

Localizzazione:

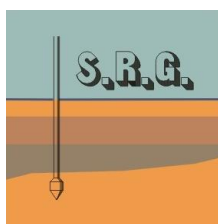
REGIONE PIEMONTE
PROVINCIA DI TORINO
COMUNE DI OULX

Committente:

VITTON Ida, VITTON Luisella, DASSETTO Marco,
BONNET Angelo, GAY Enrica, GAY Fabrizio, GAY Paola

Oggetto:

**PEC RI 12
GAD D'OULX**



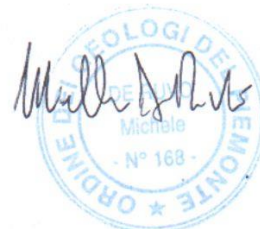
INDAGINI IN SITU E DI LABORATORIO
GEOLOGIA TECNICA ED AMBIENTALE

Studio associato dr. Michele De Ruvo e dr. Pier Augusto Favole:
Vicolo Salzea n.24 - 10028 TROFARELLO (TO)
Tel-fax 011-6490619
www.srg-geologiatecnica.it srg@fastwebnet.it

Elaborato:

**RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA
IDROGEOLOGICA E SISMICA**

Timbro e firma:



Riferimenti:

01-13/47-1021/dr

Revisione n.

Collaboratore:

dr.Chiono Daniela

Data:

16/10/13

La riproduzione, anche parziale, del presente elaborato mediante mezzi elettronici, meccanici o altri non è consentita senza l'autorizzazione scritta dell'autore. Ogni abuso sarà perseguito a termini di legge.

INDICE

RELAZIONE GEOLOGICA

1. PREMESSA	3
2. INQUADRAMENTO GENERALE	4
2.1 Ubicazione	4
2.2 Inquadramento Geologico-Geomorfologico	4
2.3 Tipologia delle opere e dati disponibili in zona	5
2.4 Normativa sismica	6
3. STUDI ED INDAGINI	7
3.1 Documentazione d'archivio	7
3.2 Indagini in sito	7
4. MODELLO STRATIGRAFICO	8
5. CONCLUSIONI E RACCOMANDAZIONI	9

RELAZIONE GEOTECNICA

1. PREMESSA	3
2. INDAGINI IN SITO	3
3. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA	3
4. CONSIDERAZIONI GEOLOGICO-TECNICHE CONCLUSIVE	5
5. CONCLUSIONI E RACCOMANDAZIONI	6

Allegati

- All.n. 1 Inquadramento geografico ed ubicazione del sito
- All.n. 2 Inquadramento su Cartografia geologica nazionale, PAI e di P.R.G.C.
- All.n. 3 Inquadramento su Carta Idrogeologica
- All.n. 4 Ubicazione indagini in sito
- All.n. 5 Pozzetti esplorativi: stratigrafie (a-b-c-d-e)
- All.n. 6 Prove Penetrometriche SCPT (a-b-c-d-e-f-g-h) e foto (i)
- All.n. 7 Indagini geofisiche
- All.n. 8 Dati di archivio: Stratigrafia sondaggio a carotaggio

RELAZIONE GEOLOGICA

1. Premessa

In conformità alla normativa tecnica vigente (D.M. 14/1/08 "Norme tecniche per le costruzioni" e D.M. LL.PP. 11/3/88 n°127 con circolari attuative M.LL.PP 24/9/88 n.30483 e P.G.R. 18/5/90 n.11/PRE, O.P.C.M. n.3274/2003) ed ai fini della redazione del progetto architettonico è stato condotto uno studio geologico sul terreno di fondazione dell'intervento di costruzione da destinare ad edilizia residenziale privata sito in Comune di Oulx, della frazione Gad e denominato PEC Ri 12.

Per la presente fase di supporto geologico-tecnico alla stesura del progetto, si sono utilizzati i dati del rilevamento geologico-geomorfologico dell'area, eseguito il giorno 10/12/12, ed i dati geognostici delle indagini eseguite in sito il giorno 10 gennaio c.a., nonché i dati reperiti nella Banca Dati Geotecnica dell'ARPA Piemonte o nel ns. archivio in terreni prossimi all'area in oggetto (per gli adiacenti PEC PI3A e PEC RI12 in via Vercellino, datati aprile e ottobre 2010).

L'attività si è articolata nei seguenti punti:

- esame della documentazione disponibile in letteratura e presso archivi pubblici in merito all'argomento, alla situazione geologica generale e alla situazione stratigrafica locale;
- rilievo geologico-geomorfologico dell'area;
- caratterizzazione litologica e sismica dei terreni di fondazione;
- verifica delle condizioni di stabilità dell'area;
- caratterizzazione idrogeologica;
- acquisizione degli elementi per la caratterizzazione geotecnica degli stessi terreni;
- considerazioni tecniche sulle opere in fase di progettazione.

Vengono di seguito riportate le fonti delle notizie geologico-tecnico ed idrogeologiche, relative alla zona in oggetto, ritenute fondamentali alla stesura del Progetto, desunte dalla letteratura scientifica disponibile o estratti da archivi pubblici.

