

Alla c.a. del Dott. Francesco Covino.

CHIARIMENTI E INDICAZIONI IN MERITO ALLE RICHIESTE DEL GENIO CIVILE

Il presente documento è stato redatto dal progettista delle strutture e geotecnico Ing. Pietro Lacapruccia e dal Geologo Dott. Stefano De Blasi.

PUNTO 1

Già prodotta documentazione in merito.

PUNTO 2

INDAGINI DIRETTE E INDIRECTE

Le indagini dirette ed indirette sono state effettuate fino a -30 m di profondità dal p.c. (cfr. Relazione Geologica, Allegati da n°8 a n°15, pagg. 57+150). Nello specifico le indagini geologico-geofisiche effettuate sono elencate di seguito:

- 1 sondaggio geognostico probante (con n° 3 prelievi di campioni e prove di laboratorio);
- 4 prove penetrometriche pesanti;
- 2 indagini geofisiche (Masw);
- 1 misura di frequenza fondamentale del sito (HVSr);
- 1 prova sismica diretta in foro di sondaggio (down-hole).

MODELLO GEOLOGICO E GEOTECNICO SECONDO LE NTC 2018

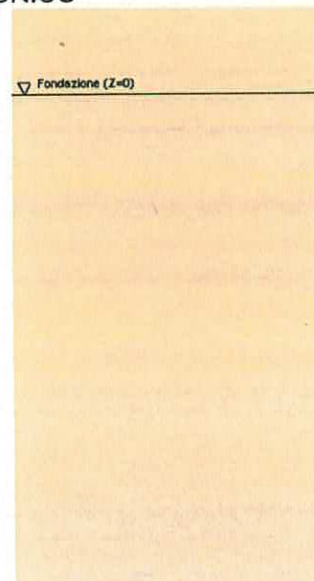
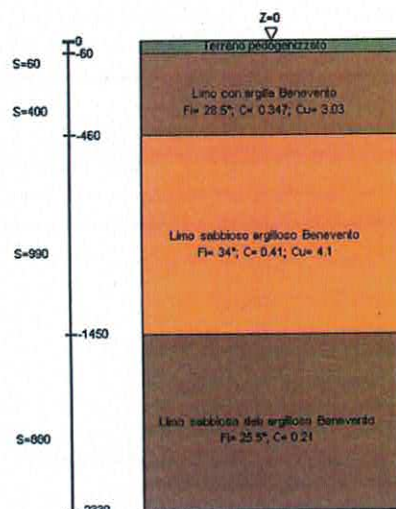
Il modello geologico e quello geotecnico consentono di valutare la pericolosità del sito, di ridurre gli effetti associati al sisma e progettare l'opera.

Lo studio geologico ha permesso di valutare la pericolosità geologica dell'area verificando la assenza di pendii, la non suscettibilità alla liquefazione dei terreni, la assenza di faglie sismiche, la valutazione della amplificazione legata alla stratigrafia, e la assenza di condizioni di addensamento dei terreni.

Dalle informazioni acquisite (dati storici, stratigrafici, geofisici, sismici, etc...) e sulla base della caratterizzazione litologica e geomorfologica è stata eseguita una omogeneizzazione e riorganizzazione delle informazioni che hanno portato al modello geotecnico teso alla valutazione della risposta meccanica dei materiali naturali riscontrati. Per la rappresentazione del modello geotecnico sono stati utilizzati i dati del sondaggio per la rappresentazione verticale del sottosuolo. Il modello geotecnico è riportato di seguito mentre per il modello geologico si rimanda alla pagina finale della presente.

MODELLO GEOTECNICO

I valori sono espressi in cm



ANDAMENTO FALDA IDRICA

Il sondaggio S1, spinto fino a -30m dal p.c., ha permesso di escludere la presenza di una falda. Dai dati acquisiti in letteratura (cfr. Relazione Geologica cap.n° 4 ed all.n°7) si riscontra una falda ad una quota di circa 150m.s.l.m. Tale quota è comunque inferiore a 15m dal p.c. (problematica legata alla liquefazione).

CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEI TERRENI

Amplificazione stratigrafica

Il valore di a_{max} per SLV è stato ricavato dalla relazione (§7.11.3.2 NTC2018)

$$a_{max} = S_s \cdot a_g = 1.32 \cdot 0.303 = 0.399 \text{ m/sec}^2$$

dove:

$a_g = 0.303 \text{ m/sec}^2$ è l'accelerazione massima del sito di riferimento rigido orizzontale
 $S_s = 1.32$ è il coefficiente di amplificazione stratigrafica $1.00 \leq 1.70 - 0.60 \cdot F_0 \cdot a_g / g \leq 1.50$
 $F_0 = 2.315$ (NTC 2018 Tab.3.2.IV).



Effetti cosismici

a) Doppia risonanza.

L'elaborazione delle indagini HVSR hanno permesso di individuare una frequenza naturale di picco di $2,45\text{Hz} \pm 0,28 \text{ Hz}$ (cfr. relazione geologica conclusioni e all. n°14 pagg. da 143 a 159). A tale frequenza corrisponde un periodo pari a $T=1/f= 1/2.45= 0.41\text{sec}$. Tale periodo, confrontato con quello della struttura $T_{1,x}=T_{1,y}=0.28\text{sec}$ (vedi pagina 10 Relazione di Calcolo struttura), evidenzia che non vi sono le condizioni per effetti di risonanza.

b) Scorrimento di faglia.

La letteratura non riporta la presenza di faglie attive e capaci inoltre non è stata reperita la carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (MOPS) relativa all'area in oggetto;

c) Instabilità dei pendii.

La zona in esame rientra nella categoria topografica di tipo T1 (NTC2018 Tab. 3.2.III) data la morfologia sub-pianeggiante del sito (cfr. relazione geologica conclusioni e all. n°2 pag. 48);

d) Liquefazione dei terreni saturi.

In accordo con le "NTC 2018 cap.7.11.3.4.2 la verifica a liquefazione può essere omessa quando la profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali"; pertanto, poiché la falda presenta una profondità superiore a 25m dal p.c. tale verifica è tralasciata;

e) Addensamento dei terreni.

