



# COMUNE DI MOLFETTA

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI N.  
1.144 CASSETTONI LUNGO IL MURO DI  
CINTA AD OVEST DELLA ZONA DI  
AMPLIAMENTO DEL CIMITERO COMUNALE

**COMMITTENTE:**  
COMUNE DI MOLFETTA - SETTORE LL.PP.

**GEOLOGO**  
geol. Ignazio Luciano Mancini

**RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:**  
geom. Damiano BINETTI

collaboratrice  
dott.ssa Alessandra Piscitelli

**TITOLO:**  
**RELAZIONE GEOLOGICA E  
INDAGINI GEOGNOSTICHE**

**EMISSIONE**  
**FEBBRAIO 2014**

**OGGETTO:**  
**PROGETTO ESECUTIVO**

**ELABORATO:**  
rif.  
geol. 86/12

**INDICE**

<b>Premessa</b>	pag. 2
<b>1. Ubicazione dell'area e caratteristiche progettuali</b>	pag. 3
<b>2. Riferimenti normativi</b>	pag. 10
<b>3. Regime vincolistico dell'area</b>	pag. 10
<b>4. Caratteristiche geologiche generali</b>	pag. 16
<b>5. Idrogeologia</b>	pag. 23
<b>5.1 Pozzi</b>	pag. 30
<b>6. Dati meteorologici</b>	pag. 31
<b>6.1 Regime anemometrico</b>	pag. 31
<b>6.1.1 Andamento annuale</b>	pag. 32
<b>6.1.2 Periodo primaverile</b>	pag. 34
<b>6.1.3 Periodo estivo</b>	pag. 35
<b>6.1.4 Periodo autunnale</b>	pag. 36
<b>6.1.5 Periodo invernale</b>	pag. 37
<b>6.1.6 Stabilità atmosferica</b>	pag. 38
<b>6.2. Temperature</b>	pag. 42
<b>6.3 Pluviometria</b>	pag. 48
<b>7. Indagini</b>	pag. 50
<b>7.1 Indagine geoelettrica</b>	pag. 50
<b>7.2 Indagine microsismica</b>	pag. 58
<b>7.2.1 Metodologia applicata alla prospezione sismica</b>	pag. 61
<b>7.2.2 Prospezione sismica di tipo MASW</b>	pag. 62
<b>7.2.3 Modalità di esecuzione dei rilevati: attività di campo</b>	pag. 63
<b>7.2.4 Elaborazione dei dati dell'indagine sismica a rifraz.</b>	pag. 64
<b>7.2.5 Elaborazione dei dati dell'indagine di tipo MASW</b>	pag. 67
<b>8. Criteri di progettazione in aree carsiche</b>	pag. 69
<b>9. Aspetti geodinamici</b>	pag. 70
<b>10.1 Sismicità dell'area</b>	pag. 71
<b>10.2 Input dei dati generali di calcolo</b>	pag. 81
<b>Conclusioni</b>	pag. 83

**progetto esecutivo per la realizzazione di n.  
1.144 cassettoni lungo il muro di cinta ad ovest della  
zona di ampliamento cimiteriale  
– Comune di Molfetta -  
*relazione geologica ed indagini geognostiche***

**Premessa**

La seguente relazione geologica ed indagini geognostiche riferisce delle caratteristiche litologiche e tecniche dei terreni su cui saranno realizzati n. 1.144 cassettoni lungo il muro di cinta ad ovest della zona di ampliamento cimiteriale nel **Comune di Molfetta** e fa seguito all'incarico conferito allo scrivente giusta Deliberazione di Giunta Comunale n. 52 del 07.05.2012.

L'area oggetto del presente studio ricade nella tav. **IV SE** del **F° 177** della Carta Topografica d'Italia ad una quota media di 16 m s.l.m.

Lo studio è stato effettuato nel rispetto della normativa vigente sui terreni di fondazione, quali la legge **64/74** ed i **D.M. 21.01.1981 & 11.03.1988** e Circolare Ministero dei LL.PP. n. 30483 del 29.9.1988 “*Istruzioni riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce ecc.*”. In particolare risponde ai requisiti di cui al **DM 14.01.2008** ed alla Circolare **n. 617/2009** del Consiglio Superiore dei LL. PP. recante Istruzioni per l'applicazione delle norme tecniche di cui al Testo Unico sulle Costruzioni.

La presente è conforme a quanto previsto dall'**art. 27** del Regolamento di Attuazione della **L. 109/94** sui LL.PP. In particolare la stessa deve contenere;

- identificazione delle formazioni presenti nel sito;
- tipi litologici;
- struttura e caratteri fisici del sottosuolo;
- modello geologico tecnico del sottosuolo;
- aspetti stratigrafici-strutturali-idrogeologici-geomorfologici-litotecnici e fisici;
- livello di pericolosità geologica;
- comportamento in assenza ed in presenza delle opere.

Nella presente si riportano indagini indirette di tipo microsismico eseguite nel lotto oggetto di studio. Inoltre si riportano indagini eseguite dal sottoscritto nei pressi dell'adiacente Comparto Edificatorio n. 17 ed i risultati di due indagini geoelettriche condotte dallo scrivente nel sito in esame nel novembre 1989 e nel novembre 1990; le indagini erano state eseguite su incarico dell'amministrazione comunale per il progetto di ampliamento della zona cimiteriale (Delibere n. 367 del 11.10.89 e n. 1.782 del 31.08.90. Le indagini sono state condotte nelle p.lle n. 40-75-76-39 del f. 8 di mappa catastale.

Il Comune di Molfetta con Ordinanza PCM n. 3274 del 20.03.2003 è stato classificato come zona sismica di terza categoria, per cui particolare attenzione è stata rivolta anche a tale aspetto.

**progetto esecutivo per la realizzazione di n.  
1.144 cassettoni lungo il muro di cinta ad ovest della  
zona di ampliamento cimiteriale  
– Comune di Molfetta -**

*relazione geologica ed indagini geognostiche*

Inoltre lo studio è stato elaborato in conformità al DPR 21.10.1975 n. 803  
“Regolamento di Polizia Mortuaria” ed al DPR 10.09.1990 n.285 e ss.mm. ed ii.

### **1. Ubicazione dell’area e caratteristiche progettuali**

L’area è ubicata in prossimità della strada vicinale Santa Margherita, immediatamente a nord della linea ferroviaria Bari – Bologna e della SS 16 bis. L’area oggetto del presente studio ricade nella tav. IV SE del F° 177 della Carta Topografica d’Italia ad una quota di + 16 m s.l.m. Dista circa 530 m dal mare.

In tale area, lungo il muro di cinta ad ovest, sul fronte settentrionale e su quello ad est, disposti su tre lati e su più file per un’altezza fuori terra di circa 12.0 m, nella zona di ampliamento cimiteriale verranno realizzati n. 1.144 cassettoni.

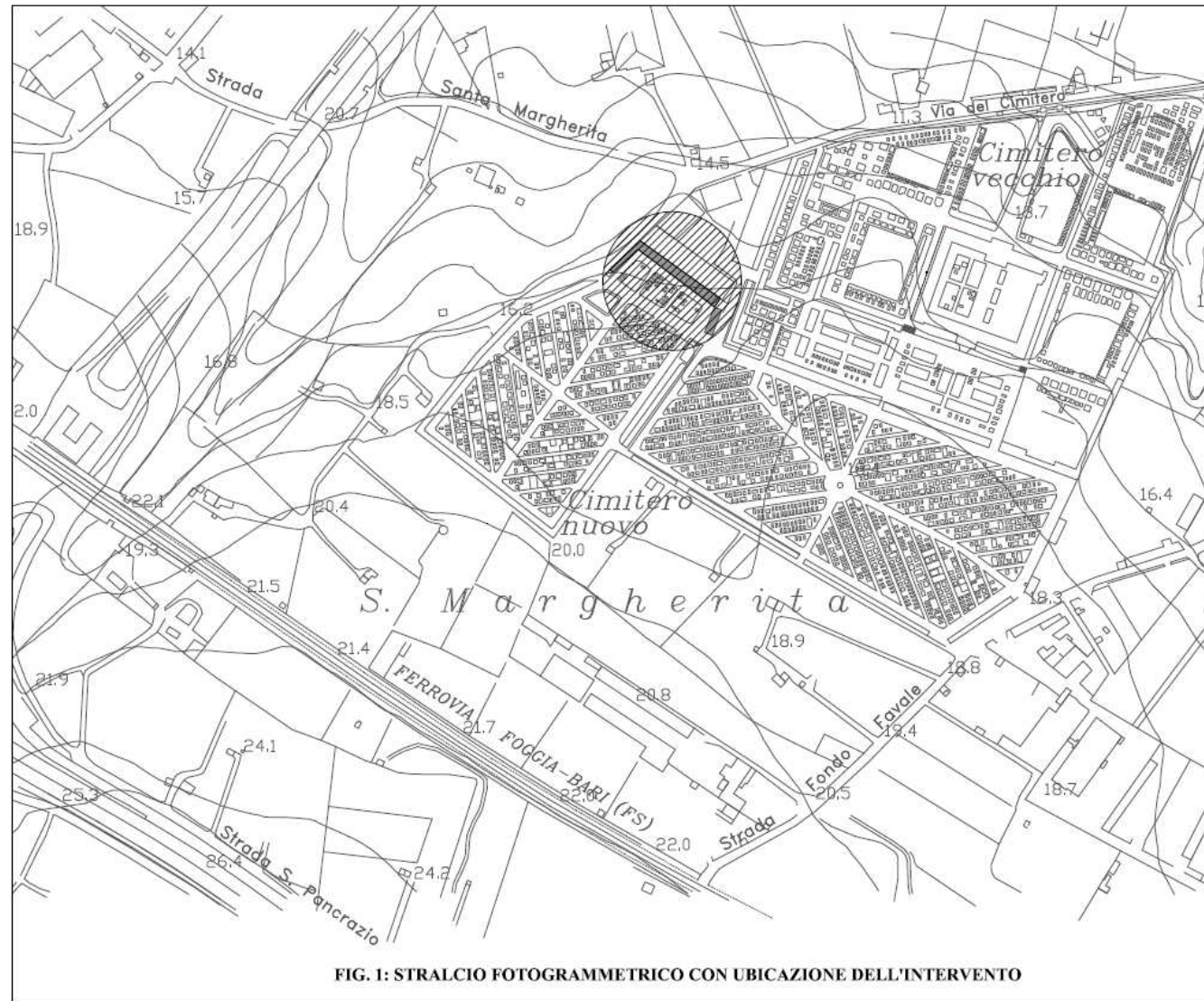
Nelle figure che seguono si riportano:

- stralcio fotogrammetrico (fig. 1);
- stralcio TAV. D.07 di PRGC (fig. 2);
- planimetria della stato dei luoghi (fig. 3);
- planimetria di progetto (fig. 4);
- piante e prospetti di progetto (figg. 5);
- sezioni di progetto (fig. 6).

**geol. Ignazio I. Mancini**

Via T. Fiore n. 14 – 70056 Molfetta (Ba)  
Telefax 0803346819 – email: imancini@libero.it

**progetto esecutivo per la realizzazione di n.  
1.144 cassettoni lungo il muro di cinta ad ovest della  
zona di ampliamento cimiteriale  
– Comune di Molfetta –  
*relazione geologica ed indagini geognostiche***



**FIG. 1: STRALCIO FOTOGRAMMETRICO CON UBICAZIONE DELL'INTERVENTO**

**geol. Ignazio I. Mancini**  
Via T. Fiore n. 14 – 70056 Molfetta (Ba)  
Telefax 0803346819 – email: imancini@libero.it

progetto esecutivo per la realizzazione di n.  
1.144 cassette lungo il muro di cinta ad ovest della  
zona di ampliamento cimiteriale  
– Comune di Molfetta –  
*relazione geologica ed indagini geognostiche*

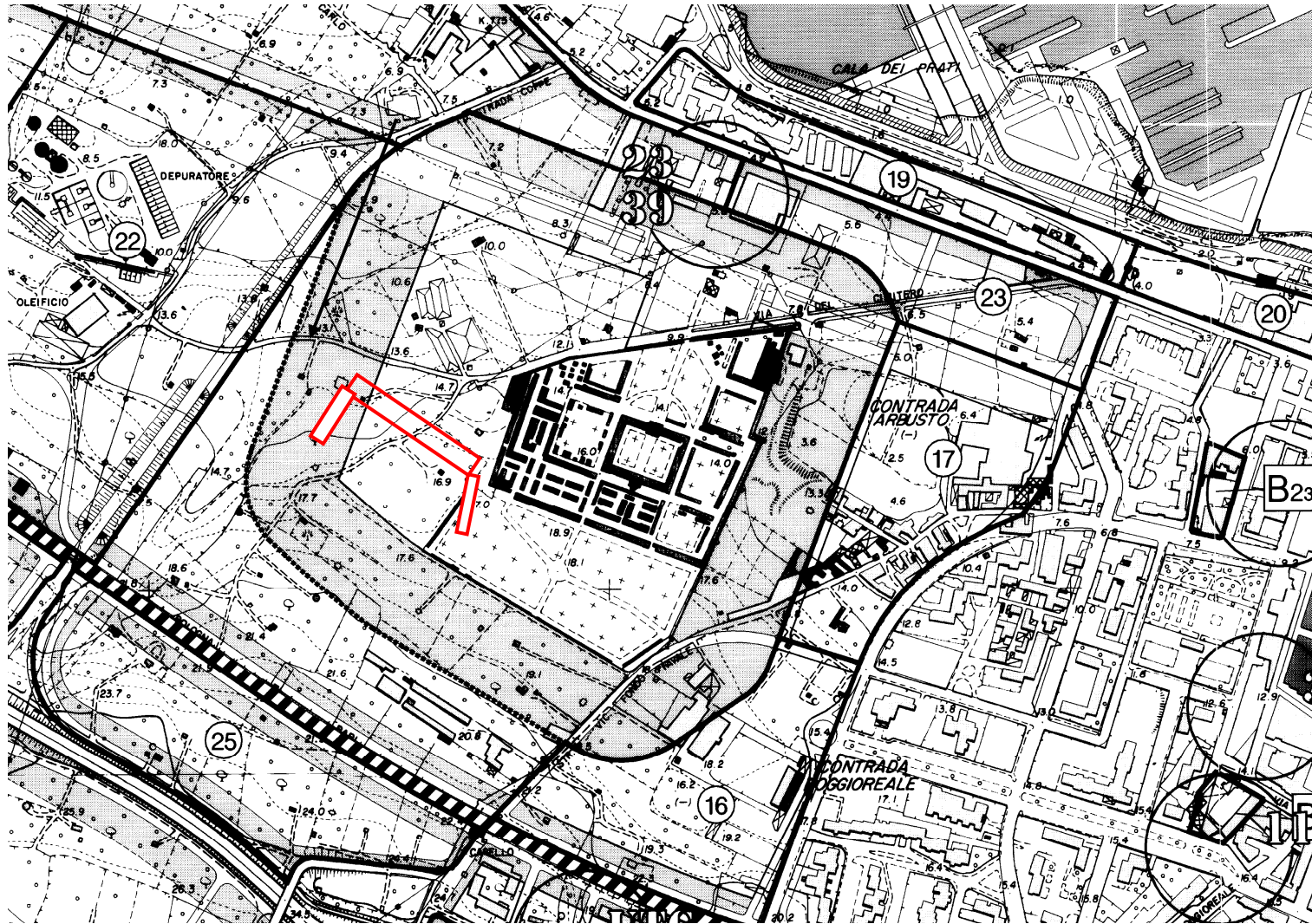


Fig. 2: Stralcio TAV. D.07 di PRGC

geol. Ignazio I. Mancini  
Via T. Fiore n. 14 – 70056 Molfetta (Ba)  
Telefax 0803346819 – email: imancini@libero.it

**progetto esecutivo per la realizzazione di n.  
1.144 cassettoni lungo il muro di cinta ad ovest della  
zona di ampliamento cimiteriale  
- Comune di Molfetta -  
*relazione geologica ed indagini geognostiche***



Fig. 3: Planimetria generale dello stato dei luoghi

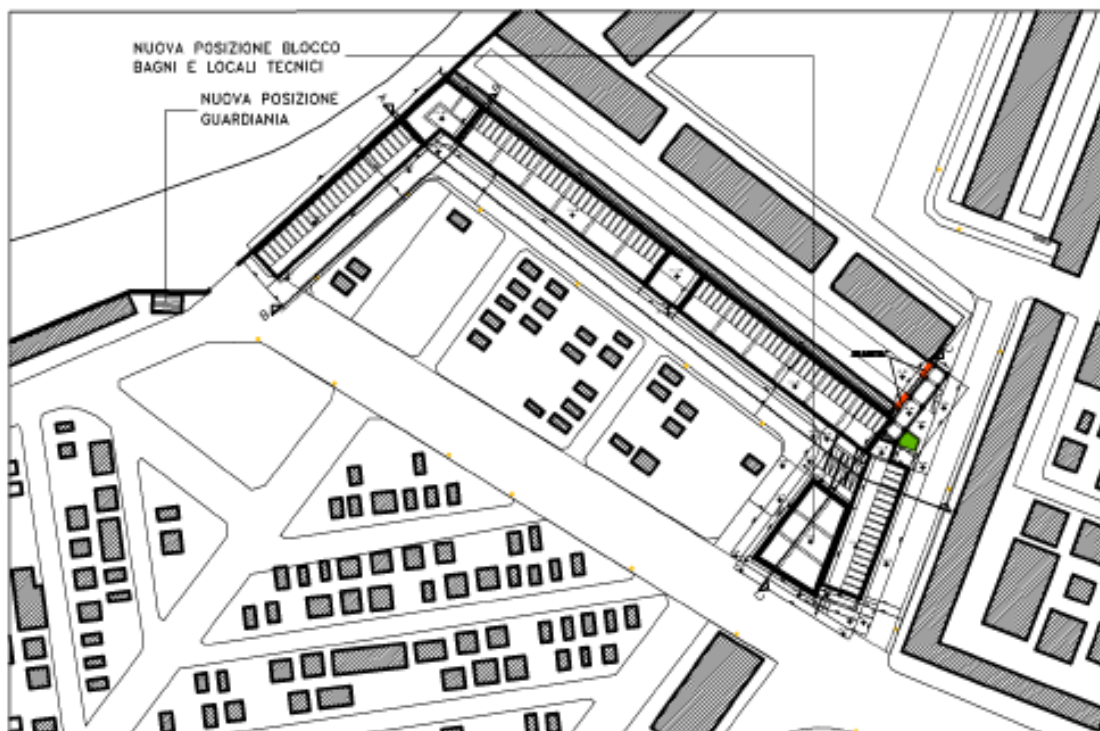


Fig. 4: Planimetria generale di progetto

progetto esecutivo per la realizzazione di n.  
1.144 cassettoni lungo il muro di cinta ad ovest della  
zona di ampliamento cimiteriale  
- Comune di Molfetta -  
*relazione geologica ed indagini geognostiche*

7

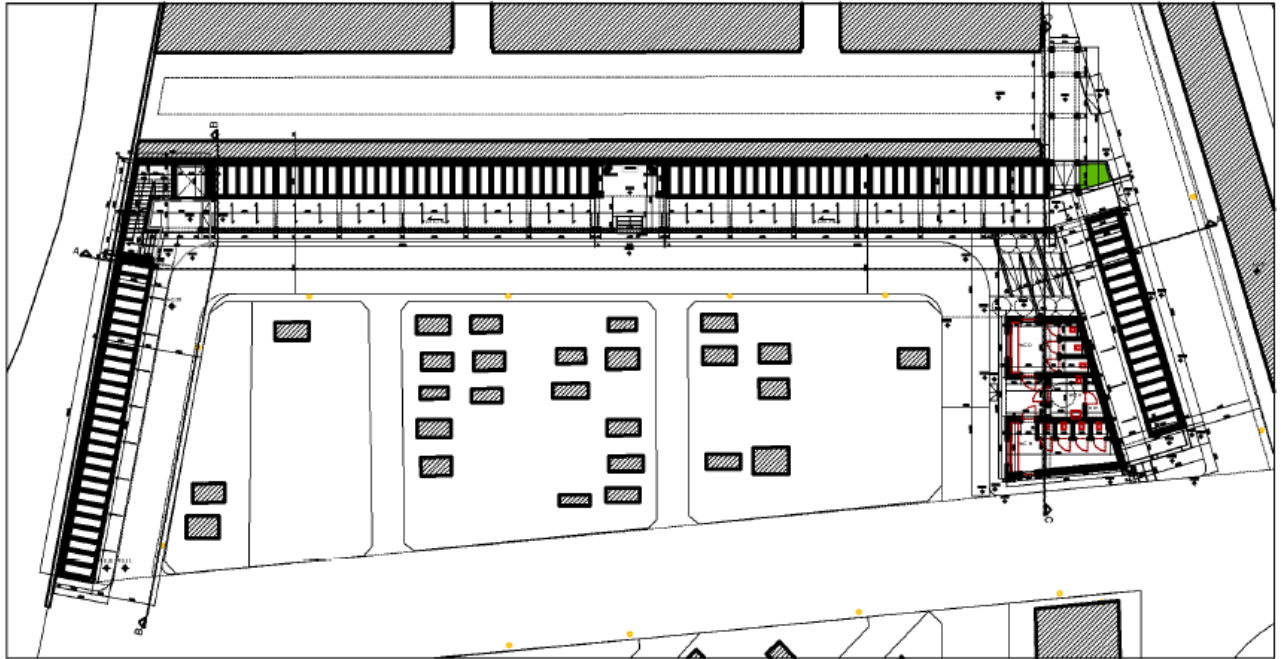


Fig. 5a: Pianta piano terra

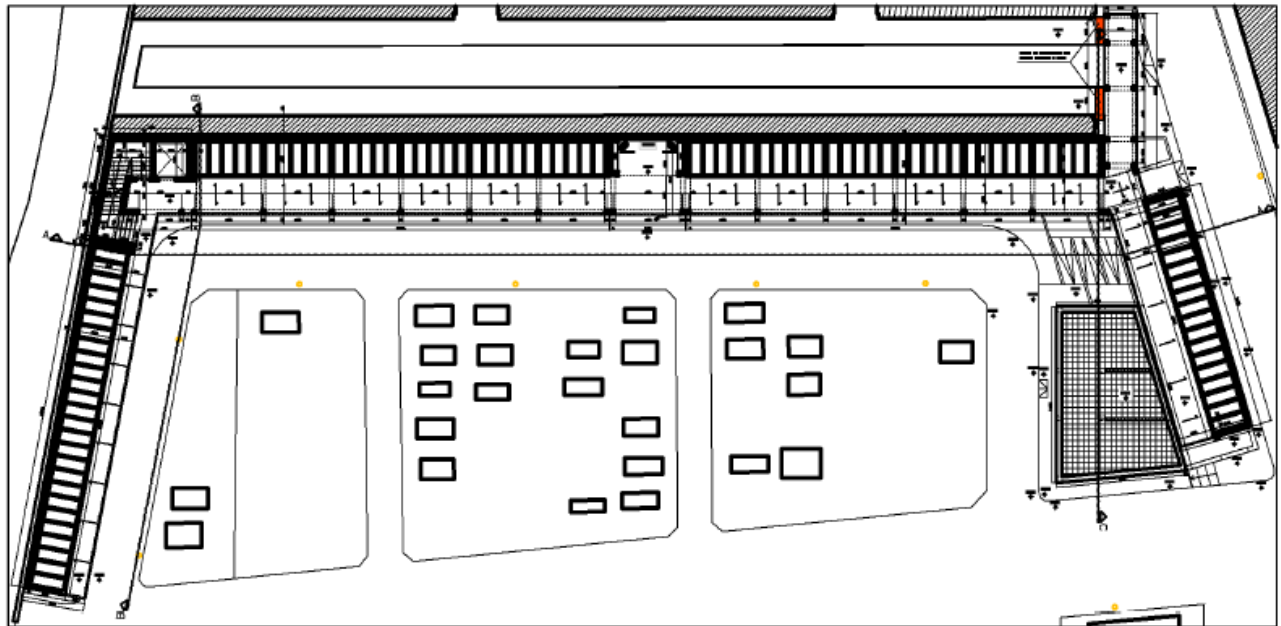


Fig. 5b: Pianta primo piano



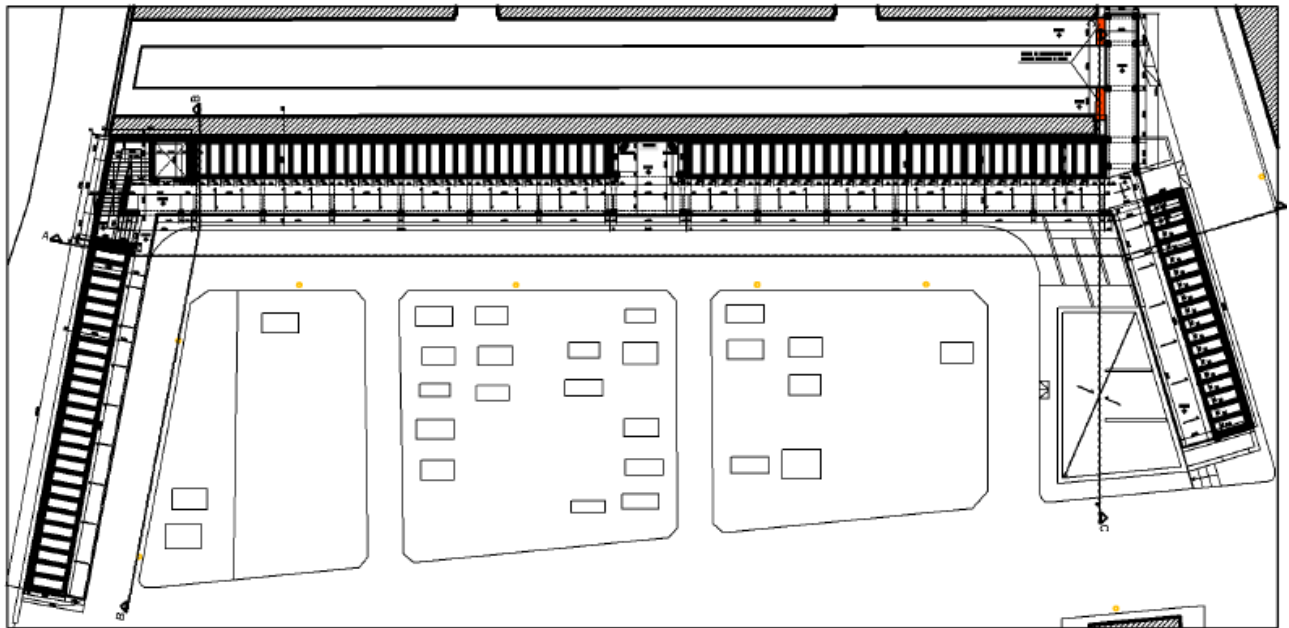


Fig. 5c: Pianta copertura

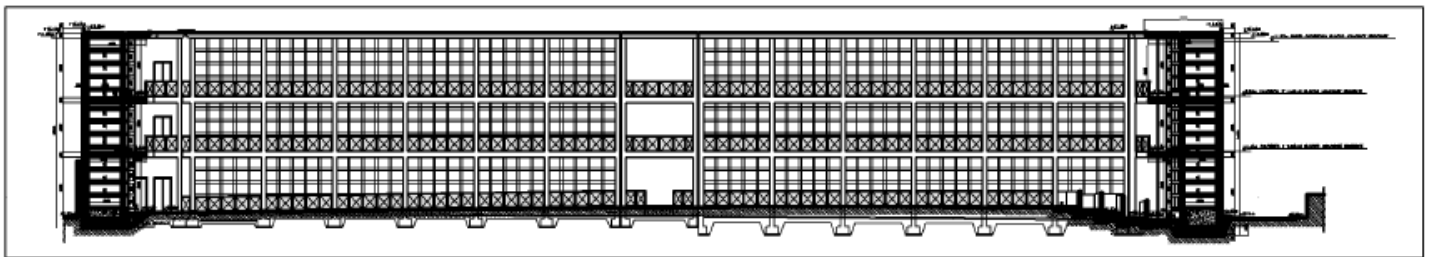


Fig. 6a: Sezione-prospetto A-A

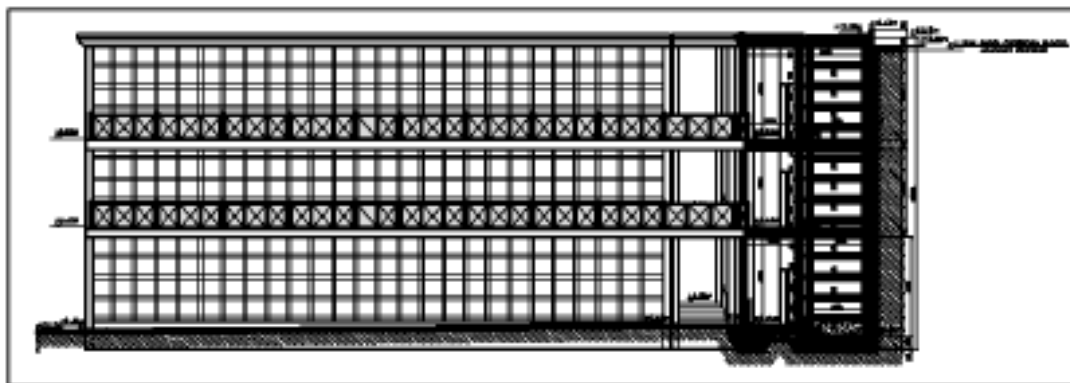


Fig. 6b: Sezione-prospetto B-B

progetto esecutivo per la realizzazione di n.  
1.144 cassettoni lungo il muro di cinta ad ovest della  
zona di ampliamento cimiteriale  
– Comune di Molfetta -  
*relazione geologica ed indagini geognostiche*

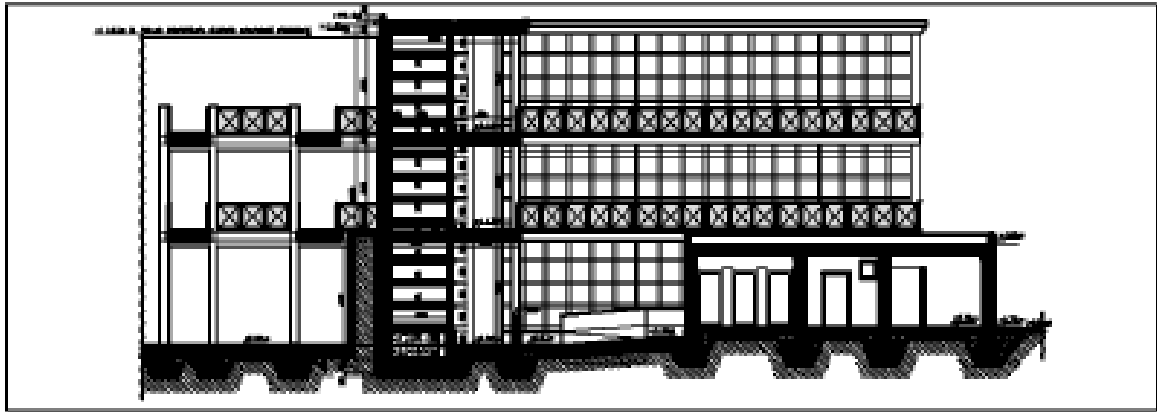


Fig. 6c: Sezione-prospetto C-C

L'area, di cui se ne riporta la foto aerea (Fig. 7) è caratterizzata dalle seguenti coordinate geografiche medie:

- 41°12'16.32" lat. Nord;
- 16°34'41.80" long. Est.

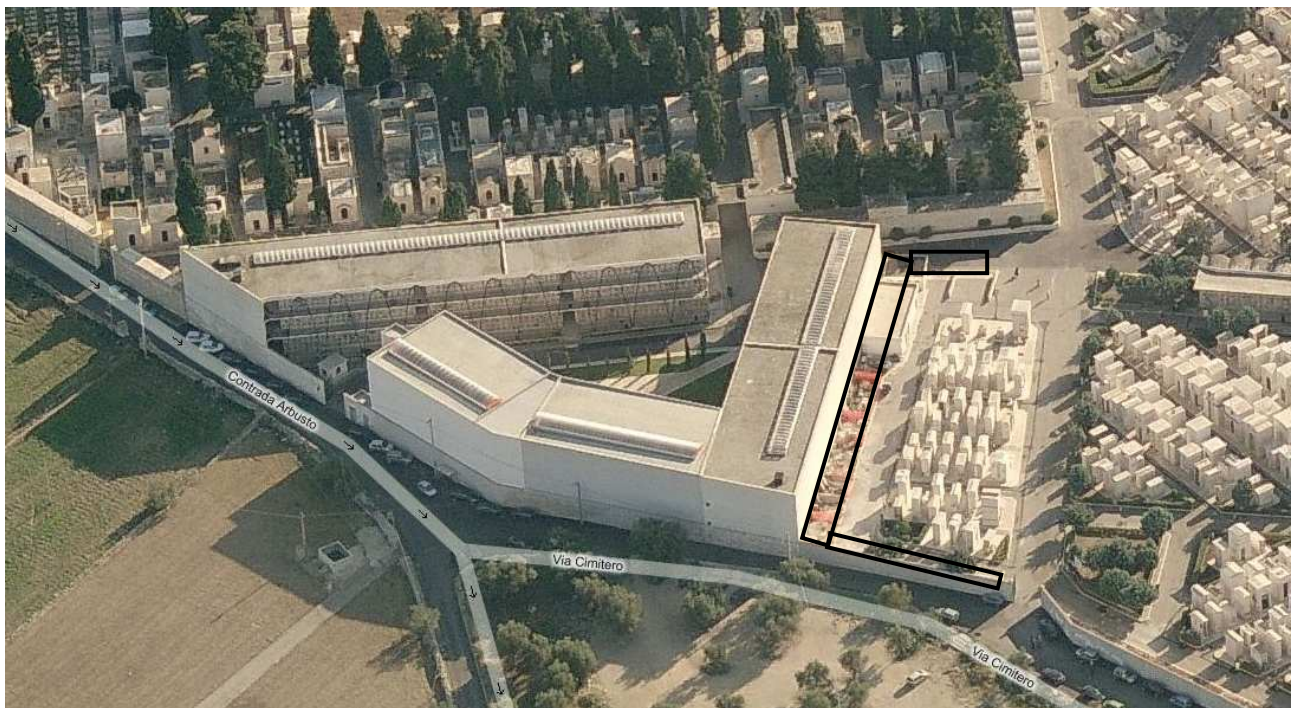


Fig. 7: Ortofoto dell'area

## 2. Riferimenti normativi

Il **DM 14.01.2008** prevede al **punto 6.2.1** che il sito venga caratterizzato e modellato.

