

COMUNE DI ALESSANDRIA

PROVINCIA DI ALESSANDRIA



Area oggetto
di intervento

IL PROGETTISTA:

PROPONENTE:

Dott. Arch. Sergio CAMILLI

Iscritto all'Albo ARCHITETTI P.P.C. n.485
Galleria Guerci
15121 - ALESSANDRIA

ALESSANDRIA 2000 S.r.l.

Via Immacolata n. 14
27030 - MEZZANA BIGLI (PV)

Dott. Geologo Edoardo RABAIOLI

ALESSANDRIA 2000 s.r.l.

TITOLO DELL'OPERA:

MODIFICA PEC CHIOZZO EUROPA 1 PARTE SETTENTRIONALE EST

OGGETTO DELLA TAVOLA:

**RELAZIONE GEOLOGICA
"Integrazione"**

TAVOLA N.

SCALA

DATA

20/12/2016

Committente:

ALESSANDRIA 2000 S.R.L.
Via Immacolata n. 14
27030 - Mezzana Bigli (PV)




Oggetto:

**Modifica PEC Chiozzo Europa 1 - Parte settentrionale Est
Alessandria.**

RELAZIONE GEOLOGICA

Identificazione elaborato	Ambito		Tipologia		Commessa	n° elaborato	
GC134116A01	G		C		1341/16	A	01

Dati Consulenti	Geol. Edoardo Rabajoli Iscritto Ordine Regionale Geologi Piemonte Albo Professionale: Sez. A n. 80	Geol. Teresio Barbero Iscritto Ordine Regionale Geologi Piemonte Albo Professionale: Sez. A n. 472
-----------------	---	---

Rev.	Redatto	Verificato	Validato	Data	Timbri e Firme
1	Geol. T. Barbero Geol. E. Rabajoli	Geol. E. Rabajoli	Geol. N. Quaranta	12/16	
File: GC134116A01.doc			 		

Il Committente:	FIRMA
-----------------	-------

1.0 INTRODUZIONE

Per incarico della Alessandria 2000 S.r.l. è stato condotto uno studio a carattere geologico sui terreni riferibili al PEC Chiozzo, con particolare riferimento al settore settentrionale e orientale, in Comune di Alessandria.

L'area in esame si sviluppa a sud di Via Marengo e a Ovest della Tangenziale Sud-Est di Alessandria, in sinistra idrografica del F. Bormida e in destra del F. Tanaro (ved. Figg.1 e 2) tra quote compresa tra circa 90 e 92,5 m s.l.m.m.



Figura 1 – Stralcio dalla tavola 9 di progetto (Camilli et alii, 2016).

Nel seguito, sulla base dei rilievi e delle indagini compiute, si procederà alla ricostruzione dell'assetto geologico, idrogeologico e geomorfologico dell'area, per giungere a formulare un giudizio circa l'inserimento delle opere nel contesto esaminato con particolare riferimento alla stabilità del sito.

2.0 ASSETTO GEOLOGICO E IDROGEOLOGICO

La cartografia geologica ufficiale di riferimento per il territorio comunale è rappresentata dalla seconda edizione del Foglio 70 "Alessandria" alla scala 1:100.000 della Carta Geologica d'Italia e dalle relative note illustrative (Boni & Casnedi, 1969).

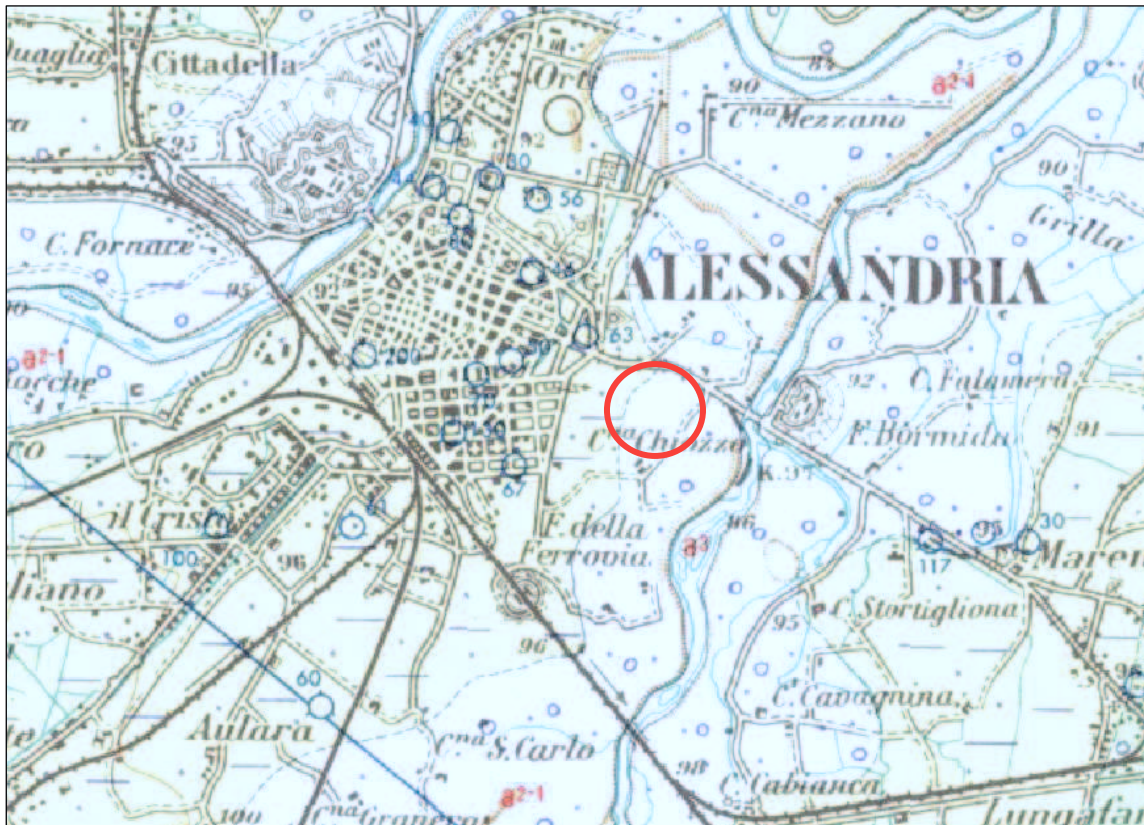


Figura 2 – Stralcio dal Foglio n. 70 Alessandria. Il cerchio rosso individua all'incirca il sito in oggetto.

Secondo tale cartografia il settore che si estende in sinistra idrografica del T. Bormida e a Est del centro di Alessandria è caratterizzato dalla presenza di:

- **a²⁻¹** "Alluvioni postglaciali": prevalentemente ghiaiose.
- **a^{1fl3}** "Alluvioni prevalentemente argillose della superficie principale della pianura a Sud del Po, attribuibili in parte alle Alluvioni postglaciali, in parte al Fluviale recente" (Olocene): mostrano granulometria localmente variabile fra argillosa, sabbioso-limosa e talora ghiaiosa. Costituiscono il "livello fondamentale della pianura" a sud del Po, leggermente sospese rispetto alle alluvioni recenti e attuali. La loro età è riferibile in

parte all'Olocene e in parte al Pleistocene superiore. L'area in oggetto ricade prevalentemente nell'unità a²⁻¹.

