

# ARROSCIA 2000 S.r.l.

Comune di Ortovero (SV)

PIANO PARTICOLAREGGIATO PER L'INSERIMENTO DI  
ATTIVITA' PRODUTTIVE IN AREA ECOLOGICAMENTE  
ATTREZZATA

S.U.A. IN VARIANTE CONTESTUALE AGLI  
STRUMENTI URBANISTICI VIGENTI ai sensi della L.R. n 24/1987

AREA DISMESSA EX DEPOSITO MILITARE DI ESPLOSIVI "LIG22"

*Indagine e verifiche idrogeologiche  
Relazione geologica e valutazioni tecniche*

Committente:  
ARROSCIA 2000 S.r.l.

Progettista:  
Dott. Geol. Flavio SAGLIETTO

Gruppo di lavoro:

Dott. Arch. Carla M. BONIFACINO  
Geom. Paolo BOTTO  
Dott. Arch. Guido PASQUALI

| Rev. | Data          | Descrizione Modifiche              | Red. | Contro<br>firma | App. |
|------|---------------|------------------------------------|------|-----------------|------|
|      | novembre 2003 | Integrazione e modifiche richieste |      |                 |      |
|      |               |                                    |      |                 |      |
|      |               |                                    |      |                 |      |
|      |               |                                    |      |                 |      |
|      |               |                                    |      |                 |      |

ARROSCIA 2000  
S.r.l.



Data  
ottobre 2002

Redazione

Controfirma

Approvazione

RELAZIONE GEOLOGICA

20114ARR/SUA approvato/...  
.../lav13A\_1

**S.U.A. per area produttiva  
in ex deposito militare di esplosivi "lig 22"**

**13A.1**



## SOMMARIO

|           |                                                                                                                        |           |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b>  | <b>PREMESSA.....</b>                                                                                                   | <b>1</b>  |
| <b>2</b>  | <b>INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E MORFOLOGICO.....</b>                                                                     | <b>2</b>  |
| <b>3</b>  | <b>INQUADRAMENTO GEOLOGICO.....</b>                                                                                    | <b>3</b>  |
| 3.1       | ASSETTO GEOLOGICO GENERALE.....                                                                                        | 3         |
| 3.2       | LITOLOGIA.....                                                                                                         | 4         |
| 3.2.1     | <i>Conglomerati di Monte Villa.....</i>                                                                                | <i>5</i>  |
| 3.2.2     | <i>Coltri eluvio –colluviali e alluvionali.....</i>                                                                    | <i>6</i>  |
| <b>4</b>  | <b>INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO.....</b>                                                                               | <b>8</b>  |
| <b>5</b>  | <b>INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO.....</b>                                                                                | <b>10</b> |
| 5.1       | ACQUE SOTTERRANEE.....                                                                                                 | 10        |
| 5.2       | ACQUE SUPERFICIALI.....                                                                                                | 11        |
| <b>6</b>  | <b>CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA E GEOMECCANICA DEI TERRENI E DELLE ROCCE.....</b>                                      | <b>12</b> |
| 6.1       | SUBSTRATO ROCCIOSO.....                                                                                                | 12        |
| 6.2       | COLTRE SCIOLTA.....                                                                                                    | 13        |
| <b>7</b>  | <b>PRINCIPALI PROBLEMATICHE GEOLOGICO TECNICHE IN RELAZIONE AGLI INTERVENTI PROPOSTI NELL'AMBITO DEL PROGETTO.....</b> | <b>14</b> |
| 7.1       | CARATTERISTICHE TIPOLOGICHE DEGLI INTERVENTI.....                                                                      | 14        |
| 7.2       | OPERE DI FONDAZIONE.....                                                                                               | 15        |
| 7.3       | SBANCAMENTI RIPORTI E MOVIMENTI TERRA.....                                                                             | 19        |
| 7.4       | REGIMAZIONE DELLE ACQUE SUPERFICIALI.....                                                                              | 24        |
| <b>8</b>  | <b>SPECIFICHE DI PIANIFICAZIONE IN RELAZIONE ALLE NORME DI PIANO DI BACINO.....</b>                                    | <b>25</b> |
| <b>9</b>  | <b>PRESCRIZIONI E NORMATIVA GEOLOGICA GEOTECNICA.....</b>                                                              | <b>27</b> |
| <b>10</b> | <b>CONCLUSIONI.....</b>                                                                                                | <b>30</b> |

## **1 PREMESSA**

La presente relazione è stata eseguita per il Piano Particolareggiato consistente nel progetto di opere di bonifica e infrastrutturali di urbanizzazione per la realizzazione di un'area produttiva ecologicamente attrezzata sul sito di area dismessa ex demanio militare "deposito esplosivi lig22".

Tale S.U.A. costituisce variante contestuale agli strumenti urbanistici generali vigenti. L'area perimetrata si configura dal punto di vista normativo per quanto attiene agli aspetti geologico-geotecnici di riferimento a due ambiti differenziati "ambito DI PIANURA" (AP) e "ambito COLLINARE O MONTANO" (AM).

I contenuti specifici sono conformi a quanto disposto dall'ex-L.R. 24 del 08/07/1987 di cui art. 3q e successiva circolare regionale n°004551 del 12/12/1989 conformemente alle norme tecniche contenute nel d.m. 11/03/1988.

## **2 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E MORFOLOGICO**

Il sito risulta collocato in prossimità della Strada Provinciale n° 21 Ortovero – Vendone, in corrispondenza dell'intersezione della stessa con il Rio Merco.

I terreni risultano iscritti a catasto al foglio 4 mapp. A, 341, 342, 343, 352, 190 e presentano una superficie complessiva di circa 49000 mq.

Il sito è inserito nel contesto collinare in sponda destra nell'ambito vallivo del suddetto rio Merco, che qui risulta fortemente inciso ed incassato nei terreni pliocenici.

L'area risulta collocata nella fascia altimetrica tra i 80 ed i 120 s.l.m e comprende la sottile piana alluvionale solcata dal Rio Merco (in posizione baricentrica) e da un piccolo rio laterale denominato Rio Pulla e dalla bordatura di piede del versante sotteso alla costiera del Monte Chiesa.

#### *3.1 Assetto geologico generale*

L'assetto strutturale del territorio compreso morfologicamente nel bacino del rio Merco e più in generale dell'intero Torrente Arroscia del quale il suddetto rio è affluente in sponda orografica destra, risulta inquadrabile nell'evoluzione plioquaternaria della "Piana di Albenga". Questa è costituita da un'ampia e profonda insenatura della costa, di forma grossolanamente triangolare e definita da direzioni E-W e NE-SW ove affiora una potente sequenza di terreni sedimentari in facies pelitica (argille e marne) e psammitica (conglomerati) cartografati rispettivamente nelle formazioni "Argille di Ortovero" e Conglomerati di Monte Villa". A tetto dei depositi sicuramente pliocenici sono presenti vaste coltri di copertura a colorazione rossa nelle varie tonalità con segni di alterazione lateritica e paleosuoli caratterizzati da terreni argilloso sabbiosi con ciottoli decalcificati e spuntoni di conglomerato sfatto. La genesi sembra ricollegabile all'alterazione pedogenetica della componente carbonatica dei sedimenti pliocenici iniziata probabilmente nel Villafranchiano. Addossati ai pendii si riconoscono i depositi alluvionali terrazzati di età pleistocenica, profondamente incisi insieme al loro substrato, che verso il mare perdono progressivamente risalto e giungono a confondersi con le alluvioni subattuali non

terrazzate dei corsi d'acqua in corrispondenza della confluenza con il Torrente Arroscia poco a valle dell'abitato di Ortovero.

I depositi pliocenici sono legati nei loro meccanismi deposizionali all'azione congiunta delle fasi di ingressione e regressione marina e della tettonica. Infatti la paleo—insenatura della "Piana di Albenga" risulta essere delimitata da faglie sia verso terra che verso il mare; alcune di queste faglie sono tuttora attive. Le principali erano dirette E-W ma in seguito si aggiunsero anche faglie circa NNW-SSE, determinanti gradonature all'interno dello stesso bacino.

L'evoluzione pleistocenica è caratterizzata da alternanze di episodi di alluvionamento e di erosione, fatto favorito da un'attività tettonica per cui le aree più interne risultano in sollevamento mentre in contrapposizione appare in relativo abbassamento la zona costiera. Per quanto riguarda gli eventi più recenti, si deve osservare che da un lato la pianura di Albenga è in fase di progressivo e veloce interrimento, mentre al contrario i corsi d'acqua posti a ponente della linea che congiunge Villanova d'Albenga con Ceriale sono tutti in intensa attività erosiva. Il Rio Merco e i piccoli impluvi suoi affluenti infatti incidono profondamente i terreni alluvionali olocenici mettendo in affioramento diretto il substrato pre-quaternario.

