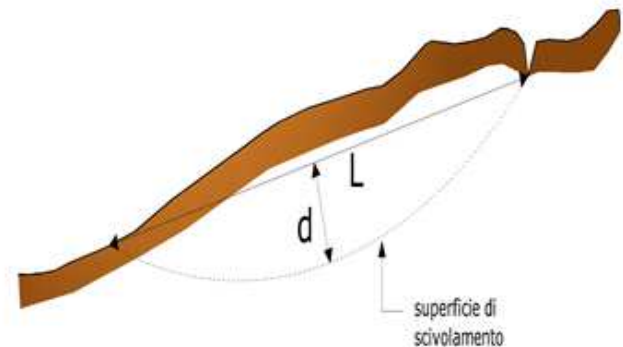
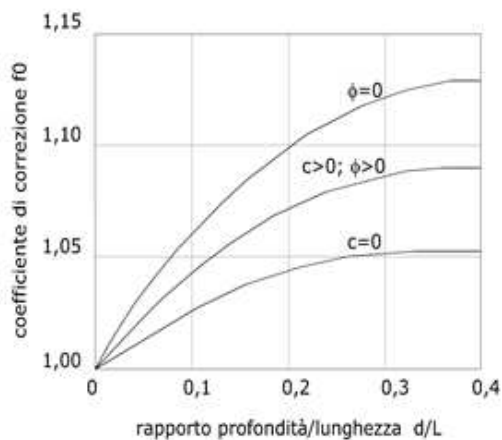


Azioni sul concio *i*-esimo secondo le ipotesi di Janbu e rappresentazione d'insieme dell'ammasso

Assumendo $DX_i = 0$ si ottiene il metodo ordinario. Janbu propose inoltre un metodo per la correzione del fattore di sicurezza ottenuto con il metodo ordinario secondo la seguente:

$$F_{\text{corretto}} = f_0 \cdot F$$

dove f_0 è riportato in grafici funzione di geometria e parametri geotecnici. Tale correzione è molto attendibile per pendii poco inclinati.



10.5. Ricerca della superficie di scorrimento critica

In presenza di mezzi omogenei non si hanno a disposizione metodi per individuare la superficie di scorrimento critica ed occorre esaminarne un numero elevato di potenziali superfici.

Nel caso vengano ipotizzate superfici di forma circolare, la ricerca diventa più semplice, in quanto dopo aver posizionato una maglia dei centri costituita da m righe e n colonne saranno esaminate tutte le superfici aventi per centro il generico nodo della maglia $m \times n$ e raggio

variabile in un determinato range di valori tale da esaminare superfici cinematicamente ammissibili.

10.6. Risultati di calcolo

Nella elaborazione delle seguenti verifiche sono stati considerati i parametri geotecnici desunti dalle varie indagini geognostiche condotte direttamente nel corso del presente studio o di quelle realizzate in periodi precedenti e poste nelle immediate delle aree investigate.

Inoltre, non avendo dati precisi ed attendibili del livello di falda, per ogni sezione, è stata ipotizzata un livello idrico posizione tra i tre ed i cinque metri dal piano campagna.

Le verifiche sono state effettuate sia considerando l' NTC 3274 ed è stata inserita la riduzione dei parametri geotecnici, per rendere le stesse più cautelative, nelle aree ove il piano prevede concessioni dirette le verifiche sono state condotte sia considerando lo stato di fatto sia quello successivo post opera.

Nel seguito non ritroviamo le sezioni n. 1-1' e 3-3' in quanto sostituite dalle sezioni A-A, B-B, C-C e D-D che ritroviamo alla località Maiorana interessata da uno specifico studio geologico finalizzato alla rideterminazione del livello di rischio idrogeologico ed alla compatibilità idrogeologica, pertanto le risultanze di queste verifiche sono riportate al capitolo precedente 8.15.

Per ognuna delle sezioni sono state sviluppate le relazioni di calcolo che vengono allegate alla presente

10.6.1. Verifica di stabilità sezione 2 – 2'

La verifica di stabilità tracciata lungo la sezione 2-2' ricade a valle della strada Comunale per la Montagna Grande in località Maiorana.

In tale area, definita nel piano DP 5, sono stati eseguiti il sondaggio S02 e la MASW O2 e sono stati analizzati i dati del sondaggio S21 e

I dati geotecnici utilizzati sono relativi alle analisi di laboratorio del campione S2-2 prelevato alla profondità di 6.60 dal piano campagna.

SEZIONE 2-2' - NTC 2008

Analisi di stabilità dei pendii con: JANBU (1967)

Lat./Long.	40.35/15.89
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	2.0
Numero dei conci	10.0

Grado di sicurezza ritenuto accettabile 1.3
 Coefficiente parziale resistenza 1.0
 Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito: Picco
 Analisi Condizione drenata
 Superficie di forma circolare

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi 0.8 m
 Ordinata vertice sinistro inferiore yi 880.53 m
 Ascissa vertice destro superiore xs 72.78 m
 Ordinata vertice destro superiore ys 891.96 m
 Passo di ricerca 10.0
 Numero di celle lungo x 10.0
 Numero di celle lungo y 10.0

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Tipo opera: 2 - Opere ordinarie
 Classe d'uso: Classe II
 Vita nominale: 50.0 [anni]
 Vita di riferimento: 50.0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo: B
 Categoria topografica: T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30.0	0.57	2.41	0.28
S.L.D.	50.0	0.76	2.39	0.29
S.L.V.	475.0	2.49	2.29	0.36
S.L.C.	975.0	3.39	2.34	0.39

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0.684	0.2	0.014	0.007
S.L.D.	0.912	0.2	0.0186	0.0093
S.L.V.	2.9068	0.28	0.083	0.0415
S.L.C.	3.6491	0.28	0.1042	0.0521

Coefficiente azione sismica orizzontale 0.083
 Coefficiente azione sismica verticale 0.0415

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0.0	864.0
2	7.34	866.0
3	15.54	868.0
4	23.17	870.0
5	31.26	872.0
6	38.47	874.0
7	47.28	876.0
8	58.27	878.0
9	72.73	880.0

Falda

Nr.	X (m)	y (m)
-----	----------	----------

1	0.0	861.0
2	7.34	863.0
3	15.54	865.0
4	23.17	867.0
5	31.26	869.0
6	38.47	871.0
7	47.28	873.0
8	58.27	875.0
9	72.73	877.0

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	0.0	855.78
2	7.96	858.15
3	16.54	860.16
4	25.13	862.07
5	32.55	863.87
6	40.18	865.35
7	49.08	867.68
8	60.53	870.44
9	72.73	874.65

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1.25
Coesione efficace	1.25
Coesione non drenata	1.4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

Stratigrafia

Strato	Coesione (kN/m ²)	Coesione non drenata (kN/m ²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (kN/m ³)	Peso saturo (kN/m ³)	Litologia
1	22		23	20.1	21	Ghiaia argilloso- limosa
2	5.9		25.6	20	26.8	Substrato roccioso

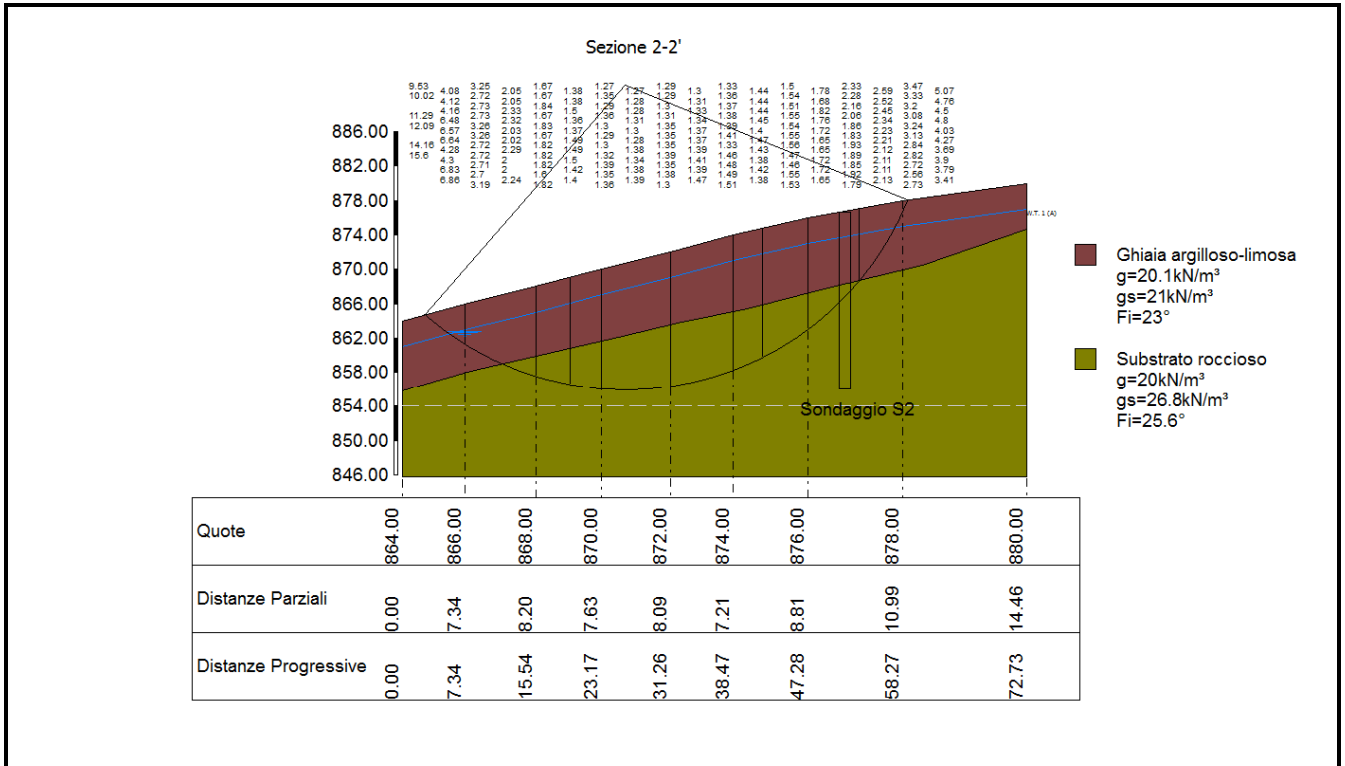
Risultati analisi pendio [A2+M2+R2]***F_s minimo individuato*****1.27**

Ascissa centro superficie	25.99 m
Ordinata centro superficie	891.39 m
Raggio superficie	35.42 m

$$x_c = 25.994 \quad y_c = 891.39 \quad R_c = 35.42 \quad F_s = 1.267$$

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kN/m ²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	4.66	-36.5	5.823968.15	1989.36	994.68	17.6	18.8	0.048669.1	31725.8		
2	8.2	-24.5	9.01136480.0	11327.84	5663.92	17.6	18.840199.7132085.5	63490.4			
3	3.98	-13.8	4.1105011.9	8715.99	4358.0	4.72	21.033917.380921.5	32173.8			
4	3.65	-7.6	3.68113276.6	9401.96	4700.98	4.72	21.037434.880613.5	31210.8			
5	8.09	2.0	8.09289269.3	24009.35	12004.67	4.72	21.097160.0189707.2	72590.8			

6	7.21	14.6	7.45274300.3	22766.92	11383.46	4.72	21.093024.6170339.2	67396.3
7	3.5	23.7	3.83128197.3	10640.37	5320.19	4.72	21.043587.979043.7	33242.0
8	5.31	31.9	6.25175568.0	14572.14	7286.07	4.72	21.059043.8110505.2	50588.5
9	5.92	43.6	8.17145844.9	12105.12	6052.56	4.72	21.047175.898590.9	54525.9
10	5.61	59.1	10.9258616.64	4865.18	2432.59	17.6	18.811236.539830.1	60993.5



10.6.2. Verifica di stabilità sezione 4 – 4'

La verifica di stabilità tracciata sulla sezione 4 - 4' ricade in area definita D.P. 3 in località Cicala al di sotto dell'insediamento Tetto Lucano ed a ridosso della strada Madonna di Viggiano.

Nell'area è stato realizzato il saggio meccanico SM 8 e sono stati considerati i dati del sondaggio S09, i dati geotecnici utilizzati sono relativi alle analisi di laboratorio del campione 1 prelevato alla profondità di 2.90 dal piano campagna.

SEZIONE 4-4' - NTC 2008

Analisi di stabilità dei pendii con: JANBU (1967)

Lat./Long.	40.35/15.9
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	2.0
Numero dei conci	10.0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1.3
Coefficiente parziale resistenza	1.0
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	2.94 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	912.44 m
Ascissa vertice destro superiore xs	107.27 m

Ordinata vertice destro superiore ys	930.82 m
Passo di ricerca	10.0
Numero di celle lungo x	10.0
Numero di celle lungo y	10.0

Coefficienti sismici [N.T.C.]**Dati generali**

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe II
Vita nominale:	50.0 [anni]
Vita di riferimento:	50.0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	B
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30.0	0.56	2.41	0.28
S.L.D.	50.0	0.76	2.39	0.29
S.L.V.	475.0	2.49	2.29	0.36
S.L.C.	975.0	3.38	2.34	0.39

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0.672	0.2	0.0137	0.0069
S.L.D.	0.912	0.2	0.0186	0.0093
S.L.V.	2.9068	0.28	0.083	0.0415
S.L.C.	3.6415	0.28	0.104	0.052

Coefficiente azione sismica orizzontale 0.083

Coefficiente azione sismica verticale 0.0415

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0.0	896.0
2	22.19	898.0
3	37.32	900.0
4	44.69	902.0
5	65.7	904.0
6	75.57	906.0
7	89.82	908.0
8	107.32	910.0

Falda

Nr.	X (m)	y (m)
1	0.0	893.0
2	22.19	895.0
3	37.32	897.0
4	44.69	899.0
5	65.7	901.0
6	75.57	903.0
7	89.82	905.0
8	107.32	907.0

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	0.0	885.35
2	11.0	887.35
3	24.34	889.36
4	31.13	889.87
5	39.57	890.62
6	49.63	891.5
7	65.87	893.01
8	87.64	896.03
9	107.32	899.75

Coefficients parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1.25
Coesione efficace	1.25
Coesione non drenata	1.4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

Stratigrafia

Strato	Coesione (kN/m ²)	Coesione non drenata (kN/m ²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (kN/m ³)	Peso saturo (kN/m ³)	Litologia
1	11.76		22.32	19.12	19.41	Ghiaia argilloso- limosa
2	5.89		25.58	20	26.77	Argilla o argilla limosa consistente

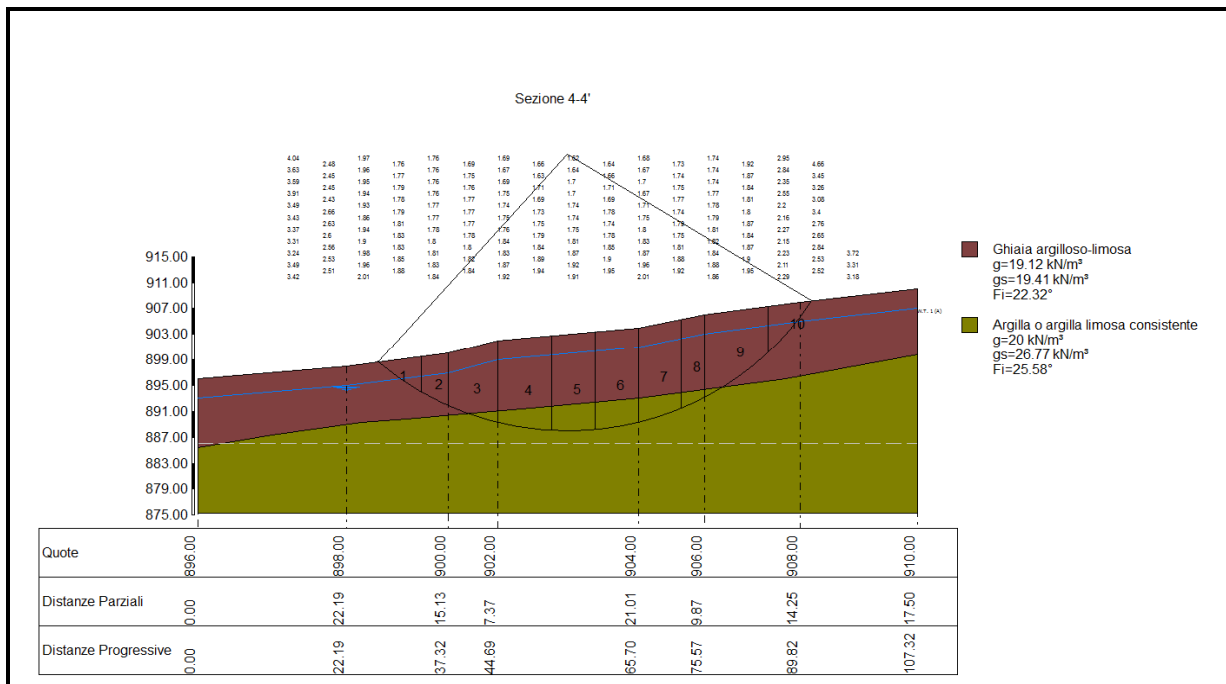
Risultati analisi pendio [A2+M2+R2]

F_s minimo individuato**1.62**

Ascissa centro superficie	55.11 m
Ordinata centro superficie	930.82 m
Raggio superficie	42.84 m

$$x_c = 55.107 \quad y_c = 930.817 \quad R_c = 42.844 \quad F_s = 1.623$$

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kN/m ²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	6.46	-35.9	7.9837794.93	3136.98	1568.49	9.41	18.2	0.061617.9	25471.8		
2	4.01	-27.6	4.52 54522.2	4525.34	2262.67	9.41	18.215721.652032.2	17871.0			
3	7.37	-19.3	7.81156679.0	13004.36	6502.18	4.71	21.056310.5119132.6	38683.4			
4	8.01	-8.6	8.11237993.3	19753.44	9876.72	4.71	21.087554.3159464.7	48586.6			
5	6.46	1.1	6.47212404.3	17629.56	8814.78	4.71	21.078160.8133492.5	40105.5			
6	6.53	9.9	6.63214495.4	17803.12	8901.56	4.71	21.078964.1130716.5	39962.4			
7	6.4	18.8	6.76196916.0	16344.03	8172.01	4.71	21.072851.2118791.3	38079.3			
8	3.47	25.9	3.8696378.08	7999.38	3999.69	4.71	21.036000.358428.0	19926.5			
9	9.45	36.4	11.75195686.8	16242.01	8121.0	9.41	18.270969.4126216.5	48442.2			
10	6.46	51.2	10.3251956.08	4312.35	2156.18	9.41	18.2 7120.747966.0	30273.6			



10.6.3. Verifica di stabilità sezione 5 – 5'

La verifica di stabilità tracciata sulla sezione 5 - 5' ricade in un'area definita Lottizzazione Art. 34 ubicata in località Cicala a monte dell'Hotel Teotokos, in tale area è stato realizzato il saggio meccanico SM7 e sono stati considerati i dati del sondaggio S11 e del rilievo sismico SM12.

I dati geotecnici utilizzati sono relativi alle analisi di laboratorio del campione 1 prelevato alla profondità di 3.00 dal piano campagna.

SEZIONE 5-5' - NTC 2008

Analisi di stabilità dei pendii con: JANBU (1967)

Lat./Long.	40.35/15.9
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	2.0
Numero dei conci	10.0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1.3
Coefficiente parziale resistenza	1.0
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	2.94 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	912.44 m
Ascissa vertice destro superiore xs	107.27 m
Ordinata vertice destro superiore ys	930.82 m
Passo di ricerca	10.0
Numero di celle lungo x	10.0
Numero di celle lungo y	10.0

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe II
Vita nominale:	50.0 [anni]
Vita di riferimento:	50.0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	B
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30.0	0.56	2.41	0.28
S.L.D.	50.0	0.76	2.39	0.29
S.L.V.	475.0	2.49	2.29	0.36
S.L.C.	975.0	3.38	2.34	0.39

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera:	Stabilità dei pendii e Fondazioni
--------	-----------------------------------

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0.672	0.2	0.0137	0.0069
S.L.D.	0.912	0.2	0.0186	0.0093
S.L.V.	2.9068	0.28	0.083	0.0415
S.L.C.	3.6415	0.28	0.104	0.052

Coefficiente azione sismica orizzontale	0.083
Coefficiente azione sismica verticale	0.0415

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0.0	896.0
2	22.19	898.0
3	37.32	900.0
4	44.69	902.0
5	65.7	904.0
6	75.57	906.0
7	89.82	908.0
8	107.32	910.0

Falda

Nr.	X (m)	y (m)
1	0.0	892.0
2	22.19	894.0
3	37.32	896.0
4	46.74	897.29
5	65.7	900.0
6	75.57	902.0
7	89.82	904.0
8	107.27	907.74

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	0.0	890.0
2	9.36	890.75
3	21.07	892.89
4	29.37	893.14
5	36.42	893.52
6	46.36	894.9
7	60.08	896.28
8	73.54	897.79
9	107.32	907.85

Coefficients parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1.25
Coesione efficace	1.25
Coesione non drenata	1.4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

Stratigrafia

Strato	Coesione (kN/m ²)	Coesione non drenata (kN/m ²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (kN/m ³)	Peso saturo (kN/m ³)	Litologia	
1	23.53		23.5	19.31	19.41	Ghiaia argilloso- limosa	
2	20.59		28	18.73	19.90	Argilla o argilla limosa consistente	

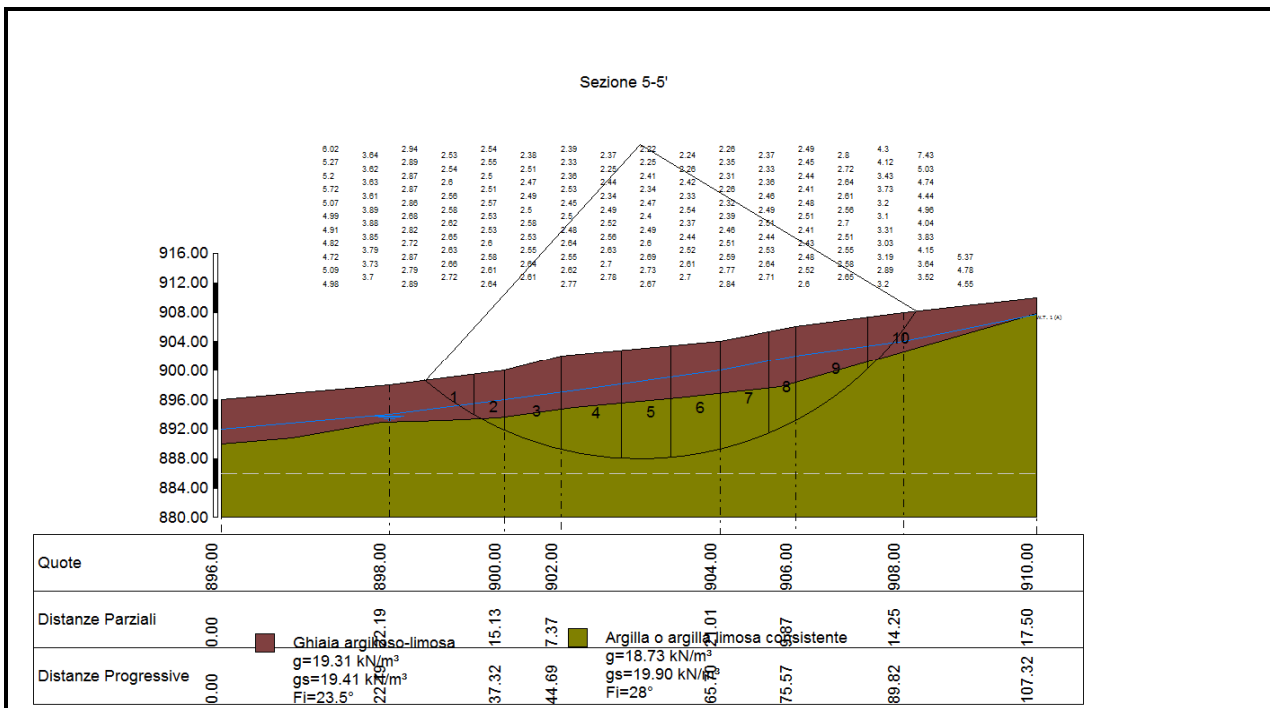
Risultati analisi pendio [A2+M2+R2]

F_s minimo individuato**2.22**

Ascissa centro superficie	55.11 m
Ordinata centro superficie	930.82 m
Raggio superficie	42.84 m

$$x_c = 55.107 \quad y_c = 930.817 \quad R_c = 42.844 \quad F_s = 2.221$$

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kN/m ²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	6.46	-35.9	7.9838170.51	3168.15	1584.08	18.82	19.2	0.061508.4	24494.6		
2	4.01	-27.6	4.5254841.74	4551.86	2275.93	16.47	23.011712.757707.3	19584.8			
3	7.37	-19.3	7.81156252.1	12968.93	6484.46	16.47	23.045250.6130604.7	39306.0			
4	8.01	-8.6	8.11223154.1	18521.79	9260.9	16.47	23.073079.7158446.9	44265.9			
5	6.46	1.1	6.47195302.7	16210.12	8105.06	16.47	23.068642.1126010.3	34828.3			
6	6.53	9.9	6.63197344.3	16379.57	8189.79	16.47	23.071370.1121944.0	34548.9			
7	6.4	18.8	6.76184203.8	15288.91	7644.46	16.47	23.066455.2113428.6	34019.1			
8	3.47	25.9	3.8692730.98	7696.67	3848.34	16.47	23.032526.358686.5	18895.9			
9	9.45	36.4	11.75197861.2	16422.47	8211.24	16.47	23.061515.1138145.1	52688.9			
10	6.46	51.2	10.3252266.41	4338.11	2169.06	18.82	19.2	656.5	55979.7	33864.8	



10.6.4. Verifica di stabilità sezione 6 – 6’ (CD 14)

La verifica di stabilità tracciata sulla sezione 6 - 6’ interessa la CD 14, i dati rivengono dal sondaggio Masw 08 e dalla perforazione S10.

Considerato che la verifica interessa un area in cui è prevista la concessione diretta CD 14 l’indagine è stata condotta sia in condizioni attuali sia di post opere progettuali.