L'area in oggetto si colloca a una distanza minima di circa 400 m dalla sponda sinistra del F. Bormida; non è interessata direttamente dalla presenza di corsi d'acqua naturali, bealere o fossi artificiali a cielo aperto o interrati.

Dall'analisi della bibliografia specifica per tale settore di pianura sono presenti due distinti complessi:

1. Il *Complesso dei Depositi Alluvionali olocenici* affiora nelle fasce alluvionali del F. Tanaro, del F. Bormida, del T. Orba e del T. Scrivia; il settore alluvionale si allarga in particolare nella zona di Alessandria (dove si ha la confluenza del T. Belbo e del F. Bormida nel F. Tanaro), e nell'area compresa tra il F. Tanaro e il T. Scrivia verso la confluenza nel F. Po. Tale acquifero è caratterizzato da una vulnerabilità elevata.
2. La *Serie dei Depositi di Transizione* è costituita da un unico Complesso Idrogeologico, che rappresenta il sistema multifalde per eccellenza del territorio di pianura della Provincia di Alessandria, essendo formato da una alternanza di depositi grossolani permeabili e di depositi fini impermeabili, riferibili alla sequenza fluvio-lacustre in facies "villafranchiana" *Auct.*, sviluppata su spessori anche notevoli (centinaia di metri). E' anche il sistema acquifero più sfruttato dalle captazioni idropotabili, anche perché ospita falde con qualità decisamente superiore a quella delle falde superficiali.

I valori medi di conducibilità idraulica forniti dalla Regione Piemonte (Bove *et alii*, 2005), riferiti alla zona non satura e pertanto ai depositi superficiali, sono compresi tra 10^{-5} - 10^{-7} m/s (settore di pianura in sinistra Bormida) e 10^{-3} - 10^{-5} m/s (settore di pianura in destra). Le misure dirette effettuate nei terreni superficiali dal dott. geol. Rivolta nell'area di PEC (Studio Geologico Rivolta e Grassi, 2007) indicano valori dell'ordine di 10^{-4} m/s.

Per quanto riguarda i valori di soggiacenza della falda freatica, si osserva che in tale settore la superficie piezometrica è in equilibrio con il livello del F. Bormida e si attesta a profondità di circa 7÷8 m, come indicato nella Carta idrogeologica del P.R.G. 1990 (S.G.A., 1998) o, diversamente, a 5÷6 m come indicato dal dott. geol. Rivolta anche se, come già evidenziato da quest'ultimo, sulla *Tavola 3 – Elementi di assetto idrogeologico (parte 2), Pianura Alessandrina Orientale, Area MS12*, del Piano di

Tutela delle Acque della Regione Piemonte per tale settore sono stimati valori di soggiacenza tra 0 e 5 m.



Figura 3 - Carta della permeabilità prevalente della zona non satura (Bove et alii, 2005).



Figura 4 - Carta idrogeologica (S.G.A., 1998).

3.0 **ASSETTO GEOMORFOLOGICO E DISSESTO IDROGEOLOGICO**

È stata consultata la documentazione geologica della III Variante strutturale e del P.R.G.C. vigente. Sulla *Carta del dissesto idrogeologico relativa ad alcune aree di pianura* il sito in oggetto è compreso all'interno del vasto areale di esondazione riferito alla piena del 1994.

Oltre all'analisi degli elaborati allegati al PRGC si è quindi proceduto alla consultazione della seguente documentazione:

- Pubblicazioni e cartografie tematiche della Banca Dati Geologica della Regione Piemonte e dell'A.R.P.A. Piemonte.
- Atlante dei rischi idraulici e idrogeologici - Delimitazione delle aree in dissesto (Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico – PAI).



Figura 5 – Stralcio dalla *Carta del dissesto idrogeologico relativa ad alcune aree di pianura* della III variante al P.R.G.C. vigente.

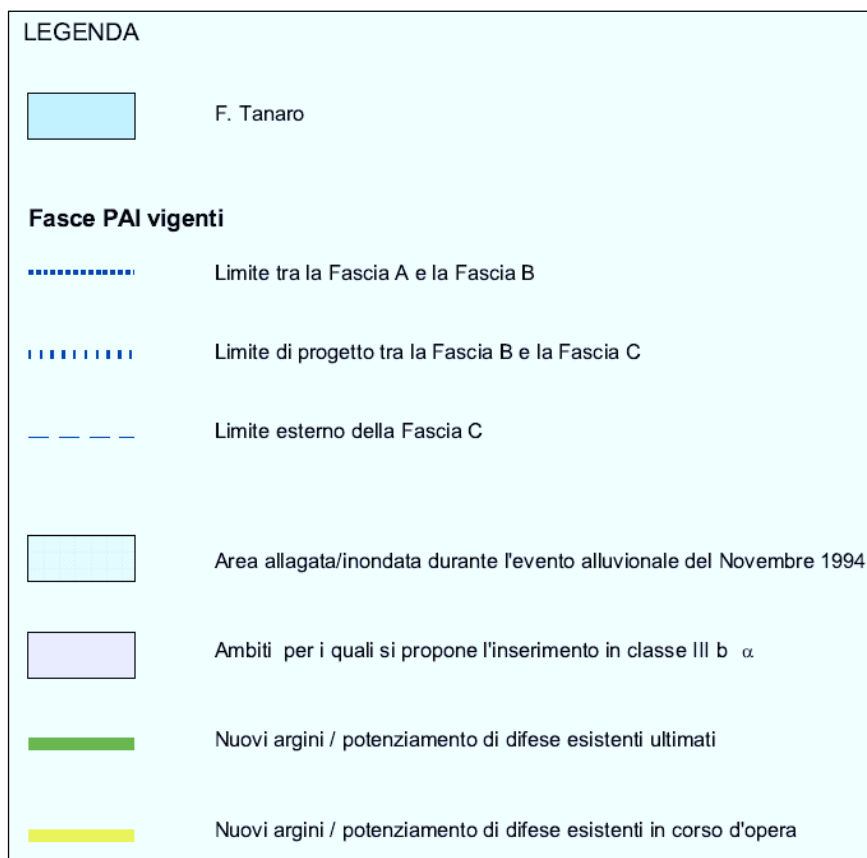


Figura 6 – Stralcio dalla legenda della *Carta del dissesto idrogeologico relativa ad alcune aree di pianura* della III variante al P.R.G.C. vigente.

L'evento alluvionale di riferimento è quello del 4-6 Novembre 1994, che ha registrato estesi allagamenti da parte del F. Tanaro e del T. Bormida. Tale evento eccezionale si è inserito in un quadro meteorologico che ha coinvolto l'intera Europa, con un centro depressionario localizzato sulle isole britanniche bloccato verso est da una potente area anticiclonica associata ad un fronte freddo in transito sul mediterraneo occidentale che ha apportato sul Piemonte precipitazioni abbondanti e di forte intensità.

