

COMMITTENTE



COMUNE DI ROCCAFORTE MONDOVÌ

Provincia di Cuneo

Ufficio Tecnico Comunale
Via IV Novembre n. 1 - 12088, Roccaforte Mondovì (CN)
tel 0174 65139 int. 5 e.mail: ufficiotecnico@comune.roccafortemondovi.cn.it



RIFERIMENTO LAVORO

INTERVENTO DI NUOVA COSTRUZIONE EDIFICIO AD USO MENSA E ATTIVITA' SCOLASTICHE A SERVIZIO DELLA SCUOLA PRIMARIA COMUNALE - LOTTO 3 -



PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO

UFFICIO TECNICO E LAVORI PUBBLICI

PROGETTISTI

GEOM. FEDERICO BOETTI

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO

ARCH. DANILÒ COCCALOTTO

CODICE ELABORATO

1.04

ELABORAZIONE

F B

VERIFICA

D C

APPROVAZIONE

P B

REVISIONI

0 0 R

DATA

GIUGNO 2024

OGGETTO ELABORATO

Relazione geologica - geotecnica

(Allegato I.7 Art. 22 del D.lgs. 36/2023)

SCALA

FORMATO

A4

POSIZIONE FILE DI PROGETTO

Questo disegno di proprietà del Comune di Roccaforte Mondovì è protetto a termini di legge ed è vietata la duplicazione non autorizzata.

Inquadramento territoriale:
REGIONE PIEMONTE
PROVINCIA DI CUNEO
COMUNE DI ROCCAFORTE MONDOVI'

Committenza:
COMUNE DI ROCCAFORTE MONDOVI'
con sede in Via IV Novembre, 1 - 12088 Roccaforte Mondovì (CN)

Progetto:
**INTERVENTO DI NUOVA COSTRUZIONE EDIFICIO AD USO MENSA
E ATTIVITA' SCOLASTICHE A SERVIZIO DELLA SCUOLA PRIMARIA
COMUNALE DI ROCCAFORTE MONDOVI' IN PIAZZA M. EULA
LOTTO 2**

Elaborato:

**15 a - DT01S - RELAZIONE GEOTECNICA E
GEOLOGICA**

*invariato rispetto all'elaborato del 16.07.2018 autorizzato
dalla Regione Piemonte - Direzione Opere Pubbliche,
Difesa del suolo, ... di Cuneo con D.D. 3643 del 14.11.2018:
15 a - DT01S - RELAZIONE GEOTECNICA E GEOLOGICA*

**S T U D I O
B E R T A N O**

SERVIZI PROGETTAZIONE
EDILIZIA URBANISTICA
AMBIENTE TERRITORIO

VICOFORTE - CUNEO

VIA FRANCESCO GALLO 11
12080 VICOFORTE (CN)
TELEF/FAX 0174. 56.39.61
PART. IVA 02442780041

ARCH. CLAUDIO BERTANO
CF BRT CLD 68L22 F351N

CLAUDIO.BERTANO@LIBERO.IT

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA /
PROGETTO PRELIMINARE GENERALE
PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO - LOTTO 2
PERIZIA SUPPLETIVA DI VARIANTE
REVISIONE/AGGIORN. 01. 02. 03.

Vicoforte, 29.05.2018

Vicoforte, 27.05.2019

Vicoforte, /



CONSULENZA STRUTTURE:



Il Tecnico incaricato: Dr. Arch. Claudio Bertano
\\PC02\Documenti\LAVORIPUBBLICI\Roccaforte Mensa Scuola\LOTTO 2\DEF ESEC LOTTO 2\intest Roccaf Mensa scol
LOTTO2.doc

QUESTO DOCUMENTO E' DI PROPRIETA' DELLO STUDIO C. BERTANO ED E' PROTETTO A TERMINI DI LEGGE.

Inquadramento territoriale:

REGIONE PIEMONTE

PROVINCIA DI CUNEO

COMUNE DI ROCCAFORTE MONDOVI'

Committenza:

01 COMUNE DI ROCCAFORTE MONDOVI'

con sede in Via IV Novembre, 1 - 12088 Roccaforte Mondovì (CN)

Progetto:

**INTERVENTO DI NUOVA COSTRUZIONE EDIFICIO AD USO MENSA
E ATTIVITA' SCOLASTICHE A SERVIZIO DELLA SCUOLA PRIMARIA
COMUNALE DI ROCCAFORTE MONDOVI' IN PIAZZA M. EULA -
LOTTO 1**

Elaborato:

**15 a - DT01S - RELAZIONE GEOTECNICA E
GEOLOGICA**

**S T U D I O
B E R T A N O**

SERVIZI PROGETTAZIONE
EDILIZIA URBANISTICA
AMBIENTE TERRITORIO

VICOFORTE - CUNEO

VIA FRANCESCO GALLO 11
12080 VICOFORTE (CN)
TELEF/FAX 0174. 56.39.61
PART. IVA 02442780041

ARCH. CLAUDIO BERTANO
CF BRT CLD 68L22 F351N
CLAUDIO.BERTANO@LIBERO.IT

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA /
PROGETTO PRELIMINARE GENERALE
PROGETTO DEFINITIVO - LOTTO 1
PROGETTO ESECUTIVO - LOTTO 1
PERIZIA SUPPLETIVA DI VARIANTE
REVISIONE/AGGIORN. 01. 02. 03.

Vicoforte, 29.05.2018
Vicoforte, 04.07.2018
Vicoforte, 16.07.2018
Vicoforte, /



CONSULENZA STRUTTURE:



Stampa: STUDIO ASSOCIATO I.G.E.S. - 682 - VICOFORTE (CN)
Stampa: STUDIO ASSOCIATO I.G.E.S. - 682 - VICOFORTE (CN)
Firma: CLAUDIO BERTANO

Il Tecnico incaricato: Dr. Arch. Claudio Bertano
\\PC02\Documenti\LAVORIPUBBLICI\Roccaforte Mensa Scuola\LOTTO 1\ESEC Lotto 1\Intest\Roccaf Mensa scol LOTTO1.doc
QUESTO DOCUMENTO E' DI PROPRIETA' DELLO STUDIO C. BERTANO ED E' PROTETTO A TERMINI DI LEGGE.

Indice

| | | |
|-----|---|----|
| 1 | PREMESSE..... | 4 |
| 2 | DESCRIZIONE DELLE OPERE, DEGLI INTERVENTI E SCELTE TIPOLOGICHE..... | 4 |
| 3 | CARATTERIZZAZIONE SISMICA..... | 5 |
| 4 | GEOLOGIA DEL SITO | 10 |
| 5 | CARATTERIZZAZIONE FISICA E MECCANICA DEI TERRENI E DEFINIZIONE DEI VALORI CARATTERISTICI DEI PARAMETRI GEOTECNICI..... | 10 |
| 6 | MODELLI GEOTECNICI DI SOTTOSUOLO E METODI DI ANALISI..... | 10 |
| 7 | VERIFICHE DELLA SICUREZZA E DELLE PRESTAZIONI..... | 11 |
| 8 | VERIFICHE GEOTECNICHE | 12 |
| 8.1 | CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE DEL TERRENO IN CONDIZIONI NON SISMICHE | 13 |
| 8.2 | CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE DEL TERRENO IN CONDIZIONI SISMICHE | 15 |
| 9 | CONCLUSIONI..... | 19 |
| 10 | ALLEGATO 1: RELAZIONE GEOLOGICA (Dott. Geol. Giuseppe Galliano) | 20 |

1 PREMESSE

Per conto del Comune di Roccaforte Mondovì lo scrivente ha verificato la compatibilità della geologia del sito con i lavori nuova realizzazione dell'edificio a servizio mensa e attività scolastiche per la Scuola Primaria del Comune di Roccaforte Mondovì (CN).

Le verifiche sono condotte ai sensi della normativa vigente ovvero del D.M. 17/01/2018 *“Aggiornamento alle Norme Tecniche per le Costruzioni”*.

Nel seguito si riportano le considerazioni svolte in merito al tema in oggetto.

2 DESCRIZIONE DELLE OPERE, DEGLI INTERVENTI E SCELTE TIPOLOGICHE

Oggetto della presente relazione è la valutazione della sicurezza e la verifica dell'intervento di nuova realizzazione dell'edificio a servizio mensa e attività scolastiche per la Scuola Primaria del Comune di Roccaforte Mondovì (CN).

L'edificio in esame verrà ubicato nel Comune di Roccaforte Mondovì (CN), nel centro abitato del paese e sarà realizzato nei pressi dell'edificio scolastico esistente per poter dare un servizio comodo e facilmente fruibile agli alunni presenti nella scuola che intendono utilizzare tale servizio. La costruzione attuale è risalente agli anni '90 ed è impostata secondo una pianta ad L, mentre la nuova struttura dedicata a mensa e attività scolastiche che verrà realizzata a breve distanza, avrà una pianta regolare quasi perfettamente quadrata.

Il fabbricato in progetto si sviluppa su due piani, a pianta pressoché quadrata, ciascuno con superficie di circa 175 mq: uno seminterrato, i cui locali sono destinati ad attività scolastiche collettive, di servizio e simili ed uno terreno rialzato dove saranno ospitati gli spazi destinati a mensa scolastica. Inoltre è prevista un'area esterna pertinenziale in parte a verde e in parte pavimentata, realizzata parzialmente su terrapieno.

Nello specifico l'organizzazione del piano terra rialzato prevede uno spazio refettorio/attività collettive, un'area per lo smistamento e distribuzione dei pasti che verranno preparati all'esterno, uno spazio per la pulizia degli allievi corredato da lavabi e servizi igienici, anche ad uso disabili, ufficio per la gestione delle attività correlate agli spazi mensa comprensivo di locali spogliatoio e servizi igienici addetti. Viste le risorse attualmente a disposizione, la realizzazione dell'edificio caro all'Amministrazione proponente è stata suddivisa in più lotti d'intervento distinti. Il presente primo lotto d'intervento prevede l'esecuzione di scavi di sbancamento, a sezione obbligata e riporti, demolizioni e rimozioni;

- esecuzioni di sottofondazioni in calcestruzzo magro;
- realizzazione di struttura in calcestruzzo cementizio armato per travi di fondazione, muri perimetrali in c.a., pilastri in c.a. nascenti dalla fondazione fino alla copertura e solai del piano seminterrato e della copertura in latero-cemento armato;

- opere varie per interventi accessori ai lavori principali (opere a tergo muri perimetrali, spostamento/esecuzione di condotte, caditoie, pozzetti e simili, ecc.).

La struttura portante dell'edificio è quindi costituita da solai, pilastri in calcestruzzo armato e muri perimetrali in c.a., da questi ultimi, fondati a livello del piano seminterrato, nascono i pilastri del piano superiore che sorreggeranno la copertura.

La copertura del fabbricato, sempre in laterocemento, è del tipo piano.

Dall'esame della stratigrafia del terreno, delle caratteristiche geomeccaniche e dei carichi trasmessi sul terreno dalla struttura sovrastante, si è ritenuto di adottare delle fondazioni superficiali in calcestruzzo armato ordinario.

Per una migliore comprensione del testo e per i dettagli costruttivi, si rimanda agli elaborati grafici di progetto.

3 CARATTERIZZAZIONE SISMICA

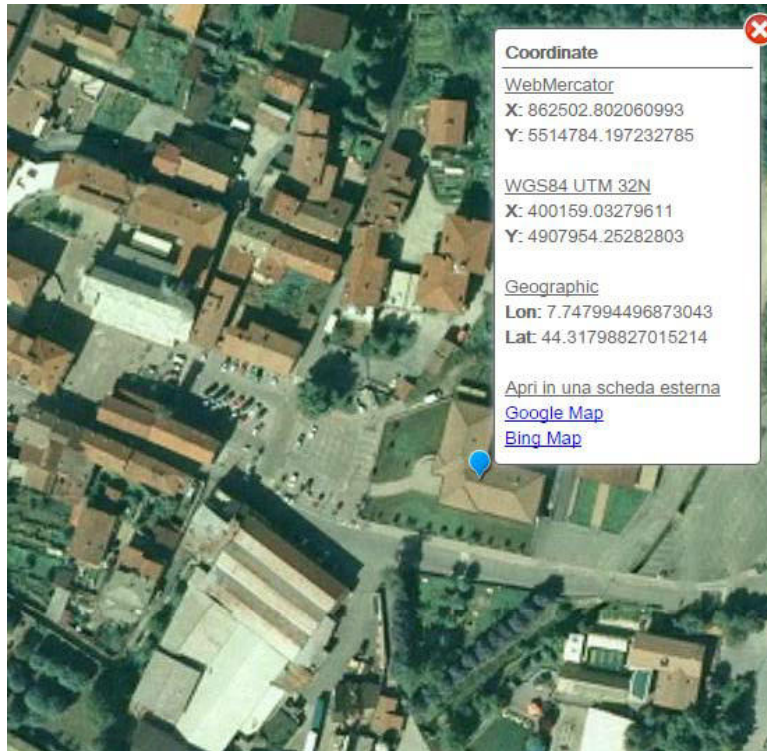
Il Comune di Roccaforte Mondovì ricade in zona 3 come stabilito dalla nuova classificazione sismica introdotta con D.G.R. 19/01/2010 n. 11-13058, entrata definitivamente in vigore dal 01/01/2012 a seguito dell'approvazione della D.G.R. 12/12/2011 n. 4-3084.

La precedente normativa sismica (Ordinanza 3274), aveva suddiviso il territorio nazionale in 4 zone per ciascuna delle quali forniva un valore di accelerazione orizzontale massima su suolo di categoria A, con probabilità di superamento del 10% in 50 anni.

Il D.M. 14/01/2008, ripreso poi dal D.M. 17/01/2018 aveva suddiviso invece il territorio nazionale in un reticolo di 10751 punti costituenti una maglia quadrata con lato 5.5 km circa. Per ogni punto la norma fornisce un valore di accelerazione orizzontale massima su suolo di categoria A, oltre al valore massimo del fattore di amplificazione ed al valore del periodo di inizio del tratto a velocità costante nello spettro di risposta.