I litotipi interessati (limoso argillosi) presentano valori del modulo di deformazione edometrico e del peso di volume ($\rho=19 \text{ KN/m}^3$) elevati. Le pressioni indotte dalla struttura sul terreno variano tra 25 e 50 KPa. A tali pressioni corrispondono valori di modulo edometrico caratteristici delle diverse litologie oscillanti tra 4211 e 12011 kPa, ovvero valori tipici di terreni consolidati. Tali valori del modulo edometrico sono riportati negli allegati delle prove di laboratorio della relazione geologica (All.10a1, All.10b1, All.10c1 - pagg 63-102). I valori di pressione sul terreno indotti dalle azioni sulla fondazione provocano cedimenti di modesta entità;

f) Sprofondamenti.

In considerazione dei litotipi interessati e dall'assenza di calcari nel substrato, si escludono fenomeni carsici che possano dar luogo a sinkholes;

g) Effetti legati alla amplificazione sismica.

Sulla base delle conoscenze acquisite si escludono effetti legati all'amplificazione del moto sismico diversi da quella stratigrafica. Infatti l'area di sedime (area sub-pianeggiante) non presenta terreni a differente rigidità tipica di depositi di valle. Inoltre l'area non si trova sulla sommità di un rilievo collinare, né in vicinanza di cresta, di promontorio, di profilo di versante, di pendio, o di bordo di terrazzo.

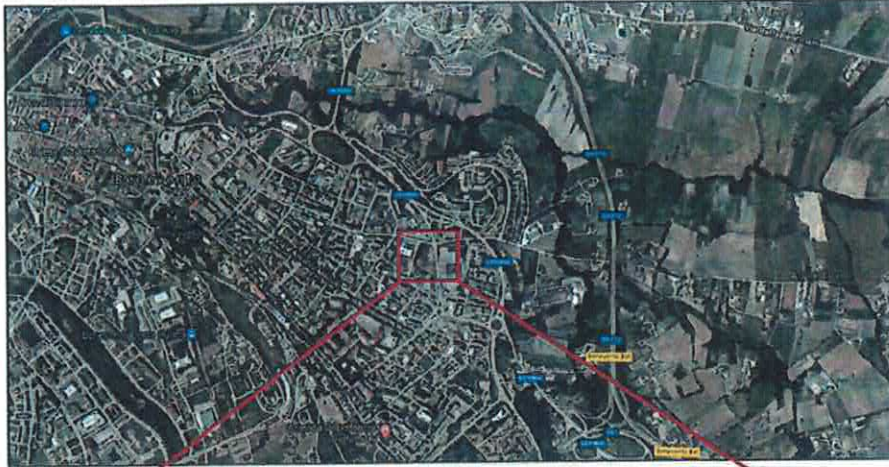
LA RELAZIONE GEOLOGICA CORREDATA DA CARTOGRAFIA TEMATICA, SEZIONI GEOLOGICHE E GEOTECNICHE

La relazione geologica è corredata da cartografia tematica (cfr. all. 2-8 relazione geologica) riportata di seguito.








Le sezioni geologiche e la sezione geotecnica sono riportate successivamente alla cartografia tematica.