In tale periodo, in una fascia localizzata sul medio-alto Tanaro, le altezze delle piogge sono state tra 200 e 250 mm. La durata del fenomeno ha pure superato i tempi di corruzione dei bacini idrografici colpiti, per cui gli alvei sono stati interessati da deflussi di piena di lunga durata che hanno esasperato le condizioni di confluenze della rete idrografica (piena registrata nella stazione idrometrica di Montecastello di 3500 mc/sec). Sotto la pressione delle acque il rilevato della ferrovia Torino-Alessandria ha ceduto in più punti e l'onda di piena ha coinvolto S. Michele, frazione Astuti, borgo

Cittadella, riversandosi sul quartiere Orti.. Ad aggravare la situazione, si è aggiunta la presenza, in corrispondenza della confluenza Tanaro-Bormida, della strettoia delimitata in sinistra del rilevato di Pavone ed in destra dell'autostrada Torino-Piacenza; tale situazione ha favorito il rigurgito delle acque verso la città di Alessandria, determinando un ulteriore innalzamento dei livelli.



Figura 7– Campo di inondazione dell'evento del 1994, tratto dalla Banca Dati Geologica dell'Arpa Piemonte.

In occasione dell'evento alluvionale del 26-28 Aprile 2009 si sono verificati allagamenti nella piana alessandrina per la piena straordinaria del Fiume Tanaro, sviluppatasi tra la sera del 27 ed il pomeriggio del 28 aprile e, in subordine, per quelle dei Fiumi Belbo, Bormida e Po. Tale evento è paragonabile, come campi di esondazione, all'evento del 7-10 ottobre 1996. Tuttavia, considerate le opere di difesa nel frattempo realizzate e che hanno visibilmente minimizzato la vulnerabilità, le portate (si stimano tra i 3200 e i 3500 m³/s alla sezione di Montecastello) e considerata la semi-concomitanza con la piena di Belbo e Bormida, l'evento si configura certamente come il più gravoso monitorato sull'asta del Tanaro in Provincia di Alessandria dopo quello del Novembre 1994. L'area in oggetto, a differenza del 1994, non è stata allagata.

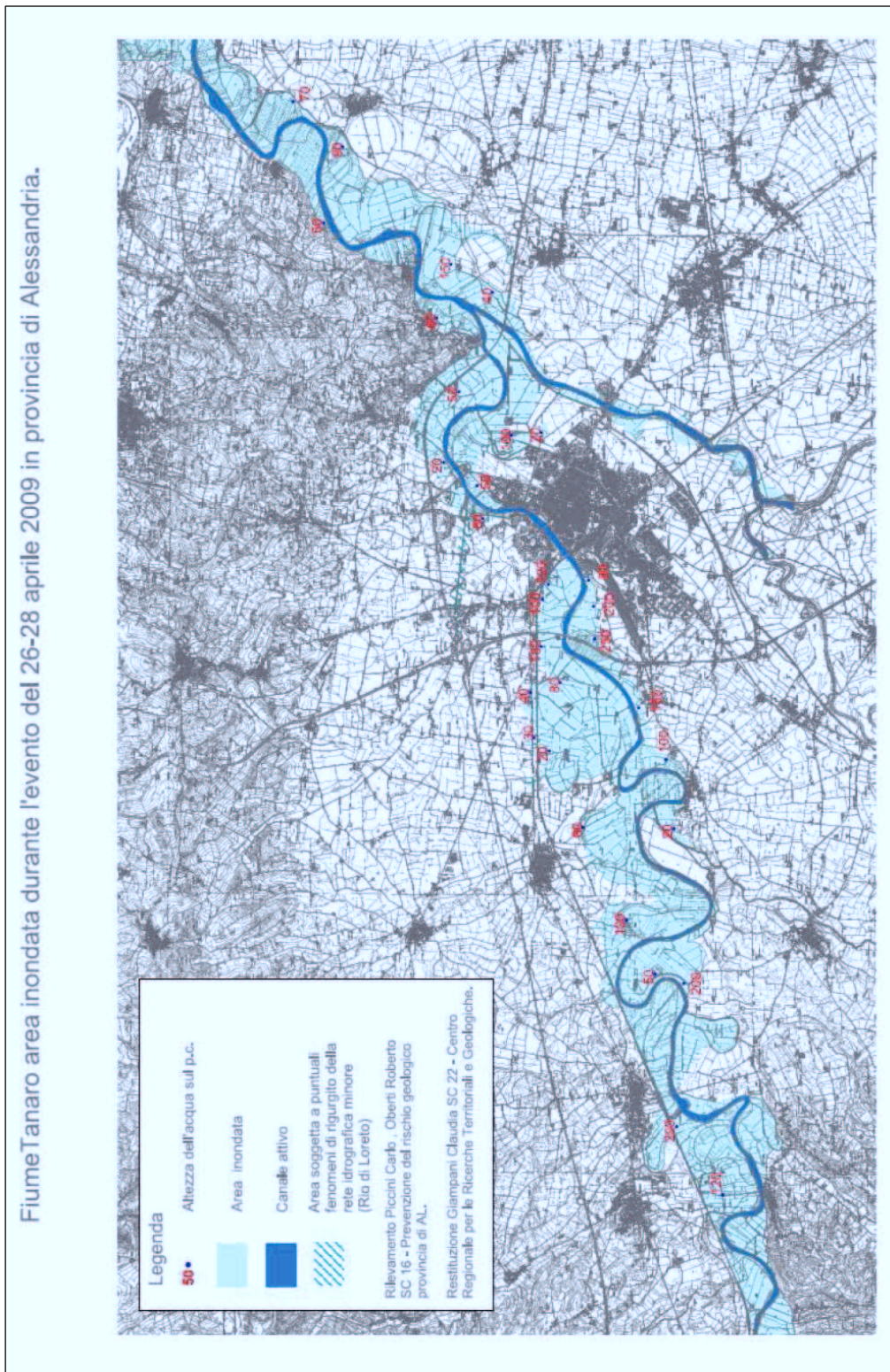


Figura 8 - Campo di inondazione durante l'evento del 26-28/04/2009 (ARPA, 2009).

Gli effetti dell'evento del 1994 e i successivi studi idraulici commissionati dall'Autorità di bacino del Fiume Po hanno condotto alla realizzazione della cartografia delle fasce Fluviali. L'area in oggetto ricade, in posizione retrostante al limite di progetto tra la Fascia B e la C (ved. fig. 9), qui coincidenti.



Figura 9 – Stralcio dalla cartografia PAI, delimitazione delle fasce Fluviali, Foglio 176 sezione I “Alessandria”, Tanaro - Tav. 03 e Bormida - Tav. 02. L'ovale rosso individua l'area di studio.

Le opere in corrispondenza al limite di progetto tra la Fascia B e la C sono state ultimate e collaudate.

4.0 PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA E IDONEITÀ ALLA UTILIZZAZIONE URBANISTICA DELL'AREA

La presenza di elementi di pericolosità imputabili al F. Bormida ha condotto l'estensore degli elaborati geologici del P.R.G.C. ad ascrivere tale settore alla classe III ai sensi della Circolare P.G.R. 8/05/1996 7/LAP, nello specifico denominata IIIb α :

“Classe IIIb α

Aree ubicate all'interno della Fascia C e/o a retro della Fascia B di Progetto e nelle Frazioni di Spinetta Marengo e Litta.