I dati geotecnici utilizzati sono relativi alle analisi di laboratorio del campione 1 prelevato alla profondità di 3.70 dal piano campagna.

SEZIONE 6-6’ – STATO ATTUALE - NTC 2008

Analisi di stabilità dei pendii con: JANBU (1967)

Lat./Long.	40.3510405997717/15.8978309208091
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	2.0
Numero dei conchi	10.0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1.1
Coefficiente parziale resistenza	1.0
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	4.69 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	931.22 m
Ascissa vertice destro superiore xs	161.68 m
Ordinata vertice destro superiore ys	953.42 m
Passo di ricerca	10.0

Numero di celle lungo x	10.0
Numero di celle lungo y	10.0

Coefficienti sismici [N.T.C.]**Dati generali**

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe II
Vita nominale:	50.0 [anni]
Vita di riferimento:	50.0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	B
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30.0	0.56	2.41	0.28
S.L.D.	50.0	0.76	2.39	0.29
S.L.V.	475.0	2.49	2.29	0.36
S.L.C.	975.0	3.38	2.34	0.39

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0.672	0.2	0.0137	0.0069
S.L.D.	0.912	0.2	0.0186	0.0093
S.L.V.	2.9068	0.28	0.083	0.0415
S.L.C.	3.6415	0.28	0.104	0.052

Coefficiente azione sismica orizzontale 0.083
 Coefficiente azione sismica verticale 0.0415

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0.0	904.0
2	59.2	910.0
3	106.19	918.0
4	111.8	920.0
5	127.65	924.0
6	162.04	930.0

Falda

Nr.	X (m)	y (m)
1	0.0	901.23
2	4.4	901.61
3	27.9	903.63
4	63.36	908.53
5	98.54	913.58
6	127.95	920.21
7	150.58	924.97
8	161.68	927.7

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	0.0	902.0
2	1.23	901.52
3	34.24	904.12
4	56.87	907.43
5	59.36	907.61
6	67.4	908.3
7	93.92	912.62
8	105.96	915.13
9	112.09	916.96
10	117.71	918.53
11	129.2	920.66
12	143.37	923.58
13	162.04	928.0

Coefficients parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1.25
Coesione efficace	1.25
Coesione non drenata	1.4
Riduzione parametri geotecnici terreno	No

Stratigrafia

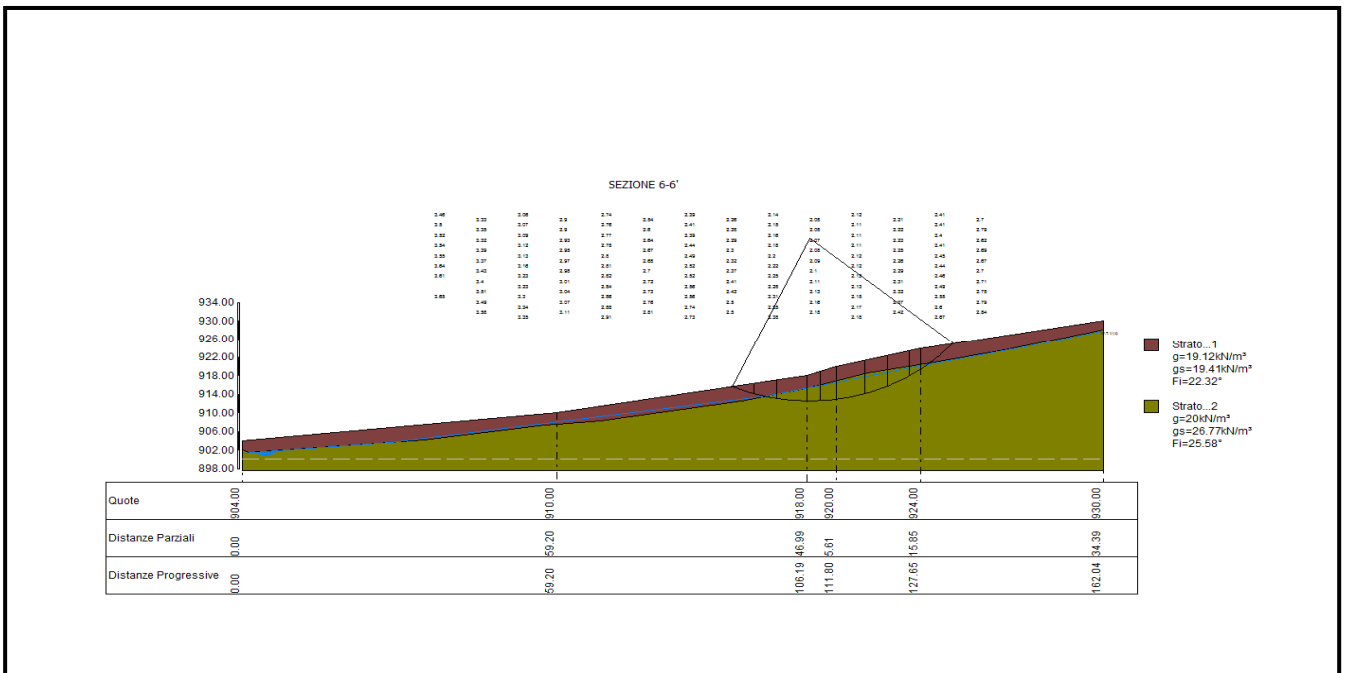
Strato	Coesione (kN/m ²)	Coesione non drenata (kN/m ²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (kN/m ³)	Peso saturo (kN/m ³)	Litologia	
1	11.76		22.32	19.12	19.41		
2	5.89		25.58	20	26.77		

Risultati analisi pendio [NTC 2008: [A2+M2+R2]]

Fs minimo individuato	2.07
Ascissa centro superficie	106.73 m
Ordinata centro superficie	947.87 m
Raggio superficie	35.41 m

$$x_c = 106.732 \quad y_c = 947.869 \quad R_c = 35.413 \quad F_s = 2.072$$

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (N)	Kh•Wi (N)	Kv•Wi (N)	c (kN/m ²)	Fi (°)	Ui (N)	N'i (N)	Ti (N)
1	4.17	-20.7	4.4697304.56	8076.28	4038.14	11.76	22.3	0.0126988.2	64750.7		
2	4.17	-13.6	4.29259736.7	21558.15	10779.07	5.89	25.6	0.0290374.6	97879.3		
3	5.72	-5.5	5.74621001.0	51543.08	25771.54	5.89	25.6	0.0643042.9	198739.3		
4	2.62	1.2	2.62363879.8	30202.02	15101.01	5.89	25.6	0.0361612.3	109198.3		
5	2.99	5.8	3.0472783.6	39241.04	19620.52	5.89	25.6	0.0461184.0	138770.1		
6	5.35	12.7	5.49913786.1	75844.24	37922.12	5.89	25.6	0.0877697.1	268517.5		
7	4.17	20.7	4.46683426.3	56724.38	28362.19	5.89	25.6	0.0656155.0	210714.1		
8	4.17	28.2	4.73585290.2	48579.08	24289.54	5.89	25.6	0.0570595.3	197690.6		
9	2.15	34.1	2.6236712.1	19647.1	9823.55	5.89	25.6	0.0235633.0	89572.6		
10	6.19	43.1	8.47319385.8	26509.02	13254.51	11.76	22.3	0.0313611.5	181007.1		



SEZIONE 6-6' – STATO POST OPERE - NTC 2008

Analisi di stabilità dei pendii con: JANBU (1967)

Lat./Long.	40.3510405997717/15.8978309208091
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	2.0
Numero dei conci	10.0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1.1
Coefficiente parziale resistenza	1.0
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	4.69 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	931.22 m
Ascissa vertice destro superiore xs	161.68 m
Ordinata vertice destro superiore ys	953.42 m
Passo di ricerca	10.0
Numero di celle lungo x	10.0
Numero di celle lungo y	10.0

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe II
Vita nominale:	50.0 [anni]
Vita di riferimento:	50.0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	B
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30.0	0.56	2.41	0.28
S.L.D.	50.0	0.76	2.39	0.29
S.L.V.	475.0	2.49	2.29	0.36
S.L.C.	975.0	3.38	2.34	0.39

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0.672	0.2	0.0137	0.0069
S.L.D.	0.912	0.2	0.0186	0.0093
S.L.V.	2.9068	0.28	0.083	0.0415
S.L.C.	3.6415	0.28	0.104	0.052

Coefficiente azione sismica orizzontale 0.083
 Coefficiente azione sismica verticale 0.0415

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0.0	904.0
2	59.2	910.0
3	89.74	917.0
4	109.0	917.0
5	109.0	919.0
6	109.2	919.0
7	111.8	920.0
8	127.65	924.0
9	162.04	930.0

Falda

Nr.	X (m)	y (m)
1	0.0	901.23
2	4.4	901.61
3	27.9	903.63
4	63.36	908.53
5	98.54	913.58
6	127.95	920.21
7	150.58	924.97
8	161.68	927.7

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	0.0	902.0
2	1.23	901.52
3	34.24	904.12
4	56.87	907.43
5	59.36	907.61
6	67.4	908.3
7	93.92	912.62
8	105.96	915.13
9	112.09	916.96
10	117.71	918.53
11	129.2	920.66
12	143.37	923.58

13	162.04	928.0
----	--------	-------

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1.25
Coesione efficace	1.25
Coesione non drenata	1.4
Riduzione parametri geotecnici terreno	No

Stratigrafia

Strato	Coesione (kN/m ²)	Coesione non drenata (kN/m ²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (kN/m ³)	Peso saturo (kN/m ³)	Litologia
1	11.76		22.32	19.12	19.41	
2	5.89		25.58	20	26.77	

Muri di sostegno - Caratteristiche geometriche

N°	x (m)	y (m)	Base mensola a valle (m)	Base mensola a monte (m)	Altezza muro (m)	Spessore testa (m)	Spessore base (m)	Peso specifico (kN/m ³)
1	109	917	1	0.5	2	0.3	0.3	25

Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kN/m ²)
1	91	917	106	917	100

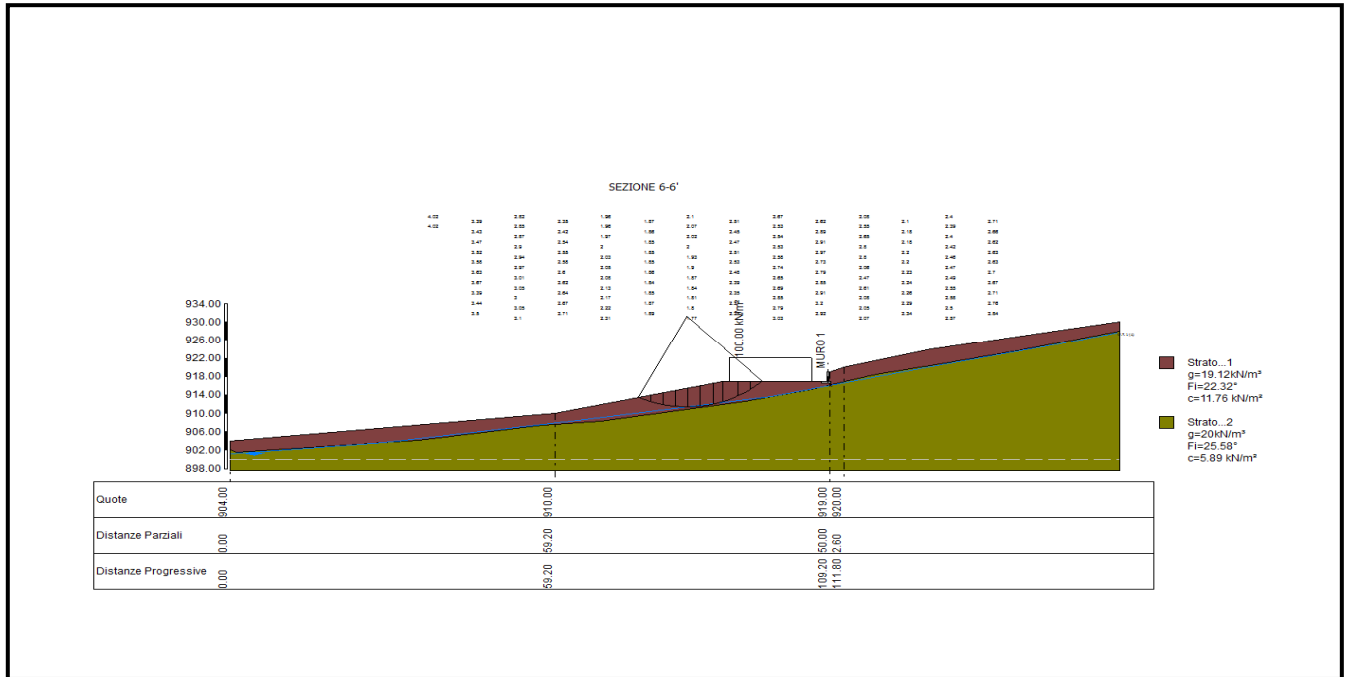
Risultati analisi pendio [NTC 2008: [A2+M2+R2]]

Fs minimo individuato	1.77
Ascissa centro superficie	83.18 m
Ordinata centro superficie	931.22 m
Raggio superficie	19.82 m

B: Larghezza del concio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del concio; Li: Lunghezza della base del concio; Wi: Peso del concio; Ui: Forze derivanti dalle pressioni neutre; Ni: forze agenti normalmente alla direzione di scivolamento; Ti: forze agenti parallelamente alla superficie di scivolamento; Fi: Angolo di attrito; c: coesione.

$$x_c = 83.182 \quad y_c = 931.218 \quad R_c = 19.818 \quad F_s = 1.774$$

Nr.	B (m)	Alfa (°)	Li (m)	Wi (N)	Kh•Wi (N)	Kv•Wi (N)	c (kN/m ²)	Fi (°)	Ui (N)	N'i (N)	Ti (N)
1	2.26	-22.9	2.4633716.31	2798.45	1399.23	11.76	22.3	0.050811.0	36526.2		
2	2.26	-15.9	2.3590587.68	7518.78	3759.39	11.76	22.3	0.0108104.7	50680.2		
3	2.26	-9.2	2.29134830.5	11190.93	5595.46	11.76	22.3	0.0146168.8	59596.6		
4	2.26	-2.6	2.27167403.7	13894.51	6947.25	11.76	22.3	0.0170545.5	65442.0		
5	2.26	3.9	2.27188805.3	15670.84	7835.42	11.76	22.3	2763.3181781.2	68679.0		
6	2.26	10.5	2.3198849.7	16504.53	8252.26	11.76	22.3	3535.3185668.8	71062.6		
7	1.8	16.6	1.88157666.2	13086.29	6543.15	11.76	22.3	0.0147817.3	58467.8		
8	2.72	23.6	2.97351614.3	29183.99	14591.99	11.76	22.3	0.0332992.4	126683.0		
9	2.26	31.8	2.66340771.5	28284.04	14142.02	11.76	22.3	0.0330827.8	132957.7		
10	2.26	39.9	2.95260359.2	21609.81	10804.91	11.76	22.3	0.0259519.1	124530.8		



10.6.5. Verifica di stabilità sezione 7 – 7’ (CD1)

La verifica di stabilità tracciata sulla sezione 7 - 7’ ricade in area definita CD1 in sinistra orografica di Viale della Rinascita all’altezza del distributore ENI su cui è stato condotto i saggi meccanico SM1 e SM6 e sono stati utilizzati i dati della perforazione S17.

I dati geotecnici utilizzati sono relativi alle analisi di laboratorio del campione 1 prelevato alla profondità di 6.60 dal piano campagna.

SEZIONE 7-7’ – ANTE OPERE - NTC 2008

Analisi di stabilità dei pendii con: JANBU (1967)

Lat./Long.	40.34423/15.89916
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	2.0
Numero dei concii	20.0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1.1
Coefficiente parziale resistenza	1.0
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	5.64 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	903.19 m
Ascissa vertice destro superiore xs	121.23 m
Ordinata vertice destro superiore ys	940.24 m
Passo di ricerca	10.0
Numero di celle lungo x	10.0
Numero di celle lungo y	10.0

Coefficienti sismici [N.T.C.]**Dati generali**

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe II
Vita nominale:	50.0 [anni]
Vita di riferimento:	50.0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	B
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30.0	0.55	2.41	0.28
S.L.D.	50.0	0.75	2.39	0.29
S.L.V.	475.0	2.44	2.29	0.36
S.L.C.	975.0	3.32	2.34	0.39

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera:	Stabilità dei pendii e Fondazioni
--------	-----------------------------------

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0.66	0.2	0.0135	0.0067
S.L.D.	0.9	0.2	0.0184	0.0092
S.L.V.	2.8599	0.28	0.0817	0.0408
S.L.C.	3.5959	0.28	0.1027	0.0513

Coefficiente azione sismica orizzontale	0.0817
Coefficiente azione sismica verticale	0.0408

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0.0	884.0
2	6.41	886.0
3	14.58	888.0
4	26.14	890.0
5	37.86	892.0
6	49.14	895.0
7	61.0	898.0
8	122.0	900.0

Falda

Nr.	X (m)	y (m)
1	0.0	880.85
2	0.77	881.02
3	18.23	885.02
4	43.12	890.03
5	60.43	894.18
6	76.31	895.47
7	96.05	896.04
8	109.64	896.9
9	119.08	897.47
10	121.8	897.47

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	0.0	880.24
2	23.09	886.02
3	45.55	892.03
4	64.0	895.47
5	72.16	896.18
6	85.61	895.75
7	99.77	896.22
8	114.65	896.51
9	122.0	896.79

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1.25
Coesione efficace	1.25
Coesione non drenata	1.4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

Stratigrafia

Strato	Coesione (kN/m ²)	Coesione non drenata (kN/m ²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (kN/m ³)	Peso saturo (kN/m ³)	Litologia	
1	5.2		23.1	17.6	19.8	Detrito superficiale	
2	5.89		25.58	20	26.77	Limi- argilloso- sabbioso	

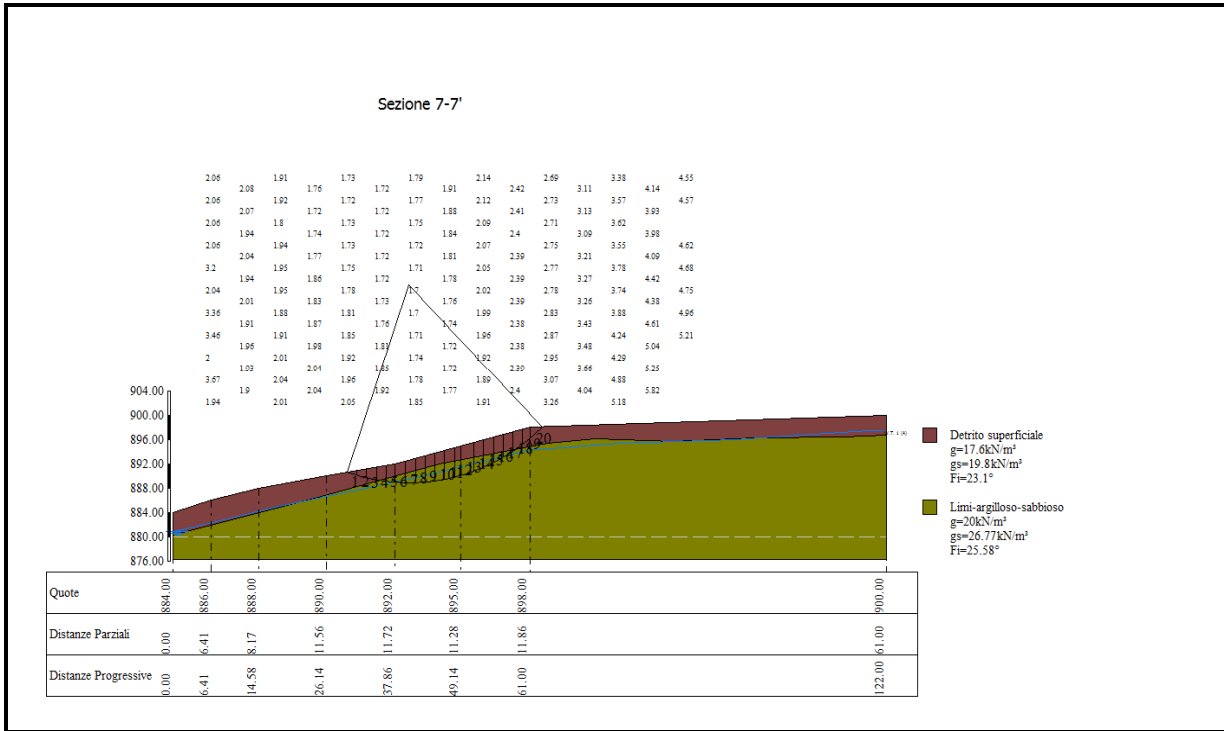
Risultati analisi pendio [NTC 2008: [A2+M2+R2]]***Fs minimo individuato*****1.7**

Ascissa centro superficie	40.31 m
Ordinata centro superficie	921.72 m
Raggio superficie	32.86 m

xc = 40.314 yc = 921.717 Rc = 32.857 Fs=1.70

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (kN)	Kh•Wi (kN)	Kv•Wi (kN)	c (kN/m ²)	Fi (°)	Ui (kN)	N'i (kN)	Ti (kN)
1	1.67	-17.3	1.75	12.21	1.0	0.5	4.16	18.8	0.0	15.6	9.3
2	1.67	-14.2	1.72	34.42	2.81	1.4	4.16	18.8	0.0	39.2	14.9
3	1.67	-11.3	1.7	53.89	4.4	2.2	4.16	18.8	0.0	58.8	19.5
4	1.67	-8.3	1.69	71.36	5.83	2.91	4.71	21.0	0.0	75.9	26.4
5	1.45	-5.6	1.46	75.8	6.19	3.09	4.71	21.0	0.0	78.7	26.2
6	1.89	-2.6	1.89	120.97	9.88	4.94	4.71	21.0	0.0	122.9	39.5
7	1.67	0.5	1.67	128.35	10.49	5.24	4.71	21.0	0.0	128.0	40.2
8	1.67	3.4	1.67	144.46	11.8	5.89	4.71	21.0	0.0	142.1	44.0
9	1.67	6.3	1.68	157.16	12.84	6.41	4.71	21.0	0.0	152.9	47.2
10	1.67	9.2	1.69	166.38	13.59	6.79	4.71	21.0	0.0	160.6	49.7
11	1.67	12.2	1.71	170.98	13.97	6.98	4.71	21.0	0.0	164.1	51.2
12	1.04	14.6	1.08	107.28	8.76	4.38	4.71	21.0	0.0	102.7	32.4
13	2.3	17.7	2.41	231.86	18.94	9.46	4.71	21.0	0.0	221.7	71.3
14	1.67	21.4	1.79	158.79	12.97	6.48	4.71	21.0	0.0	152.1	50.5
15	1.67	24.5	1.84	145.32	11.87	5.93	4.71	21.0	0.0	139.7	48.2
16	1.67	27.8	1.89	126.95	10.37	5.18	4.71	21.0	0.0	122.7	44.6
17	1.67	31.1	1.95	104.81	8.56	4.28	4.71	21.0	0.0	101.9	39.7
18	1.67	34.6	2.03	83.02	6.78	3.39	4.16	18.8	0.0	83.0	31.5
19	1.21	37.7	1.53	45.68	3.73	1.86	4.16	18.8	0.0	45.7	19.6

20 2.13 41.5 2.84 35.42 2.89 1.44 4.16 18.8 0.0 32.9 21.7



SEZIONE 7-7' – POST OPERE - OPCM 3274

Analisi di stabilità dei pendii con: JANBU (1967)

Normativa	EC7/8
Numero di strati	2.0
Numero dei conci	20.0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1.1
Coefficiente parziale resistenza	1.0
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	5.64 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	903.19 m
Ascissa vertice destro superiore xs	121.23 m
Ordinata vertice destro superiore ys	940.24 m
Passo di ricerca	10.0
Numero di celle lungo x	10.0
Numero di celle lungo y	10.0

Sisma

Coefficiente azione sismica orizzontale	0.2188
Coefficiente azione sismica verticale	0.1094

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0.0	884.0
2	6.41	886.0
3	14.58	888.0
4	26.14	890.0
5	37.86	892.0
6	49.14	895.0
7	61.0	898.0
8	122.0	900.0

Falda

Nr.	X (m)	y (m)
1	0.0	880.85
2	0.77	881.02
3	18.23	885.02
4	43.12	890.03
5	60.43	894.18
6	76.31	895.47
7	96.05	896.04
8	109.64	896.9
9	119.08	897.47
10	121.8	897.47

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	0.0	880.24
2	23.09	886.02
3	45.55	892.03
4	64.0	895.47
5	72.16	896.18
6	85.61	895.75
7	99.77	896.22
8	114.65	896.51
9	122.0	896.79

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1.25
Coesione efficace	1.25
Coesione non drenata	1.4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

Stratigrafia

Strato	Coesione (kN/m ²)	Coesione non drenata (kN/m ²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (kN/m ³)	Peso saturo (kN/m ³)	Litologia	
1	5.2		23.1	17.6	19.8	Detrito superficiale	
2	5.89		25.58	20	26.77	Limi- argilloso- sabbioso	

Risultati analisi pendio [O.P.C.M.3274]