### **3.2 Litologia**

La geologia della zona è caratterizzata dall'affioramento diffuso di una potente sequenza dei terreni pliocenici costituiti

dai "Conglomerati di Monte Villa" al cui tetto sono presenti locali zone con coltri di copertura a spessore variabile le quali si presentano sul terreno con colorazione bruno-rossastra con segni di alterazione lateritica e paleosuoli con terreni argillosi sabbiosi decalcificati e spuntoni di conglomerato sfatto. Nel fondo valle prendono corpo sottili lembi di alluvioni terrazzate miste al colluvie di pendio.

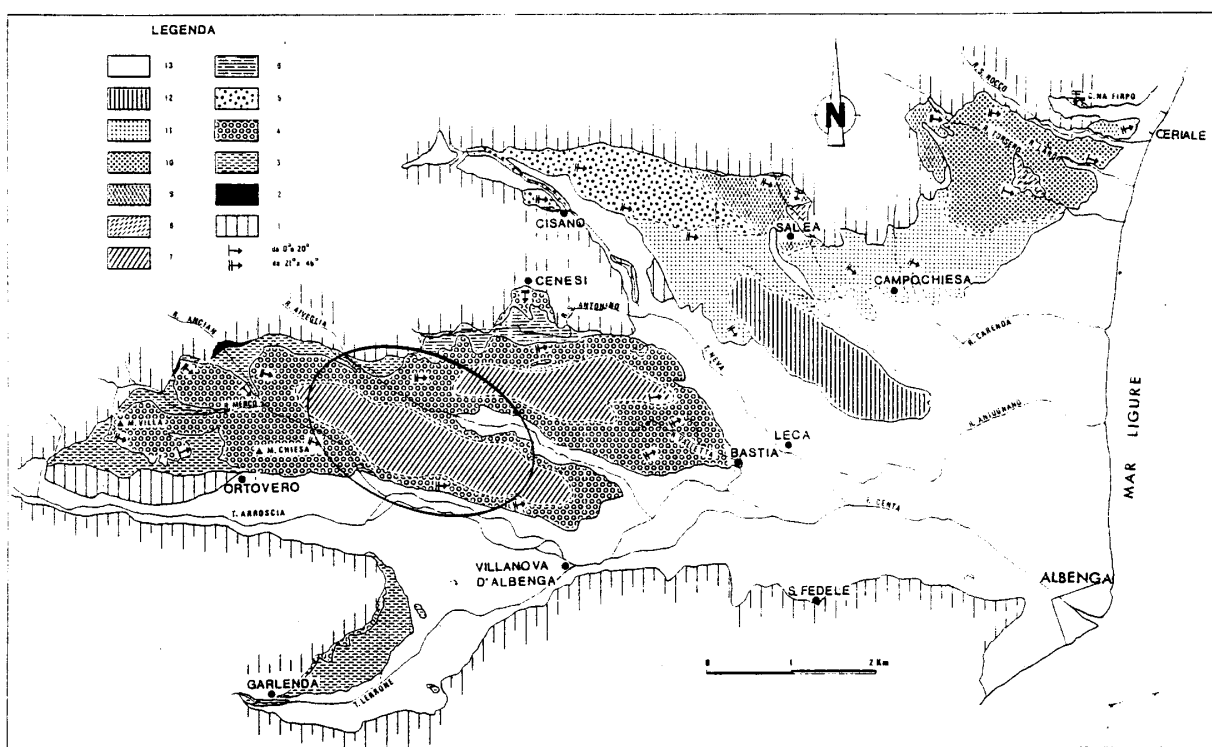


Fig. 1 - Distribuzione areale delle litofacies nel Bacino di Albenga. 1) substrato prepliocenico; 2) depositi detritici basali; 3) Argille di Ortovo; 4) Conglomerati di Monte Villa s.s.; 5) Pietra di Cisano; 6) Argille del Rio Antonino; 7) Conglomerati di Monte Villa s.s. alterati e sabbie rosse; 8) Argille di Salea e del Rio Torsero; 9) Breccie di San Giacomo; 10) Sabbie grossolane di Costa del Maglio-Ceriale; 11) Pietra di Cisano e Breccie di San Giacomo alterate e sabbie rosse; 12) conglomerati e sabbie alterati e terrazzati; 13) depositi alluvionali indistinti; 14) giacitura degli strati ( $a$  = inclinazione da  $0^\circ$  a  $20^\circ$ ,  $b$  = da  $21^\circ$  a  $45^\circ$ ).

### 3.2.1 Conglomerati di Monte Villa

Trattasi di conglomerati in strati e banchi talora con intercalazioni livelli sabbiosi argillosi poco cementati. I ciottoli sono di natura prevalentemente calcarea e ben arrotondati con pezzatura media o piccola con diametri massimi intorno ai

20-30 cm. Prevalente è la matrice carbonatica ed i banchi conglomeratici sono ben cementati con vene di calcite ricristallizzata; negli orizzonti meno cementati la matrice diviene argilloso sabbiosa franca.

La potenza della formazione supera localmente i 100m di spessore e l'andamento della stratificazione è orientato verso l'attuale linea di costa con valori di inclinazione variabili tra i 15° ed i 30°.

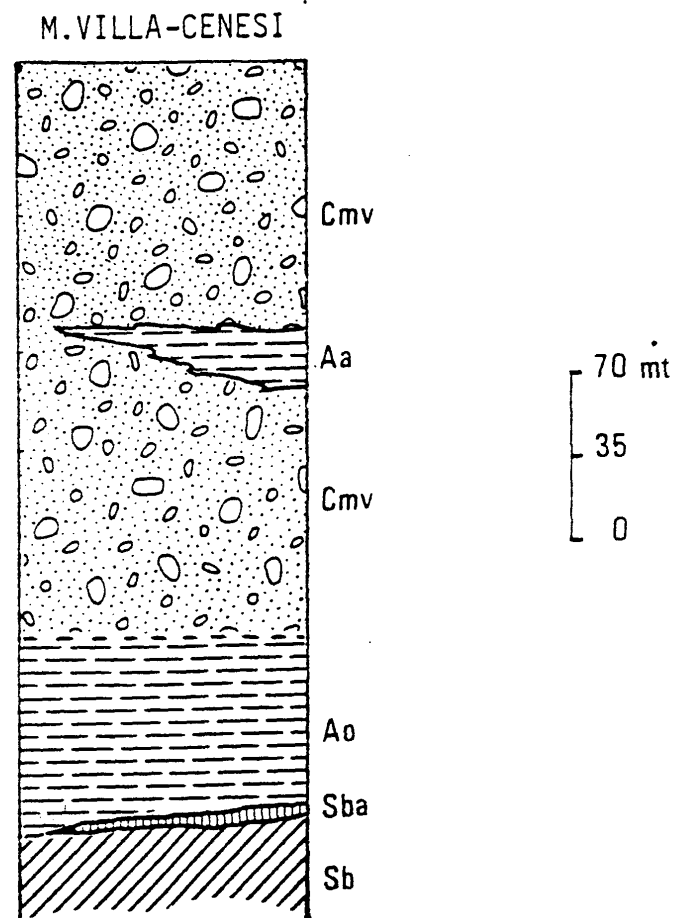
### ***3.2.2 Coltri eluvio –colluviali e alluvionali***

A tetto dei conglomerati è presente una coltre di copertura costituita da materiali alterati di colore bruno rossiccio spesso decalcificati inglobati in matrice argillosa azoica e sabbie grossolane. Il passaggio con i sottostanti conglomerati è abbastanza graduale e lo spessore della formazione è assai variabile

Localmente si individualizza nell'abito del pianoro dell'ex polveriera un lembo di terreni alluvionali che si interdigitano al colluvie di pendio con spessori compresi tra alcuni dm e 2-3 m.



## Colonne stratigrafiche indicative



Aa = Argille del Rio Antonino

Cm = Conglomerati di Monte Villa s.s.

Ao = Argille di Ortovero

Sba = depositi detritici basali;

Sb = substrato pre-pliocenico;

#### 4 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

L'inquadrimento geografico ha mostrato come la zona sia compresa nel tratto terminale del rio Merco. Quest'ultimo scorre in una vallecchia simmetrica piuttosto stretta che si sviluppa tra i versanti del Bric Cianciarini in sponda orografica sinistra e del monte Chiesa in sponda destra.

La valle si mostra in chiaro una marcata tendenza erosiva generalizzata, testimoniata dal grado di approfondimento entro il substrato roccioso dei corsi d'acqua presenti in loco, a creare tortuose forre, spesso orientate secondo le principali linee tettoniche.

Si individuano gli orli morfologici dei pianori terrazzati con ripide sponde su cui scorre il Rio Merco.