CARTOGRAFIA TEMATICA

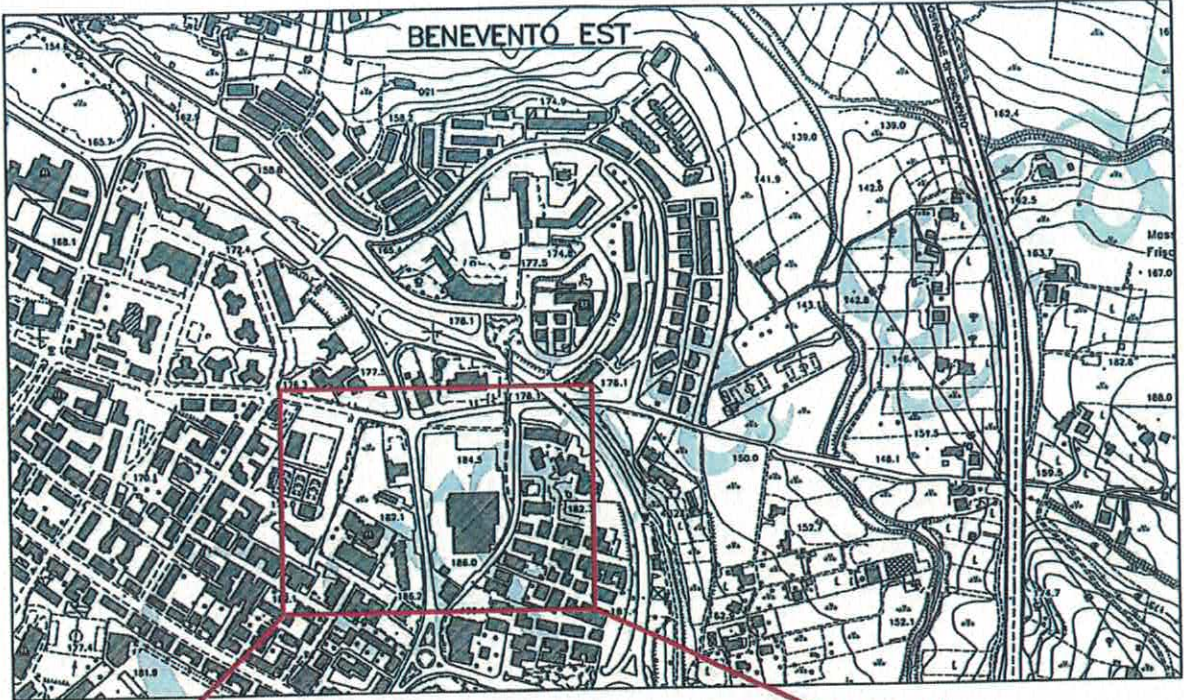
Allegato n°1



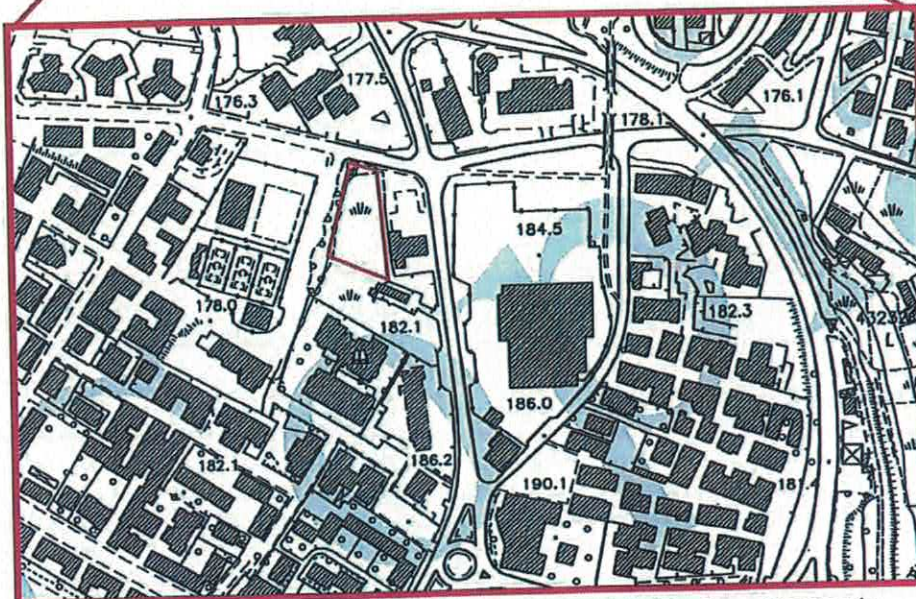
Ubicazione area oggetto dei rilievi.

-  I Masw
-  II Masw
-  HVSR
-  Sondaggio S1 / Down-hole
-  Prove DPSH 1+4
-  Area Site McDonald's
-  Stendimento geofisico






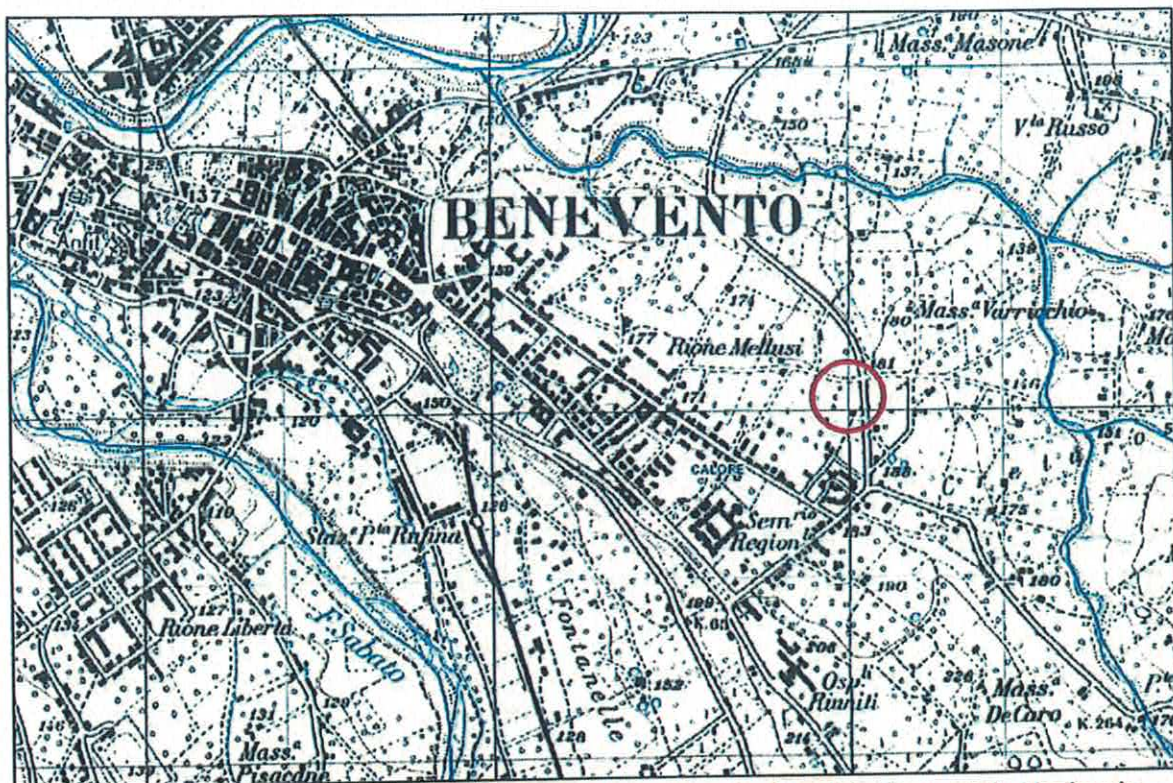
Stralcio CTR 432061 scala 1:10.000 Geoportale Regione Campania