Alle aree in Fascia C si intendono estese le norme della fascia B fino al completamento delle opere di difesa idraulica e/o riassetto territoriale. In tali ambiti la fruibilità urbanistica avverrà in conformità ai disposti dell'art. 28, secondo le modalità precisate dal relativo “Regolamento di Attuazione” (adottato con D.C.I. n. 11 del 5/04/2006), e del comma 5 dell'art. 31 delle Norme di Attuazione del PAI, nonché, per quanto concerne il Ponte Cittadella, alla verifica della “Direttiva contenente i criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all'interno delle fasce A e B (adottata con D.C.I. n. 2 dell'11/05/1999, aggiornata con D.C.I. n. 10 del 5/04/2006.

In seguito all'avvenuta realizzazione delle opere di difesa e/o di riassetto territoriale che l'Amministrazione Comunale riterrà sufficienti alla minimizzazione del rischio esistente, potranno essere consentite nuove edificazioni alle seguenti condizioni:

1.accertamento geotecnico nel rispetto del D.M.L.P. 11/3/1988 e del D.M. 14/01/2008 e s.m.i., volto a determinare la quota di imposta delle fondazioni;

2.esecuzione preventiva di una corretta regimazione delle acque superficiali e di falda, previa relazione geologica;

3.l'edificazione finalizzata a destinazioni d'uso che comportano la presenza continuativa di persone dovranno essere realizzate in ambienti aventi il piano di calpestio ad una quota di sicurezza come riportato indicativamente nell'allegata Tabella A e/o da valutazioni idrauliche puntuali. Tale valutazione può essere redatta a cura del soggetto attuatore dell'opera o, tramite iniziativa pubblica;

4.è consentita la realizzazione di locali al piano terra, purché adibiti esclusivamente ad autorimessa, cantine o depositi, che non si approfondiscano oltre 0,30 m dal piano strada;

5.le sistemazioni esterne relative alle recinzioni di proprietà ad eccezione del centro storico, sia su fronte stradale (pubblica o privata) sia sui confini laterali, devono essere formate con siepi vive di altezza non superiore a m. 2 con interposta eventuale rete metallica plastificata oppure con cancellata a giorno, con zoccolatura (minore o uguale a cm 20) provvista di idonei scoli per le acque;

6.in queste aree è ammessa la costruzione di piani seminterrati o interrati, a una quota più bassa di quella di riferimento (Tabella A) o a quella della massima escursione della falda, purché adibiti esclusivamente ad autorimessa, cantine, depositi senza presenza continuativa di persone, previa esecuzione delle specifiche indagini di cui alla lettera H del D.M. 11 marzo 1988, il cui accesso avvenga comunque attraverso vie d'ingresso che si sviluppino a partire da quote superiori o uguali alla quota di riferimento (Tabella A); la realizzazione di piani seminterrati o interrati non dovrà interferire con il regime della falda idrica e sarà pertanto subordinata ai risultati di preventive indagini volte alla verifica della soggiacenza della falda e della relativa escursione massima annuale e storica, dalla quale dovrà essere garantito un franco di almeno 50 cm. I locali

seminterrati o interrati dovranno essere realizzati adottando gli accorgimenti tecnici atti a impedirne l'allagamento e a garantirne la fruizione in condizioni di sicurezza. Il ricorso all'innalzamento artificiale del piano campagna è permesso qualora sia accertato che tale intervento non provochi innalzamenti anomali del livello idrico, nel corso di fenomeni di allagamento, tali da provocare maggiori danni nelle aree adiacenti. Gli interventi devono assicurare il mantenimento e il miglioramento delle condizioni di drenaggio superficiale dell'area, l'assenza di interferenze negative con il regime delle falde freatiche presenti e con la sicurezza delle opere di difesa esistenti.

7.Come previsto dal comma 7 dell'art. 18 delle NTA del PAI il soggetto attuatore è tenuto a sottoscrivere un atto liberatorio che escluda ogni responsabilità dell'amministrazione pubblica in ordine a eventuali futuri danni a cose e a persone comunque derivanti da fenomeni di allagamento dei locali interrati.

8.in queste aree sono vietati lo stoccaggio e la realizzazione di discariche di ogni tipo di rifiuti.”

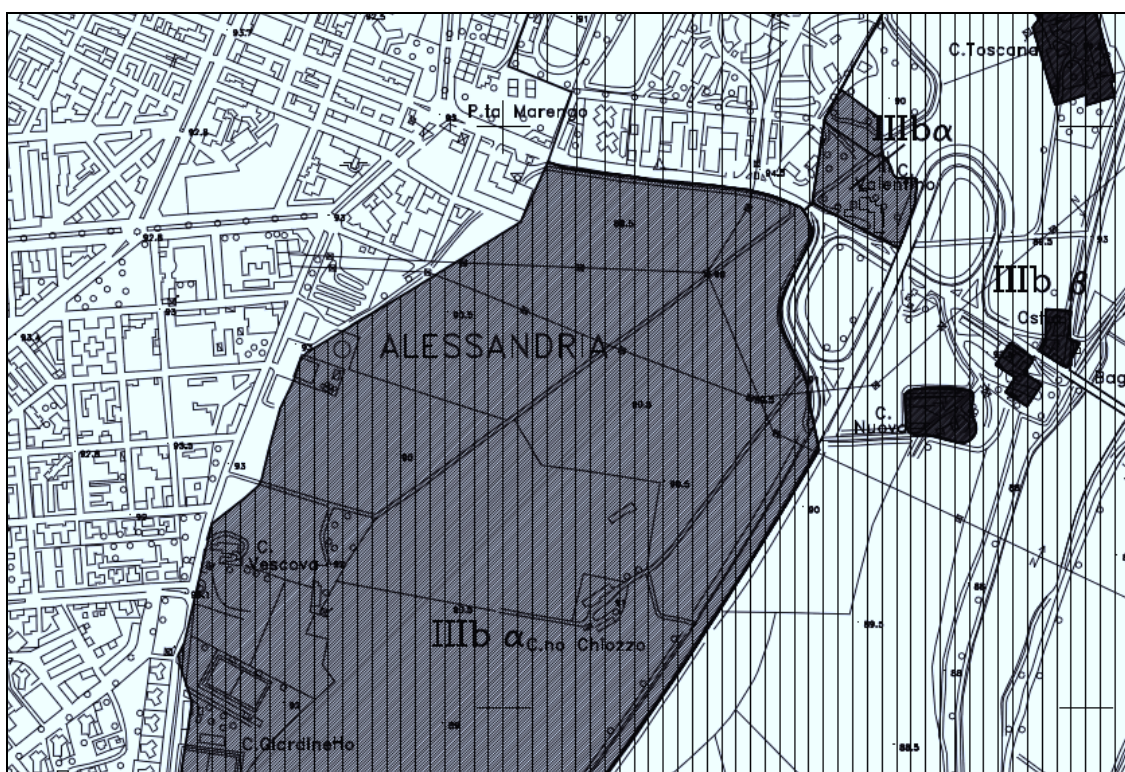


Figura 10 – Stralcio dalla Norme di attuazione: allegato 2, tavola 3 *Carta di sintesi delle classi di pericolosità geomorfologica* della III variante al P.R.G.C. vigente. L'ovale rosso individua il sito in oggetto.