*“La caratterizzazione e la modellazione geologica del sito consiste nella ricostruzione*

**geol. Ignazio I. Mancini**

Via T. Fiore n. 14 – 70056 Molfetta (Ba)  
Telefax 0803346819 – email: imancini@libero.it

**progetto esecutivo per la realizzazione di n.  
1.144 cassette lungo il muro di cinta ad ovest della  
zona di ampliamento cimiteriale**

– **Comune di Molfetta** -

*relazione geologica ed indagini geognostiche*

*dei caratteri litologici, stratigrafici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici e, più in generale, di pericolosità geologica del territorio. In funzione del tipo di opera o di intervento e della complessità del contesto geologico, specifiche indagini saranno finalizzate alla documentata ricostruzione del modello geologico. Esso deve essere sviluppato in modo da costituire utile elemento di riferimento per il progettista per inquadrare i problemi geotecnici e per definire il programma delle indagini geotecniche. Metodi e risultati delle indagini devono essere esaurientemente esposti e commentati in una relazione geologica”.*

Inoltre il **DPR 10.09.1990 n.285 all’art. 57 comma 5** prevede che: “ *Il terreno dell’area cimiteriale deve essere sciolto sino alla profondità di metri 2,50 o capace di essere reso tale con facili opere di scasso, deve essere asciutto e dotato di un adatto grado di porosità e di capacità per l’acqua, per favorire il processo di mineralizzazione dei cadaveri”.* Ed al successivo **comma 7** dello stesso articolo recita: “*La falda deve trovarsi a conveniente distanza dal piano di campagna e avere altezza tale da essere in piena o comunque col più alto livello della zona di assorbimento capillare, almeno a distanza di metri 0,50 dal fondo della fossa per inumazione”.* Inoltre al successivo **art. 60 comma 2** prevede: “*Il terreno del cimitero deve essere sufficientemente provveduto di scoli superficiali per il pronto smaltimento delle acque meteoriche e, ove sia necessario, di opportuno drenaggio, purché questo non provochi una eccessiva privazione dell’umidità del terreno destinato a campo di inumazione tale da nuocere al regolare andamento del processo di mineralizzazione dei cadaveri”.*

### **3. Regime vincolistico dell’area**

Lo studio della conformità dell’opera con la normativa di pianificazione territoriale vigente è stato svolto mediante una ricerca presso il Comune, avendo cura di prendere in considerazione gli strumenti di pianificazione vigenti e la normativa di tutela ambientale.

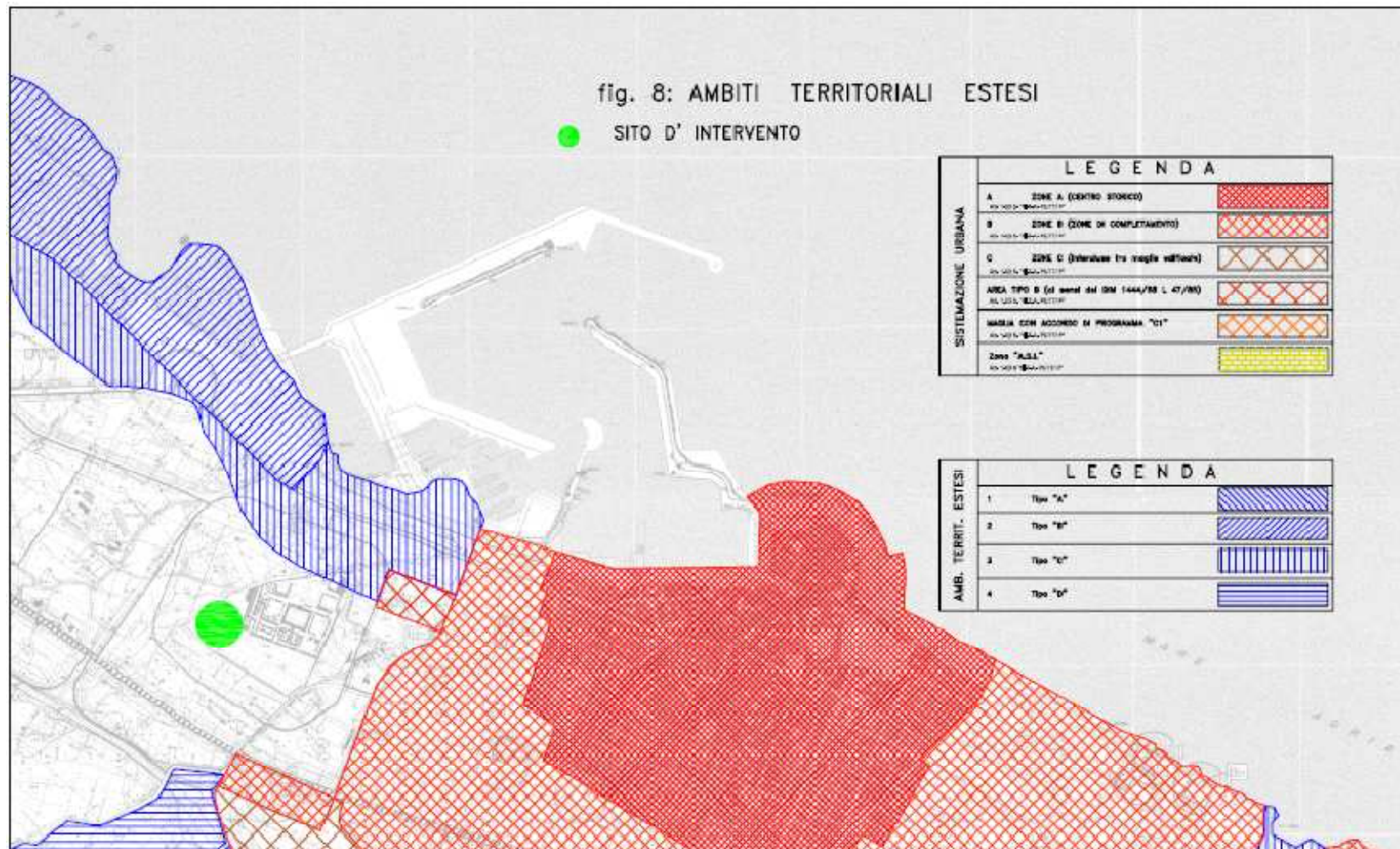
### **PUTT/PUGLIA**

Nella fig. 8 si riporta lo stralcio della cartografia di adeguamento del PRGC al PUTT/Puglia, riportando gli ambiti estesi, dalla cui lettura si evince come l’area non sia sottoposta a tali vincoli.

**geol. Ignazio I. Mancini**

Via T. Fiore n. 14 – 70056 Molfetta (Ba)  
Telefax 0803346819 – email: imancini@libero.it

progetto esecutivo per la realizzazione di n.  
1.144 cassettoni lungo il muro di cinta ad ovest della  
zona di ampliamento cimiteriale  
– Comune di Molfetta -  
*relazione geologica ed indagini geognostiche*



**progetto esecutivo per la realizzazione di n.  
1.144 cassettoni lungo il muro di cinta ad ovest della  
zona di ampliamento cimiteriale  
- Comune di Molfetta -  
*relazione geologica ed indagini geognostiche***

Con Delibera di C.C. del 24/05/2010 n. 25 è stato adottato il **Piano di Adeguamento del PRGC al PUTT/P**. Nelle figg. 8a e 8b si riportano gli stralci delle tavole relative agli ATE e agli ATD - ambito idrogeomorfologico, dai quali si evince la non interferenza del regime vincolistico.

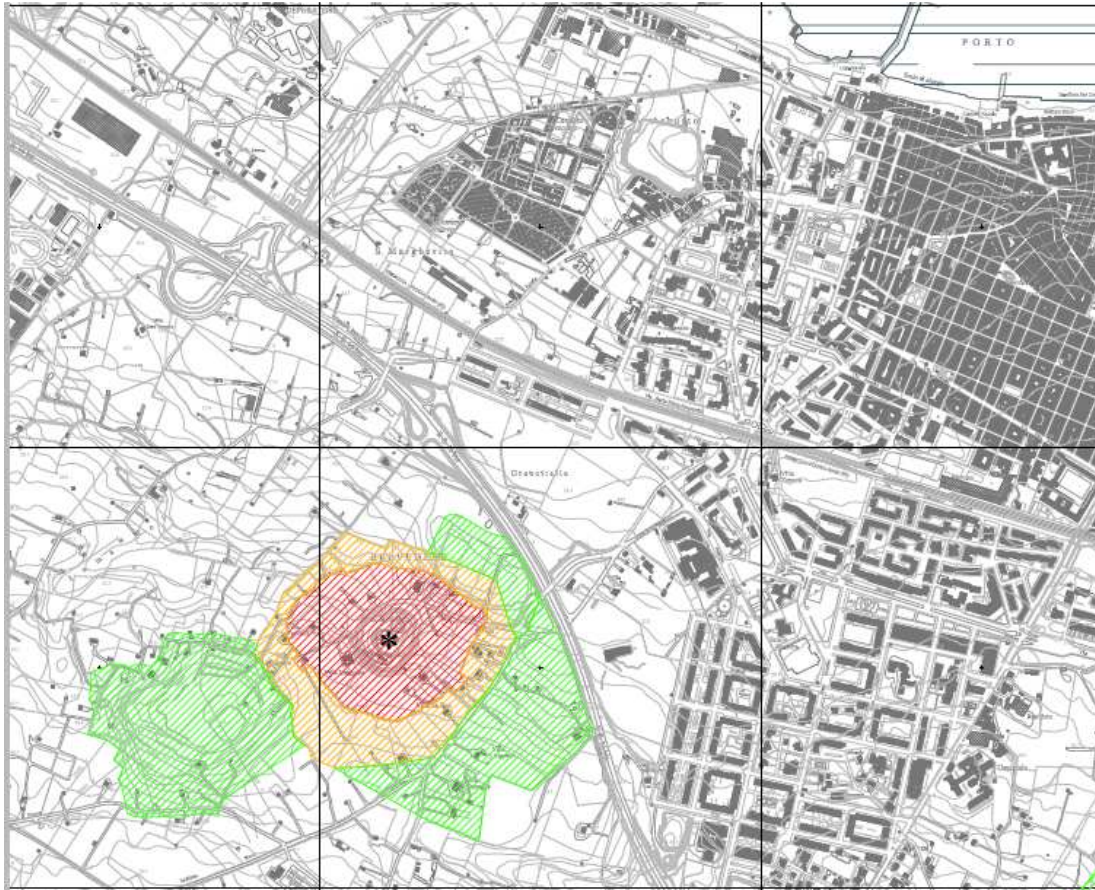







Fig. 8a: Stralcio della TAV. 01 – ATE –

**Ambiti territoriali estesi**

-  Ambito esteso di tipo A - valore eccezionale
-  Ambito esteso di tipo B - valore rilevante
-  Ambito esteso di tipo C - valore distinguibile
-  Ambito esteso di tipo D - valore relativo
-  Ambito esteso di tipo E - valore normale

**progetto esecutivo per la realizzazione di n.  
1.144 cassette lungo il muro di cinta ad ovest della  
zona di ampliamento cimiteriale  
– Comune di Molfetta –  
*relazione geologica ed indagini geognostiche***

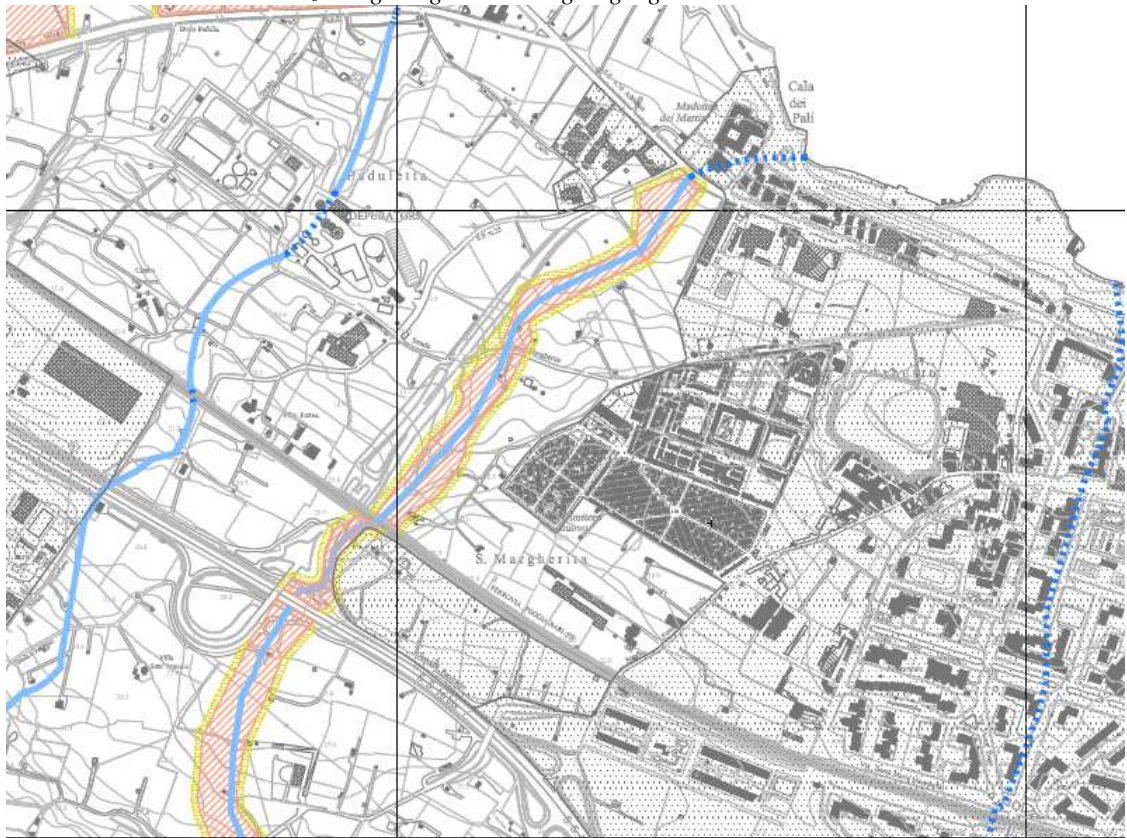
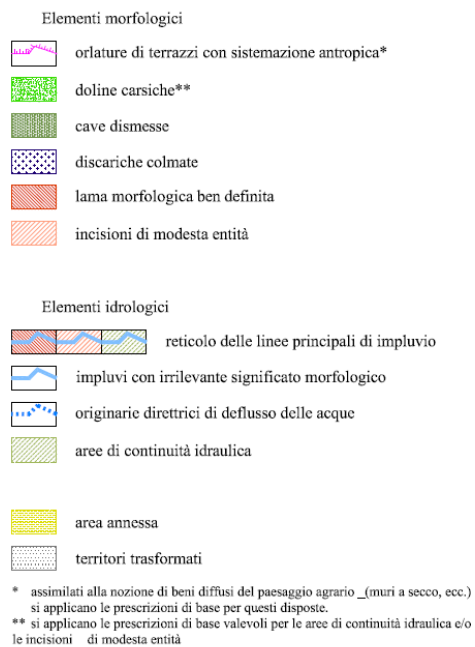


Fig. 8b: Stralcio TAV. A08 – ATD – geoidromorfologia



**progetto esecutivo per la realizzazione di n.  
1.144 cassettoni lungo il muro di cinta ad ovest della  
zona di ampliamento cimiteriale  
– Comune di Molfetta -  
*relazione geologica ed indagini geognostiche***

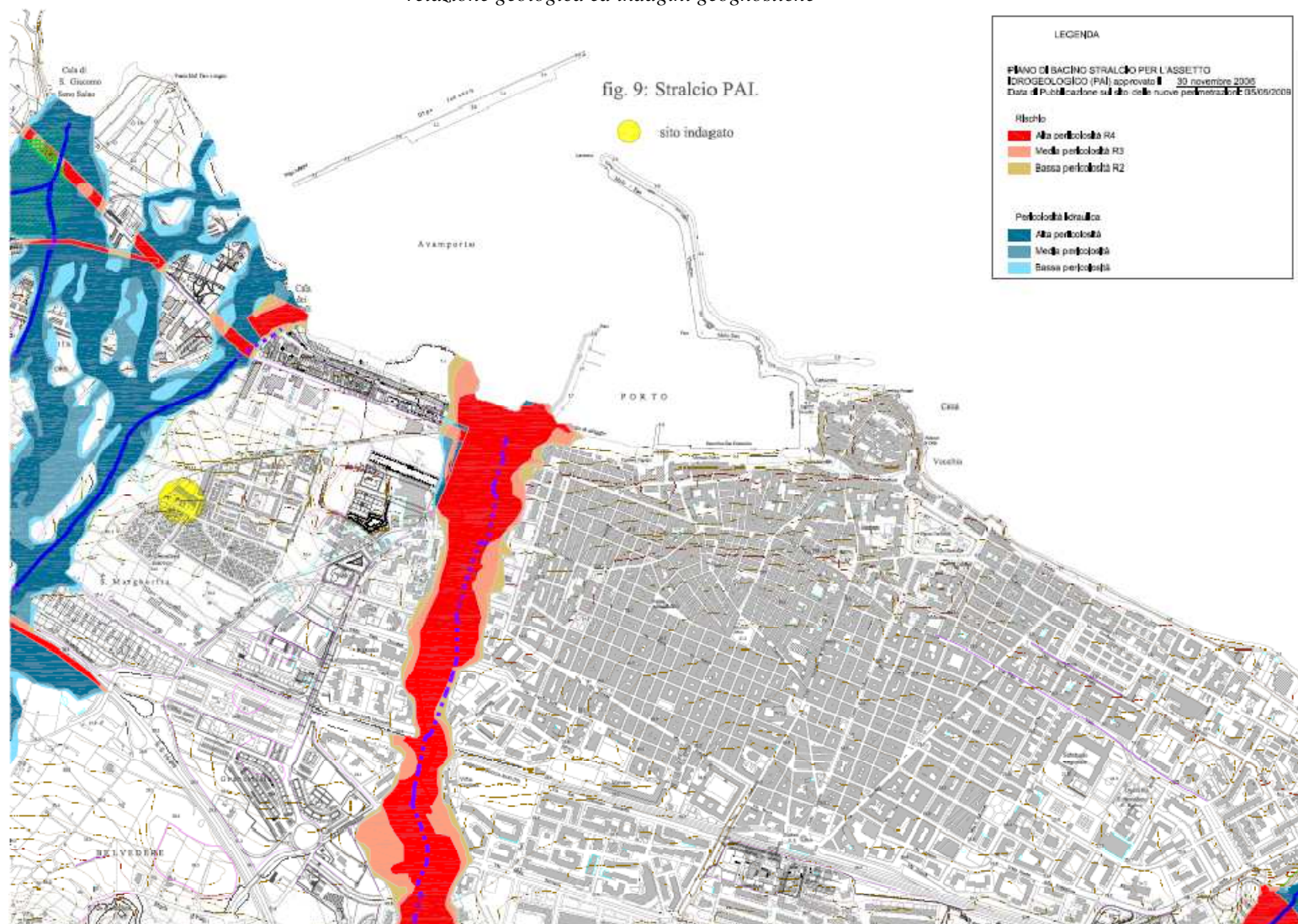
**P.A.I.**

Per quel che riguarda il Piano di Bacino Stralcio per l' Assetto Idrogeologico approvato dalla Regione Puglia, ed adeguato in data 29/04/2009 per il Comune di Molfetta, l'area interessata dal progetto è esterna agli ambiti perimetrati come zone a rischio di alluvionamento così come riportato in fig. 9. La distanza minima da queste è di circa 110.0 m, per cui si pone in condizioni di grande sicurezza.

**Reticolo idrografico**

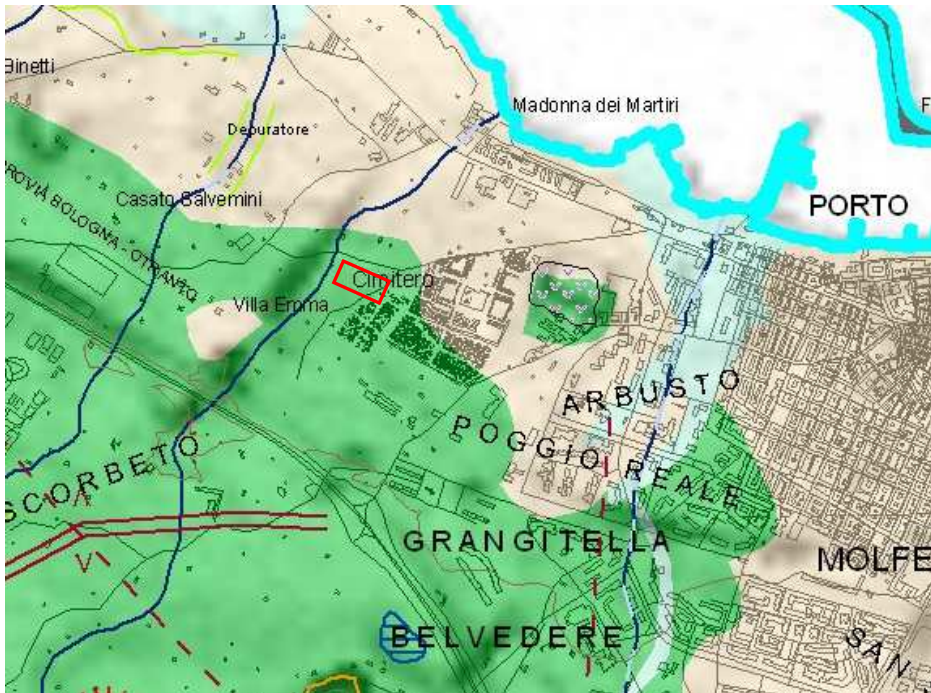
Nella fig. 10 si riporta lo stralcio cartografico del reticolo idrografico così come perimetrato dall'A.d.B. Nelle immediate vicinanze l'unico corso d'acqua esistente è la Lama del Pulo posta comunque ad una distanza superiore ai 100 m.

progetto esecutivo per la realizzazione di n.  
1.144 cassettoni lungo il muro di cinta ad ovest della  
zona di ampliamento cimiteriale  
– Comune di Molfetta -  
*relazione geologica ed indagini geognostiche*



**geol. Ignazio I. Mancini**  
Via T. Fiore n. 14 – 70056 Molfetta (Ba)  
Telefax 0803346819 – email: imancini@libero.it





**Fig. 10:** reticolo idrografico

#### 4. Caratteristiche geologiche generali

L'area 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, sollecitazioni di compressione e di trazione che hanno sconvolto l'originaria tessitura e struttura tabulare. Sono evidenti infatti delle deboli pieghe.

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 sono distinti 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

**progetto esecutivo per la realizzazione di n.  
1.144 cassettoni lungo il muro di cinta ad ovest della  
zona di ampliamento cimiteriale  
– Comune di Molfetta -**

*relazione geologica ed indagini geognostiche*

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 ed altrettanti secondari.

Nell'area, i sistemi principali di fratturazione sono diretti grosso modo **N60E** e **N30W**.

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 la presenza di soluzioni verticali a minor continuità (capivento, fratture imbutiformi, cavità di interstrato, ecc.).

L'andamento generale degli strati calcarei è **N70W** con immersione a NE di pochi gradi; inoltre in adiacenza sono evidenti piccoli salti di pendenza verosimilmente ascrivibili a piccole doline.

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 fortemente tenace.

In qualche zona, sui calcari si rinvengono esigue coperture di materiale calcarenitico di età Pliocenica- Pleistocenica che, in piccoli lembi residuali, occupano delle piccole depressioni: i **Tufi delle Murge**.

Il contatto stratigrafico con i sottostanti calcari è di tipo trasgressivo.

**geol. Ignazio I. Mancini**

Via T. Fiore n. 14 – 70056 Molfetta (Ba)  
Telefax 0803346819 – email: imancini@libero.it

**progetto esecutivo per la realizzazione di n.  
1.144 cassettoni lungo il muro di cinta ad ovest della  
zona di ampliamento cimiteriale  
– Comune di Molfetta -**

*relazione geologica ed indagini geognostiche*

Lo spessore è comunque sempre modesto e non eccede mai i 250 cm. Tale spessore è stato rilevato in corrispondenza del lotto 18 Maglia F della Zona ASI – Agglomerato di Molfetta.

I tufi calcarei, non affiorano nell'area studiata.

Sul fondo dei solchi erosivi delle depressioni di origine carsica si rinvengono Depositi Alluvionali costituiti da ciottoli calcarei immersi in una matrice terrosa brunastra (fondo lame) ovvero terreno francamente argilloso bruno rossastro caratterizzato dall'assenza di clasti delle dimensioni della ghiaia (depositi di colmamento delle doline). Questi ultimi depositi affiorano segnatamente, come materiali di riempimento di una dolina, e con spessori anche dell'ordine dei 6 metri, in corrispondenza del comparto n. 15 e dell'adiacente comparto n. 17.

Infine si osserva una copertura pedologica di terreni eluviali e colluviali, essenzialmente sabbiosi, brunastri, derivanti dalla dissoluzione delle rocce sottostanti, dello spessore variabile dal decimetro fino a 50 - 60 cm, peraltro già rimossi in precedenza.

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.

Idrologicamente la falda freatica di tipo carsico, circolante a luoghi in pressione, sostenuta da acque salate di ingressione marina è confinata a profondità paragonabili con il livello medio del mare e quindi non esiste la possibilità di interferenza con le strutture in progetto. 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.

Tutta l'area si presenta peneplaneggiante con leggere pendenze dirette verso nord.

L'area è caratterizzata dalla presenza di "corsi d'acqua" di cui all'approvato PUTT/PUGLIA. Il più imponente è la "lama Marcinase", che attraversa l'adiacente zona PIP e trova il suo sbocco naturale nella zona litoranea in località Cala San Giacomo. Inoltre esiste un piccolo corso d'acqua che, provenendo dalla SS 16 bis, si snoda in prossimità dell'impianto di depurazione a servizio del centro abitato, attraversa le C.de Padula e Paduletta e sbocca a mare nei pressi della Basilica della

**geol. Ignazio I. Mancini**

Via T. Fiore n. 14 – 70056 Molfetta (Ba)  
Telefax 0803346819 – email: imancini@libero.it

**progetto esecutivo per la realizzazione di n.  
1.144 cassettoni lungo il muro di cinta ad ovest della  
zona di ampliamento cimiteriale  
– Comune di Molfetta -**

*relazione geologica ed indagini geognostiche*

Madonna dei Martiri (Lama del Pulo). Infine, il terzo, posto più ad est, proviene da sud, corre parallelamente alla SP Molfetta – Terlizzi, attraversa il lotto 2 e la ex 167 e sfocia nei pressi dell'area dell'ex Macello. Esistono corsi d'acqua secondari, tributari dei precedenti.

Nelle figure che seguono si riporta:

- carta litologica fig. 11;
- carta morfologica fig. 12;
- sezione e colonna litostratigrafica schematica fig. 13.

Dall'esame delle carte qui riportate risulta che nell'area d'intervento affiorano i calcari mesozoici, ricoperti, non in maniera omogenea, da materiale sciolto, dotato di spessori molto modesti. Le rocce calcaree sono a grana fine, micritici, disposti in strati e banchi. Sono essenzialmente rocce caratterizzate da potenziale circolazione idrica per fessurazione e carsismo.

I numerosi solchi di erosione formano un reticolo denso e gerarchizzato e sono sede di rapidi e brevi deflussi superficiali. Nel comune di Molfetta se ne individuano di importanti come "Lama Martina" e "Lama Marcinase".

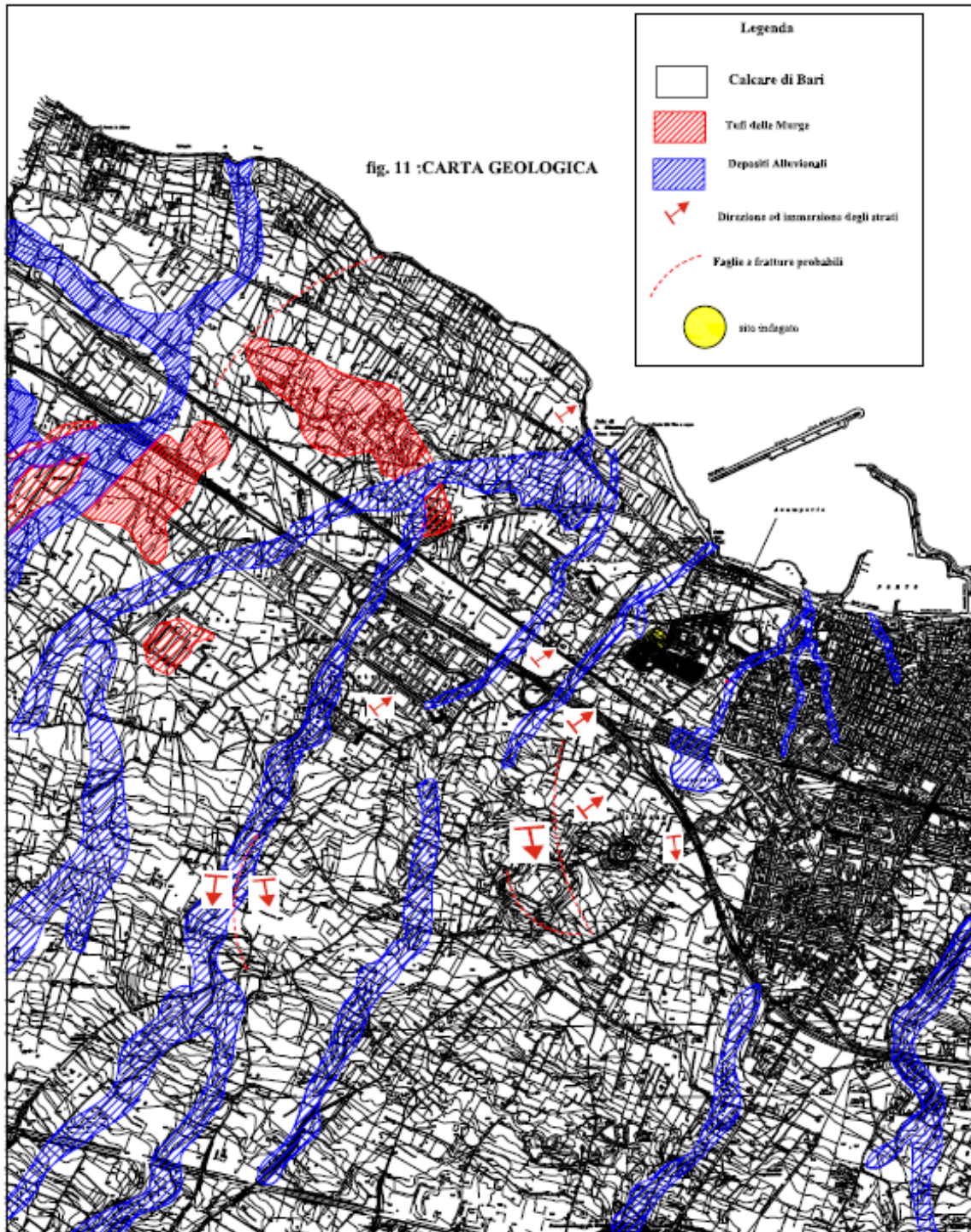
In generale questa fascia di territorio che si estende parallelamente alla costa Adriatica corrisponde alla frazione più ribassata del versante del rilievo murgiano e presenta il tipico aspetto di tavolato lievemente degradante verso la costa, delimitato da una serie di vasti ripiani che degradano verso il mare con scarpate alte poche decine di metri.

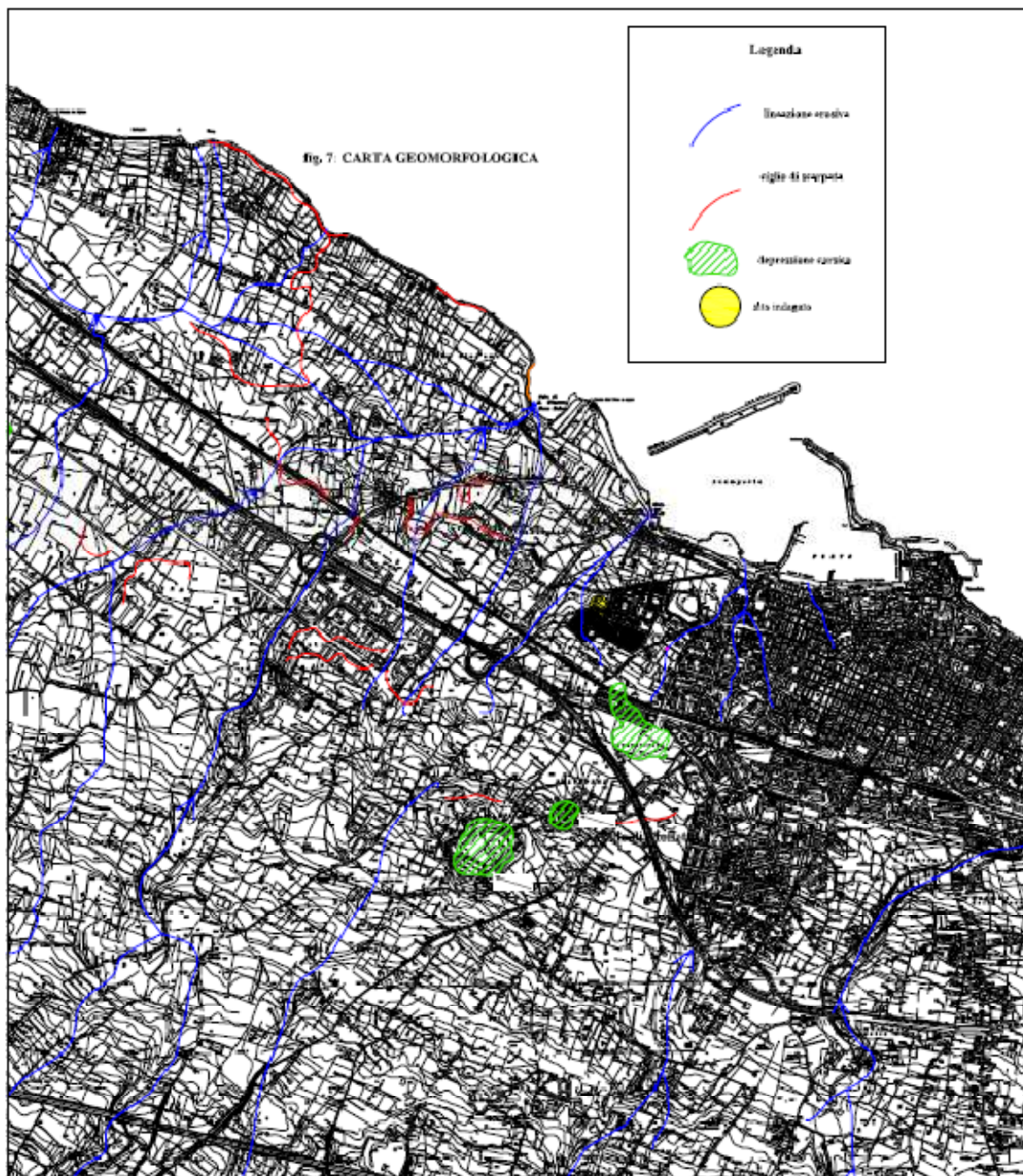
L'attività carsica è legata alle vicende tettoniche dislocative subite dalla regione, quindi non presenta dappertutto la stessa intensità: ad aree interessate da macrocarsismo si affiancano aree caratterizzate da microcarsismo, o altre dove il fenomeno è praticamente assente.

