

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE



**DIREZIONE TECNICA**  
**U.O. GEOLOGIA GESTIONE TERRE E BONIFICHE**

**PROGETTO ESECUTIVO**

**RIASSETTO NODO DI BARI**

TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE  
Opere oggetto di prescrizione della Delibera CIPE n. 1 del 28 gennaio 2015

**Sottovia carrabile e ciclopedonale S. Anna**

**RELAZIONE GEOLOGICA ED IDROGEOLOGICA**

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA / DISCIPLINA - PROGR. REV.

**IA1U 04 E 69 RG GE0001 401 A**

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato
A	Emissione definitiva	PELLEGRINO		BRIGANTI		GERNONE		MARCHESE

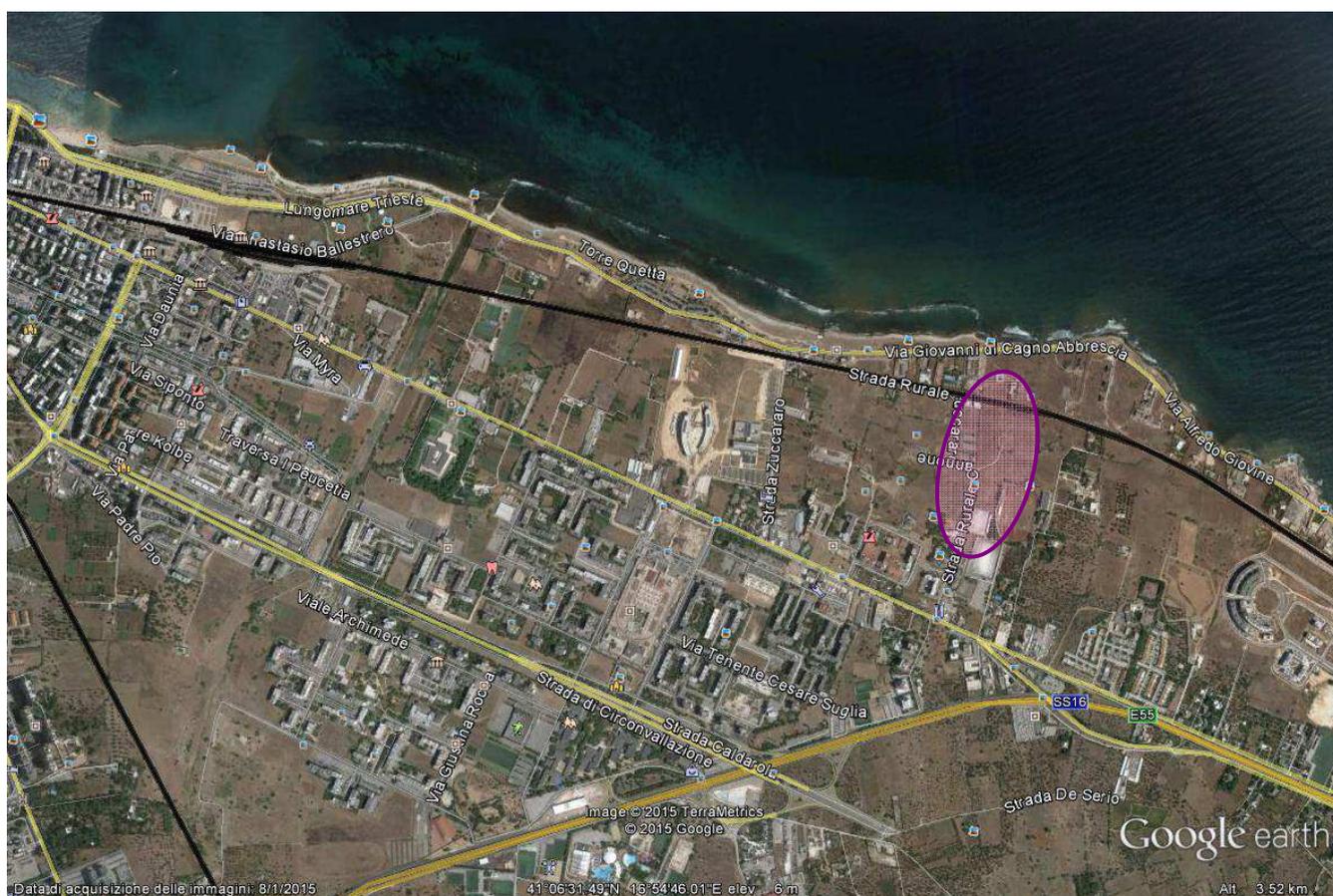
ITALFERR S.p.A.  
Dott. Giuseppe Francesco MARCHESE  
Resp. UO GEOL. GESTIONE TERRE E BONIFICHE  
Dott. Geologo L. n. 177/82

INDICE

<b>1. PREMESSA</b>	<b>3</b>
<b>2. INDAGINI GEOGNOSTICHE</b>	<b>5</b>
<b>3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO</b>	<b>6</b>
<b>4. SISMICITÀ</b>	<b>9</b>
<b>5. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO</b>	<b>17</b>
<b>6. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO</b>	<b>20</b>
<b>7. CARATTERISTICHE GEOLOGICO TECNICHE</b>	<b>23</b>
<b>8. BIBLIOGRAFIA SOMMARIA</b>	<b>25</b>

## 1. PREMESSA

Nel presente studio sono state esaminate le caratteristiche geologiche, geomorfologiche e idrogeologiche di un'area piuttosto circoscritta, individuata dalla superficie evidenziata in colore (fig.1) ed appartenente al territorio comunale della città di Bari, al fine di progettare, nell'ambito del Riassetto del Nodo Ferroviario di Bari Sud, il nuovo sottovia denominato S. Anna al fine di riconnettere alla fascia costiera un popoloso quartiere in avanzata fase di realizzazione; tale opera è afferente alla variante di tracciato tra Bari Centrale e Bari Torre a Mare ed è stata prescritta dalla Delibera CIPE del 28 gennaio 2015.



**Fig. 1 – Inquadramento territoriale**

L'area interessata dal presente lavoro si colloca in una zona periferica ai margini sud orientali della città di Bari tra la via Gentile (nei pressi del raccordo con la SS 16) e la linea di costa; tale area risulta attualmente attraversata dal fascio di binari della linea Bari – Lecce.

	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b> <b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO</b> <b>Sottovia carrabile e ciclopedonale S. Anna</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE GEOLOGICA ED IDROGEOLOGICA</b>																
<b>U.O. GEOLOGIA GESTIONE TERRE E BONIFICHE</b>	<table border="0"> <tr> <td>PROGETTO</td> <td>LOTTO</td> <td>FASE-ENTE</td> <td>DOC</td> <td>OP/DISC</td> <td>PROG</td> <td>REV</td> <td>PAGINA</td> </tr> <tr> <td>IA1U</td> <td>04</td> <td>E 69</td> <td>RG</td> <td>GE</td> <td>0001</td> <td>401 A</td> <td>4 di 25</td> </tr> </table>	PROGETTO	LOTTO	FASE-ENTE	DOC	OP/DISC	PROG	REV	PAGINA	IA1U	04	E 69	RG	GE	0001	401 A	4 di 25
PROGETTO	LOTTO	FASE-ENTE	DOC	OP/DISC	PROG	REV	PAGINA										
IA1U	04	E 69	RG	GE	0001	401 A	4 di 25										

Le attività sono consistite in una ricognizione estesa in un intorno ragionevolmente adeguato rispetto al progetto, per definire:

- l'inquadramento nel contesto geologico generale;
- origine, e assetto strutturale delle unità costituenti la locale successione stratigrafica attraverso l'esecuzione di sondaggi geognostici;
- la profondità della falda;
- le caratteristiche geologico-tecniche

Nello svolgimento del lavoro si è fatto riferimento alla normativa vigente in materia e in particolare a:

- D.M. 11 marzo 1988 – Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle opere di fondazione;
- DPR 21 dicembre 1999, n. 554 Regolamento di attuazione della legge quadro in materia di lavori pubblici 11 febbraio 1994, n. 109 e s.m.i.
- O.P.C.M. n° 3274 del 20 marzo 2003 – Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica;
- Manuale di Progettazione Gruppo FS – ed. aprile 2004;
- O.P.C.M. n° 3519 del 28 aprile 2006 – Criteri generali da utilizzare per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone;
- DM 14.01.2008 "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni";
- Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 – Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008;

