INDICE

1. PREMESSA
2. CARATTERISTICHE GEOLOGICO GEOMORFOLOGICHE
   2.1 CARATTERI STRATIGRAFICI E IDROGEOLOGICI LEGATI ALLO STOCCAGGIO DI RSU
3. CARATTERISTICHE IDROLOGICHE SUPERFICIALI
4. INDAGINI IN SITU

4.1 SONDAGGI GEOGNOSTICI
4.2 TRINCEE GEOGNOSTICHE

5. CARATTERIZZAZIONE CHIMICA DEI TERRENI
6. ACQUE SOTTERRANEE
7. PERMEABILITÀ DEI TERRENI
8. MOVIMENTI DI TERRA
9. PERICOLOSITÀ E RISCHIO IDRAULICO
10. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Figure

Figura 1 – Carta di ubicazione
Figura 2 – Carta Geologica
Figura 3 – Carta Geomorfologica
Figura 4 – Carta della circolazione idrica superficiale
Figura 5 – Ubicazione indagini *in situ*
Figura 6 – Sezione freatimetrica
Figura 7 – Sezioni dei piani di fondazione e livelli idrici
Figura 8 – Permeabilità dei terreni a livello delle fondazioni
Figura 9 – Sezione litostratigrafica
Figura 10 – Sterri e riporti
Figura 11 – Carta degli Ambiti normativi aree inondabili - Pericolosità idraulica dell'A.d.B. Fiume Magra

Allegati

Allegato 1 – Stratigrafie sondaggi geognostici
Allegato 2 – Stratigrafie trincee geognostiche
Allegato 3 – Analisi chimiche di laboratorio - Certificati analitici
Allegato 4 – Documentazione tecnica anni 1987/88
Allegato 5 – Certificato di collaudo opere - Febbraio 2000

1. PREMESSA

Su richiesta degli Enti di Tutela, è stata redatta questa relazione, che fa stato di uno studio di screening ambientale del sito, in località Tavolara (Fig. 1), nel quale è previsto un intervento di tipo SUA, per la realizzazione di 4 capannoni ad uso industriale/artigianale, con alcuni edifici e servizi di supporto.

Il lato ovest dell'area fu oggetto di deposito di fanghi tipo "*marmettola*", derivanti dalla lavorazione del marmo.

La parte est del sito è interessata da un intervento di risanamento e riqualificazione ambientale di un'area di "stoccaggio provvisorio prolungato" di RSU della Provincia di La Spezia, dei primi anni 1980; tale intervento consiste in 3 vasche impermeabilizzate e sigillate con capping di geomembrana HDPE 2mm, nelle quali furono trasferiti i suddetti rifiuti in modo che non creassero problemi di inquinamento per il suolo e per le acque (siamo agli inizi degli anno '90) (vedi Fig. 1A) .

Per ottenere dati sufficienti a permettere una caratterizzazione dello stato ambientale dell'area, in funzione dell'intervento previsto, sono state eseguite, oltre a rilievi di campo, anche indagini *in situ* ed in laboratorio.
Le verifiche ambientali sono consistite prevalentemente in:

- cartografia geologico-geomorfologica;
- cartografia idrologica – idrogeologica;
- Indagini in situ mediante sondaggi a carotaggio continuo e trincee geognostiche;
- prelievi di campioni per analisi chimiche di laboratorio;
- analisi geotecniche su campioni indisturbati.

2. CARATTERISTICHE GEOLOGICO GEOMORFOLOGICHE

L'area di interesse si trova nella pianura alluvionale del F. Magra, sponda sinistra, in prossimità di due suoi affluenti (Canale S. Lazzaro e Torrente Bettigna).

Dal punto di vista geologico (Fig. 2) la zona è interessata dalla presenza dei depositi alluvionali recenti, costituiti da alternanze, sia in senso orizzontale che verticale, di ghiaie eterometriche, sabbie, limi e argille, che derivano dal disfacimento delle rocce madri affioranti nel bacino idrografico del F. Magra.

La zona è stata fortemente antropizzata con profonde modifiche dell'assetto idrogeologico e delle caratteristiche litologiche, geotecniche e geomorfologiche originarie (Fig. 3).