Esse si riferiscono in particolare alla documentazione bibliografica relativa alle condizioni geologiche ed idrogeologiche dell'area urbana di Torino:

1. Carta geologica (successivamente citata) e relative Note illustrative;
2. allegati geologici al vigente P.R.G.C., parzialmente riportati nell'all.n.2;
3. Banca dati Geologia e processi di dissesto di A.R.P.A. Piemonte;
4. dati piezometrici Progetto PRISMAS.

Il rilievo geologico e geomorfologico è stato svolto il giorno 10 dicembre 2012. ed ha evidenziato la presenza di una situazione geologica ancora naturale, con tracce limitate di rimaneggiamenti o riporti superficiali di tipo agrario, cui segue in profondità la situazione, tipica per la pianura alluvionale di Oulx, di depositi alluvionali legati ai corsi d'acqua più prossimi, a loro volta sovrastanti depositi fluvioglaciali Rissiani e, inferiormente, il substrato roccioso alpino.

2. Inquadramento generale

2.1 Ubicazione

La zona interessata (all.n.1) è situata in frazione Gad di Oulx, nella parte NordEst del territorio comunale sita in destra orografica del F. Dora Riparia, poco a monte della confluenza del Rio Gran Combe nel F. Dora, nella fascia di territorio compresa tra il concentrico di Gad e la strada n.24 del Monginevro.

Si tratta di una zona a precedente vocazione agricola, urbanizzata a partire dagli anni '50 a scopo residenziale e che, da un punto di vista morfologico, è parzialmente rimaneggiata e presenta un debole declivio (2-3°), di raccordo verso le alluvioni subpianeggianti del fondovalle.

Essa è compresa cartograficamente nel Foglio n.153150 della Carta Tecnica Regionale del Piemonte (in all.n.1 alla scala 1:10000), nel Foglio n°54 Tavoletta II S-E denominato Oulx della Carta d'Italia alla Scala 1:25000, è posta e nel Foglio n.54 "Oulx" della Carta Geologica d'Italia nonché nel foglio n.153 della nuova Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000.

Le coordinate U.T.M. dell'area sono: 45,0424 N – 6,8466 E, la quota media sul livello del mare dell'area è pari a circa 1053 m.

L'area è distinta catastalmente all'interno del foglio n.34, mappali n. 174-175-188-397. L'area normativa di appartenenza dei fabbricati è la zona residenziale RI.

Dal punto di vista geologico è entrata in vigore da pochi mesi una nuova versione definitivamente approvata del P.R.G.C., la quale riporta che l'area rientra nella **Classe II** della Carta di Sintesi della Pericolosità geomorfologica e di idoneità all'utilizzazione urbanistica, relativa a *"Porzioni di territorio nelle quali le condizioni di moderata pericolosità geomorfologica possono essere agevolmente superate attraverso l'adozione e il rispetto di modesti accorgimenti tecnici, ispirati alle NTC D. 14 gennaio 2008, e realizzabili a livello di progetto esecutivo esclusivamente nell'ambito del singolo lotto edificatorio o nell'intorno significativo circostante. Tali interventi non dovranno in alcun modo incidere negativamente sulle aree limitrofe, né condizionarne la propensione all'edificabilità. Nelle aree deve essere mantenuta una fascia di rispetto inedificabile di m 20 dal ciglio delle scarpate dei terrazzi morfologici, alluvionali e dal piede dei versanti. La stratigrafia e i parametri geotecnici devono essere definiti mediante almeno un sondaggio geognostico e/o penetrometrico."*

2.2 Inquadramento Geologico-Geomorfologico

L'area in oggetto è posta nella fascia di terreni alluvionali e fluvioglaciali di fondo valle del F. Dora Riparia posta ai piedi della zona di transizione tra la parte distale della grande conoide del Rio Gran Combe, su cui è impostata la gran parte dell'abitato storico della frazione Gad d'Oulx, e le stesse alluvioni. Essa è esterna (parte Ovest) alla parte centrale della suddetta conoide, che è classificata con la sigla Cam2 nel P.A.I., relativa alle parti di conoide attiva, parzialmente o completamente protetta e con pericolosità medio-moderata.

L'area in oggetto risulta essere subpianeggiante con debole declivio verso l'alveo del F. Dora Riparia: data la morfologia subpianeggiante della zona non sono ipotizzabili fenomeni

dissestivi che investano il terreno stesso: anche in questo caso ciò è storicamente confermato sulla base della consultazione delle Banche dati ARPA e degli allegati al vigente P.R.G.C..

