

Titolari del Progetto:

IMMOBILIARE GALASSIA DUE s.r.l.

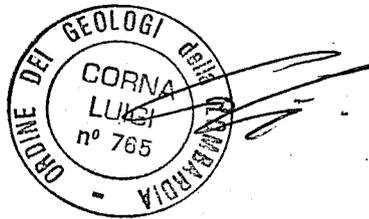
Progetto:

**PIANO ATTUATIVO CONVENZIONATO
P.I.I. Via Volta – Via Monte Grappa, Arese (MI)**

Oggetto dell'elaborato:

RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA

Il Tecnico incaricato:
Dott. Luigi Corna



I Titolari del progetto:

Il Coordinatore della progettazione (per presa visione):

Luglio, 2003



INDICE

- 1) **PREMESSA**
- 2) **INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO**
- 3) **INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO**
 - 3.1.) Considerazioni idrogeologiche
 - 3.2.) Considerazione idrometeorologiche
- 4) **DESCRIZIONE DELLE INDAGINI**
 - 4.1.) Procedura di restituzione dei dati delle prove penetrometriche
 - 4.2.) Caratteristiche geotecniche dei terreni
- 5) **COMPONENTE GEOLOGICA E GEOTECNICA DEL PROGETTO**
 - 5.1.) Scavi
 - 5.2.) Capacità portante dei terreni
 - 5.3.) Impianto fognario acque bianche
 - 5.4.) Drenaggi ed impermeabilizzazioni
- 6.) **CONCLUSIONI**

ALLEGATI

- | | |
|------------------|---|
| <i>all. n. 1</i> | <i>Corografia dei luoghi</i> |
| <i>all. n. 2</i> | <i>Estratto della carta geologica</i> |
| <i>all. n. 3</i> | <i>Planimetria dello stato di fatto con ubicazione dei rilievi eseguiti (prove penetrometriche)</i> |
| <i>all. n. 4</i> | <i>Planimetria generale del progetto</i> |
| <i>all. n. 5</i> | <i>Certificati delle prove penetrometriche</i> |
| <i>all. n. 6</i> | <i>Dati, archivi TECNO.GEO.</i> |
| <i>all. n. 7</i> | <i>Capacità portante dei terreni</i> |
| <i>all. n. 8</i> | <i>Capacità drenante dei terreni</i> |

1) PREMESSA

La presente è stata redatta a nome e per conto dell'Immobiliare Galassia s.r.l. a supporto del progetto di Piano Attuativo Convenzionato – P.I.I. Via Volta – Via Monte Grappa ad Arese (MI), sviluppato dall'Arch. Gianfranco Scatigna (con studio in Pero, MI).

Per lo sviluppo degli elaborati è stata prevista la raccolta di alcune informazioni geologiche e progettuali preliminari, l'esecuzione di indagini geologiche e lo sviluppo delle componenti geologiche del progetto secondo i dati direttamente rilevati.

L'area non rientra nei siti da considerarsi a rischio sismico.

Per quanto riguarda le indagini e le valutazioni, la presente, è redatta secondo quanto disposto da:

- D.M. 11.03.88 recante "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione"

D.Lgs. 11.05.'99 n.152 "Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti dalle fonti agricole".

2) INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO

Il progetto si ubica nella zona Sud - Ovest dell'abitato di Arese, in fregio alla strada comunale denominata Via Monte Grappa, angolo Via Volta.

L'area è attualmente edificata con la presenza di un capannone per attività artigianali, degli annessi uffici e servizi per gli operai e di un'ampia area verde.

La via Volta corre parallelamente al canale scolmatore delle pianure Nord-Ovest di Milano.

Il progetto prevede la demolizione degli edifici e delle infrastrutture produttive e la costruzione di 2 fabbricati residenziali.