**geol. Ignazio I. Mancini**

Via T. Fiore n. 14 – 70056 Molfetta (Ba)  
Telefax 0803346819 – email: imancini@libero.it

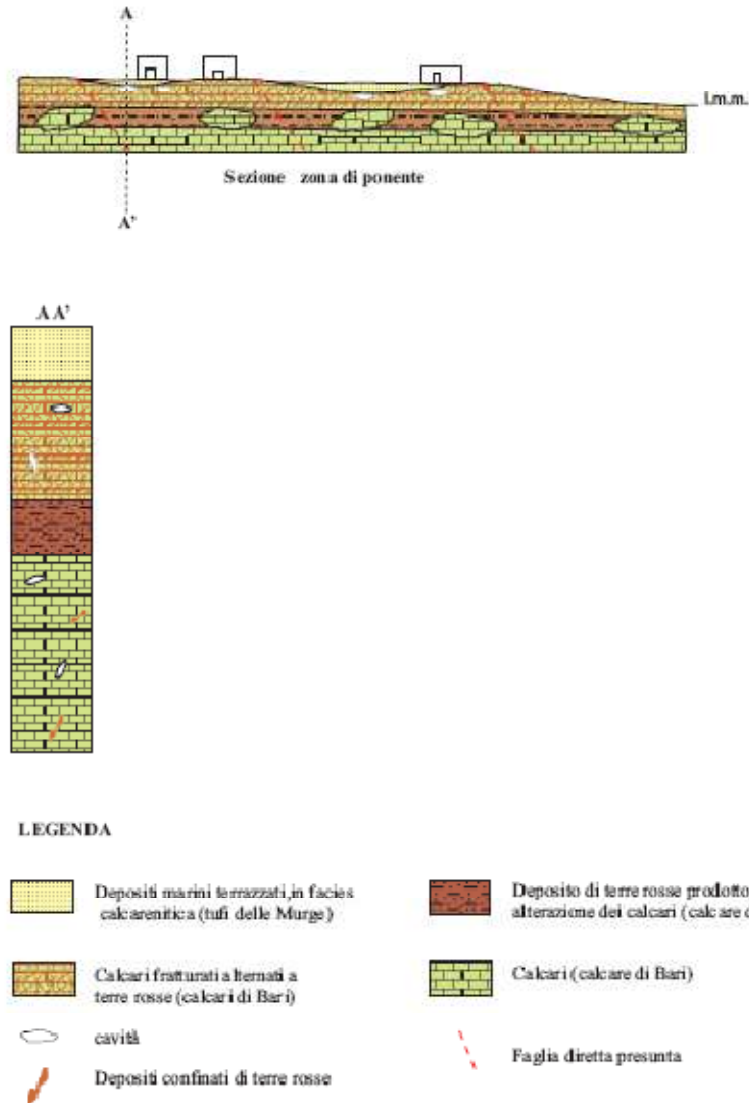
progetto esecutivo per la realizzazione di n.  
1.144 cassettoni lungo il muro di cinta ad ovest della  
zona di ampliamento cimiteriale  
- Comune di Molfetta -  
*relazione geologica ed indagini geognostiche*





**progetto esecutivo per la realizzazione di n.  
1.144 cassettoni lungo il muro di cinta ad ovest della  
zona di ampliamento cimiteriale  
- Comune di Molfetta -  
relazione geologica ed indagini geognostiche**

Fig. 13: Situazione geologica e stratigrafica del Comune di Molfetta (Ba)



I più comuni e diffusi fenomeni sono rappresentati dai bacini carsici, la cui forma quasi sempre circolare origina dall'accorrere delle acque ad una o più fratture, collocate generalmente nel punto mediano della conca stessa. Le forme sotterranee (ipogei) sono diffuse a centinaia su tutto il territorio e sono distinte in pozzi, inghiottitoi, voragini o gravi, caverne e grotte. L'elemento certamente più rilevante del carsismo dell'area è l'estesa copertura di terra rossa, soprattutto all'interno dei solchi erosivi trasversali alla costa. La conseguenza più importante di tale fenomeno è la presenza di una ricca falda sotterranea che può spingersi fino a 400 m sotto il livello

**progetto esecutivo per la realizzazione di n.  
1.144 cassette lungo il muro di cinta ad ovest della  
zona di ampliamento cimiteriale  
– Comune di Molfetta -**

*relazione geologica ed indagini geognostiche*

del mare e quindi l'inesistenza di idrografia superficiale. L'idrografia sotterranea invece è molto sviluppata: se pensiamo che la piovosità media annua si aggira sui 600 mm si riesce facilmente a capire come, data la vastità del territorio, migliaia di mc d'acqua vadano annualmente ad alimentarla.

Nell'area non sono osservabili superfici di dislocazione che abbiano compromesso in passato la zona. Lineazioni preferenziali sono dislocate in corrispondenza dei corsi d'acqua presenti. E' proprio su queste linee di "debolezza" che gli elementi morfologici si sono impostati.

La struttura dell'intera area è semplice e costituita da un pacco sedimentario continuo, con spessori di parecchie centinaia di metri, formato da rocce calcaree ed in subordine da calcari dolomitici, fratturati e carsificati in diverso grado. L'area è esente da rischi di frana, di inondazione, vulcanico, di subsidenza ecc.

Tutta l'area è da ritenersi "**stabile**".

L'unico rischio possibile è quello sismico; peraltro il comune di Molfetta rientra nei comuni a basso grado di sismicità.

## **5. Idrogeologia**

Nella zona, la mancanza di sorgenti e di corsi d'acqua a carattere perenne è evidentemente dovuta, oltre che a fattori climatici, ai caratteri geologici regionali.

I calcari sono permeabili per fratturazione e carsismo. Limitazioni alla permeabilità possono comunque derivare dalla presenza di zone con fratture, di limitata ampiezza, riempite da depositi residuali praticamente impermeabili, oppure dalla presenza di corpi litici, compatti. Solo a seguito di copiose precipitazioni, le acque possono scorrere in superficie per brevi periodi, generalmente incanalate lungo i solchi erosivi (lame).

Scarsa e inesistente, salvo casi eccezionali, è la circolazione idrica superficiale; ben più significativa risulta la circolazione idrica della falda carsica profonda.

Per l'esistenza nel sottosuolo di livelli a bassa permeabilità d'insieme, in corrispondenza del livello marino, l'acqua è costretta a circolare in pressione.

L'acquifero trae alimentazione dalle precipitazioni meteoriche, in prevalenza nei mesi autunno-invernali, che con una media di 500 - 600 mm/anno si riversano sull'intera superficie. L'assorbimento, in funzione della permeabilità delle rocce calcaree presenti in affioramento, è maggiore nei punti interessati da un carsismo più accentuato e reso evidente dalla presenza di piccole doline, inghiottitoi, grotte e caverne, lame.

**geol. Ignazio I. Mancini**

Via T. Fiore n. 14 – 70056 Molfetta (Ba)  
Telefax 0803346819 – email: imancini@libero.it



**progetto esecutivo per la realizzazione di n.  
1.144 cassette lungo il muro di cinta ad ovest della  
zona di ampliamento cimiteriale**

**- Comune di Molfetta -**

*relazione geologica ed indagini geognostiche*

La falda idrica si muove sotto un carico piezometrico elevato e tende a dirigersi verso mare in maniera diffusa attraverso la rete più o meno continua di fessurazione delle formazioni calcaree.

Anche le lame, che assolvono il compito di smaltimento di intensi rovesci di acque meteoriche, per la loro conformazione a fondo piatto, talvolta esteso e coperto da lembi alluvionali, contribuiscono all'alimentazione della falda idrica disperdendo nel sottosuolo gran parte dell'acqua.

La distribuzione dei caratteri di permeabilità delle rocce carbonatiche è legata in gran parte all'attività, distribuzione, intensità ed evoluzione del fenomeno carsico ipogeo. Chiaramente, l'attività del fenomeno carsico è variabile in intensità da zona a zona, presentando comunque uno stadio di avanzato sviluppo. Gli elementi sopra accennati, riflettendo condizioni litologico-stratigrafiche e tettoniche, danno origine ad un contesto idrogeologico complesso, e sotto molti aspetti, difficilmente schematizzabile. Una delle caratteristiche idrogeologiche fondamentali di questo sistema è quello di possedere nel suo insieme, e molto spesso, una permeabilità relativamente bassa e marcatamente discontinua, specie alle profondità alle quali normalmente si rinviene la falda. Infatti, al di sotto del livello del mare, la fratturazione è scarsa e discontinua, talvolta praticamente assente. Solo a luoghi, e senza un ordine ben preciso, in questo sistema praticamente impermeabile, si rinvengono dei livelli, strati, o banchi calcarei fessurati e più o meno carsificati.

L'idrografia carsica murgiana è contraddistinta dal fatto che la falda profonda, in buona parte del territorio, non circola a pelo libero bensì in pressione e molto spesso a notevoli profondità al di sotto del livello del mare (nella zona indagata il rinvenimento dell'acquifero è comunque posto ad una quota prossima al l.m.m).

Nella zona circostante il territorio indagato, non ci sono corsi d'acqua superficiali a carattere continuo, e per questo le precipitazioni idrometeoriche alimentano direttamente la falda carsica profonda (calcolando le perdite imputabili per evapotraspirazione).

La disomogeneità della quantità d'acqua che s'infiltra nel sottosuolo dipende dalla distribuzione differenziata dei piani di fratturazione e soprattutto dalle sue caratteristiche geometriche quali la frequenza, la spaziatura, lo sviluppo ecc. Pertanto, nell'ambito di una stessa zona, caratterizzata da eguali valori dell'altezza di pioggia, la ripartizione della stessa, in acque di infiltrazione, di ruscellamento e perdite per evapotraspirazione, risulta sensibilmente irregolare.

**geol. Ignazio I. Mancini**

Via T. Fiore n. 14 – 70056 Molfetta (Ba)  
Telefax 0803346819 – email: imancini@libero.it

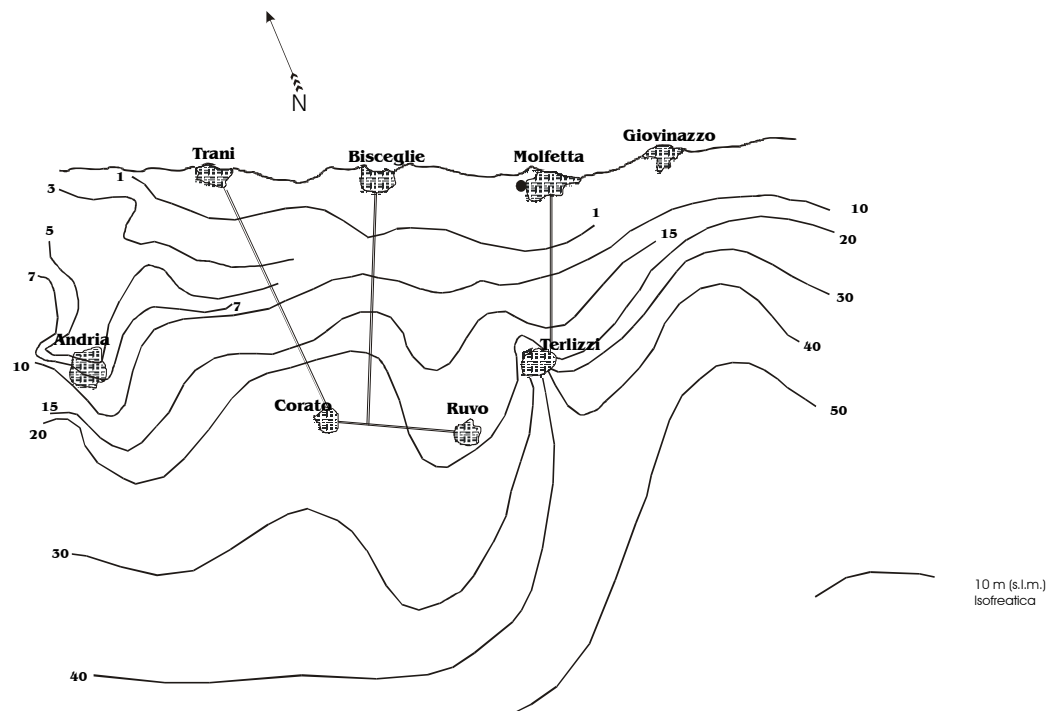
**progetto esecutivo per la realizzazione di n.  
1.144 cassettoni lungo il muro di cinta ad ovest della  
zona di ampliamento cimiteriale  
– Comune di Molfetta –**

*relazione geologica ed indagini geognostiche*

La falda profonda, come già sottolineato in precedenza, circola in pressione e normalmente al di sotto del livello mare, essendo confinata nella parte superiore da strati rocciosi poco permeabili, a causa del basso grado di fratturazione e carsismo. Essendo legata essenzialmente a queste due ultime caratteristiche, la profondità di rinvenimento del tetto dell'acquifero è sensibilmente variabile da zona a zona ed in maniera irregolare.

La falda carsica insistente nel sito indagato risulta contaminata da acque salate di invasione continentale.

Nella figura 14 è evidenziato l'andamento della superficie piezometrica. E' chiaro che questa carta costituisce una schematizzazione; in realtà la situazione riscontrabile è variabile da punto a punto. La forte anisotropia dell'acquifero è inoltre all'origine delle vie di preferenziale drenaggio che sono esaltate dalle curve isopieziche e che con tutta probabilità risultano coincidenti con quei tratti di acquifero caratterizzati da un più alto grado di permeabilità di insieme.



**fig. 14: l'andamento della superficie piezometrica**

Con riferimento alle modalità di deflusso verso mare della falda, questa si esplica sostanzialmente in forma diffusa, attraverso l'esistenza di sorgenti dotate di portate modeste, le cui acque salmastre vengono a giorno, attraverso giunti di stratificazione e/o di fratturazione presenti nei calcari mesozoici. La zona rappresenta nel territorio comunale di Molfetta quella in cui più elevata è la concentrazione delle sorgenti

**geol. Ignazio I. Mancini**

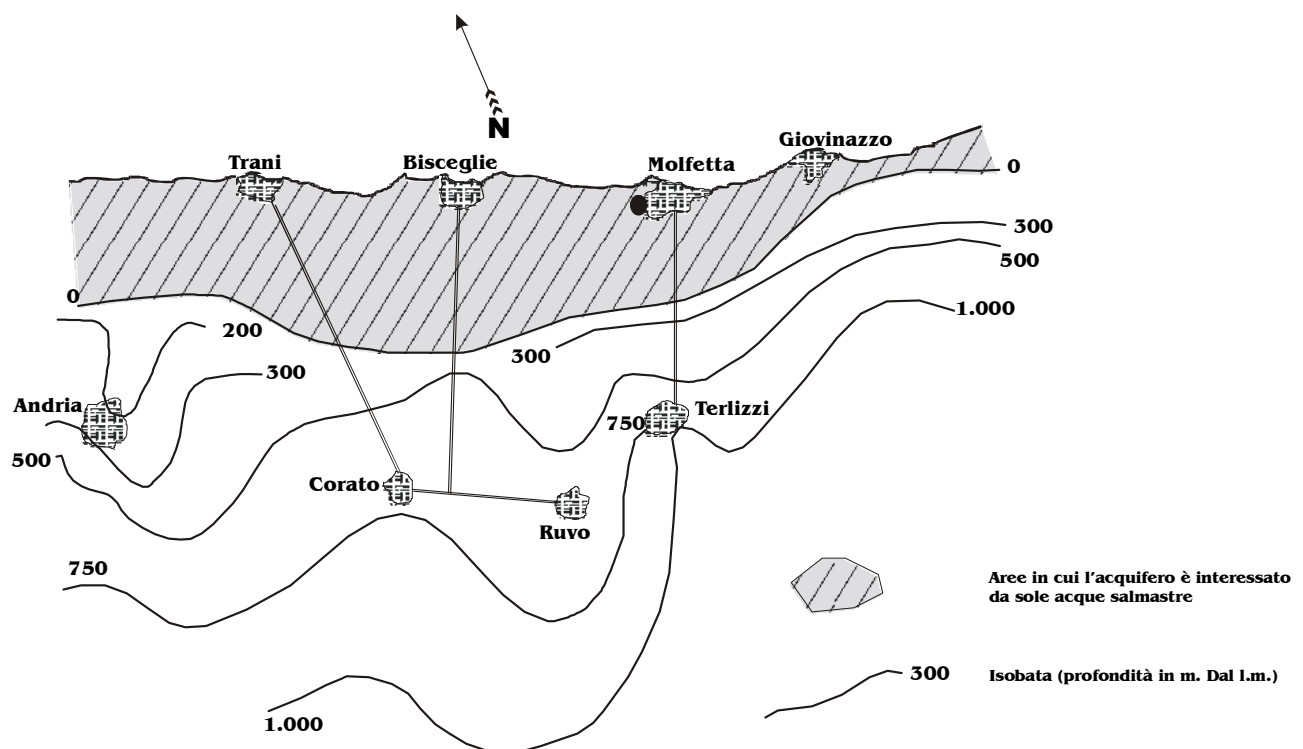
Via T. Fiore n. 14 – 70056 Molfetta (Ba)  
Telefax 0803346819 – email: imancini@libero.it

**progetto esecutivo per la realizzazione di n.  
1.144 cassettoni lungo il muro di cinta ad ovest della  
zona di ampliamento cimiteriale  
- Comune di Molfetta -**

*relazione geologica ed indagini geognostiche*

sottomarine ( acque di Cristo). Lo scrivente ha curato lo studio geologico del piano delle coste di Molfetta, e ha potuto constatare che la zona che va dall'ex Macello fino al "Tiro a segno" è quella in cui è più alta la diffusione delle polle di acqua salmastra.

E' considerata come superficie di fondo della circolazione idrica l'ipotetica superficie isoalina oltre la quale le acque assumono una salinità superiore a 3 gr/l, quel valore in pratica al quale si ritiene abbia inizio la zona di transizione tra acque dolci ed acque salate. Nella figura 15 è riportato l'andamento delle isobate della superficie di fondo della falda. Questa è stata elaborata assumendo il valore del rapporto fra la quota della superficie isoalina (tetto della zona di transizione) e carico idraulico della falda pari a circa 30, per un dato punto.



**fig. 15: l'andamento delle isobate**

Il sito ricade nelle aree dove l'acquifero è interessato dalla circolazione di acque salmastre, in cui è possibile rinvenire dei piccoli corsi d'acqua sotterranei che trasportano acqua dolce.

Stesse considerazioni possono essere svolte visionando la carta delle isopache dei terreni costituenti l'acquifero di fondo (figura 16). Anche in questo caso siamo in presenza di un acquifero salmastro.

**geol. Ignazio I. Mancini**

Via T. Fiore n. 14 – 70056 Molfetta (Ba)  
Telefax 0803346819 – email: imancini@libero.it

progetto esecutivo per la realizzazione di n.  
1.144 cassettoni lungo il muro di cinta ad ovest della  
zona di ampliamento cimiteriale  
– Comune di Molfetta –  
*relazione geologica ed indagini geognostiche*

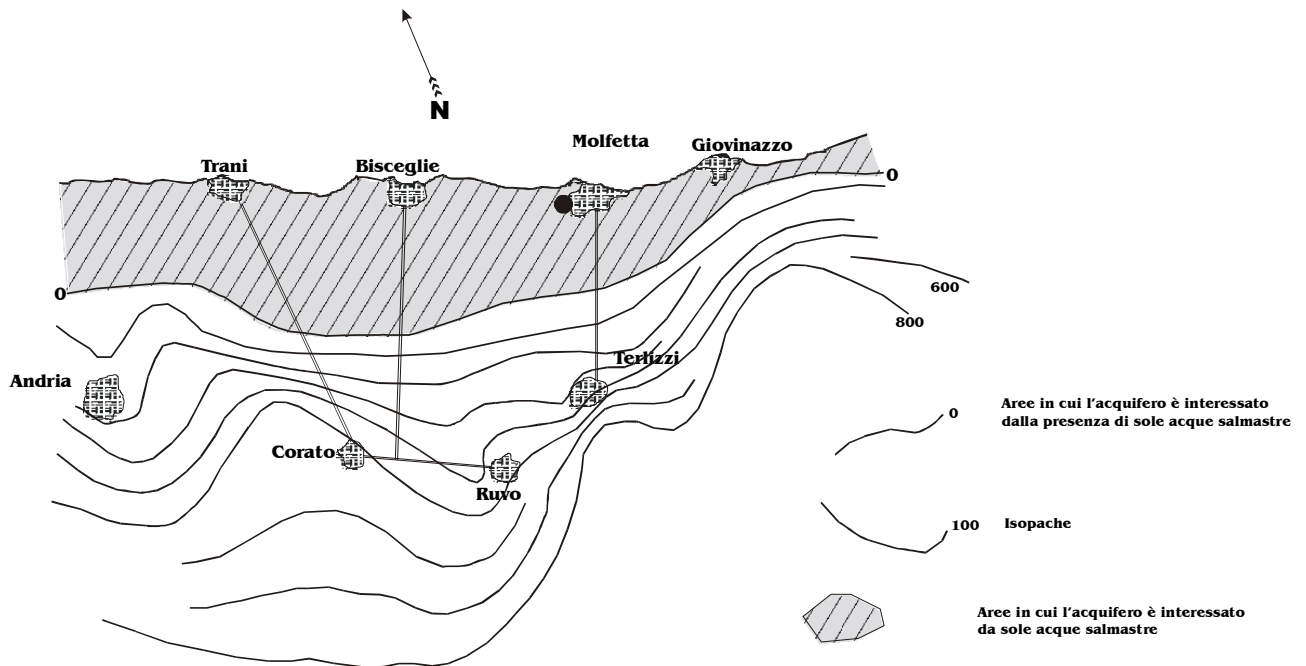


fig. 16: l'andamento delle isopache

La relativamente bassa permeabilità dei terreni acquiferi costringe la falda ad assumere quasi ovunque forti carichi piezometrici e a defluire verso mare con le più elevate cadenti piezometriche fino ad oggi registrate negli acquiferi carsici pugliesi. I valori calcolati variano, infatti, da un minimo del 0.2 % ad un massimo di 0.8 %. Di norma essi si mantengono nell'ordine di 0.4 - 0.5 %.

Il chimismo delle acque di falda dipende essenzialmente dalle acque d'alimentazione. Una diversificazione del chimismo di tali acque, oltre che a chiare dipendenze da fattori climatici e geografici, è riconducibile anche al tempo di permanenza dell'acqua nel terreno, prima che essa raggiunga la zona di saturazione. L'irregolare distribuzione dei caratteri di permeabilità dell'acquifero è comprovata dalla rappresentazione della figura 17 che mostra l'andamento nello spazio dei valori di portata specifica relativi ad alcuni pozzi trivellati nell' hinterland (i valori sono  $< 2 \text{ l/s x m}$ ).

progetto esecutivo per la realizzazione di n.  
1.144 cassettoni lungo il muro di cinta ad ovest della  
zona di ampliamento cimiteriale  
– Comune di Molfetta –  
*relazione geologica ed indagini geognostiche*

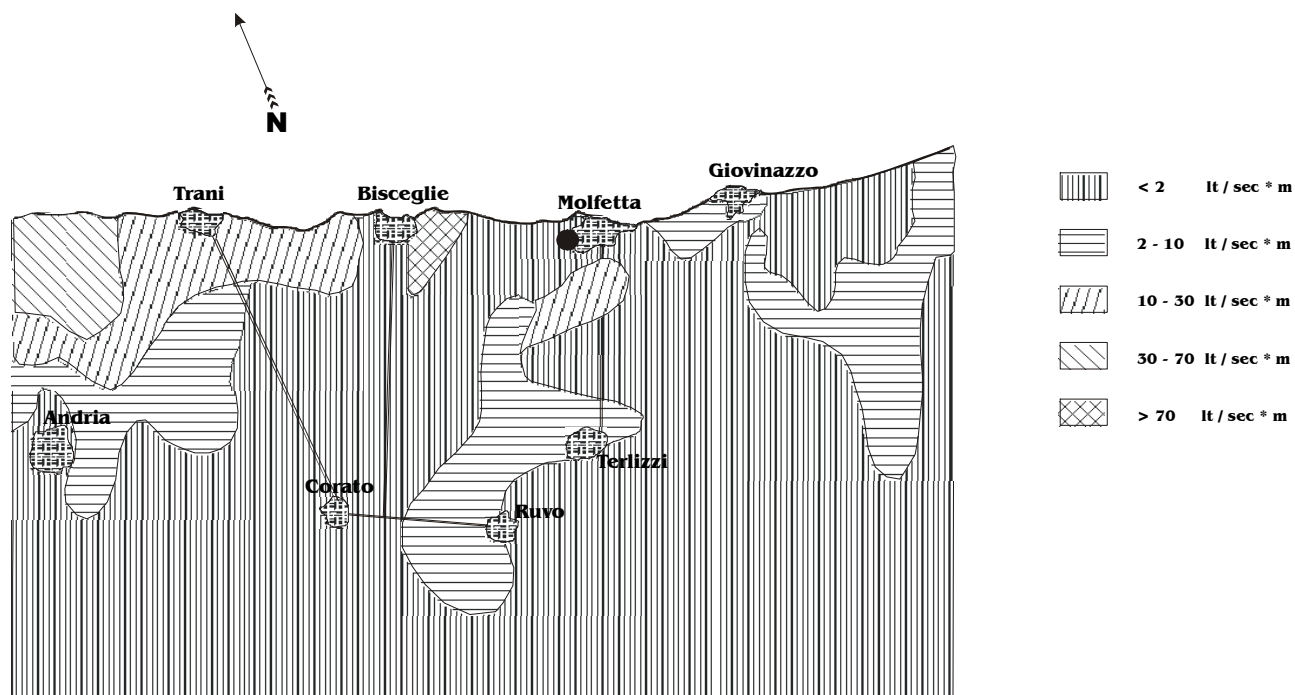


fig. 17: l'andamento nello spazio dei valori di portata specifica

Da ciò si evince come la distribuzione orizzontale e verticale del contenuto salino delle acque sia, in definitiva, anche funzione del grado di permeabilità dell'acquifero. L'area oggetto del presente studio è caratterizzata da valori dell'isoalina superiori a 10 gr/l (figura 18), stante la vicinanza alla linea di costa.

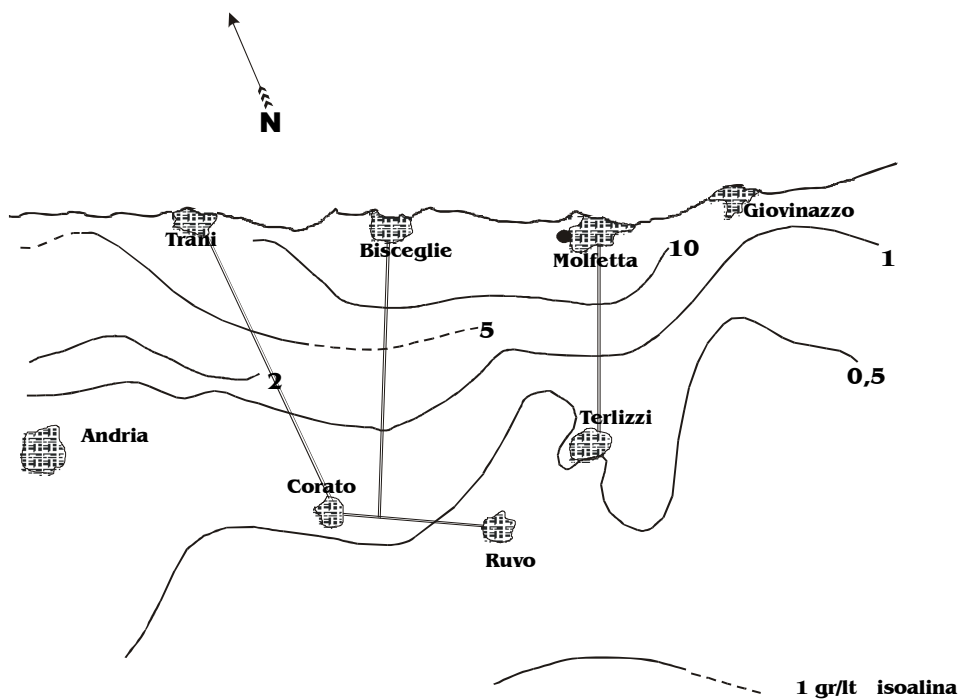


fig. 18: l'andamento delle isoaline

**progetto esecutivo per la realizzazione di n.  
1.144 cassettoni lungo il muro di cinta ad ovest della  
zona di ampliamento cimiteriale  
- Comune di Molfetta -**

*relazione geologica ed indagini geognostiche*

I livelli idrici della falda sono soggetti a variazioni imputabili all'alimentazione e al grado di permeabilità dell'acquifero. Queste variazioni sono minime man mano che dall'entroterra si procede verso la linea di costa. In ogni caso, l'entità delle oscillazioni idrometrografiche, paragonate agli spessori della falda, indicano che si tratta di un acquifero caratterizzato da un elevato rapporto tra ricarica stagionale e riserva idrogeologica.

La ricarica si effettua nel periodo tardo autunnale - inverno, mentre dai mesi di febbraio - marzo s'individua la fase d'esaurimento.

E' da rilevare il fatto come i tempi, con i quali la falda risenta dei processi d'alimentazione, siano sufficientemente brevi. Questo a conferma di come il tipo d'infiltrazione sia concentrato, poiché avviene attraverso un sistema di forme carsiche superficiali (soprattutto inghiottitoi e doline) direttamente collegate con il sistema carsico ipogeo.

Nella fig. 19 si riportano le zone in cui può avvenire l'alimentazione artificiale della falda. L'area d'interesse è posta al di fuori di questa.

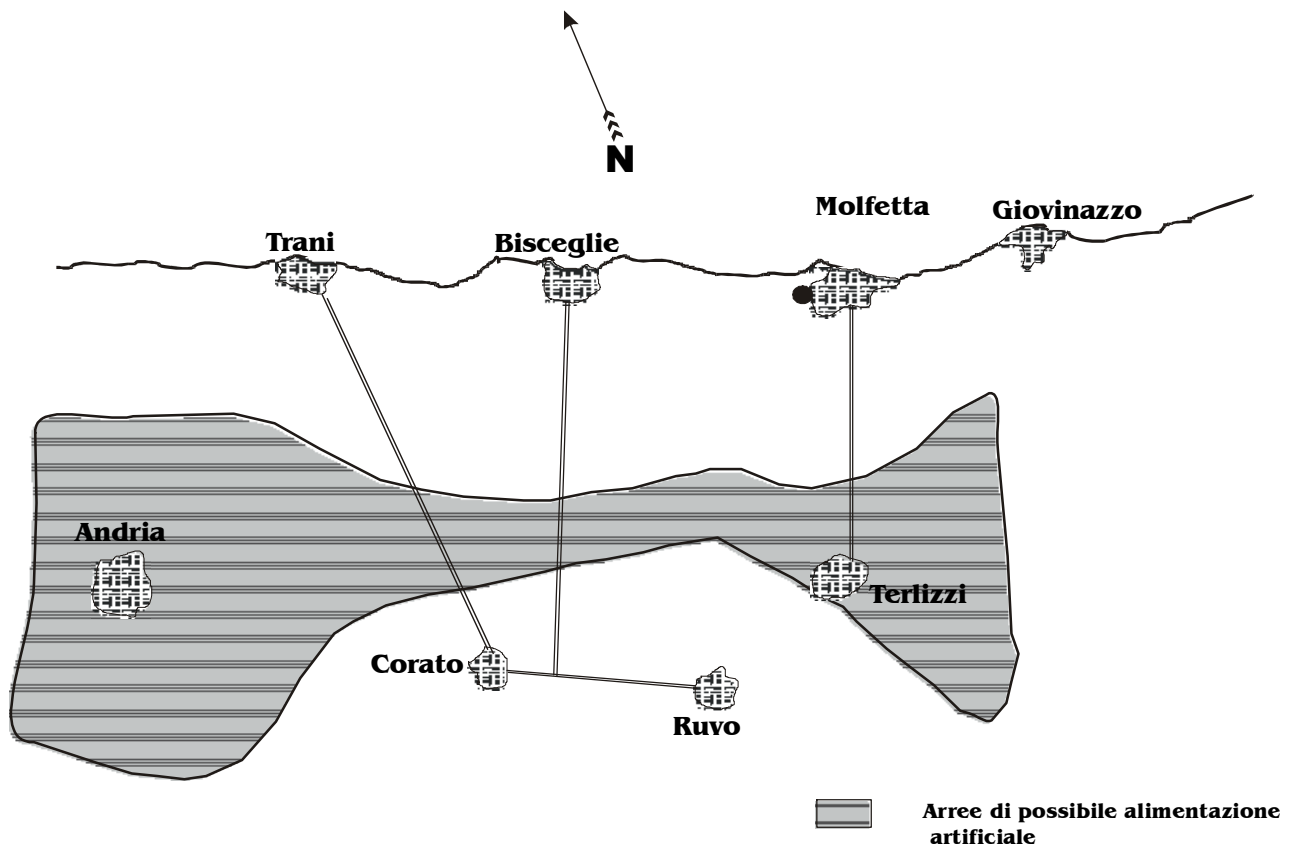


fig. 19: zone di possibile alimentazione della falda

Infine nella fig. 20 si riporta lo stralcio della carta estrapolata dal Piano Regionale di Risanamento delle Acque che riporta le aree idonee allo smaltimento dei reflui.

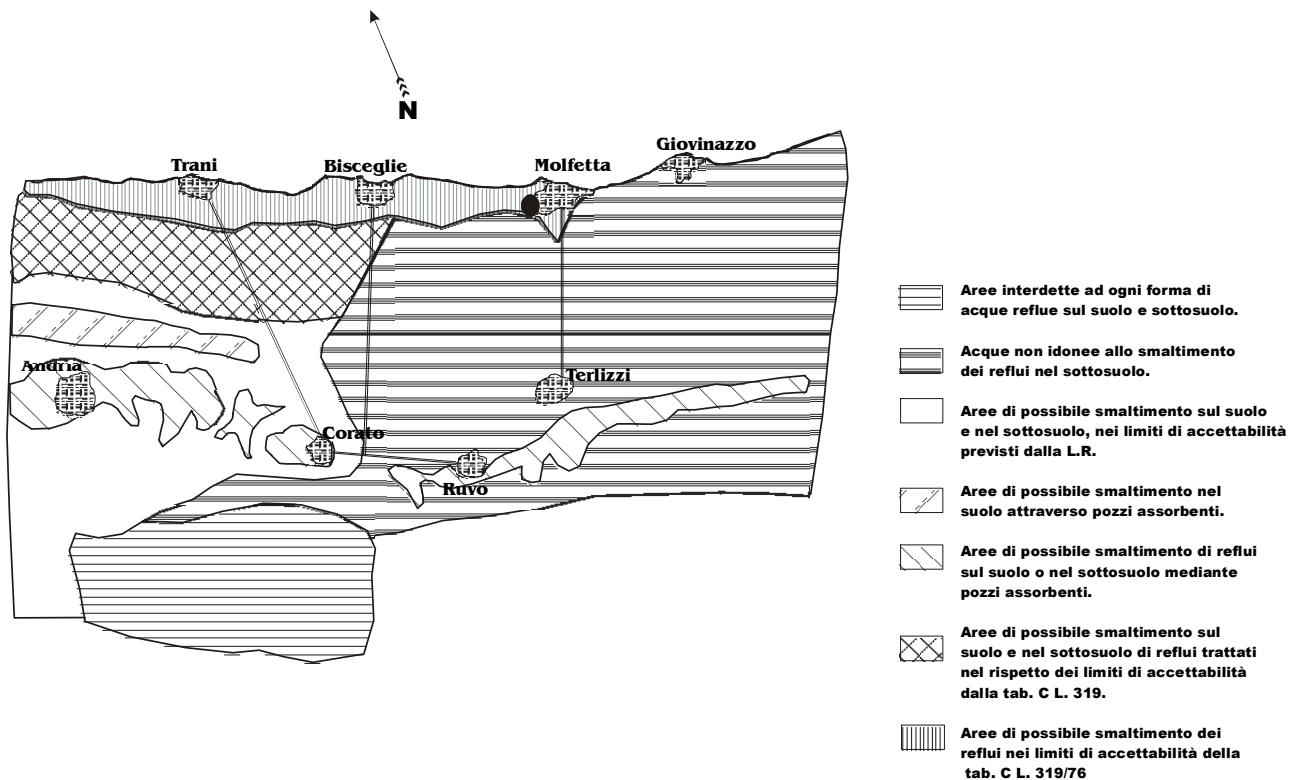


fig. 20: zone di possibile smaltimento dei reflui

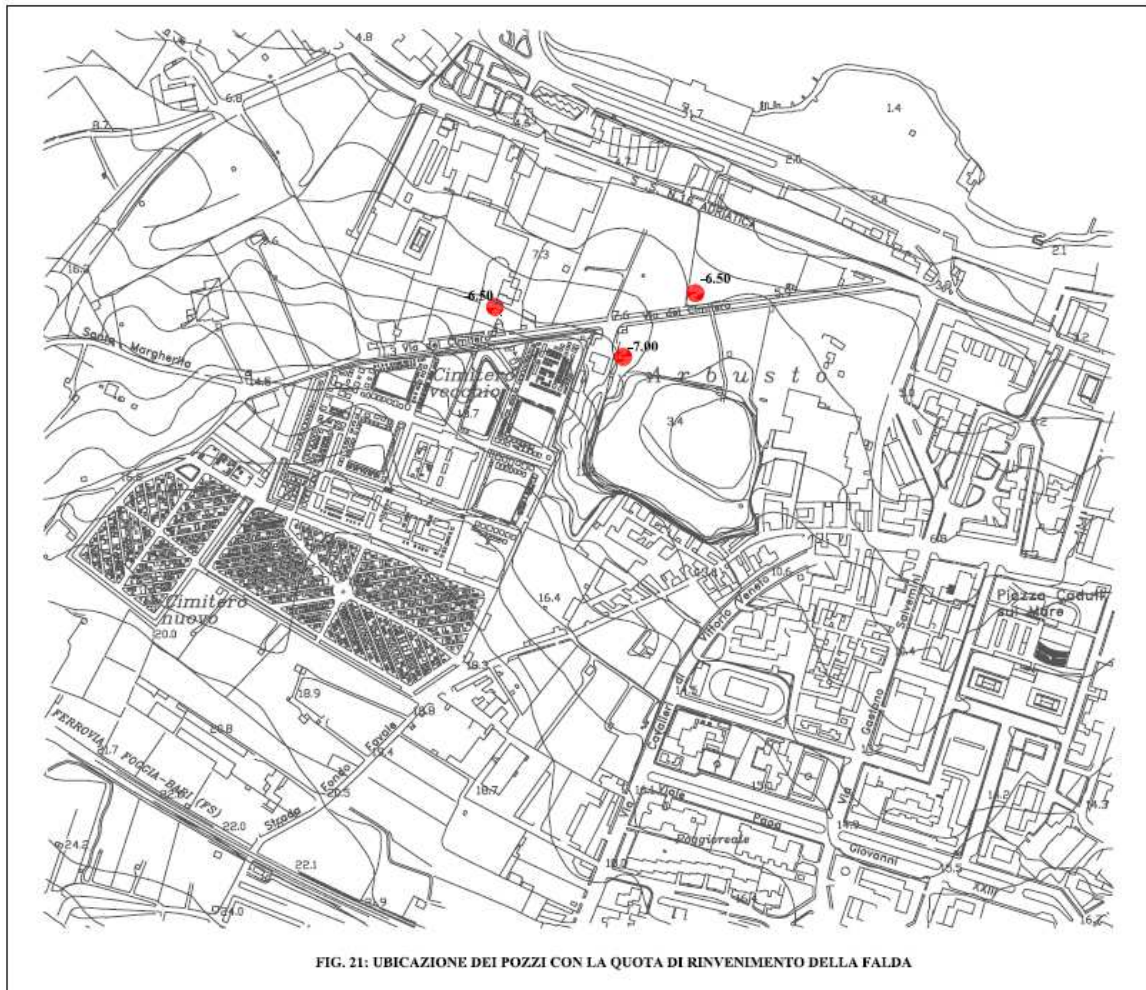
L'area d'interesse ricade nelle "Aree di possibile smaltimento dei reflui, trattati nel rispetto dei limiti della tab. C della Legge 319/76".

