

AMMINISTRAZIONE COMUNALE DI FERRANDINA

PIAZZA PLEBISCITO

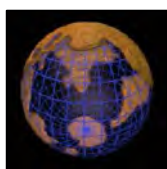
PROVINCIA DI MATERA



Progetto Esecutivo

LAVORI DI REALIZZAZIONE OPERE DI
URBANIZZAZIONE PRIMARIA IN LOCALITA'
ZAMBROGLIO - COMPLETAMENTO LAVORI
RESIDUI 1° LOTTO

Relazione Geologico - Tecnica



Dottor Geologo
Mario G. BITONTO
Via Lanzillotti - Ferrandina (MT)
Tel. 0835/556227

All. 01

Relazione geologica

ELABORATO

data: Novembre 2021

REGIONE BASILICATA

Comune di FERRANDINA (MT)

Lavori di realizzazione opere di urbanizzazione primaria in località
Zambroglio- Completamento lavori residui- 1° lotto

PROGETTO ESECUTIVO

AGGIORNAMENTO STUDIO GEOLOGICO ALLE NTC 2018

Committente: Comune di Ferrandina (MT)

Relazione unica integrata comprendente le relazioni specialistiche:

- **Relazione e modellazione geologica del sito**
- **Relazione sulla pericolosità sismica di base del sito**
- **Copia della planimetria del piano stralcio per la difesa dal rischio idrogeologico, "Carta del rischio" dell'AdB della Basilicata con ubicazione dell'opera**

1. Premessa

Per incarico ricevuto dall'Amministrazione comunale di Ferrandina (MT) lo scrivente ha curato lo studio dei caratteri geologici, geomorfologici e geologico-applicativi dell'area del territorio comunale di Ferrandina interessata dall'intervento di cui al presente progetto per supportare il progetto esecutivo delle opere di urbanizzazione primaria. In particolare, sono state affrontate le problematiche relative all'inserimento della rete idrica e fognaria, con particolare è stata definita la stratigrafia locale i fenomeni di evoluzione geomorfologica in atto e sono state definite le caratteristiche geotecniche e di risposta sismica locale. Particolare attenzione, alle opere di sostegno necessarie per il contenimento degli splateamenti previsti in progetto.

La presente relazione aggiorna a quanto richiesto dalle NTC 2018, un precedente studio dello scrivente eseguito nei primi anni 2000.

Lo studio è stato svolto in conformità a quanto previsto dal del D.M. 17/01/2018 di aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni ed alla Circolare Ministeriale, nonché in conformità a quanto previsto dalla L.R. n. 38/97 e a quanto richiesto dalla deliberazione regionale n. 575 del 4.08.2009.

Si è altresì tenuto conto degli studi relativi al "Piano stralcio per la difesa dal rischio idrogeologico" a cura dell'Autorità di Bacino della Basilicata. In particolare con riferimento al *Piano stralcio per la difesa dal rischio idrogeologico* redatto dall'*Autorità Interregionale di bacino della Basilicata* - (visura novembre 2021) l'area oggetto di studio non ricade in nessuna delle aree a rischio segnalate da detto studio, sia per quanto attiene problematiche di stabilità (rischio da frana), che per quanto attiene la vulnerabilità idraulica.

Al fine di poter redigere la presente relazione si è potuto fare affidamento sull'insieme delle indagini a suo tempo sviluppate che sono consistite in sondaggi geognostici profondi con il prelievo di campioni indisturbati ed esecuzione di prove geotecniche di laboratorio, prospezioni geofisiche in onda P e 4 rilievi Re.Mi. per poter definire la v_{seq} .

Lo studio è stato approfondito da dati di letteratura relativi al sito in esame. L'insieme delle informazioni acquisite sono state ritenute adeguate a definire i caratteri geologici, geomorfologici e geotecnici del sito così come descritti nel seguito.

In calce alla relazione sono riportati i diversi elaborati come da normativa vigente.

Fanno parte della relazione i seguenti allegati:

- Carta Geolitologica con profilo stratigrafico del tronco 1
- Carta Geolitologica con profilo stratigrafico del tronco 2
- Sezioni geologiche pre e post intervento
- Verifica di stabilità della pendice
- Indagini geofisiche

2. Inquadramento geologico generale

2.1 Caratteri geologico strutturale

La configurazione geologica odierna della Basilicata è il risultato di imponenti deformazioni tettoniche che hanno determinato accavallamenti e traslazioni di masse rocciose e terrigene, anche di notevolissime proporzioni, da Ovest verso Est, verso l'Avampaese Apulo, con complessiva contrazione spaziale.

A grande scala la regione può essere inquadrata, dal punto di vista geografico e soprattutto geologico-strutturale, nell'ambito del sistema orogenico appenninico, riconoscibile nel settore dell'Italia meridionale che si estende dal margine tirrenico a quello adriatico. I tre domini del sistema orogenico sono:

- la *Catena* rappresentata dall'Appennino Campano-Lucano
- l'*Avanfossa* rappresentata dall'Avanfossa Adriatica
- l'*Avampaese* rappresentata dalla regione Apulo-Garganica

Le caratteristiche geologiche, morfologiche e tettoniche attuali della regione, possono essere quindi interpretate come il risultato complessivo degli sconvolgimenti tettonici, che a più riprese, ma soprattutto nella fase miocenica-pleistocenica dell'orogenesi appenninica, hanno interessato le unità geologiche preesistenti, e della continua evoluzione paleogeografia che i tre domini del sistema orogenico appenninico, risultanti da tali sconvolgimenti, hanno subito nel tempo.

I modelli evolutivi proposti dai diversi autori, pur nella loro diversità, concordano nel definire che il sistema orogenico appenninico si sia formato a partire dall'Oligocene Superiore-Miocene inferiore, dal progressivo accavallamento da ovest verso est, dovuto a compressione, di unità stratigrafico-strutturali mesozoico-paleogene e di unità sinorogeniche di avanfossa.

Un ruolo fondamentale nella genesi appenninica viene riconosciuto alla placca Apula che durante l'orogenesi ha svolto il ruolo di avampaese. L'Unità stratigrafico-strutturale Apulo-Garganica di Avampaese, risulta ribassata a sud-ovest da sistemi di faglia dirette, e risulta deformata al di sotto della catena.

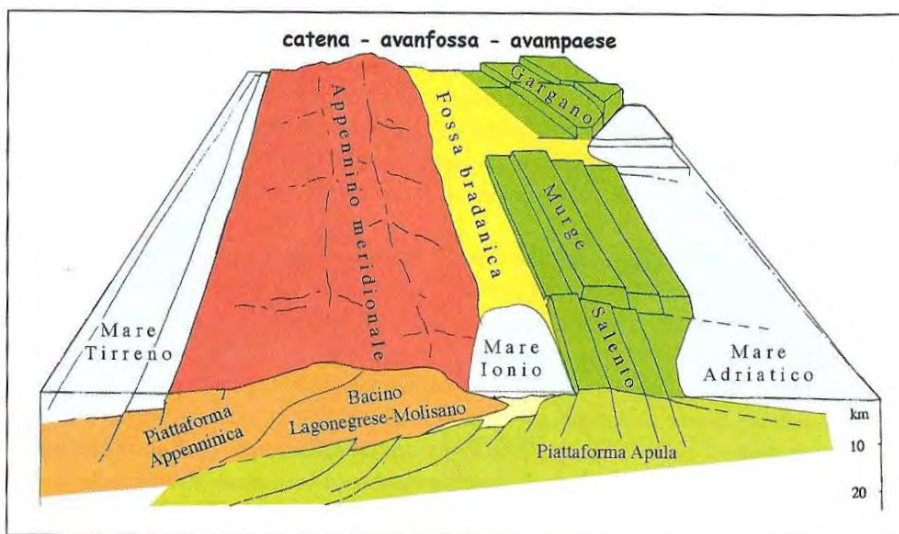


Fig. 1.5 - Schema geologico tridimensionale dell'Italia meridionale (da FUNICIELLO et al., 1991, mod.).