L'assetto geologico della zona può essere schematizzato evidenziando la presenza di distinti complessi, di varia origine e sovrastanti l'uno all'altro: è presente in particolare un materasso fluviale e fluvioglaciale quaternario (Pleistocene Sup.-Olocene), che costituisce il naturale riempimento di parte del solco vallivo ed è sovrastante al substrato roccioso alpino della "Zona Piemontese", costituito da rocce del complesso "Dora Maira" (età Pre-Triassico), prevalentemente serpentiniti, calcescisti e quarziti con quarzoscisti. Sono anche presenti estese placche di terreni morenici Wurmiani e post-Wurmiani

La fascia distale della conoide risulta comunque sospesa sulle Alluvioni Recenti e Attuali della fascia fluviale costituita dall'alveo del T. Dora Riparia, e ciò giustifica morfologicamente la debole pendenza verso di esso della parte di versante in destra orografica della Dora (Est della S.S. n.24). Nell'area in oggetto sono presenti depositi recenti per lo più ghiaiosi e sabbiosi, di spessore medio decametrico.

La rete idrografica superficiale in prossimità dell'area risulta così distribuita:

F. Dora Riparia a circa 0.5 km dal lato Nord

Rio Gran Combe a circa 0.6 km a NordEst.

La dinamica fluviale ad essi relativa non ha direttamente interferito con l'assetto del sito negli eventi 1994 e 2000 (sulla base della consultazione degli allegati al vigente P.R.G.C. e delle Banche dati ARPA).

All'interno del materasso alluvionale suddetto, in base agli studi ed ai dati disponibili in letteratura o nel nostro archivio, è presente un unico livello acquifero, di tipo freatico e legato all'attuale reticolato idrografico. L'acquifero superficiale freatico è ospitato all'interno di terreni ghiaiosi con permeabilità medio-alta per porosità: la quota piezometrica media assoluta è posta, in base a studi disponibili in ambito comunale (carta piezometrica elaborata per la costruzione del Centro commerciale Le Baite - all.n.3), intorno ai 1048 m s.l.m., con una soggiacenza media di compresa tra - 3.0 e -5.0 m dal piano campagna.

L'acquifero principale, costituito dal materasso alluvionale ghiaioso-sabbioso, è caratterizzato da una permeabilità in piccolo medio-elevata, con coefficiente di permeabilità dell'ordine $k = 10^{-3}-10^{-4}$ m/s, valore che può risentire localmente delle variazioni granulometriche e/o del grado d'addensamento e cementazione degli strati interessati. Il substrato roccioso è paragonabile a un acquiclude o, localmente acquitarde, sostanzialmente privo di circolazione idrica, se non in livelli a maggiore fratturazione interclusi.

2.3 Tipologia delle opere e dati disponibili in zona

Il sito in oggetto è stato storicamente adibito ad uso agricolo. L'intervento attualmente in fase di Pec prevede la realizzazione di una serie di undici unità abitative ancora da definire in dettaglio, essi sono disposti prevalentemente lungo la dimensione maggiore del terreno. L'attuale livello di progettazione non definisce ancora con precisione la tipologia fondazionale, comunque presumibilmente di tipo diretto e superficiale.

I dati di progetto fornitici attribuiscono alla struttura una Vita nominale **V_n = 50 anni** ed una Classe d'uso **Cu II**, da cui deriva una Vita di riferimento **V_R di 50 anni**.

2.4 Normativa sismica

La nuova classificazione sismica del territorio nazionale (Ordinanza della Presidenza del Consiglio dei Ministri 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", pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale dell'8 maggio 2003) è articolata in quattro zone. Le prime tre corrispondono alle aree con sismicità alta, media e bassa, mentre la zona 4 è di nuova introduzione; in questo modo tutti i comuni italiani rientrano in una delle quattro categorie, eliminando l'idea comune che i territori non classificati siano certamente privi di rischi sismici, come nel caso in esame. Il territorio comunale di Oulx si caratterizza per un livello di sismicità medio-basso: **Zona sismica n. 3**. A tale classificazione corrisponde un valore dell'accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico a_g/g pari a 0.15g (accelerazione orizzontale di picco del suolo con probabilità di superamento del 10 % in 50 anni a_g pari a 0.05-0.15g).

Secondo il recente Deliberazione della Giunta della Regione Piemonte di cui alla D.G.R. 11-13058 del 19/01/10, relativo all'Adeguamento elenco zone sismiche e non ancora entrato in vigore, il comune di Oulx rientra sempre in un grado medio-basso, denominato **Zona sismica n. 3**, ma nella sua suddivisione a minor pericolosità, del tipo che obbliga al rispetto delle procedure di cui ai punti 4), 5), 7) e 8) della deliberazione.