In particolare l'area in esame si posiziona nel fondovalle in sponda destra, in corrispondenza di una vasta area sub-pianeggiante che rompe bruscamente le pendenze mediamente acclivi del versante Nord-Est del monte Chiesa.

Essa risulta caratterizzata da un generale sub affioramento del substrato roccioso, qui disposto in grosse bancate con angolo di inclinazione compreso entro i 20° con disposizione monoclinale conferendo tipicità alla morfologia valliva con giacitura a traverspoggio/reggipoggio.

Il rilevamento geologico - geomorfologico di superficie ha infatti messo in evidenza come i sedimenti alluvionali, così come le coperture superficiali siano presenti solo localmente (spesso miste a riporti di omologa natura geologica) e che l'intero settore rilevato comprendente sia la porzione di

versante che quella prettamente pianeggiante, siano interamente impostate sui sedimenti pliocenici conglomeratici. L'area, un tempo adibita a deposito di materiali militari, mostra i chiari segni di trasformazioni antropiche che ne hanno parzialmente modificato l'assetto morfologico, creando aree livellate (per l'edificazione di insediamenti e lo stoccaggio dei materiali) e zone con accumuli di riporti artificiali che come in precedenza accennato si sono mescolati alle coltri di copertura originali.

Sono infatti ancora visibili in zona piazzali e manufatti in chiaro stato di abbandono e fatiscente stato di conservazione a testimonianza di quanto sopra citato.

L'assetto evolutivo della zona studiata si differenzia in relazione alla diverse energie di rilievo dei contesti considerati con fenomenologie anche di tipo erosivo nei versanti (particolarmente nei tratti denudati o scarsa copertura arborea) e forme di modellamento blandamente depositive e comunque più stabili nell'ambito di pianura fino alle incisioni fluviali che risultano geomorfologicamente zone attive con prevalenza di forme erosive di fondo.

Il contesto considerato nel suo insieme risulta in condizioni di buona stabilità geomorfologia con assenza di fenomeni franosi attivi che possono creare pregiudizio all'insediamento previsto.

### 5.1 Acque sotterranee

La modellazione idrogeologica nel tratto terminale della valle del rio Merco risulta piuttosto articolata con presenza di acquiferi complessi interconnessi tra loro. Nell'ambito dell'alveo tenuto conto del forte incassamento non sussistono le condizioni per lo sviluppo di una falda di sub-alveo prevalendo comunque le condizioni di scorrimento superficiale così come nell'ambito della stretta pianura di fondo valle. Assume viceversa una certa importanza l'acquifero profondo contenuto nei conglomerati pliocenici che risultano relativamente permeabili con la circolazione ipogea che si sviluppa lungo i piani di stratificazione e nelle fratture con concentrazione dei livelli d'acqua nei livelli sabbiosi poco cementati relativamente frequenti nella formazione geologica descritta.

I terreni alluvioni terrazzati pleistocenici misti al colluvio di pendio sono caratterizzati da una discreta matrice fine ed hanno bassa permeabilità complessiva impedendo di fatto l'instaurarsi di condizioni favorevoli alla creazione di falde d'acqua sotterranee dotate di potenza e estensione areale significativa. Possono comunque verificarsi dei locali fenomeni di impregnazione delle coltri e riporti, ove presenti che possono essere facilmente controllati nell'ambito della regimazione delle acque superficiali in zona.

## **5.2 Acque superficiali**

L'idrografia superficiale è condizionata dalla presenza in posizione pressoché baricentrica nella modesta piana alluvionale creata dal Rio Merco nella sua parte terminale prima di sfociare nel Torrente Arroscia

Sono presenti rii ed impluvi naturali laterali che sottendono piccoli e modesti impluvi ; il principale rio secondario è costituito dal rio Pulla. Le sistemazioni e gli spianamenti eseguiti per la realizzazione dell'insediamento militare hanno modificato il sistema di drenaggio dei colatori minori che attraversano l'area dell'ex polveriera con scarico definitivo comunque nel Rio Merco.

Per quanto concerne le caratteristiche fisiografiche del rio Merco ( che rappresenta la linea di drenaggio principale della valle) e del Rio Pulla si fa riferimento alla specifica relazione idraulica .

## 6 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA E GEOMECCANICA DEI TERRENI E DELLE ROCCE

### 6.1 Substrato roccioso

Trattasi di conglomerati a stratificazione per lo più massiccia, disposti in grosse bancate e di norma ben cementati (anche se sono presenti localmente interstrati a matrice argillosa – sabbiosa pseudo coerenti).

L'orientazione generale degli strati nell'area in esame è compresa tra  $120^\circ - 130^\circ$  e l'inclinazione non è superiore a  $20^\circ$ ; la fatturazione è blanda e molto distanziata.

In generale le masse rocciose sono caratterizzate da discreti valori di resistenza meccanica e bassa deformabilità; i banchi più cementati hanno resistenze alla compressione paragonabili a quelle del calcestruzzo.

E' stato valutato approssimativamente il valore di R.Q.D. lungo i tagli meglio esposti denotando che i valori risultano variabili in un range compreso tra il 25% e l'80% in relazione alla stratificazione e allo stato di conservazione dei singoli orizzonti litologici.

Sulla base di quanto poch'anzi affermato si possono attribuire al substrato le seguenti caratteristiche geomeccaniche:

- *Peso di Volume*  $= \gamma = 2.3 - 2.5 \text{ t/mc}$
- *Coesione*  $c = 5 - 6 \text{ Kg/cmq}$
- *Coesione (residuo)*  $c = 0,3 - 2 \text{ kg/cmq}$
- *Angolo di Attr. Int.*  $\phi = 35^\circ - 39^\circ$ .
- *Angolo di Attr. Int. (residuo)*  $\phi = 30^\circ - 35^\circ$ .

Le caratteristiche di portanza sono generalmente buone ma particolare cura dovrà essere posta nel valutare la giacitura dell'affioramento nei confronti dei fronti di scavo da effettuarsi durante lo svolgimento dei lavori, onde definirne costantemente nel dettaglio il grado di stabilità.

## 6.2 Coltre sciolta

La coltre risulta assai assortita granulometricamente; trattasi in prevalenza di ghiaie e sabbie con ciottolame più o meno alterato in matrice fine variabile tra il 20% ed il 40% , ma sono presenti anche terreni francamente argillosi con valori di fino intorno al 60%-70%.

I valori di plasticità osservati sui campioni ricadono nel campo delle medie basse plasticità con  $IP < 20\%$ .

Tali terreni nella classifica funzionale U.S.C.S. possono essere inseriti nelle categorie GC-GM/SM-SC.

Le permeabilità è da mettersi in relazione al contenuto di argilla e di norma bassa con valori medi dell'ordine di  $10^{-5}$  -  $10^{-6}$  cm/sec con possibili aumenti localizzati in corrispondenza degli orizzonti più ciottololosi. I valori di pressione ammissibile per il terreno sciolto in genere non superano 1-1,5 kg/cm.

I principali valori geotecnica di riferimento

- *Peso di Volume* =  $\gamma = 1.9 - 2.0 \text{ t/mc}$
- *Coesione* =  $c = 0,1 - 0,3 \text{ kg/cmq}$
- *Angolo di Attr. Int.* =  $\phi = 28^\circ - 35^\circ$ .

|                                                                                                                               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>7   PRINCIPALI PROBLEMATICHE GEOLOGICO TECNICHE IN<br/>RELAZIONE AGLI INTERVENTI PROPOSTI NELL'AMBITO DEL<br/>PROGETTO</b> |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

### ***7.1   Caratteristiche tipologiche degli interventi***

L'intervento in esame prevede la realizzazione di 9 capannoni industriali i quali si sviluppano su 1 –2 piani fuori terra.

Il lato di monte dei fabbricati maggiormente addossati al versante sarà posto direttamente controterra .

Al contorno dei manufatti sopradescritti saranno previste tutta una serie di opere di sistemazione dell'area con realizzazione di una strada di collegamento tra le infrastrutture ed una serie di parcheggi, aree di manovra e spazi da asservire a verde pubblico.

Gli interventi di maggiore rilievo a livello di impatto sono la realizzazione delle volumetrie edificate in particolare per i corpi di fabbrica più addossati al pendio con le conseguenti problematiche geologico tecniche relative agli sbancamenti con fronti di scavo di altezze comprese tra 5-6 m e lunghezza media di circa 40 m.

Le opere di fondazione non comporteranno in genere grosse problematiche in quanto le generali condizioni di sub affioramento del substrato roccioso permetteranno di appoggiare le suddette opere direttamente su di esso e comunque anche i terreni di copertura hanno caratteristiche di accettabile portanza.



Le sistemazioni esterne non prevedono opere particolarmente impattanti, in quanto si tratta di manufatti da realizzarsi a raso per quanto concerne le infrastrutture viarie mediante la posa sul terreno dei volumi di scavo relativi alla realizzazione del comparto precedente e di semplici opere di rinaturalizzazione per quanto riguarda le aree verdi.