Il progetto interessa una superficie complessiva (superficie reale di intervento compreso il verde primario) di 8.871 m² le cui destinazioni finali saranno: 1.845 m² occupati dagli edifici fuoriterra (totalmente impermeabili), 2.662 m² occupati da giardini (totalmente drenanti), e la restante pari a 4.364 m² (parzialmente drenanti) occupata da, corselli, accessi carrali, giardini parzialmente drenanti (in quanto soprastanti le autorimesse interrato). E' prevista inoltre un'area a parcheggio pubblico è di 2.620 m².

Sul lato Ovest dell'area di intervento, verso Via Monte Grappa e nella porzione Sud-Ovest dell'area di intervento è prevista la realizzazione di parcheggi ad uso pubblico



Sul lato Sud è prevista la realizzazione di parcheggi ad uso privato ed un'area verde in contiguità con quella citata.

Sul lato Est è prevista invece la realizzazione di una collinetta piantumata.

E' prevista la costruzione di 2 fabbricati. L'altezza massima degli edifici in progetto è di 12,5 m.

Gli edifici saranno costituiti da un piano interrato adibito prevalentemente ad autorimesse, e quattro piani fuori terra.

La struttura sarà totalmente in cemento armato per la parte interrata mentre per la parte in elevazione avrà struttura (travi e pilastri) in cemento armato e murature di tamponamento in laterizi autoportanti.

Per la realizzazione degli edifici interrati, è prevista la formazione di un ampio scavo della profondità di circa 3 m, esteso su gran parte dell'area. Parte dei terreni di scavo sarà messa a dimora per il completamento dell'area verde mediante la collinetta progettata sul lato Est; parte sarà allontanata dall'area di intervento e scaricata presso idoneo impianto regolarmente autorizzato a ricevere i materiali in oggetto.

E' prevista la realizzazione di un impianto fognario distinto per la raccolta e lo smaltimento delle acque bianche e delle acque nere.

3) INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO

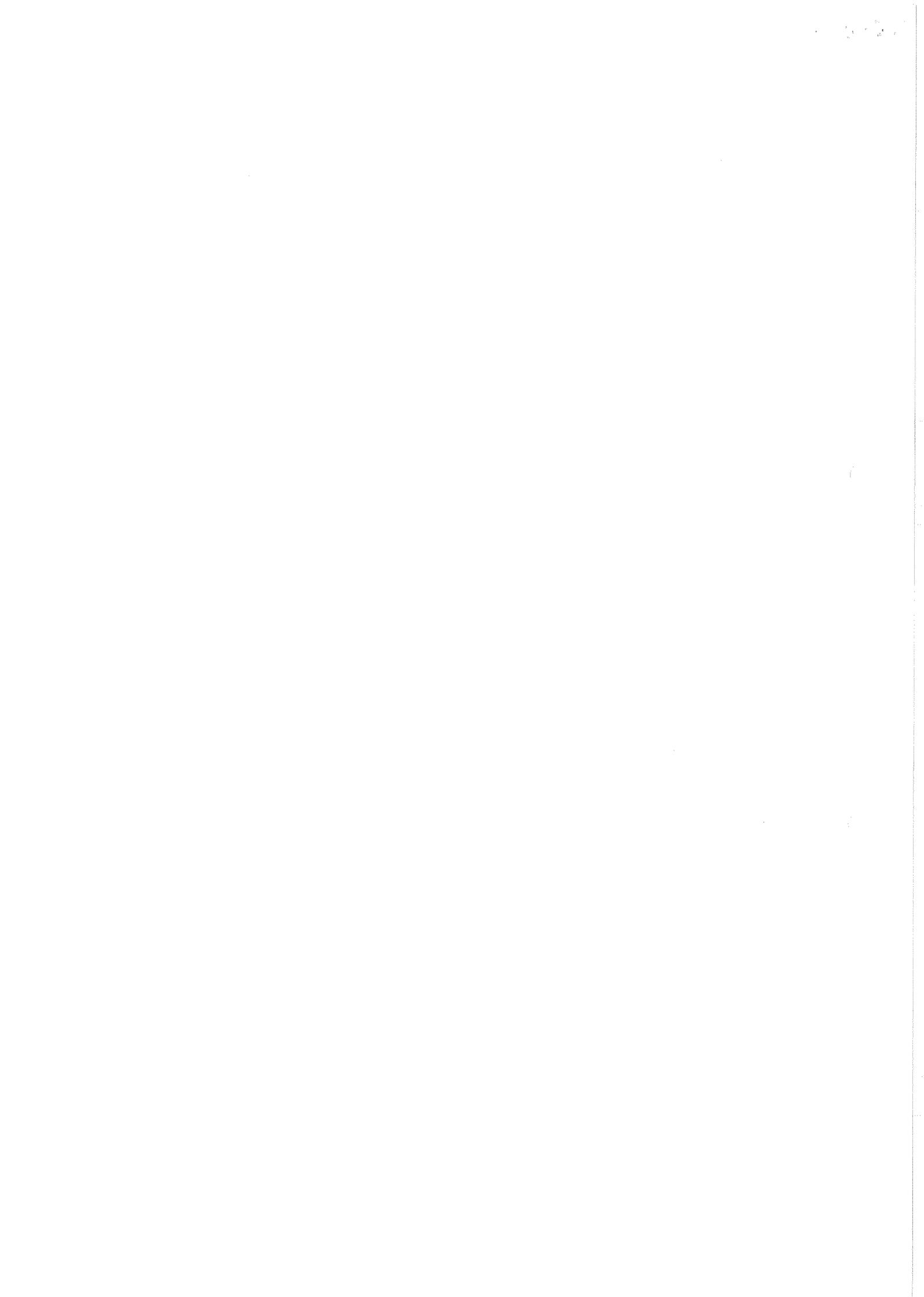
L'area in oggetto (ubicata alla quota 158 m s.m.) è situata nella pianura milanese settentrionale, all'interno del territorio comunale di Arese (MI).