Un maggior dettaglio sulla **Pericolosità sismica di base** si ottiene utilizzando la normativa recentemente entrata in vigore, compresa nelle "Norme tecniche per le costruzioni" (D.M. 14/1/08) che, sulla base dei parametri di input quali le Coordinate geografiche del sito (per agganciarsi a 4 punti del reticolo di riferimento nazionale), Vita nominale, Classe d'uso e Vita di riferimento (sopra riportati), consente di ricavare i seguenti valori dei parametri sismici di base per i diversi Stati limite previsti:

Stato Limite		P _{VR}	T _R	a _g	F _o	T _C *
SLE	Operatività	81%	30	0,507	2,46	0,23
	Danno	63%	50	0,638	2,48	0,24
SLU	Salv. Vita	10%	475	1,498	2,50	0,28
	Collasso	5%	975	1,865	2,51	0,29

Sulla base dei parametri riportati in tabella nonché sulla base dell'individuazione della categoria di sottosuolo mediante le indagini effettuate e sulla base dei dati di archivio, la parametrizzazione sismica del sito verrà successivamente completata con l'individuazione del valore dello Spettro di risposta elastica del terreno (S) e dei valori di T_b, T_c, T_D, F_v.

3. Studi ed indagini

3.1 Documentazione d'archivio

Vengono di seguito riportate le fonti delle notizie geologico-tecniche ed idrogeologiche, relative alla zona in oggetto, ritenute fondamentali alla stesura della presente relazione, desunte dalla letteratura scientifica disponibile o estratti da archivi pubblici o del nostro studio:

1. documentazione bibliografica relativa alle condizioni geologiche ed idrogeologiche dell'area urbana di Oulx: Carta geologica (precedentemente citata) e relative Note illustrative, Allegati geologici al P.R.G.C.; Archivio pozzi comunale;
2. dati di indagine relativi a Prove Penetrometriche Dinamiche SCPT, pozzetti esplorativi ed indagine sismica MASW eseguiti tra aprile e ottobre 2010 per gli adiacenti PEC in via Vercellino della frazione Gad (PEC PI3A e PEC RI12);
3. archivio sondaggi: dati di indagine relativi a n.1 sondaggi a carotaggio continuo da 15 m eseguito nell'adiacente area PEC Ri10D, a circa 300 m di distanza dal sito in oggetto (all.n.8);
4. carta delle isofreatiche disponibile a relativamente al sito del centro commerciale Le Baite di Oulx (precedentemente citata).

3.2 Indagini in sito

Per la presente fase di progettazione definitiva/esecutiva è stato effettuato un rilevamento geologico-geomorfologico dell'area, eseguito il giorno 10/12/12, e sono state eseguite una serie di indagini in sito il giorno 10 gennaio c.a..

Compatibilmente con la logistica attuale dell'area, i punti di prova sono stati distribuiti in maniera da coprire il più possibile in maniera omogenea l'area fabbricabile, ubicando sia le prove SCPT che i pozzetti esplorativi (siglati PZ nel seguito) alle estremità e centralmente rispetto ai fabbricati in elevazione, e posizionando i pozzetti esplorativi al di fuori dell'area di fondazione delle strutture, in maniera da non disturbare il terreno di fondazione stesso (all.n.4).

Le indagini hanno raggiunto la profondità massima utile dell'escavatore meccanico, o sino al raggiungimento del rifiuto alla penetrazione nel caso delle prove penetrometriche SCPT: la tabella seguente riporta le profondità dal piano campagna dell'area, mentre le stratigrafie dei pozzetti esplorativi sono riportate negli allegati n.5 a-b-c-d-e ed i diagrammi delle prove SCPT sono illustrati negli specifici profili penetrometrici (all.n. 6 a-b-c-d-e-f-g-h e n.6i fotografico).

Tipo indagine	Prof. raggiunta (m)	Quota relativa (m)
PZ1	-3.7	+0.20
PZ2	-3.8	-1.40
PZ3	-4.2	-1.20
PZ4	-3.3	-0.90
PZ5	-5.0	-2.40
SCPT 1	-1.5	-0.50
SCPT 2	-2.1	+1.40
SCPT 3	-1.8	-1.80
SCPT 4	-5.4	-0.10

SCPT 5	-1.8	+1.00
SCPT 6	-3.3	+1.20
SCPT 7	-1.8	-0.60
SCPT 8	-2.7	+0.00

Essi sono stati confrontati con i pozzetti esplorativi e le Prove SCPT più prossime effettuati per i PEC vicini, distanti meno di 20 m dal fabbricato H del presente PEC (all.n.8).

Le indagini indirette sono state condotte anch'esse il giorno 10 gennaio 2013 nella direzione del lato maggiore dell'area di PEC e sono consistite in un'indagine geofisica con metodologia MASW, con lo scopo di verificare la risposta sismica del suolo sulla superficie ove è prevista l'edificazione delle strutture ed in particolare di rilevare la velocità delle onde superficiali, in modo da poter definire il parametro V_{s30} , secondo quanto definito nell'OPCM 3274 del 20 marzo 2003 e successivamente nel nuovo Testo Unico Norme Tecniche per le costruzioni, tramite la prova MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves).