	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b> <b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO</b> <b>Sottovia carrabile e ciclopedonale S. Anna</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE GEOLOGICA ED IDROGEOLOGICA</b>							
	<b>U.O. GEOLOGIA GESTIONE</b> <b>TERRE E BONIFICHE</b>		PROGETTO IA1U	LOTTO 04	FASE-ENTE E 69	DOC RG	OP/DISC GE 0001	PROG REV 401 A

## 2. INDAGINI GEOGNOSTICHE DI RIFERIMENTO

Le indagini geognostiche che sono state eseguite, nell'area individuata dal Progetto, sono consistite essenzialmente in:

- esecuzione di 4 sondaggi a carotaggio continuo, spinti a profondità variabili tra 20 e 30 metri, di cui uno attrezzato con piezometro a tubo aperto tipo Norton;

Durante l'esecuzione dei sondaggi sono stati effettuati:

- rilievo stratigrafico
- prove SPT (Standard Penetration Test);
- prove di permeabilità;
- rilievo del livello di falda
- rilievo geomeccanico

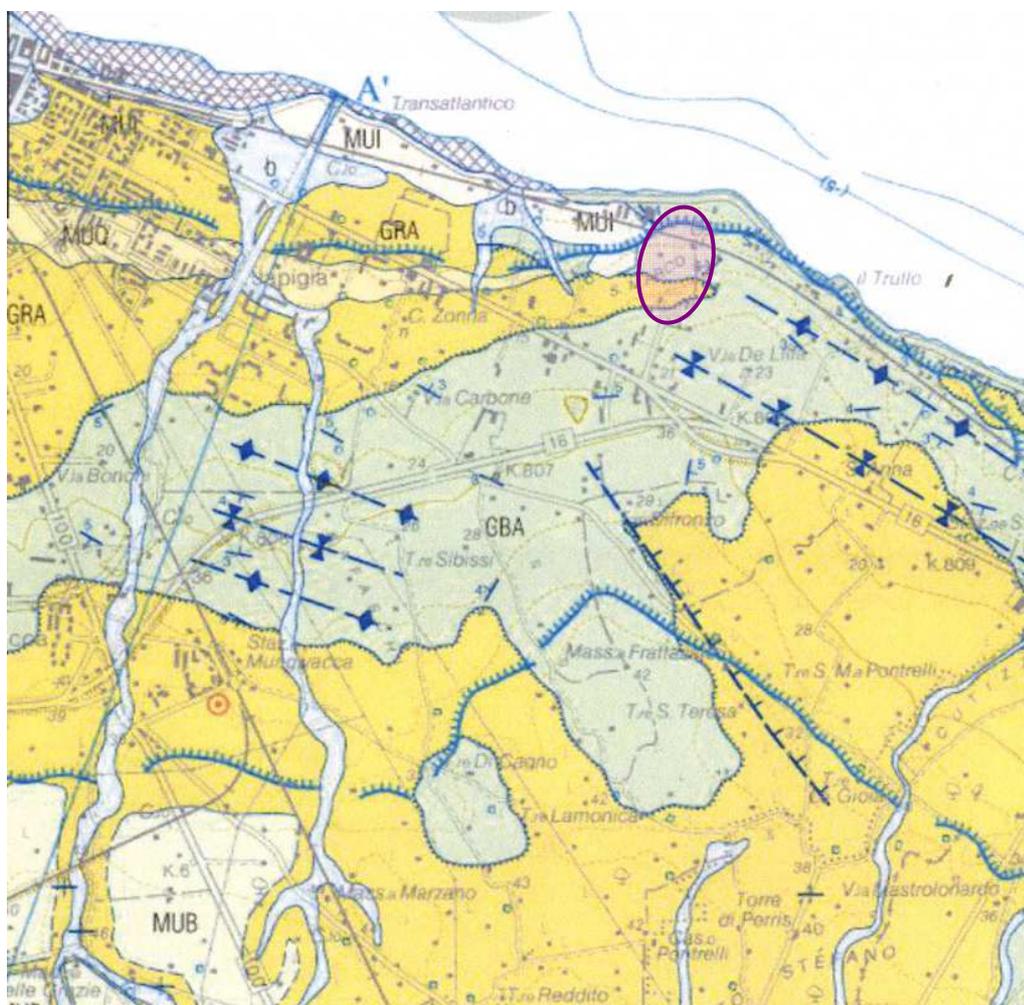
Il quadro complessivo delle indagini geognostiche di cui si è tenuto conto nel corso della presente fase progettuale è riportato nella seguente tabella 1, mentre per la loro ubicazione planimetrica si rimanda all'elaborato IA1U04E69SGGE0001401A.

<b>Sondaggio</b>	<b>Perforazione</b>	<b>Quota m s.l.m.</b>	<b>Profondità m da p.c.</b>	<b>Piezometro</b>
S1	Carotaggio continuo	5,06	30.00	Norton
S2	Carotaggio continuo	2,13	20.00	
S3	Carotaggio continuo	9,32	30.00	
S4	carotaggio continuo	11,09	20.00	

**Tab. 1 – Sondaggi eseguiti**

### 3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Il territorio in cui si sviluppa il comune di Bari, corrisponde ad una modesta depressione, soggetta a successive fasi di sedimentazione, tettonica ed erosione, nella quale confluiscono un certo numero di solchi morfologici, localmente denominati "lame".



**Fig. 2 – Inquadramento geologico**

Come evidenziato dalla Fig. 2, proveniente da uno stralcio della Carta Geologica d'Italia scala 1: 50.000, foglio 438 – Bari, l'area interessata è costituita essenzialmente da:

- la formazione del "Calcarea di Bari" (CBA) è rappresentata dai termini più profondi della piattaforma carbonatica, spesso diverse centinaia di metri e formata da una potente successione di strati e banchi calcarei, talora dolomitici; essa costituisce il substrato e l'impalcatura della struttura geologica dell'avampese apulo. I calcari sono frequentemente di tipo detritico; talora si rinvengono micriti a grana fine, biancastre o più raramente grigie chiare, giallastre o rosate, con abbondanti microfaune. A varie altezze sono osservabili "livelli", cioè strati o gruppi di strati di calcari biostromali con rudiste, gasteropodi che costituiscono dei precisi livelli guida. Le dolomie, generalmente in banchi, sono di solito grigiastre e subsaccaroidi. Dolomie e calcari dolomitici ricorrono in particolare nei tratti inferiore e medio, dove si osservano anche letti discontinui di brecce calcareae – dolomitiche. Nella parte superiore i calcari detritici assumono un caratteristico aspetto a lastre dette "*chiancherelle*". Per loro natura le rocce carbonatiche sono soggette, seppure in maniera selettiva e condizionate dal loro chimismo, al fenomeno carsico; tale fenomeno si manifesta ampiamente sul territorio murgiano sia attraverso morfologie ipogee (cavità), che superficiali (doline, inghiottitoi). L'esistenza di cavità nel sottosuolo, riempite o meno da terre rosse, che rappresentano i prodotti residuali insolubili del carsismo, non è, in genere, accompagnata da evidenze morfologiche superficiali; la loro presenza trae origine dalla progressiva dissoluzione di rocce carbonatiche sia a partire da soluzioni di continuità determinate dalla risposta fragile della compagine calcarea a seguito di eventi tettonici, sia a partire dai semplici giunti di strato, determinando alla fine un complesso sistema di canalizzazioni ipogee;
- la formazione delle "Calcareni di Gravina" (GRA) rappresenta il membro basale del Complesso detritico trasgressivo plio-quadernario; esse sono poste, quindi, stratigraficamente al di sopra dei calcari Cretacei, con un contatto cui corrisponde spesso una netta superficie di erosione marina. Dal punto di vista litologico, esse risultano essere costituite in generale da biocalcareni e biocalciruditi massicce o talvolta con stratificazione appena accennata, di colore giallastro, con buon grado di cementazione. Nel territorio in esame la potenza è stimabile in misura inferiore ai 10 m, anche se altrove i massimi spessori in affioramento possono raggiungere gli 80 m;
- la formazione dei "Depositi marini terrazzati" (MUI) si colloca in posizione stratigraficamente superiore rispetto alle calcareniti, ed è costituita da depositi di spiaggia di natura carbonatica terrigena; si presentano, infatti, secondo orizzonti in facies da siltoso-argillosa a sabbiosa

	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b> <b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO</b> <b>Sottovia carrabile e ciclopedonale S. Anna</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE GEOLOGICA ED IDROGEOLOGICA</b>																
<b>U.O. GEOLOGIA GESTIONE TERRE E BONIFICHE</b>	<table border="0"> <tr> <td>PROGETTO</td> <td>LOTTO</td> <td>FASE-ENTE</td> <td>DOC</td> <td>OP/DISC</td> <td>PROG</td> <td>REV</td> <td>PAGINA</td> </tr> <tr> <td>IA1U</td> <td>04</td> <td>E 69</td> <td>RG</td> <td>GE</td> <td>0001</td> <td>401 A</td> <td>8 di 25</td> </tr> </table>	PROGETTO	LOTTO	FASE-ENTE	DOC	OP/DISC	PROG	REV	PAGINA	IA1U	04	E 69	RG	GE	0001	401 A	8 di 25
PROGETTO	LOTTO	FASE-ENTE	DOC	OP/DISC	PROG	REV	PAGINA										
IA1U	04	E 69	RG	GE	0001	401 A	8 di 25										

(spesso di colore giallastro o giallo rossastro) con un generale scadente grado di cementazione. Generalmente lo spessore di questa unità stratigrafica è valutata intorno ai 5 metri.