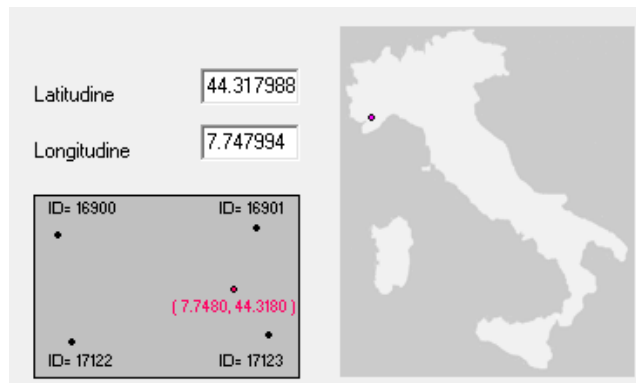
Nel seguito si riportano i dati sismici per il sito in esame:

- ubicazione del cantiere, come da reticolo allegato al "D.M. 17/01/2018", nel caso specifico latitudine e longitudine del sito



Lat. 44.317988 - Lon. 7.747994

(sito http://webgis.arpa.piemonte.it/localita_coordinate_webapp)



Maschera del software Dolmen

- natura del sottosuolo, nel caso specifico di tipo B (rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti), la cui indagine sismica è riportata nella Relazione Geologica e Sismica redatta dal Dott. Geol. Giuseppe Galliano, datata gennaio 2015, allegata alla Relazione Geotecnica

A - Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi
 B - Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa o terreni a grana fina molto consistenti
 C - Depositì di terreni a grana grossa mediamente addensati, o terreni a grana fina mediamente consistenti
 D - Depositì di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti
 E - Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m

Maschera del software Dolmen

- coefficiente di amplificazione topografica, nel caso specifico pari a 1 in quanto la costruzione è ricadente su un pendio con angolo di inclinazione $\leq 15^\circ$

Coefficiente di amplificazione topografica

Tabella 2.2.VI - Valori massimi del coeff. di amplif. topografica

| Categoria topografica | Ubicazione dell'opera o dell'intervento | S_T |
|-----------------------|--|-------|
| T1 | - | 1,0 |
| T2 | In corrispondenza della sommità del pendio | 1,2 |
| T3 | In corrispondenza della cresta del rilievo | 1,2 |
| T4 | In corrispondenza della cresta del rilievo | 1,4 |

Maschera del software Dolmen

- fattore di struttura q pari a 1, in accordo con quanto indicato dal D.M. 17/01/2018.

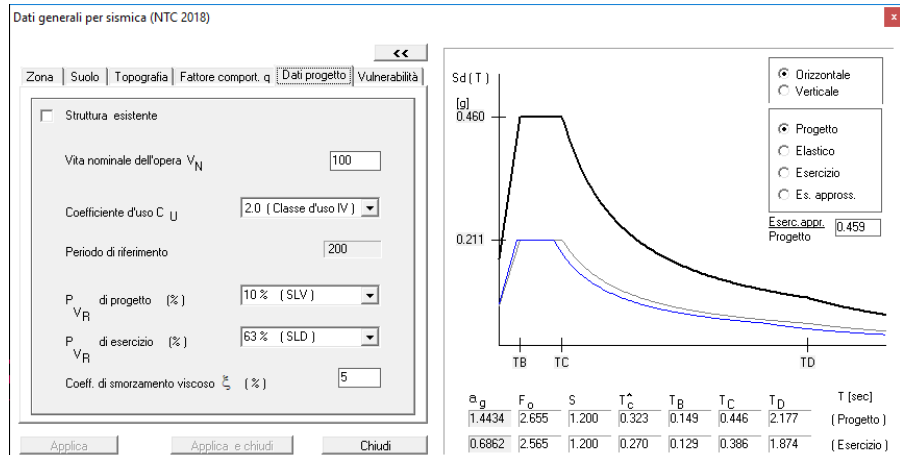
Per azioni orizzontali :

q

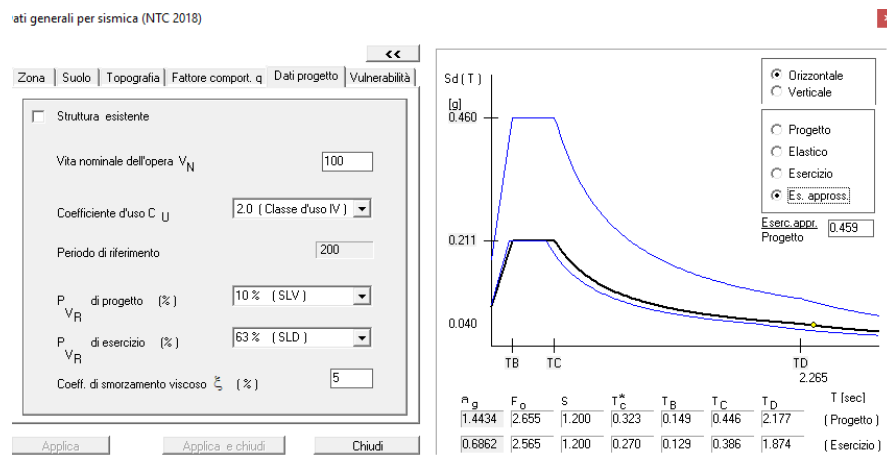
Maschera del software Dolmen

- vita nominale dell'opera, nel caso specifico pari a 100 anni in quanto riferita alle costruzioni di tipo 3 (costruzioni con livelli di prestazioni elevati)
- classe d'uso, nel caso specifico classe IV valida per costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità, a cui corrisponde il coefficiente d'uso pari a 2

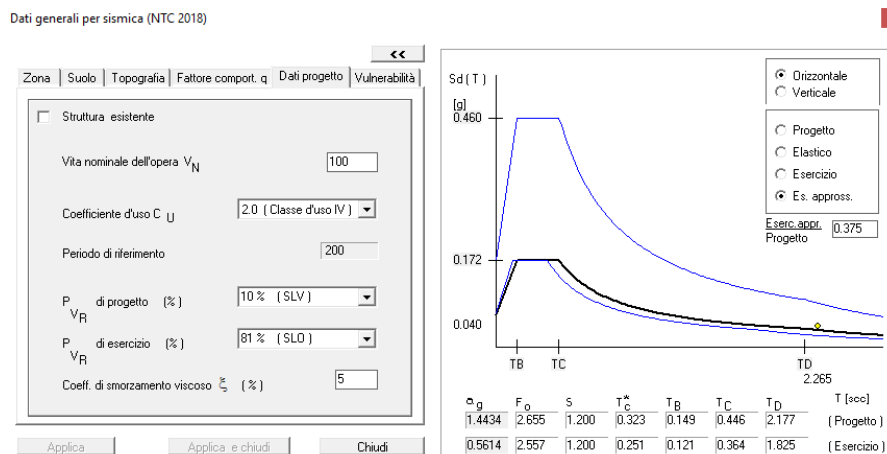
- periodo di riferimento dell'azione sismica, nel caso specifico pari a 200 anni, ottenuto moltiplicando la vita nominale per il coefficiente d'uso
- probabilità di superamento dello stato limite considerato, dell'azione sismica nel periodo di riferimento



Spettro di progetto usato per le verifiche a SLV

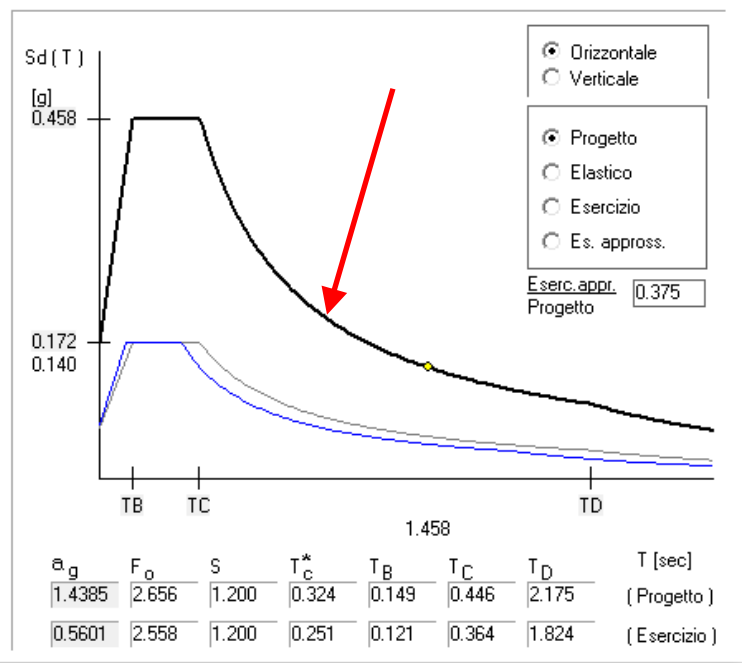


Spettro di esercizio approssimato usato per le verifiche a SLD

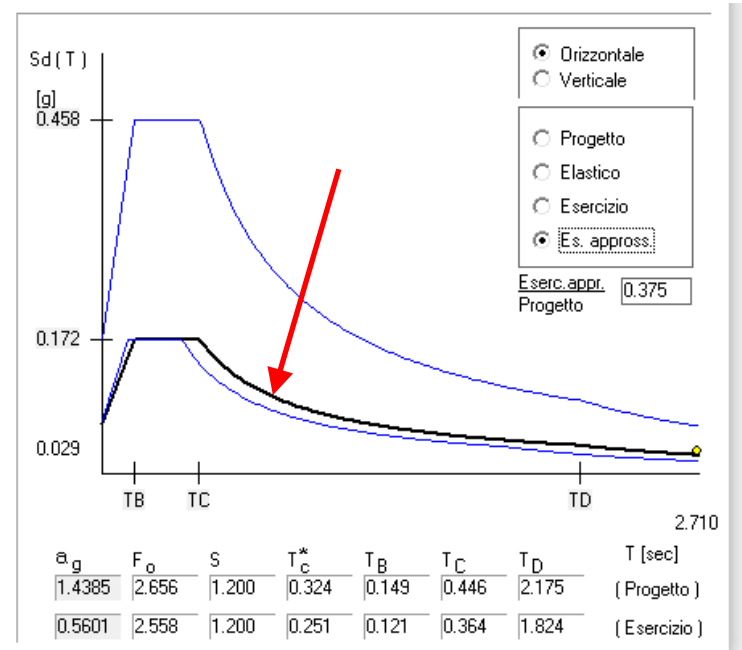


Spettro di esercizio approssimato usato per le verifiche a SLO

Nel seguito si mostrano i diversi andamenti dello spettro di progetto e dello spettro di esercizio usati rispettivamente per la valutazione dell'azione del sisma da introdurre nella combinazione sismica di stato limite ultimo SLV (Stato Limite di salvaguardia della Vita) e nella combinazione di stato limite di esercizio SLO (Stato Limite di Operatività).



Spettro di progetto usato per le verifiche a SLV



Spettro di esercizio approssimato usato per le verifiche a SLO

4 GEOLOGIA DEL SITO

Si allega alla presente la Relazione Geologica e Geotecnica, datata Gennaio 2015, redatta dal Dott. Geol. Giuseppe Galliano.

Da un punto di vista topografico e geomorfologico, il Comune di Roccaforte Mondovì è ubicato nel settore meridionale della Provincia di Cuneo, in corrispondenza al tratto terminale della Valle Ellero e si sviluppa all'interno del bacino del Torrente Ellero.

In particolare l'area di intervento è localizzata nel centro abitato di Roccaforte Mondovì, in destra idrografica del T. Lurisia, ad una quota di circa 575 m s.l.m.

La classificazione sismica dei terreni del settore indagato è stata effettuata sulla base delle prove strumentali direttamente svolte durante il sopralluogo effettuato a cura del Dott. Geol. Giuseppe Galliano.

Per maggiori dettagli si rimanda alla Relazione Geologica allegata alla presente.

5 CARATTERIZZAZIONE FISICA E MECCANICA DEI TERRENI E DEFINIZIONE DEI VALORI CARATTERISTICI DEI PARAMETRI GEOTECNICI

Le opere di fondazione saranno impostate direttamente circa 120 cm al di sotto del piano finito.

Inoltre, sugli edifici adiacenti all'intervento in progetto, aventi fondazioni dirette, non sono presenti crepe o qualsiasi altro segno di dissesto che inducano a pensare cedimenti a livello delle fondazioni.

Dall'esame della Relazione Geologica, si adottano i seguenti parametri geotecnici del terreno di fondazione che interagisce con la struttura:

- γ = peso di volume totale = 1950 daN/mc
- φ' = angolo di resistenza al taglio = 36°
- c = coesione = 0 kPa

6 MODELLI GEOTECNICI DI SOTTOSUOLO E METODI DI ANALISI

Nel modello strutturale di calcolo l'interazione suolo-struttura è stata considerata schematizzando il terreno come un letto di molle elastiche indipendenti (modello alla Winkler). La costante di sottofondo del terreno è stata posta pari a 8 daN/cm³.

Le interazioni terreno-struttura sono state contemplate nel modello di calcolo strutturale mediante elementi finiti specifici costituiti da travi su suolo elastico.

7 VERIFICHE DELLA SICUREZZA E DELLE PRESTAZIONI

Le verifiche della sicurezza in fondazione sono condotte nei riguardi dello stato limite ultimo e dello stato limite di esercizio, applicando dei coefficienti parziali di sicurezza alle azioni, alle caratteristiche dei materiali e alle resistenze. I coefficienti parziali sono diversamente raggruppati e combinati tra loro in funzione del tipo e delle finalità delle verifiche, nei diversi stati limite considerati.

Le verifiche nei riguardi dello stato limite ultimo (SLU) previste dalla Normativa sono:

EQU – perdita di equilibrio della struttura, del terreno o dell'insieme terreno-struttura, considerati come corpi rigidi;

STR – raggiungimento della resistenza degli elementi strutturali, compresi gli elementi di fondazione;

GEO – raggiungimento della resistenza del terreno interagente con la struttura con sviluppo di meccanismi di collasso dell'insieme terreno-struttura;

ULP – perdita di equilibrio della struttura o del terreno, dovuta alla sottospinta dell'acqua (galleggiamento);

HYD – erosione e sifonamento del terreno dovuta a gradienti idraulici.

Verifiche EQU: l'edificio è soggetto ad azioni di tipo verticale e di tipo orizzontale. Le pressioni sul terreno di fondazione sono tutte di compressione pertanto, non essendo presenti tensioni di trazione, non si hanno fenomeni di perdita di equilibrio della struttura.

Verifiche STR: le verifiche di resistenza degli elementi strutturali di fondazione sono state eseguite contestualmente alla verifica degli elementi strutturali in elevazione; le relative verifiche sono riportate nella relazione di calcolo.

Verifiche GEO: le verifiche di resistenza del terreno interagente con la struttura sono condotte confrontando i valori di resistenza con quelli di progetto, secondo l'Approccio 2, come riportato nelle pagine seguenti.

Verifiche UPL e HYD: poiché nel terreno si realizzerà un adeguato sistema di captazione e regimazione delle acque superficiali, non si hanno fenomeni di galleggiamento o sifonamento.