Fig. 1 – Schema del sistema catena Avanfossa Avampaese



Fig. 2 – Schema geologico con ubicazione dell'area di interesse

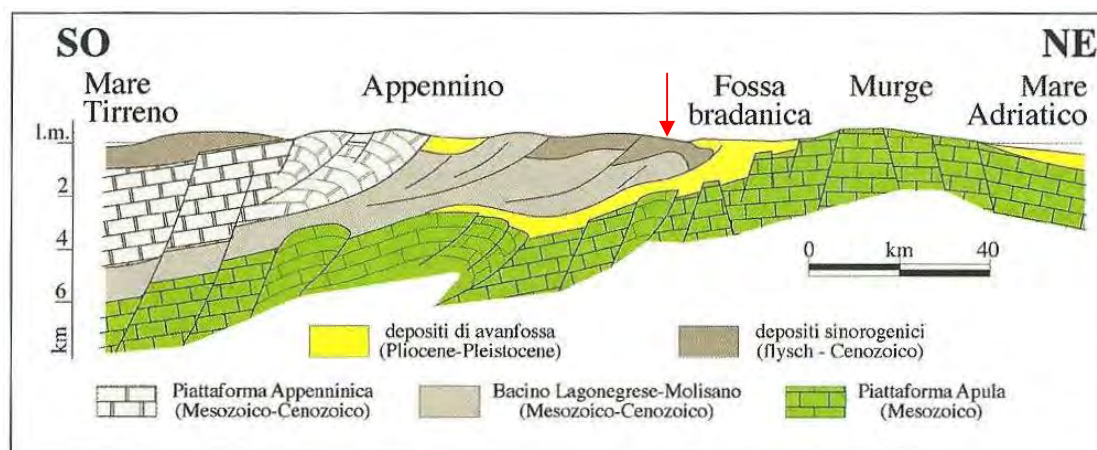


Figura 3 - Sezione verticale del sistema Catena-Avanfossa-Avampaese dell'Appennino Meridionale

2.2 Successione stratigrafica

L'area oggetto del presente studio è collocata in una zona centrale dell'avanfossa caratterizzata dalla presenza di: unità dell'Avanfossa appenninica localmente nota come Fossa Bradanica. Quest'ultima è un bacino di sedimentazione terrigena di età plio-pleistocenica compresa tra la Catena Appenninica Meridionale e l'Avampaese, che si estende dalle Marche allo Jonio e comprende la Fossa Bradanica.

Il territorio comunale di Ferrandina ricade lungo il fronte dell'appennino nella zona di passaggio fra le coltri appenniniche e il dominio di avanfossa e occupa la parte sommitale di un rilievo allungato in direzione appenninica (NO-SE) caratterizzato da una successione stratigrafica tipica della parte sommitale dei rilievi della fossa Bradanica.

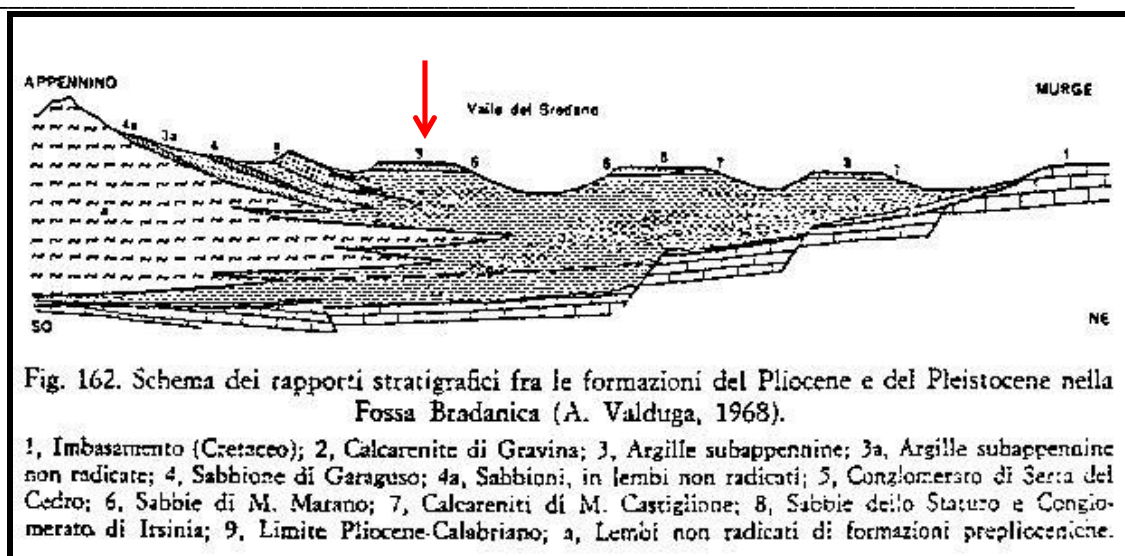
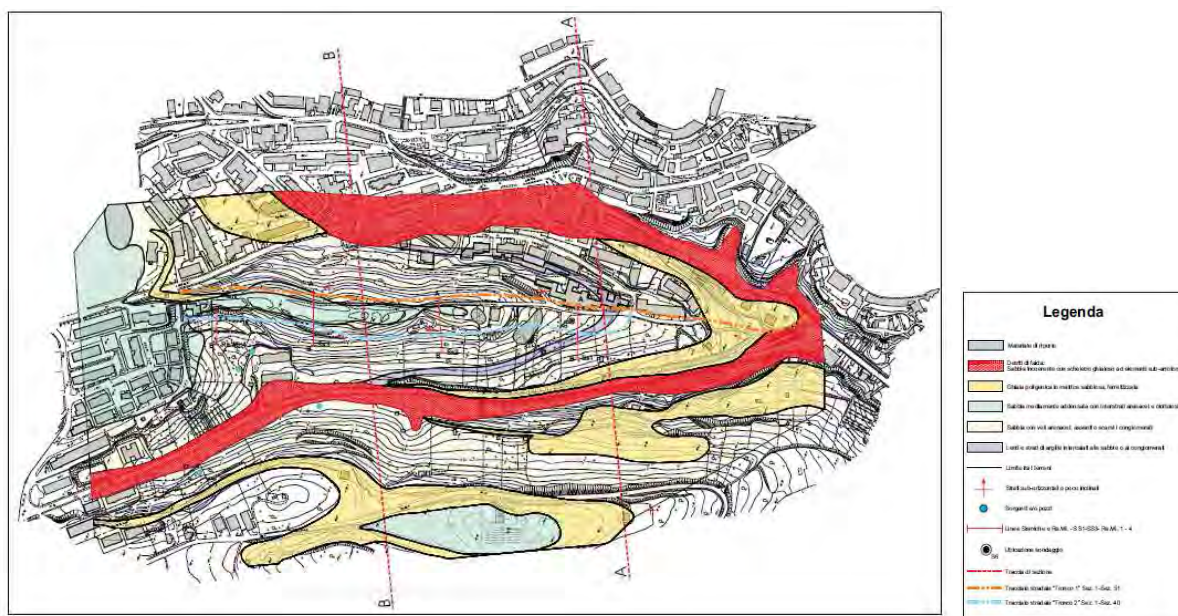


Figura 3 - Sezione schematica dei rapporti fra i depositi di Catena e di Avanfossa

Si tratta di una spessa successione di limi argillosi che passano verso l'alto a depositi sabbiosi ed infine a depositi conglomeratici regressivi di chiusura del ciclo sedimentario della fossa Bradanica. La successione litologica che caratterizza l'abitato procedendo dal basso verso l'alto, è così costituita: **Argille sub-appennine**, trattasi di argille limose e limi argillosi di colore grigio azzurrognolo, di buona consistenza e compattezza. Localmente sono presenti zone a minore consistenza e zone centimetriche leggermente più plastiche e/o più sabbiose. Seguono sabbie scarsamente cementate, con grana da media a fine e colore giallo o giallo ocreo di spessore variabile da 5 a 15 m circa ascrivibili alla formazione delle **Sabbie di Monte Marano**. Infine i depositi conglomeratici continentali ascrivibili al **Conglomerato di Irsina** costituito da depositi sabbioso conglomeratici costituiti da ciottoli poligenici di piccole dimensioni compresi in una matrice sabbiosa rossastra, prevalentemente quarzoso-micacea, aventi uno spessore di pochi metri. La presenza di litotipi permeabili (sabbie e conglomerati, poggianti sui sottostanti litotipi impermeabili (limi argillosi) danno origine a venute idriche, sia pur di modeste potenzialità al contatto fra i due litotipi.

3. Indagini e documentazione geologica di riferimento

Al fine di caratterizzare, dal punto di vista geologico il sito di interesse, è stato effettuato uno studio della letteratura scientifica relativa all'area ed è stato possibile fare riferimento alle numerose indagini espletate dallo scrivente in occasione dell'elaborazione del Regolamento urbanistico, consistite in sondaggi a rotazione e carotaggio continuo, stendimenti sismici in onda P prospezioni geofisiche in onda P e 4 rilievi Re.Mi. (ALL. 3) per poter definire la v_{seq} . Nella figura che segue è riportata la carta geologica dell'area con l'ubicazione delle indagini eseguite, la figura è tratta dall'allegato 4 del precedente studio.