In conclusione, si ritiene che la falda acquifera profonda, contaminata dalle acque marine di invasione continentale, sia caratterizzata da peculiarità idrogeologiche particolari, che la rendono posta in condizioni di sicurezza, in riferimento a ipotetici inquinamenti della stessa.

### 5.1 Pozzi

Nella figura 21 si riporta lo stralcio fotogrammetrico con l'ubicazione di alcuni pozzi situati in adiacenza al sito indagato con la relativa quota di rinvenimento della falda. Da notizie attinte in loco, si può dedurre che si tratta di un modesto acquifero caratterizzato dalla circolazione di acque salmastre. Man mano che viene prelevata acqua, l'acquifero subisce una notevole depressione ed il contenuto salino aumenta drasticamente, per cui non può essere utilizzata per l'irrigazione.

**progetto esecutivo per la realizzazione di n.  
1.144 cassettoni lungo il muro di cinta ad ovest della  
zona di ampliamento cimiteriale  
– Comune di Molfetta –  
relazione geologica ed indagini geognostiche**



## 6. Dati meteorologici

### 6.1 Regime anemometrico

Sono stati utilizzati i dati disponibili presso la Stazione Meteorologica dell'Aeronautica Militare n. 270 Bari Palese Macchie (Lat. 41°08' N – 16°47' E) – Alt. 49 m s.l.m. si riferiscono a serie storiche comprese nel periodo 1951-1991.

Nelle Tabb. 1 vengono riportate le distribuzioni in millesimi delle frequenze, sia su base annuale che stagionale, relative alla direzione ed alla velocità del vento misurate ed elaborate dalla Stazione Meteorologica di Bari Palese e relative al periodo 1951-1991. Tali dati risultano inoltre graficizzati sotto forma di anemogrammi per meglio evidenziare le tendenze anemologiche dell'area.

**geol. Ignazio I. Mancini**

Via T. Fiore n. 14 – 70056 Molfetta (Ba)  
Telefax 0803346819 – email: imancini@libero.it



**progetto esecutivo per la realizzazione di n.  
1.144 cassettoni lungo il muro di cinta ad ovest della  
zona di ampliamento cimiteriale  
– Comune di Molfetta -  
relazione geologica ed indagini geognostiche**

**6.1.1 Andamento annuale**

Dall'analisi della Tab. 1a e relativa Fig. 22 si evidenzia come, nel corso dell'anno, i venti provenienti da W (ponente) e da SW (libeccio) siano quelli che presentano sia la maggior frequenza che le maggiori classi di velocità risultando in definitiva i venti dominanti. Inoltre si può considerare come anche il vento di NW (maestrale) risulti discretamente rappresentato con classi di velocità medio-alte (8-12 e 13-23 nodi).

SETTORI	CLASSI DI VELOCITA' (NODI)						TOTALE
	0-1	2-4	5-7	8-12	13-23	24-99	
N		12,82	27,5	31,94	20,93	1,18	<b>94,37</b>
NE		18,84	30,79	17,99	7,04	0,55	<b>75,21</b>
E		13,55	24,98	22,83	6,73	0,1	<b>68,19</b>
SE		12,21	14,13	8,94	5,5	0,34	<b>41,12</b>
S		16,67	28,38	29,47	19,29	1,39	<b>95,2</b>
SW		40,17	68,9	24,98	7,8	0,31	<b>142,16</b>
W		34,36	71,45	50,2	20,09	0,43	<b>176,53</b>
NW		15,58	31,84	40,87	22,88	0,91	<b>112,08</b>
CALMA	195,14						<b>195,14</b>
<b>TOTALE</b>	<b>195,14</b>	<b>164,2</b>	<b>297,97</b>	<b>227,22</b>	<b>110,26</b>	<b>5,21</b>	<b>1000</b>

**Tab. 1a: distribuzione delle frequenze (%) annuali nelle varie classi di velocità (in nodi) dei venti a Bari-Palese (49 m s.l.m.). Numero totali di osservazioni = 117.332 (1951-1991).**

progetto esecutivo per la realizzazione di n.  
1.144 cassette lungo il muro di cinta ad ovest della  
zona di ampliamento cimiteriale  
– Comune di Molfetta -  
*relazione geologica ed indagini geognostiche*

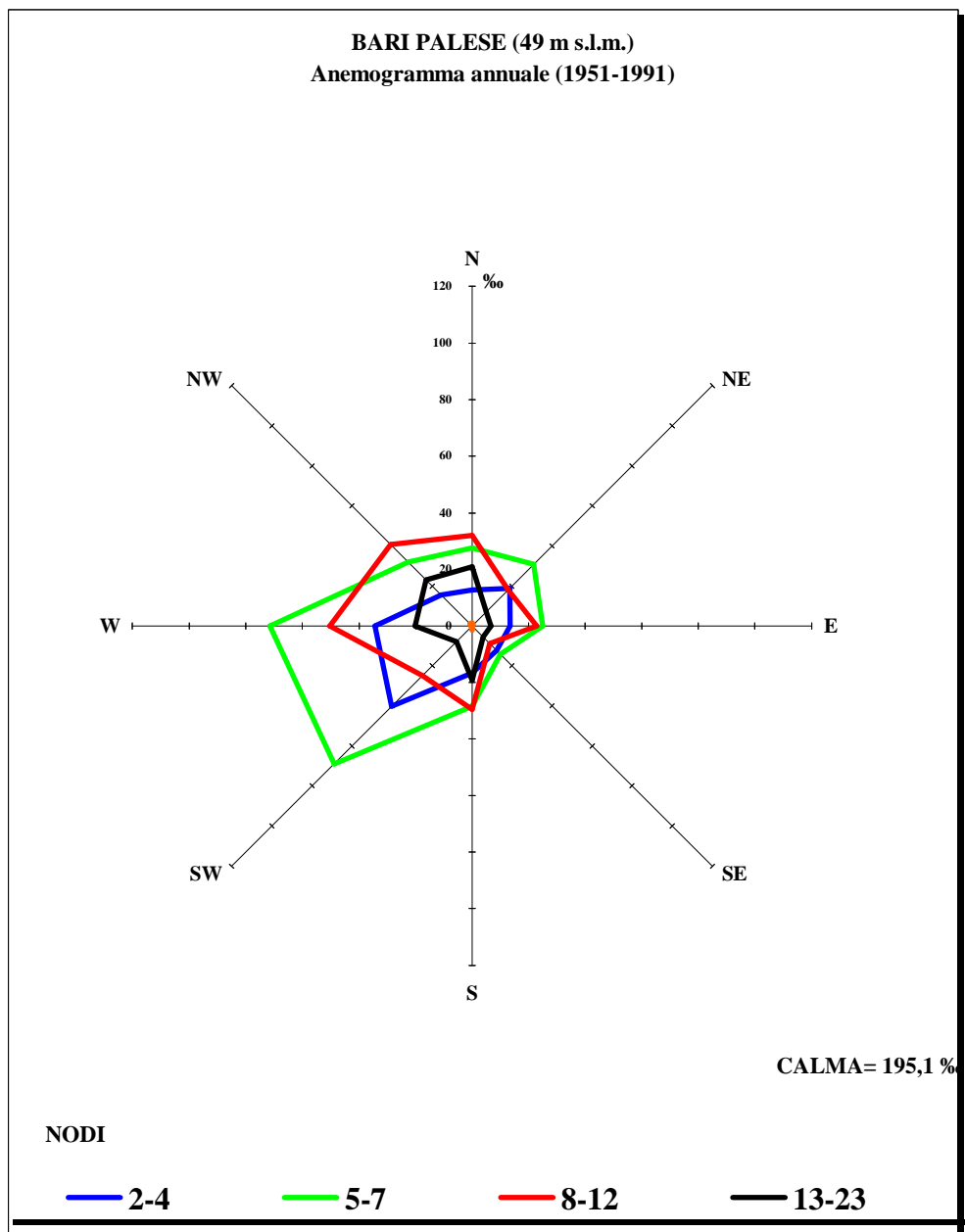


Fig. 22: anemogramma annuale relativo alla stazione meteorologica di Bari-Palese

In generale, i venti provenienti dal III e IV quadrante dominano il regime anemologico del sito con oltre il 525 ‰ delle rilevazioni.

In debita considerazione vanno inoltre tenuti rispettivamente il vento proveniente da N (tramontana) per il quale si osserva una frequenza annuale media pari al 94‰ delle rilevazioni con velocità comprese più frequentemente nelle classi medie (5-7 e 8-12

**progetto esecutivo per la realizzazione di n.  
1.144 cassette lungo il muro di cinta ad ovest della  
zona di ampliamento cimiteriale  
– Comune di Molfetta -**

*relazione geologica ed indagini geognostiche*

nodi), nonché il vento proveniente da S (ostro) per il quale si osserva una frequenza annuale media pari al 95‰ delle rilevazioni con velocità comprese comunque nelle stesse classi medie.

Infine, in ordine decrescente di frequenza, risultano presenti nel corso dell'anno i venti provenienti da NE (grecale) con il 75 ‰ delle rilevazioni, quelli provenienti da E (levante) con il 68‰ e quelli da SE (scirocco) con il 41‰.

La frequenza delle giornate di calma di vento risulta poco elevata per questo sito e si aggira mediamente intorno al 195‰ delle rilevazioni annuali, evidenziando un regime anemologico generalmente sostenuto e pertanto idoneo alla dispersione ed allontanamento degli inquinanti immessi nell'atmosfera.

Inoltre, il regime anemologico medio annuo evidenziando come dominanti, in termini di frequenza i venti di ponente (W) e di libeccio (SW), indica uno spostamento delle masse d'aria, e di conseguenza l'allontanamento degli inquinanti aeriformi, verso il mare.

### 6.1.2 Periodo primaverile

Questo periodo è caratterizzato dalla provenienza dei venti da W per quasi il 153‰ delle rilevazioni nell'intero periodo primaverile. Invece, la direzione SW assume frequenze pari a circa il 128‰, mentre per il vento proveniente da NW si scende a circa il 114‰ delle rilevazioni primaverili (Fig. 23a). Le altre direzioni dei venti risultano sensibilmente minori in termini di frequenza rispetto alle precedenti. Per quanto concerne le velocità dei venti dominanti in questo periodo, si ha modo di osservare come la classe maggiormente rappresentata sia quella associata a velocità comprese fra 5-7 nodi (circa 281‰ delle misurazioni), seguita dalla classe con velocità comprese fra 8-12 nodi con circa 232‰ delle misurazioni. La frequenza delle calme risulta mediamente elevata in questa stagione e pari a circa il 207‰ delle rilevazioni.

SETTORI	CLASSI DI VELOCITA' (NODI)						TOTALE
	0-1	2-4	5-7	8-12	13-23	24->	
N		11,71	29,49	30,27	18,08	0,85	<b>90,4</b>
NE		21,52	31,66	16,5	4,2	0,2	<b>74,08</b>
E		14,79	31,19	25,49	6,47	0,07	<b>78,01</b>
SE		12,25	16,34	11,69	7,03	0,54	<b>47,85</b>
S		15,28	26,84	33,6	28,43	2,95	<b>107,1</b>
SW		33,84	59,38	24,06	10,16	0,45	<b>127,89</b>
W		27,2	58,26	47,07	20,3	0,4	<b>153,23</b>
NW		14,74	28,07	43,59	26,27	1,37	<b>114,04</b>
CALMA	207,40						<b>207,4</b>
<b>TOTALE</b>	<b>207,4</b>	<b>151,33</b>	<b>281,23</b>	<b>232,27</b>	<b>120,94</b>	<b>6,83</b>	<b>1000</b>

**geol. Ignazio I. Mancini**

Via T. Fiore n. 14 – 70056 Molfetta (Ba)  
Telefax 0803346819 – email: imancini@libero.it

**progetto esecutivo per la realizzazione di n.  
1.144 cassette lungo il muro di cinta ad ovest della  
zona di ampliamento cimiteriale  
- Comune di Molfetta -**

*relazione geologica ed indagini geognostiche*

**Tab. 1b: distribuzione delle frequenze (%) primaverili nelle varie classi di velocità (in nodi) dei venti a Bari-Palese (49 m s.l.m.). Numero totali di osservazioni = 29.896 (1951-1991).**

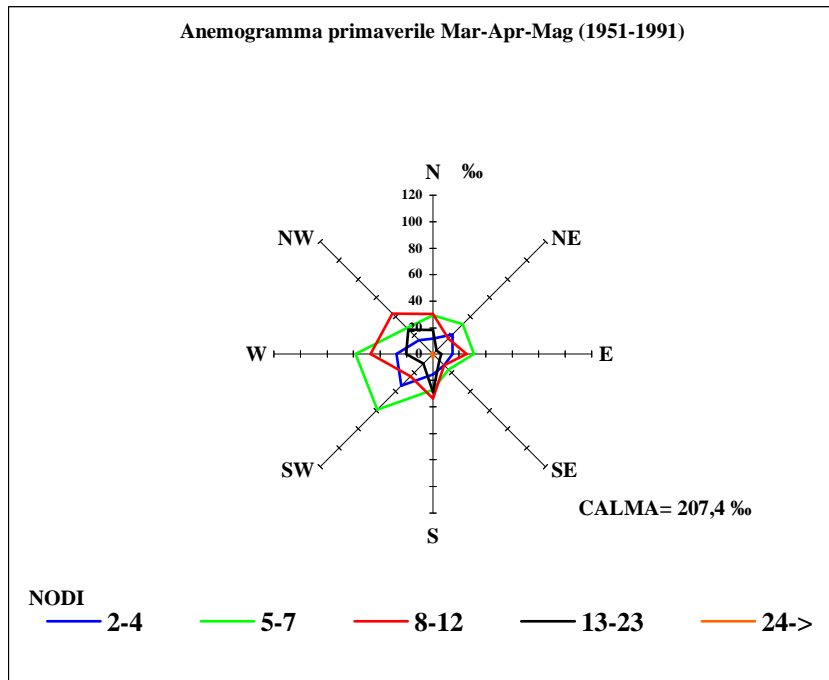


Fig. 23a: anemogramma primaverile relativo alla stazione meteorologica di Bari-Palese

### 6.1.3 Periodo estivo

Nel periodo estivo il vento maggiormente rappresentato è ancora quello proveniente W (ponente), seguito da quelli provenienti rispettivamente da tramontana (N), da grecale (NE) ed infine dal maestrale (NW). In questo periodo si assiste, quindi, ad una leggera rotazione verso i quadranti settentrionali della direzione di provenienza dei venti dominati (Fig. 23b).

Si fa rilevare, inoltre, come i venti con velocità comprese nella classe modale 5-7 nodi raggiungano in questa stagione una frequenza leggermente superiore rispetto al periodo precedente e pari a circa il 298% delle rilevazioni.

Anche i venti provenienti da E (levante) e SW (libeccio) risultano ben presenti in questo periodo, con una frequenza pari, rispettivamente, all'incirca al 101% e al 103% delle rilevazioni.

La frequenza delle giornate di calma di vento raggiunge in questa stagione il massimo annuale con ben il 221% delle rilevazioni.

**geol. Ignazio I. Mancini**

Via T. Fiore n. 14 – 70056 Molfetta (Ba)  
Telefax 0803346819 – email: imancini@libero.it

**progetto esecutivo per la realizzazione di n.  
1.144 cassette lungo il muro di cinta ad ovest della  
zona di ampliamento cimiteriale  
- Comune di Molfetta -  
relazione geologica ed indagini geognostiche**

SETTORI	CLASSI DI VELOCITA' (NODI)						TOTALE
	0-1	2-4	5-7	8-12	13-23	24->	
N		16,59	39,81	51,05	18,77	0,55	<b>126,77</b>
NE		26,78	56,62	32,54	3,81	0,13	<b>119,88</b>
E		17,28	36,22	37,94	9,85	0,03	<b>101,32</b>
SE		6,31	6,54	3,9	1,62	0	<b>18,37</b>
S		11,23	13,59	11,45	5,87	0,07	<b>42,21</b>
SW		40,06	47,82	11,82	3,68	0,11	<b>103,49</b>
W		40,6	65,86	34,75	11,67	0,12	<b>153</b>
NW		15,59	31,94	43,34	22,35	0,4	<b>113,62</b>
CALMA	221,34						<b>221,34</b>
<b>TOTALE</b>	<b>221,34</b>	<b>174,44</b>	<b>298,4</b>	<b>226,79</b>	<b>77,62</b>	<b>1,41</b>	<b>1000</b>

Tab. 1c: distribuzione delle frequenze (%) estive nelle varie classi di velocità (in nodi) dei venti a Bari-Palese (49 m s.l.m.). Numero totali di osservazioni = 29.667 (1951-1991).

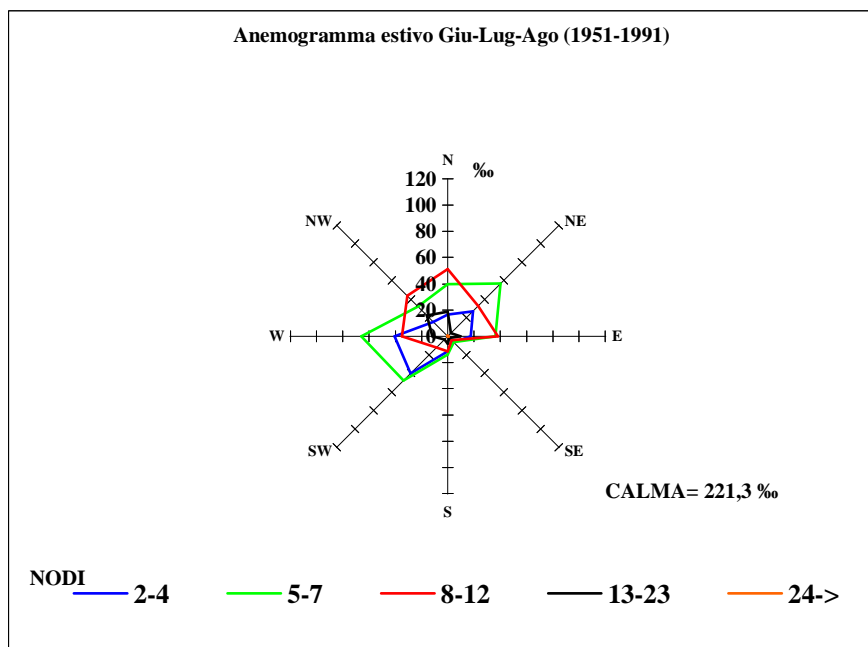


Fig. 23b: anemogramma estivo relativo alla stazione meteorologica di Bari-Palese

#### 6.1.4 Periodo autunnale

Questo periodo resta anch'esso caratterizzato dai venti di ponente (174% delle rilevazioni) e di libeccio (172%) ed, in maniera nettamente inferiore, da quello proveniente da ostro o mezzogiorno (106%). Scarsamente rappresentati risultano essere gli altri venti, soprattutto quelli provenienti dal I e dal II quadrante (Fig. 23c).

La classe di velocità maggiormente rappresentata in questo periodo autunnale risulta essere quella dei 5-7 nodi (331%).

**geol. Ignazio I. Mancini**

Via T. Fiore n. 14 – 70056 Molfetta (Ba)  
Telefax 0803346819 – email: imancini@libero.it

**progetto esecutivo per la realizzazione di n.  
1.144 cassette lungo il muro di cinta ad ovest della  
zona di ampliamento cimiteriale  
- Comune di Molfetta -**

*relazione geologica ed indagini geognostiche*

La frequenza delle calme, rispetto alla bella stagione, si abbassa a circa il 185‰, preannunciando l'inizio del periodo dell'anno anemologicamente più attivo.

SETTORI	CLASSI DI VELOCITA' (NODI)						TOTALE
	0-1	2-4	5-7	8-12	13-23	24->	
N		15,46	29,45	28,71	17,71	1,05	<b>92,38</b>
NE		20,06	28,02	15,36	6,61	0,52	<b>70,57</b>
E		13,77	22,1	18,91	4,97	0	<b>59,75</b>
SE		17,16	15,78	8,37	4,89	0,45	<b>46,65</b>
S		21,13	35,71	30,9	17,36	1,08	<b>106,18</b>
SW		50,39	88,77	26,94	6,21	0	<b>172,31</b>
W		36,69	80,48	43	13,84	0,21	<b>174,22</b>
NW		14,49	30,65	30,8	15,3	0,44	<b>91,68</b>
CALMA	186,26						<b>186,26</b>
<b>TOTALE</b>	<b>186,26</b>	<b>189,15</b>	<b>330,96</b>	<b>202,99</b>	<b>86,89</b>	<b>3,75</b>	<b>1000</b>

Tab. 1d: distribuzione delle frequenze (‰) autunnali nelle varie classi di velocità (in nodi) dei venti a Bari-Palese (49 m s.l.m.). Numero totali di osservazioni = 28.702 (1951-1991).

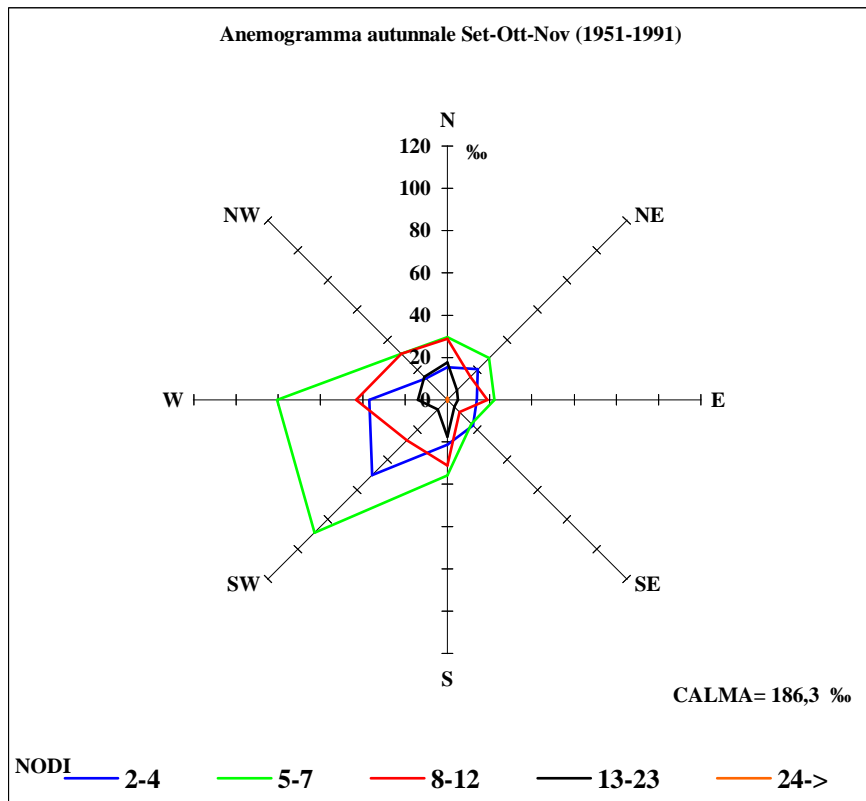


Fig. 23c: anemogramma autunnale relativo alla stazione meteorologica di Bari-Palese

### 6.1.5 Periodo invernale

I venti dominanti di questo periodo sono decisamente quelli del III e IV quadrante con preponderanza del ponente (W) anche nell'ambito delle classi centrali di velocità (da 5 sino a 23 nodi). L'incidenza del ponente in questa stagione raggiunge il suo massimo

**geol. Ignazio I. Mancini**

Via T. Fiore n. 14 – 70056 Molfetta (Ba)  
Telefax 0803346819 – email: imancini@libero.it

**progetto esecutivo per la realizzazione di n.  
1.144 cassette lungo il muro di cinta ad ovest della  
zona di ampliamento cimiteriale  
- Comune di Molfetta -**

*relazione geologica ed indagini geognostiche*

valore stagionale (227‰). Anche il vento proveniente da libeccio (SW) risulta presente con una buona frequenza (166‰), seguito dai venti di maestrale (128‰) e ostro (126‰). Infine, si nota la scarsa rilevanza dei venti provenienti dal I e II (Fig. 23d). La frequenza delle calme si abbassa ulteriormente a circa il 165‰, evidenziando in tal modo il periodo dell'anno a maggiore incidenza anemologica.

SETTORI	CLASSI DI VELOCITA' (NODI)						TOTALE
	0-1	2-4	5-7	8-12	13-23	24->	
N		7,47	10,97	17,38	29,23	2,29	<b>67,34</b>
NE		6,8	6,28	7,27	13,66	1,41	<b>35,42</b>
E		8,24	9,94	8,56	5,59	0,28	<b>32,61</b>
SE		13,32	17,98	11,84	8,48	0,4	<b>52,02</b>
S		19,21	37,8	42,18	25,48	1,42	<b>126,09</b>
SW		36,73	80,59	37,43	11,13	0,68	<b>166,56</b>
W		33,05	81,78	76,29	34,66	1	<b>226,78</b>
NW		17,51	36,77	45,48	27,41	1,4	<b>128,57</b>
CALMA	164,61						<b>164,61</b>
<b>TOTALE</b>	<b>164,61</b>	<b>142,33</b>	<b>282,11</b>	<b>246,43</b>	<b>155,64</b>	<b>8,88</b>	<b>1000</b>

Tab. 1e: distribuzione delle frequenze (‰) invernali nelle varie classi di velocità (in nodi) dei venti a Bari-Palese (49 m s.l.m.). Numero totali di osservazioni = 29.067 (1951-1991).

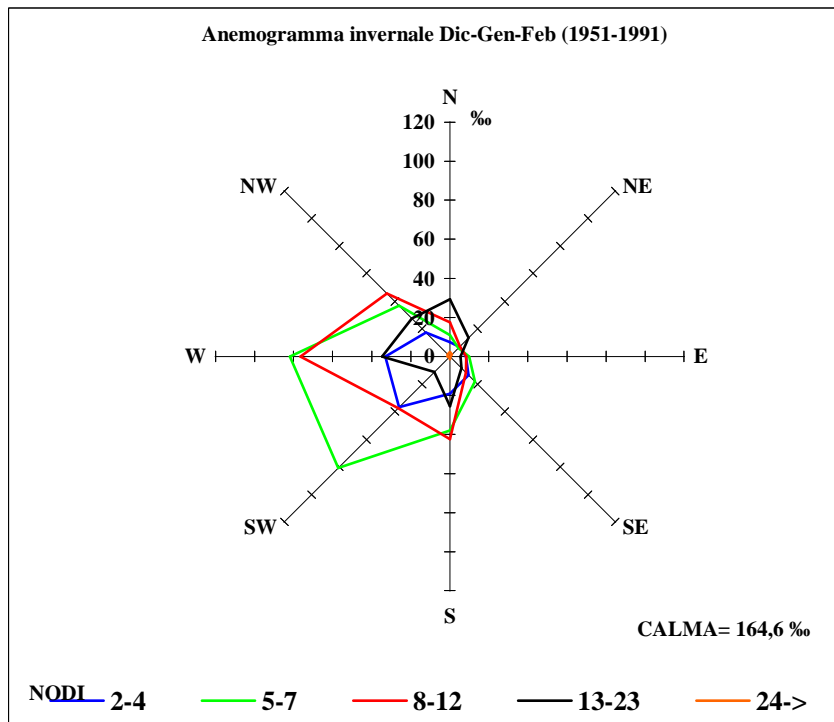


Fig. 23d: anemogramma invernale relativo alla stazione meteorologica di Bari-Palese

### 6.1.6 Stabilità atmosferica

L'indice di stabilità atmosferica, congiuntamente all'analisi della ventosità, rappresenta un importante indicatore utilizzato per definire il potenziale di

**geol. Ignazio I. Mancini**

Via T. Fiore n. 14 – 70056 Molfetta (Ba)  
Telefax 0803346819 – email: imancini@libero.it

**progetto esecutivo per la realizzazione di n.  
1.144 cassette lungo il muro di cinta ad ovest della  
zona di ampliamento cimiteriale  
- Comune di Molfetta -**

*relazione geologica ed indagini geognostiche*

rigenerazione della qualità dell'aria, in quanto connesso alla turbolenza dei bassi strati dell'atmosfera, vale a dire alla capacità di disperdere gli inquinanti aeriformi.

Il metodo di analisi utilizzato è stato quello di Pasquill (1961) secondo il quale le categorie di stabilità classificano la stabilità atmosferica in funzione della velocità del vento, della radiazione solare, della copertura del cielo e del momento della giornata in cui ci si trova (giorno o notte), secondo quanto riportato nella tab.2.

Vento alla superficie (a 10 m dal suolo) m/s	Giorno Radiazione solare			Notte	
	Forte	Moderata	Debole	Copertura sottile di nubi $\leq 3/8$ o $\geq 4/8$ nubi basse	
< 2	A	A-B	B		
2-3	A-B	B	C	E	F
3-5	B	B-C	C	D	E
5-6	C	C-D	D	D	D
> 6	C	D	D	D	D

**Tab. 2: categorie di stabilità**

Le categorie di stabilità rappresentano condizioni di dispersione e di rimescolamento dell'atmosfera man mano decrescente a partire dalla classe A fino alla classe F+G.

Da un punto di vista generale, tali classi possono essere così individuate:

- classe A = atmosfera fortemente instabile
- classe B = “ moderatamente instabile
- classe C = “ leggermente instabile
- classe D = “ neutra
- classe E = “ leggermente stabile
- classe F + G = “ stabile.

La stabilità atmosferica influenza la dispersione verticale degli inquinanti nelle immediate vicinanze della fonte in quanto ad una maggiore stabilità si associa un minore trasporto verticale. In tal caso la turbolenza è minima e la dispersione degli inquinanti ha un andamento tipicamente orizzontale, dato che i fenomeni diffusivi sono meno importanti di quelli dovuti al trasporto.

In condizioni di neutralità la turbolenza atmosferica risulta moderatamente bassa con scarsa spinta di galleggiamento.

Con atmosfera estremamente instabile i vortici di turbolenza raggiungono invece dimensioni notevoli e di conseguenza la dispersione degli inquinanti e degli odori risulta velocissima.

**geol. Ignazio I. Mancini**

Via T. Fiore n. 14 – 70056 Molfetta (Ba)  
Telefax 0803346819 – email: imancini@libero.it



**progetto esecutivo per la realizzazione di n.  
1.144 cassette lungo il muro di cinta ad ovest della  
zona di ampliamento cimiteriale  
- Comune di Molfetta -**

*relazione geologica ed indagini geognostiche*

Per quanto concerne le classi di stabilità, rilevate a Bari Palese in 40 anni di osservazioni (1951÷1991), si riportano, in Tab. 3, le distribuzioni delle frequenze stagionali ed annuale espresse in millesimi.

PERIODO	CLASSI DI STABILITÀ							
	A	B	C	D	E	F+G	Nebbie	Totale
Dic-Gen-Feb	0,03	6,63	8,72	146,42	48,86	42,59	0,71	253,96
Mar-Apr-Mag	5,15	21,86	24,82	122,46	30,92	49,66	0,63	255,51
Giu-Lug-Ago	10	39,38	39,73	53,33	29,67	67,54	0	239,64
Set-Ott-Nov	1,69	15,94	18,46	108,52	46,13	59,7	0,45	250,89
Anno	16,87	83,81	91,73	430,74	155,59	219,48	1,79	1000,00

**Tab. 3 – Distribuzione delle frequenze stagionali ed annuali delle classi di stabilità espresse in millesimi, misurate nella Stazione Meteorologica di Bari Palese (1951÷1991).**

Tali dati si riportano altresì nelle figg. 24 e 25 relative all'intero anno ed ai singoli periodi stagionali.

Si ha così modo di rilevare quanto segue:

Andamento annuale

L'analisi della stabilità atmosferica riferita all'intero arco dell'anno indica la classe D (atmosfera neutra) come quella largamente dominante rispetto alle altre classi. Essa risulta seguita, ma con un netto distacco in termini di frequenza, rispettivamente dalla classe F+G (atmosfera stabile) e dalla classe E (atmosfera leggermente stabile). Le classi rimanenti evidenziano percentuali di frequenza o relativamente molto inferiori (classi B e C) o sostanzialmente trascurabili (classi A e Nebbie).

Periodo invernale

In questo periodo domina la classe D (atmosfera neutra) seguita da quella E (leggermente stabile) e da quella F+G (atmosfera stabile). Le altre classi evidenziano percentuali di frequenza sostanzialmente trascurabili.

Periodo primaverile

La situazione rimane in parte simile alla stagione precedente con dominanza della classe D, seguita nell'ordine, dalle classi F+G, E, C e B. Risulta interessante notare l'incremento delle classi C e B, indicanti rispettivamente atmosfera leggermente e moderatamente instabile, che indicano l'arrivo di situazioni tendenti all'instabilità. Si manifesta una certa incidenza relativa alla classe A (atmosfera fortemente instabile).