8 VERIFICHE GEOTECNICHE

La verifica di resistenza del terreno interagente con la struttura viene condotta con l'**Approccio 2** con la Combinazione (A1+M1+R3), nella quale i coefficienti A1 sono gli stessi delle verifiche strutturali, i coefficienti M1 da applicare ai materiali sono tutti unitari ed il coefficiente R3 per la verifica della capacità portante è pari a 2.3.

Tabella 6.2.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni.

| CARICHI | EFFETTO | Coefficiente Parziale γ_F (o γ_E) | EQU | (A1) STR | (A2) GEO |
|---|-------------|---|-----|-------------|-------------|
| Permanenti | Favorevole | γ_{G1} | 0,9 | 1,0 | 1,0 |
| | Sfavorevole | | 1,1 | 1,3 | 1,0 |
| Permanenti non strutturali ⁽¹⁾ | Favorevole | γ_{G2} | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| | Sfavorevole | | 1,5 | 1,5 | 1,3 |
| Variabili | Favorevole | γ_{Qi} | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| | Sfavorevole | | 1,5 | 1,5 | 1,3 |

(1) Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. i carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti, si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

Tabella 6.2.II – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

| PARAMETRO | GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE | COEFFICIENTE PARZIALE γ_M | (M1) | (M2) |
|--|---|--|------|------|
| Tangente dell'angolo di resistenza al taglio | $\tan \phi'_k$ | $\gamma_{\phi'}$ | 1,0 | 1,25 |
| Coesione efficace | c'_k | $\gamma_{c'}$ | 1,0 | 1,25 |
| Resistenza non drenata | c_{uk} | γ_{cu} | 1,0 | 1,4 |
| Peso dell'unità di volume | γ | γ_γ | 1,0 | 1,0 |

Tabella 6.4.I - Coefficienti parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi di fondazioni superficiali.

| VERIFICA | COEFFICIENTE PARZIALE (R1) | COEFFICIENTE PARZIALE (R2) | COEFFICIENTE PARZIALE (R3) |
|-------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| Capacità portante | $\gamma_R = 1,0$ | $\gamma_R = 1,8$ | $\gamma_R = 2,3$ |
| Scorrimento | $\gamma_R = 1,0$ | $\gamma_R = 1,1$ | $\gamma_R = 1,1$ |

8.1 CALCOLO DELLA CAPACITÀ PORTANTE DEL TERRENO IN CONDIZIONI NON SISMICHE

Il calcolo della capacità portante del terreno (q_{lim}) viene eseguito secondo la formula trinomia di Brinch-Hansen, considerando separatamente i contributi dovuti alla coesione, al sovraccarico laterale ed al peso del terreno.

Le caratteristiche del terreno consentono di effettuare la verifica della capacità portante in condizioni drenate; si utilizzano i coefficienti di capacità portante N_q (Prandtl, 1921), N_c (Reissner, 1924), N_γ (Vesic, 1973), i coefficienti correttivi dovuti alla forma della fondazione (s , Meyerhof, 1951 e 1963), all'approfondimento (d , Brinch Hansen, 1970), all'inclinazione del carico (i , Vesic, 1973), all'inclinazione del piano di posa (b , Brinch Hansen, 1970), all'inclinazione del piano campagna (g , Brinch Hansen, 1970).

Si riporta il calcolo della capacità portante della trave di fondazione centrale alla struttura (per i riferimenti vedasi le tavole strutturali di Progetto); il piano di posa è orizzontale.

$$q_{LIM} = \frac{1}{2} * \gamma' * B' * N_\gamma * s_\gamma * i_\gamma * b_\gamma * g_\gamma * d_\gamma + c' * N_c * s_c * d_c * i_c * b_c * g_c + q' * N_q * s_q * d_q * i_q * b_q * g_q$$

In cui compaiono:

γ' = peso di volume alleggerito ($\gamma - \gamma_w$) = 1950 daN/mc;

φ' = angolo di resistenza al taglio a volume costante = 36°;

c' = coesione efficace = 0;

B = larghezza della fondazione = 120 cm;

L = lunghezza della fondazione = 1070 cm;

D = profondità del piano di posa rispetto al piano campagna = 120 cm;

N_γ, N_q, N_c = fattori di capacità portante dipendenti dall'angolo $\varphi' = 36^\circ$

$$\rightarrow N_\gamma = 56.31, N_q = 37.75, N_c = 50.58$$

(vedi testo "C. Viggiani, *Fondazioni*, p.172")

s_γ, s_q, s_c = fattori di forma della fondazione;

$$s_\gamma = s_q = 1 + 0.1 * B'/L * (1 + \sin\varphi') / (1 - \sin\varphi') = 1.03$$

$$s_c = 1 + 0.2 * B'/L * (1 + \sin\varphi') / (1 - \sin\varphi') = 1.07$$

d_γ, d_q, d_c = fattori che tengono conto dell'effetto dovuto alla resistenza al

taglio lungo la superficie di scorrimento; per $D/B < 1$

(vedi testo "R.Lancellotta , Geotecnica , p.460")

$$d_\gamma = 1$$

$$d_q = 1 + 2 \cdot D/B' \cdot \tan \varphi' \cdot (1 - \sin \varphi')^2 = 1.2$$

$$d_c = d_q - (1 - d_q) / (N_c \cdot \tan \varphi') = 1.21$$

i_γ, i_q, i_c = fattori che tengono conto dell'inclinazione dei carichi;

$$i_\gamma = [1 - H / (N + B' \cdot L' \cdot c' \cdot \cot \varphi')]^{(m+1)} = 1$$

$$i_q = [1 - H / (N + B' \cdot L' \cdot c' \cdot \cot \varphi')]^m = 1$$

$$i_c = i_q - (1 - i_q) / (N_c \cdot \tan \varphi') = 1$$

$$m = (2 + B/L) / (1 + B/L) = 1.90$$

b_γ, b_q, b_c = fattori che tengono conto dell'inclinazione α della fondazione

$$b_\gamma = b_q = (1 - \alpha \cdot \tan \varphi')^2 = 1$$

$$b_c = b_q - (1 - b_q) / (N_c \cdot \tan \varphi') = 1$$

g_γ, g_q, g_c = fattori che tengono conto dell'inclinazione ω del piano campagna

$$g_\gamma = g_q = (1 - \tan \omega)^2 = 1$$

$$g_c = g_q - (1 - g_q) / (N_c \cdot \tan \varphi') = 1$$

q' = tensione verticale efficace a lato della fondazione = $\gamma' \cdot D = 0.23 \text{ daN/cm}^2$

Per tener conto dell'eccentricità del carico applicato alla fondazione, (Meyerhof 1953 e Brinch-Hansen 1970), come superficie rispetto alla quale il carico applicato risulta centrato (detta "area efficace"), pertanto nelle formule precedenti si utilizzerà il valore B e L.

Da quanto sopra risulta che la portata limite è pari a:

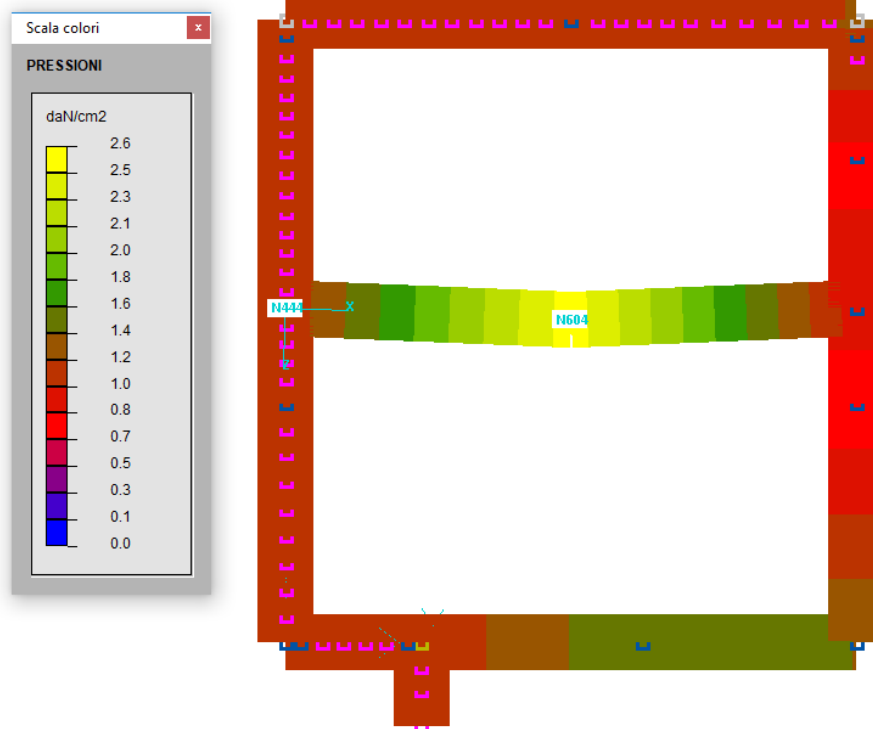
$$q_{LIM} = 17.34 \text{ daN/cm}^2$$

Applicando il coefficiente di sicurezza pari a $F_s = 2.3$ si avrà:

$$q_{amm} = 17.34 / 2.3 = 7.54 \text{ daN/cm}^2$$

Sotto l'azione del Caso di Carico Non Sismici a SLU, la pressione massima sul terreno risulta:

$$q_{max} = 2.6 \text{ daN/cm}^2 < q_{amm} \rightarrow \text{la verifica è soddisfatta.}$$



Pressioni a SLU senza sisma

8.2 CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE DEL TERRENO IN CONDIZIONI SISMICHE

Le verifiche agli stati limite ultimi in condizioni sismiche devono essere effettuate considerando le azioni dei 2 Casi di Carico Sismici a SLU con Sisma X e SLU con Sisma Y, tenendo conto che il fattore di struttura è stato scelto pari a 1, impiegando i parametri geotecnici e le resistenze di progetto con i valori definiti in precedenza.

In condizioni sismiche, nella formula di Brinch-Hansen si inseriscono due coefficienti legati all'inerzia del terreno:

$$z_q = z_\gamma = (1 - k_h / \tan\phi')^{0.35} = 0.98$$

$$z_c = 1 - 0.32 * k_h = 0.99$$

in cui k_h è il coefficiente di intensità sismica orizzontale, pari a:

$$k_h = \beta_s * a_{max} / g$$

sapendo che:

$$a_{max} = S * a_g$$

e

$$S = S_s * S_T$$

si ottiene: $k_h = \beta_s \cdot S \cdot a_g / g = \beta_s \cdot S_s \cdot S_T \cdot a_g / g = 0.0415$

in cui:

$S = S_s \cdot S_T =$ coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica e topografica = 1.2;

$a_g =$ accelerazione orizz. massima attesa su sito di riferimento rigido = 1.443 m/s² ($a_g(g) = 0.144g$);

$g =$ accelerazione di gravità = 9.81 m/s²;

$\beta_s =$ coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito = 0.24:

Tabella 7.11.I – Coefficienti di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito.

| | Categoria di sottosuolo | |
|-------------------------|-------------------------|------------|
| | A | B, C, D, E |
| | β_s | β_s |
| $0,2 < a_g(g) \leq 0,4$ | 0,30 | 0,28 |
| $0,1 < a_g(g) \leq 0,2$ | 0,27 | 0,24 |
| $a_g(g) \leq 0,1$ | 0,20 | 0,20 |

Amplificazione stratigrafica

Per sottosuolo di categoria A i coefficienti S_s e C_c valgono 1.

Per le categorie di sottosuolo B, C, D ed E i coefficienti S_s e C_c possono essere calcolati, in funzione dei valori di F_0 e T_c^* relativi al sottosuolo di categoria A, mediante le espressioni fornite nella Tab. 3.2.V, nelle quali g è l'accelerazione di gravità ed il tempo è espresso in secondi.


Tabella 3.2.V – Espressioni di S_s e di C_c

| Categoria sottosuolo | S_s | C_c |
|----------------------|---|------------------------------|
| A | 1,00 | 1,00 |
| B | $1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$ | $1,10 \cdot (T_c^*)^{-0,20}$ |
| C | $1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$ | $1,05 \cdot (T_c^*)^{-0,33}$ |
| D | $0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$ | $1,25 \cdot (T_c^*)^{-0,50}$ |
| E | $1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$ | $1,15 \cdot (T_c^*)^{-0,40}$ |

Amplificazione topografica

Per tener conto delle condizioni topografiche e in assenza di specifiche analisi di risposta sismica locale, si utilizzano i valori del coefficiente topografico S_T riportati nella Tab. 3.2.VI, in funzione delle categorie topografiche definite in § 3.2.2 e dell'ubicazione dell'opera o dell'intervento.

Tabella 3.2.VI – Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica S_T



| Categoria topografica | Ubicazione dell'opera o dell'intervento | S_T |
|-----------------------|--|-------|
| T1 | - | 1,0 |
| T2 | In corrispondenza della sommità del pendio | 1,2 |
| T3 | In corrispondenza della cresta del rilievo | 1,2 |
| T4 | In corrispondenza della cresta del rilievo | 1,4 |

La variazione spaziale del coefficiente di amplificazione topografica è definita da un decremento lineare con l'altezza del pendio o rilievo, dalla sommità o cresta fino alla base dove S_T assume valore unitario.

Questo metodo è valido se $k_h < \tan\phi' = \tan 36^\circ = 0.727$.