Stralcio CTR 432061 scala 1:5.000 Geoportale Regione Campania

 Area dell'intervento





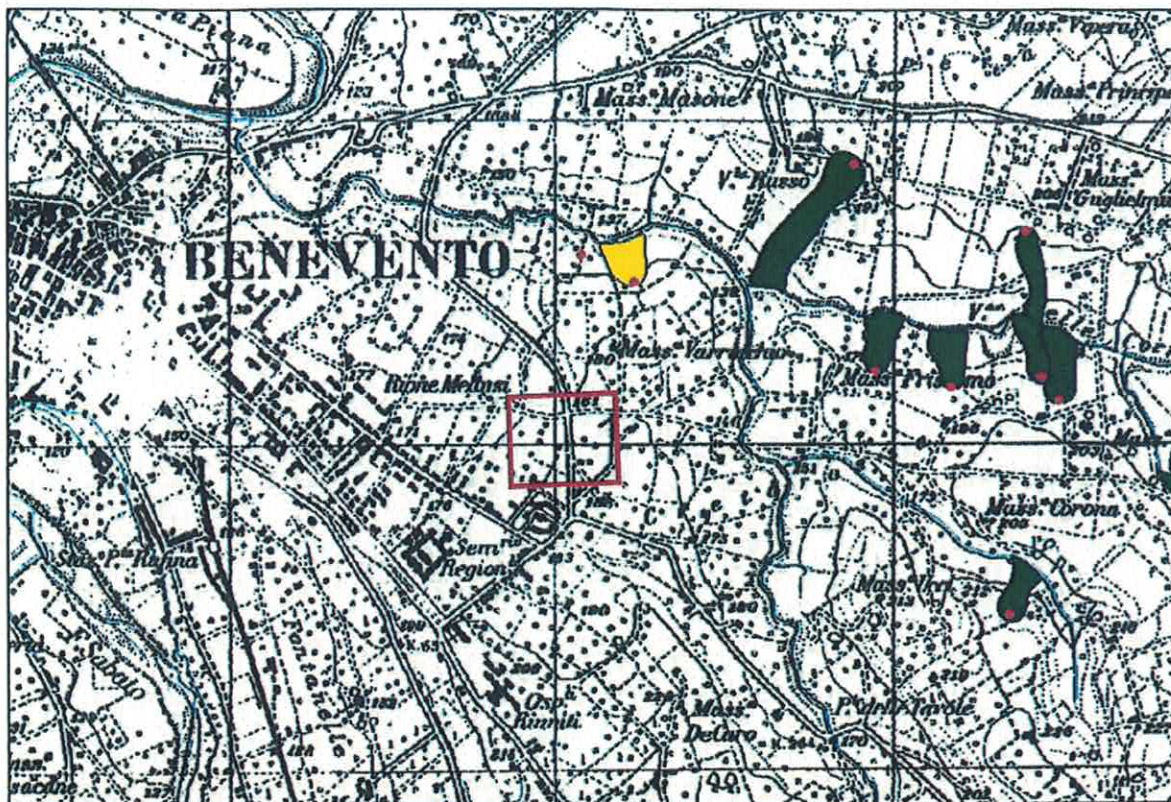
Stralcio Tavoletta IGM II N.O. "Benevento" Carta Idrografica (fuori scala) - Geoportale Nazionale.

 Area d'indagine.

 Aste Fluviali.

 Bacini artificiali.





scala 1:15.000 (ISPRA Progetto IFFI: Inventario Fenomeni Franosi in Italia)

Layer IFFI

Punto Identificativo del Fenomeno Franoso

- Scheda frane di 1° Livello
- Scheda frane di 2° Livello
- Scheda frane di 3° Livello

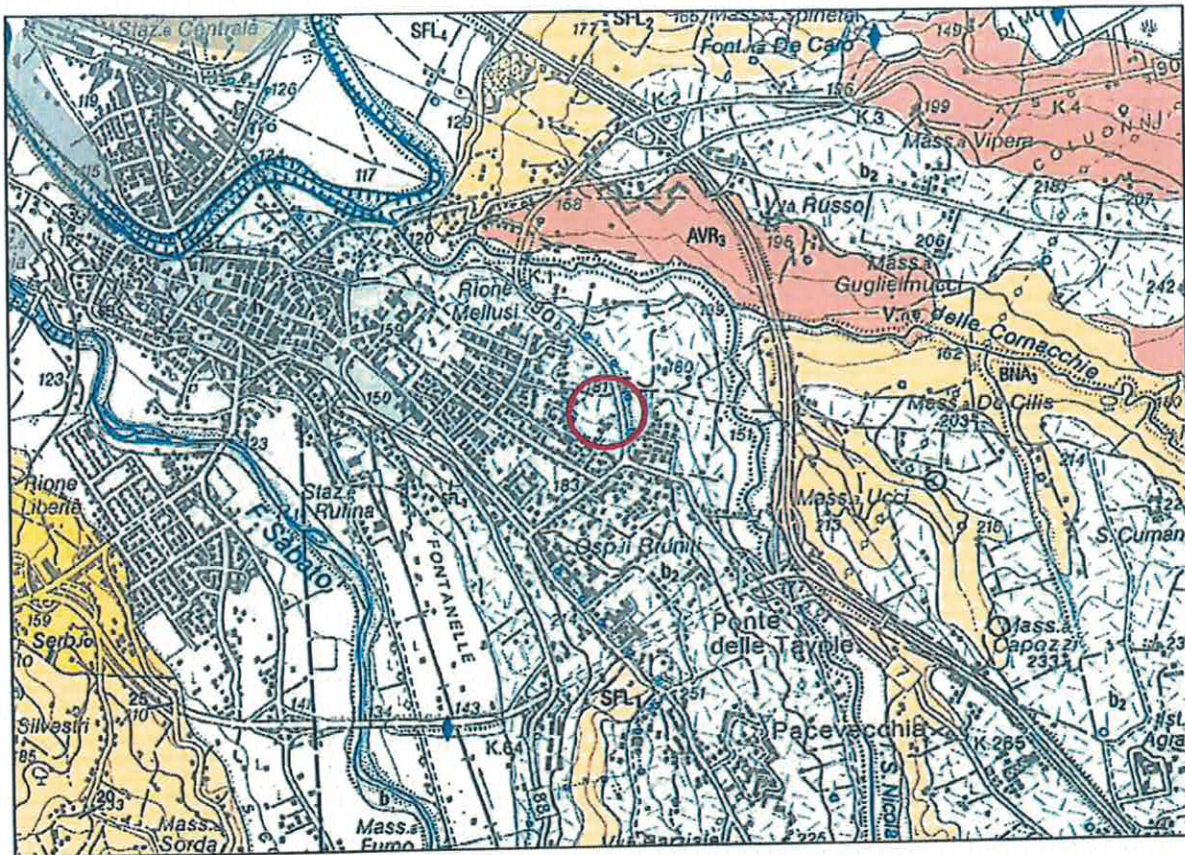
Tipologia di frana

- Crollo/ribaltamento
- Scivolamento rotazionale/trasiativo
- Espansione
- Colamento lento
- Colamento rapido
- Sprofondamento
- Complesso
- N.D.
- DGPV
- Aree soggette a crolli/ribaltamenti diffusi
- Aree soggette a sprofondamenti diffusi
- Aree soggette a frane superficiali diffuse
- Frane lineari


Layer BASE

- ⚡ Reticolo stradale
- 🚂 Tracciato ferroviario
- ▣ Urbanizzato CLC2000
- Laghi
- 🌊 Fiumi
- ▭ Limiti regionali
- ▭ Limiti provinciali
- ▭ Limiti comunali
- ▭ Limiti autorità di bacino
- ▭ Reticolo tavolette 25.000
- ▭ Area dell'intervento





Stralcio Carta Geologica (fuori scala) Foglio 432 - Benevento -ISPRA - A. Todisco - 2009.