Localmente la pianura è interessata da un regolare sistema di canali e fossati che drenano le acque superficiali con direzione principale verso Sud. Sul limite Sud dell'area, oltre la Via Volta è presente il canale scolmatore con deflusso NE-SW.

Localmente non è visibile né è in altro modo nota la presenza di fenomeni di instabilità dal punto di vista dell'evoluzione geomorfologica.

Nell'area del progetto affiorano i terreni noti in letteratura con il nome di "Ghiaie sabbiose e sabbie con strato superiore alterato" (Diluvium Recente). Si tratta di depositi alluvionali sabbioso ghiaiosi stratificati, con lenti limose. I clasti presentano dimensioni in genere inferiori a pochi centimetri, sono di natura variabile da ignea a sedimentaria e metamorfica, presentano elevato grado di arrotondamento, bassa sfericità e media alterazione.

Negli strati superficiali, fino alle profondità di 1,5 / 2,5 m si riscontrano livelli di alterazione dati da alternanze di sabbie - ghiaie e limi.





3.1.) Considerazioni idrogeologiche

In relazione ai dati noti in letteratura, con particolare riferimento ai numerosi pozzi per approvvigionamento idrico e sondaggi trivellati in aree vicine, il livello statico della falda superficiale è posto a 10/13 m dal p.c. Anche all'interno dell'area in oggetto, durante la campagna di prove penetrometriche (in P1), è stata rilevata la presenza di acque sotterranee a partire dalla profondità di 9.3 m da p.c. (può trattarsi di una falda sospesa ed in tal caso il livello freatico sarebbe a profondità superiori)

Il flusso idrico presenta un orientamento generale Nord Ovest - Sud Est con gradienti prossimi allo 0,02%; questo settore della pianura subisce in modo evidente il cono d'influenza della conurbazione milanese, il cui centro è posto a SE.

Il principale elemento dell'idrologia superficiale è dato dal citato canale scolmatore posto a Sud Est dell'area e dal lago artificiale e dal fontanile Gatto posti a qualche centinaio di metri a Sud-Overst dell'area di intervento.