Dal punto di vista idrogeologico, la litologia sopra descritta presenta caratteristiche di permeabilità per porosità che possono variare da bassa ad alta con accentuata variabilità verticale ed orizzontale e con presenza di livelli argilloso-limosi, che possono dar luogo a circolazione per comparti.

I terreni possono essere classificati ad alta permeabilità per porosità (aP), in quanto caratterizzati dalla presenza di sedimenti a granulometria eterogenea, con prevalenza della frazione medio grossolana, quindi dotati di un elevato indice dei pori.

Si deve far notare la presenza di livelli argillosi – limosi che possono suddividere la falda in più falde a livelli diversi comunicanti o meno.

2.1 CARATTERI STRATIGRAFICI E IDROGEOLOGICI LEGATI ALLO STOCCAGGIO DI RSU

Nella parte est del sito sono presenti n. 3 vasche di stoccaggio realizzate negli anni 1990 per il risanamento della discarica RSU che riceveva rifiuti provenienti da alcuni Comuni della Provincia.
Le vasche, che hanno una profondità massima di -8,00 m da p.c. per una volumetria complessiva di circa 44.000 mc, sono dotate di impermeabilizzazione del fondo effettuata secondo la normativa vigente all'epoca ed ottenuta mediante la stesura di geomembrana HDPE. Il materiale in esse contenuto è rappresentato dai suddetti RSU e terra contaminata dagli stessi. Questi materiali furono poi ricoperti con una cappa di copertura impermeabile costituita da 0,20 m di argilla e 0,80 m di terra naturale e quindi inerbimento della stessa (All. 4).

Le indagini effettuate all'epoca evidenziano caratteristiche stratigrafiche con una certa variabilità locale della granulometria con presenza, nei 2 sondaggi realizzati a poche decine di metri di distanza, di *Sabbia e ciottoli arenacei* in uno e di *Argilla soffice* nell'altro, in corrispondenza dei 4-5 m di profondità.
Nel solito periodo la misura dei livelli piezometrici rilevati negli scavi variavano da -0,60 m sul lato del Fosso della Tremola a -5,00 m sul lato della strada di Tavolara, definendo una notevole cadente della superficie piezometrica, risulta quindi molto improbabile la presenza di un'unica falda.

Le opere suddette furono sottoposte a collaudo, con esito positivo, nel mese di febbraio 2000, come visibile dal certificato riportato in allegato 5.

3. CARATTERISTICHE IDROLOGICHE SUPERF ICIAL I

L'area di interesse si trova sulla sponda sinistra del F. Magra, le acque superficiali dell'area vengono recepite da una fitta rete di fossi e canali che convogliano in due suoi affluenti: Canale S. Lazzaro e Torrente Bettigna.

La rete di fossi e canali (Fig. 4), è conseguenza diretta del processo di antropizzazione che ha coinvolto la zona. Essa costituisce un reticolo idrografico artificiale che convoglia le acque meteoriche nei corsi d'acqua principali.

In particolare, nella parte centro-orientale dell'area oggetto della presente relazione si riscontra la presenza di alcune **zone di ristagno d'acqua** in superficie.

4. INDAGINI IN SITU

4.1 SONDAGGI GEOGNOSTICI

Al fine di ricostruire in modo dettagliato la successione litostratigrafica del sito e poterne prelevare campioni da sottoporre ad analisi chimiche e geotecniche, nei giorni 16, 17 e 18 gennaio 2009, sono stati eseguiti 2 sondaggi a carotaggio continuo ubicati nell'area di intervento (Fig. 5), uno nella parte ovest (S1) e l'altro (S2) nella parte centrale del lato meridionale del sito (questo, in quanto la parte nord e quella est risultano attualmente non accessibili per la sonda).

Dai sondaggi è emerso che sono presenti notevoli spessori di residui della lavorazione del marmo (*marmettola*), fino a profondità che vanno dai circa -6.00 m nell'S1 ai circa -9.00 m dell'S2 (Allegato 1).