Come si evince dagli elaborati di progetto di cui si riporta nel seguito uno stralcio, il piano calpestabile del primo piano fuori terra sarà collocato a una quota pari a quella “minima di abitabilità” (pari a 93,50 m s.l.m.m.) individuata dalla Tabella A riportata a pagina seguente.

La realizzazione degli interventi in progetto potrà avvenire in accordo con quanto indicato nella Deliberazione della Giunta Comunale n. 146/4310N-400 del 18/05/2009

“Quinto aggiornamento sullo stato di attuazione delle opere di difesa sufficienti alla minimizzazione del rischio all'interno delle aree classificate IIIb α dall'art. 51 delle Norme di Attuazione del PRG90 di cui alla deliberazione CC n° 161 del 20 novembre 2000”. In tale delibera è evidenziato che “La Ditta incaricata” ha consegnato il rapporto maggio 2009 che documenta la raggiunta “minimizzazione del rischio” della parte nord della cosiddetta Regione Chiozzo”.

5 TABELLA A
QUOTE MINIME DI ABITABILITA' NELLE AREE DI PIANURA
INTERESSATE DALLE CLASSI GEOMORFOLOGICHE DI TIPO II E III.

Posizione	Denominazione zona	Quota minima (m.s.l.m.)
Sx Tanaro	Sponda sinistra del Tanaro fino alla ferrovia TO-AL	96,00
	A nord della ferrovia TO-AL fino all'Autostrada dei Trafori	95,50
	San Michele (tra l'Autostrada dei Trafori e la linea ferroviaria MI-AL)	94,50
	Tra la linea ferroviaria MI-AL ed il sanatorio T. Borsalino	93,50
	Tra sanatorio T. Borsalino e Ponte Tanaro / Autostrada dei Trafori	92,00
Dx Tanaro	Casalbagliano – C.na Guazzati	97,00
	C.na De Vercelli	95,50
	C.na Martini / Chiapponi	95,00
	Alessandria centro storico fino a v. Teresa Michel	94,00
	Quartiere Orti da v. Teresa Michel	93,00
	Interfluvio Tanaro / Bormida (C.na Mezzano)	92,00
Sx Bormida	C.na Clara / C.na Bona / Ponte della Maranzana	102,00
	Dal Ponte della Maranzana al ponte della Ferrovia AL-GE	96,00
	Dal Ponte della Ferrovia AL-GE al ponte della S.S. Padana Inferiore	93,50
	Area a nord della Tangenziale e centro urbano di Alessandria (“Alessandria 2000”)	93,50
Dx Bormida	Dal ponte della Ferrovia AL-GE alla C.na Granera	95,50
	Dalla C.na Granera alla C.na Stortigliona (compresa)	94,00
	Da nord della C.na Stortigliona alla S.S. Padana Inferiore (Area Zuccherificio)	92,50
	A nord della S.S. Padana Inferiore fino a C.na Falamera / Barbotto (incluse)	92,00
	Da C.na Barbotto fino all'Autostrada dei Trafori	91,00
	Area C.na Garrone – Casalino	87,00

Figura 11 – Tabella A contenuta nelle Norme di attuazione del P.R.G.C.

5.0 ASSETTO LITOSTRATIGRAFICO LOCALE

Dal punto di vista litologico il complesso superficiale è rappresentato da una sequenza deposizionale di origine fluviale, a granulometria prevalentemente sabbioso-limosa in superficie e ghiaioso-sabbiosa in profondità.

Per il sito in esame sono disponibili alcuni pozzetti esplorativi realizzati dal geol. Rivolta nel 2007 (ved. fig. 12) ed è inoltre presente una stratigrafia di sondaggio a carotaggio continuo, comprensivo di prove S.P.T. in foro, contenute nella Banca Dati Geotecnica dell'Arpa Piemonte (ved. figg. 13→15).



Figura 12 – Ubicazione dei pozzetti esplorativi (Studio Geologico Rivolta e , 2007)

I pozzetti esplorativi hanno evidenziato la presenza di terreni sabbioso-limosi, di colore bruno-nocciola, generalmente massivi, talora con forti screziature giallastre, che si spingono sino a profondità comprese tra 2.90 m e 3.80 m dal p.c.. Inferiormente sono presenti bancate di sabbie medio-grossolane, grigie, uniformi, e di ghiaie e ciottoli con

sabbie ben lavate, poco addensate. In allegato sono fornite le schede stratigrafiche dei pozzetti e due sezioni stratigrafiche ottenute per correlazione, che illustrano l'andamento stratigrafico generale del sito (Studio Geologico Rivolta e Grassi, 2007).

La stratigrafia di un sondaggio a carotaggio continuo realizzato nel 1996 a Nord dell'area in oggetto, indica la presenza di una sequenza analoga (ved. figg. 13, 14 e 15).

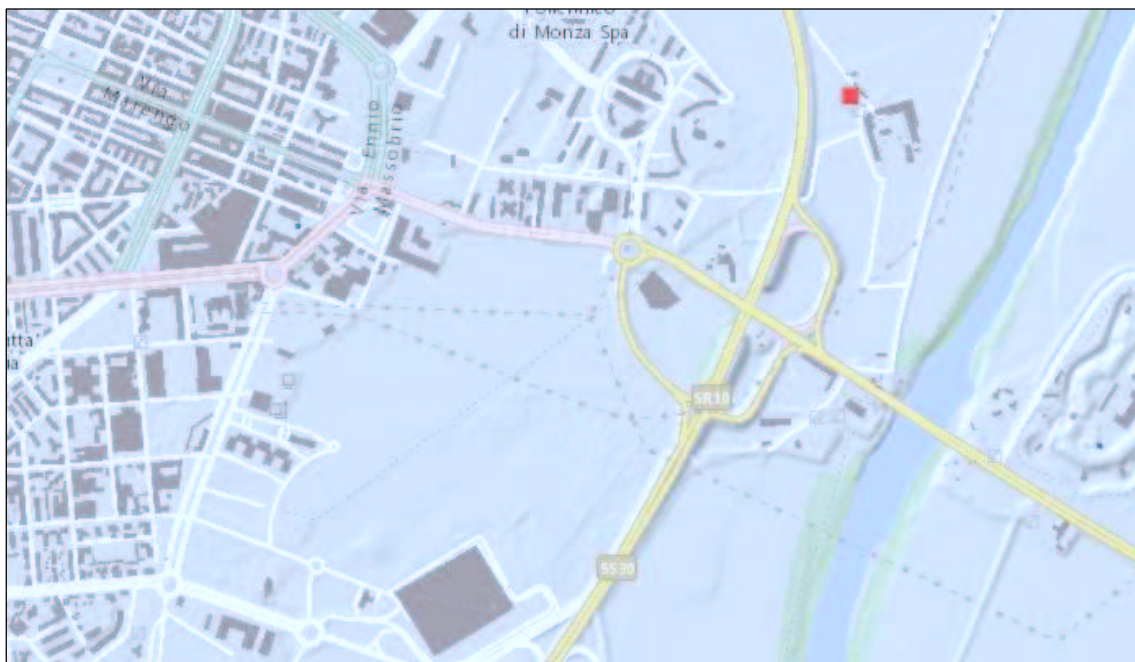


Figura 13 – Ubicazione del sondaggio 1121, Banca Dati Geotecnica dell'ARPA Piemonte.