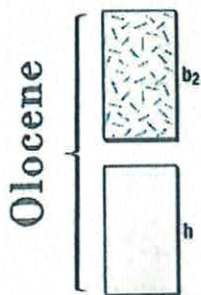
 Area d'indagine.



STRATIGRAFIA DELLE LITOLOGIE PRESENTI NELLE AREA D'INDAGINE

UNITA' QUATERNARIE CONTINENTALI

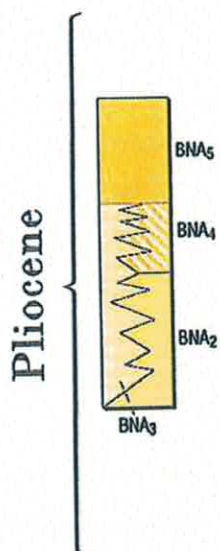
DEPOSITI IN FORMAZIONE



Depositi eluvio-colluviali. Sedimenti detritici costituiti da clasti eterometrici con matrice prevalentemente pelitica; depositi sabbioso-finosi bruni pedogenizzati, derivanti dall'alterazione dei Prodotti piroclastici sciolti, talora con lenti detritiche (b₂). **OLOCENE**

Terreni di riporto e di risulta di Benevento. Depositi eterogenei ed eterometrici (h).

UNITA' TARDO OROGENE



membro sabbioso-conglomeratico di S. Leucio del Sannio

Sabbie giallastre e conglomerati poligenici eterometrici in strati spessi e molto spessi (BNA₄). Passano lateralmente al membro pelitico - arenaceo (BNA₂) e nella porzione superiore al membro sabbioso (BNA₃). Strutture sedimentarie: lamine piane ed inclinate a basso angolo nelle sabbie; embriatura nei ciottoli dei conglomerati. Spessore: variabile tra circa 100 e 250 m. Ambiente deposizionale: battigia.

membro sabbioso di Apollosa

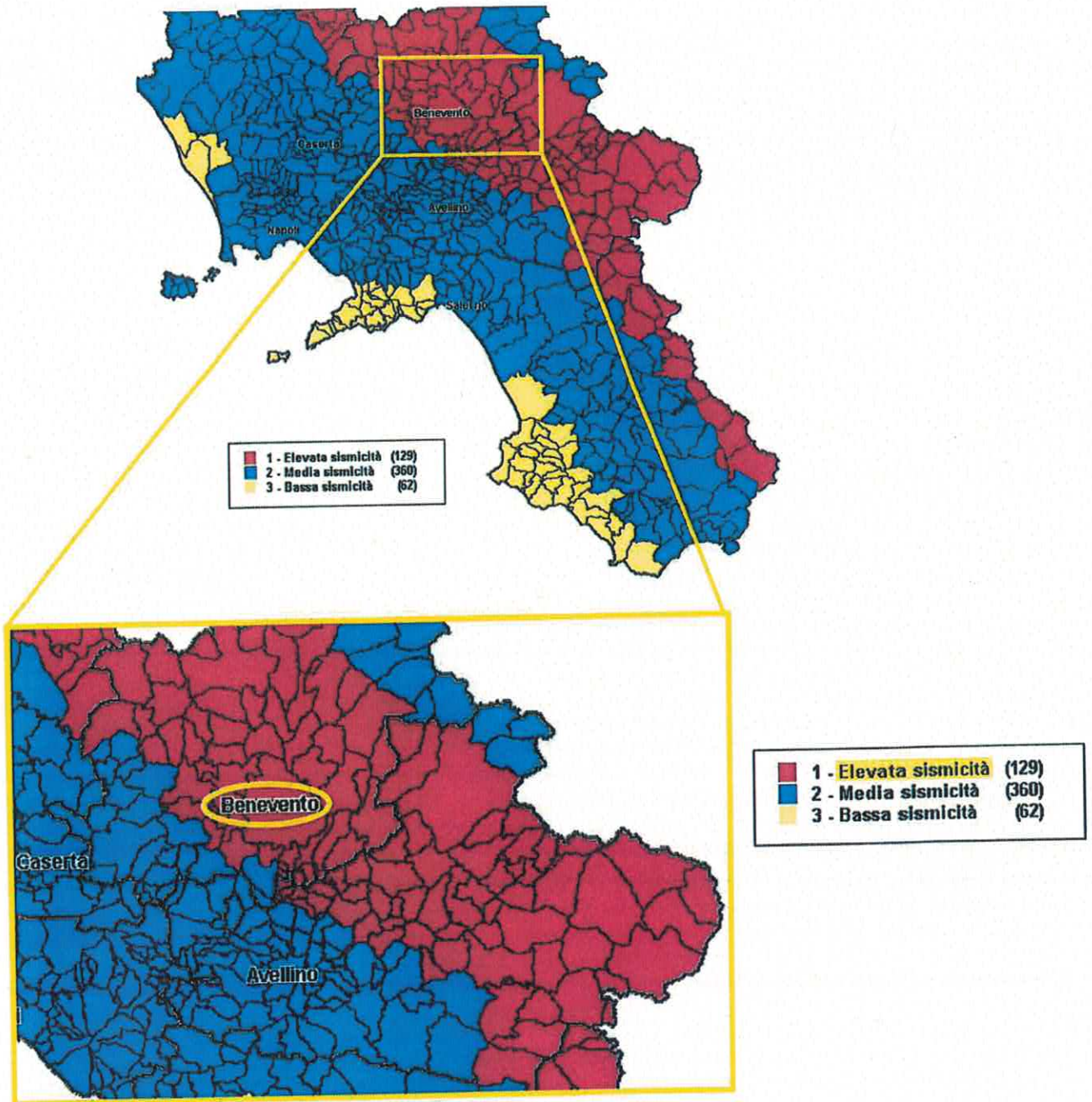
Sabbie e arenarie giallastre in strati da medi a molto spessi, anche lenticolari, talora con ciottoli e intercalazioni di peliti in strati sottili e medi (BNA₃). Passano lateralmente e parzialmente al membro sabbioso conglomeratico (BNA₄) e nella porzione superiore al membro pelitico-arenaceo (BNA₂). Strutture sedimentarie: bioturbazione intensa, lamine piane ed inclinate a basso angolo, lamine incrociate (increspature da onda) Datazione isotopica ⁸⁷Sr/⁸⁶Sr su gusci di bivalvi: 2,6 Ma (Pliocene inferiore - medio). Spessore: compreso tra 100 e 250 m. Ambiente deposizionale: battigia e spiaggia sommersa. Foraminiferi e Nannofossili non significativi.