- i "Depositi alluvionali delle lame" (b) si riscontrano essenzialmente in corrispondenza del letto di corsi d'acqua a regime stagionale od effimero denominati "lame"; si presentano litologicamente in maniera piuttosto eterogenea evidenziando uno scheletro ciottoloso – sabbioso poco evoluto, eterometrico e di natura calcarea immerso in una matrice limoso-argillosa di colore rossastro costituita dai prodotti residuali dell'alterazione dei calcari.

L'area interessata dalla progettazione del sottovia carrabile e ciclopedonale denominato "S. Anna" ricade tra due incisioni morfologiche, Lama S. Marco, ad nordovest, e Lama S. Giorgio nella sua porzione sudorientale.

I sondaggi effettuati, i cui risultati sono riportati in nel documento IA2T02DSGGE0001301A, evidenziano una situazione caratterizzata dalla presenza del substrato carbonatico (calcarea di Bari) posto al di sotto di una copertura di spessore variabile tra 0,60 – 2,20 metri, costituita da terreno di riporto di tipo sabbioso limoso con ciottoli calcarei e/o calcarenitico; in tale orizzonte, ove possibile, e stante la natura del deposito, in luogo del campionamento, sono state eseguite delle prove in foro di tipo S.P.T.

#### 4. SISMICITÀ

Al fine di determinare le caratteristiche di sismicità dell' area oggetto di studio, sono stati considerati i dati emessi dal Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti (1996 -1998) e dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (1992, 2001).

Da tali studi è possibile osservare che l'area in esame non è interessata da eventi sismici rilevanti ed è perciò stata classificata tra le aree a basso rischio sismico tra quelle del panorama nazionale (Circ. Min. Lav. Pub. 10-04-1997, N°65 - Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche, D.M. 16-01-1996).

I dati storici relativi all'area in studio sono stati estratti dal "Database di osservazioni macrosismiche di terremoti di area italiana" (Fig. 3)

#### **Osservazioni sismiche (31) disponibili per BARI (BA) [41.106, 16.846]**

<b>Data</b>					<b>Effetti</b>	<b>in occasione del terremoto di:</b>	
Ye	Mo	Da	Ho	Mi	Is (MCS)	Area epicentrale	Ix Ms
1743	02	20	16	30	70	CAN. D`OTRANTO	90 70
1694	09	08	11	30	65	CALITRI	110 70
1731	03	20	02		65	FOGGIA	100 62
1456	12	05			60	MOLISE	110 67
1851	08	14	13	20	60	VULTURE	100 64
1857	12	16			60	BASILICATA	110 70
1975	06	19	10	11	60	MATTINATELLA	60 44
1980	11	23	18	34	60	IRPINIA-LUCANIA	100 69
1875	12	06			50	S.MARCO IN LAMIS	80 52
1889	12	08			50	APRICENA	70 50
1905	09	08	01	43	50	GOLFO DI S.EUFEMIA	105 75
1930	07	23	00	08	50	IRPINIA	100 67
1962	08	21	18	19	50	SANNIO	90 62
1951	01	16	01	11	40	GARGANO	70 49
1892	04	20			35	GARGANO	65 47
1713	01	03			F	MASSAFRA	65 47
1826	10	26	18		F	MANDURIA	65 47
1845	07	10			F	MATERA	60 44

1846 08 08	F	CAMPOMAGGIORE 65 47
1910 06 07 02 04	F	CALITRI 90 59
1915 01 13 06 52	30	AVEZZANO 110 70
1917 06 12 18 44	30	MAR IONIO 50 53
1931 12 03 09 32	30	CERIGNOLA 70 39
1933 03 07 14 39	30	BISACCIA 60 48
1892 06 06	20	TREMITI 70 47
1905 11 26	20	IRPINIA 75 51
1937 07 17 17 11	20	SAN SEVERO 70 47
1117 01 03 13	NC	VERONESE 90 64
1893 08 10	NF	GARGANO 95 52
1913 10 04 18 26	NF	MATESE 80 52
1937 12 15 21 25	RS	CAPITANATA 55 44

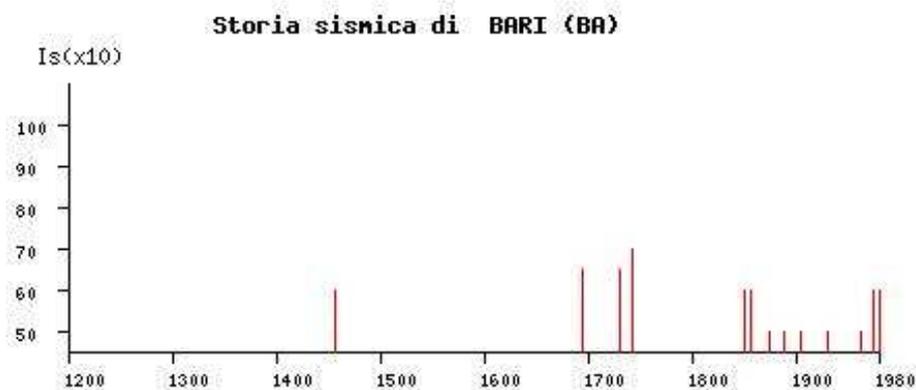
Is = **Intensità al sito** (x10) (si ricorda che valori tipo 65, 75 stanno per 6/7, 7/8; essi indicano incertezza fra i due valori interi e non valori "intermedi" di intensità)

Ix = Intensità massima osservata

Ms = Magnitudo calcolata sulle onde superficiali

F = avvertito; in genere si esclude che vi siano danni ( $I < 6$ )