Da quanto sopra risulta che la nuova portata limite in condizioni sismiche è pari a:

$$q_{LIM} = 17.34 * Z_q * Z_c = 17.34 * 0.98 * 0.99 = 16.82 \text{ daN/cm}^2$$

Applicando il coefficiente di sicurezza pari a $F_s = 2.3$ si avrà:

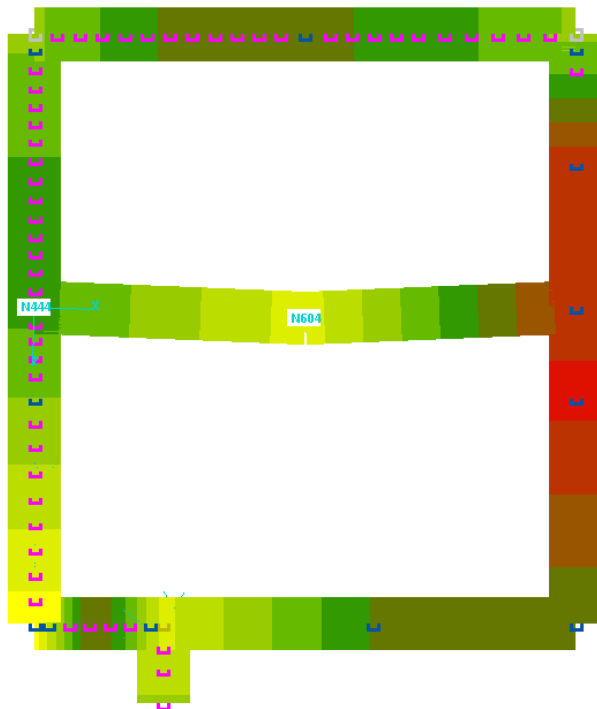
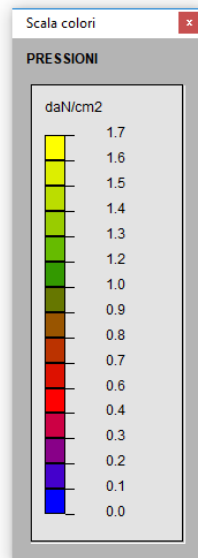
$$q_{amm} = 17.34 / 2.3 = 7.54 \text{ daN/cm}^2$$

Sotto l'azione dei carichi di progetto a SLU con Sisma X la pressione massima sul terreno risulta:

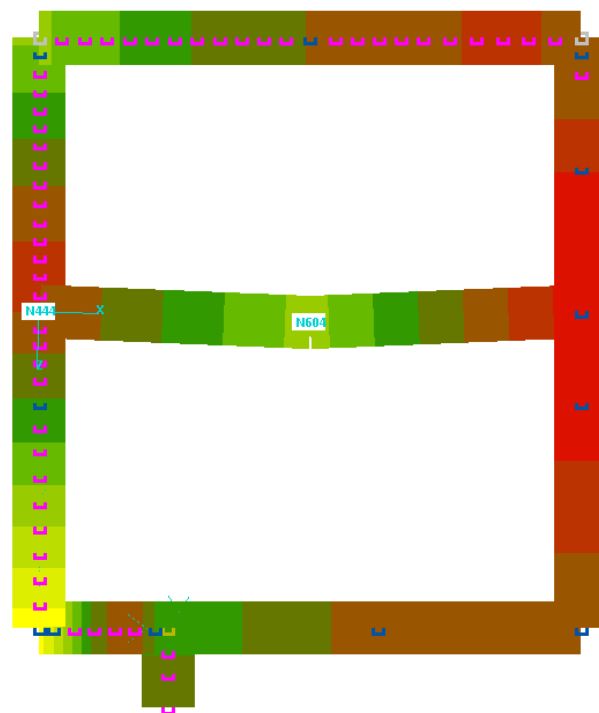
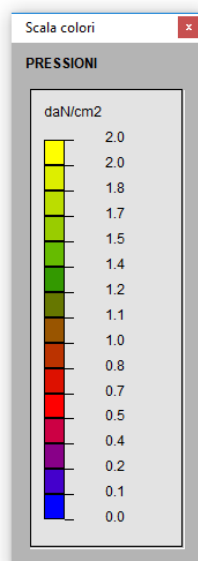
$$q_{max} = 1.7 \text{ daN/cm}^2 < q_{amm} \rightarrow \text{la verifica è soddisfatta.}$$

Sotto l'azione dei carichi di progetto a SLU con Sisma Y la pressione massima sul terreno risulta:

$$q_{max} = 2.0 \text{ daN/cm}^2 < q_{amm} \rightarrow \text{la verifica è soddisfatta.}$$



Pressioni a SLU CON Sisma X



Pressioni a SLU CON Sisma Y

9 CONCLUSIONI

Per quanto descritto nei paragrafi precedenti, considerate:

- ✓ la verificata geologia del sito in esame
- ✓ la buona capacità portante della formazione geologica di base presente calcolata con la formula trinomia del carico limite in condizioni drenate opportunamente corretta tenendo conto anche degli effetti sismici
- ✓ le risultanze dei calcoli relativi alla portata ammissibile confrontate con le effettive sollecitazioni indotte dalla nuova struttura sul terreno di fondazione

il sottoscritto dichiara le opere di fondazione previste compatibili con le caratteristiche del terreno presente in sito e i valori di tensione trasmessi dal manufatto inferiori al limite di portata ammissibile.

Si prescrive come unica avvertenza che il piano di posa delle fondazioni sia in ogni caso adeguatamente compatto e privo di ogni detrito di scavo prima del getto in opera delle fondazioni, e che a fine lavori venga eseguito un efficiente sistema di captazione e regimazione delle acque superficiali.

10 ALLEGATO 1: RELAZIONE GEOLOGICA (Dott. Geol. Giuseppe Galliano)



COMUNE DI ROCCAFORTE MONDOVI'

PROGETTO DEI LAVORI PROGETTO DEI LAVORI DI ADEGUAMENTO NORMATIVO DELLA SCUOLA PRIMARIA



RELAZIONE GEOLOGICA E SISMICA

| | | |
|-----------------------|-------------------------------|---|
| Committente: | COMUNE DI ROCCAFORTE MONDOVI' | Via IV Novembre, 1 – ROCCAFORTE MONDOVI' (CN) |
| Elaborato redatto da: | dott. geol. Giuseppe GALLIANO | Via Matteotti, 2 – 12073 CEVA (CN) |
| Data: | Gennaio 2015 | |





INDICE

| | |
|--|-----------|
| -PREMESSA..... | 3 |
| 1.0 - INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO E GEOMORFOLOGICO..... | 4 |
| 2.0 - LINEAMENTI GEOLOGICI..... | 6 |
| 3.0 - MODELLO GEOLOGICO DI RIFERIMENTO..... | 7 |
| 3.1 – Lineamenti geomorfologici e pericolosità geomorfologica..... | 8 |
| 3.2 – Assetto geologico e circolazione idrica superficiale e profonda..... | 11 |
| 3.3 - Acque profonde | 11 |
| 4.0 - MODELLO GEOTECNICO DEL SOTTOSUOLO..... | 11 |
| 4.1.0 Assetto litostratigrafico dell’area | 13 |
| 5.0 - PARAMETRI GEOTECNICI DI RIFERIMENTO..... | 14 |
| 5.1.0 - CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI MATERIALI..... | 14 |
| 5.1.1 - materiali superficiali compressibili (unità litologica I)..... | 14 |
| 5.1.2 – ghiaie sabbiose - ciottolose (unità litologica II)..... | 14 |
| 6.0 - CLASSIFICAZIONE SISMICA DEI TERRENI..... | 14 |
| 6.1 - Pericolosità sismica e calcolo della vs30 ai fini della determinazione dell’azione sismica di progetto..... | 15 |
| 6.1.0 - Indagini geofisiche..... | 17 |
| 6.1.1 – <i>Srumentazione utilizzata</i> | 17 |
| 6.1.2 – <i>Elaborazione dati</i> | 18 |
| 6.1.3 – <i>Profilo di velocità e valutazione del parametro Vs30</i> | 18 |
| 6.1.4 – <i>Considerazioni conclusive</i> | 19 |
| 6.1.5 – <i>Pericolosità sismica di base</i> | 19 |
| 7.0 - CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE..... | 21 |



-PREMESSA

L'incarico affidato allo scrivente prevede la stesura dell'elaborato di carattere geologico e sismico per la caratterizzazione dei terreni in merito al "Progetto dei lavori di adeguamento normativo della scuola primaria" nel Comune di ROCCAFORTE MONDOVI'.

Il lavoro è finalizzato alla definizione del modello geologico dell'area ed alla caratterizzazione sismica dei terreni.

Per l'espletamento del lavoro sono stati consultati i dati pubblicati nella letteratura specifica:

- *le carte edite dalla Banca Dati Geologica Regionale, a cura del Settore per la Prevenzione del Rischio Geologico, Meteorologico e Sismico della Regione Piemonte;*
- *la cartografia del PAI "Atlante dei rischi idraulici e idrogeologici – delimitazione delle aree in dissesto";*
- *la cartografia dei dissesti Progetto IFFI (Inventario Fenomeni Franosi in Italia);*
- *gli allegati geologici al P.R.G.C. vigente.*

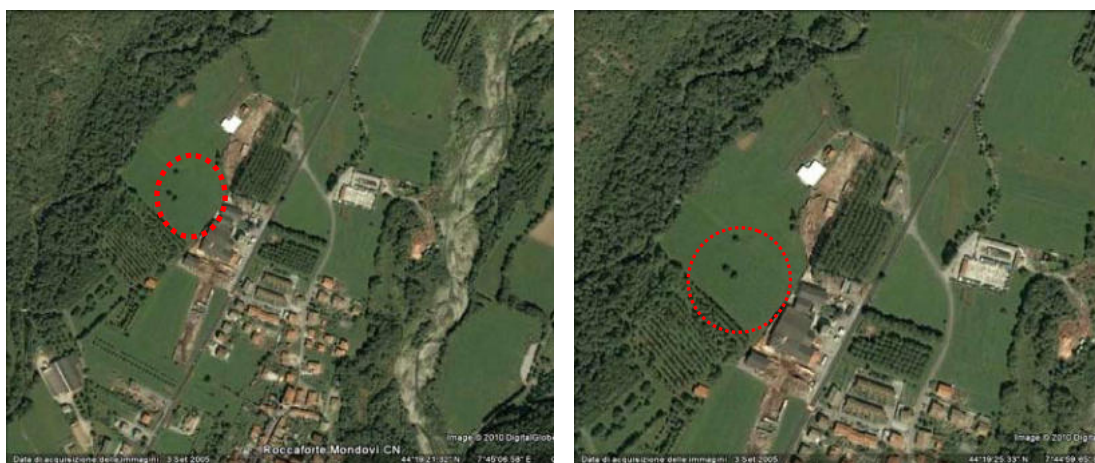
L'elaborato viene predisposto, inoltre, in ottemperanza alle norme di legge vigenti ed in particolare:

- *D.M. dell'11/03/1988 n. 47 "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce ...";*
- *D.P.C.M. 24/05/2001 "Approvazione del "Piano Stralcio per la difesa del suolo dal rischio idraulico e idrogeologico. (Legge 183/89, art. 17 comma 6-ter)" adottato dall'Autorità di Bacino del Fiume Po con Deliberazione del Comitato Istituzionale 26/04/2001 n. 18;*
- *Ordinanza P. C. M. 20 marzo 2003 n. 3274 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica".*
- *Ord. P.C.M. 3316 02/10/2003 "Modifiche ed integrazioni all'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003, recante "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica".*
- *L.R. n. 56/77 e s.m.i., "Legge urbanistica regionale";*
- *Circolare PGR n°11/PRE dell'8 maggio 1990 "Circolare esplicativa sugli adempimenti in ordine all'applicazione del D.M. 11 marzo 1998 ...";*
- *N.T.A. del P.R.G.C. vigente.*

1.0 - INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO E GEOMORFOLOGICO

Il Comune di Roccaforte Mondovì è ubicato nel settore meridionale della Provincia di Cuneo, in corrispondenza al tratto terminale della Valle Ellero, si sviluppa all'interno del bacino del Torrente Ellero.

L'area di intervento è localizzata nell'abitato del Capoluogo, in destra idrografica del T. Lurisia, ad una quota di circa 575m s.l.m..



Stralcio di foto satellitare con visualizzazione del lotto interessato dagli interventi a progetto. (da Google Earth)

Le notizie di carattere geografico sono contenute:

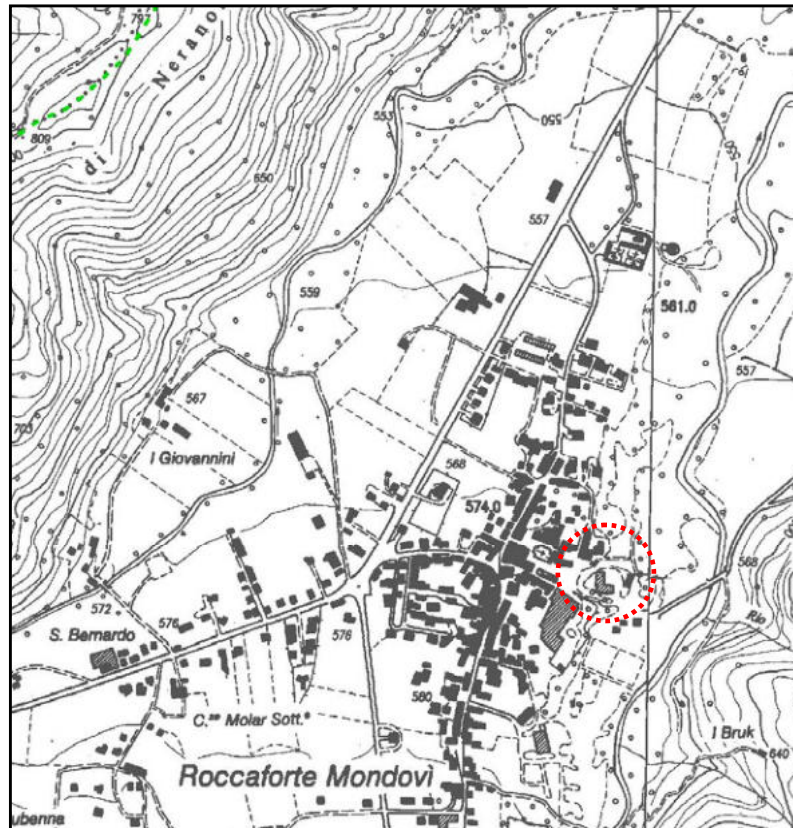
⇒ nella tavoletta “FRABOSA SOPRANA” (I.N.O.) foglio n° 91 della cartografia I.G.M. alla scala 1:25.000;



Stralcio della tavoletta IGM con ubicazione dell'area.



⇒ nelle sezioni 227050 (CHIUSA PESIO) e 227060 (VILLANOVA MONDOVI') della Carta Tecnica Regionale alla scala 1:10.000..



Stralcio cartografia CTR con visualizzazione dell'area d'intervento a progetto.



Stralcio planimetria catastale dell'area.