In S1, al di sotto della *marmettola* (-6,30 m), si rileva un'alternanza di livelli sabbioso-ghiaiosi e sabbioso-limosi con livelli prevalentemente argillosi. A partire dai -20,00 m di profondità e fino a -26,00 m (a cui è terminata la perforazione), è presente un orizzonte di argilla plastica di notevole spessore.

L'S2, al di sotto della *marmettola* (-9,00 m), non presenta la stessa alternanza rilevata in S1, ma si riscontra la presenza di argilla plastica, in alcuni casi debolmente sabbiosa, fino al fondo del sondaggio, terminato a -20,00 m.

Nei sondaggi sono stati prelevati, rispettivamente alle profondità di -13,50 m in S1 e -16,50 m in S2, 2 campioni indisturbati da sottoporre a prove di laboratorio per l'individuazione delle loro caratteristiche geotecniche.

4.2 TRINCEE GEOGNOSTICHE

In data 29.01.2009, sono state eseguite 4 trincee geognostiche (T1, T2, T3, T4) spinte fino alla profondità di 3,00 m circa (Allegato 2).

T1

0,00 – 0,30 m	Copertura
0,30 – 0,40 m	Sottile livello di marmettola grigia
0,40 – 0,90 m	Argilla marrone
0,90 – 3,00 m	*Marmettola* grigia e bianca compatta (molto dura oltre i 2,00 m).
Da 2,20 m	di profondità presenti anche blocchi e lastre di marmo (dimensione max 0,50 m)

Riscontrata presenza di acqua a -2,00 m dal p.c.

T2

0,00 – 0,30 m	Copertura
0,30 – 2,20 m	Alternanza strati argillosi marroni con marmettola grigia e bianca
2,20 – 3,00 m	*Marmettola* grigia (molle)

Riscontrata presenza di acqua a -2,20 m dal p.c. Prelevato campione con fustella a 2,50 m

di profondità.

T3

0,00 – 0,30 m	Copertura
0,30 – 1,10 m	Terreno argilloso marrone
1,10 – 3,00 m	*Marmettola* compatta di colore grigio e bianco

Riscontrata presenza di acqua a -1,60 m dal p.c.

T4

0,00 – 0,30 m	Copertura
0,30 – 3,00 m	Argilla di colore marrone – grigio

Riscontrata presenza di acqua a -1,60 m dal p.c.

Risulta evidente quindi come sul lato ovest – sudovest del sito siano confermati i notevoli spessori di *marmettola* trovati nei sondaggi. Nella trincea ubicata nella zona più centrale non è stata rilevata presenza di *marmettola*, ma solo di materiale argilloso.

5. CARATTERIZZAZIONE CHIMICA DEI TERREN I

Dalle carote estratte durante il sondaggio sono stati prelevati 3 campioni di terreno da sottoporre ad analisi di laboratorio per l'individuazione delle loro caratteristiche chimiche (Allegato 3).

Dal sondaggio S1, è stato prelevato un campione a -1,50 m di profondità (*marmettola*).

Dal sondaggio S2, i campioni provengono dalle profondità di -6,50 m e -12,50 m: il primo di *marmettola*, l'altro da un livello argilloso.

Due di essi sono stati sottoposti a test di cessione, secondo quanto previsto dal D.M. 186/06, ed hanno presentato valori al disotto delle concentrazioni limite.

Tutti e tre i campioni sono stati sottoposti ad analisi chimica ed i valori rientrano nei limiti posti dal **D.Lgs 152/06 All. 5 Tab. 1 Col. B** (siti commerciali e industriali).

6. ACQUE SOTTERRANEE

I 2 sondaggi (S1 e S2) eseguiti nell'area di studio sono stati attrezzati con tubi piezometrici a tubo aperto del diametro di 3”, per la verifica ed il controllo dei livelli freatimetrici.

Le misure effettuate hanno permesso di individuare i seguenti livelli idrici (m dal p.c.):

Giorno	*S1*	*S2*
18.01.2009	-2,20	-0,20
23.01.2009	-2,25	-0,25
29.01.2009	-2,27	-0,30

Tra i 2 punti di misura, vi è un dislivello pari a circa 3,00 m.