***Fs* minimo individuato**

1.12

Ascissa centro superficie

22.98 m

Ordinata centro superficie

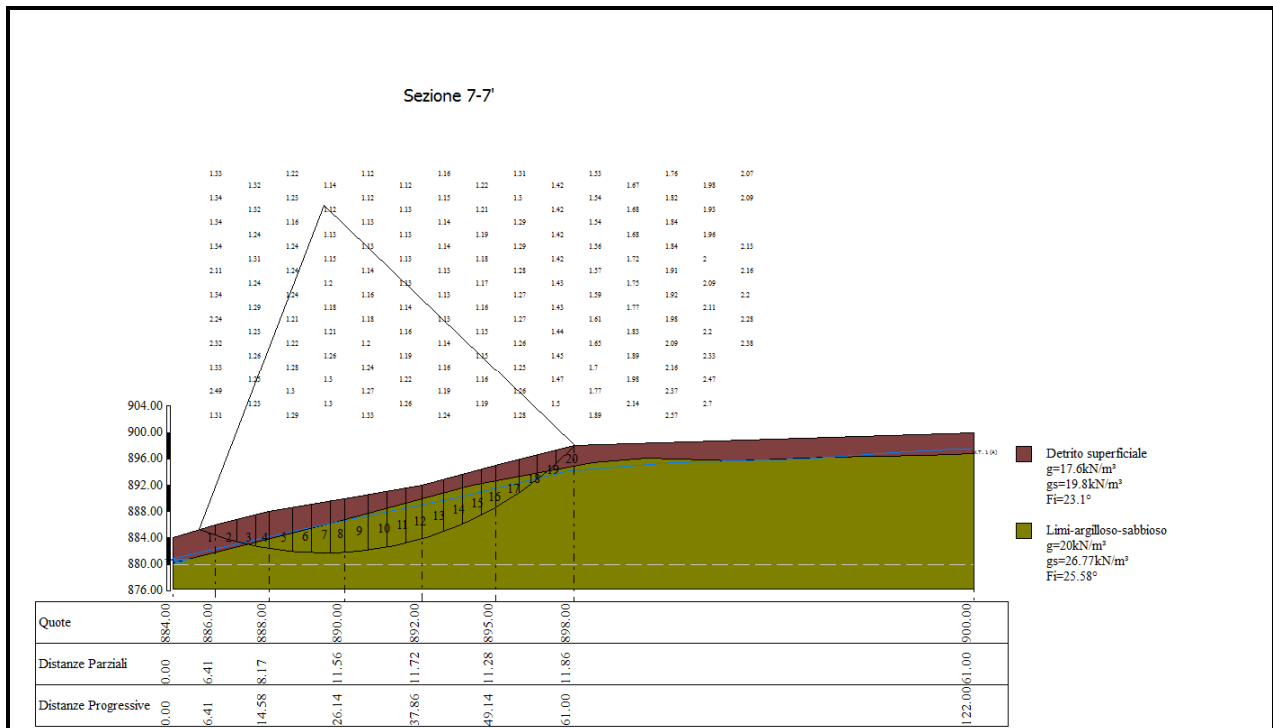
934.69 m

Raggio superficie

53.01 m

xc = 22.975 yc = 934.685 Rc = 53.008 Fs=1.121

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (kN)	Kh•Wi (kN)	Kv•Wi (kN)	c (kN/m²)	Fi (°)	Ui (kN)	N'i (kN)	Ti (kN)
1	2.49	-19.6	2.65	37.36	8.17	4.09	4.16	18.8	0.0	50.4	32.1
2	3.24	-16.4	3.38	146.43	32.04	16.02	4.16	18.8	0.0	175.9	82.6
3	2.87	-13.0	2.94	209.87	45.92	22.96	4.16	18.8	10.1	227.1	98.5
4	2.06	-10.2	2.1	212.27	46.44	23.22	4.71	21.0	0.0	235.0	108.6
5	3.67	-7.1	3.7	480.65	105.17	52.58	4.71	21.0	0.0	512.9	230.5
6	2.87	-3.6	2.87	448.31	98.09	49.05	4.71	21.0	0.0	461.9	204.1
7	2.87	-0.5	2.87	499.1	109.2	54.6	4.71	21.0	0.0	500.9	219.7
8	2.16	2.3	2.16	400.92	87.72	43.86	4.71	21.0	0.0	394.4	172.6
9	3.57	5.4	3.59	697.19	152.55	76.27	4.71	21.0	0.0	672.7	295.0
10	2.87	8.9	2.9	574.44	125.69	62.84	4.71	21.0	0.0	544.3	240.5
11	2.87	12.0	2.93	574.95	125.8	62.9	4.71	21.0	0.0	537.8	240.4
12	2.41	15.0	2.5	475.1	103.95	51.98	4.71	21.0	0.0	440.2	199.7
13	3.32	18.2	3.49	634.63	138.86	69.43	4.71	21.0	0.0	583.6	270.2
14	2.87	21.8	3.09	520.95	113.98	56.99	4.71	21.0	0.0	476.7	227.0
15	2.87	25.1	3.17	482.33	105.53	52.77	4.71	21.0	0.0	440.6	217.0
16	2.23	28.2	2.53	337.0	73.74	36.87	4.71	21.0	0.0	307.9	157.6
17	3.51	31.8	4.13	441.37	96.57	48.29	4.71	21.0	0.0	403.9	219.2
18	2.87	36.0	3.54	256.45	56.11	28.06	4.71	21.0	0.0	234.3	140.6
19	2.87	39.9	3.74	151.51	33.15	16.57	4.71	21.0	0.0	135.4	96.8
20	2.87	44.1	3.99	57.07	12.49	6.24	4.16	18.8	0.0	46.0	48.1



10.6.6. Verifica di stabilità sezione 8 – 8'

La verifica di stabilità tracciata sulla sezione 8 - 8' ricade in area definita AF 2 in sinistra orografica del Viale della Rinascita su cui è stato realizzato il sondaggio S04 e la MASW 05.

La verifica è stata condotta solo in condizioni di stato di fatto perché non previsti insediamenti urbani.

I dati geotecnici utilizzati sono relativi alle analisi di laboratorio del campione 1 prelevato alla profondità di 8.10 dal piano campagna.

SEZIONE 8-8' - NTC 2008**Analisi di stabilità dei pendii con: JANBU (1967)**

Lat./Long.	40.35/15.9
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	2.0
Numero dei conci	10.0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1.3
Coefficiente parziale resistenza	1.0
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	2.96 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	906.41 m
Ascissa vertice destro superiore xs	137.24 m
Ordinata vertice destro superiore ys	927.66 m
Passo di ricerca	10.0
Numero di celle lungo x	10.0
Numero di celle lungo y	10.0

Coefficienti sismici [N.T.C.]**Dati generali**

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe II
Vita nominale:	50.0 [anni]
Vita di riferimento:	50.0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	B
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30.0	0.56	2.41	0.28
S.L.D.	50.0	0.76	2.39	0.29
S.L.V.	475.0	2.49	2.29	0.36
S.L.C.	975.0	3.39	2.34	0.39

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera:	Opere di sostegno			
S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0.672	0.18	0.0123	0.0062
S.L.D.	0.912	0.18	0.0167	0.0084
S.L.V.	2.9068	0.31	0.0919	0.0459
S.L.C.	3.6491	0.31	0.1154	0.0577

Coefficiente azione sismica orizzontale 0.0919

Coefficiente azione sismica verticale 0.0459

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0.0	884.0
2	9.0	886.0
3	15.23	888.0
4	23.87	890.0
5	32.41	892.0
6	39.36	894.0
7	46.74	896.0
8	54.33	898.0
9	67.63	900.0
10	89.24	902.0
11	137.3	904.0

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	0.0	874.44
2	10.53	876.73
3	19.71	877.85
4	29.69	881.56
5	35.16	882.52
6	46.59	883.49
7	51.42	885.26
8	63.82	886.87
9	78.63	888.48
10	100.53	889.77
11	137.3	892.35

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1.25
Coesione efficace	1.25
Coesione non drenata	1.4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

Stratigrafia

Strato	Coesione (kN/m ²)	Coesione non drenata (kN/m ²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (kN/m ³)	Peso saturo (kN/m ³)	Litologia	
1	9.3		31.5	18.5	20.4	Ghiaia argilloso- limosa	
2	5.89		25.58	20	26.77	Argilla o argilla limosa consistente	

Risultati analisi pendio [A2+M2+R2]

Fs minimo individuato

1.76

Ascissa centro superficie

29.82 m

Ordinata centro superficie

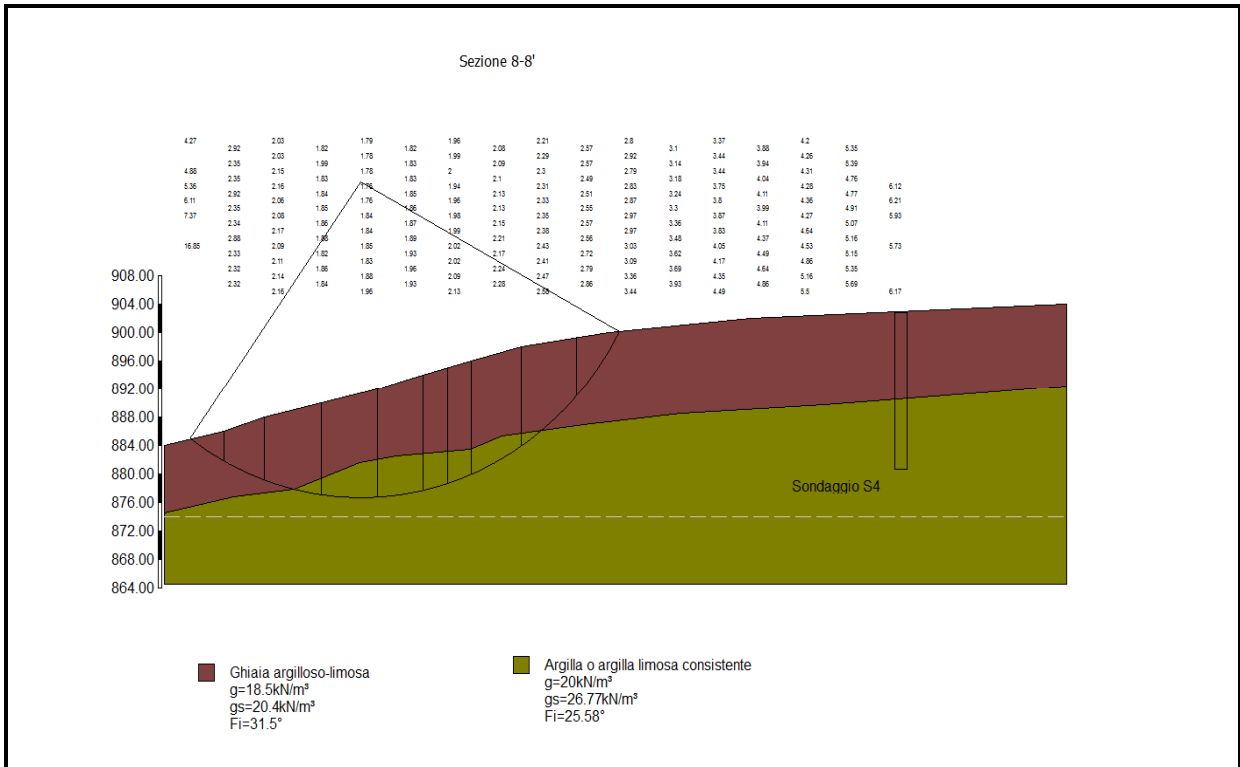
921.28 m

Raggio superficie

44.73 m

xc = 29.817 yc = 921.284 Rc = 44.729 Fs=1.76

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kN/m²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	5.14	-31.6	6.0422041.35	2025.6	1011.7	7.44	26.1	0.034996.8	17393.7		
2	6.23	-23.4	6.7979840.45	7337.34	3664.68	7.44	26.1	0.0103448.6	41479.7		
3	8.64	-13.3	8.88183492.4	16862.95	8422.3	4.71	21.0	0.0201754.1	57104.1		
4	8.54	-2.2	8.55237953.4	21867.92	10922.06	4.71	21.0	0.0240592.6	65637.4		
5	6.95	7.8	7.02216160.0	19865.1	9921.74	4.71	21.0	0.0210335.4	57729.3		
6	3.73	14.8	3.85118657.1	10904.59	5446.36	4.71	21.0	0.0114499.9	32213.8		
7	3.65	19.7	3.88114833.6	10553.21	5270.86	4.71	21.0	0.0111138.1	32166.7		
8	7.59	27.7	8.57223717.0	20559.59	10268.61	4.71	21.0	0.0220955.6	68323.1		
9	8.37	40.3	10.97184033.7	16912.7	8447.15	7.44	26.1	0.0184248.9	88123.2		
10	6.54	54.6	11.2859257.72	5445.79	2719.93	7.44	26.1	0.063972.9	46916.1		



10.6.7 Verifica di stabilità sezione 9 – 9'

La verifica di stabilità tracciata sulla sezione 9 - 9' ricade in area definita DP 9 art. 35 a monte dell'ex Mattatoio Comunale, sono stati utilizzati i dati del sondaggio S22 e della MASW 01.

La verifica non essendo l'area destinata ad insediamenti urbani è stata condotta solo allo stato attuale.

SEZIONE 9-9' - NTC 2008**Analisi di stabilità dei pendii con: JANBU (1967)**

Lat./Long.	40.33496/15.89876
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	2.0
Numero dei conci	10.0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1.1
Coefficiente parziale resistenza	1.0
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	-2.01 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	921.8 m
Ascissa vertice destro superiore xs	123.19 m
Ordinata vertice destro superiore ys	953.34 m
Passo di ricerca	10.0
Numero di celle lungo x	10.0
Numero di celle lungo y	10.0

Coefficienti sismici [N.T.C.]**Dati generali**

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe II
Vita nominale:	50.0 [anni]
Vita di riferimento:	50.0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	B
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30.0	0.55	2.41	0.28
S.L.D.	50.0	0.75	2.39	0.29
S.L.V.	475.0	2.46	2.29	0.36
S.L.C.	975.0	3.34	2.34	0.39

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera:	Stabilità dei pendii e Fondazioni
--------	-----------------------------------

S.L.	amax	beta	kh	kv
------	------	------	----	----

Stato limite	[m/s ²]	[-]	[-]	[sec]
S.L.O.	0.66	0.2	0.0135	0.0067
S.L.D.	0.9	0.2	0.0184	0.0092
S.L.V.	2.8787	0.28	0.0822	0.0411
S.L.C.	3.6112	0.28	0.1031	0.0516

Coefficiente azione sismica orizzontale 0.0822
 Coefficiente azione sismica verticale 0.0411

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0.0	894.0
2	11.08	896.0
3	18.72	898.0
4	25.43	900.0
5	51.83	904.0
6	61.44	906.0
7	73.3	908.0
8	79.49	910.0
9	91.66	912.0
10	100.3	914.0
11	107.58	916.0
12	123.27	920.0

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	0.0	893.0
2	11.79	894.46
3	21.0	896.22
4	31.53	898.08
5	40.52	899.4
6	56.32	902.58
7	66.52	904.33
8	76.71	906.09
9	88.78	908.5
10	97.33	909.71
11	107.09	912.67
12	116.85	916.07
13	123.27	919.0

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

=====

Tangente angolo di resistenza al taglio 1.25
 Coesione efficace 1.25
 Coesione non drenata 1.4
 Riduzione parametri geotecnici terreno No

=====

Stratigrafia

Strato	Coesione (kN/m ²)	Coesione non drenata (kN/m ²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (kN/m ³)	Peso saturo (kN/m ³)	Litologia	
1	7.2		28	19.1	20.3	detrito superficiale	
2	5.89		25.58	20.7	26.77	Argilla o argilla limosa consistente	

Risultati analisi pendio [NTC 2008: [A2+M2+R2]]

Fs minimo individuato

2.15

Ascissa centro superficie

85.63 m

Ordinata centro superficie

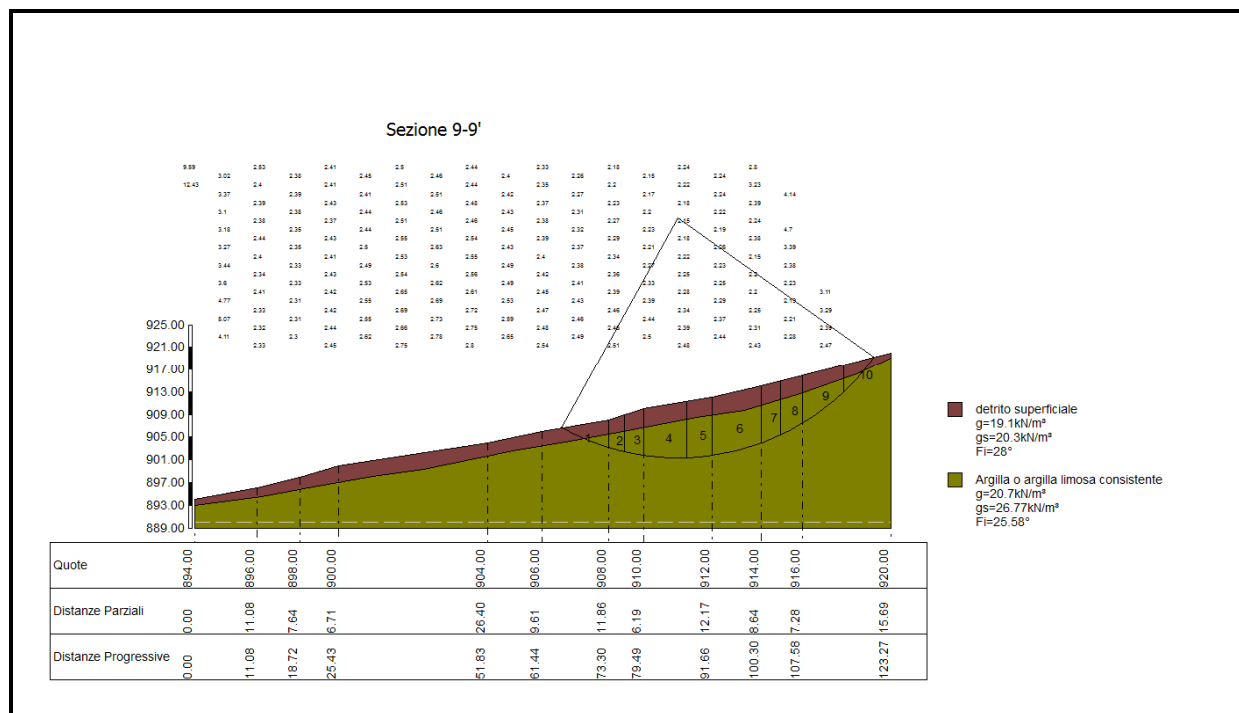
943.88 m

Raggio superficie

42.6 m

xc = 85.628 yc = 943.876 Rc = 42.604 Fs=2.147

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (N)	Kh•Wi (N)	Kv•Wi (N)	c (kN/m²)	Fi (°)	Ui (N)	N'i (N)	Ti (N)
1	8.3	-22.9	9.01432639.2	35562.94	17781.47	5.89	25.6	0.0543521.9	190024.0		
2	2.78	-14.9	2.88318683.5	26195.78	13097.89	5.89	25.6	0.0357709.8	108809.4		
3	3.41	-10.6	3.47508706.4	41815.66	20907.83	5.89	25.6	0.0547144.7	160536.5		
4	7.67	-3.1	7.681436661.0	118093.6	59046.78	5.89	25.6	0.01461390.041	16837.8		
5	4.5	5.1	4.52926964.3	76196.46	38098.23	5.89	25.6	0.0907635.3	258693.1		
6	8.64	14.1	8.911820944.0	149681.6	74840.78	5.89	25.6	0.01752354.051	13664.5		
7	3.48	22.7	3.78696760.9	57273.75	28636.87	5.89	25.6	0.0674564.8	209066.8		
8	3.8	28.1	4.3702361.6	57734.13	28867.06	5.89	25.6	0.0690124.5	225373.3		
9	7.29	37.2	9.151039674.0	85461.19	42730.59	5.89	25.6	0.01065805.039	5624.8		
10	5.54	49.0	8.45302511.3	24866.43	12433.21	5.89	25.6	0.0328223.0	176326.7		



10.6.8 Verifica di stabilità sezione 10 – 10' (CD 12)

La verifica di stabilità tracciata sulla sezione 10 - 10' ricade in area definita CD 12 in località C.da S. Caterina su cui è stato realizzato il saggio meccanico **SM3** e si sono potuti consultare i dati delle perforazioni meccaniche **S02** ed **S03**.

I dati geotecnici utilizzati sono relativi alle analisi di laboratorio del campione 1 prelevato alla profondità di 4.80 dal piano campagna.

SEZIONE 10-10' – STATO DI FATTO - NTC 2008

Analisi di stabilità dei pendii con: JANBU (1967)

Lat./Long.	40.33496/15.89876
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	2.0
Numero dei conci	20.0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1.1
Coefficiente parziale resistenza	1.0
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	0.99 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	842.88 m
Ascissa vertice destro superiore xs	69.08 m
Ordinata vertice destro superiore ys	859.16 m
Passo di ricerca	10.0
Numero di celle lungo x	10.0
Numero di celle lungo y	10.0

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe II
Vita nominale:	50.0 [anni]
Vita di riferimento:	50.0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	B
Categoria topografica:	T2

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30.0	0.55	2.41	0.28
S.L.D.	50.0	0.75	2.39	0.29
S.L.V.	475.0	2.46	2.29	0.36
S.L.C.	975.0	3.34	2.34	0.39

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0.792	0.2	0.0162	0.0081
S.L.D.	1.08	0.2	0.022	0.011
S.L.V.	3.4544	0.28	0.0986	0.0493
S.L.C.	4.3334	0.28	0.1237	0.0619

Coefficiente azione sismica orizzontale 0.0986

Coefficiente azione sismica verticale 0.0493

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0.0	824.0
2	3.28	825.0
3	7.25	825.0
4	7.26	825.01
5	7.96	825.01
6	7.96	827.51
7	8.74	827.88
8	11.3	828.71
9	15.1	830.0
10	26.03	832.87
11	34.3	834.81
12	41.54	836.85
13	46.75	838.69
14	52.15	840.42
15	57.46	841.02
16	69.0	842.0

Falda

Nr.	X (m)	y (m)
1	0.0	822.75
2	0.54	822.89
3	3.56	823.1
4	7.76	823.79
5	10.72	824.77
6	14.84	825.85
7	20.02	826.82
8	24.79	828.36
9	34.34	830.87
10	40.73	832.41
11	46.39	833.46
12	53.11	835.97
13	58.21	837.18
14	63.14	837.99
15	69.05	839.12

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	0.0	823.17
2	4.64	823.88
3	12.55	825.89
4	17.39	827.66
5	24.35	829.55
6	34.62	832.5
7	42.64	834.15
8	50.9	836.39
9	58.46	837.92
10	63.88	839.34
11	69.0	840.41

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

=====

Tangente angolo di resistenza al taglio 1.25

Coesione efficace 1.25

Coesione non drenata 1.4
 Riduzione parametri geotecnici terreno Si

Stratigrafia

Strato	Coesione (kN/m ²)	Coesione non drenata (kN/m ²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (kN/m ³)	Peso saturo (kN/m ³)	Litologia	
1	17.65		21.10	19.28	20.37	Ghiaia argilloso-limoso	
2	6.9		33	19.36	20.1	Argilla o argilla limosa consistente	

Muri di sostegno - Caratteristiche geometriche

N°	x (m)	y (m)	Base mensola a valle (m)	Base mensola a monte (m)	Altezza muro (m)	Spessore testa (m)	Spessore base (m)	Peso specifico (kN/m ³)
1	7.96	825.01	0.5	1	2.5	0.4	0.4	25

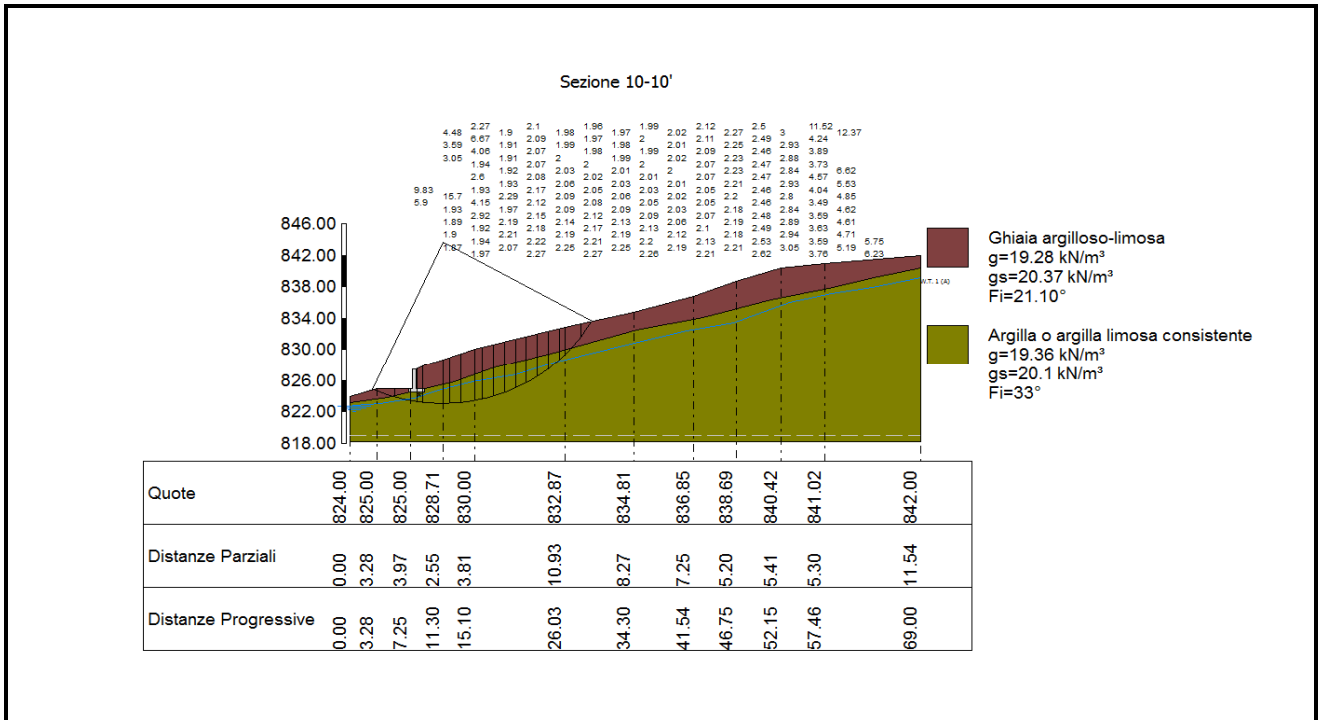
Risultati analisi pendio [NTC 2008: [A2+M2+R2]]***Fs minimo individuato*****1.87**

Ascissa centro superficie 11.2 m
 Ordinata centro superficie 843.69 m
 Raggio superficie 20.68 m

B: Larghezza del concio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del concio; Li: Lunghezza della base del concio; Wi: Peso del concio; Ui: Forze derivanti dalle pressioni neutre; Ni: forze agenti normalmente alla direzione di scivolamento; Ti: forze agenti parallelamente alla superficie di scivolamento; Fi: Angolo di attrito; c: coesione.