Come illustrato nell'allegato n.7, il profilo delle velocità delle onde di taglio (grafico delle velocità delle onde di taglio verso profondità) evidenzia dal punto di vista sismo-stratigrafico una sequenza litotipica composta verosimilmente da:

1. un livello superficiale, fino a circa 3 m dal p.c., costituito da depositi poco addensati (V_s media pari a circa = 230 m/s);
2. un sottostante strato di terreni a maggior grado di addensamento, ad una profondità compresa tra circa -3 e -12 metri dal piano campagna, con $V_s = 370-570$ m/s;
3. depositi a grado di addensamento crescente si individuano a partire da 12 m di profondità, con V_s che aumentano a partire da 650 m/sec fino a circa 980 m/s.

Il valore medio calcolato sullo spessore di 30 m (V_{s30}) è risultato pari a **525 m/s**: tale valore equivale ad un suolo di **classe "B"**, compatibile con quanto indicato nella cartografia tematica di PRGC.

4. Modello stratigrafico

In generale i rilievi diretti della parte superficiale concordano con buona approssimazione con i rilievi geofisici e, sulla base dei risultati del complesso di indagini in sito, la stratigrafia dell'area risulta essere relativamente omogenea e può essere rappresentata dai seguenti livelli (quote a partire da p.c.):

LIVELLO 1: sino a quota -0.6-1.0 m (PZ3 e PZ5): terreno vegetale talora misto a riporto di terreno vegetale, costituito da limi sabbiosi o argillosi, poco addensati e dotate di caratteristiche meccaniche scadenti (minima delle medie $N_{SCPT} = 4$ colpi/piede);

LIVELLO 2: sino ad una quota massima di -1.5 m (PZ5): sabbia con ghiaia in matrice fine, limoso-sabbiosa, con caratteristiche meccaniche mediocri (media $N_{SCPT} = 15$ colpi/piede);

LIVELLO 3 oltre -1.5 m e sino a -5.5 m: alternanze di ghiaie (prevalenti) e sabbie grossolane con ciottoli Φ_{max} superiore a 30 cm, da discretamente a ben addensate e con caratteristiche meccaniche da buone (prova P4 tra -1.5 e -4.5 m da p.c. con media $N_{SCPT} = 27$ colpi/piede) a ottime, già oltre -1.5 m da p.c. nel caso della maggioranza delle prove (con $N_{SCPT} > 40$ colpi/piede), fatta eccezione per l'area delle prove SCPT

n. 4, dove tale livello di resistenza si raggiunge solo oltre -5.1 m da p.c. e delle prove SCPT n. 6 e n.8 dove lo stesso livello si raggiunge oltre -3.0 m di profondità; talora sono presenti lenti decimetriche di sabbie grossolane ghiaiose (PZ 1 tra -2.0 e -2.5 m o prova SCPT n. 4 tra -4.5 e 5.1 m);

LIVELLO 4 sino a circa 16 m: terreni a maggior grado di addensamento, probabilmente a prevalenza sabbiosa ed ospitante la falda freatica;

LIVELLO 5 oltre 16 m: depositi a grado di addensamento crescente si individuano a partire da 16 m di profondità, con Vs che aumentano a partire da 400 m/sec fino a circa 750 m/s compatte.

Nel corso delle indagini effettuate non è stata riscontrata direttamente la presenza di una vera e propria falda freatica in alcuno dei punti di indagine effettuati (sia pozzetti esplorativi o SCPT): solo nel pozzetto esplorativo n.3 vi sono tracce di umidità dovute a risalita capillare a partire da -4.0 m da p.c.: le indagini ed i rilievi sono stati effettuati ad inizio gennaio 2013 e sono perciò relativi al periodo di minima dell'intervallo di oscillazione stagionale della falda.

In base alla cartografia delle isofreatiche riportata in allegato n.3 il livello statico risulta essere posto mediamente tra -3.0 (livello massimo) e -5.0 m dal p.c., mentre nell'area dei fabbricati dei lotti C e B2 dell'adiacente PEC RI12 il livello era stato riscontrato tra -2.5 e -4.0 dai rispettivi piani campagna.

Rispetto ai fabbricati in progetto la falda risulterà tanto più profonda quanto maggiore sarà la differenza di quota tra gli stessi fabbricati a partire da valle verso monte: essi andranno ad interessare un'area con una differenza massima di quota topografica pari a circa 4.0 m (p.es. tra area fabbricato A ed area fabbricato H).

I dati piezometrici rilevati negli anni 2009-2011 per i PEC adiacenti, pur rilevati in periodi differenti e tenuto conto della differenza di quota esistente tra essi, risultano comparabili: una precisa determinazione dell'entità delle eventuali oscillazioni della stessa falda richiederebbe un periodo di osservazioni plurimensile o addirittura annuale.

A profondità maggiore di 25 m è probabilmente presente il substrato roccioso alpino, costituito da micascisti e gneiss generalmente compatti, fatta eccezione per i primi metri, parzialmente alterati.

La stratigrafia effettivamente riscontrata risulta essere concordante, almeno nei primi metri, sia con quella riportata nella Carta Geologica d'Italia (1:100.000) che con quella del progetto CARG (1:50.000): in entrambi i casi si ipotizzava la presenza di terreni grossolani ghiaioso-ciottolosi, più francamente fluvioglaciali.

