



Regione Lombardia



Provincia di Varese



Comune di Luino

COMUNE DI LUINO
PROVINCIA DI VARESE

23 GIU. 2009

PROT. N° 10251

Cat. Classe Fasc.

PIANO
DI
LOTTIZZAZIONE

Redatto ai sensi dell'art. 24 delle NTA del PRG di Luino



Scala:

Data:

Febbraio 2007 Novembre 2008

Marzo 2007 Aprile 2009

Dicembre 2007

Marzo 2008

Soggetto proponente:

Ca' Pozzi srl

Via Provinciale n. 1140
21030 Cassano Valcuria (VA)

Legale rappresentante:

Giuseppe Alliata

CA' POZZI s.r.l.

Via Provinciale n. 1140
21030 Cassano Valcuria (VA)
Partita IVA 01564080123

Oggetto:

Tavola n.

D

Relazione geologica

Progettista:

Dott. Arch. Gianni Reiners

Vicolo Stalvio 5 22074 Lomazzo (CO)

Provincia di Como

N. 286

Provincia di Como

Consulenti:

Analisi sistema viabilità

TRM Engineering srl

Via Della Birona 30 20052 Monza (MB)

Indagini geologiche

Dott. Geol. Fabio Meloni

Via XXV Aprile 57/A 21016 Luino (VA)

Collaboratori:

Dott. Cristina Reiners

Dott. Arch. Giacomo Perotta

Geom. Gianpiero Galimberti



COMUNE DI LUINO
PROVINCIA DI VARESE

RIASSETTO URBANISTICO-TERRITORIALE
"CA' POZZI"

ANALISI COMPATIBILITÀ GEOLOGICA

RELAZIONE GEOLOGICA

CA'POZZI SRL

FEBBRAIO 2007



STUDIO DI CONSULENZE GEOLOGICO-TECNICHE
DOTT. FABIO MELONI
VIA AL TORRENTE 4 - 21010 CASTELVECCANA (VA)
TEL./FAX 0332/537421

SOMMARIO

<u>1.0</u>	<u>OBIETTIVI GENERALI</u>	<u>2</u>
1.1	PREMESSA	2
1.2	PROPOSTA PROGETTUALE	3
<u>2.0</u>	<u>RAPPORTI CON LA PIANIFICAZIONE SOVRAORDINATA</u>	<u>4</u>
2.1	PIANO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO (PAI)	4
2.2	PIANO TERRITORIALE DI COORDINAMENTO PROVINCIALE	5
2.3	INDAGINE GEOLOGICA DI SUPPORTO AL PRG COMUNALE	5
<u>3.0</u>	<u>INQUADRAMENTO GENERALE</u>	<u>8</u>
3.1	ASSETTO GEOLOGICO-STRUTTURALE	8
3.2	DEPOSITI SUPERFICIALI	10
3.3	LINEAMENTI MORFOLOGICI ED EVOLUZIONE MORFODINAMICA	11
3.4	USO DEL SUOLO	12
3.5	LINEAMENTI IDROGRAFICI	13
3.6	LINEAMENTI IDROGEOLOGICI	13
3.7	QUADRO CONOSCITIVO CLIMATICO	15
<u>4.0</u>	<u>AMBITO D'INTERVENTO</u>	<u>17</u>
4.1	SITUAZIONE IDROGEOLOGICA	19
<u>5.0</u>	<u>ANALISI STRUTTURALE DELLE DISCONTINUITA': CLASSIFICAZIONE</u>	
	<u>GEOMECCANICA DELL'AMMASSO ROCCIOSO</u>	<u>21</u>
5.1	RILIEVO GEOMECCANICO	22
5.2	CLASSIFICAZIONE GEOMECCANICA	23
<u>6.0</u>	<u>VALUTAZIONE DEI CINEMATISMI DI ROTTURA POTENZIALI</u>	<u>26</u>
6.1	ANALISI DEI RISULTATI	28
6.2	VERIFICHE DI STABILITÀ	28
<u>7.0</u>	<u>FATTIBILITÀ GEOLOGICA</u>	<u>30</u>
<u>8.0</u>	<u>CONCLUSIONI</u>	<u>31</u>
	<u>ALLEGATI</u>	<u>32</u>

1.0 OBIETTIVI GENERALI

Nell'ambito dello studio per l'analisi della fattibilità geologica del Piano di riassetto urbanistico-territoriale denominato "Piano di lottizzazione Ca' Pozzi" di Via Brughiera nel Comune di Luino, il Committente affida allo scrivente l'incarico di caratterizzare il profilo geologico, geomorfologico ed idrogeologico dei terreni interessati, confrontando i risultati con la proposta di programma progettata e verificando la compatibilità dell'intervento così come previsto dalla L.R. n° 12 del 11 marzo 2005.

Le presenti osservazioni non sopperiscono alla necessità di redigere, in fase di progetto esecutivo, una caratterizzazione geotecnica dei terreni interessati dagli interventi progettuali al fine di verificare, in attuazione delle disposizioni di legge, l'interazione tra le strutture ed il quadro meccanico delle terre.

1.1 Premessa

La presente relazione si basa sui dati progettuali forniti dalla Committenza, al quale si rimanda per le specifiche considerazioni di carattere tecnico.

Lo studio ha lo scopo di fornire un'indicazione sullo stato di fatto del territorio in oggetto, sia da un punto di vista geologico che normativo.

Sono stati pertanto analizzati i vincoli legislativi esistenti e la situazione generale del territorio, con particolare riferimento al contesto geologico-geomorfologico, all'analisi degli eventi storici che hanno portato alla morfologia attuale del territorio, all'individuazione delle aree a diversa pericolosità e/o vulnerabilità idrogeologica

reale e/o potenziale. L'indagine geologica è stata condotta utilizzando sia dati bibliografici, per l'inquadramento generale, sia svolgendo un rilievo geologico diretto. La situazione morfologica, la potenziale evoluzione dei depositi e la possibile interazione con la dinamica delle acque superficiali hanno determinato l'esecuzione di un rilievo di dettaglio per meglio sviluppare le successive fasi di progetto.

1.2 Proposta progettuale

Sulla base della superficie fondiaria del comparto, corrispondente a 54.617,00 mq, la proposta progettuale prevede l'edificazione, per un volume totale di 15.973,50 mc.

Nella realtà la distribuzione dei volumi in progetto avverrà in 21 corpi di fabbrica ad uso sia residenziale che terziario, aventi identica giacitura e allineamento parallelo e perpendicolare alle direttrici viarie realizzate.

Il progetto prevede, inoltre, la realizzazione di opere di urbanizzazione primaria e secondaria. Le opere riguardano principalmente la realizzazione: di un tratto di viabilità interna con miglioramenti funzionali al fine di migliorare l'accesso al comparto e soddisfare le esigenze viabilistiche e opere di sistemazione e completamento per una miglior fruizione, sia veicolare che pedonale. Per le precise caratteristiche progettuali si rimanda agli elaborati specifici.

2.0 RAPPORTI CON LA PIANIFICAZIONE SOVRAORDINATA

La valutazione della componente geologica dell'area di progetto deve recepire le determinazioni ed i vincoli normativi relativi ai piani di assetto territoriale sovraordinati.

In particolare per il territorio comunale di Luino ed in dettaglio per l'area in oggetto si è preso in considerazione :

- ◆ Piano di Assetto Idrogeologico (P.A.I.);
- ◆ Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (adottato);
- ◆ Studio geologico a supporto della Pianificazione urbanistica locale (ex L.R. 41/97);

2.1 *Piano di assetto idrogeologico (PAI)*

Il piano di assetto idrogeologico del bacino del fiume Po individua e disciplina principalmente le azioni e le norme d'uso riguardanti l'assetto territoriale della rete idrografica e dei versanti.