xc = 11.20 yc = 843.694 Rc = 20.677 Fs=1.866

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kN/m ²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	0.55	-23.3	0.6	223.01	21.99	10.99	14.12	17.2	0.0	528.0	719.7
2	2.1	-19.4	2.23	3343.51	329.67	164.83	14.12	17.2	0.0	4595.4	3156.2
3	1.93	-13.6	1.98	5331.36	525.67	262.84	5.52	27.5	0.0	6158.9	2855.7
4	0.73	-9.8	0.74	7427.96	732.4	366.2	5.52	27.5	0.0	8049.4	3000.8
5	0.71	-7.7	0.72	6322.46	623.39	311.7	5.52	27.5	0.0	6719.6	2527.3
6	2.55	-3.3	2.55	26633.8	2626.09	1313.05	5.52	27.5	0.0	27257.0	10049.0
7	0.72	1.3	0.72	8354.43	823.75	411.87	5.52	27.5	0.0	8286.6	3030.5
8	1.33	4.1	1.33	16189.98	1596.33	798.17	5.52	27.5	0.0	15816.7	5781.4
9	1.76	8.4	1.78	22713.36	2239.54	1119.77	5.52	27.5	0.0	21792.5	8010.1
10	0.9	12.2	0.92	11878.78	1171.25	585.62	5.52	27.5	0.0	11268.1	4191.0
11	1.33	15.3	1.38	17651.6	1740.45	870.22	5.52	27.5	0.0	16641.9	6282.3
12	1.33	19.2	1.4	17470.6	1722.6	861.3	5.52	27.5	0.0	16413.0	6344.2
13	1.33	23.1	1.44	17012.45	1677.43	838.71	5.52	27.5	0.0	15993.2	6376.9
14	1.33	27.2	1.49	16266.1	1603.84	801.92	5.52	27.5	0.0	15371.3	6381.6
15	1.33	31.4	1.55	15199.59	1498.68	749.34	5.52	27.5	0.0	14505.5	6337.5
16	1.33	35.8	1.64	13759.61	1356.7	678.35	5.52	27.5	0.0	13326.5	6220.5
17	1.33	40.5	1.75	11883.39	1171.7	585.85	5.52	27.5	0.0	11739.9	5991.6
18	0.75	44.4	1.05	5682.83	560.33	280.16	5.52	27.5	0.0	5712.4	3200.4
19	1.91	49.9	2.96	10327.36	1018.28	509.14	14.12	17.2	0.0	10342.8	7445.2
20	1.33	57.4	2.47	2478.13	244.34	122.17	14.12	17.2	0.0	785.2	4532.0



SEZIONE 10-10' – POST OPERE - NTC 2008

Analisi di stabilità dei pendii con: JANBU (1967)

Lat./Long.	40.33496/15.89876
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	2.0
Numero dei conci	20.0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1.1
Coefficiente parziale resistenza	1.0
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	0.99 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	842.88 m
Ascissa vertice destro superiore xs	69.08 m
Ordinata vertice destro superiore ys	859.16 m
Passo di ricerca	10.0
Numero di celle lungo x	10.0
Numero di celle lungo y	10.0

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe II
Vita nominale:	50.0 [anni]
Vita di riferimento:	50.0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo: B
 Categoria topografica: T2

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30.0	0.55	2.41	0.28
S.L.D.	50.0	0.75	2.39	0.29
S.L.V.	475.0	2.46	2.29	0.36
S.L.C.	975.0	3.34	2.34	0.39

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0.792	0.2	0.0162	0.0081
S.L.D.	1.08	0.2	0.022	0.011
S.L.V.	3.4544	0.28	0.0986	0.0493
S.L.C.	4.3334	0.28	0.1237	0.0619

Coefficiente azione sismica orizzontale 0.0986

Coefficiente azione sismica verticale 0.0493

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0.0	824.0
2	3.28	825.0
3	7.25	825.0
4	7.26	825.01
5	7.96	825.01
6	7.96	827.51
7	8.74	827.88
8	11.3	828.71
9	15.1	830.0
10	26.03	832.87
11	32.63	834.46
12	34.3	835.0
13	45.85	835.0
14	45.85	837.5
15	46.75	838.69
16	52.15	840.42
17	57.46	841.02
18	69.0	842.0

Falda

Nr.	X (m)	y (m)
1	0.0	822.75
2	0.54	822.89
3	3.56	823.1
4	7.76	823.79
5	10.72	824.77
6	14.84	825.85
7	20.02	826.82
8	24.79	828.36
9	34.34	830.87
10	40.73	832.41
11	46.39	833.46

12	53.11	835.97
13	58.21	837.18
14	63.14	837.99
15	69.05	839.12

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	0.0	823.17
2	4.64	823.88
3	12.55	825.89
4	17.39	827.66
5	24.35	829.55
6	34.62	832.5
7	42.64	834.15
8	45.58	834.5
9	50.9	836.39
10	58.46	837.92
11	63.88	839.34
12	69.0	840.41

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1.25
Coesione efficace	1.25
Coesione non drenata	1.4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

Stratigrafia

Strato	Coesione (kN/m ²)	Coesione non drenata (kN/m ²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (kN/m ³)	Peso saturo (kN/m ³)	Litologia	
1	17.65		21.10	19.28	20.37	Ghiaia argilloso- limosa	
2	6.9		33	19.36	20.1	Argilla o argilla limosa consistente	

Muri di sostegno - Caratteristiche geometriche

N°	x (m)	y (m)	Base mensola a valle (m)	Base mensola a monte (m)	Altezza muro (m)	Spessore testa (m)	Spessore base (m)	Peso specifico (kN/m ³)
1	7.96	825.01	0.5	1	2.5	0.4	0.4	25
2	45.85	835	0.5	1	2.5	0.4	0.4	25

Carichi distribuiti

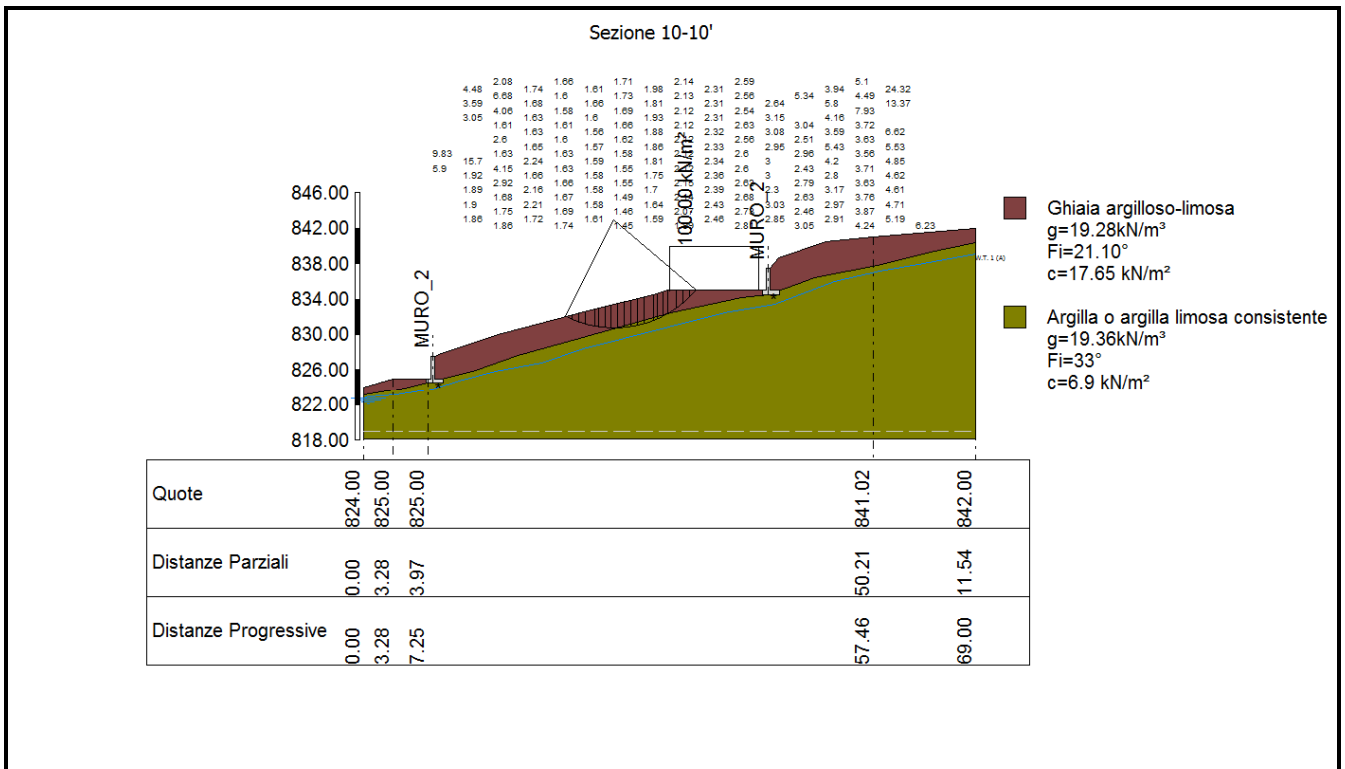
N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kN/m ²)
1	34.5	835	44.5	835	100

Risultati analisi pendio [NTC 2008: [A2+M2+R2]]

Fs minimo individuato	1.45
Ascissa centro superficie	28.22 m
Ordinata centro superficie	842.88 m
Raggio superficie	12.15 m

$x_c = 28.222$ $y_c = 842.88$ $R_c = 12.155$ $F_s = 1.447$

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kN/m²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	0.74	-24.6	0.81	390.74	38.53	19.26	14.12	17.2	0.0	986.0	1338.2
2	0.74	-20.9	0.79	1117.43	110.18	55.09	14.12	17.2	0.0	1723.8	1477.7
3	0.74	-17.3	0.77	1765.06	174.04	87.02	14.12	17.2	0.0	2319.8	1584.2
4	1.05	-13.0	1.08	3517.25	346.8	173.4	14.12	17.2	0.0	4151.8	2414.7
5	0.42	-9.2	0.42	1663.26	164.0	82.0	14.12	17.2	0.0	1844.0	988.2
6	0.74	-6.6	0.74	3254.52	320.9	160.45	14.12	17.2	0.0	3482.6	1786.3
7	0.74	-3.2	0.74	3602.73	355.23	177.61	14.12	17.2	0.0	3710.8	1831.1
8	0.74	0.2	0.74	3886.38	383.2	191.6	14.12	17.2	0.0	3879.9	1870.1
9	0.74	3.8	0.74	4106.41	404.89	202.45	5.52	27.5	0.0	3978.6	2061.5
10	0.74	7.2	0.74	4261.82	420.22	210.11	5.52	27.5	0.0	4031.6	2098.5
11	0.74	10.7	0.75	4350.88	429.0	214.5	5.52	27.5	0.0	4034.0	2122.9
12	0.74	14.4	0.76	4371.89	431.07	215.53	5.52	27.5	0.0	3982.8	2136.0
13	1.03	18.7	1.09	6055.84	597.11	298.55	5.52	27.5	0.0	5429.3	3006.5
14	0.44	22.2	0.47	2480.6	244.59	122.29	5.52	27.5	0.0	2202.5	1261.7
15	0.74	25.5	0.81	4082.96	402.58	201.29	5.52	27.5	0.0	3602.6	2139.1
16	0.5	28.5	0.57	2669.13	263.18	131.59	5.52	27.5	0.0	2344.5	1452.1
17	0.97	32.8	1.15	12320.12	1214.76	607.38	14.12	17.2	0.0	11820.6	5233.4
18	0.74	37.6	0.93	10029.09	988.87	494.43	14.12	17.2	0.0	9860.0	4578.2
19	0.74	42.2	0.99	9142.14	901.41	450.71	14.12	17.2	0.0	9144.4	4755.6
20	0.74	47.1	1.08	7076.76	697.77	348.88	14.12	17.2	0.0	7064.1	4548.9



10.6.9 Verifica di stabilità sezione 11 – 11' (CD 2 e CD3)

La verifica di stabilità tracciata sulla sezione 11 - 11' ricade nelle aree definite CD 2 e CD 3 ed è ubicata in località Pisciole lungo il versante nord – est della collina del Castello.

In tale area sono stati analizzate le risultanze della **Masw 07** e del sondaggio sismico **SM8**, dal punto di vista meccanico sono stati usati i parametri geotecnici dei calcari e delle breccie cementate affioranti.

Per i versanti in roccia, diversamente da quelli in terra, il criterio di rottura di Mohr-Coulomb non può essere impiegato per definire la resistenza del materiale; tuttavia con questo metodo viene descritta una procedura che consente l'applicazione dei metodi classici dell'Equilibrio Limite anche nei versanti rocciosi.

A tale scopo vengono definiti l'angolo di resistenza a taglio e la coesione che si mobilitano lungo la superficie di scorrimento secondo le seguenti espressioni:

$$\operatorname{tg}\varphi = AB \left(\frac{N}{\sigma_c} - T \right)^{B-1}$$

$$c = A\sigma_c \left(\frac{N}{\sigma_c} - T \right)^B - N\operatorname{tg}\varphi$$

dove:

σ_c è la resistenza a compressione monassiale della roccia;

A, B, T costanti in funzione del litotipo e della qualità della roccia (*riportati in tabella*);

N sforzo normale alla base del concio.

Le costanti A, B e T sono vengono determinate in funzione della classificazione della roccia secondo Bieniawski (indice RMR) e secondo Barton (indice Q). Tra i due sistemi di classificazione, sulla base di 111 esempi analizzati, è stata trovata la seguente correlazione:

$$\operatorname{RMR} = 9 \ln Q + 44$$

	Calcari	Argilliti	Areniti	Andesiti	Anfiboliti
	Dolomie	Siltiti	Quarziti	Basalti	Gneiss
	Marne	Scisti		Rioliti	Graniti
RMR = 100	A = 0.816	A = 0.918	A = 1.044	A = 1.086	A = 1.220
Q = 500	B = 0.658	B = 0.677	B = 0.692	B = 0.696	B = 0.705
	T = -0.140	T = -0.099	T = -0.067	T = -0.059	T = -0.040
RMR = 85	A = 0.651	A = 0.739	A = 0.848	A = 0.883	A = 0.998
Q = 100	B = 0.679	B = 0.692	B = 0.702	B = 0.705	B = 0.712
	T = -0.028	T = -0.020	T = -0.013	T = -0.012	T = -0.008
RMR = 65	A = 0.369	A = 0.427	A = 0.501	A = 0.525	A = 0.603
Q = 10	B = 0.669	B = 0.683	B = 0.695	B = 0.698	B = 0.707
	T = -0.006	T = -0.004	T = -0.003	T = -0.002	T = -0.002
RMR = 44	A = 0.198	A = 0.234	A = 0.280	A = 0.295	A = 0.346
Q = 1	B = 0.662	B = 0.675	B = 0.688	B = 0.691	B = 0.700
	T = -0.0007	T = -0.0005	T = -0.0003	T = -0.003	T = -0.0002

RMR = 3	A = 0.115	A = 0.129	A = 0.162	A = 0.172	A = 0.203
Q = 0.1	B = 0.646	B = 0.655	B = 0.672	B = 0.676	B = 0.686
	T = -0.0002	T = -0.0002	T = -0.0001	T = -0.0001	T = -0.0001
RMR = 3	A = 0.042	A = 0.050	A = 0.061	A = 0.065	A = 0.078
Q = 0.01	B = 0.534	B = 0.539	B = 0.546	B = 0.548	B = 0.556
	T = 0	T = 0	T = 0	T = 0	T = 0

SEZIONE 11-11' – STATO DI FATTO - NTC 2008

Analisi di stabilità dei pendii con: JANBU (1967)

Normativa	NTC 2008
Numero di strati	2.0
Numero dei conci	10.0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1.3
Coefficiente parziale resistenza	1.0
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	3.43 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	995.27 m
Ascissa vertice destro superiore xs	133.33 m
Ordinata vertice destro superiore ys	1020.73 m
Passo di ricerca	10.0
Numero di celle lungo x	10.0
Numero di celle lungo y	10.0
Coefficiente azione sismica verticale	0.049

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	1.45	943.91
2	6.84	943.91
3	6.84	948.91
4	24.37	949.49
5	34.59	962.12
6	57.26	964.12
7	57.26	966.52
8	57.56	966.52
9	111.61	978.76
10	118.42	981.31
11	120.4	982.62
12	121.01	983.12
13	122.29	983.12
14	122.29	988.12
15	132.24	992.35
16	133.35	992.35

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	1.45	942.36
2	12.89	945.19
3	20.16	947.3
4	26.97	950.58
5	31.31	956.69
6	32.19	959.16
7	34.59	962.12
8	57.26	964.12
9	57.26	966.52
10	57.56	966.52
11	103.29	976.21
12	110.95	977.72
13	116.15	978.95
14	119.75	979.99
15	121.97	983.21
16	122.33	987.55
17	124.38	987.84
18	129.2	990.01
19	131.66	991.24
20	132.24	992.35
21	133.35	992.35

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1.25
Coesione efficace	1.25
Coesione non drenata	1.4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

Stratigrafia

Strato	Peso unità di volume (kN/m ³)	A	B	T	Resistenza compressione monoassiale (kN/m ²)	Texture	Descrizione
1	20	0.198	0.662	-0.0007	450		Brecce calcaree cementate
2	22.55529	0.369	0.669	-0.006	550		Calcari da compatti a fratturati

Muri di sostegno - Caratteristiche geometriche

N°	x (m)	y (m)	Base mensola a valle (m)	Base mensola a monte (m)	Altezza muro (m)	Spessore testa (m)	Spessore base (m)	Peso specifico (kN/m ³)
1	122.29	983.12	1.5	0.5	5	0.3	0.4	25
2	0	0	1.5	0.5	5	0.3	0.4	25
3	6.84	943.91	1.5	0.5	5	0.3	0.4	25

Risultati analisi pendio [A2+M2+R2]

Fs minimo individuato	1.01
Ascissa centro superficie	113.85 m
Ordinata centro superficie	996.54 m
Raggio superficie	16.8 m

xc = 113.845 yc = 996.539 Rc = 16.798 Fs=1.009

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kN/m²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	1.56	4.0	1.56	810.33	0.0	39.71	1.44	25.1	0.0	763.7	698.2
2	1.56	9.4	1.58	2083.95	0.0	102.11	2.43	19.1	0.0	1906.0	1266.7
3	1.07	13.9	1.1	1908.23	0.0	93.5	2.84	17.7	0.0	1711.5	1056.9
4	1.98	19.4	2.1	5160.26	0.0	252.85	3.46	16.0	0.0	4608.1	2597.0
5	0.61	24.2	0.67	2096.12	0.0	102.71	9.6	27.0	0.0	1532.3	1868.4
6	1.33	27.8	1.511	1835.61	0.0	579.94	14.99	21.2	0.0	9598.3	8108.4
7	2.8	36.3	3.473	6300.94	0.0	1778.75	16.73	20.1	0.0	30231.2	25020.4
8	1.56	46.1	2.251	6697.87	0.0	818.2	12.76	23.1	0.0	13409.2	14814.1
9	1.56	54.5	2.681	2429.69	0.0	609.05	9.34	27.4	0.0	9194.5	14994.2
10	1.56	65.4	3.75	5376.11	0.0	263.43	6.0	37.5	0.0	2328.8	11664.0

SEZIONE 10-10' – POST OPERE - NTC 2008

Analisi di stabilità dei pendii con: JANBU (1967)

Normativa	NTC 2008
Numero di strati	2.0
Numero dei conci	10.0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1.3
Coefficiente parziale resistenza	1.0
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	3.43 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	995.27 m
Ascissa vertice destro superiore xs	133.33 m
Ordinata vertice destro superiore ys	1020.73 m
Passo di ricerca	10.0
Numero di celle lungo x	10.0
Numero di celle lungo y	10.0

Coefficiente azione sismica verticale 0.049

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	1.45	943.91
2	6.84	943.91
3	6.84	948.91
4	8.07	949.5
5	24.37	949.5

6	34.59	962.12
7	57.26	964.12
8	57.26	966.52
9	57.56	966.52
10	72.85	970.0
11	87.4	970.0
12	87.4	973.0
13	111.61	978.76
14	118.42	981.31
15	118.76	983.12
16	122.29	983.12
17	122.29	988.12
18	132.24	992.0
19	133.35	992.35

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	1.45	942.36
2	12.89	945.19
3	20.16	947.3
4	26.97	950.58
5	31.31	956.69
6	32.19	959.16
7	34.59	962.12
8	57.26	964.12
9	57.26	966.52
10	57.56	966.52
11	73.51	970.0
12	87.17	970.0
13	87.17	972.78
14	103.29	976.21
15	110.95	977.72
16	116.15	978.95
17	119.75	979.99
18	121.97	983.21
19	122.33	987.55
20	124.38	987.84
21	129.2	990.01
22	131.66	991.24
23	132.24	992.35
24	133.35	992.35

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1.25
Coesione efficace	1.25
Coesione non drenata	1.4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

Stratigrafia

Strato	Peso unità di volume (kN/m ³)	A	B	T	Resistenza compression e monoassiale	Texture	Descrizione
--------	---	---	---	---	---	---------	-------------

					(kN/m ²)		
1	20	0.198	0.662	-0.0007	450		Brecce calcaree cementate
2	22.55529	0.369	0.669	-0.006	550		Calcari da compatti a fratturati

Muri di sostegno - Caratteristiche geometriche

N°	x (m)	y (m)	Base mensola a valle (m)	Base mensola a monte (m)	Altezza muro (m)	Spessore testa (m)	Spessore base (m)	Peso specifico (kN/m ³)
1	122.29	983.12	1.5	0.5	5	0.3	0.4	25
2	0	0	1.5	0.5	5	0.3	0.4	25
3	6.84	943.91	1.5	0.5	5	0.3	0.4	25
4	87.4	970	1	0.5	3	0.3	0.3	25
5	0	0	1	0.5	3	0.3	0.3	25

Carichi distribuiti

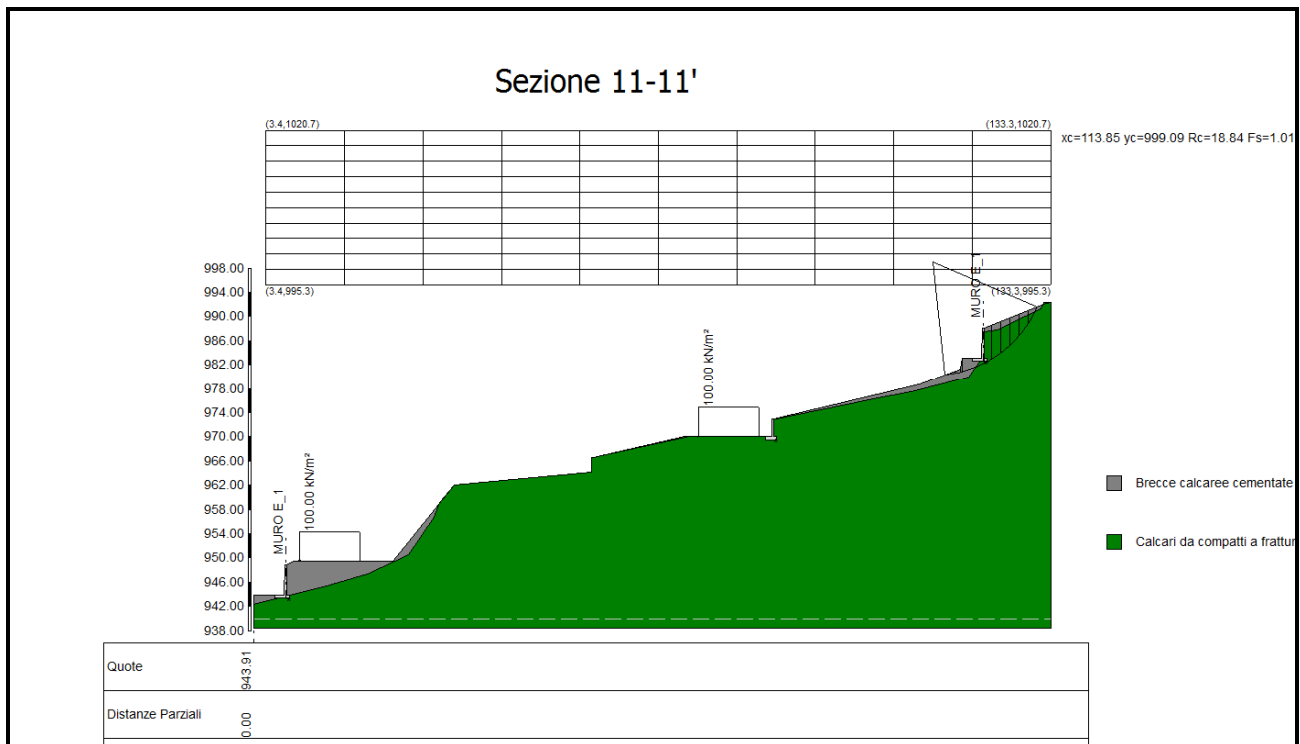
N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kN/m ²)
1	75	970	85	970	100
2	9	949.5	19	949.5	100

Risultati analisi pendio [A2+M2+R2]

Fs minimo individuato	1.01
Ascissa centro superficie	113.85 m
Ordinata centro superficie	999.09 m
Raggio superficie	18.84 m

$$x_c = 113.845 \quad y_c = 999.085 \quad R_c = 18.836 \quad F_s = 1.013$$

Nr.	B (m)	Alfa (°)	Li (m)	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kN/m ²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	1.52	8.5	1.54	580.61	0.0	28.45	1.21	27.4	0.0	506.6	543.0
2	1.02	12.5	1.05	892.98	0.0	43.76	1.86	21.9	0.0	780.5	621.0
3	0.34	14.6	0.35	931.17	0.0	45.63	3.72	15.4	0.0	849.5	446.9
4	3.59	21.0	3.84	19522.61	0.0	956.61	5.46	12.7	0.0	18089.2	7874.8
5	1.15	28.8	1.31	15070.58	0.0	738.46	18.53	19.0	0.0	12725.4	9283.0
6	1.52	33.6	1.83	18806.25	0.0	921.51	16.88	20.0	0.0	15636.3	12547.4
7	1.52	39.4	1.97	16976.02	0.0	831.83	14.64	21.5	0.0	13821.0	12833.4
8	1.52	45.7	2.18	14215.77	0.0	696.57	11.97	23.9	0.0	11141.8	12869.6
9	1.52	52.9	2.53	10166.84	0.0	498.18	8.94	28.1	0.0	7214.5	12081.1
10	1.52	61.5	3.2	4107.38	0.0	201.26	6.02	37.3	0.0	1625.9	7956.3



10.6.10 Verifica di stabilità sezione 12 – 12' (CD 4)

La verifica di stabilità tracciata sulla sezione 12 - 12' è ubicata nel centro abitato tra le strade Via Argentieri e Via Mercato al si sopra del parcheggio auto.