**geol. Ignazio I. Mancini**

Via T. Fiore n. 14 – 70056 Molfetta (Ba)  
Telefax 0803346819 – email: imancini@libero.it

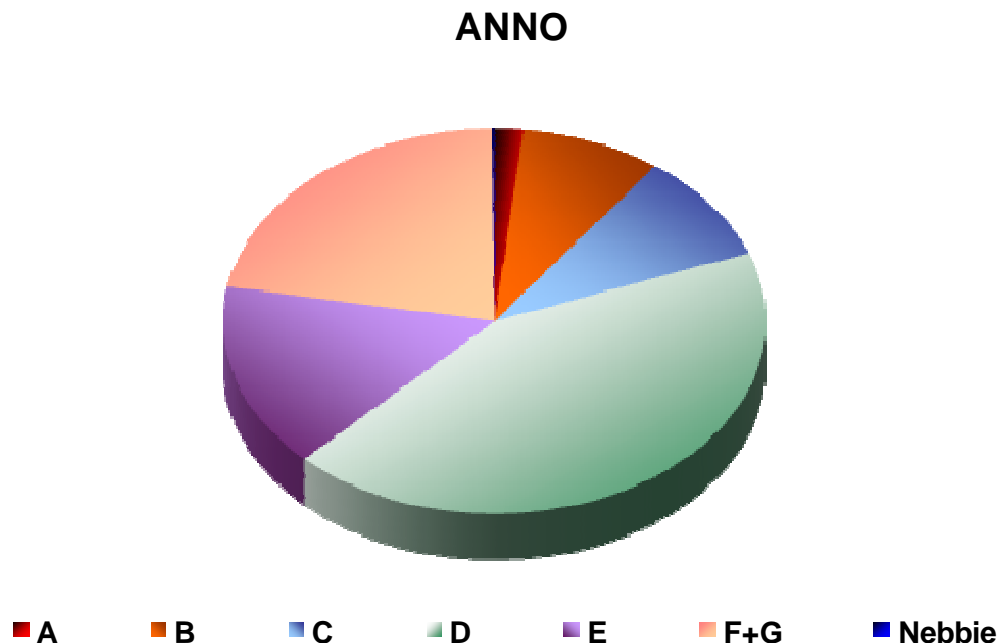
Periodo estivo

Durante il periodo estivo è la classe F+G (atmosfera stabile) a dominare, anche se di poco, rispetto alla classe D (atmosfera neutra). Le classi C e B compaiono in percentuali sostanzialmente equivalenti, seguite dalla classe E, evidenziando in sostanza un'aumentata tendenza stagionale all'instabilità degli strati verticali. Tale aspetto è sottolineato anche dall'incremento dell'incidenza della classe A (atmosfera fortemente instabile) che raggiunge in questo periodo la sua massima espressione annuale, in conseguenza del forte riscaldamento al suolo tipico di questa stagione.

Periodo autunnale

Nel periodo autunnale la classe D (atmosfera neutra) torna a dominare largamente rispetto alle altre classi. Seguono, in ordine d'importanza, le classi F+G ed E mentre tutte le altre classi tornano ad evidenziare percentuali di frequenza scarsamente rappresentative.

La stazione di Bari-Palese è posta ad una quota di 49 m. s.l.m., mentre il sito oggetto di studio è situato ad una quota di circa 225 m. s.l.m. ed ad una distanza di circa 33 km dalla stazione meteorologica considerata. Stante la modesta orografia della zona, è ipotizzabile che il regime anemometrico del sito non presenti differenze sostanziali rispetto a quello per il quale sono disponibili i dati.



**fig. 24: distribuzione annuale delle classi di stabilità atmosferica rilevate per la stazione meteorologica di Bari Palese.**

progetto esecutivo per la realizzazione di n.  
1.144 cassette lungo il muro di cinta ad ovest della  
zona di ampliamento cimiteriale  
– Comune di Molfetta -

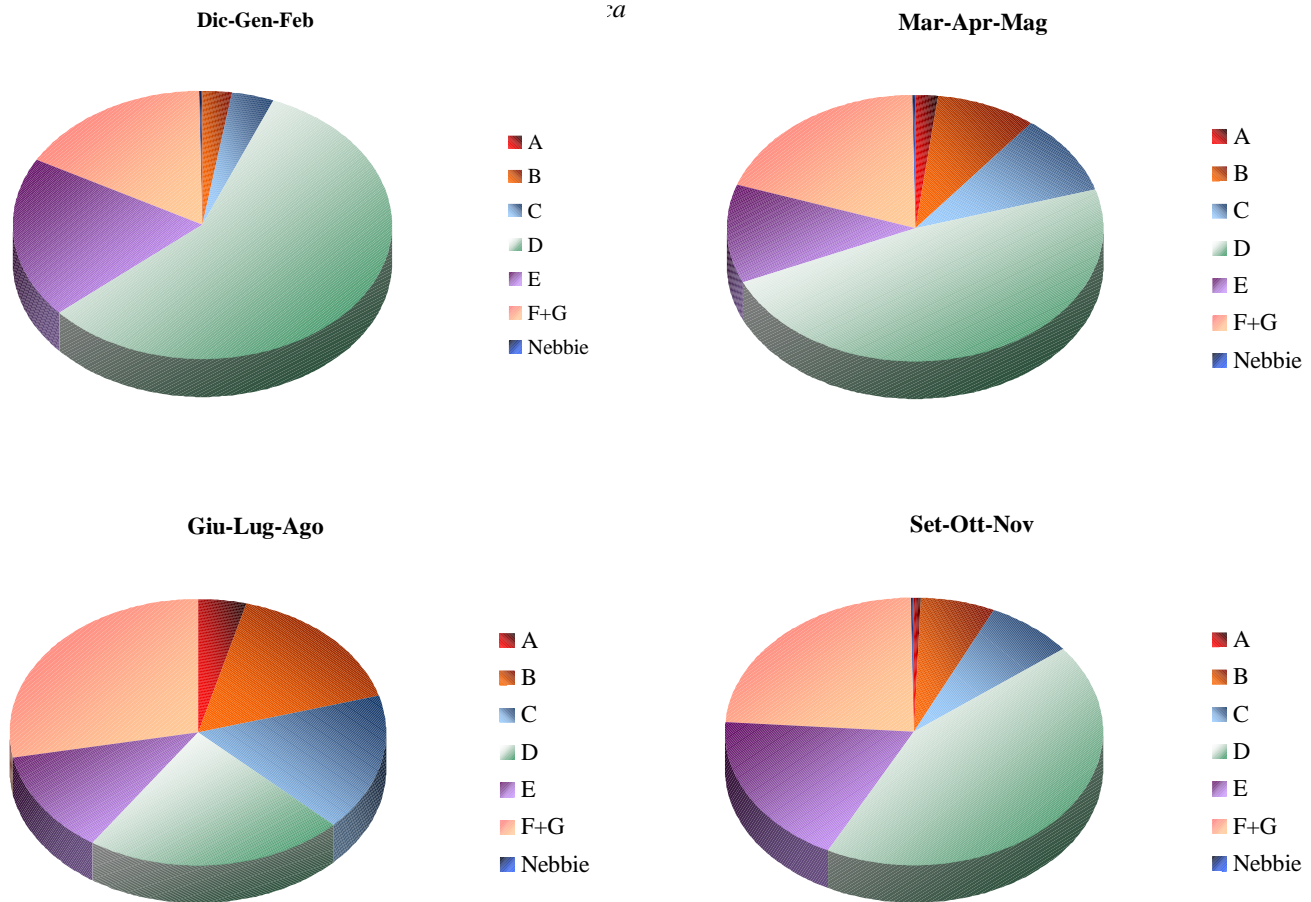


fig. 25: distribuzione stagionale delle classi di stabilità atmosferica rilevate per la stazione meteorologica di Bari Palese.

## 6.2. Temperature

Per l'elaborazione dei valori delle temperature sono stati utilizzati i valori disponibili per le stazioni meteorologiche di Bari Osservatorio (12.00 m. s.l.m.) per 35 anni (1960 – 1994), considerando i valori medi mensili delle temperature minime, medie e massime. Alcuni dati non sono disponibili per mancanza di rilevazioni.

Tutti i valori delle temperature sono riportati nelle tabb. 4 – 5 – 6 – 7, con i relativi grafici riportati nelle figg. 26 – 27– 28 – 29.

**progetto esecutivo per la realizzazione di n.  
1.144 cassette lungo il muro di cinta ad ovest della  
zona di ampliamento cimiteriale  
– Comune di Molfetta -  
*relazione geologica ed indagini geognostiche***

anno	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	media annua
1960	12,0	12,7	15,3	20,0	22,4	25,7	27,8	27,2	25,6	21,8	17,9	13,1	20,1
1961	12,4	14,5	15,4	17,2	21,5	26,2	27,2	29,1	25,0	22,9	18,4	14,8	20,4
1962	13,1	11,6	13,9	17,9	22,6	24,2	28,4	29,1	25,7	21,1	17,4	12,2	19,8
1963	10,1	11,5	13,9	17,9	20,9	26,1	28,4	29,1	25,6	20,6	20,1	14,5	19,9
1964	11,0	12,8	15,4	17,8	20,9	26,3	26,8	27,0	24,1	21,0	16,6	13,9	19,5
1965	12,9	9,4	14,8	16,6	21,9	23,9	30,0	27,2	24,8	20,0	18,5	14,7	19,6
1966	10,9	15,4	14,0	19,1	21,2	26,7	28,0	28,7	25,3	23,4	16,2	13,4	20,2
1967	11,0	12,8	15,7	16,7	22,5	23,7	28,3	28,7	25,7	22,3	18,7	14,1	20,0
1968	11,0	14,6	15,1	20,1	23,8	24,9	28,5	27,2	21,9	20,6	17,5	12,6	19,8
1969	12,3	13,8	14,3	16,0	25,0	24,5	26,3	26,1	24,9	20,6	19,6	11,6	19,6
1970	14,3	14,0	15,0	19,1	20,8	26,3	28,1	29,0	25,5	19,5	18,0	14,2	20,3
1971	13,2	12,5	11,8	18,8	24,5	28,0	27,9	30,0	23,5	20,2	18,3	14,1	20,2
1972	14,1	15,0	17,3	19,3	23,1	27,0	28,6	27,4	23,5	18,9	18,0	14,2	20,5
1973	13,1	12,7	13,0	16,3	22,6	26,3	29,4	27,6	26,3	21,8	17,5	13,7	20,0
1974	13,8	13,8	14,9	17,1	21,6	25,9	28,6	29,0	26,8	20,1	17,3	14,5	20,3
1975	13,4	12,6	16,7	18,3	22,8	25,3	28,1	27,3	27,1	22,1	16,9	14,9	20,5
1976	13,9	14,4	14,4	18,3	21,7	25,4	28,1	25,8	24,9	22,1	17,1	14,9	20,1
1977	14,6	17,6	18,8	18,7	23,7	25,6	29,3	28,9	24,8	22,2	18,7	14,2	21,4
1978	13,8	14,6	16,3	17,3	21,1	27,3	28,1	29,1	25,4	21,1	16,3	16,8	20,6
1979	13,2	15,2	19,6	18,1	23,3	27,7	29,1	29,0	25,7	24,0	18,2	16,9	21,7
1980	13,6	14,9	16,4	17,3	20,7	26,7	28,9	30,1	26,6	23,0	18,3	13,7	20,9
1981	12,3	12,9	18,1	20,0	23,4	27,5	28,6	29,0	27,5	24,9	16,1	15,6	21,3
1982	14,4	12,6	15,7	18,0	23,3	29,4	29,6	28,8	26,7	22,3	17,1	14,4	21,0
1983	13,5	11,4	14,9	19,9	23,8	24,2	29,4	28,0	25,8	20,5	14,9	12,2	19,9
1984	12,8	11,1	13,3	15,8	21,1	23,6	27,9	26,5	25,2	20,8	17,7	13,5	19,1
1985	10,4	11,5	14,5	18,7	22,0	26,7	28,9	29,3	25,4	20,4	17,2	15,0	20,0
1986	12,6	11,5	14,8	19,8	23,6	24,8	27,2	30,1	25,1	22,6	16,3	12,7	20,1
1987	12,2	12,5	10,8	17,8	19,9	25,5	29,7	28,7	28,6	22,7	16,7	13,7	19,9
1988	14,0	13,0	13,5	16,7	21,5	24,7	30,3	29,6	24,4	21,7	13,7	12,0	19,6
1989	10,7	13,1	16,5	18,3	19,8	23,4	27,3	27,8	24,5	18,4	15,8	13,4	19,1
1990	12,0	14,3	16,1	17,7	21,3	25,7	27,9	27,4	25,5	22,9	17,7	11,4	20,0
1991	11,8	11,5	16,0	15,6	18,6	26,4	27,9	26,5	25,1	20,7	16,8	9,8	18,9
1992	11,2	11,2	13,9	17,9	20,7	24,7	27,1	27,5	26,3	23,4	18,2	12,9	19,6
1993	11,3	9,8	12,7	16,8	21,3	25,6	26,7	28,8	25,6	22,8	16,1	11,4	19,1
1994	13,2	10,9	16,8	17,8	23,2	25,4	29,1	31,6	27,6	21,1	16,9	13,8	20,6
<b>MEDIA</b>	<b>12,6</b>	<b>13,0</b>	<b>15,1</b>	<b>18,0</b>	<b>22,1</b>	<b>25,8</b>	<b>28,3</b>	<b>28,3</b>	<b>25,5</b>	<b>21,6</b>	<b>17,3</b>	<b>13,7</b>	<b>20,1</b>

**tab. 4: valori medi delle temperature massime.**

**geol. Ignazio I. Mancini**

Via T. Fiore n. 14 – 70056 Molfetta (Ba)

Telefax 0803346819 – email: imancini@libero.it

**progetto esecutivo per la realizzazione di n.  
1.144 cassette lungo il muro di cinta ad ovest della  
zona di ampliamento cimiteriale  
– Comune di Molfetta -  
*relazione geologica ed indagini geognostiche***

<b>anno</b>	<b>gen</b>	<b>feb</b>	<b>mar</b>	<b>apr</b>	<b>mag</b>	<b>giu</b>	<b>lug</b>	<b>ago</b>	<b>set</b>	<b>ott</b>	<b>nov</b>	<b>dic</b>	<b>media annua</b>
<b>1960</b>	9,1	9,5	11,9	16,6	18,5	22,4	24,8	24,0	22,0	18,5	14,8	10,0	<b>16,8</b>
<b>1961</b>	9,7	11,3	12,5	14,0	18,4	22,6	23,7	25,8	21,5	19,3	14,9	11,8	<b>17,1</b>
<b>1962</b>	10,2	8,4	10,7	14,4	18,8	21,3	24,7	25,8	22,4	18,2	14,1	9,3	<b>16,5</b>
<b>1963</b>	7,3	8,3	10,4	14,6	17,7	22,7	25,8	25,8	22,5	17,5	16,6	11,9	<b>16,8</b>
<b>1964</b>	8,0	9,7	12,5	14,5	18,3	23,1	23,9	24,0	21,0	17,9	14,1	11,2	<b>16,5</b>
<b>1965</b>	10,0	6,6	11,9	13,4	18,3	21,4	26,4	23,8	21,8	17,0	15,1	11,8	<b>16,5</b>
<b>1966</b>	8,3	12,2	11,0	15,9	18,0	23,4	24,8	25,7	22,3	20,3	13,1	10,6	<b>17,1</b>
<b>1967</b>	8,4	9,9	12,6	13,7	19,1	20,5	25,2	25,7	22,4	19,4	15,5	11,1	<b>17,0</b>
<b>1968</b>	8,0	11,9	11,7	16,3	20,6	22,0	25,1	23,9	22,1	17,7	14,7	10,5	<b>17,0</b>
<b>1969</b>	9,7	10,6	11,8	14,6	21,2	21,6	23,5	24,6	22,1	17,8	15,8	9,6	<b>16,9</b>
<b>1970</b>	11,6	10,6	11,6	15,4	17,5	23,2	24,8	25,8	22,4	16,6	14,7	11,4	<b>17,1</b>
<b>1971</b>	10,8	9,9	9,0	15,6	20,7	24,2	24,5	26,6	20,3	17,5	14,7	11,5	<b>17,1</b>
<b>1972</b>	11,1	12,6	14,2	16,2	19,5	23,8	25,5	24,2	20,7	15,8	14,7	12,1	<b>17,5</b>
<b>1973</b>	10,6	9,8	10,1	12,8	19,2	22,6	25,7	24,0	22,8	18,4	13,5	9,8	<b>16,6</b>
<b>1974</b>	10,9	11,3	12,1	13,8	18,1	22,4	25,0	25,4	23,0	16,2	13,7	10,9	<b>16,9</b>
<b>1975</b>	9,9	9,4	13,3	14,6	19,1	21,9	24,6	24,3	23,5	18,5	13,7	11,9	<b>17,1</b>
<b>1976</b>	10,3	11,0	11,1	14,6	18,4	22,1	24,3	22,3	20,8	18,6	13,8	11,4	<b>16,6</b>
<b>1977</b>	11,0	13,7	14,6	15,0	19,7	22,2	25,8	25,0	21,2	18,5	15,0	10,8	<b>17,7</b>
<b>1978</b>	10,7	11,4	12,7	14,1	17,7	23,2	24,2	24,7	21,7	17,7	12,9	13,4	<b>17,0</b>
<b>1979</b>	9,7	12,2	15,0	14,7	19,5	24,2	25,6	25,3	21,9	20,3	15,0	13,2	<b>18,1</b>
<b>1980</b>	10,4	11,5	12,9	13,7	17,4	22,8	25,2	26,4	23,2	19,3	15,1	10,4	<b>17,4</b>
<b>1981</b>	9,1	9,5	14,3	16,1	19,6	23,8	24,9	25,6	23,7	20,6	12,8	12,3	<b>17,7</b>
<b>1982</b>	11,5	9,7	12,0	14,8	19,7	25,5	26,5	25,0	23,1	18,5	13,3	11,1	<b>17,6</b>
<b>1983</b>	9,6	7,9	12,5	15,4	19,5	20,7	25,8	24,1	21,8	16,8	12,1	9,6	<b>16,3</b>
<b>1984</b>	9,5	8,5	10,2	12,7	18,1	20,9	24,2	23,2	21,2	17,6	14,4	10,8	<b>15,9</b>
<b>1985</b>	7,5	8,3	11,2	15,0	18,0	22,8	25,3	25,9	21,7	17,0	13,9	11,6	<b>16,5</b>
<b>1986</b>	9,2	8,5	11,7	15,6	20,2	21,7	24,1	26,5	21,6	18,2	13,1	9,2	<b>16,6</b>
<b>1987</b>	9,0	9,6	8,0	14,4	16,6	21,9	26,2	24,7	24,7	19,4	14,1	10,6	<b>16,6</b>
<b>1988</b>	11,1	9,3	10,2	13,6	18,2	21,3	26,6	25,7	20,8	18,3	10,6	8,9	<b>16,2</b>
<b>1989</b>	7,6	9,7	12,8	15,0	16,4	20,4	24,0	24,3	21,0	12,4	10,4	12,0	<b>15,5</b>
<b>1990</b>	8,9	10,6	12,5	14,2	18,3	22,4	24,7	24,1	22,0	19,4	14,4	8,5	<b>16,7</b>
<b>1991</b>	8,7	8,3	12,9	12,2	15,6	22,8	24,7	24,0	22,2	17,6	13,4	7,0	<b>15,8</b>
<b>1992</b>	8,3	8,1	10,6	14,4	17,9	21,3	23,7	24,0	22,0	19,7	14,6	9,9	<b>16,2</b>
<b>1993</b>	8,6	7,1	9,7	13,8	18,6	22,5	23,9	25,7	22,2	19,7	13,8	12,8	<b>16,5</b>
<b>1994</b>	10,0	8,1	12,7	14,3	19,3	22,1	26,1	27,7	23,6	17,6	13,8	10,4	<b>17,1</b>
<b>MEDIA</b>	<b>9,6</b>	<b>9,9</b>	<b>11,9</b>	<b>14,6</b>	<b>18,6</b>	<b>22,4</b>	<b>25,0</b>	<b>25,0</b>	<b>22,1</b>	<b>18,1</b>	<b>14,0</b>	<b>10,8</b>	<b>16,8</b>

**tab. 5: valori medi delle temperature medie.**

**geol. Ignazio I. Mancini**  
Via T. Fiore n. 14 – 70056 Molfetta (Ba)  
Telefax 0803346819 – email: imancini@libero.it

**progetto esecutivo per la realizzazione di n.  
1.144 cassette lungo il muro di cinta ad ovest della  
zona di ampliamento cimiteriale  
– Comune di Molfetta –  
*relazione geologica ed indagini geognostiche***

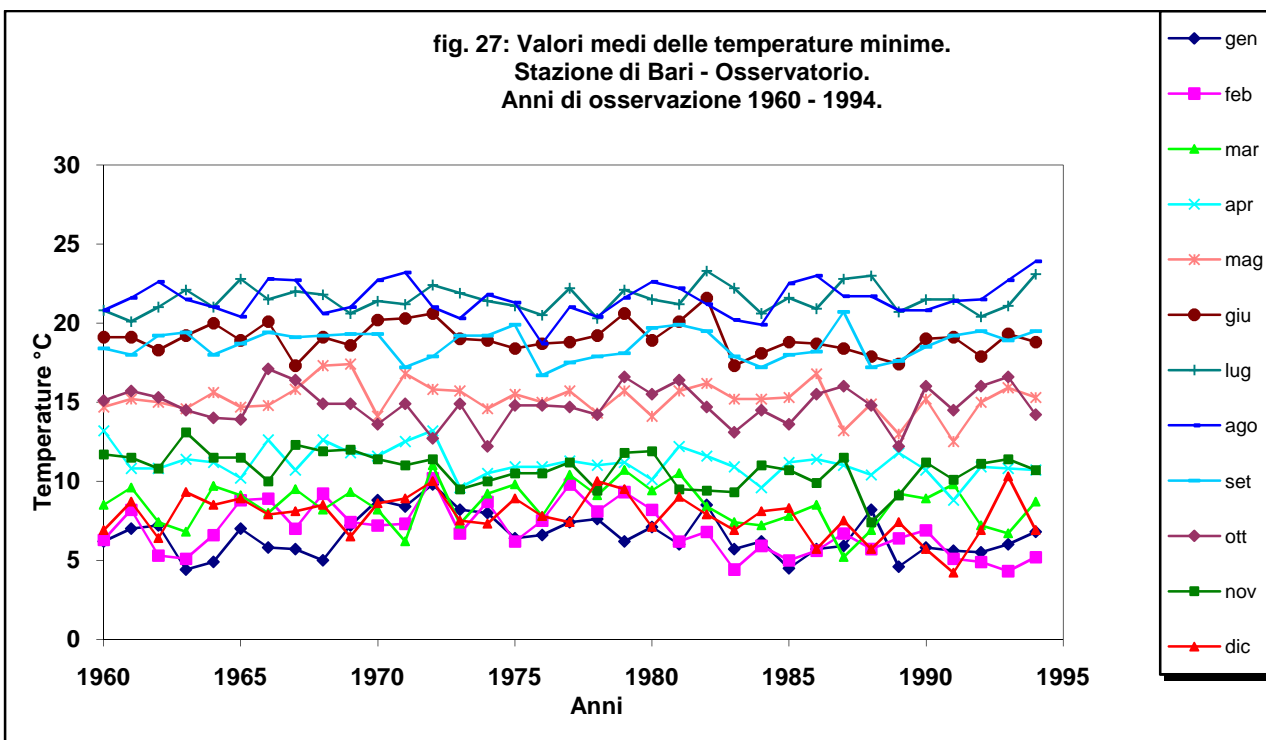
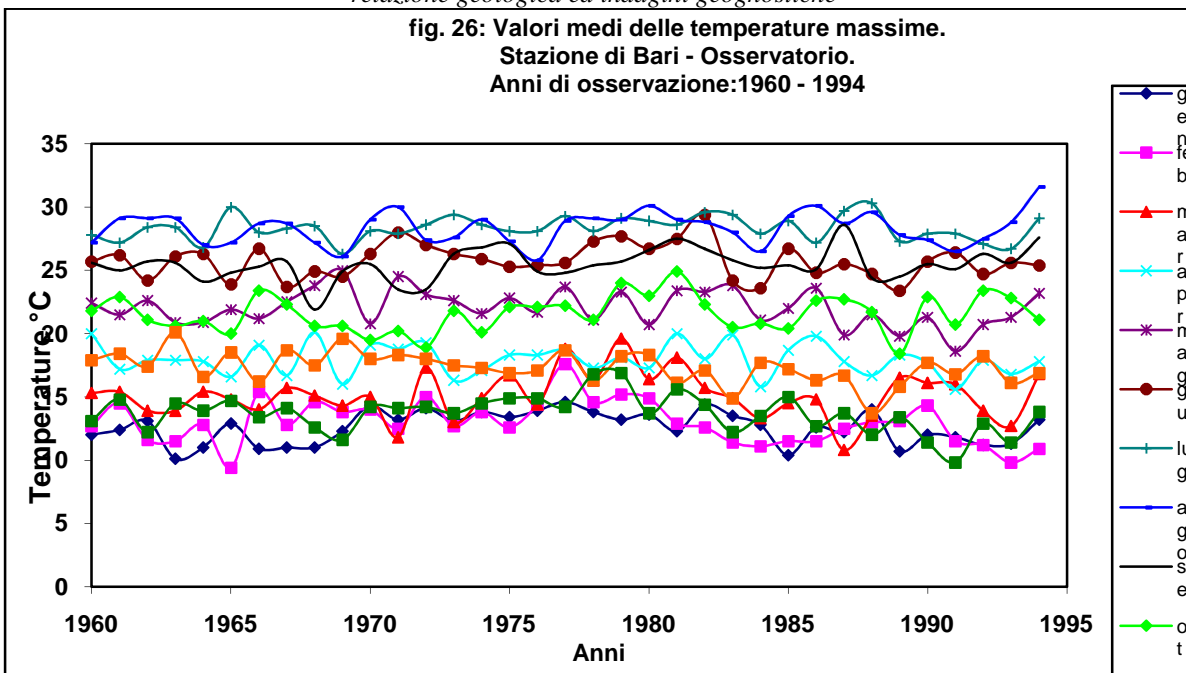
anno	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	media annua
1960	6,2	6,3	8,5	13,2	14,7	19,1	20,8	20,8	18,4	15,1	11,7	6,9	13,5
1961	7,0	8,2	9,6	10,8	15,2	19,1	20,1	21,6	18,0	15,7	11,5	8,7	13,8
1962	7,2	5,3	7,4	10,8	15,0	18,3	21,0	22,6	19,2	15,3	10,8	6,4	13,3
1963	4,4	5,1	6,8	11,4	14,6	19,2	22,1	21,5	19,4	14,5	13,1	9,3	13,5
1964	4,9	6,6	9,7	11,2	15,6	20,0	21,0	21,0	18,0	14,0	11,5	8,5	13,5
1965	7,0	8,8	9,1	10,2	14,7	18,9	22,8	20,4	18,7	13,9	11,5	8,9	13,7
1966	5,8	8,9	8,0	12,6	14,8	20,1	21,5	22,8	19,4	17,1	10,0	7,9	14,1
1967	5,7	7,0	9,5	10,7	15,8	17,3	22,0	22,7	19,1	16,4	12,3	8,1	13,9
1968	5,0	9,2	8,2	12,6	17,3	19,1	21,8	20,6	19,2	14,9	11,9	8,5	14,0
1969	7,2	7,4	9,3	11,8	17,4	18,6	20,6	21,0	19,3	14,9	12,0	6,5	13,8
1970	8,8	7,2	8,2	11,6	14,1	20,2	21,4	22,7	19,3	13,6	11,4	8,6	13,9
1971	8,4	7,3	6,2	12,5	16,8	20,3	21,2	23,2	17,2	14,9	11,0	8,9	14,0
1972	9,8	10,2	11,0	13,2	15,8	20,6	22,4	21,0	17,9	12,7	11,4	10,0	14,7
1973	8,2	6,7	7,3	9,6	15,7	19,0	21,9	20,3	19,2	14,9	9,5	7,5	13,3
1974	8,0	8,7	9,2	10,5	14,6	18,9	21,4	21,8	19,2	12,2	10,0	7,3	13,5
1975	6,4	6,2	9,8	10,9	15,5	18,4	21,1	21,3	19,9	14,8	10,5	8,9	13,6
1976	6,6	7,5	7,8	10,9	15,0	18,7	20,5	18,7	16,7	14,8	10,5	7,8	13,0
1977	7,4	9,8	10,4	11,3	15,7	18,8	22,2	21,0	17,5	14,7	11,2	7,4	14,0
1978	7,6	8,1	9,1	11,0	14,3	19,2	20,3	20,4	17,9	14,2	9,4	10,0	13,5
1979	6,2	9,3	10,7	11,2	15,7	20,6	22,1	21,6	18,1	16,6	11,8	9,5	14,5
1980	7,1	8,2	9,4	10,1	14,1	18,9	21,5	22,6	19,7	15,5	11,9	7,1	13,8
1981	6,0	6,2	10,5	12,2	15,7	20,1	21,2	22,2	19,9	16,4	9,5	9,0	14,1
1982	8,5	6,8	8,4	11,6	16,2	21,6	23,3	21,2	19,5	14,7	9,4	7,9	14,1
1983	5,7	4,4	7,4	10,9	15,2	17,3	22,2	20,2	17,9	13,1	9,3	6,9	12,5
1984	6,2	5,9	7,2	9,6	15,2	18,1	20,6	19,9	17,2	14,5	11,0	8,1	12,8
1985	4,5	5,0	7,8	11,2	15,3	18,8	21,6	22,5	18,0	13,6	10,7	8,3	13,1
1986	5,7	5,6	8,5	11,4	16,8	18,7	20,9	23,0	18,2	15,5	9,9	5,7	13,3
1987	5,9	6,7	5,2	11,0	13,2	18,4	22,8	21,7	20,7	16,0	11,5	7,5	13,4
1988	8,2	5,7	6,9	10,4	14,9	17,9	23,0	21,7	17,2	14,8	7,4	5,7	12,8
1989	4,6	6,4	9,2	11,8	13,0	17,4	20,7	20,8	17,6	12,2	9,1	7,4	12,5
1990	5,8	6,9	8,9	10,7	15,2	19,0	21,5	20,8	18,5	16,0	11,2	5,7	13,4
1991	5,6	5,1	9,8	8,8	12,5	19,1	21,5	21,4	19,2	14,5	10,1	4,2	12,7
1992	5,5	4,9	7,2	10,9	15,0	17,9	20,4	21,5	19,5	16,0	11,1	6,9	13,1
1993	6,0	4,3	6,7	10,8	15,9	19,3	21,1	22,7	18,9	16,6	11,4	10,3	13,7
1994	6,8	5,2	8,7	10,7	15,3	18,8	23,1	23,9	19,5	14,2	10,7	6,9	13,7
<b>MEDIA</b>	<b>6,6</b>	<b>6,9</b>	<b>8,5</b>	<b>11,1</b>	<b>15,2</b>	<b>19,0</b>	<b>21,5</b>	<b>21,5</b>	<b>18,7</b>	<b>14,8</b>	<b>10,8</b>	<b>7,8</b>	<b>13,5</b>

**tab. 6: valori medi delle temperature minime.**

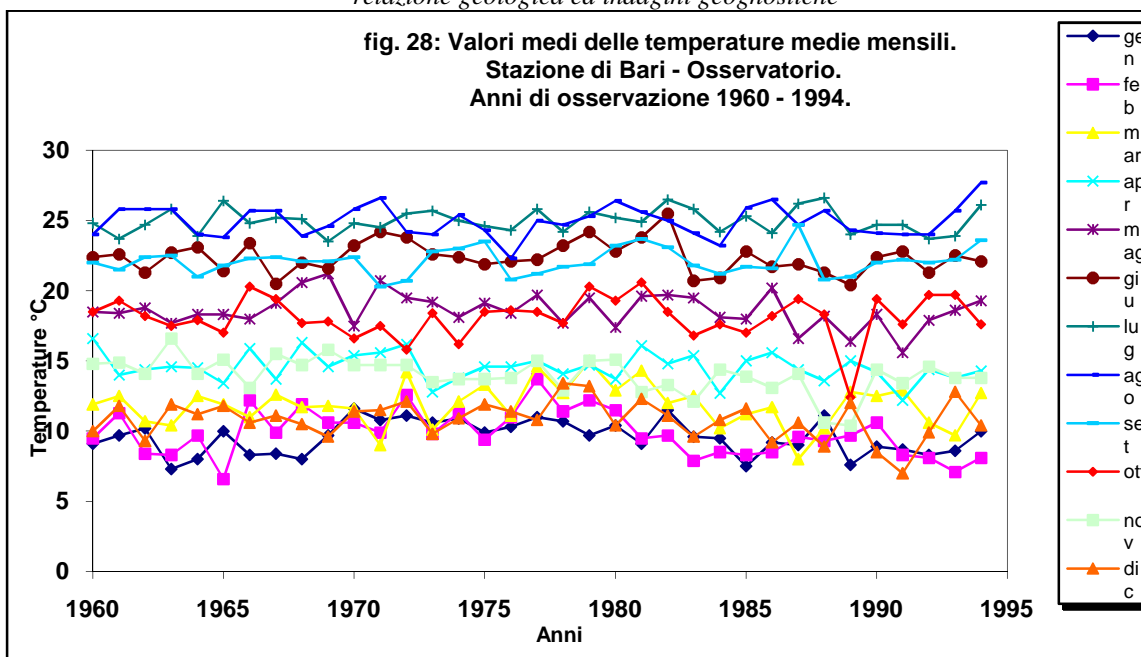
**geol. Ignazio I. Mancini**

Via T. Fiore n. 14 – 70056 Molfetta (Ba)  
Telefax 0803346819 – email: imancini@libero.it

progetto esecutivo per la realizzazione di n.  
 1.144 cassette lungo il muro di cinta ad ovest della  
 zona di ampliamento cimiteriale  
 - Comune di Molfetta -  
 relazione geologica ed indagini geognostiche

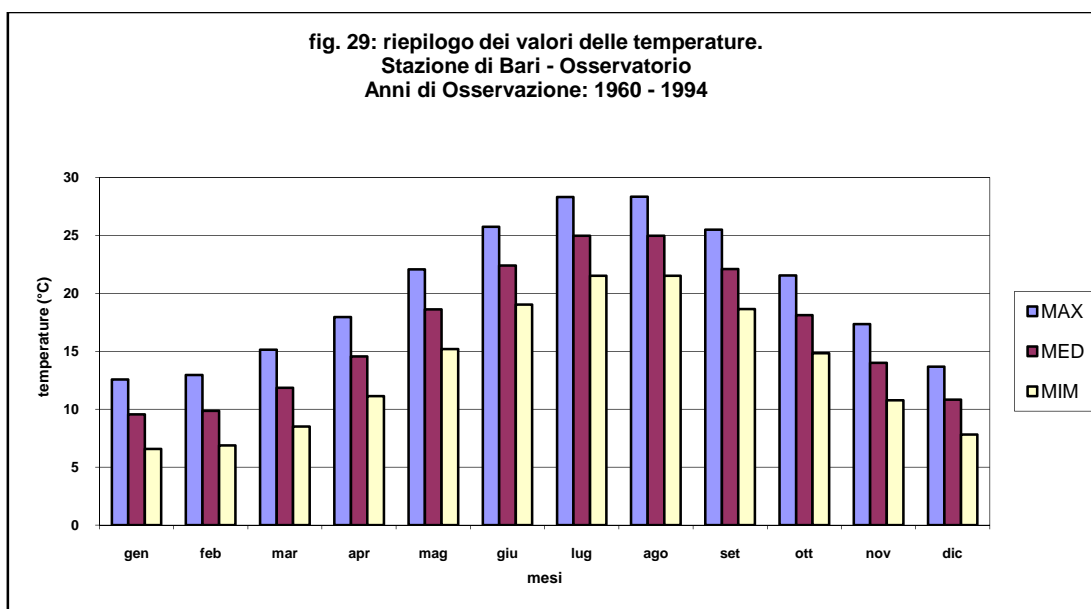


progetto esecutivo per la realizzazione di n.  
1.144 cassette lungo il muro di cinta ad ovest della  
zona di ampliamento cimiteriale  
- Comune di Molfetta -  
*relazione geologica ed indagini geognostiche*



MESI	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
MAX	12,6	13,0	15,1	18,0	22,1	25,8	28,3	28,3	25,5	21,6	17,3	13,7
MED	9,6	9,9	11,9	14,6	18,6	22,4	25,0	25,0	22,1	18,1	14,0	10,8
MIM	6,6	6,9	8,5	11,1	15,2	19,0	21,5	21,5	18,7	14,8	10,8	7,8

tab.7: riepilogo dei valori delle temperature





**progetto esecutivo per la realizzazione di n.  
1.144 cassette lungo il muro di cinta ad ovest della  
zona di ampliamento cimiteriale  
– Comune di Molfetta -**

*relazione geologica ed indagini geognostiche*

Nell'autunno, con l'inizio più perturbato dell'anno, gli abbassamenti termici risultano sensibili. Le temperature subiscono, in settembre, decrementi di circa 3 °C, sia per i valori medi che per quelli minimi e massimi.