5. Conclusioni e raccomandazioni

Il complesso degli studi e delle indagini geognostiche effettuate ha consentito di rilevare i seguenti dati, indispensabili per effettuare alcune considerazioni geologico-tecniche generali sulle opere attualmente in fase di progettazione:

1. data la morfologia subpianeggiante o a bassa acclività della zona non sono ipotizzabili fenomeni dissestivi che investano la stessa né, su base storica, essa è stata coinvolta in processi di instabilità a carico della conoide attiva presente a monte;

2. sulla base dei dati di archivio la dinamica fluviale non ha storicamente interferito con l'assetto del sito né vi è la possibilità che ciò avvenga con tempi di ritorno duecentennali, prevalentemente a causa della posizione parzialmente rilevata della zona rispetto all'alveo attuale del F. Dora Riparia;
3. l'acquifero superficiale freatico è ospitato all'interno dei terreni ghiaiosi del Fluvioglaciale Riss con permeabilità medio-alta per porosità: la quota piezometrica media assoluta è posta intorno ai 1048 m s.l.m. (livello statico), con una soggiacenza almeno pari a circa - 3.0 m dal piano campagna della fascia di fabbricati con quota più bassa, in particolare i fabbricati distinti come C-D-E-F e G-H-I; le sue oscillazioni sono apprezzabili, di ordine metrico, tali da rendere comunque possibile l'interazione della stessa, o della sua frangia capillare, con le fondazioni delle future strutture in progetto (sempre i suddetti fabbricati C-D-E-F e G-H-I), nel caso si utilizzi come quota del piano terra quella del piano campagna attuale e le fondazioni siano realizzate a circa -3.0 m dalla quota del suddetto piano terra, inferiormente all'interrato;
4. secondo la vigente normativa sismica il sito in esame, come in generale il comune di Oulx rientra tra quelli a pericolosità medio-bassa, denominato Zona sismica n. 3, ma nella sua suddivisione a minor pericolosità: il valore dell'accelerazione orizzontale massima del suolo a_g sono quelli tabellati per i diversi stati limite nel paragrafo sopra riportato.

L'esame condotto nei capitoli precedenti permette quindi di esprimere un giudizio positivo circa la fattibilità dell'intervento edificatorio in progetto, fatti salvi i risultati e le prescrizioni riportate nella presente relazione.

il tecnico incaricato
dr. geol. Michele De Ruvo
S.R.G. Studio associato



RELAZIONE GEOTECNICA

1. Premessa

In conformità alla normativa tecnica vigente (D.M. 14/1/08 "Norme tecniche per le costruzioni" e D.M. LL.PP. 11/3/88 n°127 con circolari attuative M.LL.PP 24/9/88 n.30483 e P.G.R. 18/5/90 n.11/PRE, O.P.C.M. n.3274/2003) ed ai fini della redazione del progetto architettonico è stato condotto uno studio geotecnico sul terreno di fondazione dell'intervento di costruzione da destinare ad edilizia residenziale privata sito in Comune di Oulx, della frazione Gad e denominato PEC RI.

Per la presente fase di supporto geologico-tecnico alla stesura del progetto, si sono utilizzati i dati del rilevamento geologico-geomorfologico dell'area, eseguito il giorno 10/12/12, ed i dati geognostici delle indagini eseguite in sito il giorno 10 gennaio c.a., nonché i dati reperiti nella Banca Dati Geotecnica dell'ARPA Piemonte o nel ns. archivio in terreni prossimi all'area in oggetto (per gli adiacenti PEC PI3A e PEC RI12 in via Vercellino datati aprile e ottobre 2010).

2. Indagini in sito

Per la presente fase di progettazione definitiva/esecutiva è stato effettuato un rilevamento geologico-geomorfologico dell'area, eseguito il giorno 10/12/12, e sono state eseguite una serie di indagini in sito il giorno 10 gennaio c.a..

Compatibilmente con la logistica attuale dell'area, i punti di prova sono stati distribuiti in maniera da coprire il più possibile in maniera omogenea l'area fabbricabile, ubicando sia le prove SCPT che i pozzetti esplorativi (siglati PZ nel seguito) alle estremità e centralmente rispetto ai fabbricati in elevazione, e posizionando i pozzetti esplorativi al di fuori dell'area di fondazione delle strutture, in maniera da non disturbare il terreno di fondazione stesso (all.n.4).

3. Caratterizzazione geotecnica

La definizione diretta dei parametri geotecnici rappresentativi del sottosuolo dell'area è possibile per tutti i livelli sulla base delle indagini in situ sull'area in oggetto e di quelle effettuate per l'adiacente PEC, nonché sulla base dei dati di archivio o di letteratura.

Al fine di determinare i principali parametri geotecnici del terreno naturale, a partire dal dato penetrometrico N_{SCPT} si è ricavato il valore N_{SPT} , più frequentemente utilizzato per la parametrizzazione dei terreni: si è utilizzata la correlazione Meardi-AGI e, più in particolare, si è utilizzato in favore di sicurezza un valore del rapporto N_{30SCPT}/N_{SPT} pari a 1, utilizzando i dati della prova SCPT.