Tale sezione interessata l'area definita CD 4 e per la sua stesura si sono potuti utilizzare i dati rivenienti dalla perforazione S05 e la Masw 01, la verifica è stata eseguita solamente allo stato attuale poiché non è prevista costruzione di nuovi fabbricati pertanto si è considerata la sola presenza di quelli esistenti.

I dati geotecnici utilizzati sono relativi alle analisi di laboratorio del campione 1 prelevato alla profondità di 5.30 dal piano campagna.

SEZIONE 12-12' – STATO DI FATTO - NTC 2008

Analisi di stabilità dei pendii con: JANBU (1967)

Lat./Long.	40.340684/15.898567
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	3.0
Numero dei conci	10.0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1.1
Coefficiente parziale resistenza	1.0
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	2266.0 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	949.35 m
Ascissa vertice destro superiore xs	2366.8 m
Ordinata vertice destro superiore ys	971.29 m
Passo di ricerca	10.0
Numero di celle lungo x	10.0
Numero di celle lungo y	10.0

Coefficienti sismici [N.T.C.]**Dati generali**

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe II
Vita nominale:	50.0 [anni]
Vita di riferimento:	50.0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	B
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30.0	0.55	2.41	0.28
S.L.D.	50.0	0.75	2.39	0.29
S.L.V.	475.0	2.45	2.29	0.36
S.L.C.	975.0	3.33	2.34	0.39

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera:	Opere di sostegno
--------	-------------------

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0.66	0.18	0.0121	0.0061
S.L.D.	0.9	0.18	0.0165	0.0083
S.L.V.	2.8693	0.31	0.0907	0.0454
S.L.C.	3.6035	0.31	0.1139	0.057

Coefficiente azione sismica orizzontale 0.0907

Coefficiente azione sismica verticale 0.0454

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	2263.6	919.79
2	2281.77	923.89
3	2283.02	926.18
4	2306.88	926.18
5	2306.88	928.18
6	2306.9	928.39
7	2306.9	928.19
8	2314.75	928.19
9	2325.06	928.19
10	2330.04	929.19
11	2341.15	929.19
12	2341.15	932.53
13	2350.63	935.99
14	2351.51	938.52
15	2359.7	938.51
16	2362.92	938.51
17	2362.92	943.49

18	2363.32	943.49
19	2363.32	943.29
20	2366.32	943.29

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	2263.6	919.79
2	2301.21	925.57
3	2307.42	926.67
4	2314.75	928.19
5	2325.06	928.19
6	2330.04	929.19
7	2341.15	929.19
8	2341.15	932.53
9	2350.63	935.99
10	2351.51	938.52
11	2359.7	938.51
12	2362.92	938.51
13	2362.92	943.49
14	2363.32	943.49
15	2363.32	943.29
16	2366.32	943.29

Vertici strato2

N	X (m)	y (m)
1	2263.6	909.59
2	2311.62	915.97
3	2313.91	916.61
4	2320.58	920.54
5	2329.81	925.93
6	2335.2	929.04
7	2341.15	929.19
8	2341.15	932.53
9	2350.63	935.99
10	2351.51	938.52
11	2359.7	938.51
12	2362.92	938.51
13	2362.92	943.49
14	2363.32	943.49
15	2363.32	943.29
16	2366.32	943.29

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1.0
Coesione efficace	1.0
Coesione non drenata	1.0
Riduzione parametri geotecnici terreno	No

Stratigrafia

Strato	Coesione (kN/m ²)	Coesione non drenata (kN/m ²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (kN/m ³)	Peso saturo (kN/m ³)	Litologia	
1	5.2		23.1	17.6	19.8	depositi eluvio- colluviali	
2	5.89		25.58	20	26.77	limi argilloso- sabbiosi	

3	0	0	40	22	24	brecce calcaree cementate	
---	---	---	----	----	----	---------------------------------	--

Muri di sostegno - Caratteristiche geometriche

N°	x (m)	y (m)	Base mensola a valle (m)	Base mensola a monte (m)	Altezza muro (m)	Spessore testa (m)	Spessore base (m)	Peso specifico (kN/m³)
1	2283.02	923.89	1	0.5	3	0.3	0.3	25
2	2306.88	926.18	1	0.5	2	0.3	0.3	25

Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kN/m²)
1	2320	928.19	2325	928.192	50
2	2331	929.19	2341	929.1937	50

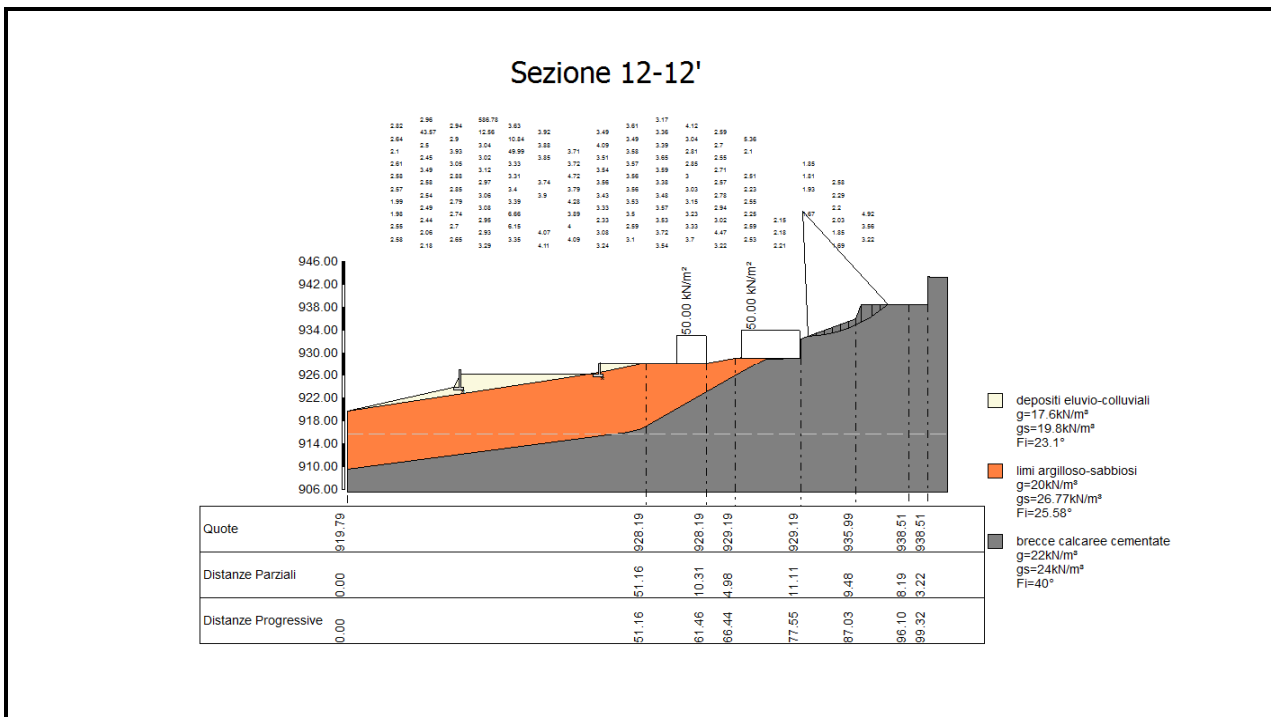
Risultati analisi pendio [NTC 2008: [A2+M2+R2]]

Fs minimo individuato	1.67
Ascissa centro superficie	2341.6 m
Ordinata centro superficie	954.84 m
Raggio superficie	21.85 m

B: Larghezza del concio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del concio; Li: Lunghezza della base del concio; Wi: Peso del concio; Ui: Forze derivanti dalle pressioni neutre; Ni: forze agenti normalmente alla direzione di scivolamento; Ti: forze agenti parallelamente alla superficie di scivolamento; Fi: Angolo di attrito; c: coesione.

$$xc = 2341.599 \quad yc = 954.837 \quad Rc = 21.845 \quad Fs = 1.67$$

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (N)	Kh•Wi (N)	Kv•Wi (N)	c (kN/m²)	Fi (°)	Ui (N)	N'i (N)	Ti (N)
1	1.36	4.5	1.36	6123.58	555.41	278.01	0.0	40.0	0.0	5862.8	3545.0
2	1.36	7.8	1.37	17211.3	1561.07	781.39	0.0	40.0	0.0	16051.9	9765.0
3	1.36	10.7	1.38	25143.34	2280.5	1141.51	0.0	40.0	0.0	22969.0	14090.8
4	1.36	15.1	1.41	30176.75	2737.03	1370.02	0.0	40.0	0.0	26877.5	16783.8
5	1.36	19.2	1.44	33254.54	3016.19	1509.76	0.0	40.0	0.0	29108.5	18574.5
6	1.31	22.7	1.42	31299.49	2838.86	1421.0	0.0	40.0	0.0	27099.1	17699.5
7	0.88	24.7	0.97	40904.64	3710.05	1857.07	0.0	40.0	0.0	35249.7	23390.4
8	1.88	30.2	2.18	109078.3	9893.4	4952.16	0.0	40.0	0.0	93430.4	65168.6
9	1.36	35.0	1.66	48669.64	4414.34	2209.6	0.0	40.0	0.0	41778.8	30728.0
10	1.36	39.3	1.75	18224.91	1653.0	827.41	0.0	40.0	0.0	15770.1	12281.2



10.6.11 Verifica di stabilità sezione 13 – 13’ (CD 5)

La verifica di stabilità lungo la sezione 13 - 13’ in area definita CD 5 ed interessa la porzione terminale del versante est della collina delle Croci a monte di Via Argentieri.

Nella definizione dei dati di input si sono considerati i valori geomeccanici dei calcari e delle breccie cementate che costituiscono l’area, la metodologia usata è uguale a quella della sezione 11.

SEZIONE 13-13’ – STATO DI FATTO - NTC 2008

Analisi di stabilità dei pendii con: JANBU (1967)

Lat./Long.	40.340317/15.89731
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	2.0
Numero dei conci	10.0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1.3
Coefficiente parziale resistenza	1.0
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	3.14 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	954.82 m
Ascissa vertice destro superiore xs	41.81 m
Ordinata vertice destro superiore ys	969.52 m
Passo di ricerca	10.0
Numero di celle lungo x	10.0
Numero di celle lungo y	10.0

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe II
Vita nominale:	50.0 [anni]
Vita di riferimento:	50.0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	A
Categoria topografica:	T2

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30.0	0.55	2.41	0.28
S.L.D.	50.0	0.75	2.39	0.29
S.L.V.	475.0	2.45	2.29	0.36
S.L.C.	975.0	3.33	2.34	0.39

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera:	Opere di sostegno
--------	-------------------

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0.66	0.2	0.0135	0.0067
S.L.D.	0.9	0.2	0.0184	0.0092
S.L.V.	2.94	0.31	0.0929	0.0465
S.L.C.	3.996	0.31	0.1263	0.0632

Coefficiente azione sismica orizzontale	0.0929
Coefficiente azione sismica verticale	0.0465

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0.0	932.82
2	2.84	933.37
3	13.13	933.37
4	13.13	935.37
5	35.17	950.77
6	35.63	950.77
7	35.63	952.77
8	40.2	952.82
9	40.2	953.52
10	44.51	953.52

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	0.0	929.95
2	11.86	932.32
3	16.42	933.98
4	18.51	936.28
5	22.83	941.39
6	25.64	943.17

7	28.65	946.06
8	35.24	950.82
9	35.54	952.82
10	40.2	952.82
11	40.2	953.52
12	44.51	953.52

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1.25
Coesione efficace	1.25
Coesione non drenata	1.4
Riduzione parametri geotecnici terreno	No

Stratigrafia

Strato	Peso unità di volume (kN/m³)	A	B	T	Resistenza compressione monoassiale (kN/m²)	Texture	Descrizione
1	22	0.198	0.662	-0.0007	400		Brecce cementate
2	25	0.369	0.669	-0.006	600		Calcari

Muri di sostegno - Caratteristiche geometriche

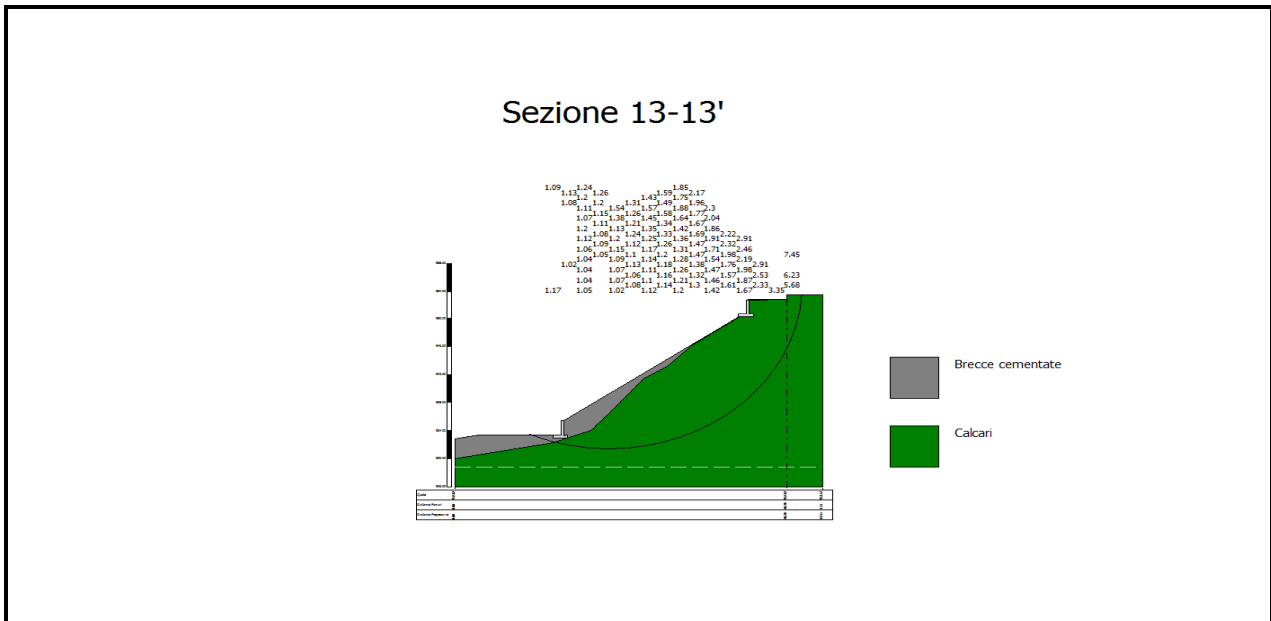
N°	x (m)	y (m)	Base mensola a valle (m)	Base mensola a monte (m)	Altezza muro (m)	Spessore testa (m)	Spessore base (m)	Peso specifico (kN/m³)
1	13.13	933.37	1	0.5	2	0.3	0.3	25
2	35.63	950.77	1	0.5	2	0.3	0.3	25

Risultati analisi pendio

Fs minimo individuato	1.02
Ascissa centro superficie	18.61 m
Ordinata centro superficie	954.82 m
Raggio superficie	23.48 m

$$x_c = 18.608 \quad y_c = 954.818 \quad R_c = 23.475 \quad F_s = 1.017$$

Nr.	B (m)	Alfa (°)	Li (m)	Wi (N)	Kh•Wi (N)	Kv•Wi (N)	c (kN/m²)	Fi (°)	Ui (N)	N'i (N)	Ti (N)
1	4.13	-18.7	4.36110722.4	10286.11	5148.59	4.29	18.7	0.0143691.2	83685.8		
2	2.47	-10.3	2.51256600.9	23838.22	11931.94	24.32	23.8	0.0302436.5	232745.9		
3	3.3	-3.2	3.3534705.4	49674.13	24863.8	32.28	20.7	0.0556447.6	374608.4		
4	3.3	4.9	3.31736055.4	68379.55	34226.57	39.26	18.9	0.0701578.0	437387.4		
5	3.3	13.1	3.39893783.2	83032.46	41560.92	43.12	18.0	0.0805821.3	494136.2		
6	3.3	21.5	3.551002755.0	93155.96	46628.12	43.75	17.9	0.0874437.8	554610.3		
7	3.3	30.6	3.831065063.0	98944.37	49525.44	41.23	18.4	0.0914820.5	633360.8		
8	3.53	40.9	4.671173075.0	108978.6	54547.96	35.65	19.8	0.01011145.0826557.4			
9	3.07	52.9	5.09943252.8	87628.19	43861.26	25.88	23.1	0.0816301.8	936011.9		
10	3.3	73.0	11.26613175.9	56964.04	28512.68	10.18	37.5	0.0418228.21750487.0			



SEZIONE 13-13' – POST OPERE - NTC 2008

Analisi di stabilità dei pendii con: JANBU (1967)

Lat./Long.	40.340317/15.89731
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	2.0
Numero dei conci	10.0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1.3
Coefficiente parziale resistenza	1.0
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	-0.38 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	962.55 m
Ascissa vertice destro superiore xs	46.35 m
Ordinata vertice destro superiore ys	975.3 m
Passo di ricerca	10.0
Numero di celle lungo x	10.0
Numero di celle lungo y	10.0

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe II
Vita nominale:	50.0 [anni]
Vita di riferimento:	50.0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	A
Categoria topografica:	T2

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30.0	0.55	2.41	0.28
S.L.D.	50.0	0.75	2.39	0.29
S.L.V.	475.0	2.45	2.29	0.36
S.L.C.	975.0	3.33	2.34	0.39

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera:

Opere di sostegno

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0.66	0.2	0.0135	0.0067
S.L.D.	0.9	0.2	0.0184	0.0092
S.L.V.	2.94	0.31	0.0929	0.0465
S.L.C.	3.996	0.31	0.1263	0.0632

Coefficiente azione sismica orizzontale 0.0929

Coefficiente azione sismica verticale 0.0465

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0.0	932.82
2	6.71	932.82
3	10.12	933.49
4	13.48	933.75
5	22.64	933.75
6	22.64	937.25
7	23.32	939.84
8	26.6	944.44
9	35.18	950.77
10	35.63	950.77
11	35.63	952.77
12	40.2	952.82
13	40.2	953.52
14	44.51	953.52

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	0.0	929.95
2	11.86	932.32
3	15.84	933.23
4	22.2	933.67
5	23.48	938.39
6	26.26	943.63
7	28.65	946.06
8	35.24	950.82
9	35.54	952.82
10	40.2	952.82
11	40.2	953.52
12	44.51	953.52

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1.25
Coesione efficace	1.25
Coesione non drenata	1.4
Riduzione parametri geotecnici terreno	No

Stratigrafia

Strato	Peso unità di volume (kN/m ³)	A	B	T	Resistenza compressione monoassiale (kN/m ²)	Texture	Descrizione
1	22	0.198	0.662	-0.0007	400		
2	25	0.369	0.669	-0.006	600		

Muri di sostegno - Caratteristiche geometriche

N°	x (m)	y (m)	Base mensola a valle (m)	Base mensola a monte (m)	Altezza muro (m)	Spessore testa (m)	Spessore base (m)	Peso specifico (kN/m ³)
1	35.63	950.77	1	0.5	2	0.3	0.3	25
2	22.64	933.75	1.5	0.5	3.5	0.4	0.4	25

Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kN/m ²)
1	14	933.77	21	933.77	50

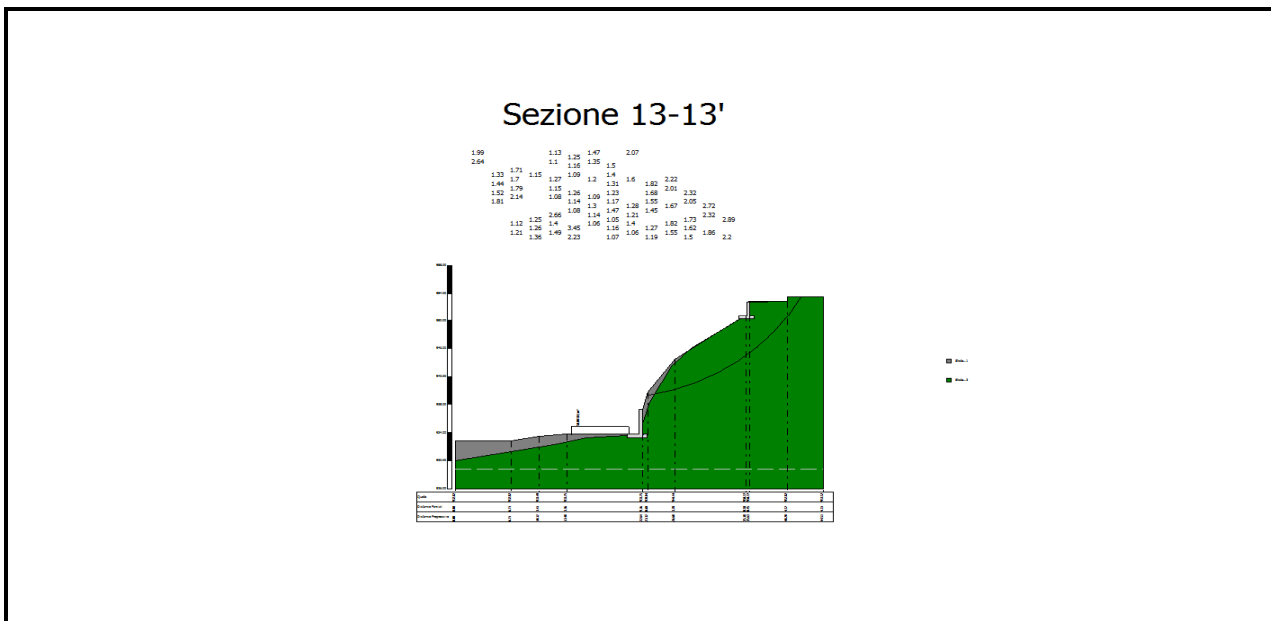
Risultati analisi pendio

Fs minimo individuato	1.05
Ascissa centro superficie	18.31 m
Ordinata centro superficie	965.1 m
Raggio superficie	26.26 m

B: Larghezza del concio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del concio; Li: Lunghezza della base del concio; Wi: Peso del concio; Ui: Forze derivanti dalle pressioni neutre; Ni: forze agenti normalmente alla direzione di scivolamento; Ti: forze agenti parallelamente alla superficie di scivolamento; Fi: Angolo di attrito; c: coesione.

$$x_c = 18.309 \quad y_c = 965.101 \quad R_c = 26.264 \quad F_s = 1.054$$

Nr.	B (m)	Alfa (°)	Li (m)	Wi (N)	Kh•Wi (N)	Kv•Wi (N)	c (kN/m ²)	Fi (°)	Ui (N)	N'i (N)	Ti (N)
1	0.13	10.8	0.14	758.47	70.46	35.27	1.77	28.8	0.0	643.3	687.3
2	3.28	14.7	3.39191100.9	17753.28	8886.19	17.3	28.1	0.0155269.7	166691.0		
3	2.2	21.0	2.35255614.4	23746.58	11886.07	24.43	23.7	0.0208672.2	181791.3		
4	1.87	25.8	2.08248200.2	23057.8	11541.31	25.29	23.3	0.0199475.6	175099.5		
5	1.87	30.4	2.17265945.3	24706.32	12366.46	25.03	23.4	0.0210987.9	192392.0		
6	2.64	36.4	3.28387757.0	36022.63	18030.7	23.52	24.2	0.0302915.5	301293.1		
7	1.1	41.5	1.46238520.9	22158.59	11091.22	27.24	22.5	0.0196419.3	184298.6		
8	1.87	46.1	2.7277171.4	25749.22	12888.47	19.98	26.2	0.0212471.8	259917.3		
9	1.87	52.4	3.06176957.2	16439.32	8228.51	13.95	31.4	0.0119262.9	215372.3		
10	1.87	59.8	3.7281153.09	7539.12	3773.62	9.14	40.2	0.035794.0	145240.5		



10.6.12 Verifica di stabilità sezione 14 – 14' (CD 10)

La verifica di stabilità tracciata sulla sezione 14 - 14' è ubicata a valle di Piazza Plebiscito nella zona di Via Ciro Menotti ove è stata realizzata la **Masw 09**.

Tale sezione interessa l'area definita CD 10 e per essa sono stati utilizzati i parametri geotecnici delle brecce cementate che costituiscono l'area.