Da una combinazione dei dati piezometrici ottenuti mediante i sondaggi e le trincee (Fig. 6), non si ritiene ipotizzabile l'esistenza di un'unica falda generalizzata:

- non sarebbe plausibile un “alto” come quello che si riscontrerebbe lungo la sezione;
- non sarebbero plausibili i relativi gradienti;
- non sarebbe spiegabile il fatto che i livelli statici, così diversi, corrispondono ad orizzonti poco o per nulla permeabili, litologicamente diversi fra loro;

Pertanto, si deve concludere che:

- esiste una circolazione idrica sotterranea per comparti, orizzontalmente e verticalmente isolati;
- i comparti sono di limitata estensione areale;
- i comparti sono alimentati dall'infiltrazione, diretta e indiretta (ristagni, ruscellamenti) delle acque meteoriche.

Di conseguenza:

- non è ipotizzabile il rischio di diffusione di inquinanti (peraltro solo ipotetici) in una circolazione sotterranea a vasto raggio;

- prevedendo, in questa fase, delle fondazioni di tipo diretto risulta che, in generale, il piano di fondazione si trova ad una quota superiore al livello idrico misurato nello stesso punto (Fig. 7);

- le suddette fondazioni non possono quindi alterare significativamente la distribuzione, né la circolazione delle acque sotterranee.

7. PERMEABILITÀ DEI TERRENI

Le indagini eseguite nel sito in oggetto hanno permesso di individuare aree con diverse caratteristiche dal punto di vista della permeabilità dei terreni, in particolare (Fig. 8):

- un'area ovest-sudovest, dove la permeabilità è molto bassa o nulla e si ha assenza di acqua sotterranea nei primi 5,00 m;

- un'area centrale con bassa permeabilità e presenza di livelli idrici fra -0,60 e -2,70m;

- un'area nord-nordovest praticamente impermeabile, con ristagni d'acqua in superficie.

Resta, comunque, il fatto che, data la distribuzione delle permeabilità ed il generale assetto idrogeologico dell'area, la realizzazione di superfici impermeabili, opportunamente drenate, non può portare ad alterazioni significative della distribuzione delle acque sotterranee.

8. MOVIMENTI DI TERRA

Attualmente, l'area presenta una zona in rilevato, ad ovest, ed una zona depressa, ad est.

È evidente che allo stato attuale la realizzazione degli interventi in progetto è impraticabile, la zona si trova inoltre, secondo le carte della pericolosità idraulica dell'autorità di bacino del F. Magra, in area PI3B (vedere paragrafo 10), si rende quindi necessario prevedere un franco pari a 0,50 m rispetto al battente idrico dell'area, fissato in 0,40 m.

Verificato che attualmente la zona si presenta ad una quota media pari a circa 3,60 m s.l.m., sarà quindi necessario procedere alla livellazione del sito prendendo come riferimento la quota di 4,50 m alla quale verrà riportato tutto il sito (Fig. 10).

Questo prevederà lo scavo nelle aree che attualmente presentano una quota superiore a quella sopra citata, con il riporto del materiale nelle zone aventi quota inferiore a 4,50 m.

È stata effettuata una stima preliminare dei volumi di scavo e riporto che risulta come segue:

- volumetria di scavo: 17.000 mc
- volumetria di riporto: 22.000 mc

Dalla quale si evince che la volumetria di riporto risulta in eccesso di 5000 mc.

Si tenga conto, inoltre, che il materiale che dovrà essere movimentato è, per la maggior parte, composto da *marmettola*. La normativa vigente (Decreto 05.02.1998 e s.m.i. e D.M. Ambiente 186/06) permette il suo riutilizzo a patto che questa, sottoposta a test di cessione, risulti compatibile con i limiti prestabiliti.

Come abbiamo visto nel paragrafo 5, sia la *marmettola* che i terreni argillosi presenti risultano chimicamente compatibili con i limiti di legge.