Nei pressi dell'area, in una fascia di 200 m, non risulta nota la presenza di pozzi per acqua potabile.

3.2) Considerazione idrometeorologiche

Nel complesso il territorio circostante l'area d'interesse presenta caratteri climatici tipici del clima sublitoraneo alpino, con precipitazioni piovose massime in primavera ed autunno. Non si riscontrano stagioni completamente siccitose.

La piovosità media, secondo i dati misurati presso la stazione pluviometrica di Rho, è di 1.073,2 mm annui, quella massima di 1.639,4 mm annui, e quella minima di 573,0 mm annui.

I giorni piovosi annui, risultano mediamente pari a 100.

Per quanto riguarda l'analisi delle caratteristiche meteorologiche della zona si fa riferimento agli afflussi per una precipitazione di durata $T = 15/30$ min, che abbia tempo di ritorno ventennale. Per la zona considerata, la curva di possibilità climatica $h = a T^n$ (dove T è il tempo in ore, $a = 59,1$; $n = 0,487$).

Tabella: Precipitazioni critiche calcolate

T (ore)	0,1	0,3	0,5	1	2
H (mm)	19	33	42	59	83

4) DESCRIZIONE DELLE INDAGINI

Per la caratterizzazione del sottosuolo sono state realizzate n° 5 prove penetrometriche dinamiche con penetrometro "superpesante Meardi", sviluppate sino alla profondità massima di 10 m.

In allegato si riportano i risultati delle indagini geotecniche condotte per la determinazione delle caratteristiche tecniche dei terreni.

Si sono inoltre considerati i dati acquisiti dagli scriventi per una indagine con sondaggi di terreni, eseguite in fregio all'area, sul lato Nord (vedi all. n.5).



4.1.) Procedura di restituzione dei dati delle prove penetrometriche

La prova penetrometrica dinamica è una tecnica di investigazione delle caratteristiche del sottosuolo che si basa sulla misurazione della resistenza alla penetrazione del terreno da parte di una punta conica che viene infissa verticalmente dalla superficie. Tale indagine è diffusamente impiegata e le correlazioni tra i dati ottenuti ed i parametri geotecnici, sono in genere come di seguito specificate:

- risalendo dai valori di N_p a quelli N_{spt} per utilizzare poi le correlazioni tra i parametri geotecnici e N_{spt} (ad es. relazioni $N_{spt} - \varphi$, $N_{spt} - D_r$ di Peck e Meyerof);
in tal caso, in limi più o meno sabbiosi a bassa profondità, $N_{spt} = N_{p73} \times (1,0 \div 1,3)$ per penetrometro superpesante;
- risalendo dai valori di N_p a quelli di q_c per utilizzare poi le correlazioni tra i parametri geotecnici e q_c (relazioni di Begemann, 1965 e Schmertmann, 1969):
in tal caso, in limi più o meno sabbiosi a bassa profondità, $q_c = N_{p73} \times (1,3 \div 2)$ per penetrometro superpesante;

Nota: D_r = densità relativa,
 φ = angolo di resistenza al taglio,
 N_p = numero di colpi per avanzamento unitario da prove penetrometriche dinamiche CPT,
 N_{spt} = numero di colpi per avanzamento unitario da prove di standard penetration test SPT,
 q_c = resistenza alla penetrazione della punta con penetrometro statico.

4.2) Caratteristiche geotecniche dei terreni

Dall'osservazione diretta delle prove penetrometriche, dai valori della resistenza alla penetrazione delle diverse unità geotecniche individuate e dall'esperienza degli scriventi su terreni analizzati nell'intorno dell'area del progetto, si è proceduto a:

- interpretazione delle caratteristiche litologiche, grado di addensamento, angolo di resistenza al taglio;
- valutazioni dei parametri geotecnici quali (γ_n) peso di volume naturale, (c) coesione.