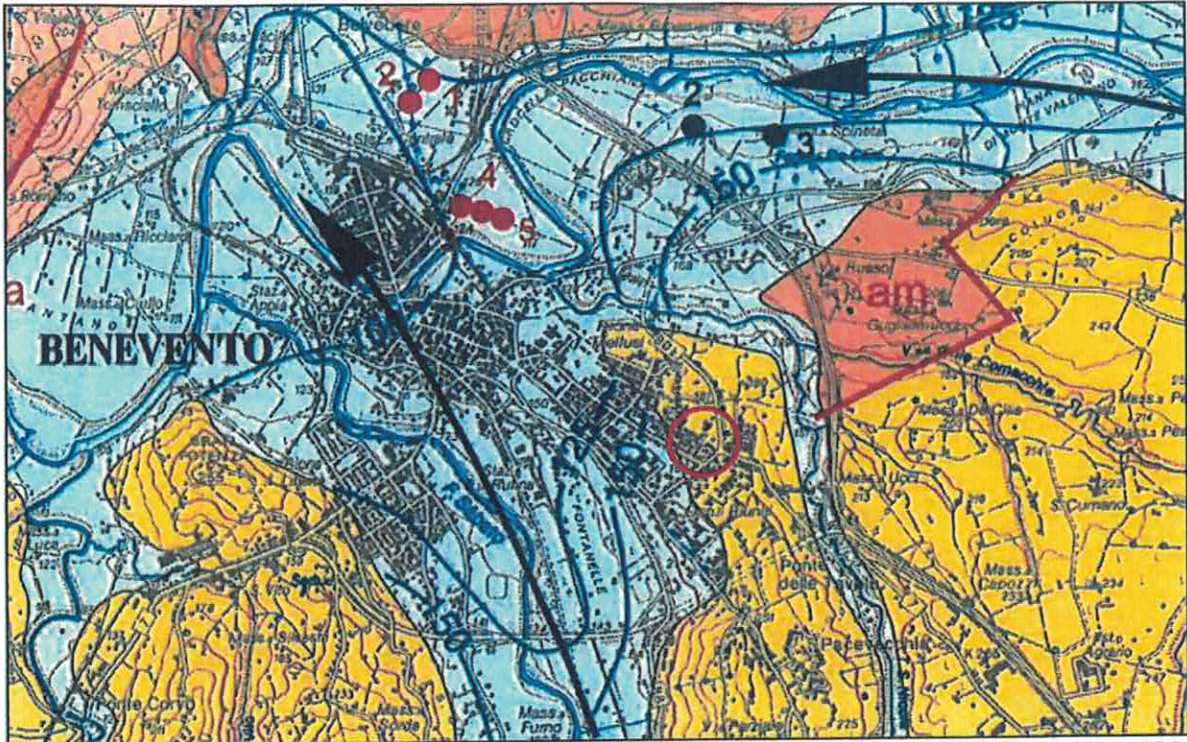
membro pelitico-arenaceo del F. Miscano

Peliti grigiastre in strati da medi a spessi, talora anche molto spessi, con intercalazioni di arenarie giallastre in strati medio-sottili (BNA₂). Localmente si intercalano torbiditi arenaceo-pelitici (facies C₁ e D₁) in strati medio-spessi. Passano superiormente al membro sabbioso-conglomeratico (BNA₄) e lateralmente al membro sabbioso (BNA₃). Lo spessore è compreso tra circa 100 e 250 m. Foraminiferi: Nannofossili: biozona MNN16a. Età: Pliocene inferiore-medio. Datazione isotopica ⁸⁷Sr/⁸⁶Sr su gusci di bivalvi: 2,6 Ma (Pliocene medio). biozona a *Globorotalia punctulata* e probabile biozona a gr. *Globorotalia crassaformis*. Ambiente deposizionale: neritico di transizione-piattaforma.



MAPPE DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA DEL TERRITORIO DELLA CAMPANIA