Durante l'inverno le temperature diventano ancora più basse. Le temperature medie mensili si attestano sui valori di 10 °C; le temperature massime (sempre calcolate rispetto ai valori medi) raggiungono il valore di 13 °C, le minime dei valori medi non scendono al di sotto di 6.5 °C.

In primavera, con il dissolversi delle perturbazioni, si verifica un aumento medio delle temperature intorno ai 5 °C. La media delle massime si porta intorno ai 18.5 °C; la media delle minime non scende al sotto di 8 °C (mese di Marzo). Da Marzo a Maggio si verifica un aumento di circa 7 °C.

La tendenza alla stabilità e la conseguente attenuazione anemometrica porta in estate ad un consistente innalzamento termico di circa 8.5 °C.

### **6.3 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 8 e nella fig. 30 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.

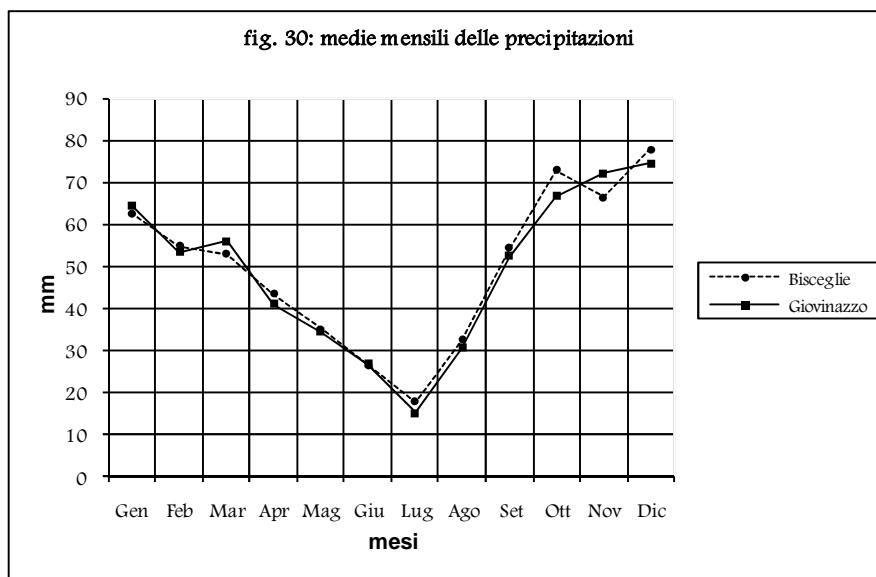
**Tab. 8: Medie Mensili e annuali delle precipitazioni (anni di osservaz.1921-1980)**

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

**geol. Ignazio I. Mancini**

Via T. Fiore n. 14 – 70056 Molfetta (Ba)  
Telefax 0803346819 – email: imancini@libero.it

**progetto esecutivo per la realizzazione di n.  
1.144 cassette lungo il muro di cinta ad ovest della  
zona di ampliamento cimiteriale  
- Comune di Molfetta -  
relazione geologica ed indagini geognostiche**



Nella tabella 9 e nella relativa fig. 31, 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.

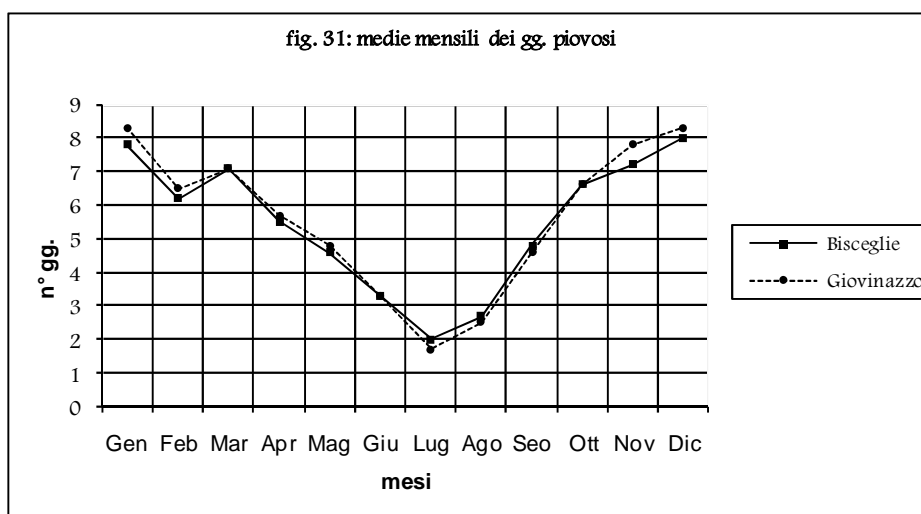
**Tab. 9: Medie Mensili e annuali dei giorni piovosi (anni di osservaz.1921-1980)**

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

**geol. Ignazio I. Mancini**

Via T. Fiore n. 14 – 70056 Molfetta (Ba)  
Telefax 0803346819 – email: imancini@libero.it

**progetto esecutivo per la realizzazione di n.  
1.144 cassettoni lungo il muro di cinta ad ovest della  
zona di ampliamento cimiteriale  
– Comune di Molfetta –  
relazione geologica ed indagini geognostiche**



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. Indagini

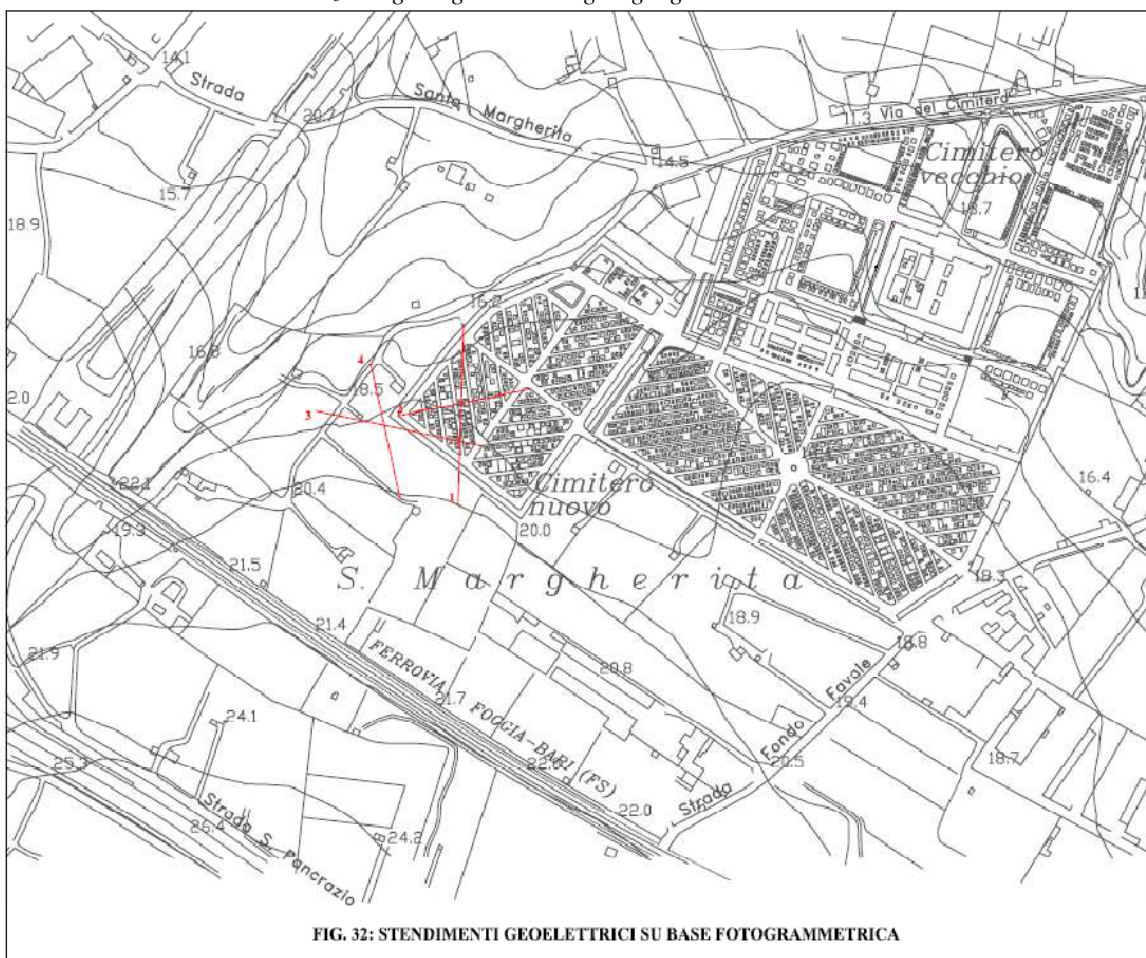
### 7.1 Indagine geoelettrica

Nel seguente paragrafo si riportano i risultati di n. 2 indagini geoelettriche eseguite dallo scrivente nel novembre 1989 e nel novembre 1990 su incarico dell'Amministrazione comunale, per il progetto di ampliamento della struttura cimiteriale e volte all'accertamento della profondità di intercettazione della falda acquifera. L'ubicazione degli stendimenti geoelettrici viene riportata nella fig. 32.

**geol. Ignazio I. Mancini**

Via T. Fiore n. 14 – 70056 Molfetta (Ba)  
Telefax 0803346819 – email: imancini@libero.it

**progetto esecutivo per la realizzazione di n.  
1.144 cassettoni lungo il muro di cinta ad ovest della  
zona di ampliamento cimiteriale  
- Comune di Molfetta -  
relazione geologica ed indagini geognostiche**



E' stata eseguita una ricerca con metodi indiretti mediante l'applicazione del metodo geofisico-geoelettrico quadripolare simmetrico Schlumberger. Il principio di tale metodo consiste nella misura della resistività elettrica delle rocce nel sottosuolo, e dipende dalla più o meno elevata conduttività elettrolitica delle acque che impregnano le rocce stesse.

Tutte le rocce contengono una data quantità di acqua che conferisce loro una certa conduttività. Ne deriva che ad un aumento della conducibilità elettrica nel sottosuolo, può ad esempio corrispondere la presenza di una falda acquifera in terreni permeabili. Il problema è ancora più complesso se si considera che la conducibilità della stessa acqua varia in proporzione alla quantità di sali disciolti in essa; anzi poiché dipende esclusivamente dalla presenza dei sali in soluzione, si ha che le acque molto dolci sono poco conducibili e quindi offrono resistenza elevata al passaggio di corrente, per valori paragonabili delle rocce più compatte.

I sondaggi elettrici (SEV) consistono nell'inviare sempre più in profondità una certa quantità di corrente mediante due elettrodi infissi superficialmente nel terreno, che vengono successivamente distanziati. Per ogni successiva posizione degli elettrodi, la corrente interessa zone via via più profonde. Il potenziale che si genera per l'invio della corrente nel sottosuolo,

**geol. Ignazio I. Mancini**

Via T. Fiore n. 14 – 70056 Molfetta (Ba)  
Telefax 0803346819 – email: imancini@libero.it

**progetto esecutivo per la realizzazione di n.  
1.144 cassette lungo il muro di cinta ad ovest della  
zona di ampliamento cimiteriale  
- Comune di Molfetta -**

*relazione geologica ed indagini geognostiche*

viene misurato ad ogni spostamento degli elettrodi con due sonde poste internamente alla stesa degli elettrodi e collegate con un opportuno dispositivo potenziometrico. Ad ogni valore della stesa corrisponde un punto di una curva di resistività. Attraverso l'aumento della curva continua di resistività, si desume la distribuzione della stessa in profondità e si possono altresì calcolare gli spessori delle singole formazioni elettrostratigrafiche costituenti il sottosuolo. Il metodo geoelettrico permette di individuare sia pure approssimata, del livello della falda acquifera, che si producono in corrispondenza del passaggio calcari asciutti-calcari acquiferi. Nel caso specifico, sono stati eseguiti n. 4 SEV. Il programma di elaborazione utilizzato è quello dei filtri lineari proposto da Ghosh (1970-1971) ed ampliato da Casentino e Pradella. Tale metodologia consente, attraverso la rappresentazione bilogaritma di ridurre di due unità il numero dei parametri da individuare per il confronto grafico, per mezzo di una normalizzazione degli spessori e delle resistività con i valori di spessore e resistività del primo strato. Nelle tabb. 10 sono riportati i valori in metri delle investigazioni contro le resistività apparenti misurate, mentre nelle figg. 33 viene riportato il relativo diagramma delle resistività.

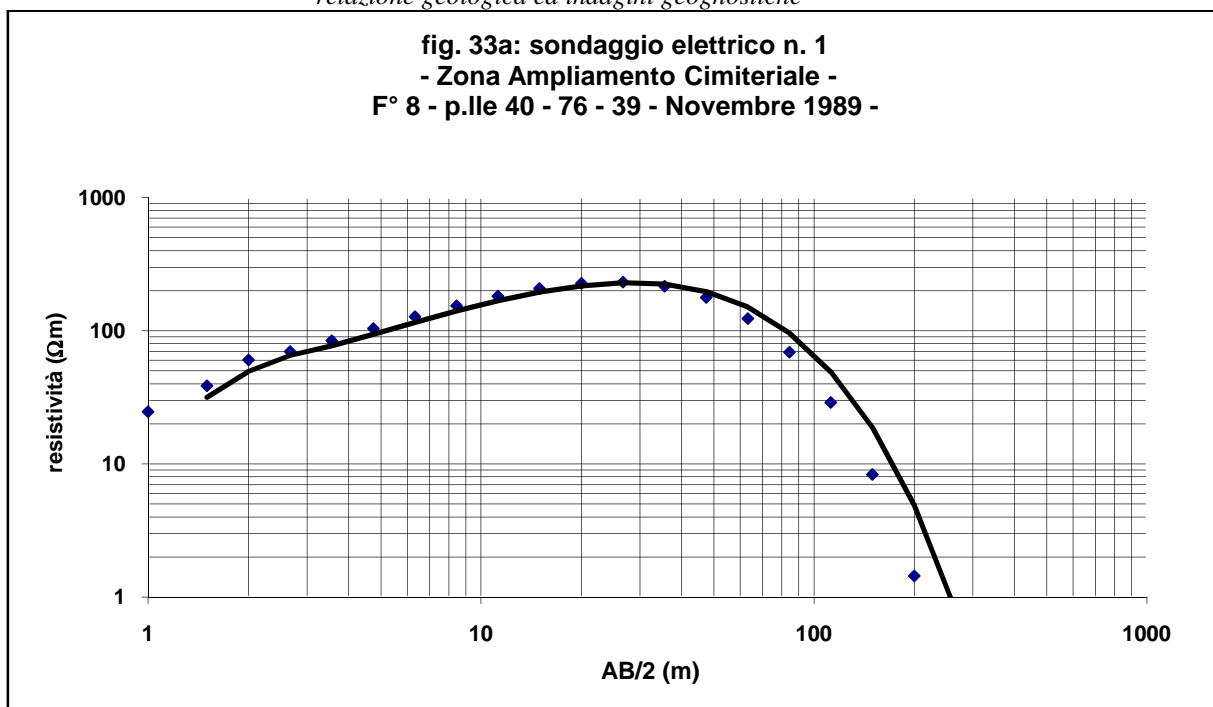
<b>AB/2 (m)</b>	<b>resistività (Ωm)</b>
1	24,75
1,5	38,76
2	60,615
2,667	70,019
3,557	84,507
4,743	104,082
6,325	127,896
8,434	154,707
11,24	182,682
14,99	208,655
20	227,518
26,67	232,417
35,56	216,669
47,42	178,11
63,24	123,774
84,34	69,102
112,4	29,04
149,9	8,374
200	1,441
266,7	0,13

Tab. 10a: risultati relativi al SEV 1

**geol. Ignazio I. Mancini**

Via T. Fiore n. 14 – 70056 Molfetta (Ba)  
Telefax 0803346819 – email: imancini@libero.it

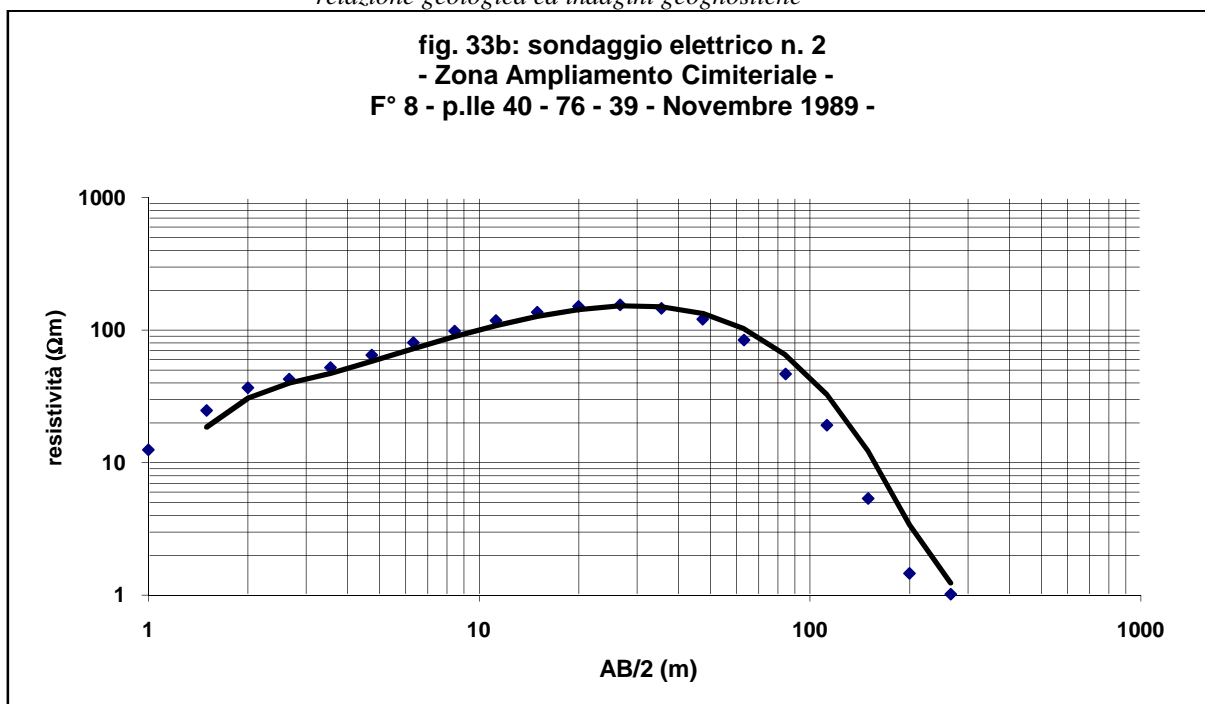
progetto esecutivo per la realizzazione di n.  
1.144 cassette lungo il muro di cinta ad ovest della  
zona di ampliamento cimiteriale  
- Comune di Molfetta -  
*relazione geologica ed indagini geognostiche*



AB/2 (m)	resistività (Ωm)
1	12,48
1,5	24,75
2	36,783
2,667	42,813
3,557	52,159
4,743	64,912
6,325	80,661
8,434	98,754
11,24	118,115
14,99	136,68
20	150,902
26,67	155,85
35,56	146,557
47,42	121,31
63,24	84,213
84,34	46,673
112,4	19,254
149,9	5,366
200	1,46
266,7	1,02

Tab. 10b: risultati relativi al SEV 2

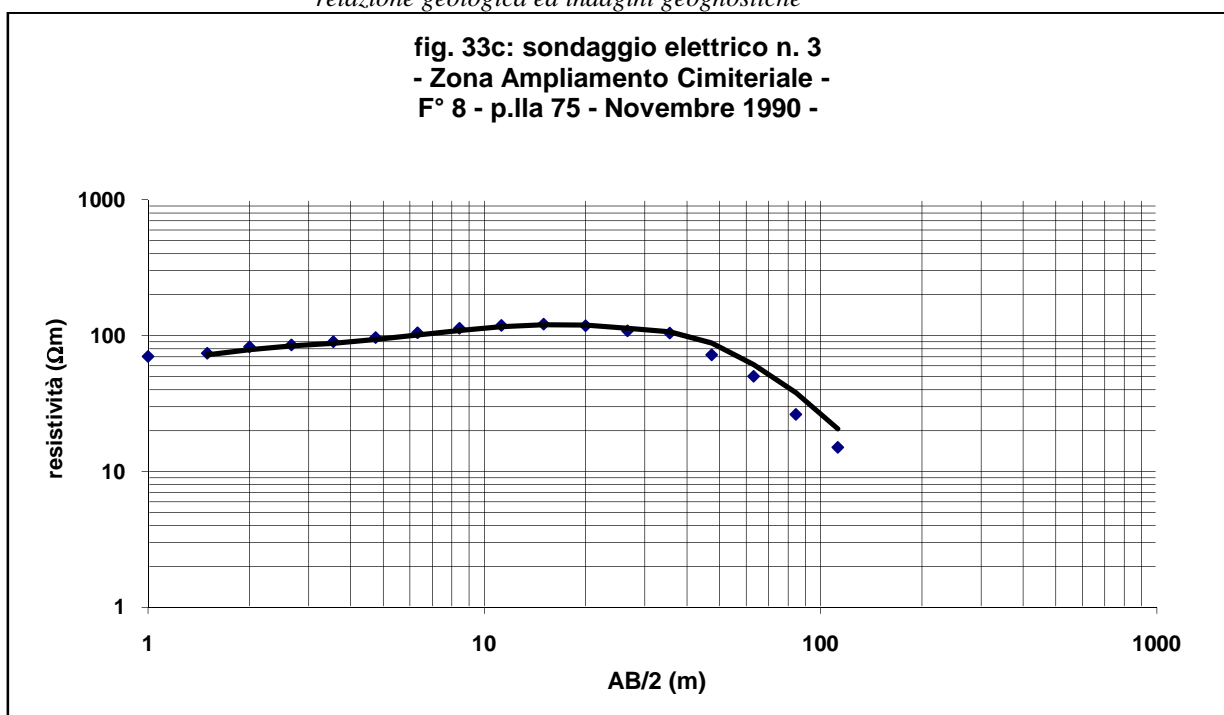
progetto esecutivo per la realizzazione di n.  
1.144 cassette lungo il muro di cinta ad ovest della  
zona di ampliamento cimiteriale  
- Comune di Molfetta -  
*relazione geologica ed indagini geognostiche*



AB/2 (m)	resistività (Ωm)
1	70
1,5	74,25
2	82,635
2,667	85,3
3,557	89,911
4,743	96,688
6,325	104,898
8,434	112,859
11,24	118,963
14,99	121,087
20	117,853
26,67	108,392
35,56	104,35
47,42	72
63,24	50
84,34	26,25
112,4	15

Tab. 10c: risultati relativi al SEV 3

progetto esecutivo per la realizzazione di n.  
 1.144 cassettoni lungo il muro di cinta ad ovest della  
 zona di ampliamento cimiteriale  
 - Comune di Molfetta -  
*relazione geologica ed indagini geognostiche*

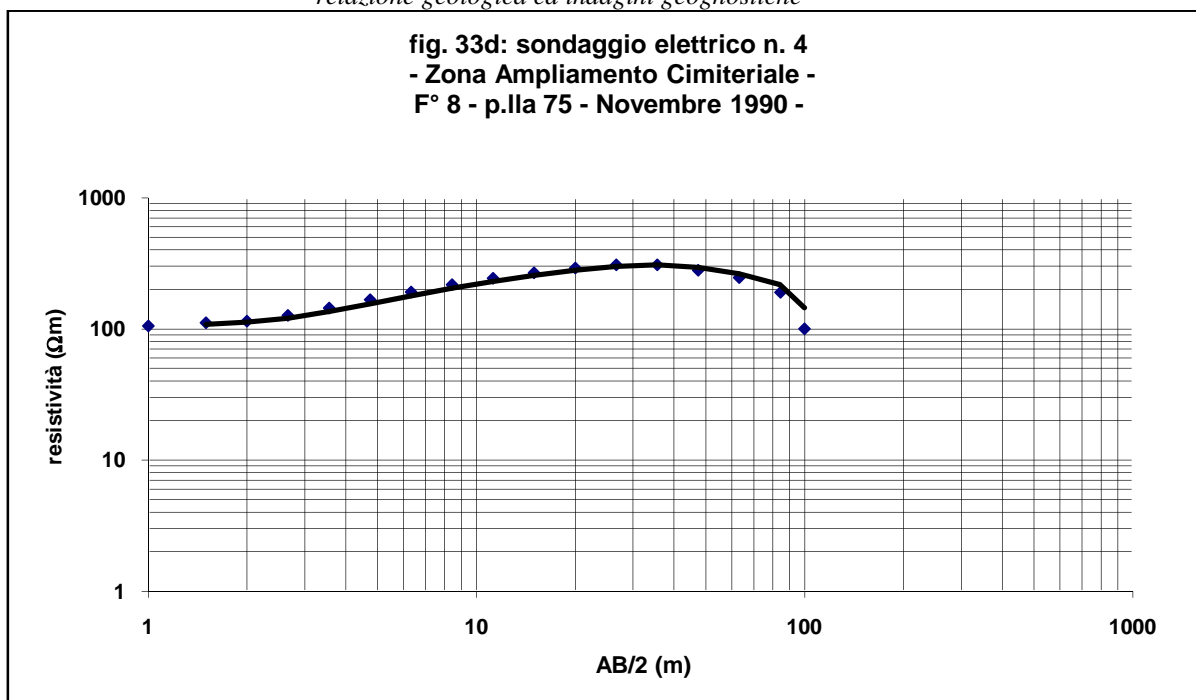


AB/2 (m)	resistività (Ωm)
1	105,63
1,5	111,31
2	114,645
2,667	126,824
3,557	144,476
4,743	166,603
6,325	191,307
8,434	217,001
11,24	242,912
14,99	268,466
20	291,758
26,67	307,722
35,56	308
47,42	280,52
63,24	245,51
84,34	190
100	100

Tab. 10d: risultati relativi al SEV 4



progetto esecutivo per la realizzazione di n.  
1.144 cassettoni lungo il muro di cinta ad ovest della  
zona di ampliamento cimiteriale  
- Comune di Molfetta -  
*relazione geologica ed indagini geognostiche*



Dall'analisi di questi, per i primi due SEV si evidenziano gli elettrostrati riportati nella tab. 11.

SPESSORE (m)	RESISTIVITA' (Ωm)
1.8	30-50
13.0	300-400
8.0	100-200
30.0	15-30
	0

Tab. 11: elettrostrati SEV 1 e SEV 2

Il primo strato è imputabile alternato agrario e strati calcarei sottilmente stratificati e fratturati. Quindi l'incremento dei valori di resistività sta ad indicare che i litotipi calcarei tendono ad avere minor grado di fratturazione e carsismo. Quindi la riduzione della resistività che incomincia alla profondità di circa 15 m dal p.c. indica rocce altamente fratturate e permeabili. E' chiaro che tale quota corrisponde alla zona della frangia capillare; laddove cioè il materiale calcareo acquisisce un maggiore contenuto in acqua per contatto con l'acquifero. Quindi la resistività diminuisce con la profondità intercettando l'acqua marina di invasione continentale. Le curve relative ai SEV 1 e SEV 2 sono simili, ma sfasate tra loro, per cui è stata operata un'interpolazione fra le due.

**progetto esecutivo per la realizzazione di n.  
1.144 cassette lungo il muro di cinta ad ovest della  
zona di ampliamento cimiteriale  
– Comune di Molfetta –**

*relazione geologica ed indagini geognostiche*

Per quanto riguarda i SEV 3 e SEV 4 questi individuano livelli da poco a mediamente resistivi confinati nel primo pacco sedimentario passanti ad un orizzonte profondo molto conduttivo. Si possono ritenere presenti almeno 5 orizzonti di vario spessore con un livello guida profondo a resistività nullo e di spessore infinito. Quest'ultima ipotesi ovviamente non è del tutto reale ma serve a chiudere il modello per una interpretazione analitica semiquantitativa e qualitativa. In generale le resistività che si misurano negli orizzonti resistivi variano da zona a zona secondo la direzione degli allineamenti. Il valore numerico di ciascuno di essi si dispone tra 80  $\Omega$ m e 500  $\Omega$ m.

Nell'ipotesi di modello multistrato ad orizzonti omogenei si possono prevedere almeno 5 strati con rapporti di spessori pari a:

1 : 4 : 7 : 5 :  $\infty$  e resistività pari a:

1 : 3 : 5 : 3 : 0.

Il primo termine di riferimento è dato da un orizzonte superficiale a medio bassa resistività con valori compresi tra 80 e 100  $\Omega$ m, di spessore non inferiore a 1.7 m e non superiore a 2.5 m.

L'ultimo termine, come già accennato, è stato ipotizzato di resistività nulla e spessore infinito. Gli orizzonti che seguono il primo strato aumentano il valore proprio della resistività a causa della condizione di fratturazione e carsificazione; ma non superano la soglia dei 500  $\Omega$ m, verosimilmente per la presenza di terra rossa diffusa. E' interessante notare il contrasto di resistività che caratterizza nello stesso modello gli orizzonti individuati a seconda che si effettuino le misure in una direzione o in un'altra trasversale.

Il SEV 3 presenta una variazione più regolare dei dati di misura sperimentale. Si tratta di un allineamenti grossomodo parallelo alla linea di costa.

Il SEV 4 è disposto in posizione grossomodo ortogonale al precedente e pertanto intercetta importanti sistemi di fratturazione. Lo stendimento inoltre interessa trasversalmente la fascia costiera e tocca quindi porzioni profonde caratterizzate da valori differenziati di resistività. L'acqua di falda tende infatti progressivamente ad aumentare il suo contenuto salino ed a modificare perciò le sue caratteristiche peculiari fisiche-chimiche e di conducibilità elettrica. In tal modo. In tal modo anche l'ammasso roccioso in cui la stessa è contenuta tende a ridurre il valore complessivo di resistività con cadute rapide della stessa allorché si passa da mezzo anidro a quello acquifero. Nel complesso, dunque, trattasi di un terreno resistivo di natura calcarea e/o calcareo dolomitica fratturato e carsificato con acqua negli strati profondi. La conducibilità degli orizzonti profondi si manifesta dapprima con incrementi lievi e poco significativi che tendono a modificare parzialmente il ramo della curva sperimentale e successivamente con variazioni abbastanza marcate che portano il tratto finale della stessa curva a modificarsi sostanzialmente con andamento asintotico verticale.

**geol. Ignazio I. Mancini**

Via T. Fiore n. 14 – 70056 Molfetta (Ba)  
Telefax 0803346819 – email: imancini@libero.it

**progetto esecutivo per la realizzazione di n.  
1.144 cassettoni lungo il muro di cinta ad ovest della  
zona di ampliamento cimiteriale  
- Comune di Molfetta -**

*relazione geologica ed indagini geognostiche*

Un tale effetto sui dati di misura sperimentali deve necessariamente imputarsi ad un mezzo ad elevata conducibilità che, può ipotizzarsi essere l'acqua di falda di tipo salmastro. Non si evidenziano invece cavità di rilievo ovvero discontinuità tali da far presumere l'esistenza di sistemi beanti nel sottosuolo, mentre sono verificate le condizioni di diffuso e, a luoghi, intenso carsismo con fenomeni prevedibili di occlusione, riempimento, crollo, ecc, di terra rossa plastica nel mezzo roccioso.

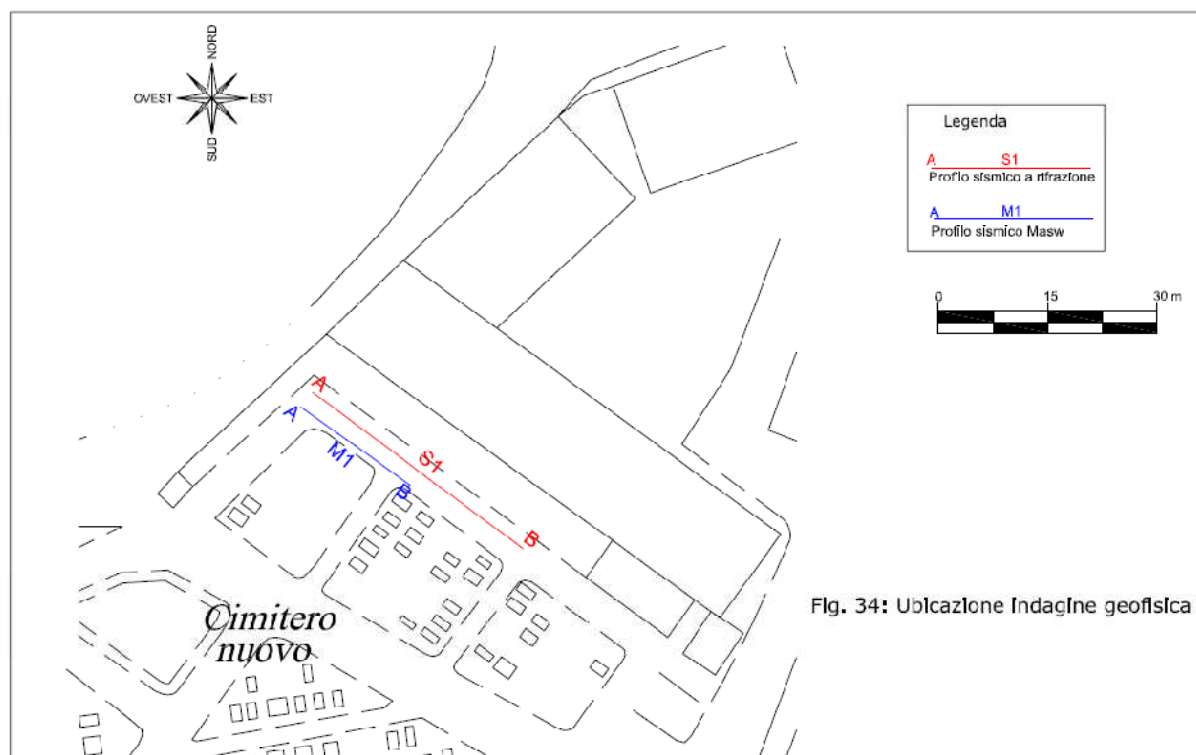
Il valore complessivo della resistività connesso al modello ipotizzato induce a ritenere che l'ammasso calcareo possiede una permeabilità medio-elevata, e si deve ritenere che tale parametro aumenti con la profondità. La profondità di intercettazione della falda è a 19 m mentre la frangia capillare si intercetta sui 15 m dal p.c.