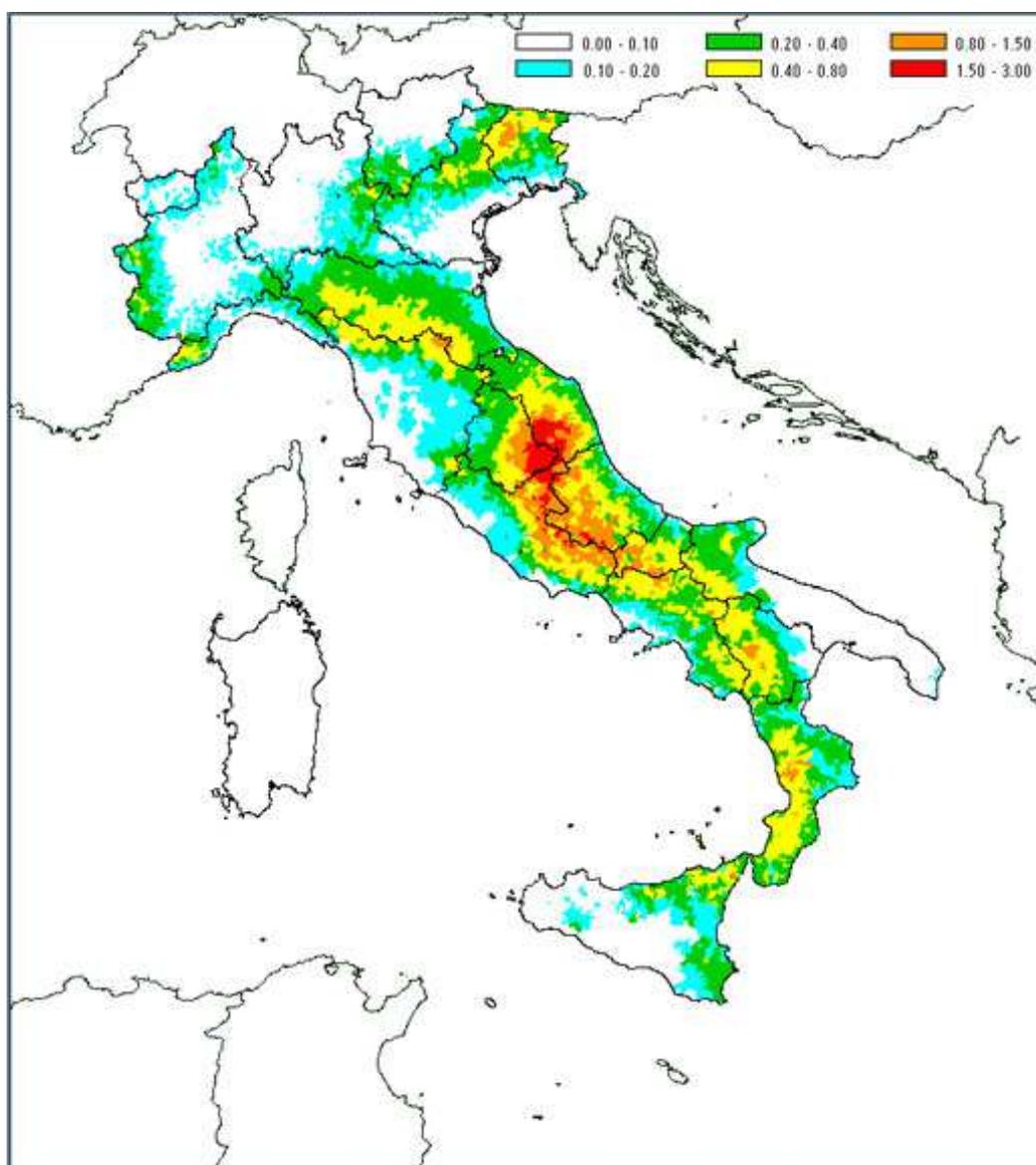
NF = non avvertito; in caso di esplicita segnalazione in tal senso è equiparabile a  $I = 1$



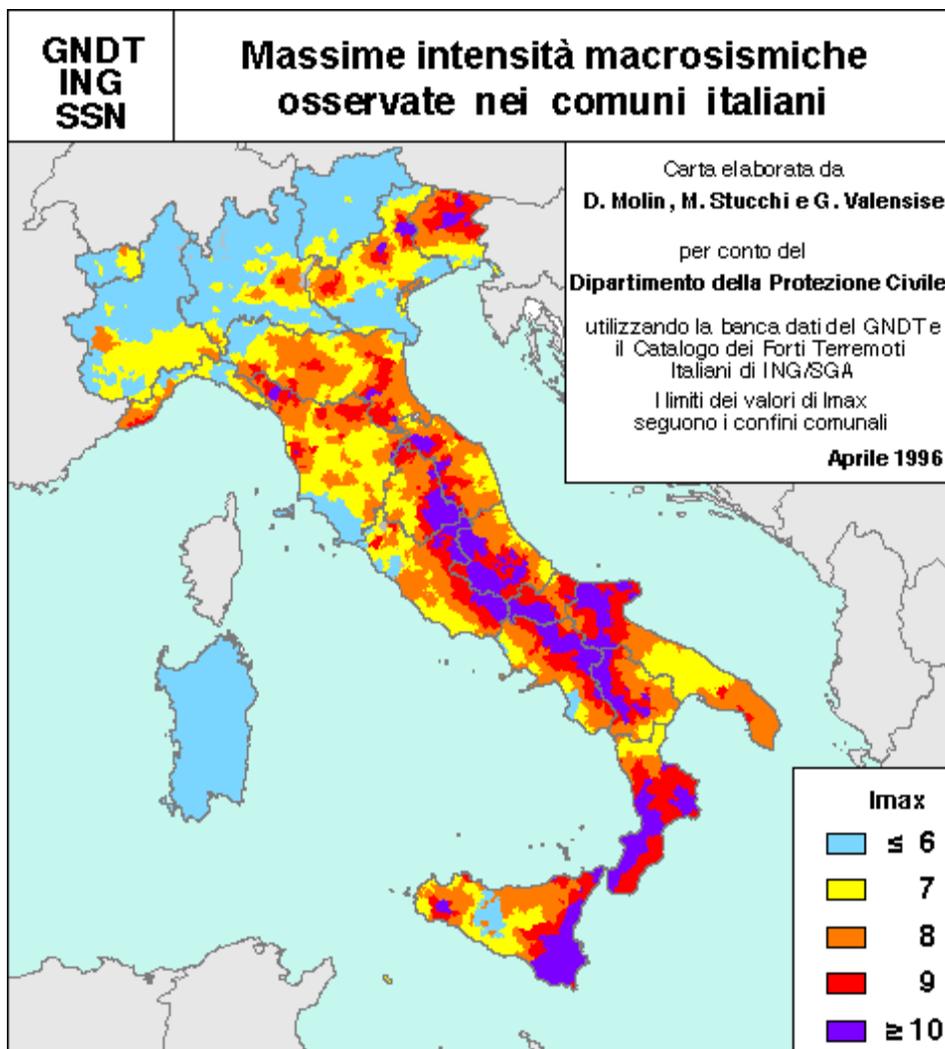
**Fig. 3 – Dati relativi al comune di Bari estratti dal "Database di osservazioni macrosismiche di terremoti di area italiana"**

### RICLASSIFICAZIONE SISMICA

Nel 1996 il Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti ha rilasciato due mappe di pericolosità, sulla base di una zonazione sismogenetica, con le quali il Gruppo di Lavoro istituito dal Dipartimento della Protezione Civile ha compilato le nuove mappe del Rischio Sismico a scala nazionale, tra cui la "Mappa del danno percentuale atteso" (Figura 4) e la "Mappa delle massime intensità osservate nell'ultimo millennio" (Figura 5).



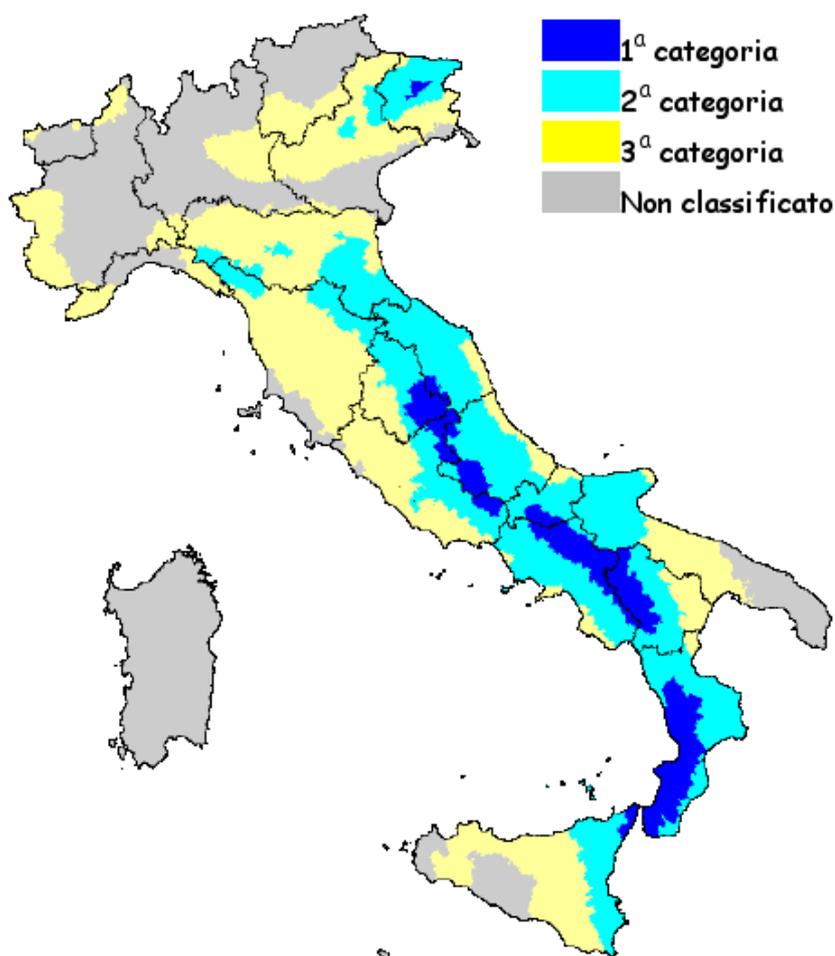
**Fig. 4 – Rischio sismico: mappa del danno percentuale atteso**



**Fig. 5 – Rischio sismico: mappa delle massime intensità osservate nell'ultimo millennio**

Sulla base delle due mappe precedenti ("Mappa del danno percentuale atteso" e Mappa delle massime intensità osservate nell'ultimo millennio"), un'Ordinanza del Sottosegretario alla Protezione Civile nel 1998 definì un elenco di "Comuni ubicati nelle zone ad elevato rischio sismico", che evidenziava alcune differenze con la mappa della classificazione corrente all'epoca.