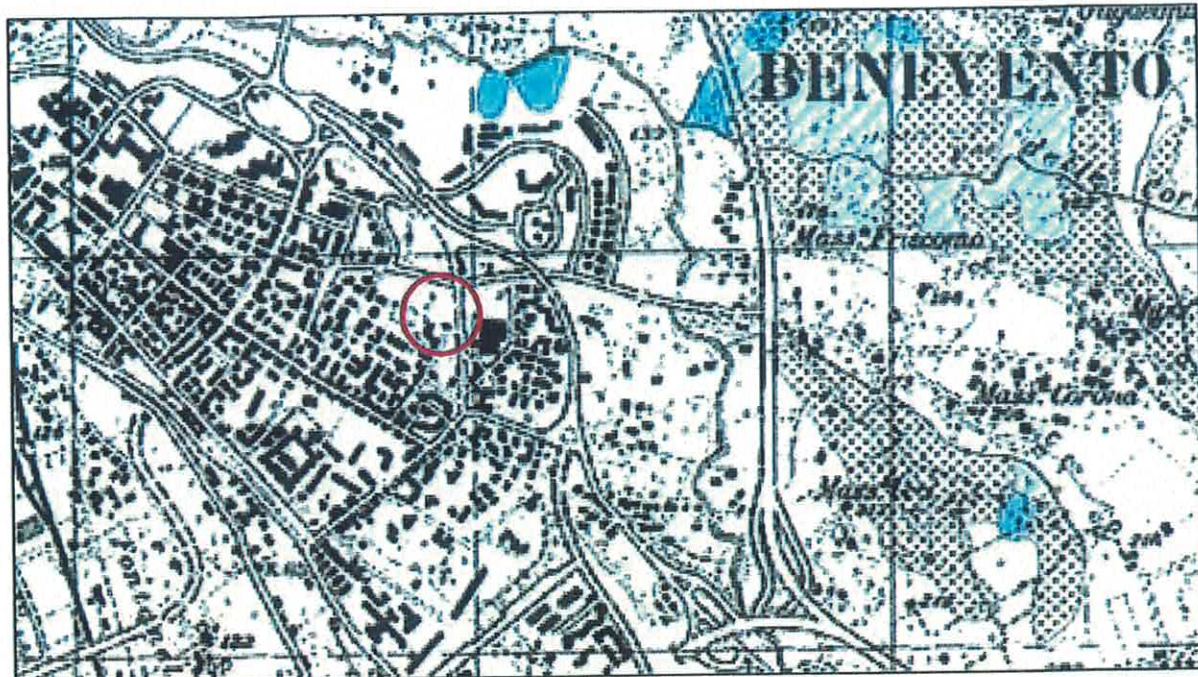
Stralcio Carta Idrogeologica (f. s.) Comune Benevento – Alto Calore Servizi - L. Esposito et alii - 2002.

Descrizione dei complessi idrogeologici	PERMEABILITÀ									
	GRADO ¹⁾					TIPO ²⁾				
	BB	B	M	A	E	P	Fa	M	Fr	C
<p>di Complesso detritico Depositi detritici sciolti; materiali proclastici rielaborati; terre rosse delle depressioni morfologiche. (Olocene)</p>										
<p>a Complesso alluvionale Depositi ciottolosi delle alluvioni attuali e recenti; ghiaie e sabbie di fondovalle, di gotena e di riempimento degli alvei abbandonati dei maggiori corsi d'acqua. Depositi fluviali antichi. (Pliocene-Olocene)</p>										
<p>g Complesso proclastico tg: tufo giallastro litide; tufo cineritico grigio-avana, incoerente, ricco di piccole pomice biancastre; t: ignimbrite trachilonitica grigia (tufo grigio campano), poco coerente o sciolto nella parte superficiale. (Pleistocene-Olocene)</p>										
<p>tr Complesso del travertini Travertini e crosioni travertinosi affioranti nell'area di Telesse. (Pleistocene)</p>										
<p>sa Complesso sabbioso-argilloso Sabbie ed arenarie di colore generalmente giallastro, con alternanza di livelli di puddinghe poligeniche, di ciottolame e di argille sabbiose grigiastre. Argille ed argille sabbiose grigio-giallastre. (Pliocene)</p>										
<p>sa Complesso arenaceo-molassico Sabbioni ed arenarie grigio-giallastre, talora gradate; argille arenacee grigio-azzurrognole, talora alternanti a livelli di calcareniti e marne; lenti di puddinghe poligeniche. (Miocene)</p>										


















- Area dell'intervento
- Limite della Provincia di Benevento
- Limiti comunali
- Limiti tra complessi idrogeologici
- Faglie di interesse idrogeologico (tratteggiate se presunte)
- Sovrascorrimenti di interesse idrogeologico
- Sorgenti (la numerazione è riferita ai singoli comuni)
- Pozzi di interesse (la numerazione è riferita ai singoli comuni)
- Curve isoplezometriche e quota in m s.l.m.
- Direzioni di flusso principali
- Interscambi idrici sotterranei significativi tra province limitrofe

Nota: 1) Grado di permeabilità: BB = Bassissimo; B = Basso; M = Medio; A = Alto; E = Elevato. 2) Tipo di permeabilità: P = Porosità; Fa = Fessurazione; M = Mista; Fr = Fratturazione; C = Carsismo.



"Piano stralcio per l'assetto Idrogeologico" 1:25.000 - Autorità Bacino Fiumi Liri-Garigliano e Volturno
 Aprile 2006 - Difesa Suolo Regione Campania