Profondità (m)	Descrizione
1.10	terreno sabbioso argilloso con resti vegetali elaterizi
2.60	sabbia a tratti debolmente limosa
7.60	sabbia medio fine con ghiaia fine e ciottoli
15.00	ghiaia medio fine con sabbia a tratti debolmente argillosa con alcuni ciottoli
17.00	ghiaia grossa con sabbia a tratti debolmente limosa
20.00	ghiaia grossa e media con sabbia a tratti argillosa

Figura 14 – Stratigrafia semplificata del sondaggio 1124.

Secondo la classificazione del sistema unificato statunitense i materiali costituenti l'unità superficiale prevalentemente sabbioso-limosa possono essere classificati con la

sigla SM o ML, mentre secondo la classificazione CNR-UNI 10006 tali materiali si collocano nell'ambito del gruppo A₂.

Come si evince dalle prove penetrometriche dinamiche di cui alla figura seguente tali terreni sono caratterizzati da scarso addensamento.

Nome perforazione	Comune	Provincia	Località
S1	ALESSANDRIA	AL	Cascina Toscana
Data inizio perforazione	Data fine perforazione	Profondità (m)	Cantiere
10/4/1996	11/4/1996	20.00	Viabilità: Variante di Alessandria - raccordo stradale tra la S.S. 30 e la S.S. 10

Codice Perforazione	Profondità (m)	N1	N2	N3	NSPT
1121	3.00	4	4	5	9
1121	6.00	15	5	3	8
1121	9.50	5	5	6	11
1121	12.50	22	35	42	77
1121	16.00	20	30	42	72

NOTA: il valore -999 indica un rifiuto.

Figura 15 – Risultati della prova SPT in foro.

6.0 **CENNI DI SISMOTETTONICA**

Il contesto tettonico e i regimi geodinamici tuttora attivi legati all'evoluzione della catena alpina sono all'origine dell'attività sismica presente in Piemonte, generalmente modesta come intensità, ma notevole come frequenza.

I terremoti si manifestano principalmente lungo due direttrici che riflettono chiaramente l'assetto tettonico regionale essendo quasi coincidenti, entro un ragionevole margine di distribuzione, l'uno con il fronte Pennidico e l'altro con il limite fra le unità pennidiche e la pianura padana.

Osservando infatti la localizzazione degli epicentri dei terremoti registrati dalla rete sismica si nota chiaramente una distribuzione dispersa lungo due direttrici principali:

- una segue la direzione dell'Arco Alpino occidentale nella sua parte interna in corrispondenza del massimo gradiente orizzontale della gravità (zona sismogenetica 908);
- l'altra (zona sismogenetica 909) più dispersa segue l'allineamento dei massicci cristallini esterni in corrispondenza del minimo gravimetrico delle Alpi Occidentali francesi.

Le due direttrici convergono nella zona del Cuneese, per riaprirsi a ventaglio verso la costa, interessando il Nizzardo e l'Imperiese (fonte: ARPA Piemonte).

Una terza direttrice (zona sismogenetica 911), infine, interessa il fronte occidentale dell'Appennino sepolto ed il suo prolungamento nel Monferrato.

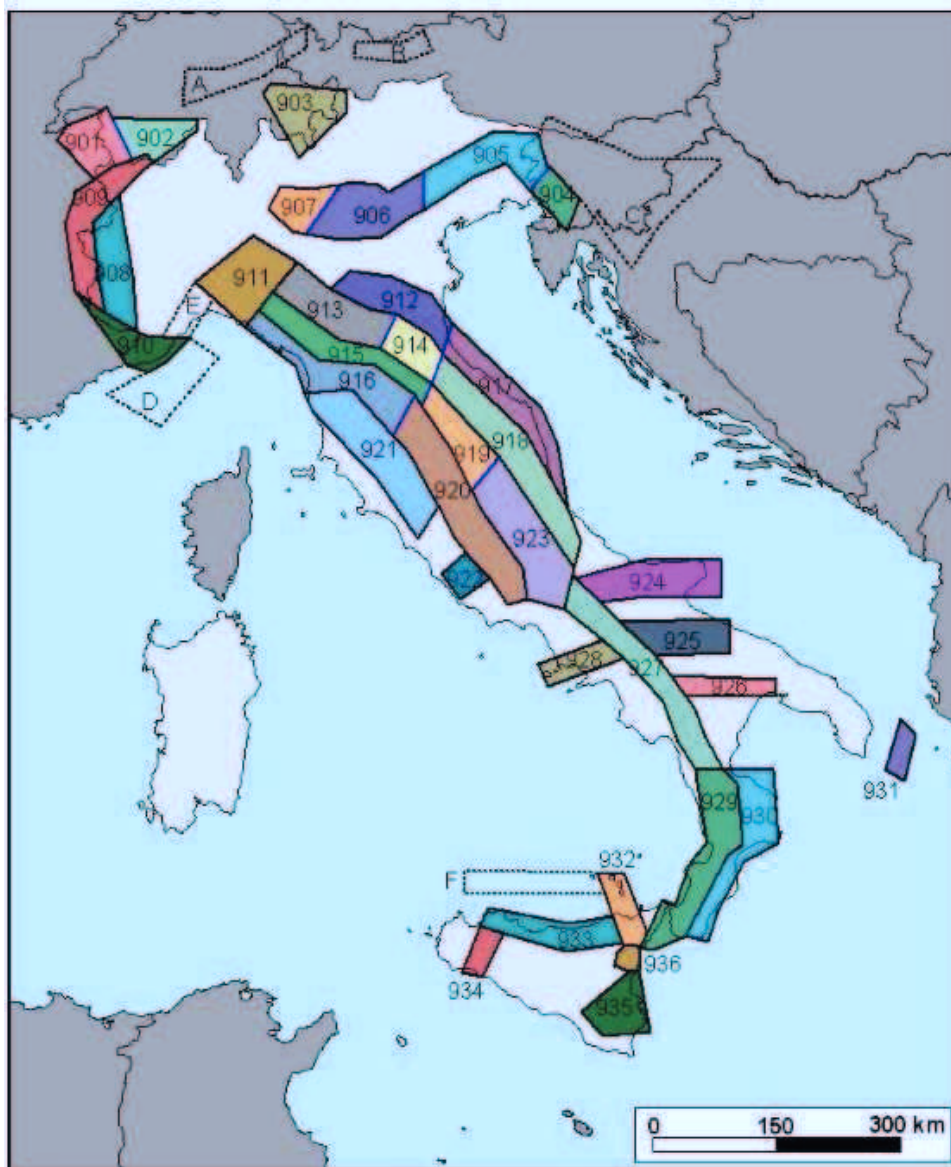


Figura 16 – Zone sismogenetiche, figure tratte da Meletti & Valensise (2004).

