

Ignazio Luciano Mancini

Geologo

Via Mastropierro, 1/D – 70056 Molfetta (Ba)

Telefax 080 3346819 – E-Mail : imancini@libero.it

OGGETTO	PROGETTO DI PIANO DI COMPARTO PIANO URBANISTICO DEFINITIVO COMPARTO EDIFICATORIO N. 18 ZONA OMOGENEA B3 MOLFETTA (BA)	
DENOMINAZIONE	Relazione geologica – geomorfologica idrogeologica e geotecnica <i>(ex art. 89 DPR 6 giugno 2001 n. 380)</i>	
COMMITTENTE	Consorzio del Comparto n. 18	
DATA	maggio '06	geol. – geot. Rif. 46/2006
geologo progettisti	geol. Ignazio L Mancini	

Premessa

Su incarico conferito a chi scrive dal “**Consorzio del Comparto n° 18**”, è stato redatto il seguente studio geologico, geomorfologico e geotecnico generale sui terreni in cui insistono gli stessi terreni nel Comune di **Molfetta**..

Il presente studio è stato redatto sia in conformità del D.M. 11/03/1988 e successive variazioni e modificazioni, sia a quanto dettato dal Regolamento Edilizio della variante al P.R.G.C., art. 36 “Interventi di lottizzazioni”, punto H1 dell’Allegato che prevede lo studio geologico.

L’area ricade nella tav. **IV SE** del **F° 177** della Carta Topografica d’Italia ed è posta a quote variabili da **+ 18.00 m. a + 34.00 m. s.l.m.**

Il comparto è ubicato nella zona di levante del centro abitato del Comune di Molfetta e si sviluppa lungo l’asse ferroviario Bari – Bologna, lato sud, dalla via per Terlizzi al nuovo cavalcavia di levante e con confine a mezzogiorno costituito dal tessuto edificato.

Il comparto oggetto di studio, della superficie complessiva di circa 142.000 mq, con destinazione urbanistica di tipo B3, è stato suddiviso in quattro maglie differenti in ciascuna delle quali verranno realizzate delle palazzine con tipologia T + 5.

Il presente studio riveste un carattere generale; per ogni singolo “manufatto” andranno eseguite indagini di tipo diretto ed indiretto per l’approfondimento delle conoscenze geomeccaniche dei terreni interessati dalle fondazioni.

Si riportano inoltre le risultanze di un’indagine geoelettrica e microsismica condotta da chi scrive nel sito in esame ed inoltre le osservazioni condotte durante la elaborazione della relazione geomorfologia riguardante gli adiacenti comparti edificatori n.1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6 – 7 – 8 – 9 - 10 – 11 e 13, di cui il sottoscritto ne è stato l’estensore.

Considerando i parametri di resistenza e di deformabilità dei terreni, viene indicata la tipologia fondale più idonea, anche in relazione alle condizioni di massima sollecitazione trasmessa allo scrivente dal Gruppo di Progettazione.

Le infrastrutture di cui all’oggetto si inseriranno in un contesto paesaggistico-ambientale non assoggettato dal vincolo paesaggistico e idrogeologico (non sono efficaci le norme di cui all’approvato PUTT/Puglia ai sensi dell’art. 1.03 comma 5, essendo tipizzate come zone omogenee B ancorché intercluse all’interno del perimetro di maglie regolarmente edificate), per cui la costruzione dei manufatti di cui all’oggetto non creeranno interferenze negative con lo stesso.

Il Comune di Molfetta con Ordinanza P.C.M. n° 3274 del 20/03/2003 è stato classificato come zona sismica di bassa categoria ($Z = 3$) per cui particolare attenzione è stata rivolta anche a tale aspetto.

Per le finalità di cui all'oggetto sono stati effettuati numerosi sopralluoghi nel sito in epigrafe con raccolta dati e rilevamento geologico di dettaglio, inoltre sono state visionate le foto aeree della zona.

1. Riferimenti Normativi e Legislazione

Il presente studio è stato redatto in conformità al **D.M. 11/03/1988** *“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 programmazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre ed opere di fondazione”* e successive variazioni e modificazioni. In riferimento al comma H.1 *“Fattibilità geotecnica di opere su grandi aree”* al punto a) si riporta *“Nuovi insediamenti Urbani o Civili o Industriali”*. In particolare gli studi geologici e geotecnici devono accertare le condizioni di stabilità dei pendii, i possibili fenomeni di subsidenza prodotti da modifiche del regime delle acque superficiali e profonde nonché alla caratterizzazione del territorio, per la ricerca dei parametri di progetto in accordo con quanto previsto dalle Norme Sismiche.

Lo studio risponde a quanto dettato dal Regolamento Edilizio della variante al P.R.G.C., art. 36 *“Interventi di lottizzazioni”*, punto H1 dell'Allegato che prevede lo studio geologico.

Inoltre lo studio è conforme alla **L. 64/74**, in cui all' art. 13 (*Parere delle sezioni a competenza statale degli uffici del genio civile sugli strumenti urbanistici*) si riporta: *“Tutti i comuni nei quali sono applicabili le norme di cui al titolo II della presente legge e quelli di cui al precedente art. 2, devono richiedere il parere delle sezioni a competenza statale del competente ufficio del genio civile sugli strumenti urbanistici generali e particolareggiati prima della delibera di adozione nonché sulle lottizzazioni convenzionate prima della delibera di approvazione, e loro varianti ai fini della verifica della compatibilità delle rispettive previsioni con le condizioni geomorfologiche del territorio”*.

Infine risponde anche a quanto dettato dal **DPR 6 giugno 2001 n. 380**, in cui all'art. 89 è riportato: *“Tutti i comuni nei quali sono applicabili le norme di cui alla presente sezione e quelli di cui all'art. 61, devono richiedere il parere del competente ufficio tecnico regionale sugli strumenti urbanistici generali e particolareggiati prima della delibera di adozione nonché sulle lottizzazioni convenzionate prima della delibera di approvazione, e loro varianti ai fini della verifica della compatibilità delle rispettive previsioni con le condizioni geomorfologiche del territorio”*.

2. Ubicazione dell'area

Il Comparto edilizio n° 18 ricade nella zona di levante del Comune di **Molfetta** lungo l'asse ferroviario Bari – Bologna, lato sud a ridosso delle contrade “**Piscina don Corrado**” e “**Samarelli**”. E' compreso, oltre che dalla linea ferroviaria, dalla S.P. per Terlizzi, ad ovest, dalla via Berlinguer a sud e dal nuovo cavalcavia a levante; è caratterizzato da quote variabili da + 34.0 m. s.l.m a + 18.0 m. s.l.m.

Il Comparto edificatorio in oggetto ha un'estensione di circa 142.000 mq ed è stato suddiviso in quattro maglie che ospiteranno un numero variabile di fabbricati ma tutti caratterizzati da omogeneità di tipologia edilizia formata da piano terra + 5 p. per un'altezza fuori terra di circa 20.30 m.

In particolare le maglie sono le seguenti:

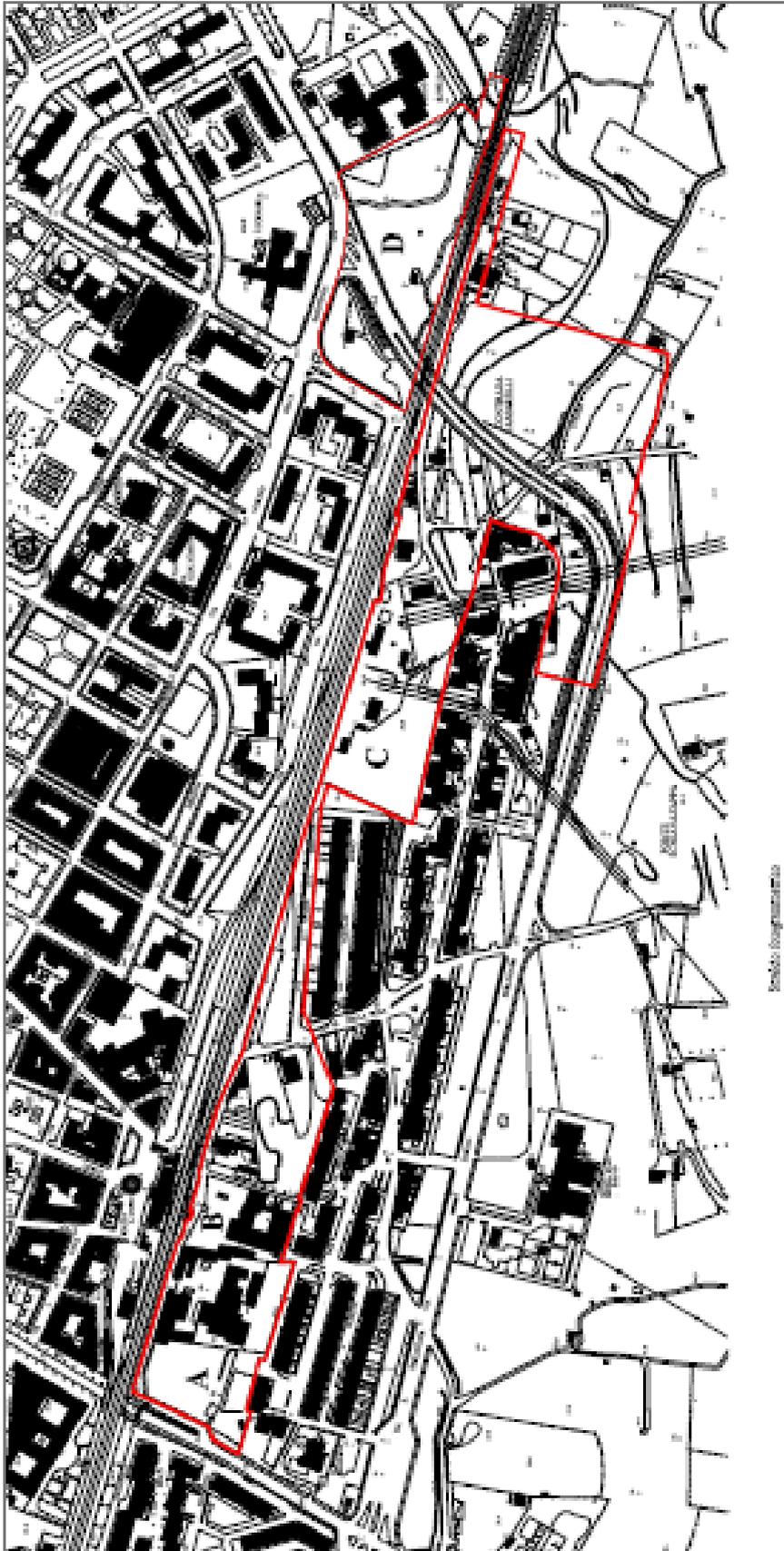
- **Maglia A:** compresa tra la SP per Terlizzi, linea ferroviaria Bari Bologna, maglia B ad est e strada privata a sud. E' caratterizzata da quote che vanno da + 26.0 m a + 34.0 m s.l.m. In essa verranno realizzate n. 6 palazzine denominate A1, A2, A3, A4, A10 e A11 formate da un piano interrato, piano terra + 5p per un'altezza fuori terra di m. 20.30 e n. 5 palazzine denominate A5, A6, A7, A8 e A9 formate da un doppio piano interrato, piano terra + 5 p. con altezza di m. 20.30. Ricade nell'area degli ex cementifici Gallo e de Gennaro.
- **Maglia B:** delimitata dalla Maglia A ad ovest, la ferrovia a nord, la via Madonna delle Rose ad est, le palazzine prospicienti via del Vescovo a sud. E' caratterizzata da quote comprese tra + 24.0 m e + 26.0 m s.l.m. In essa verranno realizzate n. 7 palazzine denominate B1, B2, B3, B4, B5, B6 e B7 formate da un piano interrato, piano terra + 5p per un'altezza fuori terra di m. 20.30.
- **Maglia C:** delimitata dalle vie G. Deledda, M. Serao e L. Pirandello ad ovest, la ferrovia Bari – Bologna a nord e le palazzine retrostanti la via Ungaretti a sud. E' caratterizzata da quote comprese tra + 24.0 m e + 26.0 m s.l.m. In essa verranno realizzate n. 8 palazzine denominate C1, C2, C3, C4, C5, C6 C7 e C7 formate dal piano terra + 5p per un'altezza fuori terra di m. 20.30.
- **Maglia D:** compreso tra i Viali Martiri della Resistenza e XXV Aprile a nord, l'Istituto Professionale per il Commercio ad est, la linea ferroviaria a sud e dal cavalcavia ad ovest. E' caratterizzata da quote comprese tra + 18.0 m e + 24.0 m s.l.m. In essa verranno realizzate n. 9 palazzine denominate D1, D2, D3, D4, D5, D6, D7, D8 e D9 formate da un doppio piano interrato, piano terra + 5p per un'altezza fuori terra di m. 20.30.

Nelle figure riportate si riportano:

- comparto n. 18 su base fotogrammetrica;
- stralcio della tav. D 06 di PRG con inserimento del P.U.E.;
- stralcio di comparto n. 18 su base catastale;
- planimetria generale del comparto n. 18 con sistemazione urbanistica;
- individuazione delle maglie su foto aeree;
- edificazione nelle singole maglie.

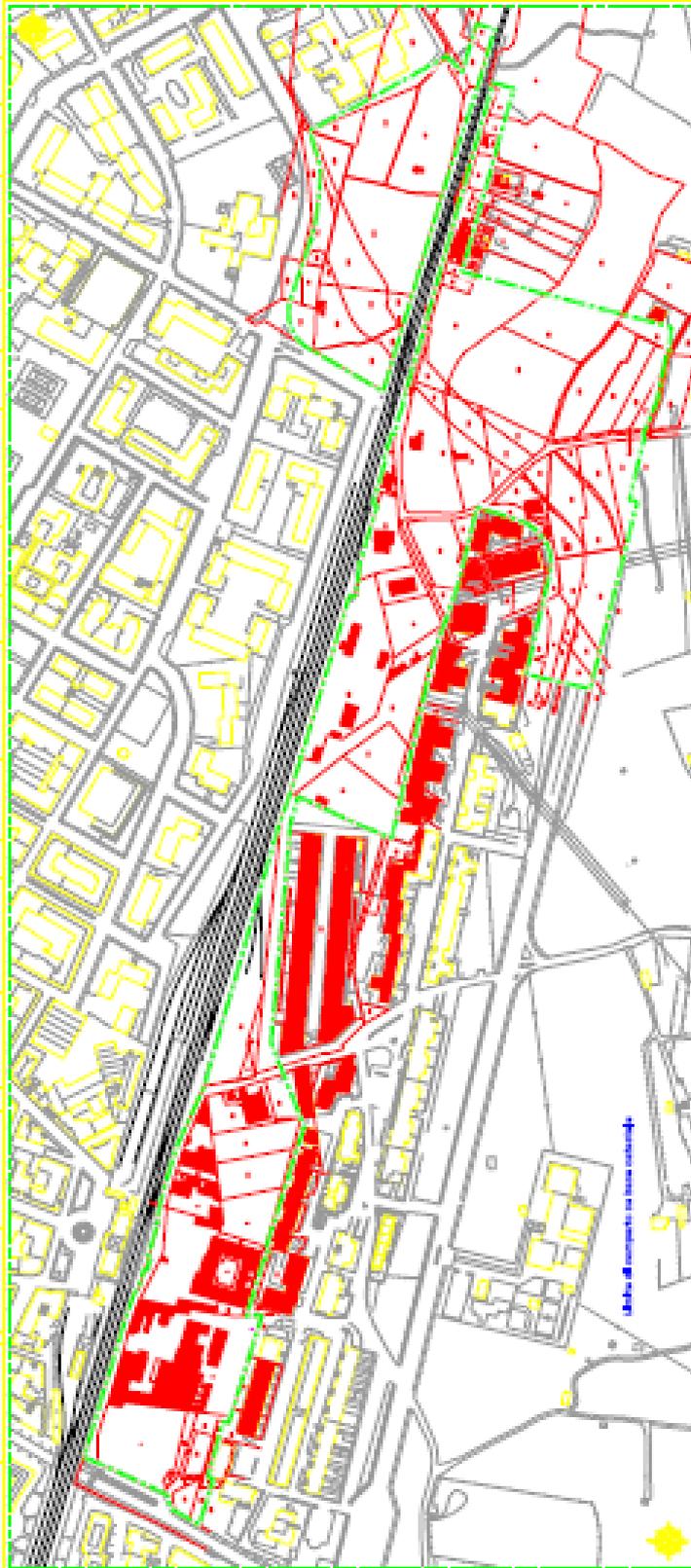
3. Caratteri geomorfologici

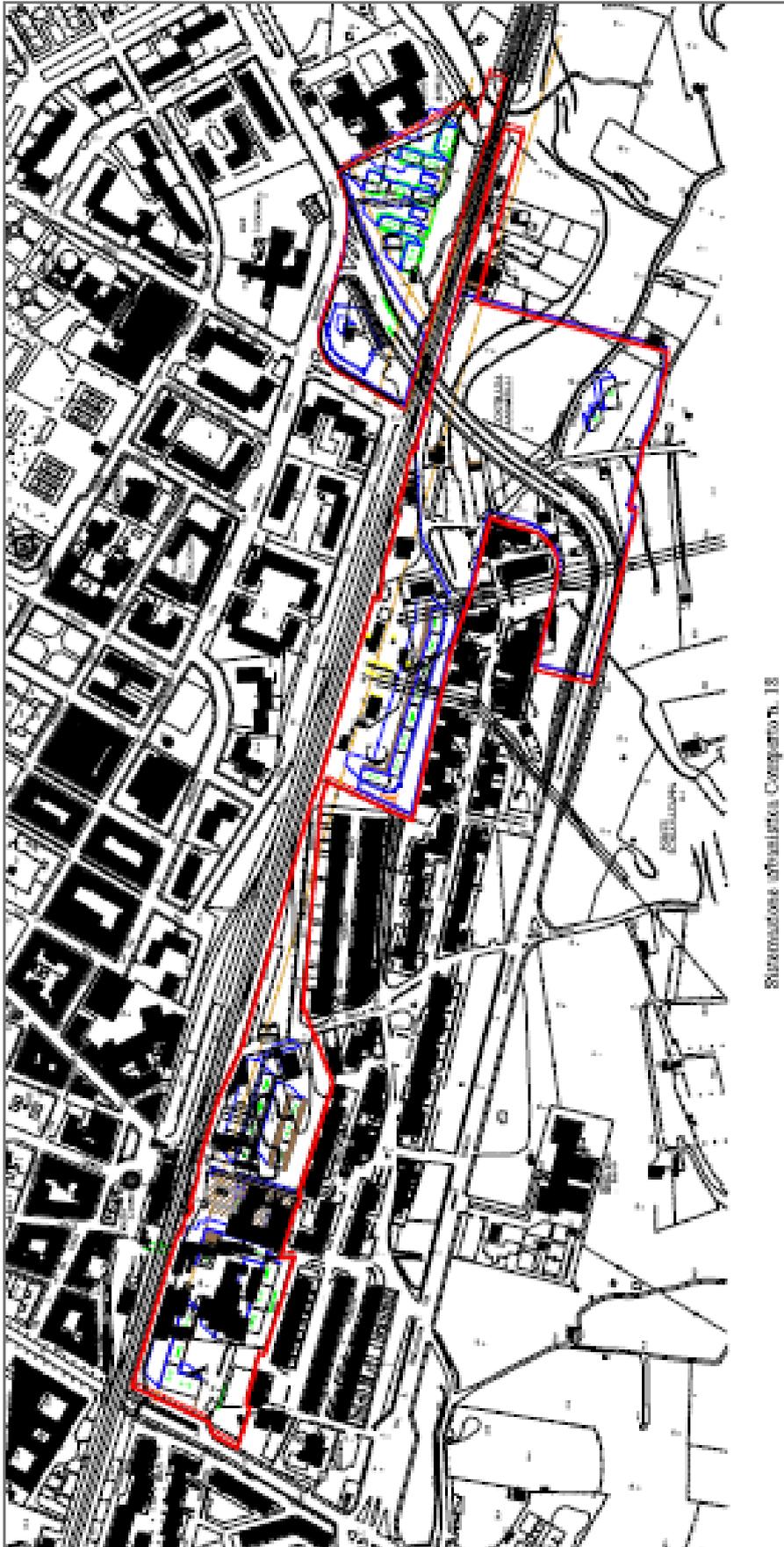
L'area in oggetto, ubicata nella zona di levante del Comune di **Molfetta**, è caratterizzata in affioramento da rocce carbonatiche di età Cretacea, il “ **Calcarea di Bari** ”. Localmente, la serie calcarea è costituita da un'alternanza monotona di strati calcarei bianco-grigiastri e subordinatamente da calcari dolomitici di colore grigio-avana, dello spessore variabile da qualche decimetro fino al metro, a tessitura omogenea, di norma tenaci e compatti. A tratti, nell'ambito di ciascuno strato sono evidenti veli argillosi di terra bruno-rossastra. La roccia mostra di aver subito, in passato, modeste sollecitazioni di compressione e di trazione che non hanno sconvolto l'originaria tessitura e struttura tabulare. Sono presenti talora, con mancanza assoluta di continuità areale, come materiale di interstrato o come riempimento di microcavità e fratture, modesti depositi di argille verdastre e sedimenti calcarenitici dotati di discreti caratteri di compressibilità. A luoghi, gli strati si distinguono per l'interposizione di livelli millimetrici di materiale detritico a differente colorazione ed imputabile ad apporti diversificati e leggere variazioni sinsedimentarie delle caratteristiche microambientali. La continuità spaziale degli strati viene interrotta dalla presenza di piani di fratturazione ad andamento subverticale e a differente orientazione. Sul terreno si evidenziano almeno due sistemi principali di fratturazione. Le caratteristiche di tali superfici (persistenza, spaziatura, orientazione ecc.) sono elementi geometrici fortemente variabili da zona a zona. Tali piani, unitamente ai giunti di strato, suddividono la roccia in poliedri grossolanamente irregolari che, formando vie preferenziali per l'acqua, hanno favorito l'esplicarsi del fenomeno carsico epigeo ed ipogeo. L'acqua con la sua azione ha compromesso le porzioni più superficiali, già fratturate, realizzando, in concentrazioni modeste, lembi terroso-argillosi verdastri che possono svilupparsi anche in profondità, interessando maggiori porzioni rocciose. E' da porre in essere come talora i calcari, a seguito dell'intervento combinato dell'alterazione chimica, della dissoluzione carsica, della microtettonica, possano risultare intensamente fratturati e con caratteristiche geomeccaniche non confacenti ai materiali lapidei. Inoltre, nella zona, stante la natura carsica dei terreni, non si esclude



Architect: [unreadable]