## 7.2 Indagine microsismica

Nell'ambito del progetto di ampliamento del cimitero comunale di Molfetta (Ba) è stata eseguita un'indagine geofisica al fine di determinare alcune proprietà fisiche del sottosuolo.

Nel sito indagato sono stati eseguiti 1 profilo sismico a rifrazione e 1 profilo sismico di tipo MASW, come indicato nella fig. 34.

Nella carta delle ubicazioni viene indicata anche la direzione dei profili geofisici, indicando con le lettere A e B le progressive iniziali e finali degli stendimenti.



**geol. Ignazio I. Mancini**

Via T. Fiore n. 14 – 70056 Molfetta (Ba)  
Telefax 0803346819 – email: imancini@libero.it

**progetto esecutivo per la realizzazione di n.  
1.144 cassettoni lungo il muro di cinta ad ovest della  
zona di ampliamento cimiteriale  
– Comune di Molfetta -**

*relazione geologica ed indagini geognostiche*

Le prospezioni sismiche a rifrazione e MASW hanno consentito di determinare le caratteristiche dinamiche dei litotipi investigati, mediante la stima delle velocità di propagazione delle onde sismiche di tipo P ed S, dei moduli elastici e la caratterizzazione sismica del terreno di fondazione attraverso il calcolo della Vs30, come richiede la normativa vigente. Qui di seguito se ne riporta la documentazione fotografica.

**geol. Ignazio I. Mancini**

Via T. Fiore n. 14 – 70056 Molfetta (Ba)  
Telefax 0803346819 – email: imancini@libero.it

**progetto esecutivo per la realizzazione di n.  
1.144 cassettoni lungo il muro di cinta ad ovest della  
zona di ampliamento cimiteriale  
– Comune di Molfetta -  
*relazione geologica ed indagini geognostiche***



Indagine sismica a rifrazione



Indagine sismica Masw

**DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA  
INDAGINE SISMICA MOLFETTA**

**progetto esecutivo per la realizzazione di n.  
1.144 cassettoni lungo il muro di cinta ad ovest della  
zona di ampliamento cimiteriale  
– Comune di Molfetta -  
*relazione geologica ed indagini geognostiche***

### **7.2.1 Metodologia applicata alla prospezione sismica**

La prospezione sismica considera i tempi di propagazione di onde elastiche che, generate al suolo, si propagano nel semispazio riflettendosi e rifrangendosi su eventuali superfici di discontinuità presenti, qualora siano verificate opportune condizioni.

Quando un'onda sismica incontra una superficie di separazione tra due mezzi con caratteristiche elastiche differenti, una parte dell'energia dell'onda si riflette nello stesso mezzo in cui si propaga l'onda incidente, e una parte si rifrange nel mezzo sottostante.

Le relazioni matematiche dei principi fisici della riflessione e rifrazione sono regolate dalle note leggi di Snell. La condizione necessaria per la riflessione e la rifrazione di un raggio sismico è la variazione del parametro impedenza acustica fra i 2 mezzi separati dalla superficie di discontinuità. Essa si determina attraverso il prodotto tra la velocità dell'onda nel mezzo per la densità.

Ogni litotipo è caratterizzato da una particolare velocità di propagazione, determinata sperimentalmente attraverso prove di laboratorio o in situ. La velocità di propagazione delle onde sismiche nelle rocce dipende essenzialmente dai parametri elastici che sono influenzati, a loro volta, da numerosi fattori quali, ad esempio, la densità, la porosità, la tessitura, il grado di alterazione e/o di fratturazione, la composizione mineralogica, la pressione, il contenuto di fluidi, ecc.

Questi parametri rendono piuttosto ampio il campo di variabilità della velocità per uno stesso litotipo.

Per questo motivo, non sempre un orizzonte individuato con metodologie sismiche coincide con un orizzonte litologico.

Un impulso generato da una sorgente sismica in superficie genera un treno d'onde sismiche di varia natura; in fase di acquisizione e di elaborazione è possibile analizzare onde sismiche di volume o di superficie, a seconda delle modalità con cui esse si propagano.

Ciò comporta una distinzione fra la metodologia d'indagine sismica a rifrazione (analisi di onde di volume) e di tipo MASW (analisi di onde di superficie).

Disponendo un certo numero di sensori (geofoni) sul terreno lungo uno stendimento sismico e osservando il tempo di percorrenza delle onde per giungere ai sensori, è possibile determinare la velocità di propagazione delle onde sismiche che attraversano i vari strati nel sottosuolo, consentendo una ricostruzione attendibile delle sue caratteristiche elastico-dinamiche.

**geol. Ignazio I. Mancini**

Via T. Fiore n. 14 – 70056 Molfetta (Ba)  
Telefax 0803346819 – email: imancini@libero.it

**progetto esecutivo per la realizzazione di n.  
1.144 cassettoni lungo il muro di cinta ad ovest della  
zona di ampliamento cimiteriale  
- Comune di Molfetta -**

*relazione geologica ed indagini geognostiche*

### 7.2.2 Prospezione sismica di tipo MASW

Il parametro  $V_{s30}$  rappresenta la velocità media di propagazione delle onde S nei primi 30 metri di profondità ed è calcolato mediante la seguente espressione:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1, N} \frac{h_i}{V_i}}$$

dove  $h_i$  è lo spessore dello strato  $i$ -esimo

$V_i$  è la velocità dello strato  $i$ -esimo

Tale parametro può essere determinato attraverso indagini indirette ed in particolar modo mediante l'analisi delle onde di Rayleigh, ossia onde di superficie generate dall'interazione tra onde di pressione (P) e le onde di taglio verticali (Sv) ogni qualvolta esiste una superficie libera in un mezzo omogeneo ed isotropo.

In presenza di un semispazio non omogeneo la loro velocità presenta dipendenza dalla frequenza, provocando dispersione della loro energia.

La dispersione è la deformazione di un treno d'onde nel sottosuolo dovuta ad una variazione di velocità di propagazione al variare della frequenza; per le onde di Rayleigh questa deformazione non si manifesta all'interno di un semispazio omogeneo e isotropo ma solo quando questi presenta una stratificazione.

Nelle nuove metodologie sismiche d'indagine del sottosuolo si considerano le onde di superficie in quanto la percentuale di energia convertita è di gran lunga predominante rispetto alle onde P ed S; inoltre l'ampiezza di tali onde dipende da  $\sqrt{r}$  anziché da  $r$  (distanza dalla sorgente in superficie) come per le onde di volume.

La propagazione delle onde di Rayleigh, sebbene influenzata dalla  $V_p$  e dalla densità, è funzione anzitutto della  $V_s$ , che rappresenta un parametro di fondamentale importanza nella caratterizzazione geotecnica di un sito.

L'analisi delle onde S mediante tecnica MASW viene eseguita mediante la trattazione spettrale del sismogramma, che, a seguito di una trasformata di Fourier, restituisce lo spettro del segnale. In questo dominio è possibile separare il segnale relativo alle onde S da altri tipi di segnale, come onde P, propagazione in aria ecc. Osservando lo spettro di frequenza è possibile evidenziare che l'onda S si propaga a velocità variabile a seconda della sua frequenza, come risultato del fenomeno della dispersione.

**geol. Ignazio I. Mancini**

Via T. Fiore n. 14 – 70056 Molfetta (Ba)  
Telefax 0803346819 – email: imancini@libero.it

**progetto esecutivo per la realizzazione di n.  
1.144 cassette lungo il muro di cinta ad ovest della  
zona di ampliamento cimiteriale**

– **Comune di Molfetta** -

*relazione geologica ed indagini geognostiche*

### **7.2.3 Modalità di esecuzione dei rilievi: attività di campo**

Preliminarmente all'acquisizione dei dati geofisici, è stata condotta una fase operativa riguardante l'organizzazione e l'approntamento delle indagini in sito.

In fase di approntamento delle indagini, sono state valutate opportunamente spaziature geofoniche per quanto concerne l'indagine sismica a rifrazione e MASW.

L'area d'interesse è caratterizzata da una fascia di limitate dimensioni avente modesta copertura vegetale.

Durante il sopralluogo è stato rilevato che tale area non era completamente utilizzabile per l'indagine a causa della presenza di materiali di scarto e pertanto gli stendimenti sono stati condotti sull'attigua area asfaltata.

Sono stati utilizzati dei sostegni in alluminio, poggiati al suolo, in cui sono stati alloggiati i sensori. Tale condizione limita la possibilità di ottenere un intimo contatto fra sensore e terreno ma in situazioni particolarmente impervie può rappresentare una soluzione efficace per condurre le indagini. Il profilo sismico a rifrazione è consistito in uno stendimento di lunghezza totale pari a 36 metri, utilizzando 12 geofoni aventi spaziatura pari a 3 metri.

Per l'esecuzione del profilo sismico è stata utilizzata la tecnica degli scoppi coniugati, in cui vengono eseguiti uno scoppio centrale (indicato con E) e due scoppi esterni simmetrici (indicati con A e B) per l'individuazione ottimale della geometria della superficie del rifrattore. Infatti, la scelta di tali parametri risulta di notevole importanza in funzione della profondità d'investigazione e della risoluzione desiderata.

La profondità d'investigazione è legata principalmente alla lunghezza dello stendimento e alle caratteristiche elastiche del sottosuolo investigato che favoriscono o meno la propagazione dell'energia sismica prodotta, e quindi delle onde sismiche generate in superficie.

Per gli scoppi esterni è stato utilizzato un offset (distanza fra il punto di scoppio ed il primo geofono ricevitore) di 1.5 metri.

In fase di acquisizione, sono stati sommati sismogrammi dopo 4-5 battute, al fine di migliorare il rapporto segnale/rumore.

La strumentazione utilizzata è un sismografo della PASI, modello "16SG12, comprendente 12 canali e acquisizione computerizzata dei dati, durata dell'acquisizione pari a 128 msec e frequenza di campionamento di 250 µsec.

È stata utilizzata una sorgente del tipo "mazza battente" di peso pari a 10 Kg, ad impatto verticale su piastra per la generazione delle onde longitudinali P.

I rilevatori adoperati sono geofoni verticali a 10 Hz per la ricezione delle onde sismiche generate in superficie. Tali sensori sono dei velocimetri, ossia dei rilevatori del movimento del terreno per effetto della generazione dell'impulso sismico in superficie.

**geol. Ignazio I. Mancini**

Via T. Fiore n. 14 – 70056 Molfetta (Ba)  
Telefax 0803346819 – email: imancini@libero.it



**progetto esecutivo per la realizzazione di n.  
1.144 cassettoni lungo il muro di cinta ad ovest della  
zona di ampliamento cimiteriale  
– Comune di Molfetta -**

*relazione geologica ed indagini geognostiche*

Il profilo sismico di tipo MASW è stato eseguito nelle immediate vicinanze dello stendimento sismico a rifrazione in modo da poter confrontare i dati sismici e ricavare i moduli elastici del sottosuolo investigato.

Lo stendimento sismico Masw ha previsto l'utilizzo di 12 geofoni aventi frequenza pari a 4.5 Hz, spaziatura intergeofonica di 1.5 metri, unico scoppio avente offset pari a 2 metri, durata dell'acquisizione di circa 1 secondo e tempo di campionamento pari a 1 millisecondo.

La differenza di set up dei parametri di acquisizione fra indagine sismica a rifrazione e Masw è legata al fatto che nell'indagine sismica a rifrazione è importante restringere la finestra di interesse del segnale sismico, sia in termini di durata dell'acquisizione che di tempo di campionamento, per poter individuare il primo arrivo dell'onda rifratta ai sensori, mentre nell'indagine MASW l'interesse è rivolto alla propagazione del segnale sismico dell'onda di superficie nella sua interesse e, di conseguenza, alla registrazione del fenomeno della dispersione di tali onde in profondità.

Nell'indagine Masw la lunghezza dello stendimento non è un parametro direttamente correlabile con la profondità d'investigazione che dipende principalmente dal contenuto in frequenza del segnale prodotto dalla sorgente sismica e dalle caratteristiche sismiche di sito, quali numero di strati, velocità di propagazione delle onde P ed S e dalla densità.

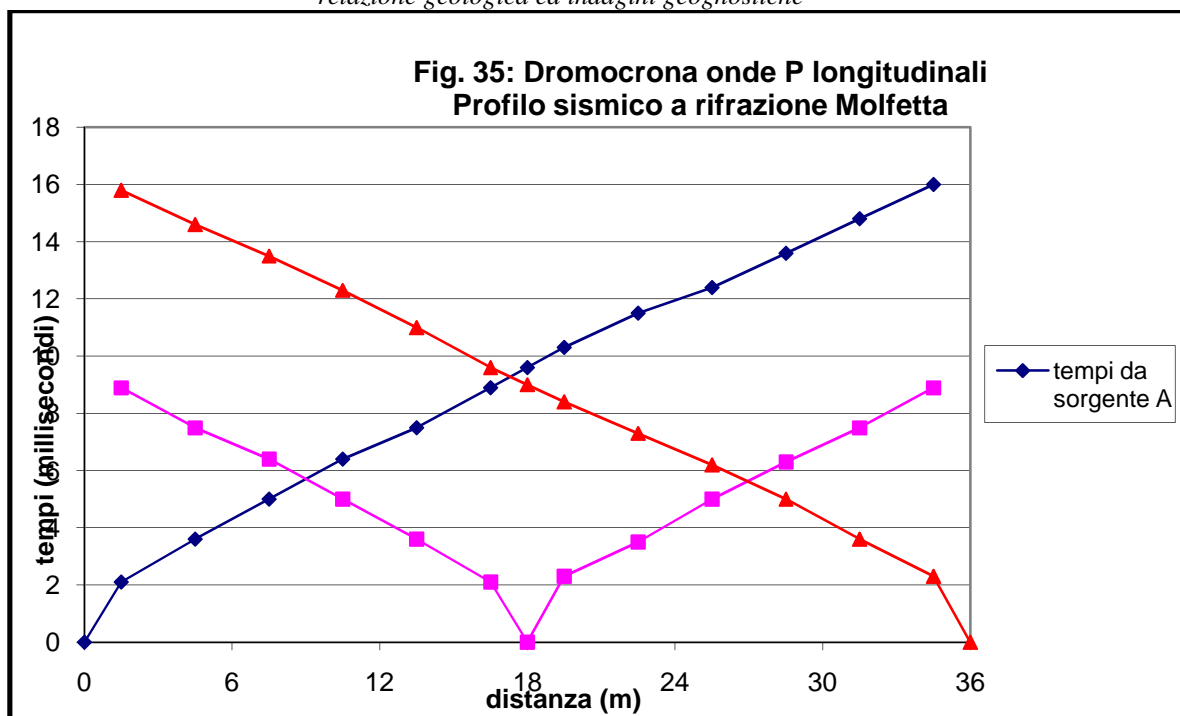
#### **7.2.4 Elaborazione dati delle indagini sismiche a rifrazione**

Dal sismogramma sperimentale sono stati letti i tempi di arrivo dei "first-break" attraverso l'utilizzo del software SISMOPC per la costruzione della relativa dromocrona (diagrammi tempo-distanza), mostrata nella fig. 35.

**geol. Ignazio I. Mancini**

Via T. Fiore n. 14 – 70056 Molfetta (Ba)  
Telefax 0803346819 – email: imancini@libero.it

progetto esecutivo per la realizzazione di n.  
1.144 cassettoni lungo il muro di cinta ad ovest della  
zona di ampliamento cimiteriale  
– Comune di Molfetta -  
*relazione geologica ed indagini geognostiche*



L'interpretazione delle dromocrone, anche questa eseguita con processi computerizzati, è stata effettuata attraverso il software INTERSISM della Geo&Soft che utilizza come tecnica di interpretazione il Metodo Reciproco Generalizzato (G.R.M.), ideato da Palmer (1980).

E' stato possibile, così, ottenere la sezione sismostratigrafica del profilo mostrata nella fig. 36.

#### SEZIONE SISMOSTRATIGRAFICA S1:

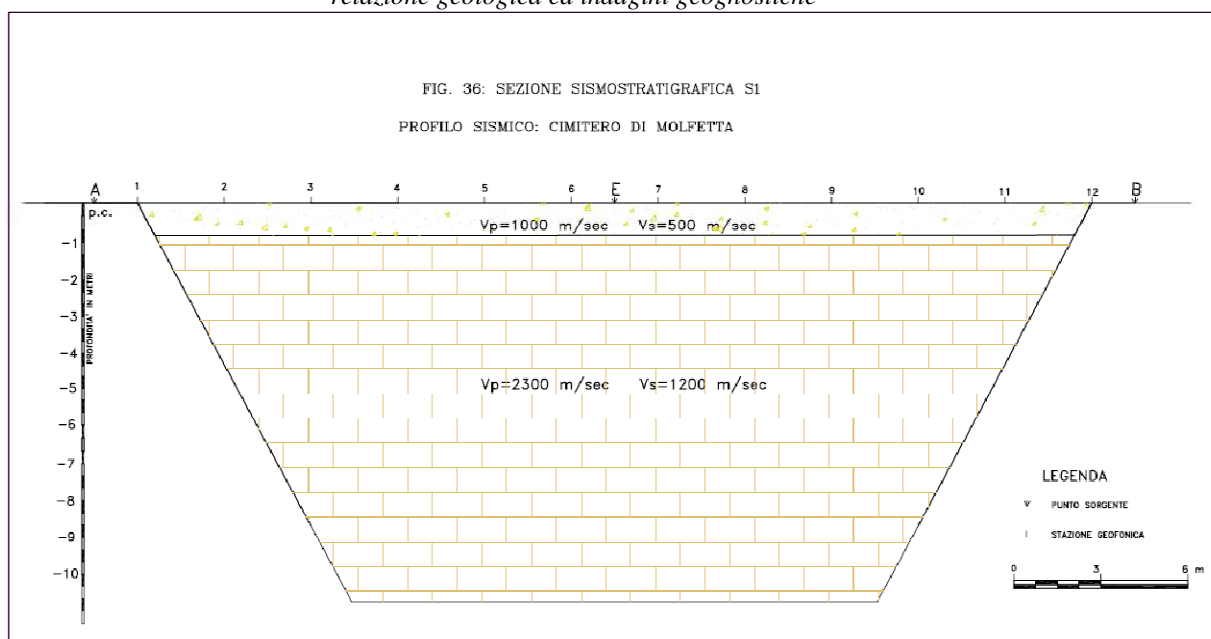
da m 0.00 a m -1,00 dal p.c.:

SISMOSTRATO A –  $V_p \approx 1000$  m/s;

da m -1,00 a m .... dal p.c.:

SISMOSTRATO B –  $V_p \approx 2300$  m/s;

**progetto esecutivo per la realizzazione di n.  
1.144 cassette lungo il muro di cinta ad ovest della  
zona di ampliamento cimiteriale  
– Comune di Molfetta -  
relazione geologica ed indagini geognostiche**



Nell'indagine sismica condotta a Molfetta sono stati rilevati 2 sismostrati, uno superficiale con  $V_p$  media avente valori pari a circa 1000 m/s e spessore pari a circa 1.00 m, attribuibile ad un litotipo carbonatico sottostante una debole copertura vegetale, seguito da un sismostrato profondo avente  $V_p$  media pari a 2300 m/s e attribuibile ad un litotipo carbonatico avente discrete caratteristiche meccaniche.

I valori delle  $V_s$  sono stati ricavati dall'indagine sismica di tipo MASW, consentendo la determinazione dei principali parametri elastici, con  $E$  (modulo di Young),  $G$  (modulo di taglio) e  $K$  (modulo di incompressibilità) espressi in Kg/cm<sup>2</sup>, mentre il modulo di Poisson rappresenta un numero adimensionale.

Il peso di volume (g/cm<sup>3</sup>) è stato ricavato da una relazione empirica che lega tale parametro alla velocità di propagazione delle onde P longitudinali.

$$\gamma = 0.23V^{0.25}$$

dove  $\gamma$  è la densità espressa in g/cm<sup>3</sup> e  $V$  è la velocità delle onde di tipo (longitudinali o di pressione) espressa in ft/s.

Strato	$V_p$	$V_s$	Poisson	$E$	$G$	$K$	$\gamma$
1°	1000	500	0.333	11768	4413	11768	1.72
2°	2300	1200	0.313	82200	31303	73257	2.13

**Tab. 12: Profilo sismico S1**

**progetto esecutivo per la realizzazione di n.  
1.144 cassettoni lungo il muro di cinta ad ovest della  
zona di ampliamento cimiteriale**

**- Comune di Molfetta -**

*relazione geologica ed indagini geognostiche*

**7.2.5 Elaborazione dati indagine sismica di tipo MASW**

Il profilo sismico di tipo MASW è indicato nella carta delle ubicazioni allegata come profilo MASW.

La fase di elaborazione si sviluppa in due fasi:

- 1) determinazione della curva di dispersione e la valutazione dello spettro di velocità;
- 2) inversione della curva di dispersione interpretata, mediante picking di un modo dell'onda di Rayleigh e successiva applicazione di algoritmi genetici.

La sovrapposizione delle curve teoriche e sperimentali fornisce un parametro abbastanza indicativo sull'attendibilità del modello geofisico risultante.

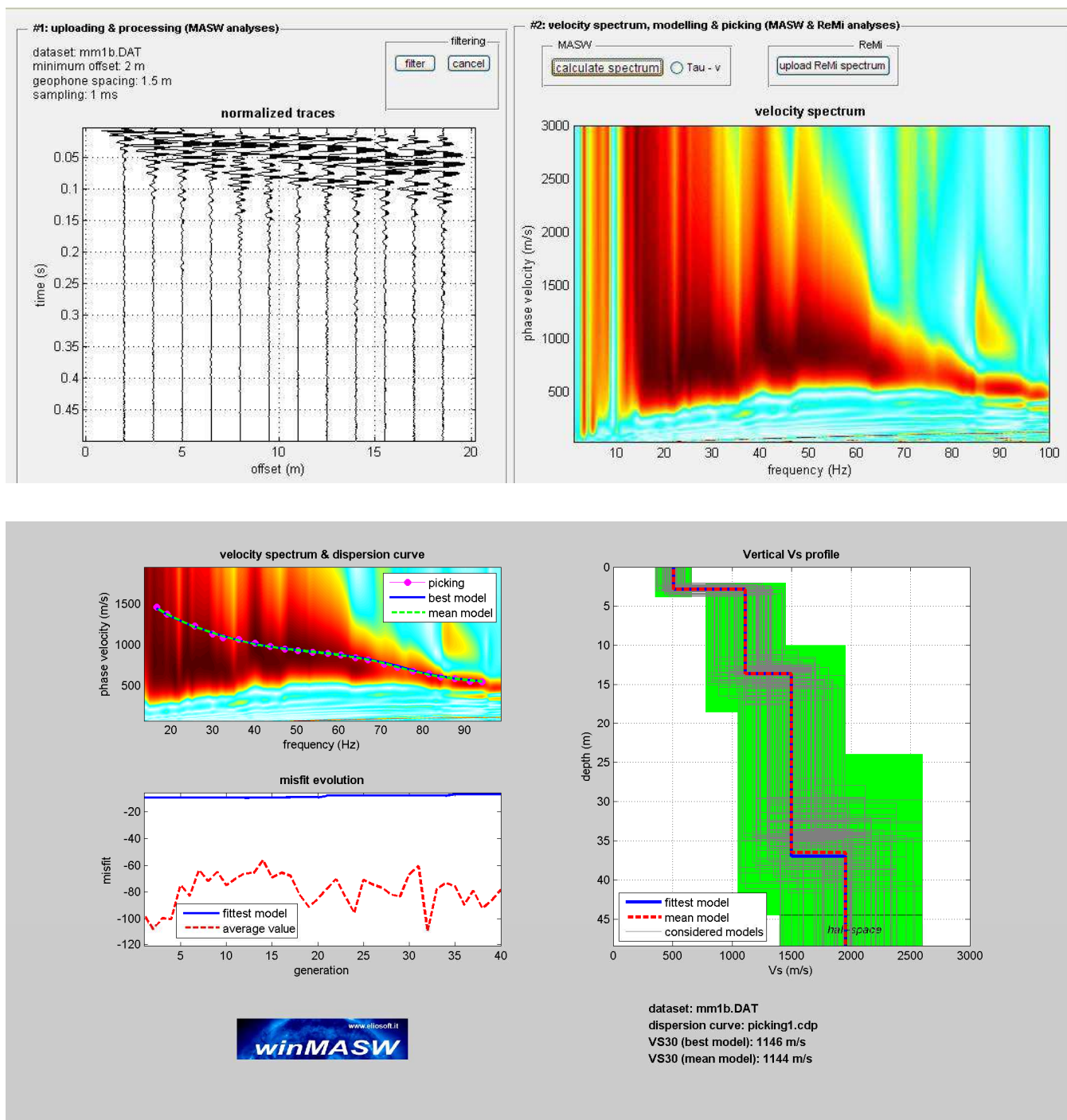
Per l'inversione dei dati sperimentali è stato utilizzato il software WinMasw 4.0 della Eliosoft.

La curva di dispersione sperimentale e la relativa sezione elaborata è riportata nella fig. 37.

**geol. Ignazio I. Mancini**

Via T. Fiore n. 14 – 70056 Molfetta (Ba)  
Telefax 0803346819 – email: imancini@libero.it

progetto esecutivo per la realizzazione di n.  
1.144 cassette lungo il muro di cinta ad ovest della  
zona di ampliamento cimiteriale  
– Comune di Molfetta –  
relazione geologica ed indagini geognostiche



**FIG. 37: ELABORAZIONE MASW  
MOLFETTA PROFILO M1**

**progetto esecutivo per la realizzazione di n.  
1.144 cassette lungo il muro di cinta ad ovest della  
zona di ampliamento cimiteriale  
- Comune di Molfetta -**

*relazione geologica ed indagini geognostiche*

Pur evidenziando che l'indagine MASW risente particolarmente del problema della non univocità del modello geofisico rispetto ai dati sperimentali ed è principalmente finalizzata alla determinazione del parametro Vs30 più che alla ricostruzione sismo-stratigrafica del sottosuolo, è stato possibile evidenziare una congruenza fra il modello ricavato dall'indagine MASW con quello determinato dalla speditiva indagine sismica a rifrazione.

La Vs30 stimata per il profilo MASW eseguito a Molfetta è pari a 1146 m/s.

Il terreno di fondazione per il profilo M1 rientra in categoria A "Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi, caratterizzati da valori di VS30 superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo di 3 m".

## **8. 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.

Nei depositi di piattaforma carbonatica delle Murge si stabilisce una differente tendenza alla carsificazione a seconda che l'associazione litologica sia caratterizzata prevalentemente da facies calcaree di ambiente neritico (calcarei micritici, bioclastici ecc), particolarmente carsogene, oppure da facies di ambiente cotidale – lagunare (micriti magnesiache) che viceversa inibiscono lo sviluppo del carsismo perché poco solubili e praticamente impermeabili. In base ai rapporti che intercorrono tra i giunti di fratturazione e quelli di stratificazione, si verificano nell'ambito di ciascuna litofacies considerata, situazioni che si riflettono sull'altrettanto variabile sviluppo della canalizzazione carsica, condizionata generalmente dal sistema principale di giunti ed, in via subordinata, dai giunti di immersione, di direzione e diagonali. La differenziazione del grado di carsificazione che si stabilisce è quindi determinata dal rapporto intercorrente tra una determinata litofacies, il tipo di stratificazione e lo stato di fratturazione. La distribuzione areale e la ricorrenza verticale delle forme carsiche non è affatto determinabile e dipende, oltre che dai fattori sopra riportati, anche dalla successione dei cicli carsici, la cui evoluzione è stata determinata dai movimenti relativi tra il mare e la terraferma.

Le proprietà meccaniche delle rocce carsificate sono condizionate non solo dallo stato di fratturazione ma anche dalla presenza dei materiali di riempimento ed in particolare delle terre rosse. Questi depositi possono assumere un andamento stratoide o lentiforme quando riempiono le cavità di interstrato, si dispongono come dei filoni sedimentari, a diversa inclinazione, quando colmano le cavità carsiche che si sono impostate lungo piani di

**geol. Ignazio I. Mancini**

Via T. Fiore n. 14 – 70056 Molfetta (Ba)  
Telefax 0803346819 – email: imancini@libero.it

**progetto esecutivo per la realizzazione di n.  
1.144 cassette lungo il muro di cinta ad ovest della  
zona di ampliamento cimiteriale  
- Comune di Molfetta -**

*relazione geologica ed indagini geognostiche*

fratturazione; hanno una disposizione a sacche quando occludono 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 composizione granulometria e mineralogica delle terre rosse si riflette sulle loro caratteristiche. Si tratta essenzialmente di argille inorganiche, a plasticità medio – elevata, poco o per niente consolidate, per cui, da un punto di vista geotecnico, sono da ritenersi terreni scadenti.

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 III** ovvero **GRADO IV** (“Valutazione geologico-tecnica degli ammassi rocciosi carsificati”; F. ZEZZA, 1976). Cioè si passa da ammasso mediamente carsificato (Grado III) ad ammasso molto carsificato (Grado IV). E' una roccia che presenta cavità diffuse collegate ai processi di erosione e di dissoluzione carsica e che spesso si trova allentata ed attraversata in ogni senso da cavità carsiche attive e fossili..

Nel complesso l'ammasso è da ritenersi da “discreto” a “scadente”.

Per questo tipo di roccia l'indice di qualità della roccia (**RQD**) è comunque inferiore al 50 % (mediamente dell'ordine del 20% - 25%).

Tenendo conto delle incertezze relative alla conoscenza precisa e puntuale del sottosuolo è necessario prevedere la possibilità di impiegare opportuni interventi che possano 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, più profonde.

## **9. Aspetti geodinamici**

Il Comune di Molfetta rientra in zona classificata sismica con grado di sismicità basso. Volendo altresì considerare gli aspetti geodinamici connessi al terreno è opportuno fare le seguenti considerazioni.

Le più importanti sono le caratteristiche del moto sismico nel suolo e la risposta dinamica della struttura e del terreno di fondazione. In proposito va segnalato che l'assenza di condizioni geostrutturali predisponenti all'evento (carta d'Italia del rischio sismico :studio effettuato dal CNR nell'ambito del progetto finalizzato Geodinamica) e l'assenza di sismicità assegnata al

**geol. Ignazio I. Mancini**

Via T. Fiore n. 14 – 70056 Molfetta (Ba)  
Telefax 0803346819 – email: imancini@libero.it

**progetto esecutivo per la realizzazione di n.  
1.144 cassettoni lungo il muro di cinta ad ovest della  
zona di ampliamento cimiteriale**

– **Comune di Molfetta** -

*relazione geologica ed indagini geognostiche*

sito esclusivamente con criteri statistico-storici (come è noto l'inserimento è dovuto agli effetti indotti in zona dal grave sisma che ha interessato nel novembre 1980 le regioni limitrofe), permettono di affermare che la distanza epicentrale R è stata e, nel caso di eventi futuri, sarà in ogni caso piuttosto elevata (la zona più vicina classificata di 1<sup>a</sup> categoria è il Gargano), ed in conseguenza, anche in caso di terremoti di grande magnitudo gli effetti saranno sicuramente modesti.

### **10.1 Sismicità dell'area**

Il Comune di Molfetta è stato classificato, in base all'O.P.C.M. 3274 nella zona sismica di 3<sup>a</sup> categoria, pertanto andranno altresì considerati gli aspetti geodinamici connessi al terreno. I più importanti sono le caratteristiche del moto sismico nel suolo e la risposta dinamica della struttura e del terreno di fondazione. In proposito va segnalato che l'assenza di condizioni geostrutturali predisponenti all'evento (carta d'Italia del rischio sismico: studio effettuato dal CNR nell'ambito del progetto finalizzato Geodinamica) e la bassa sismicità assegnata al sito esclusivamente con criteri statistico-storici (come è noto l'inserimento è dovuto agli effetti indotti in zona dal grave sisma che ha interessato nel novembre 1980 le regioni limitrofe), permettono di affermare che la distanza epicentrale R è stata e, nel caso di eventi futuri, sarà in ogni caso piuttosto elevata (la zona più vicina classificata di 1<sup>a</sup> categoria è il Gargano), ed in conseguenza, anche in caso di terremoti di grande magnitudo gli effetti saranno sicuramente modesti. Si riporta in seguito la zonazione sismica del territorio nazionale ad opera dell'INGV ed inoltre la carta delle accelerazioni del suolo (INGV) in termini di frazioni di "g" (accelerazione di gravità), alle quali il suolo può essere sottoposto a seconda dell'area in cui ricade.

I nuovi criteri di caratterizzazione sismica locale, come accennato in premessa sono menzionati nel D.M. 14/01/08 "Nuove Norme Tecniche per le costruzioni" ed entrati ufficialmente in vigore in data 05/08/09 a seguito della Circolare emessa dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti e pubblicata su G.U. n. 187 del 13 /08/2009, per cui per maggiore chiarezza sulla caratterizzazione sismica locale in termini di accelerazione del suolo in caso di sisma, riporteremo in seguito uno stralcio tratto dal sito ufficiale dell'INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia) in formato web-gis, in cui è possibile ulteriormente osservare la categoria di accelerazione sismica locale in cui il comune di Molfetta ricade; la quale da un'analisi cromatica della cartografia esaminata si aggira intorno a valori compresi tra 0,075 e 0,1 g.