Nel 1998 un gruppo di lavoro ING-GNDT-SSN, anch'esso istituito dal Dipartimento della Protezione Civile, produsse un'ipotesi di riclassificazione sismica definita dalla "Mappa di proposta di riclassificazione sismica del territorio nazionale" (Figura 6).



**Fig. 6 – Proposta di riclassificazione sismica del territorio nazionale**

Nella classificazione sismica definita dai Decreti emessi fino al 1984 la sismicità veniva definita attraverso il "grado di sismicità" S, mentre nella proposta di riclassificazione del Gdl del 1998 si utilizzavano 3 categorie sismiche, più una categoria di Comuni Non Classificati (N.C.).

In seguito a questa riclassificazione alcuni dei comuni appartenenti all'area in oggetto, precedentemente non classificati come sismici, vengono attribuiti alla categoria 3.

Infine, la nuova classificazione (Ordinanza del Consiglio dei Ministri 20 marzo 2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" – Ordinanza n° 3274) definì la sismicità mediante quattro zone, numerate da 1 a 4 (livello massimo di sismicità: zona 1, livello minimo di sismicità: zona 4).

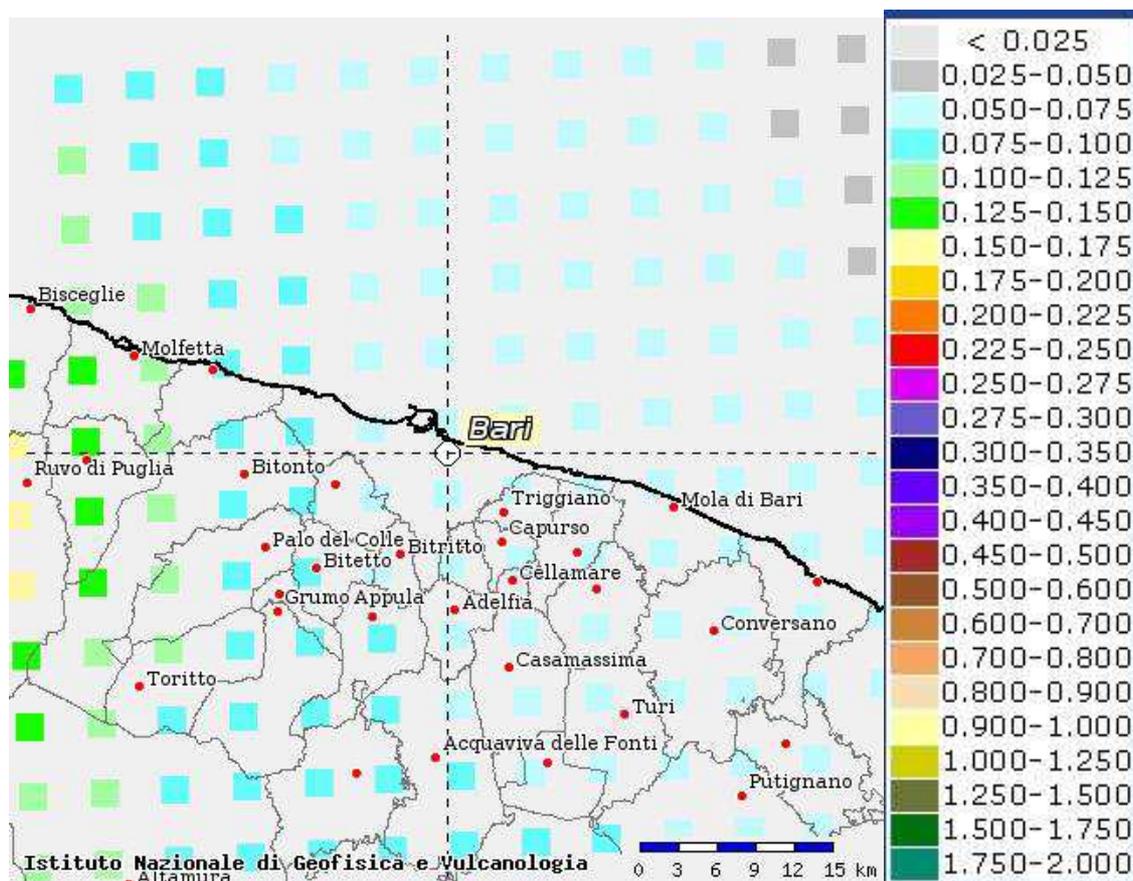
Di seguito si riporta una tabella (Tabella 2) riassuntiva dei comuni appartenenti all'area oggetto di studio con le relative classificazioni sismiche.

**Tab. 2 - Classificazione sismica dei comuni interessati**

Codice Istat 2001	Denominazione	Categoria secondo la classificazione precedente (Decreti fino al 1984)	Categoria secondo la proposta del GdL del 1998	Ordinanza 3274 Marzo 2003
16072006	Bari	N.C.	3	Zona 3

Al fine di meglio discretizzare le zone di transizione tra comuni a diversa classificazione sismica, l'Ordinanza 3519 del 26.4.2006 ha previsto l'introduzione di sottozone caratterizzate da valori di accelerazione massima al suolo (ag) intervallate da valori non minori di 0,025 g.

Nell'area oggetto di studio tale situazione può essere rappresentata dalla successiva fig.7.



**Fig. 7 – Mappa della pericolosità sismica in termini di accelerazione orizzontale di picco (Tr = 475 anni) nell'area di progetto a seguito Ordinanza PCM 3519 del 2006**

La necessità di ottimizzare le misure di protezione sismica ha condotto alla definizione di criteri per la quantificazione del rischio sismico quando le situazioni si discostano significativamente da quelle standard di terreno piano e rigido; tali modifiche si sono realizzate introducendo determinate categorie di profilo stratigrafico caratterizzate dal parametro Vs30, definito come la velocità media delle onde di taglio entro i primi 30 m di profondità.

Nell'area del comune di Bari, pur esistendo una casistica piuttosto nutrita di misurazioni di Vs30, ottenute dall'esecuzione di basi sismiche con la tecnica a rifrazione, le cui determinazioni mostrano che l'intervallo di valori di Vs30 registrato risulta compreso tra 950-1300 m/s (substrato calcareo), nel caso specifico in studio, le indagini stratigrafiche indicano la presenza di una sequenza

	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b> <b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO</b> <b>Sottovia carrabile e ciclopedonale S. Anna</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE GEOLOGICA ED IDROGEOLOGICA</b>																
<b>U.O. GEOLOGIA GESTIONE</b> <b>TERRE E BONIFICHE</b>	<table border="0"> <tr> <td>PROGETTO</td> <td>LOTTO</td> <td>FASE-ENTE</td> <td>DOC</td> <td>OP/DISC</td> <td>PROG</td> <td>REV</td> <td>PAGINA</td> </tr> <tr> <td>IA1U</td> <td>04</td> <td>E 69</td> <td>RG GE</td> <td>0001</td> <td>401</td> <td>A</td> <td>16 di 25</td> </tr> </table>	PROGETTO	LOTTO	FASE-ENTE	DOC	OP/DISC	PROG	REV	PAGINA	IA1U	04	E 69	RG GE	0001	401	A	16 di 25
PROGETTO	LOTTO	FASE-ENTE	DOC	OP/DISC	PROG	REV	PAGINA										
IA1U	04	E 69	RG GE	0001	401	A	16 di 25										

stratigrafica spesso interrotta da soluzioni di continuità tipiche del sottosuolo carsico costituite da zone ad intensa fratturazione o da piccole cavità carsiche; dal punto di vista dell'indagine sismica, condotta attraverso l'acquisizione di profili sismostratigrafici secondo la metodologia Re.Mi e M.A.S.W., tale situazione risulta marcata da:

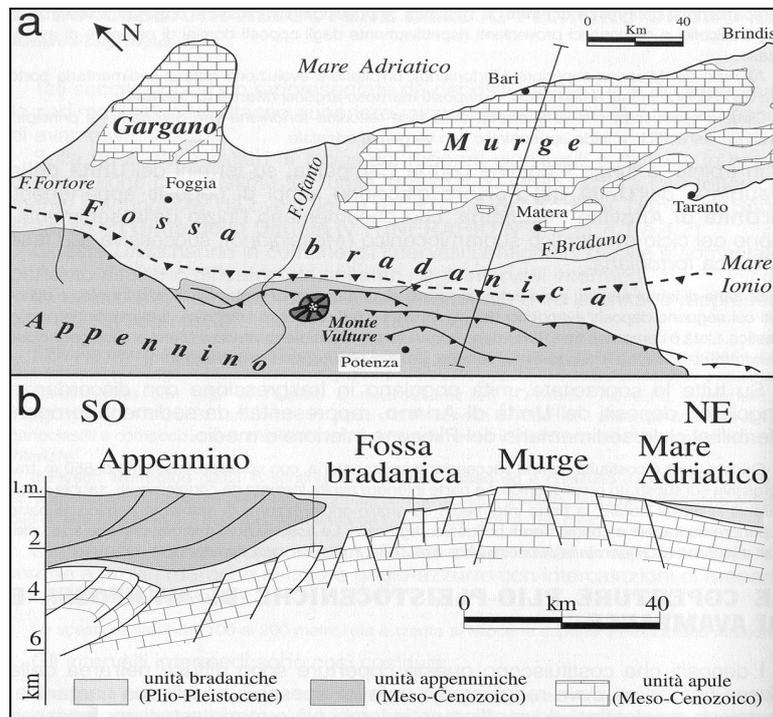
- presenza di un orizzonte superficiale, profondo fino a 6 – 7 metri caratterizzato da velocità sismiche di 300 – 450 m/s;
- un'unità intermedia dello spessore di circa 20 metri e con velocità delle onde di taglio variabile tra 700 e 1200 m/s ma con numerose inversioni di velocità;
- un orizzonte di base caratterizzato da velocità variabili tra 650 e 900 m/s.

Siffatta situazione porta a classificare la compagine rocciosa, presente nel settore di intervento, come appartenente a sottosuolo di categoria B

Tale parametro, unitamente a quello identificativo della situazione morfologica e alla pericolosità sismica, potrà essere utilizzato all'interno delle Norme Tecniche di Costruzione per caratterizzare la risposta sismica locale.

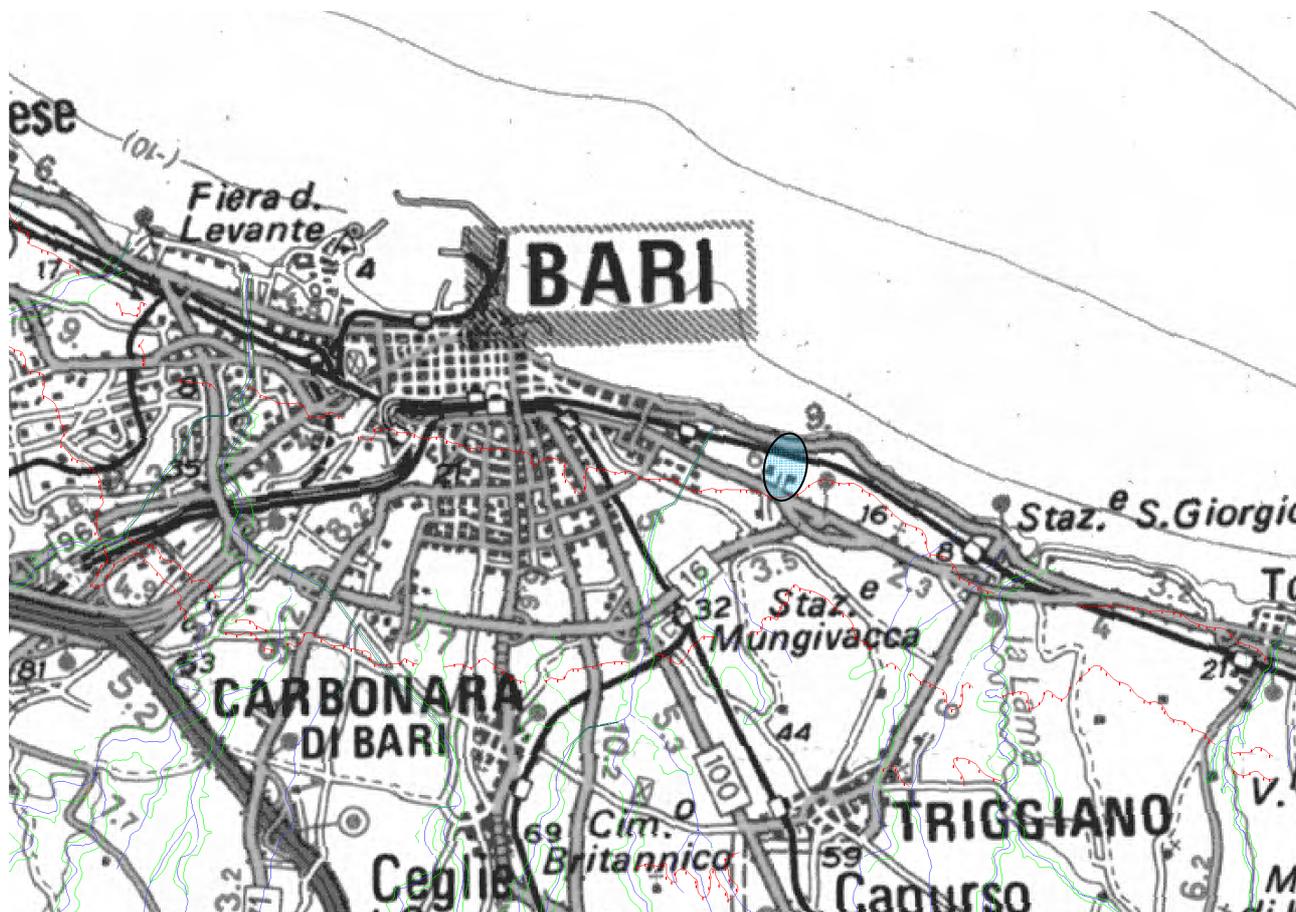
## 5. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

L'area oggetto di studio si sviluppa su una porzione di territorio pressoché tabulare e situata in adiacenza alla linea di costa nell'ambito della immediata periferia sudorientale del territorio urbano di Bari ad una quota variabile tra 2 e 10 m s.l.m., individuata dall'area in colore nelle fig. 9 e 10. Essa si colloca sostanzialmente in corrispondenza della fascia costiera sottostante l'altopiano delle Murge, il quale si presenta come una vasta gradinata tettonica costituita da una serie di ripiani posti a quote via via decrescenti verso il mare (Figura 8).



**Fig. 8 – Assetto territorio murgiano**

Si tratta di terrazzi marini, allungati parallelamente alla costa in direzione NW – SE e leggermente inclinati a NE, i quali si raccordano tramite scarpate che spesso si presentano nette e ben riconoscibili; nell'area oggetto di studio viene ad essere interessato il primo terrazzo morfologico a partire dalla linea di costa come rappresentato dalla fig. 9.