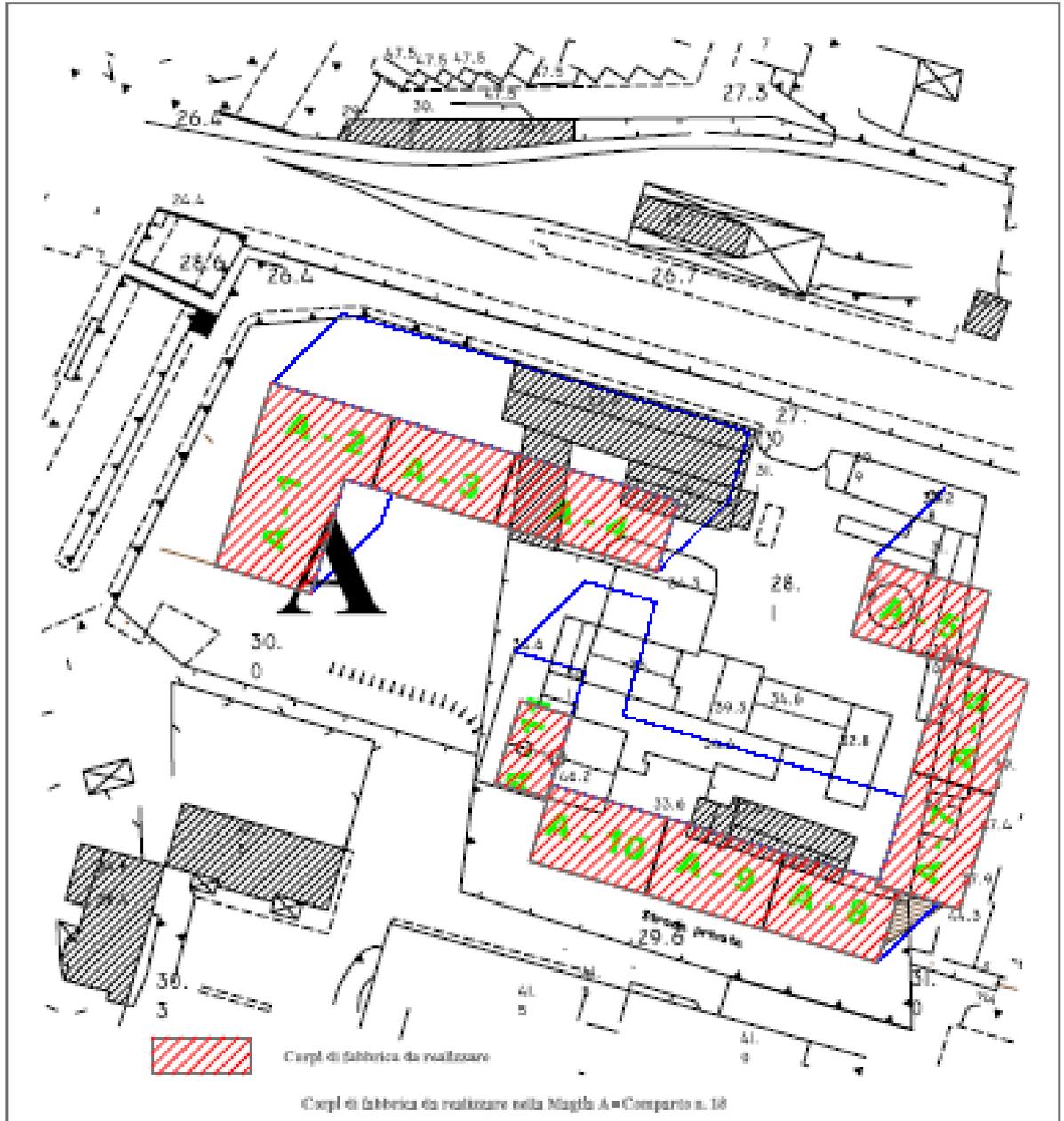
Stimolazione spaziale Complesso n. 18

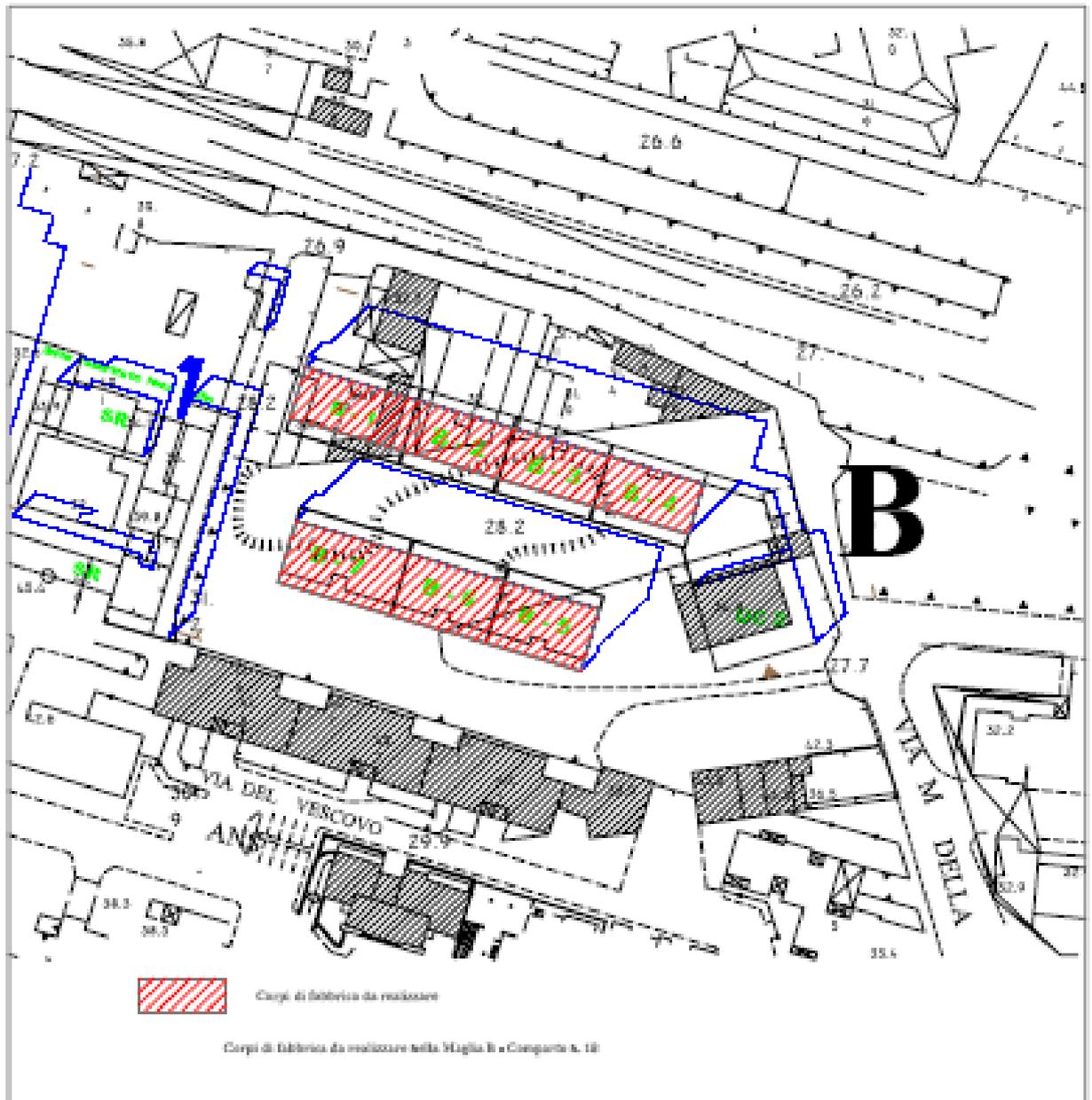


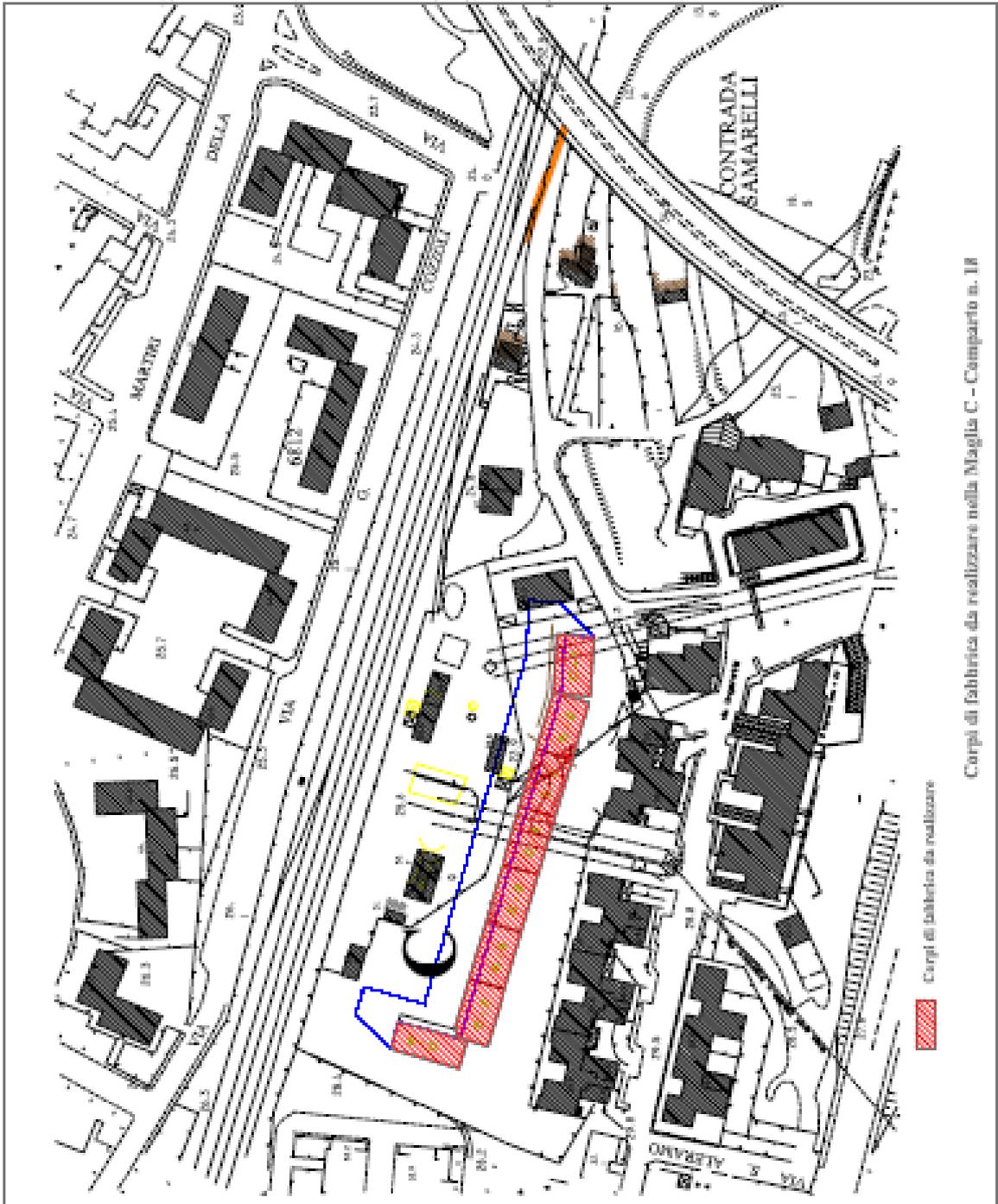
Foto aerea: Comparto n. 18 Maglia A - B - C

Foto aerea: Comparto n. 18 Maglia D



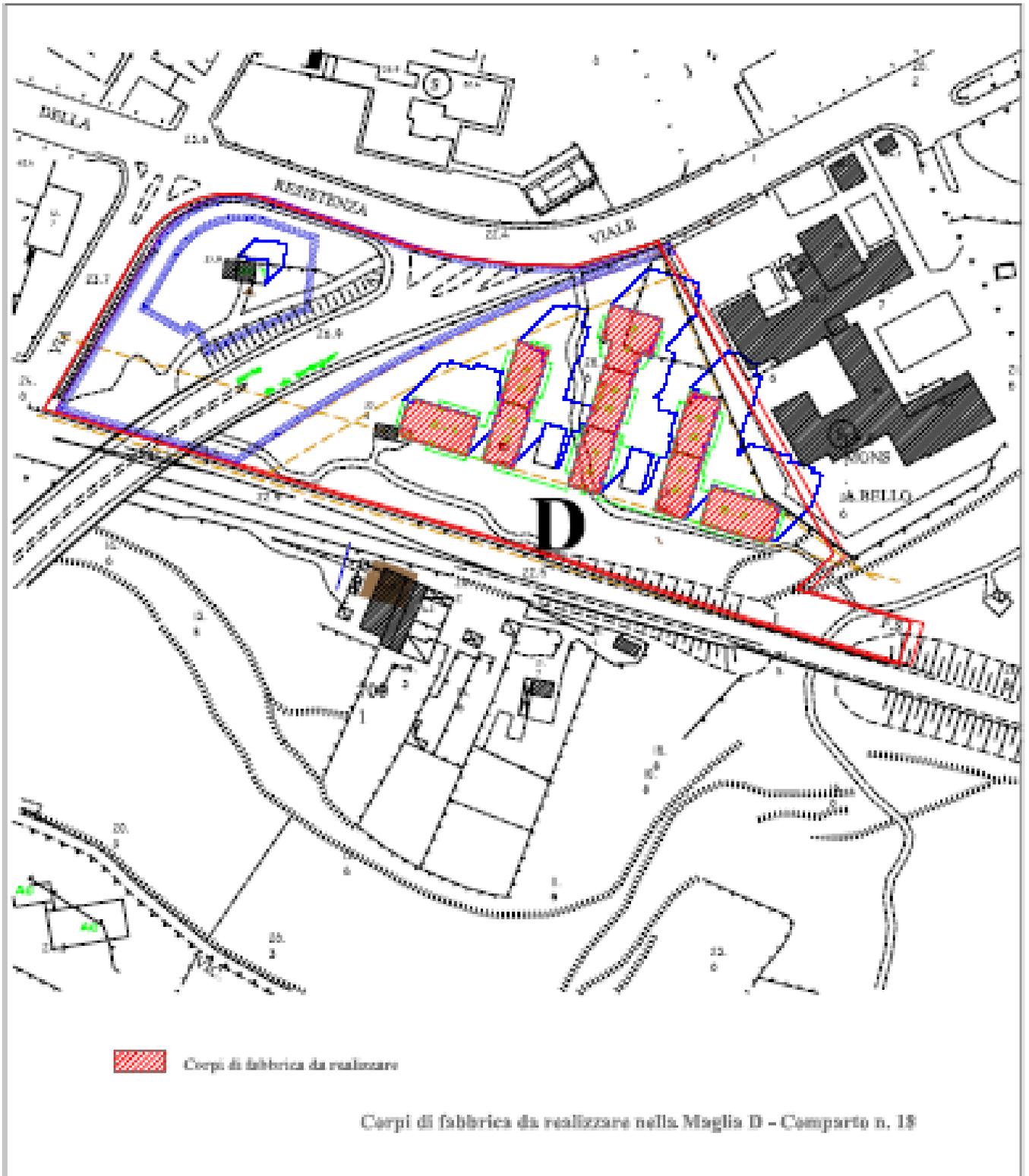






Corpi di fabbrica da realizzare

Corpi di fabbrica da realizzare nella Maglia C - Comparto n. 18



la presenza di soluzioni verticali a minor continuità (capivento, fratture imbutiformi, ecc.). L'andamento generale degli strati calcarei è **N50E** con immersione a NW di pochi gradi; inoltre in adiacenza sono evidenti piccoli salti di pendenza dell'ordine di 60 – 70 cm ascrivibili a paleo terrazzi marini.. La stratificazione, fitta nelle parti alte (con strati dell'ordine del decimetro, le “chiancarelle”) si fa più importante con l'aumentare della profondità (si riscontrano "mani" superiori al metro).

La roccia appare nel complesso come mediamente tenace.

Sui calcari si rinviene una copertura agraria pedogenizzata per attività antropica dello spessore massimo di **50 cm**; tale materiale a luoghi è praticamente assente. Sul terreno vegetale sono presenti ciottoli calcarei a testimonianza dell'esiguo spessore dello stesso.

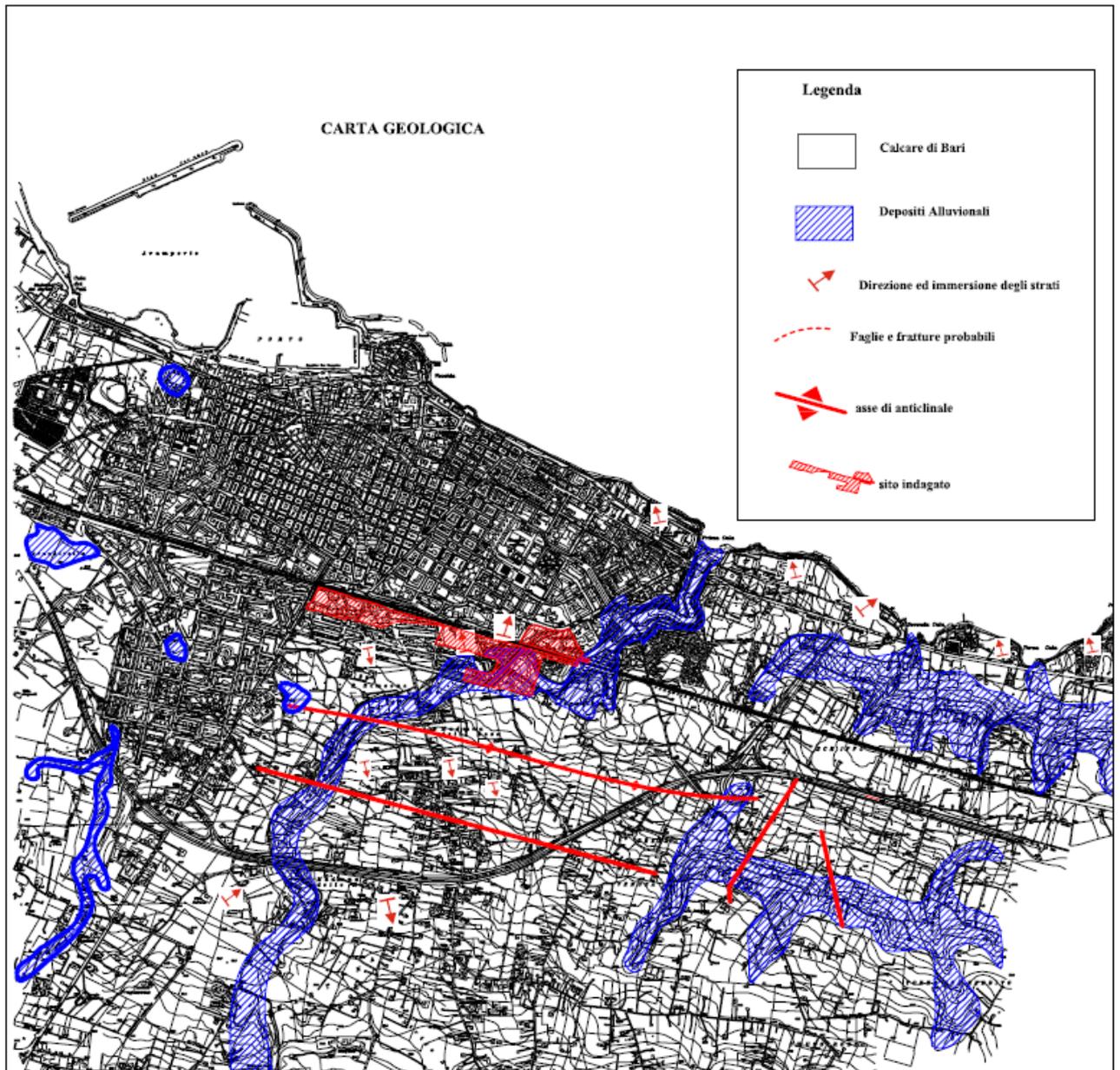
Morfologicamente la zona, nel complesso, degrada dolcemente verso l'attuale linea di costa. Essa si presenta come un tipico territorio interessato dal processo carsico e quindi con l'alternanza di dossi (corrispondenti a cerniere di anticlinali), intervallati a forme più depresse ("lame"), e per l'affioramento, in talune aree, di terreni agrari rossastri.

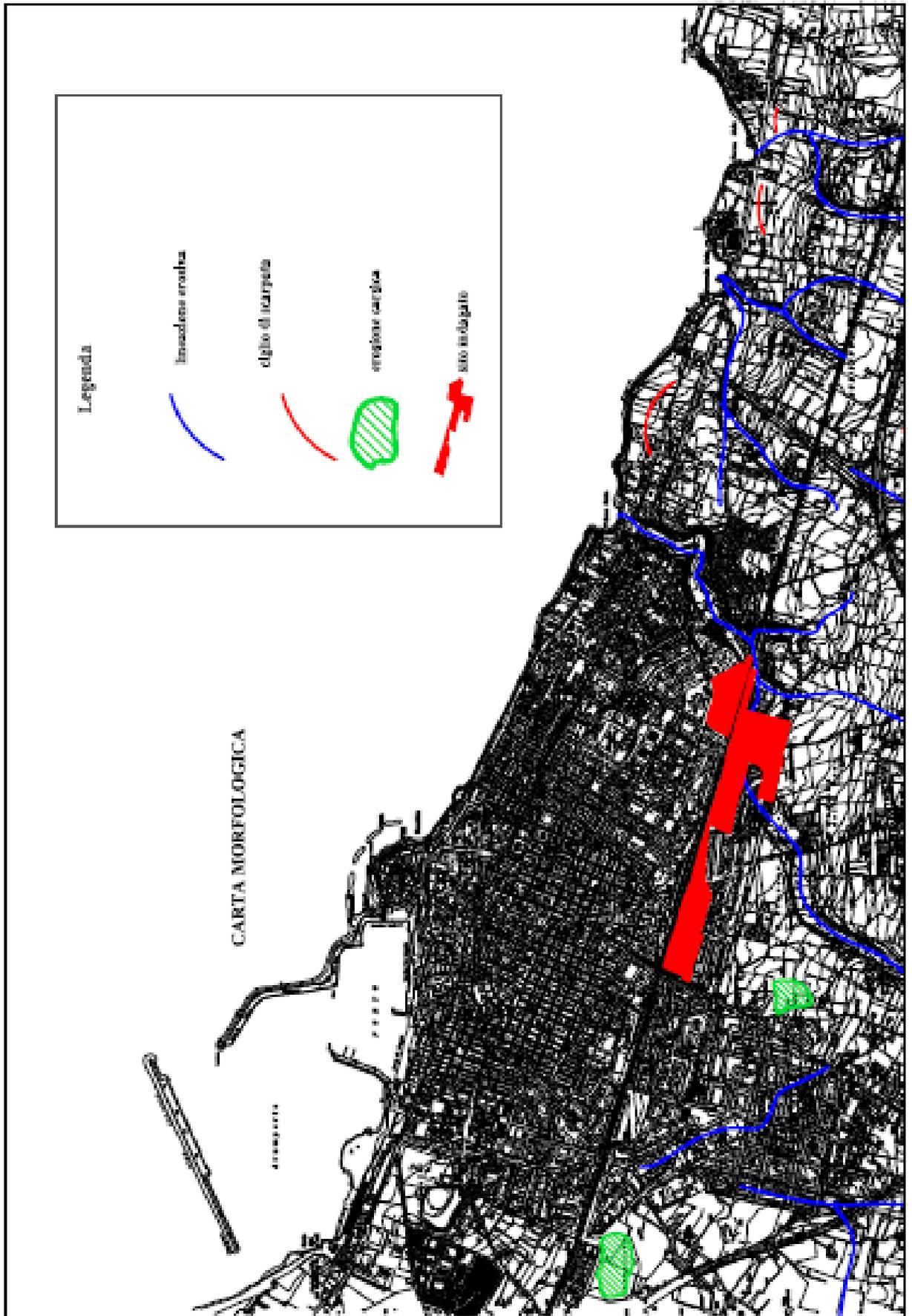
Tettonicamente la zona si presenta a struttura tabulare. L'andamento generale degli strati si configura come una monoclinale immergente a nord-ovest, solo a tratti complicata da deboli episodi plicativi e disgiuntivi.

Idrologicamente la falda freatica di tipo carsico, circolante a luoghi in pressione, sostenuta da acque salate di ingressione marina è confinata a profondità tali da non interferire con le strutture in progetto (nella zona la profondità minimo di rinvenimento dell'acquifero è di circa 20 m dal p.c. in corrispondenza della Maglia D; sensibilmente maggiore è nelle altre Maglie). Stante la permeabilità per fratturazione presentata dai calcari cretacei e per la mancanza di strati francamente impermeabili, non esistono i presupposti per l'esistenza di falde superficiali sospese che possano interferire con le strutture in progetto.

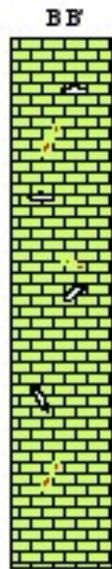
In riferimento alle caratteristiche geologiche dell'area si riportano:

- carta litologica;
- carta della permeabilità;
- sezione geolitologica schematica e colonna litostratigrafica locale.





Situazione geologica e stratigrafica del Comune di Molfetta (Ba)



LEGENDA

- | | | | |
|---|---|--|-----------------------------|
|  | Calcarei fatti con alternati a
tomo rosso (calcarei di Bari) |  | Calcarei (Calcario di Bari) |
|  | cavità |  | Fa già diretta prossima |
|  | Depositi confinati di tomo rosso | | |

4. Rapporti con gli strumenti programmatori e di pianificazione

PRGC e PUTT

Il Comparto Edificatorio n. 18 è classificato come **Zona B3** (Zone di Completamento) ex art. 1.03.5 delle NTA del PUTT/Puglia, dove si riporta: *“Le norme contenute nel piano, di cui al Titolo II ‘Ambiti territoriali Estesi’ ed al Titolo III ‘Ambiti territoriali Distinti’, non trovano applicazione all’interno dei territori costruiti che vengono, anche in applicazione dell’art. 1 della L. 431/85, così definiti: ...omissis 5.1 aree tipizzate dagli strumenti urbanistici come zone omogenee “A” e “B.”*

Tali progetti sono esentati dalla verifica di compatibilità paesaggistica e non hanno bisogno di alcuna autorizzazione.

PAI

Per quel che riguarda il Piano di Bacino Stralcio per l’ Assetto Idrogeologico, adottato in data 15.12.2004 dalla Regione Puglia, nel Comune di Molfetta non ci sono ambiti perimetrati come zone a rischio di alluvionamento. Nella figura che segue si riporta uno stralcio della cartografia del PAI, da dove si evince l’insussistenza di vincoli di alluvionamento.