Nel territorio comunale di Luino, il PAI esamina piccoli settori interessati da frane superficiali e di crollo, distribuite nelle aree collinari, ed in particolare nella zona di pianura un'area a pericolosità media o moderata (Em) per fenomeni di esondazione e dissesti morfologici di carattere torrentizio.

L'area di progetto non fa parte di questa perimetrazione e pertanto non è soggetta a vincoli di PAI.

2.2 Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale

Ai sensi della L.R. 12/05, per la parte inerente la difesa del territorio, il PTCP concorre, in particolare, alla definizione del quadro conoscitivo del territorio provinciale, ne definisce l'assetto idrogeologico, censisce ed identifica le aree soggette a tutela o classificate a rischio idrogeologico e sismico.

Pur non essendo ancora concluso l'iter di approvazione ed adozione del PTCP della Provincia di Varese, l'analisi delle carte del rischio idrogeologico non ha evidenziato nell'area di nostro interesse alcuna situazione di rischio reale o potenziale né la presenza di vincoli normativi di tutela idrogeologica.

2.3 Indagine geologica di supporto al PRG comunale

Lo Studio geologico redatto a supporto dello strumento di pianificazione territoriale comunale (P.R.G.) prevede, come risultato finale, la realizzazione di una Carta di fattibilità geologica delle azioni di piano che sintetizza, con una valutazione incrociata degli elementi raccolti, la situazione del territorio suddividendo lo stesso in classi di fattibilità geologica, cioè in aree a differente grado d'utilizzo del territorio.

La classificazione fornisce, oltre alla possibile destinazione d'uso, le cautele da adottare per gli interventi, gli studi ed eventuali altre indagini puntuali da effettuare.

L'area di progetto risulta quasi interamente contenuta all'interno della classe di fattibilità 2, per la quale valgono le seguenti considerazioni:

- Aree semipianeggianti o a debole acclività (5° - 15°) senza particolari fenomeni geologici, idrogeologici e di dinamica geomorfologica di rilievo;
- Aree di versante a media acclività (15° - 35°) con substrato roccioso affiorante o subaffiorante senza fenomeni geologici e di dinamica geomorfologica di rilievo.

Per l'utilizzo edificatorio deve essere affrontato in modo approfondito il problema fondazionale, con la realizzazione di *indagini geognostiche* volte a definire in modo preciso, puntuale e dettagliato le caratteristiche geotecniche dei terreni di imposta e le soluzioni più idonee da adottarsi. Gli interventi edificatori dovranno inoltre prevedere, attraverso adeguati studi, l'interazione con la circolazione idrica sotterranea e lo smaltimento delle acque meteoriche e degli scarichi delle acque reflue.

Intorno al comparto, nella zona di versante, sono presenti aree con gravi limitazioni alla fattibilità geologica (classe 4), caratterizzate da fenomeni di erosione regressiva diffusa con possibilità di piccole frane di scivolamento superficiale e di crollo. Tali aree sono coronate da una fascia di raccordo:

- "Aree a pericolosità potenziale per naturale arretramento dell'orlo di scarpata principale",

nelle quali gli interventi edificatori, permessi, dovranno eseguire relazioni geologico-tecniche supportate da indagini e prove geognostiche specifiche e puntuali atte ad accertare, nel dettaglio del singolo lotto edificatorio, le caratteristiche geotecniche

dei terreni di imposta delle fondazioni. In particolare le verifiche geologiche e geotecniche dovranno definire:

- la caratterizzazione geotecnica delle terre e/o ammassi rocciosi mediante indagini in sito e/o laboratorio;
- l'analisi di stabilità globale opera-versante con verifica di un settore areale di pendio, soprastante l'intervento, ritenuto adeguato;

3.0 INQUADRAMENTO GENERALE

La zona in esame è ubicata ad est del nucleo urbanizzato di Luino, ad una quota di circa 330 m s.l.m.. Il territorio, caratterizzato da una morfologia tipica collinare, presenta un'area con pendenze basse, dovute alla presenza di sedimenti fluvio-glaciali ed eluvio-colluviali in esiguo spessore sul substrato roccioso, degradanti verso i quadranti sud-orientali. L'area indagata appartiene morfologicamente ad un terrazzo fluvio-glaciale caratterizzato da fenomeni erosivi e di ruscellamento diffuso, in relazione alla complessità geologico-strutturale della Valle del Tresa. Sono presenti piccole conche di esarazione glaciale colmate da sedimenti torbosi.

L'analisi prende in considerazione le caratteristiche geologiche, non solo nell'immediato intorno dell'area in esame, ma spazia in un contesto territoriale più ampio, al fine di meglio definire gli aspetti più interessanti quali l'assetto idrogeologico ed idrologico.

3.1 *Assetto geologico-strutturale*

Dal punto di vista geologico l'area in oggetto si colloca nel contesto Sudalpino occidentale. La zona considerata, più specificatamente, appartiene all'unità metamorfica della Serie dei Laghi composta da metasedimenti, derivati da peliti, arenarie, grovacche, materiale da basico ad ultrabasico e da metagranitoidi.

La Serie dei Laghi è costituita da due principali complessi litologici:

- Zona Strona-Ceneri

- Scisti dei Laghi.

Il loro limite è definito da un sottile orizzonte di anfiboliti, reso discontinuo dalla situazione strutturale dell'area.

La Zona Strona-Ceneri, che rappresenta il prodotto metamorfico di medio grado di un'originaria sequenza di torbida arenaceo-pelitica a grana da fine a grossolana, è suddivisa a sua volta in Cenerigneiss e Gneiss Minuti con intercalazioni di grosse lenti di ortogneiss, gneiss occhiadini e pegmatiti.

Gli Scisti dei Laghi sono interpretati come il prodotto polimetamorfico di un'originaria sequenza pelitico-arenacea. Il complesso litologico è prevalentemente costituito da micascisti e paragneiss in facies anfibolitica, localmente riequilibrata in facies scisti verdi con potenti lenti metagranitoidi intercalate.

In dettaglio il substrato roccioso affiorante nell'area circostante è costituito dall'intercalazione di Micascisti e Paragneiss. Le rocce presentano una grana da media a grossolana ed un fabric tettonico pervasivo, caratterizzato da una scistosità spaziata con domini di clivaggio paralleli e spesso crenulati, definiti dalla concentrazione di fillosilicati in letti e mostranti uno spessore maggiore ai lithons, costituiti da plagioclasio e quarzo.

La composizione mineralogica è caratterizzata dalla presenza di miche, plagioclasio e quarzo. Localmente, gli affioramenti mostrano patine d'alterazione color ruggine provocate dalla circolazione d'acqua meteorica.

Il quadro strutturale presenta essenzialmente due eventi distinguibili per età e per stile tettonico:

1. un comportamento duttile attribuibile all'orogenesi ercinica, distinto in tre fasi deformative, che ha generato una foliazione ed una lineazione metamorfica e che ha controllato successivamente l'evoluzione della morfologia locale;
2. una tettonica semirigida e rigida, post ercinica che hanno dato luogo rispettivamente, a kinkig e crenulazioni ed a numerosi sistemi di faglie e fratture, anche di notevoli dimensioni.

Localmente, in tutti gli affioramenti, è stato osservato uno sviluppato sistema fessurativo, riconducibile allo stile deformativo regionale ed all'alterazione dovuta alla circolazione diretta delle acque superficiali, con set ortogonali tra loro, che, associato alla disposizione dei piani di scistosità, facilita il distacco di blocchi e massi.

La giacitura della foliazione è di tipo essenzialmente monoclinale con immersione S-SW ed inclinazione variabile tra 50° e 80°.

3.2 Depositi superficiali

La copertura quaternaria è data da:

- depositi quaternari glaciali frammisti a depositi di versante;
- depositi eluvio-colluviali.