2.0 - LINEAMENTI GEOLOGICI

Caratterizzazione geologica dell'area indagata

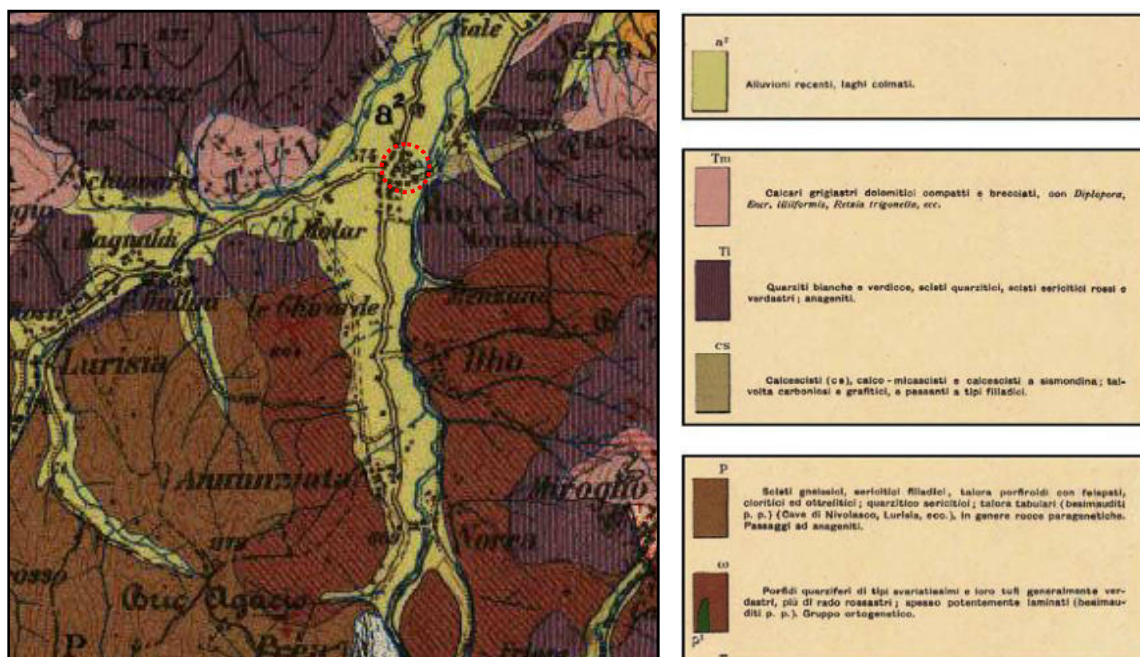
Per le notizie di carattere geologico si è fatto riferimento alla cartografia ufficiale e più in particolare al Foglio n. 91 "Boves" della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000.

Utili informazioni possono altresì essere desunte da:

- "Alpi Liguri", della serie Guide Geologiche Regionali, a cura di M. Vanossi, 1991 BE-MA ed.
- "Carta idrogeologica e della vulnerabilità all'inquinamento delle risorse idriche delle Valli Ellero e Maudagna (Provincia di Cuneo)", di Bortolami et al., 1979 C.N.R.

L'area indagata è caratterizzata per la maggior parte da terreni riferibili ad un'importante zona tettonico-strutturale delle Alpi Occidentali, nota in letteratura con il nome di "Zona Brianzonese", suddivisa, dal punto di vista paleogeografico, in esterna ed interna; è rappresentata in questo settore dall'Unità di Ormea – Serie della Verzera, i cui litotipi sono costituiti sia da termini appartenenti al tegumento Permo-Carbonifero Assiale sia da termini appartenenti alle coperture mesozoiche.

ESTRATTO DALLA CARTA GEOLOGICA D'ITALIA



Localmente affiorano inoltre lembi di calcescisti appartenenti alla Zona Piemontese.

Il substrato cristallino è caratterizzato da contatti tettono-stratigrafici tra le varie unità Brianzonesi e Piemontesi, qui rappresentate dai Porfiroidi del Melogno, dalle Quarziti di Ponte di Nava, dalle Dolomie di San Pietro dei Monti e dai Calcescisti dell'Unità di Montaldo.

I termini più antichi sono rappresentati dal cosiddetto "Tegumento Permo-Carbonifero. Assiale", costituito da una serie vulcano-sedimentaria metamorfica (ignimbriti, porfiroidi, porfidi quarziferi, scisti gneissici e quarzítico-sericitici) riunita nella Formazione dei "Porfiroidi del Melogno".



I porfiroidi si presentano in contatto tettonico e stratigrafico con le Quarziti di Ponte di Nava. Si tratta di quarziti arenacee di colore biancastro, presentanti una stratificazione piano-parallela con strati di spessore da decimetrico a metrico. Queste rocce sono caratterizzate in prevalenza da quarzo, che conferisce loro una colorazione bianca; sono inoltre presenti aggregati lamellari di sericite (mica bianca) e lamelle di clorite, che possono conferire alla roccia una colorazione verdolina.

Alla base della formazione le quarziti presentano un aspetto conglomeratico, caratterizzato da ciottoli quarzosi di dimensioni da centimetriche a decimetriche, di colore da bianco a rosato, e ciottoli riolitici di colore verde verde, che costituiscono in genere relitti del substrato magmatico inglobati in queste rocce. In genere alternate alle quarziti conglomeratiche è possibile osservare subordinati livelli arenacei.

In alcuni settori sono conservati al di sopra delle quarziti alcuni lembi di Dolomie di San Pietro dei Monti. Si tratta di dolomie microcristalline di colore grigio bruno o chiaro, contenenti una frazione calcarea più o meno rilevante. Più in dettaglio sono costituite dall'alternanza di calcari dolomitici e dolomie di colore scuro, a cemento calcareo-dolomitico, più calcitiche nella porzione alta della formazione e con interstrati pelitici rossi e verdi. Le Dolomie di San Pietro dei Monti sono riferibili al Triassico medio (Anisico-Ladinico) per la facies dolomitico-calcarea e al Triassico superiore (Carnico-Norico) per la facies brecciata (Vanossi et al., 1994).

Al di sopra del substrato cristallino si è depositata una potente coltre di depositi fluviali recenti costituenti l'attuale fondovalle alluvionale del T. Ellero.

Costituiscono lembi di terrazzo debolmente sospesi rispetto all'alveo di scorrimento attuale del corso d'acqua. Sono caratterizzati essenzialmente da ghiaie eterometriche, di pochi metri di spessore, con ciottoli di dimensione da centimetrica a decimetrica, immersi in una subordinata matrice sabbioso-argillosa di colore giallo-bruno.

Questi depositi possono essere attribuiti alla sedimentazione da parte del T. Ellero durante l'Olocene.

In corrispondenza all'alveo di scorrimento attuale del T. Ellero e ai conoidi sono invece conservati i depositi alluvionali attuali, caratterizzati da prevalenti ghiaie grossolane con scarsa matrice fine.

3.0 - MODELLO GEOLOGICO DI RIFERIMENTO

Le NTC (D.M.14.01.2008) e la Circolare applicativa (Circ. 02.02.2009 n° 617) prevedono come il modello geologico di riferimento debba definire, con preciso riferimento al progetto, i lineamenti geomorfologici, i dissesti in atto o potenziali e la loro tendenza evolutiva, lo schema della circolazione idrica superficiale e sotterranea.

Per quanto concerne il settore indagato tenendo conto dei dati disponibili e sulla base di quanto accertato nel corso del sopralluogo sul terreno è stato possibile giungere ad una adeguata ricostruzione del modello geologico dell'area.



3.1 – Lineamenti geomorfologici e pericolosità geomorfologica

Il tratto torrentizio considerato rappresenta uno dei principali alvei del settore S della pianura, e si trova al passaggio fra questa ed i primi rilievi alpini sviluppati a S di Roccaforte.

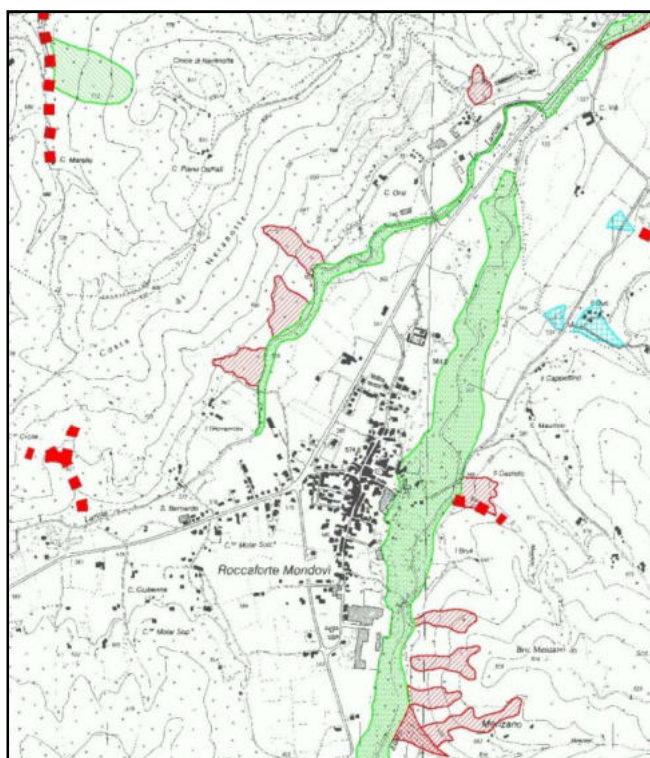
Le forti caratteristiche di approfondimento dei corsi d'acqua di questo settore del cuneese, porta generalmente alla genesi di fondovalli rappresentati da una fascia ristretta di depositi alluvionali attuali e recenti, con annesse aree organizzate in diversi ordini di terrazzi, con quelli più antichi situati principalmente ai piedi dei rilievi alpini ed in alcuni lembi isolati nella pianura, maggiormente elevati rispetto al livello di base.

L'area indagata è situata in sinistra orografica del Torrente Ellero, ad una quota altimetrica di circa 575m s.l.m nell'ambito dell'ampia pianura di fondovalle, sopraelevata di circa 5 – 6 m sull'alveo attuale del corso d'acqua.

Data la condizione morfologica (area pianeggiante) del sito in esame si escludono problematiche relative a processi di dissesto legati alla dinamica dei versanti.

In merito ai processi geomorfologici sopra indicati, si rimanda alla consultazione della documentazione bibliografica disponibile di seguito allegata.

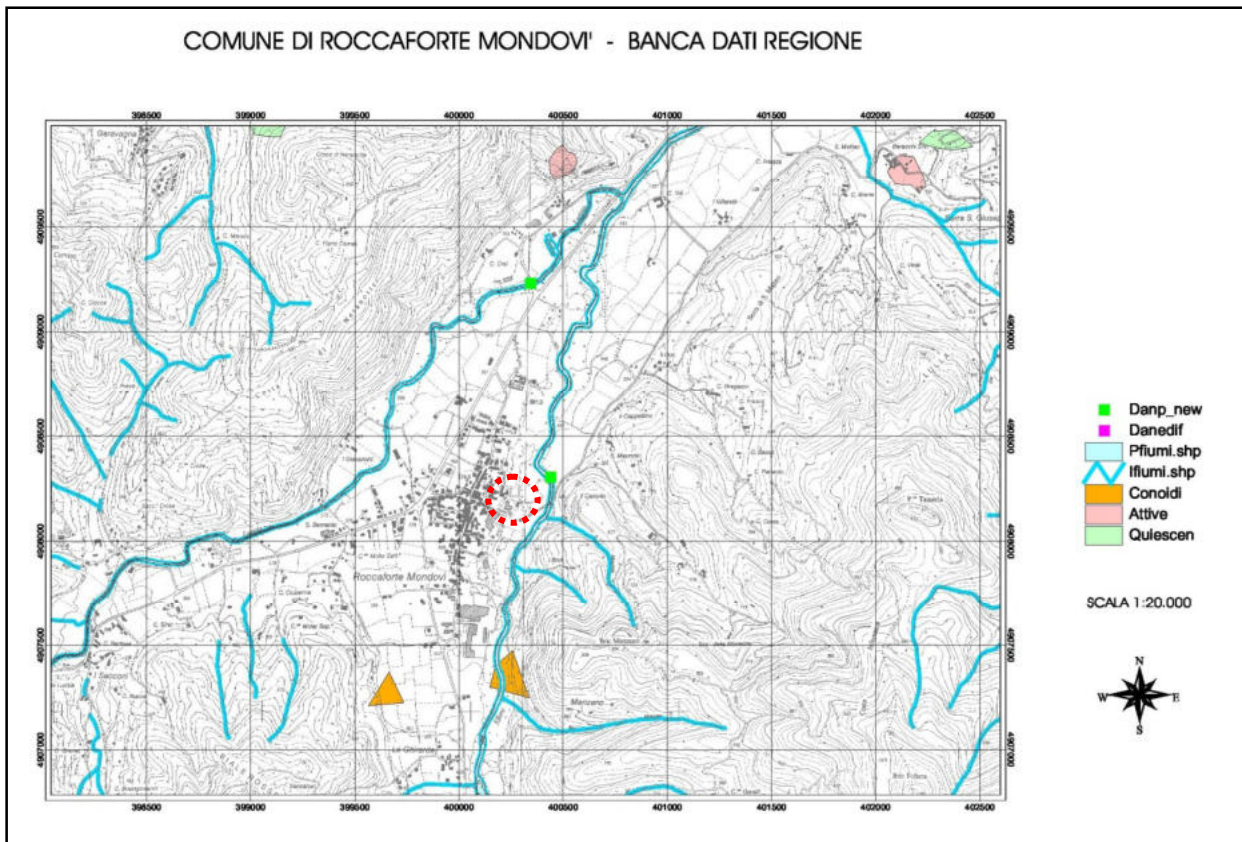
- Cartografia del PAI "Atlante dei rischi idraulici e idrogeologici – delimitazione delle aree in dissesto" – Foglio 227 Sez. IV mondovì;