In riferimento all’art. 10 delle NTA del PAI, riferito alla **“Disciplina delle fasce di pertinenza fluviale”**, al comma 1 viene riportato: *“Ai fini della tutela e dell’adeguamento dell’assetto complessivo della rete idrografica, il PAI individua le fasce di pertinenza fluviale”*. Al successivo comma 2 si legge: *“All’interno delle fasce di pertinenza fluviale sono consentiti tutti gli interventi previsti dagli strumenti urbanistici del territorio, a condizione che venga preventivamente verificata la sussistenza delle condizioni di sicurezza idraulica, come definita dall’art. 36, sulla base di uno studio di compatibilità idraulica subordinato al parere favorevole dell’Autorità di Bacino”*. Infine al comma 3 si riporta: *“Quando la fascia di pertinenza fluviale non è arealmente individuata sulla cartografia in allegato, le norme si applicano alle porzioni di terreno, sia in destra che in sinistra, contermini all’area golenale, come individuata all’art. 6 comma 8, di ampiezza comunque non inferiore a 75 m”*.

Per quanto riguarda le Maglie A.B e C, le distanze tra i corpi di fabbrica e la “lama Martina” sono notevoli e certamente superiori ai 75 m; l’unica palazzina che ricade a distanza inferiore ai 75 m dall’asse del corso d’acqua (area golenale) è la D9. Bisogna puntualizzare due fatti. Il dislivello di circa 15 m. dal letto del corso d’acqua ed il p.c. attuale è tale che difficilmente può essere superato anche da precipitazioni di notevole

intensità. In adiacenza alla Maglia D del comparto edificatorio n. 18, da oltre 15 anni, esiste un corpo di fabbrica, l'Istituto Professionale per il Commercio, che non ha subito danni causati da acque di corrivazione. E' chiaro che soprattutto per questa palazzina andranno presi tutti i presidi del caso, ma ad oggi non si ravvisano anche per questa particolari difficoltà realizzative.

L'intervento, in definitiva, risulta congruente con la normativa e la pianificazione in essere. Tutti gli interventi di trasformazione fisica del territorio e/o insediativi, pertanto, andranno resi compatibili con la conservazione degli elementi caratterizzanti il sistema botanico-vegetazionale, la sua ricostituzione, le attività agricole coerenti con la conservazione del suolo. Va ancora evitata ogni destinazione d'uso non compatibile con le finalità di salvaguardia e, di contro, vanno individuati i modi per innescare processi di corretto riutilizzo e valorizzazione.

Per quanto riportato nella descrizione degli interventi da eseguirsi nel territorio di Molfetta, i lavori in oggetto sono compatibili con il regime vincolistico esistente.

Verificata l'inesistenza di vincoli di alcun tipo, a parere di chi scrive non si riavvisa limitazione alcuna per la realizzazione del progetto in epigrafe e **né sussistono rischi idraulici, idrogeologici e tettonici che possano mettere a rischio l'incolumità di cose e persone.**

5. Indagini

5.1 Rilievo geologico di dettaglio

Nell'area di interesse sono stati effettuati numerosi sopralluoghi per meglio comprendere la situazione geomorfologica esistente.

In adiacenza al Comparto n. 18 è possibile osservare in affioramento strati e banchi calcarei ben visibili specialmente in adiacenza al rilevato ferroviario ed al ponte, peraltro posizionato proprio sul fondo della lama. La zona è caratterizzata da un esiguo spessore di terreno vegetale di copertura e stante la suborizzontalità presentata dagli strati calcarei, di frequente si osservano le facce di strato dell'ammasso carbonatico, così come meglio evidenziato dalle foto riportate in allegato. Gli strati calcarei hanno direzione N50E ed immersione a NW di pochi gradi. Sul terreno si osservano due sistemi principali di fratturazione, subverticali e circa ortogonali; il principale ha direzione NS ed il secondo EW.

Brevemente vengono descritte le condizioni osservabili nelle singole maglie.

Maglia A – B

L'area ricadente in un tessuto urbanistico edificato, è costituita essenzialmente dalle fabbriche per il confezionamento di cemento (de Gennaro e Gallo), per cui è difficile verificare le condizioni del sottosuolo. La situazione litostratigrafica superficiale è stata rilevata dallo scavo presente alla base del silos deposito di calce. In superficie si rinviene materiale di riporto dello spessore di circa 60 cm, a cui segue terreno agrario dotato di uno spessore che raggiunge il metro e mezzo. A questi materiali sembrerebbe seguire il calcare. In quest'area particolare attenzione andrà posta all'individuazione delle cisterne realizzate per l'accumulo di acqua che hanno notevole estensione e profondità che raggiungono anche i 5.00 m. Una è stata osservata al di sotto della fabbrica "Cementificio Gallo", una in prossimità della palazzina uffici della "Cementeria de Gennaro" ed un'altra in prossimità del muro di confine tra la fabbrica "Gallo" ed altra proprietà in direzione ovest.

Maglia C

E' caratterizzata dalla presenza sulla coltre agraria di sterpaglie che hanno anche ostacolato l'esecuzione delle indagini geofisiche. Comunque al di sotto del terreno agrario, dello spessore massimo di 1.00 m, si intercettano strati e banchi calcarei.

Maglia D

Costituisce la parte superiore di un terrazzo fluviale, caratterizzato dalla presenza di coltre eluviale con spessori veramente modesti, talora praticamente inesistenti, cui seguono i calcari.

5.2 Geoelettrica

Per la finalità dell'indagine si è ritenuto opportuno eseguire una prospezione elettrica, con corrente continua, tesa a ricavare i valori della resistività del substrato per ricostruire la stratigrafia dell'area e verificare l'eventuale presenza di cavità.

La determinazione dei valori della resistività dei litotipi ricadenti nell'area in progetto, è stata effettuata utilizzando due metodologie: Dipolo-dipolo e Schlumberger.

Il primo metodo, Dipolo-dipolo (Sondaggio Elettrico Orizzontale), consente di ottenere una sezione elettrostratigrafica che permette la caratterizzazione areale del sottosuolo lungo un profilo.

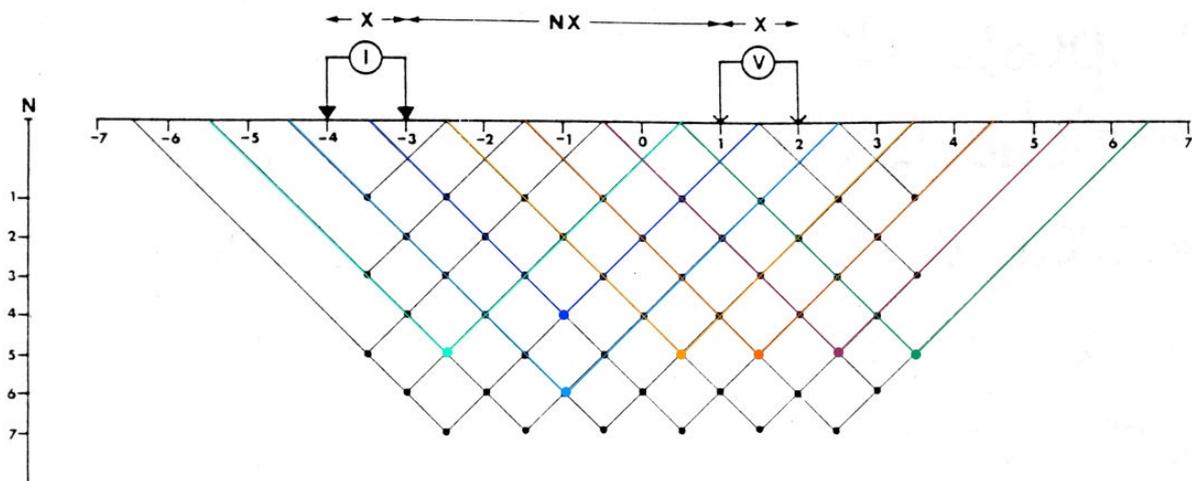
Il secondo metodo, Sondaggio Elettrico Verticale di tipo Schlumberger, pur avendo una limitazione areale, permette di investigare più in profondità consentendo la ricostruzione elettrostratigrafica nel centro del sondaggio.

5.2.1 Prospezione elettrica con sondaggio dipolo-dipolo

Nell'area oggetto di studio è stata eseguita un'indagine geoelettrica, in corrente continua, comprendente 53 sondaggi elettrici orizzontali con il dispositivo dipolo-dipolo lungo quattro profili, di diversa lunghezza ma con la stessa unità dipolare di 4 metri, le cui tracce sono riportate nella figura delle ubicazioni dei profili dipolari.

L'utilizzazione di detta metodologia è stata preferita perché più idonea per individuare zone e corpi elettricamente anomali e lateralmente limitati. Infatti, esse sono da considerarsi corpi infinitamente resistivi inclusi in un mezzo a resistività finita. La loro presenza provoca, nel campo elettrico artificialmente indotto nel sottosuolo, delle distorsioni rilevabili in superficie.

La tecnica dei profili, condotta in particolare con dispositivi dipolari, è la più idonea ad evidenziare anomalie generate da corpi localizzati. In generale la tecnica adoperata consiste nell'investigare una sezione del sottosuolo lungo il profilo prescelto.

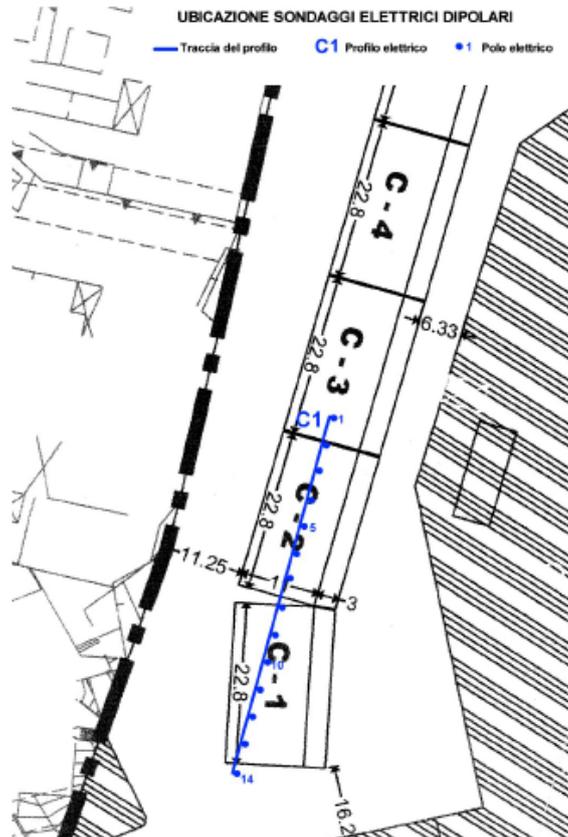
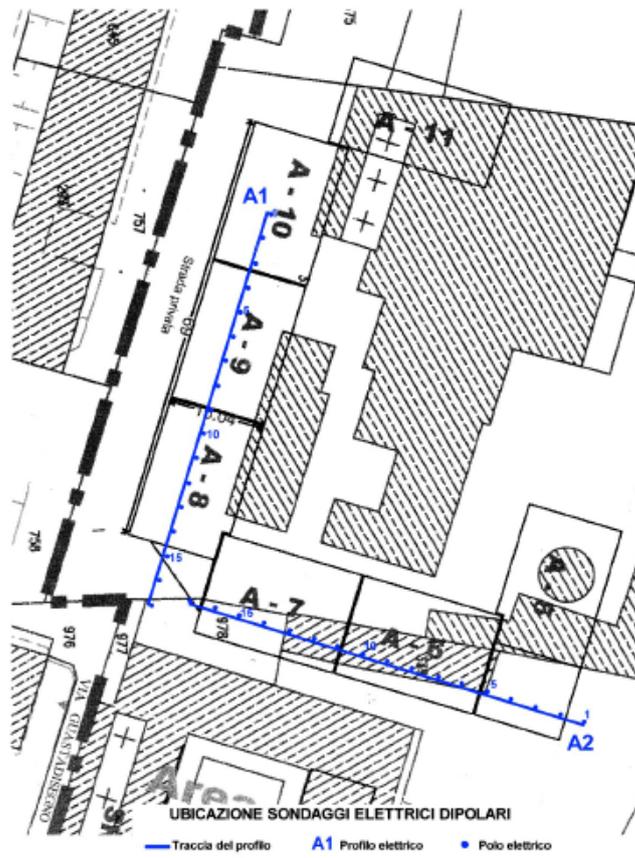


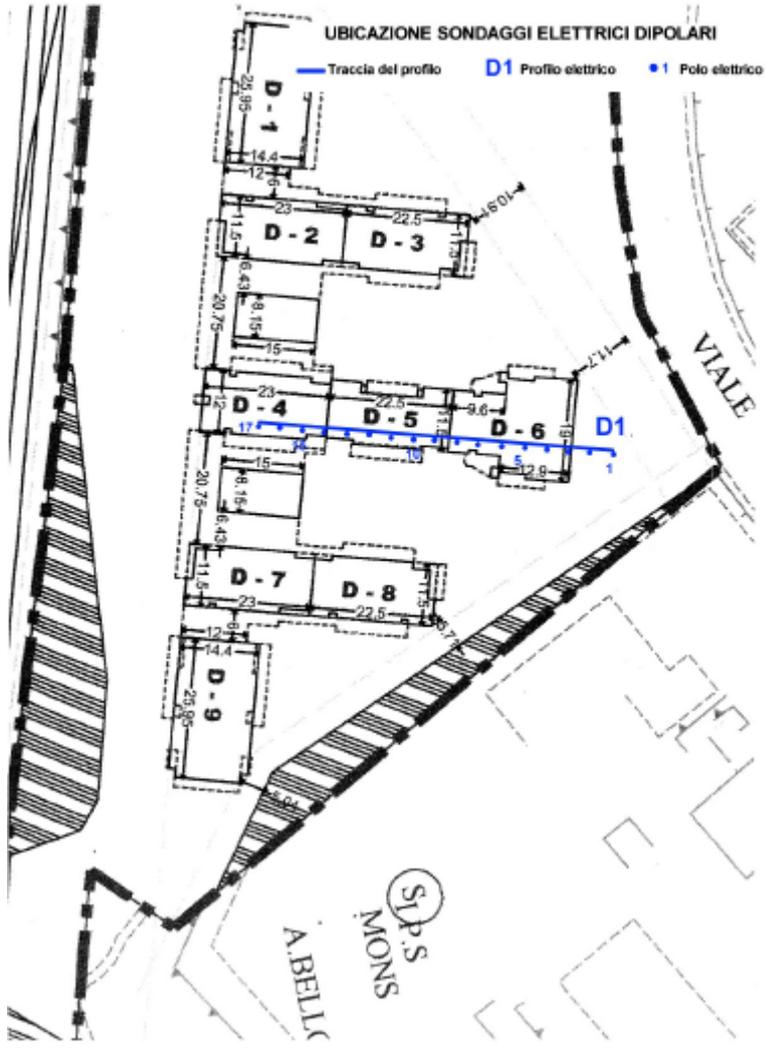
Schema operativo della tecnica del profilo dipolo-dipolo e metodo usato nella rappresentazione dei risultati

Ciò è realizzato mediante misure di corrente e di differenza di potenziale tra una coppia di elettrodi di energizzazione "I" (dipolo di corrente) e da una coppia di elettrodi di misura della differenza di potenziale "V" (dipolo di tensione).

Ogni misura è ottenuta per un prefissato valore della distanza tra i dipoli (valore n).

La serie di misure si ottiene disponendo lungo un allineamento una successione di poli elettrici equidistanti a 4 metri. La prima serie si ottiene mantenendo costante la distanza fra il dipolo di corrente e quello di tensione, pari ad una unità dipolare di 4 metri ($n = 1$). Misure ottenute spostando lungo il profilo l'intero dispositivo,





mantenendo n costante, costituiscono una strisciata; più strisciate sono ottenute variando, fin tanto che lo consente la lunghezza del profilo, il valore di n nella distanza tra la coppia di dipoli elettrodi di corrente (I) e quella di registrazione della differenza di potenziale (V). Nell'indagine è stato utilizzato un numero massimo di strisciate pari a 14 ($n = 14$) per i due sondaggi elettrici della maglia A (A1 e A2) e per il sondaggio della maglia D (D1) e pari a 11 ($n = 11$) per il sondaggio della maglia C (C1). Il totale per metri lineari di sondaggi eseguiti somma a per un totale di superficie investigata pari a complessivi 244 ml.

Come ben noto essendo la profondità di indagine funzione della distanza elettroica del dispositivo utilizzato, otterremo, generalmente, per un prefissato valore di n una profondità costante. Tali profondità, in ogni caso, non sono a priori quantitativamente valutabili dipendendo anche dalle caratteristiche elettriche del sottosuolo indagato.

Tramite i valori di tensione e di corrente rilevati in sito è stato possibile calcolare, per ogni posizione del dispositivo, i valori di resistività apparente riportati in grafici semilogaritmici in funzione della distanza dipolare (All. 1).

I dati dei singoli sondaggi sono stati poi utilizzati per elaborare una sezione di resistività apparente mostrata di seguito. Nella sezione ogni punto rappresenta un valore di resistività apparente, punti appartenenti ad un allineamento orizzontale, costituiscono una strisciata. I valori di ogni singola strisciata sono riportati nei grafici semilogaritmici dell'Allegato 1.

I singoli valori della pseudosezione sono, infine, interpolati da linee isoresistive. L'interpretazione dei predetti valori porta alla creazione di anomalie che per valore si differenziano individuando corpi anomali resistivi e corpi anomali conduttivi. L'interpretazione delle pseudosezioni è stata effettuata attraverso una modellazione bidimensionale condotta con l'ausilio di un programma di calcolo utilizzando la tecnica degli elementi finiti.

La determinazione delle anomalie avviene a seguito di un'interpretazione qualitativa per andamento e valore della stessa.

Va a questo punto puntualizzato che la scelta di modelli semplici, dettata da problemi interpretativi, rappresenta una semplificazione di realtà che possono essere più complesse.

5.2.2 Analisi dei risultati

La campagna geognostica prevedeva l'esecuzione di sondaggi elettrici dipolari lungo gli allineamenti delle tracce delle fondazioni dei fabbricati in progetto secondo una maglia abbastanza larga finalizzata alla caratterizzazione di massima del substrato. In alcune maglie la ridotta agibilità o addirittura l'inaccessibilità dell'area ha ridotto le indagini inizialmente previste.

Profilo dipolare n° A1

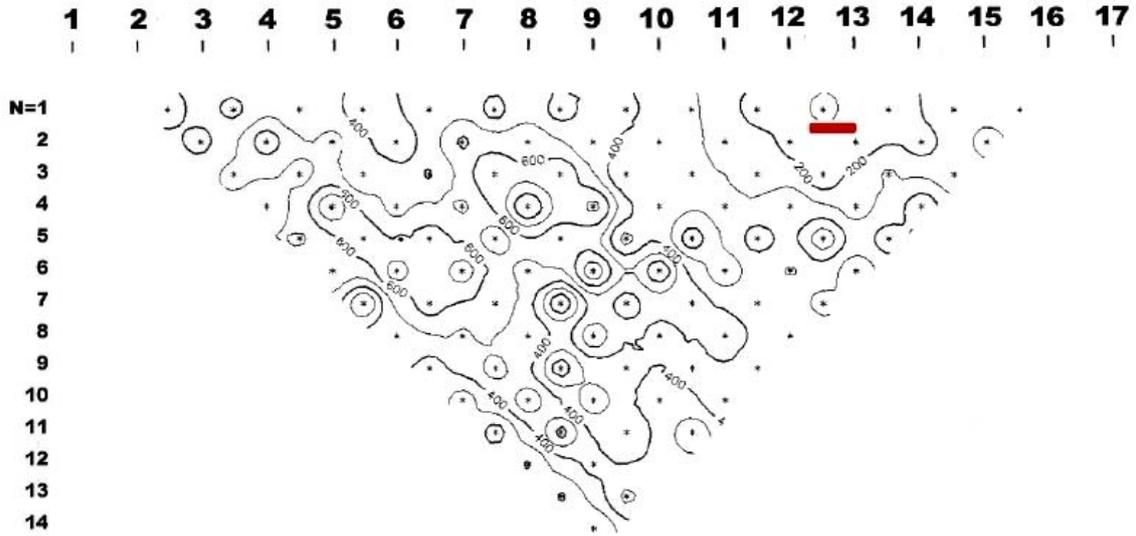
Questo sondaggio, lungo 64 metri, è stato eseguito nella maglia A longitudinalmente all'impronta dei fabbricati A8 – A9 – A10.

Il sondaggio presenta un substrato abbastanza omogeneo caratterizzato da valori della resistività compresi mediamente nell'intervallo $300 \div 600 \Omega \text{ m}$.

Nel particolare possiamo notare la presenza di una cella conduttiva in corrispondenza della parte finale del sondaggio. Questa cella si estende dal polo elettrico n°11 al polo elettrico n°14 ed interessa le letture eseguite con le prime tre strisciate. Il valore della resistività di questa cella è minore di $200 \Omega \text{ m}$.

Una migliore visione dell'andamento delle resistività nella sezione investigata, si possono vedere analizzando la pseudosezione delle resistività apparenti calcolate, dove le resistività sono state raggruppate in quindici classi cromatiche: da $<100 \Omega \text{ m}$ a $>1400 \Omega \text{ m}$ secondo un gradiente di $\Omega \text{ m}$.

Le geometrie delle iso-resistive del sondaggio risultano allungate nella direzione dei dipoli di corrente ed è maggiormente evidente nella prima parte del sondaggio. Questa situazione è determinata da una maggiore fratturazione della roccia che viene ad essere interessata da processi di alterazione della roccia che aumentano gradatamente verso la parte finale del sondaggio dove raggiungono la massima espressione nella zona conduttiva.

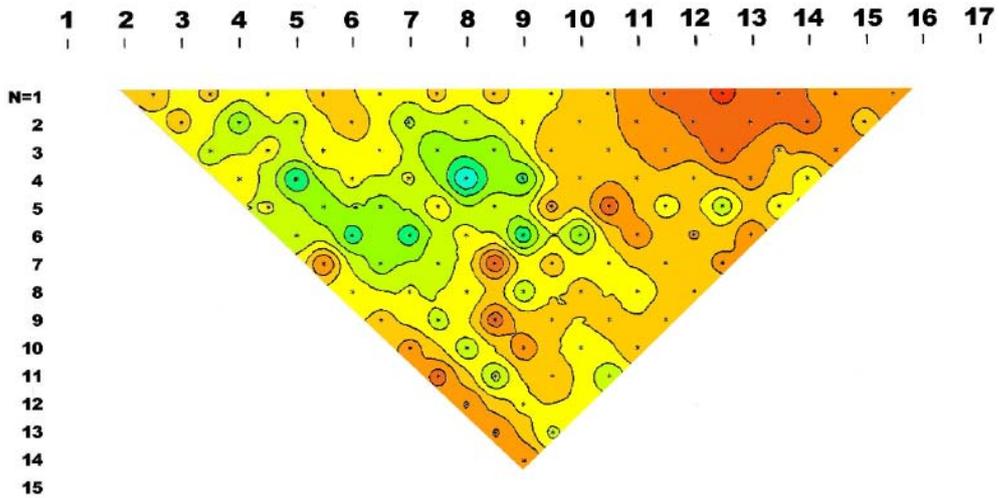


PROFILO ELETTRICO DIPOLARE N° A1

Pseudosezione di resistività apparente misurata

+ Anomalia resistiva **—** Anomalia conduttiva

~ Isoresistive 1...12 Poli elettrici N=1 Distanza dipolare



PROFILO ELETTRICO n° A1

Pseudosezione di resistività apparente calcolata

1 ... 10 Poli elettrici N=1 Distanza dipolare

Profilo elettrico n° A2

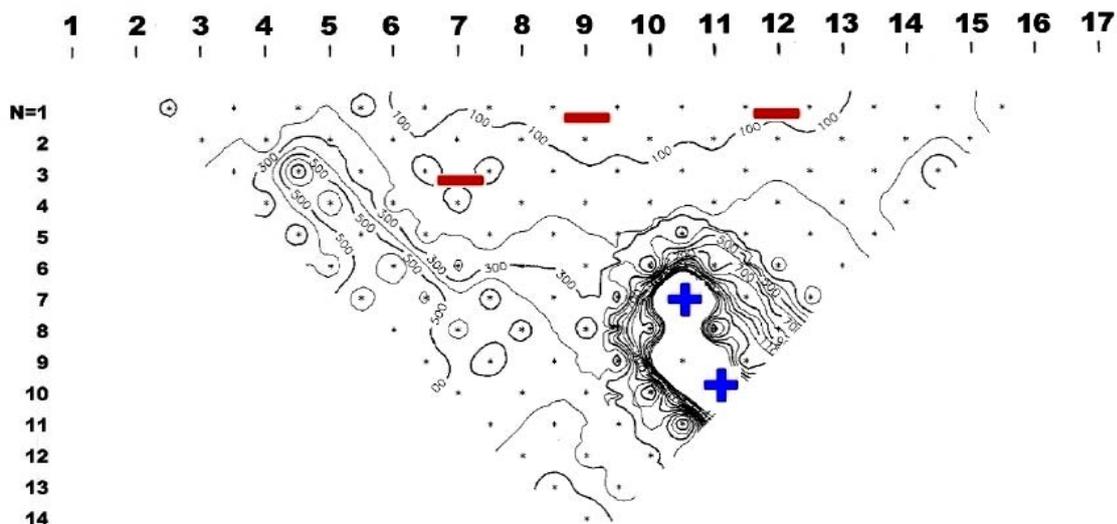
Il secondo profilo, lungo anch'esso 64 metri, è stato eseguito ortogonalmente al precedente lungo l'allineamento delle fondazioni dei fabbricati A5 – A6 – A7.