I primi sono caratterizzati da prevalente copertura morenica alterata e modificata nell'aspetto e nelle caratteristiche stratigrafiche da un'elevata azione idrogeologica, accentuata dall'acclività dei pendii. In generale si osservano depositi essenzialmente eterometrici; un supporto granulare caratterizzato da sabbia e ghiaia con ciottoli,

con percentuali variabili di particelle fini (limi). Gli spessori, dato il substrato subaffiorante, sono relativamente modesti e variabili da pochi centimetri a circa 2.00 metri.

Una formazione superficiale costituita da uno stato impermeabile di torba, limo, limo sabbioso o argilla sabbiosa, si estende nella zona occidentale dell'area investigata e nella parte centrale del terrazzo, con spessori variabili da pochi decimetri al metro.

3.3 *Lineamenti morfologici ed evoluzione morfodinamica*

L'aspetto attuale del paesaggio è il risultato della sovrapposizione di processi in atto, costituenti le forme attive, che possono conoscere temporanei stati di quiescenza o di definitiva stabilizzazione e di forme relitte, ereditate da precedenti cicli di modellamento.

L'azione modellatrice del ghiacciaio wurmiano del Ticino è la maggiore responsabile della morfologia di questo territorio. In tutta l'area la morfologia attuale è il risultato dell'impronta glaciale fortemente modificata e accidentata dai processi di evoluzione delle aree. Nell'ambito collinare domina il condizionamento determinato dal prevalere dell'acclività e dell'esposizione dei versanti, che si traduce in zone ad elevata energia definendo l'ammontare dell'erosione anche in relazione ai litotipi presenti.

L'opera del ghiacciaio è testimoniata in quest'area dalla diffusione di placche moreniche, caratterizzate da depositi caotici con clasti da angolosi a subarrotondati in matrice limoso-sabbiosa, ordinate in terrazzi. La successiva impronta delle acque dilavanti o incanalate (corsi d'acqua a carattere torrentizio), è evidente ed è presente

in piccoli impluvi in cui si esplica nel periodo di piogge una frequente azione erosiva.

Placche di copertura eluvio-colluviale si estendono per vaste aree ricoprendo con discontinuità il substrato roccioso fortemente esarato; modesti sono gli accumuli detritici, segno evidente di una scarsa attività di evoluzione morfodinamica degli affioramenti rocciosi.

Nell'area di interesse sono stati osservati fenomeni geomorfologici attivi in relazione alle zone di versante, non interessate dal progetto di riassetto urbanistico se non per quanto riguarda la zona di transizione del piano con il pendio. Erosione regressiva diffusa ed incanalata, con scorrimento idrico superficiale e soliflusso, caratterizzano le zone di pendio. Nell'impluvio posto ad est dell'area di proprietà, in relazione all'affioramento di pareti rocciose con giacitura sfavorevole, sono evidenziate aree caratterizzate da fenomeni di crollo

Nella porzione di valle della proprietà si osservano fenomeni di ruscellamento concentrato lungo alcuni solchi d'erosione e piccoli impluvi soggetti a fenomeni di erosione incanalata e zone di erosione e franamento superficiale dovute a fenomeni di crollo in roccia. La verifica diretta ha evidenziato la non possibile interazione di questi fenomeni con le opere.

3.4 Uso del suolo

La carta d'uso del suolo secondo la Classificazione della carta della "Destinazione d'uso dei suoli agricoli e forestali" (DUSAF) delimita nell'area prevalentemente una zona urbanizzata (classe U) circondata prevalentemente da un'area B1d (boschi di

latifoglie diversamente governati, intesi come boschi costituiti da piante di latifoglie in cui non è riconoscibile una forma di governo (fustaia - ceduo) prevalente) e in parte da Vegetazione arbustiva e cespuglietti (N8).

L'uso del suolo rappresenta un fattore importante nella determinazione del dato di infiltrazione della pioggia e dei coefficienti di deflusso necessari per la determinazione delle portate di piena.

3.5 Lineamenti idrografici

Per quanto attiene al sistema idrico superficiale, l'assetto strutturale ha determinato il controllo della formazione di sistemi idrografici costituiti da singole aste fluviali che confluiscono nel bacino idrografico del Fiume Tresa. Tutta l'area di raccolta è impostata sulle rocce del basamento metamorfico, alle quali è attribuibile una bassa permeabilità secondaria per fratturazione.

La coltre dei depositi superficiali, inoltre, non è mai sufficientemente spessa per effettuare un'azione regolatrice sul flusso. In tal modo tutta l'area montana è solcata da alvei, a carattere torrentizio, che stagionalmente incanalano grandi masse d'acqua acquistando una notevole capacità erosiva e di trasporto di materiale, anche grossolano.

3.6 Lineamenti idrogeologici

L'emergenza delle acque di ruscellamento avviene all'interno dello stesso deposito glaciale e/o colluviale. La verifica diretta non ha messo in evidenza possibili situazioni d'instabilità in atto nel settore di edificazione. Il substrato sostanzialmente

impermeabile e la presenza di coperture, in generale, poco potenti, favoriscono il regime torrentizio delle acque superficiali. Lo scorrimento idrico avviene principalmente al contatto tra il terreno humico-vegetale di copertura ed il substrato lapideo. Nella zone caratterizzate dalla presenza di depositi torbosi si rinvencono ristagni d'acqua. L'area, in passato interessata da attività di allevamento animali, presenta nel suo coronamento meridionale un vasta copertura di sedimenti organici che hanno reso il suolo impermeabile, favorendo l'instaurarsi di fenomeni di ruscellamento.

Nell'area oggetto di studio possiamo distinguere per un diverso grado di permeabilità:

- **Complesso metamorfico:** comprende il substrato roccioso (Micascisti e Paragneiss). La permeabilità primaria è bassissima, mentre quella secondaria per fratturazione è bassa. **Grado di permeabilità molto basso**
- **Complesso glaciale fluvioglaciale:** è caratterizzato da un'estrema eterogeneità delle litologie, tipiche dei contesti glaciali. La permeabilità varia da molto bassa, per le facies limose ed argillose, a bassa e media per le facies a matrice sabbiosa. **Grado di permeabilità da molto basso a medio.**
- **Complesso depositi torbosi ed organici:** comprende anche i sedimenti organici derivanti dalla pregressa attività avicola. La permeabilità varia da molto bassa a bassa. **Grado di permeabilità da molto basso a basso.**

3.7 *Quadro conoscitivo climatico*

Considerati gli scopi di questo lavoro e tenuto conto della disponibilità dei dati meteorologici dell'areale in studio, l'analisi sarà basata elaborando i parametri pubblicati dal Servizio Idrografico Nazionale e dall'Autorità di Bacino del Fiume Po.

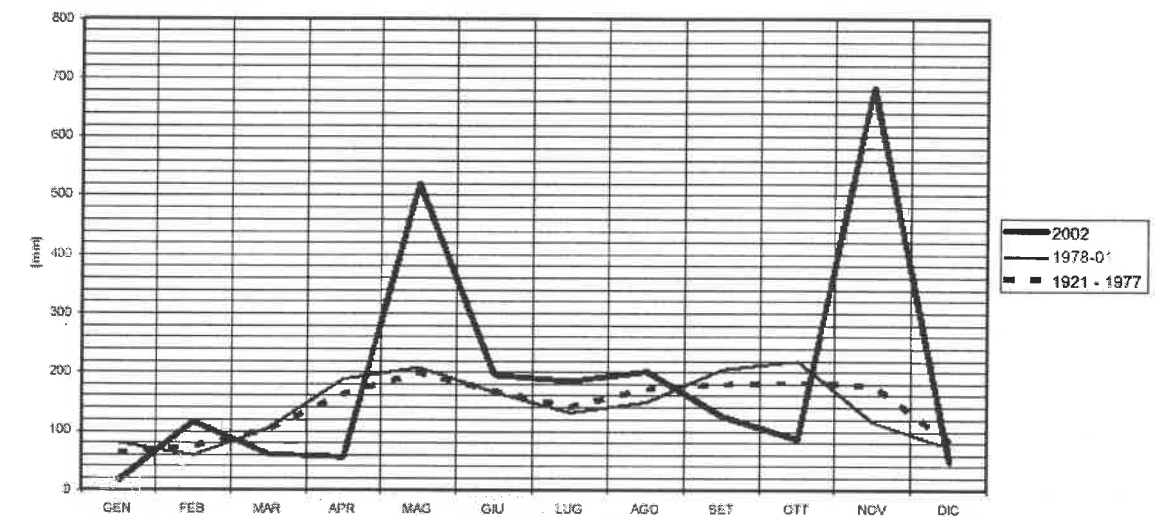
Il regime pluviometrico, cioè la distribuzione media mensile delle precipitazioni durante il ciclo annuale, mostra una caratteristica di doppia ciclicità.