3.1 Studi geologici di riferimento della letteratura scientifica

L'area oggetto della presente relazione ricade in una zona centro occidentale della fossa Bradanica per la quale sono disponibili numerosi studi geologico applicativi e geotecnici di tipo scientifico ai quali si è potuto fare riferimento. Oltre agli studi professionali geologici e geotecnici pregressi sono stati presi in considerazione tutti gli studi scientifici che è stato possibile acquisire. In particolare sono stati presi in considerazione i seguenti studi scientifici:

- Boenzi F., Capolongo D., Gallicchio S., Di Pinto G. (2014) *Morphostructure of the Lucania Apennines front between the Basento and Salandrella rivers (Southern Italy)* Journal of Maps <http://dx.doi.org/10.1080/17445647.2014.888017>
- Bitonto M. (2013) *Studio Geologico per la redazione del Regolamento Urbanistico del Comune di Ferrandina (MT)*
- Bozzano F., Cherubini C., Floris M., Lupo m., Paccapelo F. (2002) *Landslide phenomena in the area of Pomarico (Basilicata-Italy): methods for modelling and monitoring* Physics and Chemistry of the Earth, 27, 1601-1607
- Coppola L. (1993) *Evoluzione tettonica e meccanismi deformativi della media valle del Basento(Lucania)* Boll. Soc. Geol. It., 112 159-179;
- Cotecchia V., Del Prete M. (1986) *Some observation on stability of old landslides in the historic centre of Grassano after the earthquake of the 23rd November 1980*, Geol. Appl. ed Idrogeol., XXI suppl. 4, 155-167

-
- Davia G. & Bonelli C.G. (2004) *Studio Geologici per la redazione del Regolamento Urbanistico del Comune di Salandra (MT)*;
 - Genevois R., Prestininzi A. e Valentini G. (1984) *Caratteristiche e correlazioni geotecniche dei depositi argillosi bradanici affioranti a NE della Fossa* Geologia Applicata ed Idrogeologia XIX: 173 - 212.
 - Guerricchio (1994) *Strutture “a vortice”, deformazioni gravitative profonde e grandi frane nella catena nord-occidentale del Pollino, in Sila (Calabria Sett.) e nella Fossa Bradanica (Basilicata)* – Consiglio Nazionale dei Geologi – VIII Congresso, 381-413; Roma, Gennaio 1994
 - Guerricchio, A. (2000) *La fragilità del territorio dell’Italia centromeridionale desumibile da immagini da satellite* Proceedings of “X Congresso Nazionale dei Geologi – Conferenza Internazionale”, Roma, 443–482
 - Guerricchio A. & Melidoro G (1979) *Fenomeni franosi e neotettonici nelle argille grigio-azzurre calabriane di Pisticci (Lucania) con saggio di cartografia*. Geol. Appl. ed Idrog., vol. XIV, parte I, 105-138.
 - Patacca, E. & Scandone, P. 2007. *Geology of the Southern Apennines*. Boll. Soc. Geol. It. (Ital. J. Geoscie.), Special Issue N° 7: 75-119.
 - Patacca E., Scandone P. 2006 *Central – Southern Apennine (Italy) Simplified Geological Structural Map – Scala 1:500.000 S.E.L.C.A.* Firenze.
 - Piccarreta M., Bentivenga M., Capolongo D. (2011) *Produzione di sedimenti e tassi di erosione a medio termine nei “gullies” della Fossa Bradanica, Basilicata* Rend. Online Soc. Geol. It., Vol. 12, 56-67
 - Pieri P., Sabato L., Tropeano M. (1996) *Significato geodinamico dei caratteri deposizionali e strutturali della fossa bradanica del Pleistocene* Mem. Soc. Geol. It., 51, 501-515

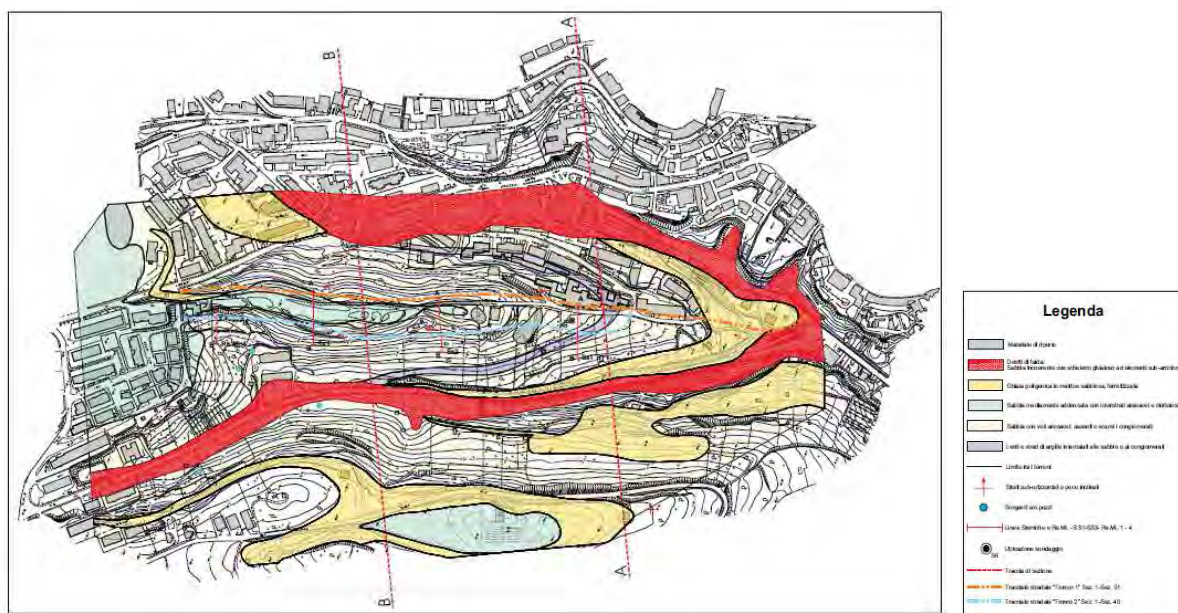
4. Caratterizzazione e modellazione geologica – Art. 6.2 D.M. 17.01.18

La zona oggetto dell'intervento oggetto della presente relazione si sviluppa in corrispondenza della cresta allungata, in direzione nord sud, posta immediatamente ad ovest dell'abitato. Il rilievo è costituito da depositi del ciclo sedimentario Bradanico. In particolare nella parte alta del rilievo affiorano litotipi conglomeratici, correlabili ai Conglomerati di Irsina (auct.), che passano verso il basso a sabbie e sabbie limose a luoghi cementate, con grana da media nella parte più alta a fine e colore giallo o giallo ocraceo, correlabili ai litotipi delle sabbie di M. Marano. Hanno una composizione quarzoso-feldspatico-calcareo, una matrice siltosa ed uno scarso cemento calcareo. La stratificazione è evidenziata dalla presenza di livelli sabbiosi più cementati e da rari livelli ciottoli inglobati negli strati sabbiosi. Si tratta di litotipi ascrivibili alle sabbie di Monte Marano (auct.). Queste passano verso il basso, al di fuori della zona interessata dall'intervento, alle Argille sub-appennine (auct.) costituite da argille limose e limi argillosi di colore grigio azzurrognolo, di buona consistenza e compattezza.

I litotipi sabbiosi presentano al loro interno una porzione lapidea significativa, non inferiore al 15-20% che condiziona sicuramente i costi degli scavi che non possono essere considerati semplicemente scavi in sabbia, ma andranno considerati, in parte scavi in sabbia e in parte scavi in terreni lapidei.

I versanti pur caratterizzati da media acclività non evidenziano fenomeni di instabilità in atto o potenziali. Anche nel Piano Stralcio dell'AdB non sono evidenziati in questa zona fenomeni di instabilità. Le indagini non hanno evidenziato la presenza di una falda che possa interagire con le opere in progetto.

Nell'area è possibile intercettare solo modesti livelli acquiferi "sospesi" legati a soliti interstrati argillosi. Alla base del rilievo al contatto fra le sabbie e le argille di base è possibile riscontrare livelli alcune emergenze idriche significative fra cui la sorgente "Fontana grande" alla base del costone di via Galileo Galilei lungo via Mazzini.



Sulla base di quanto illustrato si ritiene siano stati definiti con l'attendibilità necessaria ai fini della presente relazione i caratteri litologici, stratigrafici, strutturali, idrogeologici geomorfologici del sito ed è stato quindi possibile costruire il modello geologico di sottosuolo del sito fino alle profondità ingegneristicamente significative, ai sensi del D.M. 17.01.18 che è stato definito come segue:

		Sabbie di Monte Marano (auct.): sabbie calcareo-quarzose a grana media di colore giallastro e giallo ocraceo a luoghi tenacemente cementate (circa 15%-20%). La stratificazione è evidenziata dalla presenza di livelli sabbiosi più cementati da livelli e lenti arenacee dure e conglomeratiche.
--	--	--

Detriti di falda e coltri di alterazione: costituite da limi argillosi ed argille sabbiose rimaneggiate

Conglomerato di Irsina (auct.): costituiti da depositi conglomeratici poligenici sabbiosi includenti elementi ciottolosi e calcarenitici blocchi calcarenitici

Argille subappennine: Litotipi argilloso limosi di colore acraceo avanzato verso l'alto e poi grigio azzurrognolo con interstrati sabbiosi, di consistenza medio e struttura relativamente poco disturbata, ascrivibili alle (Argille Sub-appennine (auct)).