SEZIONE 14-14' – STATO DI FATTO - NTC 2008

Analisi di stabilità dei pendii con: JANBU (1967)

Normativa	NTC 2008
Numero di strati	2.0
Numero dei conci	10.0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1.1
Coefficiente parziale resistenza	1.0
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	-0.83 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	938.25 m
Ascissa vertice destro superiore xs	81.73 m
Ordinata vertice destro superiore ys	956.07 m
Passo di ricerca	10.0
Numero di celle lungo x	10.0
Numero di celle lungo y	10.0
Coefficiente azione sismica orizzontale	0.0929
Coefficiente azione sismica verticale	0.0465

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0.0	905.6
2	4.43	905.6
3	4.43	907.1
4	8.68	906.9
5	9.2	907.23
6	10.03	907.23
7	10.03	909.73
8	13.25	909.79
9	19.4	910.12
10	21.65	913.09
11	28.08	914.04
12	41.77	920.8
13	43.85	920.8
14	43.85	922.3
15	48.34	922.32
16	48.92	922.32
17	48.92	924.82
18	54.04	924.9
19	55.77	925.78
20	56.1	925.78
21	56.1	928.28
22	60.89	928.51
23	63.76	929.17
24	65.53	930.79
25	66.93	931.45
26	66.71	931.45
27	66.71	933.95
28	72.29	933.99
29	72.72	933.99
30	72.72	936.49
31	82.81	936.49

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	0.0	903.7
2	9.98	905.52
3	16.32	907.88
4	21.03	909.5
5	24.64	910.82
6	33.26	913.62
7	39.39	917.83
8	42.91	919.54
9	47.48	921.71
10	58.09	925.85
11	62.96	927.91
12	65.34	928.07
13	68.37	930.46
14	72.23	932.7
15	75.18	933.59
16	79.6	935.35
17	82.81	936.49

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1.25
Coesione efficace	1.25
Coesione non drenata	1.4

Riduzione parametri geotecnici terreno

No

Stratigrafia

Strato	Peso unità di volume (kN/m ³)	A	B	T	Resistenza compressione monoassiale (kN/m ²)	Texture	Descrizione
1	20	0.198	0.662	-0.0007	400		Brecce
2	24	0.369	0.669	-0.006	500		Calcari

Muri di sostegno - Caratteristiche geometriche

N°	x (m)	y (m)	Base mensola a valle (m)	Base mensola a monte (m)	Altezza muro (m)	Spessore testa (m)	Spessore base (m)	Peso specifico (kN/m ³)
1	4.43	905.6	0.5	0.5	1.5	0.4	0.4	25
2	10.03	907.23	0.5	1	2.5	0.4	0.4	25
3	43.85	920.8	0.5	0.5	1.5	0.4	0.4	25
4	48.92	922.32	0.5	1	2.5	0.4	0.4	25
5	72.72	933.99	0.5	1	2.5	0.4	0.4	25
6	66.71	931.45	0.5	1	2.5	0.4	0.4	25
7	56.1	925.78	0.5	1	2.5	0.4	0.4	25

Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kN/m ²)
1	77	936.49	82	936.49	50

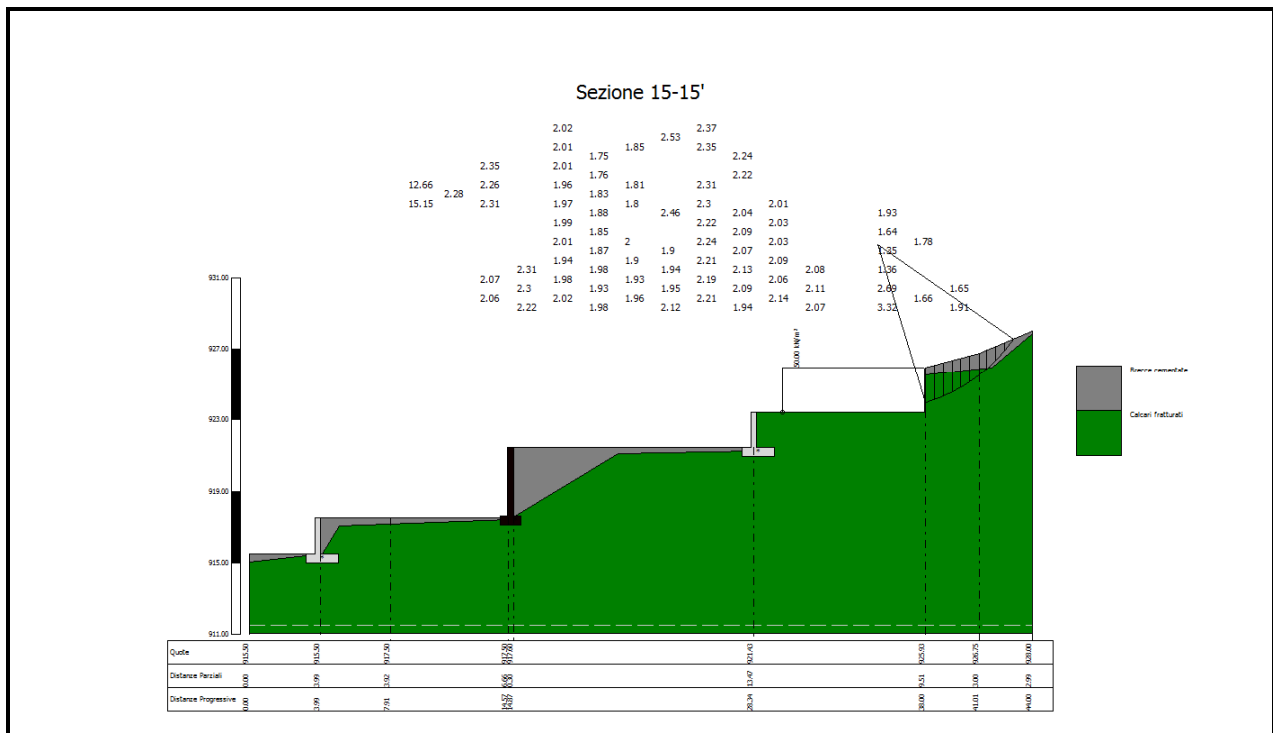
Risultati analisi pendio

Fs minimo individuato	1.34
Ascissa centro superficie	28.06 m
Ordinata centro superficie	948.05 m
Raggio superficie	36.15 m

B: Larghezza del concio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del concio; Li: Lunghezza della base del concio; Wi: Peso del concio; Ui: Forze derivanti dalle pressioni neutre; Ni: forze agenti normalmente alla direzione di scivolamento; Ti: forze agenti parallelamente alla superficie di scivolamento; Fi: Angolo di attrito; c: coesione.

$$x_c = 28.064 \quad y_c = 948.049 \quad R_c = 36.148 \quad F_s = 1.336$$

Nr.	B (m)	Alfa (°)	Li (m)	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kN/m ²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	0.41	-10.6	0.42	258.2	23.99	12.01	1.86	28.1	0.0	303.2	220.1
2	6.43	-5.1	6.4519985.28	1856.63	929.32	4.96	17.4	0.0	20848.6	8823.1	
3	4.31	3.4	4.3228793.55	2674.92	1338.9	17.55	25.5	0.0	27713.3	18851.1	
4	3.72	9.9	3.7738087.88	3538.36	1771.09	22.15	22.8	0.0	35034.1	21168.6	
5	3.72	15.9	3.8648125.77	4470.88	2237.85	24.75	21.6	0.0	43174.6	25051.2	
6	4.09	22.5	4.4261977.55	5757.71	2881.96	25.96	21.1	0.0	54863.1	31936.2	
7	4.44	30.1	5.1258284.02	5414.59	2710.21	22.01	22.8	0.0	50343.0	33932.1	
8	2.63	36.7	3.28 39655.6	3684.01	1843.99	21.82	22.9	0.0	34742.4	24636.0	
9	3.07	42.6	4.1724513.29	2277.28	1139.87	13.9	28.6	0.0	19582.7	20280.4	
10	4.36	51.5	7.030845.74	2865.57	1434.33	4.6	18.0	0.0	33521.5	20472.1	



SEZIONE 14-14' – POST OPERE - NTC 2008

Analisi di stabilità dei pendii con: JANBU (1967)

Normativa	NTC 2008
Numero di strati	2.0
Numero dei conci	10.0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1.1
Coefficiente parziale resistenza	1.0
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	-0.83 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	938.25 m
Ascissa vertice destro superiore xs	81.73 m
Ordinata vertice destro superiore ys	956.07 m
Passo di ricerca	10.0
Numero di celle lungo x	10.0
Numero di celle lungo y	10.0

Coefficiente azione sismica orizzontale	0.0929
Coefficiente azione sismica verticale	0.0465

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0.0	905.6
2	4.43	905.6
3	4.43	907.1
4	8.68	906.9
5	9.2	907.23
6	10.03	907.23
7	10.03	909.73

8	13.25	909.79
9	19.4	910.12
10	21.65	913.09
11	28.08	914.04
12	41.77	920.8
13	43.85	920.8
14	43.85	922.3
15	48.34	922.32
16	48.92	922.32
17	48.92	924.82
18	54.04	924.9
19	55.77	925.78
20	56.1	927.77
21	63.87	927.77
22	63.87	929.27
23	65.53	930.79
24	66.93	931.45
25	66.71	931.45
26	66.71	933.95
27	72.29	933.99
28	72.72	933.99
29	72.72	936.49
30	82.81	936.49

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	0.0	903.7
2	9.98	905.52
3	16.32	907.88
4	21.03	909.5
5	24.64	910.82
6	33.26	913.62
7	39.39	917.83
8	42.91	919.54
9	47.48	921.71
10	58.09	925.85
11	62.96	927.91
12	65.34	928.07
13	68.37	930.46
14	72.23	932.7
15	75.18	933.59
16	79.6	935.35
17	82.81	936.49

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1.25
Coesione efficace	1.25
Coesione non drenata	1.4
Riduzione parametri geotecnici terreno	No

Stratigrafia

Strato	Peso unità di volume (kN/m ³)	A	B	T	Resistenza compressione monoassiale (kN/m ²)	Texture	Descrizione
1	20	0.198	0.662	-0.0007	400		Brecce
2	24	0.369	0.669	-0.006	500		Calcarei

Muri di sostegno - Caratteristiche geometriche

N°	x (m)	y (m)	Base mensola a valle (m)	Base mensola a monte (m)	Altezza muro (m)	Spessore testa (m)	Spessore base (m)	Peso specifico (kN/m³)
1	4.43	905.6	0.5	0.5	1.5	0.4	0.4	25
2	10.03	907.23	0.5	1	2.5	0.4	0.4	25
3	43.85	920.8	0.5	0.5	1.5	0.4	0.4	25
4	48.92	922.32	0.5	1	2.5	0.4	0.4	25
5	72.72	933.99	0.5	1	2.5	0.4	0.4	25
6	66.71	931.45	0.5	1	2.5	0.4	0.4	25
7	56.1	925.78	0.5	1	2.5	0.4	0.4	25
8	63.87	927.77	0.5	0.5	1.5	0.4	0.4	25

Carichi distribuiti

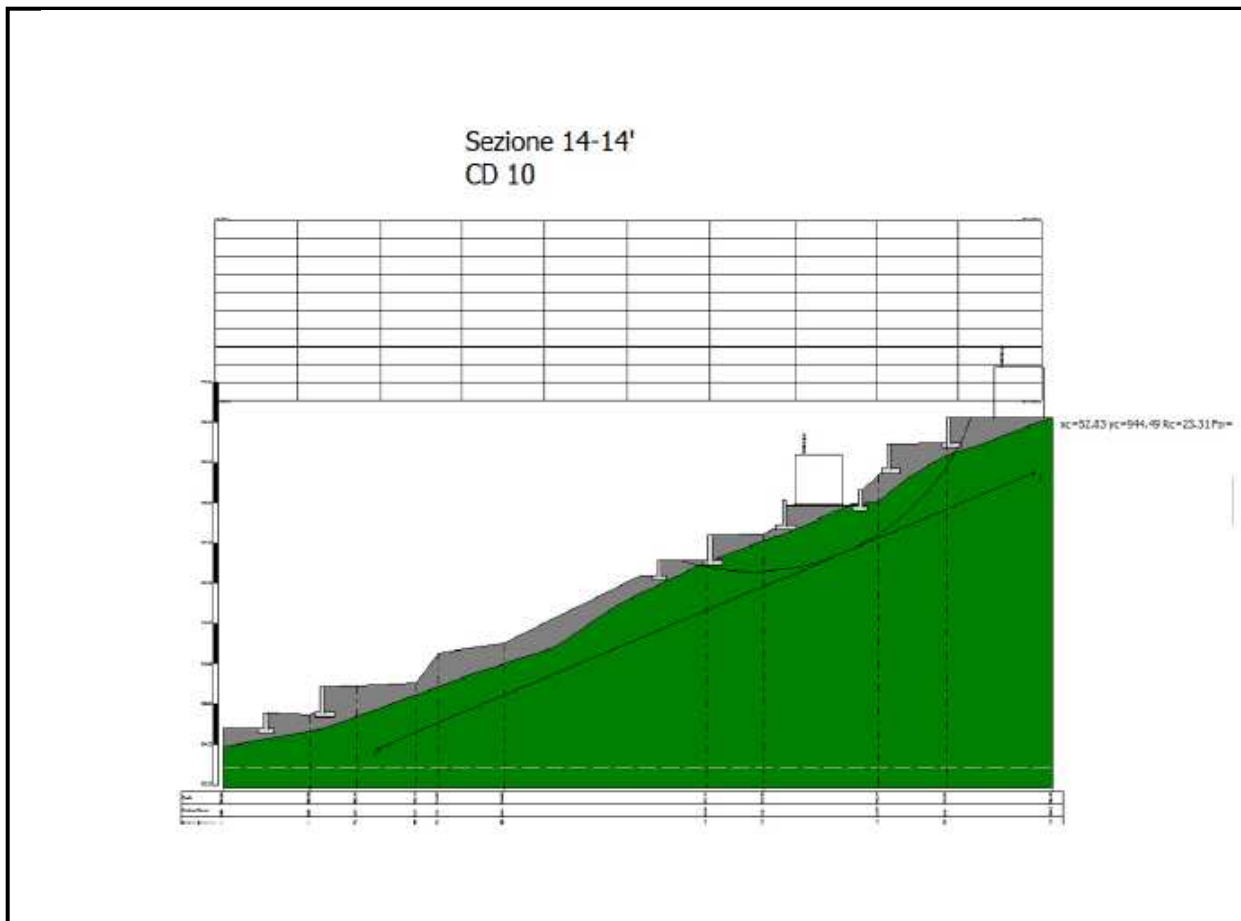
N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kN/m²)
1	77	936.49	82	936.49	50
2	57	927.8	62	927.8	50

Risultati analisi pendio

Fs minimo individuato	1.35
Ascissa centro superficie	52.83 m
Ordinata centro superficie	944.49 m
Raggio superficie	23.31 m

$$xc = 52.832 \quad yc = 944.486 \quad Rc = 23.308 \quad Fs=1.349$$

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kN/m²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	3.3	-13.7	3.4	8182.19	760.13	380.47	4.16	18.9	0.0	9440.8	4285.8
2	2.51	-6.5	2.53	19489.73	1810.6	906.27	19.02	24.5	0.0	21072.9	12985.2
3	2.56	-0.2	2.56	22030.45	2046.63	1024.42	20.33	23.7	0.0	22072.6	13349.7
4	1.74	5.1	1.74	16772.23	1558.14	779.91	21.66	23.0	0.0	15994.4	9502.0
5	0.33	7.8	0.33	9046.22	840.39	420.65	41.3	16.9	0.0	8643.7	3595.8
6	7.82	18.2	8.23	129750.2	12053.8	6033.39	28.37	20.2	0.0	117026.9	62595.6
7	3.01	32.8	3.58	44715.68	4154.09	2079.28	22.85	22.4	0.0	39154.5	25932.4
8	1.98	40.4	2.61	32031.33	2975.71	1489.46	21.36	23.2	0.0	28527.8	20892.3
9	2.91	49.1	4.44	31673.2	2942.44	1472.8	14.48	28.1	0.0	26916.5	28386.5
10	2.91	62.2	6.24	23949.24	2224.89	1113.64	3.52	20.6	0.0	29156.1	25151.4



10.6.13 Verifica di stabilità sezione 15 – 15' (CD 8)

La verifica di stabilità tracciata sulla sezione 15 - 15' interessa l'area definita CD 8 ed è ubicata tra Via G. Marconi a nord ed il plesso scolastico a sud.

Tale area è stata investigata grazie al saggio meccanico SM5 e la Masw 09, inoltre su uno scavo in roccia prossimo all'area è stato condotto il rilievo geomeccanico S2.

Essendo l'area caratterizzata dall'affioramento di terreni calcarei e breccie cementate nell'analisi di stabilità si sono utilizzati i dati geotecnici caratteristici per tali litotipi.

SEZIONE 15-15' – STATO DI FATTO - NTC 2008

Analisi di stabilità dei pendii con: JANBU (1967)

	Normativa NTC 2008
Zona	
Numero di strati	2.0
Numero dei conci	10.0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1.1
Coefficiente parziale resistenza	1.0
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	-1.14 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	929.69 m
Ascissa vertice destro superiore xs	39.42 m
Ordinata vertice destro superiore ys	940.29 m
Passo di ricerca	10.0
Numero di celle lungo x	10.0
Numero di celle lungo y	10.0

Coefficienti sismici [N.T.C.]**Dati generali**

Tipo opera:	
Classe d'uso:	
Vita nominale:	0.0 [anni]
Vita di riferimento:	178901246448778000000000000000000000.0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:

Categoria topografica:

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	7098240.0	211977618226516000	575974101277933000	0.0
S.L.D.	0.0	0.0	674986715096235000	0.0
S.L.V.	175830839001113000	0.0	0.0	0.0
S.L.C.	0.0	-69731367867496300	542568663601745000	0.0

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera:

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0.0	0.0	13560.6036	2.7028
S.L.D.	0.0	0.0	265497359839502000	0.0
S.L.V.	0.0	627940793196406000	18170968107390200	1546664972244140
S.L.C.	0.0	95268205270873800	0.0	0.0

Coefficiente azione sismica orizzontale 0.1088

Coefficiente azione sismica verticale 0.0544

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	-4.0	915.5
2	-0.01	915.5
3	-0.01	917.5
4	3.91	917.5
5	10.57	917.5
6	10.57	917.6
7	10.87	917.6
8	10.87	921.46
9	24.34	921.43
10	24.49	921.43
11	24.49	923.43
12	34.0	923.43
13	34.0	925.93
14	37.01	926.75
15	40.0	928.0
16	40.0	928.0

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	-4.0	915.05
2	-4.0	915.05
3	0.07	915.48
4	1.06	917.06
5	10.57	917.43
6	16.69	921.09
7	24.34	921.23
8	24.34	923.43
9	34.0	923.43
10	34.0	925.54
11	37.75	925.97
12	40.0	927.89

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1.25
Coesione efficace	1.25
Coesione non drenata	1.4
Riduzione parametri geotecnici terreno	No

Stratigrafia

Strato	Peso unità di volume (kN/m ³)	A	B	T	Resistenza compressione monoassiale (kN/m ²)	Texture	Descrizione
1	20	0.198	0.662	-0.0007	400		Brecce cementate
2	25	0.369	0.669	-0.006	500		Calcari fratturati

Muri di sostegno - Caratteristiche geometriche

N°	x (m)	y (m)	Base mensola a valle (m)	Base mensola a monte (m)	Altezza muro (m)	Spessore testa (m)	Spessore base (m)	Peso specifico (kN/m ³)
1	24.49	921.43	0.5	1	2	0.3	0.3	25
2	10.87	917.6	0.4	0.4	3.86	0.4	0.4	25
3	-0.01	915.5	0.5	1	2	0.3	0.3	25

Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kN/m ²)
1	25.95	923.43	33.95	923.43	50

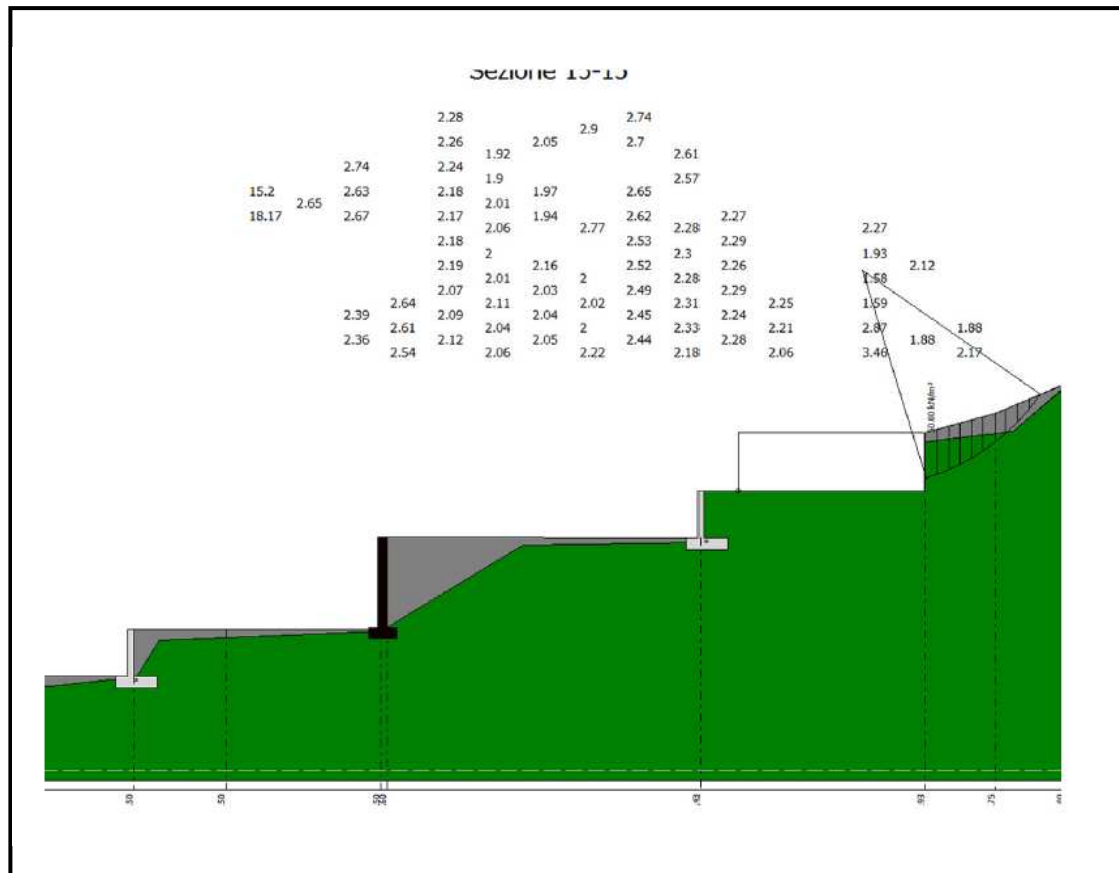
Risultati analisi pendio

Fs minimo individuato	1.58
Ascissa centro superficie	31.3 m
Ordinata centro superficie	932.87 m
Raggio superficie	9.3 m

$$x_c = 31.305 \quad y_c = 932.868 \quad R_c = 9.296 \quad F_s = 1.577$$

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kN/m ²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)

1	0.49	19.4	0.52	2319.76	252.39	126.19	13.69	28.9	0.0	1972.9	1464.2
2	0.49	21.7	0.53	2244.74	244.23	122.11	13.27	29.3	0.0	1879.8	1450.5
3	0.49	25.1	0.54	2128.88	231.62	115.81	12.6	30.1	0.0	1742.5	1434.5
4	0.49	28.6	0.56	1968.94	214.22	107.11	11.78	31.2	0.0	1569.9	1405.3
5	0.49	31.8	0.58	1760.86	191.58	95.79	10.87	32.6	0.0	1359.9	1351.1
6	0.53	35.8	0.66	1613.46	175.54	87.77	9.73	34.6	0.0	1183.3	1378.1
7	0.45	39.5	0.58	1091.12	118.71	59.36	8.66	37.0	0.0	741.0	1058.1
8	0.49	43.6	0.68	920.86	100.19	50.09	2.44	24.6	0.0	863.1	592.1
9	0.49	48.0	0.74	622.0	67.67	33.84	1.78	28.7	0.0	558.5	499.4
10	0.49	52.6	0.81	235.85	25.66	12.83	1.03	38.1	0.0	170.8	273.9



SEZIONE 15-15' – POST OPERE - NTC 2008

Analisi di stabilità dei pendii con: JANBU (1967)

Zona	Normativa NTC 2008
Numero di strati	2.0
Numero dei conci	10.0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1.1
Coefficiente parziale resistenza	1.0
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	-1.14 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	929.69 m
Ascissa vertice destro superiore xs	39.42 m
Ordinata vertice destro superiore ys	940.29 m
Passo di ricerca	10.0
Numero di celle lungo x	10.0
Numero di celle lungo y	10.0

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Tipo opera:
 Classe d'uso:
 Vita nominale: 0.0 [anni]
 Vita di riferimento: 17890124644877800000000000000000000.0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:

Categoria topografica:

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	7098240.0	211977618226516000	575974101277933000	0.0
S.L.D.	0.0	0.0	674986715096235000	0.0
S.L.V.	175830839001113000	0.0	0.0	0.0
S.L.C.	0.0	-697313678674963	-54256866360174500	0.0

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera:

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0.0	0.0	13560.6036	2.7028
S.L.D.	0.0	0.0	-26549735983950200	0.0
S.L.V.	0.0	-62794079319640600	181709681073902	154666497224414000
S.L.C.	0.0	952682052708738000	0.0	0.0

Coefficiente azione sismica orizzontale 0.1088

Coefficiente azione sismica verticale 0.0544

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	-4.0	915.5
2	-0.01	915.5
3	-0.01	917.5
4	3.91	917.5
5	10.57	917.5
6	10.57	917.58
7	10.69	917.58
8	10.69	921.44
9	24.34	921.43
10	24.49	921.43
11	24.49	923.43
12	34.0	923.43
13	34.0	925.93
14	37.01	926.75
15	40.0	928.0
16	40.0	928.0

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	-4.0	915.05
2	-4.0	915.05
3	0.07	915.48
4	1.06	917.06
5	10.57	917.43
6	16.69	921.09
7	24.34	921.23
8	24.34	923.43

9	34.0	923.43
10	34.0	925.54
11	37.75	925.97
12	40.0	927.89

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1.25
Coesione efficace	1.25
Coesione non drenata	1.4
Riduzione parametri geotecnici terreno	No

Stratigrafia

Strato	Peso unità di volume (kN/m ³)	A	B	T	Resistenza compressione monoassiale (kN/m ²)	Texture	Descrizione
1	20	0.198	0.662	-0.0007	400		Brecce cementate
2	25	0.369	0.669	-0.006	500		Calcari fratturati

Muri di sostegno - Caratteristiche geometriche

N°	x (m)	y (m)	Base mensola a valle (m)	Base mensola a monte (m)	Altezza muro (m)	Spessore testa (m)	Spessore base (m)	Peso specifico (kN/m ³)
1	24.49	921.43	0.5	1	2	0.3	0.3	25
2	10.69	917.58	0.4	0.4	3.86	0.4	0.4	25
3	-0.01	915.5	0.5	1	2	0.3	0.3	25

Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kN/m ²)
1	25.95	923.43	33.95	923.4298	50
2	15.5	921.45	23.5	921.4445	50