La successione delle piogge mensili presenta, infatti, due minimi, che si collocano rispettivamente all'inizio (più pronunciato) ed alla fine dell'inverno, e altrettanti massimi, il principale dei quali si manifesta in primavera e l'altro verso la fine estate ed il primo autunno, definendo un regime pluviometrico "sub-litoraneo alpino" (Contessini 1956).

In particolare i dati di pioggia rilevati nella stazione di Creva (diga sul fiume Tresa) tra il 1967 ed il 1996, validati dal Servizio Idrografico Nazionale, mostrano un volume medio mensile di 154.8 mm e precipitazioni medie annuali di 1857.8 mm.

Il regime annuo evidenzia un massimo principale in maggio (226.2 mm) ed uno secondario in settembre/ottobre (220.3 mm), un minimo principale in dicembre (74.4 mm) ed uno secondario in febbraio (84.7 mm).

Gli estremi eventi alluvionali del 2002 confermano la doppia ciclicità del regime pluviometrico, registrando però, rispetto alle medie di riferimento, un sostanziale aumento della quantità di pioggia totale ed uno spostamento nel mese di novembre del massimo principale.



Regime delle precipitazioni dell'intero bacino del Lago Maggiore nell'anno 2002 rispetto alle medie di riferimento. (CNR Pallanza)

Il numero medio dei giorni piovosi in un anno è pari a circa 100, con valori massimi di 110; le frequenze dei giorni di pioggia presentano valori pressoché paralleli a quelli dei totali pluviometrici. Ultimamente si conferma la tendenza ad una lenta e progressiva estremizzazione dei fenomeni atmosferici violenti. Le precipitazioni si concentrano in brevi periodi, intervallate a periodi più o meno lunghi di siccità. In particolare le stagioni intermedie, già tendenzialmente piovose, tendono a concentrare ancora maggiormente le precipitazioni dell'anno.

4.0 AMBITO D'INTERVENTO

In conformità a quanto descritto, si può facilmente definire la geologia dei terreni interessati dall'intervento progettuale.

Il comparto in esame è situato in una morfologia collinare caratterizzata da substrato roccioso affiorante e subaffiorante, in piccole morfologie a dosso o lungo i fianchi dei terrazzamenti, ricoperto da modesti spessori di depositi morenici, costituiti prevalentemente da limi argillosi con trovanti di dimensioni variabili e per lo più centimetriche. Gli spessori di tali coperture sono fortemente condizionati dai processi di erosione del substrato; così, negli ambiti a minore pendenza, si possono evidenziare spessori superiori rispetto alle aree di pendio, ove di frequente, lo spessore si riduce a pochi decimetri.

Lungo la maggior parte delle zone di pendio sono invece presenti esigui spessori (da decimetrici a metrici) di deposito di versante di origine quaternaria e dovuto ai fenomeni di soliflusso e erosione ad opera delle acque in scorrimento superficiale.

La morfologia attuale è il risultato di differenti processi legati all'azione glaciale ed alla dinamica dei versanti. L'area di interesse ha morfologia da piana a blandamente inclinata verso sud e nella porzione meridionale e sud-orientale sono altresì presenti orli di terrazzo ma con altezza non superiore a 4-5 m.

Il settore nord-est, ove sono tuttora presenti alcuni capannoni a base rettangolare, è pressoché pianeggiante caratterizzato da substrato roccioso subaffiorante o ricoperto da esigui strati di riporto antropico costipato, ai limiti di tale settore si rilevano pareti di terrazzo con altezza di 30-40 m dovute all'affioramento di pareti rocciose con

scadenti caratteristiche geomeccaniche in grado di scaricare verso valle blocchi rocciosi con dimensione decimetrica.

Il settore nord-occidentale è invece rappresentato da un vasto piano con inclinazione (non superiore ai 10°-15°) vegetato a prato e con superfici talvolta rese impermeabili dalla presenza di depositi torbosi, tali superfici possono sfavorire il corretto drenaggio delle acque nel suolo provocando fenomeni di soliflusso ed erosione accentuata lungo i fianchi del terrazzamento.

Il settore sud-occidentale dell'area ha invece inclinazione verso sud e può essere distinto in:

- Un'area piana centrale ove sopra un substrato roccioso a poca profondità è presente un suolo altamente impermeabile con alto contenuto di sedimenti organici in grado di creare ruscellamenti superficiali delle acque meteoriche.
- Una collina o vegetata a bosco e prato con roccia pressoché subaffiorante in tutta la sua estensione, separata dall'area pianeggiante da una trincea naturale sede di scorrimento preferenziale delle acque. A monte sono presenti strutture antropiche di origine militare (non interagenti con le opere di progetto).
- Un'area da poco inclinata a molto inclinata in cui scorre un'asta torrentizia prevalentemente incisa nel substrato roccioso, che funge da asse drenante delle aree subpianeggianti limitrofe, favorendo fenomeni di erosione regressiva delle pareti spondali e piccole frane sui fianchi.

Tale settore si fa via via sempre più inclinato verso sud ove ad una gradonatura di origine antropica entro i depositi di versante si sostituisce roccia con un brusco cambio di pendenza e con una parete di circa 60°.

Il settore orientale e sud-orientale è caratterizzato da depositi glaciali e di versanti a volte terrazzati e sede di fenomeni di soliflusso ed erosione superficiale. Si rilevata una faglia di probabile origine gravitativa e con direzione circa Nord-Sud che realizza una vera e propria trincea sede di scorrimento preferenziale delle acque meteoriche e quindi maggiormente suscettibile a dissesti laddove vi sia un cambio di pendenza.

Le problematiche dell'area sono quindi evidenziate soprattutto lungo i fianchi del terrazzo ove le pessime condizioni locali del substrato roccioso unitamente alla concentrazione delle acque superficiali per impermeabilizzazione del fondo sovrastante possono concorrere all'innescio di fenomeni di dissesto sia in deposito che in roccia di limitate dimensioni (fronti massimi di 20 m). Particolare attenzione andrà posta all'aspetto idrogeologico legato alle modalità di raccolta delle acque meteoriche ed alla possibile interferenza degli scarichi di acque reflue con la circolazione di acque sotterranee (una potenziale incognita per lo scarico al suolo).

4.1 Situazione idrogeologica

Come detto l'ambito areale della località è per gran parte caratterizzato da una diffusa presenza del substrato roccioso, sia affiorante sia ricoperto da una modesta coltre di depositi quaternari.

La situazione idrogeologica, in cui insiste l'area di progetto, non offre ambiti particolarmente idonei per lo scarico al suolo poiché sono scarse le coperture

superficiali e la morfologia del versante, con il diffuso subaffiorare del substrato roccioso, rende concretamente ardue le soluzioni operative.

Il sottoscritto ha potuto verificare tali problematiche nella verifica geologica effettuata su tutto il territorio circostante.

In tali occasioni si è potuto appurare:

- l'estrema variabilità dello spessore delle coperture;
- la ridotta permeabilità
- lo scorrimento legato alla morfologia ed alla fratturazione del substrato;

In relazione ad un evento meteorico intenso, lo scarico al suolo delle acque provenienti dalle superfici impermeabili in progetto riveste senza dubbio un importante problema.