Al fine di stimare i principali parametri geotecnici del terreno e di valutarne la capacità portante è stato quindi preso in considerazione per ogni livello il valore medio di N_{SPT} , utilizzato più frequentemente per la parametrizzazione dei terreni. Tale valore è stato corretto (N'_{SPT}) per tener conto della Pressione verticale efficace (s_{vo}), secondo il metodo di normalizzazione di

Jamiolkowski et al. (1985), ed ha permesso di determinare, per i livelli presenti inferiormente allo strato di terreno vegetale, i parametri meccanici caratteristici: angolo d'attrito interno (ϕ), coesione non drenata (c_u), moduli elastici e di deformabilità (Poisson e Young) e densità relativa D_r .

L'angolo di attrito (ϕ_k caratteristico, da cui deriva il ϕ_d di progetto, secondo il D.M. 14/01/08) è correlato, per i terreni grossolani, al valore N_{SPT} tramite le correlazioni di Hatanaka e Uchida (1996) o tramite le correlazioni del Road Bridge Specification (1) e del Japanese National Railway (2) (Shioi e Fukui, 1982):

$$\phi = (15 \cdot N_{spt})^{1/2} + 15$$

$$\phi = 0.3 \cdot N_{spt} + 27.$$

La Coesione non drenata (c_{uk} caratteristico e c_{ud} di progetto) è correlata, per i terreni fini di tipo coesivo, al valore N_{SPT} tramite le correlazioni di Skempton: essa è stata comunque trascurata in favore di sicurezza sia nel caso del livello n.2 di sabbie fini limose che per le ghiaie (valore della Coesione pari a 0 kPa).

Per il calcolo del rapporto di Poisson si è utilizzata la relazione tipica per terreni normalconsolidati:

$$n = (1 - \sin \phi) / (2 - \sin \phi).$$

Per la valutazione del modulo di deformazione (E) si è fatto riferimento alla correlazione di D'Apollonia et al. (1970):

$$E = a + b \cdot N_{spt} \quad (\text{Kg/cm}^2)$$

in cui a e b sono due costanti sperimentali variabili rispettivamente tra 216 e 540 e tra 10.6 e 13.5.

La Densità relativa percentuale è stata stimata, sempre a partire dal dato N' SPT, in base ai diagrammi ed alle relazioni classiche di Terzaghi e Gibbs-Holtz.

Di seguito è riportata la parametrizzazione dei livelli effettuata per il PEC adiacente, sicuramente utilizzabile per il presente livello di progettazione anche per l'area in oggetto:

LIVELLO	NSPT K	Densità relativa Dr %	Angolo di attrito interno		Coefficiente POISSON caratteristico (k)	Modulo di YOUNG E caratteristico (Mpa) (k)	Peso di volume Mg/m ³ (g/cm ³)
			Caratteristico ϕ_k	Progetto ϕ_d			
livello 1	4	45	22°	18°	0.38	13	1.60
livello 2	13	80	30°	25°	0.33	26	1.80
livello 3 alterazione	23	80-90	33°	28°	0.31	33	1.90
livello 3 compatto	> 50	>90	>35°	—°	<0.30	>50	2.00

Il parametro Peso di volume è stato valutato per analogia con terreni di caratteristiche simili o direttamente determinato nel caso del livello argilloso limoso.

Sulla base dei dati del rilievo geofisico effettuato in sito, della stratigrafia riscontrata direttamente sino a circa -5.4 m, integrata dai dati stratigrafici relativi a n.1 sondaggio a carotaggio continuo profondo 15.0 m, il sottosuolo dell'area in oggetto può essere classificato nella **categoria B** "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_{s30} compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $NSPT,30 > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_u,30 > 250$ kPa nei terreni a grana fina)" e

con un valore del Coefficiente tipografico ST pari a 1.0 (T1), la tabella della pericolosità sismica di base viene completata con i parametri di S (spettro di risposta elastico) T_b (periodo inizio tratto spettro accelerazione costante), T_c (periodo inizio tratto spettro velocità costante), T_D (periodo inizio tratto spettro spostamento costante) e F_v (fattore amplificazione verticale) di seguito riportati:

Stato Limite		P_{VR}	T_R	a_g	F_o	T_c^*	S	T_b	T_c	T_D	F_v
SLE	Operatività	81%	30	0,507	2,46	0,23	1,20	0,11	0,33	1,80	0,75
	Danno	63%	50	0,638	2,48	0,24	1,20	0,12	0,35	1,86	0,85
SLU	Salv. Vita	10%	475	1,498	2,50	0,28	1,20	0,13	0,40	2,20	1,31
	Collasso	5%	975	1,865	2,51	0,29	1,20	0,14	0,41	2,35	1,47

Non si ritiene che il terreno di fondazione possa essere suscettibile di liquefazione: ai sensi delle “Norme tecniche per il progetto di opere di fondazione e di sostegno dei terreni” in quanto, sulla base della Disaggregazione dati Metodologia di valutazione delle Magnitudo INGV (da <http://esse1-gis.mi.ingv.it/>), sono attesi eventi sismici di magnitudo M inferiore a 5 (M = 4.77 su nove punti griglia).