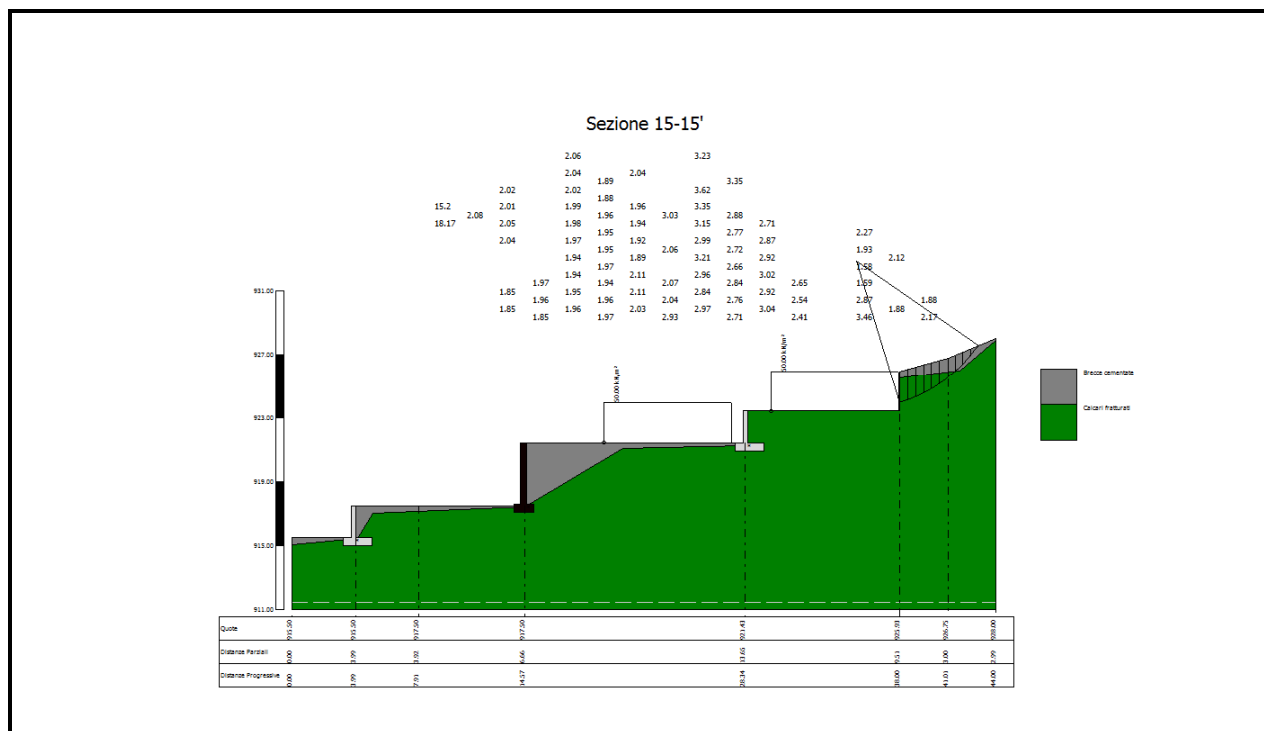
Risultati analisi pendio

Fs minimo individuato	1.58
Ascissa centro superficie	31.3 m
Ordinata centro superficie	932.87 m
Raggio superficie	9.3 m

$$x_c = 31.305 \quad y_c = 932.868 \quad R_c = 9.296 \quad F_s = 1.577$$

Nr.	B (m)	Alfa (°)	Li (m)	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kN/m ²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	0.49	19.4	0.52	2319.76	252.39	126.19	13.69	28.9	0.0	1972.9	1464.2
2	0.49	21.7	0.53	2244.74	244.23	122.11	13.27	29.3	0.0	1879.8	1450.5
3	0.49	25.1	0.54	2128.88	231.62	115.81	12.6	30.1	0.0	1742.5	1434.5
4	0.49	28.6	0.56	1968.94	214.22	107.11	11.78	31.2	0.0	1569.9	1405.3
5	0.49	31.8	0.58	1760.86	191.58	95.79	10.87	32.6	0.0	1359.9	1351.1
6	0.53	35.8	0.66	1613.46	175.54	87.77	9.73	34.6	0.0	1183.3	1378.1
7	0.45	39.5	0.58	1091.12	118.71	59.36	8.66	37.0	0.0	741.0	1058.1
8	0.49	43.6	0.68	920.86	100.19	50.09	2.44	24.6	0.0	863.1	592.1

9	0.49	48.0	0.74	622.0	67.67	33.84	1.78	28.7	0.0	558.5	499.4
10	0.49	52.6	0.81	235.85	25.66	12.83	1.03	38.1	0.0	170.8	273.9



10.6.14 Verifica di stabilità sezione 16 – 16’ (CD 16)

La verifica di stabilità tracciata sulla sezione 16 - 16’ ricade in area definita CD 16 in località C.da S. Caterina su cui è stato realizzato il saggio meccanico SM3 e si sono potuti consultare i dati delle perforazioni meccaniche S02 ed S03 .

I dati geotecnici utilizzati sono relativi alle analisi di laboratorio derivanti da nalisi su campioni prelevati in detti sondaggi.

SEZIONE 16-16’ – STATO DI FATTO - NTC 2008

Analisi di stabilità dei pendii con: JANBU (1967)

Normativa	
Numero di strati	2.0
Numero dei conci	10.0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1.3
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	2073.73 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	845.45 m
Ascissa vertice destro superiore xs	2144.11 m
Ordinata vertice destro superiore ys	863.04 m
Passo di ricerca	10.0

Numero di celle lungo x 10.0
 Numero di celle lungo y 10.0

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	2075.32	824.12
2	2078.64	826.12
3	2081.1	826.67
4	2087.64	826.67
5	2087.64	826.87
6	2093.41	828.84
7	2097.06	830.09
8	2103.12	832.12
9	2106.35	834.12
10	2113.26	836.12
11	2130.83	840.66
12	2137.79	840.66
13	2137.79	840.86
14	2144.22	844.12

Falda

Nr.	X (m)	y (m)
1	2075.32	821.93
2	2076.07	822.11
3	2090.07	825.43
4	2100.84	828.3
5	2112.69	833.42
6	2124.63	836.65
7	2133.79	838.89
8	2138.81	839.7
9	2143.75	841.32

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	2075.32	822.0
2	2078.64	824.0
3	2081.1	824.0
4	2085.84	824.61
5	2088.35	825.28
6	2093.41	826.0
7	2097.06	828.0
8	2103.12	830.0
9	2106.35	832.0
10	2114.59	835.09
11	2130.77	839.01
12	2136.16	839.56
13	2138.0	839.62
14	2144.22	842.0

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio 1.0
 Coesione efficace 1.0
 Coesione non drenata 1.0
 Riduzione parametri geotecnici terreno No

Stratigrafia

Strato	Coesione (kN/m ²)	Coesione non drenata (kN/m ²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (kN/m ³)	Peso saturo (kN/m ³)	Litologia	
1	17.65		21.10	19.28	20.37	Ghiaia argilloso-limoso	
2	6.9		33	19.36	20.1	Argilla o argilla limosa consistente	

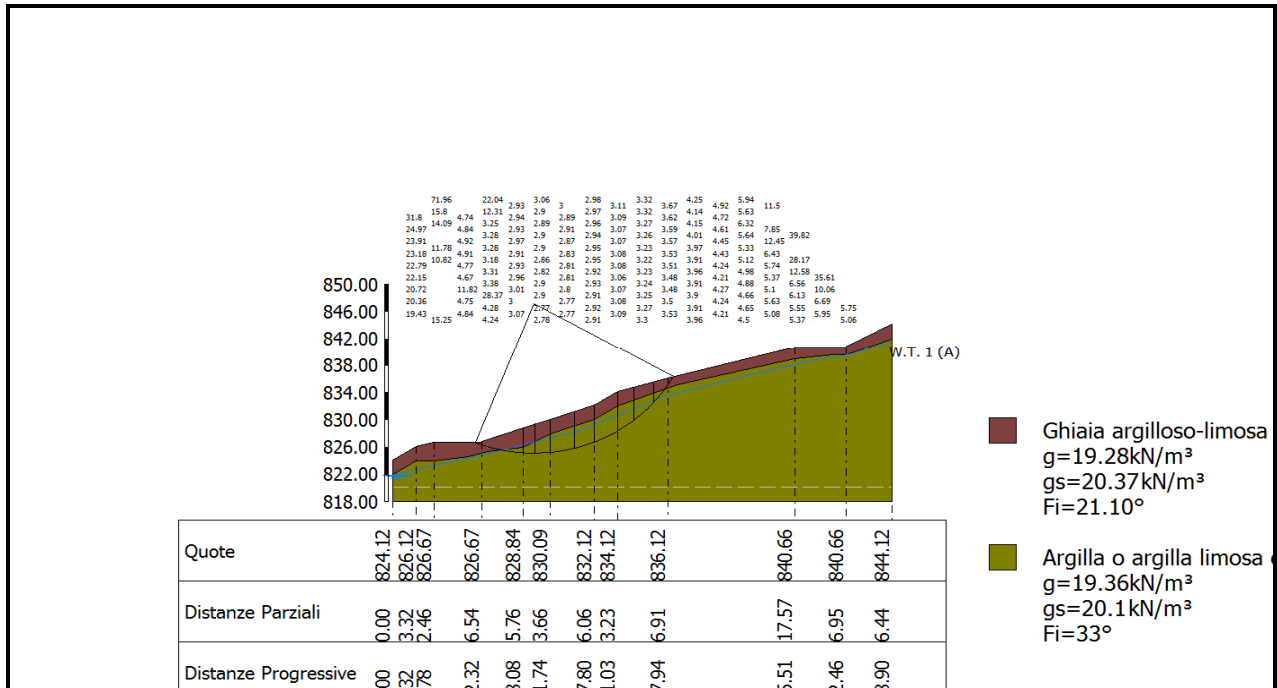
Risultati analisi pendio

Fs minimo individuato	2.77
Ascissa centro superficie	2094.85 m
Ordinata centro superficie	847.21 m
Raggio superficie	22.07 m

B: Larghezza del conccio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del conccio; Li: Lunghezza della base del conccio; Wi: Peso del conccio; Ui: Forze derivanti dalle pressioni neutre; Ni: forze agenti normalmente alla direzione di scivolamento; Ti: forze agenti parallelamente alla superficie di scivolamento; Fi: Angolo di attrito; c: coesione.

xc = 2094.845 yc = 847.205 Rc = 22.072 Fs=2.769

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kN/m ²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	0.94	-20.5	1.01	341.94	0.0	0.0	17.65	21.1	0.0	701.9	962.1
2	5.71	-11.2	5.8225997	94	0.0	0.0	6.9	33.0	0.0	28436.7	9967.3
3	1.54	-2.5	1.5412150	07	0.0	0.0	6.9	33.0	0.0	12335.8	3945.3
4	2.11	3.1	2.1219349	68	0.0	0.0	6.9	33.0	0.0	19055.1	6016.0
5	3.35	10.2	3.4	34747.3	0.0	0.0	6.9	33.0	0.0	33429.7	10610.7
6	2.71	18.8	2.8629361	89	0.0	0.0	6.9	33.0	0.0	28033.6	9252.8
7	3.23	26.6	3.6136574	92	0.0	0.0	6.9	33.0	0.0	35368.8	12361.4
8	2.26	35.2	2.7624097	59	0.0	0.0	6.9	33.0	0.0	24115.3	9339.7
9	2.73	43.4	3.7621818	47	0.0	0.0	6.9	33.0	0.0	22869.2	10442.9
10	2.73	54.1	4.66	9129.39	0.0	0.0	6.9	33.0	0.0	9795.8	7117.3



SEZIONE 16-16' – POST OPERE - NTC 2008

Analisi di stabilità dei pendii con: JANBU (1967)

Normativa	
Numero di strati	2.0
Numero dei concii	10.0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1.3
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	1249.61 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	845.45 m
Ascissa vertice destro superiore xs	1319.99 m
Ordinata vertice destro superiore ys	863.04 m
Passo di ricerca	10.0
Numero di celle lungo x	10.0
Numero di celle lungo y	10.0

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	1251.2	824.12
2	1254.52	826.12
3	1256.98	826.67
4	1263.52	826.67
5	1263.52	826.87
6	1269.29	828.84
7	1272.94	830.09
8	1275.91	830.99
9	1277.44	832.0

10	1282.56	832.0
11	1282.57	832.0
12	1288.9	832.0
13	1288.9	834.0
14	1289.67	834.51
15	1290.48	835.78
16	1306.71	840.66
17	1313.67	840.66
18	1313.67	840.86
19	1320.1	844.12

Falda

Nr.	X (m)	y (m)
1	2075.32	821.93
2	2076.07	822.11
3	2090.07	825.43
4	2100.84	828.3
5	2107.3	829.11
6	2112.96	830.63
7	2115.74	832.7
8	2119.96	834.05
9	2124.63	836.65
10	2133.79	838.89
11	2138.81	839.7
12	2143.75	841.32

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	1251.2	822.0
2	1254.52	824.0
3	1256.98	824.0
4	1261.72	824.61
5	1264.23	825.28
6	1269.29	826.0
7	1272.94	828.0
8	1279.0	832.0
9	1282.38	832.0
10	1287.85	832.0
11	1289.17	832.56
12	1290.47	835.09
13	1306.65	839.01
14	1312.04	839.56
15	1313.88	839.62
16	1320.1	842.0

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1.0
Coesione efficace	1.0
Coesione non drenata	1.0
Riduzione parametri geotecnici terreno	No

Stratigrafia

Strato	Coesione (kN/m ²)	Coesione non drenata (kN/m ²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (kN/m ³)	Peso saturo (kN/m ³)	Litologia
1	17.65		21.10	19.28	20.37	Ghiaia

						argilloso- limosa	
2	6.9		33	19.36	20.1	Argilla o argilla limosa consistente	

Muri di sostegno - Caratteristiche geometriche

N°	x (m)	y (m)	Base mensola a valle (m)	Base mensola a monte (m)	Altezza muro (m)	Spessore testa (m)	Spessore base (m)	Peso specifico (kN/m³)
1	1288.9	832	1	0.4	2	0.4	0.4	25

Carichi distribuiti

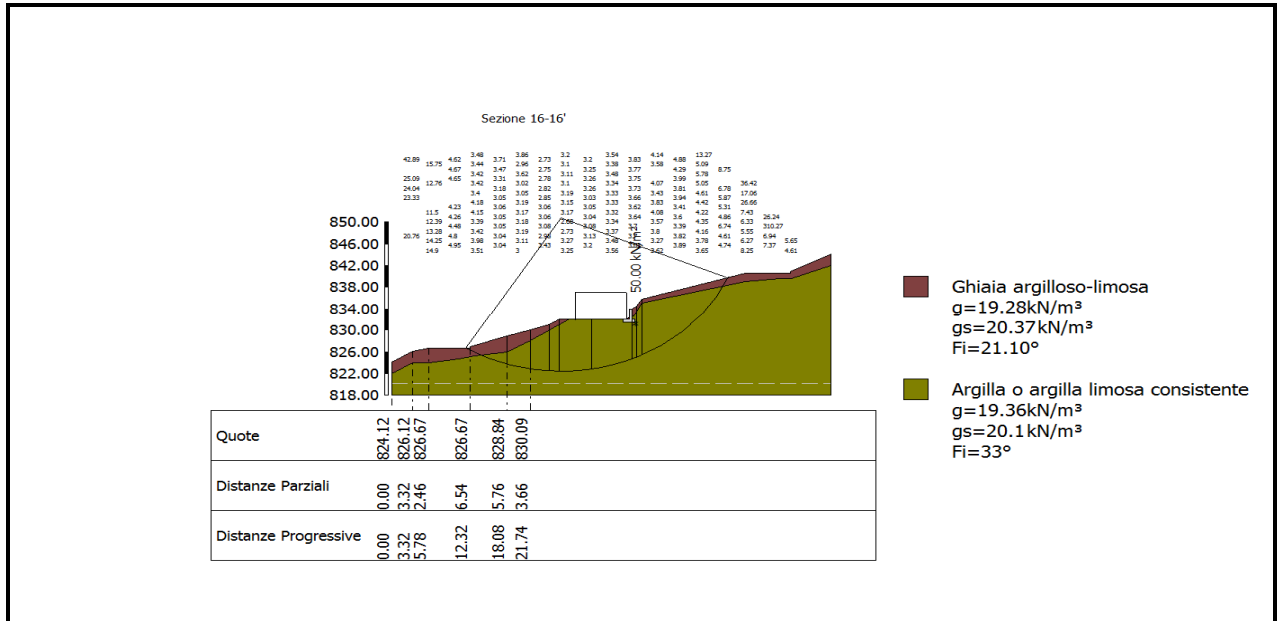
N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kN/m²)
1	1280	832	1288	832	50

Risultati analisi pendio

Fs minimo individuato	2.68
Ascissa centro superficie	1277.76 m
Ordinata centro superficie	850.72 m
Raggio superficie	28.34 m

$$x_c = 1277.762 \quad y_c = 850.724 \quad R_c = 28.345 \quad F_s = 2.684$$

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kN/m²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	0.81	-31.0	0.95	391.98	0.0	0.0	17.65	21.1	0.0	1019.2	1092.4
2	5.71	-23.7	6.2435	019.73	0.0	0.0	6.9	33.0	0.0448	32.3	16362.1
3	3.66	-13.6	3.7645	363.08	0.0	0.0	6.9	33.0	0.0505	06.7	16304.6
4	2.97	-6.8	2.9946	691.39	0.0	0.0	6.9	33.0	0.0488	19.6	15222.4
5	1.53	-2.1	1.5327	396.85	0.0	0.0	6.9	33.0	0.0277	23.0	8535.4
6	5.18	4.6	5.2110	763.9	0.0	0.0	6.9	33.0	0.0108	472.6	33233.9
7	6.33	16.6	6.6137	526.2	0.0	0.0	6.9	33.0	0.0131	506.1	42003.6
8	0.72	24.1	0.7913	416.42	0.0	0.0	6.9	33.0	0.0129	10.8	4380.6
9	0.81	25.7	0.9158	68.16	0.0	0.0	6.9	33.0	0.0153	33.2	5255.0
10	13.45	47.0	19.7220	4439.0	0.0	0.0	6.9	33.0	0.0223	546.1	104289.0



10.6.15 Verifica di stabilità sezione 17 – 17’ (CD 9)

La verifica di stabilità tracciata sulla sezione 17 - 1’ ricade in area definita CD 9 posta nella parte terminale di Viale Marconi prima del Cimitero Comunale.

In tale area è stato realizzato il saggio meccanico SM4 e si sono potuti consultare i dati della perforazione meccanica S04.

Considerata l’affioramento di breccie calcaree cementate si sono utilizzati i parametri geotecnici relativi a tale litotipo.

SEZIONE 17-17’ – STATO DI FATTO - NTC 2008

Analisi di stabilità dei pendii con: JANBU (1967)

Lat./Long.	40.337615/15.897244
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	2.0
Numero dei conci	10.0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1.3
Coefficiente parziale resistenza	1.0
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	1.17 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	910.19 m
Ascissa vertice destro superiore xs	87.06 m
Ordinata vertice destro superiore ys	926.9 m
Passo di ricerca	10.0
Numero di celle lungo x	10.0
Numero di celle lungo y	10.0

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Tipo opera: 2 - Opere ordinarie
 Classe d'uso: Classe II
 Vita nominale: 50.0 [anni]
 Vita di riferimento: 50.0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo: B
 Categoria topografica: T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30.0	0.55	2.41	0.28
S.L.D.	50.0	0.75	2.39	0.29
S.L.V.	475.0	2.45	2.29	0.36
S.L.C.	975.0	3.34	2.34	0.39

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Opere di sostegno

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0.66	0.18	0.0121	0.0061
S.L.D.	0.9	0.18	0.0165	0.0083
S.L.V.	2.8693	0.31	0.0907	0.0454
S.L.C.	3.6112	0.31	0.1142	0.0571

Coefficiente azione sismica orizzontale 0.0907
 Coefficiente azione sismica verticale 0.0454

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0.0	893.3
2	6.0	893.3
3	13.38	893.59
4	18.83	895.21
5	26.19	895.21
6	26.19	897.21
7	26.5	897.24
8	50.9	900.62
9	51.17	900.62
10	51.17	902.62
11	60.0	902.65
12	71.03	903.94
13	71.03	904.1
14	71.14	906.1
15	79.91	906.1
16	79.91	908.1
17	88.01	908.1

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	0.0	891.48

2	8.46	892.33
3	15.55	892.78
4	21.92	894.12
5	27.57	895.29
6	35.91	896.81
7	47.21	898.79
8	55.19	900.49
9	64.16	901.93
10	70.35	903.09
11	85.36	908.1
12	88.01	908.1

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1.25
Coesione efficace	1.25
Coesione non drenata	1.4
Riduzione parametri geotecnici terreno	No

Stratigrafia

Strato	Peso unità di volume (kN/m ³)	A	B	T	Resistenza compressione monoassiale (kN/m ²)	Texture	Descrizione
1	22	0.198	0.662	-0.0007	400		Brecce cementate
2	25	0.369	0.669	-0.006	500		Calcari fratturati

Muri di sostegno - Caratteristiche geometriche

N°	x (m)	y (m)	Base mensola a valle (m)	Base mensola a monte (m)	Altezza muro (m)	Spessore testa (m)	Spessore base (m)	Peso specifico (kN/m ³)
1	18.83	893.59	0.5	1	2	0.4	0.4	25
2	26.19	895.21	0.5	1	2	0.4	0.4	25
3	51.17	900.62	0.5	1	2	0.4	0.4	25
4	71.14	904.1	0.5	1	2	0.4	0.4	25
5	79.91	906.1	0.5	1	2	0.4	0.4	25

Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kN/m ²)
1	81.39	908.09	86.39	908.09	50
2	0.5	893.3	6.5	893.3	50
3	55	902.65	60	902.6647	50

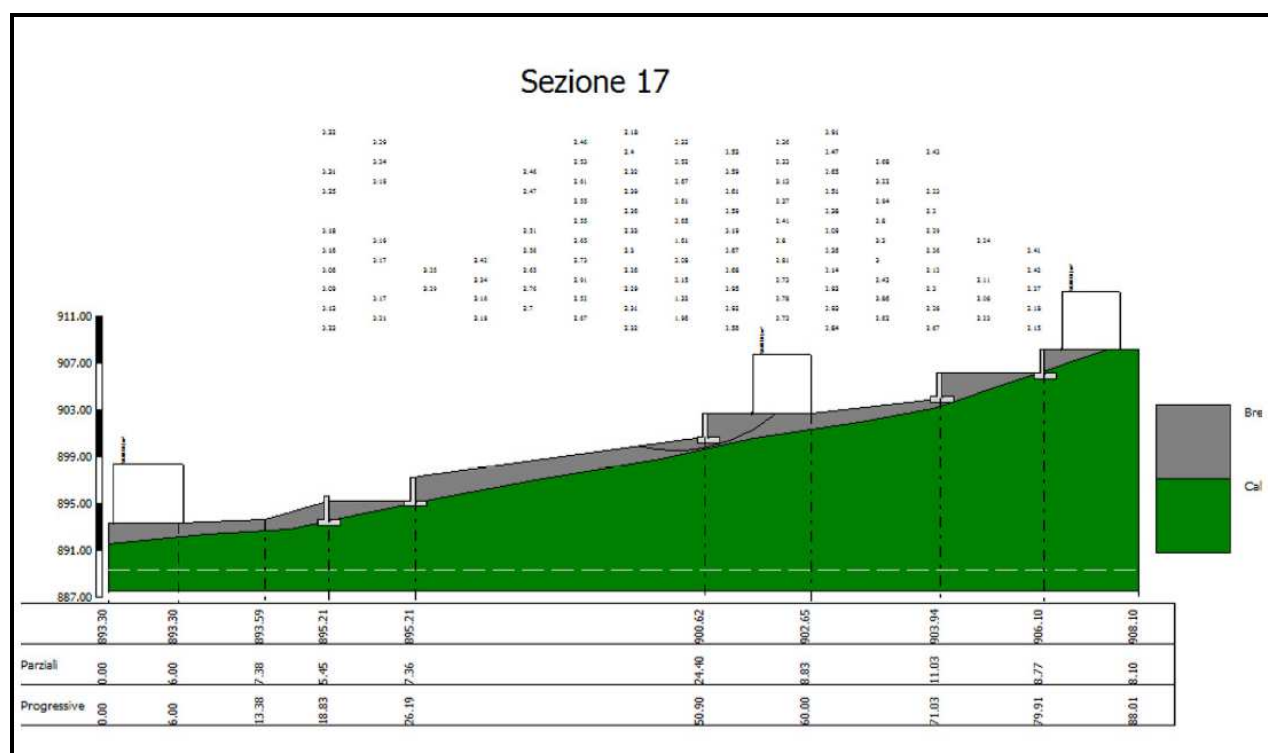
Risultati analisi pendio

Fs minimo individuato	1.32
Ascissa centro superficie	48.41 m
Ordinata centro superficie	912.69 m
Raggio superficie	13.23 m

B: Larghezza del concio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del concio; Li: Lunghezza della base del concio; Wi: Peso del concio; Ui: Forze derivanti dalle pressioni neutre; Ni: forze agenti normalmente alla direzione di scivolamento; Ti: forze agenti parallelamente alla superficie di scivolamento; Fi: Angolo di attrito; c: coesione.