La smaltimento delle acque meteoriche provenienti dalle opere in progetto dovrà avvenire in modo da non ricaricare il versante sottostante la zona di lottizzazione.

5.0 ANALISI STRUTTURALE DELLE DISCONTINUITA': classificazione geomeccanica dell'ammasso roccioso

Considerata la completa stabilità del sito interessato dal progetto di piano di lottizzazione, al fine di valutare le condizioni generali di stabilità dei versanti sottostanti si sono svolti rilevamenti geologico-tecnici di superficie. La stabilità di un versante dipende dalle caratteristiche di deformabilità e resistenza dei piani di discontinuità presenti all'interno della massa rocciosa che costituisce il pendio stesso; tali caratteristiche dipendono dalla geometria, dalla spaziatura, dall'orientamento e dalle caratteristiche fisico-meccaniche di questi piani.

Per una valutazione qualitativa della stabilità di un pendio in roccia è necessario effettuare una classificazione geomeccanica dell'ammasso roccioso mediante il rilevamento delle discontinuità presenti e di varie grandezze ad esse correlate, che consentono di calcolare un indice di qualità dell'ammasso stesso.

Nel merito del programma progettuale, il rilievo di dettaglio precedentemente descritto è stato integrato con l'esecuzione di due rilievi geomeccanici, in affioramenti rocciosi rappresentativi, al fine di fornire una visione generale delle caratteristiche dell'ammasso, con particolare riguardo al comportamento meccanico della roccia.

Come evidenziato dalla cartografia allegata la morfologia dei versanti presenta un andamento omogeneo con orientamenti variabili verso i quadranti meridionali e pendenze comprese tra 40% e 60%. Negli impluvi delle aste torrentizie affiorano pareti subverticali.

5.1 Rilievo geomeccanico

I rilievi sono stati condotti su affioramenti rocciosi significativi permettendo di evidenziare la distribuzione e l'orientazione nello spazio delle diverse discontinuità presenti nell'ammasso. L'area studiata è piuttosto articolata con una orientazione prevalentemente S-NE; la sua inclinazione varia da subverticale a 40°.

La formazione di Micascisti e paragneiss, si presenta omogenea nei caratteri lito-strutturali per tutto il tratto dell'affioramento. La misura delle giaciture dei piani di discontinuità, rappresentati in diagrammi polari, ha permesso di discriminare i sistemi fessurativi che favoriscono la formazione di solidi di roccia.

Sono state individuate quattro famiglie di discontinuità principali distinguibili sulla base delle loro caratteristiche fisiche in piani di scistosità e superfici di frattura, indicati convenzionalmente con St e K1, K2 e K3.

Famiglia	Immersione	Inclinazione
St	250	70
K1	350	50
K2	45	70
K3	210	40

Le discontinuità si presentano generalmente chiuse o aperte in superficie, con massimi maggiori di 5mm, e lisce o leggermente scabre con assenza di riempimento.

Le superfici di discontinuità sono risultate sempre leggermente alterate nelle circoscritte aree di infiltrazione di acqua, come si è potuto verificare con ripetute prove sclerometriche eseguite in vari punti lungo la parete. Il valore medio dell'indice di Schmidt è risultato uguale a 30 con campo di variabilità tra 20 e 45: poiché il peso di volume della roccia è stimato di 25 kN/m^3 si ricavano dei valori del coefficiente di resistenza della parete dei giunti, JCS (Joint Compressive Strenght), di 40-60 MPa.

Le misure relative al parametro JRC (Joint Roughness Coefficient) sono state effettuate mediante il Pettine di Barton. Dai profili sono stati ricavati valori del coefficiente di scabrezza compresi tra 4 e 8. si ricava un indice J_v di Palmstrom di 26 ed un RQD pari a 30%.

5.2 Classificazione Geomeccanica

Utilizzando tutti i parametri sopra esposti è stato possibile determinare la qualità dell'ammasso roccioso, secondo i metodi proposto da BIENIAWSKI e da ROMANA.

Il metodo di classificazione di Bieniawski è uno dei più utilizzati per caratterizzare l'ammasso roccioso; con tale metodo la classificazione viene effettuata calcolando un indice di qualità denominato *Rock Mass Rating (RMR)* che tiene conto dei seguenti cinque parametri:

1. resistenza a compressione uniassiale della roccia intatta (C_o);
2. indice RQD (*Rock Quality Designation*);
3. spaziatura dei giunti;

4. condizioni fisiche dei giunti;
5. condizioni idriche.

Ad ogni parametro è stato assegnato un coefficiente numerico la cui somma algebrica fornisce l'indice di qualità RMR complessivo dell'ammasso roccioso.

Vengono di seguito riportati i parametri ottenuti dalla classificazione geomeccanica degli ammassi di Bieniawski:

Rock Mass Rating 1989 (Bieniawski)				
Classe	RMR (stimato)	Qualità dell'ammasso roccioso	Coesione (MPa)	Angolo d'attrito
IV	40	SCADENTE	0.1	30

Modulo di deformazione $E_m = 3.56 \text{ GPa}$

I dati sopra esposti si riferiscono alle caratteristiche superficiali dell'ammasso roccioso, generalmente peggiori rispetto a quanto avviene in profondità.

Il metodo di Romana, denominato *Slope Mass Rating (SMR)*, costituisce un'estensione del metodo di Bieniawski e permette di classificare gli ammassi rocciosi costituenti i pendii naturali individuandone i possibili tipi di rottura.

L'indice SMR della classificazione di Romana si ottiene dall'indice RMR di Bieniawski con la relazione: $SMR = RMR + F_1 + F_2 + F_3 + F_4$, nel quale F_1 , F_2 , F_3 sono fattori correttivi dipendenti dall'orientazione dei giunti e del pendio e F_4 un'ulteriore fattore che nel caso di pendii naturali è stato fissato empiricamente uguale a 15.

L'indice SMR viene calcolato per ciascun sistema di discontinuità di ogni rilievo geostrutturale; il valore minimo viene considerato rappresentativo della qualità dell'ammasso roccioso di quella stazione di misura.

Slope Mass Rating 1990 (Romana)				
Classe	SMS	Qualità ammasso roccioso	Stabilità	Tipo di Rottura
IV	25	SCADENTE	INSTABILE	Scivolamenti planari estesi e Rototraslazionali i

6.0 VALUTAZIONE DEI CINEMATISMI DI ROTTURA POTENZIALI

Partendo dai dati geostrutturali dei rilievi RS1 e RS2, rilevati lungo le pareti rocciose, si è verificata la stabilità degli ammassi rocciosi utilizzando il test di Matheson.

A partire dalle metodologie proposte da Hoek e Bray (1981) e modificate da Goodman (1981), Matheson (1983) ha proposto un metodo grafico di valutazione, successivamente ripreso da Hudson e Harrison (1992), che consente di riconoscere rapidamente le possibili direzioni di movimento.

Il procedimento, basato su proiezioni stereografiche equiareali, fornisce un'indicazione qualitativa della stabilità dei piani e dei cunei in funzione del loro orientamento nello spazio e della stima della resistenza al taglio mobilitabile lungo i piani di possibile scorrimento. Quest'ultima grandezza è quantificata attraverso il parametro angolo d'attrito medio delle discontinuità meccaniche.