Nell'area indagata sono state riscontrate alternanze di strati di "terreni ghiaiosi" e "terreni limosi". I "terreni ghiaiosi" risultano costituiti da sabbie e ghiaie limose e ciottolose; i "terreni limosi", da limi sabbiosi e ghiaiosi. Gli strati hanno spessori variabili, compresi tra 0,5 e 3,5 m.

In linea generale risulta nota la presenza di uno strato ghiaioso fino alla profondità di 1,5 - 2,5 m, a cui segue uno strato limoso fino alle profondità di circa 5 m. A profondità superiori a 5 m si riscontrano terreni ghiaiosi.

Dalle prove penetrometriche si osserva che in questa unità le caratteristiche geotecniche sono caratterizzate da: N_{p73} medio di 10 - 12; localmente si individuano



strati a bassa resistenza che comunque presentano $Np_{73} > 5$ (a profondità superiori a 2 m) e picchi di 20 – 22 colpi dovuti alla presenza di clasti di grosse dimensioni.

Tabella: Caratteristiche geotecniche

UNITA GEOTECNICHE	Terreno di coltivo naturale	Unità geotecnica n.1: Altemanze di strati chioso-limosi e limoso-ghiaiosi
PROFONDITÀ (m) dal piano campagna	fino 0,4 m	da 0,4
PESO DI VOLUME Nat. g/cm ³		1,8 – 1,9
ANGOLO D'ATTRITO		30° - 32
COESIONE non drenata (Kg/cm ²)		Trascurabile

I terreni sono caratterizzabili da coefficiente di permeabilità $K_v / K_h =$ compresi tra $1 \cdot 10^{-1}$ e $1 \cdot 10^{-2}$ cm/sec (terreni ghiaiosi), $1 \cdot 10^{-3}$ e $1 \cdot 10^{-5}$ cm/sec (terreni limosi). Il valore è stato determinato sulla scorta delle caratteristiche granulometriche dei terreni, mediante la formula di Hazen ($K = 100 D_{10}^2$), sulla base di dati dei nostri archivi.

5) COMPONENTE GEOLOGICA E GEOTECNICA DEL PROGETTO

Nella zona non si riscontrano situazioni di rischio idrogeologico. L'area di intervento è posta a distanze superiori a 30 m dall'argine del canale scolmatore. I terreni di posa delle fondazioni presentano caratteristiche geotecniche discrete rispetto al progetto. È noto il rischio di falde sospese a partire dalle profondità di circa 3 m dal piano campagna.

5.1.) Scavi

Nell'area di impostazione delle opere verrà completamente asportato il terreno di coltivo, eventualmente presente. I terreni di coltivo asportati durante le fasi di scavo saranno almeno parzialmente ricollocati all'interno dell'area per il riutilizzo nelle fasi di recupero a verde.

In progetto è previsto uno scavo di sbancamento dell'area per la realizzazione del piano interrato, verranno perciò a formarsi delle scarpate successivamente sostenute da muri in calcestruzzo.

Data l'eterogeneità dei terreni oggetto degli scavi, si suggerisce di evitare pendenze elevate (subverticali) ma di realizzare le scarpate con un'inclinazione di circa 45° rispetto l'orizzontale; se necessario, per pendenze più elevate, le scarpate potranno essere sostenute con idonee attrezzature.

Gli scavi a sezione ristretta di profondità superiori ad 1 m potranno essere resi accessibili alle maestranze solo previo sostegno con idonei manufatti di sicurezza.



Si dovrà evitare l'avvicinamento al ciglio superiore di scavo, con mezzi pesanti, sino ad una distanza di 4 m. Saranno da valutare ulteriormente gli scavi da realizzarsi in prossimità di edifici, dei confini di proprietà ecc.

5.2.) Capacità portante dei terreni di fondazione

Nell'area è stata riscontrata la presenza di terreni di fondazione aventi caratteristiche variabili; si consiglia quindi la realizzazione di fondazioni di tipo superficiale, continue a trave rovescia, per cui si può considerare quanto segue.