L'analisi della sezione evidenzia un substrato abbastanza simile al precedente nei valori medi delle resistività che anche per questo sondaggio sono comprese tra i 300 ed i 600 Ω m. Il sondaggio risulta caratterizzato dalla presenza di una cella conduttiva più allungata di quella presente nel precedente sondaggio. La cella conduttiva si estende da polo elettrico n°6 fino al polo elettrico n°13 ed interessa le letture delle prime tre-quattro strisciate. Il valore della resistività in questa zona del sondaggio è minore di 100 Ω m. Di particolare interesse è la cella resistiva rilevata immediatamente al di sotto della cella conduttiva. La cella resistiva, rilevata in corrispondenza dei poli elettrici 10÷12, è caratterizzata da valori della resistività superiori ai 2000 Ω m. Nello specifico, la presenza di queste due celle molto ravvicinate tra loro ed una sopra l'altra, le dimensioni contenute della cella resistiva, lasciano presupporre la presenza di cavità carsiche di interstrato.

Le zone anomale sono segnalate nella sezione con i segni + e -.

L'analisi delle geometrie delle iso-resistive evidenzia nella parte iniziale del sondaggio una lineazione in corrispondenza delle letture eseguite con il dipolo di corrente 2-3 che può essere associata ad una maggiore fratturazione della roccia.

Anche per questo sondaggio è stata eseguita la pseudosezione delle resistività calcolate dove le variazioni delle resistività vengono individuate con quindici classi cromatiche da <100 a > 1400 Ω m con gradiente di 100 Ω m.

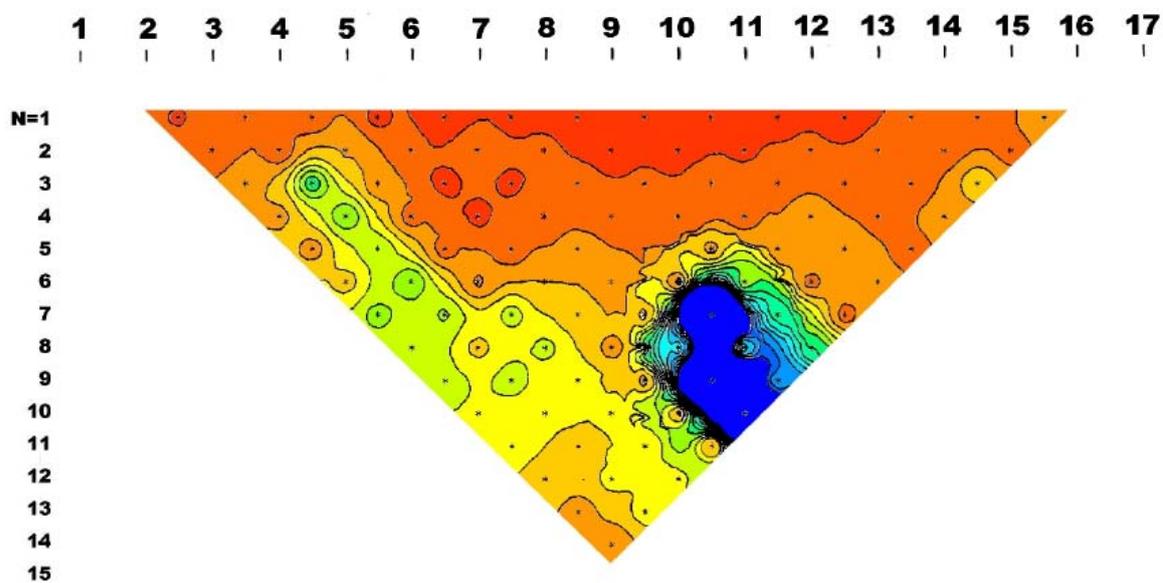


PROFILO ELETTRICO DIPOLARE N° A2

Pseudosezione di resistività apparente misurata

+ Anomalia resistiva **—** Anomalia conduttiva

~ Isoresistive 1...12 Poli elettrici N=1 Distanza dipolare



PROFILO ELETTRICO n° A2

Pseudosezione di resistività apparente calcolata

1 ... 10 Poli elettrici

N=1 Distanza dipolare

Profilo elettrico n° C1

Il terzo profilo, lungo 52 metri, è stato eseguito in corrispondenza degli allineamenti delle fondazioni delle palazzine C1, C2 e parte del C3. Le dimensioni ridotte del sondaggio sono state imposte dall'inaccessibilità dell'area dovuta alla presenza di fatiscenti baracche disposte trasversalmente alla linea dei fabbricati a farsi. Questa situazione ha ridotto lo spessore di substrato investigato; infatti, come già detto nella descrizione della metodologia del tipo sondaggio, gli spessori investigati sono direttamente proporzionali alla lunghezza del sondaggio.

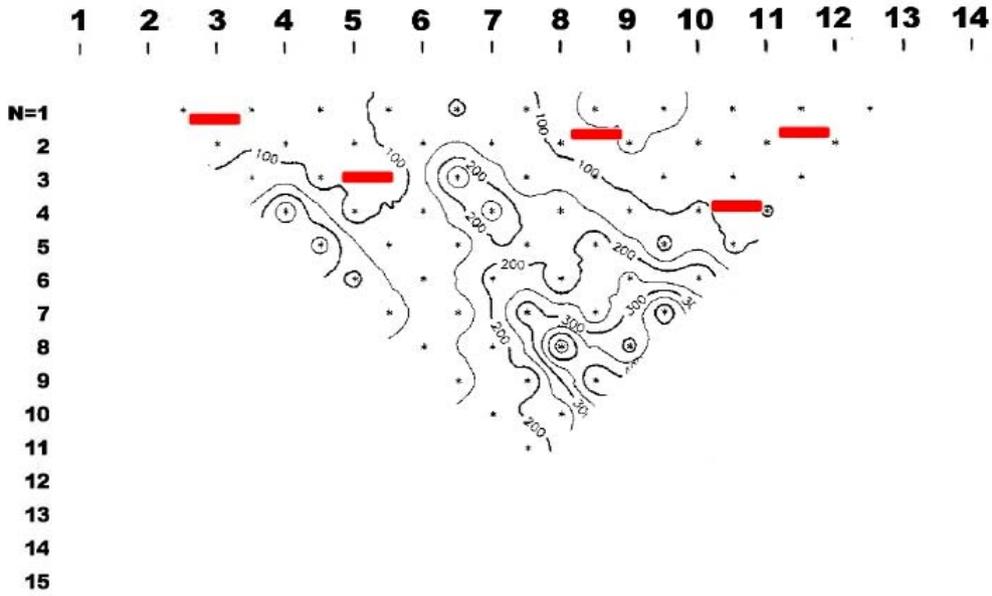
Il sondaggio risulta caratterizzato da valori della resistività abbastanza bassi. Le resistività del sondaggio risultano comprese tra 100 e 300 Ω m.

Nel particolare possiamo notare la presenza di due celle conduttive, caratterizzate da valori della resistività inferiori a 100 Ω m, rilevate la prima nella parte iniziale del sondaggio (poli elettrici 1÷5); la seconda nella parte finale del sondaggio a partire dal polo elettrico n°8.

Lo spessore di queste due celle resistive interessa i valori rilevati nelle prime quattro strisciate.

Solo nella parte più profonda del sondaggio si rileva un aumento deciso del valore della resistività che lascia prevedere un passaggio litologico.

Anche per questo sondaggio è stata elaborata la pseudosezione delle resistività calcolate redatta con quindici classi cromatiche da <100 a > 750 Ω m ; il gradiente è stato ridotto a 50 Ω m. vista la debole variazione delle resistività.

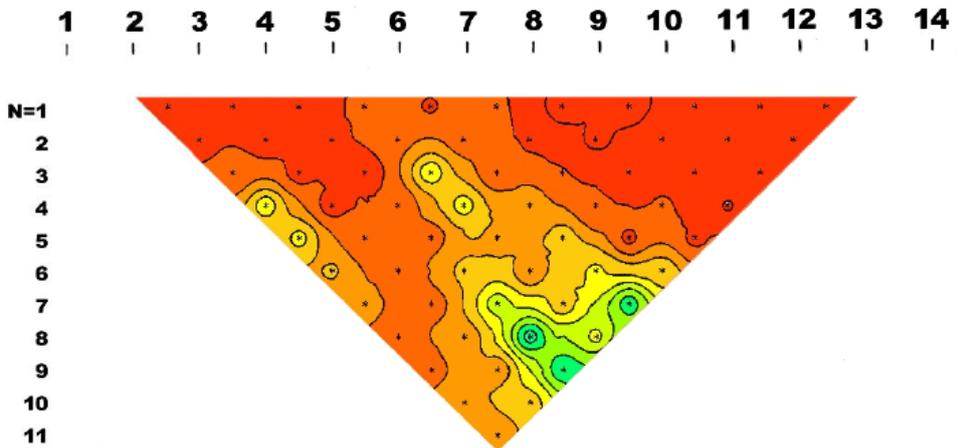


PROFILO ELETTRICO DIPOLARE N° C1

Pseudosezione di resistività apparente misurata

+ Anomalia resistiva **—** Anomalia conduttiva

~ Isoresistive 1...12 Poli elettrici N=1 Distanza dipolare



PROFILO ELETTRICO n° 1

Pseudosezione di resistività apparente calcolata

1 ... 10 Poli elettrici N=1 Distanza dipolare

Profilo elettrico n° D1

Il quarto sondaggio è stato eseguito nell'unica parte dell'area facilmente accessibile ricoprendo l'area interessata dai corpi di fabbrica D4, D5, D6.

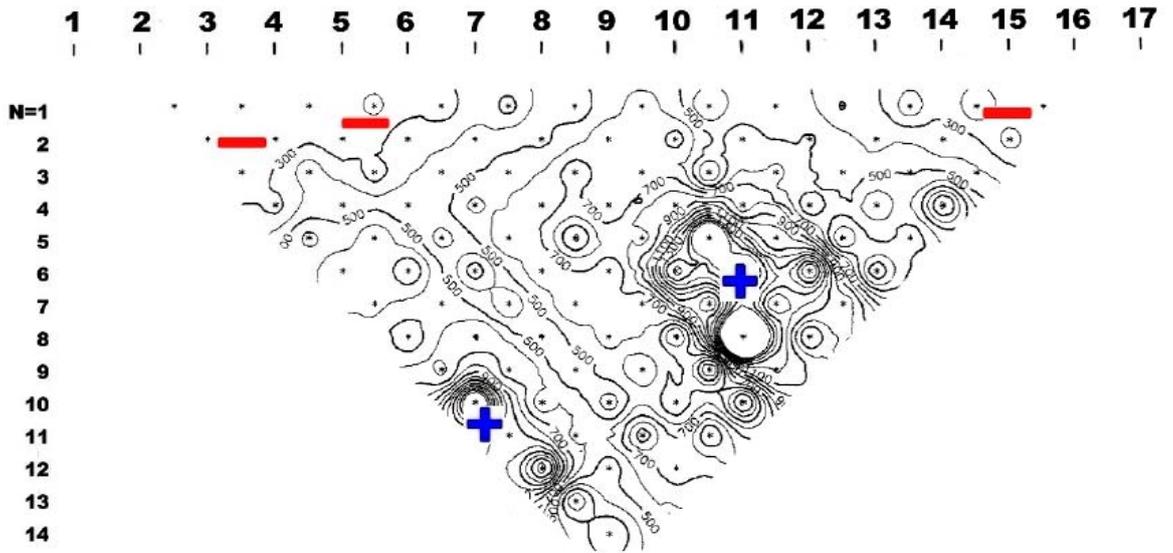
L'analisi del sondaggio evidenzia la presenza di due celle resistive superficiali: la prima nella parte iniziale del sondaggio, la seconda nella parte finale.

La prima si estende fino al polo elettrico n°6 ed è determinata dalle letture eseguite nelle prime quattro strisciate; il valore della resistività è compreso tra i 200 ed i 300 Ω m. La seconda zona conduttiva si estende a partire dal polo elettrico n°13 e pur avendo dimensioni più ridotte della precedente, risulta più intensa della stessa in quanto determinata da valori della resistività mediamente più bassi (<200 Ω m).

Proseguendo la lettura della sezione, si evidenzia un substrato abbastanza omogeneo caratterizzato da valori della resistività mediamente compresi tra 400 e 700 Ω m. Di particolare interesse è la presenza di due celle resistive indicate nella sezione con il segno + . Queste anomalie resistive sono importanti non tanto per il valore assoluto (1000÷1800 Ω m) quanto per la brusca variazione delle resistività fra letture contigue che in alcuni casi supera i 1500 Ω m. Questa situazione può essere indice di presenza di cavità.

Le geometrie delle iso-resistive individuano lineazioni rilevate in corrispondenza dei dipoli di corrente 3-4 e 9-10, dovute ad una maggiore fratturazione della roccia.

Anche per questo sondaggio è stata redatta la pseudosezione delle resistività apparenti calcolate utilizzando quindici classi cromatiche da <100 a > 1400 Ω m con gradiente di 100 Ω m.

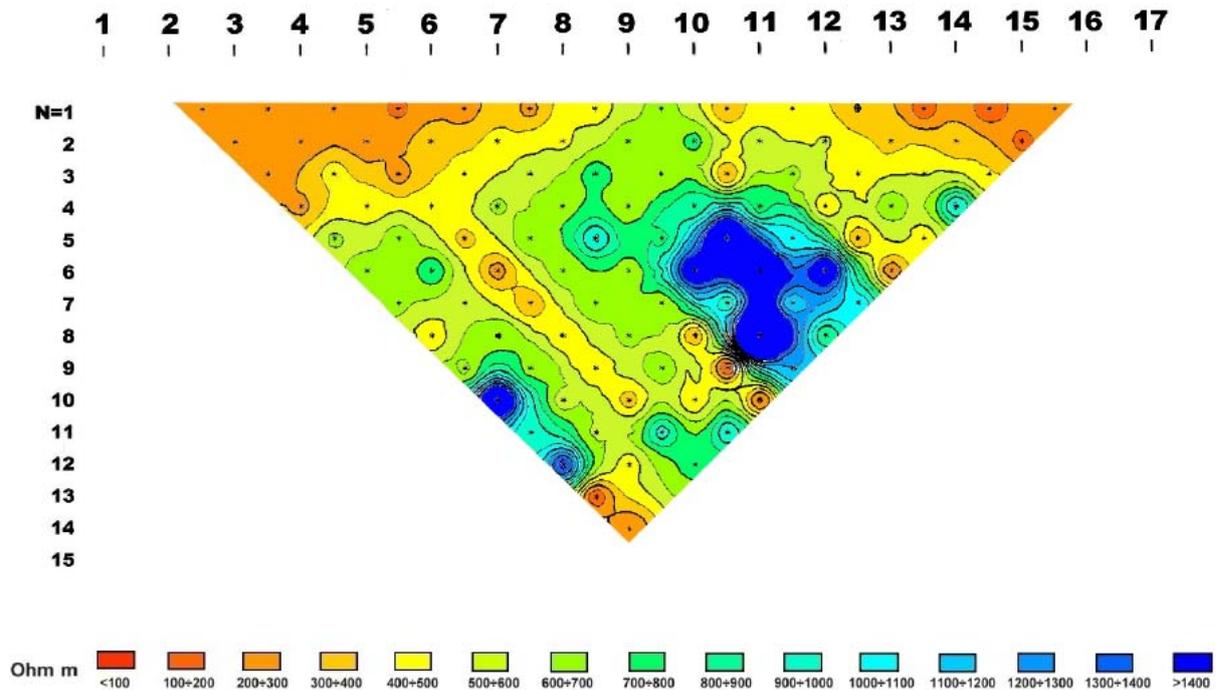


PROFILO ELETTRICO DIPOLARE N° D1

Pseudosezione di resistività apparente misurata

+ Anomalia resistiva **—** Anomalia conduttiva

 Isoresistive 1...12 Poli elettrici N=1 Distanza dipolare



PROFILO ELETTRICO n° D1

Pseudosezione di resistività apparente calcolata

1 ... 10 Poli elettrici

N=1 Distanza dipolare

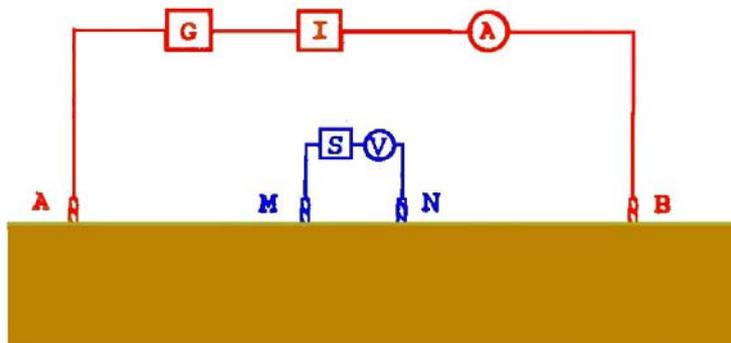
5.2.3 Prospezione elettrica con Sondaggi Elettrici Verticali

Si è ritenuto opportuno completare lo studio geoelettrico del sottosuolo dell'area in questione con l'esecuzione di due SEV utili per una investigazione più profonda anche se limitata arealmente.

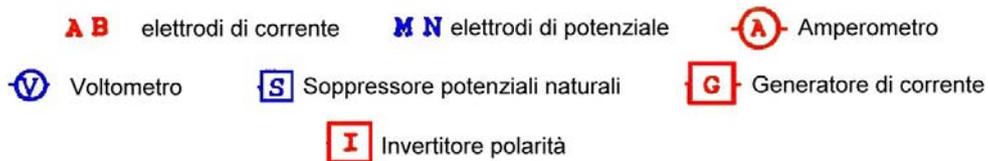
Nella planimetria che segue, sono mostrate l'ubicazione del centro dei S.E.V. e la direzione lungo la quale sono stati infissi gli elettrodi A e B. Le semidistanze elettrode eseguite per i SEV sono quelle rese possibili dall'agibilità dell'area ovvero da 6 a 30 metri per il SEV n°A1 e D1, e da 6 a 26 metri per il SEV n°A2 e da 6 a 22 metri per il SEV n°C1

La tecnica operativa consiste nello scegliere, innanzi tutto, un centro per il SEV, ovvero un centro di simmetria per il dispositivo elettrode e, successivamente, la sua direzione di espansione che nel caso in esame coincide con la direzione delle tracce dei profili dipolari.

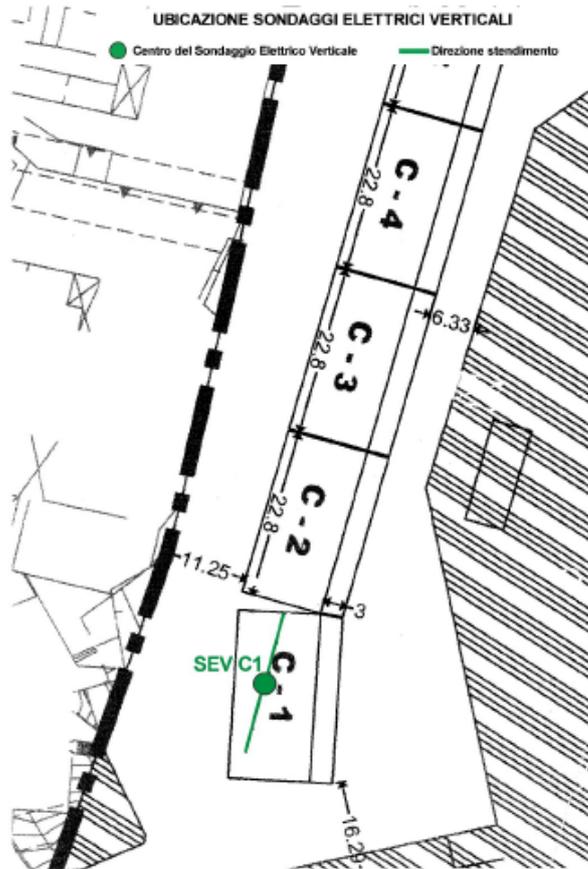
Per ogni posizione di tale dispositivo, si inietta corrente continua nel terreno tramite due elettrodi (A e B) esterni al quadripolo e si registra la differenza di potenziale del campo elettrico artificialmente indotto mediante il dipolo interno (M e N).

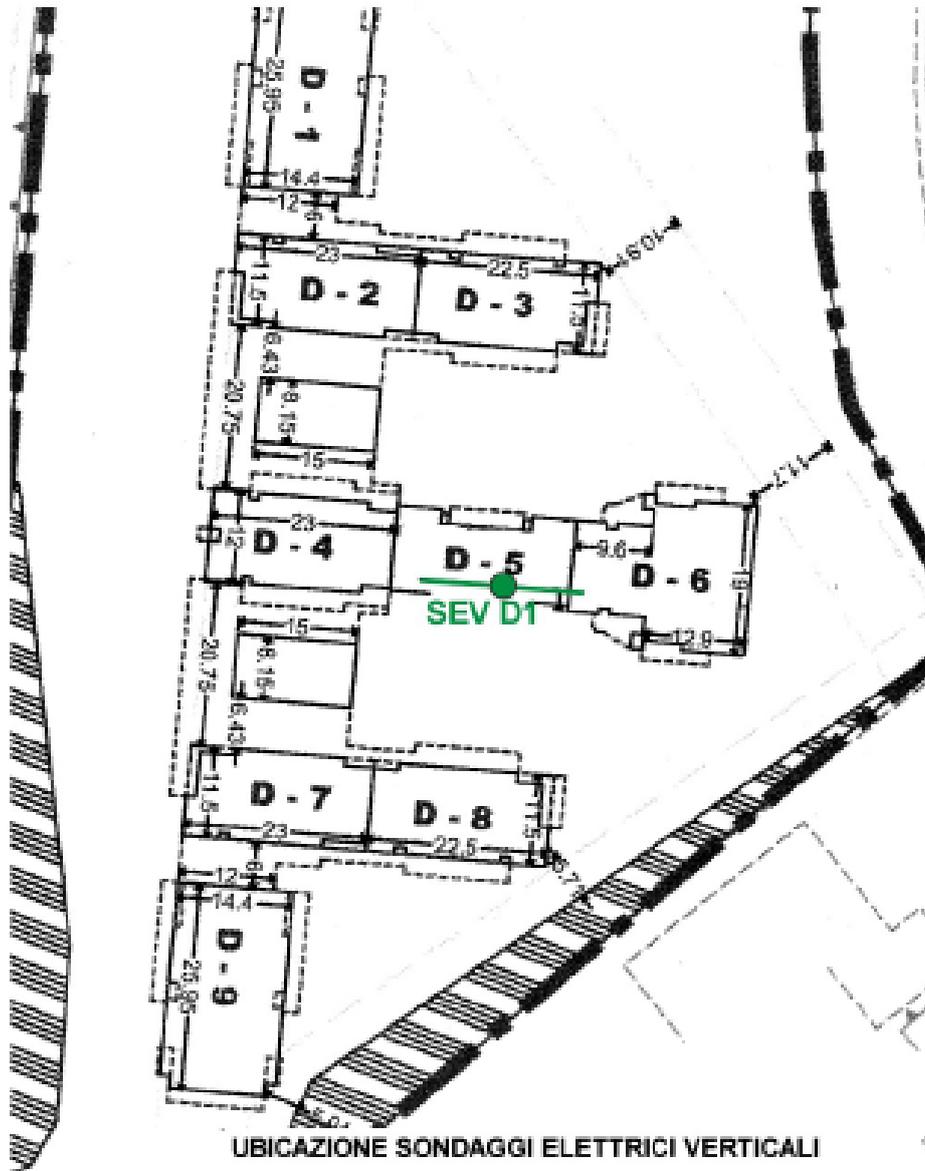


Schema di strumentazione per misure di resistività:



L'energizzazione è ottenuta per mezzo di un opportuno alimentatore di corrente continua ad alta tensione, mentre la differenza di potenziale è registrata utilizzando un millivoltmetro ad alta impedenza d'ingresso ed ad alta precisione (0.01 milliVolts).