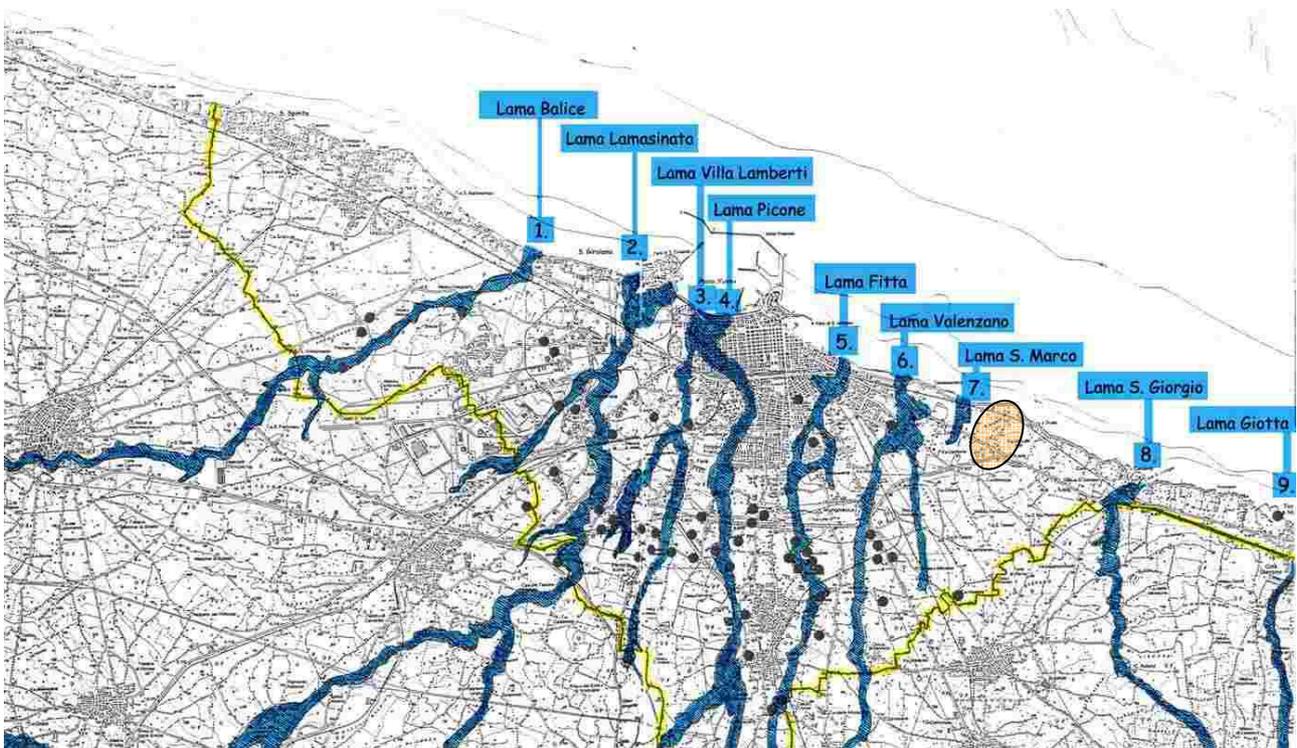
**Fig. 9 – Forme morfologiche area costiera sud barese (stralcio PAI)**

Sia in corrispondenza dei ripiani, sia lungo le scarpate dei terrazzi, rappresentati dal bordo rosso in fig. 9, si osservano i segni del ruscellamento superficiale, che li ha modellati con solchi carsico - erosivi talora profondi e di apprezzabile ampiezza, localmente denominati "lame" (rappresentate dal colore verdino in fig.9).

Tali incisioni, il cui fondo è costituito da materiale alluvionale recente, in occasione di periodi particolarmente piovosi, possono convogliare ingenti quantitativi d'acqua; essi si attestano in corrispondenza di lineazioni tettoniche ben definite, spesso evidenziate da brusche deviazioni del reticolo idrografico e rappresentano l'attuale prodotto evolutivo del sistema idrologico controllato essenzialmente da agenti litologici, tettonici e paleoclimatici.

Il territorio della città di Bari, sia in corrispondenza del versante settentrionale, sia di quello meridionale, come rappresentato nella fig. 10, risulta interessato dalla presenza di un

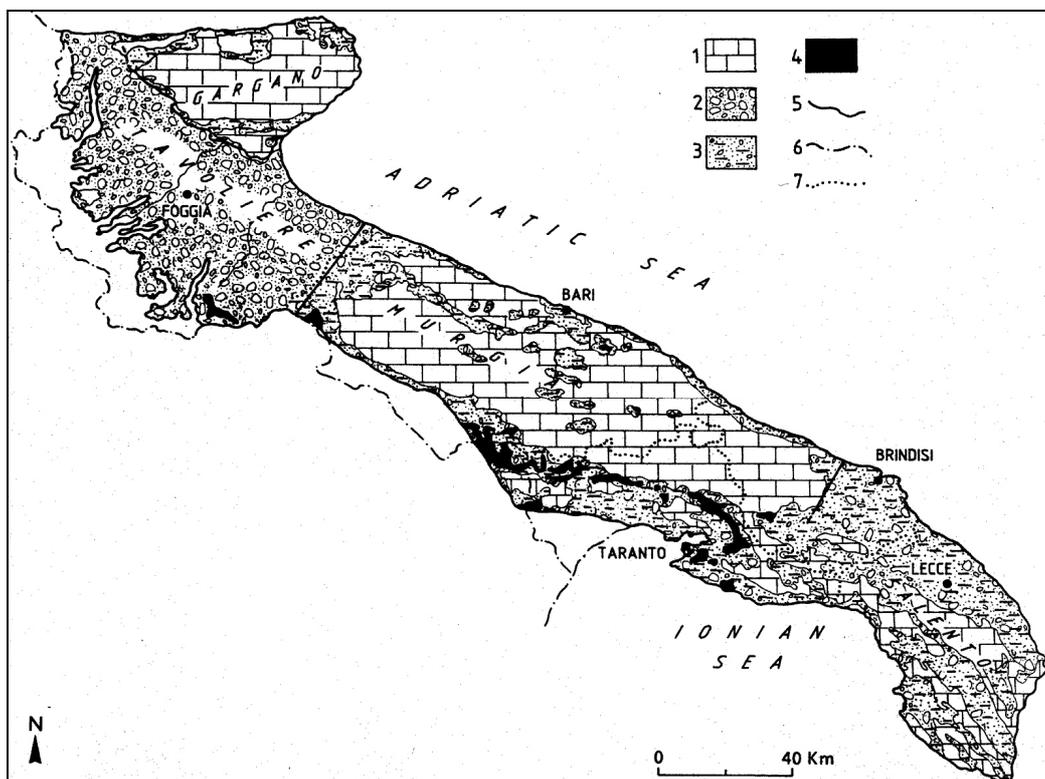
ragguardevole numero di lame, alcune delle quali caratterizzate da aste fluviali ben individuabili e con bacino imbrifero di significativa estensione; tuttavia lo sviluppo urbano ha sicuramente modificato l'assetto morfologico dell'area, obliterando buona parte dei percorsi di deflusso e di conseguenza determinando diversi eventi alluvionali che, all'inizio del secolo scorso spinsero all'adozione di un sistema di regolazione idrologica costituito da una rete di canali scolmatori.



**Fig. 10 – Lame interessanti il territorio di Bari**

## 6. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

Come segnalato precedentemente nel territorio pugliese, e in quello murgiano in particolare, prevalgono gli affioramenti di rocce carbonatiche, il che determina, tranne che nella zona del Tavoliere, praticamente l'assenza di corsi d'acqua superficiali a carattere perenne; per contro il fenomeno del carsismo è molto diffuso e pertanto l'area è caratterizzata da un notevole sviluppo della idrologia sotterranea.



*Legenda:*

- 1) Rocce carbonatiche affioranti nel Gargano, nella Murgia e nel Salento;
- 2) Unità idrogeologica del Tavoliere, principalmente costituita da conglomerati e sabbie;
- 3) Acquiferi superficiali e litotipi permeabili, calcareniti, sabbie argillose, sabbie, ghiaie o conglomerati;
- 4) Litotipi poco permeabili, argille e argille marnose;
- 5) Limite delle unità idrogeologiche (incerto dove tratteggiato);
- 6) Confine regionale;
- 7) Confine provinciale.

**Fig. 11 – Unità idrogeologiche della Puglia (da Cotecchia e Polemio, 1999)**

Le unità idrogeologiche della Puglia sono quattro: Gargano, Tavoliere, Murge e Salento (Fig. 11).

Il territorio murgiano, entro cui si colloca l'area oggetto di studio, insieme a quello del Gargano e a quello del Salento, è caratterizzato da un ampio e potente acquifero con sede nelle rocce calcaree e/o calcareo dolomitiche mesozoiche; tuttavia la presenza di locali orizzonti impermeabili alla base della formazione delle "Calcareni di Gravina", associata a particolari condizioni giaciture del substrato, possono generare localmente la presenza di modeste falde sospese. L'acquifero principale, interessato da fenomeni carsici, presenta un grado di fratturazione variabile nelle tre dimensioni e mostra, a luoghi, elevata permeabilità.