Solo per la realizzazione della rotatoria di manovra posta a monte dell'area si prevede una sezione di sbancamento di maggiore volume con conseguente maggiori criticità a livello geologico tecnico sempre per quanto concerne le fasi di sbancamento.

## **7.2 Opere di fondazione**

Le problematiche a livello di fondazione riguardano essenzialmente la realizzazione dei vari corpi di fabbrica. A tal riguardo dovranno essere valutate e definite le appropriate tipologie fondazionali in relazione alle peculiarità dell'ambiente geotecnico locale e alle tipologie edilizie tipiche degli insediamenti produttivi.

Per fondazione si intende la parte di una struttura edilizia che è a contatto con il terreno (substrato fondazionale) e che gli trasmette il carico della sovrastruttura.

A seconda del rapporto D/B (profondità/larghezza della fondazione) possono essere divise in vari tipi (Terzaghi);

- *fondazioni superficiali o dirette ( $D/B < 4$ )*

- a) Plinti - fondazioni che supportano il peso di un singolo pilastro.
- b) Muri continui - fondazioni che supportano il peso di un muro di sostegno.
- c) Travi rovesce - fondazioni che supportano il peso di una fila di pilastri.
- d) Platee - fondazioni che supportano una serie di pilastri o muri non allineati e che spesso coprono l'intera pianta della struttura.

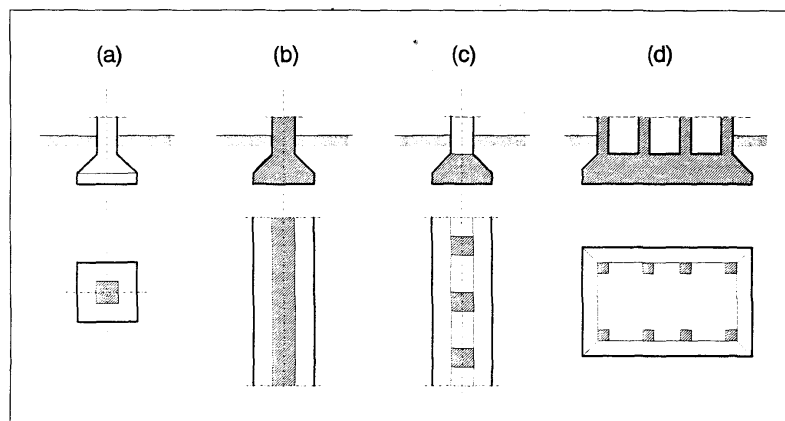


Figura 1. Fondazioni dirette. a) Plinto; b) f. continua; c) a trave rovescia; d) a platea.

- *fondazioni profonde o indirette ( $D/B > 4$ )*

- (1) Pali e micropali di fondazione – hanno il compito di scaricare sia lateralmente che di punta il carico di fondazione.

Le principali problematiche fondazionali riguardano:

- scelta del tipo di fondazione
- scelta della tecnologia esecutiva della fondazione (ad esempio per fondazioni superficiali modalità di scavo in funzione delle caratteristiche meccaniche)

- rottura del complesso terreno - opera di fondazione sia a breve sia a lungo termine. In condizioni di sottosuolo scadente, scelta dei tempi di costruzione da rispettare per evitare il collasso dell'opera.
- cedimenti differenziali dell'opera dovuti a disomogeneità dei terreni di fondazione.
- cedimenti indotti in opere esistenti adiacenti.
- presenza di terreni poco permeabili con conseguente differimento nel tempo (anche di anni) dei cedimenti.

Sulla base delle caratteristiche strutturali dei fabbricati ed in funzione della stratigrafia dei luoghi si possono distinguere due distinte casistiche;

- il primo caso riguarda i manufatti da costruirsi in vicinanza del versante le cui fondazioni andranno necessariamente ad appoggiare sul substrato roccioso sano.
- Il secondo caso riguarda l'unico manufatto che si realizzerà al di sopra dei riporti utilizzati per livellare l'area.

Nel primo caso si reputano adatte fondazioni dirette superficiali del tipo plinto isolato o trave rovescia continua.

I valori dei carichi di rottura e delle capacità portante ammissibile per fondazione superficiali potranno essere convenientemente calcolati con le usuali formulazioni geotecniche. I valori usuali per fondazione sulla roccia conglomeratica è di norma non inferiore a 3 kg/cmq valore che dovrà comunque essere valutato nelle fasi progettuali successive con gli accertamenti geognostici specifici.

Nel secondo caso, si possono prevedere tre possibili soluzioni;

- adozione di fondazioni di tipo indiretto profondo portando i carichi ad appoggiare sul substrato roccioso sottostante mediante l'uso di micropali in numero adeguato per ogni singolo elemento fondale;
- realizzazione di volumi interrati al di sotto dei corpi di fabbrica previsti ( laddove il riporto sia maggiore di 2-3m) in modo da permettere il radicamento delle fondazione nel terreno naturale
- realizzazione molto accurata del rilevato con controllo specifico dei materiali di riporto (escludendo determinate classi granulometriche) e delle fasi di compattazione secondo le moderne tecniche dell'ingegneria geotecnica (anche se tra le soluzioni proposte quest'ultima sembra la meno idonea e più problematica a livello operativo). Per aumentare la capacità portante si potrebbero utilizzare speciali "rinforzi" in geotessuto o griglie geocomposite nel terreno onde ripartire uniformemente il carico su una maggiore superficie

Saranno comunque tassativamente da evitare i casi di appoggio fondazionale disomogeneo, provvedendo alla scelta della tipologia fondazionale maggiormente consona (dal punto di vista geotecnico) ai luoghi e all'andamento stratigrafico locale.

### 7.3 Sbancamenti riporti e movimenti terra

Le problematiche geotecniche in relazione alle fasi di sbancamento si pongono in funzione dei fronti di scavo necessari alla realizzazione degli edifici posti in adiacenza al versante. Il progetto attuale ha ridotto l'impatto complessivo dell'intervento sugli assetti territoriali del fondo valle del Rio Merco con un migliore adattamento dei corpi di fabbrica alla morfologia dei luoghi. I fronti di scavo, hanno altezze variabili con valori massimi di circa 6 – 7 m a fronte di una lunghezza longitudinale pari allo sviluppo dei singoli capannoni, interesseranno prevalentemente il substrato roccioso conglomeratico e solo porzioni ridotte delle coperture superficiale (in funzione della presenza delle stesse).

Le principali problematiche da considerare nell'esecuzione degli scavi a cielo aperto riguarderanno principalmente la stabilità degli stessi durante le fasi di scavo e messa in opera delle necessarie murature di sostegno.

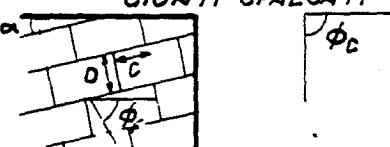
I principali obiettivi delle indagini di tipo geognostico e geotecnico nell'ottica delle problematiche sopracitate saranno:

- caratteristiche geostrutturali dell'ammasso roccioso in relazione alla disposizione spaziale dei vari fronti di scavo.
- parametri di resistenza al taglio in termini di tensioni efficaci ( $c'$  e  $\phi'$ ) e di tensioni totali ( $c_u$ ) del sottosuolo fondazionale;
- scelta della tecnologia esecutiva delle eventuali opere provvisorie e/o di sostegno;

L'assetto strutturale dell'ammasso roccioso in relazione all'orientazione dei fronti di scavo si presenta generalmente a

traverpoggio- reggipoggio e solo in condizioni isolate a franapoggio, con angolo di inclinazione della stratificazione minore dell'angolo di attrito interno della roccia. La circolazione idraulica all'interno delle discontinuità risulta decisamente ridotta.