5. Caratteri geotecnici

Sulla base delle prove geotecniche in sito ed in laboratorio effettuate per la elaborazione del Regolamento Urbanistico unitamente ai vari studi di letteratura, è stato possibile, estrapolare tutti i parametri geotecnici attendibili, che governano il comportamento meccanico dei diversi litotipi individuati nell'ambito del modello geologico di sottosuolo.

I valori dei parametri di riferimento da adottare come parametri caratteristici o operativi ai fini dei calcoli di ingegneria secondo quanto indicato dalla Circolare ministeriale 11.02.2019, ritenendo gli stessi sufficientemente affidabili e cautelativi.

Coltri limoso argillose rimaneggiate

- peso di volume	$\gamma = 18-20 \text{ kN/m}^3 (2,0 \text{ g/cm}^3)$
- resistenza non drenata	$c_u = 60-100 \text{ kPa}$
- coesione	$c' = 2-5 \text{ kPa} (0,2-0,5 \text{ t/m}^2)$
- angolo di resistenza al taglio	$\phi' = 19-22^\circ$

Depositi conglomeratico sabbiosi (Conglomerato di Irsina)

- peso di volume	$\gamma = 19-20 \text{ kN/m}^3 (2 \text{ g/cm}^3)$
- coesione	$c' = 20-200 \text{ kPa}$
- angolo di resistenza al taglio	$\phi' = 25-30^\circ$

Sabbie e sabbie limose con intercalazioni arenacee tenacemente cementate (Sabbie di Monte Marano)

- peso di volume	$\gamma = 18,5 \text{ kN/m}^3 (1,85 \text{ g/cm}^3)$
- coesione componente sabbiosa	$c' = 2-10 \text{ kPa} - (0,2 \text{ t/m}^2)$
- coesione livelli arenacei	$c'_{\text{aren}} = 300 \text{ kPa}$
- angolo di resistenza al taglio	$\phi' = 27^\circ-30^\circ$
- Coefficiente di sottofondo di winkler	$K_{\text{winkler vert}} = 2-4 \text{ kg/cm}^3;$
- Modulo di poisson	$\nu = 0,4$
- Modulo elastico	$E_{\text{din}} = 150-250 \text{ MPa}$

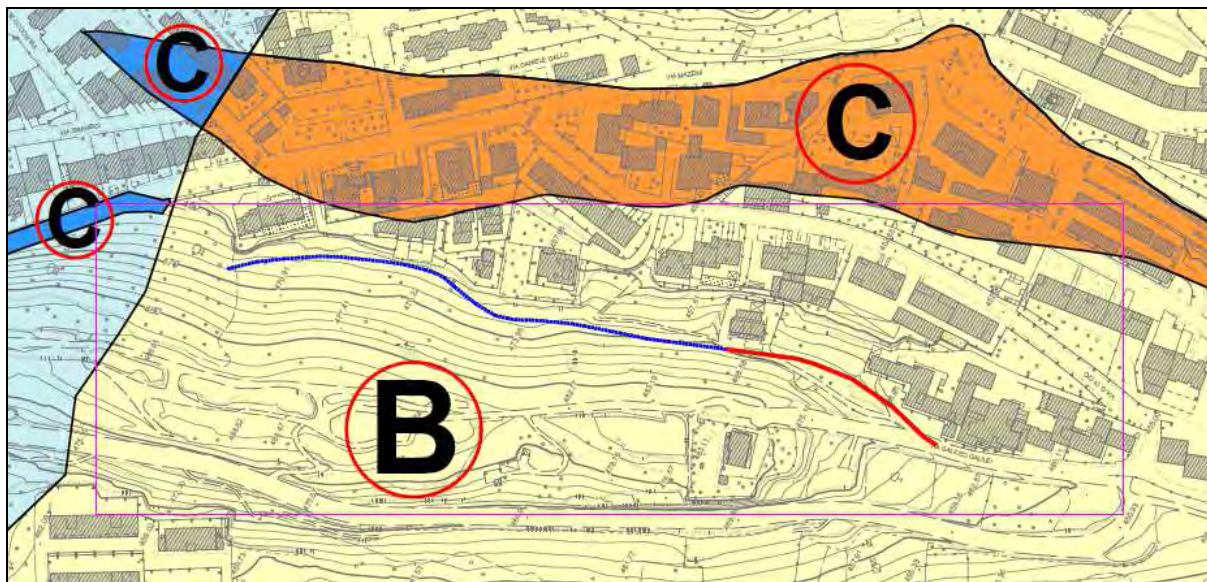
Depositi limo argillosi delle argille subappennine ocraceo e grigio azzurrognoli

- peso di volume	$\gamma = 20 \text{ kN/m}^3 (2,0 \text{ g/cm}^3)$
- resistenza non drenata	$c_u = 80-120 \text{ kPa} (0,8-1,2 \text{ kg/cm}^2)$
- coesione	$c' = 10-20 \text{ kPa} (0,1 - 0,2 \text{ kg/cm}^2)$
- angolo di resistenza al taglio	$\phi' = 18-22^\circ$
- coesione residua	$c' = 2 \text{ kPa} (0,02 \text{ kg/cm}^2)$
- angolo di resistenza al taglio residuo	$\phi' = 17^\circ$

6. Categoria di sottosuolo e spettri di risposta

In base al risultato delle indagini di tipo MASW eseguita in sito il valore della V_{seq} secondo le NTC 2018 è superiore a 360 m/s., pertanto per la progettazione si può utilizzare l'approccio semplificato delle categorie di sottosuolo per il sito di interesse che può essere assunta una categoria di sottosuolo di tipo B.

Stralcio della Carta di classificazione sismica dei suoli – Tav. G06 del Regolamento Urbanistico del comune di Ferrandina (MT), redatta dallo scrivente.



Il D.M. 17.01.18 ha confermato, per la valutazione delle azioni sismiche da utilizzare in fase di progettazione, la procedura basata sulla valutazione della *pericolosità sismica di base* del sito. Questa viene definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido (categoria A) nonché dalle caratteristiche dello spettro di risposta elastica del sito, con riferimento a determinate probabilità di accadimento. In particolare la normativa ha definito 3 parametri di riferimento:

Simbolo	Parametro
a_g	Accelerazione orizzontale massima al sito
F_0	Valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale
T_c^*	Periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale

Fornendo per tutto il territorio nazionale i valori di detti parametri necessari per la determinazione delle azioni sismiche.

La normativa ha poi definito gli stati limite in stati limite di esercizio e di danno fissando per ciascuno stato limite la probabilità di superamento durante la vita utile dell'opera.

Stati limite			Probabilità di superamento durante la vita utile (%)
di esercizio	Stato limite di operatività	SLO	81
	Stato limite di danno	SLD	63
Ultimi	Stato limite di salvaguardia della vita	SLV	10
	Stato limite ultimo	SLU	5

La norma introduce poi un coefficiente di amplificazione stratigrafica S_s funzione della categoria di sottosuolo e dei parametri F_0 ed a_g ed un fattore topografico S_T che nel caso in esame può essere assunto pari al valore dell'accelerazione massima al sito è

$$a_{gmax} = a_g \times S_s \times S_T$$

Per il sito oggetto di studio sono state scelte come coordinate geografiche di riferimento:

$$N = 40,502123; \quad E = 16,452021$$

Attraverso il programma fornito dal Ministero delle infrastrutture sono stati valutati i 3 parametri di riferimento per diversi tempi di ritorno:

Tr (anni)	a_g (g)	F_0	T_c'
30	0,040	2,459	0,290
50	0,053	2,463	0,319
72	0,063	2,533	0,324
101	0,074	2,539	0,334
140	0,086	2,534	0,340
201	0,101	2,512	0,346
475	0,143	2,511	0,353
975	0,184	2,522	0,358
2475	0,242	2,578	0,364

Sempre utilizzando il programma fornito dal Ministero delle infrastrutture si è assunta una vita utile delle costruzioni di 50 anni in classe II e si è provveduto per ciascuno stato limite definito dalla norma a valutare i parametri di progetto (a_g , F_0 e T_c'), i coefficienti di amplificazione stratigrafica e topografica e quindi il valore di a_{max} .

Il valore di amplificazione topografica, attesa l'acclività dell'area, è stata assunto pari ad 1,2.

$$a_{max} = a_g \times S_s \times S_T$$

Stato limite	Tr (anni)	a_g (g)	F_0	T_c'	S_s	S_T	a_{max} (g)
SLO	30	0,040	2,459	0,290	1,2	1,2	0,058
SLD	50	0,053	2,464	0,319	1,2	1,2	0,076
SLV	475	0,143	2,511	0,353	1,2	1,2	0,206
SLC	975	0,184	2,522	0,358	1,2	1,2	0,265

7. Verifiche di stabilità

7.1 Verifica di stabilità a pendio infinito

L'area in parola presenta una morfologia caratterizzata da una acclività media del 25% nella zona in esame, sono localmente presenti settori particolarmente acclivi verso monte ed è quindi possibile considerare una inclinazione del versante di 14° circa. Al fine di effettuare la verifica si è assunta una sezione passante per l'area di interesse per la quale è possibile considerare una inclinazione del versante cautelativamente maggiorata di 15°.