In altre parole, esso permette di identificare le discontinuità critiche, vale a dire le discontinuità che rappresentano potenziali cinematismi di rottura separandole da quelle che non influiscono direttamente sulla stabilità del pendio, e le condizioni per cui esso si può verificare:

Scivolamento planare

- o Si deve avere parallelismo tra direzione di movimento e pendio entro $\pm 20^\circ$;
- o L'inclinazione del piano deve essere minore dell'inclinazione del pendio;

- o L'inclinazione del piano deve essere superiore all'angolo d'attrito del piano;

Scivolamento a cuneo

- o L'inclinazione della retta di intersezione dei piani deve essere superiore all'angolo d'attrito;
- o La retta di intersezione deve affiorare sul versante;

Ribaltamento di blocchi

- o Si deve avere la presenza di due sistemi di discontinuità che immergono all'interno del versante e che formano i lati dei blocchi instabili;
- o Si deve avere la presenza di un sistema di discontinuità che immerge verso l'esterno del versante e che costituisce la base dei blocchi instabili;

Ribaltamento flessionale

- o Si deve avere un sistema di discontinuità che immerge all'interno del versante
- o L'immersione del piano non può superare di $\pm 20^\circ$ l'immersione del pendio
- o L'inclinazione della discontinuità deve essere maggiore della somma tra l'angolo d'attrito del piano e l'angolo complementare all'inclinazione del pendio

6.1 Analisi dei risultati

Sui grafici riportati, relativi ai rilievi strutturali eseguiti, si sono evidenziate, le possibili direzioni di scivolamento di cunei rocciosi e le condizioni di stabilità dei singoli piani allo scivolamento ed al ribaltamento.

Nel rilievo geomeccanico l'analisi dei mutui rapporti fra le giaciture delle famiglie di fratture e la giacitura variabile del fronte naturale ha permesso di individuare tre direzioni di potenziale scivolamento di cunei rocciosi, possibili scivolamenti planari e potenziali cinematismo per ribaltamento. I cunei St-K3, K1-K2, K2-K3 sono potenzialmente instabili. Le fratture, impostate lungo la scistosità (St), sono a rischio ribaltamento per inclinazioni prossime alla verticale e nelle condizioni fisico-meccaniche scadenti.

6.2 Verifiche di stabilità

Le analisi delle condizioni di stabilità si basano sul metodo dell'Equilibrio Limite che studia la stabilità dei pendii in termini di rapporto (Coefficiente di sicurezza "Fs") tra forze resistenti e forze instabilizzanti nella direzione dello scivolamento, calcolate a partire dai valori medi (intesi come più probabili) dei vari parametri ed imponendo un comportamento di tipo rigido perfettamente plastico dei materiali.

Quando il coefficiente di sicurezza è uguale all'unità, si verifica la condizione di Equilibrio Limite e si considera compromessa la stabilità.

Poiché l'analisi di stabilità viene condotta con il metodo dell'equilibrio limite, è importante ricordarsi che il coefficiente di sicurezza che viene calcolato, a parità di condizioni al contorno assunte, dipende dai parametri di resistenza al taglio adottati

e quindi l'analisi eseguita è un'analisi deterministica.

In genere i valori di questi parametri sono noti con una certa aleatorietà.

A causa di tale aleatorietà, si è associata all'analisi deterministica anche l'analisi probabilistica (simulazione di Montecarlo) che permette di ricavare, oltre ai valori medi del fattore di sicurezza, anche le probabilità che si verifichino fenomeni di instabilità.

E' utile tenere presente che l'analisi probabilistica, oltre a dare maggiori informazioni rispetto ad un'analisi deterministica, permette di definire quali sono i parametri che maggiormente influenzano la stabilità.

La verifica di stabilità globale dei pendii mostra un versante sostanzialmente stabile, la sua orientazione ed inclinazione media, rispetto alla disposizione spaziale delle varie discontinuità appare favorevole con fattori di sicurezza maggiori di 1.5.

A livello puntuale, per le situazioni di instabilità menzionate nei paragrafi precedenti sono state eseguite delle analisi di stabilità nelle condizioni più sfavorevoli, cioè in presenza di acqua. Tali verifiche hanno evidenziato possibili situazioni di instabilità che possono interessare singoli blocchi o piccoli affioramenti per inclinazioni accentuate del versante. Si tratta tuttavia di fenomeni localizzati che in relazione al progetto di riassetto urbanistico di monte sono da ritenersi poco significativi in generale.

7.0 FATTIBILITÀ GEOLOGICA

Considerate le caratteristiche geologiche ed idrogeologiche del territorio in esame, non si ravvisano controindicazioni all'esecuzione del piano di lottizzazione; le opere sono pertanto attuabili all'interno del contesto geologico rilevato a condizione che vengano rispettate le indicazioni riportate.

L'analisi morfologica ha evidenziato modesti elementi di criticità che, in casi di eventi meteorologici significativi, potrebbero creare dei problemi alle aree di progetto. Particolare attenzione andrà posta alla zona di orlo di terrazzo, cioè alla zona di transizione con il pendio, al fine di non interagire con i fenomeni morfodinamici presenti (attivi o quiescenti). Sarà opportuno, in queste zone, non realizzare opere di riporto o quantomeno progettare interventi tecnici atti a limitare i fattori di potenziale rischio e ad evitare l'innescò di superfici di scivolamento.

Il contesto idrogeologico, caratterizzato da una ridotta permeabilità, impone la necessità di smaltire le acque meteoriche e reflue nella rete comunale per non ricaricare il versante sottostante ed innescare fenomeni gravitativi in aree di pendio.

E' necessario comunque che in fase di progetto esecutivo siano caratterizzate, mediante indagini e prove geognostiche puntuali ed estese ad un intorno significativo, la meccanica dei terreni di fondazione, per meglio definire l'interazione strutture-terreno, come previsto dalla normativa vigente.

8.0 CONCLUSIONI

In conclusione si può affermare quanto segue: in considerazione di quanto sopra scritto, in merito alla situazione geologica che emerge dalle valutazioni effettuate e nel rispetto delle prescrizioni indicate, nell'area d'intervento non sono emerse situazioni di sostanziale interferenza con la proposta progettuale.

Alla luce delle considerazioni espresse, si ritiene, pertanto, che il progetto sia COMPATIBILE con il quadro geologico formulato, rimandando alla fase di progetto esecutivo la valutazione geotecnica dei terreni di fondazione, così come previsto dalla normativa vigente.

Castelveccana, febbraio 2007

Dott. Geol.