Pertanto sulla base dello schema sotto riportato si può osservare come l'angolo critico del fronte di scavo sia pari a  $90^\circ$  (caso A).

|                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                            | <p>QUANDO <math>\alpha &lt; \phi_f</math> ALLORA <math>\phi_c = 90^\circ</math><br/>(SE LE PRESSIONI INTERSTIZIALI SONO NULLE)</p> <p>Caso A</p> |
|                                                                                                           | <p>QUANDO <math>\alpha &gt; \phi_f</math><br/>ALLORA <math>\phi_c = \alpha</math></p> <p>Caso B</p>                                              |
| <p>GIUNTI SFALSATI</p>                                                                                   | <p>QUANDO <math>(90^\circ - \alpha) &lt; \phi_f</math><br/>ALLORA <math>\phi_c = 90^\circ</math></p> <p>Caso C</p>                               |
| <p>GIUNTI CONTINUI</p>                                                                                   | <p>QUANDO <math>(90^\circ - \alpha) &gt; \phi_f</math><br/>ALLORA <math>\phi_c = (90^\circ - \alpha)</math></p> <p>Caso D</p>                    |
| <p>GIUNTI SFALSATI</p>                                                                                   | <p>QUANDO <math>c/d \geq 1</math><br/>ALLORA <math>\phi_c = 90^\circ</math></p> <p>Caso E</p>                                                    |
| <p><math>\alpha</math> = ANGOLO DI INCLINAZIONE DEI PRINCIPALI PIANI DI DISCONTINUITÀ<br/> <math>\phi_f</math> = ANGOLO DI ATTRITO<br/> <math>\phi_c</math> = ANGOLO CRITICO DEL PENDIO</p> |                                                                                                                                                  |

Stabilità dei versanti secondo Terzaghi

Tenendo conto quindi delle caratteristiche geomeccaniche dell'ammasso di cui al paragrafo 4, si possono quindi fornire alcune linee guida riguardo alla metodologia da seguirsi nelle fasi lavorative;

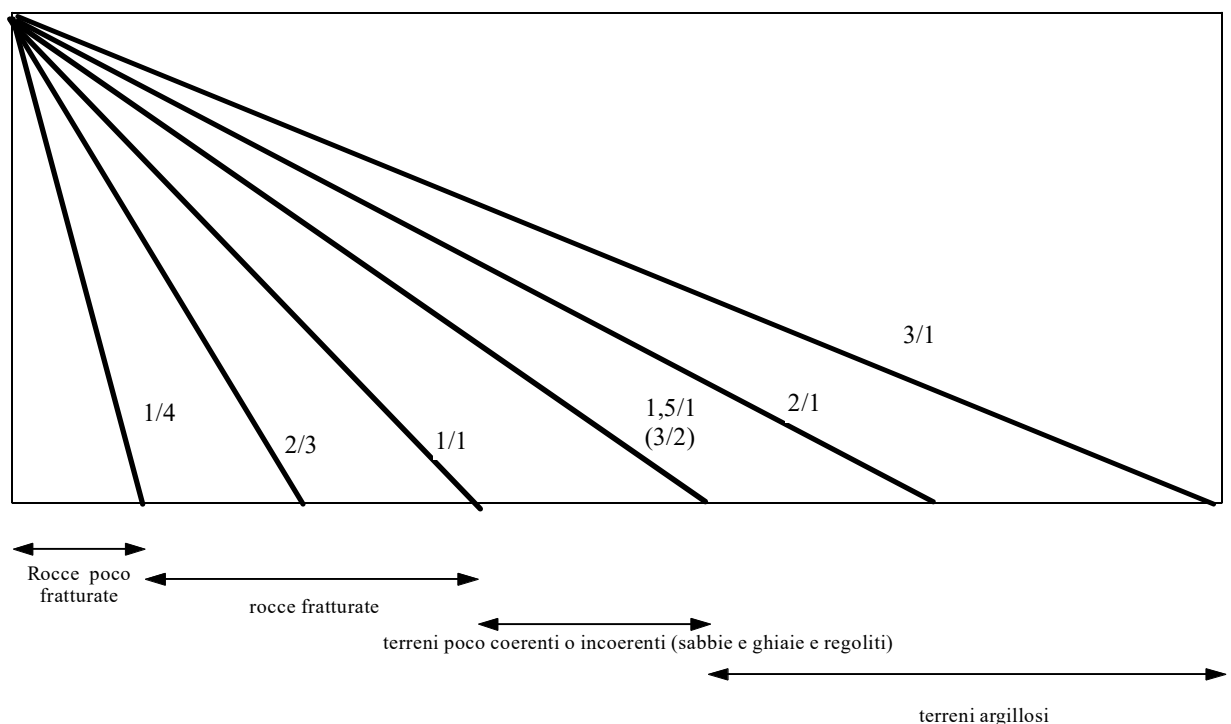
- Il tratto di sbancamento compreso tra il livello di base (piano terra) dei fabbricati ed il primo piano degli stessi (altezze non superiori a circa 5.5 m) presenterà aggetto verticale e sarà sostenuto da idoneo muro di sostegno in c.a. di pari altezza.
- Il tratto di sbancamento superiore a detta quota verrà eseguito rimodellando ove necessario la forma originaria del versante tramite una gradonatura.

Tale risagomatura avverrà mediante la realizzazione di una o due serie di gradoni con fronti inclinati con angolo non superiore a  $60^\circ$  ed intervallati da una soglia orizzontale con sviluppo pari ad almeno un metro.

Si ritiene che il valore di inclinazione pari a  $60^\circ$ , tenuto conto delle caratteristiche geo-strutturali e geomeccaniche dell'ammasso roccioso conglomeratici, garantisca una sufficiente stabilità al versante stesso, trovando inoltre giustificazione nell'usuale pratica professionale per geometrie e terreni simili (vedi figura pag. seguente).

La particolare tessitura del substrato conglomeratico affiorante in loco, in relazione all'azione erosiva degli agenti atmosferici, potrebbe dare luogo a saltuari distacchi di singoli ciottoli dal corpo roccioso nell'ambito delle scarpate pertanto si rende necessaria la realizzazione, a monte dei fabbricati stessi ed alla base della

gradonatura del versante, di appropriate opere di difesa consistenti in un robusta struttura di protezione avente anche funzione di paramassi. Essa sarà costituita da un muro in c.a. (fondato sul substrato roccioso e reso solidale con esso) di altezza variabile da 1 a 2 m rivestito in pietra entro il quale saranno saldamente infisse le travi metalliche di altezza non inferiore a 2 m (profilati del tipo HE o IPE) a cui si ancorerà una rete speciale anti punzonamento a maglia esagonale con funi di rinforzo orizzontali in trefoli d'acciaio (diametro 18 –20 mm ed interasse non sup. a 0.30 – 0.40 m).



Inclinazioni di sicurezza per fronti di scavo di alcuni tipi di rocce e terreni (Nicotera- Geologia Tecnica ISEDI 1975)



Il materiale da abbancare per i riporti per la realizzazione dei rilevati previsti consiste in inerti con terre e rocce naturali provenienti dagli sbancamenti per la realizzazione dei corpi di fabbrica in progetto.

Tali materiali naturali (terre di scavo) non superando i valori inquinanti stabiliti dal D.M. 471/1999 non sono da considerarsi rifiuti ai sensi del Dgls 22/1997 (decreto Ronchi).

Si ritiene che il riporto da abbancare sarà costituito prevalentemente da pezzame grosso di rocce conglomeratiche frantumate miste ai terreni eluvio colluviali di copertura con pietrame, ghiaie grossolane, ghiaie e sabbie con quantità in fino anche di una certa rilevanza.

Vengono riportate la tipologia delle terre ammissibili secondo le correnti classificazioni delle terre in uso nella geotecnica (USCS e AASHTO M-145-82); saranno da preferirsi le terre “grossolane” del tipo nelle classi GM-GW, GM-GC, SW-SP, SM-SC (equivalenti secondo ad AASHTO alle A1-A3-A2) è comunque preferibile una miscelazione tra terre grosse (soprattutto se tendenti al mongranulare) ed una certa percentuale di “legante”. I terreni fini del tipo ML e CL (A4-A5) potranno essere utilizzati con particolari cautele preferibilmente miscelati a materiale granulare.

Sono esclusi e non utilizzabili le torbe ed i materiali torbosi in genere, le argille e limi molto plastici.

Il materiale dovrà essere selezionato secondo le caratteristiche granulometriche prevalenti in modo, all'occorrenza, di utilizzare i materiali più grossolani e resistenti e quindi con migliori caratteristiche geomeccaniche

laddove essi siano più necessari e particolarmente sul fondo in modo da fungere anche da dreno. Inoltre si dovrà scoticare il piano campagna attuale privandolo dello strato agrario e quindi preparare la superficie naturale quale sottofondo per la realizzazione dei tratti in rilevato.

A tale terreno di riporto, se ben compattato, possono venire attribuite le seguenti caratteristiche:

- angolo di attrito interno  $\phi$  32°-35°circa
- debole coerenza
- peso di volume naturale = 1,7 - 1,8 t/mc

#### **7.4 Regimazione delle acque superficiali**

La nuova morfologia del tratto di versante oggetto di rimodellazione (cioè la fascia pedemontana) renderà necessaria la realizzazione di adeguate opere di regimazione e contenimento delle acque meteoriche ruscellanti.

Questo al fine di evitare l'instaurarsi, lungo tutto lo sviluppo delle gradonature, di fenomeni erosivi superficiali e profondi con conseguenti possibili rischi per le strutture poste immediatamente a valle.

Dovrà essere inoltre predisposta una rete di raccolta e smaltimento delle acque bianche provenienti dai piazzali, dalle aree di manovra e parcheggio e dalle caditoie dei manufatti.