● Centro del Sondaggio Elettrico Verticale — Direzione stendimento

A.1
SIP.S
M.O.

Tramite i dati rilevati in sito è stato possibile calcolare i valori di resistività apparente successivamente riportati su grafico bilogarithmico in funzione della semidistanza elettrodica ($AB/2$).

Tutti i dati sperimentali sono stati poi interpretati quantitativamente secondo modelli monodimensionali, costituiti da sequenze di elettrostrati piani e paralleli e fisicamente omogenei e isotropi.

Anche per il sondaggio elettrico verticale la scelta di modelli semplici, dettata da problemi interpretativi, rappresenta una semplificazione di realtà che possono essere più complesse.

Va puntualizzato che la non confrontabilità dei valori delle resistività acquisiti con questo tipo di indagine, con quelli rilevati con i profili dipolari è dovuta alla diversa metodologia di acquisizione degli stessi.

Sondaggio Elettrico Verticale n°A1 (Maglia A)

L'elaborazione dei dati acquisiti in campagna ha permesso di ricostruire un modello a quattro strati, come da tabella, con un fitting di errore pari 3.331%.

DATA SET: SEV1CLIENT: **geol. Ignazio L. MANCINI**COUNTY: **MOLFETTA**PROJECT: **Comparto urbanistico n°18 - Maglia A**DATE: **maggio 2006**SOUNDING. **1**ELEVATION: **0.00****Schlumberger Configuration**

FITTING ERROR 3.331 PERCENT

L	RESISTIVITY (ohm-m)	THICKNESS (meters)	ELEVATION (meters) .	LONG. COND (Siemens)	TRANS. RES (Ohm-m ⁻²)
			0		
1	1112	1.49	-1.49	0.00134	1659.5
2	102	1.05	-2.54	0.0102	107.9
3	982	3.54	-6.08	0.0036	3479.7
	85.6				

ALL PARAMETERS ARE FREE

No.	SPACING (m)	RHO-A (ohm.m)		DIFFERENCE (percent)
		DATA	SYNTHETIC	
1	6	381	375	1.33
2	10	357	373	-4.5
3	14	347	349	-0.807
4	18	318	204	4.23
5	22	265	256	3.12
6	26	216	215	0.451
7	30	173	181	-5.05

GRAFICO DI RESISTIVITA' APPARENTE

Committente: Geol. Ignazio L. MANCINI
MOLFETTA

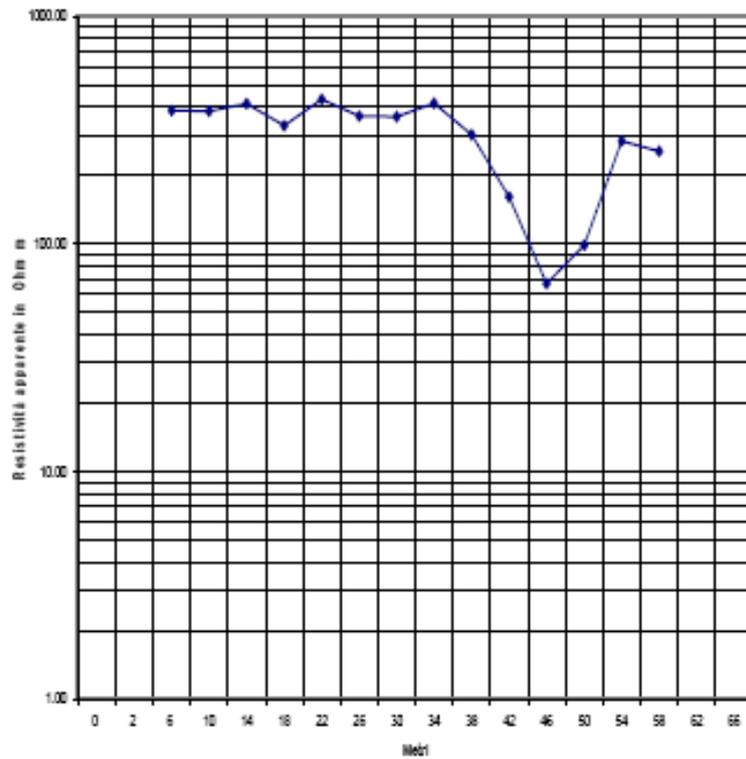
Località:

Progetto: Comparto urbanistico 18 - maglia A

Data: maggio 2006

Dipolo N°A1

Striscia n°01



Sondaggio Elettrico Verticale n°A2 (Maglia A)

L'elaborazione dei dati acquisiti in campagna ha permesso di ricostruire un modello a tre strati, come da tabella, con un fitting di errore pari 3.483%.

DATA SET: SEV1CLIENT: **geol. Ignazio L. MANCINI**COUNTY: **MOLFETTA**PROJECT: **Comparto urbanistico n°18 - Maglia A**DATE: **maggio 2006**SOUNDING. **2**ELEVATION: **0.00****Schlumberger Configuration**

FITTING ERROR 3.483 PERCENT

L	RESISTIVITY (ohm-m)	THICKNESS (meters)	ELEVATION (meters)	LONG. COND (Siemens)	TRANS. RES (Ohm-m ⁻²)
			0		
1	26.4	1.26	-1.26	0.0476	33.45
2	2045	2.19	-3.45	0.00107	4488.9
3	93.1				

ALL PARAMETERS ARE FREE

No.	SPACING (m)	RHO-A (ohm.m)		DIFFERENCE (percent)
		DATA	SYNTHETIC	
1	6	109	109.8	-0.759
2	10	153	160.1	-4.66
3	14	203	193.3	4.76
4	18	219	212.8	2.82
5	22	218	222	-1.87
6	26	216	224	-3.73

GRAFICO DI RESISTIVITA' APPARENTE

Committente: Geol. Ignazio L. MANCINI
MOLFETTA

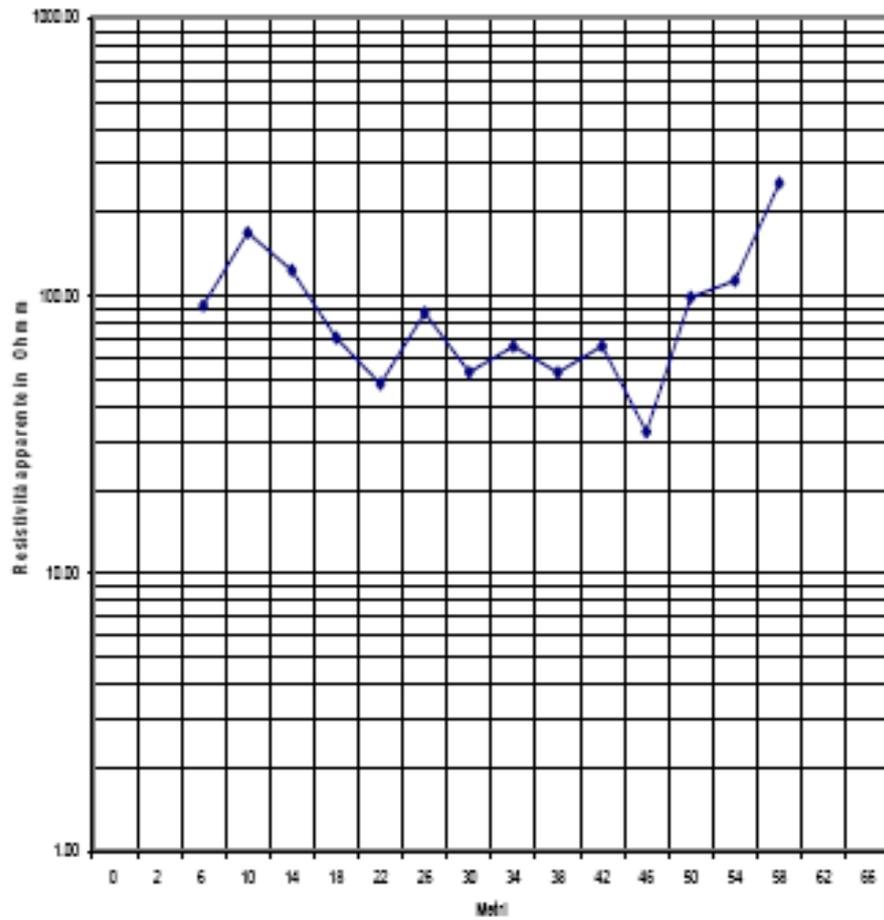
Località:

Progetto: Comparto urbanistico 18 - maglia A

Data: maggio 2006

Dipolo N°A2

Strisciata n°01



Sondaggio Elettrico Verticale n°C1 (Maglia C)

L'elaborazione dei dati acquisiti in campagna ha permesso di ricostruire un modello a tre strati, come da tabella, con un fitting di errore pari 4.758%.

DATA SET: SEV1**CLIENT: geol. Ignazio L. MANCINI****COUNTY: MOLFETTA****PROJECT: Comparto urbanistico n°18 - Maglia C****DATE: maggio 2006****SOUNDING. 1****ELEVATION: 0.00****Schlumberger Configuration****FITTING ERROR 4.758 PERCENT**

L	RESISTIVITY (ohm-m)	THICKNESS (meters)	ELEVATION (meters)	LONG. COND (Siemens)	TRANS. RES (Ohm-m ⁻²)
			0		
1	221	2.58	-2.58	0.0117	573
2	25.9	0.763	-3.35	0.0294	19.77
3	214				

ALL PARAMETERS ARE FREE

No.	SPACING (m)	RHO-A (ohm.m)		DIFFERENCE (percent)
		DATA	SYNTHETIC	
1	6	150	146.6	2.23
2	10	135	138.7	-2.78
3	14	145	151.5	-4.48
4	18	165	163.7	0.72
5	22	189	173	8.32

GRAFICO DI RESISTIVITA' APPARENTE

Committente: Geol. Ignazio L. MANCINI
MOLFETTA

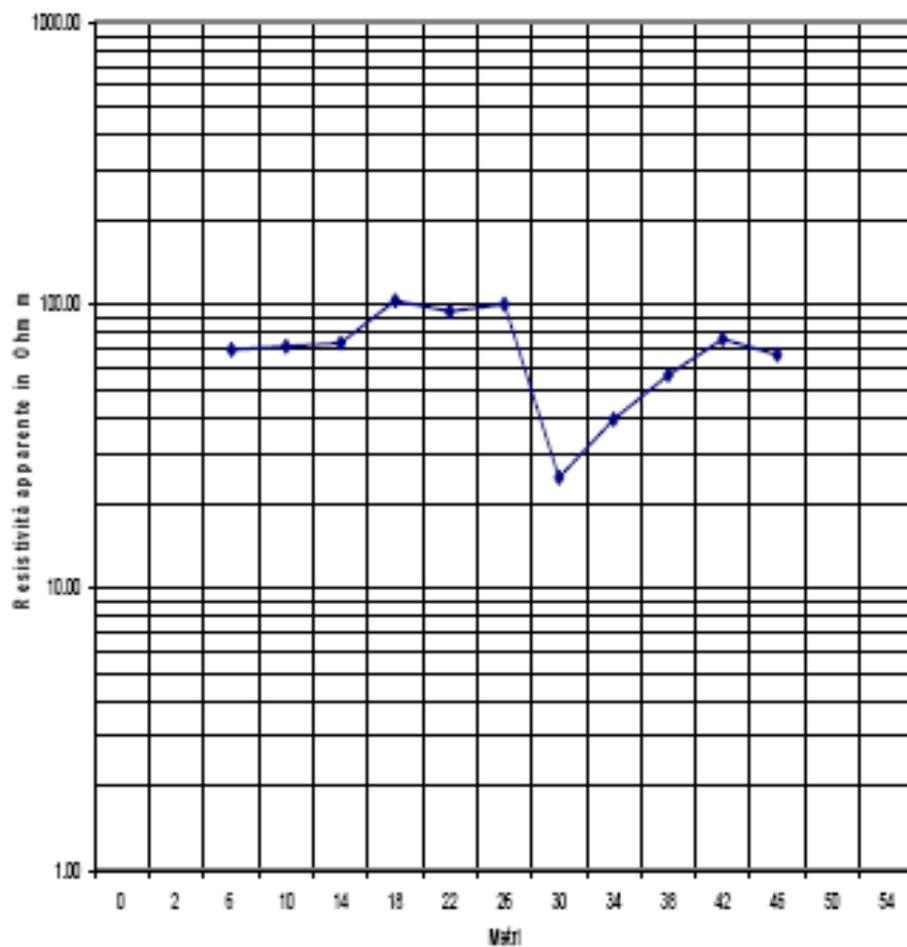
Località:

Progetto: Comparto urbanistico 18 - maglia A

Data: maggio 2006

Dipolo N°C1

Strisciata n°01



Sondaggio Elettrico Verticale n° D1 (Maglia D)

L'elaborazione dei dati acquisiti in campagna ha permesso di ricostruire un modello a tre strati, come da tabella, con un fitting di errore pari 0.692%.

DATA SET: SEV1**CLIENT: geol. Ignazio L. MANCINI****COUNTY: MOLFETTA****PROJECT: Comparto urbanistico n°18 - Maglia D****DATE: maggio 2006****SOUNDING. 1****ELEVATION: 0.00****Schlumberger Configuration**

FITTING ERROR 0.692 PERCENT

L	RESISTIVITY (ohm-m)	THICKNESS (meters)	ELEVATION (meters)	LONG. COND (Siemens)	TRANS. RES (Ohm-m ⁻²)
			0		
1	190	1.16	-1.16	0.00611	221.4
2	722	9.39	-10.55	0.0130	6784
3	328				

ALL PARAMETERS ARE FREE

No.	SPACING (m)	RHO-A (ohm.m)		DIFFERENCE (percent)
		DATA	SYNTHETIC	
1	6	457	458.2	-0.269
2	10	542	537.4	0.842
3	14	559	559.7	-0.135
4	18	548	553.5	-1.01
5	22	535	533.9	0.190
6	26	515	509.4	1.06
7	30	482	484.6	-0.555

GRAFICO DI RESISTIVITA' APPARENTE

Committente: Geol. Ignazio L. MANCINI
MOLFETTA

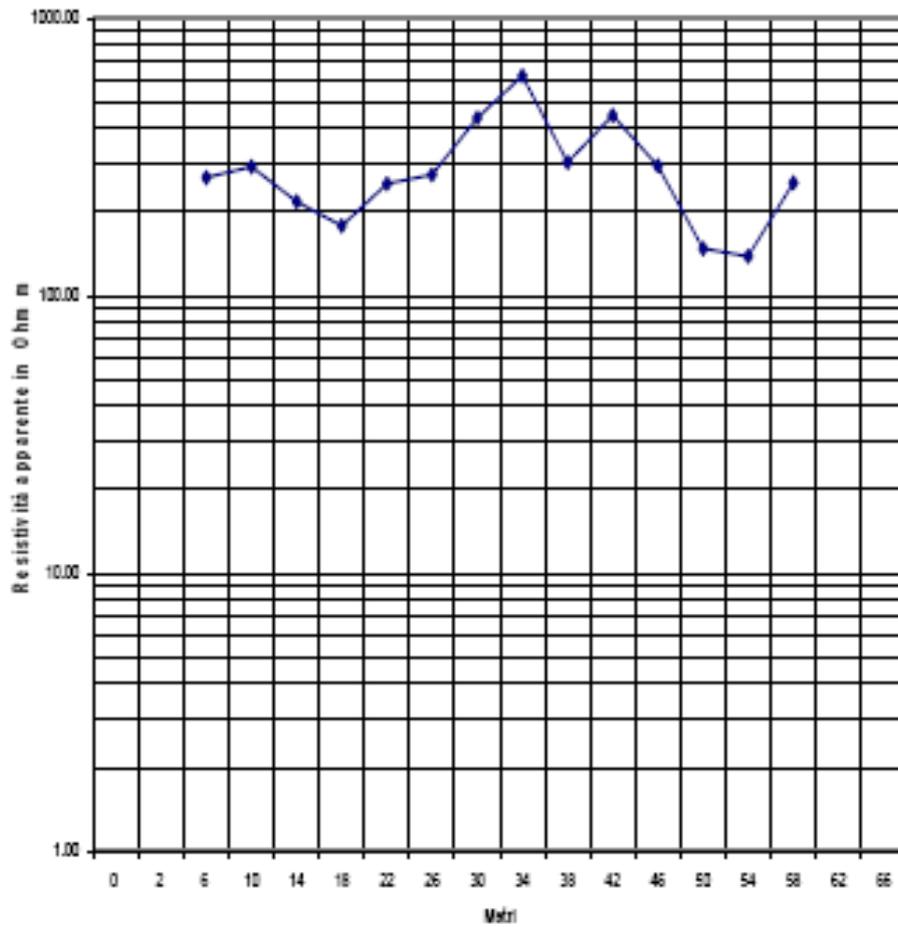
Località:

Progetto: Comparto urbanistico 18 - maglia A

Data: maggio 2006

Dipolo N°D1

Strisciata n°01



5.2.4 Considerazioni conclusive della geoelettrica

La scelta effettuata sulle ubicazioni dei profili elettrici è stata guidata dalla necessità di aumentare il più possibile la profondità di indagine per una caratterizzazione di massima del substrato delle maglie del Comparto Urbanistico 18.

In alcuni casi l'inagibilità dell'area ha ridotto notevolmente lo spessore investigato (vedi maglia C) o non ha permesso l'esecuzione di altri sondaggi per una migliore taratura delle resistività.

Nell'area investigata, ad eccezione della Maglia C, sono state rilevate delle celle resistive molto vicine a celle conduttive. Questa situazione lascia ipotizzare la presenza di zone molto alterate con probabili cavità di interstrato.

Per la Maglia C, l'impossibilità di eseguire i sondaggi che la morfologia dell'area prima e i valori della resistività dopo imponevano, non ha permesso di individuare il substrato rigido al di sotto della coltre alluvionale.

La campagna geoelettrica ha evidenziato un substrato che in alcuni casi si è dimostrato abbastanza scadente, pertanto si ritiene che prima dell'apertura dei singoli cantieri, e comunque dopo aver reso l'area maggiormente accessibile, si proceda ad una più dettagliata campagna geognostica tesa ad localizzare le aree maggiormente alterate..

5.3 Prospezione Sismica

E' stata effettuata inoltre una campagna geognostica a carattere geofisico consistente in otto sondaggi sismici a rifrazione di superficie, di cui quattro con onde longitudinali (onde P) e quattro con onde trasversali (onde S) eseguiti lungo quattro basi sismiche le cui ubicazioni sono mostrate nelle figure che seguono. Le aree di indagine hanno presentato rilevanti difficoltà operative in quanto spesso il sito ricadeva in zone poco fruibili e comunque spesso nelle vicinanze della linea ferrata e quindi molto disturbata da rumori di natura antropica. Di seguito verranno illustrate le metodologie utilizzate, le tecniche operative, i dati sperimentali ottenuti nonché i modelli interpretativi del sottosuolo investigato utili, insieme agli altri dati geognostici disponibili per la stessa area, per la ricostruzione dei lineamenti geologico-tecnici locali ed in particolare per la caratterizzazione sismica del territorio.

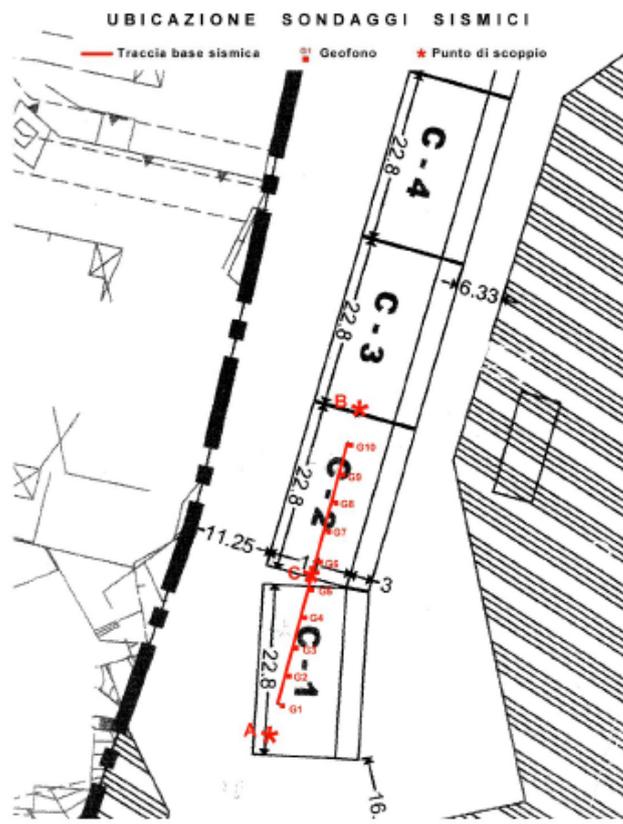
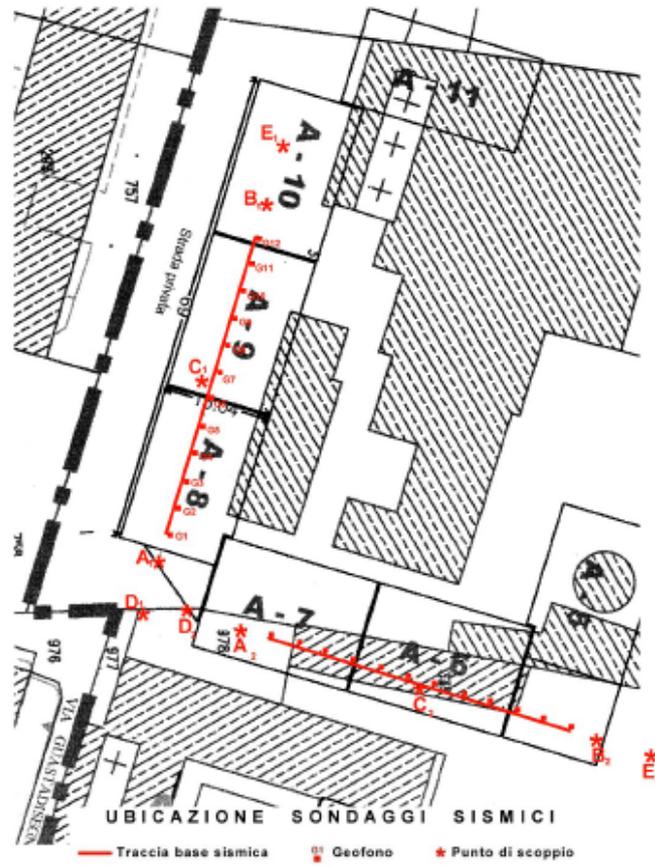
5.3.1 Sismica a Rifrazione di Superficie

La finalità delle indagini sismiche è, in primo luogo, di rilevare l'andamento sismostratigrafico del sottosuolo, ricercando le superfici di discontinuità fisica - rifrattori - ed in particolare quelle superfici che separano porzioni di ammasso roccioso o terroso con differente grado di densità e compattezza.

La strumentazione utilizzata è del tipo a 12 canali, modello 12S12L della PASI interfacciato con un computer portatile, con acquisizione digitale, funzione di incremento multiplo del segnale, tempi di acquisizione compresi tra 25 e 1000 msec, filtri in ingresso compresi tra 0 e 950 Hz (per eliminare le frequenze indesiderate) e monitoraggio del noise ambientale in continuo.

Per quanto riguarda la geometria adottata nell'esecuzione delle basi sismiche, sono stati disposti, lungo gli allineamenti indicati in figura, 11 geofoni con una spaziatura di 4 m per tutte le basi sismiche. I punti di scoppio A e B sono stati posizionati esternamente allo stendimento geofonico rispettivamente a 4 metri dal geofono n°1 e dall'ultimo geofono. Per una migliore interpretazione dei sismostrati superficiali si è proceduto all'esecuzione di un ulteriore scoppio centrale.

Quando l'area l'ha permesso si è proceduto all'esecuzione, per ogni base sismica, di ulteriori scoppi esterni posizionati esternamente ai precedenti per altri 8 metri. Questa tipologia determinava una geometria a cinque scoppi dei quali uno centrale e quattro coniugati esterni che hanno sviluppato uno stendimento complessivo delle basi sismiche pari a 60 metri per le basi A1 e A2 (maglia A). Per la Maglia C e la maglia D si è proceduto ad una geometria di base sismica a tre scoppi. La mancanza di agibilità nella base sismica C1 ha permesso uno stendimento di soli 44 metri, mentre per la base sismica D1 il sondaggio è stato di 48 metri.





Come energizzazione è stata utilizzata una mazza battente (da 8 Kg) sia per generare le onde di tipo P (longitudinali) che per generare le onde di tipo S (Trasversali).