Le valutazioni che seguono sono state eseguite in condizioni a lungo termine, carico assiale, momento (alla base d'appoggio) nullo, metodo di Brinch-Hansen. Si è considerata l'ipotesi di appoggiare i manufatti di fondazione ad una profondità di 3 m dal piano campagna ed a 0,5 m rispetto al piano di rinterro e/o pavimentazione.

Tabella: capacità portante ammissibile di fondazioni nastriformi continue

D (m)	B (m)	Q _{amm} (Kg/cm ²) Terreno
0,5	0,8	1,2
0,5	1,0	1,3
0,5	1,2	1,4

D = profondità di posa della fondazione rispetto alla quota dello scavo

B = larghezza della fondazione

Q_{amm} = Q/3 = capacità portante ammissibile (dove Q = capacità portante) - F_s = fattore di sicurezza = 3 - Peso di volume naturale = 1,8 t/m³ - Angolo di resistenza al taglio = 30° - Coesione non drenata = trascurabile

Dato il meccanismo di rottura considerato, la tipologia di fondazioni, e la profondità del piano di posa delle fondazioni i cedimenti conseguenti alle variazioni dello stato tensionale considerato, sono estremamente limitati.

Si consiglia la formazione di un giunto strutturale tra i principali corpi di fabbrica.

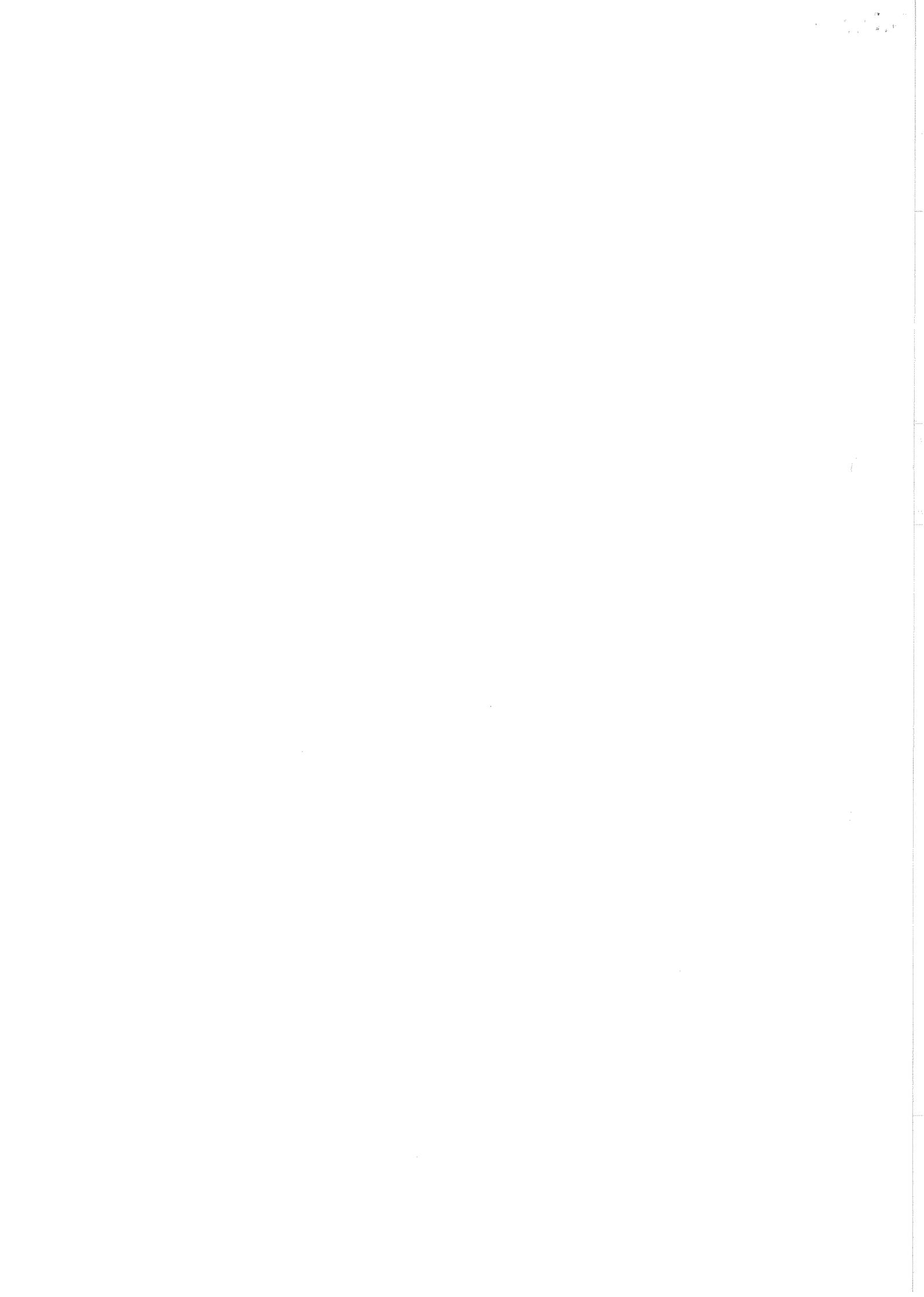
Si rimanda a più dettagliate valutazioni della capacità portante dei terreni per eventuali plinti isolati o fondazioni speciali per zone con carichi concentrati di elevata entità.