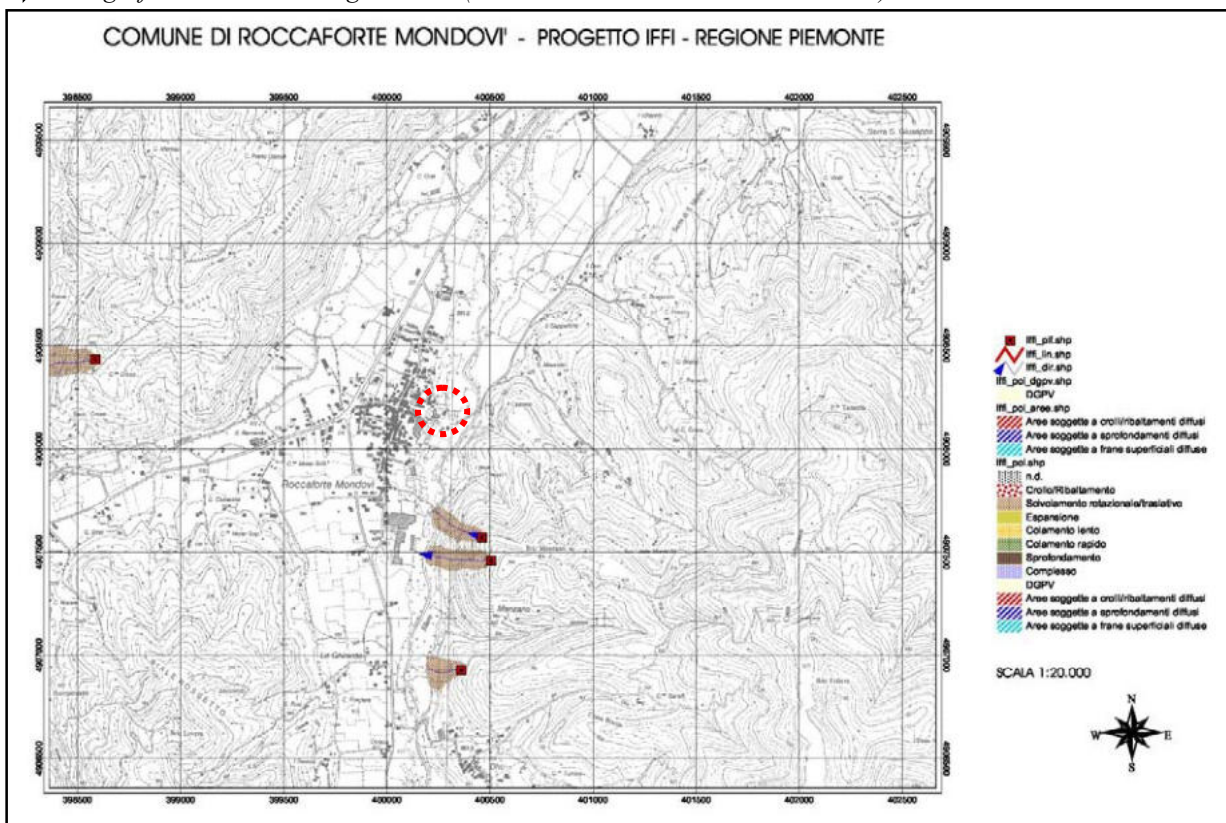
| LEGENDA | | | |
|---|---|-----------------------------------|---------------|
| Delimitazione delle aree in dissesto | | PAI deliberazione C.I. n° 18/2001 | Aggiornamento |
| FRANE | Area di frana attiva (Fa) | [Pattern] | [Color] |
| | Area di frana quiescente (Fq) | [Pattern] | [Color] |
| | Area di frana stabilizzata (Fs) | [Pattern] | [Color] |
| | Area di frana attiva non perimetrata (Fa) | [Symbol] | [Color] |
| | Area di frana quiescente non perimetrata (Fq) | [Symbol] | [Color] |
| | Area di frana stabilizzata non perimetrata (Fs) | [Symbol] | [Color] |
| EROSIONI E DISSESTI MORFOLOGICI DI CARATTERE TORRENTIZIO | Area a pericolosità molto elevata (Ee) | [Pattern] | [Color] |
| | Area a pericolosità elevata (Ee) | [Pattern] | [Color] |
| | Area a pericolosità media o moderata (Em) | [Pattern] | [Color] |
| | Area a pericolosità molto elevata non perimetrata (Ee) | [Symbol] | [Color] |
| | Area a pericolosità elevata non perimetrata (Ee) | [Symbol] | [Color] |
| | Area a pericolosità media o moderata non perimetrata (Em) | [Symbol] | [Color] |
| TRASPORTO IN MASSA SUI CONOIDI | Area di conoide attivo non protetta (Ca) | [Pattern] | [Color] |
| | Area di conoide attivo parzialmente protetta (Cp) | [Pattern] | [Color] |
| | Area di conoide non recentemente attivatosi o completamente protetta (Cn) | [Pattern] | [Color] |
| VALANGHE | Area a pericolosità molto elevata o elevata (Vv) | [Pattern] | [Color] |
| | Area a pericolosità media o moderata (Vm) | [Pattern] | [Color] |
| | Area a pericolosità molto elevata o elevata non perimetrata (Vv) | [Symbol] | [Color] |
| | Area a pericolosità media o moderata non perimetrata (Vm) | [Symbol] | [Color] |
| Aree a rischio idrogeologico | | | |
| Molto elevato | | | |
| Area interessata dalla delimitazione delle fasce fluviali | | | |
| Limite tra la fascia B e la fascia C | | | |
| Limite di progetto tra la fascia B e la fascia C | | | |
| Limite di bacino idrografico del fiume Po | | | |



⇒ Cartografia della Banca Dati Geologica Regionale;

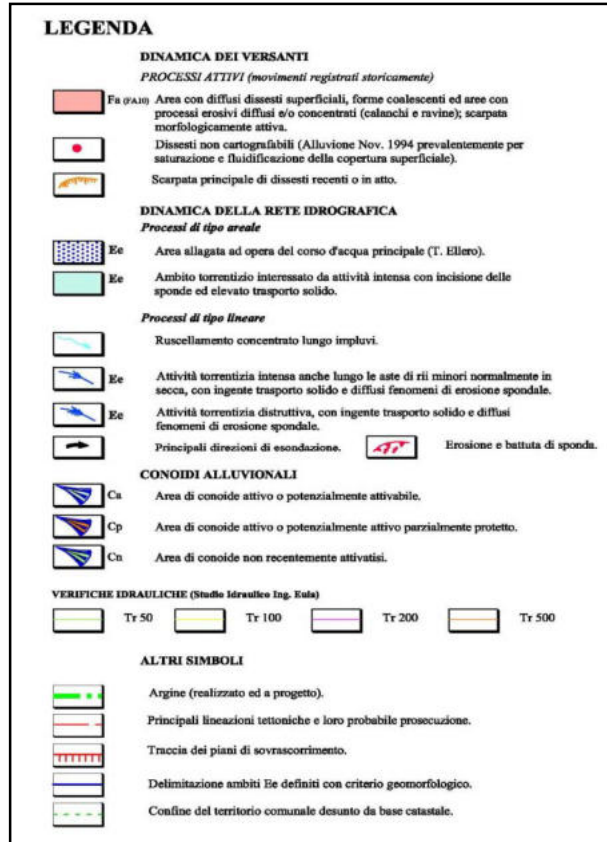
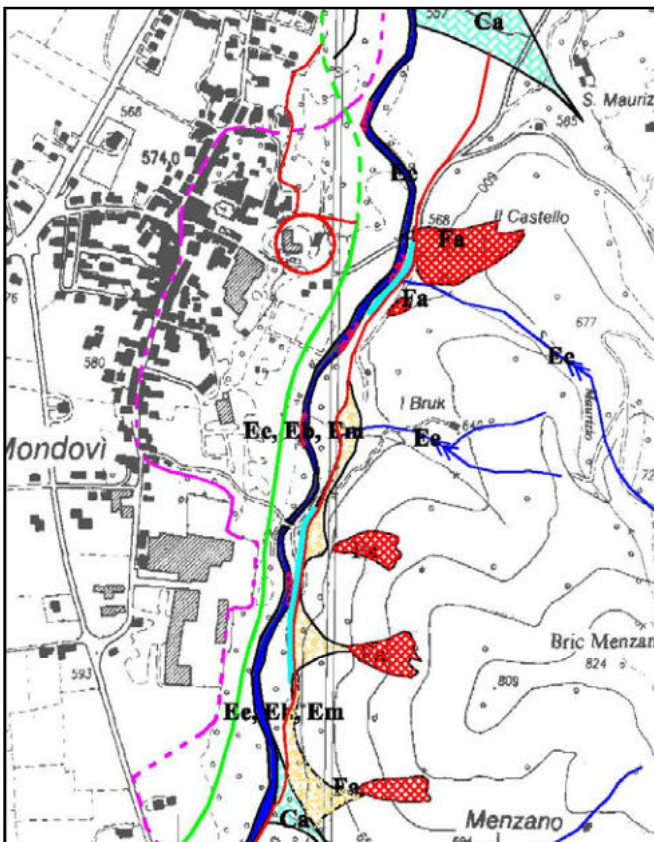


⇒ Cartografia dei dissesti Progetto IFFI (Inventario Fenomeni Franosì in Italia)

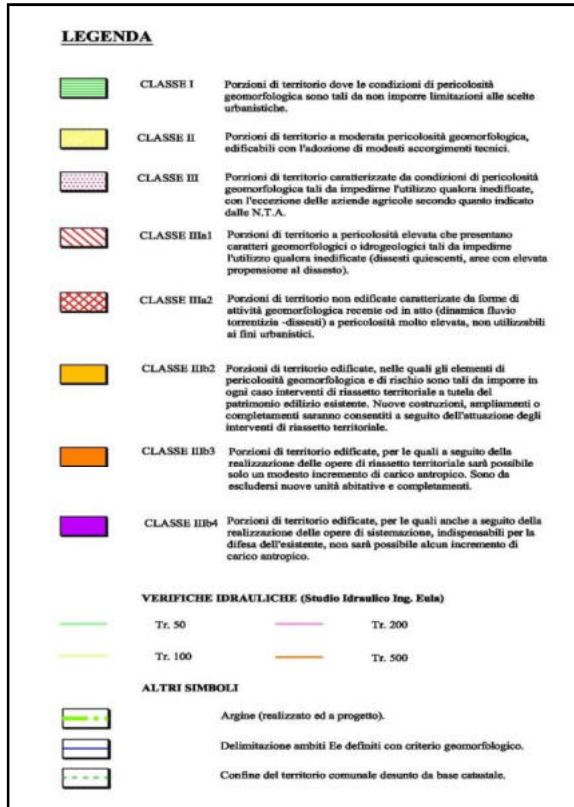
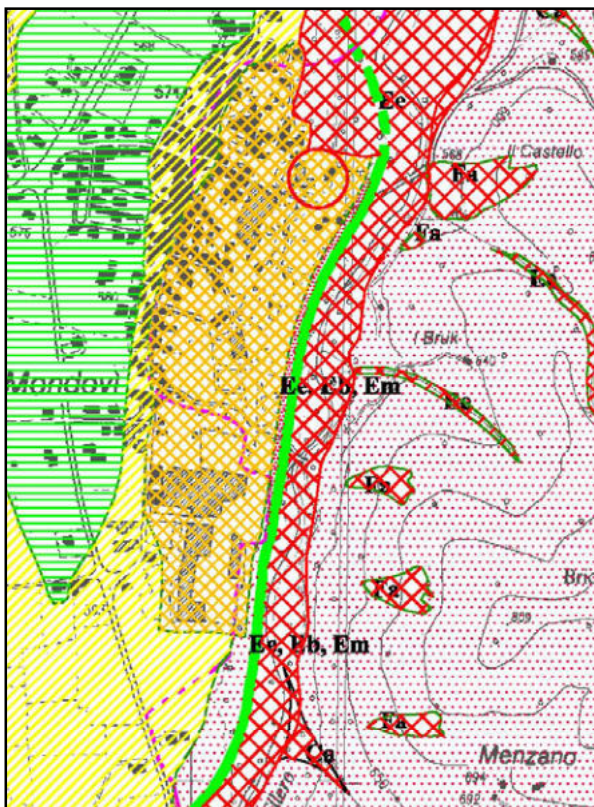




⇒ Allegati geologici al PRGC
Stralcio Carta Geomorfologica



Stralcio Carta di Sintesi della pericolosità Geomorfologica





Per quanto concerne i processi legati alla dinamica fluvio – torrentizia l'area venne interessata da allagamenti in concomitanza degli eventi alluvionali del 1994 e 1996. Successivamente vennero realizzati importanti interventi di riassetto per la difesa dell'area, come risulta dalla certificazione allegata, a seguito dei quali la “*pericolosità di future esondazioni del T. Ellero è minimizzata*” .

3.2 – Assetto geologico e circolazione idrica superficiale e profonda

La successione stratigrafica puntuale del contesto analizzato è così sintetizzabile:

- ⇒ Livello decimetrico di materiali di riporto sabbiosi limosi ciottolosi;
- ⇒ seguono i depositi alluvionali grossolani ghiaiosi sabbiosi ciottolosi con blocchi.

I litotipi cristallini del substrato affiorano lungo i versanti in destra orografica.

3.3 - Acque profonde

In riferimento alla circolazione idrica viene evidenziata la presenza di una circolazione ipogea alimentata essenzialmente dalle acque di subalveo del torrente.

4.0 - MODELLO GEOTECNICO DEL SOTTOSUOLO

Tenendo conto dei dati disponibili indicati dalla DL legati all'intervento già realizzato, del tutto analogo a quello di progetto, è stato possibile giungere ad una adeguata ricostruzione della successione stratigrafica dei terreni.

Sulla base dei dati ottenuti nel corso dell'esecuzione dei pali di fondazione la successione dei terreni prevedibile per il contesto analizzato può essere sintetizzata come segue:

- ⇒ da 0.00 a 15.00 m circa *le coltri detritiche e colluviali miste eterogenee, di tipo sabbioso limoso argilloso con clasti e ciottoli arenacei a spigoli vivi;*
- ⇒ da 15.00 m a 18.00 ÷ 20.00 m *livelli di sabbie e arenarie con intercalazioni marnose alterati e disarticolati;*
- ⇒ *seguono i litotipi terziari compatti.*

In considerazione della problematica da analizzare la caratterizzazione dei terreni si basa sui risultati delle indagini in situ che vennero eseguite per la realizzazione della struttura e in particolare:

- n° 4 prove penetrometriche dinamiche continue SCPT distribuite all'interno della superficie interessata dagli interventi;
- indagini sismiche (stendimento MASW per quantificazione Vs30).