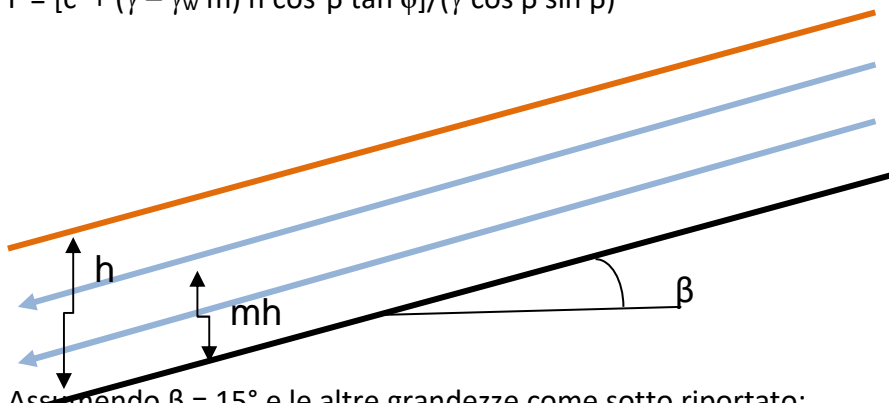


Ubicazione traccia relativa alla misura della pendenza per le verifiche di stabilità

La verifica è stata svolta utilizzando il modello a pendio infinito, che può considerarsi sicuramente cautelativo per casi come quello oggetto di studio in quanto non si considerano i contributi di resistenza laterale e di piede che per pendii di piccole lunghezze possono essere significativi. Le verifiche sono state sviluppate in conformità a quanto prescritto al punto 6.3 delle NTC 2018.

A titolo cautelativo si è ipotizzata una superficie di rottura ad una profondità di 10 m dal piano di campagna. Nonostante l'assenza di falda, a titolo cautelativo si è assunto un valore del fattore m che dà conto della profondità della falda rispetto al piano di campagna pari a 0,5. Si è pertanto proceduto al calcolo attraverso la formula classica del pendio infinito:

$$F = [c' + (\gamma - \gamma_w m) h \cos^2 \beta \tan \phi] / (\gamma \cos \beta \sin \beta)$$



Assumendo $\beta = 15^\circ$ e le altre grandezze come sotto riportato:

	h (m)	m	γ (kN/m ³)	c' (kPa)	ϕ' (°)
Superficie 1	10	0,5	18,5	2	27

Ottenendo i seguenti valori del coefficiente di sicurezza

$$F = 1,44$$

L'analisi è stata svolta anche in condizioni sismiche utilizzando l'approccio pseudo-statico e calcolando i valori dei coefficienti K_h e K_v in congruenza a quanto previsto dal punto 7.11.3.5 del D.M. 17.01.2018. In particolare si è assunto un valore base di PGA pari a 0,200 g come fissato dall'Allegato 1 della LR 7/2011, valore che è stato poi amplificato utilizzando il valore

1,2 relativo al caso di categoria di sottosuolo di tipo B e 1,2 relativo ad una classe topografica T2

$$a_{gmax} = 0,200 \times 1,2 \times 1,2 = 0,288$$

Si è poi considerato il coefficiente β_s di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito pari a 0,24 in linea con quanto previsto nel caso di categoria di sottosuolo C come nel caso specifico. Si sono quindi calcolati i valori K_h e K_v come previsto dal punto 7.11.3.5.2 del DM 17.01.2018.

$$K_h = \beta_s a_g (SLD) = 0,24 \times 0,288 = 0,069$$

$$K_v = K_h / 2 = 0,035$$

Anche in condizioni sismiche, nonostante le ipotesi ampiamente cautelative assunte i valori del coefficiente di sicurezza sono risultati sempre superiori o uguali ad 1 [$F_{is}(+) = 1,14$; $F_{is}(-) = 1,10$]

Si è poi proceduto, al fine della verifica anche considerando, a titolo molto cautelativo il fattore m pari a 0,75 e contemporaneamente nulla la coesione ed anche in questo caso si è ottenuto un valore del fattore di sicurezza maggiore di 1 [$F(m = 1) = 1,14$].

7.2 Verifiche di stabilità

Al fine di approfondire le condizioni di stabilità dell'area, sono state eseguite specifiche verifiche di stabilità contenute nello specifico allegato.

8. Indicazioni sulle fondazioni e sulla capacità portante

Per quanto riguarda il massimo carico da trasmettere al terreno con le opere di fondazione occorre considerare che il valore del carico limite applicato da una struttura a contatto con il terreno che produce la rottura del complesso terreno-opera, è funzione sia della geometria e delle caratteristiche della struttura a contatto con il terreno e sia delle caratteristiche meccaniche del terreno stesso, oltre che delle pressioni interstiziali.

In particolare, è possibile calcolare la capacità portante massima del terreno utilizzando il classico approccio di Terzaghi che consente di calcolare il carico limite come:

$$Q_0 = \frac{1}{2} \gamma B N_g s_g + c N_c s_c + q N_q s_q$$

Dove γ è il peso di volume del terreno, B è la larghezza della fondazione c è la coesione q è il carico litostatico alla profondità del piano di posa, i parametri a sono dei coefficienti correttivi che tengono conto della forma della fondazione. I fattori N_g , N_c ed N_q dipendono dall'angolo di attrito del materiale, mentre i fattori s dipendono oltre che dai fattori N dall'angolo di attrito.

Procedendo al calcolo in conformità a quanto previsto dal Cap. 6 del D.M. 17.01.2018 si è proceduto a valutare il valore di progetto della resistenza geotecnica (R_d) secondo quanto previsto dall'approccio 2, utilizzando per il calcolo i seguenti coefficienti parziali M_2 e R_2 ed in particolare:

$$\gamma_c = 1 ; \gamma_\phi = 1 ; \gamma_R = 2,3$$

Nel calcolo della resistenza geotecnica di progetto sono stati utilizzati i valori c' e ϕ' indicati nella modellazione geotecnica:

$$c' = 2 \text{ kPa}$$

$$\phi' = 27^\circ$$

Calcolando i parametri N in base alle indicazioni dell'eurocodice 7

$$N_q = 8,0$$

$$N_c = 17,1$$

$$N_g = 5,7$$

ed assumendo una fondazione nastriforme caratterizzata da una larghezza di 70 cm posta ad una profondità di 40 cm dal piano di campagna si ha:

$$B = 0,1 \text{ m}$$

$$q = 0,4 \times 19 = 7,4 \text{ kN/m}^2$$

calcolando la resistenza di progetto come

$$R_d = 1/\gamma_R \left\{ \frac{1}{2} \gamma B N_g s_g + c N_c s_c + q N_q s_q \right\}$$

Si ottiene una resistenza di progetto pari a:

$$R_d \approx 70 \text{ kPa}$$

9. Considerazioni conclusive

Sulla base dello studio svolto è possibile affermare che le caratteristiche geologiche, geomorfologiche e geologico-tecniche dei terreni presenti nell'area studiata siano state acquisite in modo adeguato e siano state illustrate conformemente agli scopi prefissati dalla presente relazione.

In base a quanto rilevato e descritto in precedenza si ritiene che sia stata inquadrata la situazione geologica e geomorfologica dell'area. L'area non è interessata da fenomeni di instabilità in atto o potenziale e si ritiene che le opere in progetto non creino potenziali problemi di stabilità all'area. Gli scavi di altezza maggiore di 50-60 cm è opportuno siano dotati di strutture di sostegno essendo relativamente modesto il contributo della coesione.

Per quanto attiene le fondazioni delle strutture di sostegno sia dei tratti in rilevato che dei tratti in riporto potranno, salvo le diverse valutazioni del progettista legati all'entità delle azioni sismiche, potranno essere adottate fondazioni superficiali, facendo attenzione che i carichi trasmessi non superino i 70 kPa. Si ritiene ragionevole pensare anche a fondazioni profonde, specialmente per i muri di sottoscarpa verso valle per consentire di sodalizzare al meglio le fondazioni.

I materiali per la realizzazione dei rilevati saranno costituiti da stabilizzato naturale utilizzando in parte i materiali di scavo rinvenienti dal complesso sabbioso conglomeratico. I materiali è opportuno siano compattati ad una percentuale di addensamento non inferiore al 95% del valore ottenuto da prove AASHO modificata. I materiali così compattati presenteranno cedimenti pressoché trascurabili stante la loro modesta altezza.