Per generare le onde P con la mazza battente sono stati inferti ripetuti colpi di su di un platorello in lega di alluminio posto sul terreno. Le onde di tipo S (trasversali) sono state generate mediante l'utilizzo di un dispositivo sperimentale costituito da un parallelepipedo in legno, con facce verticali su cui colpire con la mazza, e con delle alette verticali poste alla base che, infisse per alcuni centimetri nel terreno, trasmettono un impulso di "taglio" al sottosuolo. Il rilievo dei tempi di primo arrivo è stato ottenuto mediante la tecnica degli impulsi bidirezionali che una volta mediati hanno portato ai diagrammi tempi-distanze di seguito riportati (dromocrone onde trasversali).

I geofoni utilizzati per i rilievi sismici sono del tipo a 14 Hz per le onde P e a 10 Hz per le onde S, mentre la tecnica utilizzata è stata quella degli scoppi coniugati A e B per un totale di due punti di scoppio.

I tempi di arrivo delle onde P ed S, sono stati letti inizialmente sui sismogrammi sperimentali, fase di lavoro effettuata con l'ausilio di un computer e di appropriati programmi di analisi, e successivamente sono riportati nei diagrammi tempo-distanza (dromocrone).

Anche l'interpretazione delle dromocrone è stata effettuata con processi computerizzati, sia secondo modelli con superfici di discontinuità piane, che secondo più complessi modelli bidimensionali.

Dalla sismostratigrafia ottenuta, e con l'ausilio dei rapporti fra le velocità delle onde P ed S, è possibile ricavare lo spessore e le caratteristiche geomeccaniche degli strati così riconosciuti in particolare la velocità delle onde elastiche, il coefficiente di Poisson e i moduli elastici dinamici. Inoltre dai valori delle velocità ottenute è possibile ricavare i valori di Rigidità Sismica dei singoli sismostrati al fine di valutare ad esempio l'amplificazione sismica locale o la suscettibilità alla liquefazione di terreni saturi non coesivi e classificare i terreni alla luce della recente normativa sismica (V_{s30}).

La profondità di investigazione raggiunta è valutabile in oltre 7 metri dal piano campagna.

I Sismogrammi sperimentali registrati sul disco fisso del sismografo in campagna, sono stati successivamente letti, elaborati ed interpretati secondo un procedimento informatico basato sull'utilizzo di due programmi dedicati: uno per l'individuazione dei primi tempi di arrivo delle onde sismiche che hanno permesso la redazione delle dromocrone; l'altro che interpretando congiuntamente le dromocrone con metodologia GRM ha fornito:

i valori delle velocità, in metri al secondo, sia delle onde longitudinali (onde P) che delle onde trasversali (onde S) di ciascun sismostrato;

i valori delle profondità (espressi in metri) delle discontinuità sismiche meglio indicate con il termine rifrattori che permettono di determinare i sismostrati.

Per comodità di lettura le velocità registrate lungo il profilo sono riportate nelle tabelle seguenti:

BASE A1	Vp m/sec	Vs m/sec	Spessori m
Strato 1	685	329	0.7÷1.2
Strato 2	1288	634	1.5÷1.5
Strato 3	2030	1022	

tab. 1

BASE A2	Vp m/sec	Vs m/sec	Spessori m
Strato 1	578	270	0.5÷1
Strato 2	918	440	2÷2.5
Strato 3	2204	1110	

tab. 2

BASE C1	Vp m/sec	Vs m/sec	Spessori m
Strato 1	636	259	0.4÷0.7
Strato 2	874	384	1.5÷1.4
Strato 3	1230	575	

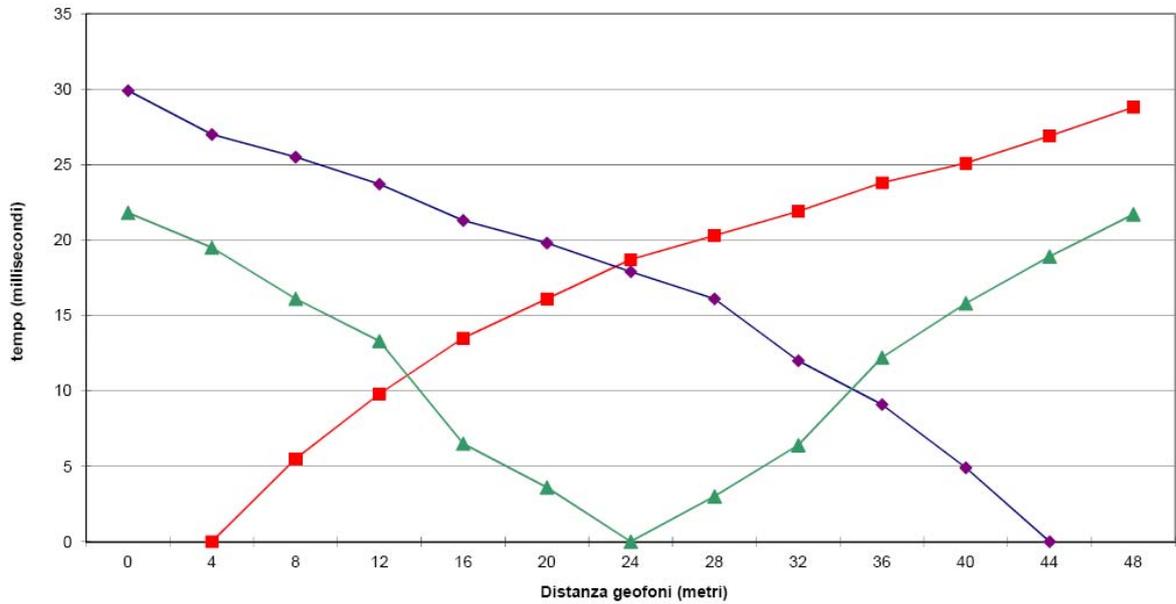
tab. 3

BASE D1	Vp m/sec	Vs m/sec	Spessori m
Strato 1	1025	479.4	0.6÷0.8
Strato 2	1450	713.9	3.5÷4.5
Strato 3	2015	1014	

tab. 4

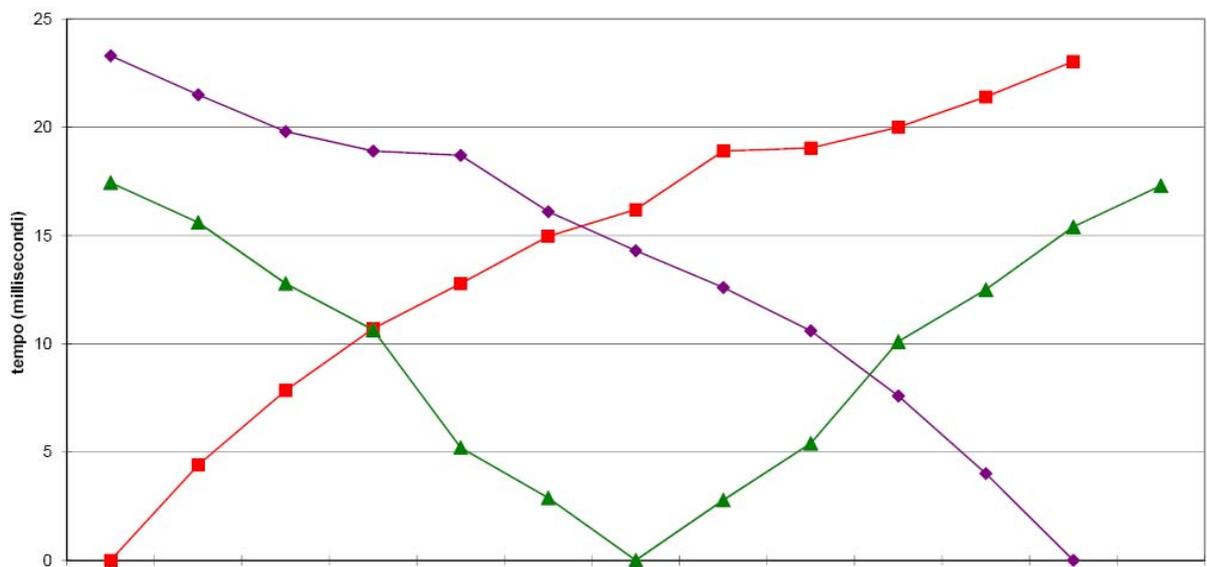
dromocrone onde longitudinali

**Dromocrone onde longitudinali base A1
comparto Urbanistico 18 Maglia A**



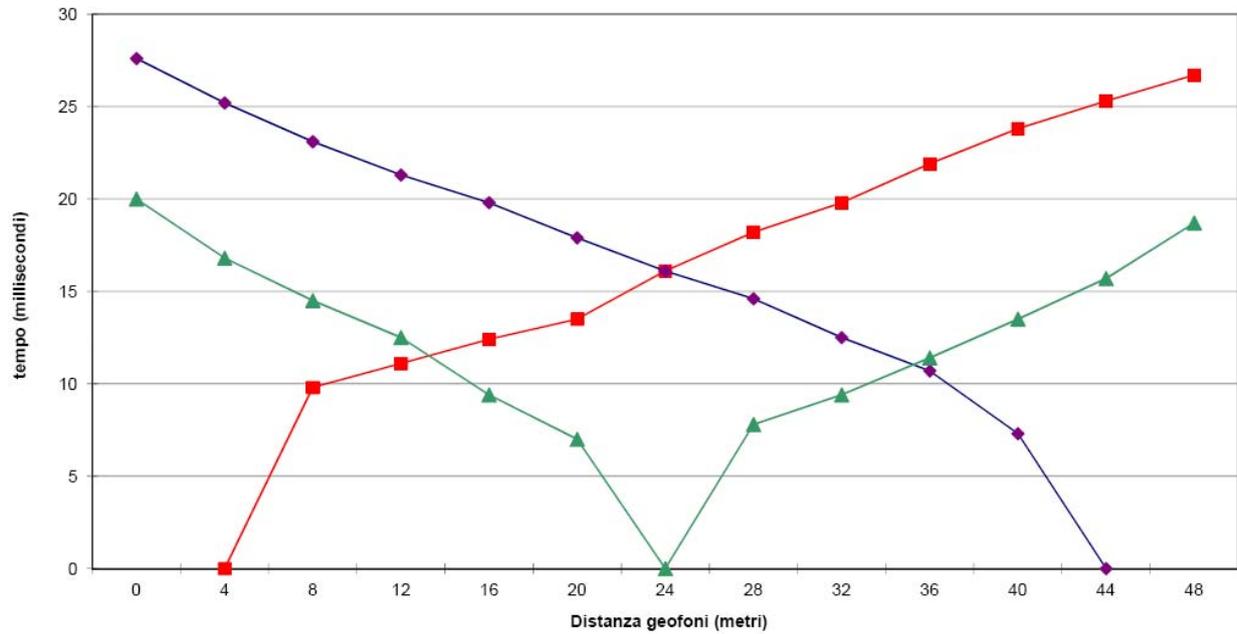
dromocrone onde trasversali

**Dromocrone onde trasversali base A1
comparto Urbanistico 18 Maglia A**



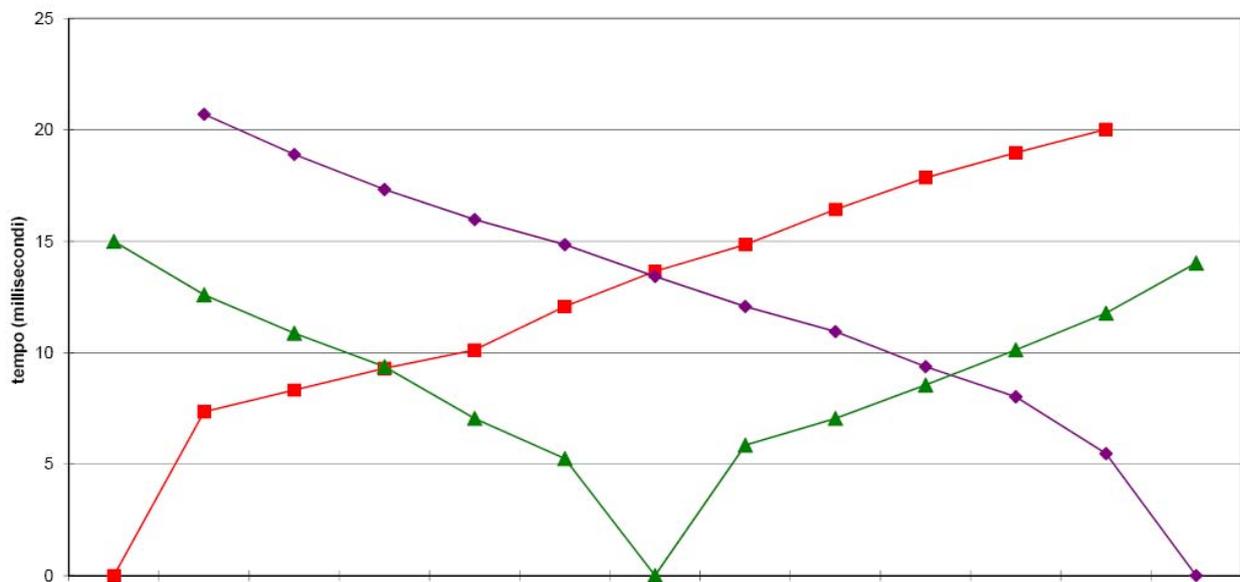
dromocrone onde longitudinali

**Dromocrone onde longitudinali base A2
comparto Urbanistico 18 Maglia A**

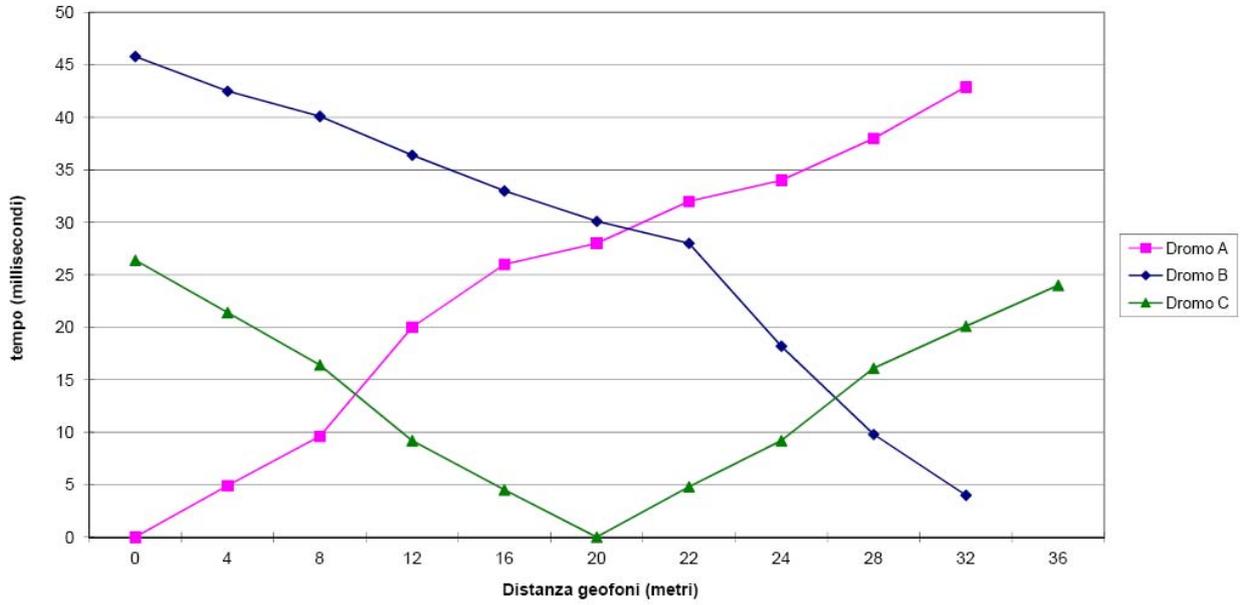


dromocrone onde trasversali

**Dromocrone onde trasversali base A2
comparto Urbanistico 18 Maglia A**

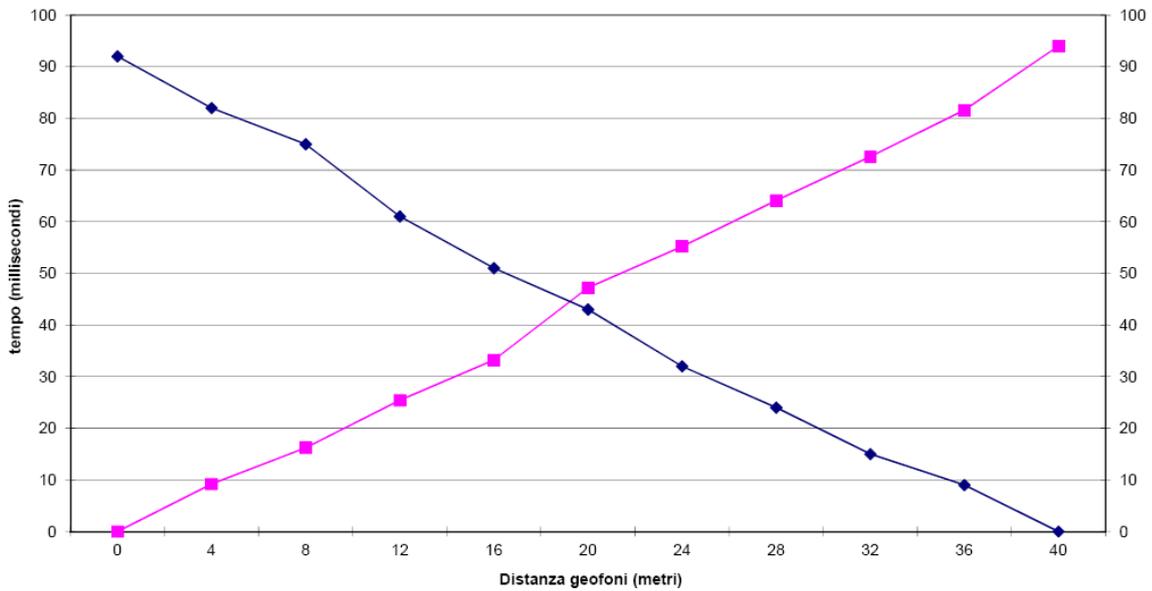


DROMOCROME ONDE LONGITUDINALI
Comparto urbanistico 18 Maglia C1



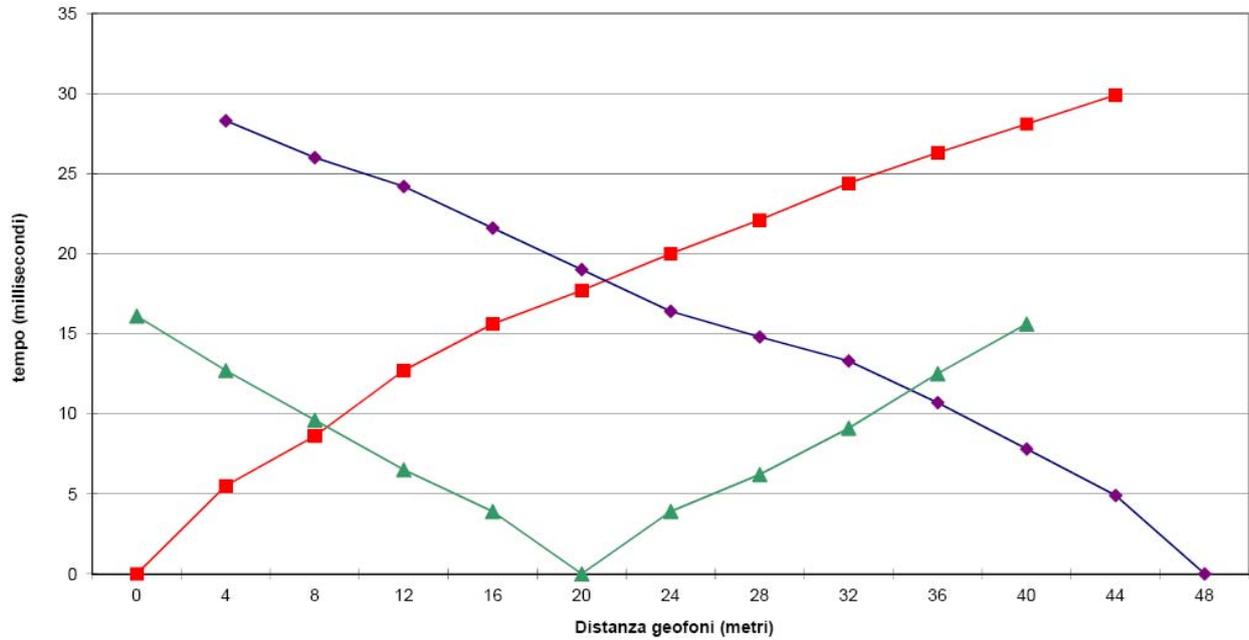
dromocrone onde trasversali

DROMOCROME ONDE TRASVERSALI
Comparto urbanistico 18 Maglia C1



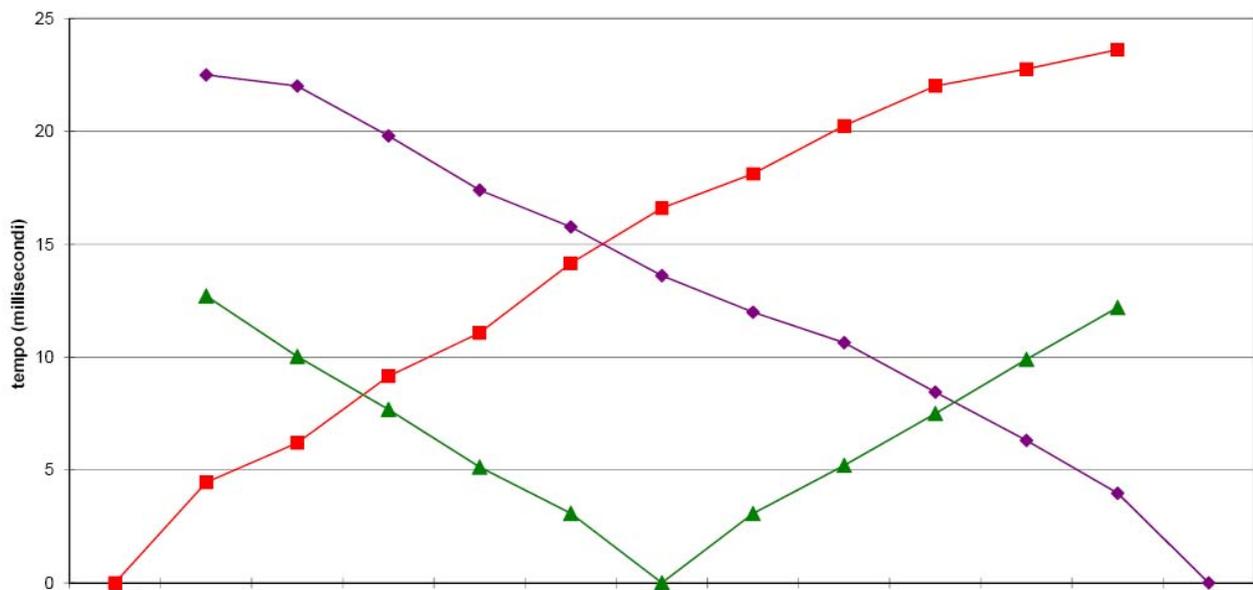
dromocrone onde longitudinali

**Dromocrone onde longitudinali
Comparto urbanistico 18 maglia D**



dromocrone onde trasversali

**Dromocrone onde trasversali
Comparto urbanistico 18 maglia D**



5.3.2 Correlazioni

Sulla scorta dei risultati ottenuti è possibile ricondurre ad un modello a tre strati la stratigrafia dell'area secondo la seguente successione costituita (dall'alto) da:

- Sismostrato superficiale ($V_p = 600 \div 800$ m/sec, $V_s = 250 \div 400$ m/sec) , rappresentato copertura alluvionale o da roccia calcarea fratturata ed alterata (valore più elevato);
- Sismostrato intermedio ($V_p = 900 \div 1200$ m/sec, $V_s = 400 \div 700$ m/sec) , rappresentato da un ammasso "roccioso" correlabile ad un orizzonte calcareo fratturato e/o alterato;
- Sismostrato profondo ($V_p = 1200 \div 2000$ m/sec, $V_s = 600 \div 1100$ m/sec) , rappresentato da un ammasso "roccioso" correlabile ad un orizzonte calcareo debolmente fratturato.

5.3.3 Moduli dinamici e VS30

Dai valori delle velocità delle onde sismiche P ed S ottenuti nel sondaggio, sono stati ricavati i Moduli Dinamici del sottosuolo investigato per ciascun orizzonte sismico individuato.