Le acque provenienti dalle opere sopracitate saranno opportunamente direzionate verso le vie di deflusso naturali della zona.

Per quanto concerne la difesa dei vari ordini di gradonatura retrostanti i fabbricati e le linee viarie l'opera principale consisterà nella realizzazione, in corrispondenza del limite superiore della gradonatura stessa, di un cunettone in massotti cementati la cui sezione minima non dovrà essere inferiore a 0.35 mq, ( lo schema di tale manufatto è visibile negli allegati di fine testo) con funzione di raccolta e convogliamento delle acque meteoriche superficiali provenienti dal tratto di versante immediatamente soprastante.

La regimazione delle acque provenienti dai piazzali ed aree simili avverrà mediante la creazione di una rete articolata di acque bianche da realizzarsi mediante condotte anche interrate di opportuno diametro. Ivi saranno anche canalizzate le acque dei colatori minori che già in passato erano regimate artificialmente nell'ambito della sistemazione dell'area del ex polveriera. I recettori finali saranno il Rio Merco e il Rio Pulla che costituiscono le naturali via d'acque che già in oggi drenano interamente l'area dell'ex polveriera.

|                                                                                  |
|----------------------------------------------------------------------------------|
| <b>8 SPECIFICHE DI PIANIFICAZIONE IN RELAZIONE ALLE NORME DI PIANO DI BACINO</b> |
|----------------------------------------------------------------------------------|

Piano di bacino stralcio per il rischio idrogeologico del Fiume Centa ai sensi del D.L. 180/98 e s.m.i. approvati con D.C.P. n. 47 del 25/11/2003.

Le aree perimetrali ricadono in ambiti a suscettività al dissesto medio e basso e quindi non vengono poste particolari impedimenti o normative ostative a livello di P.d.B. rimandando la disciplina specifica direttamente al comune interessato nell'ambito delle norme geologiche di attuazione dello strumento urbanistico attuativo.

Lo scrivente nell'elaborazione delle problematiche inerenti la suscettibilità d'uso in prospettiva geologica tecnica del territorio si è basato sui contenuti dei tematismi relativi alla litologia, geomorfologia ed idrogeologia locale con integrazioni di carattere geotecnico dei terreni fondazionali. Le presenti prescrizioni, adattate alla specificità dei luoghi e degli interventi, fanno riferimento alla normativa tecnica delle vigenti norme legislative.

**In sede di realizzazione delle edificazioni in progetto e comunque prima del ritiro delle concessione edilizia, appurata in questa fase la fattibilità geologica - tecnica complessiva, si dovrà provvedere a puntuali indagini geotecniche in riferimento al singolo intervento** con una approfondita caratterizzazione del sottosuolo fondazionale al fine di acquisire le proprietà fisiche meccaniche dei terreni, l'esatta stratigrafia con l'ausilio di sondaggi ad andamento verticale eseguiti a rotazione a carotaggio continuo o scavo di pozzetti esplorativi laddove i dati non possano essere ripresi dalla presente relazione. Dovranno essere eseguite prove di laboratorio sui campioni prelevati, ed integrati con le citate prove in sito al fine di una corretta e puntuale progettazione geotecnica delle fondazioni con determinazione del carico ammissibile e valutazione degli eventuali cedimenti assoluti e differenziali. Dovranno essere altresì studiate e definite le problematiche relative alla messa

a dimora dei rilevati da eseguirsi in buona parte direttamente con il materiale di scavo con particolare riferimento al costipamento dei terreni in relazione ai fusi granulometrici presenti.

Concludendo per quanto attiene ai problemi fondazionali e degli scavi si rimanda integralmente ai commi B e C del citato D.M. 11/03/88 e della relativa circolare esplicativa e le tipologie dell'indagine geologica/geotecnica seguiranno comunque le indicazioni oltre del citato D.M. e le raccomandazioni della A.G.I.

L'ampiezza delle indagine rapportate all'intero volume significativo devono avere estensione proporzionata alle dimensioni, al tipo ed alle caratteristiche dell'opera, nonché alla complessità del sottosuolo. A tal riguardo si può fare riferimento alla parte I dell'Eurocodice [7 (EN(V)1997)] che fornisce indicazioni di un certo dettaglio a riguardo. Ad esempio, essa fornisce i valori minimi dell'estensione delle indagini attraverso una Regola di Applicazione. In particolare, l'Eurocodice indica che:

- per fondazioni su plinti e travi rovesce la profondità delle indagini al di sotto del piano di posa previsto deve essere pari ad 1-3 volte la dimensione trasversale dei singoli elementi di fondazione;
- per fondazioni a platea questa profondità dovrebbe essere non minore della dimensione minima in pianta, della platea, a meno che non si incontri un substrato roccioso a minore profondità;

- per fondazioni su pali le indagini devono essere approfondite rispetto alla profondità della punta dei pali di almeno 5 volte il diametro, e comunque devono raggiungere una profondità non minore della dimensione minima in pianta della palificata.

Per quanto riguarda la densità delle indagini, una stima di massima, con riferimento alla fase di progetto, può essere fatta per le diverse Categorie geotecniche indicate dall'Eurocodice secondo lo schema:

| Categoria geotecnica | Tipo di opera          | Distanza tra i sondaggi(m) |       |         | Numero minimo di sondaggi |
|----------------------|------------------------|----------------------------|-------|---------|---------------------------|
|                      |                        | Stratificazione            |       |         |                           |
|                      |                        | Uniforme                   | Media | Caotica |                           |
| 1                    | Edificio ad 1-2 piani  | 50                         | 30    | 15      | 3                         |
| 2 (3)                | Edificio a molti piani | 45                         | 30    | 15      | 4                         |
| 2 (3)                | strade                 | 300                        | 150   | 30      | -                         |
| 2 (3)                | Rinterri, rilevati     | 200                        | 150   | 50      | -                         |

Indicazioni di massima sulla densità delle indagini (modificata da Viggiani, 1993).

Ovviamente per quanto attiene ai contenuti e alle metodologie di indagine relative all'indagine geologica e geotecnica tenuto conto della forma prescritta delle presenti norme, rimane fatta salva l'autonomia del professionista nell'individuare le procedure più idonee alla specificità del caso e proporre di conseguenza le soluzioni progettuali e tecnico operative ritenute opportune sotto la singola responsabilità professionale.

## 10 CONCLUSIONI

Alla luce delle indagini e degli studi esperiti si è constatato che l'assetto geologico-geomorfologico idrogeologico della zona perimetrata non pone vincoli tali da impedire l'uso del territorio proposto nell'ambito degli interventi programmati del Piano Particolareggiato in oggetto. Nel contempo, non si ravvisano particolari problemi d'ordine geotecnico/geomeccanico relativi all'apertura dei fronti di scavo e dei riporti, del comportamento suolo - fondazioni tali da riflettersi negativamente sulle strutture delle opere progettate e sul corso dei lavori in cantiere.

**Pertanto lo scrivente dichiara che i lavori e le opere proposte sono pienamente fattibili e compatibili sotto l'aspetto geologico e geotecnico ai sensi della normativa vigente in materia.**

*Pietra Ligure ottobre 2002*

il Tecnico

*Dott. Geol. Flavio Saglietto*





## **DICHIARAZIONE**

A conclusione dell'indagine lo scrivente Dott. Geol. Flavio Saglietto iscritto all'albo regionale dei Geologi della Liguria al n.116 dichiara che i lavori e le opere proposte sono pienamente fattibili e compatibili sotto l'aspetto geologico e geotecnico ai sensi della normativa vigente in materia .

*Pietra Ligure, ottobre 2002*

il tecnico

*Dott.Geol.Flavio Saglietto*





studio geologia tecnica

dott.geol.Flavio Saglietto  
via Chiazzari 41  
17027 Pietra Ligure

tel./fax 019/625670

## *SOMMARIO*

|          |                                                                                   |           |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>PREMESSA.....</b>                                                              | <b>1</b>  |
| <b>2</b> | <b>CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA E GEOMECCANICA DEI TERRENI E DELLE ROCCE.....</b> | <b>2</b>  |
| 2.1      | SUBSTRATO ROCCIOSO.....                                                           | 2         |
| 2.2      | COLTRE SCIOLTA.....                                                               | 3         |
| <b>3</b> | <b>VERIFICHE DI STABILITA' DELLA SEZIONE MAGGIORMENTE ONEROSA</b>                 | <b>5</b>  |
| 3.1      | CALCOLO DELLA STABILITÀ DEL SUBSTRATO ROCCIOSO.....                               | 6         |
| 3.2      | CALCOLO DELLA STABILITÀ DEL SUBSTRATO ROCCIOSO.....                               | 6         |
| 3.3      | PRESCRIZIONI GENERALI IN MERITO ALLE FASI DI SBANCAMENTO.....                     | 9         |
| <b>4</b> | <b>CONCLUSIONI.....</b>                                                           | <b>11</b> |

## **1 PREMESSA**

La presente relazione è stata eseguita in seguito alla specifica richiesta di integrazione da parte della Regione Liguria in merito al Piano Particolareggiato sull'area dismessa ex demanio militare "deposito esplosivi lig 22", al fine realizzarvi un'area produttiva ecologicamente attrezzata (progetto di opere di bonifica, infrastrutturali e di urbanizzazione).