Per i rilevati potranno adottarsi pendenze 3/2 se si raggiungerà il livello di compattazione previsto. Gli scavi nella coltre detritica dovranno avere pendenze limitate non superiori a 3/1.

Nel tratto compreso fra le sezioni 12 e 17 non è possibile eseguire tagli significativi stante la discreta acclività del versante e sarà necessario realizzare una paratia come struttura di sostegno, riprofilando il tratto a monte. I muri di sostegno dovranno essere adeguatamente attestati nel substrato sabbioso integro.

Dovranno essere in ogni caso realizzati interventi di regimazione delle acque di ruscellamento, con interventi di inerbimento dei versanti, per limitare i fenomeni di erosione superficiale in occasione di piogge brevi ed intense (c.d. bombe d'acqua) purtroppo sempre più frequenti. Ai cigli delle strade dovranno essere realizzati fossi di guardia rivestiti.

Quanto sopra per l'incarico ricevuto.

Ferrandina, novembre 2021

Dott. Geol. Mario Giuseppe BITONTO

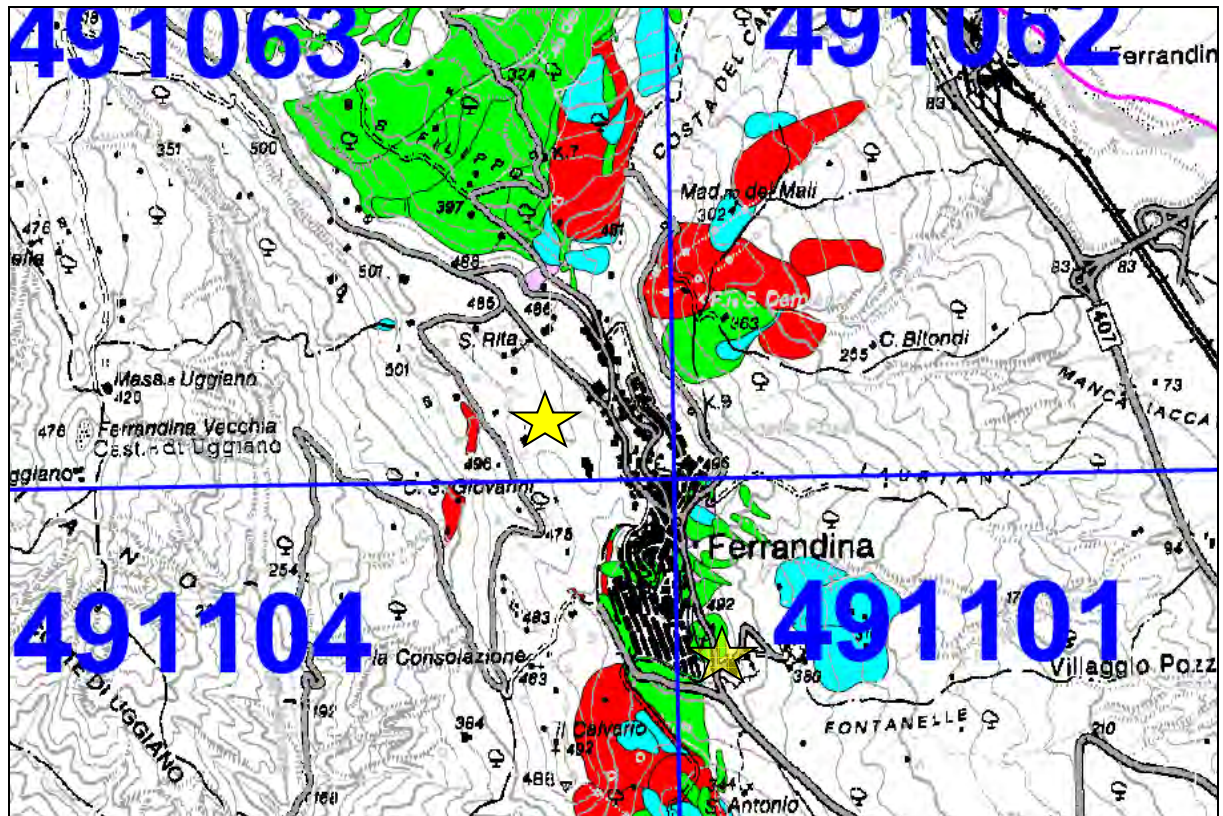
Allegati alla presente relazione (ALL. 1)








ALL. 2 - Verifiche di stabilità

All. 3 - Indagini geofisiche

All. 4 – Carta e sezioni geologiche

Stralcio della planimetria del piano per la difesa dal rischio idrogeologico, "Carta del rischio" dell'AdB della Basilicata Stralcio Tav-b-15 redatta in scala 1:25.000 del PAI AdB Basilicata con indicazione dell'area interessata dall'intervento

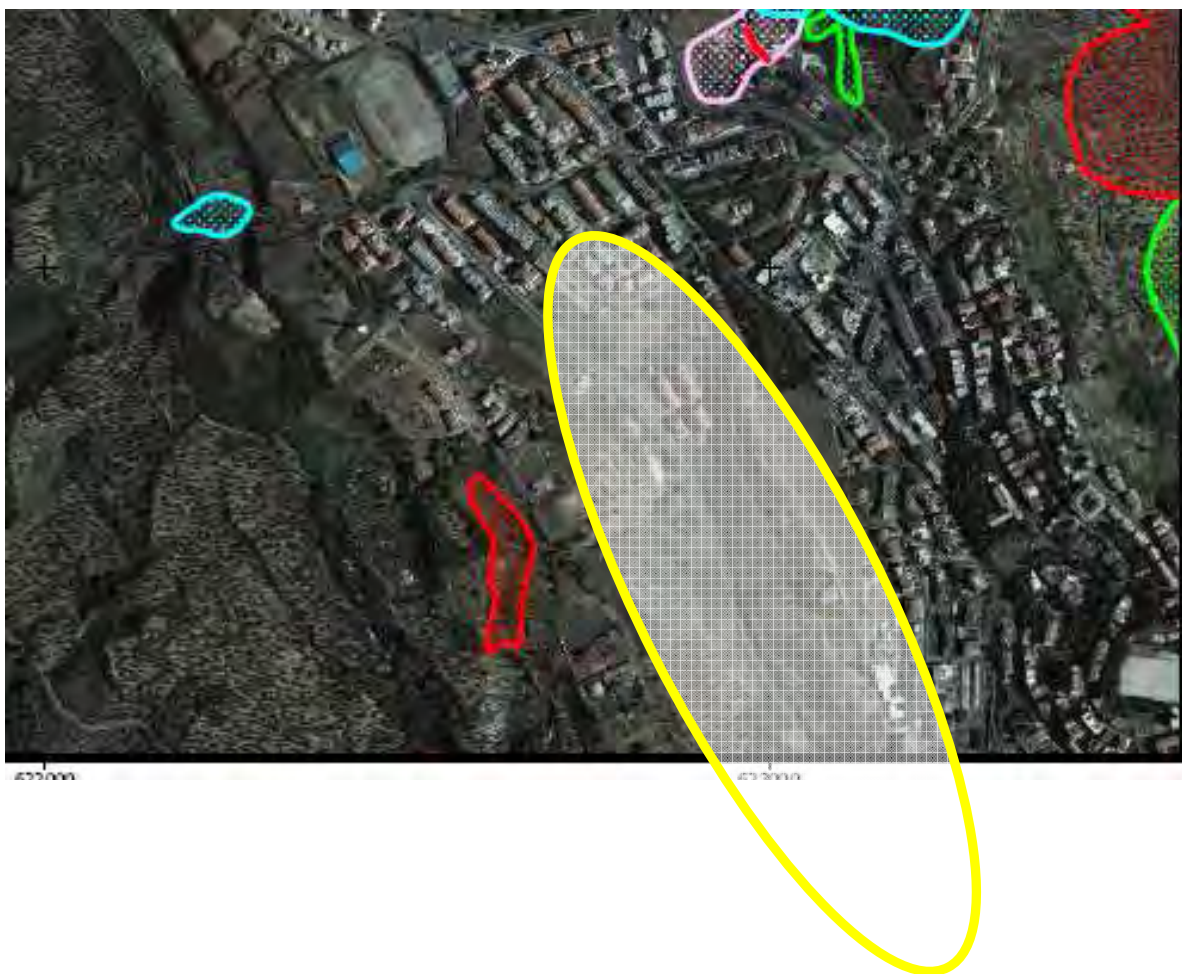


-  R4 - Aree a rischio idrogeologico molto elevato
-  R3 - Aree a rischio idrogeologico elevato
-  R2 - Aree a rischio idrogeologico medio
-  R1 - Aree a rischio idrogeologico moderato
-  P - Aree pericolose
-  ASV - Aree assoggettate a verifica idrogeologica
-  Rb - Aree bonificate