Dai valori delle velocità rilevate dall'indagine, è possibile ricavare un ulteriore parametro:

il Coefficiente di Poisson (μ), ottenuto dal rapporto delle due velocità rilevate.

Da questi dati, assumendo come valore di peso di volume per il primo strato il valore di $\gamma = 2.0$ g/cm³ mentre per gli altri strati il valore di $\gamma = 2.3$ g/cm³ , è stato possibile ricavare ulteriori parametri calcolati, quali:

il Modulo di Taglio G ottenuto dal rapporto tra il peso di volume del sismostrato di riferimento per il quadrato della Velocità delle onde trasversali;

il Modulo di Young o modulo di elasticità dinamico (E , in Kg/cm²),

il Modulo elastico statico (E , in Kg/cm²),

l'angolo di attrito ϕ derivante dall'E dinamico e statico,

la Rigidità Sismica R (definita come il prodotto fra peso di volume e velocità delle onde S, in t/m³ * Km/sec) utile per il calcolo del Coefficiente di Fondazione ϵ e per la stima del fattore di incremento del coefficiente sismico c .

Di seguito si riportano in tabella i valori dei parametri dianzi descritti:

BASE A1	Vp m/sec	Vs m/sec	μ	G	E Kg/cm ² dinam.	ϕ dinam.	E Kg/cm ² statico	ϕ statico	R	ϵ
Strato 1	685	329	0.35	0.02	5960	17	1990	8.2	658	1.1
Strato 2	1288	634	0.34	0.01	25270	30	8430	20.7	1458	1.01
Strato 3	2030	1022	0.33	0.00	65210	38	21740	28.9	2351	0.96

tab. 5

BASE A2	Vp m/sec	Vs m/sec	μ	G	E Kg/cm² dinam.	φ dinam.	E Kg/cm² statico	φ statico	R	ε
Strato 1	578	270	0.36	0.03	4460	15.	1490	5.6	594	1.11
Strato 2	918	440	0.35	0.01	12310	24	4100	14.5	1014	1.05
Strato 3	2204	1110	0.33	0.00	76870	40	25620	30.4	2553	0.95

tab. 6

BASE C1	Vp m/sec	Vs m/sec	μ	G	E Kg/cm² dinam.	φ dinam.	E Kg/cm² statico	φ statico	R	ε
Strato 1	636	259	0.4	0.03	3850	14	1280	4.4	519	1.12
Strato 2	874	384	0.38	0.02	9570	21.8	3180	12.3	884	1.06
Strato 3	1230	575	0.36	0.01	21110	28.7	7030	19.2	1323	1.02

tab. 7

BASE D1	Vp m/sec	Vs m/sec	μ	G	E Kg/cm² dinam.	φ dinam.	E Kg/cm² statico	φ statico	R	ε
Strato 1	1025	479	0.36	0.01	12740	24	4250	14.8	958	1.05
Strato 2	1450	713	0.34	0.00	30630	32	10210	22.	1570	1.00
Strato 3	2015	1014	0.33	0.00	65650	38	21880	29	2385	0.95

tab. 8

Il valore di Vs30, calcolato così come previsto dalla recente normativa sismica

$$V_{S30} = \frac{30}{\sum_{i=1, N} \frac{h_i}{V_i}}$$

hi = Spessore in metri dello strato i-esimo

Vi = Velocità dell'onda di taglio i-esima

N = Numero di strati

ed utilizzabile come parametro di riferimento per la classificazione dei terreni in esame, è:

915 m/sec calcolato sulla base dei dati della base sismica **A1**

870 m/sec calcolato sulla base dei dati della base sismica **A2**

663 m/sec calcolato sulla base dei dati della base sismica **C1**

938 m/sec calcolato sulla base dei dati della base sismica **D1**

I risultati ottenuti permettono di ascrivere i terreni di cui alle Maglie A, B e D alla Categoria “A” di cui al Testo Unico sulle costruzioni in zona sismica, mentre quelli appartenenti alla Maglia C si classificano come categoria “B”.

6. Pluviometria

I dati delle precipitazioni medie disponibili, coprono un periodo di osservazione che va dal 1921 al 1980 (“Precipitazioni in Puglia: mappe stagionali” di G. Zito & G. Cacciapaglia).

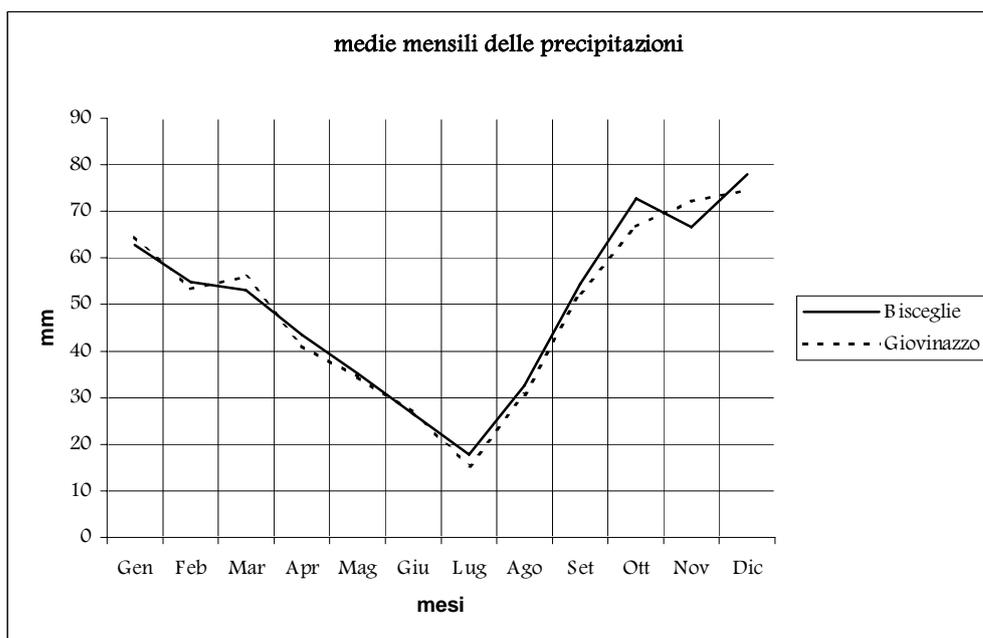
Nella tabella 9 e nella figura si riportano le medie mensili ed annuali delle precipitazioni relative alle stazioni di osservazione di Bisceglie (16 m. s.l.m.) e di Giovinazzo (13 m. s.l.m.) essendone Molfetta priva.

I valori riscontrati sono del tutto confrontabili (vedi figura); il valore medio delle precipitazioni annue è rispettivamente di 598.1 mm e di 588.3 mm per Bisceglie e Giovinazzo.

I massimi delle precipitazioni mensili sono concentrati nel quadrimestre Ott. – Gen., mentre i minimi occorrono nel mese di luglio.

Tab. 9: Medie Mensili e annuali delle precipitazioni (anni di osservaz.1921-1980)

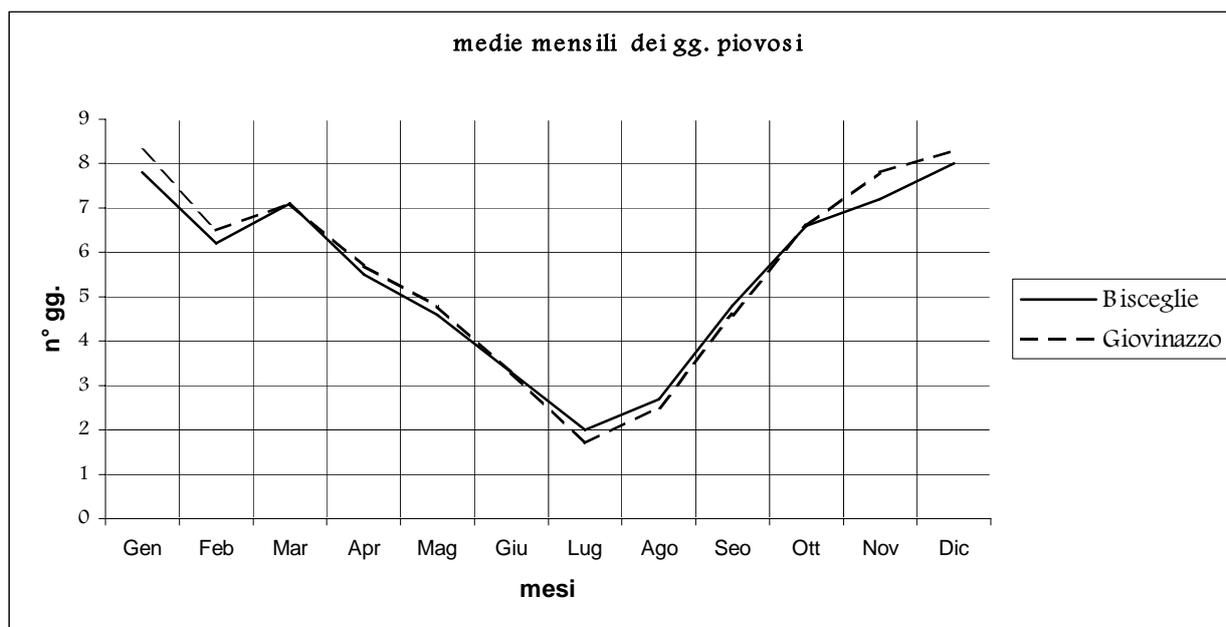
Staz.	Quota (m)	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	anno
Bisceglie	16	62.8	54.9	53.1	43.5	35.2	26.6	17.8	32.5	54.4	72.8	66.6	77.9	598.1
Giovinazzo	13	64.5	53.4	56.0	41.2	34.4	27.0	15.3	30.6	52.5	66.7	72.2	74.5	588.3



Nella tabella 10 e nella figura seguente, invece, si riportano le medie mensili ed annuali dei giorni piovosi relative alle stesse stazioni di osservazione. La media annua dei giorni piovosi varia da 65.8 per la stazione di Bisceglie a 67.2 gg. per quella di Giovinazzo (il 18 % riferito all'intero anno). Nel mese di luglio si hanno i valori minimi (2.0 e 1.7); il regime di tali piogge riveste un carattere temporalesco (per ciascun evento cadono dagli 8.0 ai 9.0 mm. di acqua). I valori massimi si hanno nel mese di dicembre per entrambe le stazioni .

Tab. 10: Medie Mensili e annuali dei giorni piovosi (anni di osservaz.1921-1980)

Staz.	Quota (m)	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	anno
Bisceglie	16	7.8	6.2	7.1	5.5	4.6	3.3	2.0	2.7	4.8	6.6	7.2	8.0	65.8
Giovinazzo	13	8.3	6.5	7.1	5.7	4.8	3.3	1.7	2.5	4.6	6.6	7.8	8.3	67.2



L'andamento annuale è piuttosto regolare.

Nella zona in esame, il regime pluviometrico è di tipo mediterraneo con estati calde ed inverno freddo-umido. Le precipitazioni sono rilevanti nel periodo tardo-autunnale ed invernale; prolungata siccità, salvo sporadici rovesci di notevole intensità e breve durata, nel corso del periodo estivo.

7. Studio Idrologico

Per la ricerca della curva segnalatrice di possibilità pluviometrica, sono stati presi in considerazione i dati della pioggia relativi alla stazione pluviometrica di Giovinazzo,

la più vicina di quelle prese in considerazione dal servizio idrografico del Genio Civile. Tenuto conto che dopo l'intervento la zona sarà costituita in gran parte da rivestimento impermeabile (strade, parcheggi, marciapiedi e coperture di fabbricati) ed in minima parte di superfici parzialmente permeabili (zone a verde), si dovrà tener conto delle piogge di massima intensità che si sono verificate nel corso degli anni. Per tale scopo sono stati elaborati i dati pluviometrici di massima intensità per 1, 3, 6, 12 e 24 ore dal 1960 al 1996 (anni 36), con il metodo di Gumbel (tab. 4). Tali dati sono stati suddivisi a seconda della durata di pioggia di 1, 3, 6, 12 e 24 ore e per ciascuna durata sono stati calcolati il valore medio $m(h)$ e lo scarto quadratico medio $s(h)$.

Anno	1h	3h	6h	12h	24h
1960	19,0	32,2	36,0	44,8	47,8
1961	24,4	33,0	46,2	48,2	66,8
1962	26,0	27,8	28,4	40,6	56,4
1963	24,4	25,0	28,4	35,2	48,6
1964	58,8	64,4	64,4	64,4	68,8
1965	26,2	34,4	36,8	44,2	58,2
1966	28,0	31,6	36,2	36,8	38,4
1967	13,6	19,8	22,4	27,2	44,8
1968	76,6	77,8	77,8	86,0	96,4
1969	38,4	45,8	45,8	53,6	53,6
1970	18,4	23,8	28,6	34,0	40,0
1971	49,6	49,8	49,8	74,8	84,0
1972	32,0	39,0	65,0	98,0	108,4
1973	22,8	27,4	34,6	37,2	61,4
1974	16,0	20,2	34,2	38,4	38,4
1975	17,0	20,8	31,0	35,2	51,2
1976	15,0	30,4	39,8	42,0	51,8
1977	13,0	17,0	26,8	43,6	44,0
1978	15,2	26,4	30,6	34,4	39,2
1979	15,2	22,8	26,8	30,0	42,2
1980	17,2	24,2	32,4	42,4	57,6
1981	35,4	36,6	36,6	43,0	67,2
1982	22,4	33,4	38,0	43,4	48,2
1983	29,2	41,6	44,4	45,2	54,2
1984	28,4	39,6	43,2	46,2	62,2
1985	26,2	34,8	48,4	57,2	69,2
1986	16,6	22,0	23,6	30,0	32,4
1988	19,0	24,0	36,2	36,8	43,0
1989	24,6	24,6	24,6	24,6	31,6
1990	19,2	30,2	53,0	67,6	74,0
1991	26,2	33,4	40,2	53,0	64,0
1992	19,4	25,0	35,2	51,0	61,2
1993	18,4	19,0	24,6	28,0	35,0
1994	31,0	46,4	46,4	46,4	54,0
1995	24,2	27,0	31,8	56,0	78,6
1996	35,8	38,2	48,0	58,8	69,2
v.m.	26,189	32,483	38,783	46,617	56,722
scarto	12,893	12,490	12,260	15,870	17,118

Tab. 11

Secondo questo metodo si ipotizza una legge di distribuzione delle variabili aleatorie, quali sono i dati relativi agli eventi piovosi del tipo doppio esponenziale:

$$(*) \quad P(z) = e^{-e^{-\alpha(x-\beta)}}$$

con:

x = grandezza delle variabili aleatorie;

α = estremo atteso;

β = intensità di funzione;

e = base dei logaritmi neperiani.

Introducendo la variabile ridotta $z = \alpha (x - \beta)$, la (*) diventa:

$$(**) \quad P(z) = e^{-e^{-z}}$$

Tale distribuzione è caratterizzata da avere la mediana pari a $\log z = 0,3665$, mentre il valore medio $m(z)$ e lo scarto quadratico medio $s(z)$ valgono.

$$m(z) = 0.5772$$

$$s(z) = 1.2830$$

Il metodo consiste nel determinare in metodi probabilistici un evento di pioggia che si suppone possa essere superato o al limite eguagliato solo per un certo arco di tempo. Tale intervallo è chiamato “tempo di ritorno Tr ” del massimo valore dell’evento preso in considerazione.

Ai fini pratici il tempo di ritorno di un dato evento, che sostanzialmente è l’inverso del “rischio idraulico”, determina la dipendenza del dimensionamento delle opere di progetto all’evento stesso ritenuto “probabile”.

In tal modo sono stati ricavati i valori relativi a tempi di ritorno rispettivamente di 5, 10, 20, 30, 50 e 100 anni, valori ottenibili dalle espressioni:

$$(I) \quad h = u - 1/\alpha \ln |\ln (Tr - 1 / Tr)|$$

in cui:

$$u = m(h) - 0,5772/a$$

$$a = 1,283/ s(h)$$

con:

$$m(h) = \Sigma_i h_i/N \quad \text{media delle N osservazioni;}$$

$$s(h) = \sqrt{\Sigma_i [h_i - m(h)]^2/(N-1)} \quad \text{scarto quadratico medio.}$$

Nella tab. 12 si riporta l’elaborazione di tali parametri per le differenti durate di pioggia.

valori	1h	3h	6h	12h	24h
m(h)	26,189	32,483	38,783	46,617	56,722
s(h)	12,893	14,490	12,260	15,870	17,118
m(z)	0,5772	0,5772	0,5772	0,5772	0,5772
s(z)	1,283	1,283	1,283	1,283	1,283
a = s(z) / s(h)	0,099511	0,088544	0,104649	0,080844	0,07495
b= m(z)/ a	5,800343	6,518806	5,515567	7,139645	7,701099
u= m(h) - b	20,3885	25,9645	33,2678	39,4770	49,0211

Tab. 12

Possiamo trasformare l'equazione (1) $h = a t^n$ ("equazione di possibilità pluviometrica") nel piano logaritmico in una retta di equazione:

$$(2) \quad \log h = \log a + \log t$$

Regolarizzandone i risultati con il metodo dei minimi quadrati, risolvendo il sistema di equazioni, nelle incognite n ed a :

$$n \sum (\log t)^2 + \log a \sum (\log t) = \sum (\log t \times \log h) ;$$

$$n \sum (\log t) + m \log a = \sum (\log h)$$

dove m è il numero delle durate, pari a 5 e t è il tempo, espresso in ore.

Nelle **tabb. 13 a – b – c – d – e – f**, **14** e **15** a – b – c – d – e – f si riportano le seguenti forme di possibilità pluviometrica per tempi di ritorno di 5, 10, 20, 30, 50 e 100 anni e per durate di pioggia t , le cui equazioni sono:

$$Tr = 5 \text{ anni} \quad h = 34,89 t^{0,204}$$

$$Tr = 10 \text{ anni} \quad h = 41,76 t^{0,19}$$

$$Tr = 20 \text{ anni} \quad h = 48,79 t^{0,176}$$

$$Tr = 30 \text{ anni} \quad h = 52,76 t^{0,17}$$

$$Tr = 50 \text{ anni} \quad h = 57,8 t^{0,163}$$

$$Tr = 100 \text{ anni} \quad h = 64,64 t^{0,156}$$

con h = altezza di pioggia in mm e t = tempo in ore.

Tempo di ritorno	5	5	5	5	5
Tr-1	4	4	4	4	4
(Tr-1)/Tr	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
f = ln(Tr-1)/Tr	-0,223	-0,223	-0,223	-0,223	-0,223
c = val.ass. f	0,223	0,223	0,223	0,223	0,223
ln c	-1,500	-1,500	-1,500	-1,500	-1,500
d = (ln c)/a	-15,737	-16,941	-14,333	-18,554	-20,013
h = u - d	36,126	42,906	47,601	58,031	69,034

Tab. 13a

Tempo di ritorno	10	10	10	10	10
Tr-1	9	9	9	9	9
(Tr-1)/Tr	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
f = ln(Tr-1)/Tr	-0,105	-0,105	-0,105	-0,105	-0,105
c = val.ass. f	0,105	0,105	0,105	0,105	0,105
ln c	-2,253	-2,253	-2,253	-2,253	-2,253
d = (ln c)/a	-22,641	-25,445	-21,529	-27,868	-30,060
h = u - d	43,029	51,410	54,797	67,345	79,081

Tab. 13b

Tempo di ritorno	20	20	20	20	20
Tr-1	19	19	19	19	19
(Tr-1)/Tr	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95
$f = \ln(\text{Tr}-1)/\text{Tr}$	-0,051	-0,051	-0,051	-0,051	-0,051
ln c	-2,976	-2,976	-2,976	-2,976	-2,976
$d = (\ln c)/a$	-29,906	-33,610	-28,438	-36,811	-39,706
$h = u - d$	50,295	59,575	61,706	76,288	88,727

Tab. 13c

Tempo di ritorno	30	30	30	30	30
Tr-1	29	29	29	29	29
$f = \ln(\text{Tr}-1)/\text{Tr}$	-0,034	-0,034	-0,034	-0,034	-0,034
c = val. ass. f	0,034	0,034	0,034	0,034	0,034
ln c	-3,384	-3,384	-3,384	-3,384	-3,384
$d = (\ln c)/a$	-34,006	-38,218	-32,337	-41,858	-45,150
$h = u - d$	54,395	64,183	65,604	81,335	94,171

Tab. 13d

Tempo di ritorno	50	50	50	50	50
Tr-1	49	49	49	49	49
(Tr-1)/Tr	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98
$f = \ln(\text{Tr}-1)/\text{Tr}$	-0,020	-0,020	-0,020	-0,020	-0,020
c = val. ass. f	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020
ln c	-3,902	-3,902	-3,902	-3,902	-3,902
$d = (\ln c)/a$	-39,212	-44,069	-37,286	-48,266	-52,061
$h = u - d$	59,600	70,033	70,554	87,743	101,082

Tab. 13e

Tempo di ritorno	100	100	100	100	100
Tr-1	99	99	99	99	99
(Tr-1)/Tr	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99
$f = \ln(\text{Tr}-1)/\text{Tr}$	-0,010	-0,010	-0,010	-0,010	-0,010
c = val. ass. f	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
ln c	-4,605	-4,605	-4,605	-4,605	-4,605
$d = (\ln c)/a$	-46,276	-52,008	-44,004	-56,961	-61,441
$h = u - d$	66,665	77,973	77,272	96,438	110,462

Tab. 13f

Durate di pioggia	1h	3h	6h	12h	24h
Tr = 5 anni	36,126	42,906	47,601	58,031	69,034
Tr = 10 anni	43,029	51,410	54,797	67,345	79,081
Tr = 20 anni	50,29468	59,575	61,70562	76,2885	88,72741
Tr = 30 anni	54,39471	64,18289	65,60435	81,33523	94,17102
Tr = 50 anni	59,60015	70,0331	70,55422	87,7426	101,0823
Tr = 100 anni	66,66467	77,97267	77,2719	96,43832	110,4618

Tab. 14

Equazione di possibilità pluviometrica (m = 5)					
Tr = 5 anni					
t (ore)	1	3	6	12	24
x = log t	0,000	0,477	0,778	1,079	1,380
g = sommatoria x	3,714				
k = logt ²	0,000	0,228	0,605	1,164	1,904
r = sommatoria k	3,901				
y = log h	1,557814	1,632513	1,677614	1,76366	1,839064
z = x * y	0	0,778872	1,305184	1,902989	2,537908
p = sommatoria z	6,524953				
q = sommatoria y	8,470666				
q * g	31,46005				
m*p = 5 * p	32,62477				
A = q*g - 5*p =	-1,16471				
g ²	13,794				
m*r = 5*r	19,505				
B = g ² - 5r	-5,7112				
n = A/B	0,203935				
n * r	0,79555				
C = p-nr	5,729403				
loga = C/g	1,54265				
a	34,89				
		h = a tⁿ			
h = 34,89 t^{0,204}		per cui si ha:			
Tc = 1h	h = 34,89mm				
Tc = 2h	h = 40,19mm				
Tc = 3h	h = 43,65mm				

Tab. 15a

Equazione di possibilità pluviometrica (m = 5)					
Tr = 10 anni					
t (ore)	1	3	6	12	24
x = log t	0,000	0,477	0,778	1,079	1,380
g = sommatoria x	3,714				
k = logt ²	0,000	0,228	0,605	1,164	1,904
r = sommatoria k	3,901				
y = log h	1,633763	1,711044	1,738755	1,828308	1,898072
z = x * y	0	0,816339	1,352752	1,972744	2,61934
p = sommatoria z	6,761175				
q = sommatoria y	8,809942				
q * g	32,72013				
m*p = 5 * p	33,80587				
A = q*g - 5*p =	-1,08575				
g ²	13,7938				
m*r = 5*r	19,505				
B = g ² - 5r	-5,7112				
n = A/B	0,190108				
n * r	0,741612				
C = p-nr	6,019562				
loga = C/g	1,620776				
a	41,76				
		h = a tⁿ			
h = 41,76t^{0,19}					
per Tc = 1h	h = 41,76 mm				
per Tc = 2h	h = 47,64mm				
per Tc = 3h	h = 51,45mm				

Tab. 15 b

Equazione di possibilità pluviometrica (m = 5)					
Tr = 20 anni					
t (ore)	1	3	6	12	24
x = log t	0,000	0,477	0,778	1,079	1,380
g = sommatoria x	3,714				
k= logt ²	0,000	0,228	0,605	1,164	1,904
r = sommatoria k	3,901				
y = log h	1,701522	1,775064	1,790325	1,882459	1,948058
z = x * y	0	0,846883	1,392873	2,031173	2,68832
p = sommatoria z	6,959249				
q = sommatoria y	9,097428				
q * g	33,78785				
m*p = 5 * p	34,79624				
A = q*g - 5*p =	-1,0084				
g ²	13,7938				
m*r = 5*r	19,505				
B = g ² - 5r	-5,7112				
n = A/B	0,176565				
n * r	0,688779				
C = p-nr	6,27047				
loga = C/g	1,688333				
a	48,79				
					h = a tⁿ
h = 48,79 t^{0,176}					
per Tc = 1h		h = 48,79m			
per Tc = 2h		h = 55,12mm			
per Tc = 3h		h = 59,2 mm			