9. PERICOLOSITÀ E RISCHIO IDRAULICO

Nella carta del *Rischio idraulico* redatta dall'Autorità di Bacino del Fiume Magra il sito in oggetto non rientra in nessuna delle classi contemplate, la zona viene considerata quindi a Rischio nullo.

La carta della *Pericolosità idraulica* classifica l'area a Pericolosità Media (**PI3**), in quanto risulta inondabile (Tr = 200 anni) dal Canale S. Lazzaro, Affluente di sinistra del F. Magra.
In particolare la carta degli *Ambiti normativi delle aree inondabili* (Fig. 11) suddivide le aree a pericolosità media in due sotto aree, ovvero quelle a maggior pericolosità relativa (**A**) e a minor pericolosità relativa (**B**); il sito in oggetto viene classificato come **PI3B**, ovvero tra le aree inondabili con Tr = 200 anni a minore pericolosità relativa.

Da quanto riportato nell'All. 10 delle Norme di Attuazione "*Accorgimenti tecnico-costruttivi in aree inondabili*", in tali aree devono essere adottati accorgimenti tecnico costruttivi finalizzati al non aumento del rischio attuale ed in grado, quindi, di proteggere l'elemento stesso dagli allagamenti e limitare gli effetti dannosi per la pubblica incolumità, conseguenti all'introduzione del nuovo elemento in occasione di un evento alluvionale.

Tale finalità può essere perseguita attraverso, ad esempio, accorgimenti tecnici quali l'impermeabilizzazione dei manufatti fino ad una quota congruamente superiore al livello di piena di riferimento, mediante il relativo sovralzo delle soglie di accesso, delle prese d'aria e, in generale, di qualsiasi apertura. In ogni caso, la quota del piano terra delle nuove edificazioni deve essere posta ad un livello superiore a quello del tirante idrico associato alla piena duecentennale (0,40 m), con accessi posti ad una quota superiore al tirante sopra citato, maggiorato di un franco pari a 0,50 m.

Per quel che riguarda il sito in oggetto l'Allegato 10 alle suddette Norme, essendo zona PI3B (a minore pericolosità relativa), assegna la regolamentazione dell'area al Piano Regolatore Generale del Comune competente.

11. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

11.1. ACQUE SUPERFICIALI

Le acque superficiali vengono recepite da una fitta rete di fossi e canali, conseguenza diretta del processo di antropizzazione che ha interessato la zona. Questa costituisce un reticolo idrografico artificiale che convoglia le acque meteoriche nei corsi d'acqua principali.

11.2 CARATTERISTICHE CHIMICHE DEI TERRENI

Tre campioni di terreno prelevati dalle carote di sondaggio sono stati sottoposti ad analisi chimica. I risultati rientrano nei limiti posti dal D.Lgs. 152/06 All. 5 Tab. 1 Col. B (siti commerciali e industriali). Due di essi sono stati inoltre sottoposti a test di cessione, i valori rientrano nelle concentrazioni limite previste dal D.M. 186/06.

11.3 ACQUE SOTTERRANEE

Da una combinazione dei dati piezometrici ottenuti mediante i sondaggi e le trincee, non si ritiene ipotizzabile l'esistenza di un'unica falda generalizzata ma esiste una circolazione idrica sotterranea per comparti, orizzontalmente e verticalmente isolati e di limitata estensione areale. L'alimentazione di questi comparti è legata all'infiltrazione delle acque meteoriche.
Conseguenza diretta di quanto sopra citato è l'assenza di rischio di diffusione di ipotetici inquinanti. Le fondazioni (sia dirette che indirette) delle opere in progetto inoltre, pur incidenti nelle acque sotterranee, non possono alterare significativamente la loro distribuzione, né la loro circolazione.

11.5 MOVIMENTI DI TERRA

I terreni di cui si prevede la movimentazione all'interno dell'area sono normativamente idonei.

11.5 PERICOLOSITÀ E RISCHIO IDRAULICO

Secondo le carte dell'autorità di Bacino del F. Magra l'area risulta a Rischio nullo.
La carta della Pericolosità Idraulica classifica il sito come PI3B, ovvero tra le aree inondabili con Tr = 200 anni, a minore pericolosità relativa.