5.3.) Impianto fognario acque bianche

Il progetto prevede la realizzazione di un impianto fognario distinto per la raccolta e lo smaltimento delle acque bianche e delle acque nere.

Come visibile nella planimetria allegata, le acque nere verranno collettate in una tubazione che si allaccerà alla rete fognaria comunale sul limite Sud Ovest (in Via Monte Grappa)

Le acque bianche saranno di provenienza dalle residenze ma in via principale saranno costituite dalle piogge ricadenti sui tetti, superfici impermeabili e superfici semipermeabili, del complesso residenziale.





Nel parcheggio ad uso pubblico su Via Monte Grappa le acque meteoriche verranno raccolte da 5 tombini e collettate anch'esse alla fognatura comunale.

Per i calcoli relativi al dimensionamento dei pozzi perdenti sono stati presi in considerazione i seguenti parametri (vedi tabella allegata con il dettaglio):

- gli apporti meteorici per unità di superficie relativi all'area in esame
- portata delle acque meteoriche ricadenti sulle superfici non drenanti (il coefficiente Φ è stato stimato in base alle planimetrie fornite dal progettista)
- capacità di drenaggio del pozzo perdente ottimale
- verifica del coefficiente di sicurezza

Tabella: coefficiente di drenaggio (ϕ)

Superfici impermeabili (Fabbricati fuori terra)	Superfici parzialmente drenanti (Infrastrutture e fabbricati interrati)	Superfici drenanti (Giardini)
1	0,5	0,2

Tabella: dati di progetto m²

Superfici impermeabili	Superfici parzialmente drenanti	Superfici drenanti
1.845	4.364	2.662

Tabella: valutazioni di dettaglio delle portate di drenaggio

Superficie totale	Coefficiente di drenaggio (ϕ) medio del lotto
8.871 m ²	0,51

Dai risultati delle indagini geologiche nell'area possono essere realizzati pozzi perdenti; l'area non rientra in fasce di rispetto di pozzi per acqua potabile, la falda è posata a profondità superiori a 10 m da piano campagna, sono presenti strati di ghiaie drenanti da piano campagna fino a 2,5 m ed a profondità superiori a 5 m circa.

I pozzi saranno dimensionati sulla scorta dei valori delle precipitazioni meteoriche, delle superfici di intervento e delle caratteristiche geologiche del sito.

I pozzi perdenti andranno posizionati ad una distanza di almeno 10 m dagli edifici interrati.