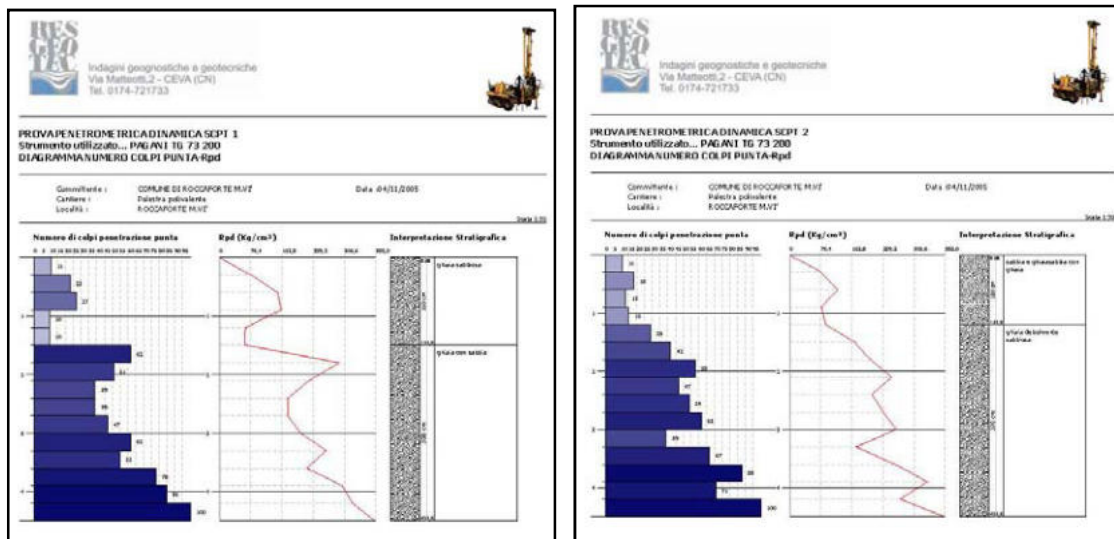


Le prove penetrometriche dinamiche standardizzate vennero eseguite con l'impiego di un penetrometro DPHS (superpesante) tipo "Meardi" (AGI), montato su di un semovente della ditta Pagani, le cui caratteristiche costruttive possono essere così sintetizzate:

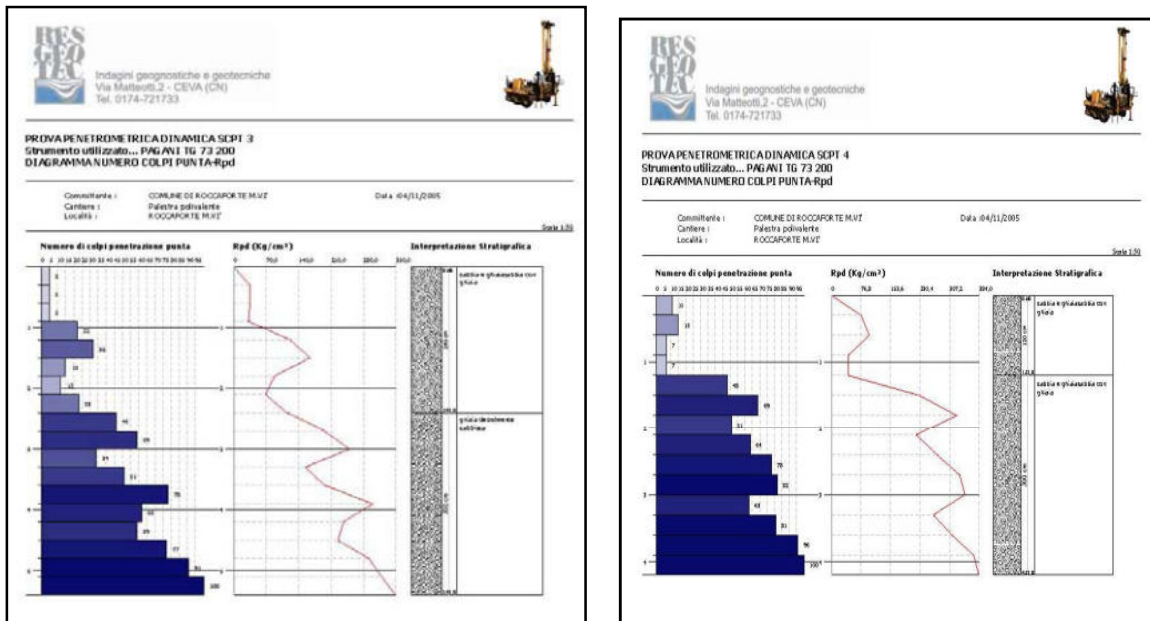


| | |
|---------------------------------------|-----------------------|
| Massa del maglio | 73 kg |
| Altezza di caduta | 75,0 cm |
| Massa passiva | 0,7 kg |
| Lunghezza aste | 1,5 m |
| Massa aste | 7,0 kg |
| Diametro esterno aste | 34,0 mm |
| Diametro interno aste | 18,0 mm |
| Diametro della punta conica | 51,0 mm |
| Angolo di apertura della punta conica | 60,0 ° |
| Altezza complessiva punta | 70,0 mm |
| Penetrazione standard | 30,0 cm |
| Diametro rivestimento | 48,0 cm |
| Lavoro specifico per colpo | 269 kJ/m ² |

I risultati delle indagini in situ sono visualizzati negli istogrammi allegati.



Istogrammi delle prove SCPT 1 e 2.



Istogrammi delle prove SCPT 3 e 4.

4.1.0 Assetto litostratigrafico dell'area

Nella zona indagata i terreni sono costituiti da un livello di materiali di riporto, ai quali seguono i depositi alluvionali ghiaiosi sabbiosi ciottolosi con blocchi.

Le prove penetrometriche effettuate a profondità variabili nelle facies sabbiose ghiaiose hanno fornito informazioni puntuali e consentono di classificare i terreni in funzione del loro grado di addensamento. Le prove effettuate hanno evidenziato la presenza di:

- un livello superficiale di sabbie ghiaiose ciottolose con potenza variabile tra i 0.90 ed i 1.50 m (media di colpi pari a 5 - 10);
- ghiaie sabbiose ciottolose della potenza media di circa 1 m con valore medio di 35 - 40 colpi;
- seguono le ghiaie sabbiose ciottolose con blocchi molto addensati che determinano il rifiuto all'avanzamento della punta penetrometrica.

E' prevedibile la presenza della falda libera controllata direttamente dal torrente Ellero.

Nel dettaglio i terreni possono essere raggruppabili in due complessi litologici principali:

- il primo è rappresentato da *limi sabbiosi*, si tratta di materiali sciolti molto compressibili, classificabili come SM (USCS);
- il secondo complesso (oltre i 0.90-1.50 settore) è costituito dai depositi alluvionali grossolani ghiaioso sabbiosi ciottolosi deb. limosi da moderatamente addensati a molto addensati, classificabili come GW(USCS).



5.0 - PARAMETRI GEOTECNICI DI RIFERIMENTO

5.1.0 - CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI MATERIALI

5.1.1 - materiali superficiali compressibili (unità litologica I)

Livello: da p.c. 0,00 ÷ 1,00 a 1,50 m

Si tratta di materiali eterogenei, ai quali non vengono attribuiti parametri geotecnici di riferimento; sono materiali rimaneggiati e di riporto.

5.1.2 – ghiaie sabbiose - ciottolose (unità litologica II)

Livello: oltre i 1,00 ÷ 1,50 m

Definizione dei parametri geotecnici fondamentali:

Secondo il sistema unificato statunitense (U.S.C.S.) i materiali riferibili a questa unità vengono associati al gruppo GW, mentre secondo il sistema di classificazione CNR-UNI10006 tali terreni si collocano nei gruppi A2. Si tratta di ghiaie e ciottoli in matrice sabbiosa.

Ai fini della quantificazione della capacità portante, si è scelto di fare riferimento al valore dell'angolo di resistenza al taglio a "volume costante" (ϕ_{cv}) rappresentativo del comportamento di un terreno potenzialmente soggetto a fenomeni di rottura progressiva. Vengono di seguito riassunti i valori caratteristici dello strato ritenuto più adatto alla posa delle fondazioni.

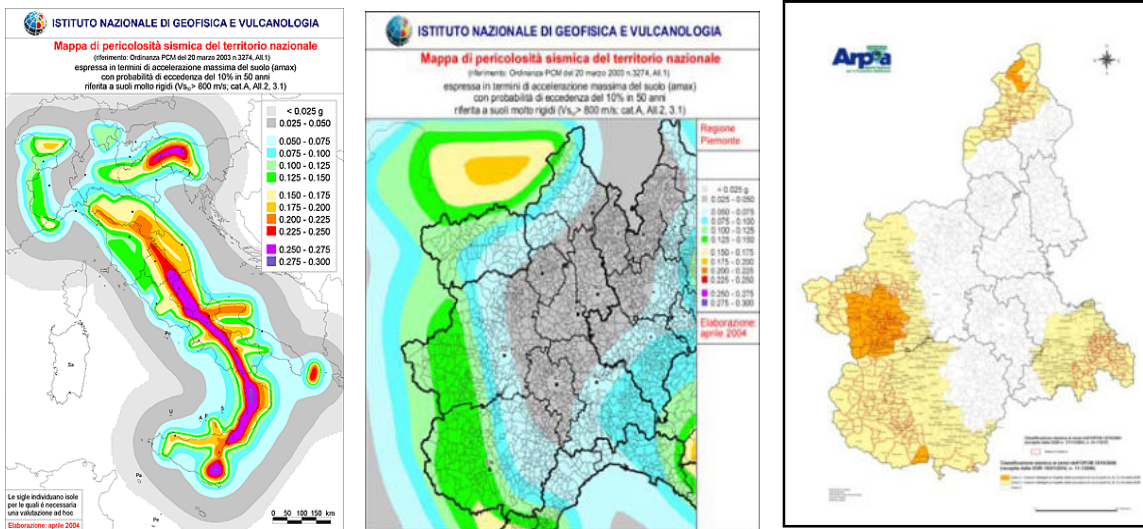
Tabella 1

| Parametri | Unità Litologica II |
|-------------------------------|------------------------------|
| Cu | 0 [kPa] |
| γ | 19,5 [kN/m ³] |
| ϕ' | 40 [°] |
| ϕ_{cv} | 36 [°] |
| K | 8 – 10 [kg/cm ³] |

6.0 - CLASSIFICAZIONE SISMICA DEI TERRENI

La recente normativa in materia sismica ha introdotto sostanziali novità rispetto al quadro legislativo vigente ed ha portato alla adozione di un nuovo assetto normativo per quanto concerne gli aspetti relativi al rischio sismico ed alla progettazione antisismica.

La nuova classificazione del territorio nazionale (Ordinanza P.C.M. del 20 marzo 2003, n.3274 – All.1) è visualizzata nella mappa che segue.



Nelle figure è visualizzata la nuova classificazione per il territorio piemontese (DGR 19 gennaio 2010 n.11-13058 - O.P.C.M. 3274/2003 e O.P.C.M. 3519/2006).

La nuova classificazione comporta una suddivisione dei terreni che deve essere effettuata, in prima istanza, sulla base dei rilievi geologici eseguiti, dell'analisi e dell'interpretazione dei dati stratigrafici e geotecnici disponibili. Le caratteristiche litotecniche dei depositi (natura del deposito, granulometria, addensamento dei materiali granulari, consistenza dei materiali non coesivi, ecc. anche su base qualitativa) e le informazioni relative alla loro reciproca geometria (spessori, geometria dei limiti fra i depositi, ecc.) consentono la qualificazione dei suoli e dei profili di terreno secondo i criteri definiti al punto 5.1 dell'All. 2 dell'OPCM 3274/2003.

6.1 - Pericolosità sismica e calcolo della vs30 ai fini della determinazione dell'azione sismica di progetto

Come definito nel testo unico allegato al D.M. del 14/01/2008 "Norme Tecniche per le Costruzioni", "le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione. Essa costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche. La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa ag".

Secondo la nuova classificazione sismica del territorio nazionale, il Comune di **Roccaforte Mondovì** ricade nell'ambito della Zona **3**, ed è quindi caratterizzata da una accelerazione orizzontale massima $a_g = 0,15\text{ g}$ (m/s^2).



| zona | accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10 % in 50 anni [a _g /g] | accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (Norme Tecniche) [a _g /g] |
|------|---|--|
| 1 | > 0.25 | 0.35 |
| 2 | 0.15-0.25 | 0.25 |
| 3 | 0.05-0.15 | 0.15 |
| 4 | <0.05 | 0.05 |

Tabella 1 – Suddivisione delle zone sismiche in relazione all'accelerazione di picco orizzontale su suolo

| CODICE ISTAT 2001 | NOME DEL COMUNE | ZONA SISMICA OPCM 3274/2003 |
|-------------------|--------------------|-----------------------------|
| 01004190 | Roccaforte Mondovì | 3 |

Tabella 1 - Classificazione sismica del comune di Roccaforte Mondovì (classificazione sismica dell'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n°3274/03, aggiornato con le comunicazioni delle regioni 2006)

Per la definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario valutare anche l'effetto della risposta sismica locale che, in assenza di specifiche analisi, può essere ricavata mediante un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento.

L'identificazione di questa categoria va di norma eseguita in base ai valori della V_{S30} , cioè la velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio entro i primi 30 m di profondità, tuttavia, come specificato nella suddetta normativa, nei terreni non coesivi può essere effettuata anche in base ai valori del numero equivalente di colpi della prova penetrometrica dinamica (Standard Penetration Test) NSPT30.

I valori della V_s per i singoli strati possono essere ricavati utilizzando la relazione di *Ohta e Goto* (1978):

$$V_s = 54.33 * (NSPT)^{0.173} * \alpha * \beta * (Z / 0.303)^{0.193}$$

e di *Yoshida e Motonori* (1988):

$$V_s = \beta * (NSPT)^{0.25} * \sigma'_{v0}{}^{0.14}$$

La normativa di riferimento (D.M. 14.01.2008) individua come parametro di riferimento per la classificazione dei suoli la velocità media di propagazione entro 30 m di profondità delle onde di taglio (V_{S30}) è e viene calcolata a partire dalla velocità delle onde di taglio con la seguente formula:

$$V_{S30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_i}}$$

dove h_i e V_i indicano lo spessore (in m) e la velocità delle onde di taglio (per deformazioni di taglio ($\gamma < 10^{-6}$) dello strato i -esimo, per un totale di N strati presenti nei 30 m superiori.

Nella tabella che segue, è contenuta la classificazione sismica del suolo prevista dal suddetto Decreto Ministeriale.



| Suolo | Descrizione geotecnica | V _{s30} (m/s) |
|-------|--|------------------------|
| A | Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di V _{s,30} superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m. | >800 |
| B | Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V _{s,30} compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT ₃₀ > 50 nei terreni a grana grossa e cu ₃₀ > 250 kPa nei terreni a grana fina). | 360-800 |
| C | Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V _{s,30} compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero 15 < NSPT ₃₀ < 50 nei terreni a grana grossa e 70 < cu ₃₀ < 250 kPa nei terreni a grana fina). | 180-360 |
| D | Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V _{s,30} inferiori a 180 m/s (ovvero NSPT ₃₀ < 15 nei terreni a grana grossa e cu ₃₀ < 70 kPa nei terreni a grana fina). | <180 |
| E | Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con V _s > 800 m/s). | - |
| S1 | Depositi di terreni caratterizzati da valori di V _{s,30} inferiori a 100 m/s (ovvero 10 < cu ₃₀ < 20 kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche. | <100 |
| S2 | Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti. | - |

Tabella 2 - Classificazione del tipo di suolo secondo la nuova normativa sismica italiana O.P.C.M. n. 3431/2005 (le profondità si riferiscono al piano di posa delle fondazioni).