$xc = 48.408$ $yc = 912.693$ $Rc = 13.228$ $Fs=1.325$

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (N)	Kh•Wi (N)	Kv•Wi (N)	c (kN/m ²)	Fi (°)	Ui (N)	N'i (N)	Ti (N)
1	1.17	-11.1	1.2	5424.32	491.99	246.26	1.58	30.4	0.0	6550.5	5297.4
2	1.17	-6.0	1.18	14195.3	1287.51	644.47	2.78	23.1	0.0	15204.4	8883.7
3	1.17	-0.8	1.1720	223.38	1834.26	918.14	3.48	20.7	0.0	20375.6	10660.6
4	1.17	4.2	1.1823	554.27	2136.37	1069.36	3.81	19.8	0.0	22781.8	11505.9
5	1.26	9.5	1.2769	571.74	6310.16	3158.56	7.2	14.4	0.0	66545.0	24151.9
6	1.09	14.7	1.1365	528.95	5943.48	2975.01	7.39	14.3	0.0	62023.5	22559.0
7	1.17	19.9	1.2561	423.64	5571.12	2788.63	6.52	15.2	0.0	57542.4	22862.4
8	1.17	25.4	1.3488	91.42	4434.45	2219.67	5.35	16.7	0.0	45282.3	20614.0
9	1.17	31.2	1.3774	371.55	6745.5	3376.47	6.53	15.2	0.0	71419.8	29964.8
10	1.17	37.3	1.4865	868.39	5974.26	2990.43	5.5	16.5	0.0	64104.8	30858.1



SEZIONE 17-17' – POST OPERE - NTC 2008

Analisi di stabilità dei pendii con: JANBU (1967)

Lat./Long.	40.337615/15.897244
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	2.0
Numero dei conci	10.0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1.3
Coefficiente parziale resistenza	1.0
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	1.17 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	910.19 m
Ascissa vertice destro superiore xs	87.06 m
Ordinata vertice destro superiore ys	926.9 m
Passo di ricerca	10.0
Numero di celle lungo x	10.0
Numero di celle lungo y	10.0

Coefficienti sismici [N.T.C.]**Dati generali**

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe II
Vita nominale:	50.0 [anni]
Vita di riferimento:	50.0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	B
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30.0	0.55	2.41	0.28
S.L.D.	50.0	0.75	2.39	0.29
S.L.V.	475.0	2.45	2.29	0.36
S.L.C.	975.0	3.34	2.34	0.39

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera:	Opere di sostegno
--------	-------------------

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0.66	0.18	0.0121	0.0061
S.L.D.	0.9	0.18	0.0165	0.0083
S.L.V.	2.8693	0.31	0.0907	0.0454
S.L.C.	3.6112	0.31	0.1142	0.0571

Coefficiente azione sismica orizzontale	0.0907
Coefficiente azione sismica verticale	0.0454

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0.0	893.3
2	6.0	893.3
3	13.38	893.59
4	18.83	895.21
5	26.19	895.21
6	26.19	897.21
7	26.5	897.24
8	27.28	897.35
9	41.69	897.35
10	41.69	899.35
11	50.9	900.62
12	51.17	900.62
13	51.17	902.62
14	60.0	902.65

15	71.03	903.94
16	71.03	904.1
17	71.14	906.1
18	79.91	906.1
19	79.91	908.1
20	88.01	908.1

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	0.0	891.48
2	8.46	892.33
3	15.55	892.78
4	21.92	894.12
5	27.57	895.29
6	35.91	896.81
7	40.74	896.75
8	47.21	898.79
9	55.19	900.49
10	64.16	901.93
11	70.35	903.09
12	85.36	908.1
13	88.01	908.1

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1.25
Coesione efficace	1.25
Coesione non drenata	1.4
Riduzione parametri geotecnici terreno	No

Stratigrafia

Strato	Peso unità di volume (kN/m ³)	A	B	T	Resistenza compressione monoassiale (kN/m ²)	Texture	Descrizione
1	22	0.198	0.662	-0.0007	400		Brecce cementate
2	25	0.369	0.669	-0.006	500		Calcarei fratturati

Muri di sostegno - Caratteristiche geometriche

N°	x (m)	y (m)	Base mensola a valle (m)	Base mensola a monte (m)	Altezza muro (m)	Spessore testa (m)	Spessore base (m)	Peso specifico (kN/m ³)
1	18.83	893.59	0.5	1	2	0.4	0.4	25
2	26.19	895.21	0.5	1	2	0.4	0.4	25
3	51.17	900.62	0.5	1	2	0.4	0.4	25
4	71.14	904.1	0.5	1	2	0.4	0.4	25
5	79.91	906.1	0.5	1	2	0.4	0.4	25
6	41.69	897.35	0.5	1	2	0.4	0.4	25

Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kN/m ²)
1	81.39	908.09	86.39	908.09	50
2	0.5	893.3	6.5	893.3	50
3	55	902.65	60	902.6647	50

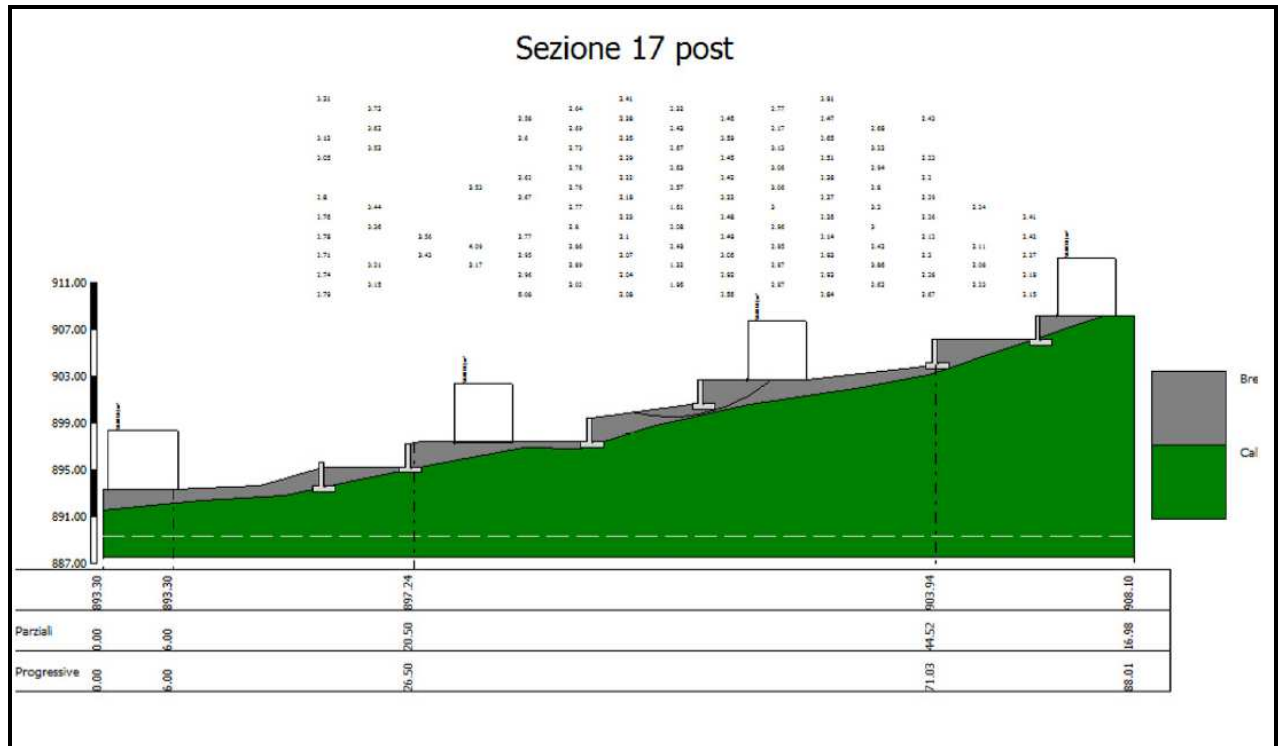
4	30	897.3	35	897.3	50
---	----	-------	----	-------	----

Risultati analisi pendio

Fs minimo individuato	1.32
Ascissa centro superficie	48.41 m
Ordinata centro superficie	912.69 m
Raggio superficie	13.23 m

xc = 48.408 yc = 912.693 Rc = 13.228 Fs=1.324

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (N)	Kh•Wi (N)	Kv•Wi (N)	c (kN/m ²)	Fi (°)	Ui (N)	N'i (N)	Ti (N)
1	1.17	-11.1	1.2	5430.7	492.56	246.55	1.58	30.4	0.0	6560.2	5305.1
2	1.17	-5.9	1.1814175.82	1285.75	643.58	2.78	23.1	23.1	0.0	15163.9	8869.8
3	1.17	-0.8	1.1720189.09	1831.15	916.58	3.48	20.7	20.7	0.0	20341.4	10653.8
4	1.17	4.3	1.1823514.65	2132.78	1067.57	3.81	19.8	19.8	0.0	22722.5	11494.0
5	1.25	9.5	1.2769398.67	6294.46	3150.7	7.22	14.4	14.4	0.0	66391.3	24078.3
6	1.1	14.7	1.1365837.85	5971.49	2989.04	7.39	14.3	14.3	0.0	62305.8	22691.0
7	1.17	19.9	1.2561310.48	5560.86	2783.5	6.52	15.2	15.2	0.0	57427.9	22848.1
8	1.17	25.3	1.348794.41	4425.65	2215.27	5.35	16.7	16.7	0.0	45181.9	20575.9
9	1.17	31.2	1.3774370.08	6745.37	3376.4	6.53	15.2	15.2	0.0	71418.3	29990.9
10	1.17	37.3	1.47	65772.7	5965.58	2986.08	5.49	16.5	0.0	64005.4	30858.8



11.0 CARTA DELLE PENDENZE (TAV. 4)

Per uno studio più approfondito del territorio comunale di Viggiano, è stata sviluppata una carta delle pendenze con tre gradi pendenza:

- $P > 30^\circ$
- $15^\circ < P < 30^\circ$
- $P > 15^\circ$

Lo scopo è stato quello di identificare quali aree del centro urbano avessero queste pendenze associandole successivamente a problematiche di carattere geologico.

Da tale elaborato si può constatare che le pendenze si distribuiscono più o meno al 45% tra i range di P compreso tra 15° e 30° e P maggiore di 15° , mentre il restante 10% è maggiore di 30° .

Il modello sviluppato permette di individuare, secondo l'Eurocodice 8, le aree a maggiore amplificazione sismica considerando gli angoli di pendenza e la topografia, considerando fattori compresi tra 1.2 e 1.4. Pertanto si avrà un fattore di amplificazione topografico:

$St \geq 1.2$ per siti in prossimità del ciglio superiore di pendii scoscesi isolati;

$St \geq 1.4$ per siti prossimi alla sommità di profili topografici con larghezza della cresta molto inferiore alla larghezza della base e pendenza media $\alpha > 30^\circ$;

$St \geq 1.2$ per siti dello stesso tipo precedente ma con pendenza media inferiore.

Dal punto di vista geomorfologico, la carta delle pendenze ha permesso di osservare quali siano le aree a maggiore dissesto morfologico collegandole ai litotipi affioranti.

Difatti, i principali movimenti gravitativi sono tutti collegabili a pendenze comprese tra 15° e 30° su cui si sono impostate le nicchie di distacco in litologie prevalentemente flyscioidi della Formazione di Albidona e nelle coperture detritiche costituite dalla fascia di alterazione del substrato e dal suolo vegetale.

12.0 CARTA DI MICROZONAZIONE SISMICA (TAV. 5)

Diretta conseguenza dei dati rivenienti dalle indagini sismiche, il relativo calcolo degli incrementi sismici locali è la elaborazione della carta di microzonazione sismica che costituisce l'allegato n. 5 e che di seguito descriviamo.

- **Microzona 1: categoria di suolo A con $V_{s30} = 800$ m/s**
 - Litologia : calcari in strati e banchi, calcari massicci e fratturati di origine marina e di natura organogena.
 - Zona sismica 1b $A_g = 0.275$.
 - Categoria topografica T2
 - Ubicazione: queste formazioni risultano in affioramento nelle due collinette del Castello e delle Croci su cui insiste tutto il centro storico di Viggiano, e nella zona a valle del campo sportivo.
- **Microzona 2: categoria di suolo B con $V_{s30} = 600 - 650$ m/sec.**
 - Litologia : calcari in strati da mediamente a molto fratturati e posti in prossimità di faglie. Dolomie e calcari dolomitici da debolmente a molto fratturati. Detrito di versante costituito da breccie cementate con clasti a spigoli vivi, di dimensioni da centimetriche a decimetriche, di natura calcarea o silicea, da mediamente e molto addensati. Tali depositi si trovano ai piedi di versanti in roccia con angolo di riposo molto elevato ed hanno uno spessore variabile da 1 a 8,00 metri.
 - Zona sismica 1b $A_g = 0,275$;
 - Categoria topografica T1 – T2.
 - Ubicazione: i terreni appartenenti a tale microzona si trovano ubicati a contorno lungo i versanti delle due collinette calcaree delle Croci e del Castello, e nella zona del Paschiere .
- **Microzona 3 : categoria di suolo B con $V_{s30} = 400 - 500$ m/sec.**
 - Litologia: marne argillose, livelli arenacei e calcilutitici. La successione risulta spesso tettonizzata e fratturata.
 - Zona sismica 1b $A_g = 0,275$;
 - Categoria topografica T1 – T2.
 - Ubicazione: I terreni di tale microzona costituiscono buona parte del territorio investigato cosicché li si ritrova tutt'intorno lungo i versanti delle colline calcaree costituenti il centro storico e lungo i versanti sud dei rilievi che delimitano il territorio urbano a nord.

- ***Microzona 4 : categoria di suolo B con $Vs30 = 350 - 400$ m /sec.***
 - Litologia: detrito eluvio colluviale lungo valli subpianeggianti , lo spessore dei depositi è variabile (raggiunge anche i 2 – 8 m.).
 - -Zona sismica: $1b Ag = 0,275$;
 - Categoria topografica T1 – T2
 - -Ubicazione: tali terreni si ritrovano entro limitate vallecicole sub pianeggianti nella zona del Paschiere, nella località Santa Caterina, versante sud delle Croci, Area PIP S. Oronzio, alla località Cicala.

- ***Microzona 5 : categoria di suolo C con $Vs30 = 180 - 200$ m/sec.***
 - Litologia: depositi antropici, detrito eluvio-colluviale, depositi di frana comunque di spessori variabili posti all'interno di incisioni e valli strette con pendenze molto elevate.
 - Zona sismica: $1b Ag = 0,275$;
 - Categoria topografica T1 – T2
 - Ubicazione: i terreni di tale microzona si ritrovano lungo fossi naturali di scolo o anche lungo versanti interessati da movimenti franosi.

13.0 CARTA DI SINTESI DELLA PERICOLOSITA' E CRITICITA' GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA (TAV. 6)

Sulla scorta di quanto espresso nei capitoli precedenti, con l'ausilio dei rilievi geologici eseguiti e delle risultanze delle indagini geognostiche è stata redatta la Carta di Sintesi della pericolosità geologica e geomorfologica, in detto elaborato vengono evidenziate le situazioni morfostratigrafiche suscettibili di instabilità o di amplificazioni dinamiche rispetto ad un moto sismico di riferimento.

Aree non Critiche

Ib_0 - Aree su versante (esenti da problematiche di stabilità)

Aree utilizzabili, caratterizzate da litologie piuttosto competenti ed esenti da qualsiasi fenomeno di instabilità morfologica, caratterizzate da affioramenti costituiti da terreni con ottime proprietà fisico-meccaniche, ma con eventuali fenomeni di amplificazione sismica a causa degli effetti topografici. Le pendenze in tali aree sono comprese tra i 10° e i 20°.

Queste aree sono adatte all'edificazione secondo i normali accorgimenti tecnici e in base a quanto previsto nel D.M. LL.PP. 11.03.1998.

Le aree indicate con **Ib_0a** sono utilizzabili stante la necessità di asportare lo spessore dei materiali colluviali e/o di riporto e ricercare il piano di appoggio delle fondazioni di qualsiasi manufatto nel substrato rigido. Rientrano in tale classificazione le porzioni di aree indicate nel Regolamento Urbanistico come Concessioni Dirette nn. 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 13 e 14.

Ib_1 - Aree subpianeggianti (aree di versante esenti da criticità idrauliche o idrogeologiche)

Aree utilizzabili, caratterizzate dall'assenza di fenomeni di criticità idraulica e/o idrogeologica, prevalentemente pianeggianti o con angoli di pendenza bassi tra 0° e 15°, con discrete caratteristiche fisico-meccaniche. Dal punto di vista geofisico, tali aree potrebbero essere interessate da amplificazione sismica collegabile ad un passaggio tra litotipi rigidi a litotipi meno rigidi. Pertanto, sono da definire puntualmente le caratteristiche geofisiche e geomeccaniche dei terreni di fondazione a seguito comunque di una disomogeneità degli spessori e della loro natura litologica.

Queste aree sono adatte all'edificazione secondo i normali accorgimenti tecnici e in base a quanto previsto nel D.M. LL.PP. 11.03.1998.

Ib_2 - Aree su versante (esenti da problematiche di stabilità)

Aree utilizzabili, definite da litologie eterogenee, caratterizzate da affioramenti costituiti da terreni con buone proprietà fisico-meccaniche da accertare puntualmente mediante indagini geognostiche dirette e indirette. Le pendenze in tali aree sono comprese tra i 15° e i 25°.

Le aree richiedono una particolare attenzione per quanto riguarda la protezione di eventuali tagli e scarpe di monte e di valle con muri di contenimento regolarmente dimensionati e soprattutto la regimentazione delle acque superficiali mediante opere di drenaggio.

In tale classificazione rientrano le porzioni di aree indicate nel Regolamento Urbanistico come Concessioni Dirette nn. 5, 11 e 12.

Aree con criticità puntuali e moderate

IIb_1 - Aree su versante con affioramenti di accumuli colluviali (globalmente stabili, con modesti fenomeni di instabilità puntuale)

In queste aree si dovranno verificare le condizioni puntuali del sottosuolo attraverso indagini geognostiche e geotecniche per la definizione di opportune soluzioni fondazionali. Si dovranno anche proteggere eventuali tagli e scarpe di monte e di valle con muri di contenimento regolarmente dimensionati e intervenire con opere di drenaggio per la raccolta delle acque superficiali.

Aree costituite dall'affioramento di materiale colluviale che si trova sovrapposto geometricamente sul substrato roccioso flyscioide o appartenente alle Unità di Lagonegro ed è caratterizzato da modeste caratteristiche meccaniche. L'andamento morfologico si presenta con pendenze comprese tra i 15° e i 30° mentre dal punto di vista del comportamento sotto azioni sismiche la sovrapposizione di tali terreni su un substrato più rigido può dare luogo ad incrementi sismici locali. Tali aree sono utilizzabili con la prescrizione di asportare i materiali colluviali in corrispondenza delle aree di appoggio delle fondazioni di qualsiasi manufatto e ricercare il piano di posa nel substrato rigido.

IIb_2 - Aree su versante

Aree interessate da depositi di materiale di riporto non costipati (Su queste aree l'edificabilità è possibile solo dopo aver asportato totalmente il materiale di risulta di origine antropica). La fattibilità di questi interventi dovrà essere supportata da appositi studi che comprendano adeguate campagne geognostiche, geotecniche e geofisiche molto approfondite e puntuali. Inoltre, questi interventi sono subordinati a verifiche complessive delle condizioni di stabilità e all'individuazione di opere finalizzate al miglioramento delle condizioni di equilibrio gravitativo attualmente esistente.

IIIb - Aree su versante (versanti in stabilità precaria)

Aree su versante con angoli di pendenza superiore ai 30° definiti da affioramenti di terreni calcarei da poco a molto fratturati, soggetti a fenomeni di crollo e distacco. Non utilizzabili ai fini urbanistici.

IIIb_1 - Aree su versante (versanti in stabilità precaria)

Aree su versante in corrispondenza di fossi di scolo naturali sia in erosione che già interessati da interventi di sistemazione idraulica (C.da S. Caterina)

Aree PAI – Autorità di Bacino della Regione Basilicata

Aree a rischio idrogeologico moderato ed a pericolosità moderata (R1)

Aree sottoposte a vincolo idrogeologico secondo la normativa PAI aggiornata al 2014 dell’Autorità di Bacino della Regione Basilicata (Titolo III – art. 19).

Aree a rischio idrogeologico medio ed a pericolosità media (R2)

Aree sottoposte a vincolo idrogeologico secondo la normativa PAI aggiornata al 2014 dell’Autorità di Bacino della Regione Basilicata (Titolo III – art. 18).

Aree a rischio idrogeologico elevato ed a pericolosità elevata (R3)

Aree sottoposte a vincolo idrogeologico secondo la normativa PAI aggiornata al 2014 dell’Autorità di Bacino della Regione Basilicata (Titolo III – art. 17).

Aree a rischio idrogeologico molto elevato ed a pericolosità molto elevata (R4)

Aree sottoposte a vincolo idrogeologico secondo la normativa PAI aggiornata al 2014 dell’Autorità di Bacino della Regione Basilicata (Titolo III – art. 16).

14.0 TESSUTO URBANO – CENTRO STORICO

La porzione urbana relativa al centro storico è situata nella parte alta del rilievo su cui sorge l’intero paese.

Esso si sviluppa dalla quota di circa 900 m. slm., fino a raggiungere la porzione più alta su cui sorgono i resti del castello (1.024 m. s.l.m.), orientato completamente sul versante meridionale del rilievo.

Un’altra porzione importante del tessuto urbano, si sviluppa sul versante meridionale del rilievo adiacente, denominato Calvario o località Le Croci.

Tutta la porzione del centro storico poggia interamente sui carbonati appartenenti all’Unità di Piattaforma. Sull’intera area non sussistono problemi di dissesto o di problematiche geologiche tali da creare situazioni di pericolo a persone e cose.

La problematica maggiore che può essere riscontrata è sicuramente la vulnerabilità sismica del sito situato in prossimità di un rilievo, su cui potrebbero esserci amplificazioni sismiche legate alla topografia.

15.0 CONCLUSIONI

Sulla base dei risultati ottenuti con la presente indagine finalizzata alla redazione del Regolamento Urbanistico e dell'Aggiornamento del Regolamento Edilizio del Comune di Viggiano, è stato possibile riassumere le problematiche geologiche evidenti sull'intero territorio.

La realizzazione dei diversi elaborati è stato il frutto del riadattamento di dati bibliografici ed il rilevamento di superficie e la campagna d'indagine geognostica effettuati sull'intero territorio.

Tutto è stato sintetizzato su carte con tematismi differenti alla scala 1 a 2.000 come richiesti dalla L.R. 23/99.

Lo studio nel suo complesso riporta, altresì, tutte le integrazioni che si sono rese necessarie a seguito sia degli incontri e dei sopralluoghi svolti con i rappresentanti dei vari Enti interessati all'approvazione del Regolamento Urbanistico sia in ottemperanza alle note che gli stessi Enti hanno fatto pervenire al Comune di Viggiano in occasione delle trasmissioni degli elaborati ed in ultimo in sede di Conferenza di Servizio tenutasi in data 25 giugno 2015

Le aree rientranti nell'ambito del perimetro del Regolamento Urbanistico del Comune di Viggiano, in generale, non presentano grosse problematiche di tipo geologico-morfologico, se non superabili con modesti interventi di stabilizzazione e mitigazione del rischio mediante opere di drenaggio e di sostegno in fase di sbancamento soprattutto sui terreni di natura flyscioide.

I fenomeni franosi, piuttosto modesti, che coinvolgono questa porzione di territorio comunale sono stati debitamente esclusi da qualsiasi tipo di sfruttamento urbano.

Il rilevamento ha consentito l'individuazione di alcuni fossi in località area PIP in corrispondenza della SP Viggiano – Laurenzana, zona Maiorana – Cicala e località Streppalda.

Allo stato attuale nessuno di questi fossi evidenzia problematiche connesse ad eventuali fasi erosive laterali o lungo l'asta, ma considerato che essi scorrono entro aree considerate a rischio idrogeologico elevato e medio (R3 ed R2) è consigliabile ipotizzare e progettare delle opere di salvaguardia idrogeologica tese ad evitare in futuro possibili problematiche in relazione a periodi di eccezionali apporti pluviometrici.

In realtà l'unico fosso che rientra nell'ambito perimetrale del presente piano è quello ubicato in località Maiorana a monte della Piazzetta Immacolata, poiché tale fosso interessa aree di possibile sviluppo urbanistico si è proceduto ad effettuarne la verifica idraulica così come richiesto dalla normativa PAI.

Tali fossi rappresentano le principali vie di smaltimento delle acque meteoriche del territorio comunale, altrimenti le acque percorrono vie sotterranee nei carbonati alimentando

sorgenti situate a sud del centro abitato (Santa Caterina, Convento e S.Giovanni in località Le Vigne)

La problematica maggiore che potrebbe coinvolgere il Comune di Viggiano è data sicuramente dal rischio sismico, vista soprattutto la storicità degli eventi più importanti.

Viggiano, Giugno 2015

I GEOLOGI

Dott. Roberto LANEVE

Dott. Antonio PRIORE

BIBLIOGRAFIA

- OGNIBEN (1968)- *Schema introduttivo alla geologia del confine calabro-lucano*;
- Decreto Ministeriale del 16 gennaio 1996;
- Regione Basilicata – P. CLAPS, M. FIORENTINO, G.SILVAGNI – *Studio per la valorizzazione e la salvaguardia delle risorse idriche in Basilicata*;
- Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003;
- CARBONE et al. (1988)- *Le unità stratigrafico-strutturali dell'alta Val d'Agri (Appennino lucano) nel quadro dell'evoluzione del sistema catena-avanfossa*;
- CARRARA E., RAPOLLA A., ROBERTI N.- *Le indagini geofisiche per lo studio del sottosuolo: Metodi geoelettrici e sismici*;
- LANZO G., SILVESTRI F. – *Risposta sismica locale – Hevelius Edizioni*;
- CARBONE ET AL. – *Sistemi deformativi ed età dei ricoprimenti nella Val d'Agri (Appennino Meridionale)*
- SGROSSO – *Nuovi elementi per un più articolato modello paleogeografico nell'Appennino Meridionale*.
- CARBONE ET AL - *Le Unità stratigrafico-strutturali dell'Alta Val d'Agri (Appennino Lucano) nel quadro dell'evoluzione del sistema catena-avanfossa*.
- CARBONE ET AL. - *Presentazione della Carta Geologica del Bacino del fiume Agri (Basilicata)*.
- DI NIRO ET AL. – *Primi dati sull'evoluzione geomorfologica e sedimentaria del bacino dell'Alta Val d'Agri (Basilicata)*.
- VALLARIO A. – *Il dissesto idrogeologico in Campania – CUEN ed.*
- VALLARIO A. – *Frane e Territorio – Liguori Editore*;
- RAPOLLA A. – *La pericolosità sismica – Liguori Editore*.

RIFERIMENTI CARTOGRAFICI

- Carta geologica d'Italia IGM, Foglio Potenza n° 199, in scala 1:100.000;
- Foglio IGM – VIGGIANO n° 505 sezione I, in scala 1:25.000;
- Cartografia Numerica aerofotogrammetria, in scala 1:2.000.