Dalle informazioni geologiche sino ad ora note la zona più idonea per la realizzazione dei pozzi perdenti è quella in corrispondenza del piazzale parcheggio, sul lato Sud-Est dell'intervento, da piano campagna alle profondità di 2,5 m.

Dalle valutazioni eseguite è risultato che per lo smaltimento, per infiltrazione del sottosuolo, delle acque meteoriche ricadenti nell'area di progetto, sono necessari n. 6 pozzi perdenti del diametro di 2.4 m e della profondità di 2.5 m.

Si consiglia di sovradimensionare i pozzi perdenti e prevedere sempre un troppopieno che scarica le acque in fognatura. La posa dei pozzi perdenti dovrà essere preceduta dalla formazione di un filtro costituito da uno strato di non-tessuto (tipo 300 g/m²) da posizionare a ridosso dello scavo e da uno strato di ghiaia ("classificazione US" GM, GW) interposto tra i manufatti ed il non-tessuto.

L'impianto fognario dovrà essere dotato di un manufatto di raccolta e scarico in fognatura comunale, delle prime piogge.



Nel caso in cui in fase esecutiva, si risultasse più opportuno lo scarico delle acque bianche in fognatura. L'impianto fognario prevederà la realizzazione di idonee vasche di laminazione dimensionate secondo le disposizioni del regolamento fognario comunale.

5.4.) Drenaggi ed impermeabilizzazioni

Sulle superfici di posa su terreno naturale delle pavimentazioni dei piani interrati, si consiglia di prevedere un anticapillare per evitare la risalita di acqua dal sottofondo limoso argilloso.

In corrispondenza dei muri perimetrali degli interrati e di sostegno dei terreni, si dovranno prevedere idonei sistemi di impermeabilizzazione. Nelle intercapedini tra le scarpate di scavo ed i muri dei fabbricati interrati, si prevederà un adeguato drenaggio mediante ghiaia pulita.

Le acque di drenaggio e le acque dei piazzali interrati dovranno essere raccolte e smaltite nell'impianto di fognatura acque bianche.

6.) CONCLUSIONI

Non vi sono elementi geologici locali che impediscano la corretta realizzazione di quanto in progetto.

La capacità portante ammissibile dei terreni granulari individuabili a profondità superiori a 2 metri dal piano campagna, per fondazioni nastriformi, della larghezza di 0.8 / 1.2 m, rinterro di circa 0,5 m, sarà pari a 1,2 / 1,4 Kg /cm².

Le acque bianche di pioggia, ricadenti nell'area di progetto potranno essere smaltite nel sottosuolo, si prevedono 6 pozzi perdenti, diametro di 2,4 m, profondità di 2,5 m, posti tra piano campagna attuale e -2,5 m, nella zona del parcheggio Sud-Est. In alternativa le acque bianche di pioggia potranno essere smaltite in fognatura; in tal caso l'impianto dovrà essere dotato di vasche di laminazione delle piene.

Durante la realizzazione delle opere si dovrà prevedere un'adeguata assistenza geologica per verificare le ipotesi geologiche e geotecniche assunte da dati puntuali, e le soluzioni progettuali.

Si consiglia di predisporre idonea documentazione fotografica degli scavi da archiviare per ulteriori successivi interventi sugli edifici.

Gli scriventi si riservano di rivalutare il presente studio in funzione di problematiche progettuali ulteriori rispetto a quelle considerate.

Luglio, 2003 Dott. Geol. Luigi Corna

Diplomato Geometra, presso l'istituto per geometri Giacomo Quarenghi di Bergamo
Diplomato Perito Industriale Minerario, presso l'istituto Bernardino Lotti di Massa Marittima (GR)
Laureato in Scienze Geologiche, presso l'Università degli Studi di Milano
Iscritto all'Ordine dei Geologi della Regione Lombardia dal 1993 con n. 765
Iscritto all'Associazione Geotecnica Italiana dal 1993
Tel. Cell. 338 6414741