Area di interesse

Stralcio della planimetria del piano per la difesa dal rischio idrogeologico, “Carta del rischio” dell’AdB della Basilicata Stralcio Tav-401063 – redatta in scala 1:10.000 del PAI AdB Basilicata con indicazione dell’area interessata dall’intervento

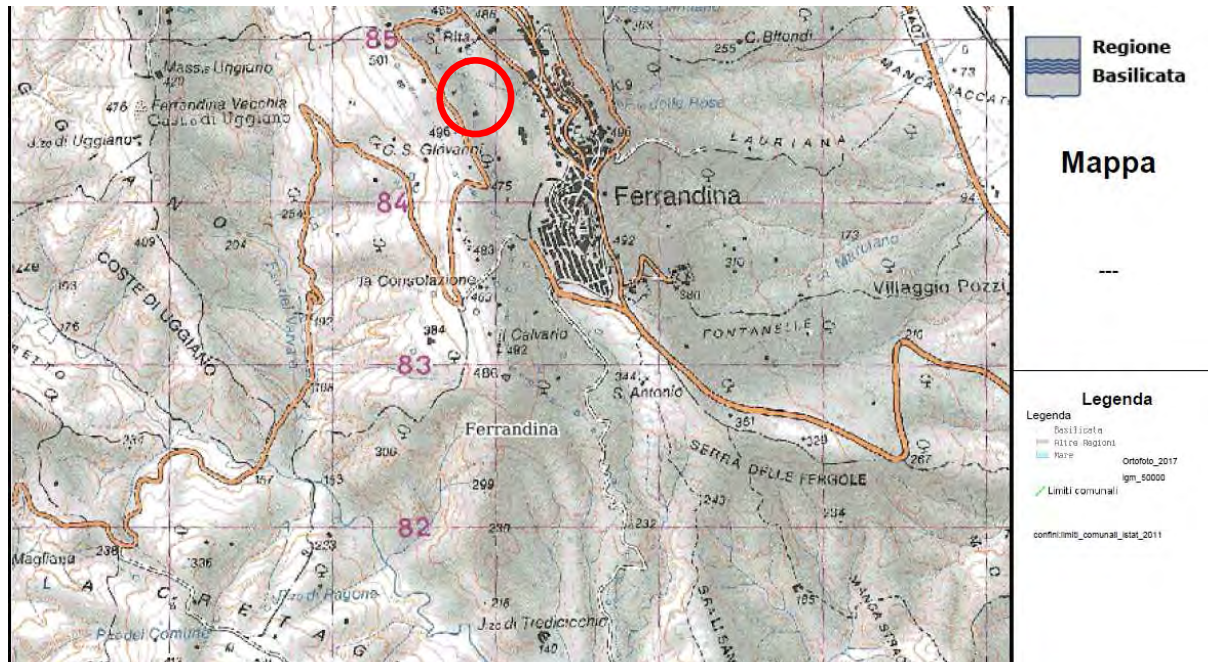


Elaborati richiesti dalla delibera Regionale 575 del 4 agosto 2009

A) Corografia in scala non inferiore a 1:10.000 con indicazione dell'area di intervento

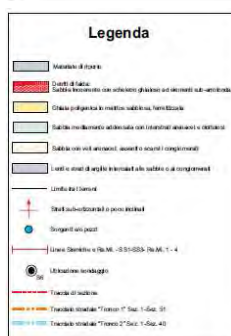
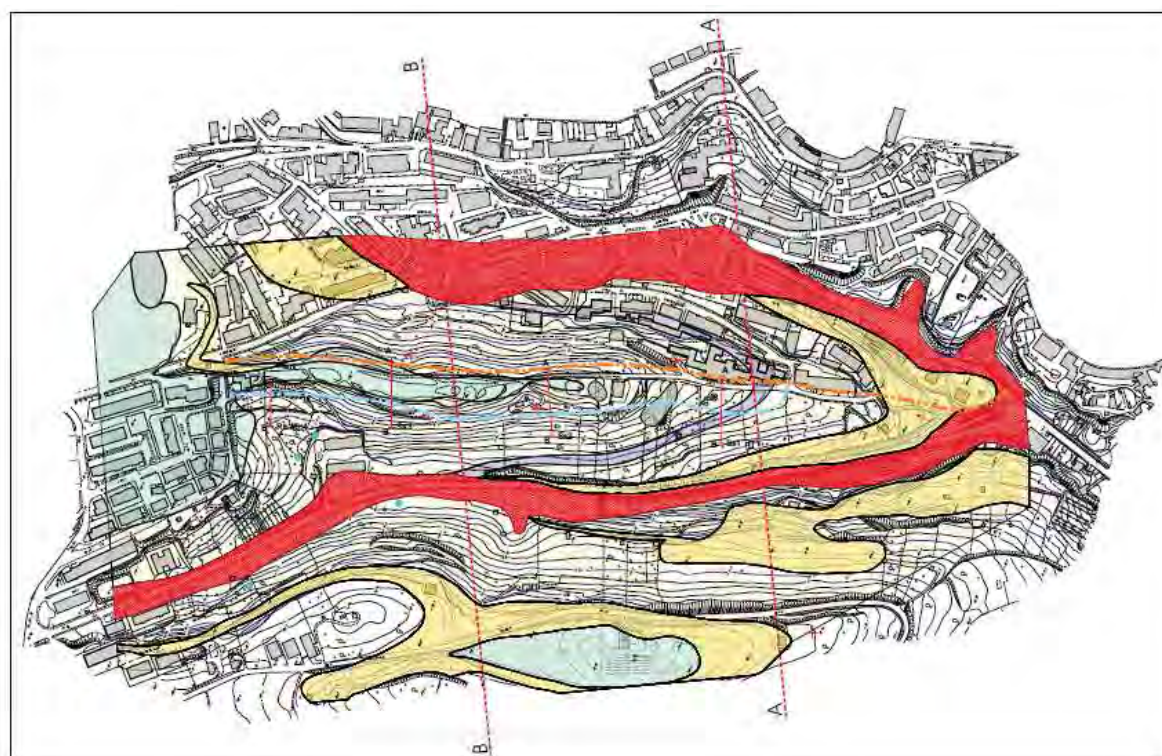
Si riporta di seguito uno stralcio della carta dell'area interessata dall'intervento con indicazione dell'area che consente di definire in maniera univoca ed inequivoca l'ubicazione dell'intervento

Corografie con indicazione dell'area di intervento

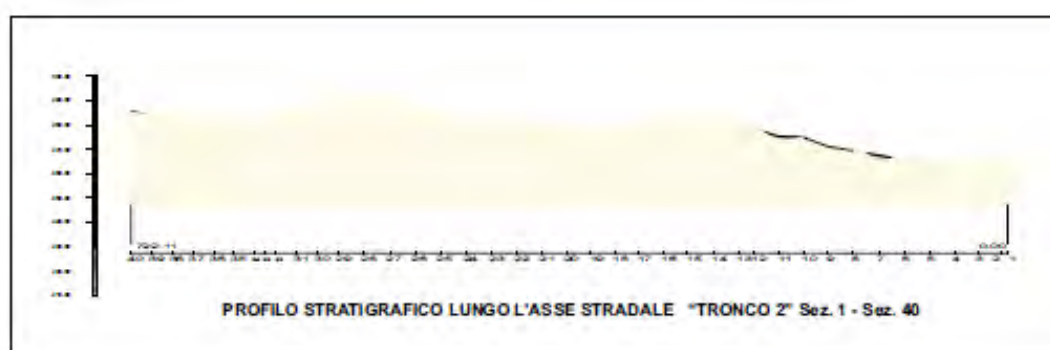
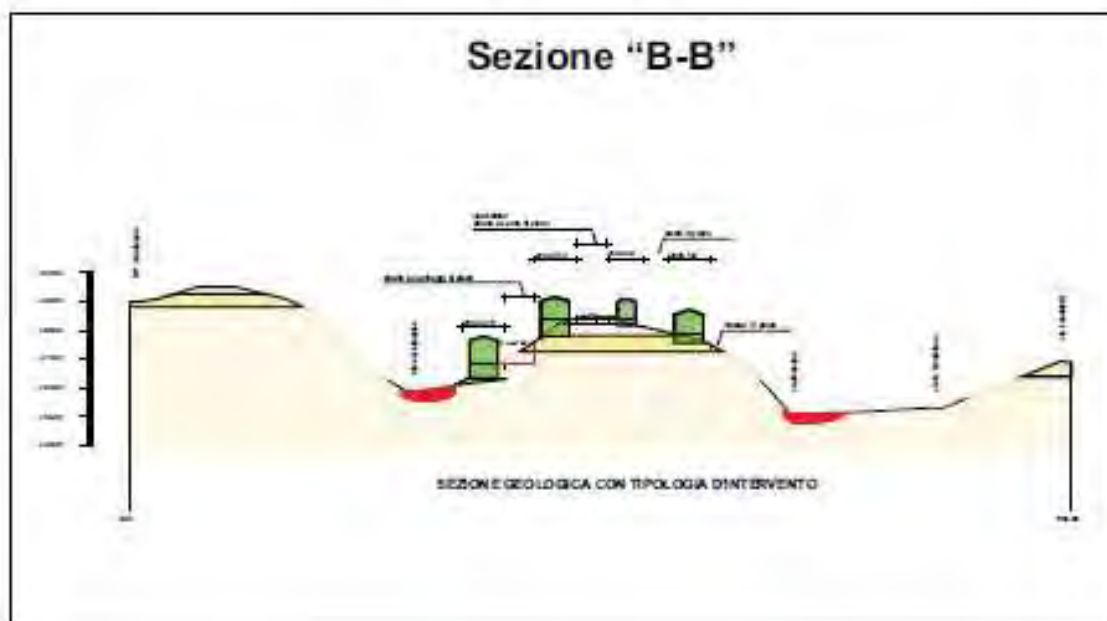