Tab. 15c

Equazione di possibilità pluviometrica (m = 5)					
Tr = 30 anni					
t (ore)	1	3	6	12	24
x = log t	0,000	0,477	0,778	1,079	1,380
g = sommatoria x	3,714				
k= logt ²	0,000	0,228	0,605	1,164	1,904
r = sommatoria k	3,901				
y = log h	1,735557	1,807419	1,816933	1,910279	1,973917
z = x * y	0	0,86232	1,413574	2,061191	2,724006
p = sommatoria z	7,06109				
q = sommatoria y	9,244105				
q * g	34,3326				
m*p = 5 * p	35,30545				
A = q*g - 5*p =	-0,97284				
g ²	13,7938				
m*r = 5*r	19,505				
B = g ² - 5r	-5,7112				
n = A/B	0,17034				
n * r	0,664495				
C = p-nr	6,396595				
loga = C/g	1,722293				
a	52,76				
					h = a tⁿ
h = 52,76 t^{0,17}					
per Tc = 1h		h = 52,76 mm			
per Tc = 2h		h = 59,36mm			
per Tc = 3h		h = 63,59 mm			

Tab. 15d

Equazione di possibilità pluviometrica (m = 5)					
Tr = 50 anni					
t (ore)	1	3	6	12	24
x = log t	0,000	0,477	0,778	1,079	1,380
g = sommatoria x	3,714				
k= logt ²	0,000	0,228	0,605	1,164	1,904
r = sommatoria k	3,901				
y = log h	1,775247	1,845303	1,848523	1,943211	2,004675
z = x * y	0	0,880394	1,438151	2,096724	2,766451
p = sommatoria z	7,181721				
q = sommatoria y	9,416959				
q * g	34,97459				
m*p = 5 *p	35,9086				
A = q*g - 5*p =	-0,93402				
g ²	13,7938				
m*r = 5*r	19,505				
B = g ² - 5r	-5,7112				
n = A/B	0,163541				
n * r	0,637974				
C = p-nr	6,543746				
loga = C/g	1,761913				
a	57,8				
					h = a tⁿ
h = 57,8 t^{0,163}					
per Tc = 1h		h = 57,8 mm			
per Tc = 2h		h = 64,71mm			
per Tc = 3h		h = 69,13 mm			

Tab. 15e

Equazione di possibilità pluviometrica (m = 5)					
Tr = 100 anni					
t (ore)	1	3	6	12	24
x = log t	0,000	0,477	0,778	1,079	1,380
g = sommatoria x	3,714				
k= logt ²	0,000	0,228	0,605	1,164	1,904
r = sommatoria k	3,901				
y = log h	1,823896	1,891942	1,888022	1,98425	2,043212
z = x * y	0	0,902646	1,468881	2,141005	2,819633
p = sommatoria z	7,332165				
q = sommatoria y	9,631321				
q * g	35,77073				
m*p = 5 *p	36,66082				
A = q*g - 5*p =	-0,8901				
g ²	13,7938				
m*r = 5*r	19,505				
B = g ² - 5r	-5,7112				
n = A/B	0,155851				
n * r	0,607974				
C = p-nr	6,724191				
loga = C/g	1,810498				
a	64,64				
					h = a tⁿ
h = 64,64 t^{0,156}					
per Tc = 1h		h = 64,64 mm			
per Tc = 2h		h = 72,02mm			
per Tc = 3h		h = 76,72 mm			

Tab. 15f

8. Portate pluviali

L'Ordinanza Ministeriale n. 3184 del 22.03.2002 – art. 7, commi 3 e 5 – art. 8. Approvazione dei criteri, dei limiti di smaltimento e indirizzi per la programmazione ed attivazione degli interventi nel settore fognario e depurativo (“Piano Direttore”), definisce e distingue le acque di prima pioggia da quelle successive di dilavamento.

Le acque di prima pioggia sono definite come: *“le prime acque meteoriche di dilavamento fino ad un'altezza di precipitazione massima di 5 mm, relative ad ogni evento meteorico preceduto da almeno 48 h di tempo asciutto, uniformemente distribuite sull'intera superficie scolante”*. Per queste il calcolo è semplice.

Tali acque ai sensi di quanto stabilito all'art. 39, comma 3, del D.L.vo n. 152/99, come novellato dal D.L.vo 258/2000, devono essere raccolte in vasca a tenuta stagna e sottoposte ad un trattamento depurativo in loco, tale da conseguire il rispetto dei limiti di emissione previsti dalla tab. 3 di cui all'allegato 5 del D.L.vo 152/99 e successive modifiche ed integrazioni.

Per quanto riguarda le altre acque successive a quelle di prima pioggia, le volumetrie di acqua relative alla portata di piena devono essere calcolate con un tempo di ritorno non inferiore a 5 anni.

Riferendosi al tempo di ritorno di 5 anni, i dati afferenti alla curva della pioggia sono:

$$a = 34.89 \text{ mm} = 0.0349 \text{ m};$$

$$n = 0.204;$$

I valori del coefficiente di afflusso sono punto di grande incertezza di calcolo. Variano con il clima, in funzione dell'evaporazione, con la natura del sottosuolo, con la pendenza dei terreni, con il loro grado di saturazione per precedenti piogge ecc. In pratica però si tiene conto solo della superficie, trascurando gli altri fattori. I valori, secondo lo schema analitico adoperato, sono quelli riportati nella seguente tabella.

tab. 16

Superfici	valori di ϕ
Tetti, terrazze, pavimentazioni in asfalto	0.9 - 0.8
Lastricati ben connessi	0.8 - 0.7
Lastricati ordinari	0.7 - 0.5
Macadam e selciati	0.6 - 0.4
Superfici battute	0.3 - 0.15
Superfici non battute	0.2 - 0.1
Parchi, boschi, giardini, terre coltivate	0.1 - 0

Quindi si ha che il coefficiente di afflusso, commisurato ad un bacino di area $S = \sum S_i$, è uguale a: $f = \sum (f_i * S_i) / \sum S_i$

Per il calcolo del volume d'invaso superficiale determinato dalle acque di pioggia si fa riferimento alla formula di Turazza:

$$u = 0,1157 (f * h) / t_c$$

con:

h = altezza di pioggia calcolata per $t_p = t_c$ (tempo di pioggia = tempo di corrivazione, essendo il tempo di corrivazione il tempo impiegato dall'acqua di pioggia a scorrere lungo tutto il tratto del bacino idrografico, nel caso di progetto della rete di fogna bianca) in mm,

f = coefficiente di afflusso medio;

t_c = tempo di corrivazione espresso in giorni.

Per zone e situazioni analoghe è stato utilizzato con successo un tempo di corrivazione pari a: **t_c = 1 h. = 1/24 = 0.0417 giorni**

La portata di massima piena, espressa in l/sec, sarà quindi:

$$Q_{max} = u * S$$

con **S** = superficie del bacino, espresso in ha.

Nell'area ad oggi non esiste la fogna di acqua bianca e pertanto in attesa della loro realizzazione si dovrà procedere nel modo seguente.

Le acque di dilavamento ai sensi dell'articolo 3 del Piano Direttore, sono disciplinate dall'articolo 5 e devono essere sempre sottoposte a trattamenti di grigliatura e dissabbiatura. E' facoltà del progettista o su richiesta della Provincia se ritenuto necessario, disporre anche un trattamento di desoleazione.

Quando le acque di dilavamento sono successive a quelle di prima pioggia, cioè quando sono di seconda pioggia, esse devono essere sottoposte a un trattamento di grigliatura, dissabbiatura e desoleazione. Tali acqua trattate potranno essere smaltite negli strati superficiali del sottosuolo, in zona anidra, valutando il franco di sicurezza tra il punto più basso cui si immette l'acqua meteorica trattata ed il livello superiore dell'escursione della superficie freatica.

L'adiacente "lotto 10", in passato, con episodi veramente significativi verificatesi nel novembre 1997, è soggetto a frequenti allagamenti, interessanti soprattutto i piani cantinati. L'intervento proposto di sistemazione idraulica del Comparto n. 18, attraverso la sensibilità alla problematica mostrata dal Gruppo di Progettazione, viene esteso anche a parte del Lotto 2 e del Lotto 10, attraverso la realizzazione di una duplice trincea posta ai due lati della strada che costituisce la prosecuzione del cavalcaferrovia, in direzione di via Berlinguer, nelle parti più depresse, che si allagano in concomitanza di precipitazioni particolarmente intense. Tali trincee saranno

collegate con un sistema in cui alloggiare una pompa di sollevamento, in grado di collettare le acque meteoriche nella fogna bianca da realizzare. Per impedire che il sistema vada in crisi, a causa dell'arrivo di notevoli portate d'acqua, in corrispondenza delle trincee verranno allocati dei pozzi disperdenti, attestati in zona anidra, in grado di smaltire le eventuali portate in esubero. Il loro numero, il dimensionamento e calibrazione della profondità dove attestare i pozzi assorbenti, necessariamente dovrà essere seguito dallo studio idrologico della zona d'interesse.

9. Criteri di progettazione in aree carsiche

Nelle aree sede di fenomeni erosivi di tipo carsico, i problemi nascono dalla difficile determinazione sia della disposizione, sia della forma e dimensioni di eventuali cavità presenti al di sotto del piano di posa delle fondazioni.

La continuità laterale e verticale della roccia non è comunque quasi mai verificata né regolare, per la presenza di zone a luoghi più allentate e fratturate che, talvolta, potrebbero reagire in modo difforme sotto l'aspetto geostatico.

Il confronto tra lo stato di fratturazione e lo sviluppo della rete carsica porta ad una caratterizzazione della roccia in sito che può essere ascritta al **GRADO II** o **III** ("Valutazione geologico-tecnica degli ammassi rocciosi carsificati"; F. ZEZZA, 1976). Cioè si passa da ammasso poco carsificato (II grado) a quello mediamente carsificato (III grado). La roccia è definibile come "discreta", con giunti di stratificazione solo parzialmente interessati da manifestazioni di tipo carsico ed ancora caratterizzata dalla presenza di piccole cavità, a sviluppo essenzialmente verticale, collegate ai processi di erosione e di dissoluzione carsica.

Per questo tipo di roccia l'indice di qualità della roccia (**RQD**) varia dal 50 al 90%.

Tenendo conto delle incertezze relative alla conoscenza precisa e puntuale del sottosuolo è necessario prevedere la possibilità di impiegare opportuni interventi che possono avere come obiettivo, o il miglioramento delle caratteristiche meccaniche della porzione di terreno all'interno della quale gli incrementi delle sollecitazioni, prodotti dall'opera in oggetto, sono significativi, ovvero il trasferimento di tali incrementi in zone più resistenti.

10. Parametri geotecnici dei terreni

La valutazione dei parametri geotecnici del terreno di fondazione, è stata basata sulle caratteristiche litologiche e strutturali dell'ammasso roccioso, valutando il numero di fratture per metro (**i**), presenti nel terreno.

Sono state considerate le risultanze delle indagini sismiche condotte in sito e i risultati di prove di laboratorio condotte su materiali simili (come condizioni di fratturazione e carsismo) appartenenti alla formazione del “Calcere di Bari. Si riportano qui di seguito i parametri più significativi.

parametro	unità di misura	valore
γ_g peso specifico dei granuli	t/mc	2.70
γ peso di volume in laboratorio	“	2.60
n porosità l.s.	%	3.70
C grado di compattezza	-----	0.96
ϕ' angolo di attrito intergranulare	gradi	35
σ_r tensione di rottura per compressione	kg/cmq	500

Tab. 17 : parametri fisico-meccanici (laboratorio).

I parametri ottenuti in laboratorio devono essere trasferiti in sito applicando dei coefficienti riduttivi che tengano conto dello stato di fratturazione, della presenza di materiale compressibile (terre rosse l.s.) e comunque, più in generale, di tutti i difetti strutturali e tessiturali della roccia.

I parametri geotecnici vanno oltremodo corretti tenendo presente lo “effetto scala” (Madhav & Rama Krishna, 1980).

Considerato che l'ammasso roccioso è interessato dalla presenza di piani di discontinuità, con frequenza degli stessi di **$i = 10$ piani/metro**, partendo dalla relazione proposta da Fissenko (1961), Manev & Avramova-Tacheva (1970), hanno correlato l'abbattimento dei valori di resistenza in funzione della frequenza delle discontinuità. Partendo da tale relazione si ottengono i parametri corretti in sito.

parametro	un. di misura	valore
γ_g peso specifico dei granuli	t/mc	2.70
γ peso di volume in sito	“	2.15
i piani di fratturazione	piani/metro	10
n' porosità in sito	%	20.4
C' grado di compattezza	---	0.80
σ_s tensione di rottura in sito	kg/cmq	11.22

Tab. 18 : parametri fisico-meccanici (in sito).

I calcari non possono essere considerati come praticamente indeformabili e pertanto si potrà fare riferimento ai seguenti parametri elastici:

μ	coefficiente di Poisson	adim.	0.39
E	modulo elastico statico in sito	kg/cmq	2.000

Pertanto dovendo schematizzare l'ambiente fondale si tratta di calcari fratturati e carsificati con giunti poco allargati e scarse terre rosse.

E' chiaro che in siffatto ambiente esiste la potenzialità del rinvenimento di piccole cavità merofossili. Queste risultano da tempo escluse dalla rete idrica sotterranea.

E' bene sottolineare il fatto come i materiali riempienti, in parte o totalmente le cavità, non possono considerarsi condizionanti ai fini della stabilità delle fondazioni.

Ciò in quanto il rapporto tra i moduli di deformazione dei materiali stessi rispetto ai moduli dei calcari incassanti è certamente non superiore ad $1/20$. Questo significa che la capacità portante del terreno di fondazione è garantita quasi esclusivamente dalle proprietà geomeccaniche della struttura calcarea incassante.

Per contro, ai fini della stabilità nel tempo delle cavità, gli stessi terreni possono svolgere una rilevante funzione di contenimento delle strutture disarticolate e di regolazione delle vie che l'acqua di infiltrazione può percorrere.

Per quanto concerne la soluzione dei calcoli progettuali, occorre tenere conto del concorso di due distinti aspetti : la stabilità a breve e a lungo termine dell'insieme roccia-fondazione-struttura.

Quantunque il problema non si presti a generalizzazioni e ad estrapolazioni, per il gran numero di parametri che lo governano, tuttavia la soluzione è riconducibile a modelli numerici di tipo elastico isotropo ed anisotropo, per i quali, può essere sufficiente l'uso in campo elastico lineare, specificando per i materiali la non-resistenza a trazione.

Le proprietà meccaniche sopra definite delle rocce carsificate sono condizionate non solo dallo stato di fratturazione ma anche dalla presenza dei materiali di riempimento e, in particolare, dalle terre rosse. Tali depositi possono assumere un andamento stratoide o lentiforme quando riempiono le cavità interstratali, si dispongono a guisa di filoni sedimentari variamente inclinati, quando colmano le cavità carsiche di tipo composto, più o meno ampie; formano infine, un insieme caotico con la roccia ospitante quando questa risulta particolarmente rilassata e carsificata.

La spinta anisotropia che caratterizza gli ammassi rocciosi carsificati si riflette, pertanto, sulle proprietà meccaniche che possono variare anche notevolmente, entro distanze assai brevi.

11. Tipologie fondali

Il terreno di sedime è costituito essenzialmente da sedimenti calcarei per cui non si pone il problema della resistenza almeno secondo il concetto della capacità portante.

Infatti, la rottura del terreno può avvenire, ma per altre cause che non il superamento della resistenza a taglio della roccia stessa. In tal caso, l'instabilità può manifestarsi per la presenza di cavità o fessure occupate da materiale di alterazione a comportamento argilloso e dalla presenza sotto il piano di sedime, della terra rossa.

Nella teoria precedentemente esposta vengono prese in considerazione tali eventualità e pertanto si spiega il notevole abbattimento subito dai parametri fisico-meccanici e soprattutto dalla resistenza a compressione.

Quindi nell'ipotesi di rottura del terreno per compressione monoassiale con contenimento laterale nullo ($\sigma_v \neq 0$ e $\sigma_h = 0$), per un coefficiente di sicurezza $\eta = 3$, la tensione di contatto massima risulta:

$$\sigma = \sigma_s / \eta = 11.22 / 3 = \mathbf{3.74 \text{ kg/cmq}}$$

Le indagini geofisiche realizzate permettono di effettuare una serie di considerazioni in riferimento alle diverse Maglie, premettendo che a causa dei ruderi dei manufatti presenti all'interno della Maglia B, in essa non è stato possibile effettuare degli accertamenti geognostici. Pur tuttavia, l'assenza di superfici di dislocazione di un certo rilievo e la vicinanza con la Maglia A, permettono l'accorpamento di queste ultime due.

Maglia A e B

Gli stendimenti microsismici effettuati permettono di rilevare che lo spessore dello "strato meno veloce", costituito da materiale di riporto e da terreno vegetale, aumenta man mano che ci si sposta verso la linea ferroviaria, dove il calcare discreto si trova a profondità di circa - 3.50 m dall'attuale p.c. Nella parte più meridionale dell'area invece la roccia inizia già da - 2.10 m dal p.c.

Maglia C

Le velocità rilevate sono molto basse, se riferita agli stendimenti precedenti, con passaggio dal sismostrato superficiale a cui compete una velocità di 636 m/s al secondo sismostrato alla profondità di 1.80 m, con velocità leggermente più elevata di circa 875 m/s. Un leggero miglioramento si rileva a circa 3.0 m di profondità con passaggio a velocità dell'ordine di 1.230 m/s

Maglia D

E' assimilabile alle Maglie A e B, con velocità che raggiungono facilmente il valore di 2.000 m/s.

Per la valutazione della massima sollecitazione trasmissibile al sedime, si è supposto che ad una profondità compresa tra il piano fondale e B (con B = larghezza di fondazione), si trovi una cavità che si sviluppi per il 20 % della larghezza di fondazione.

Considerando, pertanto, l'area compensata, il valore della massima sollecitazione di esercizio è :

$$\text{Maglie A - B - D} \quad \sigma_{\text{amm}} = \sigma \cdot A_c / A = 3.74 \cdot 0.80 / 1.00 = \mathbf{2.99 \text{ kg/cmq}}$$

Invece per i terreni appartenenti alla Maglia C, si consiglia di adottare un ulteriore coefficiente di sicurezza, fino ad arrivare a:

$$\text{Maglia C} \quad \sigma'_{\text{amm}} = \sigma_{\text{amm}} / \eta = 2.99 / 1.20 = \mathbf{2.49 \text{ kg/cmq}}$$

Sulla scorta di quanto sopra, si ritiene quale tipologia fondale più idonea quella costituita da fondazioni isolate con **plinti isolati** ovvero da un **reticolo di travi rovesce**.

Per la loro realizzazione si provvederà all'esecuzione di scavi a sezione ristretta, in corrispondenza dei singoli pilastri. La profondità da raggiungere sarà tale da incastrarli parzialmente e/o totalmente in roccia.

Si provvederà quindi alla regolamentazione del fondo scavo con messa in opera di magrone cementizio per uno spessore minimo di 10 cm, su cui realizzare il plinto vero e proprio.

Per effetto della realizzazione del piano interrato, dovrà essere asportato il terreno vegetale dello spessore di circa 50 cm (peso di volume di 1.40 t/mc) ed il materiale calcareo per uno spessore di circa 2.50 m (il piano interrato si attesterà a circa - 3.00 ml dall'attuale p.c.), e pertanto il terreno di sedime risulta scaricato di :

$$\sigma_{\text{sc}} = \gamma_t \times 0.50 + \gamma_r \times 2.50 = 1.4 \times 0.5 + 2.15 \times 2.50 = \mathbf{6.07 \text{ t/mq}}$$

pari a circa il 20 % delle sollecitazioni che saranno trasmesse al terreno.

12. Cedimenti

Quindi sono stati valutati i cedimenti massimi assoluti sempre nell'ipotesi di fondazione su terreno alla Winkler.

I *cedimenti allo spigolo* per fondazione rettangolare risultano:

$$W = \sigma \cdot B / E_s \cdot (1 - \nu^2) \cdot I_w \cdot 10^3 \quad \text{mm con}$$

W	valore assoluto del cedimento	mm
σ	tensione trasmessa al suolo	t/mq
B	dimensione significativa fondaz.	m

Es	modulo elastico statico in sito	t/mq
v	coefficiente di Poisson	adim.
Iw	coefficiente d'influenza	“

Quindi, nell'ipotesi di una fondazione a pianta rettangolare, con $B = 1.00$ m, che trasmetta al suolo una tensione di 3.00 kg/cmq, con $Iw = 1.70$ si ottiene :

Fondazione rigida

W = 2.16 mm (Schleicher)

Una struttura intelaiata in c.a. con luce tra pilastri adiacenti media di 4.00 m, ammette un cedimento differenziale di :

$$\Delta W = 2 - 4/1000 \times 400 = \mathbf{0.8 - 1.6cm.}$$

compatibili con le strutture in progetto .

Tenuto conto di quanto esposto nei precedenti paragrafi è necessario che per una corretta esecuzione delle fondazioni siano osservate le seguenti prescrizioni :

- asportare dal piano fondale le porzioni rocciose più fratturate ed allentate;
- eseguire la corretta pulizia dello scavo,
- laddove si riscontrino sacche terrose sul piano ultimo di sbancamento, si consiglia di eseguire fiorettature di controllo per valutare la potenza di tali strati ed eventualmente intervenire con bonifiche parziali del sedime (spicconature ed allontanamento del materiale terroso che potrà essere sostituito con una maglia di ferri disposti a croce e con getto di cls Rbk 250).

Eventuali variazioni del dimensionamento delle strutture fondali potranno essere effettuate in sede di esecuzione degli scavi, in relazione a particolari situazioni litostratigrafiche locali.

Particolare attenzione dovrà essere posta alla regimentazione delle acque meteoriche che andranno convogliate in apposite condotte di fogna bianca, previo trattamento di desabbatura e desolazione.

Conclusioni

L'indagine di cui alla presente nota riveste un carattere generale per cui non esaurisce l'obbligo di approfondire i problemi specifici dei singoli corpi di fabbrica, sia pubblici che privati, per cui, stante la particolare situazione geologico-strutturale riscontrata, è prescrittivo eseguire indagini preventive di tipo diretto o indiretto.

Previa autorizzazione, andranno eseguiti dapprima gli scavi per il raggiungimento del piano fondale e su questo andranno eseguite prove geofisiche (elettrica e sismica) atte alla migliore caratterizzazione dell'ammasso roccioso ivi presente. Lo sbancamento preliminare servirà a calibrare le misure geofisiche più idonee da eseguirvi.

Particolare attenzione dovrà essere posta alla regimentazione delle acque meteoriche che andranno convogliate in apposite condotte di fogna bianca.

Anche se la Regione Puglia non ha ancora emanato direttive in merito alle Norme Tecniche per il progetto, la valutazione e l'adeguamento sismico degli edifici si fa presente quanto segue. Il sito in epigrafe è esente da rischi di instabilità e di cedimenti permanenti causati da fenomeni di liquefazione o eccessivo addensamento in caso di sisma. Per quanto riguarda la categoria di appartenenza del suolo di fondazione, di cui al punto 3.1 della Normativa sismica, questa è la "A" - *formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi* – caratterizzati da valori di V_{s30} superiori a 800m/s, comprendenti eventuali strati di alterazione superficiale di spessore minimo pari a 3.00 m. Non è necessario realizzare collegamenti tra i plinti di fondazione. Infatti ai sensi del **D.M. 16.01.1996** "Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche" al punto B.10 'Criteri generali di progettazione – fondazioni ' al 3 comma si riporta: "omissis...*E' consentito omettere tali collegamenti in caso di terreni rocciosi o comunque di caratteristiche meccaniche elevate nonché in zone con grado di sismicità $S = 6$; in tutti gli altri casi, in mancanza di collegamenti, la struttura deve essere verificata per gli spostamenti orizzontali relativi del terreno tra i punti non collegati*". Quindi non è necessario eseguire la verifica per l'assenza dei collegamenti fra le strutture di fondazione. Allo stato non si riscontrano particolari condizioni di rischio idraulico, sismico, idrogeologico e geologico l.s. per cui non ci sono limitazioni a quanto previsto nel progetto del **Comparto Edificatorio n. 18** del comune di Molfetta.

Molfetta,

geologo

(**dr. geol. Ignazio L. Mancini**)