I contenuti specifici della presente integrazione si attengono alle norme tecniche contenute nel d.m. 11/03/1988 e succ. circ. esplicativa.

Si fa presente che per quanto concerne gli inquadramenti geologici, geomorfologici ed idrogeologici si rimanda alla precedente stesura ove gli argomenti sono stati trattati in maniera esauriente.

## **2 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA E GEOMECCANICA DEI TERRENI E DELLE ROCCE**

A seguito della richiesta di integrazione pervenuta, onde approfondire la conoscenza della stratigrafia del sottosuolo, della profondità precisa della falda acquifera e delle caratteristiche geotecniche dei terreni, sono stati eseguiti n° 2 sondaggi geognostici a carotaggio continuo (diametro esterno pari a 127 mm e interno di 101 mm). Le profondità finali raggiunte dai sondaggi sono state pari a 10 m.

Le colonne stratigrafiche e la relativa ubicazione dei sondaggi stessi sul terreno sono visibili negli allegati posti a fine testo.

Le prove hanno fornito sostanzialmente una conferma dell'andamento stratigrafico delineato nella precedente stesura.

### ***2.1 Substrato roccioso***

Trattasi di conglomerati a stratificazione per lo più massiccia, disposti in grosse bancate e di norma ben cementati (anche se sono presenti localmente interstrati a matrice argillosa –sabbiosa pseudo coerenti).

L'orientazione generale degli strati nell'area in esame è compresa tra  $120^{\circ}$  –  $130^{\circ}$  e l'inclinazione non è superiore a  $20^{\circ}$ ; la fatturazione è blanda e molto distanziata.

In generale le masse rocciose sono caratterizzate da discreti valori di resistenza meccanica e bassa deformabilità; i banchi più cementati hanno resistenze alla compressione paragonabili a quelle del calcestruzzo.

E' stato valutato approssimativamente il valore di R.Q.D. lungo i tagli meglio esposti denotando che i valori risultano variabili in un range compreso tra il 25% e l'80% in relazione alla stratificazione e allo stato di conservazione dei singoli orizzonti litologici.

Sulla base di quanto poch'anzi affermato si possono attribuire al substrato le seguenti caratteristiche geomeccaniche:

- *Peso di Volume*  $\gamma = 2.3 - 2.5 \text{ t/mc}$
- *Coesione*  $c = 5 - 6 \text{ Kg/cmq}$
- *Coesione (residuo)*  $c = 0,3 - 2 \text{ kg/cmq}$
- *Angolo di Attr. Int.*  $\phi = 35^\circ - 39^\circ$ .
- *Angolo di Attr. Int. (residuo)*  $\phi = 30^\circ - 35^\circ$ .

## **2.2 Coltre sciolta**

La coltre risulta assai assortita granulometricamente; trattasi in prevalenza di ghiaie e sabbie con ciottolame più o meno alterato in matrice fine variabile tra il 20% ed il 40% , ma sono presenti anche terreni francamente argillosi con valori di fino intorno al 60%-70%.

I valori di plasticità osservati sui campioni ricadono nel campo delle medie basse plasticità con  $IP < 20\%$ .

Tali terreni nella classifica funzionale U.S.C.S. possono essere inseriti nelle categorie GC-GM/SM-SC.

Le permeabilità è da mettersi in relazione al contenuto di argilla e di norma bassa con valori medi dell'ordine di  $10^{-5}$   $10^{-6}$  cm/sec con possibili aumenti localizzati in corrispondenza degli orizzonti più ciottolosi. I valori di pressione ammissibile per il terreno sciolto in genere non superano 1-1,5 kg/cm.

I principali valori geotecnica di riferimento

- *Peso di Volume* =  $\gamma = 1.9 - 2.0 \text{ t/mc}$
- *Coesione* =  $c = 0,1 - 0,3 \text{ kg/cmq}$
- *Angolo di Attr. Int.* =  $\phi = 28^\circ - 35^\circ$ .

### **3 VERIFICHE DI STABILITA' DELLA SEZIONE MAGGIORMENTE ONEROSA**

Come si evince dal paragrafo precedente il substrato presenta caratteristiche geo strutturali particolari, con stratificazione ben delineata ed assenza o quasi di piani di fratturazione precisamente individuabili spazialmente.

L'andamento spaziale delle discontinuità è tale da risultare disposta a reggipoggio-traverpoggio rispetto al pendio che si viene a creare durante gli sbancamenti, con angolo di inclinazione della stratificazione minore dell'angolo di attrito interno della roccia. La circolazione idraulica all'interno delle discontinuità risulta decisamente ridotta se non assente.

La verifica di stabilità si basa sull'enunciato di Terzaghi ovvero sui rapporti tra l'angolo del pendio ( $\phi$ ) e l'angolo di attrito interno (di base) della roccia ( $\alpha$ ).

Nel caso particolare si osserva che  $\phi > \alpha$  e che pertanto l'angolo critico risulta pari a  $90^\circ$  (fronte di scavo verticale).

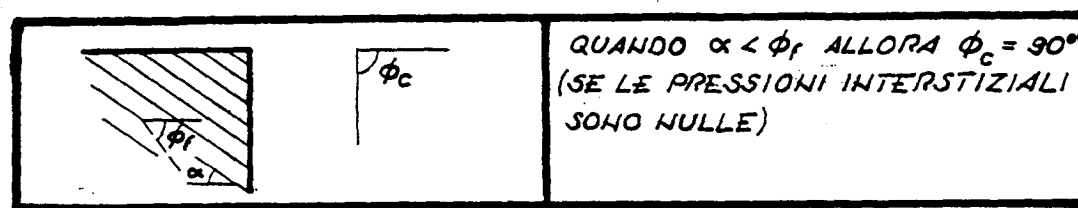
Nella tabella di seguito riportata, sono riportate in forma grafica le considerazioni di cui sopra.

Le verifiche e le considerazioni di seguito riportate sono state effettuate a carico della sezione maggiormente onerosa in termini di altezza del fronte di scavo, considerando lo stato attuale e quello di progetto.

E' stato eseguito un supplemento di indagine teso a verificare l'andamento della stratigrafia lungo il tratto di versante immediatamente prospiciente la sezione, al fine di poter identificare esattamente il tipo di verifica maggiormente adatto alla casistica in esame.

Il rilevamento ha evidenziato come lungo il versante sia presente un sottile strato di coltre detritica superficiale con spessore medio compreso entro il metro, che sfuma gradatamente nel substrato roccioso conglomeratico.

### 3.1 Calcolo della stabilità del substrato roccioso



Stabilità dei versanti secondo Terzaghi

Tali condizioni di contorno, permettono di definire l'ammasso roccioso in condizioni di generale autosostegno.

### 3.2 Calcolo della stabilità del substrato roccioso

Data la presenza dello strato di coltre detritica superficiale al di sopra dell'ammasso roccioso appare necessario verificare la stabilità dello stesso.

Analiticamente tale verifica può essere correttamente rappresentata dal metodo dell'equilibrio lungo un pendio



illimitato, il quale fornisce una più che sufficiente approssimazione dei valori di coefficiente di sicurezza in cui il fronte di scavo si viene a trovare.

I calcoli effettuati sulla base delle caratteristiche geotecniche della coltre superficiale forniscono il coefficiente di sicurezza sotto riportato, il quale è visibilmente maggiore rispetto al minimo richiesto dalle vigenti normative.

#### **Caratteristiche geotecniche delle coperture:**

- angolo attrito interno  $\phi = 30^\circ$
- coesione  $C = 2 \text{ t/mq}$
- peso volume  $\gamma = 1,9 \text{ t/mc}$

#### **caratteristiche geometriche:**

- Altezza media scarpa = 1 m
- Inclinazione media pendio  $\beta = 30^\circ$

$$\text{Fattore di sicurezza : } \frac{2.95}{0.95} = 3.11$$

La sezione geologica sulla quale sono stati eseguite le calcolazioni è visibile a fine testo.

Come si può osservare il fattore di sicurezza è abbondantemente superiore al valore minimo di 1.3

stabilito dalla normativa vigente, pertanto il fronte in coltre può essere definito come stabile.