**geol. Ignazio I. Mancini**

Via T. Fiore n. 14 – 70056 Molfetta (Ba)  
Telefax 0803346819 – email: imancini@libero.it



progetto esecutivo per la realizzazione di n.  
1.144 cassettoni lungo il muro di cinta ad ovest della  
zona di ampliamento cimiteriale  
– Comune di Molfetta -  
*relazione geologica ed indagini geognostiche*

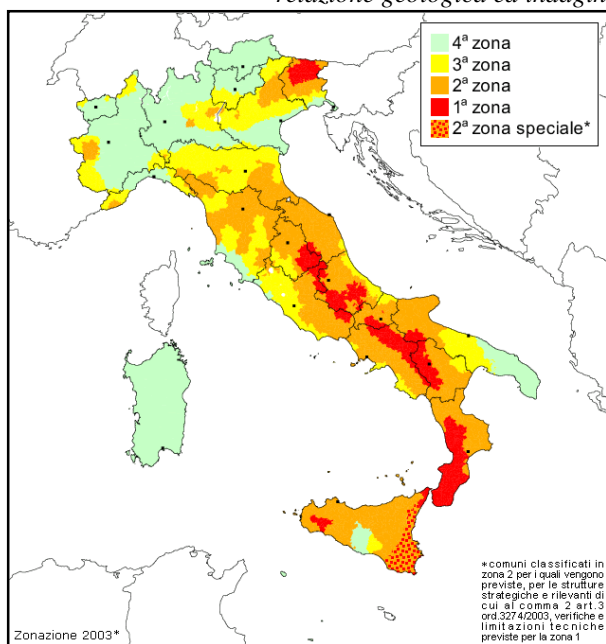


Fig. 38: Zonazione sismica del territorio nazionale

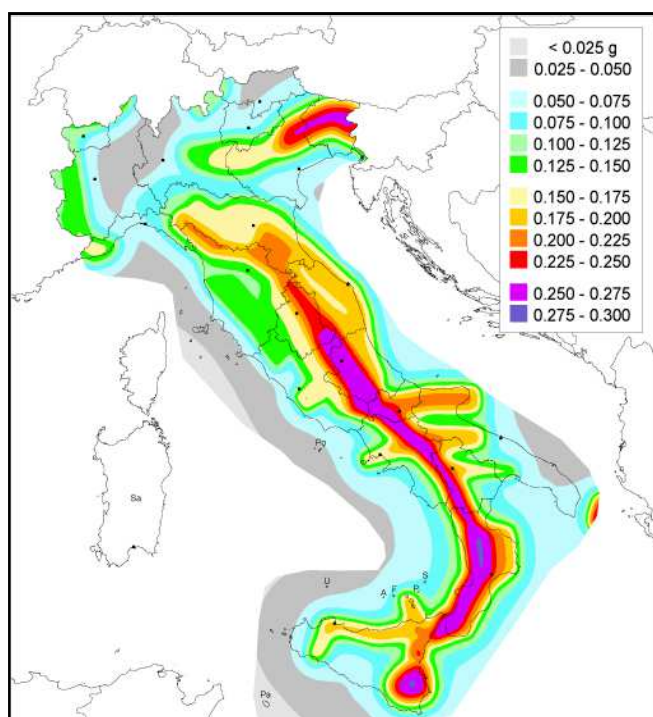


Fig. 39: Carta delle accelerazioni sismiche locali

**progetto esecutivo per la realizzazione di n.  
1.144 cassettoni lungo il muro di cinta ad ovest della  
zona di ampliamento cimiteriale**

– Comune di Molfetta –

*relazione geologica ed indagini geognostiche*

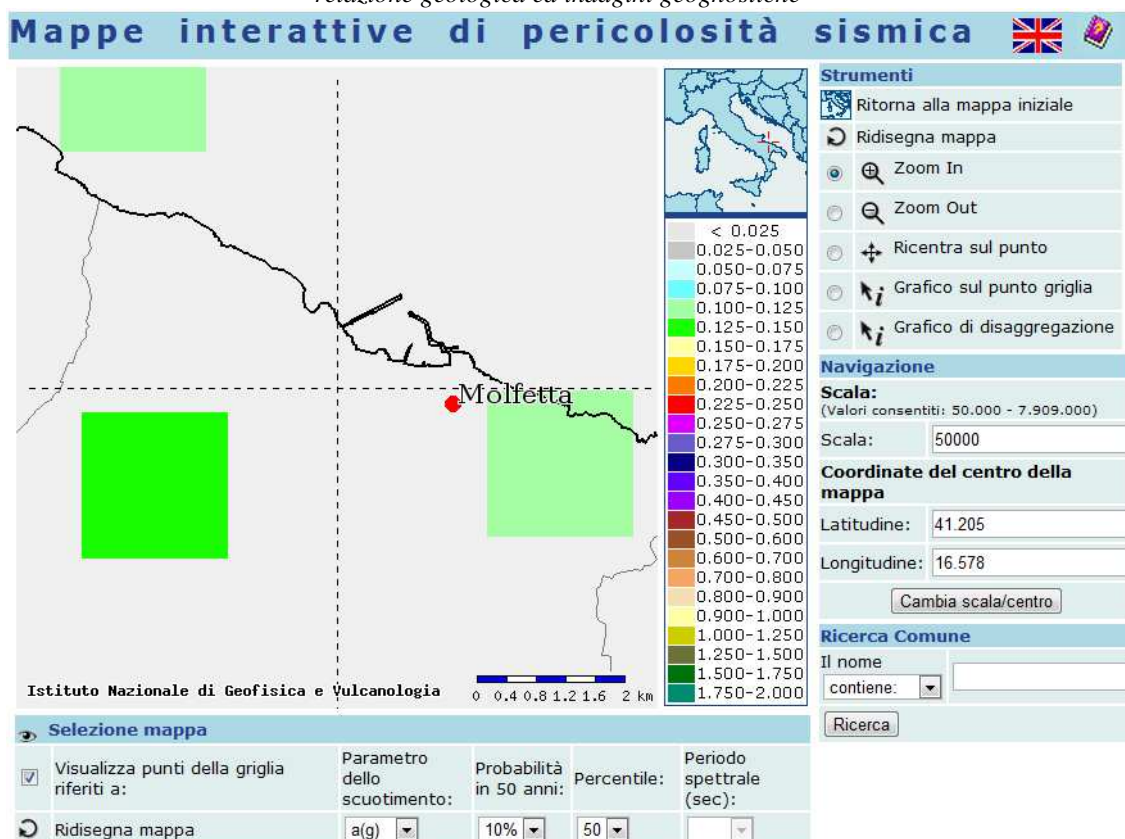


Fig. 40: Zonazione sismica nazionale (web-gis) in termini di accelerazione sismica locale

Sempre in riferimento alla succitata circolare e alle nuove Norme Tecniche è necessario inoltre caratterizzare il sito in funzione degli spettri di risposta sismica delle componenti orizzontali e verticali del suolo. Gli spettri di risposta sismica vanno stimati in relazione ai differenti Stati Limite a cui un manufatto è potenzialmente sottoposto; tale stima è stata effettuata disponendo di un software fornito dal sito del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici ([www.cslp.it](http://www.cslp.it)), il quale è strutturato in tre fasi per la valutazione degli spettri di risposta:

FASE 1 - Individuazione della pericolosità del sito (sulla base del progetto S 1 dell'INGV);

FASE 2 - Scelta della strategia di progettazione;

FASE 3 - Determinazione dell'azione di progetto.

Risulta chiaro che i dati di input al software sono scelti in funzione di diversi parametri, i quali dipendono direttamente da svariati aspetti come per esempio: dall'ubicazione del sito, dalla vita nominale del manufatto, dal coefficiente d'uso del manufatto, dalla tipologia di stato limite per cui si intende calcolare gli spettri di risposta elastica, dalla categoria di sottosuolo, dalla categoria topografica ed infine da aspetti di carattere strutturale dell'edificio (fattore di struttura).

**geol. Ignazio I. Mancini**

Via T. Fiore n. 14 – 70056 Molfetta (Ba)  
Telefax 0803346819 – email: [imancini@libero.it](mailto:imancini@libero.it)

**progetto esecutivo per la realizzazione di n.  
1.144 cassettoni lungo il muro di cinta ad ovest della  
zona di ampliamento cimiteriale  
– Comune di Molfetta –**

*relazione geologica ed indagini geognostiche*

Saranno pertanto di seguito riportate la relative schermate del software utilizzato da cui si potrà facilmente apprendere la fase di input dei dati per le tre FASI di lavoro e i relativi grafici riferiti agli spettri di risposta elastica, nonché tabelle in cui sono riassunti i principali parametri sismici locali.

**FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO**

Ricerca per coordinate      LONGITUDINE: 16,57829      LATITUDINE: 41,20452

Ricerca per comune      REGIONE: Puglia      PROVINCIA: Bari      COMUNE: Molfetta

Elaborazioni grafiche: Grafici spettri di risposta, Variabilità dei parametri

Elaborazioni numeriche: Tabella parametri

Nodi del reticolo intorno al sito: Diagramma con nodi 31237, 31236, 31459, 31480 a 7,5 km di distanza.

Reticolo di riferimento: Controllo sui reticolo (Sito esterno al reticolo, Interpolazione su 3 nodi, Interpolazione corretta), Interpolazione: media ponderata

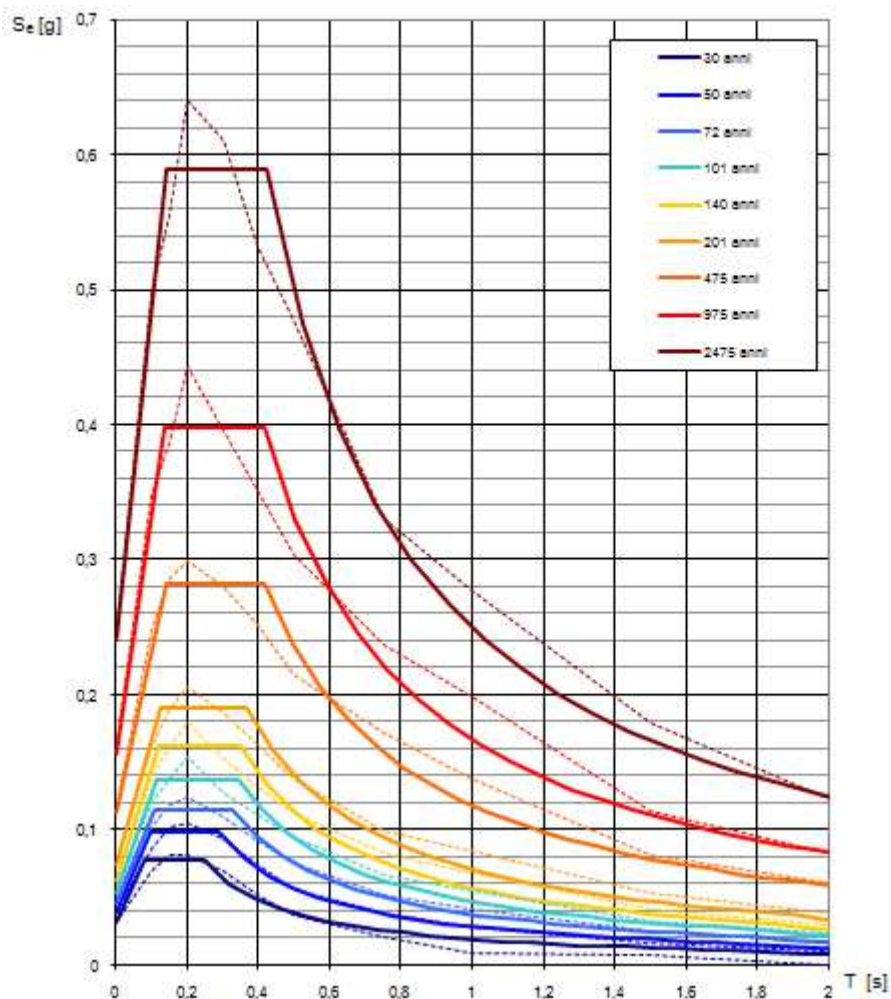
La "Ricerca per comune" utilizza le coordinate ISTAT del comune per identificare il sito. Si sottolinea che all'interno del territorio comunale le azioni sismiche possono essere significativamente diverse da quelle così individuate e si consiglia, quindi, la "Ricerca per coordinate".

INTRO      **FASE 1**      FASE 2      FASE 3

Nella schermata di input dei dati relativi alla FASE 1 si è preferito effettuare una individuazione del sito in funzione delle coordinate geografiche espresse in termini di latitudine e longitudine.

**progetto esecutivo per la realizzazione di n.  
1.144 cassettoni lungo il muro di cinta ad ovest della  
zona di ampliamento cimiteriale  
– Comune di Molfetta –  
*relazione geologica ed indagini geognostiche***

**Spettri di risposta elastici per i periodi di ritorno  $T_R$  di riferimento**



N.B.

Con linea continua si rappresentano gli spettri di Normativa, con linea tratteggiata gli spettri del progetto S1-INGV da cui sono derivati.

**progetto esecutivo per la realizzazione di n.  
1.144 cassettoni lungo il muro di cinta ad ovest della  
zona di ampliamento cimiteriale  
– Comune di Molfetta –  
relazione geologica ed indagini geognostiche**

### Valori dei parametri $a_g$ , $F_o$ , $T_C^*$ per i periodi di ritorno $T_R$ di riferimento

$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_o$ [-]	$T_C^*$ [s]
30	0,031	2,469	0,247
50	0,039	2,515	0,290
72	0,046	2,497	0,328
101	0,054	2,566	0,343
140	0,063	2,577	0,351
201	0,074	2,576	0,370
475	0,113	2,487	0,420
975	0,157	2,539	0,419
2475	0,241	2,446	0,423

Nella seguente schermata relativa alla fase di input dei dati della FASE 2 è stata considerata una vita nominale della costruzione pari a 50 anni (cfr. par. 2.4.1 NTC 14/01/2008) e un coefficiente d'uso della costruzione pari a 1 in funzione della tipologia d'uso dell'edificio (cfr. par. 2.4.3 NTC 14/01/2008)

### FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) -  $V_N$   info

Coefficiente d'uso della costruzione -  $C_U$   info

Valori di progetto

Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) -  $V_R$   info

Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) -  $T_R$  info

Stati limite di esercizio - SLE { SLO -  $P_{VR} = 81\%$    
SLD -  $P_{VR} = 63\%$

Stati limite ultimi - SLU { SLV -  $P_{VR} = 10\%$    
SLC -  $P_{VR} = 5\%$

Elaborazioni

- Grafici parametri azione
- Grafici spettri di risposta
- Tabella parametri azione

Strategia di progettazione

LEGENDA GRAFICO

---□--- Strategia per costruzioni ordinarie

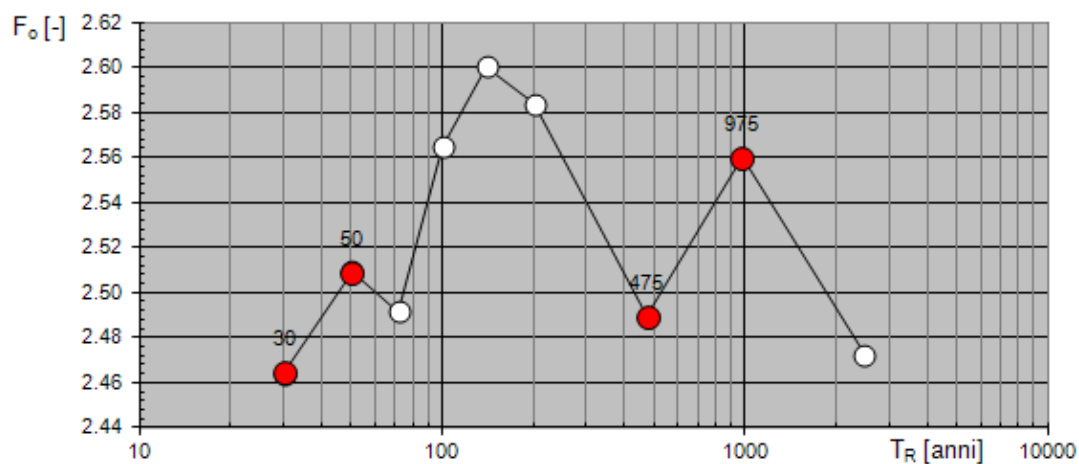
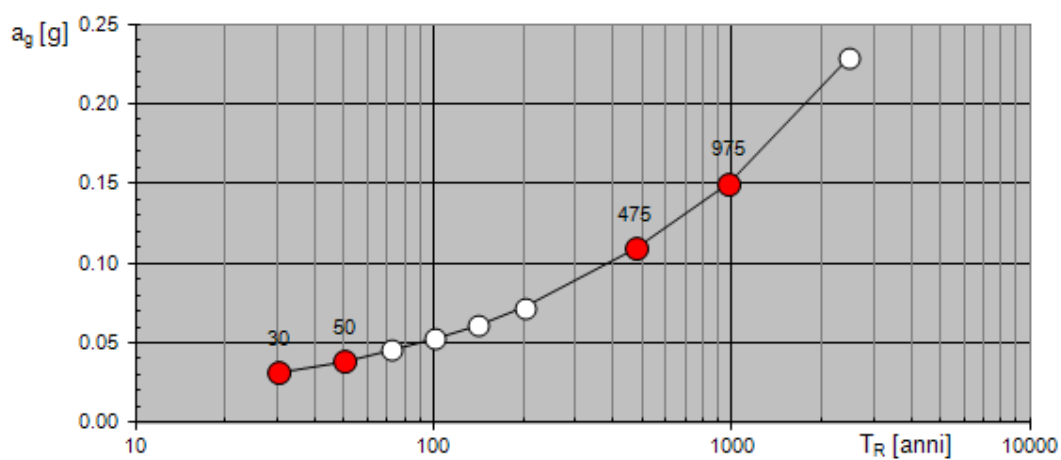
---■--- Strategia scelta

INTRO      FASE 1      **FASE 2**      FASE 3

**progetto esecutivo per la realizzazione di n.  
1.144 cassettoni lungo il muro di cinta ad ovest della  
zona di ampliamento cimiteriale  
– Comune di Molfetta -  
relazione geologica ed indagini geognostiche**

Valori dei parametri  $a_g$ ,  $F_o$ ,  $T_C$  per i periodi di ritorno  $T_R$  associati a ciascuno SL

SLATO LIMITE	$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_o$ [-]	$T_C$ [s]
SLO	30	0,032	2,470	0,247
SLD	50	0,039	2,514	0,291
SLV	475	0,113	2,487	0,420
SLC	975	0,157	2,539	0,419



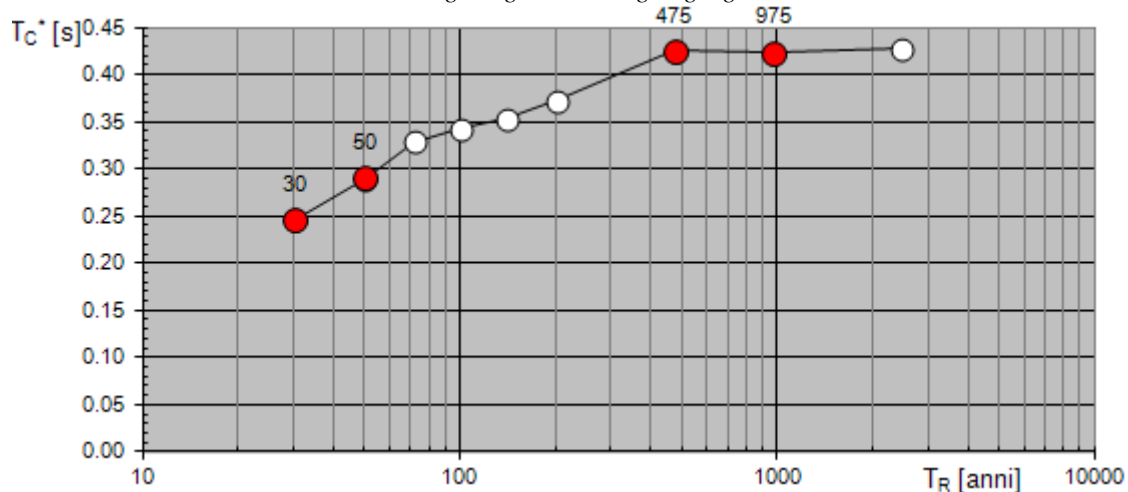
**geol. Ignazio I. Mancini**

Via T. Fiore n. 14 – 70056 Molfetta (Ba)  
Telefax 0803346819 – email: imancini@libero.it

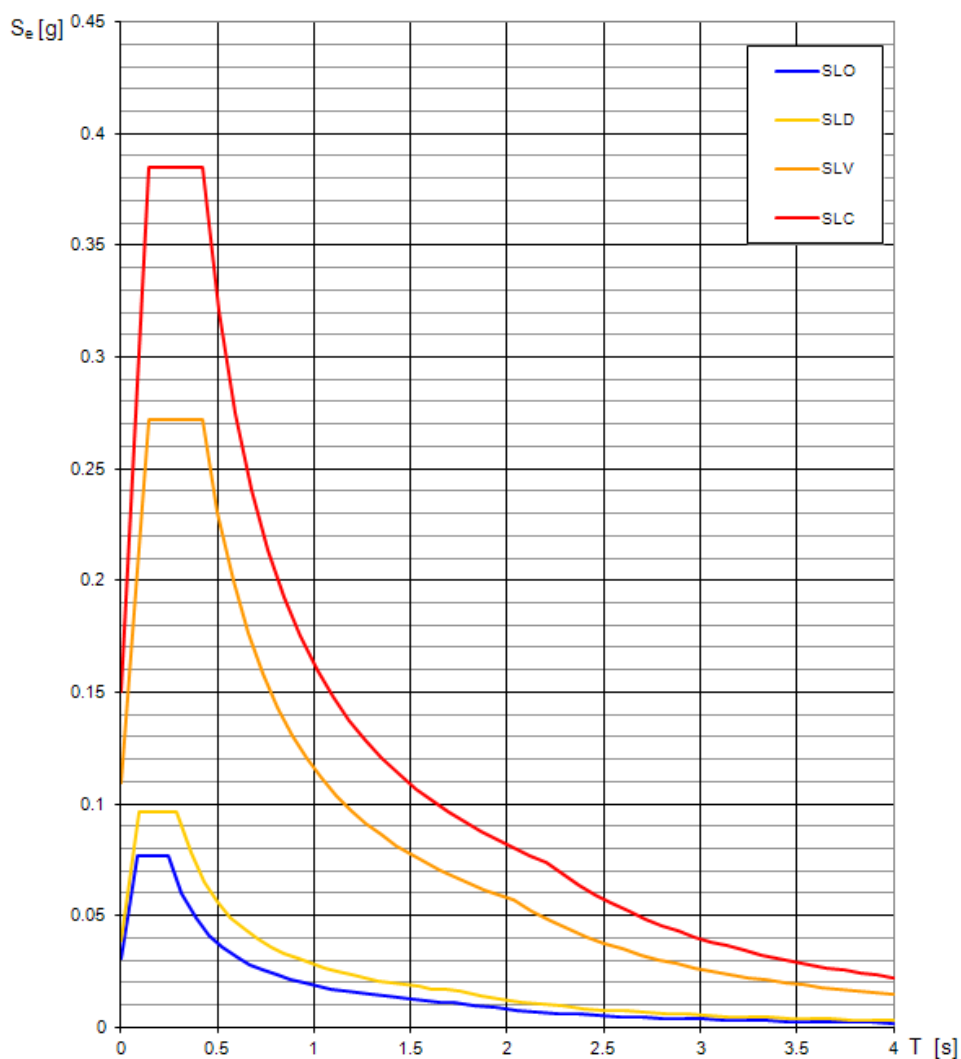
progetto esecutivo per la realizzazione di n.  
1.144 cassette lungo il muro di cinta ad ovest della  
zona di ampliamento cimiteriale

– Comune di Molfetta –

*relazione geologica ed indagini geognostiche*



Spettri di risposta elastici per i diversi Stati Limite



**geol. Ignazio I. Mancini**

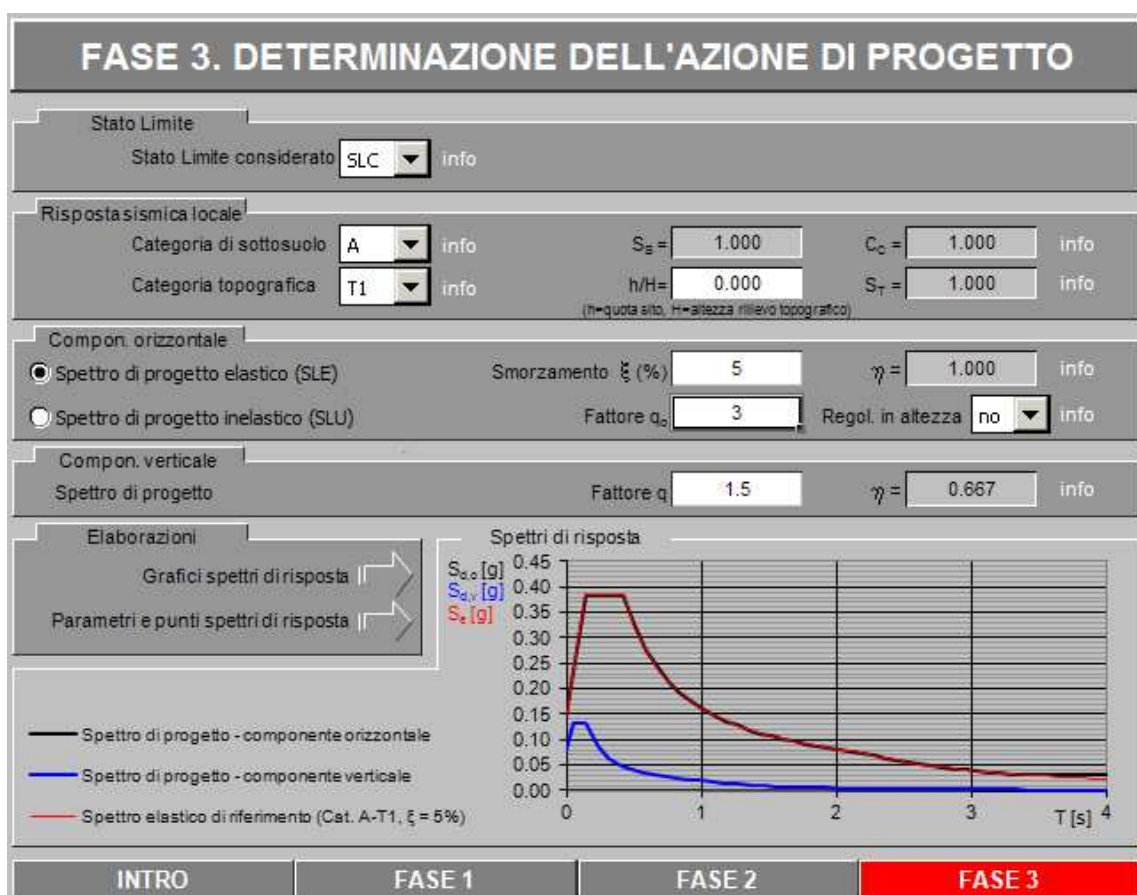
Via T. Fiore n. 14 – 70056 Molfetta (Ba)  
Telefax 0803346819 – email: imancini@libero.it

**progetto esecutivo per la realizzazione di n.  
1.144 cassettoni lungo il muro di cinta ad ovest della  
zona di ampliamento cimiteriale**

– **Comune di Molfetta** -

*relazione geologica ed indagini geognostiche*

Nelle due successive schermate relative alla FASE 3 i parametri di input del software utilizzati consistono in una verifica in funzione dell'SLD e dell'SLV (Stato Limite di Danno e Stato Limite di salvaguardia della Vita, cfr. par 3.2.1 NTC 14/01/2008), considerando una categoria di suolo di tipo A (cfr. par. 3.2.2 NTC 14/01/2008), una categoria topografica T1 (ossia con pendenze inferiori a 15°, cfr. par. 3.2.2 NTC 14/01/2008), un fattore  $q_0$  pari a 3,6 in funzione della tipologia costruttiva (cfr. par 7.3.1 NTC 14/01/2008), un fattore  $q$  pari a 1,5 (cfr. par 7.3.1 NTC 14/01/2008). Sono di seguito riportati anche i grafici dei corrispondenti spettri di risposta elastica relativi ad entrambe le verifiche.



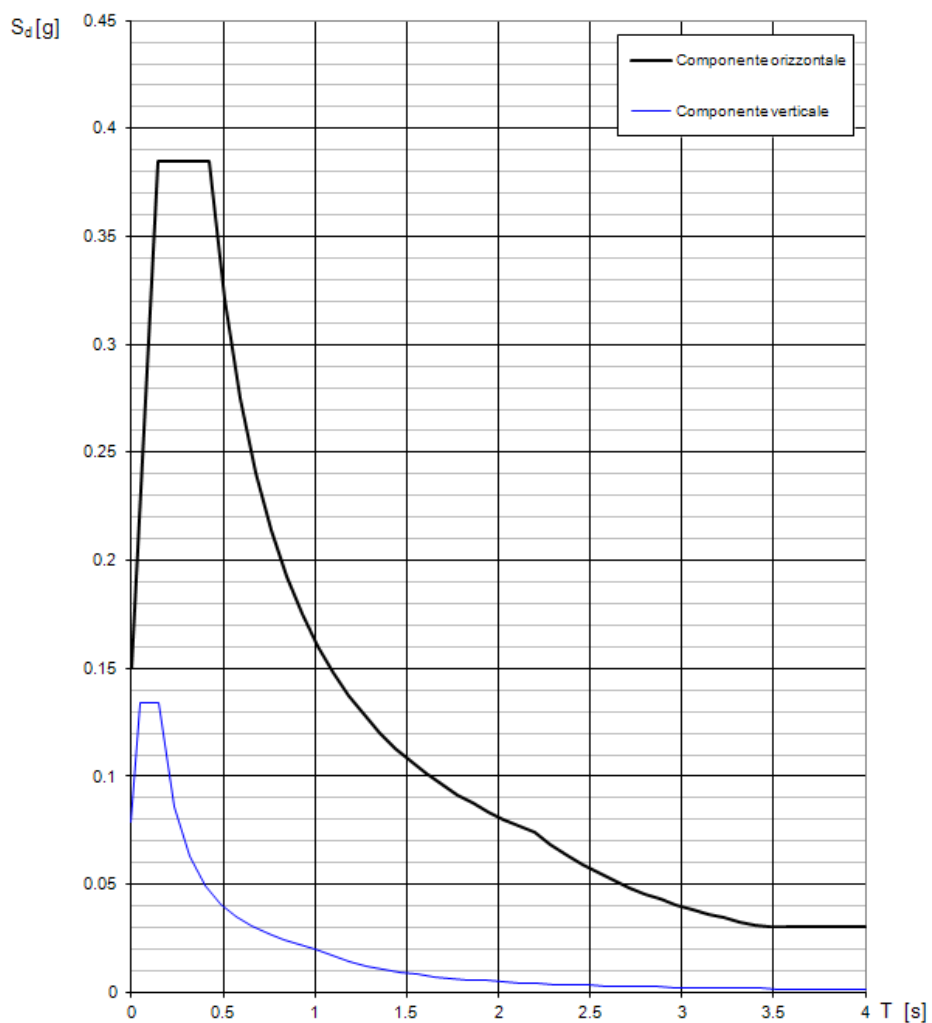
**geol. Ignazio I. Mancini**

Via T. Fiore n. 14 – 70056 Molfetta (Ba)  
 Telefax 0803346819 – email: imancini@libero.it



progetto esecutivo per la realizzazione di n.  
1.144 cassette lungo il muro di cinta ad ovest della  
zona di ampliamento cimiteriale  
– Comune di Molfetta -  
*relazione geologica ed indagini geognostiche*

**Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLC**



**progetto esecutivo per la realizzazione di n.  
1.144 cassette lungo il muro di cinta ad ovest della  
zona di ampliamento cimiteriale  
– Comune di Molfetta –  
relazione geologica ed indagini geognostiche**

### 10.2. Input dei dati generali di calcolo

In questo paragrafo vengono forniti i dati necessari alla definizione delle caratteristiche principali dei diversi litotipi riscontrati, anche soprattutto in funzione delle risultanze emerse dalle indagini geofisiche eseguite.

Per quanto riguarda la categoria topografica (par. 3.2.2 DM 14.01.2008), così come riportato nella **tab. 3.2.IV**, i terreni in oggetto rientrano nella **T1** e cioè “superfici pianeggianti, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $i \leq 15^\circ$ ”.

**Tabella 3.2.IV – Categorie topografiche**

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

In mancanza di determinazioni più accurate, valide soprattutto per le costruzioni strategiche, per le componenti orizzontali del moto e per le categorie del terreno di fondazione, la forma spettrale sui sottosuoli viene modificata attraverso il coefficiente stratigrafico  $S_s$ , il coefficiente topografico  $S_t$  ed il coefficiente  $C_c$  che modifica il valore del periodo  $T_c$ . Questi sono calcolati mediante le espressioni fornite nella tab. 3.2.V, qui riportata, nelle quali  $g$  è l'accelerazione di gravità ed il tempo è espresso in secondi.

**Tabella 3.2.V – Espressioni di  $S_s$  e di  $C_c$**

Categoria sottosuolo	$S_s$	$C_c$
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_c^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_c^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_c^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_c^*)^{-0,40}$

**geol. Ignazio I. Mancini**

Via T. Fiore n. 14 – 70056 Molfetta (Ba)  
Telefax 0803346819 – email: imancini@libero.it

**progetto esecutivo per la realizzazione di n.  
1.144 cassettoni lungo il muro di cinta ad ovest della  
zona di ampliamento cimiteriale  
– Comune di Molfetta -**

*relazione geologica ed indagini geognostiche*

Per tener conto delle condizioni topografiche ed in assenza di specifiche analisi di risposta sismica locale, si utilizzano i valori del coefficiente topografico  $S_T$ , riportati nella tab. 3.2.IV qui sotto riportata, in funzione delle categorie topografiche e dell'ubicazione dell'opera e dell'intervento.

**Tabella 3.2.VI – Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica  $S_T$**

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	$S_T$
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,2
T4	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,4

**Categoria di sottosuolo**

In assenza di un'analisi specifica sulla valutazione della risposta sismica locale, per definire l'azione sismica si può far riferimento a un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento (Tab. 3.2.II e 3.2.III)

La classificazione della categoria di sottosuolo si effettua in base ai valori della velocità equivalente  $V_{s30}$  di propagazione delle onde di taglio entro i primi 30 m di profondità. Per le fondazioni superficiali, tale profondità è riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali. Nel caso di opere di sostegno di terreni naturali, la profondità è riferita alla testa dell'opera. Per muri di sostegno di terrapieni, la profondità è riferita al piano di imposta della fondazione.

**geol. Ignazio I. Mancini**

Via T. Fiore n. 14 – 70056 Molfetta (Ba)  
Telefax 0803346819 – email: imancini@libero.it

**progetto esecutivo per la realizzazione di n.  
1.144 cassettoni lungo il muro di cinta ad ovest della  
zona di ampliamento cimiteriale  
– Comune di Molfetta -  
relazione geologica ed indagini geognostiche**

**Tabella 3.2.II – Categorie di sottosuolo**

Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di <math>V_{s,30}</math> superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.</i>
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di <math>V_{s,30}</math> compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero <math>N_{SPT,30} &gt; 50</math> nei terreni a grana grossa e <math>c_{u,30} &gt; 250</math> kPa nei terreni a grana fina).</i>
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di <math>V_{s,30}</math> compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero <math>15 &lt; N_{SPT,30} &lt; 50</math> nei terreni a grana grossa e <math>70 &lt; c_{u,30} &lt; 250</math> kPa nei terreni a grana fina).</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di <math>V_{s,30}</math> inferiori a 180 m/s (ovvero <math>N_{SPT,30} &lt; 15</math> nei terreni a grana grossa e <math>c_{u,30} &lt; 70</math> kPa nei terreni a grana fina).</i>
E	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con <math>V_s &gt; 800</math> m/s).</i>

**Tabella 3.2.III – Categorie aggiuntive di sottosuolo.**

Categoria	Descrizione
S1	Depositi di terreni caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 100 m/s (ovvero $10 < c_{u,30} < 20$ kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.
S2	Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.

## Conclusioni

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 fioretture 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.

**geol. Ignazio I. Mancini**

Via T. Fiore n. 14 – 70056 Molfetta (Ba)  
Telefax 0803346819 – email: imancini@libero.it

**progetto esecutivo per la realizzazione di n.  
1.144 cassette lungo il muro di cinta ad ovest della  
zona di ampliamento cimiteriale  
– Comune di Molfetta -**

*relazione geologica ed indagini geognostiche*

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

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 800 m/s, comprendenti eventuali strati di alterazione superficiale di spessore massimo pari a 3.00 m. Lo studio è stato effettuato nel rispetto del “Regolamento di Polizia Mortuaria” di cui al DPR 21.10.1975 n. 803 e ss.mm. ed ii.

Attraverso l’esame geologico ed idrogeologico del sito in parola, lo scrivente trova lo stesso idoneo alle esigenze dell’Amministrazione Comunale. In particolare:

- la zona di ampliamento è isolata dall’abitato mediante la distanza di rispetto prevista dall’art. 338 del T.U. delle Leggi Sanitarie del 27.07.1934 n. 1265, modificata con L. 17.10.1957 n. 983;
- l’ubicazione è sottovento in rapporto alla direzione predominante dei venti;
- la falda freatica si trova ad una profondità di circa 20.00 m. dal p.c. e la direzione del movimento dell’acqua si esplica verso mare, non interessando quindi il centro abitato. Le oscillazioni della falda non sono superiori al metro per cui non sussiste la necessità della realizzazione di opere drenanti profonde.

Allo stato non si riscontrano particolari condizioni di rischio idraulico e geologico l.s. per cui non ci sono limitazioni a quanto previsto nel progetto.

Molfetta,

geologo

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

**geol. Ignazio L. Mancini**

Via T. Fiore n. 14 – 70056 Molfetta (Ba)  
Telefax 0803346819 – email: imancini@libero.it