- 
AREA A RISCHIO MOLTO ELEVATO - R4
Nella quale per il livello di rischio presente, sono possibili la perdita di vite umane e lesioni gravi alle persone, danni gravi agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale, la distruzione di attività socio-economiche.
(Aree a rischio molto elevato ricadenti in zone a Parco)*
- 
AREA A RISCHIO ELEVATO - R3
Nella quale per il livello di rischio presente, sono possibili problemi per l'incolumità delle persone, danni funzionali agli edifici e alle infrastrutture con conseguente inegibilità degli stessi, la interruzione di funzionalità delle attività socio-economiche e danni rilevanti al patrimonio ambientale.
- 
AREA A RISCHIO MEDIO - R2
Nella quale per il livello di rischio presente sono possibili danni minori agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale che non pregiudicano l'incolumità delle persone, l'egibilità degli edifici e la funzionalità delle attività economiche.
- 
AREA A RISCHIO MODERATO - R1
Nella quale per il livello di rischio presente i danni sociali, economici e al patrimonio ambientale sono marginali.
- 
AREA DI ALTA ATTENZIONE - A4
Area non urbanizzata, potenzialmente interessata da fenomeni di innesco, transito ed invasione di frane a massima intensità attesa alta.
- 
AREA DI MEDIO - ALTA ATTENZIONE - A3
Area non urbanizzata, ricadente all'interno di una frana attiva a massima intensità attesa media o di una frana quiescente della medesima intensità in un'area classificata ad alto grado di sismicità.
- 
AREA DI MEDIA ATTENZIONE - A2
Area non urbanizzata, ricadente all'interno di una frana quiescente, a massima intensità attesa media.
- 
AREA DI MODERATA ATTENZIONE - A1
Area non urbanizzata, ricadente all'interno di una frana a massima intensità attesa bassa.
- 
Area dell'intervento
- 
AREA A RISCHIO POTENZIALMENTE BASSO - RpB
Area nella quale l'esclusione di un qualsiasi livello di rischio, potenzialmente basso, è subordinata allo svolgimento di indagini e studi a scala di maggior dettaglio.
- 
AREA DI ATTENZIONE POTENZIALMENTE BASSA - ApB
Area nella quale l'esclusione di un qualsiasi livello di attenzione, potenzialmente basso, è subordinata allo svolgimento di indagini e studi a scala di maggior dettaglio.
- 
Area di possibile ampliamento dei fenomeni franosi cartografati all'interno, ovvero di fenomeni di primo distacco, per la quale si rimanda al D.M. LL.PP. 11/3/88 C1
Art. 1: Nella zona a protezione della fiera, quantificata in termini di rischio potenziale, di frantumazione, frana di scivolamento e di scivolamento, sono state classificate le frane a seconda della loro pericolosità.
- 
Area di versante nella quale non è stato riconosciuto un livello di rischio o di attenzione significativo (applicazione D.M. LL.PP. 11/3/88) - C2
- 
AREA A RISCHIO POTENZIALMENTE ALTO - RpA
Area nella quale il livello di rischio, potenzialmente alto, può essere definito solo a seguito di indagini e studi a scala di maggior dettaglio.
- 
AREA DI ATTENZIONE POTENZIALMENTE ALTA - ApA
Area non urbanizzata, nella quale il livello di attenzione, potenzialmente alto, può essere definito solo a seguito di indagini e studi a scala di maggiore dettaglio.













— Limite del Bacino dei Fiumi Liri-Garigliano e Volturno (D.P.R. 01/06/98 pubblicato sulla G.U. del 22/10/98 n.247)

— Limite Comunale (ISTAT 1991)



"Stralcio Carta Rischio Idrogeologico" fuori scala -

LEGENDA

- | | | | |
|---|----------------------------|---|----------------------|
|  | R4 - Rischio molto elevato |  | Area dell'intervento |
|  | R3 - Rischio elevato | | |
|  | R2 - Rischio medio | | |
|  | R1 - Rischio moderato | | |
|  | Limite di bacino | | |
|  | Alveo strada | | |
|  | Reticolo Idrografico | | |
|  | Tratto tombato | | |
|  | Vasca | | |



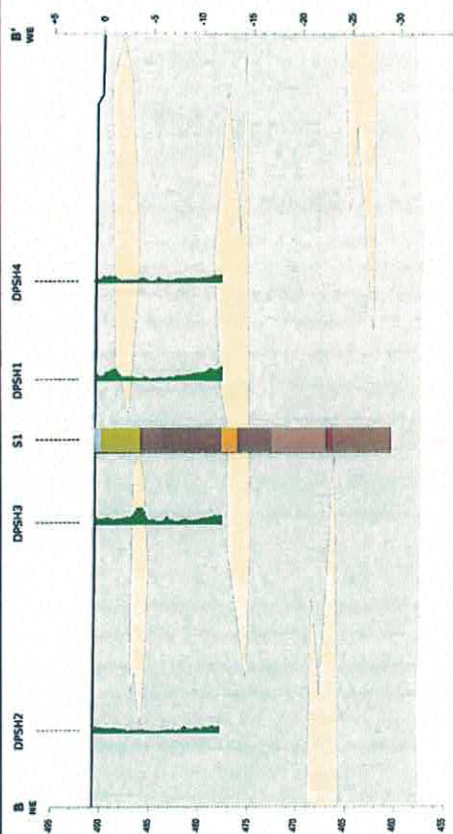
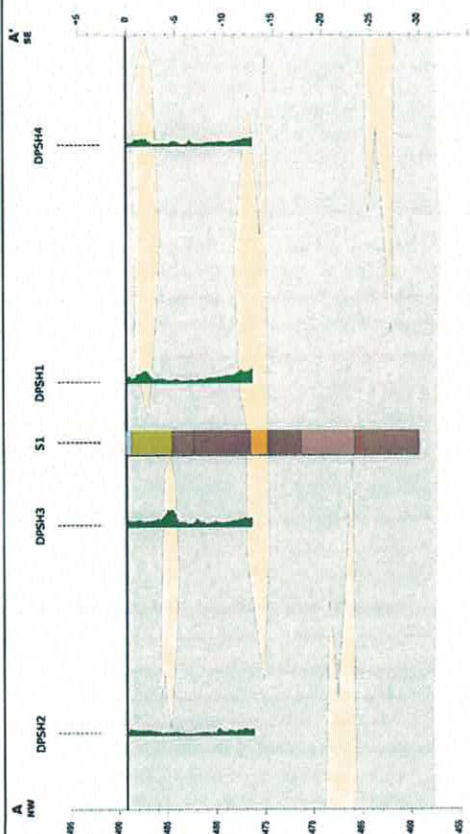
MODELLO GEOLOGICO TECNICO

REGIONE CAMPANIA
 PROVINCIA DI BENEVENTO
 COMUNE DI
 BENEVENTO

UBICAZIONE



LEGENDA



Modello geologico: sezioni A-A' e B-B'



MODELLO GEOTECNICO

La sezione geotecnica scelta è quella trasversale (non cambia sostanzialmente quella longitudinale che rappresenta un andamento del terreno pressoché orizzontale). Essa è composta dal profilo stratigrafico del terreno, con le stratigrafie dei terreni riorganizzati e omogeneizzati, dalle proprietà meccaniche delle unità individuate e con la descrizione sintetica degli strati. Il pelo libero della falda non è riportato in quanto si trova a profondità superiore a 30m.