Fabio Meloni

0332/521184

0332/521184

0332/521184

0332/521184

0332/521184

0332/521184

0332/521184

0332/521184

0332/521184

0332/521184

0332/521184

0332/521184

0332/521184

0332/521184

0332/521184

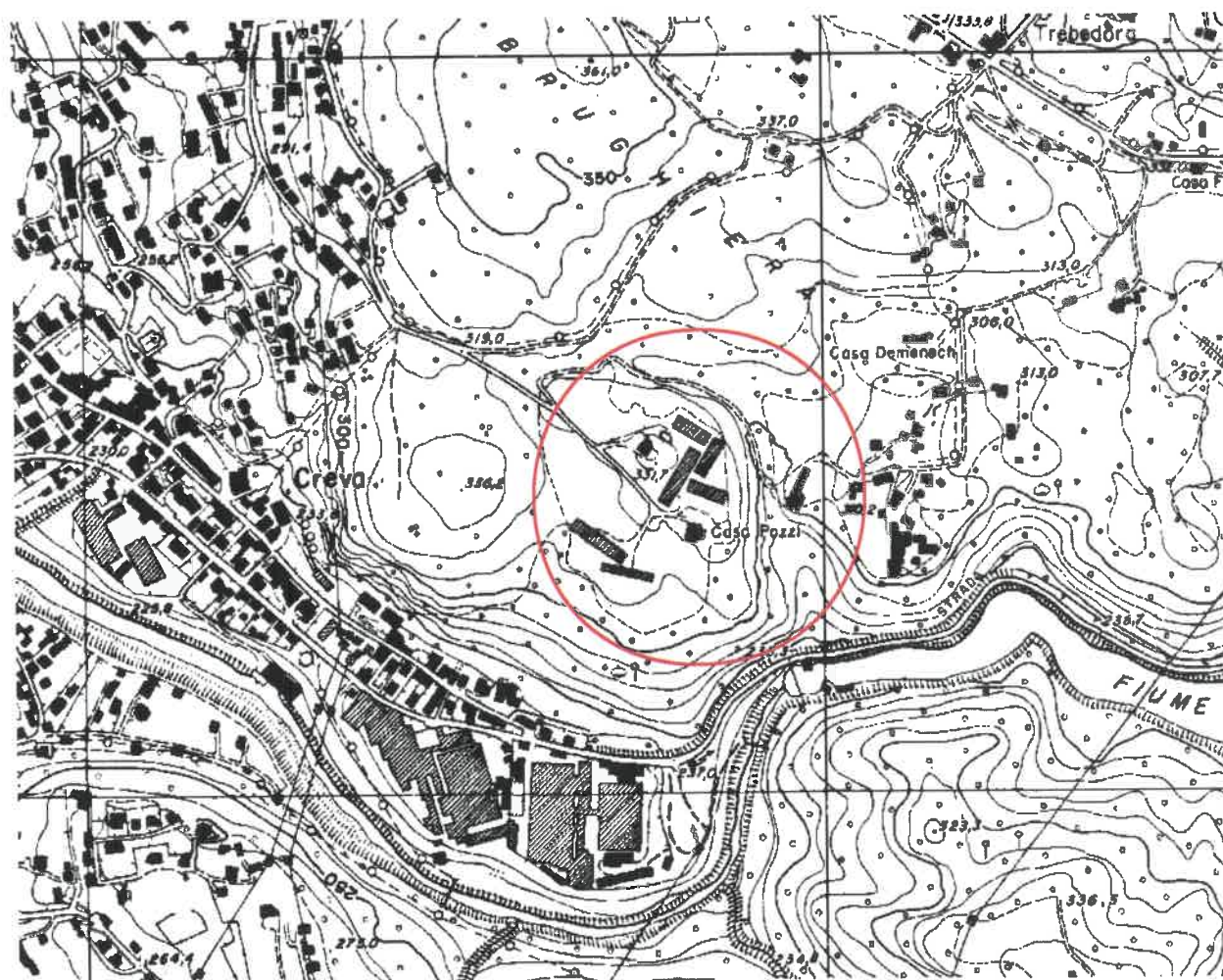
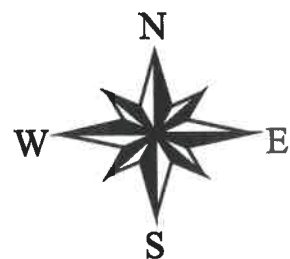
0332/521184

0332/521184

0332/521184

*STUDIO DI CONSULENZE GEOLOGICO-TECNICHE
DOTT. FABIO MELONI
VIA AL TORRENTE 4 – 21010 CASTELVECCANA (VA)
TEL./FAX 0332/521184*

ALLEGATI

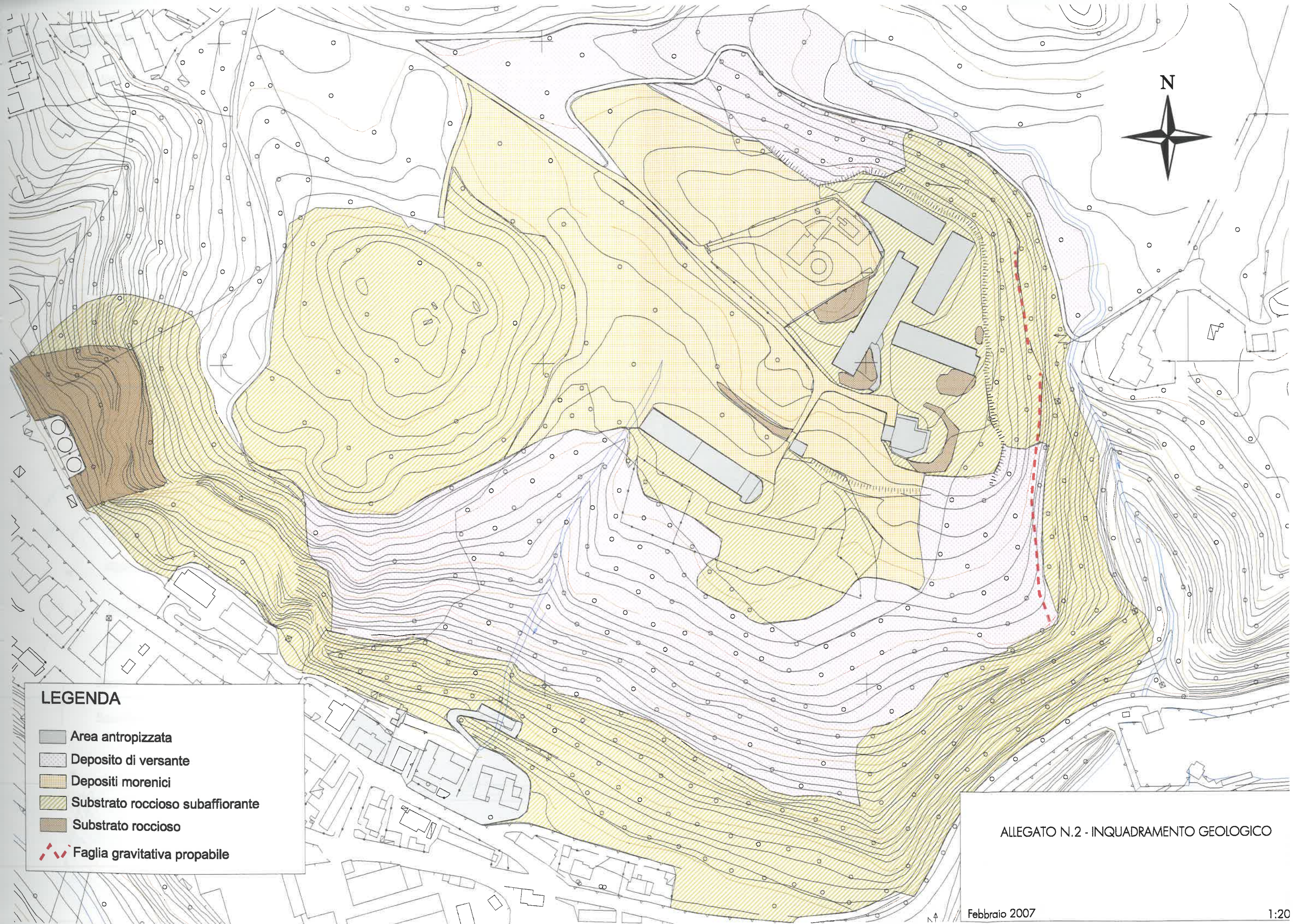


Corografia area di intervento (stralcio CTR, scala 1:10.000)



Corografia area di intervento (stralcio Ortofoto regione Lombardia , scala 1:5.000)

ALLEGATO N.1 - COROGRAFIA



LEGENDA

- Area antropizzata
- Deposito di versante
- Depositi morenici
- Substrato roccioso subaffiorante
- Substrato roccioso
- Faglia gravitativa probabile