6.1.0 - Indagini geofisiche

Per quanto concerne la classificazione sismica del suolo si è fatto riferimento all'indagine geofisica condotta dalla Techgea Servizi Sas nei medesimi depositi alluvionali.

Lo scopo delle indagini è la definizione della classificazione sismica dei suoli per il calcolo dell'azione sismica di progetto (in ottemperanza al OPCM 3431).

Il piano di indagini ha previsto la realizzazione di n. 1 profilo MASW, per la determinazione del parametro V_{s30} per il calcolo dell'azione sismica di progetto abilità del sottosuolo.

L'ubicazione delle indagini geofisiche, definita in modo da coprire tutta l'area di interesse, è riportata nella Figura 1.

6.1.1 – Sstrumentazione utilizzata

La strumentazione utilizzata è composta da:

1. un acquirettore a 24 canali della Seismic Source (DAQLink II System – 24 bit Acquisition System)
2. 24 geofoni a frequenza di 4,5 Hz (indagine MASW) e 24 geofoni a frequenza di 40 Hz (sismica a rifrazione)
3. una mazza battente da 8 Kg per la generazione dell'impulso sismico.

Il processo di caratterizzazione basato sul metodo delle onde superficiali, schematizzato in Figura 2 e 3, può essere suddiviso in tre fasi:

- 1) Acquisizione (Figura A);
- 2) Processing (Figura B);
- 3) Inversione (Figura C).

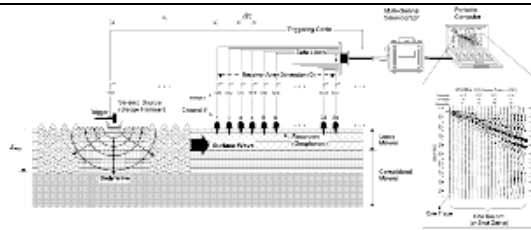


Figura A- Schema di acquisizione dati MASW

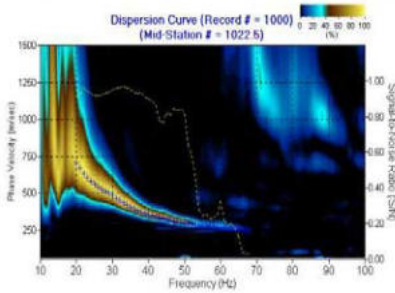


Figura B Curva di dispersione della velocità Vs in funzione della frequenza e della velocità di fase

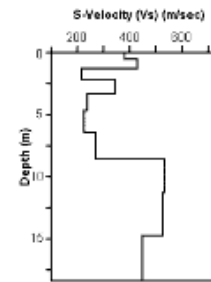


Figura C Modello di propagazione delle velocità delle onde Vs

L'indagine MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) è stata effettuata realizzando due stendimenti lineari di 46 m di lunghezza con 24 geofoni a 4.5 Hz equidistanziati di 2 m.

Per l'acquisizione dei dati sono state effettuate cinque energizzazioni con mazza battente da 8 kg, disposte ad un estremo del profilo ad una distanza di 8, 10, 12 e 14 m dal primo geofono.

Per ogni punto di energizzazione sono stati generati 3 impulsi sismici.

6.1.2 – Elaborazione dati

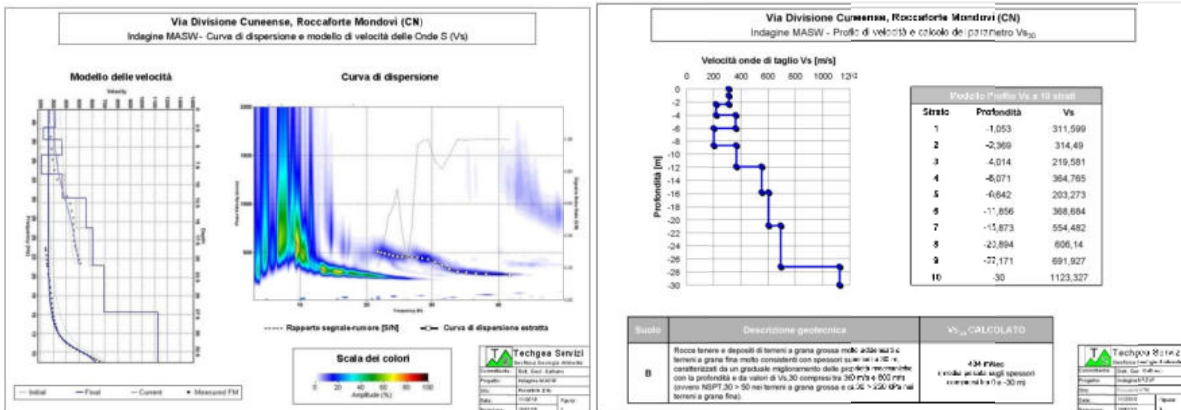
I dati acquisiti sono stati elaborati con il software Surfseis V. 2.0 (Kansas University, USA), che analizza la curva di dispersione sperimentale per le onde di Rayleigh. L'inversione numerica della curva, secondo un processo iterativo ai minimi quadrati, consente di ottenere un profilo di velocità delle onde di taglio nel sottosuolo.

6.1.3 – Profilo di velocità e valutazione del parametro Vs30

Come illustrato nelle Figure 2 e 3, il profilo delle velocità delle onde di taglio (grafico dell'andamento della velocità delle onde di taglio in funzione della profondità, Figura 3) evidenzia la presenza di due livelli stratigrafici principali:

- un livello superficiale con valori di Vs compresi tra 220 e 370 m/s fino a circa 12 m dal p.c.;
- un secondo livello con valori di velocità delle onde S gradualmente crescenti compresi tra 550 e 1120 m/s .

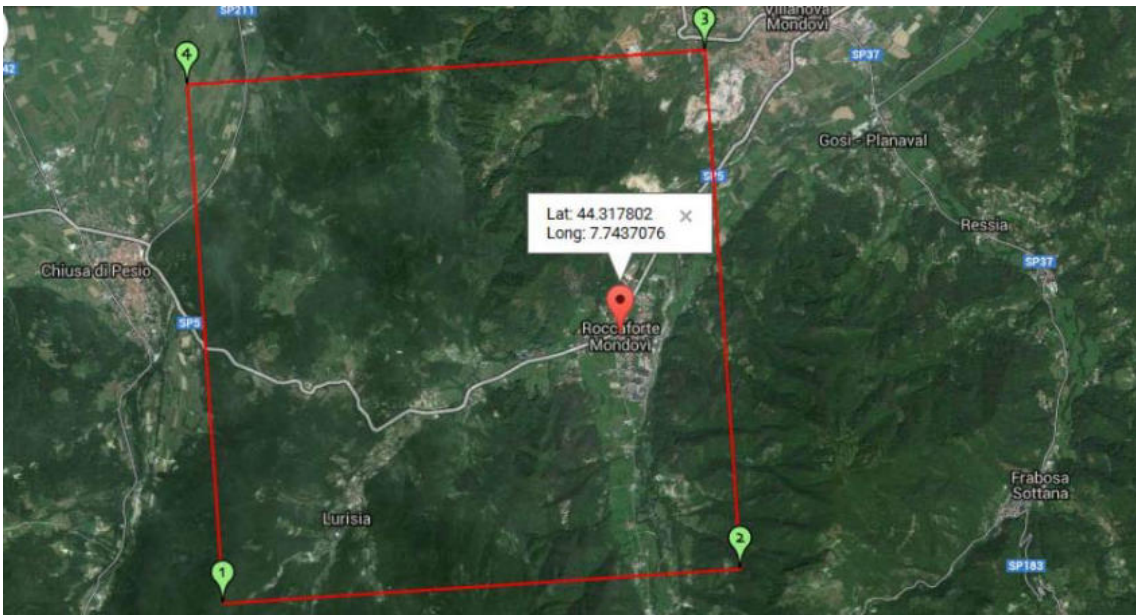
La determinazione del parametro Vs30, secondo i criteri e le modalità di calcolo esposte nel paragrafo 7.0, ha preso in considerazione la porzione di sottosuolo fino a -30 m, ed ha evidenziato un valore di Vs30 pari a 434 m/s. Tale valore equivale ad un suolo di classe "B".



6.1.4 – Considerazioni conclusive

I risultati della prova sismica hanno evidenziato un suolo con valore del parametro VS30 pari a 434 m/s corrispondenti a suoli di categoria B - *“Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT, 30 > 50, nei terreni a grana grossa e cu, 30 > 250 kPa nei terreni a grana fina)”*.

6.1.5 – Pericolosità sismica di base



| | |
|------------------------------|-----------------|
| Vita nominale (Vn): | 50 [anni] |
| Classe d'uso: | II |
| Coefficiente d'uso (Cu): | 1 |
| Periodo di riferimento (Vr): | 50 [anni] |
| Periodo di ritorno (Tr) SLO: | 30 [anni] |
| Periodo di ritorno (Tr) SLD: | 50 [anni] |
| Periodo di ritorno (Tr) SLV: | 475 [anni] |
| Periodo di ritorno (Tr) SLC: | 975 [anni] |
| Tipo di interpolazione: | Media ponderata |



Coordinate geografiche del punto

| | |
|----------------------|----------------|
| Latitudine (WGS84): | 44.3178000 [°] |
| Longitudine (WGS84): | 7.7437080 [°] |
| Latitudine (ED50): | 44.3187800 [°] |
| Longitudine (ED50): | 7.7447780 [°] |

Coordinate dei punti della maglia elementare del reticolo di riferimento che contiene il sito e valori della distanza rispetto al punto in esame

| Punto | ID | Latitudine (ED50) [°] | Longitudine (ED50) [°] | Distanza [m] |
|-------|-------|--------------------------|---------------------------|-----------------|
| 1 | 17122 | 44.293090 | 7.691076 | 5140.03 |
| 2 | 17123 | 44.296480 | 7.760782 | 2787.44 |
| 3 | 16901 | 44.346370 | 7.756027 | 3195.79 |
| 4 | 16900 | 44.342980 | 7.686328 | 5371.72 |

Parametri di pericolosità sismica per TR diversi da quelli previsti nelle NTC08, per i nodi della maglia elementare del reticolo di riferimento

Punto 1

| Stato limite | Tr [anni] | ag [g] | F0 [-] | Tc* [s] |
|--------------|--------------|-----------|-----------|------------|
| SLO | 30 | 0.032 | 2.461 | 0.197 |
| SLD | 50 | 0.041 | 2.517 | 0.214 |
| SLV | 475 | 0.107 | 2.511 | 0.295 |
| SLC | 975 | 0.136 | 2.547 | 0.309 |

Punto 2

| Stato limite | Tr [anni] | ag [g] | F0 [-] | Tc* [s] |
|--------------|--------------|-----------|-----------|------------|
| SLO | 30 | 0.030 | 2.479 | 0.194 |
| SLD | 50 | 0.038 | 2.548 | 0.211 |
| SLV | 475 | 0.092 | 2.567 | 0.296 |
| SLC | 975 | 0.117 | 2.584 | 0.316 |

Punto 3

| Stato limite | Tr [anni] | ag [g] | F0 [-] | Tc* [s] |
|--------------|--------------|-----------|-----------|------------|
| SLO | 30 | 0.029 | 2.492 | 0.194 |
| SLD | 50 | 0.037 | 2.554 | 0.210 |
| SLV | 475 | 0.086 | 2.571 | 0.300 |
| SLC | 975 | 0.107 | 2.630 | 0.315 |

Punto 4

| Stato limite | Tr [anni] | ag [g] | F0 [-] | Tc* [s] |
|--------------|--------------|-----------|-----------|------------|
| SLO | 30 | 0.032 | 2.463 | 0.198 |
| SLD | 50 | 0.040 | 2.536 | 0.214 |
| SLV | 475 | 0.100 | 2.541 | 0.293 |
| SLC | 975 | 0.125 | 2.580 | 0.308 |

Punto d'indagine

| Stato limite | Tr [anni] | ag [g] | F0 [-] | Tc* [s] |
|--------------|--------------|-----------|-----------|------------|
| SLO | 30 | 0.030 | 2.476 | 0.195 |
| SLD | 50 | 0.039 | 2.542 | 0.212 |
| SLV | 475 | 0.094 | 2.553 | 0.297 |
| SLC | 975 | 0.119 | 2.590 | 0.313 |



7.0 - CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Nell'elaborato sono state prese in esame le caratteristiche geologiche, geomorfologiche e geotecniche per la caratterizzazione dei terreni, in merito al *“Progetto dei lavori di adeguamento normativo della scuola primaria”* nel Comune di ROCCAFORTE MONDOVI'.

In base a quanto sopra esposto e in funzione degli elementi assunti nel corso del sopralluogo e della realizzazione delle indagini in situ, vengono formulate le seguenti considerazioni conclusive:

1. la successione stratigrafica è definita da un livello decimetrico di materiali limosi sabbiosi sciolti, ai quali seguono i depositi alluvionali ghiaiosi sabbiosi ciottolosi grossolani da moderatamente addensati a molto addensati;
2. l'area indagata non è interessata da processi di dissesto legati dinamica dei versanti (come risulta dalla consultazione della documentazione bibliografica disponibile);
3. La zona in questione risulta compresa, nella Carta di Sintesi della Pericolosità Geomorfologica allegata alla Variante Strutturale al Piano Regolatore Generale del Comune di Roccaforte Mondovì negli ambiti in classe IIIb2 la quale comprende *“Porzioni di territorio edificate, nelle quali gli elementi di pericolosità geomorfologica e di rischio sono tali da imporre in ogni caso interventi di riassetto territoriale a tutela del patrimonio edilizio esistente. Nuove costruzioni, ampliamenti o completamenti saranno consentiti a seguito dell'attuazione degli interventi di riassetto territoriale”*.
4. Nel settore analizzato risultano già attuati gli interventi di riassetto. Per quanto concerne l'efficacia degli stessi è stata prodotta al Comune la certificazione prodotta dai progettisti e D.L. dei lavori nella quale si evince che *“..per gli insediamenti a tergo delle opere in epigrafe, inseriti in classe IIIb, la pericolosità di future esondazioni del T. Ellero è minimizzata.”*
5. Sulla base dei valori di Vs30 disponibili per i depositi alluvionali in questione, pari a 434 m/s (profilo MASW), i terreni nell'area indagata corrispondono a suoli di categoria B - *“Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT, 30 > 50, nei terreni a grana grossa e cu, 30 >250 kPa nei terreni a grana fina)”*.