### **3.3 Prescrizioni generali in merito alle fasi di sbancamento**

Riassumendo l'esito delle verifiche e delle considerazioni fino a qui eseguite si osserva come il fronte di scavo sia da considerarsi in condizioni di sufficiente stabilità.

Saranno comunque da intraprendere una serie di precauzioni ed appropriate metodologie esecutive durante le fasi materiali degli sbancamenti onde assicurare ulteriormente la staticità del fronte di scavo.

Tali prescrizioni verranno definite con precisione durante le fasi definitivo-esecutive del progetto, in questa fase pianificatoria vengono fornite solo alcune indicazioni generali di seguito riportate.

- Il tratto di sbancamento compreso tra il livello di base (piano terra) dei fabbricati ed il primo piano degli stessi (altezze non superiori a circa 5.5 m) presenterà aggetto verticale e sarà sostenuto da idoneo muro di sostegno in c.a. di pari altezza.
- Tale scavo sarà da eseguirsi per campioni longitudinali successivi di ampiezza in prima approssimazione non superiore a 5 m.
- I fronti di scavo saranno da profilare in fase provvisoria con angolo di scarpata non superiore a 70°- 80°.

- Il tratto di sbancamento superiore a detta quota verrà eseguito rimodellando ove necessario la forma originaria del versante tramite una gradonatura.
- Tale risagomatura avverrà mediante la realizzazione di una o due serie di gradoni con fronti inclinati con angolo non superiore a  $60^\circ$  ed intervallati da una soglia orizzontale con sviluppo pari ad almeno un metro.

Si ritiene che il valore di inclinazione pari a  $60^\circ$ , tenuto conto delle caratteristiche geo-strutturali e geomeccaniche dell'ammasso roccioso conglomeratici, garantisca una sufficiente stabilità al versante stesso.

## 4 CONCLUSIONI

Alla luce del supplemento d'indagine eseguito, teso ad un approfondimento della stratigrafia e delle caratteristiche geotecniche/geomeccaniche dei terreni presenti in loco, nonché alla verifica della stabilità dei fronti di scavo in progetto si è constatato gli assetti stratigrafici e le caratteristiche geotecniche/geomeccaniche rilevate nella zona perimetrata non pongono vincoli tali da impedire l'uso del territorio proposto nell'ambito degli interventi programmatori del Piano Particolareggiato in oggetto.

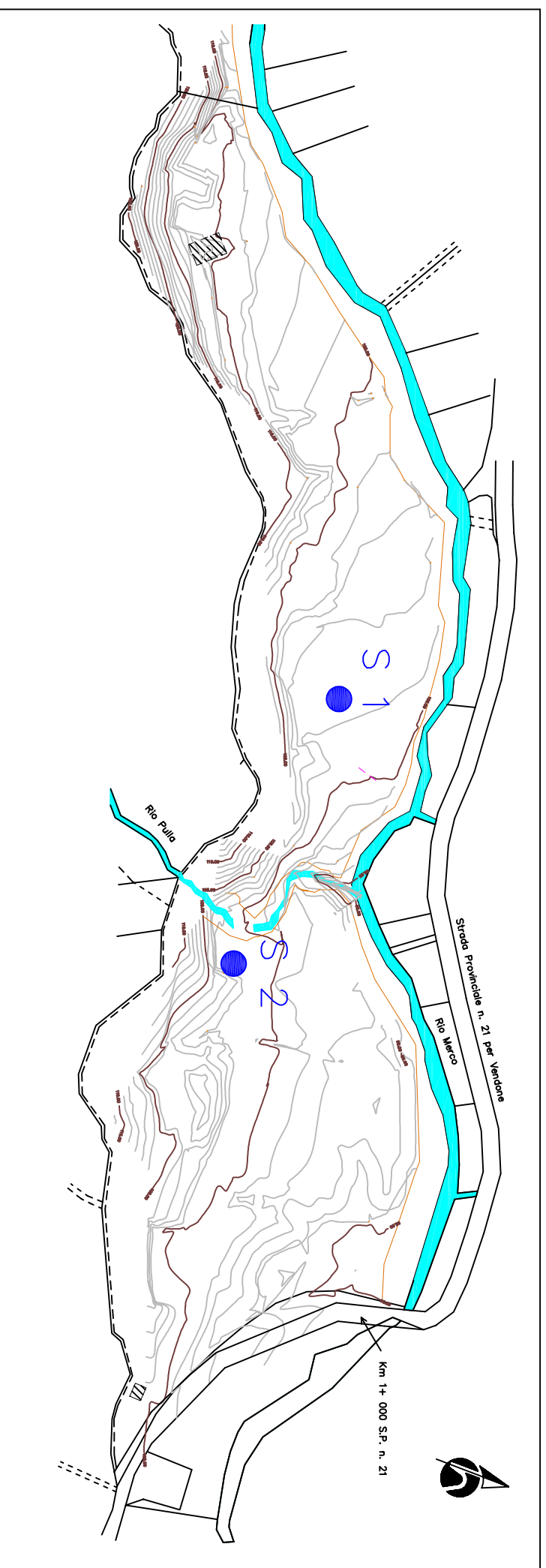
*Pietra Ligure giugno 2003*

il Tecnico

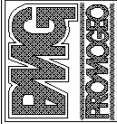
*Dott. Geol. Flavio Saglietto*



# UBICAZIONE SONDAGGI GEOGNOSTICI



[illegible]



| Quote              |                |                    | Risultato dei sondaggi |                                                                                     |                           |                          | Idrogeologia                                                                                                                                                                                                                                                                |                     | Geotecnica                      |                                     |                           |                     | Strumentazione     |              |                          |                       |                | Perforazione |              |                   |        | Annotazioni |                                                                                                                                                             |                                                                           |
|--------------------|----------------|--------------------|------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|--------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|---------------------------------|-------------------------------------|---------------------------|---------------------|--------------------|--------------|--------------------------|-----------------------|----------------|--------------|--------------|-------------------|--------|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| Quota assoluta (m) | Profondità (m) | Potenza strato (m) | Stratigrafia           | Campioni                                                                            | Percentuale di carotaggio | Rock Quality Designation | Descrizione dei litotipi                                                                                                                                                                                                                                                    | Livello della falda | Prove di permeabilità           | Prove pressiometriche               | Standard Penetration Test | Pocket Penetrometer | Torvane Shear Test | Inclinometro | Piezometro a tubo aperto | Piezometro Casagrande | Assesistimetro | Estensimetro | Rivestimento | Metodo e diametro | Fluidi | Utensili    | Computo metrico                                                                                                                                             |                                                                           |
| 0.00               |                |                    |                        | <div>CS campione non vegetato<br/>CI campione induribile<br/>Sfide profondità</div> |                           |                          | Coltre vegetale limoso-ghiaiosa, clasti lapidei angolari di dimensioni medie 2 cm (max 4 cm), colore bruno rossiccio a tratti beige                                                                                                                                         |                     | LUGEOON<br>profondità<br>e U.L. | LEFRANC<br>profondità<br>e K (cm/s) | 0 10 20 30 40 50 N        |                     |                    |              |                          |                       |                |              |              |                   |        |             | <div>Cerchietti e sonda<br/>Cerchietti di Widiola<br/>Cerchietti e doppio<br/>Cerchietti di Widiola<br/>Cerchietti e doppio<br/>Cerchietti di Widiola</div> | N° casse: 2<br>Rivest. (127): 22 m<br>Cor Diam.: 78 m<br>Car Doppio: 78 m |
| 2.20               |                | 2.20               |                        |                                                                                     |                           |                          |                                                                                                                                                                                                                                                                             |                     |                                 |                                     |                           |                     |                    |              |                          |                       |                |              |              |                   |        |             |                                                                                                                                                             |                                                                           |
| 7.80               |                | 7.80               |                        |                                                                                     |                           |                          | Substrato roccioso costituito da conglomerato medio-grossolano moderatamente fratturato, clasti eterometrici variabili da 0.5 cm nei livelli più fini a pluridecimetri nei livelli più grossolani, matrice sabbiosa moderatamente cementata da mediamente a poco fratturata |                     |                                 |                                     |                           |                     |                    |              |                          |                       |                |              |              |                   |        |             |                                                                                                                                                             |                                                                           |
| 10.00              |                | 10.00              |                        |                                                                                     |                           |                          |                                                                                                                                                                                                                                                                             |                     |                                 |                                     |                           |                     |                    |              |                          |                       |                |              |              |                   |        |             |                                                                                                                                                             |                                                                           |

APPROVATO DA:  
Dott. Geol. U. Tofici

REDATTO DA:  
Dott. Geol. S. Battilana

GRAFICA:  
Dott. Geol. F. Lamanna

APPROVATO DA:  
Dott. Geol. U. Tadini  
REDATTO DA:  
Dott. Geol. S. Battilana  
GRAFICA:  
Dott. Geol. F. Lamanna