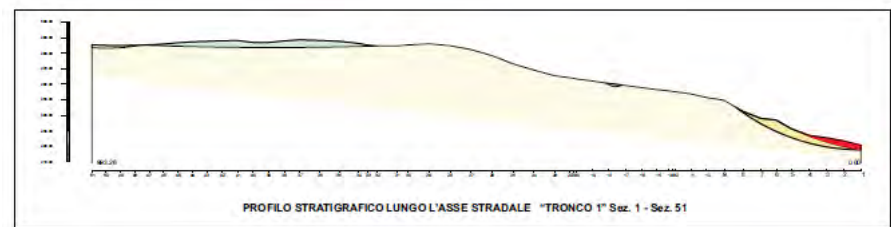
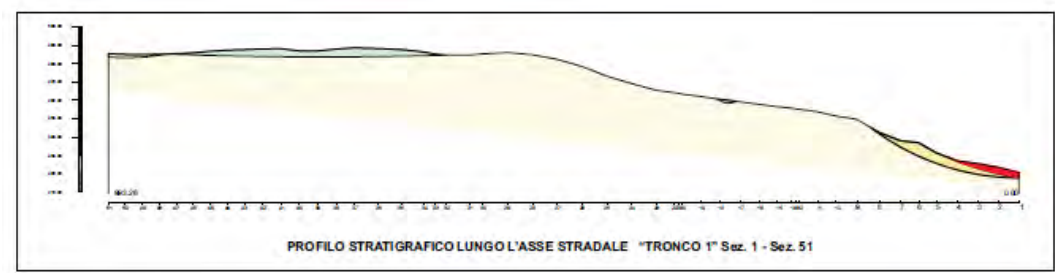
B) Stralcio dello Strumento Urbanistico Generale con indicazione dell'area di intervento

Lo stralcio dello strumento urbanistico è parte degli elaborati progettuali ai quali si rimanda



D) Sezioni geologiche rappresentative





G) Modello geologico tecnico del sottosuolo ai sensi del DM 17.01.2018, in scala non inferiore a 1:500 con indicazione delle pericolosità geologiche ed un quadro di sintesi delle indicazioni geologico tecniche utili al progettista

Sulla base dello studio svolto si è valutato, in accordo con il tecnico incaricato e con le caratteristiche geologiche, geomorfologiche e geologico-tecniche dei terreni presenti nell'area studiata siano note con una approssimazione adeguata agli scopi della presente e siano state illustrate con una approssimazione adeguata agli scopi della presente relazione.

In base a quanto rilevato e descritto in precedenza si ritiene che sia stata inquadrata la situazione geologica e geomorfologica dell'area. L'area non è interessata da fenomeni di instabilità in atto o potenziale e si ritiene che le opere in progetto non creino potenziali problemi di stabilità all'area. Gli scavi di altezza maggiore di 50-60 cm è opportuno siano dotati di strutture di sostegno essendo relativamente modesto il contributo della coesione.

Per quanto attiene le fondazioni delle strutture di sostegno sia dei tratti in rilevato che dei tratti in riporto potranno, salvo le diverse valutazioni del progettista legati all'entità delle azioni sismiche, potranno essere adottate fondazioni superficiali, facendo attenzione che i carichi trasmessi non superino i 70 kPa. Si ritiene ragionevole pensare anche a fondazioni profonde, specialmente per i muri di sottoscarpa verso valle per consentire di sodalizzare al meglio le fondazioni.

I materiali per la realizzazione dei rilevati saranno costituiti da stabilizzato naturale utilizzando in parte i materiali di scavo rinvenienti dal complesso sabbioso conglomeratico. I materiali è opportuno siano compattati ad una percentuale di addensamento non inferiore al 95% del valore ottenuto da prove AASHO mod. I materiali così compattati presenteranno cedimenti pressoché trascurabili stante la loro modesta altezza.

Per i rilevati potranno adottarsi pendenze 3/2 se si raggiungerà il livello di compattazione previsto. Gli scavi nella coltre detritica dovranno avere pendenze limitate non superiori a 3/1.

Nel tratto compreso fra le sezioni 12 e 17 non è possibile eseguire tagli significativi stante la discreta acclività del versante e sarà necessario realizzare una paratia come struttura di sostegno. Riprofilando il tratto a monte. I muti di sostegno dovranno essere adeguatamente attestati nel substrato sabbioso integro.

Dovranno essere in ogni caso realizzati interventi di regimazione delle acque di ruscellamento, con interventi di inerbimento dei versanti, per limitare i fenomeni di erosione superficiale in occasione di piogge brevi ed intense (c.d. bombe d'acqua) purtroppo sempre più frequenti. Ai cigli delle strade dovranno essere realizzati fossi di guardia rivestiti.

H) Verifiche di stabilità del versante in assenza ed in presenza di opere

Le verifiche di stabilità sono riportate nel paragrafo 7.

I) Bibliografia degli studi e delle indagini consultate

- Boenzi F., Capolongo D., Gallicchio S., Di Pinto G. (2014) *Morphostructure of the Lucania Apennines front between the Basento and Salandrella rivers (Southern Italy)* Journal of Maps <http://dx.doi.org/10.1080/17445647.2014.888017>
- Bitonto M. (2013) *Studio Geologico per la redazione del Regolamento Urbanistico del Comune di Ferrandina (MT)*
- Bozzano F., Cherubini C., Floris M., Lupo m., Paccapelo F. (2002) *Landslide phenomena in the area of Pomarico (Basilicata-Italy): methods for modelling and monitoring* Physics and Chemistry of the Earth, 27, 1601-1607
- Coppola L. (1993) *Evoluzione tettonica e meccanismi deformativi della media valle del Basento (Lucania)* Boll. Soc. Geol. It., 112 159-179;
- Cotecchia V., Del Prete M. (1986) *Some observation on stability of old landslides in the historic centre of Grassano after the earthquake of the 23rd November 1980*, Geol. Appl. ed Idrogeol., XXI suppl. 4, 155-167
- Davia G. & Bonelli C.G. (2004) *Studio Geologici per la redazione del Regolamento Urbanistico del Comune di Salandra (MT)*;
- Genevois R., Prestininzi A. e Valentini G. (1984) *Caratteristiche e correlazioni geotecniche dei depositi argillosi bradanici affioranti a NE della Fossa* Geologia Applicata ed Idrogeologia XIX: 173 - 212.
- Guerricchio (1994) *Strutture "a vortice", deformazioni gravitative profonde e grandi frane nella catena nord-occidentale del Pollino, in Sila (Calabria Sett.) e nella Fossa Bradanica (Basilicata)* – Consiglio Nazionale dei Geologi – VIII Congresso, 381-413; Roma, Gennaio 1994
- Guerricchio, A. (2000) *La fragilità del territorio dell'Italia centromeridionale desumibile da immagini da satellite* Proceedings of "X Congresso Nazionale dei Geologi – Conferenza Internazionale", Roma, 443–482
- Guerricchio A. & Melidoro G (1979) *Fenomeni franosi e neotettonici nelle argille grigio-azzurre calabrianne di Pisticci (Lucania) con saggio di cartografia*. Geol. Appl. ed Idrog., vol. XIV, parte I, 105-138.
- Patacca, E. & Scandone, P. 2007. *Geology of the Southern Apennines*. Boll. Soc. Geol. It. (Ital. J. Geosci.), Special Issue N° 7: 75-119.
- Patacca E., Scandone P. 2006 *Central – Southern Apennine (Italy) Simplified Geological Structural Map – Scala 1:500.000 S.E.L.C.A.* Firenze.
- Piccarreta M., Bentivenga M., Capolongo D. (2011) *Produzione di sedimenti e tassi di erosione a medio termine nei "gullies" della Fossa Bradanica, Basilicata* Rend. Online Soc. Geol. It., Vol. 12, 56-67
- Pieri P., Sabato L., Tropeano M. (1996) *Significato geodinamico dei caratteri deposizionali e strutturali della fossa bradanica del Pleistocene* Mem. Soc. Geol. It., 51, 501-515