Le indagini condotte sul territorio oggetto della progettazione, hanno evidentemente confermato la situazione di un acquifero tipico della fascia costiera con il livello di falda collocato sostanzialmente a quota livello mare (tutti i sondaggi mostrano una quota piezometrica variabile tra - 0,50 e - 0,60 m slm – Tab 3) con caratteristiche di permeabilità da fratturazione e/o fessurazione, tipiche degli ammassi carsificati .

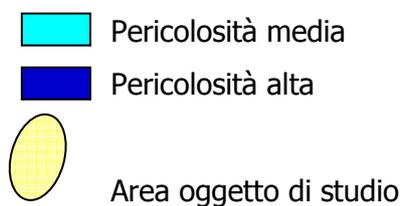
Prove di permeabilità in foro tipo "Lugeon" e di tipo "Lefranc", condotte nei fori di sondaggio e riportate nell'allegato IA1U04E69SGGE0001401A, evidenziano come l'ammasso calcareo sia caratterizzato da una permeabilità per fessurazione e carsismo piuttosto elevata e contrassegnato da un valore di permeabilità dell'ordine di  $10^{-2}$  cm/s, a testimonianza di un processo di evoluzione carsica abbastanza spinta. Di tale situazione caratterizzata da valori medio – alti di permeabilità dell'ammasso, nonché dalla prossimità della superficie piezometrica, il Progettista dovrà tenere opportunamente conto. Dal punto di vista della pericolosità idraulica, facendo riferimento alla già citata fig.10 che rappresenta le principali incisioni caratterizzanti il territorio della città di Bari, si evince che l'area oggetto di studio si colloca tra due di queste incisioni, la lama S. Marco e la lama S. Giorgio e come rappresentato dalla fig.12 stralciata dalla cartografia PAI – Regione Puglia, essa non risulta comunque interessata da fenomeni che possano determinare una pericolosità idraulica con relativo rischio.

**Tab.3 – Dati piezometrici**

<b>SONDAGGIO</b>	<b>Quota boccaforo</b>	<b>Profondità falda da p.c.</b>	<b>Quota falda slm</b>
<b>S 2</b>	<b>5,06</b>	<b>5,55</b>	<b>- 0,49</b>
<b>S 2</b>	<b>2,13</b>	<b>2,70</b>	<b>- 0,57</b>
<b>S 3</b>	<b>9,32</b>	<b>9,90</b>	<b>- 0,58</b>
<b>S 4</b>	<b>11,09</b>	<b>11,75</b>	<b>- 0,75</b>



**Fig. 12 – Carta della pericolosità idraulica**



	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b> <b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO</b> <b>Sottovia carrabile e ciclopedonale S. Anna</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE GEOLOGICA ED IDROGEOLOGICA</b>							
	<b>U.O. GEOLOGIA GESTIONE</b> <b>TERRE E BONIFICHE</b>	PROGETTO	LOTTO	FASE-ENTE	DOC	OP/DISC	PROG	REV
	IA1U	04	E 69	RG GE	0001	401	A	23 di 25

## 7. CARATTERISTICHE GEOLOGICO TECNICHE

La situazione stratigrafica evidenziata dai sondaggi geognostici, mostra la presenza di una sottile coltre di terreno vegetale posta a copertura di locali lembi residuali di calcarenite, ma in massima parte, direttamente della formazione calcareo-dolomitica di base.

Dato l'esiguo spessore dei sedimenti incoerenti non è stato possibile prelevare dei campioni indisturbati, ma effettuare solo 2 prove penetrometriche in foro, del tipo SPT, i cui risultati si evidenziano nella seguente tabella 4.

SONDAGGIO	PROFONDITA'	N
<b>S 2</b>	1,70 – 1,75	Rifiuto
<b>S3</b>	2,00 – 2,33	10 -12 – Rifiuto (3 cm)

**Tab. 4 – Prove penetrometriche**

Di fatto le indagini hanno interessato quasi esclusivamente la formazione del Calcari di Bari che risulta essere il litotipo maggiormente diffuso nell'area indagata e che si rinviene quasi sempre a ridotta profondità. Si tratta di calcari ad elevata resistenza meccanica, che localmente si riduce a causa dell'intenso stato di fratturazione ed alterazione. I suoi caratteri geomeccanici, a scala dell'ammasso, possono essere pertanto riassunti da quelli presenti nella seguente tabella 5:

$\gamma = 22-25 \text{ kN/m}^3$
$c = 100-200 \text{ kPa}$
$\varphi' = 30^\circ-35^\circ$
$E' = 500-2000 \text{ Mpa}$

**Tab. 5 – Sintesi caratteristiche geomeccaniche**

Dal punto di vista del riutilizzo del materiale di scavo, i terreni calcareo dolomitici ivi presenti si prestano in maniera ottimale, previa opportuna frantumazione e vagliatura, sia per l'utilizzo come inerti per confezionamento di calcestruzzi, sia come materiale per la creazione di sottofondi stradali.

	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b> <b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO</b> <b>Sottovia carrabile e ciclopedonale S. Anna</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE GEOLOGICA ED IDROGEOLOGICA</b>																
<b>U.O. GEOLOGIA GESTIONE TERRE E BONIFICHE</b>	<table border="0"> <tr> <td>PROGETTO</td> <td>LOTTO</td> <td>FASE-ENTE</td> <td>DOC</td> <td>OP/DISC</td> <td>PROG</td> <td>REV</td> <td>PAGINA</td> </tr> <tr> <td>IA1U</td> <td>04</td> <td>E 69</td> <td>RG</td> <td>GE</td> <td>0001</td> <td>401 A</td> <td>25 di 25</td> </tr> </table>	PROGETTO	LOTTO	FASE-ENTE	DOC	OP/DISC	PROG	REV	PAGINA	IA1U	04	E 69	RG	GE	0001	401 A	25 di 25
PROGETTO	LOTTO	FASE-ENTE	DOC	OP/DISC	PROG	REV	PAGINA										
IA1U	04	E 69	RG	GE	0001	401 A	25 di 25										

## 8. BIBLIOGRAFIA SOMMARIA

1. Guida Geologica Regionale della Puglia e Monte Vulture edita a cura della Società Geologica Italiana;
2. Cartografia tematica Regione Puglia;
3. "Note illustrative della "Carta geologica d'Italia scala 1:50.000" Foglio 438 Bari;
4. "Note alla Carta geologica delle Murge e del Salento"– N. Ciaranfi, P. Pieri e G. Ricchetti (1988) – Mem. Soc. Geolog. Ital. 41, 449-460.
5. "Geodinamica ed evoluzione stratigrafico-tettonica dell'avampaese apulo" – G. Ricchetti, N. Ciaranfi, E. Luperto Sinni, F. Monelli, P. Pieri (1988) – Mem. Soc. Geolog. Ital., vol 41, pp. 57-82.
6. "Geologia della città di Bari" – P. Pieri (1975) – Mem. Soc. Geolog. Ital., vol. 14, pp. 379-407.
7. "Valutazione geologico tecnica degli ammassi rocciosi carsificati con particolare riferimento alle aree carsiche pugliesi" – F. Zezza (1975) – Mem Soc. Geolog. Ital. 14 – 9-34.
8. "Sui terreni di fondazione della città di Bari" – B. Radina (1958) – Giorn. Gen. Civ. fasc. 10, pp. 3-8, 2 tavv. Roma.
9. "Perturbazioni antropiche irreversibili delle caratteristiche chimico-fisiche dell'acquifero sottostante la città di Bari" – V. Cotecchia, G. Ferrari, C. Fidelibus, V. Lenti, M. Polemico, T. Tavolini (1991) – Atti del IV Workshop del P.S. CNR "Clima Ambiente e Territorio nel Mezzogiorno", 11-14 novembre 1991, Lecce.
10. "Fondamentali aspetti dell'idrogeologia carsica della Murgia (Puglia) con particolare riferimento al versante adriatico" – D. Grassi (1973) – Geol. Appl. E Idrogeol., 8, part. II, Bari.
11. "Identification of typical chemical and physical conditions in apulian groundwater (Southern Italy) through well multi-parameter logs" – V. Cotecchia, M. Polemio, P. Limoni – (1999) -