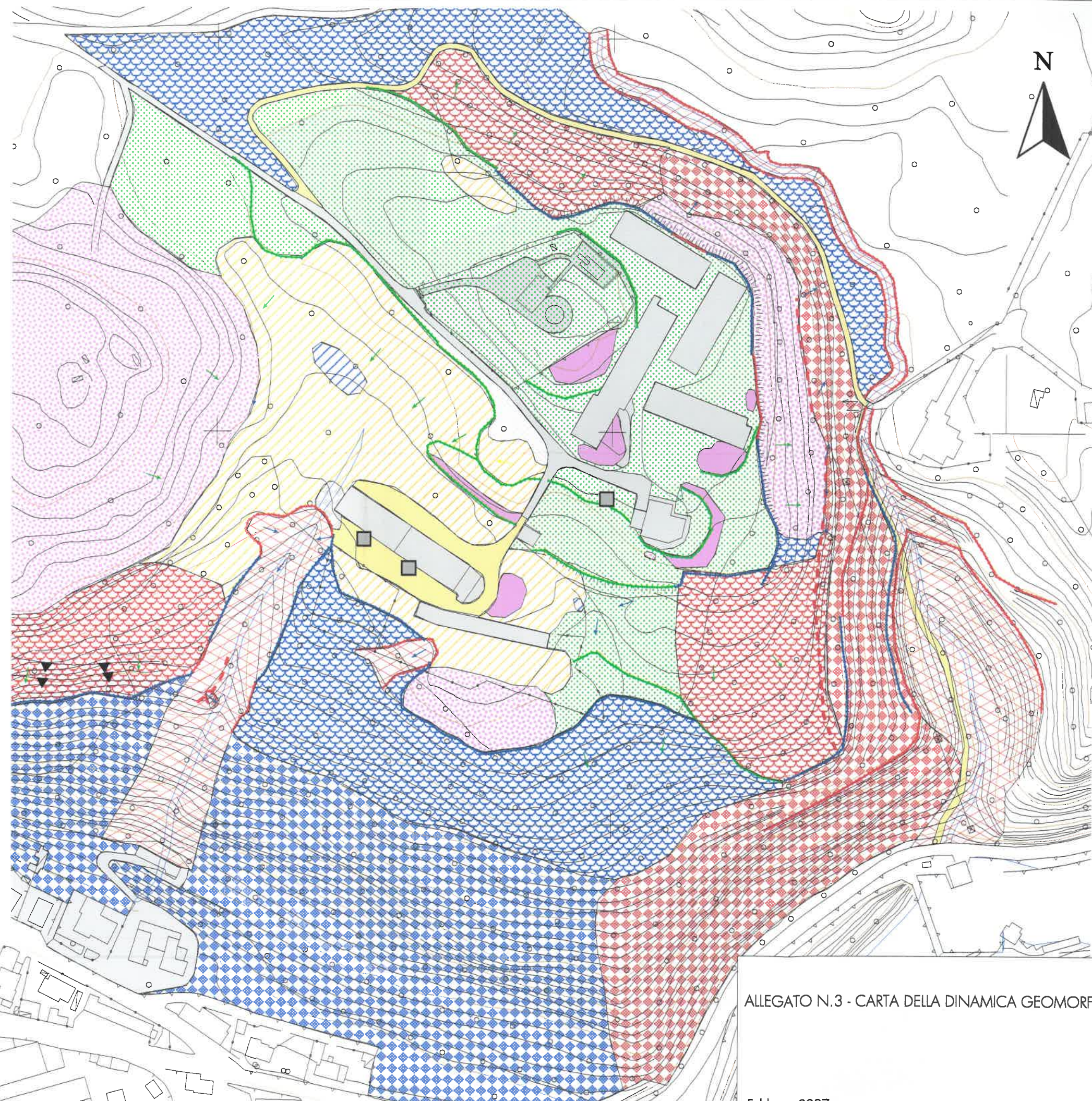
ALLEGATO N.2 - INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Febbraio 2007

1:20

Legenda

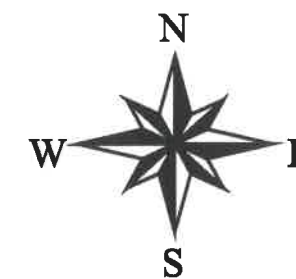
- Roccia in buono stato di conservazione*
- Roccia subaffiorante*
- Area a prato*
- Depositi torbosi o di natura organica*
- Zone di ristagno*
- Area antropizzata ed impermeabilizzata*
- Riparto*
- Area soggetta a crolli di massi*
- Aree con possibilità di crollo massi*
- Area caratterizzata da soliflusso accentuato*
- Area caratterizzata da ruscellamento diffuso*
- Area caratterizzata da erosione regressiva*
- Area di accumulo di rifiuti*
- Orlo di Terrazzo attivo*
- Orlo di Terrazzo quiescente*
- Orlo di Terrazzo stabilizzato*
- Riprofilatura antropica*
- Faglia gravitativa probabile*
- Cresta*
- Scorrimento superficiale delle acque*
- Scorrimento preferenziale delle acque*



ALLEGATO N.3 - CARTA DELLA DINAMICA GEOMORFOLOGICA

Febbraio 2007

Scala 1:200



0 300 600 m

- Aree idriche
- Boschi
- Legnose agrarie
- Vegetazione naturale
- Prati
- Aree sterili
- Seminativi
- Aree urbanizzate
- Area di intervento

ALLEGATO N. 4- CARTA D'USO DEL SUOLO
(Progetto DUSAF Provincia di Varese)

Integrazione tecnica alla Relazione geologica di compatibilità del Piano
Attuativo denominato "Ca' Pozzi" del febbraio 2007

La presente relazione, nell'ambito della costruzione della convenzione urbanistica allegata al Piano di riassetto urbanistico-territoriale denominato "Ca' Pozzi", di Via Brughiera nel Comune di Luino, rappresenta un'integrazione di quanto definito nello studio per l'analisi della fattibilità geologica del piano attuativo stesso realizzata nel febbraio 2007, in merito al corretto smaltimento delle acque meteoriche e reflue provenienti dal comparto.

Il contesto idrogeologico, caratterizzato da una ridotta permeabilità, impone la necessità di smaltire le acque meteoriche e reflue al fine di non ricaricare il versante sottostante ed innescare fenomeni gravitativi in aree di pendio.

Le acque meteoriche provenienti dall'area di progetto, in conformità all'art. 12 delle NTA del PAI e secondo quanto definito dall'art. 9 delle Norme di polizia idraulica contenute nello studio del reticolo idrografico minore comunale redatto ai sensi della dgr 7/7868 del 25 gennaio 2002 e successive modifiche, approvato ed adottato come variante al PRG vigente in data 11/06/2008, possono essere smaltite nei corsi d'acqua superficiali che costituiscono la rete di drenaggio naturale.

L'area è attraversata da due corsi d'acqua che fungono da assi drenanti delle acque provenienti dal versante di raccordo tra il terrazzo fluvio-glaciale di monte e la piana alluvionale del Fiume Tresa.

I corsi d'acqua sono denominati nello studio del reticolo idrografico minore, in assenza di toponimi riconosciuti, con numero 36 e 25.

Il corso numero 36, a sud del comparto, riportato nelle mappe catastali come demaniale, nasce da un area morfologicamente depressa all'interno del comparto per la presenza di depositi poco permeabili impostati su substrato roccioso impermeabile ad una quota di 315 m s.l.m. e presenta un andamento pressoché rettilineo con direzione NE-SW. Il corso d'acqua numero 25 a monte del comparto, riportato nelle mappe catastali come demaniale, presenta un andamento N-S con un primo tratto poco acclive per poi scorrere in un tratto vallivo inciso in roccia fino allo sbocco nel Fiume Tresa.

L'area in esame, di 60.055 mq, prevede la copertura di circa 8000 mq. Ottemperando a quanto previsto dall'art. 6 del Regolamento regionale del 24 marzo 2006 n. 2, in attuazione dell'art. 52, comma 1, lettera c della Legge regionale n. 26 del 12/12/2003, in relazione alle nuove disposizioni in materia di risparmio e riutilizzo della risorsa idrica, dovranno essere realizzate, per ogni edificio, vasche di invaso, di raccolta e recupero delle acque meteoriche con il convogliamento del troppo pieno nei corsi d'acqua menzionati.

Ai fini di una corretta gestione dello smaltimento delle acque la parte alta del comparto andrà a recapitare le acque nel corso d'acqua di monte mentre le quote più basse nel corso d'acqua posto a valle.

Si rimanda alla fase progettuale esecutiva la verifica idrologica ed idraulica dei manufatti in relazione ad un corretto dimensionamento del fabbisogno.

Luino, giugno 2009

Dott. Geol.