4. Considerazioni geologico-tecniche conclusive

Dal punto di vista geologico-tecnico e geotecnico le indagini geognostiche effettuate e le informazioni disponibili attualmente possono essere sintetizzate come segue:

1. la stratigrafia del terreno di fondazione è generalmente di tipo fine sino ad al massimo 1.0 m di profondità ed è costituita da sabbie fini limose, poco consistenti e con caratteristiche meccaniche scadenti/mediocri, cui seguono alternanze di ghiaie e sabbie addensate e relativamente compatte di potenza da metrica a decametrica;
2. gli edifici in progetto sono caratterizzati da dimensioni ed impatto sul terreno di fondazione di limitata entità e, pur essendo previsti piani interrati, il piano di fondazione sarà di tipo superficiale, presumibilmente imbasato sul terzo livello, caratterizzato da caratteristiche geotecniche da discrete a ottime, a partire da circa -1.50-1.80 m dal p.c., fatta eccezione per la zona della prova SCPT n.4, che vede un livello sabbioso a circa -4.5 m ed il costante miglioramento delle caratteristiche meccaniche solo oltre -5.4 m di profondità;
3. le scelte fondazionali saranno in parte condizionate dalla presenza della falda, il cui livello massimo è probabile si attesti intorno a -3.0 m dal p.c. dei fabbricati con quota più bassa (C-D-E e G-H-I-L con interrato a circa -3.0 m dai rispettivi p.c.): si consiglia a tale scopo l'innalzamento delle strutture di tali fabbricati ai sensi dell'art.n. 14 della Variante n.2 del P.R.G.C. di Oulx (consentito per la realizzazione di autorimesse interrate sino al limite di +1.5 m).

Ciò premesso e considerato, dal punto di vista tecnico le fondazioni ottimali delle future strutture in elevazione dei fabbricati, ancora in fase di definizione, è consigliabile siano del tipo diretto, tramite travi di fondazione a reticolo o, eventualmente e con maggior grado di sicurezza, a platea: in entrambi i casi, con piano di posa sulle ghiaie sabbiose, esse saranno in grado di minimizzare i cedimenti sia assoluti che differenziali.

Una volta definita con maggior dettaglio la tipologia fondazionale sarà possibile, sulla base dei parametri caratteristici e di progetto sopra riportati eseguire le verifiche di stabilità delle fondazioni agli Stati limite ultimo (SLU) e di esercizio (SLE) ai sensi delle "Norme tecniche per le costruzioni", recentemente entrate in vigore.

Nel caso di fronti di scavo a sezione libera, si consiglia di adottare in prima analisi un angolo di scarpa che presenti un rapporto unitario tra lunghezza e altezza, in modo da garantire la sicurezza delle maestranze.

In sede di attuazione occorrerà comunque verificare lo stato di fatto incontrato con le indagini e la persistenza delle condizioni ipotizzate nella presente relazione.

5. Conclusioni e raccomandazioni

Lo studio dell'area in oggetto e delle opere previste ha evidenziato le caratteristiche globalmente mediocri del terreno di fondazione dell'area, almeno per i primi 1.2-1.5 m dalla superficie.

Dal punto di vista tecnico, considerato che le dimensioni e l'impatto sul terreno di fondazione delle strutture in elevazione sono di limitata entità ed essendo previsti piani interrati, le fondazioni ottimali delle future strutture in elevazione dei fabbricati è consigliabile siano del tipo diretto, tramite travi di fondazione a reticolo o, eventualmente e con maggior grado di sicurezza, a platea: in entrambi i casi, con piano di posa sulle ghiaie sabbiose compatte, esse saranno in grado di minimizzare i cedimenti sia assoluti che differenziali..

Poiché la realizzazione delle autorimesse interrate sarà in parte condizionata dalla presenza della falda, il cui andamento e la possibile interazione con le fondazioni di parte dei futuri fabbricati è meglio descritta nella Relazione geologica collegata alla presente Relazione, ai sensi dell'art.n. 14 della Variante n.2 del P.R.G.C. di Oulx si consiglia l'innalzamento di tali strutture, in particolare dei fabbricati C-D-E-F e G-H-I, entro il limite consentito per la realizzazione delle stesse, pari a +1.5 m.

L'esame condotto nei capitoli precedenti permette quindi di esprimere un giudizio positivo circa la fattibilità degli interventi in progetto, fatti salvi i risultati e le prescrizioni riportate nella presente relazione. Tutto ciò premesso e considerato il sottoscritto esprime parere favorevole alla fattibilità dell'opera in progetto.

il tecnico incaricato
dr. geol. Michele De Rivo
S.R.G. Studio associato