Nella figura 16 si possono osservare alcuni dati relativi alla storia sismica del Comune di Alessandria contenuti nel Database Macrosismico Italiano 2004 (Stucchi et alii, 2007), che per la prima volta ha raccolto e organizzato in modo critico i dati macrosismici utilizzati per la compilazione del catalogo parametrico CPTI04 (2004).

È possibile stimare la magnitudo M , relativa agli eventi sismici attesi per il sito in oggetto, con il processo di disaggregazione desunto dal sito internet dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (2007), con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni. In tal caso risulta pari a 4.94 (ved. fig. 17).

Effetti	In occasione del terremoto del:			
I [MCS]	Data	Ax	Np	Io Mw
7-8	1369 02 01	Alessandria	4	6-7 4.93 ±0.34
F	1511 03 26 14:40	Slovenia	66	9 6.98 ±0.17
4	1541 10 22 18:00	VALLE SCRIVIA	9	7 5.24 ±0.60
3-4	1612 01 31	ROCCA BIGLIERA	6	6-7 4.93 ±0.34
3	1642 06 13	Bergamo	8	6 5.04 ±0.72
4	1767 02 07 03:45	GENOVA	10	6 5.16 ±0.39
4	1802 05 12 09:00	VALLE DELL'OGLIO	85	8 5.64 ±0.22
NR	1811 07 15 22:44	SASSUOLO	21	6-7 5.25 ±0.40
3	1818 02 23 18:10	Liguria occidentale-Francia	46	7 5.45 ±0.22
7	1828 10 09 02:20	Valle Staffora	114	8 5.76 ±0.15
4-5	1828 10 10 01:30	Valle Staffora	18	
F	1831 05 26 10:30	Liguria occidentale	33	8 5.46 ±0.36
F	1854 12 29 01:45	Liguria occidentale-Francia	86	6.73 ±0.16
2	1873 03 12 20:04	Marche meridionali	196	8 5.95 ±0.10
NF	1884 09 12 07:23	Bassa valle del Serio	34	6 4.85 ±0.35
4	1886 09 05	VAL DI SUSÀ	102	7 5.25 ±0.17
6	1887 02 23 05:2	Liguria occidentale	1516	6.97 ±0.15
4	1891 06 07 01:0	Valle d'Ilasi	403	8-9 5.86 ±0.06
RS	1892 01 05	GARDA OCC.	100	6-7 5.02 ±0.15
RS	1892 03 05	PONT S. MARTIN	86	7 4.90 ±0.19
NF	1892 08 09 07:58	Valle d'Alpone	160	6-7 4.91 ±0.11
F	1895 04 14 22:17	Slovenia	296	8 6.23 ±0.08
F	1896 10 16	ALBENGA	60	6 4.92 ±0.21
4	1913 12 07 01:28	NOVI LIGURE	56	5 4.70 ±0.20
F	1914 10 26 03:43	TAVERNETTE	67	7 5.41 ±0.16
4	1920 09 07 05:5	Garfagnana	756	10 6.48 ±0.09
2	1927 10 28 21:49	BEDONIA	51	6 4.88 ±0.21
3-4	1929 04 19 04:1	Bolognese	82	
4-5	1945 12 15 05:27	VARZI	12	6 5.05 ±0.34
4	1951 05 15 22:54	LODIGIANO	154	6-7 5.39 ±0.14
2	1960 03 23 23:0	Vallese	178	5.00 ±0.20
4	1963 07 19 05:4	Mar Ligure	463	6.02 ±0.14
2-3	1983 11 09 16:2	Parmense	850	6-7 5.06 ±0.09
5-6	2000 08 21 17:1	Monferrato	597	6 4.86 ±0.09
4	2001 07 18 22:4	Monferrato	253	5-6 4.17 ±0.09
NF	2005 04 18 10:5	Valle del Trebbia	286	5 3.98 ±0.09

Figura 17 – Storia sismica del Comune di Alessandria, tratta dal Database Macrosismico Italiano 2011 (Locati et alii, 2011).

Distanza in km	Disaggregazione del valore di a(g) con probabilita' di eccedenza del 10% in 50 anni (Coordinate del punto lat: 44.9358, lon: 8.6187, ID: 14472)										
	Magnitudo										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10-20	0.000	10.200	15.100	5.980	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
20-30	0.000	7.830	14.100	7.320	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
30-40	0.000	2.940	6.400	4.210	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
40-50	0.000	1.060	2.880	2.360	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
50-60	0.000	0.296	1.270	1.330	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
60-70	0.000	0.020	0.509	0.770	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
70-80	0.000	0.000	0.129	0.389	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
80-90	0.000	0.000	0.020	0.301	0.258	0.256	0.046	0.000	0.000	0.000	0.000
90-100	0.000	0.000	0.031	0.536	0.725	0.629	0.068	0.000	0.000	0.000	0.000
100-110	0.000	0.000	0.031	0.642	1.080	0.918	0.050	0.000	0.000	0.000	0.000
110-120	0.000	0.000	0.002	0.450	1.060	1.010	0.038	0.000	0.000	0.000	0.000
120-130	0.000	0.000	0.000	0.264	0.972	1.070	0.030	0.000	0.000	0.000	0.000
130-140	0.000	0.000	0.000	0.122	0.786	0.996	0.030	0.000	0.000	0.000	0.000
140-150	0.000	0.000	0.000	0.040	0.577	0.801	0.028	0.000	0.000	0.000	0.000
150-160	0.000	0.000	0.000	0.002	0.165	0.214	0.027	0.000	0.000	0.000	0.000
160-170	0.000	0.000	0.000	0.000	0.084	0.130	0.025	0.000	0.000	0.000	0.000
170-180	0.000	0.000	0.000	0.000	0.043	0.097	0.021	0.000	0.000	0.000	0.000
180-190	0.000	0.000	0.000	0.000	0.021	0.072	0.018	0.000	0.000	0.000	0.000
190-200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.010	0.052	0.014	0.000	0.000	0.000	0.000

Valori medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
4.940	40.100	1.230

Figura 18 – Valori di magnitudo ottenuti con il processo di disaggregazione, figure tratte dal sito internet dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia.

7.0 PREVENZIONE DEL RISCHIO SISMICO

Con l'individuazione delle zone sismiche di cui all'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20/3/2003¹, così come modificata e integrata dall'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri del 28/4/2006², viene confermato il livello di bassa sismicità del Comune di Alessandria e pertanto ascritto alla zona 4.

La Deliberazione della Giunta Regionale 19 gennaio 2010, n. 11-13058 "Aggiornamento e adeguamento dell'elenco delle zone sismiche (O.P.C.M. n. 3274/2003 e O.P.C.M. 3519/2006)", nel caso specifico ha mutato la classificazione in zona 3.

Dal 1 gennaio 2012 si applicano le procedure di gestione e controllo delle attività urbanistico-edilizie ai fini della prevenzione del rischio sismico approvate con Deliberazione della Giunta Regionale n. 4-3084 del 12 dicembre 2011 e con Deliberazione della Giunta Regionale n. 7-3340 del 3 febbraio 2012.

Le tabelle dei parametri che definiscono l'azione sismica specifica per il territorio comunale di Alessandria sono contenute nell'Allegato B al D.M. 14/01/2008 *Norme tecniche per le costruzioni*.

Nel seguito si riportano indicazioni tratte dalle linee guida dell'Associazione Geotecnica Italiana, dal D.M. 14/01/2008 *Norme tecniche per le costruzioni* e dalla *Circolare n. 617 del 2 febbraio 2009 Istruzioni per l'applicazione delle «nuove norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008* del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi. In assenza di tali analisi, per la definizione dell'azione sismica si può fare riferimento a un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento indicate nelle Tabelle 3.2.II e 3.2.III contenute nel Decreto ministeriale (infrastrutture)

¹ "Criteri per l'individuazione delle zone sismiche – individuazione, formazione e aggiornamento degli elenchi delle medesime zone".

² "Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli

14 Gennaio 2008 "Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni" (indicato nel seguito come D.M. 14/01/2008).

Per le categorie di sottosuolo **A, B, C, D, E** le azioni sismiche sono definite al § 3.2.3 del D.M. 14/01/2008 (ved. tab. 3).

Categoria	Descrizione
A	<i>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.</i>
B	<i>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 $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).</i>
C	<i>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 $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).</i>
D	<i>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 $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).</i>
E	<i>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).</i>

Tabella 1 – Categorie di sottosuolo individuate nel D.M. 14/01/2008.

Per l'area di intervento, sulla scorta dell'unica prova SPT in foro disponibile (ved. figg. 13, 14 e 15), è possibile individuare in via assolutamente preliminare una **categoria di sottosuolo C**.

Per condizioni topografiche complesse è necessario predisporre specifiche analisi di risposta sismica locale.

Per configurazioni superficiali semplici si può adottare la classificazione della figura seguente.

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Tabella 2 – Categorie caratteristiche della superficie topografica.

Per quanto riguarda le condizioni topografiche si ricade invece nella **categoria T1**.

8.0 **CONCLUSIONI**

Le analisi svolte ai punti precedenti hanno permesso di individuare le principali problematiche geologiche connesse alla realizzazione degli interventi in progetto.

Sulla base delle indagini pregresse è stato possibile pervenire a una definizione di massima sufficientemente dettagliata dell'assetto litostratigrafico dell'area.

In particolare nell'ambito della procedura per l'ottenimento dei titoli abilitativi dei singoli interventi edilizi, oltre ad essere recepite le prescrizioni specifiche della classe IIIb α e dovranno essere realizzate opportune indagini geognostiche e analisi/prove di laboratorio volte a delineare un modello geologico e geotecnico del siti.

Le verticali delle indagini geognostiche dovranno interessare l'impronta di ciascun edificio in progetto e dovranno essere realizzate in misura soddisfacente secondo le indicazioni dei professionisti incaricati. Stante la natura fine e poco addensata dei terreni superficiali, particolare attenzione dovrà essere posta nella valutazione dei cedimenti.

Elemento essenziale per la progettazione sarà la puntuale valutazione delle categorie di sottosuolo ai sensi del D.M. 14/01/2008, da effettuarsi sulla scorta di indagini geofisiche appropriate. Stante la natura prevalentemente sabbioso-limosa dei terreni superficiali e la presenza della falda freatica a 5÷6 m dal piano campagna saranno necessarie specifiche valutazioni atte a confermare o a escludere potenziali fenomeni di liquefazione in caso di sisma.

Si rammenta che per la progettazione esecutiva di tutte le opere aventi rilevanza strutturale dovranno essere recepite le prescrizioni del D.M. 14/01/2008 e quelle contenute nella Deliberazione della Giunta Regionale n. 4-3084 del 12 dicembre 2011 e nella Deliberazione della Giunta Regionale n. 7-3340 del 3 febbraio 2012.

In assenza di ulteriori approfondimenti, dovranno essere recepite le indicazioni di cui alla specifica *"Indagine idrologica per il dimensionamento del sistema di raccolta e dispersione delle acque meteoriche"* (Studio Geologico Rivolta e Grassi, 2007).

La realizzazione degli interventi in progetto risulterà in accordo con quanto indicato nella Deliberazione della Giunta Comunale n. 146/4310N-400 del 18/05/2009 *"Quinto aggiornamento sullo stato di attuazione delle opere di difesa sufficienti alla minimizzazione del rischio all'interno delle aree classificate IIIb α dall'art. 51 delle Norme di Attuazione del PRG90 di cui alla deliberazione CC n° 161 del 20 novembre*

2000”.

In tale delibera viene evidenziato che “*La Ditta incaricata ha consegnato il rapporto maggio 2009 che documenta **la raggiunta “minimizzazione del rischio” della parte nord della cosiddetta Regione Chiozzo**”.*

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

ARPA PIEMONTE (2009) – *Evento meteo-pluviometrico del 26-28 aprile 2009.*

ARPA PIEMONTE (2016) – *Servizi webgis*

ASSOCIAZIONE GEOTECNICA ITALIANA (2005) - *Aspetti geotecnici della progettazione in zona sismica. Linee guida.* Patron Ed., Bologna, 402 pp.

AUTORITÀ DI BACINO DEL FIUME PO (2001) – *Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica.*

BONI A. & CASNEDI R. (1969) - *Note illustrative: Asti-Alessandria : Fogli 69 e 70.* Ministero dell'Industria, del Commercio e dell'Artigianato, Direzione Generale delle Miniere, Servizio Geologico d'Italia - Roma, 64 pp.

BOVE A., DESTEFANIS E., DE LUCA D. A., MASCIOTTO L., OSSELLA L. & TONUSSI M. (2005) - *Studio idrogeologico finalizzato alla caratterizzazione dell'acquifero superficiale nel territorio di pianura della Provincia di Alessandria.* In "Idrogeologia della Pianura Piemontese", Regione Piemonte, 2005.

CAMILLI S, SERRA L., GIOVINAZZO & ETHOS ENGINEERING S.R.L. (2016) - *Comune di Alessandria. Modifica PEC Chiozzo Europa 1 - Parte settentrionale Est.*

GEO SINTESI Associazione tra professionisti (2010) – *Città di Alessandria. III Variante strutturale. Verifiche di compatibilità idraulica e idrogeologica.*

ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA – *Mappe interattive di pericolosità sismica.* http://esse1-gis.mi.ingv.it/s1_en.php

LOCATI M., CAMASSI R. & STUCCHI M. (2011) *Database Macrosismico Italiano, versione DBMI11.*

MELETTI C. & VALENSISE G. (2004) - *Zonazione sismogenetica ZS9. App. 2 al rapporto conclusivo.*

STUDIO GEOLOGICO RIVOLTA E GRASSI (2007) – *Comune di Alessandria. PEC Chiozzo Europa 1 parte settentrionale. Indagine idrologica per il dimensionamento del sistema di raccolta e dispersione delle acque meteoriche.*